

**Applied Economics Studies, Iran (AESI)**

P. ISSN:2322-2530 & E. ISSN: 2322-472X

Journal Homepage: <https://aes.basu.ac.ir/>

Scientific Journal of Department of Economics, Faculty of Economic and Social Sciences, Bu-Ali Sina University, Hamadan, Iran.

Publisher: Bu-Ali Sina University. All rights reserved.


Copyright©2024, The Authors. This open-access article is published under the terms of the Creative Commons. © The Author(s)



The Application of the Bargaining Game Model to Efficiency Decomposition of the Two-Stage Centralized Model in Iranian Banks

Ali Abdolvand¹, Bahram Fathi², Mohammad Khorsandzak³, Majid Anisi⁴

Type of Article: Research

 <https://dx.doi.org/10.22084/AES.2024.28759.3660>

Received: 2024.01.06; Accepted: 2024.01.22

Pp: 81-108

Abstract

The efficiency of banks in any country is a key factor in the growth and development of that country's economy. Recently, the evaluation and improvement of the efficiency of the banking industry in Iran has received a lot of attention. The purpose of this article is to evaluate the efficiency of selected Iranian banks in 2021. Although in many studies of the banking industry, classical DEA models have been used without considering the internal structure and partial processes of banks. To overcome the limitations of the classic DEA model, the use of network data envelopment analysis (NDEA) models with the Nash bargaining game approach is the innovation of this research. In this model, all the internal components of the process and its overall coherence are considered to evaluate the efficiency of partial processes and to identify the sources of inefficiency of the entire banking system. Another advantage of the results of these evaluations is that they can provide managers with sufficient management information to identify the causes and factors affecting efficiency and gain competitive advantages. The results show that only future banks, Middle East, Mellat Saderat, Tejarat, export development in both stages and the whole performance system are efficient. Bargaining game model has also been used to fairly analyze efficiency and identify the stage that caused inefficiency. According to the private bank's goal to earn profit, banks that do not perform properly have not been able to use their physical resources and capacities optimally to attract deposits and generate more profit.

Keywords: Network Data Envelopment Analysis, Nash Bargaining Game, Efficiency Decomposition, Two-stage System.

JEL Classification: H21, G21, C14.

1. Ph.D. student of Economic Sciences, Department of Economics, Faculty of Humanities, Aligudarz Branch, Islamic Azad University, Aligudarz, Iran.

2. Assistant Professor, Department of Economics, Faculty of Humanities, Shahryar Branch, Islamic Azad University, Shahryar, Iran (Corresponding Author). **Email:** Bahram125fathi@gmail.com

3. Assistant Professor, Department of Mathematics, Faculty of Mathematical Sciences, Aligudarz Branch, Islamic Azad University, Aligudarz, Iran.

4. Assistant Professor, Department of Mathematics, Faculty of Mathematical Sciences, Qazvin Branch, Islamic Azad University, Qazvin, Iran.

Citations: Abdolvand, A., Fathi, B., Khorsandzak, M. & Anisi, M., (2024). "The Application of the Bargaining Game Model to Efficiency Decomposition of the Two-Stage Centralized Model in Iranian Banks". *Journal of Applied Economics Studies in Iran*, 13(50): 81-108. doi: [10.22084/aes.2024.28759.3660](https://dx.doi.org/10.22084/aes.2024.28759.3660)

Homepage of this Article: https://aes.basu.ac.ir/article_5467.html?lang=en

1. Introduction

Today, the banking industry is one of the most important and complex economic institutions of any country and is the main supporter of the country's wealth and assets. Since various services are provided in the financial and credit field, the growth and prosperity of the country's economy depends on the growth and development of this field. Considering that the accumulation of capital is one of the requirements for achieving economic development, therefore, banks as an intermediary between manufacturing and industrial enterprises and the owners of financial resources and directing funds in the economy towards the manufacturing and industrial sectors can provide the necessary platform for Achieve economic growth and development. Normally, developing countries face a lack of inputs due to the growth of demand in the field of services, and it is of particular importance to achieve better banking performance through the provision of efficient services using less resources (Baratri et al., 2020). In the growing competitive market, it has highlighted the importance of evaluating banks' performance in order to continuously improve operations and monitor financial conditions. There are many measures to evaluate and analyze the performance of banks, considering the identification of sources of operational inefficiency, gaps in the allocation of effective resources, the effects of changes in current laws and regulations on the operations of banks and their empowerment. Bank managers should direct the business towards current business trends, profitable business processes, etc. (Paradi and Zhou, 2013). In Iran's economy, due to the underdevelopment of the capital market, banks can play a significant role in long-term financial provision by planning in the banking network mechanism. On the other hand, financing in the country's economy is highly dependent on banks, and any deficiency in this industry may have a negative effect on the country's economic conditions. Therefore, it is necessary for bank management and policy makers to pay enough attention to improve the efficiency of this industry. Also, in the process of financial market liberalization and connection with global markets, efficiency is a necessary condition (Atiye Tarkhani et al., 2019). For this reason, evaluating the efficiency of private banks in Iran's economy is the subject of this research. On the other hand, due to the entry of private banks into the banking industry and increased competition between public and private banks, it is necessary to re-evaluate the efficiency of branches.

2. Literature review

In the DEA model, performance is relative, and the efficiency frontier is created by a convex combination of efficient units. Therefore, each DMU that is located on the efficient frontier is efficient, and otherwise, it will be inefficient. In order to make an inefficient unit efficient, some changes must be made to its inputs and outputs. NDEA models measure the overall efficiency of the organization and the efficiency of each of the organization's sub-processes. In addition, these models allow the overall efficiency to be broken down using mathematical relationships between organizational efficiency and sub-processes efficiency. In the NDEA models, the network structure is used instead of the hierarchical structure of activities. Network DEA is related to the use of DEA technique in order to measure the relative efficiency of a system with respect to its internal structure (Wanke *et al.*, 2019). In the NDEA, more meaningful and informative results are obtained compared to the common black box approach.

3. Methodology

Note that efficiency decomposition can be modeled from the perspective of game theory. The two stages can be regarded as two players in bargaining game. Thus, we can approach the efficiency decomposition by using Nash bargaining game theory directly. Firstly, we give a brief introduction of Nash bargaining game. To begin bargaining, we need to find a breakdown point for the two players. The breakdown point represents the possible payoff pairs obtained if one decides not to bargain with the other player. Note that, in our case, the bargaining should not harm the efficiency of the whole system. Thus, we can use the minimal achievable efficiencies of the two stages as the breakdown points. One would not bargain with the other if its efficiency is lower than the minimal achievable efficiencies, otherwise the efficiency of the whole system would decrease.

4. Discussion

There is flexibility for each bank to split performance between the two stages. The minimum and maximum efficiency score in the first stage for 7 banks, Ayandeh, Middle East, Mellat, Saderat, Tejarat, and Export Development is equal to one. This is despite the fact that in the second stage, in addition to the above banks, the minimum and maximum efficiency scores of Gardeshgari banks, Iran, Venezuela, and Capital are also equal to one. Therefore, it cannot be concluded that the banks that have an effective performance have a lower performance in the bargaining solution. Therefore, analyzing the overall efficiency using the bargaining model helps to identify the stage that causes inefficiency. In addition, based on the presented results, the difference between the minimum and maximum efficiency scores and ranks is also determined. Based on the results of the overall efficiency of the future banks, Middle East, Mellat, Pasargad, Saderat, Saderat, and Export Development have the highest overall efficiency. In other words, 7 out of 22 banks are located on the border and these banks are fully operational. And other banks have the least efficiency and have a weaker performance, which shows that these banks have the most non-optimal use of resources. In fact, the detection power of the centralized efficiency model is very low with increasing input and output. In other words, the number of inputs and outputs affects the number of inefficient banks. This shows that some banks that are inefficient are not really inefficient, so if the number of banks increases, they may change to efficient banks.

5. Conclusion

In this research, the measure of the efficiency of 22 private banks is obtained using the data envelopment analysis method, which is considered as a suitable measure for performance evaluation in economics. Because due to the use of a strong basis of linear programming, the data coverage analysis methodology makes it possible for managers to have a correct and realistic assessment of their unit and therefore make the right decisions in line with the optimal allocation of resources. do Bargaining game model has also been used for fair efficiency decomposition. The results show that only future banks, Middle East, nation, export, trade, export development in both stages and the whole performance system are efficient. In other words, the other 16 investigated banks have not been able to use their physical resources and capacities to attract more deposits and generate profits in an optimal way. Analyzing the overall efficiency using the bargaining model helps to identify the stage that caused the inefficiency. Based on the results of the bargaining game, in the first stage,

the banks of Ayandeh, Qarz al-Hasneh Mehr, Middle East, Mellat, Pasargad, Post Bank, Sina, Tejarat, Export Development are ranked, and in the second stage, the banks of Iran and Venezuela, Mellat, Pasargad, Saderat, capital, trade and export development are equal.

Acknowledgments

In the end, the authors consider it necessary to express their gratitude to all the contributors of Iran's Applied Economic Studies Journal and anonymous reviewers for improving and enriching the text of the paper.

Observation Contribution

This paper is extracted from a doctoral thesis with the guidance of the second and third author and the advice of the Fourth author and written by the first author.

Conflict of Interest

The authors, while observing publication ethics in referencing, declares the absence of conflict of interest.





فصلنامه علمی مطالعات اقتصادی کاربردی ایران

شاپای چاپی: ۲۵۳۰-۲۳۲۲؛ شاپای الکترونیکی: ۴۷۲۸-۲۳۲۲

وبسایت نشریه: <https://aes.basu.ac.ir>نشریه گروه اقتصاد، دانشکده علوم اقتصادی و علوم اجتماعی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران
© حق نشر متعلق به نویسنده(گان) است و نویسنده تحت مجوز Creative Commons Attribution License به مجله اجازه می‌دهد مقاله چاپ شده را در سامانه به اشتراک بگذارد، منوط بر این که حقوق مؤلف اثر حفظ و به انتشار اولیه مقاله در این مجله اشاره شود.

کاربرد مدل بازی چانه‌زنی جهت تجزیه کارایی مدل متمرکز دو مرحله‌ای در بانک‌های ایران

علی عبدالوند^۱، بهرام فتحی^۲، محمد خرسندزاک^۳، مجید انیسی^۴

نوع مقاله: پژوهشی

شناسه دیجیتال: <https://dx.doi.org/10.22084/AES.2024.28759.3660>

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۱۰/۱۶، تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۱۱/۰۲

صص: ۱۰۸-۸۱

چکیده

کارایی بانک‌ها در هر کشوری عامل کلیدی در رشد و توسعه اقتصاد آن کشور است. اخیراً ارزیابی و ارتقای کارایی صنعت بانک‌داری در ایران بسیار مورد توجه قرار گرفته است. هدف این پژوهش ارزیابی کارایی بانک‌های منتخب ایران در سال ۱۴۰۰ است. اگرچه در بسیاری از مطالعات صنعت بانک‌داری استفاده از مدل‌های کلاسیک DEA بدون توجه به ساختار داخلی و فرآیندهای جزئی بانک‌ها انجام شده است. برای غلبه بر محدودیت‌های مدل کلاسیک DEA استفاده از مدل‌های تحلیل پوششی داده‌های شبکه‌ای (NDEA) با رویکرد بازی چانه‌زنی نش نوآوری این تحقیق است. در این مدل تمام اجزای داخلی فرآیند و انسجام کل آن جهت ارزیابی کارایی فرآیندهای جزئی به شناسایی منابع ناکارآمدی کل سیستم بانکی در نظر گرفته شده است. مزیت دیگر نتایج حاصل از این ارزیابی‌ها می‌تواند اطلاعات کافی مدیریتی را برای شناسایی علل و عوامل اثرگذار بر کارایی و کسب مزایای رقابتی در اختیار مدیران قرار دهد. نتایج نشان می‌دهد که فقط بانک‌های آینده، خاورمیانه، ملت، صادرات، تجارت، توسعه صادرات در هر دو مرحله و کل سیستم عملکرد کارایی دارند. مدل بازی چانه‌زنی نیز برای تجزیه عادلانه کارایی و شناسایی مرحله‌ای که باعث ناکارآمدی شده، استفاده شده است. با توجه به هدف بانک خصوصی برای کسب سود، بانک‌هایی که عملکرد کارایی مناسبی ندارند، درحقیقت نتوانسته‌اند از منابع فیزیکی و ظرفیت‌های خود به طور مطلوب برای جذب سپرده و سودآوری بیشتر بهره ببرند.

کلیدواژگان: تحلیل پوششی داده‌های شبکه‌ای، بازی چانه‌زنی نش، تجزیه کارایی، سیستم دو مرحله‌ای.

طبقه بندی JEL: H21, G21, C14

۱. دانشجوی دکتری علوم اقتصادی، گروه اقتصاد، دانشکده علوم انسانی، واحد الیگودرز، دانشگاه آزاد اسلامی، الیگودرز، ایران.

Email: abdolvand2017@gmail.com

۲. استادیار گروه اقتصاد، دانشکده علوم انسانی، واحد شهریار، دانشگاه آزاد اسلامی، شهریار، ایران (نویسنده مسئول).

Email: Bahram125fathi@gmail.com

۳. استادیار گروه ریاضی، دانشکده علوم ریاضی، واحد الیگودرز، دانشگاه آزاد اسلامی، الیگودرز، ایران.

Email: khorsandzak@yahoo.com

۴. استادیار گروه ریاضی، دانشکده علوم ریاضی، واحد قزوین، دانشگاه آزاد اسلامی، قزوین، ایران.

Email: majid_anisi@yahoo.com

۱. مقدمه

امروزه صنعت بانکداری جزء مهم‌ترین و پیچیده‌ترین نهادهای اقتصادی هر کشوری بوده و حامی اصلی ثروت و دارایی‌های کشورهای است. از آنجایی که خدمات متنوعی در حوزه مالی و اعتباری ارائه می‌شود، رشد و شکوفایی اقتصاد کشور بستگی به رشد و توسعه این حوزه دارد. با توجه این که انباشت سرمایه از الزامات دستیابی به توسعه اقتصادی است، لذا بانک‌ها به‌عنوان یک واسطه بین بنگاه‌های تولیدی و صنعتی و دارندگان منابع مالی و هدایت وجوه در اقتصاد به‌سمت بخش‌های تولیدی، صنعتی می‌تواند بستر لازم را برای دستیابی به رشد و توسعه اقتصادی ایجاد کنند. به‌طور معمول کشورهای درحال توسعه به‌دلیل رشد تقاضا در حوزه خدمات با کمبود نهاده روبه‌رو بوده و برای دستیابی به عملکرد بهتر بانکداری از طریق ارائه خدمات کارآمد با استفاده از منابع کمتر از اهمیت، ویژه‌ای برخوردار است (باراتری و همکاران^۱، ۲۰۲۰). در بازار رقابتی رو به رشد، اهمیت ارزیابی عملکرد بانک‌ها به‌منظور بهبود مستمر عملیات و نظارت بر شرایط مالی را برجسته کرده است. برای ارزیابی و تحلیل عملکرد بانک‌ها با توجه به شناسایی منابع ناکارآمدی عملیاتی، خلأهای موجود در تخصیص منابع مؤثر، تأثیرات تغییرات قوانین و مقررات جاری بر عملیات بانک‌ها و توانمندسازی آن‌ها، اقدامات زیادی برای ارزیابی و تحلیل عملکرد بانک‌ها وجود دارد. مدیران بانک‌ها بایستی کسب و کار را به‌سمت روندهای تجاری فعلی، فرآیندهای تجاری سودآور و غیره هدایت کنند (پارادی و ژو^۲، ۲۰۱۳).

بانک‌ها منبع اصلی نقدینگی برای بسیاری از اقتصادها بوده و در زمان وقوع شوک‌ها مانند بحران مالی استدلال می‌شود که بانک‌ها به‌ویژه نقش کلیدی در جذب شوک دارند (آچاریا و استفن^۳، ۲۰۲۰؛ آلوارزبوتاس و همکاران^۴، ۲۰۲۱). بر این اساس انعطاف‌پذیری بخش بانکی یک محرک مهم برای بهبود اقتصاد جهانی است. با این حال، بانک‌های ناکارآمد یا کمتر بهره‌ور ممکن است چالش‌های شدیدی را برای اقتصاد، به‌ویژه در زمان بحران ایجاد کنند. شناسایی زود هنگام و پاک‌سازی بانک‌های کم‌بازده، هم‌افزایی مثبتی را برای صنعت و اقتصاد به‌طور یکسان فراهم می‌کند (چاترودی^۵، ۲۰۲۱). در این راستا، صندوق بین‌المللی پول با توجه به شرایط حمایتی بخش‌های بانکی و مالی، نرخ رشد مثبت ۴.۹٪ را برای اقتصاد جهان در سال‌های ۲۰۲۴ م. پیش‌بینی می‌کند (دمیرگوچ کانت و همکاران^۶، ۲۰۲۱). از طرفی کارایی صنعت بانکداری کشورهای درحال توسعه ضعیف بوده و همانند کشورهای توسعه‌یافته کارایی نداشته و ارزیابی جنبه‌های مختلف مالی بانک‌ها به‌دلیل نقش واسطه‌ای حیاتی صنعت بانکداری در بازارهای مالی، جایگاه اساسی در اقتصاد دارند (تزرمس^۷، ۲۰۱۵). در اقتصاد ایران به‌دلیل توسعه‌نیافتگی بازار سرمایه، بانک‌ها با برنامه‌ریزی در مکانیزم شبکه بانکی می‌توانند در تأمین مالی بلندمدت نقش به‌سزایی را داشته باشند؛ از طرف دیگر، تأمین مالی در اقتصاد کشور وابستگی زیادی به بانک‌ها داشته و هرگونه کاستی این صنعت ممکن است، بر شرایط اقتصادی کشور تأثیری منفی داشته باشد؛ بنابراین لازم است مدیریت بانک‌ها و سیاست‌گذاران توجه کافی را در جهت بهبود کارایی این صنعت داشته باشند؛ هم‌چنین در فرآیند آزادسازی بازارهای

1. Barattieri & et al. (2020)

2. Paradi & Zhu (2013)

3. Acharya & Steffen (2020)

4. Álvarez-Botas & et al. (2021)

5. Chaturvedi & et al. (2021)

6. Demirgüç-Kunt & et al. (2021)

7. Tzeremes (2215)

مالی و پیوند با بازارهای جهانی کارایی شرط لازم است (ترخانی و همکاران، ۱۳۹۹). به همین دلیل ارزیابی کارایی بانک‌های خصوصی در اقتصاد ایران موضوع این پژوهش قرار گرفته است؛ از طرفی با توجه به ورود بانک‌های خصوصی به صنعت بانک‌داری و افزایش رقابت بین بانک‌های دولتی و خصوصی نیاز است که کارایی شعب مورد ارزیابی مجدد قرار گیرند. بر این اساس، پژوهش حاضر در پنج بخش تدوین شده است؛ در بخش دوم، مبانی نظری بررسی شده است. در بخش سوم، مطالعات تجربی در این حوزه بیان شده و در بخش چهارم، به توصیف داده‌ها و برآورد روش مورد استفاده پرداخته شده و نتایج برآورد برای بخش بانکی ایران به دست آمده است. بخش پنجم نیز به خلاصه و نتیجه‌گیری اختصاص یافته است.

۲. مبانی نظری

بررسی ادبیات موجود نشان می‌دهد که برای ارزیابی و اندازه‌گیری کارایی بانک‌ها از روش‌های مختلفی که برخی موفق و برخی نیز ناموفق بوده‌اند. یکی از دلایل عدم موفقیت در برنامه‌های ارزیابی ناشی از انتخاب روش نامناسب اندازه‌گیری و سنجش ارزیابی ارزیابی کنندگان است. به‌طور کلی، دو روش پارامتریک و ناپارامتریک برای کارایی مورد استفاده قرار می‌گیرد. در روش پارامتریک مانند تحلیل مرزی تصادفی، تحلیل مرزی انبوه، تحلیل بیزین ابتدا با برآورد تابع تولید، هزینه یا سود بانک‌ها، مرز کارایی شناسایی می‌شود؛ سپس مقایسه عملکرد فعلی بانک به نسبت مرز شعب کارا یا ناکارا شناسایی شده و روش‌های ناپارامتریک مانند تحلیل پوششی داده‌ها^۱ (DEA) کارایی مورد استفاده محققین قرار می‌گیرد (امروزنژاد و یانگ، ۲۰۱۸).

۲-۱. تحلیل پوششی داده‌ها

ایده اولیه تحلیل پوششی داده‌ها ارائه روشی برای شناسایی موارد با بهترین عملکرد در میان مجموعه‌ای از واحدهای تصمیم‌گیری قابل مقایسه و در نتیجه شکل دادن به مرز کارآمد بود. علاوه بر این، روش یادشده قادر است سطح عملکرد واحدهای غیر مرزی را اندازه‌گیری کند. به منظور شناسایی مجموعه مرجع در برابر سایر واحدهای ناکارآمد، مقایسه‌هایی انجام شده است (آذر و همکاران، ۲۰۱۶). مبانی و مطالعات فرعی
تحلیل پوششی داده‌ها یک تکنیک برنامه‌ریزی خطی ناپارامتریک است که به‌طور گسترده برای ارزیابی کارایی نسبی مجموعه‌ای از واحدهای همگن با ورودی‌ها و خروجی‌های مشابه استفاده می‌شود؛ از نظر ریاضی، تحلیل پوششی داده‌ها یک روش برنامه‌ریزی خطی است که برای به دست آوردن امتیازهای کارایی مثل روش پارامتریک به تابع تولید نیاز نداشته و عملکرد هر واحد تصمیم‌گیرنده را براساس مجموعه امکان تولید تعیین و محاسبه می‌کند (زرافات‌انگیز و همکاران، ۲۰۱۲).

مدل‌های مرسوم DEA به صورت یک مرحله‌ای، بدون توجه به ساختار داخلی بودند و با توجه به سیستم عملیاتی بسیار پیچیده صنعت بانک‌داری و ورودی و خروجی‌های چندگانه نمی‌تواند ارزیابی درستی از کارایی ارائه دهد یا منبع عدم کارایی را مشخص کنند. یکی دیگر از ضعف‌های مطرح‌شده در مدل‌های سنتی برای ارزیابی

1. Data Envelopment Analysis
2. Emrouznejad & Yang (2018)
3. Azar & et al. (2016)
4. Zerafat Angiz & et al. (2012)

عملکرد بانک‌ها که ضرورت استفاده از مدل‌های توسعه داده شده را بیشتر می‌کند، بحث تعیین نهاده‌ها (ورودی) و ستانده‌ها (خروجی) است. برای تعیین نهاده‌ها و ستانده‌ها در بانک‌ها دو رویکرد تولید و واسطه وجود دارد. نقش سپرده‌ها در رویکرد تولید به‌عنوان خروجی و در رویکرد واسطه‌ای به‌عنوان ورودی است. از آنجایی که مزیتی برای استفاده از هیچ‌کدام از این روش‌ها وجود ندارد، به‌صورت انتخابی محققان از آن‌ها استفاده می‌کنند و این موضوع سبب ناسازگاری در تخمین کارایی در بین مطالعات شده است (محمودی و امروزنژاد، ۲۰۱۹).

۲-۲. تحلیل پوششی داده‌های شبکه^۲

در ارزیابی عملکرد براساس دیدگاه تولید، مدل‌های سنتی تحلیل پوششی داده‌ها به‌عنوان یک جعبه‌سیاه عمل می‌کنند، به‌طوری‌که ورودی‌های این مراحل واحدهای تصمیم‌گیرنده^۳ (DMUs) به خروجی تبدیل می‌شوند، درحالی‌که فرآیند تبدیل واقعی عموماً به‌طور واضح مدل‌سازی نمی‌شود. این برای زمانی کافی است که هدف آن تنها شناسایی واحدهای تصمیم‌گیری ناکارآمد و تعیین میزان ناکارآمدی آن‌ها باشد. با این حال، شناسایی ناکارآمدی فرآیندهای داخلی واحدهای تصمیم‌گیرنده‌ها گاهی موردنیاز است؛ بنابراین در درون‌نگری از واحدهای تصمیم‌گیرنده‌ها و فرآیند داخلی آن‌ها نیاز است تا بتوان هر واحد تصمیم‌گیرنده را به شبکه‌ای از واحدهای تصمیم‌گیری جزئی‌تر تبدیل کرد. محققان برای حل این مشکل مفاهیم تحلیل پوششی داده‌ها را با برنامه‌ریزی ریاضی چندسطحی ترکیب کردند و مدل‌های DEA با ساختار شبکه‌ای و چندمرحله‌ای را پیشنهاد دادند که فرآیندهای تولیدی و ساختار درونی واحدها را در کنار نهاده‌ها و ستانده‌ها لحاظ می‌کنند. برخلاف مدل‌های مرسوم، این مدل‌ها یک فرم استاندارد ندارند و با توجه به ساختار واحد، نحوه ارتباط اجزا و نوع ورودی و خروجی‌ها ساختار مدل تغییر می‌کند و از این‌رو، قدرت تمایز و تفکیک بیشتری دارند، در سطح بانکی نیز سپرده‌ها نقش دوگانه دارند و خروجی یک مرحله و ورودی مرحله دیگر هستند (ونک و همکاران، ۲۰۱۹).

مدل‌های شبکه‌ای تحلیل پوششی داده‌ها به مدیران هر واحد کمک می‌کند تا بیشتر بر استراتژی افزایش کارایی مراحل منحصربه‌فرد فرآیند تولید تمرکز کنند مدل DEA شبکه‌ای کلی سازمان و کارایی هر یک از فرآیندهای فرعی سازمان را اندازه‌گیری می‌کنند. علاوه بر این، این مدل‌ها اجازه می‌دهند که کارایی کلی با استفاده از روابط ریاضی بین کارایی سازمانی و کارایی فرآیندهای فرعی تجزیه شود. نتایج معنی‌دار و آموزنده‌تری در مقایسه با رویکرد جعبه‌سیاه مشترک به‌دست می‌آید. هم‌چنین مواردی وجود دارد که همه اجزای فرآیند یک واحد عملکرد بدتری نسبت به سایر واحدها دارند، درحالی‌که عملکرد کلی سیستم بهتر است (فوکویاما و همکاران، ۲۰۱۷). این نتایج نشان می‌دهد که مدل DEA شبکه‌ای برای تولید نتایج دقیق‌تر و مطمئن‌تر موردنیاز است، به‌ویژه زمانی که مشکل دارای ساختار شبکه باشد.

¹. Mahmoudabadi & Emrouznejad (2019)

². Network - DEA

³. Decision Making Units (DMUs)

⁴. Wanke & et al. (2019)

⁵. Fukuyama & et al. (2017)

۳. پیشینه پژوهش

۳-۱. مطالعات خارجی

«آنتونس» و همکاران^۱ (۲۰۲۴) برای ارزیابی روابط متقابل بین کارایی هزینه بانک‌های چین و سایر متغیرهای خاص بانک از یک مدل نوآورانه تحلیل پوششی داده‌ها براساس شبکه‌های عصبی استفاده کرده‌اند. بررسی آن نشان داده است که بانک‌هایی که سطح کارایی پایینی دارند باید به‌جای تمرکز بر فعالیت‌های بانک‌داری سنتی بر کسب و کارهای جایگزین و سودآور متمرکز شوند.

«آقاکریمی» و همکاران^۲ (۲۰۲۳) در مطالعه خود شاخص‌های (کفایت سرمایه، کیفیت دارایی، مدیریت، سود، نقدینگی و حساسیت به ریسک بازار) مورد ارزیابی قرار گرفته است. تجزیه و تحلیل پوششی داده‌ها برای محاسبه امتیاز کارایی واحدهای تصمیم‌گیری استفاده می‌شود. تجزیه و تحلیل مؤلفه اصلی نیز برای تأیید نتایج تجزیه و تحلیل پوششی داده‌ها استفاده می‌شود. همچنین، چندین تحلیل حساسیت روی بانک‌های خصوصی انجام شده است. نتایج تجزیه و تحلیل حساسیت توسط آزمون‌های آماری دقیق می‌باشند. هم‌چنین نتایج تحلیل حساسیت و آزمون‌های آماری نشان می‌دهد که بانک‌های خصوصی ایران از نظر شاخص‌های مدیریت و کفایت سرمایه، بهترین عملکرد و از نظر کیفیت دارایی ضعیف‌ترین عملکرد را دارند.

«نسیم» و همکاران^۳ (۲۰۲۳)، در مطالعه‌ای به بررسی چگونگی تأثیر شوک‌های انرژی بر بانک‌ها به‌عنوان واسطه‌ای مهم برای ثبات مالی و رشد اقتصادی پرداخته است و کارایی عملیاتی و سرمایه‌گذاری بانک‌ها را با استفاده از تحلیل پوششی داده‌ها و مدل‌های اثر ثابت کاربردی، اثر تصادفی، و روش تعمیم‌یافته پانل پویا اندازه‌گیری می‌کند. نتایج نشان می‌دهد که شوک‌های انرژی حتی پس از کنترل عوامل اقتصاد کلان، کارایی عملیاتی و سرمایه‌گذاری بانک‌ها را کاهش می‌دهند. این یافته‌ها هم‌چنین برای سیاست‌گذاران در اقتصادهای نوظهور برای دستیابی به رشد اقتصادی ثابت و ثبات مالی کشورها می‌توانند با استفاده از پوشش ریسک و تعدیل تدریجی نرخ‌های بهره، تأثیر شوک‌های انرژی بر کارایی بانک‌ها را محدود کنند.

«عمرانی» و همکاران^۴ (۲۰۲۳) در تحقیقات خود در زمینه اندازه‌گیری کارایی بانک‌ها با استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌ها شبکه‌ای، مقادیر صحیح را برای برخی از متغیرهای ورودی در نظر می‌گیرد. نتایج حاکی از آن است که میانگین کارایی کلی برای تمامی شاخه‌ها بالا است؛ با این حال، برخی از شعب در مرحله تولید یا سودآوری کارایی کافی ندارند. برای شناسایی منبع ناکارآمدی در این گونه شاخه‌ها، مقادیر پیش‌بینی محاسبه شده است.

«یسمین» و همکاران^۵ (۲۰۲۳) در این مطالعه، عملکرد و کارایی بانک‌های برنامه‌ریزی شده (بانک‌های دولتی، تجاری خصوصی، تجاری خارجی و بانک‌های تخصصی) فعال در بنگلادش را بررسی کردند. برای اندازه‌گیری عملکرد و کارایی بانک‌ها از سیستم رتبه‌بندی کملز و روش تحلیل پوششی داده‌ها استفاده شد. در رتبه‌بندی کلی

1. Antunes & et al. (2024)

2. Aghakarimia & et al. (2024)

3. Nasim et al. (2023)

4. Omrani et al. (2023)

5. Yesmine et al. (2023)

بانک‌ها، نتایج نشان داد که بانک تجاری خارجی و بانک دولتی به ترتیب در جایگاه اول و آخر قرار گرفتند. در بین چهار دسته بانک‌ها، بانک‌های تجاری خارجی بهترین عملکرد و بانک‌های دولتی بدترین عملکرد را داشتند. «عمرانی» و همکاران^۱ (۲۰۲۳) در این مطالعه، یک مدل DEA چند هدفه را برای محاسبه سه نوع کارایی، از جمله سودآوری، عملیاتی، و تراکنش برای شعب بانک‌ها در زمانی که داده‌های نامشخص باشد را توسعه دادند. ابتدا یک مدل DEA اصلاح شده را اعمال در نظر گرفته که قادر است وزن مشترک همه ورودی‌ها و خروجی‌ها را با حل تنها یک مدل برنامه‌ریزی خطی محاسبه کند؛ سپس از یک رویکرد قوی برای مدیریت عدم قطعیت در داده‌ها استفاده شده است. همچنین عدم قطعیت در داده‌ها با سناریوهای گسسته توصیف می‌شود. در نهایت، از یک روش برنامه‌نویسی فازی برای تبدیل مدل چندهدفه پیشنهادی به مدل تک‌هدفه استفاده می‌گردد. نتایج نشان می‌دهد که مدل پیشنهادی می‌تواند نتایج دقیقی را در سناریوهای مختلف ایجاد کند.

«اوزدمیرچی»^۲ (۲۰۲۳). این مطالعه یک مدل تصمیم‌گیری چندمعیاره را برای ارزیابی سیستم‌های بانک‌داری جایگزین (بدون هزینه بهره) با استفاده از آزمایشگاه ارزیابی و آزمایش تصمیم‌گیری فازی پیشنهاد می‌کند. تعیین وزن اهمیت عوامل در نظر گرفته شده است و سیستم‌های بانک‌داری اجتماعی جایگزین بدون هزینه بهره برای به حداقل رساندن اثرات منفی بهره بر اقتصاد طراحی شده‌اند. تحلیل علّیت نشان می‌دهد که تحلیل ریسک مؤثر و استخدام پرسنل واجد شرایط مؤثرترین معیار بر سایر عوامل بوده است. علاوه بر این، بهبود زیرساخت‌های فناوری نیز تحت تأثیر سایر عوامل است. تحلیل ریسک مؤثر به عنوان مهم‌ترین معیار برای عملکرد سیستم بانک‌داری جایگزین تعیین می‌شود.

«پروونکا» و همکاران^۳ (۲۰۲۳)، در مطالعه‌ای به بررسی تأثیر مدیریت سود بر کارایی بانک‌های منطقه یورو و تحول زمانی آن تا اجرای استاندارد بین‌المللی گزارش‌گری مالی می‌پردازد. در این تحقیق با استفاده از داده‌های ۷۰ بانک، مدیریت سود، که به عنوان ذخایر زیان و ام اختیاری تعریف می‌شود، تأثیر منفی بر کارایی داشته است. همچنین با لحاظ غیراختیاری مفاد وام تأثیر مثبت بر کارایی تخصیص به دست می‌آید و برخلاف تأثیر منفی مفاد اختیاری مدیریت سود بر کارایی بانکی کمک می‌کند.

«آلندجانی»^۴ (۲۰۲۲)، در مطالعه‌ای تأثیر انتشار اوراق قرضه اسلامی بر کارایی بانک‌های صادرکننده را در کشورهای منتخب شورای همکاری خلیج فارس با بهره‌گیری از رویکرد مرزی تصادفی با تابع هزینه ترانسلوگ بررسی می‌کند. این تجربه شامل ۱۳ بانک اسلامی و بانک‌های متعارف ارائه‌دهنده کشورهای عربستان سعودی، امارات متحده عربی و قطر را با استفاده از داده‌های فصلی از سه ماهه سوم ۲۰۰۹ تا سه ماهه دوم ۲۰۱۹. پوشش می‌دهد. نتایج نشان می‌دهد که انتشار اوراق قرضه اسلامی کارایی بانک را از طریق افزایش مالی افزایش می‌دهد. نتایج تجزیه و تحلیل اهرم و نقدینگی مرز هزینه نشان می‌دهد که قیمت نهاده‌های بالاتر وجوه بیشتری را به همراه داشته که کارایی بانک را افزایش می‌دهد.

1. Omrani et al. (2023)

2. Ozdemirci et al. (2023)

3. Proença et al. (2023)

4. Alandejani (2022)

«بلانکسون» و همکاران^۱ (۲۰۲۲)، در تحقیقی کارایی فنی و کارایی هزینه بانک‌های غنا را در دوره ۲۰۰۸-۲۰۱۹م. با استفاده از تکنیک ناپارامتریک تحلیل پوششی داده‌ها اندازه‌گیری و ارزیابی می‌کند. همچنین عوامل مؤثر بر کارایی بانک را با استفاده از برآوردگرهای رگرسیون پانل ایستا و پویا بررسی می‌کند. نتایج نشان می‌دهد که میانگین کلی کارایی فنی و هزینه‌ایی در مقایسه با سطح معیار کارا بودن نسبتاً پایین است. متغیرهای اندازه بانک، نرخ رشد تولید ناخالص داخلی و تورم به‌عنوان مهم‌ترین عوامل در تعیین کارایی بانک در نظر گرفته شده است. همچنین یافته‌ها نشان می‌دهد که بازده دارایی‌ها، نقدینگی و تأمین وام، عوامل مهمی در تعیین کارایی فنی و هزینه نمی‌باشند و سرمایه بانک نیز تأثیر ناچیزی در تعیین کارایی فنی خالص بانک‌ها داشته است.

«محمودآبادی» و «امروزنژاد»^۲ (۲۰۱۹) کارایی عملیاتی، اثربخشی خدمات، اثربخشی اجتماعی یکی از بزرگ‌ترین بانک‌های تجاری ایران را مورد ارزیابی قرار داده‌اند. با توجه به این که مدل‌های تحلیل پوششی استاندارد ساختار داخلی بانک را در ارزیابی کارایی در نظر نمی‌گیرند از مدل‌های DEA شبکه‌ای استفاده کرده‌اند. این مدل‌ها عملکرد جامعی برای ارزیابی هم‌زمان صنعت بانک‌داری در بخش‌های تولید، واسطه‌گری و رفاه اجتماعی دارند.

«لیم» و «ژو»^۳ (۲۰۱۹) بیان کردند که در DEA استاندارد، مدل ضربی و پوششی به دلیل دوآل بودن و پوششی مدل‌ها مشخص نیست؛ بنابراین با تعریف مجموعه امکان‌های تولید برای ساختارهای دومرحله‌ای متوالی، روشی را برای تطابق اولیه-ثانویه پیشنهاد کردند.

«محمودی» و همکاران^۴ (۲۰۱۹) برای سنجش کارایی شعب بانک از تحلیل پوششی داده‌ها با رویکرد تئوری بازی‌های منطبق بر بازی چانه‌زنی نش استفاده کردند. در این رویکرد مدل‌سازی به صورت دو مرحله‌ای و با توجه به شبکه‌های فرعی انجام شده، برای به حداکثر رساندن سنجش کارایی هر مرحله به‌عنوان یک بازیکن وارد بازی چانه‌زنی نش شده است.

«ونک» و همکاران^۵ (۲۰۱۸) در مطالعه خود سطوح کارایی صنعت بانک‌داری را در کشورهای بریکس (برزیل، روسیه، هند، چین و آفریقای جنوبی) از سال ۲۰۱۰ تا ۲۰۱۴م. با استفاده از یک رویکرد فازی یکپارچه دو مرحله‌ای تجزیه و تحلیل می‌کند. اغلب اوقات قابلیت اطمینان داده‌های جمع‌آوری شده از کشورها مورد تردید است. در این تحقیق، ابتدا از تاپسیس فازی برای دریافت ابهام در کارایی نسبی بانک‌داری کشورهای مورد مطالعه در طول زمان استفاده شده است. در مرحله دوم، با استفاده از رگرسیون فازی براساس سیستم‌های مبتنی بر قوانین مختلف مورد تحلیل قرار می‌گیرد تا قدرت متغیرهای اجتماعی-اقتصادی، نظارتی و جمعیتی مهم را برای پیش‌بینی کارایی بانکی افزایش یابد. نتایج نشان می‌دهد که کارایی در صنعت بانک‌داری پس‌انداز ناخالص کشور با شاخص ضریب جینی ارتباط مثبت دارد، اما با نسبت‌های تورم نسبتاً بالا رابطه منفی دارد.

1. Blankson & et al. (2022)

2. Mahmoudabadi & Emrouznejad (2019)

3. Lim & Zhu (2018)

4. Mahmoudi & et al. (2019)

5. Wanke & et al. (2018)

«میردهقان» و «فوکویاما»^۱ (۲۰۱۶) با مثال‌های عددی نشان دادند که بعضی از مدل‌های شبکه‌ای با نظریه کارایی پاره‌تو-کوپمن ناسازگار هستند و با مثال‌های عددی یک روش $2NDEA$ دومرحله‌ای که هم نمره‌های کارایی کلی و هم کارایی بخش‌های آن را می‌دهد بر مبنای مدل راسل و SBM^3 ارائه کردند. «حاتمی ماریینی» و همکاران^۴ (۲۰۱۵) یک رویکرد جامع برای بهینه‌سازی ورودی‌ها یا خروجی‌ها پیشنهاد داده‌اند که با وجود بهبود محاسبه کارایی نهایی هر واحد تصمیم‌گیری پیچیدگی محاسباتی کمتری دارد. برای نشان دادن اثربخشی مدل پیشنهادی از یک مثال عددی نیز استفاده کرده‌اند. «ابراهیم‌نژاد» و همکاران^۵ (۲۰۱۴) یک مدل سه‌مرحله‌ای DEA با دومرحله موازی مستقل که به مرحله سوم نهایی مرتبط می‌شود را پیشنهاد داده‌اند. برای نشان دادن اثربخشی رویه‌ها و قابلیت کاربرد مدل پیشنهادی از آن برای سنجش کارایی در صنعت بانک‌داری استفاده کرده‌اند.

۳-۲. مطالعات داخلی

«طاهری» و همکاران (۱۴۰۱) با استفاده از نظر خبرگان بانکی و انجام تجزیه و تحلیل با رویکرد تحلیل سلسله‌مراتبی و روش دلفی فازی معیارهای ناکارایی شعب بانک ملی را مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد که نسبت مطالبات سررسید گذشته به کل مانده تسهیلات، نسبت دارایی به درآمد حاصل از تسهیلات، نسبت‌های سود سپرده‌ها به سود تسهیلات پرداختی و نسبت نقدینگی به مجموع دارایی‌های در هر شعبه سبب عدم کارایی خواهند شد.

«تقوی‌فرد» و همکاران (۱۴۰۰) با استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌ها کارایی ۵۴ شعبه بانک سپه در استان تهران به تفکیک محیط‌های تجاری، مسکونی، پادگانی و جاده‌ای در سطوح سرپرستی و شعب اندازه‌گیری کردند؛ علاوه بر این کارایی درآمدی و کارایی فنی سطح شعب با فرض بازده متغیر به مقیاس اندازه‌گیری شده است. نتایج نشان داده است که باید به کارایی سطح سرپرستی توجه بیشتری شود؛ زیرا تصمیمات استراتژیک اتخاذ شده از سوی سطح سرپرستی کمتر مورد سنجش و ارزیابی قرار می‌گیرد.

«تقوی‌فرد» و همکاران (۱۳۹۹) کارایی درآمدی را به صورت کمی (ترکیب کارایی سطح شعبه و سطح سرپرستی) را به عنوان هدف کلی بانک، در ۵۴ شعبه استان تهران در سطح سرپرستی و شعب به تفکیک محیط‌های تجاری، مسکونی، جاده‌ای و پادگانی را با روش تحلیل پوششی داده‌ها اندازه‌گیری کرده‌اند. نتایج نشان داده است که باید به کارایی سطح سرپرستی نسبت به کارایی سطح شعبه وجه بیشتری کرد؛ زیرا تصمیمات اتخاذ شده در سطح سرپرستی که بسیار استراتژیک و اثرگذار هستند کمتر مورد سنجش و ارزیابی قرار گرفته است.

«راضی‌پورقلعه‌جوق» و همکاران (۱۳۹۹) با استفاده از تکنیک تحلیل پوششی داده‌ها، مدلی برای ارزیابی، تحلیل حساسیت و الگویابی ۱۸ شعبه یکی از بانک‌های تجاری ایران با نسبت‌های مالی ارائه کردند. به همین سبب برای تخمین خروجی با داده‌های نسبتی مدل طراحی کردند که با تغییر مقادیر ورودی، میزان تغییرات مورد نیاز در خروجی‌ها برای حفظ کارایی و همچنین حفظ رتبه با استفاده از مدل داده نسبتی پیشنهادی قابل محاسبه می‌باشد.

1. Mirdehghan et al. (2016)

2. Network data envelopment analysis

3. Slack Based Model

4. Hatami Marbini & et al. (2015)

5. Ebrahimnejad & et al. (2013)

«درودی» و «امینی» (۱۳۹۸) کارایی شعب بانک قوامین با استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌ها در قالب رویکرد پنجره‌ای کارایی شعب بانک‌های استان زنجان را مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد که روش تحلیل پوششی داده‌ها با در نظر گرفتن منابع جذب شده، مصارف و تعداد مشتریان به عنوان متغیرهای خروجی و نرخ بهای تمام شده، تعداد پرسنل شعبه و مبلغ معوقات به عنوان متغیرهای ورودی، توانایی تجمیع این داده‌ها و تبدیل آن‌ها به یک معیار واحد را دارد. روش تحلیل پوششی داده‌ها می‌تواند به عنوان روشی مکمل در کنار روش‌های سنتی تحلیل داده‌های مالی بانک استفاده شود.

«عرب‌مازار» و همکاران (۱۳۹۷) با استفاده از مدل تحلیل پوششی داده‌های شبکه‌ای (NDEA) کارایی ۱۸ بانک کشور با در نظر گرفتن نیروی کار، دارایی‌های ثابت و هزینه اداری و عمومی به عنوان نهاده، سپرده بانک‌ها به عنوان یک متغیر واسطه، سود بانک‌ها به عنوان ستانده مطلوب نهایی و مطالبات معوق بانک‌ها به عنوان ستانده نامطلوب مورد ارزیابی قرار دادند. نتایج نشان داد که عملکرد بعضی از بانک‌ها بسیار ضعیف بوده و بانک‌هایی که دارای نسبت بالاتری از مطالبات معوق هستند، عمدتاً کارایی پایین‌تری دارند.

«سلیمانی‌دامنه» و همکاران (۱۳۹۶) یک مدل DEA شبکه‌ای پویا هم‌زمان ساختار و زمان را در ارزیابی در نظر می‌گیرد توسعه دادند و علاوه بر این دو روش برای محاسبه کارایی کردند. برای ارزیابی تجربی مدل کارایی هر مرحله، شبکه و شبکه‌ای پویا برای چهارده بانک برآورد شد. مدل‌های ارائه شده دلایل ناکارایی هر بانک را با جزئیات نشان می‌دهد، چون مدل‌ها ماهیت خروجی محور دارند، ناکارا شدن هر بانک به این معنا است که بانک دیگری یا ترکیب محدبی از بانک‌های دیگر وجود دارد که با همین ورودی‌ها یا ورودی‌های کمتر، خروجی‌های بیشتری تولید می‌کند.

«شفیعی» (۱۳۹۵) با استفاده از مدل عملکرد چندین شعبه از بانک‌های کشور مورد ارزیابی قرار گرفت و سپس از فعالیت‌های درونی و متغیرهای میانجی موجود در سیستم صرف نظر شده و عملکرد شعب به صورت یک جعبه سیاه که تنها دارای تعدادی ورودی و خروجی است با استفاده از مدل کلاسیک تحلیل پوششی داده‌ها مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج نشان داد تمام واحدهایی که طبق مدل کلاسیک دارای کارایی یک بودند در مدل جدید لزوماً دارای کارایی یک نیستند؛ زیرا طبق مدل جدید یک واحد سازمانی تنها زمانی دارای کارایی یک است که سطح رهبر و هم در سطح پیرو همکاری کاملی با یکدیگر داشته باشند و هر دو دارای کارایی یک باشند.

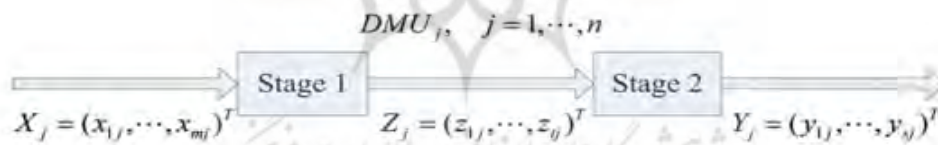
با وجود این که پژوهش‌های بسیاری در حوزه استفاده از روش‌های تحلیل پوششی داده‌ها برای اندازه‌گیری کارایی بانک‌ها وجود دارد که هر یک به نوبه خود سعی در بهبود و توسعه تکنیک‌ها داشته‌اند، اما مزیت این مطالعه آن است که برای غلبه بر محدودیت‌های مدل‌های استاندارد تحلیل پوششی داده‌ها، این مدل‌ها را با مدل بازی چانه‌زنی و سایر تکنیک‌های مدل‌سازی ریاضی ترکیب کرده و همین امر سبب توسعه مدل‌های تحلیل پوششی داده‌ها در حالت چنددسته‌ای شده است. مزیت دیگر آن است که کاربرد مدل معرفی شده را در یک مطالعه نمونه‌ای از بانک‌های خصوصی مورد سنجش قرار داده است.

۴. روش شناسی

روش پژوهش این مطالعه به صورت تحلیلی و از زیر گروه پژوهش‌های تحلیل ریاضی می‌باشد. در اینگونه از مدل‌ها با توسعه روابط به صورت ریاضی و استفاده از داده‌ها، نظریه‌های مورد ارزیابی و آزمون قرار می‌گیرند. در این مطالعه بعد از ارائه مدل، به‌عنوان مثال عددی از آن برای ارزیابی بانک‌های خصوصی از الگوی برنامه‌ریزی در مدل برنامه‌ریزی ناپارامتریک با استفاده از روش ترکیبی تحلیل پوششی داده‌ها و تئوری بازی‌ها استفاده شده است. روش تحلیل پوششی داده‌ها مبتنی بر برنامه‌ریزی خطی سطوح کارایی هر واحد را در داخل یک گروه که دارای بیشترین سطح کارایی و عملکرد باشد را نشان می‌دهد.

۴-۱. مدل بازی چانه‌زنی نشن برای تجزیه کارایی

با بهره‌گیری از «کائو»^۱ و همکاران^۱ (۲۰۰۹) محاسبه کارایی کل و هر مرحله طبق شکل (۱) استفاده شده است. این نوع نگرش اگر کارایی در مرحله دوم پایین باشد برای افزایش آن باید ورودی‌ها (خروجی مرحله اول) را کاهش داد، در این صورت برای بهبود کارایی در مرحله دوم باید کارایی مرحله اول را کم کرد. در یک سیستم دو مرحله‌ای با تعداد n واحد تصمیم‌گیرنده (DMU) مانند نمودار درج‌آمین DMU، بردار $x_j = (x_{1j}, \dots, x_{mj})^T$ ورودی مرحله اول، بردار $z_j = (z_{1j}, \dots, z_{ij})^T$ خروجی مرحله اول و تنها ورودی مرحله دوم را نشان می‌دهد که به آن بردار میانی^۲ نیز گفته می‌شود. بردار خروجی مرحله دوم با $Y_j = (Y_{1j}, \dots, Y_{sj})^T$ نشان داده شده است. در صورت نادیده گرفتن معیارهای میانی و تحت فرض بازده به مقیاس ثابت^۳ (CRS)، میزان کارایی کل سیستم برای j امین DMU که به اختصار DMU_0 نامیده می‌شود، را می‌توان به وسیله مدل CCR محاسبه کرد.



شکل ۱: سیستم دو مرحله‌ای (منبع: فتحی و همکاران، ۲۰۲۳).

Fig. 1: Two-stage system (Fathi et al., 2023).

با توجه به کاستی‌های مدل‌های سنتی و مستقل یک مدل شبکه‌ای توسعه‌یافته معرفی و مدل‌سازی متمرکز کارایی‌های کل سیستم و زیرسیستم‌ها مبتنی بر بازی‌های همکارانه به صورت روابط زیر ارائه می‌گردد.

1. Kao et al. (2009)

2. intermediate vector

3. constant return to scale

$$e_0^{Centralized} = \max \frac{\sum_{r=1}^s u_r Y_{r0}}{\sum_{i=1}^m v_i X_{i0}} \quad (1)$$

$$s.t \quad \begin{cases} \frac{\sum_{d=1}^D w_d Z_{dj}}{\sum_{i=1}^m v_i X_{ij}} \leq 1 & j = 1, 2, \dots, n \\ \frac{\sum_{r=1}^s u_r Y_{rj}}{\sum_{d=1}^D w_d Z_{dj}} \leq 1 & j = 1, 2, \dots, n \\ v_i \geq \varepsilon, \quad i = 1, 2, \dots, m; \quad w_d \geq \varepsilon \quad d = 1, 2, \dots, D; \\ u_r \geq \varepsilon, \quad r = 1, 2, \dots, s \end{cases}$$

با فرض این که جواب بهینه مدل (۱)، به صورت $V^* = (v_1^*, \dots, v_m^*)$, $W^* = (w_1^*, \dots, w_D^*)$, $U^* = (u_1^*, \dots, u_s^*)$ باشد، کارایی کلی سیستم و کارایی دو مرحله می‌تواند به صورت مدل (۲) بیان شود.

$$e_0^{Centralized} = \frac{\sum_{r=1}^s u_r^* Y_{r0}}{\sum_{i=1}^m v_i^* X_{i0}}, \quad e_0^{1.Centralized} = \frac{\sum_{d=1}^D W_d^* Z_{d0}}{\sum_{i=1}^m v_i^* X_{i0}}, \quad e_0^{2.Centralized} = \frac{\sum_{r=1}^s u_r^* Y_{r0}}{\sum_{d=1}^D W_d^* Z_{d0}} \quad (2)$$

بدیهی است که کارایی کلی می‌تواند برابر حاصل ضرب کارایی دو مرحله باشد؛ بنابراین اگر مدل (۱) دارای جواب بهینه چندگانه باشد، پاسخ این ضرب دو کارایی منحصر به فرد نیست؛ به همین دلیل، کارایی یک مرحله در ابتدا پیشینه می‌شود، در حالی که کارایی کل سیستم بدون تغییر باقی‌ماند. در مرحله دیگر نیز کارایی متعاقباً به دست می‌آید و حداکثر کارایی قابل دسترس در مرحله اول را می‌توان با مدل (۳) به دست آورد:

$$e_0^{1+} = \max \sum_{d=1}^D w_d Z_{d0} \quad (3)$$

$$s.t \quad \begin{cases} \sum_{i=1}^m v_i X_{i0} = 1 \\ \sum_{r=1}^s u_r Y_{r0} = e_0^{Centralized} \\ \sum_{d=1}^D w_d Z_{dj} \leq \sum_{i=1}^m v_i X_{ij} & j = 1, 2, \dots, n \\ \sum_{r=1}^s u_r Y_{rj} \leq \sum_{d=1}^D w_d Z_{dj} & j = 1, 2, \dots, n \\ v_i \geq \varepsilon, \quad i = 1, 2, \dots, m; \quad w_d \geq \varepsilon \quad d = 1, 2, \dots, D; \\ u_r \geq \varepsilon, \quad r = 1, 2, \dots, s \end{cases}$$

حال کمترین کارایی قابل دسترس برای مرحله اول از رابطه $e_0^{1-} = \frac{e_0^{Centralized}}{e_0^{2+}}$ به دست می‌آید. به طریق

مشابه، نیز بیشترین کارایی قابل دسترس برای مرحله دوم می‌تواند از رابطه زیر به دست آید:

$$e_0^{2+} = \max \sum_{r=1}^s u_r Y_{r,0} \quad (4)$$

$$s.t \begin{cases} \sum_{d=1}^D w_d Z_{d0} = 1 \\ \sum_{r=1}^s u_r Y_{r,0} = e_0^{Centralized} \sum_{i=1}^m v_i X_{i,0} \\ \sum_{d=1}^D w_d Z_{dj} \leq \sum_{i=1}^m v_i X_{ij} \quad j = 1, 2, \dots, n \\ \sum_{r=1}^s u_r Y_{rj} \leq \sum_{d=1}^D w_d Z_{dj} \quad j = 1, 2, \dots, n \\ v_i \geq \varepsilon, \quad i = 1, 2, \dots, m; \quad w_d \geq \varepsilon \quad d = 1, 2, \dots, D; \\ u_r \geq \varepsilon, \quad r = 1, 2, \dots, s \end{cases}$$

متعاقباً کمترین کارایی قابل دسترس برای مرحله اول از رابطه $e_0^{1-} = \frac{e_0^{Centralized}}{e_0^{2+}}$ به دست می آید. اگر این

روابط برقرار باشد $e_0^{1+} \neq e_0^{1-}$ یا $e_0^{2-} \neq e_0^{2+}$ تجزیه کارایی منحصر به فرد نبوده و ممکن است منجر به انعطاف پذیری تجزیه بین دو مرحله شود. از دیدگاه بازی های همکارانه، زمانی که کارایی کلی مشخص شد، برای یافتن تجزیه ای که تا حد امکان برای هر دو مرحله عادلانه باشد، اقدام می گردد.

۴-۲. مدل بازی چانه زنی نش

از دیدگاه بازی ها این امکان وجود داشته که تجزیه کارایی مدل سازی شود، یعنی این دو مرحله را می توان به عنوان دو بازیکن در بازی چانه زنی در نظر گرفت؛ بنابراین می توان تجزیه کارایی را مستقیماً با استفاده از نظریه بازی چانه زنی نش به دست آورد. در بازی چانه زنی نش دو بازیکن را با $N = \{1, 2\}$ در نظر داشته و بردار پیامد^۱ به عنوان یک عضو از فضای دو بعدی \mathbf{R}^2 تعریف می شود. مجموعه شدنی^۲ $S \subset \mathbf{R}^2$ و زوج مرتب نقطه شکست^۳ نیز جدای از $b \in \mathbf{R}^2$ است. مسأله چانه زنی را می توان به صورت (N, S, b) نشان داد. نش^۴ استدلال کرد که یک جواب معقول برای بازی چانه زنی باید در ۴ شرط پیش رو صدق کند: ۱- کارایی پارتو^۵ (PE)، ۲- عدم تغییر نسبت به تبدیل آفین^۶ (IAT)، ۳- استقلال گزینه های غیر مرتبط^۷ (IIAS)، و ۴- تقارن^۸ {قرینگی} (SYM). وی استدلال کرد که همیشه یک جواب منحصر به فرد وجود دارد، یعنی جواب نش، برای مسأله چانه زنی می تواند به وسیله مدل زیر حل شود:

1. Payoff
 2. feasible set
 3. breakdown point
 4. Nash (1950, 1953)
 5. Pareto efficiency
 6. invariance with respect to affine transformation
 7. independence of irrelevant alternatives
 8. symmetry

$$\max_{u \in S, u \geq b} \prod_{i=1}^2 (u_i - b_i) \quad (5)$$

که u_i و b_i به ترتیب i امین عنصر از u و b هستند. برای سنجیدن تجزیه کارایی در مدل متمرکز، دو مرحله را به عنوان دو بازیکن در مدل چانه‌زنی در نظر گرفته شده است. آن‌ها منافع خود، یعنی کارایی‌هایشان را بدون خسارت وارد کردن به منافع کل سیستم، یعنی کارایی کلی، دنبال می‌کنند. اعداد کارایی و وزن‌ها می‌تواند به ترتیب به عنوان برد-باخت و استراتژی‌ها در نظر گرفته شود. برای شروع چانه‌زنی نیاز است که نقطه شکست را برای بازیکنان به دست آید و در این حالت چانه‌زنی نباید به کارایی کل سیستم آسیب وارد کند؛ بنابراین می‌توان کمترین کارایی قابل حصول دو مرحله را به عنوان نقطه شکست در نظر گرفت. یک بازیکن اگر کارایی آن از حداقل کارایی قابل دسترس، یعنی نقطه شکست کمتر باشد وارد بازی چانه‌زنی نمی‌شود؛ زیرا در این صورت کارایی کل سیستم کاهش می‌یابد؛ بنابراین می‌توان مدل چانه‌زنی زیر را برای سنجیدن تجزیه کارایی در مدل متمرکز ارائه می‌گردد، که e_0^{1-} و e_0^{2-} به ترتیب کمترین کارایی قابل حصول در مراحل اول و دوم است؛ به طوری که کارایی کلی $e_0^{Centralized}$ تغییر نکند، به وضوح روشن است که مدل (۶) با مدل زیر معادل است:

$$\begin{aligned} \max \quad & \left(\frac{\sum_{d=1}^D w_d Z_{d0}}{\sum_{i=1}^m v_i X_{i0}} - e_0^{1-} \right) \left(\frac{\sum_{r=1}^s u_r Y_{r0}}{\sum_{d=1}^D w_d Z_{d0}} - e_0^{2-} \right) \quad (6) \\ s.t \quad & \begin{cases} \sum_{d=1}^D w_d Z_{d0} \geq e_0^{1-} \sum_{i=1}^m v_i X_{i0} \\ \sum_{r=1}^s u_r Y_{r0} \geq e_0^{2-} \sum_{d=1}^D w_d Z_{d0} \\ \sum_{r=1}^s u_r Y_{r0} = e_0^{Centralized} \sum_{i=1}^m v_i X_{i0} \\ \sum_{d=1}^D w_d Z_{dj} \leq \sum_{i=1}^m v_i X_{ij} \quad j = 1, 2, \dots, n \\ \sum_{r=1}^s u_r Y_{rj} \leq \sum_{d=1}^D w_d Z_{dj} \quad j = 1, 2, \dots, n \\ v_i \geq \varepsilon, \quad i = 1, 2, \dots, m; \quad w_d \geq \varepsilon \quad d = 1, 2, \dots, D; \\ u_r \geq \varepsilon, \quad r = 1, 2, \dots, s \end{cases} \end{aligned}$$

«نش»^۱ (۱۹۵۰ و ۱۹۵۳) استدلال کرد که مجموعه شدنی باید فشرده، محدب و شامل بردار برد-باخت باشد؛ به طوری که برد-باخت هر بازیکن حداقل به اندازه پیامد نقطه شکست است و تمام قیود در مدل (۶) خطی می‌باشند. در نتیجه، مجموعه شدنی S پیوسته، فشرده و محدب است. از مدل‌های (۳) و (۴) می‌توان بردارهای پیامد (e_0^{1-}, e_0^{2+}) و (e_0^{1+}, e_0^{2-}) را به دست آورد که به وضوح جواب شدنی مدل (۶) می‌باشند.

1. Nash

۵. نتایج تجربی

۵-۱. داده‌ها

لازمه هر تحقیق کاربردی بررسی و شناخت مؤثر پارامترهای مؤثر در حوزه کاری تحقیق است. برای این منظور در راستای شناخت و استخراج شاخص‌های مؤثر ورودی و خروجی و واسطه‌ای بر ارزیابی کارایی نسبی بانک‌ها، مطالعات بسیاری بر روی سیستم بانک‌ها انجام شد؛ هرچند اجماع کاملی برای انتخاب متغیرها به‌عنوان بهترین عملکرد توضیح‌دهنده وجود ندارد. در مرحله حاضر مشابه مطالعات ونک و همکاران (۲۰۱۹)، محمودی و همکاران (۲۰۱۹)، محمودآبادی و همکاران (۲۰۱۹) ورودی و خروجی‌های مدل دو سطحی طبق جدول (۱) می‌باشد. در ارتباط با انتخاب متغیرها باید این نکته را نیز قید کرد که در اکثر مطالعات انجام شده در حوزه ارزیابی کارایی بانک‌ها متغیر نیروی انسانی، هزینه‌های اداری، عمومی و دارایی‌های ثابت بانک‌ها به‌عنوان نهاده در نظر گرفته می‌شوند. با توجه به نقش سپرده‌های بانکی در عملکرد بانک، در مرحله اول به‌عنوان ستانده و در مرحله دوم به‌عنوان نهاده وارد مدل شده است. این نوع نگرش سبب دور شدن از رهیافت‌های سنتی نهاده یا ستانده بودن سپرده‌ها می‌شود.

جدول ۱: ورودی‌ها و خروجی‌ها

Table 1: inputs and outputs

نماد	خروجی مرحله اول	نماد	ورودی مرحله اول
W1	سپرده‌های مشتریان	X1	هزینه‌های اداری عملیاتی
W2	تسهیلات اعطایی به اشخاص دولتی	X2	هزینه‌های سرمایه‌ای
W3	تسهیلات اعطایی به اشخاص غیر دولتی	X3	دارایی‌های ثابت
W4	سرمایه‌گذاری‌ها	X4	تعداد نیروی انسانی
نماد	خروجی مرحله دوم	نماد	ورودی مرحله دوم
Y1	سود	W1	سپرده‌های مشتریان
Y2	مطالبات از بانک‌ها و سایر مؤسسات مالی	W2	تسهیلات اعطایی به اشخاص دولتی
Y3	معوقات	W3	تسهیلات اعطایی به اشخاص غیردولتی
Y4	مشکوک‌الوصول	W4	سرمایه‌گذاری‌ها
Y5	درآمدهای تسهیلاتی و سپرده‌گذاری		

آمار توصیفی متغیرهای ورودی و خروجی مورد استفاده در مدل برای بیست و دو بانک خصوصی مورد مطالعه شامل: آینده، اقتصاد نوین، گردشگری، قرض‌الحسنه مهر، ایران ونزوئلا، کارآفرین، خاورمیانه، مسکن، ملل، ملت، پاریسیان، پاسارگاد، پست بانک، رفاه، صادرات، سامان، سرمایه، شهر، سینا، تجارت، توسعه صادرات، توسعه تعاون، در سال ۱۴۰۰ در جدول (۲) گزارش شده است. اعداد مندرج در جدول (۲) نشان می‌دهد بانک ملت دارای بیشترین میزان هزینه‌های اداری و عمومی، دارایی‌های ثابت، تسهیلات اعطایی به مشتریان دولتی و غیردولتی، مطالبات از بانک‌ها، معوقات و درآمدهای تسهیلاتی و سپرده‌گذاری است. در مقابل بانک ایران ونزوئلا کمترین میزان دارایی ثابت، نیروی انسانی، سپرده‌های مشتریان، تسهیلات اعطایی به اشخاص غیردولتی، سرمایه‌گذاری، معوقات و درآمدهای تسهیلاتی و سپرده‌گذاری را به خود اختصاص داده است. محاسبات نیز در نرم‌افزار گمز انجام شده است.

جدول ۲: آمار توصیفی متغیرها

Tab. 2: Descriptive statistics of variables

انحراف معیار	میانگین	مینیمم	نام بانک	ماکزیمم	نام بانک	واحد
۵۱۵۳۰.۸۹	۲۳۸۸۹.۳۶	۱۱۲	سامان	۲۴۱۱۱۱	ملت	هزینه‌های اداری عمومی
۱۳۷۲۴.۶۸	۹۰۳۰.۹۲	۱۰	پست بانک	۵۰۸۸۰.۳	صادرات	هزینه‌های سرمایه‌ای
۶۰۱۰۱.۲۷	۵۳۱۶۸.۵۵	۳۳۲	ایران ونزوئلا	۲۰۷۷۲۶	ملت	دارائی‌های ثابت
۶۲۸۱.۱۹	۵۸۸۱.۷۸	۸۵	ایران ونزوئلا	۲۲۹۳۱	صادرات	نیروی انسانی
۶۶۰۸۷۲.۸۳	۴۷۱۴۶۶۸	۳۸	ایران ونزوئلا	۲۶۶۸۲۱	ملت	سپرده‌های مشتریان
۶۴۹۳۱۶.۷۸	۱۴۴۲۴۵.۷	۲.۲۴۲	ملل	۳۱۸۹۳۲	ملت	تسهیلات اشخاص دولتی
۱۰۵۵۵۵۴.۰	۱۱۴۶۱۲۵.	۲۹۸۸	ایران ونزوئلا	۳۸۱۲۱۰	ملت	تسهیلات اشخاص غیردولتی
۱۸۹۷۸۸.۸۲	۱۲۲۷۳۶.۳	۷۹۶	ایران ونزوئلا	۸۱۳۸۱۸	آینده	سرمایه‌گذاری‌ها
۱۷۶۷۰.۴۳	۱۲۱۰۵۰.۶	۶۹	توسعه تعاون	۵۶۶۰۰.۱	تجارت	سود
۲۴۷۶۹۰.۸۰	۱۱۷۸۱۵.۴	۰	ملل	۱۱۲۸۴۷	ملت	مطالبات از بانک‌ها و سایر مؤسسات
۶۴۳۴۴.۶۱	۲۴۰۰۹.۷۸	۰	ایران ونزوئلا	۳۱۱۴۸۷	ملت	معوقات
۱۵۳۶۷۰.۶۱	۱۰۵۷۱۷.۷	۲۱۰۱	خاورمیانه	۵۲۱۱۹۸	صادرات	مشکوک‌الوصول
۱۶۷۲۶۱.۲۶	۱۵۹۷۶۶.۰	۶۸۶	ایران ونزوئلا	۶۶۰۷۹۳	ملت	درآمدهای تسهیلاتی و سپرده‌گذاری

(منبع: یافته‌های پژوهش).

۲-۵. بحث و تحلیل

پس از جمع‌آوری داده‌های موردنیاز از بانک‌های منتخب، با استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌ها و بازی چانه‌زنی نش امتیازات کارایی کل توسط مدل متمرکز ارائه شده است. به بیان دیگر نتایج حاصل از کارایی متمرکز، حداکثر کارایی در مرحله اول و دوم و همچنین بازی چانه‌زنی به ترتیب با استفاده از مدل‌های (۱)، (۳)، (۴)، (۶) نیز در جدول (۳) نشان داده شده است. رتبه‌بندی همه مراحل نیز در داخل پراتز قید شده است. در این جدول امتیاز حداقل کارایی مراحل اول و دوم به ترتیب در ستون‌های سوم و پنجم و امتیازات حداکثر کارایی مراحل اول و دوم به ترتیب در ستون‌های چهارم و ششم لیست شده‌اند. فقط بانک‌های آینده، خاورمیانه، ملت، صادرات، تجارت، توسعه صادرات در هر دو مرحله و کل سیستم عملکرد کارایی دارند. مهم‌ترین علت کارا بودن بانک آینده میزان سرمایه‌گذاری بالا (۸۱۳۸۱۸ میلیارد ریال) در این بانک است که نسبت به میانگین (۱۲۲۷۳۶ میلیارد ریال) بسیار بالاتر است. مهم علت کارا بودن بانک تجارت در هر دو مرحله را نیز می‌توان به میزان سود بالا و معادل ۵۶۶۰۰ میلیارد ریالی این بانک نسبت داد. بانک خاورمیانه در بین بانک‌های مورد بررسی کمترین میزان مطالبات

مشکوک الوصول را دارد و شاید این امر تأثیر به‌سزایی در افزایش سطح کارایی این بانک داشته است؛ در صورتی که برای ۱۶ بانک باقی‌مانده امتیازات کارایی حداقل و حداکثر در هر مرحله متفاوت است. متوسط سطح کارایی کلی، مرحله اول، مرحله دوم که بین ۰/۶۵۸ تا ۰/۸۳۰ است نشان می‌دهد که اکثریت بانک‌ها نتوانسته‌اند که از منابع فیزیکی و ظرفیت‌ها شامل دارایی‌های ثابت، نیروی کار و هزینه‌های اداری و عمومی برای جذب سپرده بیشتر و استفاده هرچه مؤثرتر از این سپرده‌ها در راستای سودآوری استفاده بهینه داشته باشند.

برای تجزیه کارایی بین دو مرحله برای هر بانک انعطاف‌پذیری وجود دارد. امتیاز کارایی حداقل و حداکثر در مرحله اول برای هفت بانک: آینده، خاورمیانه، ملت، صادرات، تجارت، توسعه صادرات برابر یک است. این در حالی است که در مرحله دوم علاوه بر بانک‌های فوق، امتیاز کارایی حداقل و حداکثر بانک‌های گردشگری، ایران ونزوئلا و سرمایه نیز برابر یک است؛ بنابراین نمی‌توان نتیجه گرفت بانک‌هایی که عملکرد مؤثری دارند در راه‌حل چانه‌زنی از عملکرد کمتری برخوردارند؛ لذا تجزیه کارایی کلی با استفاده از مدل چانه‌زنی به شناسایی مرحله‌ای که باعث ناکارآمدی می‌شود کمک می‌کند. علاوه بر این، به استناد نتایج ارائه شده تفاوت بین نمرات و رتبه‌های حداقل و حداکثر کارایی نیز مشخص می‌شود.

بر اساس نتایج حاصل از کارایی کلی بانک‌های آینده، خاورمیانه، ملت، پاسارگاد، صادرات، تجارت، توسعه صادرات بیشترین کارایی کلی را دارند؛ به عبارت دیگر، تعداد (۷ از ۲۲ بانک) در مرز قرار دارند و این بانک‌ها کاملاً کارا عمل می‌کنند و سایر بانک‌ها از کمترین کارایی برخوردار بوده و عملکرد ضعیف‌تری دارند که نشان می‌دهد این بانک‌ها بیشترین استفاده غیر بهینه از منابع را دارند. درحقیقت، قدرت تشخیص مدل کارایی متمرکز با افزایش ورودی و خروجی بسیار کم است. به عبارت دیگر، تعداد ورودی‌ها و خروجی‌ها بر میزان بانک‌های ناکارآمد تأثیر می‌گذارد. این نشان می‌دهد که برخی از بانک‌هایی که ناکارا می‌باشند واقعاً ناکارا نیستند؛ بنابراین اگر تعداد بانک‌ها افزایش یابد، امکان دارد به بانک‌های کارآمد تغییر پیدا کنند؛ بنابراین نیاز به مقایسه DMUها در شرایط دیگر است. برای این منظور امتیازات کارایی حداکثر و حداقل برای دو مرحله جداگانه با استفاده از مدل‌های (۳)، (۴) در جدول ۳، به ترتیب در ستون‌های ۳ تا ۶ آورده شده است. طبق این نتایج، در مرحله اول بانک‌های آینده، خاورمیانه، ملت، پاسارگاد، صادرات، تجارت، توسعه صادرات در حداکثر و حداقل بیشترین کارایی را داشتند و بانک‌های قرض الحسنه مهر، پارسبان، پست بانک، سامان، شهر، سینا، توسعه تعاون کویت در حداکثر کارایی یک و در حداقل کارایی کمتر از یک را داشته است. در مرحله دوم نیز بانک‌های آینده، گردشگری، ایران ونزوئلا، خاورمیانه، ملت، پاسارگاد، صادرات، سرمایه، تجارت، توسعه صادرات در حداکثر و حداقل کارایی بیشترین امتیاز را داشتند و سایر بانک‌ها دارای امتیازات کمتر از یک می‌باشند. در این مرحله، تنها مؤسسه ملل در حالت حداکثر شرایط امتیاز کارایی برابر یک را دارد.

طبق محاسبات انجام شده در جدول ۳، امتیازات متوسط کارایی حداقل و حداکثر مرحله اول بانک‌ها به ترتیب ۰/۷۸۸۲ و ۰/۸۲۹۶ می‌باشد. بر این اساس می‌توان با افزایش ستاندها به‌طور متوسط به ترتیب به میزان ۲۶/۸۷ و ۵۴/۲۰٪ و کاهش نهاده‌ها به‌طور متوسط به ترتیب به میزان ۲۱/۱۸ و ۱۷/۰۴٪ عملکرد را بهبود بخشیده و به کارایی دست یافت. هم‌چنین نتایج متوسط حاصل در مرحله دوم نیز به ترتیب ۰/۷۹۳۱ و ۰/۸۲۲۶ است، که با

افزایش ستانده‌ها به‌طور متوسط به‌ترتیب ۲۶/۴۲ و ۲۱/۵۶ و کاهش نهاده‌ها به‌طور متوسط به‌ترتیب ۲۰/۶۹ و ۱۷/۷۴ می‌توان عملکرد کارایی را بهبود بخشید.

جدول ۳: نتایج امتیاز کارایی و رتبه‌بندی مدل متمرکز

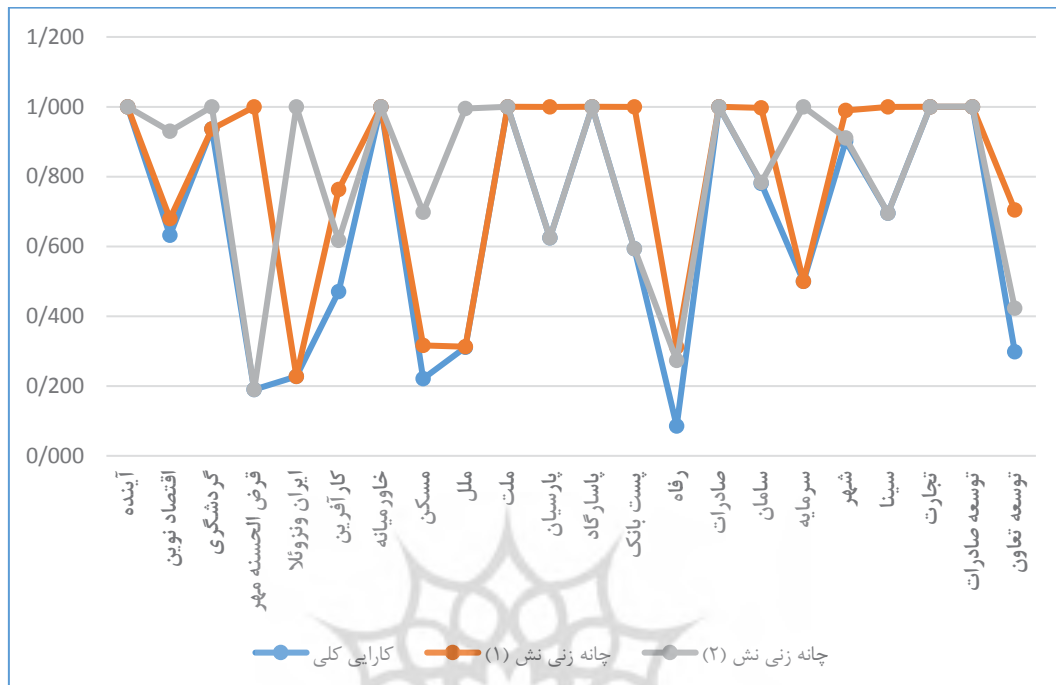
Tab. 3: Performance score results and centralized model ranking

بانک	کلی	مرحله اول		مرحله دوم		چانه‌زنی نش (۱)	چانه‌زنی نش (۲)
		مینیمم	ماکزیمم	مینیمم	ماکزیمم		
آینده	۱(۱)	۱(۱)	۱(۱)	۱(۱)	۱(۱)	۱(۱)	۱(۱)
اقتصاد نوین	۰.۶۲۳(۱۲)	۰.۶۷۹(۱۵)	۰.۶۸۰(۱۷)	۰.۹۲۹(۱۲)	۰.۹۳۱(۱۲)	۰.۶۸۰(۱۷)	۰.۹۳۰(۱۲)
گردشگری	۰.۹۳۶(۸)	۰.۹۳۶(۱۴)	۰.۹۳۶(۱۵)	۱(۲)	۱(۲)	۰.۹۳۶(۱۴)	۱(۲)
قرض الحسنه مهر	۰.۱۹۱(۲۱)	۰.۹۹۹(۸)	۱(۲)	۰.۱۹۰(۲۲)	۰.۱۹۰(۲۲)	۱(۲)	۰.۱۹۰(۲۲)
ایران ونزوئلا	۰.۲۲۸(۱۹)	۰.۲۲۸(۲۲)	۰.۲۲۸(۲۲)	۱(۳)	۱(۳)	۰.۲۲۸(۲۲)	۱(۳)
کارآفرین	۰.۴۷۱(۱۶)	۰.۶۴۳(۱۶)	۰.۹۰۵(۱۶)	۰.۵۲۰(۱۹)	۰.۷۳۲(۱۵)	۰.۷۳۶(۱۵)	۰.۶۱۷(۱۸)
خاورمیانه	۱(۲)	۱(۲)	۱(۳)	۱(۴)	۱(۴)	۱(۳)	۱(۴)
مسکن	۰.۳۲۱(۱۰)	۰.۳۱۶(۱۹)	۰.۳۱۶(۲۰)	۰.۶۹۸(۱۵)	۰.۶۹۸(۱۶)	۰.۳۱۶(۱۹)	۰.۶۹۸(۱۵)
ملل	۰.۳۱۱(۱۷)	۰.۳۱۱(۲۰)	۰.۳۱۴(۲۱)	۰.۹۸۹(۱۱)	۱(۵)	۰.۳۱۳(۲۰)	۰.۹۹۵(۱۱)
ملت	۱(۳)	۱(۳)	۱(۴)	۱(۵)	۱(۶)	۱(۴)	۱(۵)
پارسیان	۰.۶۲۴(۱۳)	۰.۹۹۸(۱۱)	۱(۵)	۰.۶۲۴(۱۷)	۰.۶۲۵(۱۸)	۰.۹۹۹(۱۱)	۰.۶۲۵(۱۷)
پاسارگاد	۱(۴)	۱(۴)	۱(۴)	۱(۶)	۱(۷)	۱(۵)	۱(۶)
پست بانک	۰.۵۹۳(۱۴)	۰.۹۹۹(۹)	۱.۰۰۰(۷)	۰.۵۹(۱۸)	۰.۵۹۳(۲۰)	۱(۶)	۰.۵۹۳(۱۹)
رفاه	۰.۰۸۵(۲۲)	۰.۲۶۲(۲۱)	۰.۳۷۲(۱۹)	۰.۲۲۹(۲۱)	۰.۳۲۶(۲۱)	۰.۳۱۲(۲۱)	۰.۲۷۴(۲۱)
صادرات	۱(۵)	۱(۵)	۱(۸)	۱(۷)	۱(۸)	۱(۷)	۱(۷)
سامان	۰.۷۸۱(۱۰)	۰.۹۹۴(۱۲)	۱(۹)	۰.۷۸۱(۱۴)	۰.۷۸۶(۱۴)	۰.۹۹۷(۱۲)	۰.۷۸۳(۱۴)
سرمایه	۰.۵(۱۵)	۰.۵۰۰(۱۷)	۰.۵۰۰(۱۸)	۱(۸)	۱(۹)	۰.۵۰۰(۱۸)	۱(۸)
شهر	۰.۹۰۲(۹)	۰.۹۸۰(۱۳)	۱(۱۰)	۰.۹۰۲(۱۳)	۰.۹۲۰(۱۳)	۰.۹۹۰(۱۳)	۰.۹۱۱(۱۳)
سینا	۰.۶۹۵(۱۱)	۰.۹۹۹(۱۰)	۱(۱۱)	۰.۶۹۵(۱۶)	۰.۶۹۶(۱۷)	۱(۸)	۰.۶۹۵(۱۶)
تجارت	۱(۶)	۱(۶)	۱(۱۲)	۱(۹)	۱(۱۰)	۱(۹)	۱(۹)
توسعه صادرات	۱(۷)	۱(۷)	۱(۱۳)	۱(۱۰)	۱(۱۱)	۱(۱۰)	۱(۱۰)
توسعه تعاون	۰.۲۹۸(۱۸)	۰.۴۹۵(۱۸)	۱(۱۴)	۰.۲۹۸(۲۰)	۰.۶۰۱(۱۹)	۰.۷۰۴(۱۶)	۰.۴۲۳(۲۰)

منبع: یافته‌های پژوهشگر.

در مدل چانه‌زنی، تمام امتیازات کارایی بین حداقل و حداکثر در هر مرحله قرار دارد و در نظر داشتن رتبه‌های نمرات کارایی بسیار مهم و اهمیت دارد؛ لذا منطقی است که امتیازات کارایی چانه‌زنی برای هر مرحله در همسایگی یا بین حداقل و حداکثر امتیازات کارایی قرار داشته باشد. در نتایج بازی چانه‌زنی ملاحظه می‌شود که در یک شرایط رقابتی تمامی بانک‌ها با داشتن برخورداری از مزیت رقابتی رتبه‌بندی شده‌اند. نتایج چانه‌زنی مرحله اول بانک‌های آینده، قرض الحسنه مهر، خاورمیانه، ملت، پاسارگاد، پست بانک، سینا، تجارت، توسعه صادرات برابر یک است و دارای رتبه یکسان می‌باشند. در این مرحله همان‌طور که انتظار می‌رود نتایج چانه‌زنی بین امتیازات حداقل و حداکثر است. در مرحله دوم نیز نتایج چانه‌زنی بانک‌های ایران ونزوئلا، ملت، پاسارگاد، صادرات، سرمایه، تجارت

و توسعه صادرات برابر یک است و بازه نتایج این مرحله نیز برای همه بانکها بین امتیازات حداقل و حداکثر قرار گرفته است.



شکل ۲: امتیاز کارایی کل، بازی چانه‌زنی مرحله اول و دوم (منبع: یافته‌های پژوهش).

Fig. 2: Total efficiency score, first and second stage bargaining game

شکل (۲) به‌نوعی دیگر اطلاعات جدول (۳) امتیاز کارایی کلی و نتایج بازی چانه‌زنی را نمایش می‌دهد. مدل کارایی کلی با در برخی از موارد (۷ بانک) کارایی یک را نشان می‌دهد. این درحالی‌که، نمرات کارایی بانکها که توسط مدل بازی چانه‌زنی نش در مرحله اول و دوم اندازه‌گیری شده‌اند، برای ۹ تا ۱۰ بانک برابر یک است؛ به‌طور کلی بیشترین و کمترین تعداد بانکهای کارا به‌ترتیب در حالت مدل بازی چانه‌زنی نش مرحله اول و کارایی کلی به‌دست می‌آید.

۶. نتیجه‌گیری

وجود یک بازار پولی کارآمد و پویا جهت دستیابی به تخصیص بهینه منابع، رشد پایدار غیرتورمی و تأمین نیازمندی‌های بخش‌های دیگر اقتصاد الزامی است. بررسی عملکردی و ارزیابی کارایی بانک‌ها طی دهه‌های گذشته نشان می‌دهد که آن‌ها از منظر مالی در وضعیت مناسبی قرار ندارند. برای بهبود این وضعیت باید در کنار شناخت نقاط ضعف و قوت برنامه‌ریزی جامعی برای تجدید ساختار نظام بانکی و افزایش کارایی اجرا شود؛ زیرا که شناخت منبع اصلی ضعیف بودن عملکرد یا ناکارایی بانکها از مهم‌ترین الزامات برای ارائه رهنمودهای مدیریتی و کارشناسی کافی و دقیق در همه سطوح است.

در این پژوهش، معیار اندازه کارایی ۲۲ بانک خصوصی با استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌ها به دست می‌آید که در اقتصاد به عنوان معیار مناسبی برای ارزیابی عملکرد در نظر گرفته می‌شود؛ زیرا به دلیل استفاده از مبنای قوی برنامه‌ریزی خطی، روش‌شناسی تحلیل پوششی داده‌ها این امکان را ایجاد می‌کند تا مدیران بتوانند ارزیابی درست و واقع‌بینانه‌ای از واحد خود داشته باشند و به همین سبب تصمیمات درستی در راستای تخصیص بهینه منابع اتخاذ کنند. مدل بازی چانه‌زنی نیز برای تجزیه عادلانه کارایی استفاده شده است. نتایج نشان می‌دهد که فقط بانک‌های آینده، خاورمیانه، ملت، صادرات، تجارت، توسعه صادرات در هر دو مرحله و کل سیستم عملکرد کارایی دارند؛ به بیان دیگر، ۱۶ بانک دیگر مورد بررسی نتوانسته‌اند از منابع فیزیکی و ظرفیت‌های خود برای جذب سپرده بیشتر و سودآوری به صورت بهینه استفاده کنند. تجزیه کارایی کلی با استفاده از مدل چانه‌زنی به شناسایی مرحله‌ای که باعث ناکارآمدی شده است، کمک می‌کند. به استناد نتایج بازی چانه‌زنی در مرحله اول رتبه بانک‌های آینده، قرض‌الحسنه مهر، خاورمیانه، ملت، پاسارگاد، پست بانک، سینا، تجارت، توسعه صادرات برابر و در مرحله دوم بانک‌های ایران ونزوئلا، ملت، پاسارگاد، صادرات، سرمایه، تجارت و توسعه صادرات برابر یکسان است. با توجه به نتایج تحقیق چند پیشنهاد برای پژوهش‌های آتی به شرح زیر توصیه می‌گردد.

- ۱- چگونگی ساختارهای شبکه‌ای پویا با ورودی یا خروجی مشترک بین مراحل و ساختارهای ترکیبی در بانک‌ها.
- ۲- چگونگی تعمیم مدل‌های بازده به مقیاس متغیر، مبتنی بر متغیرهای کمکی و ارثه مدل شبکه‌ای پویا با رویکرد غیرشعاعی.
- ۳- چگونگی ایجاد یک شبکه اصلی به شبکه‌های فرعی در بانک‌ها.

سپاسگزاری

در پایان نویسندگان بر خود لازم می‌دانند که از تمام دست اندرکاران مجله مطالعات اقتصاد کاربردی ایران و داوران ناشناس برای بهبود و رونق بخشیدن به متن مقاله قدردانی نمایند.

درصد مشارکت نویسندگان

این مقاله مستخرج از رساله دکتری و نگارش نگارنده اول، به راهنمایی نگارنده دوم و سوم و مشاوره نگارنده چهارم است.

تضاد منافع

نویسندگان ضمن رعایت اخلاق نشر در ارجاع دهی، نبود تضاد منافع را اعلام می‌دارد.

کتابنامه

- ترخانی، عطیه؛ نظری، عظیم؛ و نیلوفر، پریسا، (۱۳۹۶). «بررسی عوامل مؤثر بر کارایی صنعت بانک‌داری ایران (روش دو مرحله‌ای سیمار و ویلسون)». *فصلنامه اقتصاد مقداری*، ۱۱ (۲): ۱۳۹۹-۴۱-۱.

<https://doi.org/10.22055/jqe.2019.14838>

- تقوی فرد، محمدتقی؛ حبیبی، رضا؛ و علی یاری، عباس، (۱۳۹۹). «سنجش کارایی بانکها با استفاده از رهیافت بیزین: مطالعه موردی بانکهای منتخب ایران». *فصلنامه علمی پژوهش‌های اقتصادی ایران*، ۲۵ (۸۴): ۱۴۳-۱۶۶. <https://doi.org/10.22054/ijer.2020.32378.556>

- تقوی فرد، محمدتقی؛ حبیبی، رضا؛ و مهدی زاده، حجت، (۱۴۰۰). «سنجش عملکرد بانکها با استفاده از مدل DEA دو مرحله‌ای (مطالعه موردی شعبه بانک سپه استان تهران)». *بررسی‌های بازرگانی*، ۱۹ (۱۰۹): ۹۹-۱۱۴. <https://doi.org/10.22034/BS.2021.247044>

- درودی، هما؛ و امینی، محمدباقر، (۱۳۹۸). «سنجش کارایی نسبی و رتبه بندی شعب بانکها، رویکرد پنجره‌ای: مطالعه موردی استان زنجان». *اقتصاد مالی*، ۱۳ (۴۸): ۲۳۹-۲۶۰. [Dor: 20.1001.1.25383833.1398.13.48.9.4](https://doi.org/10.1001.1.25383833.1398.13.48.9.4)

- راضی پورقلعه جوق، سمیه؛ حسین زاده لطفی، فرهاد؛ رستمی مال خلیفه، محسن؛ و شرفی، حمید، (۱۴۰۰). «ارزیابی عملکرد شعب بانک با شاخصهای مالی با استفاده از تحلیل پوششی داده‌های نسبتی». *فصلنامه مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار*، ۱۱ (۴۵): ۱۲۷-۱۴۶. [Dor: 20.1001.1.22519165.1399.11.45.6.3](https://doi.org/10.1001.1.22519165.1399.11.45.6.3)

- سلیمانی دامنه، رضا؛ مومنی، منصور؛ مصطفایی، امین؛ و رستمی مال خلیفه، محسن، (۱۳۹۶). «توسعه یک مدل تحلیل پوششی داده‌ای شبکه‌ای پویا برای ارزیابی عملکرد بانکها». *چشم‌انداز مدیریت صنعتی*، ۷ (۱): ۸۹-۶۷. https://jimp.sbu.ac.ir/article_87208.html

- شفیعی، مرتضی، (۱۳۹۶). «طراحی مدل تحلیل پوششی داده‌های چند سطحی در ارزیابی کارایی مؤسسات مالی». *مجله تحقیق در عملیات در کاربردهای آن*، ۱۴ (۲): ۶۶-۴۱. [Dor: 20.1001.1.22517286.2017.14.2.8.5](https://doi.org/10.1001.1.22517286.2017.14.2.8.5)

- طاهری، علی؛ زاهدغروی، مهدی؛ و آسایش، حمید، (۱۴۰۱). «اولویت بندی معیارهای نا کارایی شعب بانک ملی در ایران». *اقتصاد مالی*، ۱۶ (۶۰): ۲۳۶-۲۱۳. <https://doi.org/10.30495/fed.2022.697612>

- عرب‌مازار، عباس؛ ورهرامی، ویدا؛ و حسینی، حسین، (۱۳۹۷). «ارزیابی عملکرد بانکهای کشور با استفاده از تحلیل پوششی داده‌های شبکه‌ای». *فصلنامه علمی پژوهشی اقتصاد مقداری*، ۱۵ (۲): ۲۱-۱. <https://doi.org/10.22055/jqe.2017.21388.1596>

- Aghakarimia, E., Fereidounia, Z., Hamid, M., Rabbanib, E. Rabbania, M., (2023). "An integrated framework to assess and improve the financial soundness of private banks". *Scientia Iranica*. Articles in Press. <https://doi.org/10.24200/SCI.2023.60931.7060>

- Alandejani, M., (2022). "Does issuing Islamic bonds through banks increase banking efficiency". *Heliyon*, 8 (8): e10041. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e10041>.

- Álvarez-Botas, C., Fernández-Méndez, C. & González, V. M., (2021). "Large bank shareholders and terms of bank loans during the global financial crisis". *Journal of*

International Financial Management & Accounting 33 (1): 107–133.
<https://doi.org/10.1111/jifm.12137>

- Antunes, J., Hadi- Vencheh, A., Jamshidi, A., Tan, Y. & Wanke, P., (2024). “Cost efficiency of Chinese banks: Evidence from DEA and MLP-SSRP analysis”. *Expert Systems with Applications*, Vol. 237, Part A. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2023.121432>

- Arabmazar, A., Varharmi, V. & Hasani, H., (2018). “ Survey Performance of Iran's Banks with Network Data Envelopment Analysis Method”. *Quantitative Economics*, 15(2): 1-21. <https://doi.org/10.22055/jqe.2017.21388.1596> (In Persian).

- Azar, A., Zarei Mahmoudabadi, M. & Emrouznejad, A., (2016). “A new fuzzy additive model for determining the common set of weights in Data Envelopment Analysis”. *Journal of Intelligent & Fuzzy Systems*, 30(1): 61-69. DOI: [10.3233/IFS-151710](https://doi.org/10.3233/IFS-151710)

- Barattieri, A., Eden, M. & Stevanovic, D., (2020). “Risk sharing, efficiency of capital allocation, and the connection between banks and the real economy”. *Journal of Corporate Finance*, 60: 101538. DOI: [10.1016/j.jcorpfin.2019.101538](https://doi.org/10.1016/j.jcorpfin.2019.101538).

- Blankson, N., Bugri Anarfo, E., Amewu, G. & Doabil, L. (2022). “Examining the determinants of bank efficiency in transition: empirical evidence from Ghana”. *Heliyon*, 8(2): e10156. DOI: [10.1016/j.heliyon.2022.e10156](https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e10156)

- Chaturvedi, K., Akhtar, S., Azhar, N. & Shamshad, M., (2021). “Impact of corporate social responsibility on financial performance of selected banks in india: based on camel model”. *Studies in Economics and Business Relations*, 2(2). <https://www.sabapub.com/index.php/sebr/article/view/366>

- Demirgüç-Kunt, A., Pedraza, A. & Ruiz-Ortega, C., (2021). “Banking sector performance during the COVID-19 crisis”. *Journal of Banking & Finance*, 133. <https://doi.org/10.1016/j.jbankfin.2021.106305>

- Doorodi, H. & Amini, M B., (2019). “Measuring the relative efficiency and ranking of bank branches, window approach: A case study of Zanjan province”. *Financial Economics*, 13(48): 239-260. dor: [20.1001.1.25383833.1398.13.48.9.4](https://doi.org/20.1001.1.25383833.1398.13.48.9.4) (In Persian).

- Ebrahimnejad, A., Tavana, M., Hosseinzadeh Lotfi, F., Shahverdi, R. & Yousefpour, M., (2014). “Three-Stage Data Envelopment Analysis Model with Application to Banking Industry”. *Measurement*, 49: 308-3019. <https://doi.org/10.1016/j.measurement.2013.11.043>

- Emrouznejad, A. & Liang Yang, G., (2018). “A survey and analysis of the first 40 years of scholarly literature in DEA: 1978-2016”. *Socio-Economic Planning Sciences*, 61 (1): 4-8. <https://doi.org/10.1016/j.seps.2017.01.008>

- Fathi, B., Ashena, M. & Majid Anisi, M., (2023). “Efficiency evaluation of sustainability indicators in a two-stage network structure: a Nash bargaining game approach”. *Environment, Development and Sustainability*, 25: 1832–1851. <https://doi.org/10.1007/s10668-022-02325-3>

- Floros, C., (2020). "Banking development and economy in Greece: Evidence from regional data". *Journal of Risk and Financial Management, Basel*, 13(10): 1-13. <https://doi.org/10.3390/jrfm13100243>
- Fukuyama, H. & Matousek, R., (2017). "Modelling bank performance: A network DEA approach". *European Journal of Operational Research*, 259(2): 721-732. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2016.10.044>
- Hatami-Marbini, A., Madjid Tavana, M., Agrell, P J., Hosseinzadeh Lotfi, F. & Ghelej Beigi, Z., (2015). "A common-weights DEA model for centralized resource reduction and target setting". *Computers & Industrial Engineering*, 79: 195-203. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2014.10.024>
- Kao, C., (2009). "Efficiency decomposition in network data envelopment analysis: A relational model". *European Journal of Operational Research*, 192(3): 949-962. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2007.10.008>
- Lim, S. & Zhu, J., (2019). "Primal-dual correspondence and frontier projections in two-stage network DEA models". *Omega*, 83: 236-248. <https://doi.org/10.1016/j.omega.2018.06.005>
- Mahmoudabadi M. Z. & Emrouznejad A., (2019). "Comprehensive performance evaluation of banking branches: A three-stage slacks-based measure (SBM) data envelopment analysis". *International Review of Economics and Finance*, 64(C): 359-376. DOI: [10.1016/j.iref.2019.08.001](https://doi.org/10.1016/j.iref.2019.08.001)
- Mahmoudi, R., Emrouznejad, A. & Barzoki, M., (2019). "A Bargaining Game model for performance assessment in network DEA considering sub-networks: A real case study in Banking". *Neural Computing and Applications*. <https://doi.org/10.1007/s00521-018-3428-y>
- Mirdehghan, M. & Fukuyama, H., (2016). "Pareto-Koopmans efficiency and network DEA". *Omega*, 61(C): 78-88. DOI: [10.1016/j.omega.2015.07.008](https://doi.org/10.1016/j.omega.2015.07.008)
- Nash, J. F., (1950). "The bargaining problem". *Econometrica*, 18(2): 155-162. <https://doi.org/10.2307/1907266>
- Nash, J. F., (1953). "Two-person cooperative games". *Econometrica*, 21(1): 128-140. <https://doi.org/10.2307/1906951>
- Nasim, A., Ullah, S., Ryong Kim, J. & Hameed, A., (2023). "Energy shocks and bank efficiency in emerging economies". *Energy Economics*, 126: 107005. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2023.107005>
- Omrani, H., Alizadeh, A, Emrouznejad, A. & Oveysi, Z., (2023). "A novel best-worst-method two-stage data envelopment analysis model considering decision makers' preferences: An application in bank branches evaluation". *Finance & Economic*, 28(4): 3593-3610. <https://doi.org/10.1002/ijfe.2609>
- Omrani, H., Shamsi, M. Emrouznejad, A. & Teplova, T., (2023). "A robust DEA model under discrete scenarios for assessing bank branches". *Expert Systems with Applications*, 219: 119694. DOI: [10.1016/j.eswa.2023.119694](https://doi.org/10.1016/j.eswa.2023.119694)

- Omrani, H. Oveysi, Z. Emrouznejad, A. & Teplova, T., (2023). "A mixed-integer network DEA with shared inputs and undesirable outputs for performance evaluation: Efficiency measurement of bank branches". *Journal of the Operation Research Society*, 74. DOI: [10.1080/01605682.2022.2064783](https://doi.org/10.1080/01605682.2022.2064783)
- Ozdemirci, F., Yüksel, S., Dinçer, H. & Eti, S., (2023). "An assessment of alternative social banking systems using T-Spherical fuzzy TOP-DEMATEL approach". *Decision Analytics*, 6: 100184. <https://doi.org/10.1016/j.dajour.2023.100184>.
- Paradi, J. C. & Zhu, H., (2013). "A survey on bank branch efficiency and performance research with data envelopment analysis". *Omega*, 41(1): 61–79. DOI: [10.1016/j.omega.2011.08.010](https://doi.org/10.1016/j.omega.2011.08.010)
- Proença, C., Augusto, M. & Murteira, J., (2023). "The effect of earnings management on bank efficiency: Evidence from ECB-supervised banks". *Finance Research Letters*, 51: 103450. <https://doi.org/10.1016/j.frl.2022.103450>
- Razipour GhalehJough, S., Hosseinzadeh Lotfi, F., Rostamy Maslkhalfeh, M. & Sharafi, H., (2020). "Evaluation of bank branches with financial indicators using data envelopment analysis". *Quarterly Financial Engineering & Securities Management*, 11(45): 127-146. Dor: [20.1001.1.22519165.1399.11.45.6.3](https://doi.org/10.1001.1.22519165.1399.11.45.6.3) (In Persian).
- Shafiei, M., (2017). "Designing a Multi-level Data Envelopment Analysis Model to Evaluate the Efficiency of Financial Organizations". *Journal of Operational Research and Its Applications*, 14 (2): 41-66. Dor: [20.1001.1.22517286.2017.14.2.8.5](https://doi.org/10.1001.1.22517286.2017.14.2.8.5) (In Persian).
- Soleimani Damaneh, R., Momeni, M., Mostafaei, A. & Rostami Malkhalife, M., (2017). "Developing of a Dynamic Network Data Envelopment Analysis Model for Performance Evaluating Banking Sector". *Industrial Management Perspective*, 7(1): 67-89. https://jimp.sbu.ac.ir/article_87208.html. (In Persian).
- Taheri, A., ZahedGharavi, M. & Asayesh, H., (2022). "Prioritizing inefficient criteria of Bank Melli branches in Iran". *Financial Economics*, 16(60): 213-236. <https://doi.org/10.30495/fed.2022.697612> (In Persian).
- 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. <https://doi.org/10.22055/jqe.2019.14838>. (In Persian).
- Taghavifard, M. T., Habibi, R. & Ali Yari, A., (2020). "Bank efficiency assessment: A bayesian approach (Case study of the selected banks of Iran)". *Iranian Journal of Economic Research*, 25(84): 143-166. <https://doi.org/10.22054/ijer.2020.32378.556> (In Persian).
- 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. <https://doi.org/10.22034/BS.2021.247044> (In Persian).

- Tzeremes, N. G., (2015). “Efficiency dynamics in Indian banking: A conditional directional distance approach”. *European Journal of Operational Research*, 240(3): 807–818. DOI: [10.1016/j.ejor.2014.07.029](https://doi.org/10.1016/j.ejor.2014.07.029)
- Wanke, P., Kalam Azad, Md A. & Emrouznejad, A., (2018). “Efficiency in BRICS banking under data vagueness: A two-stage fuzzy approach”. *Global Finance Journal*, 35: 58-71. <https://doi.org/10.1016/j.gfj.2017.05.001>
- Wanke, P., Kalam Azad, Md. A., Emrouznejad, A. & Antunes, J., (2019). “A Dynamic Network DEA Model for Accounting and Financial Indicators: A Case of Efficiency in MENA Banking”. *International Review of Economics & Finance*, 61: 52-68. DOI: [10.1016/j.iref.2019.01.004](https://doi.org/10.1016/j.iref.2019.01.004)
- Yesmine, T., Hossain, M. E., Khan, M. A., Mitra, S., Saha, S. M. & Amin, M. R., (2023). “Benchmarking the banking sector of Bangladesh: a comprehensive analysis of performance and efficiency”. *Asian Journal of Economics and Banking*, 7 (1): 121-145. <https://doi.org/10.1108/AJEB-08-2021-0094>
- Zerafat Angiz, M., Emrouznejad, A. & Mustafa, A., (2012). “Fuzzy data envelopment analysis: A discrete approach”. *Expert Systems with Applications*, 39 (3): 2263–2269. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2011.07.118>