



ارزیابی عملکرد شعب بانک با استفاده از رویکرد کنترل وزن در تحلیل پوششی داده‌ها

مهناز احدزاده نمین^۱

الهه خمسه^۲

فرزانه محمدی^۳

تاریخ دریافت مقاله: ۹۷/۰۲/۰۵ تاریخ پذیرش مقاله: ۹۷/۰۵/۰۱

چکیده

روش‌های ارزیابی کارایی مبتنی بر تحلیل پوششی داده‌ها (DEA^۱) که در آن وزن‌های ورودی و خروجی محدود شده باشند، توانایی شعب بانک را برای استفاده از وزن‌های نامحدود که متناظر با قضاوت‌های مبالغه‌آمیز، قیمت‌های تعدیل شده با توجه به ریسک در خصوص منابع هزینه عملیات و هزینه غیر عملیاتی می‌باشد، محدود می‌کند. در این مقاله به ارزیابی عملکرد شعب درجه ۱ یک بانک تجاری در ایران با استفاده از مدل محدودیت وزنی در تحلیل پوششی داده‌ها می‌پردازیم. به این صورت که ابتدا شاخص‌های مهم برای ارزیابی عملکرد شعب بانک با توجه به مطالعات قبلی شناسایی شده و سپس با توجه به نظر خبرگان بانکی و تحلیل پوششی داده‌ها جهت ارزیابی کارایی شعب درجه ۱ بانک که شامل ۲ شاخص ورودی و ۴ شاخص خروجی هستند، نهایی خواهند شد. پس از جمع‌آوری اطلاعات مربوط به ۴۰ شعبه درجه ۱ بانک در دو نیم سال به سال ۱۳۹۵، با استفاده از مدل DEA بدون محدودیت شعب درجه ۱ بانک ارزیابی خواهند شد. همچنین این کار نیز با استفاده از مدل‌های DEA با محدودیت نیز انجام خواهد گردید. در نهایت با استفاده از آمار توصیفی و آزمون‌های آماری نشان خواهیم داد که محدودیت وزنی اعمال شده سبب بهبود ارزیابی عملکرد شعب درجه ۱ بانک می‌شود.

کلمات کلیدی

تحلیل پوششی داده‌ها، محدودیت وزنی، کارایی، شعب درجه ۱ بانک

۱- گروه ریاضی، واحد شهر قدس، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران. mahnazahadzadehnamin@gmail.com

۲- گروه ریاضی، واحد شهر قدس، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران. (نویسنده مسئول) elahehkhamsheh@gmail.com

۳- گروه مدیریت، واحد شهر قدس، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران. farzaneh.mohamadi78@yahoo.com

مقدمه

ارزیابی عملکرد سازمان‌ها در جهت‌گیری تصمیمات آتی آن‌ها نقش اساسی دارد. به همین دلیل باید میزان کارایی و بهره‌وری سازمان‌ها مورد محاسبه قرار گیرد تا بتوان در تصمیم‌گیری‌های آتی روند رو به رشد داشت. بانک‌ها و بنگاه‌های مالی از مهم‌ترین واحدهای اقتصادی هستند که می‌توانند شرایط مناسبی را برای رشد و پیشرفت یک کشور ایجاد کنند و به همان نسبت عملکرد نادرست آن‌ها نیز می‌تواند بحران‌هایی ایجاد کند. بحران مالی نشان می‌دهد که ریسک بانکی می‌تواند از وابستگی شدید به انواع خاصی از هزینه‌های عملیاتی و هزینه‌های غیر عملیاتی باشد.

تحلیل پوششی داده‌ها (DEA) که اغلب برای ارزیابی کارایی واحدهای تصمیم‌گیرنده و به ویژه بانک‌ها و مؤسسات مالی مورد استفاده قرار می‌گیرد، کارایی را به صورت نسبت مجموع وزن دار شده‌ی خروجی‌ها به مجموع وزن دار شده‌ی ورودی‌ها برآورد می‌کند (چین و همکاران، ۲۰۱۳، مووینگی و همکاران، ۲۰۱۵). مقادیر ضرایب مربوط به ورودی‌ها و خروجی‌ها، متغیرهای آزادی در فرایند بهینه‌سازی هستند که میزان کارایی هر بنگاه مالی را افزایش می‌دهند و تنها در معرض این محدودیت قرار دارند که میزان کارایی مربوط به همه مؤسسات مالی و بانک‌های تحت ارزیابی به هنگام استفاده از آن‌ها باید بین صفر و یک به دست آیند. اگر هیچ محدودیت دیگری بر این متغیرها اعمال نشود به منظور به حداکثر رساندن کارایی یک بانک یا موسسه مالی برای گروهی از متغیرها که بانک یا موسسه مالی در آن‌ها عملکرد نسبتاً خوبی دارد وزن‌های بیشتری در نظر گرفته می‌شود. به عنوان مثال می‌توان برای آن دسته از خروجی‌هایی که بانک در آن عملکرد خوبی دارد، وزن‌های بزرگتری را در نظر گرفت. از سوی دیگر برای آن دسته از متغیرها که بانک در آن‌ها عملکرد نسبتاً ضعیفی دارد، اوزان کوچک‌تری در نظر گرفته می‌شود.

اولین بار آلن و همکاران (۱۹۹۷)، محدودیت‌های وزنی در DEA را توسعه دادند. بطوریکه یک کران بالا و پایین روی خروجی‌ها و ورودی‌ها در نظر گرفتند. در ادامه روش‌های مختلفی برای کنترل وزن در DEA معرفی می‌گردد. (تریسی و چین، ۲۰۰۵؛ تاناسولیس و همکاران، ۲۰۰۴؛ خلیلی و همکاران، ۲۰۱۰). اخیراً اسمیلد و ژو (۲۰۱۶) یک روش کنترل وزن را برای ارزیابی کارایی بانک در شرایط بحران برای بانک‌های اروپای ارائه نمودند.

برای ارزیابی عملکرد و کارایی بانک‌ها و مؤسسات مالی در روش مبتنی بر تحلیل پوششی داده‌ها (DEA) پیشنهاد می‌شود که وزن‌های ورودی‌ها و خروجی‌ها محدود شده و توانایی بانک‌ها برای استفاده از وزن‌های بیکران را محدود سازد. در واقع در این تحقیق، ابتدا شاخص‌های مهم برای ارزیابی عملکرد شعب بانک با توجه به مطالعات قبلی شناسایی شده و شاخص‌های مهم با توجه به نظر خبرگان بانکی

ارزیابی عملکرد شعب بانک با استفاده از رویکرد کنترل وزن ... / احدزاده نمین، خمسه و محمدی

جهت ارزیابی کارایی شعب درجه ۱ بانک نهایی خواهد شد. در ادامه با استفاده از مدل DEA بدون محدودیت و شاخص‌های موجود شعب درجه ۱ بانک ارزیابی خواهند شد. همچنین این کار نیز با استفاده از مدل‌های DEA با محدودیت ارائه شده به وسیله اسمیلد و ژو (۲۰۱۶) نیز انجام خواهد گردید. در نهایت به تحلیل نتایج با استفاده از مدل‌های موجود برای شعب بانک خواهیم پرداخت.

پیش‌نیازها

تحلیل پوششی داده‌ها

تحلیل پوششی داده‌ها تکنیکی بر مبنای برنامه‌ریزی ریاضی برای تعیین کارایی مجموعه‌ی از واحدهای تصمیم‌گیرنده‌ی متجانس با چند ورودی و چند خروجی است و واحدهای کارا و ناکارا مشخص می‌شوند. در یک واحد کارا ممکن است بتوان با افزایش مقادیر ورودی‌ها، مقادیر خروجی‌ها را افزایش داد. افزایش مقادیر ورودی‌ها به یک نسبت ممکن است موجب افزایش مقادیر خروجی‌ها به نسبت کمتر، مساوی یا بیشتر گردد. افزایش مقادیر خروجی‌ها به نسبت کمتر به صرفه نیست. اگر افزایش مقادیر خروجی‌ها به نسبت بیشتر از ورودی‌ها باشد، مسلماً ادامه‌ی افزایش ورودی تا جایی که صرفه است است موجب افزایش مقادیر خروجی‌ها به نسبت بیشتر یا مساوی گردد.

فرض کنید n واحد تصمیم‌گیری (DMU) وجود دارد. هر DMU_j ($j = 1, \dots, n$)، با استفاده از m ورودی x_{ij} ($i = 1, \dots, m$)، s خروجی y_{rj} ($r = 1, \dots, s$) را تولید می‌کند.

تعریف ۱. مجموعه‌ی امکان تولید

(PPS) را با T نشان داده و آن را چنین تعریف می‌کنیم:

$$T = \{(x, y) \mid x \geq 0, y \geq 0 \text{ را نماید تولید} \mid (x, y)\}$$

مشاهده می‌شود که مجموعه امکان تولید T زمانی مشخص می‌شود که تابع تولید شناخته شده باشد. در حالت کلی تابع تولید در دسترس نیست، لذا اصول زیر را جهت تعریف مجموعه امکان تولید T می‌پذیریم، که هم‌چنین برای معرفی مدل‌های متفاوت از این اصول روی مجموعه امکان تولید T استفاده می‌شود.

اصل ۱: غیر تهی بودن (اصل شمول مشاهدات)^۲: به ازای هر $j = 1, \dots, n$ $(x_j, y_j) \in T$.

اصل ۲: (اصل تحدب)^۳: اگر $(x_1, y_1) \in T$ و $(x_2, y_2) \in T$ آنگاه به ازای هر $\gamma \in (0, 1)$ $\gamma(x_1, y_1) + (1 - \gamma)(x_2, y_2) \in T$.

اصل ۳: (اصل ناکارایی ورودی)^۴: اگر $(x, y) \in T$ و $\hat{x} \geq x$ آنگاه $(\hat{x}, y) \in T$.

فصلنامه مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار / شماره چهارم / پائیز ۱۳۹۸

اصل ۳.۲: (اصل ناکارائی خروجی)^۵: اگر $(x, y) \in T$ و $\hat{y} \leq y$ آنگاه $(x, \hat{y}) \in T$.
 اصل ۴.۱: بازده به مقیاس ثابت (اصل بی کرانی اشعه)^۶: اگر $(x, y) \in T$ آنگاه به ازای هر $\alpha \geq 0$ ، $(\alpha x, \alpha y) \in T$.

اصل ۴.۲: (اصل انقباض)^۷: اگر $(x, y) \in T$ آنگاه به ازای هر $0 \leq \alpha \leq 1$ ، $(\alpha x, \alpha y) \in T$.
 اصل ۴.۳: (اصل انبساط)^۸: اگر $(x, y) \in T$ آنگاه به ازای هر $\alpha \geq 1$ ، $(\alpha x, \alpha y) \in T$.
 اصل ۵: (اصل کمینه برون یابی)^۹: T اشتراک همه \hat{T} هایی است که در اصول ۱، ۲ و تعدادی از اصول ۳ و ۴ بالا صدق می کند.

لم ۱: مجموعه T_{CCR} در اصول ۱، ۲، ۳، ۴، ۱، ۳، ۲، ۱، ۴ و ۵ صدق می کند، اگر و فقط اگر

$$T_C = T_{CCR} = \{(x, y) \mid x \geq \sum_{j=1}^n \gamma_j x_j, y \leq \sum_{j=1}^n \gamma_j y_j, \gamma_j \geq 0, j = 1, \dots, n\}$$

لم ۲: مجموعه T_{BCC} در اصول ۱، ۲، ۳، ۴، ۱، ۳، ۲، ۱، ۴ و ۵ صدق می کند، اگر و فقط اگر

$$T_V = T_{BCC} = \{(x, y) \mid x \geq \sum_{j=1}^n \gamma_j x_j, y \leq \sum_{j=1}^n \gamma_j y_j, \gamma_j \geq 0, j = 1, \dots, n\}$$

تعریف ۲. غالب بودن

DMU_0 را بر DMU_j غالب گوئیم، هر گاه شرایط زیر موجود باشد:

$$\begin{pmatrix} -x_j \\ y_j \end{pmatrix} \leq \begin{pmatrix} -x_0 \\ y_0 \end{pmatrix}$$

به عبارت دیگر امکان تولیدی با ورودی کمتر یا مساوی ورودی DMU_j که خروجی بیشتر یا مساوی خروجی DMU_j تولید کند وجود داشته باشد به قسمی که لااقل در یک مولفه از ورودی‌ها و یا خروجی‌ها نامساوی به صورت اکید برقرار باشد.

مدل‌های DEA بدون محدودیت در T سال

فرض کنید که n واحد تصمیم‌گیری در T سال مختلف به صورت $(x_{j,t}, y_{j,t}) \in R_+^{r+s}$ ($j = 1, \dots, n; t = 1, \dots, T$) داریم. امتیاز کارایی e_{j_0, t_0} تحت بازده به مقیاس ثابت، در مدل DEA نامقید با ماهیت خروجی، برای واحد تصمیم‌گیری j_0 در یک سال معین t_0 (یعنی $(x_{j_0, t_0}, y_{j_0, t_0}) \in R_+^{r+s}$) می‌تواند با استفاده از مدل ضربی زیر بدست آید:

ارزیابی عملکرد شعب بانک با استفاده از رویکرد کنترل وزن ... / احذزاده نمین، خمسه و محمدی

$$\begin{aligned} (e_{j_0, t_0})^{-1} &= \min \sum_{k=1}^r v_{j_0, t_0}^k x_{j_0, t_0}^k \\ (1) \quad s.t \quad &\sum_{l=1}^s u_{j_0, t_0}^l y_{j_0, t_0}^l = 1, \\ \sum_{k=1}^r v_{j_0, t_0}^k x_{j, t}^k - \sum_{l=1}^s u_{j_0, t_0}^l y_{j, t}^l &\geq 0, \quad j = 1, \dots, n, \quad t = 1, \dots, T \\ v_{j_0, t_0}^k, u_{j_0, t_0}^l &\geq 0, \quad k = 1, \dots, r, \quad l = 1, \dots, s, \quad t = 1, \dots, T \end{aligned}$$

که در آن متغیرهای $v_{j_0, t_0} \in R_+^s, u_{j_0, t_0} \in R_+^s$ و وزنهای ورودیها و خروجی هایی هستند که به واحد تصمیم گیری تحت بررسی (واحد j_0) در سال معین t_0 نسبت داده شده است.

به هنگام بهینه سازی مدل مضربی DEA بدون محدودیت (1) در بالا به DMU تحت بررسی $(x_{j_0, t_0}, y_{j_0, t_0})$ وزنهایی نسبت داده خواهد شد که تا جایی که امکان پذیر است کارآمد جلوه کند و فقط در معرض محدودیتهایی قرار گیرد که بر اساس آن همه وزنها نا منفی بوده و اینکه هیچ واحد تصمیم گیری $j \in N$ از j_0 در هیچ سال t نمی تواند امتیاز کارایی $\frac{V_{j_0, t_0} X_{j, t}}{u_{j_0, t_0} Y_{j, t}} \geq 1$ با همان مجموعه وزنها داشته باشد.

مدل دارای محدودیت های وزنی

فرض کنید N^e مجموعه بانک هایی باشند که در مدل (1) بدون محدودیت کارا هستند. در واقع برای مدل (1) داشته باشیم، $e_{j_0, t_0} = 1$. از این رو فرض کنید که $N^e = \{(x_{j, t}, y_{j, t}) \in N | e_{j, t} = 1\}$. حال به دنبال این هستیم که وزنهایی میانگین را محاسبه کنیم، اما از آنجایی که وزنهایی بهینه برای واحدهای تصمیم گیری کارا در N^e معمولاً منحصر به فرد نیستند، اسمیلد و ژو (۲۰۱۶) پیشنهاد دادند که وزن های میانگین را در بین همه ی وجوه کارا با بعد کامل محاسبه کنیم. مد نظر قرار دادن وجوه کارا به جای واحد تصمیم گیری کارا، این اطمینان را به وجود می آورد که اوزان مربوط به هر یک منحصراً تعیین می شود و صرفاً گنجاندن وجوه با بعد کامل به معنای مستثنا کردن وجوهی است که اوزان مربوط به آنها در یک یا چند متغیر مساوی با صفر است. بنابراین هر یک از این وجوه دارای مجموعه ی منحصر به فردی از اوزان غیر صفر خواهد بود که برای همه واحدهای تصمیم گیری که آن وجه را می گسترانند و یا به آن تعلق دارند، بهینه خواهد بود. این روش در ادامه بیان خواهد شد.

مجموعه وجوه کارا با بعد کامل را با F نشان می دهیم (اولسین و پترسون، ۲۰۰۳) و فرض کنید که u_h^l و v_h^k به ترتیب نشان دهنده ی وزن های ورودی و خروجی در وجه h باشند. چون در کاربرد تجربی تنها آن دسته از محدودیتهای وزن دار را به کار می گیریم که محدود کننده ی بازه وزن در یک ورودی نسبت به وزن ورودی دیگری هستند در مورد آتی محدودیتهای وزن را تنها برای جفت های ورودی

فصلنامه مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار / شماره چهارم / پاییز ۱۳۹۸

تعریف می کنیم. اما توجه داشته باشید که این روش به آسانی قابلیت تعمیم به اوزان در جفتهای ورودی یا در یک وزن ورودی نسبت به وزن خروجی را داراست. وزن میانگین برای یک متغیر ورودی k در بین مجموعه وجوه کارا با بعد کامل هستند به صورت زیر محاسبه می شود:

$$\bar{v}^k = \sum_{h \in F} v_h^k / |F| \quad (2)$$

که در آن $|F|$ نشان دهنده ی عدد اصلی F می باشد. انحراف استاندارد نمونه متناظر حول میانگین نمونه با $\sigma_{\bar{v}^k}$ نشان داده می شود.

حال می توانیم نسبت وزنه‌های میانگین را برای دو ورودی k' ، k'' محاسبه کنیم و محدودیت‌های وزنی را که ملزم می کند نسبت اوزان مجاز برای k' ، k'' بین نسبت‌های وزن میانگین بعلاوه/منهای انحراف‌های استاندارد $0/5$ باشد به صورت زیر فرموله می شود:

$$WR(k', k'') = \frac{\bar{v}^{k'} - 0.5\sigma_{\bar{v}^{k'}}}{\bar{v}^{k''} + 0.5\sigma_{\bar{v}^{k''}}} \leq \frac{v^{k'}}{v^{k''}} \leq \frac{\bar{v}^{k'} + 0.5\sigma_{\bar{v}^{k'}}}{\bar{v}^{k''} - 0.5\sigma_{\bar{v}^{k''}}} \quad (3)$$

برای جفتهایی از ورودی‌ها که محدودیت‌های نسبی در نظر گرفته ایم، بازه های متناظر اوزان مجاز از معادله فوق تعریف می شوند که به صورت خطی در آمده و صرفاً به صورت محدودیت‌هایی به مدل مضربی DEA (یعنی مدل ۱) افزوده خواهد شد. توجه داشته باشید که در اندکی از موارد که در آنها یک وزن میانگین منهای انحراف های استاندارد $0/5$ منفی می شود این مقدار را با یک عدد مثبت کوچک جایگزین می کنیم. به علاوه در حالی که انتخاب انحراف استانداردهای $\pm 0/5$ مانند بازه مربوط به محدودیت‌های وزنی کاملاً نسبی است.

متدولوژی

هدف از این مقاله ارزیابی عملکرد شعب بانک با استفاده از مدل کنترل وزن در تحلیل پوششی داده‌ها است. برای این کار فرآیند زیر را انجام می دهیم.

- ۱- ابتدا با استفاده از مدل (۱) کارایی شعب بانک را محاسبه خواهیم نمود.
- ۲- با استفاده از نتایج به دست آمده از مدل (۱) همچنین با اضافه کردن محدودیت وزنی (۳) به مدل (۱) و اجرای مجدد مدل، کارایی محدود شده شعب محاسبه خواهد شد.
- ۳- تحلیل ادغام‌شده میزان کارایی با و بدون محدودیت وزنی جهت محاسبه میزان کارایی ادغام‌شده هر یک از شعب بانک در دو دوره خاص بدون محدودیت وزنی از مدل زیر استفاده می کنیم.

ارزیابی عملکرد شعب بانک با استفاده از رویکرد کنترل وزن ... / احذزاده نمین، خمسه و محمدی

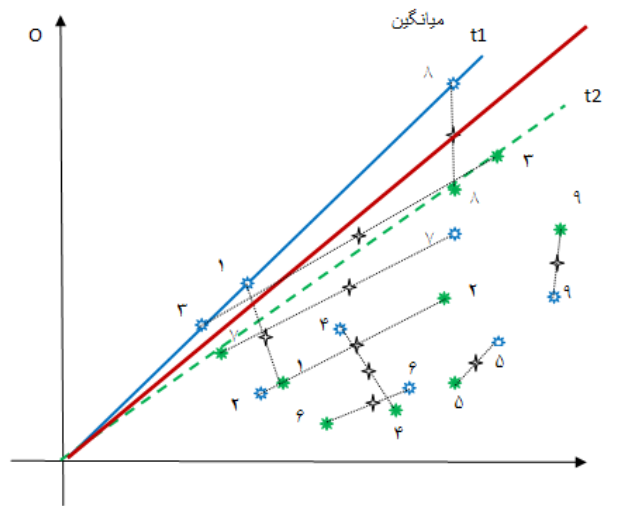
$$\begin{aligned} & \text{Min } \sum_{r=1}^s \mathbf{u}_r [\sum_{t=1}^2 \mathbf{x}_{ro}^t / 2] & (4) \\ \text{s.t. } & \sum_{i=1}^m v_i [\sum_{t=1}^2 \sum_{j=1}^n x_{ij}^t / 2] - \sum_{l=1}^s u_l [\sum_{t=1}^2 \sum_{j=1}^n y_{rj}^t / 2] \geq 0 \\ & \sum_{r=1}^s \mathbf{u}_r [\sum_{t=1}^2 \mathbf{y}_{ro}^t / 2] \geq 1 \\ & \sum_{i=1}^m v_i x_{ij}^t - \sum_{r=1}^s u_r y_{rj}^t \geq 0, \quad j = 1, \dots, n, t = 1, \dots, T \end{aligned}$$

در مدل فوق $v = (v_1, \dots, v_m)$ و $u = (u_1, \dots, u_s)$ به ترتیب وزن های ورودی و خروجی می باشند.

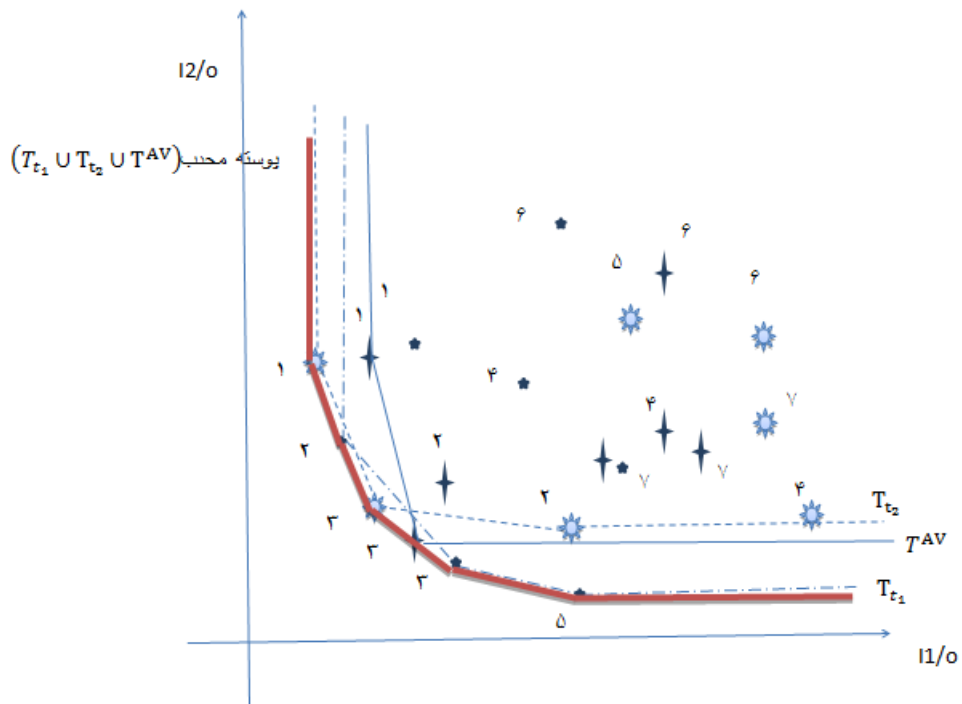
تعریف: DMU_p را در دو دوره زمانی t_1 و t_2 کارا نامیم اگر و تنها اگر مختصات میانگین در دو زمان در پوسته محدب $(T_{t_1} \cup T_{t_2} \cup T^{AV})$ ، کارا باشد.

مدل (4) کارایی نسبی را میدهد زیرا دقیقاً فرم مضربی مدل CCR در ماهیت خروجی با $3n$ واحد n واحد در زمان t_1 و n واحد در زمان t_2 و n واحد میانگین دو زمان t_1 و t_2 می باشد. از آنجایی که مدل CCR کارایی نسبی را می دهد این مدل نیز کارای نسبی واحد ها را محاسبه می کند. برای شرح بهتر مدل، مجموعه امکان تولید (PPS) را برای دو زمان t_1 و t_2 و برای حالتی که میانگین هر واحد در دو زمان در نظر گرفته شده است را رسم می کنیم و در نهایت PPS مدل (4) را خواهیم یافت که از روی آن می توان واحد های کارا را شناسایی کرد. همانطور که مشاهده می شود در این مثال با توجه به شکل (1)، مرز کارایی PPS مدل (4) با مرز کارایی زمان t_1 یکسان شده است. اما در ابعاد بالاتر ممکن است مرز PPS مدل (4) قسمتی از مرز t_1 و قسمتی از مرز t_2 و قسمتی از مرز حالت میانگین باشد. بنابراین مرز وابسته به مقدار شاخص ها در هر دو زمان و میانگین آنهاست.

فصلنامه مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار / شماره چهارم / پاییز ۱۳۹۸



شکل (۱): مدل PPS برای یک نمونه



شکل (۲): مرز فارل مدل (۴) در حالت دو ورودی و یک خروجی

ارزیابی عملکرد شعب بانک با استفاده از رویکرد کنترل وزن ... / احمدزاده نمین، خمسه و محمدی

★ = واحد ها در زمان t_1

☀ = واحد ها در زمان t_2

✦ = میانگین واحدها در زمان t_1 و t_2

برای شرح بیشتر مرز فارل را در حالت دو ورودی و یک خروجی در دو زمان t_1 و t_2 ، در حالت میانگین دو زمان و پوسته محدب $(T_{t_1} \cup T_{t_2} \cup T^{AV})$ را در شکل (۲) رسم نموده ایم. همانطور که مشاهده می شود DMU_2 روی مرز t_1, t_2 قرار دارد ولی کارای میانگین نیست یعنی روی پوسته محدب $(T_{t_1} \cup T_{t_2} \cup T^{AV})$ قرار ندارد.

میزان کارای در زمان شش ماه اول t_1 و شش ماه دوم t_2 مستقل از هم می باشند. در برخی موارد کارایی افزایش، کاهش یا بدون تغییر باقی مانده است. اما کارایی کل در حضور محدودیت وزنی با کارایی کل بدون محدودیت وزنی در دو زمان در نظر گرفته شده، در ارتباط می باشد. همانطور که می دانیم وجود محدودیت اضافی ناحیه شدنی را کوچکتر می کند و در مساله \min سازی باعث بدتر شدن تابع هدف نمی شود. لذا رابطه زیر همواره برقرار است.

کارایی کل بدون محدودیت وزنی $(WR) \leq$ کارایی کل در حضور محدودیت وزنی (WR)

تحلیل نتایج خروجی از مدل ها با استفاده از آمار توصیفی آزمون فرض های آماری.

در بخش بعدی متدولوژی ارائه شده در این بخش را برای ارزیابی عملکرد شعب بانک در ایران استفاده خواهیم نمود.

مثال عددی

انتخاب نمونه آماری و تعیین شعب بانک

در مرحله اول به شناسایی واحدهای تحت بررسی و انتخاب نمونه آماری می پردازیم. جامعه آماری تحقیق، شامل تمام شعب درجه ۱ بانک برای سال ۱۳۹۵ می باشد، هم چنین از تمام اطلاعات شعب بانک استفاده می کنیم. پس نمونه گیری نخواهیم داشت.

انتخاب شاخص ها و متغیرها جهت ارزیابی عملکرد

جهت ارزیابی و سنجش عملکرد واحدهای تحت بررسی با توجه به مدل تحلیل پوششی داده ها، نیاز به انتخاب معیارهای مناسبی است که در مدل قرار گیرند، تا سنجش دقیقی از عملکرد شعب بانک انجام شود. برای این کار مطالعات فراوانی صورت گرفت و در نهایت با توجه به مطالعات مقالات و پایان نامه ها

فصلنامه مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار / شماره چهارم / پاییز ۱۳۹۸

و همچنین پژوهش‌های گذشته و مطالعات میدانی و کسب نظر از خبرگان این صنعت و اصل تحلیل پوششی داده‌ها، تعداد ۶ مورد شاخص برای سنجش انتخاب شد که دو مورد آن به صورت ورودی (ستانده) و چهار مورد دیگر به صورت خروجی (نهانده) در نظر گرفته شد و این شاخص‌ها به شرح زیر هستند:

الف: متغیرهای ورودی:

۱- هزینه‌های عملیاتی

۲- هزینه‌های غیرعملیاتی

ب. متغیرهای خروجی:

۱- درآمد مشاع

۲- درآمد غیر مشاع

۳- نسبت بانکداری الکترونیک

۴- میزان کاهش نرخ هزینه عملیاتی

اطلاعات

داده‌های اولیه

داده‌های مورد استفاده برای تحلیل ریسک و کارایی شعب بانک شامل مشاهدات سالانه در سال ۱۳۹۵ از شعب بانک می‌باشد. نمونه انتخابی شامل ۴۰ شعبه درجه ۱ از شعب بانک است. همه داده‌ها مستقیماً از گزارشات مالی حسابرسی شده هر بانک جمع‌آوری شده است. همچنین داده‌ها در دو دوره ۶ ماهه در سال ۱۳۹۵ جمع‌آوری شده است.

تفاوت‌های موجود بین دو دسته از شعب بانک

تفاوت‌های موجود در ساختار هزینه‌های بین دو گروه A و B بانک مورد مطالعه بررسی می‌کند که هزینه شامل هزینه‌های عملیاتی و هزینه‌های غیرعملیاتی می‌باشد، هزینه‌های عملیاتی کلیه هزینه‌هایی است که به صورت مستقیم و دائم در تولید تا فروش نقش دارند و هزینه‌های که جز هزینه عملیاتی نباشند به عنوان هزینه غیرعملیاتی در نظر گرفته می‌شود. جدول (۱) میانگین انواع مختلف هزینه‌های عملیاتی و هزینه‌های غیرعملیاتی در هر گروه را نشان می‌دهد. بانک‌های گروه A شامل بانک‌های منطقه مرفه نشین تهران (مناطق ۱ تا ۱۰) و بانک‌های گروه B شامل بانک‌های منطقه غیر مرفه تهران (مناطق ۱۱ تا ۲۰) دسته‌بندی شده‌اند. گروه A وابستگی چشمگیر تری نسبت به گروه B به هزینه عملیاتی دارند.

ارزیابی عملکرد شعب بانک با استفاده از رویکرد کنترل وزن ... / احدزاده نمین، خمسه و محمدی

جدول (۱): آمار توصیفی ورودی‌های شعب بانک ها

	۶ ماهه اول		۶ ماهه دوم	
	A	B	A	B
تعداد بانک ها	۱۸	۲۲	۱۸	۲۲
(درصد) هزینه‌های عملیاتی	۴۵/۷۳۴۴	۵۴/۲۶۲۲	۴۲/۰۹۹۶	۵۷/۹۰۰۳
t-Test	۰/۴۴۱		-۱/۲۱۱۴	
(درصد) هزینه‌های غیر عملیاتی	۵۲/۰۲۳۵	۴۷/۹۷۶۴	۵۸/۵۱۰۶	۴۱/۴۸۹۳۶
t-Test	۴/۱۴۸		۳/۲۲۳	

جهت محاسبه (درصد) هزینه‌های عملیاتی ابتدا جمع کل در دو گروه A و B محاسبه شده است میانگین این در هر دو گروه به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$\frac{\text{جمع هزینه عملیاتی‌های در گروه } A(B)}{\text{جمع کل}} = \frac{x}{100}$$

بانک‌هایی که در معرض ریسک‌های بالا نسبت به هزینه‌های عملیاتی و هزینه‌های غیر عملیاتی می‌باشند، وزن‌های نسبت داده‌شده به ورودی و خروجی‌ها یک بانک در مدل‌های سنجش کارایی به نوبه خود ترکیب‌های احتمالاً نامناسب را به خود می‌گیرند. در این مدل‌ها وزن‌های کمتری به ورودی‌هایی که بیش‌ترین کاربرد را دارد، اختصاص داده خواهد شد و در نتیجه به طور ضمنی هزینه‌ی آن را که شامل ریسک می‌شود، ناچیز تلقی خواهد کرد.

این کار با اضافه کردن محدودیت وزنی به مدل انجام می‌شود.

۴۰ شعبه بانک که شاخص‌های ورودی آن شامل هزینه عملیاتی (I_1)، هزینه‌های غیر عملیاتی (I_2) و شاخص‌های خروجی آن شامل درآمد مشاع (O_1)، درآمد غیر مشاع (O_2)، نسبت بانکداری الکترونیکی (O_3) و میزان کاهش نرخ تجهیز (O_4) است و مقادیر داده‌های آن در جداول (۲) و (۳) در ۶ ماهه اول و دوم سال ۱۳۹۵ آورده شده است، را در نظر بگیرید.

فصلنامه مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار / شماره چهارم / پائیز ۱۳۹۸

جدول (۲): اطلاعات ورودی و خروجی ها شعب بانک در ۶ ماهه اول

DMU	I_1	I_2	O_1	O_2	O_3	O_4
۱	0/1968289	40/0000000	0/6232569	0/0561237	0/4229831	0/3829807
۲	0/4061147	40/0000000	0/2424738	0/0738107	0/3147894	0/5569391
۳	0/3011284	40/0000000	0/3293400	0/0683739	0/3422429	0/4779096
۴	0/3908449	40/0000000	0/2113381	0/0969353	0/3249127	0/5755669
۵	0/2580228	40/0000000	0/3081394	0/0428850	0/2879472	0/3880162
۶	0/3303492	40/0000000	0/4345222	0/0952584	0/2867808	0/4575015
۷	0/3635171	40/0000000	0/2468278	0/0678864	0/2495669	0/4473527
۸	0/3752376	40/0000000	0/2959588	0/0612921	0/3417882	0/4793524
۹	0/3846484	40/0000000	0/2270983	0/1426219	0/2523451	0/5365504
۱۰	0/3042147	27/0000000	0/2955147	0/0373222	0/2684663	0/4325812
۱۱	0/3970045	40/0000000	0/1890930	0/0606743	0/2646059	0/5254970
۱۲	0/3015271	40/0000000	0/1811576	0/0956623	0/4151021	0/4266122
۱۳	0/1968289	40/0000000	0/1606209	0/0943408	0/3949656	0/5348508
۱۴	0/4061147	40/0000000	0/1442630	0/0557312	0/2863907	0/5395754
۱۵	0/3011284	40/0000000	0/2102777	0/0401860	0/2690809	0/4910074
۱۶	0/3908449	40/0000000	0/1031594	0/0818575	0/4197167	0/4162492
۱۷	0/2580228	40/0000000	0/1986766	0/0829875	0/3569170	0/5317420
۱۸	0/3303492	40/0000000	0/1943914	0/0693466	0/3489045	0/4838932
۱۹	0/3635171	40/0000000	0/2054446	0/0656050	0/2623457	0/4480581
۲۰	0/3752376	40/0000000	0/1392570	0/0612562	0/2083534	0/5277267
۲۱	0/3846484	40/0000000	0/1701681	0/0353673	0/1287534	0/5075074
۲۲	0/3042147	27/0000000	0/1868812	0/0607522	0/3295734	0/3656033
۲۳	0/3970045	15/0000000	0/1087983	0/1304857	0/3816940	0/3811311
۲۴	0/3015271	40/0000000	0/1025959	0/0455206	0/5025363	0/3206139
۲۵	0/3628024	40/0000000	0/0647722	0/0486338	0/4895322	0/4690897
۲۶	0/3502820	27/0000000	0/0600992	0/0526071	0/4687168	0/4329788
۲۷	0/2225305	27/0000000	0/0737196	0/0452652	0/5247757	0/3045591

ارزیابی عملکرد شعب بانک با استفاده از رویکرد کنترل وزن ... / احدزاده نمین، خمسه و محمدی

۲۸	0/3835650	15/0000000	0/0301501	0/0110644	0/5498616	0/4485226
۲۹	0/2526424	15/0000000	0/0585240	0/0126446	0/6319093	0/3220048
۳۰	0/3026761	15/0000000	0/0839132	0/0459366	0/4065039	0/3982368
۳۱	0/2493587	40/0000000	0/4841270	0/0815527	0/2927465	0/4109686
۳۲	0/1817006	40/0000000	0/5117512	0/0375565	0/2298546	0/3245035
۳۳	0/4307774	40/0000000	0/1428515	0/0690974	0/3205401	0/5255281
۳۴	0/1306678	27/0000000	0/2045703	0/0238530	0/5234083	0/2786028
۳۵	0/3561227	15/0000000	0/1169434	0/0328282	0/3579010	0/5304852
۳۶	0/3111371	15/0000000	0/1750256	0/0925085	0/2810366	0/3550515
۳۷	0/3980363	40/0000000	0/1690583	0/0398538	0/3984375	0/4427886
۳۸	0/3078427	40/0000000	0/0532599	0/0182813	0/5239906	0/5454589
۳۹	0/3506279	27/0000000	0/0858120	0/0275586	0/4349766	0/4699388
۴۰	0/2750039	27/0000000	0/0973772	0/0244073	0/4394205	0/3761420

جدول (۳): اطلاعات ورودی و خروجی ها شعب بانک در ۶ ماهه دوم

DMU	I_1	I_2	O_1	O_2	O_3	O_4
۱	0/2342793	40/0000000	0/6735173	0/2201295	0/9047159	0/4864639
۲	0/2114207	40/0000000	0/4264439	0/2596900	0/7649709	0/2776999
۳	0/2224310	40/0000000	0/4481472	0/4612600	0/7384276	0/3651643
۴	0/2093947	40/0000000	0/4329610	0/2556791	0/7822424	0/2587311
۵	0/2265798	27/0000000	0/3954230	0/1648715	0/7354177	0/5029548
۶	0/2179083	40/0000000	0/6646053	0/3778010	0/8563207	0/3336144
۷	0/2147370	40/0000000	0/4044957	0/2162297	0/8977723	0/3428956
۸	0/2157084	27/0000000	0/4741233	0/1911374	0/8107387	0/3333917
۹	0/2120139	40/0000000	0/4138765	1/0000000	0/8768670	0/2768095
۱۰	0/2227617	27/0000000	0/4864258	0/2076091	0/8721685	0/3197816
۱۱	0/2134933	40/0000000	0/3510825	0/2609092	0/8395202	0/2953779
۱۲	0/2265819	15/0000000	0/2711840	0/2413432	0/8017080	0/6379075
۱۳	0/2038710	40/0000000	0/3190362	0/2537790	0/7845224	0/3085555

فصلنامه مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار / شماره چهارم / پائیز ۱۳۹۸

۱۴	0/2075892	27/0000000	0/2987968	0/1604697	0/8396428	0/3025235
۱۵	0/2247074	27/0000000	0/2890945	0/1418110	0/7391822	0/3831001
۱۶	0/2123886	15/0000000	0/1855036	0/2209341	0/7944460	0/3715980
۱۷	0/2081045	40/0000000	0/3716013	0/2601892	0/8635234	0/2963551
۱۸	0/2158886	40/0000000	0/3237075	0/2889185	0/8392621	0/3593088
۱۹	0/2190794	40/0000000	0/3209747	0/2437790	0/8521388	0/3427613
۲۰	0/2019465	15/0000000	0/2830332	0/2475106	0/8425584	0/2755952
۲۱	0/2110963	27/0000000	0/3019743	0/0986102	0/7343575	0/2858468
۲۲	0/2220914	27/0000000	0/2832603	0/2364052	0/7544324	0/3525914
۲۳	0/2193875	15/0000000	0/1734472	0/4233856	0/8525852	0/4101818
۲۴	0/2212004	15/0000000	0/1717049	0/1823213	0/7825157	0/3974371
۲۵	0/2140579	15/0000000	0/1342140	0/1870575	0/8248401	0/3905338
۲۶	0/2162731	15/0000000	0/1254069	0/2223057	0/8537953	0/3324150
۲۷	0/2259271	15/0000000	0/1072208	0/1967324	0/8649417	0/4513117
۲۸	0/2167148	15/0000000	0/0712923	0/0542222	0/7565877	0/6469799
۲۹	0/2268815	15/0000000	0/0809388	0/0722534	0/6002473	0/4919637
۳۰	0/2203825	15/0000000	0/1236182	0/1749933	0/8091789	0/3989206
۳۱	0/2303307	40/0000000	0/5941179	0/5571140	0/7950253	0/3901753
۳۲	0/2369672	40/0000000	0/5201465	0/3774707	0/8158727	0/4720630
۳۳	0/2096456	15/0000000	0/2661419	0/4385209	0/7660175	0/2406672
۳۴	0/2411457	15/0000000	0/1872423	0/3226291	0/7780125	0/4246850
۳۵	0/2177616	15/0000000	0/1881314	0/5065309	0/6303083	0/3620406
۳۶	0/2201941	15/0000000	0/2657660	0/5300019	0/7423965	0/3929006
۳۷	0/2102912	15/0000000	0/3230973	0/3758681	0/7308916	0/2987614
۳۸	0/2258185	15/0000000	0/0865286	0/4122199	0/7337745	0/5264740
۳۹	0/2160765	15/0000000	0/1451617	0/3485261	0/7978554	0/3544043
۴۰	0/2274779	15/0000000	0/1428320	0/4820378	0/7495942	0/4728635

ارزیابی عملکرد شعب بانک با استفاده از رویکرد کنترل وزن ... / احدزاده نمین، خمسه و محمدی

میزان کارایی ۴۰ شعبه در ۶ ماهه اول و دوم با مدل (۱) محاسبه شده است و در جدول (۴) آورده شده است.

جدول (۴): مقدار کارایی شعب بانک در سال ۱۳۹۵

شعبه بانک	کارایی θ^* در ۶ ماهه اول	کارایی θ^* در ۶ ماهه دوم
۱	1	1
۲	1/18033	1/13146
۳	1/09045	1/14648
۴	1/07547	1/0968
۵	1/24068	1/1185
۶	1/14096	1
۷	1/32759	1
۸	1/2912	1/02171
۹	1/00909	1
۱۰	1/14337	1
۱۱	1/24837	1/0623
۱۲	1/10103	1
۱۳	1/26003	1/07724
۱۴	1/33011	1/03038
۱۵	1/13167	1/1938
۱۶	1/41028	1/05515
۱۷	1/26148	1/00682
۱۸	1/21272	1/04972
۱۹	1/29297	1/06341
۲۰	1/39864	1
۲۱	1/31825	1/18301
۲۲	1/24101	1/17568
۲۳	1	1
۲۴	1/57884	1/08353
۲۵	1/32127	1/02061

فصلنامه مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار / شماره چهارم / پائیز ۱۳۹۸

۲۶	1/252	1/00231
۲۷	1/15486	1
۲۸	1	1
۲۹	1	1/30433
۳۰	1/05266	1/05764
۳۱	1/01221	1
۳۲	1/09489	1/05472
۳۳	1/30987	1
۳۴	1	1/07965
۳۵	1	1/04105
۳۶	1	1
۳۷	1/51904	1
۳۸	1/03427	1
۳۹	1/21308	1/06688
۴۰	1/24916	1
t-Test	0.002	0.002
MW test	0.344	0.344

t-Test مقایسه میانگین کارایی دو گروه ۶ ماهه اول و دوم است و MW-Test مقایسه میانه کارایی دو گروه ۶ ماهه اول و دوم می‌باشد. مشاهده می‌شود که هر دو گروه دارای t-Test و MW-Test یکسان نسبت به مقدار کارایی در دو نیمسال می‌باشند. توجه کنید که شعبی که کارایی آن ۱ است به عنوان شعب کارا و سایر شعب ناکارا می‌باشد.

میزان وزن‌های ورودی و خروجی هر یک از شعب بانک در جداول (۵) و (۶) زیر به ترتیب برای ۶ ماهه اول و ۶ ماهه دوم سال ۱۳۹۵ آورده شده است.

ارزیابی عملکرد شعب بانک با استفاده از رویکرد کنترل وزن ... / احدزاده نمین، خمسه و محمدی

جدول (۵): وزن‌های ورودی و خروجی شعب بانک در ۶ ماهه اول به دست آمده با استفاده از مدل (۱)

DMU	v_1	v_2	u_1	u_2	u_3	u_4
۱	0/001	0/025	1/49398	1/22708	0/001	0/001
۲	2/211	0/007	0/001	1/58142	0/001	1/58594
۳	2/49	0/009	0/07526	1/78579	0/001	1/78509
۴	2/074	0/007	0/001	1/48335	0/001	1/4876
۵	3/142	0/011	0/09497	2/25359	0/001	2/25272
۶	2/442	0/008	0/07382	1/75164	0/001	1/75096
۷	2/653	0/009	0/0802	1/90307	0/001	1/90233
۸	2/521	0/009	0/07622	1/80855	0/001	1/80784
۹	2/623	0/001	0/001	4/32207	0/001	0/7149
۱۰	2/858	0/01	0/22931	0/001	0/001	2/15505
۱۱	2/379	0/008	0/001	1/70162	0/001	1/70649
۱۲	3/652	0/001	0/001	6/01588	0/001	0/99506
۱۳	2/216	0/007	0/001	1/58548	0/001	1/59002
۱۴	2/342	0/007	0/001	1/67546	0/001	1/68026
۱۵	2/625	0/008	0/001	1/87759	0/001	1/88296
۱۶	2/8	0/009	0/001	2/00281	0/001	2/00854
۱۷	2/268	0/007	0/001	1/62271	0/001	1/62736
۱۸	2/521	0/008	0/001	1/80302	0/001	1/80818
۱۹	2/715	0/009	0/001	1/94195	0/001	1/94751
۲۰	2/367	0/008	0/001	1/6935	0/001	1/69835
۲۱	2/611	0/008	0/001	0/001	0/001	1/97041
۲۲	3/212	0/011	0/09708	2/30368	0/001	2/30278
۲۳	0/001	0/067	0/001	7/66368	0/001	0/001
۲۴	3/809	0/012	0/001	2/72441	0/001	2/73221
۲۵	2/693	0/009	0/001	1/92654	0/001	1/93205
۲۶	2/378	0/016	0/001	1/48291	0/45585	1/63593
۲۷	2/817	0/02	0/001	4/75719	1/49524	0/001

فصلنامه مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار / شماره چهارم / پائیز ۱۳۹۸

۲۸	0/001	0/067	0/001	0/001	0/62487	1/46349
۲۹	0/001	0/067	3/36958	0/6123	1/25818	0/001
۳۰	2/628	0/017	0/001	1/63874	0/50375	1/80784
۳۱	4/059	0/001	0/001	6/68764	0/001	1/10618
۳۲	6/026	0/001	0/30313	0/001	0/001	2/60359
۳۳	2/345	0/007	0/001	1/67749	0/001	1/68229
۳۴	7/653	0/001	0/29884	15/23441	1/09948	0/001
۳۵	0/001	0/067	0/001	1/76665	0/74413	1/2737
۳۶	0/001	0/067	3/65509	0/001	0/001	1/01468
۳۷	2/889	0/009	0/001	2/0665	0/001	2/07242
۳۸	2/429	0/007	0/001	0/001	0/001	1/83332
۳۹	2/82	0/008	0/001	0/001	0/001	2/12794
۴۰	3/523	0/01	0/001	0/001	0/001	2/65857

جدول (۶): وزن های ورودی و خروجی شعب بانک در ۶ ماهه دوم به دست آمده با استفاده از مدل (۱)

DMU	v_1	v_2	u_1	u_2	u_3	u_4
۱	0/858	0/02	1/48071	0/001	0/001	0/00559
۲	5/352	0/001	0/2453	0/0096	1/16724	0/001
۳	5/154	0/001	0/64497	0/44117	0/001	1/38969
۴	5/238	0/001	0/24008	0/0094	1/14242	0/001
۵	4/936	0/001	0/65038	0/001	0/001	1/47692
۶	4/589	0/001	1/24432	0/45795	0/001	0/001
۷	4/657	0/001	0/21859	0/001	1/01538	0/001
۸	2/123	0/021	1/3566	0/001	0/36564	0/18107
۹	4/717	0/001	0/001	1	0/001	0/001
۱۰	1/891	0/021	1/40524	0/001	0/36284	0/001
۱۱	4/976	0/001	0/001	0/01436	1/18669	0/001
۱۲	0/001	0/067	2/71128	0/001	0/001	0/41502
۱۳	5/284	0/001	0/001	0/05552	1/04171	0/54664

ارزیابی عملکرد شعب بانک با استفاده از رویکرد کنترل وزن ... / احدزاده نمین، خمسه و محمدی

۱۴	4/837	0/001	0/001	0/001	1/03533	0/432
۱۵	5/137	0/001	0/09302	0/001	1/07127	0/47311
۱۶	3/791	0/017	0/001	0/001	1/08114	0/37968
۱۷	4/838	0.001	0/001	0/01397	1/15384	0/001
۱۸	4/862	0.001	0/001	0/05109	0/95858	0/50302
۱۹	4/854	0.001	0/001	0/051	0/95694	0/50216
۲۰	0.001	0/067	1/70844	0/001	0/61296	0/001
۲۱	5/407	0/002	0/09791	0/001	1/12763	0/498
۲۲	5/176	0/001	0/001	0/0511	1/08731	0/47539
۲۳	3/425	0/017	0/001	0/01828	0/99751	0/34569
۲۴	0.001	0/072	0/28416	0/001	1/14527	0/13842
۲۵	3/645	0/016	0/001	0/001	1/03951	0/36506
۲۶	1/013	0/052	0/001	0/03415	1/16235	0/001
۲۷	0.001	0/067	0/001	0/10819	0/97299	0/30386
۲۸	4/146	0/007	0/001	0/001	0/98564	0/39302
۲۹	0.001	0/087	0/001	0/001	0/3282	1/63224
۳۰	3/694	0/016	0/001	0/001	1/05344	0/36995
۳۱	2/053	0/013	1/03416	0/43129	0/001	0/37243
۳۲	4/451	0.001	0/55696	0/38096	0/001	1/20005
۳۳	3/516	0/018	0/36444	0/52574	0/87787	0/001
۳۴	0.001	0/072	0/28153	0/00492	1/14028	0/13786
۳۵	2/175	0/038	0.001	1/97421	0.001	0.001
۳۶	0.001	0/067	0.001	1/88679	0.001	0.001
۳۷	0.001	0/067	3/09504	0.001	0.001	0.001
۳۸	3/864	0/008	0.001	0/80856	0.001	1/26634
۳۹	1/078	0/056	0.001	0/03636	1/23748	0.001
۴۰	0.001	0/067	0.001	1/30604	0.001	0/7834

فصلنامه مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار / شماره چهارم / پاییز ۱۳۹۸

توجه داشته باشید که در هر یک از جدول‌ها واحدهای ۱ تا ۱۸ جزو گروه A (شعب بانک در محله‌های مرفه) و واحدهای ۱۹ تا ۴۰ جزو گروه B (شعب بانک در محله‌های غیر مرفه) می‌باشد. با توجه به جدول (۴) شعب دارای $\theta^* = 1$ می‌باشند، واحدهای کارا نامیده می‌شوند و واحدهایی میزان کارایی آن‌ها (یعنی θ^*) بزرگ‌تر از یک می‌باشد، جز واحدهای ناکارا به حساب می‌آیند. با توجه به وزن‌های دو ورودی هزینه عملیاتی و هزینه غیرعملیاتی در ۶ ماهه اول و دوم می‌توان انحراف معیار وزن‌های ورودی را محاسبه نمود، که به صورت زیر است.

$$\sigma_{v_1} = 1.44736\sigma_{v_2} = 0.2008$$

$$\sigma_{v_1} = 3.03365\sigma_{v_2} = 0.2428$$

و با استفاده از فرمول $\bar{v}_i = \sum_{h \in F} v_h^i / |F|$ (برای $i=1,2$) که در آن v_h^i نشان‌دهنده وزن ورودی i ام روی رویه h -ام می‌باشد، داریم:

$$\text{۶ ماهه اول: } \bar{v}_1 = 16.4028\bar{v}_2 = 0.1066$$

$$\text{۶ ماهه دوم: } \bar{v}_1 = 20.291\bar{v}_2 = 0.16183$$

لذا محدودیت وزنی با رابطه $\frac{\bar{v}_1 - 0.5\sigma_{\bar{v}_1}}{\bar{v}_2 + 0.5\sigma_{\bar{v}_2}} \leq \frac{\bar{v}_1}{\bar{v}_2} \leq \frac{\bar{v}_1 + 0.5\sigma_{\bar{v}_1}}{\bar{v}_2 - 0.5\sigma_{\bar{v}_2}}$ محاسبه می‌شود و داریم:

$$\text{۶ ماهه اول: } 10.09223 \leq \frac{\bar{v}_1}{\bar{v}_2} \leq 33.38771$$

$$\text{۶ ماهه دوم: } 77.0136 \leq \frac{\bar{v}_1}{\bar{v}_2} \leq 464.2005$$

محدودیت‌های وزنی فوق را به مدل (۱) اضافه می‌شود که با این کار مدل را با محدودیت وزنی می‌نامیم. توجه داشته باشید که اضافه شدن محدودیت وزنی ممکن است برخی واحدهای کارا را ناکارا نشان دهد.

جدول (۷) و (۸) میزان کارایی با محدودیت وزنی در ۶ ماهه اول و دوم و وزن‌های بهینه ورودی و خروجی‌ها را در نظر گرفتن محدودیت وزنی نشان می‌دهد.

جدول (۷): میزان کارایی و وزن‌های بهینه مدل (۱) با اعمال محدودیت وزنی برای داده‌های ۶ ماهه اول

DMU	v_1	v_2	u_1	u_2	u_3	u_4	کارایی
۱	0/027	0/025	1/60447	0/001	0/001	0	1
۲	0/94	0/028	1/35347	1/09387	0/001	1/0613	1/50817
۳	0/915	0/027	1/31693	1/06433	0/001	1/03265	1/37141
۴	0/937	0/028	1/34952	1/09068	0/001	1/05821	1/48946

ارزیابی عملکرد شعب بانک با استفاده از رویکرد کنترل وزن ... / احدزاده نمین، خسته و محمدی

۵	1/074	0/032	1/54546	1/24903	0/001	1/21185	1/56313
۶	0/798	0/024	1/14909	0/92869	0/001	0/90104	1/21996
۷	1/065	0/032	1/53262	1/23865	0/001	1/20178	1/66245
۸	0/963	0/029	1/38625	1/12036	0/001	1/087	1/51496
۹	0/902	0/027	1/08092	1/34829	0/001	1/04786	1/42775
۱۰	1/043	0/031	1/57432	0/001	0/001	1/23622	1/16059
۱۱	1/068	0/032	1/53801	1/24301	0/001	1/20601	1/70407
۱۲	1/126	0/034	1/4494	0/91582	0/63798	0/90244	1/68808
۱۳	1/047	0/031	1/25504	1/56548	0/001	1/21665	1/71645
۱۴	1/133	0/034	1/35713	1/69282	0/001	1/31562	1/85539
۱۵	1/106	0/033	1/59294	1/2874	0/001	1/24908	1/66131
۱۶	1/297	0/039	1/67001	1/05521	0/73509	1/0398	2/0415
۱۷	1/017	0/03	1/46477	1/18381	0/001	1/14857	1/65476
۱۸	1/103	0/033	1/58762	1/2831	0/001	1/24491	1/71089
۱۹	1/139	0/034	1/63987	1/32534	0/001	1/28588	1/76166
۲۰	1/148	0/034	1/37504	1/71516	0/001	1/33298	1/90615
۲۱	1/164	0/035	1/67587	1/35443	0/001	1/3141	1/84515
۲۲	1/299	0/039	1/67232	1/05667	0/7361	1/04124	1/43224
۲۳	0/071	0/065	2/96751	5/18938	0/001	0/001	1
۲۴	1/407	0/042	1/81099	1/14429	0/79714	1/12758	2/08844
۲۵	1/209	0/036	0/001	1/39059	0/64556	1/31392	1/88707
۲۶	1/28	0/038	0/001	1/47208	0/68339	1/39093	1/4833
۲۷	1/457	0/044	2/07539	2/83985	1/36907	0/001	1/50221
۲۸	0/071	0/065	0/001	0/001	0/63152	1/45534	1
۲۹	0/072	0/065	3/36116	0/001	1/27121	0/001	1
۳۰	1/423	0/043	0/001	1/63685	0/75988	1/5466	1/07009
۳۱	0/794	0/024	1/24425	1/92929	0/001	0/58469	1/1494
۳۲	0/864	0/026	1/30452	0/001	0/001	1/02436	1/19229
۳۳	1/13	0/034	1/35411	1/68905	0/001	1/31269	1/84073

فصلنامه مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار / شماره چهارم / پائیز ۱۳۹۸

۳۴	1/205	0/036	1/71678	2/34915	1/13251	0/001	1/13194
۳۵	0/071	0/065	2/94807	0/001	1/01863	0/54794	1
۳۶	0/071	0/065	3/55137	0/001	0/001	1/06581	1
۳۷	1/204	0/036	1/54963	0/97915	0/6821	0/96485	1/92097
۳۸	1/101	0/033	0/001	0/001	0/56565	1/28993	1/65799
۳۹	1/291	0/039	0/001	1/48474	0/68927	1/40288	1/4965
۴۰	1/437	0/043	1/85043	1/16921	0/8145	1/15213	1/55744

جدول (۸): میزان کارایی و وزن های بهینه مدل (۱) با اعمال محدودیت وزنی برای داده های ۶ ماهه دوم

DMU	v_1	v_2	u_1	u_2	u_3	u_4	کارایی
۱	1/327	0/017	1/44286	0	0	0/05799	1
۲	4/124	0/009	0/70422	0	0/8691	0/12551	1/22737
۳	3/813	0/008	0/94365	0/45464	0/04163	0/92192	1/17662
۴	4/044	0/009	0/70796	0	0/88653	0	1/19524
۵	3/968	0/009	1/04598	0	0	1/1659	1/12997
۶	3/289	0/007	1/23863	0/46798	0	0	1
۷	3/722	0/008	0/6355	0	0/78428	0/11326	1/11993
۸	2/123	0/021	1/3566	0	0/36564	0/18107	1/02171
۹	3/354	0/007	1/26311	0/47723	0	0	1
۱۰	1/891	0/021	1/40524	0	0/36284	0	1
۱۱	4/064	0/009	0/5878	0/20833	0/74714	0/37932	1/21776
۱۲	2/373	0/031	2/17923	0/24984	0	0/54668	1
۱۳	4/306	0/009	0/62082	0/22115	0/79096	0/40605	1/24899
۱۴	4/195	0/009	0/57632	0	0/84213	0/39901	1/11473
۱۵	4/453	0/01	0/61183	0	0/89402	0/42359	1/25964
۱۶	3/791	0/017	0	0	1/08114	0/37968	1/05515
۱۷	3/93	0/008	0/67109	0	0/82821	0/1196	1/15659
۱۸	4/007	0/009	0/57773	0/2058	0/73607	0/37787	1/21047
۱۹	4/036	0/009	0/5545	0	0/81024	0/3839	1/23191

ارزیابی عملکرد شعب بانک با استفاده از رویکرد کنترل وزن ... / احدزاده نمین، خسته و محمدی

۲۰	2/521	0/033	1/97959	0	0/52188	0	1
۲۱	4/627	0/01	0/63576	0	0/92898	0/44016	1/24592
۲۲	4/448	0/01	0/64132	0/22845	0/81708	0/41946	1/24671
۲۳	2/415	0/031	0	0/1776	1/08471	0	1
۲۴	2/619	0/034	0/08849	0	1/10342	0/30536	1/08932
۲۵	3/645	0/016	0	0	1/03951	0/36506	1/02061
۲۶	2/462	0/032	0	0	1/09474	0/19648	1/0118
۲۷	2/377	0/031	0	0/04412	0/97488	0/32816	1
۲۸	2/43	0/032	0	0	0/6819	0/74822	1
۲۹	3/126	0/041	0	0	0/87714	0/96246	1/31811
۳۰	3/694	0/016	0	0	1/05344	0/36995	1/05764
۳۱	2/053	0/013	1/03416	0/43129	0	0/37243	1
۳۲	3/369	0/007	0/83389	0/40176	0/03679	0/81469	1/08874
۳۳	3/516	0/018	0/36444	0/52574	0/87787	0	1
۳۴	2/602	0/034	0/08292	0/01533	1/09352	0/30317	1/13416
۳۵	2/531	0/033	0	1/77346	0	0/28087	1/04414
۳۶	2/41	0/031	1/983	0/89242	0	0	1
۳۷	2/469	0/032	2/20238	0	0/39461	0	1
۳۸	3/864	0/008	0	0/80856	0	1/26634	1
۳۹	2/6	0/034	0	0/02674	1/14545	0/21664	1/06817
۴۰	2/368	0/031	0	1/17281	0	0/91921	1

تحلیل ادغام شده میزان کارایی با و بدون محدودیت وزنی جهت محاسبه میزان کارایی ادغام شده هر یک از شعب بانک در دو نیمسال ۱۳۹۵ بدون محدودیت وزنی از مدل (۴) استفاده می کنیم که نتایج حاصل از اجرای مدل (۴) در جدول شماره (۹) آورده شده است، که نشان دهنده میزان کارایی ادغام شده شعب بانک در دو نیمسال اول و دوم سال ۱۳۹۵ بدون محدودیت وزنی می باشد.

فصلنامه مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار / شماره چهارم / پائیز ۱۳۹۸

جدول (۹) میزان کارایی ادغام شده در دو نیمسال ۱۳۹۵ بدون محدودیت وزنی

گروه A	کارایی گروه A	گروه B	کارایی گروه B
۱	1	۱۹	1/85397
۲	1/82788	۲۰	2/24657
۳	1/4153	۲۱	1/99648
۴	1/78778	۲۲	1/76745
۵	1/34889	۲۳	1/30902
۶	1/26748	۲۴	1/53175
۷	1/79446	۲۵	1/64152
۸	1/55037	۲۶	1/63543
۹	1/50179	۲۷	1/25311
۱۰	1/29043	۲۸	1/17672
۱۱	1/9273	۲۹	1/34998
۱۲	1/39675	۳۰	1/37013
۱۳	1/99136	۳۱	1/17826
۱۴	2/07094	۳۲	1/10346
۱۵	1/61334	۳۳	2/10361
۱۶	1/8118	۳۴	1/11222
۱۷	1/92387	۳۵	1/27499
۱۸	1/74601	۳۶	1/26003
		۳۷	1/95589
		۳۸	1/39005
		۳۹	1/69786
		۴۰	1/53368

با توجه به وزن‌های ورودی شعب بانک ادغام شده و محاسبه انحراف معیار وزن ورودی

$$\sigma_{v_1} = 2.32576 \sigma_{v_2} = 0.3079$$

و با استفاده از فرمول $\bar{v}_i = \sum_{h \in F} v_h^i / |F|$ (برای $i=1,2$) داریم:

$$\bar{v}_1 = 30.346 \bar{v}_2 = 0.1105$$

ارزیابی عملکرد شعب بانک با استفاده از رویکرد کنترل وزن ... / احدزاده نمین، خمسه و محمدی

لذا محدودیت وزنی با فرمول $\frac{\bar{v}_1 - 0.5\sigma_{\bar{v}_1}}{\bar{v}_2 + 0.5\sigma_{\bar{v}_2}} \leq \frac{\bar{v}_1}{\bar{v}_2} \leq \frac{\bar{v}_1 + 0.5\sigma_{\bar{v}_1}}{\bar{v}_2 - 0.5\sigma_{\bar{v}_2}}$ محاسبه می شود و داریم:

$$-725.176 \leq \frac{\bar{v}_1}{\bar{v}_2} \leq 110.354$$

به مدل ادغام شده (۴) محدودیت وزنی فوق اضافه می شود که میزان کارایی در شعب ادغام شده در دو نیمسال ۱۳۹۵ در جدول (۱۰) آورده شده است.

جدول (۱۰) میزان کارایی ادغام شده در دو نیمسال ۱۳۹۵ با محدودیت وزنی

گروه A	کارایی گروه A	گروه B	کارایی گروه B
۱	1/00958	۱۹	2/22793
۲	1/94598	۲۰	2/27235
۳	1/57249	۲۱	2/21788
۴	1/96296	۲۲	1/88063
۵	1/49712	۲۳	1/30902
۶	1/26748	۲۴	1/84684
۷	1/95816	۲۵	1/88202
۸	1/55037	۲۶	1/68358
۹	1/62939	۲۷	1/41672
۱۰	1/29043	۲۸	1/17672
۱۱	2/23426	۲۹	1/34998
۱۲	1/69691	۳۰	1/37013
۱۳	2/40295	۳۱	1/20013
۱۴	2/32643	۳۲	1/21977
۱۵	1/94242	۳۳	2/15246
۱۶	2/06078	۳۴	1/36471
۱۷	2/16885	۳۵	1/27499
۱۸	2/1796	۳۶	1/26003
		۳۷	1/96746
		۳۸	1/67411
		۳۹	1/75852
		۴۰	1/6187

توجه داشته باشید که اضافه شدن محدودیت وزنی باعث می‌شود وزن‌های ورودی و خروجی در محدوده مورد نظر قرار گیرند. اما میزان کارایی نسبت به قبل در حالت بدبینانه‌تری محاسبه می‌شود.

نتیجه‌گیری و بحث

مدیران سازمان‌ها و ادارات جهت برنامه‌ریزی و کنترل سازمان خود، نیاز به اندازه‌گیری و ارزیابی عملکرد واحدهای زیرمجموعه سازمان خود دارند تا بتوانند واحدها را مقایسه کرده و از نقاط ضعف و قوت واحدها آگاه شوند و پیشنهادات لازم را جهت افزایش عملکرد واحدها ارائه دهند. تحلیل پوششی داده‌ها روشی برای مقایسه و ارزیابی کارایی نسبی واحدهای تصمیم‌گیرنده است که هر یک دارای چندین ورودی و خروجی مشابه هستند، مانند مدارس، دانشگاه‌ها، بانک‌ها، بیمارستان‌ها و غیره (اسکلین و همکاران، ۲۰۱۴). موضوع این تحقیق ارزیابی عملکرد شعب درجه ۱ یک بانک تجاری در ایران می‌باشد. از آنجا که روش‌های موجود ارزیابی و سنجش عملکرد واحدها اغلب تجاری و فاقد پشتوانه علمی محکمی بوده و به علاوه به دلیل استاندارد نبودن این روش‌ها، نتایج آن‌ها در سازمان‌های مختلف با یکدیگر قابل مقایسه نیستند، در این مطالعه برای ارزیابی عملکرد بانک‌ها، از روش علمی تحلیل پوششی داده‌ها که از روش‌های متداول ارزیابی عملکرد در زمینه‌های مختلف برای واحدهای تولیدی و خدماتی می‌باشد، استفاده شده است.

در این پژوهش قصد داشتیم کارایی شعب درجه ۱ یک بانک تجاری در ایران را با توجه به نوع و ماهیت کاری و فلسفه وجودی آن در بین سازمان‌های دیگر با استفاده از رویکرد ریاضی اندازه‌گیری نماییم. به همین دلیل با انتخاب متغیرهای ویژه شعب، کارایی آن‌ها را در مقایسه با سایر شعب نیز مورد ارزیابی قرار دادیم تا با تعیین واحدهای ناکارا الگوهای مناسب معرفی گردد، تا مدیران این واحدها علاوه بر درک واقعی جایگاه شعبه خود در بین سایر شعب مشابه بتوانند با مقایسه ورودی‌ها و خروجی‌ها ضمن بهره‌مندی هر چه بهتر از نقاط قوت به ترمیم نقاط ضعف خویش بپردازند.

ارزیابی عملکرد شعب بانک با استفاده از رویکرد کنترل وزن ... / احدزاده نمین، خمسه و محمدی

فهرست منابع :

- 1) Asmilda, M., Zhu, M. Controlling for the use of extreme weights in bank efficiency assessments during the financial crisis. *European Journal of Operational Research* 000 (2016) 1–17
- 2) Allen, R., Athanassopoulos, A., Dyson, R. G., & Thanassoulis, E. Weights restrictions and value judgements in data envelopment analysis: Evolution, development and future directions. *Annals of Operations Research*, .(1997). 73,13–34.
- 3) Banker, R. D., Charnes, A., & Cooper, W. W. (1984). Some models for estimating technical and scale inefficiencies in data envelopment analysis. *Management Science*, 30, 1078–1092.
- 4) Charnes, A., Cooper, W. W., & Rhodes, E. (1978). Measuring efficiency of decisionmaking units. *European Journal of Operational Research*, 2(6), 429–444.
- 5) Chen, Y.C., Chiu, Y.H., Huang, C.W., Tu C.H. The analysis of bank business performance and market risk—Applying Fuzzy DEA. *Economic Modelling. Volume 32*, May 2013, Pages 225–232.
- 6) Eskelinen, J., Halme, M., Kallio, M. Bank branch sales evaluation using extended value efficiency analysis. *European Journal of Operational Research* 232 (2014) 654–663.
- 7) Khalili, M., Camanho, A.S., Portela, M., Alirezaee, M.R. 2010, The measurement of relative efficiency using data envelopment analysis with assurance regions that link inputs and outputs. *European Journal of Operational Research* 203 (2010) 761–770.
- 8) Muvingi, J., Hotera, S. Zimbabwe commercial banks efficiency and productivity analysis through DEA Malmquist approach: 2002-2012. *Journal of Data Envelopment Analysis and Decision Science* 2015 No. 1 (2015) 32-49.
- 9) Olesen, O. B., & Petersen, N. C. (2003). Identification and use of efficient faces and facets in DEA. *Journal of Productivity Analysis*, 20, 323–360.
- 10) Thanassoulis, E., Portela, M.C.A.S., Allen, R., 2004. Incorporating value judgments in DEA. In: Cooper, W.W., Seiford, L.W., Zhu, J. (Eds.), *Handbook on Data Envelopment Analysis*. Kluwer Academic Publishers, pp. 99–138.
- 11) Tracy, D.L., Chen, B., 2005. A generalized model for weight restrictions in data envelopment analysis. *Journal of Operational Research Society* 56, 390–396.

یادداشت ها:

-
- ۱-Data Envelopment Analysis
 - ۲-Ordinary postulate
 - ۳-Convexity postulate
 - ۴-Input inefficiency postulate
 - ۵-Output inefficiency postulate
 - ۶-Ray unboundness postulate
 - ۷-Contraction postulate
 - ۸-Expansion postulate
 - ۹- Minimum extrapolation postulate