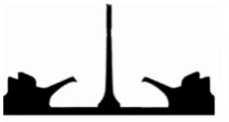
دسترسی در سایتِ http://jnrm.srbiau.ac.ir
سال هشتم، شماره سی و هشتم، مهر و آبان ۱۴۰۱
شماره شاپا: ۲۵۸۸X-۵۸۸



دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات

پژوهش‌های نوین در ریاضی

رویکرد دو مرحله‌ای تحلیل پوششی داده‌ها برای اندازه‌گیری عملکرد شعب بانک با فعالیت چندگانه

علی هادی[۱]، علیرضا امیر تیموری[۲*]، سهراب کرد رستمی[۳]، سعید محرابیان[۴]

[۱و۲] گروه ریاضی، دانشکده علوم پایه، واحد رشت، دانشگاه آزاد اسلامی، رشت، ایران
[۳] گروه ریاضی، دانشکده علوم پایه، واحد لاهیجان، دانشگاه آزاد اسلامی، لاهیجان، ایران
[۴] گروه آموزشی ریاضی، دانشکده علوم ریاضی و کامپیوتر، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران

تاریخ ارسال مقاله: ۱۳۹۹/۱۰/۲۲ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۴۰۰/۱۱/۲۰

چکیده

در این مقاله از روش تحلیل پوششی داده‌ها برای اندازه گیری کارایی، در مواردی که با ورودی‌های مشترک تفکیک ناپذیر مواجه هستیم، استفاده شده است. هدف این تحقیق، ایجاد یک رویکرد جدید بر اساس مدل‌های تحلیل پوششی داده‌ها بر اساس استفاده بهینه از ورودی‌های مشترک تفکیک ناپذیر در چندین فعالیت متفاوت می‌باشد. در این مطالعه، در مرحله اول امتیاز کارایی از چندین فعالیت محاسبه می‌شود و سپس حداکثر امتیاز کارایی مربوط به هر واحد تصمیم گیری در نظر گرفته می‌شود. در مرحله دوم امتیاز کارایی که با رویکرد جدید در ورودی‌های مشترک تفکیک ناپذیر بدست آمده است، به عنوان محدودیت جدید به مدل اضافه می‌گردد. این روش بر روی داده‌های واقعی ۲۵ شعبه یک بانک خصوصی درایران پیاده سازی شده است. لذا در مرحله اول کارایی هر شعبه محاسبه می‌شود و سپس با توجه به سه نوع فعالیت تولید، بانکداری الکترونیکی و واسطه گری، دستورالعمل‌های بهبود ارائه می‌شود. استفاده از این روش باعث ارائه یک امتیاز واقعی کارایی برای هر واحد تصمیم گیری، به جای امتیاز کارایی سنتی شده و همچنین منجر به اخذ تصمیمات ساختار یافته تر بر اساس ارزیابی عملکرد شفاف‌ترو برپایه تعاریف مبتنی بربانکداری مدرن در شعب بانک می‌گردد.

واژه‌های کلیدی: کارایی، تحلیل پوششی داده، بانک، ورودی/خروجی.

*. عهده دار مکاتبات: E-mail address: Aamirteimoori@gmail.com

۱. مقدمه

امروزه بانکداری یکی از پیچیده‌ترین صنایع در جهان است. بانک‌ها با گذشت زمان از نقش سنتی خود به عنوان واسطه‌های پولی فاصله گرفته‌اند و فعالیت‌های خود رو در رویکردهای دیگر بازار امروزی گسترش داده‌اند. در سال‌های اخیر، ظهور فن آوری های مدرن و شبکه جهانی وب باعث رونق شگرفی در فعالیت‌ها و رقابت‌های بین بانکی شده است. در واقع بانک‌های بزرگ اهداف و استراتژی‌های کلان خود را دنبال می‌کنند تا قدرت رقابتی خود را به شدت بهبود بخشند. در بانکداری نوین، ارزیابی عملکرد به ابزاری مفید در جهت مدیریت بانک تبدیل شده است. ارزیابی عملکرد شعب بانک کار بسیار دشواری است زیرا که شعب در اندازه‌های متفاوت خدمات مختلفی را به مشتریان مختلف ارائه می‌دهند. چنین ارزیابی عملکردی، نه تنها در مرزهای یک کشور بلکه در سراسر جهان، همچنان یک موضوع تحقیقاتی مهم است. در تحقیقات انجام شده روش‌های متعددی برای اندازه گیری کارایی شعب بانک استفاده شده است [1]. در دهه گذشته، تحلیل پوششی داده‌ها[۲] به عنوان ابزاری مدیریتی برای ارزیابی عملکرد مورد توجه بسیاری قرار گرفته است و از آن به طور گسترده‌ای برای ارزیابی کارایی در بخشهای دولتی و خصوصی سازمان مورد استفاده شده است. از سال ۱۹۹۷، ۶۵ مقاله با استفاده از تحلیل پوششی داده‌ها برای اندازه‌گیری کارایی در شعب بانک منتشر شده است [2]. اولین مقاله منتشر شده در مورد به کارگیری تحلیل پوششی داده‌ها در ارزیابی شعب بانک توسط شرمان و گلد منتشر شد [3]. تا قبل از سال ۱۹۷۸ تحقیقات زیادی برای محاسبه کارایی واحدهای تصمیم گیرنده یک سیستم با استفاده از روش‌های پارامتری صورت گرفته بود. عمده تحقیقات تا قبل از سال ۱۹۷۸ منجر به بوجود آمدن روش‌های پارامتری گردید. در این روش، شکل خاصی از یک تابع تولید را برای تخمین تابع تولید در نظر می‌گیرند و با استفاده از روش‌های ریاضی پارمترهای تابع را مشخص می‌نمایند. از روش‌های معروف پارمتری می‌توان روش برازش منحنی و مینیمم سازی قدر مطلق انحرافات، مینیمم سازی مجموع مربعات انحرافات و مینیمم سازی ماکزیمم انحرافات را نام برد. در تمامی روش‌های مذکور، با فرض‌هایی به تعیین پارامترها پرداخته می‌شود، اما چندین ورودی فقط یک خروجی را تولید می‌کنند. همچنین، شکل تابع، صورت خاص بین ورودی و خروجی‌ها است.

در سال ۱۹۵۷، فارل[۳] تحقیقات گسترده‌ای انجام داد. در واقع، فارل اولین کسی بود که تخمین تابع مورد نظر را به روشی غیرپارامتری به دست آورد و به خاطر این تحقیق، برنده جایزه نوبل گردید. فارل با استناد بر اصول پنج گانه مجموعه‌ای به نام مجموعه امکان تولید را ساخت و قسمتی از آن را به عنوان تخمینی از تابع تولید درنظر گرفت. چارنز[۴]، کوپر[۵] و رودز[۶] در سال ۱۹۷۸ کار فارل را به حالت چند ورودی و چند خروجی تعمیم داده و مدل *CCR* را ارائه دادند [4]. پس از آن بنکر[۷]، چارنز و کوپر در سال ۱۹۸۴ مدل *BCC* را پیشنهاد دادند که این دو مدل اساس کار مطالعات تحلیل کارایی گردید[5] . تحلیل پوششی داده‌ها روشی است که در آن با تخصیص وزن‌هایی به ورودی‌ها و خروجی‌ها، آن‌ها را به تک ورودی مجازی و تک خروجی مجازی تبدیل کرده و کارایی را نسبت خروجی مجازی به ورودی مجازی تعریف می‌کند.

[2] Data Envelopment Analysis

[3] Farrell
[4] Charnes
[5] Cooper
[6] Rhodes
[7] Banker

برای اندازه‌گیری کارایی واحدهای تولیدی از ورودی و خروجی مرتبط با فعالیت آنها استفاده می‌شود [6]. مدل‌های CCR و BBC مدل‌های ورودی و خروجی هستند. هدف از مدل‌های ورودی گرا کاهش ورودی واحدهای غیرکارا و همچنین هدف دستیابی به حد بالای کارایی است [7]. مدل‌های تحلیل پوششی داده‌ها برای کارایی ارزیابی سازمانها که همزمان چندین فعالیت را انجام می‌دهند، مار مولینرو [8] و مار مولینرو و تسای [9] مورد مطالعه قرار گرفته‌اند.

تحلیل پوششی داده‌ها با توجه به سیستم موجود در مجموعه تولید کار می‌کند. این روش واحدهای ناکارآمد را ارزیابی می‌کند، منابع غیرفعال را شناسایی می‌کند و ارزیابی مجدد تخصیص منابع را امکان پذیر می‌کند [10]. رویکرد تحلیل پوششی داده‌ها روشی را نشان می‌دهد که در آن یک نهاد ورودی و خروجی غیر متقابل چندگانه را به عنوان اندازه گیری کارایی سازمانی ترکیب می‌کند. در بسیاری از موارد، سازمان‌ها با هر پیچیدگی معمولاً از تعدادی واحد قابل شناسایی جداگانه تشکیل شده‌اند. با رقابتی شدن بازارهای مالی بانک‌ها نیز به تنوع دهی به خدمات مالی خود پرداختند تا بتوانند با کسب سودهای متنوع بتوانند در بازارهای مالی در رقابت باقی بمانند. نگوین [11] عقیده دارد که بانک‌های دارای تنوع خدماتی و فعالیت‌های چندگانه از مزایای بیشتری در بازارمالی برخوردار خواهند شد. بنابراین در ارزیابی عملکرد بانک‌ها تمامی این تنوع و فعالیت‌های مختلف مورد توجه قرار گیرند. به عنوان مثال، برخی شعب بانکی ممکن است با خدمات مختلفی که ارائه می‌دهد، با برخی دیگر از شعب مشابه قابل جداسازی باشد. شعب بانک ممکن است چندین فعالیت از جمله تولید، بانکداری الکترونیکی و واسطه گری را انجام دهند. معمولاً این سه بعد عملکرد شعب ارزیابی می‌شوند. واحد تصمیم‌گیری کارا در یک بعد تولید ممکن است در بعد واسطه گری کارا نباشد و در نتیجه امتیازات مختلف کارایی برای فعالیت‌های مختلف باید تفکیک شود [12].

بسیاری از مطالعات برای مقابله با این مشکل ورودی مشترک از نظر سازمانی و با نگاه جداسازی هزینه انجام شده است مار مولینرو و تسای [9]؛ کوک و کراس[13] ، کوک و همکاران[14] مدل تحلیل پوششی داده‌ها های براساس فعالیت چندگانه، اصلاح جدیدی از رویکردهای مرسوم تحلیل پوششی داده‌ها برای تعیین مشترک کارایی توسط بیزلی [15] پیشنهاد شد. به طور خاص، از مدل فعالیت چندگانه برای ارزیابی کارایی سازمان‌ها استفاده می‌شود که همزمان به چندین فعالیت مشغول هستند و از برخی ورودی‌ها و خروجی‌ها در بین همه فعالیت‌ها استفاده و تولید می‌شود. ویجسیری و همکاران[16] مدلی را ارائه دادند که با استفاده از ورودیهای مشترک برای مأموریت‌های دوگانه و متضاد سودآوری و مسولیت های اجتماعی در بانک‌های هند، بتواند تعادل ایجاد کند و برپایه این تعادل به ارائه میزان کارایی شعب بانگ بپردازد. مطالعه دیگری براساس ورودی‌های مشترک تفکیک ناپذیرصورت گرفته است که براساس آن مدل شبکه ایی پیشنهاد می‌گردد تا بتواند با استفاده از دو فرایند مجزا که به صورت سری و هم به صورت موازی طراحی شده‌اند بتواند برپایه ورودی‌ها مشترک تفکیک ناپذیر تخمین کارایی در سیستم بانکی را ارائه دهد[17] . بین ژانگ [18] با استفاده از مدلی خاص در تحلیل پوششی داده شبکه ایی برای ارزیابی فعالیت‌های چند گانه در صنایع پیشرفته چین، توانست به یک تخمین عملکرد واحد با وجود مشکلاتی از قبیل لایه‌های میانی شبکه و نیز ورودیهای مشترک مورد استفاده در هر نوع فعالیت دست یابد. جیان فنگ ما [19] مدل دو مرحله ایی را ارائه داد که براساس استراتژی‌های تئوری بازی و فرض‌هایی که بر این اساس تعریف

می‌کرد که می‌توانست میزان تأثیر پایه‌های استراتژی‌های فرض شده بر نحوه محاسبه کارایی را با استفاده از بهینه کردن مقادیراختصاص یافته از ورودی‌های مشترک در هر مرحله را تعیین کند.

این مقاله یک رویکرد جدید برای بررسی عملکرد شعب بانک در فعالیت‌های مختلف را بر اساس استفاده بهینه از ورودی‌های مشترک ارائه می‌دهد. درمدل ارائه شده، یک رویکرد دو مرحله‌ای برای ارزیابی عملکرد واحد تصمیم گیری در فعالیت‌های مختلف بانکی براساس ورودی‌های اشتراکی غیر قابل تفکیک استفاده شده در فعالیت‌ها در نظر گرفته شده است. در مرحله اول، سه مدل تحلیل پوششی داده‌ها برای ارزیابی سه فعالیت مهم عملکرد شعب بانک، یعنی تولید، بانکداری الکترونیکی و واسطه‌گری ساخته شده است. بنابراین در مرحله اول یک تصویر جامع از عملکرد شعب بدست می‌آید.

در مرحله دوم، از مدل CCR برای ارزیابی عملکرد شعب از سه فعالیت مختلف استفاده می‌شود. مدل‌های ورودی محور در اینجا انتخاب می‌شوند زیرا کسب و کار موجود برای یک شعبه عمدتاً به تقاضای مشتری برای خدمات یا محصولات بستگی دارد و بنابراین از عهده مدیران شعبه خارج است. به طور کلی تمرکز ما بر روی ورودی‌هاست. یعنی ورودی‌ها می‌توانند در چندین فعالیت نفش داشته باشند مثلاً سپرده‌ها در نگاه واسطه‌گری یا تولید محصول نقش دارد. به طور خاص، مدل CCR بر اساس ورودی‌های جدا نشده اشتراکی اصلاح شده است. در این مرحله محدودیت جدیدی بر اساس ورودی‌های مشترک ایجاد می‌شود و با استفاده از ورودی‌های مشترک در فعالیت‌ها بهینه سازی می‌شود. در پایان، عملکرد بر اساس یک مدل CCR جدید ارزیابی می‌شود.

این تحقیق برای پرداختن به مشکل جدی ورودی‌های مشترک طراحی شده است. ورودی‌هایی که نمی‌تواند برای تخصیص فعالیت‌های مختلف از هم جدا شود. بسیاری از مطالعات در واقع ورودی اشتراکی را به فعالیتها اختصاص می‌دهند اما آنها این نکته را در نظر نمی‌گیرند که درصورتی که ورودی‌های اشتراکی در فعالیتهای بانکی قابل تفکیک نباشند، تخصیص ورودی برای فعالیت‌های مختلف غیرقابل قبول است.

ساختار این مقاله به شرح زیر است: در بخش ۲ به طور خلاصه مدل CCR و BCC را مرور می‌کند را توصیف می‌کند. رویکرد دو مرحله‌ای مدل برای ورودی‌های مشترک در بخش ۳ توضیح داده شده است. داده‌های حاصل از مدل براساس یک مطالعه واقعی در مورد شعب بانک در بخش ۴ آورده شده است. بحث و نتیجه‌گیری نیز در بخش ۵ مقاله بیان شده است.

۲. تحلیل پوششی داده

یکی از خصوصیات مدل‌های تحلیل پوششی داده‌ها که باعث شکل گیری این نام برای آنهاست، این است که مجموعه امکان تولید این مدل‌ها، فضای محدبی را بوجود می‌آورند که شامل تمامی واحدهای ارزیابی شده، است و آنها را تحت پوشش خود قرار می‌دهد. از اینرو، به این مدل‌ها، مدل‌های پوششی نیز می گویند.

با در نظر گرفتن مجموعه امکان تولید تحت بازده به مقیاس ثابت و کاهش ورودی و ثابت نگهداشتن خروجی، برای محاسبه کارایی واحد تصمیم گیرنده تحت ارزیابی، مقداری را که با θ نشان داده می‌شود و به ازای آن، واحد تصمیم گیرنده تحت ارزیابی روی مرز قرار می‌گیرد، از حل مدل زیر بدست می‌آید.

$$\begin{aligned} &\min \quad \theta \\ &s.t. \quad (\theta X_o, Y_o) \in T_c. \end{aligned}$$

شرط عضویت در مجموعه امکان تولید تحت بازده به مقیاس ثابت آن است که $\theta X_o \geq \sum_{j=1}^{n} \lambda_j X_j$ و $Y_o \leq \sum_{j=1}^{n} \lambda_j Y_j$. به عبارت دیگر، مدل زیر جهت به دست آوردن مینیمم حل می‌گردد.

$$\begin{aligned} \min \quad & \theta \\ s.t. \quad & \sum_{j=1}^{n} \lambda_j x_j \leq \theta x_{io} \quad \text{i=1,…,m} \\ & \sum_{j=1}^{n} \lambda_j y_j \geq y_{ro} \quad r = 1,\ldots,s \\ & \lambda_j \geq 0 \quad \text{j=1,…,n.} \end{aligned}$$

مدل *CCR* ارائه شده یک مدل ورودی محور می‌باشد. تعداد ورودی‌های **m** و تعدادخروجی‌های آن **r** در نظر گرفته شده است و واحدهای تصمیم گیری **n** می‌باشد. مدل الگوی پوششی مجموعه‌ای از راه حل‌ها را ارائه می‌دهد. این راه حل‌ها، حد بالایی ایجاد می‌کنند که تمام مشاهدات را می‌پوشانند و به عنوان تحلیل پوششی داده‌ها عینیت می‌بخشد. شکل پوششی این امکان را می‌دهد که ترکیب محدب ایجاد شده، برای هر واحد کارا و میزان دخیل بودن واحدهای کارا، ضرایب در این ترکیب با λ_j مشخص شود. بنابراین مزیت اصلی شکل پوششی در نوع جوابی است که برای کارایی واحدهای مختلف به دست می‌دهد. جواب شکل پوششی در ماهیت ورودی به طور مستقیم میزان کارایی نسبی واحد تحت ارزیابی را نشان می‌دهد.

۲-۱- بهبود همزمان ورودی‌ها و خروجی‌ها به صورت غیرخطی

در روش فارل و شفرد[8] برای اندازه‌گیری کارایی، همه ورودی‌ها با یک نسبت کاهش می‌یابند و همه خروجی‌ها با یک نسبت افزایش پیدا می‌کنند. این تعدیلات نسبتی توسط برخی روش‌ها به جالش کشیده شده‌اند که یکی از آنها روش *graph efficiency* است. از پیشنهادات اولیه در ادبیات تحلیل پوششی داده‌ها این بود که بهبودهای همزمان از دیدگاه ورودی و خروجی بوسیله ترکیب اندازه گیری کارایی ورودی و خروجی فارل با استفاده از یک واحد اندازه‌گیری در نظر گرفته شود که برای این منظور روش *graph efficiency* پیشنهاد گردید.

$$G = \min\{G > 0 \mid (Gx, \frac{1}{G}y) \in T\}$$

با G، ما به دنبال کاهش ورودی‌ها و افزایش خروجی‌ها به طور همزمان (همانند روش فارل) هستیم. فقط به جای استفاده از دو مقدار مجزا در ورودی‌ها و خروجی‌ها، از G استفاده می‌کنیم یعنی با G کاهش می‌دهیم و با $1/G$ افزایش می‌دهیم. البته باید به این نکته توجه کرد که برای اینکه $(x,y) \in T$ باید $G \leq 1$ در نظر گرفته شود.

این روش را می‌توان اینطور تفسیر کرد که با تبدیل ورودی‌ها به Gx خروجی‌ها همزمان به اندازه $\frac{1}{G}y$ گسترش می‌یابند [20].

با استفاده از تکنولوژی تحلیل پوششی داده‌ها مدل زیر بدست می‌آید:

$$\begin{aligned} \min \quad & \theta \\ s.t \quad & \\ & \mathbf{X}\boldsymbol{I} \leq \theta X_P \\ & \mathbf{Y}\boldsymbol{I} \geq Y_P / \theta \\ & \boldsymbol{I} \geq 0 \end{aligned}$$

مدل *graph efficiency* در مواردی استفاده می‌شود که همیشه یک راه حل برای مسئله برنامه ریزی غیرخطی وجود دارد، در حالی که با در نظر گرفتن مساله به صورت ورودی محور یا خروجی محور، ممکن است نتوان همیشه به راه حل بهینه

[8].Shephard

ایی دست پیدا کرد. به طور کلی در عمل نمی‌توان به خاطر غیر خطی بودن این مدل به راحتی از آن استفاده کرد[21] .

۳. روش پژوهش

بانک‌ها و یا شعب بانک دارای فعالیت‌هایی هستند که می‌تواند بر مبنای واسطه گری و یا تولید محصول و یا بانکداری الکترونیک باشد. به عنوان مثال فرض کنیم یک شعبه فعالیت‌هایی مثل بانکداری شرکتی و اختصاصی و یا خرد و یا بانکداری الکترونیک انجام می‌دهد (فعالیت‌های چندگانه). در این مطالعه، فعالیت‌های شعب بانک، فعالیت واسطه گری، فعالیت بر پایه محصول و فروش آن و یا فعالیت بانکداری الکترونیک باشد. فعالیت‌های بانکی ذکر شده به علت پیچیدگی صنعت مد نظر قابلیت تفکیک در ورودی‌های مشترک را ندارد. همچنین ورودی‌های هر بعد یا فعالیت می‌تواند در نظر مدیران متفاوت باشد. حال اگر فعالیت‌ها دارای ورودی‌هایی باشد که برای چند فعالیت مشترک باشد چگونه باید با این ورودی‌ها به ارزیابی عملکرد هر فعالیت پرداخت؟ به علت عدم امکان تمایز بین میزان ورودی‌های مشترک مورد استفاده در هر فعالیت یا رویکرد، ما به جای تخصیص مقادیری از آنها به هر فعالیت، سعی در یافتن بهترین مقدار مورد استفاده در یک فعالیت و تعمیم آن به بقیه فعالیت‌ها هستیم. این راه کار می‌تواند پیچیدگی‌های تخصیص مقادیری از یک ورودی مشترک به هر فعالیت را کم کند به خصوص در صنعت بانکداری که ورودی‌ها در خیلی از مواقع قابلیت تفکیک در واقعیت را ندارند. همچنین ما نمی‌توانیم اشتراکات در هر فعالیت را جدا کنیم یعنی تمرکز ما بر روی ورودی‌هاست. یعنی ورودی‌ها می‌توانند در چندین فعالیت نفش داشته باشند مثلاً سپرده‌ها در نگاه واسطه گری یا تولید محصول نقش دارد. ما به دنبال تقسیم سپرده در دو بخش نیستیم یا در مورد نیروی انسانی نیز نمی‌توانیم این کار را انجام دهیم. مثلاً نمی‌توانیم بگوییم چه بخشی از یک نیروی انسانی (یک فرد به چند بخش تقسیم نمی‌شود بلکه بر مبنای چند مهارته بودن فرد، کارهای متفاوتی می‌تواند انجام دهد) در راستای تولید محصول بوده و چه قسمتی در راستای فعالیت واسطه گری بانک یا فعالیت در زمینه بانکداری الکترونیکی. همچنین وقتی یک بانکی دارای استراتژی جامع در فعالیت خود است از تمامی منابع خود بدون تفکیک آن‌ها در راستای تمامی فعالیت‌های تعریف شده برای بانکداری جامع استفاده می‌کند. در واقع برای یک ارزیابی جامع و صحیحی در هر سه فعالیت نیاز به یک متدلوژی برای نحوه استفاده از ورودی‌های مشترک داریم. در مورد استخراج شاخص‌های ورودی و خروجی برای هر فعالیت، از شاخص‌های کلیدی عملکرد بانک که در راه کارهای هوش تجاری مرتبط با آن فعالیت موجود است، استفاده شده است. براساس این راهکارکه به صورت داشبورد در بانک‌ها برای مدیران رده بالا نمایش داده می‌شود، هر مدیر براساس مسئولیت و ساختار تحت نظر خود (اعم از بانکداری خرد، شرکتی، بانکداری الکترونیکی یا مجازی) به اطلاعات موجود و به روز شده دسترسی دارد واین نوع اطلاعات ارائه شده ذاتاً می‌تواند به عنوان یک خروجی یا یک ورودی در ارزیابی عملکرد آن حوزه استفاده شود. همچنین از تعاریف موجود که به طبقه بندی محصولات و خدمات بانکی نظیر انواع تسهیلات و تعهدات، انواع حساب‌ها، بانکداری مجازی و موارد دیگر می‌پردازد در استخراج ورودی و خروجی‌های یک دیدگاه استفاده شده است. همچنین از ورودی و خروجی‌های مورد استفاده در بانک‌های بین المللی که در مقالات مرجع به آنها اشاره شده است نیزبه استخراج و طبقه بندی دقیق شاخص‌ها درهردیدگاه منجر شده است.

روش پیشنهادی در واقع با به کارگیری یک روش

جدید، به تخمین کارایی یک واحد در سه فعالیت مختلف بانکی براساس ورودی‌های مشترکی که در فعالیت‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرند، می‌پردازد.

روش‌های قبلی در واقع برای ورودی‌های مشترک در فعالیت‌های متفاوت محدودیتی قائل نیستند. یعنی اگر ورودی در سه فعالیت مشترک باشد، بدون در نظر گرفتن محدودیت برای آن ورودی، به محاسبه کارایی در هر سه فعالیت می‌پردازند. در این روش با در نظر گرفتن بهترین استفاده از ورودی‌های مشترک در یک فعالیت، به ایجاد محدودیتی جهت بهینه کردن استفاده از ورودی‌های مشترک و محاسبه کارایی بر مبنای استفاده بهینه از ورودی-های مشترک می‌پردازیم. مساله مهم این است که هدف هر کدام از فعالیت‌ها سودآوری بیشتر است چه به عنوان فعالیت نگریسته شود و چه به عنوان رویکرد.

راه حل ارائه شده شامل دو مرحله است: در مرحله اول چون هدف ما در هر فعالیت بانکی سودآوری است و کاهش ورودی و افزایش خروجی به طور همزمان در یک شعبه باعث افزایش سودآوری می‌شود. در این مرحله چندین q در هر فعالیت بدست می‌آید و در نهایت با انتخاب $\theta^* = \max_{t\in act} \theta^t$ به طوری که در هر رویکرد یا فعالیت این مقدار بدست آمده را در بقیه اشتراکات ورودی در نظر بگیریم. در این حالت نتیجه واقعی براساس کمبودهای ورودی در بهترین رویکرد یا فعالیت لحاظ می‌شود و یا یک محدودیت جدید براساس آن تعریف می‌شود تا دیگر واحدهای تصمیم گیری نتوانند بیش از آن استفاده کنند. در واقع این روش به دنبال میزان بهینه استفاده از یک ورودی مشترک است. براساس آن میزان واقعی کارایی در یک فعالیت بدست می‌آید. به جای تقسیم ورودی به عنوان ورودی مشترک بین فعالیت‌ها، بهینه استفاده از آن ورودی برای فعالیت‌ها در نظر گرفته می‌شود. در نتیجه با در نظر گرفتن این محدودیت در مدل مرحله دوم، مقدار امتیاز کارایی بر مبنای محدودیت جدید و فضای جواب کوچکتر انجام می‌شود.

یکی از اهداف در بانکداریی ماکزیمم کردن سود آوری است. بنابراین ما نه از ماهیت ورودی محور و نه خروجی محور استفاده می‌کنیم بلکه با استفاده ازیک مدل غیر خطی تحلیل پوششی داده‌ها به نام گراف محور[9] استفاده می‌شود [20] که می‌خواهیم همزمان کمبود در خروجی‌ها و مازاد ورودی‌ها را پوشش داده و بهبود ببخشیم. لذا در مدل پیشنهادی در مرحله اول از مدل مذکور استفاده می‌شود. ولی چون این روش قادر به ارزیابی کارایی شعبی که با ورودی‌های مشابه فعالیت‌های مختلف را انجام می‌دهند را ندارد، لذا در مرحله دوم روشی را برای پوشش این ضعف و ارزیابی دقیق‌تر کارایی شعب بانک ارائه می‌دهیم.

در روش پیشنهادی، ما با ورودیهایی که مشترک غیر قابل تفکیک هستند روبرو هسیتم بنابراین ورودی‌ها در هر فعالیت یا رویکرد را به دو قسمت وردی‌های مشترک و ورودی‌های اختصاصی رویکرد یا فعالیت تقسیم کرده و به صورت زیر نمایش می‌دهیم:

$$(x, y) = (\mathrm{x}_S, \mathrm{x}_D, \mathrm{y})$$

که در آن x_S همان ورودی‌های مشترک و x_D ورودی‌های مختص آن رویکرد یا فعالیت هستند. حال از دیدگاه ورودی اگر بخواهیم به حل مساله بپردازیم باید توجه کنیم که حد بالای ورودی‌های مشترک براساس بیشترین کارایی در هر واحد و یا میزان استفاده بهینه از آن است. به عبارتی داریم:

$$E^* = E((\mathrm{x}_D^o, \mathrm{x}_S^o, \mathrm{y}^o); T) = \min\left\{E \mid (E\mathrm{x}_D^o, \theta^* \mathrm{x}_S^o, \mathrm{y}^o)\right\}$$

[9] Graph-Oriented

پس می‌توانیم براساس مجموعه امکان تولید T، مدل برنامه ریزی خطی ذیل را برای یافتن بهترین جواب پیشنهاد کنیم:

$$\min E$$

$$s.t. \quad Ex_i^o \geq \sum_{k=1}^{k} \lambda^k x_i^k \qquad i \in D$$

$$\theta^* x_i^o \geq \sum_{k=1}^{k} \lambda^k x_i^k \qquad i \in S$$

$$y^o \leq \sum_{k=1}^{k} \lambda^k y^k$$

$$\lambda \geq 0$$

مدل فوق همواره شدنی است. ابتدا می‌توان $\theta^* = 1$ را در نظر گرفت که مساوی ماکزیمم کارایی دیدگاه‌های چند گانه است. همچنین با در نظر گرفتن مقادیر $E=1$ و $\lambda^0 = 1$ و نیز $\lambda^k = 0 \ \ (k \neq 0 \ \& \ (k=1, \dots, k))$ این مدل شدنی است.

آنچه در این مساله در نظر گرفته می‌شود شباهت زیادی به آنچه توسط روش تحلیل پوششی داده‌ها حل می‌شود، دارد. اگر توجه کنیم ما در واحدهای تصمیم‌گیری مختلف هم با به کارگیری بقیه آنها در محدودیت‌ها به دنبال بهبود ورودی‌ها بر مبنای بهترین واحد هستیم و همه را بر مبنای آن تعدیل می‌کنیم. به عبارتی دیگر ما در واقع می‌گوییم که یک واحد با مقداری از یک ورودی توانسته است به خروجی خاصی دست یابد. در این مساله هم ما با بهترین مقدار استفاده یک دیدگاه یا فعالیت از ورودی‌ها، به سراغ دیگر دیدگاه‌ها یا فعالیت‌ها می‌رویم.

یعنی به‌عبارتی هر دیدگاه یا فعالیت مانند یک واحد تصمیم‌گیری در روشهای یک مرحله‌ایی است. در حالت نرمال تحلیل پوششی داده‌ها ما به دنبال بهبود عملکرد واحدها مورد نظر بر مبنای محدودیت‌های واحدهای دیگر هستیم. در اینجا هم اگر چه به صراحت نمی‌توان این قضیه را بیان کرد ولی هر فعالیت یا دیدگاه در مرحله اول مشابه یک واحدتصمیم گیری است و در مرحله دوم ما به ساختن مدلی بر مبنای محدودیت‌های آنها در داخل مدل اقدام کرده‌ایم.

۴. کاربرد پژوهش

همانطور که قبلاً اشاره شد بانکها و یا شعب بانک دارای فعالیت‌هایی هستند که می‌تواند بر مبنای رویکرد واسطه گری، تولید محصول و یا بانکداری الکترونیک باشد. فرض کنیم فعالیت‌ها یک شعبه کلان[10] را مد نظر قرار دهیم یعنی یک شعبه فعالیت‌هایی مختلفی از قبیل بانکداری شرکتی، اختصاصی، خرد و یا بانکداری الکترونیک انجام می‌دهد یعنی به‌عبارتی فعالیت‌های چندگانه دارد. در این مطالعه فرض بر این است که فعالیت‌های شعب بانک، فعالیت‌هایی بر مبنای واسطه‌گری، فعالیت بر پایه محصول و فروش آن و یا فعالیت‌هایی در زمینه بانکداری الکترونیک باشد.

۴-۱- فعالیت واسطه گری

این فعالیت می‌تواند شامل فعالیت در زمینه بانکداری شرکتی، اختصاصی و خرد باشد. همانطور که قبلاً اشاره شد این فعالیت بانک یک الگوی کلاسیک در صنعت بانکداری است. طبق تعریف این مدل، بانک یک موسسه واسطه مالی است که توسط سپرده‌ها تأمین مالی می‌شود. این منابع پولی در فعالیت‌های مالی از طریق تسهیلات وام دهی و شرکت در بازارهای پول استفاده می‌شود. از طریق سیستم بانکی، مشتریان بدون منابع مالی با مشتریان با منابع اضافی در ارتباط هستند. ورودی‌های مشترک با فعالیت‌های دیگر و نیز ورودی‌های مختص این فعالیت به همراه

[10].Mega Branch

خروجی‌های این نوع فعالیت در جدول ۱ ذکر شده است:

۴-۲- فعالیت بانکداری الکترونیک

بانکداری الکترونیکی نوعی بانکداری است که در آن وجوه از طریق مبادله سیگنال‌های الکترونیکی به جای مبادله پول نقد، چک یا انواع دیگر اسناد کاغذی انتقال می‌یابد. انتقال وجوه بین مؤسسات مالی مانند بانکها و اتحادیه‌های اعتباری صورت می‌گیرد. همچنین ممکن است بین مؤسسات مالی و مؤسسات تجاری مانند فروشگاه‌ها نیز اتفاق بیفتد. ورودی‌های مشترک با فعالیت‌های دیگر و نیز ورودی‌های مختص این فعالیت به همراه خروجی‌های این نوع فعالیت در جدول ۲ ذکر شده است. منظور از سرویس‌های الکترونیک، ابزارهای بانکداری مدرن اعم از موبایل بانک، اینترنت بانک و سرویس‌های مشابه می‌باشد[22] .

۴-۳- فعالیت تولید محصول

قبلاً گفته شد که بطور کلی تولید، فرایندی برای تبدیل ورودی به خروجی است. بنابراین تولید به معنای ایجاد کالا و خدمات است. در این رویکرد، شعب بانکی خدمات متنوعی به مشتریان ارائه می‌دهند. یعنی براساس تعداد و تعدد محصولات فروخته شده بر مشتریان می‌توان به بررسی این فعالیت پرداخت. ورودی‌های مشترک با فعالیت دو فعالیت دیگر و نیز ورودی‌های مختص این فعالیت به همراه خروجی‌های آن جدول ۳ نمایش داده شده است.

۵. یافته‌های پژوهش

در این پژوهش، از داده‌های مربوط به ۲۵ شعبه یک بانک خصوصی استفاده شده است. داده‌های اشاره شده مربوط به فعالیت این شعب در سال ۱۳۹۸ می‌باشد. در سه جدول ۴، ۵ و ۶ آمار توصیفی این داده‌ها براساس ماهیت ورودی و خروجی بودن آنها نشان داده شده است.

پس از اینکه ورودی و خروجی هر فعالیت در شعب بانکی بدست آمد درمرحله اول با استفاده از روش *graph efficiency* مقادیر کارایی مربوط به هر سه نوع فعالیت را بدست می‌آوریم. سپس براساس روش پیشنهادی در مرحله دوم براساس محدودیت ایجاد شده روی ورودی‌های مشترک به استخراج مقادیر کارایی می‌پردازیم تا بتوانیم تخمین کارایی براساس واقعیت‌های منطبق بر ماهیت فعالیت ها را بدست آوریم. نتایج کارایی شعب که در مرحله اول و دوم بدست آمده در جداول ۷ و ۸ نشان داده شده است.

جدول ۱- ورودی و خروجی‌ها در فعالیت واسطه گری (I)

خروجی	ورودی غیرمشترک(D)	**ورودی مشترک (s)**
تسهیلات اعطایی ($y_1^{(I)}$) ضمانتامه ($y_2^{(I)}$)	هزینه کارکنان ($x_{D1}^{(I)}$)	**میانگین سپرده** ($x_{S1}^{(I)}$)

جدول ۲- ورودی و خروجی‌ها در فعالیت بانکداری الکترونیک (E)

خروجی	ورودی غیرمشترک(D)	**ورودی مشترک (S)**
تعداد مشتریان جدید خدمات الکترونیک ($y_1^{(E)}$) تعداد تراکنش‌های دستگاه *POS* ($y_2^{(E)}$)	میانگین تعداد سپرده‌ها ($x_{D1}^{(E)}$)	**میانگین سپرده** ($x_{S1}^{(E)}$) **تعداد کارکنان** ($x_{S2}^{(E)}$)

جدول ۳- ورودی و خروجی‌ها در فعالیت تولید محصول (p)

خروجی	ورودی غیرمشترک(D)	ورودی مشترک(S)
$(y_1^{(P)})$ تعداد تسهیلات اعطایی	$(x_{D2}^{(P)})$ هزینه‌ها	$(x_{S1}^{(P)})$ **میانگین سپرده**
$(y_2^{(P)})$ تعداد صدورضمانتنامه	$(x_{D2}^{(P)})$ تعداد اسناد صادر شده	$(x_{S2}^{(P)})$ **تعداد کارکنان**

جدول ۴- آمار توصیفی داده‌های ورودی و خروجی در فعالیت واسطه گری

Inputs and outputs	$(x_{S1}^{(I)})$	$(x_{D1}^{(I)})$	$(y_1^{(I)})$	$(y_2^{(I)})$
St. Dev.	939	223	4322	1082
Average	1731	985	3180	337
Min.	539	555	224	3
Max.	4013	1453	18372	4834

جدول ۵- آمار توصیفی داده‌های ورودی و خروجی در فعالیت بانکداری الکترونیک

Inputs and outputs	$(x_{S1}^{(E)})$	$(x_{S2}^{(P)})$	$(x_{D1}^{(P)})$	$(y_1^{(E)})$	$(y_2^{(E)})$
St. Dev.	2	938	7790	104	10973
Average	12	1730	17229	315	22533
Min.	9	539	8355	98	6989
Max.	15	4013	38551	558	47411

جدول ۶- آمار توصیفی داده‌های ورودی و خروجی در فعالیت تولید محصول

Inputs and outputs	$(x_{S1}^{(P)})$	$(x_{S2}^{(P)})$	$(x_{D1}^{(P)})$	$(x_{D2}^{(P)})$	$(y_1^{(P)})$	$(y_2^{(P)})$
St. Dev.	93873	2	46098	246	255	252
Average	173054	11	180518	951	443	213
Min.	53966	9	117180	589	189	10
Max.	4013336	15	303952	1385	1458	996

جدول ۷- نتایج مدل graph efficiency برای سه نوع فعالیت

DMU	Productivity	Intermediary	Electronic-Banking
1	0.6241	1	0.9361
2	1	**1**	0.916
3	0.8028	0.6038	0.8463
4	0.7368	0.5513	0.6829
5	0.8216	0.6031	0.7453
6	0.9027	0.778	0.621
7	0.7389	0.3449	0.7521
8	0.58	0.6273	0.7482
9	0.5989	0.4508	0.7268
10	0.9852	1	0.7229
11	0.601	0.9	0.9539
12	0.5047	0.3003	0.6862
13	1	0.5782	0.8619
14	0.8121	0.4956	1
15	0.6045	0.5102	0.7379
16	0.8524	0.7234	1
17	0.9126	0.2801	0.7785
18	1	0.3736	0.7929
19	0.9073	0.4007	1
20	1	0.4555	0.6426

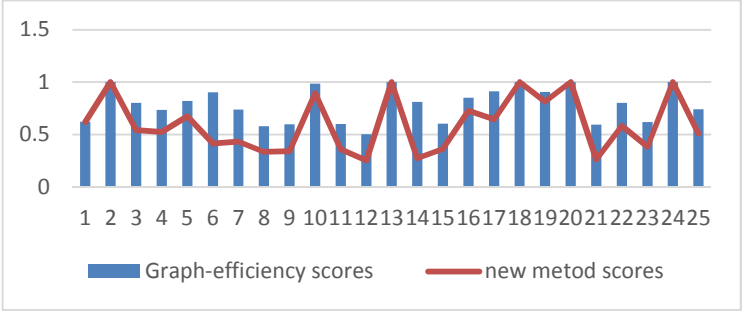
21	0.5954	0.1704	0.8857
22	0.8019	0.6997	1
23	0.6201	0.1804	0.831
24	1	0.2609	0.9439
25	0.7431	0.2413	0.9081
Sum	**19.7461**	**13.5295**	**20.7202**
Mean	**0.789844**	**0.54118**	**0.828808**

جدول ۸- کارایی بدست آمده برای فعالیت‌های سه گانه شعب در مرحله دوم

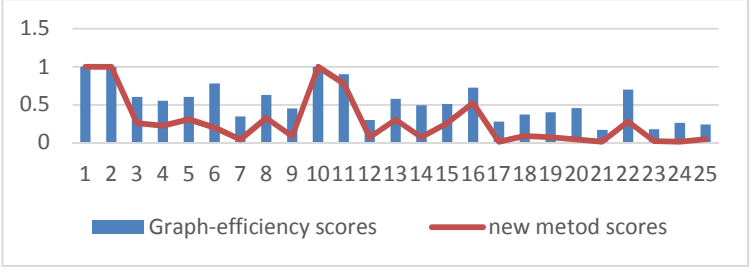
DMU	Productivity	Intermediary	Electronic-Banking
1	0.6187	1	0.8763
2	1	1	0.839
3	0.5443	0.2601	0.7133
4	0.5244	0.2254	0.4468
5	0.6747	0.3095	0.5512
6	0.4168	0.1991	0.3711
7	0.4343	0.0463	0.5657
8	0.3362	0.3279	0.5598
9	0.341	0.0847	0.5146
10	0.8938	1	0.484
11	0.3613	0.7779	0.91
12	0.255	0.073	0.4655
13	1	0.3061	0.7429
14	0.275	0.073	1
15	0.3646	0.2603	0.5445
16	0.7266	0.5233	1
17	0.6434	0.0143	0.4883
18	1	0.0885	0.6262
19	0.8144	0.0737	1
20	1	0.0442	0.2813
21	0.264	0.016	0.7055
22	0.5848	0.2812	1
23	0.3848	0.0214	0.6481
24	1	0.0164	0.887
25	0.5086	0.0482	0.8246
Sum	***14.9667***	***7.0705***	***17.0457***
Mean	***0.598668***	***0.28282***	***0.681828***

مقایسه بین نتایج بدست آمده از مدل *graph efficiency* در مرحله اول و نتایج حاصل از روش پیشنهادی در مرحله دوم نشان می‌دهد که نمرات روش جدید از نتایج کارایی بدست آمده در مرحله اول از میانگین کمتری برخوردار است. همچنین مطابق نمودار ۱، ۲ و ۳، کارایی بدست آمده برای هر واحد تصمیم‌گیری در روش جدید کمتر از میزان کارایی به دست آمده بر اساس مدل *graph efficiency* است که در واقع به دلیل ایجاد محدودیت جدید روی ورودی‌های مشترک بین فعالیت‌هاست. شایان ذکر است که بیشترین تغییر در میزان کارایی فعالیت‌ها مربوط به فعالیت واسطه گری است.

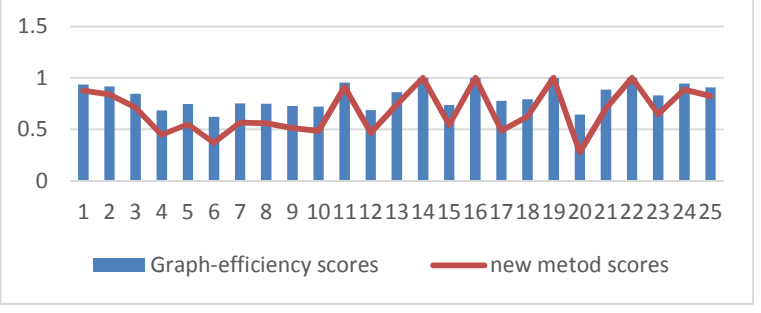
لازم به ذکر است که کارایی شعب با استفاده از نرم افزار *GAMS* محاسبه شده و نمودارهای موجود با استفاده از *EXCEL* طراحی شده‌اند.



نمودار ۱- مقایسه بین کارایی بدست آمده از مدل *efficiency graph* و روش پیشنهادی در فعالیت تولید محصول



نمودار ۲- مقایسه بین کارایی بدست آمده از مدل graph efficiency و روش پیشنهادی در فعالیت واسطه گری



نمودار ۳- مقایسه بین کارایی بدست آمده از مدل efficiency graph و روش پیشنهادی در فعالیت بانکداری الکترونیک

۶. بحث و نتیجه‌گیری

هدف به منظور بررسی عملکرد شعب بانک در فعالیت‌های مختلف براساس استفاده بهینه از ورودی‌های مشترک غیرقابل تقسیم است. هدف اصلی از ارائه این روش، مرور دقیق رویکردهای موجود و بحث در مورد چالشهای فنی برای تخصیص ورودی مشترک در فعالیت‌ها است و این مشکل با اختصاص مقادیری از هر ورودی به هر کدام از فعالیت‌ها متفاوت است. در این پژوهش، روشی را پیشنهاد کرده‌ایم که بهینه سازی استفاده از ورودی مشترک است و به جای تقسیم ورودی بین فعالیت‌ها استفاده بهینه از ورودی برای فعالیت‌ها در نظر گرفته شده است. دربررسی این روش پیشنهادی نیز از داده‌های مالی ۲۵ شعبه بانکی استفاده شده است. این روش بهینه ورودی‌های اشتراکی که در چندین فعالیت استفاده می‌شود را ارائه می‌دهد. در واقع با این روش هم نحوه استفاده بهینه از ورودی‌های مشترک را ارائه می‌دهیم و نیز استفاده سایر فعالیت‌ها از این ورودی‌ها را محدود می‌کنیم. مقایسه بین مدل جدید و مدلهای موجود در ورودی اشتراکی نشان می‌دهد که امتیاز کارایی هر واحد تصمیم‌گیری در فعالیت مشخص شده پایین‌تر از امتیاز بازده حاصل از روش‌های سنتی است. این به این واقعیت مربوط می‌شود که روش‌های سنتی محدودیتی در نحوه استفاده از ورودی‌های مشترک غیرقابل تفکیک در هر فعالیت در نظر نمی‌گیرند. خلاصه اینکه روش جدید به دستیابی به نتایج واقعی‌تر برای نمرات کارایی هر فعالیت در شعب بانک کمک کرده است. در مطالعات آینده می‌توان به توسعه مدل تحلیل پوششی داده‌ها براساس تعریف فعالیت‌ها یا رویکردها به صورت شبکه ایی و نیز توسعه مدل تحلیل پوششی داده‌ها براساس خروجی‌های نامطلوب مشترک در فعالیت‌های دربرگیرنده خروجی‌های نامطلوب پرداخت و اثرات ان را بر روی کارایی واحدهای تصمیم‌گیر با فعالیت‌های چندگانه مشاهده نمود.

فهرست منابع

1. Paradi JC, Rouatt S, Zhu H. Two-stage evaluation of bank branch efficiency using data envelopment analysis. Omega. 2011 Jan 1;39(1): 99-109.

2. Škare M, Rabar D. Measuring economic growth using data envelopment analysis. Amfiteatru Economic Journal. 2016;18(42):386-406.

3. Sherman HD, Gold F. Bank branch operating efficiency: Evaluation with data envelopment analysis. Journal of banking & finance. 1985 Jun 1;9(2):297-315.

4. Charnes A, Cooper WW, Rhodes E. Measuring the efficiency of decision making units. European journal of operational research. 1978 Nov 1;2(6):429-44.

5. Banker RD, Charnes A, Cooper WW. Some models for estimating technical and scale inefficiencies in data envelopment analysis. Management science. 1984 Sep;30(9):1078-92.

6. Tran KD, Bhaskar A, Bunker J, Lee B. Data Envelopment Analysis (DEA) based transit routes performance evaluation. InProceedings of the Transportation Research Board (TRB) 96th Annual Meeting 2017 (pp. 1-23). Transportation Research Board (TRB).

7. Stawowy A, Duda J. A Study of the Efficiency of Polish Foundries Using Data Envelopment Analysis. Archives of Foundry Engineering. 2017;17(1).

8. Molinero CM. On the joint determination of efficiencies in a data envelopment analysis context. Journal of the Operational Research Society. 1996 Oct;47(10):1273-9.

9. Molinero C, Tsai PF. Some mathematical properties of a DEA model for the joint determination of efficiencies. Journal of the Operational Research Society. 1997 Jan;48(1):51-6.

10. Liu JS, Lu LY, Lu WM, Lin BJ. A survey of DEA applications. Omega. 2013 Oct 1;41(5):893-902.

11. Nguyen TL. Diversification and bank efficiency in six ASEAN countries. Global Finance Journal. 2018 Aug 1;37:57-78.

12. Beasley JE. Allocating fixed costs and resources via data envelopment analysis. European Journal of Operational Research. 2003 May 16;147(1):198-216.

13. Cook WD, Kress M. Characterizing an equitable allocation of shared costs: A DEA approach. European Journal of Operational Research. 1999 Dec 16;119(3):652-61.

14. Cook WD, Hababou M, Tuenter HJ. Multicomponent efficiency measurement and shared inputs in data envelopment analysis: an application to sales and service performance in bank branches. Journal of productivity Analysis. 2000 Nov;14(3):209-24.

15. Beasley JE. Determining teaching and research efficiencies. Journal of the operational research society. 1995 Apr;46(4):441-52.

16. Wijesiri M, Martínez-Campillo A, Wanke P. Is there a trade-off between social and financial performance of

public commercial banks in India? A multi-activity DEA model with shared inputs and undesirable outputs. Review of Managerial Science. 2019 Apr;13(2):417-42.

17. Phung MT, Cheng CP, Guo C, Kao CY. Mixed network DEA with shared resources: a case of measuring performance for banking industry. Operations Research Perspectives. 2020 Jan 1;7:100173.

18. Zhang B, Luo Y, Chiu YH. Efficiency evaluation of China's high-tech industry with a multi-activity network data envelopment analysis approach. Socio-Economic Planning Sciences. 2019 Jun 1;66:2-9.

19. Ma J, Qi L, Deng L. Additive centralized and Stackelberg DEA models for two-stage system with shared resources. International Transactions in Operational Research. 2020 Jul;27(4):2211-29.

20. Bogetoft P, Otto L. Benchmarking with dea, sfa, and r. Springer Science & Business Media; 2010 Nov 19.

21. Chao CM, Yu MM, Chen MC. Measuring the performance of financial holding companies. The Service Industries Journal. 2010 Jun 1;30(6):811-29.

22. W.KENTON, 2 2018 .Available: https://www.investopedia.com/terms/b./

23. Charnes A, Cooper WW, Rhodes E. Measuring the efficiency of decision making units. European journal of operational research. 1978 Nov 1;2(6):429-44.