مدیریت صنعتی
Journal of Industrial Management
دانشکدهٔ مدیریت دانشگاه تهران
دورهٔ ۸، شمارهٔ ۳
پاییز ۱۳۹۵
صص. ۳۸۰- ۳۵۹

ارزیابی چندسطحی کارایی در صنعت بانکداری (رویکرد SBM شبکه‌ای)

محمد زارعی محمودآبادی[۱]

چکیده: مدل‌های معمول تحلیل پوششی داده‌ها (DEA) در ارزیابی عملکرد، بر اساس تفکر جعبهٔ سیاه عمل می‌کنند؛ به‌گونه‌ای که در این جعبه‌ها (واحدهای تصمیم‌گیری) ورودی‌ها به خروجی‌ها تبدیل می‌شوند. از ضعف‌های این مدل‌ها می‌توان به نادیده‌گرفتن ساختار داخلی، محصولات میانجی یا فعالیت‌های ارتباطی اشاره کرد؛ همچنین فرایند تبدیل واقعی، عموماً به‌صورت واضح مدل‌سازی نمی‌شود. با توجه به ساختار چندمرحله‌ای صنعت بانکداری، در این پژوهش پس از اشاره به رویکردهای جعبهٔ سیاه (ادغام) و تفکیک، ضرورت در نظر گرفتن فرایندهای داخلی یک واحد تصمیم‌گیری (DMU) مطرح می‌شود و در ادامه، ضمن معرفی نوعی مدل تحلیل پوششی داده‌های شبکه‌ای مبتنی بر متغیرهای کمکی، این مدل در ارزیابی عملکرد صنعت بانکداری استفاده می‌شود. مزیت عمدهٔ سنجه‌های مبتنی بر متغیرهای کمکی، توانایی آنها در ارائهٔ معیارهای مناسب‌تر کارایی، به‌ویژه برای واحدهای کارای ضعیف است. بر اساس یافته‌های این پژوهش، در ساختارهایی که آثار شبکه‌ای و ارتباطی بین بخش‌ها وجود دارد، استفاده از رویکردهای جعبهٔ سیاه و تفکیک، ارزیابی واقعی و دقیقی از عملکرد ارائه نمی‌دهند و باید از مدل‌های شبکه‌ای مناسب استفاده شود.

واژه‌های کلیدی: تحلیل پوششی داده‌های شبکه‌ای (NDEA)، جعبهٔ سیاه، رویکرد تفکیک، سنجهٔ مبتنی بر متغیرهای کمکی (SBM)، صنعت بانکداری.

۱. استادیار گروه مدیریت و علوم اقتصادی، دانشگاه آیت ا... حائری میبد، یزد، ایران

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹٤/۰٦/۲۳
تاریخ پذیرش نهایی مقاله: ۱۳۹۵/۰۵/۱۲
E-mail: zarei.m@haeri.ac.ir

Archive of SID
www.SID.ir

مقدمه

تحلیل پوششی داده‌ها (DEA)[1] دامنهٔ گسترده‌ای از مدل‌های ریاضی است که برای سنجش کارایی نسبی مجموعه‌ای از واحدهای تصمیم‌گیری (DMU)[2] همسان با ورودی‌ها و خروجی‌های مشابه به‌کار می‌رود و در سال ۱۹۷۸ توسط چارنز، کوپر و رودز معرفی شد. DEA به‌عنوان ابزار قدرتمند مدیریتی، روش ناپارامتریکی است که با فرض اصول موضوعهٔ تولید، به ارزیابی کارایی نسبی DMUها می‌پردازد (زارعی محمودآبادی، طحاری مهرجردی و مهدویان، ۱۳۹۳). البته مدل‌های معمول تحلیل پوششی داده‌ها، کارایی یک واحد تصمیم‌گیری را در مقایسه با سایر واحدها می‌سنجند و ضمن تعیین کارایی نسبی آن، مشخص می‌کنند که برای رسیدن به مرز کارایی چه تغییراتی باید در ورودی‌ها و خروجی‌ها انجام شود، اما درون واحدهای تصمیم‌گیری به‌عنوان جعبهٔ سیاه[3] باقی می‌ماند، هیچ‌گونه بررسی درون آنها صورت نمی‌گیرد و فقط به ورودی‌ها و خروجی‌های مدل توجه می‌شود؛ یعنی مدیر واحد نمی‌تواند منبع ناکارایی را در درون واحد خود تشخیص دهد و تنها به این نکته پی می‌برد که کارا هست یا خیر؟ (لوئیس و سکستون، ۲۰۰۴). این برای موقعیت‌هایی‌که هدف شناسایی واحدهای تصمیم‌گیری ناکارا و تعیین مقدار ناکارایی آنها باشد، کفایت می‌کند؛ اما گاهی مدیریت درصدد است ناکارایی فرایندهای داخلی واحدهای تصمیم‌گیری را نیز شناسایی کند. یکی از ضعف‌های مدل‌های معمول DEA این است که فعالیت‌های درونی یا ارتباطی را نادیده می‌گیرند (کائو، ۲۰۱۴-الف). در این نوع مدل‌ها، هر فعالیت باید متعلق به ورودی یا خروجی باشد و نمی‌تواند جزء هر دو باشد. بنابراین معمولاً آنها چندین مرحله برای ارزیابی در نظر می‌گیرند (استفاده از محصولات میانجی به‌عنوان خروجی‌ها در یک مرحله و به‌عنوان ورودی‌ها در مرحلهٔ دیگر) و نمی‌توانند محصولات میانجی را به‌طور مستقیم در یک مرحله بررسی کنند. در مدل‌های DEA معمول، حداقل دو رویکرد برای ارزیابی کارایی سازمان‌های چندبخشی وجود دارد که عبارت‌اند از: رویکرد ادغام (جعبهٔ سیاه) و تفکیک (تن و تسوتسویی، ۲۰۰۹).

رویکرد ادغام (جعبهٔ سیاه): یکی از رویکردهای ساده، ادغام این بخش‌ها و تبدیل آنها به یک DMU واحد است. با استفاده از این رویکرد، فعالیت‌های ارتباطی نادیده گرفته می‌شود؛ بنابراین نمی‌توان اثر ناکارایی‌های یک بخش خاص را روی کارایی کل DMU ارزیابی کرد. همچنین این مدل ممکن است یک جفت ورودی نامناسب در مقابل خروجی برای ارزیابی انتخاب کند و

1. Data Envelopment Analysis (DEA)
2. Decision Making Units (DMU)
3. Black Box

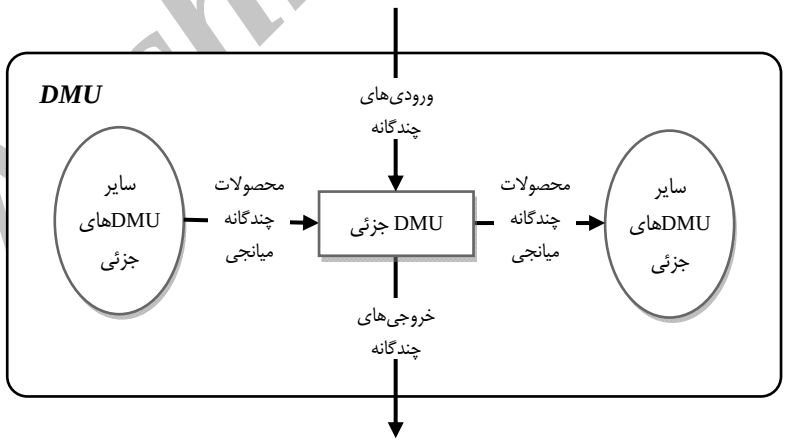
Archive of SID

www.SID.ir

امتیاز غیرمنطقی‌ای به DMU مربوطه اختصاص دهد. به بیان دیگر، تحلیل به‌طور کامل از ارزش تشخیصی اساسی که به‌طور بالقوه برای مدیریت وجود دارد، برخوردار نیست. این مدل اغلب یک مشکل دیگری نیز در پی دارد و آن افزایش تعداد ورودی‌ها و خروجی‌ها نسبت به تعداد DMU هاست. به‌عنوان یک قاعدهٔ سرانگشتی، می‌توان گفت برای تحلیل مناسب در DEA، لازم است تعداد DMU ها حداقل سه برابر مجموع تعداد ورودی‌ها و خروجی‌ها باشد، در غیر این صورت قدرت تفکیک در مدل‌های DEA پایین می‌آید (تن و تسوتسویی، ۲۰۱۴).

رویکرد تفکیک: دومین رویکرد، ارزیابی انفرادی و مجزای کارایی بخش‌هاست. در این روش می‌توان کارایی هر بخش از شرکت را در میان مجموعه‌ای از DMU ها ارزیابی کرد و در نتیجه می‌توان الگوهایی برای هر بخش پیدا کرد. با این حال، این رویکرد پیوستگی ارتباطات بین بخش‌ها را به حساب نمی‌آورد (تن و تسوتسویی، ۲۰۰۹).

مباحث بیان‌شده، موجب شد تا محققان مدلی از DEA به نام تحلیل پوششی داده‌های شبکه‌ای (NDEA)[1] را مطرح کنند که کارایی‌های بخشی و همچنین کارایی کلی را در چارچوب یکپارچه‌ای محاسبه کند. این بدین معناست که کارایی کل تمام DMUها که کارایی‌های بخشی اجزای آن به‌شمار می‌رود، به‌عنوان هدف اصلی، ارزیابی می‌شود. در DEA شبکه‌ای، هر DMU از دو یا چند DMU جزئی‌تر تشکیل شده است. هر منبع توسط یک DMU جزئی مصرف شده و خروجی تولیدشده به‌عنوان ورودی، وارد DMU جزئی بعد می‌شود تا اینکه خروجی نهایی از DMU جزئی آخر خارج شود. شکل ۱ نمایی از DMUها در تحلیل پوششی داده‌های شبکه‌ای را نمایش می‌دهد (هلد و لوئیس، ۲۰۱۱).



شکل ۱. نمای داخلی از DMUها در تحلیل پوششی داده‌های شبکه‌ای

1. Network DEA (NDEA)

Archive of SID

www.SID.ir

از آنجا که مدل‌های شبکه‌ای امکان بررسی فرایندهای داخلی هر واحد تصمیم‌گیرنده را فراهم می‌کنند، این مدل‌ها تصویر دقیق‌تری از کارایی DMUها ارائه می‌دهند (خسروی و شاهرودی، ۱۳۹۳).

در این پژوهش، ابتدا رویکردهای جعبهٔ سیاه (ادغام) و تفکیک، در ارزیابی عملکرد شعب یکی از بانک‌های استان گیلان استفاده شد و پس از مشاهدهٔ ضعف‌های موجود در رویکردهای فوق و همچنین ضرورت در نظر گرفتن فرایندهای داخلی یک واحد تصمیم‌گیری، نوع خاصی از مدل تحلیل پوششی داده‌های شبکه‌ای معرفی شده در این پژوهش، برای رفع این ضعف‌ها به‌کار برده شد.

پیشینهٔ نظری پژوهش

تحلیل پوششی داده‌ها (DEA)

DEA یکی از روش‌های پرکاربرد در زمینهٔ سنجش کارایی نسبی مجموعه‌ای از واحدهای تصمیم‌گیری همگن با ورودی‌ها و خروجی‌های یکسان است. این تکنیک نوعی روش ناپارامتریک تحلیل کارایی برای مقایسهٔ واحدها نسبت به مرز کارایی است (ظرافت‌انگیز، امروزنژاد و مصطفی، ۲۰۱۲). از لحاظ ریاضی، DEA نوعی متدولوژی مبتنی بر برنامه‌ریزی خطی است که کارایی هر واحد تصمیم‌گیرنده را بر اساس ناحیهٔ امکان تولید که به‌وسیلهٔ همهٔ DMUها تعیین می‌شود، محاسبه می‌کند و مزیت شایان توجه آن، بی‌نیازبودنش به تعیین مشخصات پارامتریک (همچون تابع تولید) برای به‌دست آوردن امتیازهای کارایی است (سیریپولوس و سیوکیدیس، ۲۰۱۰). با معرفی مدل DEA، پژوهش‌های بسیاری در خصوص این مدل و کاربردها و فرضیه‌های آن انجام گرفت و بر اساس فرضیه‌های متفاوت، مدل‌هایی بر حسب ورودی‌محور یا خروجی‌محور بودن و نیز، بازده ثابت و متغیر نسبت به مقیاس ارائه شد. در مدل ورودی‌محور، یک واحد در صورتی ناکاراست که امکان کاهش هر یک از ورودی‌ها بدون افزایش ورودی‌های دیگر یا کاهش هر یک از خروجی‌ها وجود داشته باشد. در این حالت کاهش نهاده‌ها بدون کاهش ستانده‌ها تا رسیدن به واحدی روی مرز کارا امکان‌پذیر است. در مدل خروجی‌محور، یک واحد در صورتی ناکاراست که امکان افزایش هر یک از خروجی‌ها بدون افزایش یک ورودی یا کاهش خروجی‌های دیگر وجود داشته باشد. در این مدل افزایش ستانده‌ها تا رسیدن به مرز کارا بدون جذب نهاده‌های بیشتر، امکان‌پذیر است (صالحی صدقیانی، امیری و رضوی، ۱۳۸۸). منظور از بازده به مقیاس ثابت این است که با تغییر یک واحد در ورودی‌ها، خروجی‌ها نیز با نسبت ثابت تغییر (کاهش یا افزایش) می‌کنند. در واقع، شیب تابع تولید در این

Archive of SID

www.SID.ir

مدل ثابت است؛ به بیان دیگر، بازده به مقیاس ثابت به این معناست که هر مضربی از ورودی‌ها همان مضرب از خروجی‌ها را تولید می‌کند و بازده به مقیاس متغیر نیز یعنی، هر مضربی از ورودی‌ها همان مضرب از خروجی‌ها، کمتر از آن یا بیشتر از آن را تولید می‌کند (جعفریان مقدم و قصیری، ۱۳۸۹).

مدل سنجهٔ مبتنی بر متغیرهای کمکی (SBM)

مدل سنجهٔ مبتنی بر متغیرهای کمکی (SBM)[1] نوعی روش غیرشعاعی است و برای زمانی که ورودی‌ها و خروجی‌ها ممکن است به یک نسبت تغییر نکنند، مناسب است. مدل SBM به‌طور مستقیم با مازاد ورودی‌ها و کمبود خروجی‌ها کار می‌کند. هرچند تابع هدف مدل جمعی نیز مجموع موزون متغیرهای کمکی است، مدل جمعی فی‌نفسه هیچ ابزاری برای سنجش عمق ناکارایی ندارد و خروجی مدل جمعی را نمی‌توان به‌عنوان کارایی در نظر گرفت و فقط برای رتبه‌بندی شعب مناسب است. مدل SBM با داشتن خصوصیاتی همچون تغییرناپذیری با توجه به واحد داده‌ها و افزایش یکنواخت در هر یک از متغیرهای کمکی ورودی و خروجی، کاستی‌های سایر مدل‌ها را برطرف می‌کند. مزیت اصلی مدل SBM نسبت به سایر مدل‌ها، بیان مناسب‌تر کارایی DMUهای با کارایی ضعیف است.

مجموعه‌ای از n واحد تصمیم‌گیری را در نظر بگیرید ($DMU_j;\ j=1,\cdots,n$) که m ورودی x_{ij} ($i=1,\cdots,\mathrm{m}$) را مصرف کرده و s خروجی y_{rj} ($r=1,\cdots,s$) را تولید می‌کند. به‌طور خاص اگر DMU_0 واحد تحت بررسی است، مدل اندازه‌گیری کارایی فنی این واحد به روش SBM با حل مسئلهٔ برنامه‌ریزی خطی زیر به دست می‌آید (کوک و سیفورد، ۲۰۰۹):

مدل ۱)

$$
\begin{aligned}
Min\ \theta = t - \frac{1}{m}\sum_i s_i^- / x_{i0} \\
s.t.\quad t + \frac{1}{s}\sum_r s_r^+ / y_{r0} = 1, \\
\sum_j \lambda_j x_{ij} + s_i^- = t x_{i0}, \quad i = 1,\ldots,m \\
\sum_j \lambda_j y_{rj} - s_r^+ = t y_{r0}, \quad r = 1,\ldots,s \\
\lambda_j, s_i^-, s_r^+ \geq 0, \quad t \succ 0, \quad \forall i, j, r.
\end{aligned}
$$

1. Slacks-Based Measure (SBM) Model

Archive of SID

www.SID.ir

که s_i^- و s_r^+، به‌ترتیب متغیرهای کمکی مربوط به ورودی‌ها و خروجی‌ها است. مدل بالا با فرض بازده ثابت نسبت به مقیاس است. زمانی که مفروضات بازده ثابت نسبت به مقیاس به بازده متغیر نسبت به مقیاس تغییر کند، فقط یک محدودیت تحدب $\sum_j \lambda_j = t$ به مدل اضافه می‌شود.

تحلیل پوششی داده‌های شبکه‌ای (NDEA)

تحلیل پوششی داده‌های شبکه‌ای در ارتباط با استفاده از تکنیک DEA برای اندازه‌گیری کارایی نسبی یک سیستم با توجه به ساختار داخلی آن است. در DEA شبکه‌ای، نتایجِ بسیار معنادار و با اطلاعات مفیدتری نسبت به رویکرد متداول جعبهٔ سیاه ــ که در آن عملیات اجزای فرایند نادیده گرفته می‌شود ـ به‌دست می‌آید (کائو، ۲۰۱۴–ب). مسئلهٔ دیگری که باید به آن توجه شود، این است که نادیده‌گرفتن عملیات اجزای فرایند ممکن است نتایج گمراه‌کننده‌ای به همراه داشته باشد. مثال‌های متعددی در ادبیات پژوهش وجود دارد که نشان می‌دهد حتی هنگامی که همهٔ اجزای فرایند کارا نیستند، سیستم کلی می‌تواند کارا باشد (کائو و هوآنگ، ۲۰۰۸). همچنین مواردی وجود دارد که همهٔ اجزای فرایند یک DMU، عملکرد بدتری نسبت به اجزای DMU دیگری دارند؛ اما عملکرد کلی سیستم آن بهتر است (کائو و هوآنگ، ۲۰۱۰). این نتایج نشان می‌دهد مدل DEA شبکه‌ای برای تولید نتایج صحیح‌تر و قابل اطمینان‌تر ضرورت دارد، به‌ویژه هنگامی که مسئله دارای ساختار شبکه‌ای باشد. مدل‌های DEA شبکه‌ای، کارایی کلی سازمان و کارایی هر یک از فرایندهای جزئی سازمان را اندازه‌گیری می‌کنند. علاوه‌بر این، اجازه می‌دهند تا کارایی کلی با استفاده از ارتباطات ریاضی بین کارایی سازمان و کارایی فرایندها تجزیه شود. در مدل‌های DEA شبکه‌ای، به جای ساختار سلسله‌مراتبی فعالیت‌ها، از ساختار شبکه‌ای کمک گرفته شده است (هسیه و لین، ۲۰۱۰). تحلیل پوششی داده‌های شبکه‌ای به مدیران هر یک از واحدهای تصمیم‌گیری کمک می‌کند تمرکز بیشتری بر استراتژی افزایش کارایی مراحل منحصر به فرد فرایند تولید داشته باشند (لوئیس و سکستون، ۲۰۰۴). در ادامه نوعی از مدل تحلیل پوششی داده‌های شبکه‌ای مبتنی بر متغیرهای کمکی معرفی می‌شود.

مدل سنجهٔ مبتنی بر متغیرهای کمکی شبکه‌ای

مدل‌های DEA شبکه‌ای که بر اساس مدل‌های شعاعی کارایی بنا شده‌اند (برای مثال مدل‌هایی که بر اساس مدل‌های CCR و BCC به‌عنوان متدولوژی پایه و مجموعهٔ امکان تولید بنا شده‌اند) باید این فرض را که تغییرات ورودی‌ها و خروجی‌ها به یک نسبت باشند، رعایت کنند.

Archive of SID

www.SID.ir

برای مثال اگر نیروی کار، مواد اولیه و سرمایه، به‌عنوان ورودی به‌کار گرفته شوند، برخی از آنها حالت جانشینی دارند و نمی‌توانند به یک نسبت تغییر کنند. تُن و تسوتسویی (۲۰۰۹) یک مدل سنجهٔ مبتنی بر متغیرهای کمکی شبکه‌ای (NSBM)[1] را برای ارزیابی کارایی سیستم و فرایندهای سیستم شبکه‌ای پیشنهاد دادند. همان‌طور که پیش از این بیان شد، مدل SBM یک روش غیرشعاعی است و برای زمانی که هم ورودی‌ها و هم خروجی‌ها ممکن است به یک نسبت تغییر نکنند، مناسب است. فرض کنید n واحد تصمیم‌گیری ($DMU_j;\ j=1,\ldots,n$) از p فرایند تشکیل شده است ($k=1,\ldots,p$) و m_k و r_k به ترتیب بیان‌کنندهٔ تعداد ورودی‌ها و خروجی‌های فرایند k باشد. همچنین اتصال از فرایند k به فرایند h با (k,h) نشان داده می‌شود و داده‌های مشاهده شده $\left\{X_{ij}^{(k)} \in R_+^{m_k}\right\}$ (منابع ورودی به DMU_j در فرایند k)، $\left\{Y_{rj}^{(k)} \in R_+^{r_k}\right\}$ (محصولات خروجی از DMU_j در فرایند k)، $\left\{Z_j^{(k,h)} \in R_+^{t_{(k,h)}}\right\}$ (محصولات میانجی متصل شده از فرایند k به فرایند h) و $t_{(k,h)}$ تعداد پیوند یا ارتباط (k,h) است. در این صورت مدل SBM شبکه‌ای بدون گرایش (هم ورودی‌محور و هم خروجی‌محور) با بازده ثابت نسبت به مقیاس به‌صورت زیر است (تُن و تسوتسویی، ۲۰۰۹):

مدل ۲)

$$\theta_0^* = Min \quad \frac{\sum_{k=1}^{p} w^{(k)} \left[1-\frac{1}{m_k}\left(\sum_{i=1}^{m_k}\frac{s_i^{-(k)}}{X_{i0}^{(k)}}\right)\right]}{\sum_{k=1}^{p} w^{(k)} \left[1+\frac{1}{r_k}\left(\sum_{r=1}^{r_k}\frac{s_r^{+(k)}}{Y_{r0}^{(k)}}\right)\right]}$$

$$s.t. \quad \sum_j A_j^{(k)} X_{ij}^{(k)} + s_i^{-(k)} = X_{i0}^{(k)}, \qquad (k=1,\ldots,p),$$

$$\sum_j A_j^{(k)} Y_{rj}^{(k)} - s_r^{+(k)} = Y_{r0}^{(k)}, \qquad (k=1,\ldots,p)$$

$$\sum_j A_j^{(\mathrm{h})} Z_j^{(k,h)} = \sum_j A_j^{(k)} Z_j^{(k,h)}, \qquad (\forall (k,h)),$$

$$A_j^{(k)},\ s_i^{-(k)},\ s_r^{+(k)} \geq 0, \qquad (\forall k).$$

در مدل ۲، مجموعهٔ محدودیت‌های اول و دوم به‌ترتیب مربوط به ترکیب محدب ورودی‌ها و خروجی‌های فرایند k است و مجموعهٔ محدودیت سوم به متغیرهای میانجی (خروجی فرایند k و ورودی فرایند h) مربوط می‌شود و تضمینی است بر این که ترکیب محدب متغیر میانجی

1. Network Slacks-Based Measure (NSBM)

Archive of SID

www.SID.ir

(به‌عنوان خروجی فرایند k) با ترکیب محدب متغیر میانجی (به‌عنوان ورودی فرایند h) برابر باشد. $s_i^{-(k)}$ و $s_r^{+(k)}$، به‌ترتیب متغیرهای کمکی ورودی‌ها و خروجی‌های فرایند k هستند. $w^{(k)}$ نشان‌دهندهٔ وزن نسبی فرایند k است $(\sum_{k=1}^{p} w^{(k)} = 1,\ w^{(k)} \geq 0,\ \forall k)$ که بر اساس اهمیت آن فرایند تعیین می‌شود. کاملاً مشخص است که مدل ۲ از نوع غیرخطی است؛ بنابراین با تغییر متغیر $t = \left(\sum_{k=1}^{p} w^{(k)} \left[1 + \frac{1}{r_k} \left(\sum_{r=1}^{r_k} \frac{s_r^{+(k)}}{Y_{r0}^{(k)}} \right) \right] \right)^{-1}$ و استفاده از تبدیل چارنز، کوپر و رودز (۱۹۷۸) و فرض این که $S_i^{-(k)} = t s_i^{-(k)},\ S_r^{+(k)} = t s_r^{+(k)}, \lambda_j = t A_j$، مدل غیرخطی ۲ به مدل برنامه‌ریزی خطی زیر تبدیل می‌شود (مدل ۳).

مدل ۳)

$$\theta_0^* = Min \quad \sum_{k=1}^{p} w^{(k)} \left[t - \frac{1}{m_k} \left(\sum_{i=1}^{m_k} \frac{S_i^{-(k)}}{X_{i0}^{(k)}} \right) \right]$$

$$s.t. \quad \sum_{k=1}^{p} w^{(k)} \left[t + \frac{1}{r_k} \left(\sum_{r=1}^{r_k} \frac{S_r^{+(k)}}{Y_{r0}^{(k)}} \right) \right] = 1,$$

$$\sum_j \lambda_j^{(k)} X_{ij}^{(k)} + S_i^{-(k)} = t X_{i0}^{(k)}, \qquad (k = 1, \ldots, p),$$

$$\sum_j \lambda_j^{(k)} Y_{rj}^{(k)} - S_r^{+(k)} = t Y_{r0}^{(k)}, \qquad (k = 1, \ldots, p)$$

$$\sum_j \lambda_j^{(h)} Z_j^{(k,h)} = \sum_j \lambda_j^{(k)} Z_j^{(k,h)}, \qquad (\forall (k,h)),$$

$$\lambda_j^{(k)},\ S_i^{-(k)},\ S_r^{+(k)} \geq 0, \qquad (\forall k).$$

در صورتی که مدلی با بازده متغیر نسبت به مقیاس بخواهیم، یک محدودیت تحدب $\sum_{j=1}^{n} \lambda_j^{(k)} = t,\ k = 1, \ldots, p$ به مجموعهٔ محدودیت‌ها اضافه می‌شود. همچنین اگر $(\theta^*, t^*, \lambda_j^{(k)*}, S_i^{-(k)*}, S_r^{+(k)*})$ جواب بهینهٔ به‌دست‌آمده از حل مدل فوق باشد، جواب بهینهٔ نهایی مدل NSBM پیشنهادشده به‌صورت زیر تعریف می‌شود:

رابطهٔ ۱)

$$E^* = \theta^*; \quad A_j^{(k)*} = \frac{\lambda_j^{(k)*}}{t^*}; \quad s_i^{-(k)*} = \frac{S_i^{-(k)*}}{t^*}; \quad s_r^{+(k)*} = \frac{S_r^{+(k)*}}{t^*}.$$

برای محاسبهٔ کارایی هر فرایند به‌صورت مجزا با استفاده از جواب بهینهٔ مدل ۳، از رابطهٔ زیر استفاده می‌شود:

Archive of SID

www.SID.ir

$$\theta_k = \frac{1 - \frac{1}{m_k}\left(\sum_{i=1}^{m_k} \frac{s_i^{-(k)*}}{X_{i0}^{(k)}}\right)}{\sum_{k=1}^{p} w^{(k)}\left[1 + \frac{1}{r_k}\left(\sum_{r=1}^{r_k} \frac{s_r^{+(k)*}}{Y_{r0}^{(k)}}\right)\right]}, \quad (k = 1, \ldots, p). \qquad \text{رابطهٔ ۲)}$$

شایان ذکر است که امتیاز کارایی کلی ورودی‌محور، برابر میانگین موزون حسابی امتیازهای کارایی فرایندهاست.

$$\theta_0^* = \sum_{k=1}^{p} w^{(k)} \theta_k \qquad \text{رابطهٔ ۳)}$$

برخی از خواص مدل SBM شبکه‌ای مطرح‌شده در پژوهش حاضر عبارت‌اند از:

۱. یک DMU کارای کلی است، اگر و تنها اگر در همه فرایندهایش کارا باشد؛
۲. با فرض بازده متغیر نسبت به مقیاس، هر فرایند حداقل یک DMU کارای بخشی دارد؛
۳. در صورت محاسبهٔ تصویر یک DMU ناکارا، واحد دارای کارایی کلی ۱ است.
۴. برای محاسبهٔ تصویر واحدهای ناکارا روی مرز کارایی، می‌توان از روابط زیر استفاده کرد:

$$X_{i0}^{(k)*} \leftarrow X_{i0}^{(k)} - s_i^{-(k)*} \; ; \; Y_{r0}^{(k)*} \leftarrow Y_{r0}^{(k)} + s_r^{+(k)*} \; ; \; (k = 1, 2, \ldots, K) \qquad \text{رابطهٔ ۴)}$$

$$Z_{j0}^{(k,h)*} \leftarrow Z_{j0}^{(k,h)} \lambda_{j0}^{(k)*} = Z_{j0}^{(k,h)} \lambda_{j0}^{(h)*} \; ; \; (\forall (k,h)) \qquad \text{رابطهٔ ۵)}$$

پیشینهٔ تجربی پژوهش

در سال‌های اخیر، تحقیقات علمی در زمینهٔ ارزیابی عملکرد مؤسسه‌های مالی، بسیار افزایش یافته است. بیشتر مطالعات قبلی به ارزیابی یک بعد عملکردی بانک‌ها محدود شده‌اند و به‌طور کامل عملکرد کلی شعب را نمایش نمی‌دهند. مطالعات اندکی به‌طور همزمان به ارزیابی عملکرد شعب بانک از دیدگاه‌های مختلف پرداخته‌اند که در ادامه به برخی از مهم‌ترین آنها اشاره می‌شود.

حجازی، انواری رستمی و مقدسی (۱۳۸۷) بهره‌وری کل بانک توسعهٔ صادرات ایران و تغییرات بهره‌وری شعب آن را با استفاده از تحلیل پوششی داده‌ها (رویکرد جعبهٔ سیاه) بررسی کردند. در این پژوهش از مدل رتبه‌بندی کامل SBM برای تحلیل بهره‌وری کل بانک و از شاخص بهره‌وری مالمکوئیست برای اندازه‌گیری رشد بهره‌وری شعب طی سال‌های ۱۳۷۳ تا

Archive of SID

www.SID.ir

۱۳۸۴ استفاده شده است. پارتلا و تاناسولیس (۲۰۰۷) عملکرد شعب بانک را در ایجاد کانال‌های معاملاتی جدید، افزایش فروش و مشتریان و ایجاد سود ارزیابی کردند. آتاناسوپولوس (۱۹۹۷) کارایی شعب در مدیریت حساب‌ها، پردازش معاملات و تبدیل هزینه‌های عملیاتی شعبه به محصولات مالی را بررسی کرد. ماناندهار و تانگ (۲۰۰۲) کارایی تولید و سودآوری شعب بانک را بر اساس مفهوم زنجیرهٔ خدمت ـ سود ارزیابی کردند. جیوکاس (۲۰۰۸) عملکرد شعب را با استفاده از سه رویکرد ۱. تقابل هزینه‌های عملیاتی شعبه با حجم محصولات مالی؛ ۲. تقابل هزینه‌های عملیاتی شعبه با تعداد معاملات و ۳. مقایسهٔ حجم هزینه‌های کلی با حجم سودهای ایجاد شده، ارزیابی کرده است.

همان‌طور که بیان شد، پژوهش در کارایی بانک بر مبنای مدل DEA بسیار رایج است (برگر و هامفری، ۱۹۹۷؛ دریک، هال و سیمپر، ۲۰۰۹؛ فوکویاما و وبر، ۲۰۰۹–الف؛ فوکویاما و وبر، ۲۰۰۹–ب؛ فوکویاما و وبر، ۲۰۱۰؛ لیو، ۲۰۰۹). در صنعت بانکداری با استفاده از مدل‌های استاندارد DEA مطالعات بسیاری انجام گرفت؛ اما این مدل‌ها برای ارزیابی ساختار داخلی عملکرد بانک‌ها مناسب نبودند. بدین منظور از مدل‌های شبکه‌ای برای ارزیابی دقیق‌تر صنعت بانکداری استفاده شد. برای مثال، وانک و باروس (۲۰۱۴) از یک مدل تحلیل پوششی داده‌های شبکه‌ای دومرحله‌ای برای ارزیابی ۴۰ بانک برزیل استفاده کردند. آنها از ورودی‌های اولیهٔ تعداد شعب و تعداد کارکنان، متغیرهای میانجی هزینه‌های اداری و هزینهٔ کارکنان (خروجی‌های مرحلهٔ اول و ورودی‌های مرحلهٔ دوم) و خروجی‌های نهایی سرمایه و دارایی استفاده کردند. مدل ارائه‌شده در این پژوهش فقط برای فرایندهای شبکه‌ای دومرحله‌ای کاربرد دارد و باید تمام متغیرهای خروجی مرحلهٔ اول به‌عنوان ورودی مرحلهٔ دوم مصرف شوند و امکان وجود خروجی مستقل در مرحلهٔ اول و ورودی مستقل در مرحلهٔ دوم وجود ندارد. همچنین وانگ، هوآنگ، وُو و لیو (۲۰۱۴) برای ارزیابی ۱۶ بانک تجاری چین از یک مدل شبکه‌ای با ورودی‌های اولیهٔ دارایی‌های ثابت و تعداد کارکنان، متغیر میانجی سپرده‌ها و خروجی‌های نهایی درآمدهای بهره‌ای، درآمدهای غیربهره‌ای و وام‌های معوق، استفاده کردند. مدل به‌کاررفته در این پژوهش نیز فقط برای فرایندهای شبکه‌ای دومرحله‌ای کاربرد دارد و امکان ارائهٔ تحلیل‌های خاص مدیریتی، شامل شناسایی واحدهای مرجع در هر مرحله و محاسبهٔ تصویر واحدهای ناکار وجود ندارد.

Archive of SID

www.SID.ir

روش‌شناسی پژوهش

ارزیابی عملکرد صنعت بانکداری کار بسیار دشواری است. عملکرد بانک‌ها از فرایندهای مختلفی تشکیل می‌شود و شعب بانک در اندازه‌های مختلف، در حالی که در مناطق گوناگون فعالیت می‌کنند، خدمات متنوعی را به مشتریان گوناگون ارائه می‌دهند. چنین ارزیابی عملکردی هم در کشور و هم در مقیاس جهانی، یک موضوع مهم برای پژوهش و بررسی دائمی و همیشگی است.

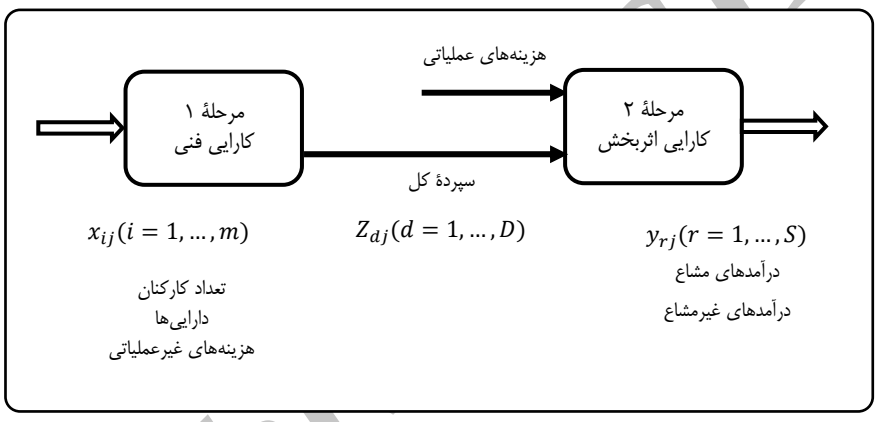
پژوهش حاضر قصد دارد تا شعب یکی از بانک‌های استان گیلان را با استفاده از تحلیل پوششی داده‌های شبکه‌ای مبتنی بر متغیرهای کمکی ارزیابی کند. از مزیت‌های عمدهٔ مدل استفاده‌شده در این پژوهش، قابل استفاده‌بودن برای فرایندهای شبکه‌ای با هر تعداد مرحله، امکان وجود متغیرهای خروجی و ورودی مستقل در مراحل میانجی، امکان شناسایی واحدهای مرجع در هر مرحله و محاسبهٔ تصویر واحدهای ناکارا برای رسیدن به کارایی ۱۰۰ درصد، قدرت تفکیک بالا و سنجش عمق ناکارایی (به‌دلیل استفاده از مدل SBM)، امکان محاسبهٔ کارایی‌های بخشی در قالب رویکرد منسجم و یکپارچه و لحاظ‌کردن وزن و اهمیت هر یک از مراحل در مدل ارزیابی کارایی، است.

در مطالعات مربوط به کارایی صنعت بانکداری، دو رویکرد اصلی در تعیین نهاده‌ها و ستانده‌ها وجود دارد و از دیدگاه‌های مختلف، فعالیت‌های بانکی را نمایش می‌دهد که یکی رویکرد تولیدی و دیگری رویکرد واسطه‌گری است. در رویکرد تولیدی، بانک‌ها بنگاه‌هایی هستند که از نیروی انسانی و سایر منابع فیزیکی به‌عنوان ورودی برای تولید انواع مختلف حساب‌های سپرده استفاده می‌کنند. رویکرد تولیدی بر فعالیت‌های عملیاتی تأکید دارد و مجموعهٔ ورودی‌های این رویکرد، تنها شامل ورودی‌های فیزیکی (مثل کارکنان، مواد، فضا یا تجهیزات) یا هزینه‌های مربوط به آنها می‌شود. با توجه به این که در رویکرد تولیدی، تنها فرایند عملیاتی مد نظر است؛ هزینه‌های سود سپرده در این رویکرد وجود ندارد. خروجی‌های این رویکرد، خدمات فراهم‌شده برای مشتریان را نمایش می‌دهد؛ اما با توجه به این که داده‌های مربوط به جزئیات برخی از معاملات معمولاً موجود نیست؛ سپرده به‌عنوان نماینده‌ای برای سطح خدمات ارائه‌شده، یکی از خروجی‌های مهم این مرحله است (کامانو و دایسون، ۲۰۰۵). در رویکرد واسطه‌گری، بانک‌ها واسطه‌های خدمات مالی (منابع میانجی بین پس‌اندازکنندگان و سرمایه‌گذاران) تلقی می‌شوند. در این رویکرد، بانک سپرده‌ها را از مشتریان می‌پذیرد و آنها را به وام تبدیل‌کرده و به متقاضیان می‌دهد و کسب درآمد می‌کند. در این رویکرد، منابع مالی (سپرده‌ها) و هزینه‌های مربوط به سود پرداختی به سپرده‌ها، نهاده تلقی می‌شوند؛ زیرا سپرده‌ها مهم‌ترین مواد خامی هستند که در فرایند

Archive of SID

www.SID.ir

واسطه‌گری مالی تبدیل می‌شوند. درآمدها و سایر فعالیت‌های درآمدزا نیز، ستانده هستند (برگر و هامفری، ۱۹۹۷؛ مستر، ۱۹۹۷). بنابراین با توجه به پژوهش‌های انجام شده در این حوزه، فرایند شبکه‌ای عملکرد در صنعت بانکداری به‌صورت شکل ۲ ترسیم شد. در مرحلهٔ ۱ که با رویکرد تولیدی است، ورودی‌های تعداد کارکنان، دارایی‌ها و هزینه‌های غیرعملیاتی (شامل هزینه‌های پرسنلی، عمومی و اداری، جوایز و تبلیغات، و....) مصرف می‌شوند تا سپرده تولید شود. از آنجا که رویکرد تولیدی بر فعالیت‌های عملیاتی تأکید دارد و معیار کارایی بیان‌کنندهٔ توانایی سازمان در دستیابی به خروجی(ها) با در نظر گرفتن حداقل ورودی(ها) است، یا به بیان دیگر، کارایی نسبت خروجی‌ها به ورودی‌هاست؛ مرحلهٔ ۱، مرحلهٔ کارایی فنی نام‌گذاری شده است.



شکل ۲. فرایند شبکه‌ای ارزیابی عملکرد صنعت بانکداری

در مرحلهٔ ۲ که با رویکرد واسطه‌گری انجام شده است، هزینه‌های عملیاتی (شامل هزینه‌های سود سپرده) و کل سپردهٔ تولیدشده از مرحلهٔ ۱، به‌عنوان ورودی مصرف و درآمدهای مشاع[۱] و غیرمشاع[۲] تولید می‌شود. از آنجا که رویکرد واسطه‌گری برای بررسی این که چگونه شعبه‌ای به‌صورت نظام‌مند در جمع‌آوری سپرده‌ها و سایر سرمایه‌ها از مشتریان و دستیابی به اهداف اصلی که همان تزریق سرمایه به بخش‌های مختلف و کسب درآمد است، موفق‌تر بوده، استفاده

---

۱. درآمدهای مشاع بخشی از درآمد بانک است که به‌واسطهٔ مشارکت با افراد به‌دست می‌آید.

۲. درآمدهای غیرمشاع دسته‌ای دیگر از درآمدهای بانک است که به‌واسطهٔ دریافت کارمزد خدمت‌رسانی‌ها و ارائهٔ مشاوره‌های مالی و سرمایه‌گذاری کسب می‌شود. از جمله این درآمدها می‌توان به خدمات اعتبار اسنادی، خدمات ضمانت‌نامهٔ بانکی، خدمات بانکداری الکترونیک، خدمات ارزی، کارمزد نگهداری اسناد و اوراق بهادار مشتریان، صدور انواع چک‌ها اشاره کرد.

www.SID.ir

می‌شود (برگر و هامفری، ۱۹۹۷) و بحث دستیابی به اهداف، مربوط به اثربخشی است[۱]؛ مرحله ۲ به‌عنوان مرحلهٔ کارایی اثربخش نامیده شده است. همچنین امتیاز کل کسب‌شده از مدل شبکه‌ای زیر نیز به‌عنوان کارایی کل شناخته می‌شود.

با توجه به این که مدل SBM دارای تغییرناپذیری واحد است (کوک و سیفورد، ۲۰۰۹) داده‌های پژوهش با استفاده از نورم $n_{ij} = a_{ij} \Big/ \sum_i a_{ij}$ بی‌مقیاس شدند که این نتایج در جدول ۱ نشان داده شده است.

جدول ۱. داده‌های مربوط به ارزیابی عملکرد شعب بانک

DMU	بخش ۱			اتصال	بخش ۲		
	ورودی ۱	ورودی ۲	ورودی ۳	۱→۲	ورودی ۱	خروجی ۱	خروجی ۲
۱	۰/۰۵۴۳	۰/۰۴۷۶	۰/۰۷۶۴	۰/۰۴۰۵	۰/۰۴۰۳	۰/۰۴۴۵	۰/۱۰۳۸
۲	۰/۰۸۷۰	۰/۰۸۷۸	۰/۰۹۵۰	۰/۱۲۱۹	۰/۱۱۵۹	۰/۰۸۰۶	۰/۱۳۳۱
۳	۰/۰۵۴۳	۰/۰۷۷۰	۰/۰۷۶۲	۰/۰۹۹۹	۰/۱۰۲۸	۰/۰۷۱۹	۰/۰۹۱۸
۴	۰/۰۶۵۲	۰/۰۳۳۸	۰/۰۵۳۴	۰/۰۴۸۰	۰/۰۵۱۱	۰/۰۳۳۰	۰/۰۵۳۶
۵	۰/۰۴۳۵	۰/۰۵۰۲	۰/۰۴۷۵	۰/۰۵۱۱	۰/۰۵۱۱	۰/۰۵۲۳	۰/۰۳۶۷
۶	۰/۰۴۳۵	۰/۰۴۰۰	۰/۰۴۵۹	۰/۰۲۴۴	۰/۰۲۳۳	۰/۰۴۳۰	۰/۰۲۶۴
۷	۰/۰۵۴۳	۰/۰۳۶۱	۰/۰۴۲۲	۰/۰۳۶۱	۰/۰۳۴۳	۰/۰۳۷۰	۰/۰۴۳۲
۸	۰/۰۵۴۳	۰/۱۰۶۹	۰/۰۶۲۸	۰/۰۶۷۴	۰/۰۸۱۲	۰/۱۰۰۶	۰/۰۶۰۵
۹	۰/۰۶۵۲	۰/۰۴۹۴	۰/۰۶۰۱	۰/۰۵۵۲	۰/۰۵۳۷	۰/۰۴۸۹	۰/۰۴۴۸
۱۰	۰/۰۵۴۳	۰/۰۸۱۱	۰/۰۵۹۳	۰/۰۶۲۴	۰/۰۶۵۲	۰/۰۸۶۳	۰/۰۵۱۱
۱۱	۰/۰۶۵۲	۰/۰۴۵۷	۰/۰۶۱۰	۰/۰۶۴۷	۰/۰۶۴۰	۰/۰۴۵۱	۰/۰۴۵۶
۱۲	۰/۰۴۳۵	۰/۰۳۲۰	۰/۰۳۴۴	۰/۰۳۵۲	۰/۰۳۴۲	۰/۰۳۴۷	۰/۰۳۸۲
۱۳	۰/۰۵۴۳	۰/۰۴۶۶	۰/۰۴۶۱	۰/۰۴۸۰	۰/۰۴۱۱	۰/۰۴۳۵	۰/۰۶۷۷
۱۴	۰/۰۶۵۲	۰/۰۷۱۹	۰/۰۵۳۱	۰/۰۵۶۸	۰/۰۶۰۱	۰/۰۸۰۵	۰/۰۵۹۰
۱۵	۰/۰۴۳۵	۰/۰۳۳۵	۰/۰۴۱۱	۰/۰۳۴۹	۰/۰۳۱۹	۰/۰۳۸۴	۰/۰۲۹۶
۱۶	۰/۰۵۴۳	۰/۰۴۹۸	۰/۰۴۸۸	۰/۰۵۹۷	۰/۰۵۴۵	۰/۰۴۸۸	۰/۰۳۹۵
۱۷	۰/۰۴۳۵	۰/۰۴۲۲	۰/۰۳۹۵	۰/۰۴۳۸	۰/۰۴۰۷	۰/۰۴۰۰	۰/۰۳۶۶
۱۸	۰/۰۵۴۳	۰/۰۶۸۳	۰/۰۵۷۲	۰/۰۴۹۹	۰/۰۵۴۷	۰/۰۷۰۹	۰/۰۳۸۸

۱. اثربخشی، درجه‌ای است که سازمان به نتایج و اهداف مورد انتظار دست می‌یابد و توانایی سازمان در دستیابی به اهداف و مقاصد از پیش تنظیم‌شده یا پیامدهاست.

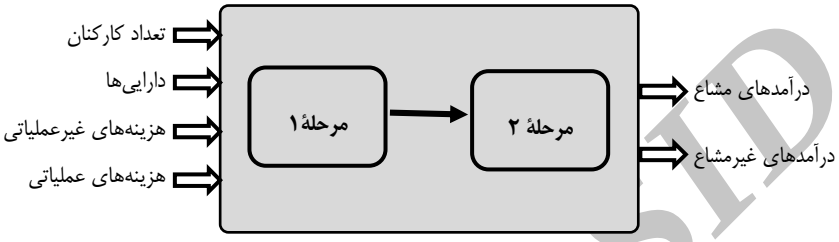
Archive of SID

www.SID.ir

یافته‌های پژوهش

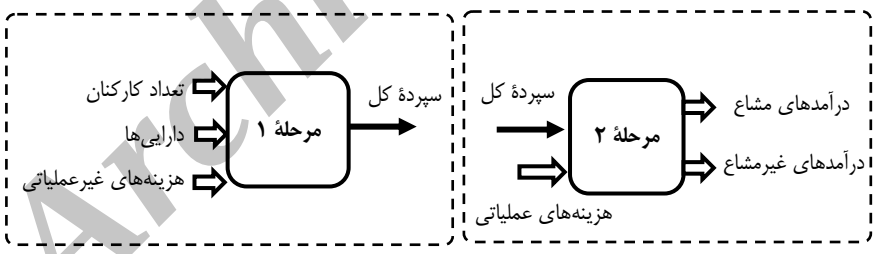
نتایج به‌کارگیری رویکردهای جعبهٔ سیاه و تفکیک

در صورت به‌کارگیری رویکرد ادغام یا جعبهٔ سیاه، مدل ارزیابی شبکه‌ای شکل ۲ به‌صورت شکل ۳ درمی‌آید. در واقع یک واحد تصمیم‌گیری کلی با چهار ورودی و دو خروجی خواهیم داشت.



شکل ۳. رویکرد جعبهٔ سیاه در ارزیابی عملکرد صنعت بانکداری

در صورت به‌کارگیری رویکرد تفکیک، مدل ارزیابی شبکه‌ای شکل ۲ به‌صورت شکل ۴ درمی‌آید. در این حالت همان‌طور که در شکل هم نشان داده شده است، اتصال بین دو بخش قطع شده است. در این حالت دو مدل جداگانه داریم که یکی ۳ ورودی و ۱ خروجی (مرحلهٔ ۱) و دیگری ۲ ورودی و ۲ خروجی (مرحلهٔ ۲) دارد.



شکل ٤. رویکرد تفکیک در ارزیابی عملکرد صنعت بانکداری

برای ارزیابی عملکرد شعب بانک با استفاده از دو رویکرد جعبهٔ سیاه و تفکیک، از مدل ۱ با بازده متغیر نسبت به مقیاس استفاده شده است؛ زیرا فرض بازده ثابت نسبت به مقیاس تنها وقتی معتبر است که همهٔ DMU ها در مقیاس بهینه فعالیت کنند (وانگ، هوآنگ، وُو و لیو، ۲۰۱۴). بنابراین کاربرد فرض بازده متغیر نسبت به مقیاس در ارزیابی کارایی بانک‌ها مناسب‌تر است؛ زیرا

Archive of SID

www.SID.ir

تصور اینکه همهٔ بانک‌های تحت بررسی در مقیاس بهینه عمل می‌کنند، منطقی به نظر نمی‌رسد. نتایج به‌دست‌آمده از به‌کارگیری دو رویکرد فوق در جدول ۲ آورده شده است (کلیهٔ مدل‌ها در محیط نرم‌افزار Lingo نوشته و حل شده‌اند). همان‌طور که در جدول ۲ نشان داده شده است، با استفاده از رویکرد جعبهٔ سیاه فقط کارایی کل به‌دست می‌آید. همچنین کارایی کل در رویکرد تفکیک بر اساس میانگین موزون امتیازهای کارایی بخش‌ها محاسبه می‌شود. بر اساس نظر خبرگان و مدیریت شعب بانک، میزان اهمیت بخش ۱ و بخش ۲ با هم برابر است ($w^{۱}=w^{۲}=۰/۵$)؛ بنابراین کارایی کل در رویکرد تفکیک با استفاده از رابطهٔ $۰/۵\times\theta_{۱}^{*}+۰/۵\times\theta_{۲}^{*}$ به‌دست آمده است.

جدول ۲. نتایج ارزیابی عملکرد شعب بانک با دو رویکرد جعبهٔ سیاه و تفکیک

DMU	رویکرد جعبهٔ سیاه (درصد)	رتبه	رویکرد تفکیک			
			کارایی کل (درصد)	رتبه	کارایی فنی (درصد)	کارایی اثربخش (درصد)
۱	۱۰۰	۱	۷۹/۴۰	۷	۵۸/۸۰	۱۰۰
۲	۱۰۰	۱	۱۰۰	۱	۱۰۰	۱۰۰
۳	۱۰۰	۱	۸۲/۵۷	۵	۱۰۰	۶۵/۱۳
۴	۱۰۰	۱	۷۴/۸۵	۱۰	۱۰۰	۴۹/۶۹
۵	۱۰۰	۱	۷۴/۱۰	۱۳	۱۰۰	۴۸/۱۹
۶	۱۰۰	۱	۷۷/۵۰	۹	۵۵/۰۰	۱۰۰
۷	۹۰/۲۹	۱۴	۷۳/۰۹	۱۴	۷۹/۷۸	۶۶/۳۹
۸	۱۰۰	۱	۸۵/۷۷	۴	۷۱/۵۴	۱۰۰
۹	۶۵/۴۷	۱۷	۶۳/۷۱	۱۸	۷۸/۶۱	۴۸/۸۱
۱۰	۱۰۰	۱	۸۷/۳۰	۲	۷۴/۶۰	۱۰۰
۱۱	۶۲/۴۳	۱۸	۶۹/۴۰	۱۷	۱۰۰	۳۸/۷۹
۱۲	۱۰۰	۱	۸۰/۵۰	۶	۱۰۰	۶۰/۹۹
۱۳	۱۰۰	۱	۷۷/۹۱	۸	۸۴/۴۵	۷۱/۳۷
۱۴	۱۰۰	۱	۸۶/۴۰	۳	۷۲/۸۰	۱۰۰
۱۵	۱۰۰	۱	۷۴/۳۵	۱۱	۹۱/۰۹	۵۷/۶۱
۱۶	۷۱/۱۶	۱۶	۷۱/۳۱	۱۵	۱۰۰	۴۲/۶۱
۱۷	۹۴/۱۳	۱۳	۷۴/۲۵	۱۲	۱۰۰	۴۸/۴۹
۱۸	۸۰/۳۱	۱۵	۷۰/۲۳	۱۶	۶۴/۶۰	۷۵/۸۵

Archive of SID

www.SID.ir

بر اساس نتایج به‌دست آمده، همبستگی شایان توجهی بین امتیازهای کارایی کل دو رویکرد فوق وجود ندارد که این کاملاً طبیعی است؛ زیرا در رویکرد جعبهٔ سیاه فعالیت‌های ارتباطی داخلی بین بخش‌ها نادیده گرفته می‌شود. همچنین امتیازهای کارایی حاصل از رویکرد جعبهٔ سیاه بیشتر از امتیازهای رویکرد تفکیک است و همان‌طور که قبلاً هم بیان شد، به‌دلیل افزایش تعداد متغیرهای ورودی و خروجی، قدرت تفکیک کمتری دارند. در واقع این دو رویکرد به‌طور منصفانه قابل مقایسه نیستند؛ زیرا تعداد ورودی‌ها و خروجی‌ها در دو مدل متفاوت است.

نتایج به کارگیری رویکرد NDEA مبتنی بر متغیرهای کمکی

در این قسمت مدل ۳ با بازده متغیر نسبت به مقیاس برای ارزیابی شعب بانک استفاده شده است. همان‌طور که قبلاً بیان شد، وزن بخش‌ها در تابع هدف برابر $w^{۱}=w^{۲}=۰/۵$ خواهد بود. نتایج به‌کارگیری مدل شبکه‌ای در جدول ۳ آورده شده است.

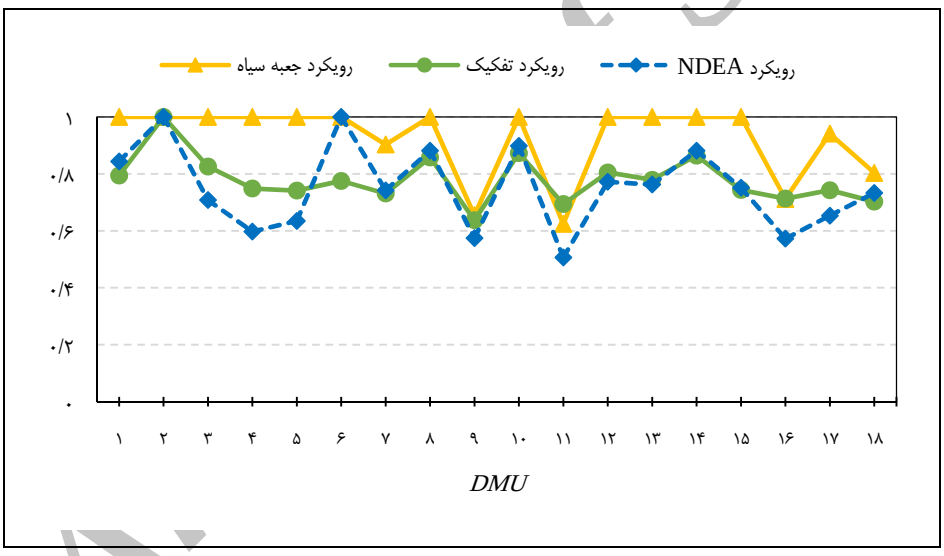
جدول ۳. نتایج ارزیابی عملکرد و رتبه‌بندی شعب بانک با رویکرد NDEA

DMU	کارایی فنی (درصد)	رتبهٔ کارایی فنی	کارایی اثربخش (درصد)	رتبهٔ کارایی اثربخش	کارایی کل (درصد)	رتبهٔ نهایی
۱	۶۸/۷۵	۱۰	۱۰۰	۱	۸۴/۳۷	۶
۲	۱۰۰	۱	۱۰۰	۱	۱۰۰	۱
۳	۷۵/۳	۷	۶۶/۳۳	۱۳	۷۰/۸	۱۲
۴	۶۲/۷۹	۱۵	۵۶/۶۶	۱۷	۵۹/۷۳	۱۵
۵	۶۳/۳۷	۱۴	۶۳/۵۵	۱۴	۶۳/۴۶	۱۴
۶	۱۰۰	۱	۱۰۰	۱	۱۰۰	۱
۷	۶۷/۷۶	۱۱	۸۰/۶۶	۹	۷۴/۲۱	۱۰
۸	۷۶/۲۶	۵	۱۰۰	۱	۸۸/۱۳	۴
۹	۵۳/۵۷	۱۷	۶۱/۲۶	۱۵	۵۷/۴۱	۱۶
۱۰	۷۹/۶۲	۳	۱۰۰	۱	۸۹/۸۱	۳
۱۱	۵۲/۹۶	۱۸	۴۸/۲۸	۱۸	۵۰/۶۲	۱۸
۱۲	۷۷/۲۰	۴	۷۷/۲۰	۱۰	۷۷/۲۰	۷
۱۳	۷۱/۴۶	۹	۸۱/۰۲	۸	۷۶/۲۴	۸
۱۴	۷۶/۲۴	۶	۱۰۰	۱	۸۸/۱۲	۵
۱۵	۷۳/۷۲	۸	۷۶/۵۴	۱۱	۷۵/۱۳	۹
۱۶	۵۷/۴۹	۱۶	۵۷/۰۱	۱۶	۵۷/۲۵	۱۷
۱۷	۶۴/۰۵	۱۲	۶۶/۵۸	۱۲	۶۵/۳۲	۱۳
۱۸	۶۳/۴۸	۱۳	۸۳/۱۰	۷	۷۳/۲۹	۱۱

Archive of SID

www.SID.ir

شکل ۵ امتیازهای کارایی کل به‌دست‌آمده از به‌کارگیری رویکردهای جعبهٔ سیاه، تفکیک و NDEA را نمایش می‌دهد. با توجه به نمودار، شکاف‌هایی بین امتیازهای سه رویکرد وجود دارد که به‌دلیل تفاوت در مفروضات این مدل‌ها روی فعالیت‌های ارتباطی بین بخش‌هاست. بر اساس شکل ۵، رویکرد جعبهٔ سیاه دارای کمترین قدرت تفکیک و پراکندگی بین امتیازها و رویکرد NDEA دارای بیشترین قدرت تفکیک و پراکندگی بین امتیازهای کارایی است. البته رویکرد تفکیک و NDEA روند کمابیش مشابهی در امتیازهای کارایی دارند، ولی همان‌طور که گفته شد رویکرد تفکیک ارتباط بین بخش‌ها را به حساب نمی‌آورد، بنابراین شکاف بین دو رویکرد تفکیک و مدل‌های شبکه‌ای به آثار شبکه‌ای و ارتباطی بین بخش‌ها دلالت دارد. از این رو، رویکرد تفکیک نمی‌تواند ارزیابی واقعی برای موقعیت‌هایی که آثار شبکه‌ای در داخل DMU ها وجود دارد، ارائه دهد.



شکل ۵. مقایسهٔ امتیاز رویکردهای جعبهٔ سیاه، تفکیک و NDEA

واحدهای تحت بررسی با توجه به مرز کارا به دو گروه واحدهای کارا و ناکارا تفکیک می‌شوند. واحدهای کارا، واحدهایی هستند که روی مرز کارا قرار گرفته‌اند و واحدهای ناکارا، واحدهایی هستند که روی مرز کارا قرار ندارند. برای محاسبهٔ تصویر واحدهای ناکارا روی مرز کارایی، می‌توان از روابط پیش‌گفته استفاده کرد. برای مثال، تصویر واحد ناکارای ۱ محاسبه شده است، جواب بهینهٔ مدل ۳ برای شعبهٔ ۱ به شرح زیر است:

www.SID.ir

$\theta^{*} = ۰/۸۴۳۶۹۸۱,$ $t = ۱/۰۰۰۰۰۰۰,$

$S_{۱}^{-(۱)*} = ۰/۰۰۹۹۱۵۳,$ $S_{۲}^{-(۱)*} = ۰/۰۱۱۹۱۳۷۶,$ $S_{۳}^{-(۱)*} = ۰/۰۳۸۵۷۵۸۹,$

$S_{۱}^{-(۲)*} = ۰/۰۰۰۰۰۰۰,$ $S_{۱}^{+(۲)*} = ۰/۰۰۰۰۰۰,$ $S_{۲}^{+(۲)*} = ۰/۰۰۰۰۰۰۰,$

$\lambda_{۳}^{(۱)} = ۰/۰۸۱۹۱۶۵۴,$ $\lambda_{۱۲}^{(۱)} = ۰/۹۱۸۰۸۳۵,$ $\lambda_{۱}^{(۲)} = ۱/۰۰۰۰۰۰۰۰,$

با استفاده از روابط موجود در مدل NSBM پیشنهادشده که قبلاً بیان شد، جواب نهایی مدل به‌صورت زیر است:

$\theta^{*} = ۰/۸۴۳۶۹۸۱,$

$s_{۱}^{-(۱)*} = ۰/۰۰۹۹۱۵۳,$ $s_{۲}^{-(۱)*} = ۰/۰۱۱۹۱۳۷۶,$ $s_{۳}^{-(۱)*} = ۰/۰۳۸۵۷۵۸۹,$

$s_{۱}^{-(۲)*} = ۰/۰۰۰۰۰۰۰,$ $s_{۱}^{+(۲)*} = ۰/۰۰۰۰۰۰,$ $s_{۲}^{+(۲)*} = ۰/۰۰۰۰۰۰۰,$

$A_{۳}^{(۱)} = ۰/۰۸۱۹۱۶۵۴,$ $A_{۱۲}^{(۱)} = ۰/۹۱۸۰۸۳۵,$ $A_{۱}^{(۲)} = ۱/۰۰۰۰۰۰۰۰,$

با توجه به نتایج مدل، واحدهای مرجع برای شعبهٔ ۱ در مرحلهٔ ۱، شعبهٔ ۳ با قیمت سایهٔ $A_{۳}^{(۱)} = ۰/۰۸۱۹۱۶۵۴$ و شعبهٔ ۱۲ با قیمت سایهٔ $A_{۱۲}^{(۱)} = ۰/۹۱۸۰۸۳۵$ است و در مرحلهٔ ۲، از آنجا که این شعبه امتیاز ۱۰۰ درصد را کسب کرده است، خود شعبهٔ ۱، واحد مرجع است. جدول ۴، تصویر ورودی‌ها، خروجی‌ها و متغیر میانجی شعبهٔ ۱، برای رسیدن به مرز کارایی را نشان می‌دهد.

همان‌طور که مشخص است، شعبهٔ ۱ برای کارا شدن در تمام بخش‌ها و رسیدن به کارایی کل ۱۰۰ درصد، باید تعداد کارکنان خود را به ۴ نفر کاهش داده و دارایی‌ها را به ۱۱۱۱۸۸ میلیون ریال و هزینه‌های غیرعملیاتی خود را به ۱۸۵۲ میلیون ریال کاهش دهد. همچنین از آنجا که شعبهٔ ۱ در مرحلهٔ ۲ (کارایی اثربخش) به امتیاز ۱۰۰ درصد دست پیدا کرده است، مقدار متغیرها بدون تغییر می‌مانند.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ٤. تصویر شعبهٔ ۱ بر مرز کارایی

متغیر	شعبهٔ ۱	تصویر	تصویر (مقدار واقعی)
کارکنان	۰/۰۵۴۳	۰/۰۵۴۳ − ۰/۰۰۹۹۱ =۰/۰۴۴۳۹ ۰/۰۸۱۹۲× (۰/۰۵۴۳) + ۰/۹۱۸۰۸× (۰/۰۴۳۵) =۰/۰۴۴۳۹	۴
دارایی‌ها	۰/۰۴۷۶	۰/۰۴۷۶ − ۰/۰۱۱۹۱=۰/۰۳۵۶۹ ۰/۰۸۱۹۲× (۰/۰۷۷۰) + ۰/۹۱۸۰۸× (۰/۰۳۲۰) =۰/۰۳۵۶۹	۱۱۱۱۸۸
هزینه‌های غیرعملیاتی	۰/۰۷۶۴	۰/۰۷۶۴ − ۰/۰۳۸۵۸=۰/۰۳۷۸۲ ۰/۰۸۱۹۲× (۰/۰۷۶۲) + ۰/۹۱۸۰۸× (۰/۰۳۴۴) =۰/۰۳۷۸۲	۱۸۵۲
سپرده	۰/۰۴۰۵	به‌عنوان خروجی بخش ۱: ۰/۰۸۱۹۲ × (۰/۰۹۹۹) + ۰/۹۱۸۰۸ × (۰/۰۳۵۲) =۰/۰۴۰۵ به‌عنوان ورودی بخش ۲: ۱ ×(۰/۰۴۰۵) =۰/۰۴۰۵	۶۹۸۷۴
هزینه‌های عملیاتی	۰/۰۴۰۳	۰/۰۴۰۳ − ۰ =۰/۰۴۰۳	۵۰۹۶
درآمدهای مشاع	۰/۰۴۴۵	۰/۰۴۴۵ + ۰=۰/۰۴۴۵	۶۰۱۷
درآمدهای غیرمشاع	۰/۱۰۳۸	۰/۱۰۳۸ + ۰ = ۰/۱۰۳۸	۱۷۴۶

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

در محیط کسب‌وکار رقابتی امروز، نیاز رو به رشدی برای شناسایی منابع ناکارامدی وجود دارد که با رویکردهای متداول مشاهده نمی‌شود. برای به‌دست آوردن اطلاعات پایاتر، موثق‌تر و جزئی‌تر در خصوص ارزیابی کارایی، می‌توان DMU ها را به‌عنوان ساختار شبکه‌ای در نظر گرفت؛ به‌طوری که برخی محصولات میانجی به‌عنوان خروجی یک مرحله و پس از آن، به‌عنوان ورودی مرحلهٔ بعد در نظر گرفته شوند. مدل‌های DEA شبکه‌ای می‌توانند توضیح دهند که چرا برخی از DMU های با امتیاز کارایی کامل محاسبه‌شده با مدل‌های جعبهٔ سیاه مرسوم، در واقع با در نظر گرفتن عملیات اجزای فرایند شبکه در محاسبات کارایی، ناکارا هستند. نتایج ارزیابی مدل‌های شبکه‌ای در نشان دادن عملکرد سیستم، بسیار واقعی‌ترند. در این پژوهش از نوعی مدل شبکه‌ای مبتنی بر متغیرهای کمکی در ارزیابی عملکرد شعب بانک استفاده شد. مزیت عمدهٔ سنجه‌های مبتنی بر متغیرهای کمکی این است که آنها کارایی DMU های کارای ضعیف را مناسب‌تر از مدل‌های شعاعی مرسوم بیان می‌کنند. همچنین نتایج ارزیابی عملکرد شعب بانک با استفاده از رویکردهای متفاوت نشان می‌دهد که مدل‌های شبکه‌ای نسبت به مدل‌های جعبهٔ سیاه مرسوم،

Archive of SID

www.SID.ir

قدرت تفکیک بیشتری دارند. علاوه‌بر این، کارایی سیستم در واقع میانگین موزون کارایی فرایندهای آن است. کارایی فرایندها و وزن‌های مرتبط با آنها به شناسایی مؤثرترین عوامل در عملکرد سیستم کمک‌کرده و کنترل خوب این عوامل به‌طور مؤثر، عملکرد سیستم را بهبود خواهد داد.

References

Athanassopoulos, A. D. (1997). Service quality and operating efficiency synergies for management control in the provision of financial services: evidence from Greek bank branches. *European Journal of Operational Research,* 98(2), 300–313.

Berger, A. N. & Humphrey, D. B. (1997). Efficiency of financial institutions: International survey and directions for future research. *European Journal of Operational Research,* 98(2), 175-212.

Camanho, A. S. & Dyson, R. G. (2005). Cost efficiency, production and value-added models in the analysis of bank branch performance. *Journal of the Operational Research Society*, 56(5), 483-494.

Charnes, A., Cooper, W. W., & Rhodes, E. (1978). Measuring the efficiency of decision making units. *European Journal of Operational Research*, 2(6), 429-444.

Cook, W. D. & Seiford, L. M. (2009). Data envelopment analysis (DEA) – Thirty years on. *European Journal of Operational Research*, 192(1), 1–17.

Drake, L., Hall, M. & Simper, R. (2009). Bank modelling methodologies: A comparative non-parametric analysis of efficiency in the Japanese banking sector. *Journal of International Financial Institutions and Money,* 19(1), 1-15.

Fukuyama, H. & Weber, W. L. (2009a). Estimating indirect allocative inefficiency and productivity change. *Journal of the Operational Research Society*, 60(11), 1594–1608.

Fukuyama, H. & Weber, W. L. (2009b). A directional slacks-based measure of technical inefficiency. *Socio-Economic Planning Sciences*, 43(4), 274–287.

Fukuyama, H. & Weber, W. L. (2010). A slacks-based inefficiency measure for a twostage system with bad outputs. *Omega*, 38(5), 239–410.

Giokas, D. I. (2008). Assessing the efficiency in operations of a large Greek bank branch network adopting different economic behaviors. *Economic Modeling*, 25(3), 559–574.

Archive of SID

www.SID.ir

Hejazi, R., Anvari Rostami, A. A. & Moghadasi, M. (2008). Total Productivity Analysis of Export Development Bank of Iran and Productivity Growth in Branches- A Data Envelopment Analysis Application. *Journal of Industrial Management*, 1(1), 39-50. (*in Persian*)

Holod, D. & Lewis, H. F. (2011). Resolving the deposit dilemma: A new DEA bank efficiency model. *Journal of Banking & Finance*, 38(11), 2801–2810.

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(1), 14-24.

Jafarian Moghaddam, A. R. & Ghoseiri, K. (2010) Fuzzy Dynamic Multi-Objective Data Envelopment Analysis Model (FDM-DEA). *Journal of Industrial Management*, 2(4), 19-36. (*in Persian*)

Kao, C. & 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(1), 418-429.

Kao, C. & Hwang, S. N. (2010). Efficiency measurement for network systems: IT impact on firm performance. *Decision Support Systems*, 48(3), 437-446.

Kao, C. (2014a). Efficiency decomposition in network data envelopment analysis with slacks-based measures. *Omega*, 45(1), 1-6.

Kao, C. (2014b). Network data envelopment analysis: A review. *European Journal of Operational Research*, 239(1), 1-16.

Khosravi, M. R. & Shahroodi, K. (2014). Applying Network Data Envelopment Analysis Model in Evaluating Efficiency of Power Transmission Sector in Iran Electricity Industry. *Journal of Industrial Management*, 6(2), 263-282. (*in Persian*)

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.

Liu, S.T. (2009). Slacks-based efficiency measures for predicting bank performance. *Expert Systems with Applications*, 36(2), 2813–2818.

Manandhar, R. & Tang, J. C. (2002). The evaluation of bank branch performance using data envelopment analysis framework. *Journal of High Technology Management Research*, 13(1), 1–17.

Mester, L.J. (1997). Measuring Efficiency at U.S. Banks: Accounting for Heterogemity is Important. *European Journal of Operational Research*, 98(2), 230-242.

Archive of SID

www.SID.ir

Portela, M. C. & Thanassoulis, E. (2007). Comparative efficiency analysis of Portuguese bank Branches. *European Journal of Operational Research*, 177(2), 1275–1288.

Salehi Sadaghiani, J., Amiri, M., Razavi, S. H., Hashemi, S. S. & Habibzadeh, A. (2009). A Linear Goal Programming Model for Calculating Common Weights in Data Envelopment Analysis Problems. *Journal of Industrial Management*, 1(2), 89-104. (*in Persian*)

Siriopoulos, C. & Tziogkidis, P. (2010). How do Greek banking in stitutions react after significant events? A DEA approach. *Omega*, 38(5), 294–308.

Tone, K. & Tsutsui, M. (2009). Network DEA: A slacks-based measure approach. *European Journal of Operational Research*, 197(1), 243–252.

Tone, K. & Tsutsui, M. (2014). Dynamic DEA with network structure: A slacks-based measureapproach. *Omega*, 42(1), 124-131.

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(1), 5-20.

Wanke, P. & Barros, C., (2014). Two-stage DEA: An application to major Brazilian banks. *Expert Systems with Applications*, 41(5), 2337-2344.

Zarei Mahmoudabadi, M., Tahari Mehrjardi, M. H. & Mahdavian, A. (2014). Evaluation of R&D Activities in Iran: Data Envelopment Analysis Approach. *Journal of Industrial Management*, 6(1), 55-74. (*in Persian*)

Zerafat Angiz, M., Emrouznejad, A., & Mustafa, A. (2012). Fuzzy data envelopment analysis: A discrete approach. *Expert Systems with Applications*, 39(3), 2263–2269.

Archive of SID

www.SID.ir