Journal of Operational Research in its Applications
Vol.22, NO.2, Summer 2025
ISSN: 2251-7286
DOI: 10.71773/jamlu-2025-2-2257

Analysis of a Decade of Economic Efficiency of Selected Banks in Iran with Convex-Concave Efficiency Frontier

F. Kordbacheh[1], M. Ghiyasi[2*]
[1] *M. Sc. Student, Faculty of Industrial Engineering and Management, Shahrood University of Technology, Shahrood, Iran.*
[2] *Assistant Professor, Faculty of Industrial Engineering and Management, Shahrood University of Technology, Shahrood, Iran.*

Research Paper

Received: 27 September 2024
Accepted: 21 January 2025

Abstract: Banks are financial institutions that have a direct impact on the growth and development of countries by providing liquidity to economic units. Nowadays, due to the competitive environment of banks, banks have to constantly check their performance and improve it in order to maintain their survival. Therefore, studying and evaluating efficiency and performance in the banking sector is important. The current research evaluates the economic performance of selected banks in the country using models compatible with the basics of production economics. The results of the research have been compared with the results of traditional models of performance evaluation. The data of this research is related to 14 selected banks in Iran's banking industry in the years 2019 to 2019, which were collected according to the audited financial statements of these banks during the period under review. The variables of capital, total deposits, and total assets have been used as inputs and the variable of profit as the output of the study. The results show the more favorable performance of private banks compared to public and semi-public banks.

Introduction: Given the important role that banks play in the economic growth and development of the country, banks are required to be aware of the performance of their branches in order to maintain their survival and competitive advantage. Farrell first presented the concept of efficiency in 1957. The efficiency of a decision-making unit that consists of several inputs and several outputs is calculated as the ratio of the weighted sum of outputs to inputs. For efficient units, this ratio is equal to 1. The concept of efficiency expresses the degree of success of a firm or a decision-making unit in optimally allocating inputs to produce outputs. In the literature on performance evaluation and management, different types of economic efficiency can be mentioned. In the present study, multiplicative models of efficiency evaluation that are more compatible with the principles of production economics have been used.

Materials and Methods: The parameters of capital, total deposits received and total assets are considered as research inputs and the parameter of net profit (loss) as research output, respectively. Considering the input and output values, the value of the objective function related to the radial and non-radial models under the two assumptions of constant returns to scale and variable returns to scale for each of the units has been calculated using the DEA

* *Corresponding Author: mog@shahroodut.ac.ir*

[Downloaded from jorlu.ir on 2026-11-29]

[DOI: 10.71773/jamlu-2025-2-2257]

Journal of Operational Research in its Applications
Vol.22, NO.2, Summer 2025
ISSN: 2251-7286
DOI: 10.71773/jamlu-2025-2-2257

models and Lingo software.

Results and Discussion: The use of additive and multiplicative models is preferred over the and models because they focus on reducing inputs and increasing outputs at the same time. However, what makes multiplicative models superior to additive models is that the shape of the production function in multiplicative models is S-shaped, while in additive models this function is convex. According to the principles of production economics and microeconomics, the production function is not necessarily convex and in some areas includes convexity. The multiplicative model, unlike the radial and additive models, allows for increasing, constant and decreasing marginal products along the production frontier. And it simultaneously includes three production characteristics _convexity, linearity and convexity_ of a production function, as a result of which the production function estimated in this model is superior to other models.

Conclusions: The use of additive and multiplicative models is preferred over the and models because they focus on reducing inputs and increasing outputs at the same time. However, what makes multiplicative models superior to additive models is that the shape of the production function in multiplicative models is S-shaped, while in additive models this function is convex. According to the principles of production economics and microeconomics, the production function is not necessarily convex and in some areas includes convexity. The multiplicative model, unlike the radial and additive models, allows for increasing, constant and decreasing marginal products along the production frontier. And it simultaneously includes three production characteristics _convexity, linearity and convexity_ of a production function, as a result of which the production function estimated in this model is superior to other models.

Keywords: Efficiency Assessment, Convex-Concave Efficiency Frontier, Data Envelopment Analysis, Iranian Banking Sector.

[Downloaded from jorlu.ir on 2026-11-29]

[DOI: 10.71773/jamlu-2025-2-2257]

مجله تحقیق در عملیات در کاربردهای آن، سال بیست و دوم، شماره دوم (پیاپی ۸۵)،تابستان ۰۴، ص ص ۱۷۴-۱۵۱
شاپا ۷۲۸۶-۲۲۵۱
DOI: 10.71773/jamlu-2025-2-2257

تحلیل یک دهه کارایی اقتصادی بانک‌های منتخب ایران با مرز کارای محدب-مقعر

فاطمه کرد بچه[۱]، مجتبی غیاثی[۲*]

۱- کارشناسی ارشد، گروه صنایع و مدیریت، دانشکده مهندسی صنایع و مدیریت، دانشگاه صنعتی شاهرود، شاهرود، ایران

۲- دانشیار، گروه صنایع و مدیریت، دانشکده مهندسی صنایع و مدیریت، دانشگاه صنعتی شاهرود، شاهرود، ایران

رسید مقاله: ۶ مهر ۱۴۰۳

پذیرش مقاله: ۲ بهمن ۱۴۰۳

چکیده

بانک‌ها موسسات مالی هستند که با فراهم کردن نقدینگی واحدهای اقتصادی تاثیر مستقیمی‌بر رشد و توسعه کشورها دارند. امروزه با توجه به رقابتی شدن فضای بانک‌ها، بانک‌ها ناگزیرند برای حفظ بقای خود عملکرد خود را به طور مدارم بررسی کنند و آن را بهبود بخشند. از این رو مطالعه و ارزیابی کارایی و عملکرد در بخش بانکی حایز اهمیت است. پژوهش حاضر به ارزیابی عملکرد اقتصادی بانک‌های منتخب کشور با استفاده از مدل‌های سازگار با مبانی اقتصاد تولید می‌پردازد. نتایج حاصل از پژوهش با نتایج مدل‌های سنتی ارزیابی عملکرد مقایسه شده‌اند. داده‌های این پژوهش مربوط به ۱۴ بانک منتخب در صنعت بانکداری ایران در سال‌های ۱۳۸۹ تا ۱۳۹۹ است که با توجه به صورت‌های مالی حسابرسی شده این بانک‌ها در طی دوره مورد بررسی جمع‌آوری شده است. از متغیرهای سرمایه، مجموع سپرده‌ها و مجموع دارایی‌ها به عنوان ورودی و متغیر سود به عنوان خروجی پژوهش استفاده شده است. نتایج نشان‌دهنده عملکرد مطلوب‌تر بانک‌های خصوصی در مقایسه با بانک‌های دولتی و نیمه دولتی است.

کلمات کلیدی: ارزیابی کارایی، مرز کارای محدب-مقعر، تحلیل پوششی داده‌ها، بخش بانکی ایران.

۱ مقدمه

بانک‌ها موسسات مالی پویایی هستند که در راستای یکی از ماموریت‌های خود با دریافت وجوه پس-اندازکنندگان و ارایه آن در قالب وام به سرمایه‌گزاران رابط پولی میان پس‌اندازکنندگان و سرمایه‌گزاران به حساب می‌آیند و نقدینگی را برای اشخاص حقیقی و حقوقی فراهم می‌کنند.

داشتن یک سیستم بانکی پیشرفته موجب بهبود فضای مالی کشور و درنتیجه رقابتی شدن کشورها می‌شود[۱]. با توجه به نقش اساسی که بانک‌ها در رشد و توسعه اقتصادی کشورها دارند [۲]، از اوایل دهه ۱۹۹۰ ارزیابی کارایی در حوزه ی بانکی در مطالعات بسیاری مورد توجه قرارگرفته است [۳]. امروزه نیز عواملی مانند: رشد

* عهده‌دار مکاتبات

آدرس الکترونیکی: mog@shahroodut.ac.ir

[Downloaded from jorlu.ir on 2026-11-29]

[DOI: 10.71773/jamlu-2025-2-2257]

فناوری اطلاعات و ارتباطات، جهانی‌سازی و ... موجب تغییرات ژرف در صنعت بانکداری و رقابتی شدن محیط آن شده است. در این شرایط بانک‌ها باید به طور پیوسته خدمات ارایه شده و کارآمد بودن تخصیص منابع را مورد بررسی قرار داده و در مقیاس بهینه عمل کنند. از آن‌جایی که عملکرد شعب بانک‌ها تأثیر مستقیمی‌برروی عملکرد کل بانک خواهد گذاشت، بانک‌ها ملزم‌اند برای حفظ بقا و مزیت رقابتی خود، از عملکرد شعب خود آگاه باشند [۴]. فارل در سال ۱۹۵۷ برای اولین بار مفهوم کارایی را ارایه کرد. کارایی یک واحد تصمیم‌گیری که از چندین ورودی و چندین خروجی تشکیل شده است، بصورت نسبت مجموع وزن‌دار شده خروجی‌ها به ورودی‌ها محاسبه می‌شود. برای واحدهای کارا این نسبت برابر با ۱ است. مفهوم کارایی بیان کننده میزان موفقیت یک بنگاه یا یک واحد تصمیم‌گیری (*DMU*)[1] در اختصاص بهینه ورودی‌ها در جهت تولید خروجی‌ها است. به منظور رسیدن به عملکرد مطلوب و بهبود کارایی، می‌بایست فعالیت‌هایی که در مسیر رسیدن به هدف انجام می‌شوند مورد توجه قرارگیرند.

در ادبیات ارزیابی و مدیریت عملکرد می‌توان از انواع مختلف کارایی اقتصادی نام‌برد. کارایی فنی یا تکنیکی میزان موفقیت یک واحد را در تولید بیشترین خروجی با استفاده از میزان معینی از ورودی‌ها می‌سنجد. یا متقابلاً تولید میزان مشخصی ستانده با بکارگیری کمترین سطح نهاده‌ها را می‌سنجد. کارایی ساختاری یک صنعت با محاسبه میانگین وزنی کارایی شرکت‌هایی که در آن صنعت فعالیت می‌کنند محاسبه می‌شود. ارزیابی کارایی در حوزه بانکی سیاست‌ها و راهبردهایی را برای توسعه بخش بانکی ارایه می‌دهد و با مشخص شدن نسبت خروجی تولید شده به منابع مصرفی، می‌توان در مسیر بهبود و ارتقاء کارایی گام برداشت و سودآوری و کیفیت خدمات را افزایش‌داد[۵]. همچنین ارزیابی کارایی در صنعت بانکداری از سه جهت ضرورت دارد. نخست در رابطه با اثر بخش بودن سیاست‌های دولت اطلاعاتی را در اختیار قرار می‌دهد. از طرفی عواملی که موجب تغییر در امتیاز کارایی و بروز مشکلات تحقیقاتی می‌شوند را مورد بررسی قرار می‌دهد و نهایتاً عواملی که موجب بهبود در عملکرد مدیریت می‌شوند را ارزیابی می‌کند [۳]. ارزیابی عملکرد و سنجش کارایی در بخش خدمات به طور گسترده در مطالعات متعددی مورد بررسی قرار گرفته است. یکی از ابزارهایی که برای ارزیابی کارایی مورد استفاده قرار می‌گیرد، تکنیک تحلیل پوششی داده‌ها (*DEA*)[2] می‌باشد. با این وجود تا کنون در مطالعات داخلی از مدل ضربی که سازگاری بهتری با مبانی اقتصادی تحلیل پوششی داده‌ها و اقتصاد تولید برای ارزیابی کارایی دارند استفاده نشده است. لذا از این منظر، پژوهش حاضر اولین تحقیق در مطالعات داخلی به شمار می‌آید. هدف از این پژوهش ارزیابی کارایی ۱۴ بانک منتخب در صنعت بانکداری ایران در طی سال‌های ۱۳۹۹-۱۳۸۹ با استفاده از مدل‌های شعاعی، جمعی و ضربی تحلیل پوششی داده‌ها است. در ادامه این مقاله به صورت زیر بخش بندی شده است: بخش دوم مطالعات انجام شده در زمینه ارزیابی کارایی بانکی را مورد بررسی قرار می‌دهد. در بخش سوم به روش‌شناسی پژوهش اشاره شده است، بخش چهارم داده‌ها و متغیرهای تحقیق معرفی شده است، در بخش پنجم نتایج تجربی تحقیق ارایه شده است و در پایان در مورد نتایج نهایی بحث شده است.

[1] Decision-making Unit
[2] Data Envelopment Analysis

[Downloaded from jorlu.ir on 2026-11-29]

[DOI: 10.71773/jamlu-2025-2-2257]

۲ پیشینه پژوهش

در این بخش به مرور برخی از پژوهش‌های برجسته و مهم خارجی و داخلی در حوزه ارزیابی عملکرد بانکی خواهیم پرداخت.

۲-۱ مطالعات خارجی

اولین مطالعه ارزیابی کارایی در صنعت بانکی با استفاده از تحلیل پوششی داده‌ها در سال ۱۹۸۵ توسط شرمن و گلد روی ۱۴ شعبه بانک‌های پس‌انداز آمریکا انجام شده است [۶]. برگر و همفری در پژوهش خود به بررسی ۱۳۰ مطالعه در خصوص ارزیابی کارایی مؤسسات مالی ۲۱ کشور پرداختند. نتایج حاصل از این تحقیق حاکی از آن است که روش‌های مختلفی که برای ارزیابی کارایی وجود دارند، لزوماً نتایج مشابهی ارایه نمی‌دهند [۳]. فیورنتینو و کارمان و کوتر پژوهشی در مورد بانک‌های آلمانی انجام دادند و در این پژوهش به بررسی سازگاری نمرات کارایی که با استفاده از دو روش تحلیل پوششی داده‌ها و مرز تصادفی به دست آمده‌اند، پرداختند[۷]. تیتکو و همکاران مطالعه‌ای با هدف بهبود روش ارزیابی کارایی بانک‌های لتونی با استفاده از تکنیک تحلیل پوششی داده‌ها نمرات کارایی بانک‌ها را اندازه‌گیری کردند. در این مطالعه از مدل ورودی‌محور تحلیل پوششی داده‌ها با فرض بازده متغیر نسبت به مقیاس استفاده شده است[۸]. هنریکس و همکاران با استفاده از اطلاعات مربوط به ۳۷ بانک برزیلی در طی دوره ۲۰۱۶-۲۰۱۲ و بکار گیری تکنیک تحلیل پوششی داده‌ها اقدام به ارزیابی کارایی بانکی نمودند. همچنین با تجزیه و تحلیل دلایل ناکارآمدی، به بررسی شکاف‌های موجود در مطالعات مربوط به بانک‌های برزیلی پرداختند. نتایج حاکی از آن است که بانک‌های بزرگ لزوماً کارآمد نیستند[۹]. کامارودین و همکاران در سال ۲۰۱۹ در مطالعه‌ای با هدف بررسی میزان سوددهی بانکداری اسلامی‌مالزی و شناسایی عوامل تعیین کننده داخلی (مشخص بانکی) و خارجی (اقتصاد کلان)، سطح کارایی درآمد را در بخش بانکداری اسلامی‌مالزی در سال‌های ۲۰۱۵_۲۰۰۶ با استفاده از تکنیک تحلیل پوششی داده‌ها ارزیابی کردند[۱۰]. آنتونس و همکاران با استفاده از یک مدل جدید تحلیل پوششی داده‌ها اقدام به ارزیابی کارایی ۳۹ بانک تجاری چین در طی دوره ۲۰۱۰-۲۰۱۸ کردند. در مرحله دوم این پژوهش روابط متقابل بین کارایی و برخی از متغیرهای خاص بانکی با استفاده از تکنیک تحلیل شبکه عصبی درون‌زای قوی بررسی شد. نتایج حاصل از این پژوهش نشان می‌دهد که بیشترین امتیاز کارایی به بانک‌های دولتی و کمترین امتیاز کارایی به بانک‌های تجاری روستایی مربوط می‌شود و بانک‌های خارجی بیشترین نوسان را در دوره مورد بررسی تجربه می‌کنند[۱۱]. چین چیانگ لی و همکاران با استفاده از مدل پانل تعمیم یلفته پویا، اثرات فین تک[1] را برکارایی بانک‌های تجاری در چین مورد بررسی قرار دادند. همچنین در این تحقیق برای ارزیابی بهره‌وری کل بانک‌های تجاری چین طی سال‌های ۲۰۱۹-۲۰۱۲ از مدل (DEA Malmquist) استفاده شده است[۱۲].ایوان گرژتا در یک پژوهش دو مرحله‌ای، تأثیر معرفی دو تغییر عمده نظارتی (بازل II و بازل III) را بر عملکرد بانک، از نظر اندازه، متغیرهای خاص بانک و اقتصاد کلان مورد بررسی قرار داد. در مرحله اول کارایی نسبی با استفاده از تحلیل پوششی داده‌ها محاسبه شد[۱۳]. هوآکینگ وو در پژوهش خود بر اساس رویکرد تحلیل پوششی داده‌های شبکه دو مرحله‌ای (DEA)، کارایی

[1] Financial Technology (Fin Tech)

[Downloaded from jorlu.ir on 2026-11-29]

[DOI: 10.71773/jamlu-2025-2-2257]

کلی، کارایی جمع‌آوری سرمایه و کارایی استفاده از وجوه بانک‌های تجاری چین را با استفاده از مجموعه داده‌های ۲۷ بانک تجاری از سال ۲۰۰۶ تا ۲۰۲۰ ارزیابی کرده است[۱۴]. شیائوشی و همکاران با استفاده از مدل (SBM) تحلیل پوششی داده‌ها کارایی ۳۹ بانک تجاری در چین را ارزیابی کردند. این پژوهش در دو مرحله با خروجی‌های متفاوت انجام شده است[۱۵]. در مطالعه‌ای دیگر از آنتونس و همکاران یک مدل نوآورانه تحلیل پوششی داده‌ها برای ارزیابی کارایی معرفی شده است. علاوه بر آن یک مدل برنامه ریزی رابطه ساختاری تصادفی(SSRP) بر اساس شبکه‌های عصبی برای ارزیابی روابط متقابل بین کارایی و سایر متغیرهای خاص بانک پیشنهاد شده است[۱۶]. در مطالعه شدادی و النوری، با استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌ها، حداقل مربعات معمولی و رگرسیون جندکی تاثیر عوامل زیست محیطی، اجتماعی و حاکمیتی را بر کارایی بانک‌ها مورد بررسی قرار دادند[۱۷]. در مطالعه افروج و همکاران با هدف بررسی رابطه متقابل بین کارایی بانک و وام‌های غیرجاری، از تحلیل پوششی داده‌ها برای ارزیابی کارایی فنی، تخصیصی و هزینه‌ای استفاده شده است[۱۸]. در پژوهش انجام شده توسط ونوگوپال، تاثیر ترکیب سبد وام بر کارایی انواع مختلف بانک‌ها در هند مورد بررسی قرار گرفت. در این تحقیق از تحلیل پوششی داده‌ها برای ارزیابی کارایی و از حداقل مربعات تعمیم یافته با اثرات تصادفی برای انتخاب متغیرها استفاده شد[۱۹]. زینگچن لی و همکاران با استفاده از یک مدل دو مرحله‌ای تحلیل پوششی داده‌ها کارایی بانک‌های چینی را مورد بررسی قرار دادند. نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که مدل سنتی ممکن است عملکرد بانک‌ها را بیش از حد برآورد کند[۲۰].

۲-۲ مطالعات داخلی

حسن زاده در مطالعه‌ای در سال ۱۳۸۶ با استفاده از داده‌های مربوط به ۱۴ بانک در بازه زمانی ۱۳۸۲-۱۳۷۵، شاخص کارایی را در نظام بانکی‌ایران مورد بررسی قرار داد و عوامل مؤثر بر کارایی را مورد بررسی قرار داد. در این مطالعه از تحلیل پوششی داده‌ها برای محاسبه کارایی استفاده شده است. نتایج حاصل از این تحقیق نشان می‌دهد بانک‌های خصوصی درجه کارایی فنی بالاتری در مقایسه با بانک‌های دولتی دارند[۲۱]. محرابیان و همکاران (۱۳۹۰) با استفاده از ترکیب دو روش ناپارامتریک شبکه عصبی و تحلیل پوششی داده‌ها، کارایی ۴۰ شعبه بانک را در بازه ۱۳۸۷-۱۳۸۶ را محاسبه کردند و با تجزیه و تحلیل نتایج راهکارهایی برای بهبود کارایی ارایه نمودند[۲۲]. مسگرپورامیری و یدالله زاده طبری در مطالعه خود برای ارزیابی کارایی بانک‌های خصوصی و دولتی از تکنیک تحلیل پوششی داده‌ها استفاده کردند و پس از شناسایی بانک‌های کارا و ناکارا الگویی به عنوان مرجع برای بهبود واحدهای ناکارا ارایه کردند. همچنین دراین مطالعه رابطه میان برخی از نسبت‌های مالی با کارایی بانک مشخص شده است. نتایج نشان می‌دهد از میان ۸ نسبت مالی در نظر گرفته شده، نسبت سودآوری، نسبت کفایت سرمایه، نسبت کیفیت دارایی و نسبت مدیریت تاثیر مستقیمی‌روی کارایی دارند[۲۳]. غیوری مقدم و همکاران (۱۳۹۵) در یک تحقیق دومرحله‌ای، ابتدا کارایی هزینه و سود ۱۰ بانک تجاری در ایران را با استفاده از تکنیک تحلیل پوششی داده‌ها ارزیابی کردند و در مرحله دوم رابطه میان کارایی هزینه و سود را با متغیرهایی مانند اندازه، نسبت هزینه به سود، نسبت کفایت سرمایه و سودآوری بررسی کردند. همچنین در این پژوهش برای

[Downloaded from jorlu.ir on 2026-11-29]

[DOI: 10.71773/jamlu-2025-2-2257]

بانک‌های ناکارا، راهکاری ارایه شده است که به سمت مرز کارایی حرکت کنند[۲۴]. امیری در پژوهشی در سال ۱۳۹۶ کارایی ۱۵ بانک منتخب در طی سال‌های ۱۳۹۴_۱۳۸۵ را با استفاده از تکنیک تحلیل پوششی دادها مورد بررسی قرار داد. در مرحله دوم این تحقیق با استفاده از مدل پانل تاثیر متغیرهای کلان اقتصادی، متغیرهای درون بانکی، و متغیرهای تغییر نرخ ارز بروی کارایی بررسی شده است[۲۵]. احد زاده نمین وهمکاران (۱۳۹۷) در پژوهش خود عملکرد ۴۱ شعبه یک بانک تجاری در ایران را با بکارگیری رویکرد کنترل وزن در تحلیل پوششی داده‌ها مورد بررسی قرار دادند. به منظور اندازه گیری کارایی کارایی برای این تحقیق دو شاخص ورودی و ۴ شاخص خروجی تعریف شده است. نتایج نشان می‌دهد محدودیت‌های وزنی که برای این تحقیق در نظر گرفته شده‌اند، منجر به بهبود عملکرد شعب می‌شود[۲۶]. رمضانیان و همکاران (۱۳۹۷) در پژوهشی برای شناسایی ضعف‌های مدیریتی، کارایی ۱۹ شعبه از بانک‌های خصوصی استان تهران را با استفاده از مدل جمعی شبکه‌ای و داده‌های سال ۹۲ مورد ارزیابی قرار دادند. هدف این پژوهش محاسبه کارایی کل و کارایی هریک از بخش‌های بانک‌های مورد نظر است. نتایج این تحقیق نشان می‌دهد مدل جمعی شبکه‌ای نسب به مدل جمعی ساده کارایی پایین‌تری را به‌دست می‌دهد. همین‌طور کارایی محاسبه شده توسط مدل جمعی شبکه‌ای نسبت به مدل جمعی ساده مقدار دقیق‌تری را ارایه می‌دهد[۲۷]. علی ابدالی و همکاران در سال ۱۳۹۹ با استفاده از داده‌های ۴۰ شعبه یک بانک تجاری طی دوسال متوالی ۱۳۹۳ و ۱۳۹۴ به ارزیابی کارایی در صنعت بانکداری پرداختند. در این پژوهش از روش تحلیل پوششی داده‌ها و محدودیت وزنی استفاده شده است. محدودیت ایجاد شده موجب کاهش تعداد شعب کارا شده و میانگین نمره کارایی این ۴۰ شعبه را افزایش می‌دهد. نتایج نشان می‌دهد که محدودیت وزنی استفاده شده قدرت تفکیک پذیری واحدهای تصمیم‌گیری را افزایش می‌دهد[۲۸]. پناهنده خوجین و همکاران در پژوهش خود در سال ۱۳۹۹ کارایی ۳۲ شعبه بانکی در کشور را با استفاده از مدل BCC خروجی محور بررسی کردند. در این پژوهش برای افزایش قدرت تفکیک پذیری واحدهای تصمیم‌گیری از مدل‌های برنامه ریزی آرمانی و برنامه ریزی آرمانی اصلاح شده تحلیل پوششی داده‌ها بر مبنای مدل BCC خروجی محور نیز استفاده شده است. نتایج پژوهش نشان می‌دهد که مدل برنامه‌ریزی آرمانی اصلاح شده تحلیل پوششی داده‌ها قدرت تفکیک بالاتری نسبت به مدل BCC کلاسیک و مدل برنامه ریزی آرمانی تحلیل پوششی داده‌ها دارد [۲۹]. انصاری و همکارای برای بررسی تاثیر ادغام قراردادهای هوشمند مبتنی بر بلاک چین بر کارایی عملیاتی در بانک‌ها از مدل سازی معادلات ساختاری حداقل مربعات جزئی در یک نمونه ۱۱۲ تایی از بانک‌های دولتی و خصوصی استان فارس استفاده کردند[۳۰]. اشرفی مهابادی و همکاران با استفاده از یک مدل چند دوره‌ای ارزیابی کارایی مالی که مبتنی بر تلفیق دو رویکرد تحلیل پوششی داده‌ها و تحلیل شبکه‌ای است، اقدارم به ارزیابی کارایی مالی شعب بانک ملت نمودند [۳۱]. در مطالعه‌ای که توسط تودشکی و همکاران انجام شد با استفاده از رویکرد شبکه‌ای تحلیل پوششی داده‌ها و روش تحلیل عاملی برای استخراج وزن، کارایی شعب بانک‌ها را در مراحل تولید، سرویس دهی به مشتریان خرد و تجاری-شرکتی و سودآوری مورد ارزیابی قرار دادند [۳۲].

[Downloaded from jorlu.ir on 2026-11-29]

[DOI: 10.71773/jamlu-2025-2-2257]

اغلب پژوهش‌های کاربردی صرفاً ازمدل با بازده به مقیاس ثابت یا نهایتاً مدل با بازده به مقیاس متغیر برای محاسبه و تحلیل کارایی واحدهای تصمیم گیرنده استفاده می‌کنند. هر دو این مدل‌ها یکی از اصول بنیادی تحلیل پوششی داده‌ها که اصل تحدب است فرض کرده‌اند. علی‌ایحال اصل تحدب توسط بسیاری از پژوهشگران نیز مورد سوال واقع شده است که نمی‌توان آن را بدون هیچ پشتوانه‌ای پذیرفت. لذا مدل‌های ضربی به عنوان حالت کلی‌تری نسبت به دو مدل قبل اجازه محدب نبودن مجموعه امکان تولید را نیز به تخمین گر می‌دهد. مقاله حاضر که به‌عنوان نخستین پژوهش در کشور به بررسی دهه کارایی اقتصادی بانک‌های منتخب کشور با مرز کارای محدب-مقعر پرداخته است.

۳ روش شناسی پژوهش

۳-۱ تکنولوژی و مجموعه امکان تولید

یک فعالیت تولیدی شامل n واحد تصمیم‌گیری را در نظر بگیرید. برای هر $\forall j \in \{1,2,...,N\}$، DMU_j به‌صورت جفت ورودی خروجی (X_j, Y_j) نشان داده می‌شود که $X_j \in R^m$ بردار ورودی و $Y_j \in R^s$ بردار خروجی است. هر DMU، از m ورودی مختلف برای تولید s خروجی مختلف استفاده می‌کند. جفت ورودی خروجی (X,Y) یک فعالیت شدنی در تکنولوژی تولید نامیده می‌شود، اگر بردار خروجی Y بتواند توسط بردار ورودی X تولید شود.

مجموعه تمام فعالیت‌های شدنی در تکنولوژی تولید مجموعه امکان تولید را تشکیل می‌دهد که به صورت زیر توضیح داده می‌شود:

$$T = \{(X,Y) \in R^{m+s} \mid \text{بردار خروجی } Y \geq 0 \text{ بتواند توسط بردار ورودی } X \geq 0 \text{ تولید شود}\}$$

هر کدام از مدل‌های تحلیل پوششی داده‌ها به یک مجموعه امکان تولید منحصر به فرد وابسته هستند. برای ساخت مجموعه امکان تولید اصولی در نظر گرفته می‌شود که در زیر به توضیح آن‌ها می‌پردازیم.

اصل شمول مشاهدات: همه فعالیت‌های (X_j, Y_j) مشاهده شده به ازای هر $\forall j \in \{1,2,...,N\}$ متعلق به مجموعه امکان تولید T هستند. به عبارت دیگر: $\forall j \in \{1,2,...,N\} \Rightarrow (X_j, Y_j) \in T$

اصل تحدب: هر ترکیب خطی از اعضای T به T تعلق دارد. اگر $(X,Y), (\bar{X},\bar{Y}) \in T$ آنگاه به ازای هر $\lambda \in [0,1]$ داریم: $(\lambda X + (1-\lambda)\bar{X}, \lambda Y + (1-\lambda)\bar{Y}) \in T$

اصل بی کرانی اشعه یا اصل بازده به مقیاس ثابت: برای هر فعالیت $(X,Y) \in T$ و هر اسکالر $\lambda \geq 0$ داریم: $(\lambda X, \lambda Y) \in T$

اصل امکان پذیری تولید: اگر فعالیت $(X,Y) \in T$ انگاه هر فعالیت $(\bar{X},\bar{Y})$ که در آن $X \leq \bar{X}$ و $Y \geq \bar{Y}$ است، متعلق به T است. به عبارتی دیگر اگر خروجی Y توسط ورودی X قابل تولید باشد، انگاه Y توسط هر بردار ورودی دیگری که بزرگتر از X است، قابل تولید است. بعلاوه هر بردار خروجی که کوچکتر از Y باشد، می‌تواند توسط بردار ورودی X تولید شود.

[Downloaded from jorlu.ir on 2026-11-29]

[DOI: 10.71773/jamlu-2025-2-2257]

اصل کمینه برون یابی: مجموعه امکان تولید T کوچکترین مجموعه‌ای است که در شرایط بالا صدق می‌کند.

۳-۲ مدل سازی ریاضی ارزیابی عملکرد

تحلیل پوششی داده‌ها یک روش ناپارامتریک مبتنی بر برنامه ریزی ریاضی برای اندازه گیری کارایی واحدهای تصمیم‌گیری است که در سال ۱۹۷۸ توسط چارنز و همکاران معرفی شد و پس از آن به طور گسترده برای ارزیابی کارایی در حوزه بانکی مورد استفاده قرار گرفت. اولین مدل ارایه شده برای تحلیل پوششی داده‌ها به نام نویسندگان آن معروف به مدل CCR [1] است که در سال ۱۹۸۷ توسط چارنز، کوپر و رودز معرفی شد [۳۳]. مدل CCR تحت فرض بازده ثابت نسب به مقیاس و به‌صورت شعاعی اقدام به ارزیابی کارایی میکند. چارنز و همکاران (۱۹۷۸) مجموعه امکان تولید زیر را با فرض بازده به مقیاس ثابت برای مدل CCR استنباط کرده‌اند [۳۳] که به شرح ذیل است:

$$T_{CRS}=\left\{(X,Y)\in\mathbb{R}_{+}^{m+s}\;\middle|\;x_i\geq\sum_{j=1}^{n}\lambda_j x_{ij},i=1,\ldots,m,\;y_r\leq\sum_{j=1}^{n}\lambda_j y_{rj},r=1,\ldots,s,\;\lambda_j\geq 0,\;j=1,\ldots,n\right\}$$

اگر n واحد تصمیم‌گیری داشته باشیم و X و Y را به ترتیب به عنوان مجموعه ورودی‌ها و مجموعه خروجی‌های واحدهای تصمیم‌گیری در نظر بگیریم و از اندیس i و r به ترتیب برای نشان دادن ورودی i ام از مجموعه X و خروجی r ام از مجموعه Y استفاده کنیم، بطوری که $i=(1,\ldots,m)$ و $r=(1,\ldots,s)$. در این صورت کارایی واحد o یا DMU_o با جفت (x_o,y_o) از طریق فرمول زیر محاسبه می‌شود[2]:

$$\begin{aligned}&\min\theta_o\\&s.t.\\&\sum_{j=1}^{14}\lambda_j x_{ij}\leq\theta_o x_{io},(i=1,2,3)\\&\sum_{j=1}^{14}\lambda_j y_{rj}\geq y_{ro},(r=1)\\&\lambda_j\geq 0,(j=1,\ldots,14)\end{aligned}\qquad(1)$$

مدل بالا فرم پوششی CCR در ماهیت ورودی محور است که در صدد یافتن کمترین مقدار ورودی برای تولید در واحد تحت ارزیابی است. با رویکرد خروجی محور و در راستای یافتن حداکثر مقدار تولید با ورودی‌های موجود، فرم پوششی مدل CCR خروجی محور به صورت زیر خواهد بود:

$$\begin{aligned}&\max\varphi_o\\&s.t.\\&\sum_{j=1}^{14}\lambda_j x_{ij}\leq x_{io},(i=1,2,3)\\&\sum_{j=1}^{14}\lambda_j y_{rj}\geq\varphi_o y_{ro},(r=1)\\&\lambda_j\geq 0,(j=1,2,\ldots,14)\end{aligned}\qquad(2)$$

[1] Charnes, Cooper & Rhodes

[2] باتوجه به‌اینکه در پژوهش حاضر $n=14$ ، $i=1,2,3$ و $r=1$ است، در تمامی‌مدل‌ها اندیس‌ها با اعداد مربوط درج شده اند.

[Downloaded from jorlu.ir on 2026-11-29]

[DOI: 10.71773/jamlu-2025-2-2257]

ایراد واردشده به مدل چارنز و همکاران، وابستگی میان رتبه‌بندی واحدهای تصمیم‌گیری و واحدهای اندازه گیری استفاده شده در مدل بود. بنکر و همکاران (۱۹۸۴) با حذف اصل بازده به مقیاس ثابت از اصول مجموعه امکان تولید مدل CCR، مدل BCC [1] را که به حرف اول نام نویسندگانش معروف است، ارایه کردند. مجموعه امکان تولید مدل BCC با فرض بازده متغیر نسبت به مقیاس، به شرح ذیل است: [۳۴].

$$T_{VRS}=\left\{(X,Y)\in\mathbb{R}_{+}^{m+s}\;\middle|\;x_i\geq\sum_{j=1}^{n}\lambda_j x_{ij},i=1,...,m,y_r\leq\sum_{j=1}^{n}\lambda_j y_{rj},r=1,...,s,\sum_{j=1}^{n}\lambda_j=1,\lambda_j\geq 0,\ j=1,...,n\right\}$$

مجموعه امکان تولید T_{VRS} دارای همه ویژگی‌های مجموعه T_{CRS} است، با تفاوت اینکه اصل بازده به مقیاس ثابت از اصول آن حذف شده است. فرض بازده متغیر نسبت به مقیاس اندازه گیری کارایی فنی خالص (PTE) را فراهم می‌کند. از این رو مدل BCC نتایج قابل اعتمادتری را نسبت به مدل CCR ارایه می‌دهد [۱۰]. فرم پوششی مدل BCC ورودی محور برای DMU_o به‌صورت زیر نوشته می‌شود:

$$\begin{aligned}
&\min\theta_o\\
&s.t.\\
&\sum_{j=1}^{14}\lambda_j x_{ij}\leq\theta_o x_{io},(i=1,2,3)\\
&\sum_{j=1}^{14}\lambda_j y_{rj}\geq y_{ro},(r=1)\\
&\sum_{j=1}^{14}\lambda_j=1,(j=1,...,14)\\
&\lambda_j\geq 0
\end{aligned}\qquad (۳)$$

از این رو فرم پوششی خروجی محور آن به صورت زیر است:

$$\begin{aligned}
&\max\varphi_o\\
&s.t.\\
&\sum_{j=1}^{14}\lambda_j x_{ij}\leq x_{io},(i=1,2,3)\\
&\sum_{j=1}^{14}\lambda_j y_{rj}\geq\varphi_o y_{ro},(r=1)\\
&\sum_{j=1}^{14}\lambda_j=1,(j=1,...,14)\\
&\lambda_j\geq 0
\end{aligned}\qquad (۴)$$

در مدل‌های CCR و BCC ورودی محور $0<\theta\leq 1$ و در مدل‌های خروجی محور، $\varphi=\frac{1}{\theta}$ است. برای یک واحد کارا داریم $\theta=1$ و $\varphi=1$.

[1] Banker, Charnes & Cooper

[Downloaded from jorlu.ir on 2026-11-29]

[DOI: 10.71773/jamlu-2025-2-2257]

در راستای یافتن حداکثر هدرفت در ورودی‌ها و خروجی‌های فرآیند تولید، مدل جمعی در سال ۱۹۸۵ توسط چارنز و همکاران معرفی شد[۳۵]. مزیت اصلی مدل‌های جمعی نسبت به مدل‌های شعاعی این است که کارایی را بطور کامل ارزیابی می‌کند و نیاز به روش‌های دو مرحله‌ای نیست. برخلاف مدل‌های ورودی محور و خروجی محور که به ترتیب بر کاهش ورودی‌ها با حفظ میزان معینی از خروجی‌ها و افزایش خروجی‌ها با حفظ میزان معینی از ورودی‌ها تمرکز دارند، در مدل جمعی حرکت به سمت مرز کارایی شعاعی نیست و همزمان روی افزایش خروجی‌ها و کاهش ورودی‌ها متمرکز است. مدل جمعی با فرض بازده ثابت نسبت به مقیاس برای DMU_o به فرم زیر است:

$$
\begin{aligned}
&\min -\sum_{i=۱}^{۳} s_i^- - \sum_{r=۱}^{۱} s_r^+ \\
&s.t. \\
&\sum_{j=۱}^{۱۴} x_{ij}\lambda_j + s_i^- = x_{io}, \left(i = ۱,۲,۳\right) \\
&\sum_{j=۱}^{۱۴} y_{rj}\lambda_j - s_r^+ = y_{ro}, \left(r = ۱\right) \\
&\lambda_j \geq ۰, \left(j = ۱,۲,...,۱۴\right) \\
&s_i^-, s_r^+ \geq ۰
\end{aligned}
\qquad (۵)
$$

و مدل جمعی با فرض بازده متغیر نسبت به مقیاس نیز به صورت زیر می‌باشد.

$$
\begin{aligned}
&\min -\sum_{i=۱}^{۳} s_i^- - \sum_{r=۱}^{۱} s_r^+ \\
&s.t. \\
&\sum_{j=۱}^{۱۴} x_{ij}\lambda_j + s_i^- = x_{io}, \left(i = ۱,۲,۳\right) \\
&\sum_{j=۱}^{۱۴} y_{rj}\lambda_j - s_r^+ = y_{ro}, \left(r = ۱\right) \\
&\sum_{j=۱}^{۱۴} \lambda_j = ۱, \left(j = ۱,۲,...,۱۴\right) \\
&s_i^-, s_r^+, \lambda_j \geq ۰
\end{aligned}
\qquad (۶)
$$

در مدل فوق s_i^- متغیر مازاد متناظر با محدودیت ورودی i ام است که به هدررفت ورودی‌ها تعبیر می‌شود و در محدودیت‌های خروجی s_r^+ متغیر متناظر با محدودیت خروجی r ام می‌باشد که به میزان خروجی که امکان تولید داشته ولی در عین حال تولید نشده تعبیر می‌شود. مقدار تابع هدف در مدل جمعی غیر مثبت است و DMU_o در مدل جمعی کارای پارتو_کوپمن است اگر مقدار بهینه مدل (۵) و (۶) برابر با صفر باشد. یعنی $\sum_{i=۱}^{m} s_i^- = ۰$ و $\sum_{r=۱}^{s} s_r^+ = ۰$.

[Downloaded from jorlu.ir on 2026-11-29]

[DOI: 10.71773/jamlu-2025-2-2257]

سپس در سال ۱۹۸۲ مدل‌های ضربی تحلیل پوششی داده‌ها که مربوط به یک کلاس متفاوت از مدل‌های ارزیابی عملکرد هستند، توسط چارنز، کوپر، سیفورد و استونز ارایه شدند [۳۶]. بر خلاف مدل‌های تحلیل پوششی داده‌های قبلی که مرز تابع تولید در آن‌ها خطی بود، مرز تابع تولید در مدل‌های ضربی بصورت کاب_داگلاس (لگاریتم خطی) است. مدل‌های ضربی نسبت به مدل‌های قبلی تحلیل پوششی داده‌ها انعطاف پذیرتر بوده و مرز تابع تولید می‌تواند هر سه ویژگی تحدب، خطی و تعقر، مربوط به ویژگی‌های یک تابع تولید را اتخاذ نماید در نتیجه تولیدات حاشیه‌ای می‌توانند افزایشی، ثابت و کاهشی باشند [۳۷]. از این منظر مدل‌های ضربی انطباق بیشتری با مبانی اقتصادی ارزیابی عملکرد و اقتصاد تولید دارند. مقدار کارایی واحدهای تصمیم‌گیری (DMU) کارا در مدل‌های ضربی و جمعی بجای ۱ برابر با ۰ است. با فرض داشتن n واحد تصمیم‌گیری (DMU)، واحد j ام را که شامل بردار خروجی Y_j با s خروجی و بردار ورودی X_j با m ورودی است، در نظر می‌گیریم. فرض داریم که ارزش مقادیر ورودی و خروجی برای همه n واحد بزرگتر از مقدار واحد (۱) است. در این صورت با شرط اینکه نسبت خروجی‌های وزن دار به ورودی‌های وزن دار برای همه ی واحدها کمتر از ۱ باشد، کارایی نسبی DMU_O که شامل بردار ورودی X_o و بردار خروجی Y_o است، با استفاده از معادلات مربوط به مدل‌های ضربی تحلیل پوششی داده‌ها به‌صورت زیر محاسبه می‌شود [۳۶].

$$\max_{\mu,\nu} \frac{\prod_{r=1}^{1} y_{r_o}^{\mu_r}}{\prod_{i=1}^{3} x_{i_o}^{\nu_i}}$$

$$s.t. \frac{\prod_{r=1}^{1} y_{r_j}^{\mu_r}}{\prod_{i=1}^{3} x_{ij}^{\nu_i}} \le 1,\ j = 1,\dots,14 \qquad (۷)$$

$$\mu_r \ge 1, r = 1$$

$$\nu_i \ge 1, i = 1,2,3$$

مدل (۷)، مدل ضربی با فرض بازده ثابت نسبت به مقیاس برای DMU_o است که در آن μ_r نشان‌دهنده وزن خروجی‌ها و ν_i نشان‌دهنده وزن ورودی‌ها است و برای جلوگیری از ناکارآمدی پارتو مقدار آن‌ها بزرگ‌تر از ۱ در نظر گرفته می‌شود. به‌دلیل اینکه مدل (۷) غیر خطی است، از آن لگاریتم گرفته می‌شود و سپس به شکل مدل (۸) قابل استفاده است [۳۶].

$$\max \sum_{r=1}^{1} \mu_r \log y_{ro} - \sum_{i=1}^{3} \nu_i \log x_{io}$$

$$s.t. \sum_{r=1}^{1} \mu_r \log y_{rj} - \sum_{i=1}^{3} \nu_i \log x_{ij} \le 0,\ j = 1,\dots,14 \qquad (۸)$$

$$-\mu_r \le -1, r = 1$$

$$-\nu_i \le -1, i = 1,2,3$$

[Downloaded from jorlu.ir on 2026-11-29]

[DOI: 10.71773/jamlu-2025-2-2257]

مدل چارنز و همکاران در سال (۱۹۸۳) توسعه داده شد و مدل جدیدی برای کارایی ضربی ارایه شد که تحت فرض بازده متغیر نسبت به مقیاس عمل می‌کند. بنابر این کارایی DMU_o با استفاده از مدل ضربی با فرض بازده متغیر نسبت به مقیاس از طریق مدل زیر محاسبه می‌شود:

$$\max\left(e^{\hat{\eta}}\prod_{r=1}^{1}y_{ro}^{\mu_r}\right)\Big/\left(e^{\hat{\xi}}\prod_{i=1}^{3}x_{io}^{\nu_i}\right)$$

$$s.t.$$

$$\left(e^{\hat{\eta}}\prod_{r=1}^{1}y_{rj}^{\mu_r}\right)\Big/\left(e^{\hat{\xi}}\prod_{i=1}^{3}x_{ij}^{\nu_i}\right)\le 1,\left(j=1,\ldots,14\right) \qquad (9)$$

$$-\mu_r\le-\delta,\left(r=1\right)$$

$$-\nu_i\le-\delta,\left(i=1,2,3\right)$$

$$-\hat{\eta}\le 0,-\hat{\xi}\le 0,$$

X_{ij} ورودی i ام از وحد تصمیم‌گیری j ام $\left(DMU_j\right)$ و Y_{rj} خروجی r ام از وحد تصمیم‌گیری j ام $\left(DMU_j\right)$ است. جایی که $\delta>0$ و DMU_o یکی از n واحد تصمیم‌گیری در محدودیت‌ها است [۳۸].

٤ داده‌ها، متغیرها و نتایج پژوهش

٤-١ داده‌های پژوهش

هدف اصلی در پژوهش حاضر ارزیابی کارایی در سیستم بانکی ایران با استفاده از مدل‌های ضربی تحلیل پوششی داده‌ها است. برای این منظور یک نمونه ۱۴ تایی از بانک‌های ایرانی که ترتیب آن‌ها در جدول ۱مشخص است، انتخاب شده‌اند. با توجه به محدودیت به دسترسی داده‌های برخی از بانک‌ها و از آن جایی که برای ارزیابی کارایی نیاز داریم تا اطلاعات مربوط به همه واحدها همگن باشد، به ناچار برخی از بانک‌ها از نمونه مورد بررسی کنار گذاشته شدند. با توجه به اینکه داده‌های جدیدتر برای تمامی‌بانک‌های مورد نظر قابل دسترسی نبود، پارامترهای تحقیق شامل ورودی‌ها و خروجی‌های مشاهده شده در بازه سال‌های مالی ۱۳۸۹ تا ۱۳۹۹ استفاده شده است. به ترتیب از سه پارامتر سرمایه، مجموع سپرده‌های دریافتی و مجموع دارایی‌ها به عنوان ورودی‌های تحقیق و یک پارامتر سود (زیان) خالص به عنوان خروجی تحقیق در نظر گرفته شده‌اند.

سرمایه: سرمایه به عنوان ارزش خالص بانک یا ارزش آن در مقابل صاحبان سهام بانک است. به عبارت دیگر سرمایه بعنوان حق مالی مالی صاحبان سهام بانک، نسبت به دارایی‌های بانک تعریف میشود و از کسر بدهی‌های بانک از دارایی‌های آن قابل محاسبه است.

مجموع سپرده‌های دریافتی: سپرده‌های بانکی مبالغی هستند که توسط اشخاص حقیقی و حقوقی به امانت بانک گذاشته می‌شوند. سپرده‌های بانکی به صورت وام و تسهیلات بانکی در اختیار سرمایه گذاران و اشخاص حقیقی و حقوقی قرار می‌گیرند و از این طریق نقدیگی کشور فراهم می‌شود.

[Downloaded from jorlu.ir on 2026-11-29]

[DOI: 10.71773/jamlu-2025-2-2257]

مجموع دارایی‌ها: کلیه اموال و حقوق دارای ارزش پولی که تحت مالکیت بانک باشند، دارایی بانک نامیده می‌شوند. در تعریف دیگر دارایی شامل کلیه اموال، مطالبات و منابع اقتصادی متعلق به موسسه که در نتیجه عملیات یا رویدادهای گذشته ایجاد شده، قابل تقویم به پول و دارای منافع اقتصادی آتی باشد، بیان شده است.

سود (زیان) خالص: سود (زیان) خالص به عنوان نتیجه عملیات یک موسسه که دراینجا منظور بانک است، تعریف می‌شود. سود (زیان) خالص پس از کسر هزینه‌های صورت گرفته از درآمدهای بانک، حاصل می‌شود.

٤-٢ نتایج و یافته‌های پژوهش

با استفاده از مدل‌های ضربی و جمعی، کارایی واحدهایی که بالاترین سطح عملکردی را دارند برابر صفر به دست می‌آید واین واحد به عنوان مرجع برای بهبود سطح کارایی سایر واحدها که سطح عملکردی پایین‌تری دارند و کارایی کمتر از صفر را به خود اختصاص می‌دهند، استفاده می‌شود. اینکه یک واحد بالاترین سطح عملکردی را داشته باشد و مقدار کارایی صفر را در مدل ضربی به خود اختصاص دهد، بدین معنا نیست که در نمونه‌های مختلف هم کارآمد باشد یا نتوان سطح کارایی آن را از این میزان افزایش داد، بلکه با توجه به ورودی‌ها و خروجی‌هایی که در نمونه مورد بررسی در نظر گرفته شده‌اند، نسبت به سایر واحدها توانسته سطح عملکردی بالایی داشته و بیشترین امتیاز کارایی را به خود اختصاص دهد.

با توجه به مقادیر ورودی و خروجی، مقدار تابع هدف مربوط به مدل‌های شعاعی و غیر شعاعی برای هرکدام از واحدها با استفاده از مدل‌های DEA و نرم افزار $Lingo$ محاسبه شده و در جداول زیر ارایه شده است.

جدول ۱. مقادیر کارایی حاصل از اجرای مدل CCR ورودی محور

شماره بانک	۱۳۸۹	۱۳۹۰	۱۳۹۱	۱۳۹۲	۱۳۹۳	۱۳۹۴	۱۳۹۵	۱۳۹۶	۱۳۹۷	۱۳۹۸	۱۳۹۹
۱	۰/۹۰۳۴۷	۰/۹۱۷۱۴	۰/۷۵۵۰۷	۰/۱۳۹۷۳	۰/۷۴۷۰۸	۰/۳۸۴۱۶	۰/۲۴۵۳۹	۰/۲۴۶۳۲	۰/۳۲۴۴۳	۰/۲۸۰۳۴	۰/۲۴۴۰۹
۲	۱	۱	۱	۰/۴۱۷۸۳	۱	۰/۷۱۸۸۷	۰/۴۸۵۴	۰/۵۸۷۵۵	۱	۰/۸۴۸۴۹	۰/۸۰۴۵۹
۳	۰/۶۸۱۵۴	۰/۶۵۷۹	۰/۵۴۶۲۲	۰/۰۴۵۴۸	۰/۸۸۷۱۵	۰/۲۲۸۷۹	۰/۰۶۹۷	۰/۰۷۰۳	۰/۱۷۱۶۶	۰/۰۷۶۲	۰/۱۷۷۴
۴	۰/۰۳۲۸۷	۰/۰۲۰۱۷	۰/۰۲۶۶	۷/۴۵E-۰۶	۰/۰۲۱۵	۰/۲۷۸۵۴	۰/۰۷۶۸	۴/۱۹E-۰۶	۰/۰۱۲	۲/۸۷E-۰۶	۶/۸۹E-۰۶
۵	۰/۸۲۸۸۶	۱	۰/۸۱۳۵	۰/۰۹۴۴	۰/۲۸۲۵۹	۱	۱	۰/۱۳۰۴۷	۰/۱۴۴۴۵	۰/۱۲۵۶۸	۰/۲۳۸۵
۶	۰/۷۹۵۲۴	۱	۱	۰/۱۳۲۱۴	۰/۷۴۲۹۵	۰/۳۰۹۶۹	۰/۰۹۲۳	۰/۱۱۳۸۷	۰/۱۶۰۷۳	۰/۱۵۵۶۸	۰/۳۳۳۱۵
۷	۰/۶۰۱۷۱	۰/۶۹۳۰۲	۱	۱	۰/۰۰۵۷۲	۱	۱	۱	۱	۱	۱
۸	۰/۳۲۵۴	۰/۸۶۸۷۹	۰/۱۳۱۴۱	۰/۱۳۵۵۸	۰/۰۷۹۳	۰/۱۴۰۵۳	۰/۱۳۸۷۵	۰/۱۴۱۶۹	۰/۱۶۲۱۵	۰/۱۳۹۶۹	۰/۲۰۷۰۱
۹	۰/۶۳۸۱۵	۰/۳۵۰۳۱	۰/۳۶۹۵۵	۰/۰۵۱۹	۰/۲۶۴۰۸	۰/۱۲۵۰۱	۰/۰۳۷	۰/۰۳۴۴	۰/۰۴۲۶	۰/۰۵۷۷	۰/۱۸۴۶۶
۱۰	۰/۷۴۷۳۸	۰/۳۹۲۰۲	۰/۴۲۶۸۱	۰/۱۸۸۶۶	۰/۵۳۴۷۸	۰/۴۳۳۵۳	۰/۴۰۴۳۳	۰/۴۱۳۶۴	۰/۴۵۵۱۷	۰/۴۰۳۴۲	۰/۷۷۷۳۹
۱۱	۰/۵۱۷۹۷	۰/۱۵۳۹	۰/۸۶۷۰۳	۰/۳۸۴۲۲	۰/۴۳۹۹۷	۰/۰۰۱۲	۰/۰۰۰۱۶	۰/۳۲۰۳۱	۰/۰۰۰۱۲	۰/۶۳۰۶۹	۰/۰۷۴۹
۱۲	۰/۰۶۲۴۳	۰/۰۰۱۸۶	۰/۰۰۱۱۴	۰/۰۸۱۶	۰/۱۹۰۷۷	۰/۳۰۴۸۴	۰/۰۸۲۶	۰/۰۸۲۷	۰/۰۹۵۹	۰/۰۹۴۲	۰/۱۶۵۷۳
۱۳	۰/۶۵۱۴۱	۰/۷۶۳۶	۰/۷۲۶۸۵	۰/۳۲۸۹۳	۱	۰/۴۵۷۱۸	۰/۳۹۹۶	۰/۵۱۷۰۱	۰/۷۵۵۴۴	۰/۷۲۳۶۴	۰/۷۸۳۹۸
۱۴	۰/۵۴۶۲۱	۰/۵۰۴۵۳	۰/۴۱۱۳۶۱	۰/۰۵۳۳	۰/۲۳۵۲۴	۰/۱۳۳۸۵	۰/۰۸۱۲	۰/۰۲۳۶	۰/۰۷۳۶	۰/۰۶۵۴	۰/۲۴۶۰۹

از جدول ۱ برآورد می‌شود که بانک ۲ در سال‌های ۱۳۸۹، ۱۳۹۰، ۱۳۹۱، ۱۳۹۳ و ۱۳۹۷، بانک ۵ در سال‌های ۱۳۹۰، ۱۳۹۴ و ۱۳۹۵، بانک ۶ در دوسال متوالی ۱۳۹۱ و ۱۳۹۲، بانک ۷ در سال‌های ۱۳۹۱، ۱۳۹۲، ۱۳۹۴، ۱۳۹۵، ۱۳۹۶، ۱۳۹۷، ۱۳۹۸ و ۱۳۹۹ و بانک ۱۳ در سال ۱۳۹۳ بالاترین امتیاز کارایی را به خود اختصاص

[Downloaded from jorlu.ir on 2026-11-29]

[DOI: 10.71773/jamlu-2025-2-2257]

داده‌اند. و پایین‌ترین امتیاز کارایی متعلق به بانک ۴ در سال ۱۳۹۸ با امتیاز کارایی ۰/۰۰۰۰۰۲۸۷ است. جدول ۲ رتبه‌بندی بانک‌ها با توجه به میانگین نمره کارایی در مدل CCR ورودی محور را نشان میدهد. یکی از مولفه‌هایی که در ارزیابی فوق حائز اهمیت است ساختار حکمرانی بانک‌های تحت ارزیابی و نتایج حاصله از ارزیابی عملکرد می‌باشد. بانک‌هایی که غالباً ساختار و مالکیت خصوصی دارند و احتمالا چابک‌تر هستند از عمکلرد بهتری برخوردارند. در آن سوی یافته‌ها بانک‌ها با ساختار دولتی را داریم که عملکرد نسبی مطلوبی را از خود به نمایش نمی‌گذارند. موضوع دیگری که حائز اهمیت است اندازه و سایز بانک‌هاست. متوسط کارایی بانک‌ها با اندازه بیشتر از متوسط صنعت از متوسط کارایی بانک‌ها با اندازه کمتر از متوسط صنعت بیشتر می‌باشد. این مطلب بیان‌گر این موضوع است که در صنعت بانکداری و مطالعه حاضر الزاماً بزرگتر بودن یک بنگاه به بهبود عملکرد آن کمکی نمی‌کند. این موضوع زمانی بغرنج‌تر می‌شود که ساختار بنگاه مورد نظر دولتی نیز باشد.

جدول۲. رتبه‌بندی با در نظر گرفتن میانگین کارایی برای هر بانک در مدل CCR ورودی محور

شماره	نام بانک	میانگین کارایی	شماره	نام بانک	میانگین کارایی
۱	بانک۷	۰/۸۴۵۴۹۶	۸	بانک ۳	۰/۳۲۸۳۸۷
۲	بانک ۲	۰/۸۰۵۷۰۴	۹	بانک ۱۱	۰/۳۰۸۲۲۲
۳	بانک ۱۳	۰/۶۴۶۱۵۵	۱۰	بانک ۸	۰/۲۲۴۵۷۸
۴	بانک ۵	۰/۵۱۴۴۰۴	۱۱	بانک ۱۴	۰/۲۱۵۸۵
۵	بانک ۱	۰/۴۷۱۵۶۶	۱۲	بانک ۹	۰/۱۹۵۹۴۷
۶	بانک ۱۰	۰/۴۷۰۶۴۸	۱۳	بانک ۱۲	۰/۱۰۵۷۹۵
۷	بانک ۶	۰/۴۳۹۶۱۵	۱۴	بانک ۴	۰/۰۴۲۵۹۴

با توجه به جدول ۲، بانک‌های ۷، ۲ و ۱۳ به ترتیب بیشترین میانگین کارایی را در طی دوره ۱۳۸۹-۱۳۹۹ به خود اختصاص داده‌اند در صورتی که بانک‌های ۴، ۱۲ و ۹ به ترتیب ناکارآمدترین بانک‌ها در طی دوره مورد بررسی بر اساس مدل CCR ورودی محور هستند.

جدول۳. مقادیر کارایی حاصل از اجرای مدل CCR خروجی محور

شماره بانک	۱۳۸۹	۱۳۹۰	۱۳۹۱	۱۳۹۲	۱۳۹۳	۱۳۹۴	۱۳۹۵	۱۳۹۶	۱۳۹۷	۱۳۹۸	۱۳۹۹
۱	۱/۱۰۶۸۸	۱/۰۹۰۳۴۷	۱/۳۲۴۳۸۲	۷/۱۵۶۷۸۹	۱/۳۳۸۵۳۷	۲/۶۰۳۱۱۱	۴/۰۷۵۰۵۷	۴/۰۵۹۷۲	۳/۰۸۲۳۴۲	۳/۵۶۷۱۴۹	۴/۰۹۶۷۹۷
۲	۱	۱	۱	۲/۳۹۳۲۸۸	۱	۱/۳۹۱۰۶۹	۲/۰۶۰۱۵۷	۱/۷۰۱۹۷۵	۱	۱/۱۷۸۵۶۲	۱/۲۴۲۸۶۱
۳	۱/۴۶۷۲۷۴	۱/۵۱۹۹۸۲	۱/۸۳۰۴۷۹	۲۱/۹۸۸۷۲	۱/۱۲۷۲۰۱	۴/۳۷۰۸۳۹	۱۴/۳۴۸۵۵	۱۴/۲۳۲۹	۵/۸۲۵۵۰۱	۱۳/۱۳۰۳۳	۵/۶۳۶۸۵۲
۴	۳۰/۴۲۰۳۷	۴۹/۵۷۴۲	۳۷/۵۹۲۷۴	۱۳۴۳۰۳/۹	۴۶/۵۸۸۷۱	۳/۵۹۰۱۷۶	۱۳/۰۱۵۴	۲۳۸۸۷۴/۵	۸۳/۱۱۴۴۴	۳۴۸۵۹۹/۹	۱۴۵۰۷۹/۹
۵	۱/۲۰۶۴۳۷	۱	۱/۲۲۹۲۵۲	۱۰/۵۹۳۹	۳/۵۳۸۷۵۱	۱	۱	۷/۶۶۴۴۸۹	۶/۹۲۲۹۶۶	۷/۹۵۶۷۴۹	۴/۱۹۲۷۸۸
۶	۱/۲۵۷۴۸۴	۱	۱	۷/۵۶۷۸۴۹	۱/۳۴۵۹۸۳	۳/۲۲۹۰۰۱	۱۰/۸۳۳۴۹	۸/۷۸۲۰۴۵	۶/۲۱۱۴۰۳	۶/۴۲۳۴۲۶	۳/۰۰۱۶۱۲
۷	۱/۶۶۱۹۱۷	۱/۴۴۲۹۵۵	۱	۱	۱۷۴/۸۵۲۶	۱	۱	۱	۱	۱	۱
۸	۳/۰۷۳۱۷۲	۱/۱۵۱۰۲	۷/۶۰۹۹۵۹	۷/۳۷۵۶۸۵	۱۲/۶۱۶۱۶	۷/۱۱۶۰۴۹	۷/۲۰۷۲۴۸	۷/۰۵۷۴۳۳	۶/۱۶۷۰۱۷	۷/۱۵۸۵۶۸	۴/۸۲۸۶۶۶
۹	۱/۵۶۷۰۲۳	۲/۸۵۴۶۳	۲/۷۰۶۰۰۱	۱۹/۲۵۵۵	۳/۷۸۶۷۶۵	۷/۹۹۹۲۰۱	۲۷/۰۱۱۵	۲۹/۰۶۷۳۴	۲۳/۴۴۸۴۵	۱۷/۳۴۶۰۱	۵/۴۱۵۴۰۸
۱۰	۱/۳۳۸۰۰۷	۲/۵۵۰۸۹	۲/۳۴۲۹۳۴	۵/۳۰۰۴۵۷	۱/۸۶۹۹۴۱	۲/۳۰۶۶۵۱	۲/۴۷۳۲۰۶	۲/۴۱۷۵۷	۲/۱۹۶۹۸۸	۲/۴۷۸۸۲۷	۱/۲۸۶۳۵۸
۱۱	۱/۹۳۰۶۰۷	۶/۴۹۷۵۸۵	۱/۱۵۳۳۵۷	۲/۶۰۲۶۶۲	۲/۲۷۲۸۹۳	۸۳۶/۶۲۲۳	۶۲۳۵/۰۷۶	۳/۱۲۱۹۴	۸۱۱۳/۶۱۴	۱/۵۸۵۵۷۴	۱۳/۳۵۸۵۵
۱۲	۱۶/۰۱۶۸۷	۵۳۶/۷۴۰۶	۸۸۰/۴۱۲۱	۱۲/۲۵۸۲۱	۵/۲۴۱۸۰۸	۳/۲۸۰۳۶	۱۲/۱۰۰۳۴	۱۲/۰۹۱۳۴	۱۰/۴۲۹۵۴	۱۰/۶۲۰۱۳	۶/۰۳۴۰۱۵
۱۳	۱/۵۳۵۱۴	۱/۳۰۹۵۷۸	۱/۳۷۵۷۸۹	۳/۰۴۰۱۹۳	۱	۲/۱۸۷۳۱۵	۲/۵۰۲۱۵۳	۱/۹۳۴۲۱۴	۱/۳۲۳۷۳۸	۱/۳۸۱۸۹۷	۱/۲۷۵۵۳۵
۱۴	۱/۵۳۰۸۱	۱/۹۸۲۰۳۷	۲/۴۳۰۹۵۴	۱۸/۷۵۰۳۱	۴/۲۵۱۰۲۸	۷/۴۷۱۰۱	۱۲/۳۲۲۸۲	۴۲/۴۲۹۴۲	۱۳/۵۸۷۶۲	۱۵/۲۸۳۴۶	۴/۰۶۳۵۴۴

با توجه به جدول ۳ و نمرات کارایی حاصل از اجرای مدل CCR خروجی محور، مشاهده می‌شود مدل CCR خروجی محور در مورد واحدهای کارا در هر دوره نتایجی مشابه نتایج مدل CCR ورودی محور ارایه

[Downloaded from jorlu.ir on 2026-11-29]

[DOI: 10.71773/jamlu-2025-2-2257]

می‌کند. همچنین همانند جدول۱، بانک ۴ در سال ۱۳۹۸ با امتیاز کارایی ۳۴۸۵۹۹/۹ ناکارآمدترین واحد در طول کل دوره است.

جدول ۴ رتبه‌بندی بانک‌ها با توجه به میانگین نمره کارایی در مدل CCR خروجی محور را نشان می‌دهد.

جدول٤. رتبه‌بندی بانک‌ها با توجه به میانگین نمره کارایی در مدل CCR خروجی محور

شماره	نام بانک	میانگین کارایی	شماره	نام بانک	میانگین کارایی
۱	بانک ۲	۱/۳۶۰۷۱۹	۸	بانک ۳	۷/۷۷۰۸۰۹
۲	بانک ۱۳	۱/۷۱۵۰۵	۹	بانک ۱۴	۱۱/۳۰۹۳۶
۳	بانک ۱۰	۲/۴۱۴۷۱۲	۱۰	بانک ۹	۱۲/۷۶۸۸۹
۴	بانک ۱	۳/۰۴۵۵۵۲	۱۱	بانک ۷	۱۶/۹۰۵۲۲
۵	بانک ۵	۴/۲۰۹۵۷۹	۱۲	بانک ۱۲	۱۳۶/۸۳۸۷
۶	بانک ۶	۴/۶۰۵۶۶۳	۱۳	بانک ۱۱	۱۳۸۳/۴۴
۷	بانک ۸	۶/۴۸۷۳۶۲	۱۴	بانک ۴	۷۸۸۲۹/۲۸

بر اساس رتبه‌بندی جدول ۴ بانک‌های ۲، ۱۳ و ۱۰ به ترتیب کارآمدترین بانک‌ها و بانک‌های ۴، ۱۱ و ۱۲ به ترتیب ناکارآمدترین بانک‌ها از نظر میانگین نمره کارایی در طول دوره مورد بررسی با استفاده از مدل CCR خروجی محور هستند.

عملکرد بانک‌ها با در نظر گرفتن مقیاس و نوع مالکیت آن‌ها همانند حالت بازده به مقیاس ثابت در حالت بازده به مقیاس متغیر نیز مورد توجه است و بانک‌ها با مالکیت دولتی و غالباً مقیاس بزرگ عملکرد پایین‌تری نسبت به بانک‌های کوچک‌تر با مالکیت خصوصی دارند هر چند که استثناهایی چون بانک خصوصی شماره ۱۳ نیز وجود دارد.

جدول۵. مقادیر کارایی حاصل از اجرای مدل BCC ورودی محور

شماره بانک	۱۳۸۹	۱۳۹۰	۱۳۹۱	۱۳۹۲	۱۳۹۳	۱۳۹۴	۱۳۹۵	۱۳۹۶	۱۳۹۷	۱۳۹۸	۱۳۹۹
۱	۱	۰/۹۳۱۰۰۵	۰/۹۳۸۹۶۵	۰/۶۰۸۴۰۳	۰/۷۴۷۳۲۵	۰/۶۹۳۵۸۵	۰/۲۴۶۲۱۱	۰/۲۵۳۱۷۳	۰/۳۸۳۳۶۳	۰/۲۸۱۰۰۴	۰/۴۰۶۶۳
۲	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۰/۴۸۰۲۵	۰/۹۵۳۴۳۴	۱	۱	۰/۹۶۹۲۱۳
۳	۰/۹۶۰۴۴۹	۰/۶۵۸۲۴۳	۱	۱	۱	۱	۰/۲۹۹۷۵۵	۱	۱	۱	۰/۹۴۹۸۳۳
۴	۴/۱۴E-۰۲	۲/۵۷E-۰۲	۲/۸۴E-۰۲	۳/۱۱E-۰۲	۴/۶۷E-۰۲	۱	۱	۳/۷۱E-۰۲	۴/۳۷E-۰۲	۴/۱۷E-۰۲	۵/۰۲E-۰۲
۵	۱	۱	۱	۰/۸۵۸۲۰۴	۰/۳۷۳۴۳۸	۱	۱	۰/۱۳۶۰۶۹	۰/۲۱۲۴۱۴	۰/۱۳۸۳۸۴	۰/۳۲۴۴۸
۶	۱	۱	۱	۱	۱	۰/۸۶۲۶۱	۰/۱۰۶۱۱۵	۰/۹۶۶۱۰۵	۰/۵۵۷۹۵۱	۱	۱
۷	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
۸	۰/۶۲۶۸۱۶	۱	۰/۱۵۱۵۳	۰/۲۵۳۹۷۶	۰/۱۸۲۲	۰/۱۴۶۵۸۹	۰/۱۴۵۵۳۷	۰/۳۴۶۱۴۷	۰/۳۰۸۷۲۵	۰/۲۴۳۰۴۶	۰/۲۰۷۷۱۳
۹	۱	۰/۳۶۳۴۸۴	۰/۴۴۸۳۶۶	۰/۲۱۷۲۲۳	۰/۳۲۲۸۴۴	۰/۴۷۹۲۷۵	۵/۵۹E-۰۲	۵/۵۹E-۰۲	۵/۷۶E-۰۲	۰/۲۵۷۳۵۴	۰/۷۴۵۲۸۶
۱۰	۰/۷۶۸۵۷۱	۰/۴۳۲۴۶۸	۰/۴۵۳۳۵۹	۰/۴۳۲۷۰۱	۰/۷۳۳۴۱۵	۰/۵۲۶۰۳۷	۰/۴۱۳۸۶۳	۱	۰/۸۵۰۳۲۶	۰/۴۰۴۱۲۵	۰/۷۸۶۱۹۵
۱۱	۰/۶۹۱۴۴۷	۰/۴۷۱۸۹۲	۰/۹۳۲۸۹۴	۰/۶۲۱۳۱۹	۱	۰/۸۰۸۲۵	۰/۸۰۸۲۵	۰/۸۰۸۲۵	۰/۹۳۴۰۳۵	۱	۱
۱۲	۸/۹۳E-۰۲	۷/۱۵E-۰۲	۷/۲۶E-۰۲	۰/۱۳۹۸۵۵	۰/۴۱۳۹۱۴	۰/۳۵۴۲۱۸	۰/۱۰۳۶۰۸	۰/۲۰۰۷۸	۰/۱۰۷۳۰۱	۹/۴۳E-۰۲	۰/۱۸۱۸۲۷
۱۳	۰/۶۸۰۶۶۱	۰/۷۸۷۳۷۹	۰/۷۵۶۰۸۵	۱	۱	۰/۷۷۰۹۰۶	۰/۶۹۶۹۴۷	۱	۰/۸۵۶۴۷۸	۰/۸۴۶۴۶۳	۰/۸۱۱۶۳۵
۱۴	۰/۶۴۳۹۷۸	۰/۵۰۶۰۶۸	۰/۵۶۷۵۵۳	۰/۷۳۶۰۵۳	۰/۲۴۳۴۹۵	۰/۴۳۴۴۸۸	۰/۵۵۶۷۸۵	۷/۰۷E-۰۲	۷/۴۷E-۰۲	۶/۸۴E-۰۲	۱

با توجه به جدول ۵ بانک‌هایی که امتیاز کارایی ۱ را به خود اختصاص داده‌اند کارا در نظر گرفته می‌شوند. بانک ۷ تنها بانکی است که در کل دوره مورد بررسی امتیاز کارایی ۱ را به خود اختصاص داده است. امتیاز کارایی سایر بانک‌ها در طول دوره دچار نوسانات شده است. ناکارآمدترین بانک از نظر امتیاز کارایی بانک

[Downloaded from jorlu.ir on 2026-11-29]

[DOI: 10.71773/jamlu-2025-2-2257]

شماره ۴ در سال ۱۳۹۰ با امتیاز کارایی۰/۰۲۵۷ می‌باشد. در ادامه رتبه‌بندی بانک‌ها با توجه به میانگین نمره کارایی حاصل از اجرای مدل BCC ورودی محور ارایه شده است.

جدول٦. رتبه‌بندی بانک‌ها با توجه به میانگین نمره کارایی در مدل BCC ورودی محور

شماره	نام بانک	میانگین کارایی	شماره	نام بانک	میانگین کارایی
۱	بانک ۷	۱	۸	بانک ۱۰	۰/۶۱۸۲۷۲
۲	بانک ۲	۰/۹۷۰۰۶۱	۹	بانک ۱	۰/۵۸۹۹۶۹
۳	بانک ۳	۰/۸۹۷۱۱۶	۱۰	بانک ۱۴	۰/۴۴۵۶۵۸
۴	بانک ۶	۰/۸۶۲۹۸	۱۱	بانک ۱۰	۰/۳۶۳۹۳۸
۵	بانک ۱۳	۰/۸۳۶۹۵۹	۱۲	بانک ۸	۰/۳۲۸۳۸۹
۶	بانک ۱۱	۰/۸۲۵۱۲۲	۱۳	بانک ۴	۰/۲۱۳۲۷۴
۷	بانک ۵	۰/۶۴۰۲۷۲	۱۴	بانک ۱۲	۰/۱۶۶۲۸۷

جدول ۶ نشان می‌دهد بانک‌های ۷، ۲ و ۳ به ترتیب کارآمدترین بانک‌ها و سه بانک ۱۲، ۴ و ۸ به ترتیب ناکارآمدترین بانک‌ها باتوجه به میانگین امتیاز کارایی در کل دوره می‌باشند.

جدول ۷ نتایج مشابه با جدول ۵ را در رابطه با واحدهای کارا در هر دوره ارایه می‌کند. مانند حالت ورودی محور بانک شماره ۷ در طی کل سال‌های مورد بررسی کارا است و بانک ۴ در سال ۱۳۹۹ با امتیاز کارایی ۲۰۹۹۸.۱ نا کارآمدترین بانک به شمار می‌آید. در ادامه رتبه‌بندی بانک‌ها با استفاده از مدل BCC خروجی محور در جدول ۸ ارایه شده است.

مطابق با جدول ۸ بانک‌های شماره ۷، ۲ و ۳ همانند جدول ۶ به ترتیب کارآمدترین بانک‌ها از نظر میانگین امتیاز کارایی در طول کل دوره و بانک‌های شماره ۴، ۱۱ و ۱۲ به ترتیب ناکارآمدترین بانک‌ها هستند.

با توجه به جدول ۹ و مقادیر کارایی حاصل از اجرای مدل جمعی با فرض بازده ثابت نسبت به مقیاس، واحدهایی که امتیاز کارایی ۰ را به خود اختصاص داده‌اند، کارا محسوب می‌شوند. مدل جمعی با فرض بازده ثابت نسبت به مقیاس در مورد واحدهای کارا در هر دوره نتایجی مشابه نتایج مدل‌های CCR ورودی محور و خروجی محور ارایه می‌کند. کمترین امتیاز کارایی دراین جدول مربوط به بانک شماره ۴ در سال ۱۳۹۹ است. در جدول ۱۰ رتبه‌بندی بانک‌ها باتوجه به میانگین امتیاز کارایی در طول کل دوره مورد بررسی با استفاده از مدل جمعی با فرض بازده ثابت نسبت به مقیاس آورده شده است.

جدول۷. مقادیر کارایی حاصل از اجرای مدل BCC خروجی محور

شماره بانک	۱۳۸۹	۱۳۹۰	۱۳۹۱	۱۳۹۲	۱۳۹۳	۱۳۹۴	۱۳۹۵	۱۳۹۶	۱۳۹۷	۱۳۹۸	۱۳۹۹
۱	۱	۱/۰۶۲۱۸۳	۱/۰۶۲۴۳۵	۱/۰۵۱۳۱۸	۱/۲۹۰۵۵۸	۱/۱۳۱۷۹۵	۱/۰۶۹۰۹۲	۱/۰۳۱۹۵۴	۱/۱۷۵۸۹۸	۱/۰۵۷۱۲۴	۱/۳۲۳۷۸۸
۲	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱/۰۱۳۸۹۶	۱/۰۰۲۱۴۶	۱	۱	۱/۰۰۸۳۲۴
۳	۱/۰۲۳۷۴۷	۱/۱۵۱۸۷۱	۱	۱	۱	۱	۱/۲۱۵۱۲	۱	۱	۱	۱/۰۱۴۸۶۹
۴	۱۷/۴۷۴۱۶	۲۲/۶۹۰۰۵	۱۸/۰۸۰۹۶	۶۲۴۴/۵۵۷	۱۶/۵۶۴۵۶	۱	۱	۹۶۲۸/۵	۹/۴۹۴۳۸۸	۱۷۹۷۹/۶	۲۰۹۹۸/۱
۵	۱	۱	۱	۱/۰۲۳۶۸۶	۳/۳۵۷۵۶۳	۱	۱	۱/۰۹۲۶۰۲	۱/۵۰۳۱۷۹	۱/۲۶۴۶۵۲	۱/۶۱۶۱۷۶
۶	۱	۱	۱	۱	۱	۱/۱۰۶۰۱۵	۱/۵۰۸۶۵۵	۱/۰۰۰۷۹۸	۱/۱۹۵۲۶۶	۱	۱
۷	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
۸	۲/۴۱۱۰۱۵	۱	۶/۷۴۱۵۶۵	۱/۲۱۸۹۲۴	۹/۲۷۹۴۳۷	۲/۰۰۹۴۵۱	۱/۱۳۱۸۵۲	۱/۰۲۱۷۶۳	۱/۳۳۵۱۸۳	۱/۰۵۶۶۵۶	۱/۴۰۹۰۰۸
۹	۱	۱/۸۲۶۱۴۴	۱/۷۸۹۹۰۴	۱/۲۴۵۴۴	۲/۱۳۴۰۱۹	۱/۵۸۶۵۳۵	۲/۰۵۶۸۵۴	۱/۷۵۰۷۰۹	۲/۹۹۹۹۴	۱/۰۷۸۸۷۹	۱/۰۷۰۶۰۶

[Downloaded from jorlu.ir on 2026-11-29]

[DOI: 10.71773/jamlu-2025-2-2257]

۱۰	۱/۳۳۸۰۰۷	۲/۴۸۳۵۹۶	۲/۰۹۳۲۹۴	۱/۰۷۲۲۸۲	۱/۸۶۹۷۵۶	۱/۲۶۳۶۸۵	۱/۰۳۱۰۳۷	۱	۱/۰۳۷۶۱۷	۱/۰۱۷۲	۱/۰۵۹۸۳۳
۱۱	۱/۸۷۹۸۲۳	۵/۸۶۶۴۲۶	۱/۰۶۵۸۳۶	۱/۰۳۰۱۳۳	۱	۷۱۴/۸۹۲۲	۵۰۶۵/۰۹۸	۲/۵۳۲۸۶۵	۷۶۷۵/۰۸۸	۱	۱
۱۲	۱۳/۷۵۶۴	۵۳۴/۲۳۲۲	۵۶۷/۲۴۳۴	۱/۱۳۹۹۶۱	۵/۱۴۱۶۵۷	۱/۴۳۷۲۹۱	۱/۴۱۶۸۹۷	۱/۰۲۶۹۵۹	۱/۶۶۷۶۵۵	۱/۱۵۵۰۹۳	۲/۱۴۶۴۴۶
۱۳	۱/۵۳۵۱۴	۱//۲۹۱۴۰۳	۱/۲۹۷۹۷۸	۱	۱	۱/۰۹۳۷۶۹	۱/۰۱۹۵۸۵	۱	۱/۰۱۳۶۱۶	۱/۰۰۴۱۶۱	۱/۰۸۷۵۰۸
۱۴	۱/۳۷۲۰۲۷	۱/۴۲۳۰۱۵	۱/۵۴۰۴۵۳	۱/۰۵۷۳۲۸	۲/۸۶۵۵۲۴	۱/۵۹۴۰۸۴	۱/۱۱۶۹۶۳	۳/۱۸۵۸۶۱	۱/۹۶۷۴۱۶	۱/۲۴۰۰۸۹	۱

جدول۸. رتبه‌بندی بانک‌ها با توجه به میانگین نمره کارایی در مدل BCC خروجی محور

شماره	نام بانک	میانگین کارایی	شماره	نام بانک	میانگین کارایی
۱	بانک ۷	۱	۸	بانک ۱۰	۱/۳۸۷۸۴۶
۲	بانک ۲	۱/۰۰۲۲۱۵	۹	بانک ۱۴	۱/۶۶۹۳۳۹
۳	بانک ۳	۱/۰۳۶۸۳۷	۱۰	بانک ۹	۱/۶۸۵۳۶۶
۴	بانک ۶	۱/۰۷۳۷۰۳	۱۱	بانک ۸	۲/۶۰۱۳۵
۵	بانک ۱	۱/۱۱۴۱۹۵	۱۲	بانک ۱۲	۱۰۲/۷۶۰۴
۶	بانک ۱۳	۱/۱۲۲۱۰۵	۱۳	بانک ۱۱	۱۲۲۴/۵۸۷
۷	بانک ۵	۱/۳۵۰۷۱۴	۱۴	بانک ۴	۴۹۹۴/۲۸۴

جدول۹. مقادیر کارایی حاصل از اجرای مدل جمعی با فرض بازده ثابت نسبت به مقیاس

شماره بانک	۱۳۸۹	۱۳۹۰	۱۳۹۱	۱۳۹۲	۱۳۹۳	۱۳۹۴	۱۳۹۵	۱۳۹۶	۱۳۹۷	۱۳۹۸	۱۳۹۹
۱	-۱۲۹۵۹۲	-۱۲۹۳۷۰	-۱۵۹۰۸۲	-۴۷۹۲۱۲	-۴۵۶۵۴۹	-۶۶۰۰۷۸	-۶۶۶۸۱۱	-۶۰۷۸۳۶۳	-۵۷۵۸۸۳	-۸۹۹۰۹۰	-۲۰۹۳۴۱۵
۲	۰	۰	۰	-۱۰۸۹۹۰	۰	-۷۲۰۰۶/۷	-۱۳۷۰۶۸	-۱۴۵۰۸۶	۰	-۹۵۸۷۰/۶	-۱۹۸۴۲۷
۳	-۹۲۰۱۶۰	-۱۰۶۶۴۳۴	-۱۴۲۹۹۰۸	-۲۲۲۵۵۰۷	-۱۴۶۲۸۳۸	-۲۷۲۶۶۹۷	-۲۹۸۳۷۶۰	-۳۶۲۵۹۰۹	-۴۹۵۱۹۳۲	-۶۶۶۸۱۲۱	-۱/۰۴E+۰۷
۴	-۱۳۴۷۱۲۳	-۱۵۶۵۷۶۱	-۱۸۹۶۶۲۰	-۲۱۸۳۵۲۴	-۲۴۳۳۳۳۱	-۲۳۴۰۰۴۹	-۳۷۷۶۳۴۶	-۴۵۴۷۵۳۸	-۶۴۱۲۸۷۲	-۸۱۵۰۷۶۳	-۱/۲۵E+۰۷
۵	-۲۷۰۲۹۳	۰	-۲۱۰۱۶۹	-۷۵۱۸۵۵	-۹۱۷۴۴۱	۰	۰	-۱۵۰۴۵۸۶	-۱۹۷۴۹۴۱	-۲۶۳۶۶۰۱	-۲۵۱۷۳۷۰
۶	-۸۴۱۰۸/۵	۰	۰	-۶۱۸۷۷۷	-۲۳۷۰۳۳	-۷۰۴۶۸۴	-۱۰۹۰۵۰۴	-۱۳۷۱۰۸۱	-۱۷۸۸۷۰۶	-۲۴۰۹۴۲۰	-۳۰۷۹۰۵۸
۷	-۲۰۶۷۳/۴	-۲۳۹۸۲/۹	۰	۰	-۸۴۵۴۹/۴	۰	۰	۰	۰	۰	۰
۸	-۱۶۱۶۴۶	-۱۹۹۱۴۵	-۳۱۶۰۷۷	-۴۷۵۱۳۹	-۶۵۸۴۶۵	-۷۷۰۲۱۲	-۱۰۰۶۷۵۹	-۱۲۷۱۸۰۵	-۱۶۰۲۷۱۰	-۲۱۳۶۸۲۸	-۲۴۷۴۱۹۱
۹	-۶۲۸۰۹۳	-۱۰۶۹۱۳۱	-۱۹۱۶۲۳۹	-۱۸۱۰۵۸۳	-۱۶۰۵۷۳۶	-۲۲۳۵۷۶۶	-۲۵۹۱۸۰۷	-۳۱۸۲۶۷۷	۴۲۱۵۵۱۵	-۵۳۷۰۸۸۴	-۷۵۷۱۲۰۳
۱۰	-۸۵۵۰۱/۷	-۱۵۰۳۷۲	-۱۷۲۱۷۰	-۳۰۱۱۷۷	-۳۳۱۹۰۸	-۳۶۳۷۷۳	-۳۷۲۴۷۹	-۴۳۴۹۸۳	-۵۸۲۸۴۱	-۶۹۲۰۱۴	-۵۸۳۸۱۳
۱۱	-۳۶۶۵۴/۹	-۸۱۶۴۴/۸	-۴۳۶۹۸/۵	-۱۳۳۴۶۹	-۱۷۲۳۷۵	-۳۰۸۲۸۴	-۳۷۸۲۲۵	-۳۰۵۸۴۴	-۳۳۸۶۹۱	-۱۵۸۳۱۱	-۴۴۳۹۱۱
۱۲	-۴۴۵۹۹۴	-۵۴۴۱۷۹	-۶۶۱۷۷۸	-۸۴۶۵۰۸	-۹۷۱۴۷۸	-۱۱۵۷۸۷۲	-۱۵۶۴۳۳۴	-۱۹۵۴۸۱۷	-۲۵۷۷۷۳۵	-۲۸۹۵۰۸۱	-۳۰۳۴۶۳۲
۱۳	-۴۲۴۷۷/۱	-۵۲۶۸۶/۲	-۷۶۴۵۷	-۱۵۱۲۵۵	۰	-۱۷۶۱۸۲	-۲۰۵۶۸۹	-۱۹۵۱۱۱	-۱۴۰۶۳۳	-۱۲۸۶۸۱	-۱۹۱۰۲۵
۱۴	-۶۲۶۱۹۱	-۶۸۳۹۰۹	-۸۵۵۰۶۰	-۱۴۲۷۲۶۱	-۱۴۴۱۴۴۵	-۱۶۹۰۲۲۰	-۲۰۶۳۷۷۷	-۲۴۴۹۴۳۶	-۳۳۵۲۲۶۳	-۴۳۷۴۱۲۶	-۵۶۰۴۲۷۴

جدول۱۰. رتبه‌بندی بانک‌ها با توجه به میانگین نمره کارایی در مدل جمعی با فرض بازده ثابت نسبت به مقیاس

شماره	نام بانک	میانگین کارایی	شماره	نام بانک	میانگین کارایی
۱	بانک ۷	-۱۱۷۴۶	۸	بانک ۸	-۱۰۰۶۶۳۴
۲	بانک ۲	-۶۸۸۵۸/۹	۹	بانک ۶	-۱۰۳۴۸۵۲
۳	بانک ۱۳	-۱۲۳۶۵۴	۱۰	بانک ۱۲	-۱۵۱۴۰۳۷
۴	بانک ۱۱	-۲۱۸۲۸۲	۱۱	بانک ۱۴	-۲۲۳۳۴۵۱
۵	بانک ۱۰	-۳۷۰۰۹۴	۱۲	بانک ۹	-۲۹۲۷۰۵۸
۶	بانک ۱	-۶۲۳۳۵۹	۱۳	بانک ۳	-۳۴۹۲۴۸۱
۷	بانک ۵	-۹۸۰۲۹۶	۱۴	بانک ۴	-۴۲۸۴۲۰۴

[Downloaded from jorlu.ir on 2026-11-29]

[DOI: 10.71773/jamlu-2025-2-2257]

همان‌طور که از جدول ۱۰ قابل مشاهده است، بانک‌های ۷، ۲ و ۱۳ به ترتیب کارامدترین بانک‌ها و بانک‌های ۴، ۳ و ۹ به ترتیب ناکارآمدترین بانک‌ها از نظر میانگین کارایی در طول کل دوره و با استفاده از مدل جمعی با فرض بازده ثابت نسبت به مقیاس به شمار می‌روند.

جدول۱۱. مقادیر کارایی حاصل از اجرای مدل جمعی با فرض بازده متغیر نسبت به مقیاس

شماره بانک	۱۳۸۹	۱۳۹۰	۱۳۹۱	۱۳۹۲	۱۳۹۳	۱۳۹۴	۱۳۹۵	۱۳۹۶	۱۳۹۷	۱۳۹۸	۱۳۹۹
۱	۰	-۵۱۹۲۸/۷	-۶۴۹۹۹/۸	-۳۰۳۸۷۱	-۴۵۶۰۸۸	-۵۹۷۰۱۵	-۶۶۶۵۶۹	-۶۰۴۶۹۷	-۵۷۵۰۶۲	-۸۹۸۶۵۷	-۱۶۷۸۱۲۰
۲	۰	۰	۰	۰	۰	۰	-۷۶۶۴۹/۲	-۱۶۲۲۵/۴	۰	۰	-۵۰۴۳۴/۲
۳	-۴۹۶۹۰۰	-۹۷۷۰۳۰	۰	۰۰	۰	۰	-۲۷۵۶۵۰۷	۰	۰	۰	-۵۱۸۶۴۷۱
۴	-۱۳۲۹۵۴۶	-۱۵۴۳۵۹۱	-۱۸۷۸۴۳۵	-۲۱۶۱۰۷۴	-۲۳۶۹۷۹۵	۰	۰	-۴۴۷۷۹۱۱	-۶۲۹۴۴۷۰	-۷۹۶۸۵۶۱	-۱/۲۰E+۰۷
۵	۰	۰	۰	-۴۲۲۳۳۰	-۸۶۹۹۰۴	۰	۰	-۱۵۰۱۷۲۲	-۱۹۷۳۳۹۰	-۲۶۱۹۸۷۳	-۲۲۴۴۰۶۸
۶	۰	۰	۰	۰	۰	-۱۵۲۳۰۱	-۱۰۸۰۹۹۵	-۹۸۴۵۳/۳	-۱۰۴۵۳۱۳	۰	۰
۷	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
۸	-۱۳۹۸۱۰	۰	-۲۹۷۹۰۳	-۴۱۴۴۱۲	-۵۹۲۱۶۳	-۷۶۷۶۶۴	-۱۰۰۳۶۳۱	-۱۱۱۵۲۴۱	-۱۵۱۷۶۵۱	-۲۰۷۶۴۷۳	-۲۴۷۲۸۲۴
۹	۰	-۱۰۶۴۸۱۴	-۱۹۱۳۰۵۲	-۱۵۶۹۱۵۶	-۱۵۰۸۷۳۳	-۱۸۵۸۶۸۹	-۲۵۶۷۰۹۵	-۳۱۵۵۸۷۲	-۴۱۷۳۰۸۶	-۴۳۳۱۸۱۱	-۳۴۵۳۲۶۱
۱۰	-۷۹۶۱۷	-۱۳۴۳۰۰	-۱۵۹۳۸۱	-۲۳۷۵۰۴	-۲۸۲۳۰۶	-۳۵۰۴۳۹	-۳۷۰۹۷۳	۰	-۲۸۹۰۹۵	-۶۹۱۶۹۵	-۵۷۶۰۶۱
۱۱	-۲۴۷۹۵/۶	-۵۸۱۵۶/۳	-۳۷۶۰۷/۲	-۹۱۴۷۹/۷	۰	-۲۰۶۶۸۵	-۳۰۵۱۵۳	-۲۶۳۸۰۶	-۱۷۵۳۹۳	۰	۰
۱۲	-۴۲۶۵۰۲	-۵۱۰۱۲۱	-۶۱۸۶۵۲	-۸۲۸۴۵۹	-۹۰۵۳۶۱	-۱۱۴۷۹۲۶	-۱۵۳۴۱۵۴	-۱۷۴۳۸۹۹	-۲۵۷۶۰۷۴	-۲۸۹۴۷۰۱	-۲۹۹۳۸۵۷
۱۳	-۳۴۳۵۶/۸	-۴۴۸۶۷/۱	-۶۷۳۳۹/۱	۰	۰	-۱۱۴۹۸۸	-۱۳۳۴۵۲	۰	-۱۳۸۷۵۳	-۸۰۲۷۹/۴	-۱۷۵۳۳۷
۱۴	-۵۳۱۰۹۱	-۶۷۸۱۱۴	-۸۵۱۸۳۰	-۱۰۸۸۱۵۱	-۱۴۰۹۱۵۵	-۱۴۳۷۳۹۰	-۱۶۳۴۳۵۵	-۲۴۰۳۰۰۰	-۳۳۴۹۹۱۰	-۴۳۶۱۳۷۷	۰

نتایج ارایه شده برای واحدهای کارا در جدول ۱۱ همانند نتایج ارایه شده در جدول‌های ۵ و۷ برای مدل‌های BCC ورودی محور و خروجی محور می‌باشد. همچنین مشابه جدول ۷و ۹ بانک شماره ۴ در سال ۱۳۹۹ ناکارآمدترین بانک به شمار می‌رود. رتبه‌بندی بانک‌ها با توجه به میانگین امتیاز کارایی در طول کل دوره با استفاده از مدل جمعی با فرض بازده متغیر نسبت به مقیاس در جدول ۱۲ ارایه شده است.

جدول۱۲. رتبه‌بندی بانک‌ها با توجه به میانگین نمره کارایی در مدل جمعی با فرض بازده متغیر نسبت به مقیاس

شماره	نام بانک	میانگین کارایی	شماره	نام بانک	میانگین کارایی
۱	بانک ۷	۰	۸	بانک ۳	-۸۵۶۰۸۳
۲	بانک ۲	-۱۳۰۲۸/۱	۹	بانک ۵	-۸۷۵۵۷۲
۳	بانک ۱۳	-۷۱۷۶۱/۲	۱۰	بانک ۸	-۹۴۵۲۵۲
۴	بانک ۱۱	-۱۰۵۷۳۴	۱۱	بانک ۱۲	-۱۴۷۰۸۸۲
۵	بانک ۶	-۲۱۶۰۹۷	۱۲	بانک ۱۴	-۱۶۱۳۱۲۵
۶	بانک ۱۰	-۲۸۸۳۰۶	۱۳	بانک ۹	-۲۳۲۶۸۷۰
۷	بانک ۱	-۵۳۶۰۹۲	۱۴	بانک ۴	-۳۶۳۹۴۷۶

مشابه جدول ۱۰ مربوط به رتبه‌بندی بانک‌ها بر اساس میانگین امتیاز کارایی در طول کل دوره با استفاده از مدل جمعی با فرض بازده ثابت نسبت به مقیاس، بانک‌های شماره ۷، ۲ و ۱۳ بالاترین امتیاز کارایی را به خود اختصاص داده‌اند. پایین‌ترین امتیاز کارایی به ترتیب مربوط به سه بانک شماره ۴، ۹ و ۱۴ می‌باشد.

[Downloaded from jorlu.ir on 2026-11-29]

[DOI: 10.71773/jamlu-2025-2-2257]

مدل جمعی نیز همانند مدل‌های ورودی محور و خروجی محور مولفه مالکیت و مقیاس را مورد توجه قرار می‌دهد. به این معنی که کماکان بانک‌های دولتی بزرگ‌تر عملکرد نسبی پایین‌تری نسبت به بانک‌های خصوصی کوچک‌تر دارند که این مشاهده می‌بایست مورد توجه تصمیم گیرندگان صنعت بانکداری قرار گیرد.

جدول۱۳. مقادیر کارایی حاصل از اجرای مدل ضربی با فرض بازده ثابت نسبت به مقیاس

شماره بانک	۱۳۸۹	۱۳۹۰	۱۳۹۱	۱۳۹۲	۱۳۹۳	۱۳۹۴	۱۳۹۵	۱۳۹۶	۱۳۹۷	۱۳۹۸	۱۳۹۹
۱	-۰/۴۸۵۱۲	-۰/۲۹۶۹	-۰/۵۰۳۰۷	-۳/۰۳۳۶۴	-۱/۱۸۶۲۱	-۱/۸۶۸۱۵	-۲/۲۳۵۲۶	-۱/۹۹۳۴۶	-۱/۶۵۶۰۱	-۲/۰۸۹۱۲	-۲/۱۴۵۹۸
۲	۰	۰	-۰/۴۵۳۵۸	-۱/۸۸۰۰۹	۰	-۰/۵۴۶۸	-۱/۰۴۵۹۸	-۰/۹۷۹۸۸	۰	-۱/۰۸۲۱	-۱/۱۱۷۰۵
۳	-۰/۹۶۱۴۷	-۱/۲۶۲۷۷	-۱/۰۲۷۳۲	-۴/۴۰۷۶۳	-۰/۴۴۵۷۹	-۲/۴۶۱۸۸	-۳/۹۰۳۴۴	-۳/۸۶۱۶	-۲/۷۴۶۱۶	-۴/۲۲۲۷۹	-۳/۰۹۷۷۵
۴	-۵/۷۴۶۷۱	-۶/۳۶۹۳۸	-۵/۷۹۷۸۷	-۱۴/۴۸۳۸	-۵/۵۳۱۲۲	-۱/۶۰۳۷۵	-۳/۸۰۵۸۲	-۱۵/۲۸۰۴	-۶/۲۲۷۰۲	-۱۵/۸۰۸۹	-۱۶/۵۲۳۱
۵	-۰/۳۵۱۵۱	۰	-۰/۱۰۵۸	-۳/۳۸۷۶	-۲/۹۶۷۰۸	۰	۰	-۲/۹۷۵۳۴	-۲/۷۵۱۹۳	-۳/۶۲۵۹۶	-۲/۹۹۱۸
۶	۰	۰	۰	-۳/۴۳۲۸۷	۰	-۱/۶۳۱۹۶	-۳/۳۱۹۰۴	-۳/۱۱۱۲۳	-۲/۷۵۶۱۳	-۲/۸۴۸۴۸	-۲/۰۱۸۶۳
۷	-۲/۱۲۳۸۱	-۲/۱۱۰۲	۰	۰	-۸/۹۳۳۱۵	۰	۰	۰	۰	۰	۰
۸	-۴/۱۱۴۱۴	-۲/۷۰۹۸۳	-۳/۶۷۰۹۴	-۳/۳۹۷۰۶	-۴/۰۴۵۲۱	-۲/۶۶۱۵۹	-۲/۷۸۸۶۲	-۲/۷۶۴۴۵	-۲/۵۴۸۲۷	-۲/۵۷۸۵۷	-۲/۳۱۵۵۷
۹	-۰/۵۷۴۴۲	-۱/۹۷۶۳۷	-۲/۱۶۷۲۸	-۴/۷۱۹۱۵	-۱/۸۵۳۵۲	-۲/۷۹۱۲۹	-۴/۴۲۵۱۶	-۴/۴۵۹۰۴	-۴/۶۱۰۸۵	-۴/۰۸۴۷۹	-۲/۹۳۰۱۳
۱۰	-۱/۰۳۲۷۷	-۲/۲۳۲۳۷	-۱/۹۰۷۱۹	-۲/۵۲۹۵۴	-۱/۹۹۱۰۱	-۱/۵۹۴۳۷	-۱/۶۱۴۵۷	-۱/۵۴۱۶۶	-۱/۳۷۱۶۴	-۱/۳۶۲۳۶	-۱/۰۸۹۴۳
۱۱	-۱/۲۲۸۰۲	-۳/۴۵۹۱	-۰/۹۱۷۶۹	-۱/۷۲۲۷۳	-۲/۲۹۷۰۷	-۱۰/۵۷۶۱	-۱۱/۳۶۸	-۱/۹۲۹۹۳	-۱۱/۲۵۴	-۰/۸۵۳۱۶	-۴/۱۳۰۹۶
۱۲	-۵/۰۳۰۹۲	-۱۰/۹۸۹	-۱۱/۲۶۱۹	-۳/۴۵۷۹۴	-۳/۹۷۶۲۸	-۲/۶۰۲۵۷	-۳/۷۷۸۹۷	-۳/۷۶۲۷۴	-۳/۶۱۹۹۱	-۳/۵۰۵۶۵	-۳/۲۶۷۳۶
۱۳	-۰/۸۹۴۲۴	-۰/۹۰۸۵	-۱/۰۶۹۹	-۱/۹۷۳۷۳	-۰/۷۳۱۶۶	-۱/۰۰۹۱۳	-۱/۳۲۱۱۸	-۱/۱۷۵۷۸	-۰/۸۵۶۲۸	-۰/۷۵۷۰۱	-۱/۱۴۴۱
۱۴	-۱/۲۰۵۱	-۱/۳۸۱۲	-۱/۶۲۶۷۸	-۴/۰۰۹۷۳	-۲/۲۰۲۷۱	-۲/۷۰۰۵۸	-۳/۴۹۴۱۷	-۴/۸۴۳۷۸	-۴/۱۷۹۵۳	-۴/۱۷۰۷۲	-۲/۶۶۸۹۱

نتایج ارایه شده در مورد واحدهای کارا در جدول ۱۳ مشابه نتایج ارایه شده در جدول‌های ۱، ۳ و ۹ می‌باشد. همانند سایر مدل‌ها بانک شماره ۴ در سال ۱۳۹۹ ناکارآمدترین بانک است. در جدول ۱۴ رتبه‌بندی بانک‌ها بر اساس میانگین نمره کارایی در طول کل دوره با استفاده از مدل ضربی با فرض بازده ثابت نسبت به مقیاس آورده شده است.

با توجه به جدول ۱۴ سه بانک شماره ۲، ۱۳ و ۷ به ترتیب بالاترین امتیاز کارایی و سه بانک شماره ۴، ۱۲ و ۱۱ کمترین امتیاز کارایی را بر اساس میانگین کارایی در طول کل دوره مورد بررسی تحقیق و با استفاده از مدل ضربی تحلیل پوششی داده‌ها تحت فرض بازده ثابت نسبت به مقیاس، به خود اختصاص داده‌اند.

جدول۱٤. رتبه‌بندی بانک‌ها با توجه به میانگین نمره کارایی در مدل ضربی با فرض بازده ثابت نسبت به مقیاس

شماره	نام بانک	میانگین کارایی	شماره	نام بانک	میانگین کارایی
۱	بانک ۲	-۰/۶۴۵۹۵	۸	بانک ۳	-۲/۵۸۱۷۱
۲	بانک ۱۳	-۱/۰۷۶۵	۹	بانک ۱۴	-۲/۹۵۳۰۲
۳	بانک ۷	-۱/۱۹۷۰۱	۱۰	بانک ۸	-۳/۰۵۴۰۲
۴	بانک ۱	-۱/۵۹۰۲۶	۱۱	بانک ۹	-۳/۱۴۴۷۳
۵	بانک ۱۰	-۱/۶۶۰۶۳	۱۲	بانک ۱۱	-۴/۵۲۱۵۲
۶	بانک ۶	-۱/۷۳۸۰۳	۱۳	بانک ۱۲	-۵/۰۲۳۰۲
۷	بانک ۵	-۱/۷۴۱۵۵	۱۴	بانک ۴	-۸/۸۳۶۳۶

[Downloaded from jorlu.ir on 2026-11-29]

[DOI: 10.71773/jamlu-2025-2-2257]

جدول۱۵. مقادیر کارایی حاصل از اجرای مدل ضربی با فرض بازده متغیر نسبت به مقیاس

شماره بانک	۱۳۸۹	۱۳۹۰	۱۳۹۱	۱۳۹۲	۱۳۹۳	۱۳۹۴	۱۳۹۵	۱۳۹۶	۱۳۹۷	۱۳۹۸	۱۳۹۹
۱	-۰/۳۳۲۰۸	-۰/۲۸۵۷۴	-۰/۴۹۹۰۱	-۱/۷۶۸۹	-۱/۱۷۹۵۹	-۱/۶۳۵۰۹	-۲/۲۳۲۶۹	-۱/۹۷۴۱۲	۱/۵۶۵۸۳	-۲/۰۸۷۳۷	-۱/۷۵۷۷۸
۲	۰	۰	۰	-۱/۰۷۰۸۵	۰	-۰/۲۸۵۶۳	-۰/۹۵۲۰۶	-۰/۱۹۹۷۴	۰	-۰/۸۳۲۵۴	-۰/۹۷۱۶۴
۳	-۰/۵۲۳۸۳	-۱/۲۵۷۹۱	۰	۰	۰	-۱/۶۴۱۹۱	-۳/۵۵۹۷۶	۰	۰	۰	-۰/۵۲۹۹۸
۴	-۴/۳۸۱۱۵	-۴/۶۷۷۹۴	-۴/۸۰۸۰۱	-۸/۹۰۰۳۳	-۳/۸۴۹۹۱	۰	۰	-۸/۶۳۹۰۹	-۵/۲۲۱۷۶	-۸/۷۳۳	-۸/۹۴۵۷۷
۵	۰	۰	۰	-۱/۵۱۸۷۳	-۱/۹۶۸۱۱	۰	۰	-۲/۹۴۴۶۵	-۲/۵۸۳۸۸	-۳/۵۵۵۳۸	-۲/۷۲۹۶۲
۶	۰	۰	۰	۰	۰	-۰/۸۴۳۷۵	-۳/۲۱۱۴۳	-۱/۰۷۵۷۱	-۱/۹۹۳۵۳	۰	۰
۷	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
۸	-۱/۸۰۶۴۲	۰	-۲/۶۸۲	-۲/۹۲۴۰۵	-۲/۱۹۴۳۲	-۲/۶۵۰۷۱	-۲/۷۸۳۷۱	-۱/۸۱۸۴۱	-۲/۲۷۶۸۴	-۲/۴۲۱۱	-۲/۳۱۳۰۴
۹	۰	-۱/۸۶۱۱	-۱/۹۲۹۸	-۳/۱۲۱۱۶	-۱/۷۷۸۴۱	-۲/۱۵۷۵۲	-۴/۱۰۶۵۷	-۴/۱۰۳۹۱	-۴/۳۷۶۵۸	-۲/۷۳۴۷	-۰/۶۲۴۳۵
۱۰	-۰/۷۴۹۶۹	-۱/۲۴۱۷۶	-۱/۲۲۱۲۱	-۲/۰۳۴۱۲	-۰/۷۹۲۱	-۱/۵۳۹۰۳	-۱/۶۱۲۲	-۰/۵۲۱۶۳	-۱/۰۳۷۱	-۱/۳۶۱۱	-۱/۰۸۱۶
۱۱	-۰/۵۳۶۳۱	-۱/۴۸۵۷۱	-۰/۳۷۱۵۱	-۱/۳۹۳۳۹	۰	-۳/۸۳۸۹۴	-۴/۷۸۶۶۹	-۱/۲۵۳۶۶	-۴/۲۹۷۴۴	۰	۰
۱۲	-۳/۲۶۸۹۹	-۴/۹۵۹۳۱	-۵/۳۲۵۹۳	-۳/۳۱۵۱	-۲/۱۳۷۴۶	-۲/۵۶۰۹۲	-۳/۷۳۱۸۲	-۲/۵۷۴۲۳	-۳/۴۴۰۴۵	-۳/۵۰۴۱۱	-۳/۱۸۸۳۶
۱۳	-۰/۴۷۷۵۵	-۰/۴۱۵۹۷	-۰/۵۰۵۶۳	-۰/۸۳۳۱۶	۰	-۰/۷۸۲۰۷	-۱/۲۰۹۱۲	۰	-۰/۶۵۳۹۴	-۰/۶۶۱۱	-۱/۱۱۴۵۷
۱۴	-۱/۱۰۰۴۸	-۱/۲۹۲۷۸	-۱/۳۸۴۵۴	-۱/۹۳۷۸۷	-۲/۱۷۲۵۶	-۲/۱۹۸۰۸	-۲/۸۶۴۹۹	-۴/۰۴۰۶۷	-۴/۱۶۸۲۳	-۴/۱۱۷۵	۰

با توجه به جدول ۱۵ بانک شماره ۷ تنها بانکی است که در تمام دوره‌ها امتیاز کارایی را به خود اختصاص داده است و امتیاز کارایی سایر بانک‌ها در دوره‌های مختلف دچار نوسانات می‌باشد. کمترین امتیاز کارایی مربوط به بانک شماره ۴ در سال ۱۳۹۹ با امتیاز کارایی۸/۹۴۵۷۶۷-می‌باشد. در ادامه رتبه‌بندی بانک‌ها با در نظر گرفتن میانگین کارایی حاصل از اجرای مدل ضربی با فرض بازده متغیر نسبت به مقیاس در کل دوره، در جدول ۱۶ آورده شده است.

جدول۱۶. رتبه‌بندی بانک‌ها با توجه به میانگین نمره کارایی در مدل ضربی با فرض بازده متغیر نسبت به مقیاس

شماره	نام بانک	میانگین کارایی	شماره	نام بانک	میانگین کارایی
۱	بانک ۷	۰	۸	بانک ۱	-۱/۳۹۲۵۶۴۱
۲	بانک ۲	-۰/۳۹۲۰۴۲۴	۹	بانک ۱۱	-۱/۶۳۳۰۵۸۸
۳	بانک ۱۳	-۰/۶۰۴۸۲۹۳	۱۰	بانک ۸	-۲/۱۷۰۰۵۵۲
۴	بانک ۶	-۰/۶۴۷۶۷۳۸	۱۱	بانک ۱۴	-۲/۲۹۷۹۷۷۲
۵	بانک ۳	-۰/۶۸۳۰۳۵	۱۲	بانک ۹	-۲/۴۳۵۸۳۲۶
۶	بانک ۱۰	-۱/۱۹۹۲۲۸۹	۱۳	بانک ۱۲	-۳/۴۵۵۱۵۲
۷	بانک ۵	-۱/۳۹۰۹۴۲۵	۱۴	بانک ۴	-۵/۲۸۶۹۹۵۹

از جدول ۱۶ داریم که بانک‌های ۷، ۲ و ۱۳ مشابه مدل‌های قبلی به ترتیب بالاترین رتبه را در بین سایر بانک‌ها دارند و بانک‌های ۴، ۱۲ و ۹ نیز به ترتیب در پایین‌ترین رتبه قرار می‌گیرند.

مشاهده تقریباً ثابت با فروض بازده به مقیاس ثابت و متغیر با ماهیت‌های مختلف مدل‌ها از ورودی محور گرفته تا خروجی محور یا ماهیت جمعی گرفته تا ضربی، عملکرد پایین بانک‌های دولتی بزرگ در مقایسه با بانک‌های خصوصی کوچک طی یک دهه ارزیابی بانک‌های کشور است. لذا این مشاهده می‌بایست مورد توجه تصمیم گیرندگان و سیاستگذران حوزه بانکی از جمله دولت و مجلس و نهاد بانک مرکزی قرار گیرد. از دیدگاه بنگاه

[Downloaded from jorlu.ir on 2026-11-29]

[DOI: 10.71773/jamlu-2025-2-2257]

محور یافته‌ها می‌توانند بازخورد خوبی برای بانک‌های دولتی باشد تا به سیاست‌های بهبودی خود اهتمام بیشتری داشته باشند.

۵ بحث و نتیجه گیری

با بررسی نتایج حاصل از اجرای مدل‌ها و رتبه‌بندی آن‌ها بر اساس میانگین کارایی در کل دوره، می‌توان مشاهده نمود که سه بانک شماره ۲، ۷ و ۱۳ به طور عمده در اکثر مدل‌ها جزء کارآمدترین بانک‌ها بوده‌اند در حالی که بانک‌های شماره ۴ و ۱۲ در اکثر مدل‌ها کمترین رتبه را براساس میانگین کارایی کل دوره به خود اختصاص داده‌اند. در این مورد می‌توان اشاره به دولتی بودن بانک‌های شماره ۴ و ۱۲ نمود که می‌تواند تاثیر مستقیمی‌بر نمره کارایی این بانک‌ها داشته باشد و منجر به کاهش کارایی این بانک‌ها شود. از طرفی دیگر بانک شماره ۷ در بین بانک‌های کار آمد تنها بانک دولتی محسوب می‌شود. در رابطه با کارآمد بودن بانک شماره ۷ باتوجه به دولتی بودن آن می‌توان بیان نمود که این بانک در مقایسه با سایر بانک‌های دولتی اندازه کوچک‌تری دارد. همچنین مقادیر متغیرهای مربوط به سرمایه، دارایی‌ها و سپرده‌ها باعث شده است که این بانک بتواند در مقابل سایر بانک‌های دولتی امتیاز کارایی بالاتری را کسب نموده و جزء بهترین بانک‌ها از نظر عملکرد و کارایی باشد.

با مقایسه تعداد واحدهای کارآمد در طول کل دوره مورد بررسی با استفاده از هر یک از مدل‌ها مشاهده می‌شود که تعداد واحدهای کارآمد در هریک از مدل‌هایی که تحت فرض بازده ثابت نسبت به مقیاس عمل می-کنند، (مدل CCR ورودی محور، مدل CCR خروجی محور، مدل جمعی تحت فرض بازده ثابت نسبت به مقیاس و مدل ضربی تحت فرض بازده ثابت نسبت به مقیاس) باهم برابر و به تعداد ۱۹ واحد کارآمد است. این موضوع نشان می‌دهد که این مدل‌ها دارای قدرت تشخیص یکسانی هستند. در مقایسه مدل‌ها تحت فرض بازده متغیر نسبت به مقیاس، (مدل BCC ورودی محور، مدل BCC خروجی محور، مدل جمعی تحت فرض بازده متغیر نسبت به مقیاس و مدل ضربی تحت فرض بازده متغیر نسبت به مقیاس) برآورد می‌شود که تعداد واحدهای کارا مشاهده شده در کل دوره با استفاده از مدل جمعی با تعداد واحدهای کارا مشاهده شده در کل دوره با استفاده از مدل BCC ورودی محور و مدل BCC خروجی محور برابر و به تعداد ۵۱ واحد است که به یکسان بودن قدرت تشخیص این مدل‌ها اشاره دارد. تعداد واحدهای کارا مشاهده شده در کل دوره با استفاده از مدل ضربی تحت فرض بازده متغیر نسبت به مقیاس برابر با ۴۴ واحد است که این مقدار کمتر از تعداد واحدهای کارا مشاهده شده در سایر مدل‌ها با فرض بازده متغیر نسبت به مقیاس می‌باشد و در واقع به این معنی است که تحت فرض بازده متغیر نسبت به مقیاس، مدل ضربی نسبت به سایر مدل‌های استفاده شده دراین تحقیق قدرت تشخیص بالاتری دارد و بنابراین برای تفکیک واحدهای کارا از ناکارا مناسب‌تر است. استفاده از مدل‌های جمعی و ضربی از این رو که همزمان روی کاهش ورودی‌ها و افزایش خروجی‌ها تمرکز دارند، نسب به مدل‌های CCR و BCC ترجیح داده می‌شود اما چیزی که موجب برتری مدل‌های ضربی نسبت به مدل‌های جمعی می‌شود این است که شکل تابع تولید در مدل‌های ضربی بصورت S-شکل می‌باشد در حالی که در مدل‌های جمعی این تابع محدب است. بر اساس اصول مبانی اقتصاد تولید و مبانی اقتصاد خرد، تابع تولید لزوماً محدب نیست و در برخی

[Downloaded from jorlu.ir on 2026-11-29]

[DOI: 10.71773/jamlu-2025-2-2257]

مناطق شامل تعقر است. فرض تحدب امکان افزایشی، ثابت و کاهشی بودن بازده به مقیاس را در طول مرز تولید فراهم می‌کند اما این امر مستلزم آن است که محصولات حاشیه‌ای افزایشی نباشند. محدودیت مربوط به فرض تحدب ممکن است برای تکنولوژی‌های تولید، که در آن‌ها تابع تولید در برخی مناطق مقعر است و مجموعه امکان تولید محدب نیست، مناسب نباشد. مدل ضربی برخلاف مدل‌های شعاعی و جمعی امکان افزایش، ثابت و کاهش تولیدات حاشیه‌ای را در طول مرز تولید فراهم می‌کند. و بطور همزمان سه ویژگی تولید _تحدب، خطی و تعقر_ از یک تابع تولید را شامل می‌شود در نتیجه تابع تولیدی که در این مدل تخمین زده می‌شود، نسبت به سایر مدل‌ها برتری دارد. اگر در برخی از مناطق تابع تولید شواهدی مبنی بر افزایش محصولات حاشیه‌ای وجود داشته باشد، مدل ضربی مدل مناسب‌تری برای تحلیل کارایی می‌باشد.

منابع

[1] Svitalkova, Z., (2014). Comparison and evaluation of bank efficiency in selected countries in EU. Procedia Economics and Finance, 12, 644-653.

[2] Tsolas, I.E. and V. Charles., (2015). Incorporating risk into bank efficiency: A satisficing DEA approach to assess the Greek banking crisis. Expert Systems with Applications, 42(7), 3491-3500.

[3] Berger, A.N. and D.B. Humphrey., (1997). Efficiency of financial institutions: International survey and directions for future research. European journal of operational research, 98(2), 175-212.

[4] Soteriou, A. and S.A. Zenios., (1997). Efficiency, profitability, and quality in the provision of banking services. University of Cyprus, Nicosia, CYPRUS.

[5] Berger, A.N., W.C. Hunter, and S.G. Timme., (1993). The efficiency of financial institutions: A review and preview of research past, present and future. Journal of Banking & Finance, 17(2-3), 221-249.

[6] Sherman, H.D. and F. Gold., (1985). Bank branch operating efficiency: Evaluation with data envelopment analysis. Journal of banking & finance, 9(2), 297-315.

[7] Koetter, M., A. Karmann, and E. Fiorentino., (2006). The cost efficiency of German banks: a comparison of SFA and DEA, Discussion Paper Series 2.

[8] Titko, J., J. Stankevičienė, and N. Lāce., (2014). Measuring bank efficiency: DEA application. Technological and Economic Development of Economy, 20(4), 739-757.

[9] Henriques, I.C., et al., (2018). Efficiency in the Brazilian banking system using data envelopment analysis. Future Business Journal, 4(2), 157-178.

[10] Kamarudin, F., et al., (2019). Bank efficiency in Malaysia a DEA approach. Journal of Central Banking Theory and Practice, 8(1), 133-162.

[11] Antunes, J., et al., (2021). Bank efficiency estimation in China: DEA-RENNA approach. Annals of Operations Research, 1-26.

[12] Lee, C.-C., W. Ni, and X. Zhang., (2023). FinTech development and commercial bank efficiency in China. Global Finance Journal, 57, 100850.

[13] Gržeta, I., S. Žiković, and I. Tomas Žiković., (2023). Size matters: analyzing bank profitability and efficiency under the Basel III framework. Financial innovation, 9(1), 43.

[14] Wu, H., et al., (2023) Interest rate liberalization and bank efficiency: A DEA analysis of Chinese commercial banks. Central European Journal of Operations Research, 31(2),467-498.

[15] Shi, X., L. Wang, and A. Emrouznejad., (2023). Performance evaluation of Chinese commercial banks by an improved slacks-based DEA model. Socio-Economic Planning Sciences, 2023. 90, 101702.

[16] Antunes, J., et al., (2024). Cost efficiency of Chinese banks: Evidence from DEA and MLP-SSRP analysis. Expert Systems with Applications, 237, 121432.

[17] Shaddady, A. and F. Alnori., (2024). ESG practices and bank efficiency: new evidence from an oil-driven economy. International Journal of Islamic and Middle Eastern Finance and Management, 17(2), 233-251.

[Downloaded from jorlu.ir on 2026-11-29]

[DOI: 10.71773/jamlu-2025-2-2257]

[18] Afroj, F., C.B. Dutta, and F. Farjana., (2024). Interrelationship between bank efficiency and non-performing loans: evidence from Bangladesh. Journal of Banking and Financial Technology, 1-16.

[19] Venugopal, S.K., (2024). Loan Portfolio Management and Bank Efficiency: A Comparative Analysis of Public, Old Private, and New Private Sector Banks in India. Economies, 12(4), 81.

[20] Li, X., et al., (2024). Evaluation of bank efficiency by considering the uncertainty of nonperforming loans. Omega, 126, 103069.

[21] hasanzadeh, A., (2007). Efficiency and factors affecting it in the Iranian banking system. Economic Articles with an Islamic approach, 4(7), 75-98.in persian.

[22] Saeed, M., S.m. Saber, and H. Ali., (2011). Evaluating the efficiency of Eqtesad Novin Bank branches using a combination of neural network method and data envelopment analysis. Journal of Operational Research and Its Applications, 8(4), 29-39. in persian.

[23] Fatemeh, M.A. and Y.T. Naserali., (2014). Evaluating Bank Efficiency Using Data Envelopment Analysis and Examining Its Relationship with Financial Ratios. Journal of Economics and Business Research, 5(8), 43-51. in persian.

[24] Ali, G.M., et al., (2017). Determining the cost and profit efficiency of banks using the data envelopment analysis technique and examining its determining factors. Empirical accounting research, 7(3), 81-100. in persian.

[25] Hosein, A., (2018). Evaluating the efficiency of selected banks in Iran and its relationship with intra-bank and macroeconomic variables. Applied Economic Studies of Iran (Applied Economic Studies), 7(26#b00273), 89-114. in persian.

[26] Mahnaz, A.N., K. Elahe, and M. Frzane., (2019). Evaluating the performance of bank branches using the weight control approach in data envelopment analysis. Financial Engineering and Securities Management (Portfolio Management), 10(40), 1-28. in persian.

[27] Mohammad Rahim, R., P. Keykhosro, and A.D. Labat., (2019). Investigating the efficiency of bank management using the DEA technique (case study of various branches of Tehran banks). Productivity Management (Beyond Management), 13(49#f00918), 123-144. in persian.

[28] Ali, E., K. Balal, and M. Saeed., (2021). Presenting a Data Envelopment Analysis Model with Weight Constraints to Evaluate Efficiency in the Banking Industry. Journal of Operational Research and Its Applications, 18(4), 73-84. in persian.

[29] Gholamreza, P.K., T.A. Abbas, and A.K. Mohammad Ali., (2021). Comparing the resolution power of variable-scale return models to evaluate the efficiency of decision-making units in the banking industry. Industrial Management Quarterly, 15(54), 25-34. in persian.

[30] Yaghob, A., et al., (2024). Investigating the impact of integrating smart contracts into blockchain on operational efficiency in banks. Scientific Journal of Modern Research Approaches in Management and Accounting, 8(30), 1156-1175. in persian.

[31] Hamed, A.M., et al., (2024). Evaluating the efficiency of Mellat Bank branches using leader-follower and multi-period models. Journal of Islamic Banking Economics, 13(48), 435-461. in persian.

[32] Ghasemi Toudeshki, H ,.et al., (2024). Using Factor Analysis to Extract the Weight and Importance of Each of the Steps of the NSBM Model in Universal Banking System. Journal of Operational Research and Its Applications, 21(1), 37-56. in persian.

[33] Charnes, A., W.W. Cooper, and E. Rhodes., (1978). Measuring the efficiency of decision making units. European journal of operational research, 2(6), 429-444.

[34] Banker, R.D., A. Charnes, and W.W. Cooper., (1984). Some models for estimating technical and scale inefficiencies in data envelopment analysis. Management science, 30(9), 1078-1092.

[35] Charnes, A., et al., (1985). Foundations of data envelopment analysis for Pareto-Koopmans efficient empirical production functions. Journal of econometrics, 30(1-2), 91-107.

[36] Charnes, A., et al., (1982). A multiplicative model for efficiency analysis. Socio-Economic Planning Sciences, 16(5), 223-224.

[37] Mehdiloozad, M., B.K. Sahoo, and I. Roshdi., (2014). A generalized multiplicative directional distance function for efficiency measurement in DEA. European Journal of Operational Research, 232(3), 679-688.

[38] Charnes, A., et al., (1983). Invariant multiplicative efficiency and piecewise Cobb-Douglas envelopments. Operations Research Letters, 1983. 2(3), 101-103.

[Downloaded from jorlu.ir on 2026-11-29]

[DOI: 10.71773/jamlu-2025-2-2257]