

مقاله پژوهشی (مطالعه موردی)

ارائه مدل تحلیل پوششی داده‌ها (DEA) شبکه‌ای رابطه‌ای برای ارزیابی کارایی و بهره‌وری سیستم بانکی

پذیرش: ۹۹/۱۱/۱۸

دریافت: ۹۹/۶/۲

علیرضا عیدی^۱، نویسنده مسئول
برزان عذیری^۲

چکیده

دوم را تشکیل می‌دهند. سپس مرحله دوم با استفاده از اندازه‌های واسطه یا تولیدات میانی، خروجی‌های نهایی سیستم را تولید می‌نماید. مراحل مختلف رتبه‌بندی بر اساس روش کاردینالیته نسبی برای سنجش کارایی، اثربخشی و بهره‌وری سیستم بانکی با ساختار سری که فرایندهای واسطه‌ای را نیز در بر می‌گیرد، استفاده می‌شود. در خاتمه مثال واقعی از سیستم بانکی برای نشان دادن کاربرد تحقیق بیان شده و نتایج به‌دست آمده با استفاده از نرم‌افزار GAMS ارائه می‌شود.

با توجه به نقش مهم بانک‌ها در توسعه کشور و هم‌چنین تعداد شعب آن، ارزیابی بهره‌وری شعب بانک از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. تحلیل پوششی داده‌ها یکی از ابزارهای مفید در زمینه ارزیابی بهره‌وری است. به‌همین خاطر در این تحقیق از مدل DEA دو مرحله‌ای برای ارزیابی کارایی، اثربخشی و بهره‌وری سیستم بانکی استفاده می‌شود. فرایند دو مرحله‌ای خصوصیتی انحصاری دارد، که مرحله اول از ورودی‌هایی استفاده کرده و خروجی‌هایی را تولید می‌کند که این خروجی‌ها، ورودی‌های مرحله

طبقه‌بندی JEL: C67, C61, C63

ارزیابی بهره‌وری / تولیدات میانی / تحلیل پوششی داده‌ها / مدل رابطه‌ای دو مرحله‌ای / مدیریت بانکی

۱. مقدمه: طرح مسأله

بنابراین بر اساس مدل‌های رایج تحلیل پوششی داده‌ها که هر DMU را به‌طور جداگانه روی مرز تصویر می‌نماید، نمی‌توان عمل نمود. زیرا ممکن است هدف تصمیم‌گیرنده مرکزی که به‌عنوان مثال می‌تواند کمینه کردن مجموع ورودی‌های مصرف شده توسط DMUها باشد، تأمین نشود. بنابراین برای تصویر کردن همزمان واحدهای تصمیم‌گیرنده روی مرز کارا روش تخصیص متمرکز منابع [۷] یا روش تخصیص درون سازمانی ابداع شد [۸]. از طرفی با استفاده از فرایند شبکه‌ای رابطه‌ای تولید دو مرحله‌ای با ساختار داخلی می‌تواند نتایج جامع و کامل‌تری را به‌دست آورد و کارایی کل DMU و ارتباط بین مراحل آن را بسنجد [۹]. همچنین با استفاده از این ابزار، مدیران می‌توانند کاندیدهای بالقوه را به‌عنوان بهترین الگوشناسایی نمایند [۱۰].

۲. پیشینه تحقیق

تحلیل پوششی داده به‌طور گسترده برای مقایسه ورودی‌ها و خروجی‌های، مجموعه‌ای از واحدهای تصمیم‌گیری همگن مورد استفاده قرار گرفته‌اند. در سال‌های اخیر، DEA شبکه‌ای توجه محققین زیادی را به خود جلب کرده و عملکردهای متفاوتی برای آن اتخاذ شده است.

اولین تحقیقات در ارتباط با داده‌های دو مرحله‌ای، در سال ۲۰۰۴ با ارائه مدل تحلیل پوششی داده‌های شبکه‌ای توسط لویس و سکستون [۱۱] توسعه داده شد. مدل‌های DEA شبکه‌ای، کارایی کلی سازمان و کارایی هر کدام از زیرفرایندهای یک سازمان را اندازه‌گیری می‌کنند. همچنین این مدل‌ها اجازه می‌دهند تا بهره‌وری کلی با استفاده از ارتباطات ریاضی بین بهره‌وری سازمان، کارایی و اثربخشی فرایندها تجزیه شود. در مدل‌های NDEA، به‌جای ساختار سلسله‌مراتبی فعالیت‌ها، از ساختار شبکه‌ای کمک گرفته شده است [۱۲]. کومار و گولتی، برای اولین بار به‌منظور ارزیابی کارایی و اثربخشی ۲۷ بانک بخش دولتی (PSBs) در هند با استفاده از مدل ارزیابی عملکرد دو مرحله‌ای برای

مسئله ارزیابی عملکرد واحدها از دیرباز مورد توجه مدیران بوده است. برخورد علمی با این مطلب از اواخر جنگ جهانی دوم شروع و گسترش چشمگیری داشت. پیچیدگی مسائل، حجم بالای اطلاعات، اثرات عوامل برون سازمانی بر عملکرد سازمانی، رقابت شدید جهانی، محدود بودن واحدهای تصمیم‌گیری و بسیاری عوامل دیگر از جمله علل لزوم برخورد علمی با مسائل سازمانی جهت حصول بهره‌وری حداکثری است. مدل DEA [۱] دو مرحله‌ای رابطه‌ای با عملکرد سری برای ارزیابی دقیق بهره‌وری و شناسایی منابع ویژه ناکارایی مورد استفاده قرار می‌گیرد و در نتیجه قادر است به برخی از اقدامات اصلاحی اهتمام ورزد. بانک‌ها از جمله مهم‌ترین شرکت‌های مالی در هر کشوری هستند که به‌دلیل بین‌المللی شدن و آزادسازی بانکداری جهانی، به سرعت طی دو دهه گذشته گسترش یافته‌اند. در صنعت بانکداری، نیاز جدی به بهبود عملکرد شعب به‌منظور ماندن در رقابت وجود دارد. هدف اصلی هر سازمان مالی بهبود عملکرد بوده و ارزیابی عملکرد یکی از بهترین راه‌ها برای بهبود عملیاتی در سازمان‌ها است [۲]. تحلیل پوششی داده‌ها این قابلیت را دارا است که ضمن اندازه‌گیری مقدار بهره‌وری، اطلاعاتی را ارائه دهد تا بتوان برای استفاده بهینه از منابع و کسب خروجی حداکثری برنامه‌ریزی مناسب صورت پذیرد [۳]. برای این منظور محققین، تحلیل پوششی داده‌های شبکه‌ای (NDEA) [۴] را معرفی کردند. فرض کنید حالتی رخ دهد که همه DMUها [۵] تحت نظارت و سرپرستی یک تصمیم‌گیرنده مرکزی [۶] باشند. این حالت زمانی رخ می‌دهد که تمام واحدها به یک سازمان خاص تعلق داشته و این سازمان میزان ورودی لازم هر واحد را تهیه می‌نماید. این واحد تصمیم‌گیری مرکزی انتظار دارد که تخصیص منابع و ارزیابی عملکرد به‌گونه‌ای صورت پذیرد که واحدهای تصمیم‌گیرنده نه به‌صورت مجزا، بلکه به‌صورت گروهی و همزمان روی مرز کارا تصویر شوند.

داده‌های قطعی سال مالی ۲۰۰۶ و ۲۰۰۷ بررسی نمودند [۱۳]. کاوه، در تحقیق خود چارچوبی برای ارزیابی عملکرد کلی شعب بانک از نظر سودآوری کارایی و اثربخشی ارائه داده که مربوط به یک نمونه از شعب یک بانک بزرگ تجاری ایران است. وی از مدل DEA دو مرحله‌ای برای عملکرد کلی کارایی و اثربخشی استفاده کرد [۱۴]. وانگ، هوآنگ، و وو و لیو، از مدل تحلیل پوششی داده جمعی دو مرحله‌ای برای ارزیابی کارایی بانک‌های تجاری چین استفاده کردند. مهم‌ترین یافته‌های پژوهش آنها شامل: (۱) مدل تحلیل

پوششی داده دو مرحله‌ای بسیار مؤثرتر از مدل‌های مرسوم تحلیل پوششی داده است. (۲) کارایی کلی نظام بانکداری چین در طول دوره پژوهش به دلیل اصلاحات بهبود یافته است [۱۵]. همچنین کائو و هوآنگ برای ارزیابی کارایی شرکت‌های بیمه غیر عمر تایوان از مدل رابطه‌ای DEA دو مرحله‌ای استفاده کردند [۱۶].

مهم‌ترین تحقیقات که مرتبط با موضوع بررسی شده در این مطالعه می‌باشد به صورت جدول (۱) آورده شده است.

جدول ۱- تأثیرگذارترین مقالات مرتبط با مطالعه انجام شده

مقاله	ساختار دو مرحله‌ای با مدل سستی DEA	DEA دو مرحله‌ای	DEA سه مرحله‌ای	مدل مستقل	مدل رابطی	فرایندهای واسطه‌ای	کارایی	اثربخشی	بهره‌وری	سری	موازی	زنجیره‌ای	روش کاردینامیکی	سیستم بانکی	سایر
Chiang kao 2009	✓				✓		✓				✓				✓
Ali Ebrahimnejad, MohamadYousefpour 2014			✓				✓				✓			✓	
YAO CHEN 2004		✓				✓	✓			✓				✓	
Hilda Saleh, M. Rostamy Malkhalifeh 2013		✓			✓	✓	✓							✓	
Mojtaba Kaveh 2011	✓					✓	✓			✓				✓	
Ioannis E. Tsolas 2010		✓				✓	✓			✓				✓	
Sunil Kumar and Rachita Gulati 2009		✓				✓	✓			✓				✓	
پژوهش حاضر	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

با توجه به بررسی‌های انجام شده، این نتیجه حاصل می‌شود که مسئله ارزیابی کارایی، اثربخشی و بهره‌وری سیستم با استفاده از آنالیز تحلیل پوششی داده‌های شبکه‌ای مستلزم در نظر گرفتن طیف وسیعی از داده‌ها و فاکتورهای قطعی و متغیرهای میانجی به صورت همزمان در یک مدل جامع است. همچنین تحقیقات صرفاً تئوری در

این زمینه چندان کارساز نیست و همواره لازم است مطالعه انجام شده در جهان واقعی مورد تحلیل و بررسی قرار گیرد. از این رو در این مطالعه سعی شده است که آنالیزهای انجام شده در یک مطالعه واقعی یعنی سیستم بانکی مورد بررسی قرار گرفته و نتایج ارائه شود. در این مقاله علاوه بر کارایی، معیارهای اثربخشی و بهره‌وری ارزیابی شده و از رویکردهای

DEA شبکه‌ای با ساختار سری که فرایندهای واسطه‌ای را نیز در بر می‌گیرد استفاده خواهد شد.

۳. روش تحقیق

روش انجام این تحقیق به شرح زیر است: پس از بررسی ادبیات موضوع و مطالعه منابع تحقیقاتی موجود به مدل‌سازی ریاضی مسئله بر اساس مفروضات در نظر گرفته شده، پرداخته می‌شود. در ادامه؛ اعتبارسنجی مدل‌های موجود و بسط داده شده، توسط مثال‌های برگرفته شده از ادبیات موضوع انجام خواهد شد. در نهایت یک مطالعه موردی انجام شده و با لحاظ نمودن فرایندهای واسطه‌ای سیستم بانکی، نتایج به دست آمده تحلیل و بررسی می‌شوند.

۴. تجزیه و تحلیل

مدل پیشنهادی

مدل رابطه‌ای تحلیل پوششی داده‌های دو مرحله‌ای در واقع اصلاح شده مدل تحلیل پوششی داده‌ها با لحاظ کردن دو زیرفرایند داخل فرایند کل است. تحت این چارچوب، بهره‌وری فرایند کل می‌تواند به کارایی و اثربخشی دو زیرفرایند تجزیه شود. در این تحقیق از مدل DEA دومرحله‌ای رابطه‌ای برای تجزیه یک فرایند به دو زیرفرایند و به دست آوردن بهره‌وری‌های آنها استفاده می‌کنیم. m ورودی X_{ij} ($i=1, \dots, m$) و q محصول میانی ($p=1, \dots, q$) و S خروجی Y_{ij} ($r=1, \dots, s$) را در نظر می‌گیریم. برای بررسی بهره‌وری DMU_k ، مدل CCR را تحت فرض بازده به مقیاس ثابت با استفاده از مدل DEA متعارف در نظر می‌گیریم:

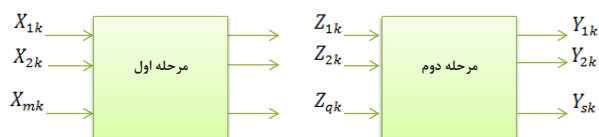
$$E_k = \max \sum_{r=1}^s u_r Y_{rj} / \sum_{i=1}^m v_i X_{ik} \quad (1)$$

s.t.

$$\sum_{r=1}^s u_r Y_{rj} / \sum_{i=1}^m v_i X_{ij} \leq 1 \quad j = 1, \dots, n$$

$$u_r, v_i \geq \varepsilon \quad r = 1, \dots, s; \quad i = 1, \dots, m;$$

که در آن ε یک عدد کوچک است. هر DMU ، m ورودی را به کار می‌گیرد تا S خروجی تولید کند. E_k بهره‌وری مربوط به DMU_k است که اگر $E = 1$ شود مورد بررسی کارا و اگر $E < 1$ شد DMU ناکاراست. حال فرض کنید یک فرایند تولید از دو زیرفرایند تشکیل شده است (نمودار ۱):



نمودار ۱- فرایند دومرحله‌ای

متفاوت با فرایند تولید یک مرحله‌ای متداول، اینجا فرایند تولید از دو زیرفرایند با q محصول میانی Z_{pk} تشکیل می‌شود. علاوه بر این، محصولات میانی Z_{pk} خروجی‌های مرحله یک و نیز ورودی‌های مرحله دوم می‌باشند.

منظور از مدل مستقل همان DEA متداول می‌باشد، به این صورت که برای ارزیابی بهره‌وری فرایند دو مرحله‌ای، کارایی زیر فرایند اول، اثربخشی زیر فرایند دوم و کل فرایند به صورت جداگانه با استفاده از DEA متداول و بدون لحاظ کردن ارتباط رشته‌ای دو زیر فرایند داخل فرایند کل محاسبه می‌شوند. در DEA دومرحله‌ای از مدل (۱) که یک برنامه کسری خطی است برای محاسبه بهره‌وری کل و از مدل‌های (۲) و (۳) که در زیر آمده‌اند به ترتیب برای محاسبه کارایی مرحله اول و اثر بخشی مرحله دوم استفاده شده است:

$$E_k^1 = \max z = \sum_{p=1}^q W_p Z_{pk} \quad (2)$$

s.t.

$$\sum_{i=1}^m v_i X_{ik} = 1$$

$$\sum_{p=1}^q W_p Z_{pj} - \sum_{i=1}^m v_i X_{ij} \leq 0 \quad j = 1, \dots, n$$

$$w_p, v_i \geq \varepsilon \quad r = 1, \dots, s; \quad i = 1, \dots, m;$$

و

حال برای آنکه جوابی منحصر به فرد داشته باشیم بهتر است E_k^2 را از مدل (۵) به دست آورد:

$$E_k^2 = \max \sum_{r=1}^s u_r Y_{rk}$$

s.t. (۵)

$$\sum_{p=1}^q w_p Z_{pk} = 1$$

$$\sum_{r=1}^s u_r Y_{rk} - E_k \sum_{p=1}^q w_p Z_{pk} = 0$$

$$\sum_{r=1}^s u_r Y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_i X_{ij} \leq 0 \quad j = 1, \dots, n$$

$$\sum_{p=1}^q w_p Z_{pj} - \sum_{i=1}^m v_i X_{ij} \leq 0 \quad j = 1, \dots, n$$

$$\sum_{r=1}^s u_r Y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_i X_{ij} \leq 0 \quad j = 1, \dots, n$$

$$p = 1, \dots, q \quad r = 1, \dots, s; \quad i = 1, \dots, m;$$

$$u_r, v_i, w_p \geq \varepsilon$$

بعد از این که E_k^2 از طریق مدل (۵) محاسبه شد، کارایی مرحله اول را می توان به صورت زیر محاسبه کرد:

$$E_k^1 = \frac{E_k}{E_k^2}$$

به طوری که r : اندیس مجموعه نقاط خروجی نهایی $r=1, \dots, s$ ، و i : اندیس مجموعه نقاط ورودی $i=1, \dots, m$ و p : اندیس مجموعه نقاط متغیر میانجی $p=1, \dots, q$ و j : اندیس مجموعه واحدهای تصمیم گیری $j=1, \dots, n$ ؛ u_r : نشان دهنده وزن داده شده به ستاده r و w_p : وزن داده شده به متغیر میانجی p و v_i : وزن داده شده به داده i و Y_{rk} : نشان دهنده مقدار ستاده r از واحد k و Z_{pk} : مقدار متغیر میانجی p از واحد k و X_{ik} : مقدار داده i از واحد k و Y_{ij} : نشان دهنده مقدار ستاده r از واحد j و Z_{pj} : مقدار متغیر میانجی p از واحد j و X_{ij} : مقدار داده i از

$$E_k^2 = \max z = \sum_{r=1}^s u_r Y_{rk}$$

s.t.

$$\sum_{p=1}^q w_p Z_{pk} = 1 \quad (۳)$$

$$\sum_{r=1}^s u_r Y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_i X_{ij} \leq 0 \quad j = 1, \dots, n$$

$$u_r, w_p \geq \varepsilon \quad r = 1, \dots, s; \quad i = 1, \dots, m;$$

در واقع این دو مدل مشابه مدل (۱) است و مدل های مستقل (۲) و (۳) برای سهولت حل آن به مدل خطی تبدیل شده اند. در ادامه می توان نتیجه گرفت:

$$E_k = E_k^1 * E_k^2$$

محاسبه بهره وری کل رابطه ای با لحاظ کردن ارتباط رشته ای دو زیر فرایند داخل فرایند کل به شرح زیر محاسبه می شوند:

$$E_k = \max \sum_{r=1}^s u_r Y_{rk}$$

s.t.

$$\sum_{i=1}^m v_i X_{ik} = 1 \quad (۴)$$

$$\sum_{r=1}^s u_r Y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_i X_{ij} \leq 0 \quad j = 1, \dots, n$$

$$\sum_{p=1}^q w_p Z_{pj} - \sum_{i=1}^m v_i X_{ij} \leq 0 \quad j = 1, \dots, n$$

$$\sum_{r=1}^s u_r Y_{rj} - \sum_{p=1}^q w_p Z_{pj} \leq 0 \quad j = 1, \dots, n$$

$$r = 1, \dots, s; \quad i = 1, \dots, m; \quad p = 1, \dots, q$$

$$u_r, v_i, w_p \geq \varepsilon$$

واحد ز است. در حالتی که واحد تصمیم‌گیری دارای چندین بخش است، به کارگیری مدل‌های رابطه‌ای پیشنهاد می‌شود. نکته جالب توجه در مدل رابطه‌ای این است که بهره‌وری کل سیستم توسط اندازه بخش‌های آن به دست می‌آید.

مثال عددی

در این قسمت برای ارزیابی و اعتبارسنجی مدل تشریح شده از یک مثال عددی استفاده می‌شود. اطلاعات این مثال از مطالعه تسولاس [۱۷] و صالح و رستمی [۱۸] گرفته شده است. مثال مورد نظر کارایی و اثربخشی چند شعبه از سیستم بانکی را مورد ارزیابی قرار می‌دهد. ورودی‌های در نظر گرفته شده شامل هزینه‌های پرسنل [۱۹] و هزینه اجاره، سایر هزینه‌های عملیاتی و استهلاک می‌باشد. خروجی‌های در نظر گرفته شده نیز شامل درآمد اولیه، وام‌های فروش عملکرد شعبه [۲۰]، کمیسیون [۲۱]، دیگر درآمد بدون بهره و درآمد خالص است. سپرده و درآمد غیرعملیاتی متغیرهای میانجی یا فرایندهای واسطه‌ای هستند که هم می‌توانند

به صورت ورودی و هم به صورت خروجی در نظر گرفته شوند. با توجه به جدول‌های (۲) و (۳)، شعبه ۶ کاراترین و شعبه‌های ۷، ۸، ۹ و ۱۰ با نمره ۱ اثربخش‌ترین می‌باشند. مابقی شعبه‌ها در جدول با نمره کمتر از ۱ صلاحیت لازم را به عنوان یک شعبه کارا در یک سیستم بانکی ندارند. در جدول (۳)، مدل رابطه‌ای جواب‌های منطقی‌تر و قابل اطمینان‌تری نسبت به مدل مستقل ارائه می‌دهد. هیچ یک از شعب نتوانسته‌اند هم در کارایی و هم در اثربخشی امتیاز ۱ بگیرند و همزمان کارا و اثربخش باشند. در نتیجه نتوانسته‌اند به بهره‌وری کامل دست یابند. از نتایج جالب توجه مدل این است که بهره‌ورترین شعبه، شعبه ۹ در مدل‌های مستقل و رابطه‌ای است، که از لحاظ کارایی، کاراترین نیست و از لحاظ اثربخشی، اثربخش‌ترین شعبه بوده است. با توجه به این مطلب، تمرکز یک بُعدی روی کارایی یا اثربخشی باعث بهبود بهره‌وری نخواهد شد، همان‌طور بر مبنای مدل رابطه‌ای که شعبه ۶ (کاراترین شعبه) از نظر بهره‌وری، رتبه ۳ و شعبه ۸ (اثربخش‌ترین شعبه) از نظر بهره‌وری، رتبه ۵ را دریافت کرده است.

جدول ۲- نتایج ارزیابی عملکرد و رتبه‌بندی شعب بانک بر اساس مدل‌های مستقل

شعبه	کارایی	رتبه کارایی	اثربخشی	رتبه اثربخشی	بهره‌وری	رتبه نهایی
۱	۰/۴۰۴	۷	۰/۲۸۲	۳	۰/۱۱۳	۸
۲	۰/۵۶۰	۵	۰/۲۷۷	۴	۰/۱۵۵	۵
۳	۰/۵۱۳	۶	۰/۲۰۰	۶	۰/۱۰۲	۹
۴	۰/۷۲۲	۲	۰/۲۳۱	۵	۰/۱۶۶	۴
۵	۰/۲۸۲	۸	۰/۴۱۱	۲	۰/۱۱۵	۷
۶	۱	۱	۰/۱۶۶	۷	۰/۱۶۶	۴
۷	۰/۱۳۰	۱۰	۱	۱	۰/۱۳۰	۶
۸	۰/۲۱۴	۹	۱	۱	۰/۲۱۴	۳
۹	۰/۷۰۵	۳	۱	۱	۰/۷۰۵	۱
۱۰	۰/۵۶۲	۴	۱	۱	۰/۵۶۲	۲

جدول ۳- نتایج ارزیابی عملکرد و رتبه‌بندی شعب بانک بر اساس مدل‌های رابطه ای

رتبه نهایی	بهره‌وری	رتبه اثربخشی	اثربخشی	رتبه کارایی	کارایی	شعبه
۸	۰/۱۱۳	۳	۰/۲۸۲	۷	۰/۴۰۰	۱
۴	۰/۱۴۳	۴	۰/۲۷۷	۴	۰/۵۱۶	۲
۹	۰/۱۰۱	۶	۰/۲۰۰	۵	۰/۵۰۵	۳
۷	۰/۱۱۵	۵	۰/۲۳۱	۶	۰/۴۹۷	۴
۸	۰/۱۱۳	۲	۰/۴۱۱	۸	۰/۲۷۴	۵
۳	۰/۱۶۶	۷	۰/۱۶۶	۱	۱	۶
۶	۰/۱۳۰	۱	۱	۱۰	۰/۱۳۰	۷
۵	۰/۱۳۹	۱	۱	۹	۰/۱۳۹	۸
۱	۰/۶۵۲	۱	۱	۲	۰/۶۵۲	۹
۲	۰/۵۶۲	۱	۱	۳	۰/۵۶۲	۱۰

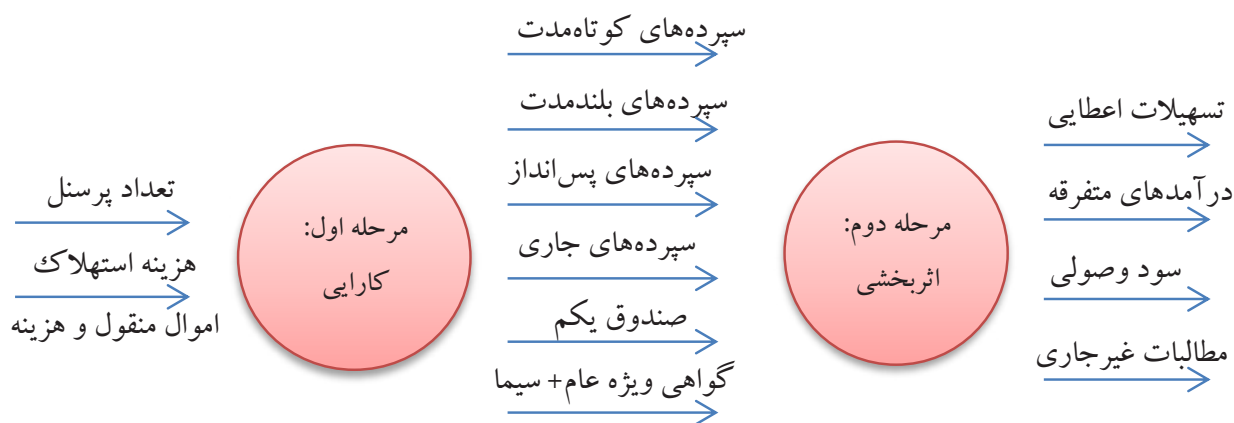
مطالعه موردی

سپرده‌های بلندمدت به مجموع پنج سپرده اصلی هر شعبه یعنی: سپرده‌های کوتاه‌مدت و سپرده‌های پس‌انداز (قرض‌الحسنه) و سپرده‌های جاری و صندوق یکم و گواهی ویژه عام+سیما (اوراق مشارکت و سپرده ویژه) می‌باشد که برای بررسی اثرگذاری بر اثربخشی هزینه‌ای شعب در الگو وارد شده است. افزایش سهم تسهیلات به عنوان نوعی دارایی درآمدزا در ترکیب دارایی کل شعب، منجر به افزایش بهره‌وری هزینه‌ای شعب خواهد شد.

فرایند شبکه‌ای ارزیابی عملکرد صنعت بانکداری که در این تحقیق مورد استفاده قرار گرفته است، نمودار (۲) فرایند شبکه‌ای ارزیابی را نشان می‌دهد. در این پژوهش حاضر شاخص‌های مرحله اول و فرایندهای واسطه‌ای به صورت ترکیبی از چند نوع شاخص تشکیل شده و تاکنون از آنها در هیچ تحقیقی استفاده نشده است، همچنین با بررسی‌های زیاد روابطی مؤثر بین دو مرحله ایجاد و به‌طور دقیق‌تر مشخص می‌کند کدام شعبه‌ها بهره‌ور هستند.

نتایج حاصل شده از نرم‌افزار بهینه‌سازی GAMS با استفاده از داده‌های ارائه شده در جداول (۴) و (۵) به صورت نمودار (۲) آورده شده است.

در این قسمت برای ارزیابی و مطالعه موردی مدل تشریح شده از یک مثال عددی استفاده می‌شود. اطلاعات این مثال از مطالعه مدیریت شعب بانک کشاورزی استان کردستان گرفته شده است [۲۲]. ورودی‌های در نظر گرفته شده شامل تعداد پرسنل [۲۳]، هزینه استهلاک اموال منقول و هزینه تأسیس [۲۴] می‌باشد. خروجی‌های در نظر گرفته شده نیز شامل تسهیلات اعطایی [۲۵]، درآمدهای متفرقه [۲۶]، سود وصولی (دریافتی) [۲۷] و مطالبات غیرجاری (معوق) [۲۸] است. سپرده‌های کوتاه‌مدت [۲۹]، سپرده‌های بلندمدت [۳۰]، سپرده‌های پس‌انداز [۳۱] (قرض‌الحسنه)، سپرده‌های جاری [۳۲]، صندوق یکم [۳۳]، گواهی ویژه عام+سیما (اوراق مشارکت و سپرده ویژه) [۳۴] متغیرهای میانجی یا فرایندهای واسطه‌ای هستند که هم می‌توانند به صورت ورودی و هم به صورت خروجی در نظر گرفته شوند. اما چرا این شاخص‌ها انتخاب شده است؟ چون نرخ هزینه استهلاک اموال منقول و هزینه تأسیس به سپرده‌های سرمایه‌گذاری بلندمدت در مقایسه با سایر سپرده‌ها، منجر به افزایش هزینه‌های بهره‌ای شعب خواهد شد.



(اوراق مشارکت و سپرده ویژه)

نمودار ۲- فرایند شبکه‌ای ارزیابی عملکرد صنعت بانکداری

جدول ۴- مرحله نهایی ارزیابی بهره‌وری، مدل مستقل

نام شعبه	E_k	E_k^2	E_k^1
سنندج	۱	۱	۱
شهرک صنعتی شماره ۱ (شیر)	۰/۷۳۸۳	۱	۰/۷۳۸۳
جهاد کشاورزی	۰/۷۲۳۷	۰/۷۲۳۷	۱
خیابان انقلاب سنندج	۰/۴۵۲۶	۰/۶۳۹۶	۰/۷۰۷۷
خیابان مهاجرین سنندج	۰/۶۵۲۲	۰/۷۴۰۷	۰/۸۸۰۶
بهاران (میدان تره بار سنندج)	۰/۴۹۰۱	۰/۵۱۱۰	۰/۹۵۹۲
آبیدر	۰/۷۹۶۹	۱	۰/۷۹۶۹
شویشه	۱	۱	۱
حسن آباد سنندج	۰/۷۵۵۲	۱	۰/۷۵۵۲
حسین آباد	۱	۱	۱
بازار سنندج	۰/۵۴۸۶	۰/۵۴۸۶	۱

جدول ۵- مرحله نهایی ارزیابی بهره‌وری، مدل رابطه‌ای شبکه‌ای

نام شعبه	E_k^I	E_k^2	E_k
سندج	۱	۱	۱
شهرک صنعتی شماره ۱ (شیر)	۰/۷۳۵۹	۱	۰/۷۳۵۹
جهاد کشاورزی	۰/۶۰۴۶	۰/۷۲۳۷	۰/۴۳۷۶
خیابان انقلاب سندج	۰/۵۶۷۸	۰/۶۳۹۶	۰/۳۶۳۲
خیابان مهاجرین سندج	۰/۴۰۵۵	۰/۷۴۰۷	۰/۳۰۰۴
بهاران (میدان تره بار سندج)	۰/۳۵۱۶	۰/۵۱۱۰	۰/۱۷۹۷
آبیدر	۰/۷۹۶۹	۱	۰/۷۹۶۹
شویشه	۱	۱	۱
حسن آباد سندج	۰/۴۳۲۵	۱	۰/۴۳۲۵
حسین آباد	۱	۱	۱
بازار سندج	۰/۳۴۶۷	۰/۵۴۸۶	۰/۱۹۰۲

رتبه‌بندی نهایی واحدهای کارا با رویکرد کاردینالیتهی نسبی [۳۵]

به منظور بررسی تفاوت نتایج ارزیابی عملکرد محاسبه شده از مدل‌های مستقل و رابطه‌ای مناسب‌تر تشخیص داده شد که به جای نمرات عددی آنها رتبه‌های (میزان جایگاه) آنها با هم مقایسه شوند.

در ریاضیات، کاردینالیتهی یک مجموعه، یک اندازه‌گیری برای «تعداد عناصر مجموعه» است. کاردینالیتهی یعنی در یک ارتباط تعداد بیشترین و کمترین نمونه‌های یک موجودیت که در یک ارتباط مشارکت دارند، رتبه‌بندی آنها را مشخص می‌کند. به بیان دیگر تناظر بین عناصر مجموعه نمونه‌های یک نوع موجودیت با عناصر مجموعه نمونه‌های نوع موجودیت دیگر در یک ارتباط را بیان می‌کند [۳۶].

$$|\tilde{A}| = \sum_{x \in X} A(x)$$

$$\|\tilde{A}\| = \frac{|\tilde{A}|}{|X|}$$

با توجه به جدول (۴)، شعبه‌های سندج، جهاد کشاورزی، شویشه، حسین‌آباد، بازار سندج کاراترین و شعبه‌های سندج، شهرک صنعتی شماره ۱ (شیر)، آبیدر، شویشه، حسن‌آباد سندج و حسین‌آباد با نمره ۱ اثربخش‌ترین می‌باشند. در جدول (۵)، شعبه‌های سندج، شویشه، حسین‌آباد، کاراترین اما در مدل‌های مستقل شعبه‌های جهاد کشاورزی و بازار سندج کاراترین ولی در مدل رابطه‌ای کارا نمی‌باشند. چون مدل رابطه‌ای جواب‌های دقیق‌تری را می‌دهد، و شعبه‌های سندج، شهرک صنعتی شماره ۱ (شیر)، آبیدر، شویشه، حسن‌آباد سندج و حسین‌آباد با نمره ۱ اثربخش‌ترین می‌باشند. مابقی شعبه‌ها در جدول با نمره کمتر از ۱ صلاحیت لازم را به عنوان یک شعبه کارا در یک سیستم بانکی ندارند. در جدول (۵)، مدل رابطه‌ای جواب‌های منطقی‌تر و قابل اطمینان‌تری نسبت به مدل مستقل ارائه می‌دهد. شعبه‌های سندج، شویشه و حسین‌آباد توانسته‌اند هم در کارایی و هم در اثربخشی امتیاز ۱ بگیرند و همزمان کارا و اثربخش باشند. در نتیجه این شعبات توانسته‌اند به بهره‌وری کامل دست یابند. مدل‌های رابطه‌ای نسبت به مدل مستقل برتری و ناکارایی را بیشتر شناسایی می‌کند.

جدول ۶- نتایج ارزیابی عملکرد و رتبه بندی شعب بانک بر اساس مدل های مستقل

رتبه نهایی	بهره‌وری	رتبه اثربخشی	اثربخشی	رتبه کارایی	کارایی	شعبه
۱	۰/۱۶۶	۱	۰/۱	۱	۰/۱۲۵	سنندج
۴	۰/۱۲۳	۱	۰/۱	۶	۰/۰۹۲	شهرک صنعتی شماره ۱ (شیر)
۵	۰/۱۲۰	۳	۰/۰۷۲	۱	۰/۱۲۵	جهاد کشاورزی
۹	۰/۰۷۵	۴	۰/۰۶۳	۷	۰/۰۸۸	خیابان انقلاب سنندج
۶	۰/۱۰۸	۲	۰/۰۷۴	۳	۰/۱۱۰	خیابان مهاجرین سنندج
۸	۰/۰۸۱	۶	۰/۰۵۱	۲	۰/۱۱۹	بهاران (میدان تره بار سنندج)
۲	۰/۱۳۲	۱	۰/۱	۴	۰/۰۹۹	آبیدر
۱	۰/۱۶۶	۱	۰/۱	۱	۰/۱۲۵	شویشه
۳	۰/۱۲۵	۱	۰/۱	۵	۰/۰۹۴	حسن آباد سنندج
۱	۰/۱۶۶	۱	۰/۱	۱	۰/۱۲۵	حسین آباد
۷	۰/۰۹۱	۵	۰/۰۵۴	۱	۰/۱۲۵	بازار سنندج

جدول ۷- نتایج ارزیابی عملکرد و رتبه بندی شعب بانک بر اساس مدل های رابطه‌ای

رتبه نهایی	بهره‌وری	رتبه اثربخشی	اثربخشی	رتبه کارایی	کارایی	شعبه
۱	۰/۰۸۳	۱	۰/۰۸۳	۱	۰/۰۸۳	سنندج
۳	۰/۰۶۱	۱	۰/۰۸۳	۳	۰/۰۶۱	شهرک صنعتی شماره ۱ (شیر)
۴	۰/۰۳۶	۳	۰/۰۶۰	۴	۰/۰۵۰	جهاد کشاورزی
۵	۰/۰۳۰	۴	۰/۰۵۳	۵	۰/۰۴۷	خیابان انقلاب سنندج
۶	۰/۰۲۵	۲	۰/۰۶۱	۷	۰/۰۳۳	خیابان مهاجرین سنندج
۸	۰/۰۱۴	۶	۰/۰۴۲	۸	۰/۰۲۹	بهاران (میدان تره بار سنندج)
۲	۰/۰۶۶	۱	۰/۰۸۳	۲	۰/۰۶۶	آبیدر
۱	۰/۰۸۳	۱	۰/۰۸۳	۱	۰/۰۸۳	شویشه
۴	۰/۰۳۶	۱	۰/۰۸۳	۶	۰/۰۳۶	حسن آباد سنندج
۱	۰/۰۸۳	۱	۰/۰۸۳	۱	۰/۰۸۳	حسین آباد
۷	۰/۰۱۵	۵	۰/۰۴۵	۹	۰/۰۲۸	بازار سنندج

با توجه به این مطلب، تمرکز یک بُعدی روی کارایی یا اثربخشی باعث بهبود بهره‌وری نخواهد شد، همان‌طور بر مبنای مدل رابطه‌ای که شعبه‌های سنندج، شویشه و حسین آباد (کاراثرین شعبه‌ها) از نظر بهره‌وری، رتبه ۱ و شعبه‌های سنندج، شویشه و حسین آباد (اثربخش‌ترین شعبه‌ها) از نظر بهره‌وری، رتبه ۱ را دریافت کرده است.

جزئیات رسیدن به عددهای نهایی صورت و مخرج کسره‌های بالا به ترتیب شامل کارایی، اثربخشی و بهره‌وری و مقدار بهینه متغیرهای تصمیم به‌عنوان عدد اصلی نسبی هستند که نتایج حاصل شده با استفاده از نرم‌افزار بهینه‌سازی GAMS انجام شده است.

و رفع آن از عهده بانک بر نمی‌آید، مدیران بانک کشاورزی بایستی نسبت به توقف فعالیت آن شعبه اقدام نمایند.

نتیجه‌گیری

در سالیان اخیر مطالعات و تحقیق‌های متعددی در مورد سیستم بانکی انجام شده است. یکی از مهم‌ترین موضوعات در این زمینه مسئله ارزیابی کارایی است. مسئله‌ای که از فاکتورهای تأثیرگذار برای افزایش کارایی و بهبود عملکرد سیستم بانکی می‌شود.

فرمول‌بندی مسئله ارزیابی کارایی، اثربخشی و بهره‌وری سیستم بانکی، توسعه مدل CCR تحلیل پوششی داده‌های شبکه رابطه‌ای دو مرحله‌ای با استفاده از داده‌های قطعی و متغیرهای میانجی، به‌کارگیری فرمول‌های ارائه شده توسط یک مثال عددی و تحلیل نتایج، مقایسه نتایج و در نهایت تفاوت بین معیارهای ارزیابی عملکرد محاسبه شده از مدل‌های مستقل و رابطه‌ای ارزیابی عملکرد کارا و ناکارآمد از مباحثی است که در بخش سوم مورد بررسی قرار گرفته است. مثال عددی مورد نظر در نرم‌افزار بهینه‌سازی GAMS کد گردیده و نتایج حاصل از آن ارائه شده است. در بخش چهارم نیز یک مطالعه موردی از تمام شعب بانک کشاورزی شهرستان سنندج در زمینه ارزیابی کارایی، اثربخشی و بهره‌وری و مراحل مختلف رتبه‌بندی (بر اساس روش عدد اصلی نسبی یعنی کاردینالیتی نسبی) و با در نظر گرفتن فرایندهای تولیدات میانی یعنی فرایندهای واسطه‌ای انجام شده و با استفاده از مدل‌های ارائه شده، نتایج و تحلیل‌ها، بعد از کد نویسی در نرم‌افزار بهینه‌سازی GAMS مورد مطالعه قرار گرفته‌اند.

در انتها با توجه به پژوهش انجام شده به این نتیجه رسیدیم که مسئله ارزیابی کارایی، اثربخشی و بهره‌وری سیستم با استفاده از آنالیز تحلیل پوششی داده‌های شبکه‌ای مستلزم در نظر گرفتن طیف وسیعی از داده‌ها و فاکتورهای قطعی و متغیرهای میانجی به صورت همزمان و در یک مدل

آنالیز تحلیل پوششی داده‌های شبکه‌ای و مدل‌های ارائه شده در بخش چهارم جهت بررسی یازده شعبه سیستم بانکی با استفاده از مدل‌های مستقل و رابطه‌ای مورد ارزیابی قرار گرفت و نمره کارایی، اثربخشی و بهره‌وری و رتبه (جایگاه) هریک از شعبه‌ها از نظر کارا و ناکارا نیز مشخص شد. همچنین تحلیل‌هایی که انجام و بررسی شد، مشخص شد که مدل‌های رابطه‌ای نتایج بهتری نسبت به حالت در نظر گرفتن مدل‌های مستقل به دست می‌آید.

۵. نتیجه‌گیری و توصیه‌های سیاستی

۱- پیشنهاد می‌گردد با توجه به رقابتی بودن صنعت بانکداری (بانک‌های خصوصی و دولتی و نیز مؤسسات اعتباری) بانک کشاورزی نبایستی تنها به وضع موجود قانع باشد. لذا در صدد توسعه بیشتر و تقویت آنها برآید و این مهم با ارائه خدمات جدیدتر برای پیشرفت کمی و کیفی بانک، آموزش نوین به پرسنل بانک و تجهیز آنها به دانش روز، انتخاب مدیران توانا، ارائه خدمات تلفن بانک، پیام کوتاه، اینترنت و انواع کارت‌های اعتباری، تنوع در تسهیلات اعطایی به مشتریان، سیستم یکپارچه تسهیلات و سپرده‌ها، موقعیت تجاری محل احداث و مساحت شعب بانک، توجه به نرم‌افزارهای به روز شده در جهت بهبود عملکرد کارکنان، توجه به زیبایی معماری داخلی بانک، چگونگی برخورد با مشتری و ارباب رجوع میسر خواهد شد.

۲- پیشنهاد می‌گردد شعبه‌هایی که توانسته‌اند هم در کارایی و هم در اثربخشی امتیاز ۱ بگیرند و همزمان کارا و اثربخش باشند، برای حفظ رقابتی بودن آنها موارد مطرح در پیشنهاد اول با قدرت و شدت بیشتری دنبال گردد.

۳- عواملی که باعث عدم بهره‌وری کل یک شعب شده است شناسایی گردد و نسبت به رفع آن اقدام گردد. اگر عوامل تحت کنترل سازمانی باعث این ناکارآمدی شده است، با اعمال شیوه‌های خاص رفع و برطرف گردد و اگر عوامل محیطی و خارج از کنترل باعث ناکارآمدی آن شده است

9. Zha & Liang, 2010.
10. Chen & Zhu, 2004.
11. Lewis & Sexton, 2004..
12. Hsieh & Lin, 2010.
13. Kumar & Gulati, 2009.
14. Kaveh, 2011.
15. Wang et al, 2014.
16. Kao & Hwang, 2008.
17. Tsolas, 2010.
18. Saleh & Rostamy, 2013.
19. personnel expenses.
20. Loans selling branch performance.
21. commissions.
22. <http://www.bki.ir>
23. Number of Staff.
24. cost of depreciation of movable property and the cost of establishment.
25. dative facilities.
26. Miscellaneous revenues.
27. Receipt of interest.
28. Non-current receivables.
29. Short-term deposits.
30. Long-term deposits.
31. Savings deposits.
32. Current deposits.
33. Box one.
34. General special certificate + Sima (Participation bonds and special deposits).
35. Relative cardinality.

۳۶. غضنفری و رضایی، ۱۳۸۵.

منابع

- غضنفری، مهدی و محمود رضایی (۱۳۸۵). «مقدمه‌ای بر نظریه مجموعه‌های فازی»، تهران: انتشارات دانشگاه علم و صنعت ایران.
- Chiesa, V., Frattini, F., Lazzarotti, V., & Manzini, R. (2009), "Performance measurement of research and development activities". *European Journal of Innovation Management*, 12, 25-61.
- Tone, K., & Tsutsui, M. (2009), "Network DEA: A slacks-based measure approach". *European Journal of Operational Research*, 197(1), 243-252.
- Holod, D., & Lewis, H. F. (2011), "Resolving the deposit

جامع است. همچنین تحقیقات صرفاً تئوری در این زمینه چندان کارساز نیست و همواره لازم است مطالعه انجام شده در جهان واقعی مورد تحلیل و بررسی قرار گیرد. از این رو در این مطالعه سعی شده است که آنالیزهای انجام شده در یک مطالعه موردی مورد بررسی قرار گرفته و نتایج ارائه شود. همچنین نتایج حاصل شده از این مطالعه این است که بهترین شعبه بانک از لحاظ بهره‌وری، شعبه‌ای است که هم از لحاظ کارایی و هم از لحاظ اثربخشی در سطح بالایی فعالیت کرده‌اند و از این نتایج ارزیابی عملکرد همزمان کارا و اثربخش و به بهره‌وری کامل برسند.

پیشنهادها

- پیشنهادهای ارائه شده در این مطالعه برای تحقیقات و پژوهش‌های آتی به شرح زیر است.
- اضافه کردن داده‌های فازی همراه با داده‌های قطعی و متغیرهای میانجی به مدل مسأله.
 - اضافه کردن فرایندهای واسطه‌ای همراه با مجموعه‌ی مختلف وزن‌ها (مقیاس متغیر) برای تعیین ارزیابی بهره‌وری.
 - استفاده از مطالعه انجام شده به صورت همزمان در سیستم بانک‌های مختلف برای افزایش بهره‌وری شعب ناکارا.
 - ارزیابی کارایی، اثربخشی و بهره‌وری سیستم بانکی با متغیرهای میانجی به صورت ساختار موازی.

پی‌نوشت

1. Data Envelopment Analysis.
2. Chiesa et al, 2009.
3. Tone & Tsutsui, 2009.
4. Network Data Envelopment Analysis.
5. Decision Making Units.
6. Centralized Decision Maker.
7. Centralized resource allocation.
8. Holod & Lewis, 2011.

- Kao, C. and Hwang, S.N. (2008), "Efficiency decomposition in two-stage data envelopment analysis: an application to non-life insurance companies in Taiwan", *European Journal of Operational Research*, 185, 418-429.
- Tsolas, I., (2010), Modeling bank branch profitability and effectiveness by means of DEA, *International Journal of Productivity and Performance Management*, 59 (5), 432-451.
- Saleh, H. & Rostamy, M. (2013), "Performance Evaluation in Bank Branch with Two-Stage DEA Model"; *Shiraz Journal of System Management* 1 (1), 17-33.
- <http://www.bki.ir>
- Ali Ebrahimnejad - 4: Madjid Tavana Farhad Hosseinzadeh Lotfi Reza Shahverdi - 5: Mohamad Yousefpour, (2014), "A three-stage Data Envelopment Analysis model with application to banking industry", *Measurement*, Vol.49, NO.0, PP.308_319, 01-01.
- Kao, C., (2009), "Efficiency decomposition in network data envelopment analysis: A relational model". *European Journal of Operational Research*, 192 (3), 949-962.
- dilemma: A new 6. DEA bank efficiency model". *Journal of Banking & Finance*, 38, 2801-2810.
- Zha, Y., Liang, L., (2010), "Two-stage cooperation model with input freely distributed among the stages". *European Journal of Operational Research*, 205, 332-338.
- Chen, Y., Zhu, J., (2004), Measuring Information Technology's Indirect Impact on Firm Performance. *Information Technology and Management*, 5, 9-22.
- Lewis, H. F., & Sexton, T. R. (2004), Network DEA: efficiency analysis of organizations with complex internal structure. *Computers and Operations Research*, 31(9), 1365-1410.
- Hsieh, L. F., & Lin, L. H. (2010), "A performance evaluation model for international tourist hotels in Taiwan-An application of the relational network DEA". *International Journal of Hospitality Management*, 29, 14-24.
- [8] Kumar, S. & Gulati, R. (2009), "Measuring efficiency, effectiveness and performance of Indian public sector banks". *International Journal of Productivity and Performance Management*, 59 (1), 51-74.
- Kaveh, M., (2011), Iranian Bank Branches Performance by Two Stage DEA Model. *International Conference on Economics and Finance Research IPEDR*, 4.
- Wang, K., Huang, W., Wu, J., & Liu, Y. N. (2014), Efficiency measures of the Chinese commercial banking system using an additive two-stage DEA. *Omega*, 44, 5-20.