Economic Modeling
https://eco.firuzkuh.iau.ir
Volume 17, Issue 64, Winter 2024, 49-69.

Original Article

Bootstrap-DEA efficiency: Radial and non-radial approaches in the banking industry

Mohamareza Pahle[*], Mehdi Fathabadi[**], Parvaneh Salatin[+]

DOI

Received:
25/10/2023

Accepted:
02/03/2024

Keywords:
Efficiency, Bootstrap, DEA, Bank.

JEL Classification:
G21, C14, C61

Abstract

This article aims to assess the efficiency of 15 stock market banks over the period 2014-2022. Utilizing non-parametric radial efficiency (Debreu-Farrell efficiency) and non-radial efficiency (Russell efficiency) methods, we analyze constant, non-increasing, and variable return-to-scale technologies. Recognizing limitations within radial methods, bias-corrected technical efficiency is also estimated using bootstrap data envelopment analysis. Radial analysis reveals inefficiency among all banks except for the Middle East bank. The average Debreu-Farrell efficiency stands at 77% under constant return to scale and 82% under variable return to scale, while the average Russell efficiency is 58% and 67% respectively. These results suggest slack in Debreu-Farrell efficiency. Bootstrap efficiency findings reveal underestimation in both radial and non-radial efficiency, thereby overstating actual efficiency levels. Bias-corrected radial technical efficiency scores from the bootstrap approach indicate inefficiency across all banks, with Dey and Sarmaye banks exhibiting particularly poor performance. Thus, adopting appropriate strategies such as non-performing loan management, increased non-interest incomes, and reduced operational costs is imperative to enhance efficiency.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

[*] PhD student in Economics, Islamic Azad University, Firuzkuh Branch, Firuzkuh, Iran, mohamadreza.pahle@gmail.com
[**] Assistant professor at Firuzkuh Branch, Islamc Azad University, Firuzkuh, Iran (Crossponding Authur), Mehdi_fa88@yahoo.com
[+] Assistant professor at Firuzkuh Branch, Islamc Azad University, Firuzkuh, Iran, par_salatin@yahoo.com
How to Cite: Pahle, M., Fathabadi, M., Salatin, P. (2024). Bootstrap-DEA efficiency: Radial and non-radial approaches in the banking industry, *Economic Modeling*, 17 (64), 49-69.

1. Introduction

Efficiency stands as a cornerstone in the banking sector, where the prudent allocation of limited resources translates into maximum output at minimum cost. With its pivotal role in economic progress, the banking industry continuously seeks methods to gauge and enhance efficiency. Originating from Farrell's seminal work in 1957, the concept of efficiency analysis, as pioneered by Koopmans and Debrow, has evolved significantly. Among the prominent methodologies, Data Envelopment Analysis (DEA) remains a cornerstone. Its non-parametric approach facilitates the assessment of relative efficiency across banks without presupposing specific functional forms. However, to address DEA's limitations, Simar and Wilson proposed a statistical model coupled with bootstrap techniques, offering robustness in assessing technical efficiency measures within non-parametric frontier models.

The application of radial and non-radial efficiency analysis methods, along with bootstrap techniques, in evaluating 15 Iranian banks from 2014 to 2022 underscores the sector's commitment to improving performance. By scrutinizing inputs and outputs, these methods offer insights into the operational dynamics and comparative efficiency levels among banks. The findings derived from such analyses empower policymakers and stakeholders to implement targeted interventions, fostering a more competitive and resilient banking landscape. Ultimately, enhancing efficiency not only bolsters individual bank performance but also catalyzes broader economic growth and stability, underscoring the significance of ongoing efforts to optimize resource allocation and operational practices within the banking sector.

2. Methodology

The methodology section elucidates the nuances involved in addressing uncertainties within the DEA framework for efficiency analysis. Despite its deterministic nature, DEA efficiency scores are contingent upon estimated frontiers rather than absolute benchmarks, leading to inherent variability due to sampling. To mitigate these challenges, Simar and Wilson's bootstrap technique offers a promising avenue for statistical inference, enabling the estimation of biases and confidence intervals around initial efficiency estimates. However, the effectiveness of bootstrap procedures relies on pivotal assumptions, particularly concerning the independence of technical efficiency measures from output combinations in output-oriented models and from input compositions in input-oriented models, which necessitates rigorous testing under the assumption of global technological scale efficiency proposed by Wilson.

Navigating these assumptions is critical for selecting the appropriate bootstrap method—whether smooth homogeneous or heterogeneous—to ensure the validity of statistical inference within the DEA framework. By unpacking the intricacies of the relationship between output combinations and technical efficiency measures, the methodology underscores the importance of robust statistical techniques in gauging and improving efficiency in the banking sector and beyond.

3. Results

The results indicate inefficiencies across most banks, with only the Middle East Bank efficient under variable returns to scale. Radial measures fare better than non-radial ones, suggesting operational improvements. Bias-corrected radial scores show widespread inefficiency, with the Middle East Bank relatively efficient while Dey and Sarmaye banks lag. These findings stress the need for targeted strategies to enhance banking sector efficiency, vital for economic progress.

4. Conclusion

Monetary and financial institutions are pivotal for any country's economic development. In Iran, these institutions encompass commercial, specialized, government, and private banks operating across various sectors like housing, agriculture, industry, and mining. Banks serve as vital cogs in society's economic machinery, capable of spurring growth or inducing stagnation through their decisions and credit policies. Analyzing banks' financial performance entails studying the relationships among financial metrics and their trends over time, offering valuable insights for future planning and adjustment. However, findings reveal inefficiencies plaguing banks, attributed to several factors. A critical issue restraining banks is the prevalence of non-performing loans, stemming from information asymmetry between banks and customers, leading to suboptimal resource allocation and moral hazard. Consequently, this imbalance disrupts the liquidity cycle, compelling banks to seek resources at high costs or resort to forced borrowing from the central bank, thereby reducing net income. Economists highlight the resultant cycle within the banking system, wherein diminished cash income decreases loan disbursements, exacerbating economic recession, which, in turn, amplifies non-performing loans. This interplay underscores the complexities inherent in banking operations and their profound impact on economic stability.

Funding

There is no funding support.

Declaration of Competing Interest

The author declares no conflicts of interest relevant to the content of this article.

Acknowledgments

We appreciate the anonymous reviewers for their valuable comments, which have significantly improved our work.

مدلسازی اقتصادی
Economic Modeling
https://eco.firuzkuh.iau.ir
دوره ۱۷، شماره ٦٤، زمستان ١٤٠٢، صفحه‌های ٤٩ تا ٦٩.

پژوهشی

کارایی تحلیل پوششی داده‌های بوت‌استرپ و رهیافت ناپارامتریک شعاعی و غیرشعاعی: شواهدی از صنعت بانکی

محمدرضا پهله*، مهدی فتح‌آبادی**، پروانه سلاطین +

DOI

تاریخ دریافت:
١٤٠٢/٠٨/٠٣
تاریخ پذیرش:
١٤٠٢/١٢/١٢

واژگان کلیدی:
کارایی، بوت‌استرپ، تحلیل پوششی داده‌ها، بانک.

طبقه‌بندی JEL:
C61, C14, G21

چکیده

هدف این مقاله ارزیابی کارایی ۱۵ بانک بورسی در دوره ١٤٠١-١٣٩٣ است. بدین منظور، از روش تحلیل کارایی ناپارامتریک شعاعی(کارایی دبرو-فارل) و غیرشعاعی(کارایی راسل) تحت فناوری‌های بازدهی ثابت، بازدهی غیرفزاینده و بازدهی متغیر استفاده می‌شود. افزون بر این، به‌دلیل برخی محدودیت‌ها در روش‌های شعاعی، کارایی فنی تصحیح‌شده تورش با استفاده از تحلیل پوششی داده‌های بوت‌استرپ نیز برآورد شد. یافته‌های تحلیل شعاعی نشان می‌دهد بجز بانک خاورمیانه، سایر بانک‌های بورسی ناکارا بوده‌اند. متوسط کارایی دبرو-فارل این ۱۵ بانک تحت فناوری بازدهی ثابت ۷۷ درصد و تحت بازدهی متغیر ۸۲ درصد است؛ در حالی که متوسط کارایی راسل تحت بازدهی ثابت ۵۸ درصد و تحت بازدهی متغیر ٦٧ درصد است. این نتایج حکایت از متغیر کمکی در کارایی دبرو-فارل است. نتایج کارایی بوت‌استرپ نیز نشان می‌دهد نتایج کارایی شعاعی و غیرشعاعی از کم‌برآوردی رنج می‌برند و در واقع کارایی را بیش از آن چیزی که هست نشان می‌دهند. نمرات کارایی فنی شعاعی تصحیح‌شده تورش در رویکرد بوت‌استرپ بیان می‌دارد همه بانک‌ها ناکارا هستند. در این میان، بانک‌های دی و سرمایه بدترین وضعیت را داشته‌اند. از این رهگذر، اتخاذ رویه مناسب برای پرداخت تسهیلات مانند اعتبارسنجی برای مدیریت مطالبات غیرجاری، افزایش درآمدهای غیربهره‌ای و کاهش هزینه‌های عملیاتی برای بهبود کارایی ضروری به‌نظر می‌رسد.

* دانشجوی دکتری اقتصاد، گروه اقتصاد، واحد فیروزکوه دانشگاه آزاد اسلامی، فیروزکوه، ایران، mohamadreza.pahle@gmail.com
** استادیار، گروه اقتصاد، واحد فیروزکوه، دانشگاه آزاد اسلامی، فیروزکوه، ایران (نویسنده مسئول)، mehdi_fa88@yahoo.com
+ استادیار، گروه اقتصاد، واحد فیروزکوه، دانشگاه آزاد اسلامی، فیروزکوه، ایران، par_salatin@yahoo.com

مدلسازی اقتصادی
Economic Modeling
https://eco.firuzkuh.iau.ir
دوره ۱۷، شماره ٦٤، زمستان ۱٤۰۲، صفحه‌های ٤۹ تا ٦۹.

۱. مقدمه

واژه کارایی به‌ویژه در بخش بانکی به‌معنای بهترین به‌کارگیری منابع محدود با حداقل هزینه و حداکثر خروجی است. ارزیابی کارایی به تعیین میزان کارآمدی یک بانک و راه‌حل‌های ممکن برای پر کردن شکاف در این زمینه کمک می‌کند. بانک‌هایی که ستانده بیشتری را از مقدار مشخصی از نهاده‌ها کسب می‌کنند، به عنوان بانک‌های کارا شناخته می‌شوند. کارایی در مؤسسات مالی مستلزم بهبود سودآوری، سرمایه‌گذاری بیشتر، قیمت بهتر و کیفیت خدمات برای مصرف‌کنندگان در یک محیط رقابتی است. بهبود کارایی بانک می‌تواند نقش حیاتی در شکل‌گیری اقتصاد واقعی داشته و به پیشرفت اقتصادی کمک کند. کل اقتصاد یک کشور ممکن است به دلیل یک سیستم بانکی ضعیف و ناکارآمد در معرض تهدید قرار گیرد(شاری و همکاران[۱]، ۲۰۱۱). اندازه‌گیری کارایی، مدیران را قادر می‌سازد تا عملکرد بانک را محک زده و زمینه‌های ناکارایی را برای بهبودهای آتی بررسی کنند(عثمان و همکاران[۲]، ۲۰۱٦). سیستم رتبه‌بندی داخلی بانک‌های تجاری با استفاده از عملکرد مالی برای حمایت از رقابت‌پذیری و سودآوری در بلندمدت مهم است (بلاس و همکاران[۳]، ۲۰۱۲). ناکارآمدی نظام بانکی ایران در سال‌های اخیر، مشکلات زیادی را برای اقتصاد کشور به همراه داشته است. این ناکارآمدی ناشی از معضلاتی مانند «تعیین دستوری نرخ بهره»، «مطالبات معوق بانکی» و «عدم استقلال بانک مرکزی» است. در این میان قرار گرفتن تحت ریسک‌های اعتباری، نرخ ارز، ریسک بازار و غیره، شرایط بهبود عملکرد سیستم بانکی کشور را سخت کرده است. از این منظر، به‌نظر می‌رسد یکی از محورهای کلیدی در اصلاحات اقتصادی مبتنی‌بر سیاست‌های کلی اقتصاد مقاومتی، اصلاح سیستم بانکی خواهد بود.

مفهوم کارایی هسته اصلی اقتصاد تولید است. از نظر مفهومی، محققان با فرض عدم ناکارایی، به رابطه داده – ستانده نگاه می‌کردند. با این‌حال، فرض اینکه همه واحدها همگن هستند، یعنی در سطح یکسانی از کارایی فعالیت می‌کنند، قابل قبول نیست. فارل[٤](۱۹۵۷) نخستین بار تحلیل کارایی را براساس مفهوم کارایی معرفی شده توسط کوپمنز[٥](۱۹۵۱) و دبرو[٦](۱۹۵۱) ارائه کرد. در ادامه مطالعاتی همچون فار[۷](۱۹۸۸)؛ فار و همکاران(۱۹۹٤) و فار و پریمونت[۸](۱۹۹٤) بینش‌های زیادی درخصوص اندازه‌گیری کارایی ناپارامتریک ارائه نمودند. تحلیل پوششی داده‌ها[۹](DEA)، یک تکنیک تحلیلی پیشرو برای اندازه‌گیری کارایی نسبی، به‌طور گسترده توسط محققان دانشگاهی و متخصصان در ارزیابی کارایی واحدهای تصمیم‌گیری از نظر تبدیل نهاده‌ها به ستانده استفاده شده است. دلیل انتخاب این تکنیک توسط محققان به این دلیل است که فرم تابعی پیشینی را تحمیل نمی‌کند و امکان فناوری‌های ستانده متعدد را فراهم می‌کند. اگرچه روش DEA معمولاً قطعی در نظر گرفته می‌شود، اما کارایی همچنان نسبت به مرز تخمینی و نه مرز واقعی محاسبه می‌شود. نمرات کارایی به‌دست‌آمده از یک نمونه محدود، منوط به تغییرپذیری نمونه‌گیری از مرز برآوردی است. سیمار و ویلسون[۱۰](۱۹۹۸، ۲۰۰۰، ۲۰۰۲) یک مدل آماری ارائه کرده و در آن فرآیندهای

---

۱ Shaari et al
۲ Othman et al
۳ Belas et al
٤ Farrell
٥ Koopmans
٦ Debreu
۷ Fare
۸ Primont
۹ Data Envelopment Analysis
۱۰ Simar and Wilson

بوت‌استرپ سازگار را برای ارائه استنتاج آماری درخصوص معیارهای کارایی فنی در مدل‌های مرزی ناپارامتریک پیشنهاد نموده‌اند. هدف اصلی این مقاله، برآورد و ارزیابی کارایی بانک‌های بورس اوراق بهادار است. بدین منظور از روش تحلیل کارایی شعاعی و غیرشعاعی برای ۱۵ بانک بورسی ایران در دوره ۱۴۰۱-۱۳۹۳ استفاده می‌شود. برای برآورد کارایی از فناوری‌های بازدهی ثابت، غیرفزاینده و متغیر و هم‌چنین روش بوت‌استرپ بهره گرفته می‌شود. ادامه مقاله به‌صورت زیر سازماندهی شده است. بخش دوم به مرور ادبیات می‌پردازد. بخش سوم به روش‌شناسی و داده‌ها اختصاص دارد. در بخش چهارم نتایج مقاله بیان می‌شود و درنهایت در بخش پنجم به جمع‌بندی و بحث پرداخته می‌شود.

۲. مروری بر ادبیات

واژه کارایی گاها مترادف بهره‌وری تلقی می‌شود. لاول[۱](۱۹۹۳) بهره‌وری را به‌صورت «نسبت بین ستانده‌ها و نهاده‌ها» توصیف کرده است. حیات[۲](۲۰۱۱) بهره‌وری را این‌گونه تعریف می‌کند؛ «استفاده حداکثری از منابع موجود به روشی پیشرفته و بهره‌ورتر». با توجه به این تعاریف می‌توان گفت که بنگاه‌های کارا با کمترین نهاده، بالاترین عملکرد را از خود نشان می‌دهند. عثمان و همکاران(۲۰۱٦) کارایی را به شکل «ستانده بیشتر به‌ازای هر واحد نهاده، نشان‌دهنده کارایی بالاتر است» بیان می‌کنند. اندازه‌گیری کارایی تعیین می‌کند که چگونه یک بنگاه می‌تواند تولید و سود خود را حداکثر نماید درحالی که هزینه را به حداقل می‌رساند. کارایی هزینه به‌معنای مقایسه هزینه بانک با بهترین عملکردهای بنگاه برای تولید همان میزان ستانده در شرایط یکسان است. یک بانک در صورتی به لحاظ هزینه کاراست که از نهاده‌های موجود با کمترین هزینه استفاده کند و حداکثر ستانده را در زمانی کوتاه‌تر در شرایط یکسان تولید کند. سردار و همکاران[۳](۲۰۱۳) بیان داشتند کارایی هزینه به حداقل هزینه و حداکثر ستانده با منابع محدود اشاره دارد. کارایی هزینه به دو دسته کارایی تخصیصی و کارایی فنی تقسیم می‌شود.

مفهوم کارایی فنی که نخستین بار توسط کوپمنز(۱۹۵۱) معرفی شد به حداکثر تولید ستانده با زمان و منابع محدود اشاره دارد و معمولا برای ارزیابی سازمان‌ها استفاده می‌شود. کارایی فنی زمانی مفید است که چندین نهاده و ستانده در نظر گرفته شود. کارایی فنی نیز ارتباط تنگاتنگی با تلاش‌های مدیریتی دارد. براساس نظریه تولید، کارایی فنی ارزیابی بردار منابع (نهاده‌ها) به‌کار رفته برای دستیابی به بردار ستانده‌هاست. روگوا و بلینوا[٤](۲۰۱۸) ادعا کردند کارایی فنی بیانگر میزان خوبی کیفیت تصمیمات مدیریتی است. عثمان و همکاران(۲۰۱٦) بیان کردند کارایی فنی کارایی جهانی نیز شناخته می‌شود. آنها باور دارند کارایی فنی توانایی بانک‌ها برای تولید ستانده‌های واقعی با نهاده‌ها یا منابع کمتر را اندازه‌گیری می‌کند که نشان‌دهنده کارایی بالاتر است.

کارایی تخصیصی بیانگر استفاده از بهترین سطح نهاده است. از این منظر، لی و همکاران[٥](۲۰۲۲) باور دارند تغییر کارایی تخصیصی بیشتر زمانی مهم می‌شود که شرایط حکمرانی تغییر کنند. در حالی که. عثمان و همکاران(۲۰۱٦) ادعا کردند که کارایی تخصیصی، ترکیب بهینه نهاده‌ها را برای افزایش کارایی و تولید یا خدمات اندازه‌گیری می‌کند،

[۱] Lovell
[۲] Hayat
[۳] Sardar et al
[٤] Rogova and Blinova
[٥] Li et al

مانند استفاده از دستگاه‌های خودپرداز(ATM) توسط بانک‌ها و بانکداری اینترنتی برای بده‌بستان میان موجودی سرمایه و نیروی‌کار. قیوم و خان[۱](۲۰۱۰) خاطر نشان کردند که کارایی تخصیصی به انتخاب نسبت نهاده بهینه در قیمت‌های موجود نهاده‌ها اشاره دارد. کارایی مقیاس یکی دیگر از انواع کارایی است. فارل(۱۹۵۷) بیان کرد تولید در سطح حداکثر با به‌کارگیری بهترین سطح حداکثر نهاده، همان کارایی مقیاس است. نسبت کارایی فنی کلی به کارایی خالص به کارایی مقیاس اشاره دارد(کوربائه و لوین[۲]، ۲۰۱۹). کارایی قیمتی نیز در میان بانک‌ها وجود دارد. بانک‌های کارا می‌توانند خدمات بهتری را با قیمت‌های مناسب از نگاه مشتریان ارائه دهند. در عین حال، سایر سهام‌داران فکر می‌کنند تنها بانک‌های کارا می‌توانند بازدهی ثابت را تضمین کنند. علاوه بر این، تنها بانک‌های کارا می‌توانند بقای بیشتری داشته باشند و سهم بازار خود را حفظ کنند، در حالی که از نظر مدیران، بانک‌های ناکارا درنهایت در شرایط متغیر و کامل بازار حذف می‌شوند(ژو و همکاران[۳]، ۲۰۱۹). علاوه‌بر این، عثمان و همکاران(۲۰۱٦) کارایی مقیاس را به‌عنوان «سطح حجم فعالیت بهینه» تعریف کرده‌اند که به موجب آن، اگر کالاها یا خدمات بالاتر یا پایین‌تر از سطح بهینه تولید شوند، ناکارایی می‌تواند ایجاد شود و منجر اضافه شدن هزینه ثابت شود.

در ایران تعدادی از مطالعات به ارزیابی کارایی بانک‌ها پرداخته‌اند. یاری‌فرد و همکاران(۱٤۰۲) نشان دادند متوسط کارایی بانک‌های ایران ۸۰ درصد است. تقوی‌فرد و همکاران(۱٤۰۰) به این نتیجه رسیدند که کلیه محیط‌ها دارای ٤٥ درصد کارایی درآمدی هستند و مجموعا در کلیه محیط‌ها ۹ شعبه کارا هستند که از این تعداد چهار شعبه در محیط تجاری، دو شعبه در محیط مسکونی، دو شعبه پادگانی و یک شعبه در محیط جاده‌ای قرار دارند. ترخانی و همکاران(۱۳۹۹) نشان دادند متوسط کارایی بخش بانکی ایران ٦۹ درصد بوده و در دوره مورد بررسی صعودی بوده است. درویش‌متولی و همکاران(۱۳۹۸) بیان کردند تنها ۷ شرکت دارای کارایی بوده‌اند و سایر شرکت‌ها نوسان عملکرد داشته‌اند. عرفانیان‌دانشور و همکاران(۱۳۹۸) دریافتند کارایی بانک‌های اسلامی بیشتر از کارایی بانک‌های متعارف در حوزه منا بوده است. امیری(۱۳۹۷) نشان داد میانگین کارایی بانک‌های دولتی ۸۷ درصد، کارایی بانک‌های خصوصی ۹٤ درصد و کارایی بانک‌های دولتی خصوصی‌شده ۹۸ درصد است. غلام‌ابری(۱۳۹۳) دریافت از ۳۷ شعبه، ۸ شعبه دارای کارایی بوده‌اند. میانگین کارایی این ۳۷ شعبه ۷۸ درصد با انحراف معیار ۰/۲ است. نامداری و همکاران(۱۳۸۹) به این نتیجه رسیدند که بانک‌های دولتی ایران در محدوده بازدهی فزاینده قرار دارند.

۳. روش پژوهش و داده‌ها

در این بخش، دو نوع معیار کارایی ناپارامتریک شعاعی و غیرشعاعی بیان می‌شود.

۳-۱. تحلیل کارایی شعاعی

معیارهای کارایی فنی برای نقاط داده‌های تولید، برمبنای معیارهای شعاعی قرادادی دبرو-فارل هستند(دبرو، ۱۹۵۱؛ فارل، ۱۹۵۷). برای هر نقطه داده $k\ (k = 1, \dots, K)$، بردار $x_k(x_{k1}, \dots, x_{kN}) \in \Re^N$ نشان‌دهنده N نهاده و بردار

[۱] Qayyum and Khan
[۲] Corbae and Levine
[۳] Zhu et al

$y_k\left(y_{k1},\dots,y_{kN}\right)\in\Re^M$ بیانگر M ستانده است. فرض می‌شود تحت فناوری T، داده‌ها (x,y) به‌گونه‌ای هستند که ستانده‌ها توسط نهاده‌ها تولید می‌شوند.

$$T=\left\{(x,y):\ y \text{ توسط } x \text{ قابل تولید هستند}\right\} \quad (۱)$$

فناوری تولید به‌طور کامل توسط مجموعه امکانات تولید آن مشخص می‌شود؛

$$P(x)\equiv\{y\ :\ (x,y)\in T\} \quad (۲)$$

یا مجموعه نهاده‌های مورد نیاز،

$$L(y)\equiv\{x\ :\ (x,y)\in T\} \quad (۳)$$

شرایط (۲) و (۳) نشان می‌دهند ستانده‌ها و نهاده‌های در دسترس شدنی هستند. حد بالایی مجموعه امکانات تولید و حد پایینی مجموعه مورد نیاز نهاده‌ها، مرز را مشخص می‌کنند. اینکه یک نقطه داده مشخص چقدر از مرز فاصله دارد نشان‌دهنده کارایی آن است. در اندازه‌گیری کارایی شعاعی ستانده‌محور، میزان توسعه (نسبی) لازم ستانده‌ها برای جابجایی یک نقطه داده به مرز مجموعه امکانات تولید $P(x)$ معیاری برای کارایی فنی عمل می‌کند. در مقابل، در اندازه‌گیری کارایی شعاعی نهاده‌محور، مقدار کاهش ضروری (نسبی) نهاده‌ها برای انتقال یک نقطه داده به مرز مجموعه مورد نیاز نهاده‌ها $L(y)$ است. از نظر تجربی، کارایی‌های فنی از طریق مدل‌های تحلیل فعالیت، که به‌عنوان مدل‌های DEA شناخته می‌شوند، اندازه‌گیری می‌شوند. برای K نقاط داده، M ستانده و N نهاده، برآورد معیار کارایی فنی شعاعی ستانده‌محور دبرو- فارل را می‌توان با حل یک مسئله برنامه‌ریزی خطی برای هر نقطه داده $k\ (k=1,\dots,K)$ محاسبه کرد؛

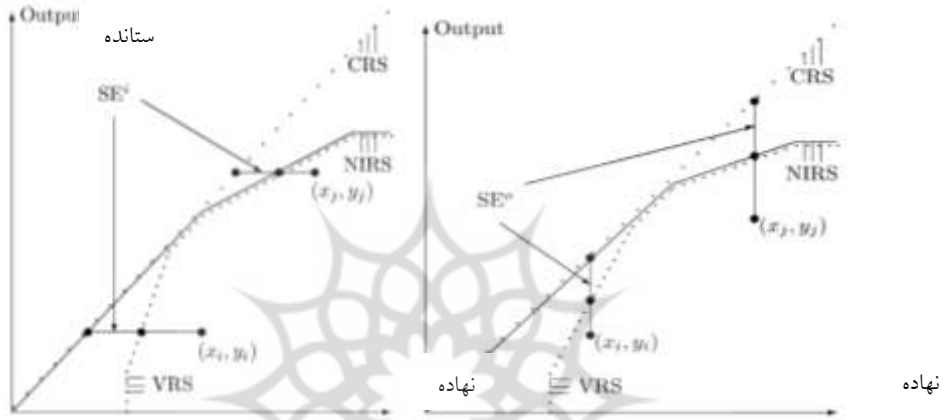
$$\begin{aligned}\hat{F}_k^O\left(y_k,x_k,y,x\middle|CRS\right)=&\max_{\theta,z}\theta\\ s.t.&\sum_{k=1}^{K}z_k y_{km}\geq y_{km}\theta_m,\qquad m=1,\dots,M\\ &\sum_{k=1}^{K}z_k x_{kn}\leq x_{kn},\qquad n=1,\dots,N\\ &z_k\geq 0\end{aligned} \quad (٤)$$

y یک ماتریس $K\times M$ از داده‌های موجود در ستانده‌ها و x یک ماتریس $K\times N$ از داده‌های موجود در نهاده‌هاست. تخمین $P(x)$ کوچک‌ترین مدل FDH[۱] است که داده‌های مشاهده‌شده را شامل می‌شود و حد بالایی آن، تخمین خطی تکه‌ای از مرز بهترین عملکرد واقعی $P(x)$ است. معادله (٤) با فرض بازدهی مقیاس ثابت(CRS) است. سایر بازده‌های مقیاس با تعدیل سطوح عملیاتی فرآیند z_k مدل‌سازی می‌شوند؛ به‌طوری که برای بازدهی مقیاس

[۱] Free-disposal Hull

متغیر(VRS)، یک قید تحدب‌پذیری اضافه می‌شود $\sum_{k=1}^{K} z_k = 1$[1]، در حالی که برای بازدهی مقیاس غیرفزاینده(NIRS) نابرابری $\sum_{k=1}^{K} z_k \leq 1$[2] به مجموعه قیود مسئله برنامه‌ریزی خطی (٤) اضافه می‌شود.

برای روشن شدن بحث، شکل‌های ۱ فرآیندهای تولید با یک نهاده و یک ستانده را با سه فناوری CRS، VRS و NIRS نشان می‌دهند. در سمت چپ شکل ۱ (سمت راست) فاصله عمودی (افقی) از یک نقطه داده (x_i, y_i) یا (x_j, y_j) تا مرز بهترین عملکرد CRS، VRS و NIRS بیانگر کارایی فنی ستانده‌محور (نهاده‌محور) تحت فرض فناوری CRS، VRS و NIRS است. در حالت چند بعدی، فاصله لازم مسیر شعاعی از یک نقطه داده است که موازی با محورهایی است که در امتداد آن همه ستانده‌ها (نهاده‌ها) اندازه‌گیری شده‌اند.



شکل ۱. کارایی فنی و مقیاس ستانده‌محور و نهاده‌محور

۲-۳. تحلیل کارایی غیرشعاعی

برای نقطه داده (x_k, y_k)، اندازه شعاعی تمامی M ستانده$(y_k = y_{k1}, \dots, y_{kM})$ و N نهاده$(x_k = x_{k1}, \dots, x_{kN})$ را به‌طور متناسب افزایش می‌دهد تا زمانی که به مرز برسد. در نقطه مرزی، برخی از ستانده‌ها (نهاده‌ها) اما نه همه آنها را می‌توان افزایش داد، درحالی که همچنان شدنی باشد. اگر چنین امکانی برای یک نقطه داده معین مانند k برای ستانده m (نهاده n) وجود داشته باشد، آنگاه گفته می‌شود که نقطه مرجع $F_k^0(y_k, x_k) \times y_{mk}\left[F_k^i(y_k, x_k) \times x_{nk}\right]$ در ستانده y_m (نهاده x_n) متغیر کمکی دارد. اندازه غیرشعاعی کارایی فنی، معیار راسل[3](RM)، این متغیرهای کمکی را در خود جای می‌دهد(فار و لاول، ۱۹۷۸؛ فار و همکاران، ۱۹۹٤a). اندازه‌گیری غیرشعاعی ستانده‌محور برای نقطه داده j به‌صورت زیر تعریف می‌شود؛

[1] این برابری تضمین می‌کند که نقطه داده k فقط با نقاط داده با اندازه مشابه مقایسه می‌شود. براساس فرض CRS، نقاط داده با اندازه‌های مختلف ممکن است با یکدیگر مقایسه شوند.

[2] این نابرابری تضمین می‌کند که نقطه داده k با سایر نقاط داده که به‌طور قابل توجهی بزرگ‌تر هستند مقایسه نمی‌شود. اما ممکن است با نقاط داده کوچک‌تر مقایسه شود.

[3] Russell Measure

$$RM_k^O\left(y_k, x_k, y, x\middle|CRS\right) = max\left\{M^{-1}\sum_{m=1}^{M}\theta_m: \begin{matrix}\left(\theta_1 y_{k1}, \dots, \theta_M y_{kM}\right) \in P(x) \\ \theta_m \geq 0, m = 1, \dots, M\end{matrix}\right\}$$

و اندازه‌گیری غیرشعاعی نهاده‌محور به قرار زیر است؛

$$RM_k^i(y_k, x_k, y, x|CRS) = min\left\{N^{-1}\sum_{n=1}^{N}\lambda_n: \begin{matrix}(\lambda_1 x_{k1}, \dots, \lambda_N x_{kN}) \in L(y) \\ \lambda_n \geq 0, n = 1, \dots, N\end{matrix}\right\}$$

معیار راسل(RM) ستانده‌محور را می‌توان برای ستانده‌های مثبت محاسبه کرد؛

$$RM_k^O(y_k, x_k, y, x|CRS) = M^{-1}\max_{\theta,z}\sum_{m=1}^{M}\theta_m$$
$$s.t.\sum_{k=1}^{K} z_k y_{km} \geq y_{km}\theta_m, \quad m = 1, \dots, M \qquad (٥)$$
$$\sum_{k=1}^{K} z_k x_{kn} \leq x_{kn}, \quad n = 1, \dots, N$$
$$z_k \geq 0$$

و معیار راسل(RM) داده‌محور را می‌توان برای نهاده‌های مثبت محاسبه کرد؛

$$\widehat{RM}_k^i\left(y_k, x_k, y, x\middle|CRS\right) = N^{-1}\min_{\theta,z}\sum_{n=1}^{N}\lambda_n$$
$$s.t.\sum_{k=1}^{K} z_k y_{km} \geq y_{km}, \quad m = 1, \dots, M \qquad (٦)$$
$$\sum_{k=1}^{K} z_k x_{kn} \leq x_{kn}\lambda_n, \quad n = 1, \dots, N$$
$$z_k \geq 0$$

اگر ستانده $y_{km} = 0$ $(x_{kn} = 0)$ باشد، آنگاه مسئله برنامه‌ریزی خطی (٥) و (٦) اصلاح شده و θ_m (λ_n) برابر یک قرار می‌گیرد. فناوری‌ها را تحت VRS و NIRS می‌توان با اعمال قیود مربوطه بر بردار شدت، z، در فناوری خطی تکه‌ای، یعنی در (٥) و (٦) مدل‌سازی کرد. سپس معیار راسل(RM) را می‌توان نسبت به این فناوری‌ها محاسبه کرد. وقتی فقط یک نهاده(ستانده) وجود دارد، معیار راسل(RM) نهاده‌محور(ستانده‌محور) برابر با معیار کارایی فنی شعاعی دبرو- فارل است.

۳-۳. استنتاج آماری در مدل مرزی شعاعی

اگرچه روش DEA معمولاً جبری در نظر گرفته می‌شود، اما کارایی هم‌چنان هنوز نسبت به مرز تخمینی و نه مرز واقعی محاسبه می‌شود. نمرات کارایی به‌دست‌آمده از یک نمونه محدود منوط به تغییرپذیری نمونه‌گیری مرز تخمینی است. معیارهای کارایی فنی تخمینی بسیار خوش‌بینانه هستند، زیرا برآورد DEA از مجموعه تولید لزوما زیرمجموعه ضعیفی از مجموعه تولید واقعی تحت فروض استاندارد زیربنایی DEA است. استنتاج آماری درخصوص برآوردهای DEA شعاعی را می‌توان از طریق تکنیک بوت‌استرپ ارائه نمود(سیمار و ویلسون، ۱۹۹۸، ۲۰۰۰؛ نیپ و همکاران،

۲۰۰۸). فرآیند بوت‌استرپ امکان تخمین تورش و فاصله اطمینان برآورد اولیه را فراهم می‌کند[۱]. بادوننکو و همکاران(۲۰۱۲) ویژگی‌های آماری برآوردگر تصحیح‌شده تورش را در نمونه‌های محدود مطالعه کردند.

تکنیک بوت‌استرپ مبتنی‌بر چند فرض است. در مدل کارایی ستانده‌محور، فرض اصلی به این بستگی دارد که آیا معیارهای کارایی فنی تخمینی ستانده‌محور مستقل از ترکیب ستانده‌ها هستند یا خیر. در مدل کارایی نهاده‌محور، فرض اصلی وابسته به این است آیا معیارهای کارایی فنی تخمینی نهاده‌محور مستقل از ترکیب نهاده‌ها هستند یا خیر. این وابستگی را می‌توان با توجه به فرض بازدهی مقیاس فناوری جهانی آزمون کرد(ویلسون، ۲۰۰۳). اگر معیارهای کارایی فنی ستانده‌محور مستقل از ترکیب ستانده‌ها باشد، می‌توان از بوت‌استرپ همگن هموار استفاده کرد. در مقابل اگر، معیارهای کارایی فنی ستانده‌محور مستقل از ترکیب ستانده‌ها نباشند، باید از بوت‌استرپ ناهمگن برای ارائه استنتاج آماری معتبر استفاده شود. نوع دوم بوت‌استرپ از نظر محاسباتی بسیار سخت است و ممکن است برای مجموعه داده‌های بزرگ زمان زیادی طول بکشد.

٤-۳. بازدهی مقیاس و تحلیل مقیاس

فرض مربوط به فناوری جهانی در DEA بسیار مهم است. نظر به این فرض، معادله (٤) و اندازه‌گیری‌های کارایی فنی تغییر خواهند کرد. فرض درباره بازدهی مقیاس باید با استفاده از دانش قبلی درخصوص صنعت مورد نظر ساخته شود. اگر این دانش کافی و یا قطعی نباشد، فرض بازدهی مقیاس را می‌توان با روش‌های اقتصادسنجی برآورد نمود. علاوه‌بر این، اگر فناوری در سطح جهانی CRS نباشد، تخمین معیار کارایی فنی تحت CRS به نتایج ناسازگار منجر خواهد شد(سیمار و ویلسون، ۲۰۰۲). معیارهای کارایی فنی شعاعی در (٤) تحت فرض فناوری CRS، VRS و NIRS می‌توانند برای محاسبه معیارهای کارایی مقیاس استفاده شوند(فار و گروسکوپ[۲]، ۱۹۸۵). کارایی مقیاس تحلیل ستانده‌محور به‌صورت زیر است؛

$$S_k^O(y_k,x_k)=\frac{\hat{F}_k^O(y_k,x_k,y,x|CRS)}{\hat{F}_k^O(y_k,x_k,y,x|VRS)} \quad , \quad S_k^{O*}(y_k,x_k) \\ =\frac{\hat{F}_k^O(y_k,x_k,y,x|NIRS)}{\hat{F}_k^O(y_k,x_k,y,x|VRS)} \qquad (۷)$$

و کارایی مقیاس برای تحلیل نهاده‌محور به قرار زیر است؛

$$S_k^i(y_k,x_k)=\frac{\hat{F}_k^i(y_k,x_k,y,x|CRS)}{\hat{F}_k^i(y_k,x_k,y,x|VRS)} \quad , \quad S_k^{i*}(y_k,x_k) \\ =\frac{\hat{F}_k^i(y_k,x_k,y,x|NIRS)}{\hat{F}_k^i(y_k,x_k,y,x|VRS)} \qquad (۸)$$

[۱] برای جزئیات بیشتر به مقاله سیمار و ویلسون(۲۰۰۷) رجوع کنید.

[۲] Grosskopf

کارایی مقیاس S_k^O میزان نزدیکی نقطه داده (y_k, x_k) را به مقیاس بهینه بالقوه را اندازه‌گیری می‌کند، که به‌عنوان حداکثر اندازه مقیاس بهره‌ور نیز شناخته می‌شود و بخشی از مرز است که همان مرزهای CRS و VRS در شکل‌های ۱ بوده و به‌ترتیب با SE^O و SE^i نشان داده شده‌اند. بنابراین اگر مقدار $S_k^O(y_k, x_k)$ یا $S_k^i(y_k, x_k)$ برابر یک باشند، در این‌صورت نقطه داده (y_k, x_k) مقیاس کارا خواهد بود. اما اگر $S_k^O(y_k, x_k)$ بزرگتر از یک یا $S_k^i(y_k, x_k)$ کوچکتر از یک باشد، در این‌صورت نقطه داده (y_k, x_k) مقیاس ناکاراست؛ زیرا در این وضعیت، بنگاه با بازدهی نزولی فعالیت خواهد کرد اگر $S_k^{O*}(y_k, x_k)$ برابر یک باشد(ویا در نهاده‌محور $S_k^{i*}(y_k, x_k)$ برابر یک باشد)؛ و یا به این دلیل است که بنگاه با بازدهی فزاینده فعالیت می‌کند کرد اگر $S_k^{O*}(y_k, x_k)$ بزرگتر از یک باشد(ویا در نهاده‌محور $S_k^{i*}(y_k, x_k)$ کوچک‌تر از یک باشد).

۵-۳. داده‌ها

با توجه به در دسترس بودن داده‌ها، داده‌های ۱۵ بانک بورس اوراق بهادار در دوره ۱٤۰۱-۱۳۹۳ به‌صورت سالیانه جمع‌آوری شد. در جدول(۱) متغیرهای نهاده و ستانده برای اندازه‌گیری کارایی بانک‌ها ارائه شده است. داده‌های مورد نظر از سامانه جامع اطلاع‌رسانی ناشران اوراق بهادار(کدال) استخراج شده است. در این مقاله یک ستانده (مجموع درآمدها) و ٤ نهاده استفاده می‌شود.

جدول ۱. متغیرهای نهاده، ستانده و نحوه اندازه‌گیری آنها

نهاده‌ها و ستانده	شاخص	نحوه اندازه‌گیری
ستانده (مجموع درآمدها)	مجموع درآمدهای بهره‌ای و سایر درآمدها	سود تسهیلات اعطایی(میلیون ریال)
		مجموع سود مشاع و خالص کارمزد(میلیون ریال)
نهاده‌ها	هزینه بهره‌ای	سود پرداختی بابت سپرده‌های سرمایه‌گذاری(میلیون ریال)
	هزینه عمومی و اداری	پرداخت‌ها بابت هزینه‌های اداری و حقوق و دستمزد کارمندان(میلیون ریال)
	هزینه مطالبات مشکوک الوصول	هزینه مطالبات مشکوک اختصاصی و مطالبات مشکوک عمومی و مطالبات سوخت شده(میلیون ریال)
	هزینه‌های مالی	پرداخت‌ها بابت حسابداری و حسابرسی، سود اقساط بانکی، مشاوره‌های مالی، هزینه‌های مالی اوراق بدهی و غیره(میلیون ریال)

در جدول(۲) آمار توصیفی متغیرهای تحقیق ارائه شده است. میانگین مجموع درآمدهای بانک‌های بورسی در دوره ۱٤۰۱-۱۳۹۳ حدود ۱۱۱ هزار میلیارد ریال است. در این دوره بیشترین درآمد مربوط به بانک ملت در سال ۱٤۰۱ که حدود ۱۰۸۸ هزار میلیارد ریال بوده است. کمترین رقم نیز مربوط به بانک خاورمیانه در سال ۱۳۹۳ حدود ۵ هزار میلیارد ریال است. میانگین هزینه مطالبات مشکوک و وصول بانک‌های بورسی به‌عنوان یکی از هزینه‌های مهم بانک‌ها در دوره مورد بررسی ۹/۲ هزار میلیارد ریال است که بیشترین آن مربوط به بانک ملت در سال ۱۳۹۹ و حدود ۲۰۸/۵ هزار میلیارد ریال هزینه مطالبات مشکوک‌الوصول داشته است. کمترین مقدار نیز به بانک سرمایه در سال ۱۳۹٤ اختصاص دارد که حدود ۸٤ میلیارد ریال است.

جدول ۲. آمار توصیفی نهاده‌ها و ستانده، ۱۳۹۳-۱٤۰۱ (میلیارد ریال)

متغیرها	میانگین	انحراف استاندارد	بیشترین	کمترین	مشاهدات
مجموع درآمدهای بانک	۱۱۱۲۳۸	۱٦٤٤۳۰	۱۰۸۸۳۸۲	۵۰۳۸	۱۳۵
هزینه بهره‌ای	۸۳۹۰۲	۹۳۳۱۱	٤۷۱٦۷٦	۳۷۰۸	۱۳۵
هزینه عمومی و اداری	۲۳۸۱۵	٤۹۲۰۵	۳۲۸۷۱٦	۳۹۷	۱۳۵
هزینه مطالبات مشکوک‌الوصول	۹۱٦۷	۲۰٦۵۰	۲۰۸۵۰٦	۸٤	۱۳۵
هزینه‌های مالی	٦۰۹۰	۱۰۲۸٤	۵۳٦۰۳	۱۹	۱۳۵

منبع: کدال و محاسبات نویسنده

٤. برآورد مدل و تجزیه و تحلیل یافته‌ها

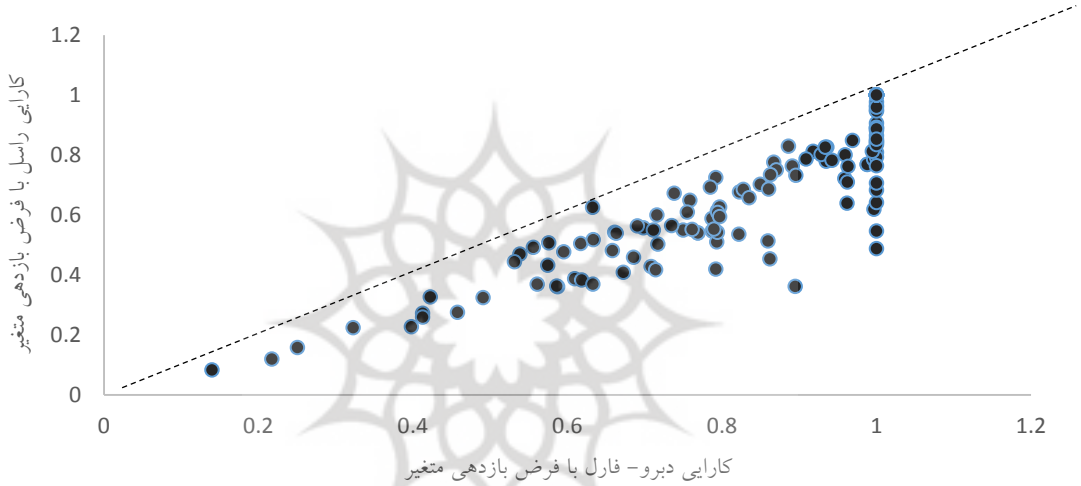
در بخش نخست نتایج، نمرات کارایی تحت فروض فناوری CRS، VRS و NIRS برای ۱۵ بانک بورسی در دوره ۱۳۹۳-۱٤۰۱ با دو رویکرد شعاعی(کارایی دبرو- فارل) و غیرشعاعی(کارایی راسل) برآورد شده است (جدول ۳).

جدول ۳. متوسط کارایی شعاعی و غیرشعاعی بانک‌های بورسی، ۱٤۰۱-۱۳۹۳

بانک	کارایی شعاعی(کارایی دبرو- فارل)			کارایی غیرشعاعی(کارایی راسل)		
	CRS	NIRS	VRS	CRS	NIRS	VRS
اعتباری ملل	۰/۸۰۰	۰/۸٤۰	۰/۸٤۷	۰/٦۳۸	۰/٦٦۳	۰/٦۸۰
اقتصاد نوین	۰/۷۹۷	۰/۸٤۵	۰/۸٤۵	۰/٦٤۳	۰/۷۵٦	۰/۷۵٦
پارسیان	۰/۷٤۷	۰/۷۹۳	۰/۷۹۳	۰/٦۳۱	۰/۷۰۸	۰/۷۰۸
پاسارگاد	۰/۸۸۹	۰/۹۳۱	۰/۹۳۱	۰/٦٦٦	۰/۸۱۸	۰/۸۱۸
تجارت	۰/۷۲۳	۰/۸٤۲	۰/۸٤۲	۰/٤۸۳	۰/٦۸۱	۰/٦۸۱
خاورمیانه	۰/۹۷۷	۰/۹۷۸	۱	۰/۸۲٦	۰/۸٤۵	۰/۹۲۱
دی	۰/۵۵۰	۰/۵٦۱	۰/۵۷٦	۰/٤۰۱	۰/٤۲۱	۰/٤۲٦
سامان	۰/۷٤٦	۰/۷۸۱	۰/۸۰۱	۰/۵۸٦	۰/٦٤۸	۰/٦۵۷
سرمایه	۰/٦۳٦	۰/٦۳٦	۰/٦۵۰	۰/٤۵۲	۰/٤۵۲	۰/٤۷۱
سینا	۰/۸۷۸	۰/۸۹٤	۰/۸۹٤	۰/۷۰۲	۰/۷۵۷	۰/۷۵۷
صادرات	۰/۵٦۹	۰/٦٦۸	۰/٦٦۸	۰/۳٦۲	۰/٤۸۸	۰/٤۸۸
گردشگری	۰/۷۲۵	۰/۷۵۳	۰/۷۸۰	۰/۵۲۹	۰/۵۵۰	۰/۵۷۳
ملت	۰/۸۱۸	۰/۹۱۹	۰/۹۱۹	۰/۵۳۸	۰/۷۱٦	۰/۷۱٦
کار آفرین	۰/۸۷٤	۰/۸۸۹	۰/۸۹۱	۰/۷۲۲	۰/۷٦۳	۰/۷٦۳
پست بانک	۰/۸۵۸	۰/۸۵۸	۰/۹۲۷	۰/٦۳۸	۰/٦۵۵	۰/۷۰۵
متوسط	۰/۷۷۲	۰/۸۱۳	۰/۸۲٤	۰/۵۸۸	۰/٦٦۱	۰/٦۷۵

برای دستیابی به متوسط کارایی هر بانک، ابتدا کارایی تمامی بانک‌ها در تمامی سال‌ها محاسبه شده، سپس متوسط تمامی سال‌ها برای هر بانک در جدول آمده است. نتایج نشان می‌دهند در دوره مورد بررسی، تنها بانک خاورمیانه آن

هم با فرض بازدهی متغیر از کارایی دبرو- فارل برخوردار است؛ اما سایر بانک‌ها ناکارا هستند. بدترین وضعیت را در میان این ۱۵ بانک، به بانک دی با نمره کارایی ۰/۵۵ با فرض بازدهی ثابت اختصاص دارد؛ که بدان معناست این بانک حدود ٤۵ درصد در نهاده‌های خود اضافه مصرف دارد. طبق انتظار، معیارهای شعاعی به بدی معیارهای غیرشعاعی برای هر دو نوع بازدهی مقیاس CRS و VRS نیستند. در نمودار (۱) نیز این موضوع به تصویر کشیده شده است، که وجود متغیرهای کمکی را نشان می‌دهد. با این‌حال، برای معیارهای شعاعی و غیرشعاعی، نمرات کارایی تحت فرض VRS نیز بدتر از نمرات کارایی تحت فرض NIRS نیستند. هم‌چنین نمرات کارایی تحت فرض NIRS نیز بدتر از نمرات کارایی تحت فرض CRS نیستند. برای بانک‌های اقتصادنوین، پارسیان، پاسارگاد، تجارت، سینا، صادرات و ملت، کارایی‌های NIRS و VRS برابر هستند. بانک‌های سرمایه و پست‌بانک، نمرات کارایی NIRS و CRS برابر هستند.



نمودار ۱. پراکندگی کارایی شعاعی(دبرو- فارل) و کارایی غیرشعاعی(راسل) با فرض بازدهی مقیاس متغیر

همان‌گونه که در روش‌شناسی بیان شد، به دلیل اشکالاتی که در برآوردهای DEA شعاعی، استنتاج آماری را می‌توان از طریق تکنیک بوت‌استرپ انجام داد. پیش از اجرای روش بوت‌استرپ، ابتدا باید بدانیم از کدام نوع بوت‌استرپ استفاده کنیم. بنابراین آزمون ناپارامتریک استقلال را انجام می‌دهیم. بدین منظور، این آزمون برای همه فروض بازدهی مقیاس برای هر دو مدل مرزی ستانده‌محور و نهاده‌محور انجام گرفت که نتایج در جدول (٤) آمده است.

جدول ٤. مقادیر احتمال آزمون‌های ناپارامتریک استقلال

مدل مرزی	نوع بازدهی		
	ثابت(CRS)	غیرفزاینده(NIRS)	متغیر(VRS)
ستانده‌محور	۰/۰۰۰	۰/۲۹۹	۰/۱۱٦

نهاده‌محور	۰/۰۸۲	۰/۲۷٤	۰/۳۰٥

نتایج آزمون‌ها نشان می‌دهد در مدل کارایی ستانده‌محور، فرض استقلال در سطح معناداری ۵ درصد فقط برای فناوری CRS رد می‌شود. در مدل کارایی نهاده‌محور، فرض استقلال در سطح معناداری ۵ درصد برای هیچ‌یک از فناوری‌ها رد نمی‌شود. باتوجه به نتایج آزمون استقلال، در ادامه نتایج بوت‌استرپ برای هر سه حالت همگن هموار، ناهمگن هموار و زیرنمونه‌گیری(ناهمگن) برای فناوری CRS ارائه شده و تنها نتایج بوت‌استرپ ناهمگن تحلیل می‌شود. هم‌چنین معیارهای کارایی فنی تصحیح‌شده تورش، آماره‌ای که تورش و واریانس بوت‌استرپ را مقایسه می‌کند و کرانه‌های پایین و بالای فاصله اطمینان ۹۵ درصد برای هر یک از سه نوع بوت‌استرپ نیز برآورد می‌شوند. در جدول(۵) این نتایج ارائه شده است. شایان ذکر است تمامی بوت‌استرپ‌ها با ۱۰۰۰ بار تکرار انجام یافته‌اند.

جدول ۵. استنتاج آماری درخصوص کارایی فنی ستانده‌محور شعاعی با فرض CRS

بانک	نمره کارایی*	بوت‌استرپ همگن هموار				بوت‌استرپ ناهمگن هموار				بوت‌استرپ زیرنمونه‌گیری(ناهمگن)			
		BC	BV	LB	UB	BC	BV	LB	UB	BC	BV	LB	UB
اعتباری ملل	۱/۲۷	۱/۳۹	۱۲/۱۱	۱/۲۹	۱/۵۵	۱/٦۹	٦٥/۷٥	۱/٥٦	۲/٤۰	۱/۳۹	۳/۱۹	۱/۲۹	۱/٦۱
اقتصاد نوین	۱/۲۹	۱/٤۱	۱۲/۸۳	۱/۳۱	۱/۵۹	۱/۸٤	۸۲/٤۳	۱/٦۹	۳/۱٥	۱/٤۳	۲/٦٤	۱/۳۱	۱/۷۳
پارسیان	۱/٤۳	۱/٦۷	۱۲/۱۸	۱/۵٥	۱/۹٤	۲/۱٥	۱۱۰/٦۷	۲/۰٤	٤/۳۷	۱/٦۸	۲/۹٤	۱/٥٤	۲/۰۰
پاسارگاد	۱/۱۳	۱/۲۷	۱۲/۷۱	۱/۲۰	۱/۳۷	۱/٦۱	٤۸/۱۱	۱/۳۹	۲/۳۸	۱/۲٦	۲/۷۳	۱/۱۹	۱/٤۱
تجارت	۱/٤۸	۱/٦۳	۱۳/۸٦	۱/٥۲	۱/۷۹	۱/۷۱	۲٥/۰۸	۱/٥۸	۲/۰۲	۱/٦٥	٤/٦٥	۱/٥۲	۱/۸٦
خاورمیانه	۱/۰۲	۱/۱۱	۱٦/۱۰	۱/۰٤	۱/۲۱	۱/٤۰	٥۷/۹۲	۱/۲٤	۲/۰۱	۱/۱۰	۲/٥۲	۱/۰۳	۱/۲۳
دی	۲/۲۲	۲/٥۰	۹/۱۹	۲/۳٦	۳/۱۱	٥۲/٥٥	۲/۷۷	٥/۰٦	۲/٥۲	۲/۰٦	۲/۳٥	۲/۹۷	
سامان	۱/٤۰	۱/٥٥	۱۳/۷۱	۱/٤۳	۱/۷۷	۱/۹۱	۷۳/٤۱	۱/۷٤	۲/۸۰	۱/٥٥	۳/۱۲	۱/٤۲	۱/۸٦
سرمایه	۲/٦٦	٤/۱۳	۱۰/۱۰	۳/۸۰	٤/۷٤	٤/٦۷	۲٤۷/۸۹	٤/٦٦	٦/٥٥	٤/۱۳	۲/۸۷	۳/۷۷	٤/۷٦
سینا	۱/۱٥	۱/۳۳	۱٤/۷۲	۱/۲۳	۱/٤۸	۱/٥۹	٥٤/۱۱	۱/٤٤	۲/۳۳	۱/۳٤	٥/۰٤	۱/۲۳	۱/٥۲
صادرات	۱/۸۲	۲/۰٦	۱٤/۰۰	۱/۹٦	۲/۲۲	۲/۰۹	۲۰/٤۲	۱/۹۹	۲/۲۷	۲/۱۳	٥/۰٤	۱/۹٦	۲/۳۸
گردشگری	۱/٤۲	۱/٦۷	۱۰/۸٤	۱/٥۸	۱/۸۱	۲/۰٦	٤۳/٤۱	۱/۸۲	۲/۹۸	۱/٦۷	۲/۸۰	۱/٥۷	۱/۸٦
ملت	۱/۲۷	۱/٥۲	۱٤/۳٤	۱/٤۱	۱/۷۱	۱/٥٦	۲٤/۱٦	۱/٤٦	۱/۸۳	۱/٥٥	۳/۹٦	۱/٤۰	۱/۷۹
کار آفرین	۱/۱٦	۱/۳٤	۱۲/۹٥	۱/۲۳	۱/٦۹	۱/۷٥	۹۱/۷۸	۱/٦٦	٥/٥۰	۱/۳۸	۳/٦۷	۱/۲۲	۱/۷۲
پست بانک	۱/۲۲	۱/٤۳	۱۳/۸۸	۱/۳۰	۱/٦۳	۱/٤۹	٤۹/٤٥	۱/٤۰	۱/۷٦	۱/٤۳	۳/٤۱	۱/۲۸	۱/٦٥

* نمره کارایی ابتدایی ستانده‌محور با فرض بازدهی مقیاس ثابت؛ BC معیار کارایی فنی شعاعی تصحیح‌شده تورش، BV سه برابر نسبت مجذور تورش به واریانس برای معیارهای کارایی فنی شعاعی، LB و UB به‌ترتیب کرانه‌های پایین و بالا برای معیارهای کارایی فنی شعاعی

آماره BV در جدول(۵) بیانگر سه برابر نسبت مجذور تورش به واریانس مقادیر بوت‌استرپ برای معیارهای کارایی فنی شعاعی است. تصحیح تورش و استنتاج آماری تنها در صورتی باید انجام شود که این آماره بیشتر از یک باشد. برای بوت‌استرپ‌های همگن هموار و زیرنمونه‌گیری، مقادیر BV بسیار کوچک‌تر از بوت‌استرپ ناهمگن هموار هستند. اگر مقدارBV کوچک باشد، یعنی واریانس مقادیر بوت‌استرپ نسبتا زیاد است و میانگین مجذور خطای برآورد تصحیح‌شده تورش معیار کارایی فنی بسیار بیشتر از نمره کارایی ابتدایی خواهد بود. در این وضعیت معیارهای تصحیح‌شده تورش به طور دقیق برآورد نمی‌شوند و لذا نباید آن نتایج را تحلیل کرد. نتایج جدول(۵) نشان می‌دهد آماره BV در هر سه بوت‌استرپ بزرگ‌تر از یک است و بنابراین می‌توان استنتاج آماری قابل اعتمادی داشت. مقدار تورش در بوت‌استرپ ناهمگن هموار بزرگ‌تر از بوت‌استرپ همگن هموار است، که بیانگر تخمین‌های معیارهای کارایی تصحیح‌شده تورش بزرگ‌تر هستند؛ این بدان معناست که بوت‌استرپ همگن تخمین‌های خوش‌بینانه‌تری از مرز بوت‌استرپ ارائه می‌دهد. در این وضعیت، فاصله اطمینان ۹۵ درصد نیز گسترده‌تر می‌گردد، اما نه به اندازه بوت‌استرپ زیرنمونه‌گیری؛ که این می‌تواند به‌دلیل واریانس زیاد مقادیر بوت‌استرپ برای بوت‌استرپ زیرنمونه‌گیری باشد. نمرات کارایی فنی شعاعی تصحیح‌شده تورش در هر سه بوت‌استرپ بیان می‌دارد هیچ یک از بانک‌ها از کارایی برخوردار نیستند. مشابه نتایج مرحله قبل، بانک خاورمیانه وضعیت بهتری نسبت به سایر بانک‌ها دارد. در سوی دیگر بانک‌های دی و سرمایه بدترین وضعیت را از نظر کارایی دارا هستند. بخش آخر نتایج تجربی به تحلیل کارایی مقیاس اختصاص دارد. نتایج در جدول(٦) ارائه شده است.

جدول ٦. تحلیل کارایی مقیاس بانک‌های بورسی

بانک	سال	نمره کارایی (CRS)	نمره کارایی (VRS)	نمره کارایی مقیاس
اعتباری ملل	۱۳۹۹	۱/۵۰۵	۱/۲٦۱	۱/۱۰۳
اعتباری ملل	۱٤۰۰	۱/۵۰۵	۱/۲٦۱	۱/۱۰۳
تجارت	۱۳۹٦	۲/۳۷۵	۱/۹۷۰	۱/۱٦۳
تجارت	۱۳۹۷	۱/۸۵۸	۱/٤۵٤	۱/۲۱٤
تجارت	۱۳۹۸	۱/٦۷۳	۱/۳۰۰	۱/۱۹۵
سرمایه	۱٤۰۰	۱/۳۰۱	۱/۲۷۳	۱/۱۲۱
سرمایه	۱٤۰۱	۱/۷۸۰	۱/۷۵٦	۱/۱۷۷
صادرات	۱۳۹٦	۲/۰٦۸	۱/۵۹۳	۱/۱۹۸
صادرات	۱۳۹۷	۱/۹٤۱	۱/۵۷۸	۱/۲۰۵
ملت	۱۳۹٦	۱/۷٤۹	۱/٤۳۱	۱/۱۸۰

در مجموع ۱۳۵ نقطه داده برای ارزیابی کارایی بانک‌ها در دوره مورد بررسی استفاده شد. از این تعداد تنها ۱۰ نقطه داده از نظر آماری از کارایی مقیاس برخوردار نبودند و سایر نقطه داده‌ها از نظر آماری کارایی مقیاس داشتند. در جدول(٦) تنها این ۱۰ مورد آمده‌اند. دلیل ناکارایی مقیاس این است که بانک‌ها در سال‌ها از بازدهی کاهنده(DRS) برخوردار بوده‌اند.

۵. نتیجه‌گیری و پیشنهادها

نهادهای پولی و مالی نقش اساسی در توسعه اقتصادی هر کشور ایفا می‌کنند. این نهادها در ایران مشتمل بر بانک‌های تجاری، تخصصی، دولتی و خصوصی می‌شوند که در زمینه‌های تجاری یا تخصصی(مسکن، کشاورزی، صنعت و معدن و موارد مشابه) فعالیت می‌کنند. بانک‌ها همچنین یکی از موسسات خدماتی هستند که با نبض حیاتی اجتماع ، یعنی اقتصاد سر و کار دارند و قادرند با تصمیمات و سیاست‌های اعتباری خود موجبات توسعه و رشد اقتصادی یا توقف و رکود اقتصادی را فراهم آورند. فهم و تحلیل عملکرد مالی بانک‌ها شامل مطالعه ارتباط بین مجموعه‌ای از عملکرد مالی در یک مقطع و مطالعه روند آنها در طول زمان است؛ بنابراین تجربیات گذشته، راهنمای نسبتا کاملی برای انجام و تنظیم برنامه‌های آتی خواهد بود.

هدف این مقاله ارزیابی کارایی بانک‌های بورس اوراق بهادار در دوره ۱٤۰۱-۱۳۹۳ بود. یافته‌ها نشان داد هیچ یک از بانک‌های بورسی به‌طور متوسط در کل دوره کارا نبوده‌اند. دلایل متعدی بر ناکارایی بانک‌ها اثرگذارند. یکی از جدی‌ترین مشکلات که محدودیت زیادی را بر بانک‌ها تحمیل می‌نماید، مطالبات غیرجاری بانک‌هاست. عدم تقارن اطلاعات بانک و مشتری که به گزینش نامناسب و تخصیص غیربهینه منابع بانک‌ها منجر می‌شود، در کنار مخاطره اخلاقی ایجادی، سبب بروز نقصان در چرخه نقدینگی شده است. در عین حال با افزایش میزان تسهیلات تکلیفی و تبصره‌ای، روند افزایش بدهی‌های دولت به بانک‌ها مزید بر علت شده و راهی بجز جذب منابع به هر قیمت و یا استقراض اجباری از بانک مرکزی در قالب استفاده از اعتبار حساب نزد بانک مرکزی را باقی نمی‌گذارد که این امر درنهایت موجب کاهش خالص درآمد بانک است. اقتصاددانان در تبیین چرخه ایجاد شده در نظام بانکی، کاهش خالص درآمدهای نقدی بانک‌ها را عامل ایجاد کاهش تسهیلات اعطایی و افزایش نرخ تسهیلات بانکی می‌دانند. آنها تأکید می‌کنند که این عوامل باعث به‌وجود آمدن رکود اقتصادی شده و رکود اقتصادی نیز مجددا باعث انباشت مطالبات غیرجاری بانک‌ها می‌شود.

زیان انباشته شدید تعدادی از بانک‌ها، یکی از مهم‌ترین معضلات شبکه بانکی کشور است که سبب ناکارایی آنها شده است؛ به‌طوری که بررسی آخرین صورت‌های مالی بانک‌های دولتی و خصوصی حاکی از آن است که ۱۲ بانک کشور در پایان سال ۱٤۰۱ در مجموع زیان انباشته سنگین ۳۳٦ هزار میلیارد تومانی را رقم زده‌اند. در میان بانک‌هایی که در این مقاله بررسی گردیدند، بانک‌های سرمایه با زیان ٤٦/۵ همت در رتبه دوم با بیشترین زیان انباشته، بانک دی با زیان انباشته ۱۷/۳ همت در رتبه پنجم، بانک پارسیان با زیان انباشته ۱۳ همت در رتبه ششم و اعتباری ملل با زیان ۳/۷ همت در رتبه هفتم کل بانک‌های کشور قرار دارند. در مقابل بانک‌هایی قرار دارند که سود انباشته داشته‌اند. بانک ملت با سود انباشته ۳٦/۹ همت در رتبه نخست قرار دارد و بانک‌های پاسارگاد ۲۱/٦ همت، سامان با ٤/۸ همت و تجارت با ٤/٦ همت در رتبه‌های دوم تا چهارم قرار دارند(بانک مرکزی ایران، ۱٤۰۲). وجود زیان انباشته یکی از علت‌های اصلی منفی شدن نسبت کفایت سرمایه است. تقریبا تمامی بانک‌هایی که زیان انباشته دارند، نسبت کفایت سرمایه در آنها منفی است؛ تنها بانک گردشگری است که با وجود سود انباشته، از نسبت کفایت منفی رنج می‌برد. بالاترین نسبت کفایت سرمایه در میان بانک‌های مورد بررسی مربوط به بانک خاورمیانه است که از سود انباشته ۱/۷ همتی برخوردار است. براساس دستورالعمل بانک مرکزی، اگر نسبت کفایت سرمایه بین ۳ تا ۵ درصد باشد، بانک‌ها مکلف می‌شوند برای اصلاح ترکیب دارایی‌ها و یا افزایش سرمایه برنامه‌ریزی کنند و یا بانک مرکزی باید اقدام‌هایی

مانند کاهش حدود احتیاطی نظیر تسهیلات و تعهدات کلان و اشخاص و یا ممنوعیت فعالیت در بازار بین بانکی اعمال کند. در میان بانک‌های مورد بررسی، در سال ۱٤۰۱ نسبت کفایت سرمایه بانک‌های پست بانک ۵ درصد، اقتصادنوین ۳/۸ درصد، تجارت ۳/۵ درصد و صادرات ۱/٤۷ درصد است. علاوه‌بر این، نسبت کفایت سرمایه بانک‌های خاورمیانه، کارآفرین، پاسارگاد، سینا و سامان نیز کمتر از ۵ درصد است.

باتوجه به نتایج مقاله، در راستای بهبود کارایی بانک‌ها پیشنهادهای زیر ارائه می‌شود. نخست، بانک‌ها باید یک رویه مناسب برای پرداخت تسهیلات اتخاذ کنند. ایجاد و اصلاح فرآیند پرداخت تسهیلات برای اطمینان از ارزیابی کامل هر درخواست تسهیلات ضروری است. این امر مستلزم ارزیابی جامع از وضعیت اعتباری وام‌گیرنده، ظرفیت بازپرداخت، ارزش وثیقه، و عوامل مرتبط برای کاهش تسهیلات غیرجاری است. دوم، به حداقل رساندن تسهیلات بد مستلزم تقویت بازپرداخت تسهیلات غیرجاری و جلوگیری از افزایش آنهاست. یکی از رویکردهای مرتبط با مدیریت تسهیلات بد، تضمین بازپرداخت سریع آنهاست. سوم، بانک‌ها می‌توانند در فعالیت‌های غیربهره‌ای مشارکت کنند که متناسب با ویژگی‌های توسعه انفرادی آنها باشد، درنتیجه لازم است درآمدهای غیربهره‌ای خود را افزایش دهند. چهارم، بانک باید هزینه‌های عملیاتی خود را اصلاح کنند. بانک‌ها می‌توانند از طریق نوآوری‌های آموزشی، پذیرش فناورانه و سایر اقدامات، تخصص کارکنان را بالا ببرند، فرآیندهای کسب‌وکار را ساده‌تر کنند و درجه اتوماسیون و دیجیتالی‌شدن را ارتقا دهند و متعاقبا هزینه‌های نیروی کار را کاهش دهند. پنجم، بانک ها می‌توانند رویکردی عاقلانه برای هزینه‌های بازاریابی اتخاذ کنند. بانک‌ها می‌توانند با اجرای استراتژی‌های بازاریابی هدفمند همسو با ویژگی‌های محصول و نیازهای مشتری، هدر رفت را به حداقل رسانده و کارایی هزینه را بهینه نمایند.

حامی مالی

این مقاله حامی مالی ندارد.

تعارض منافع

تعارض منافع وجود ندارد.

سپاسگزاری

نویسندگان از دست‌اندرکاران فصلنامه و داوران ناشناس که در بهبود کیفیت مقاله کمک کردند، تشکر می‌کنند.

منابع

- امیری، حسین (۱۳۹۷). ارزیابی کارایی بانک‌های منتخب در ایران و ارتباط آن با متغیرهای درون بانکی و کلان اقتصادی. *فصلنامه مطالعات اقتصادی کاربردی ایران*، *۷*(۲٦)، ۱۱٤-۸۹. DOI: 10.22084/AES.2018.14331.2510
- ترخانی، عطیه، نظری، عظیم، و نیلوفر، پریسا (۱۳۹۹). بررسی عوامل مؤثر بر کارایی صنعت بانکداری ایران (روش دو مرحله‌ای سیمار و ویلسون). *اقتصاد مقداری (بررسیهای اقتصادی)*، *۱۷*(۲)، ٤۱-۱. DOI:10.22055/JQE.2019.14838
- تقوی‌فرد، محمدتقی، حبیبی, رضا، و مهدزاده، حجت (۱٤۰۰). سنجش عملکرد بانک‌ها با استفاده از مدل DEA دو مرحله‌ای(مطالعه موردی شعبه بانک سپه استان تهران). *بررسی‌های بازرگانی*، *۱۹*(۱۰۹)، ۱۱٤-۹۹. DOI:10.22034/BS.2021.247044
- درویش‌متولی، محمدحسین، حسین‌زاده لطفی، فرهاد، شجاع، نقی، و غلام‌ابری، امیر (۱۳۹۸). محاسبه کارایی زنجیره تامین پایدار در صنعت سیمان (کاربرد مدل تحلیل پوششی داده‌های شبکه‌ای). *مدلسازی اقتصادی*، *۱۳*(٤٦)، ۱۰۰-۷۳.
- عرفانیان‌دانشور، مسعود، شعبانی‌کلیشمی، احمد، و کوهی، حسن (۱۳۹۸). مقایسه کارایی بانک‌های اسلامی و متعارف با استفاده از مدل مرز تصادفی (مطالعه موردی: بانک‌های منتخب منطقه منا. *فصلنامه مطالعاتی در مدیریت بانکی و بانکداری اسلامی*، *۵*، ۱٦۷-۱۲۹. DOI:10.22034/JIFB.2021.244248.1209
- غلام‌ابری، امیر(۱۳۹۲). ارزیابی کارایی شعب سازمان تامین اجتماعی استان اصفهان. *مدلسازی اقتصادی*، *۸*(۲۵)، ۹۹-۸۳.
- نامداری، روح‌انگیز، اقبالی، علیرضا، و یوسفی، رضا (۱۳۸۹). ارزیابی کارایی در بانک های دولتی ایران با استفاده از روش DEA. *دانش مالی تحلیل اوراق بهادار (مطالعات مالی)*، *۳*(۷)، ۱۱۲-۹۷.
- یاری‌فرد، سمیه، سالم، علی‌اصغر، محمدی، تیمور، و شاکری‌حسین‌آباد، عباس (۱٤۰۲). بررسی رابطه‌ی بین دوره‌ای ریسک، سرمایه و کارایی: ارزیابی از بانک‌های ایران. *اقتصاد باثبات*، *٤*(۲)، ۳۳-۱. DOI:10.22111/SEDJ.2023.44668.1301
- Amiri, H. (2018). Evaluation the effectiveness of selected banks in Iran and its relationship with banking internal and macroeconomic variables. *Journal of Applied Economics Studies in Iran*, *7*(26), 89-114. (in persian) doi: 10.22084/aes.2018.14331.2510
- Badunenko, O., Henderson, D. J., & Kumbhakar, S. C. (2012). When, where and how to perform efficiency estimation. Journal of the Royal Statistical Society Series A: Statistics in Society, 175(4), 863-892. https://www.jstor.org/stable/23355306
- Belas, J., Cipovová, E., & Demjan, V. (2014). Current trends in area of satisfaction of bank clients in the Czech republic and Slovakia. Transformations in Business & Economics, 13(3), 142-155.
- Corbae, D., & Levine, R. (2019). Competition, stability, and efficiency in the banking industry. Manuscript, University of Wisconsin. https://www. cemfi. es/ftp/pdf/paper s/wshop/CL052, 319.
- Darvishmotevalli, M.H., Hosseinzadehlotfi, F., Shojae, N., & Gholamabri, A. (2009). Calculating the efficiency of the sustainable supply chain in the cement industry (using the network data envelopment analysis model). Economic Modeling, 13(46), 73-100.
- Debreu, G. (1951). The coefficient of resource utilization. Econometrica: Journal of the Econometric Society, 273-292. https://doi.org/10.2307/1906814.
- Erfaniandaneshvar, M., Shaabani Kelishomi, A., & Kouhi, H. (2020). A Comparison of efficiency of islamic and conventional banks using SFA model (A case study: selected banks in the MENA region). *Quarterly Studies in Banking Management and Islamic Banking*, *5*(Autumn & Winter), 129-167. (in persian) doi: 10.22034/jifb.2021.244248.1209
- Färe, R. (1988). Fundamentals of production theory (Vol. 22). Berlin: Springer-Verlag.
- Färe, R., & Grosskopf, S. (1985). A nonparametric cost approach to scale efficiency. The Scandinavian Journal of Economics, 594-604. https://doi.org/10.2307/3439974.

- Färe, R., Grosskopf, S., & Lovell, C. K. (1994). Production frontiers. Cambridge university press.
- Färe, R., & Lovell, C. K. (1978). Measuring the technical efficiency of production. Journal of Economic theory, 19(1), 150-162. https://doi.org/10.1016/0022-0531(78)90060-1
- Färe, R., & Primont, D. (1994). Multi-output production and duality: theory and applications. Springer Science & Business Media.
- Farrell, M. J. (1957). The measurement of productive efficiency. Journal of the Royal Statistical Society Series A: Statistics in Society, 120(3), 253-281. https://doi.org/10.2307/2343100
- Gholamabri, A. (2013). Evaluating the efficiency of social security organization branches in Isfahan province. Economic Modeling, 8(25), 83-99.
- Hayat, S. (2011). Efficiency analysis of commercial banks in Pakistan–A non-parametric approach. Available at SSRN 1960063. https://dx.doi.org/10.2139/ssrn.1960063
- Koopmans, T. C. (1951). An analysis of production as an efficient combination of activities. Activity analysis of production and allocation.
- Kneip, A., Simar, L., & Wilson, P. W. (2008). Asymptotics and consistent bootstraps for DEA estimators in nonparametric frontier models. Econometric Theory, 24(6), 1663-1697. http://dx.doi.org/10.1017/S0266466608080651
- Li Z, Feng C, Tang Y. (2022). Bank efficiency and failure prediction: a nonparametric and dynamic model based on data envelopment analysis. Ann Oper Res. 315(1):279–315. https://doi.org/10.1007/s10479-022-04597-4
- Lovell, C. K. (1993). Production frontiers and productive efficiency. The measurement of productive Efficiency: Techniques and applications, 3, 67.
- Namdari, R., Eghbali, A., & Yousefi, R. (2010). Evaluation of efficiency in Iran's state banks using DEA method. Financial Knowledge of Securities Analysis (Financial Studies), 3(7), 97-112.
- Othman, F. M., Mohd-Zamil, N. A., Rasid, S. Z. A., Vakilbashi, A., & Mokhber, M. (2016). Data envelopment analysis: A tool of measuring efficiency in banking sector. International Journal of Economics and Financial Issues, 6(3), 911-916.
- Qayyum A., & Khan S. (2010). X-Efficiency, scale economies, technological progress, and competition: A case of banking sector in Pakistan. Pakistan Institute of Development Economics, Islamabad, Pakistan, working paper No. 23. https://www.jstor.org/stable/41260648
- Rogova, E., & Blinova, A. (2018). The technical efficiency of Russian retail companies: an empirical analysis. Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego w Krakowie, (5 (977)), 171-185. http://dx.doi.org/10.15678/ZNUEK.2018.0977.0511
- Sardar, A., Azeem, M. M., Hassan, S. & Bakhsh, K. (2013). Comparison of efficiency between pure Islamic banks and Islamic bank windows and the role of Islamic banking in the agriculture sector, Pak. J. Agri. Sci., 50(1): 155–161.p
- Shaari J. A. N., Khalique M. & Isa, A. H. B. M. (2011). Ranking of public and domestic private sector commercial banks in Pakistan based on the intellectual capital performance. KASBIT Business Journal, 4: 61- 68. https://ssrn.com/abstract=2035216
- Simar, L. & Wilson, P.W. (1998). Sensitivity analysis of efficiency scores: how to bootstrap in nonparametric frontier models. Manage. Sci., 44, 49–61. https://www.jstor.org/stable/2634426
- Simar, L. & Wilson, P.W. (2000). A general methodology for bootstrapping in non-parametric frontier models. J. Appl. Stat., 27, 779–802. https://doi.org/10.1080/02664760050081951
- Simar, L. & Wilson, P.W. (2002). Nonparametric tests of returns to scale. Eur. J. Oper. Res., 139, 115–132. https://doi.org/10.1016/S0377-2217(01)00167-9
- Simar, L. & Wilson, P.W. (2007). Estimation and inference in two-stage, semi-parametric models of productive efficiency. J. Economet., 136, 31–64. https://doi.org/10.1016/j.jeconom.2005.07.009

- Taghavifard, M. T., Habibi, R., & mahdizadeh, H. (2021). Performance measurement of bank branches using 2-stage DEA model (case study of bank Sepah in Tehran). *Commercial Surveys*, *19*(109), 99-114. (in persian) doi: 10.22034/bs.2021.247044
- Tarkhani, A., Nazari, A., & Niloofar, P. (2020). Investigating effective factors on the Efficiency of Iranian banking industry (Simar and Wilson's two-stage method). *Quarterly Journal of Quantitative Economics*, *17*(2), 1-41. doi: 10.22055/jqe.2019.14838
- Wilson, P.W., (2003). Testing independence in models of productive efficiency. Journal of Productivity Analysis 20, 361–390. https://www.jstor.org/stable/41770137
- Yarifard, S., Salem, A. A., Mohammadi, T., & Shakeri, A. (2023). The inter-temporal relationship between risk, capital and efficiency: Evidences from Iranian Banks. *Stable Economy Journal*, *4*(2), 1-33. (in persian) doi: 10.22111/sedj.2023.44668.1301
- Zhu N., Wu Y., Wang B., & Yu Z. (2019). Risk preference and efficiency in Chinese banking. China Economic Review, 53, 324–341. https://doi.org/10.1016/j.chieco.2018.11.001

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی