

Evaluation of Effective Criteria on the Desirability of Financial Stability Integration based on the Comparison of Metaheuristic Algorithms: Case Study of Banks Listed in Tehran Stock Exchange

Zahra Jafari¹

PhD student, Department of Financial Engineering, Maragheh Branch, Islamic Azad University, Maragheh, Iran

Rahim Bonabi Ghadim^{*2}

Assistant Prof in Accounting, Maragheh Branch, Islamic Azad University, Maragheh, Iran

Rasool Abdi³

Associate Prof of Accounting, Bonab Branch, Islamic Azad University, Bonab, Iran

Abstract

The purpose of this research is evaluation of effective criteria on the desirability of financial stability integration based on the comparison of metaheuristic algorithms banks listed in Tehran Stock Exchange. In this way, firstly, through the systematic content screening process, the effective criteria on the desirability of financial stability integration are used to evaluate banks listed in Tehran Stock Exchange. Then, relying on the two algorithms of Particle Swarm Optimization and Gray Wolf. The results of the study showed that both innovative algorithms used in this study have the necessary capability to determine the desirability of the financial stability of banks listed in Tehran Stock Exchange.

Keywords: Metaheuristic Algorithms, Financial Stability Integration, The Desirability of Banks' Efficiency

¹ 0009-0007-8458-1365

² 0000-0002-2771-8181

³ 0009-0001-9329-6335

1. Introduction

One of the most important changes in the economic systems of societies is focusing on the functions of financial stability in the banking system of countries, which has been more and more taken into account in macroeconomic policies. It is important to note that, due to reasons such as international sanctions, the functions of the banking system in developing countries are facing many problems, including the disruption of the banking system and financial exchanges as a result of the reduction of foreign trade, which can increase financial costs and risks. It will reduce public trust in the banking system and reduce international interactions with foreign banks and disrupt the economic balance. The purpose of this research is evaluation of effective criteria on the desirability of financial stability integration based on the comparison of metaheuristic algorithms banks listed in Tehran Stock Exchange.

2. Literature Review

Financial stability in the banking system is defined as a low level of vulnerability to possible risks, which creates a level of balance and stability in banking systems through the ability to resist economic challenges. Elsa et al (2018) also consider the financial stability of banks as a basis of economic growth functions in a definition and state that a dynamic banking system needs to control the risks and costs of commercial transactions in a balanced economy in order to achieve stable financial stability. On the other hand (2023), Verma and Chakarwarty suggest that if financial stability does not govern the banking systems of countries and they do not have the necessary efficiency, the optimal direction of resources to industries faces a serious challenge, and this issue can affect the country's economic growth in a short period of time.

3. Methodology

This study is considered to be a combined and applied methodology. In this way, firstly, through the systematic content screening process, the effective criteria on the desirability of financial stability integration are used to evaluate banks listed in Tehran Stock Exchange. Then, relying on the two algorithms of Particle Swarm Optimization and Gray Wolf and extracting data related to the criteria identified between 2017 and 2018 effort is made to determine the optimal point of desirability of financial stability integration of banks listed in Tehran Stock Exchange. In this process, according to the expansion of the mathematical equations of each Metaheuristic Algorithms and the command codes of the MATLAB software, necessary action is taken to answer the research questions.

4. Result

The results of the study showed that both innovative algorithms used in this study have the necessary capability to determine the desirability of the financial stability of banks listed in Tehran Stock Exchange. But based on the Wilcoxon Signed-Rank Test coefficients, the gray wolf algorithm is more accurate than the particle swarm optimization algorithm for predicting the function of the identified criteria in determining the desirability of financial stability of banks listed in Tehran Stock Exchange. The results after executing command processes in MATLAB software indicate that both algorithms have the necessary capability to determine the desirability of the financial stability of banks admitted to the Tehran Stock Exchange. But based on the coefficients of the Wilcoxon test, the gray wolf algorithm has a higher accuracy than the particle swarm optimization algorithm for predicting the performance of the identified criteria in determining the desirability of the financial stability of accepted banks. It was also found that the most effective criterion in strengthening the determination of the desirability of financial stability of banks is the liquidity circulation "9₃" in the gray wolf algorithm.

5. Discussion

It was also found that the most effective criterion in strengthening the determination of the desirability of banks' financial stability is Turnover Ratio in the gray wolf algorithm. In fact, the coefficients obtained in the gray wolf algorithm indicate a more effective optimization of effective criteria in determining the financial desirability of the country's banking system. and this issue is the explanation of the interpretation that banks can benefit from this algorithm for financial planning and covering their weaknesses in preserving resources even in the risky conditions of today's economy.

6. Conclusion

In fact, the obtained results show that the banks whose total value of transactions in the capital market is higher than the average value of their total shares in a certain period of time, these banks have higher capacities for liquidity circulation and in providing bank services in matters Current and investment in competitive projects have the upper hand compared to other banks, and the existence of such added value of shares in the capital market can be considered as an increase in higher returns and lower risk for investing in these banks. Therefore, as the basics of determining the comparative evaluation between algorithms, i.e. constant return to scale (CRS) and variable return to scale (VRS) showed, banks with higher liquidity circulation and relying on the gray wolf algorithm, reach the optimal point faster and this issue It shows the flexibility of financial resources in timely allocation to the market and industries, which can bring higher returns for their shareholders in the long run.

Keywords: Metaheuristic Algorithms, Financial Stability Integration, The Desirability of Banks' Efficiency

ارزیابی معیارهای مؤثر بر مطلوبیت یکپارچگی ثبات مالی بر اساس مقایسه‌ی الگوریتم‌های فرا ابتکاری: مطالعه‌ی مورد بانک‌های پذیرفته شده در بازار سرمایه

زهرا جعفری^۱ | دانشجوی دکتری، گروه مهندسی مالی، واحد مراغه، دانشگاه آزاد اسلامی، مراغه، ایران

رحیم بنایی
قدیم*^۲ | استادیار گروه حسابداری، واحد مراغه، دانشگاه آزاد اسلامی، مراغه، ایران (Email: r_bonabi@iau-
(maragheh.ac.ir

رسول عبدی^۳ | دانشیار گروه حسابداری، واحد بناب، دانشگاه آزاد اسلامی، بناب، ایران

چکیده

یکی از مهمترین تغییرات در سیستم‌های اقتصادی جوامع، تمرکز بر کارکردهای ثبات مالی در نظام بانکی کشورها می‌باشد که بیش از پیش در سیاستگذاری‌های کلان اقتصادی مورد توجه قرار گرفته است. هدف این مطالعه، ارزیابی معیارهای مؤثر بر مطلوبیت یکپارچگی ثبات مالی بر اساس مقایسه‌ی الگوریتم‌های فرا ابتکاری در سطح بانک‌های پذیرفته شده در بازار سرمایه می‌باشد. این مطالعه به لحاظ روش شناسی ترکیبی و کاربردی تلقی می‌شود. به این صورت که ابتدا از طریق فرآیند غربالگری محتوایی سیستماتیک، نسبت به شناسایی معیارهای مؤثر بر مطلوبیت یکپارچگی ثبات مالی جهت ارزیابی بانک‌های پذیرفته شده اقدام می‌شود. سپس با اتکاء به دو الگوریتم بهینه‌سازی ازدحام ذرات و گرگ خاکستری و استخراج داده‌های مرتبط با معیارهای شناسایی شده در حد فاصل سال‌های ۱۳۹۷ تا ۱۴۰۱، تلاش می‌شود تا نقطه‌ی بهینه‌ی مطلوبیت یکپارچگی ثبات مالی بانک‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران مشخص شوند. در این فرآیند از طبق بسط معادلات ریاضی هر یک از الگوریتم‌های فرا ابتکاری و کدهای دستوری نرم‌افزار متلب، نسبت به پاسخ به سوال‌های پژوهش اقدام لازم صورت می‌گیرد. نتایج مطالعه نشان داد، هر دو الگوریتم فرا ابتکاری مورد استفاده در این مطالعه، دارای قابلیت لازم برای تعیین مطلوبیت ثبات مالی بانک‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران می‌باشند. اما بر اساس ضرایب آزمون ویلکاکسون، الگوریتم گرگ خاکستری نسبت به الگوریتم بهینه‌سازی ازدحام ذرات، از دقت بالاتری برای پیش‌بینی کارکرد معیارهای شناسایی شده در تعیین مطلوبیت ثبات مالی بانک‌های پذیرفته شده برخوردار می‌باشد. همچنین مشخص گردید که مهمترین معیار مؤثر در تقویت تعیین مطلوبیت ثبات مالی بانک‌ها، گردش نقدینگی در الگوریتم گرگ خاکستری می‌باشد. در واقع ضرایب کسب شده در الگوریتم گرگ خاکستری حکایت از بهینه‌سازی اثربخش تر معیارهای مؤثر در تعیین مطلوبیت مالی نظام بانک‌های کشور دارد و این مسئله گویایی این تفسیر است که بانک‌ها می‌توانند از این الگوریتم برای برنامه‌ریزی‌های مالی و پوشش نقاط ضعف خود در حفظ منابع حتی در شرایط ریسکی اقتصاد امروز بهره‌مند شوند.

کلیدواژه‌ها: الگوریتم فرا ابتکاری، یکپارچگی ثبات مالی، مطلوبیت کارایی بانک‌ها

¹ 0009-0007-8458-1365

² 0000-0002-2771-8181

³ 0009-0001-9329-6335

مقدمه

فرازونشیب‌های اقتصادی جوامع تا حد زیادی به سیاست‌ها و راهبردهای ثبات مالی نظام بانکی آنان وابسته می‌باشد. چراکه نهادهای مالی در نظام بانکی، نقش مهمی در توسعه و پایداری اقتصادی از نظر تخصیص بهینه منابع به صنایع و بنگاه‌های تجاری ایفا می‌نمایند (Badwan et al, 2024). به عبارت دیگر، ظرفیت‌های عملکردی بانک‌ها، از این نظر حائز اهمیت است که از یک طرف کارکردهای بانکی می‌تواند زمینه‌های رشد و توسعه اقتصادی و از طرف دیگر شرایط نابسامانی و سقوط اقتصادی را رقم بزنند (Boachie et al, 2023). حائز اهمیت است که توجه گردد، کارکردهای نظام بانکی در کشورهای در حال توسعه به دلایلی همچون تحریم‌های بین‌المللی، با مشکلاتی عدیده‌ای از جمله اختلال نظام بانکی و مبادلات مالی در نتیجه کاهش تجارت خارجی، مواجه هستند که این موضوع می‌تواند افزایش هزینه‌ها و ریسک‌های مالی، کاهش اعتماد عمومی به نظام بانکی و کاهش تعاملات بین‌المللی یا بانک‌های خارجی را به همراه داشته باشد و توازن اقتصادی را برهم بزند (Jungo et al, 2024). این شرایط در ایران به دلیل سیاست‌های کلان حاکمیتی، از تشدید بیشتری نسبت به سایر کشورهای مشابه برخوردار است. در واقع از آنجاییکه در نظام اقتصاد ایران، بانک‌ها سهمی ۸۰ درصدی از تأمین منابع مالی صنایع و امور جاری را برعهده دارند، ارزیابی کارکردهای بانکی از نظر ثبات مالی، می‌تواند با کنترل فراگیرتر هزینه‌ها در سیستم بانکی سطحی از انضباط مالی را در تخصیص بهینه منابع ایجاد نمایند تا از این طریق در شرایط تحریمی نیز بانک‌ها، گردش نقدینگی در نظام اقتصادی را در حد متوازی حفظ کنند (اسدی و یآوری، ۱۴۰۰).

لذا حائز اهمیت است که دستیابی به ثبات مالی در سیستم‌های بانکی کشور، به عنوان یکی از مهمترین پیش‌نیازهای رشد اقتصادی پایدار مورد توجه قرار گیرد تا از این طریق احتمال ورشکستگی بنگاه‌های تجاری و حتی بانک‌ها کاهش یابد. در یک دهه‌ی اخیر، ثبات مالی به عنوان یک مکانیزم هدف در سیستم اقتصادی کشور، بیش از پیش در سیاستگذاری‌ها مورد توجه قرار گرفته است، به طوریکه دولت‌ها برای تأمین کسری بودجه و کاهش هزینه‌های خود، تلاش نمودند تا مصوبه‌های بانک مرکزی را به گونه‌ای تدوین نمایند تا در بودجه سالیانه، بنگاه‌ها و شرکت‌های فعال در صنایع با مشکلات نقدینگی کمتری در تولید مواجه باشند (غفوری و همکاران، ۱۴۰۱). به همین دلیل، راهبردهای ثبات مالی در نظام اقتصادی، نهاد ناظر بازار پول و تصمیم‌های سیاستگذاران یک مکانیزم مهم در کارکردهای سیستم بانکی کشور تلقی می‌شود که توجه و تمرکز به آن، شرط لازم برای ارزیابی؛ شناسایی و مدیریت ریسک‌های مالی به منظور حداکثر کردن کارایی اقتصادی تلقی می‌گردد (Le and Nguyen, 2022). به عبارت دیگر ثبات در یک سیستم مالی زمانی برقرار خواهد بود که تخصیص منابع اقتصادی به صورت کارا و به سهولت انجام گیرد. اما در شرایطی که وجود مشکلات عدیده‌ی اقتصادی لطمات فراوانی به نظام بانکی کشور زده است، دستیابی به یک سیستم مالی دارای ثبات، نیازمند ارزیابی ریسک‌های مالی است که باعث شده تا سیستم بانکی کشور با کاهش نقدینگی و عدم ایفای تعهدات به موقع تسهیلات گیرندگان به بانک‌ها مواجه باشد (میرباقری‌هیر و همکاران،

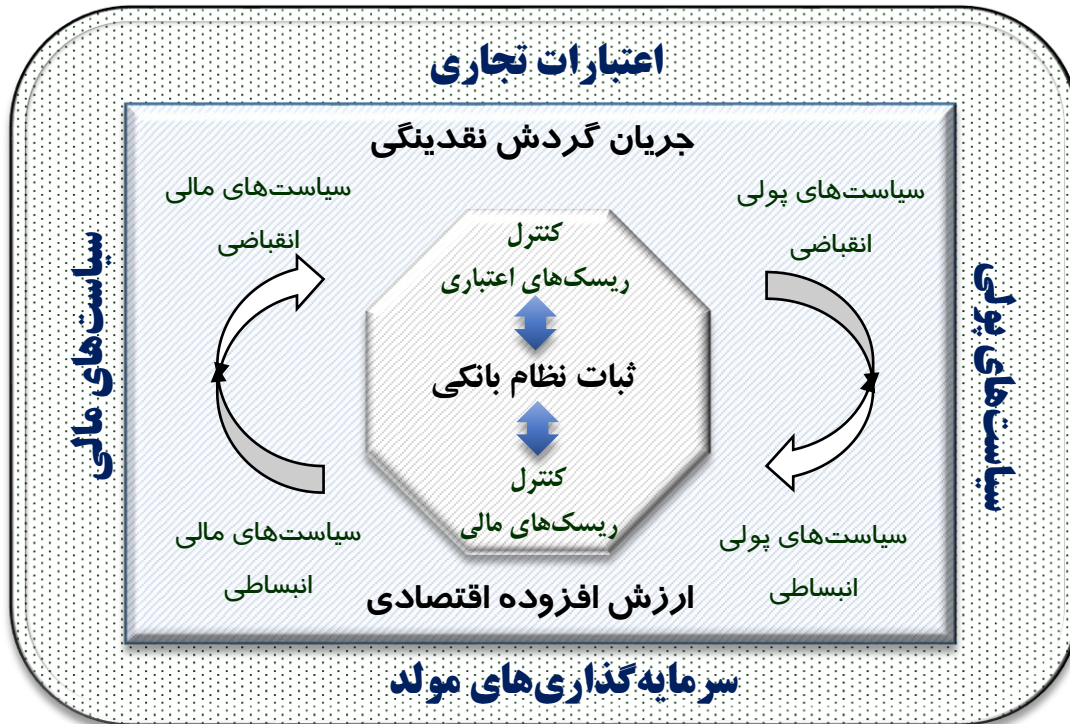
۱۳۹۵). پیامد چنین بی‌توجهی در دستیابی به ثبات مالی در نظام بانکی کشور، سلب اعتماد عمومی و هجوم سپرده‌گذاران به بانک‌ها جهت بازپس‌گیری سپرده‌های خود را به همراه خواهد داشت (روغنی و صادقی، ۱۴۰۱).

براین اساس این مطالعه، به دنبال واکاوی عمیق‌تری از معیارهای مؤثر ثبات مالی براساس دقت مقایسه‌ی الگوریتم‌های فرا ابتکاری می‌باشد تا از این طریق بتواند پیش‌بینی‌های منسجم‌تری را در خصوص آینده‌ی نظام بانکی کشور ایجاد نماید. اگرچه مطالعه‌های گذشته همچون طاهری (۱۳۹۹)؛ رادفر و همکاران (۱۳۹۸) و رستم‌زاده و همکاران (۱۳۹۷) تلاش نمودند تا ریسک‌های مالی و ثبات بانک‌ها را از طریق فرآیندهای تحلیلی متعدد مورد بررسی قرار دهند، اما این مطالعه در تفاوت با پژوهش‌های گذشته، ضمن شناسایی معیارهای مؤثر در توسعه‌ی ثبات مالی نظام بانکی کشور، ارزیابی‌های مقایسه‌ای مرتبط با دقت الگوریتم‌های فرا ابتکاری را باهدف ایجاد سطح شناخت منسجم‌تری از اثرگذاری‌های آن بر سیستم بانکی بکار می‌گیرد تا بتواند مطلوب‌ترین مکانیزم تحلیلی و ارزیابی را در این حوزه برگزیند. از طرف دیگر، این مطالعه از منظر کاربردی به عنوان یک مبنای استراتژیک براساس بیانیه‌ی کمیته بازل (Basel Committee)، حائز اهمیت و توجه است. کمیته‌ی بازل اولین بار در جولای ۱۹۸۸ با محوریت بحث کفایت سرمایه و مدیریت ریسک‌های مالی نظام بانکی به بانک جهانی ارجاع شد و تا به امروز سه سند در این رابطه به تصویب نهادهای بین‌المللی رسیده است (Thomas et al, 2023). لذا بانک مرکزی ایران در سال ۱۳۹۶ شرط ورود بانک‌ها به بازار سرمایه را پایبندی به سند بازل «۳» عنوان نمود که در آن بر تقویت قواعد مربوط به سرمایه و نقدینگی جهت استحکام‌سازی نظام بانکی کشور تأکید شده است. لذا توجه به این دست از مطالعه‌ها می‌تواند با بکارگیری مطلوب‌ترین الگوریتم‌های تحلیلی جهت شناسایی شوک‌های غیرمنتظره و کاهش سرایت ریسک‌های بخش مالی به بخش واقعی اقتصاد، به بهبود ثبات مالی سیستم‌های بانکی کشور کمک نماید. لذا این مطالعه به دنبال ارزیابی معیارهای مؤثر بر مطلوبیت ثبات مالی براساس مقایسه‌ی الگوریتم فرا ابتکاری در سطح بانک‌های پذیرفته شده در بازار سرمایه می‌باشد.

مبنای نظری

ثبات مالی در نظام بانکی به معنای سطح پایین درجه آسیب‌پذیری در برابر ریسک‌های احتمالی تعریف می‌شود که از طریق توانایی مقاومت در برابر چالش‌های اقتصادی، سطحی از توازن و پایداری را در سیستم‌های بانکی ایجاد می‌کند. (Elsa et al (2018) نیز در یک تعریف ثبات مالی بانک‌ها را مبنایی از کارکردهای رشد اقتصادی بر می‌شمارند و بیان می‌کنند نظام بانکی پویا برای رسیدن به ثبات مالی پایدار، نیازمند کنترل ریسک‌ها و هزینه‌های تبادلات تجاری در یک اقتصاد متوازن می‌باشند. از طرف دیگر (Verma and Chakarwarty (2023 مطرح می‌نمایند اگر ثبات مالی بر سیستم‌های بانکی کشورها حاکم نباشد و از کارایی لازم برخوردار نباشند، عملاً هدایت بهینه‌ی منابع به صنایع با چالش جدی مواجه است و این مسئله می‌تواند در بازه زمانی کوتاهی رشد اقتصادی کشور را با تأخیر مواجه نماید. (Boachie et al (2023 براساس یک چرخه‌ی سیستماتیک، فرآیندهای دستیابی به ثبات نظام بانکی را در قالب چارچوب شکل (۱) ارائه نمودند.

شکل (۱) چرخه سیستماتیک ثبات نظام بانکی



در این چارچوب سیستمی، فاکتورهای بیرونی همچون سیاست‌های پولی/مالی به عنوان زمینه‌های جریان نقدینگی و اعتبارات تجاری به همراه سرمایه‌گذاری‌های مولد به عنوان مبنای ارزش افزوده اقتصادی در یک نظام بانکی دارای ثبات شناخته می‌شوند که می‌تواند بسته به شرایط اقتصادی و با اتخاذ سیاست‌های مالی/پولی به صورت انقباضی و انبساطی، سیستم بانکی را از طریق کنترل ریسک‌های مالی و اعتباری به سمت ثبات هدایت نمایند. در واقع این چارچوب نشان می‌دهد، سیاست‌های مالی در کنار راهبردهای سیاسی و اقتصادی تصمیم‌گیرندگان در یک اقتصاد است که به سیستم‌های بانکی کشور این امکان را می‌دهد تا از طریق کنترل ریسک‌های احتمالی، کارکردهای اثربخش‌تری را به وجود بیاورند و به ایجاد ثبات پایدار نظام بانکی کمک کند. (Pinto et al (2024) در این رابطه اذعان نمودند که تقویت نظام مالی مانع از بروز بحران‌های بیرونی می‌شود که معمولاً در نبود آن با بازدارندگی تخصیص بهینه منابع، کارایی نظام بانکی را تحت تأثیر قرار می‌دهد و احتمالاً با کاهش سرمایه‌گذاری‌های مولد، زمینه برای افت شدید فعالیت‌های اقتصادی را به وجود می‌آورد. لذا بکارگیری سیاست‌ها و راهبردهای تقویت ثبات مالی در نظام بانکداری کشور، می‌تواند پیش‌نیاز عمده و عامل اصلی رشد پایدار نظام اقتصادی تلقی گردد. چراکه در چنین شرایطی پیامدهای ایجاد ارزش افزوده در بخش‌های مختلف اقتصادی، تسهیل مراودات بین‌المللی و جذب سرمایه‌گذاری‌های خارجی را می‌توان متصور بود.

Anagnostis & Alexios (2014) در همین راستا و با هدف ارزیابی بیشتر دلایل بی‌ثباتی بانک‌ها، سه فرضیه که با الهام از بی‌ثباتی مالی واکاوی شده است را در قالب شکل (۲) ارائه نمود. در واقع این فرضیه‌ها سطحی از ناکارآمدی‌های مرتبط به ساختارهای نظارتی تا سطح آسیب‌پذیری‌های مالی بانک‌ها به دلیل ریسک فاکتورهای بیرونی و جریان گردش نقدینگی را در بر می‌گیرد و نشان می‌دهد بانک‌ها در چنین شرایطی چطور به سمت بی‌ثباتی حرکت می‌کنند.

شکل (۲) فرضیه‌های بی‌ثباتی بانک‌ها از نظر پایداری



طبق این چارچوب، فرضیه ناکارآمدی مالی (Financial Inefficiency Hypothesis) به عنوان عامل بی‌ثباتی نظام بانکی، الزاماً کارکردهای نهادی نیست، بلکه شرایط حاکم بر بازار است که تعیین‌کننده تغییرات مرتبط با ریسک‌ها و بازدهی‌های مالی تلقی می‌شود. لذا در شرایط کارآمدی بازار، عملاً توازن ریسک و بازده می‌تواند به ثبات پایدارتر نظام مالی بانک‌ها کمک نماید. در فرضیه آسیب‌پذیری مالی (Financial Vulnerability Hypothesis) وجود حجم تعاملات بالا در نظام بانکی، سیاست‌های مالی به سمت انبساط اعتباردهی و تورم دارایی‌ها و سپس انقباض اعتباری و کاهش شدید قیمت‌ها سوق می‌یابد. در واقع، فرضیه مذکور به تأیید وجود بی‌ثباتی ذاتی در جریان‌های مالی نظام بانکی اشاره دارد، که طی آن سیستم‌های بانکی میان بی‌ثباتی و آسیب‌پذیری در نوسان قرار می‌گیرند (Hamdaoui & Maktouf, 2020). در نهایت فرضیه رجحان نقدینگی (Liquidity Preference Hypothesis) مطرح می‌دارد که نظام بانکی تحت هر شرایطی نیازمند نظارت‌های نهادی است تا مانع از عدم توزیع نابرابر منابع مالی در جامعه گردد (Mohammad et al, 2020). به عبارت دیگر الزاماً پذیرش رویکردهای اقتصادی نئوکلاسیک‌ها نمی‌تواند به توازن و برابری مالی در نظام اقتصادی و بانکی منتج گردد و طبق رویکرد کینزی، گردش

منابع مالی برای توازن، نیاز به حمایت‌های ساختاری و نظارتی پویا دارد. لذا باتوجه به مبانی نظری مطرح شده و براساس ماهیت پژوهش، سوال‌های مطالعه را می‌توان به ترتیب زیر ارائه نمود:

- ❖ سوال اول پژوهش) معیارهای مؤثر بر مطلوبیت یکپارچگی ثبات مالی بانک‌ها کدامند؟
- ❖ سوال دوم پژوهش) الگوریتم بهینه‌سازی ازدحام ذرات (Particle Swarm Optimization) نسبت به الگوریتم گرگ خاکستری (Grey Wolf Optimizer) از مطلوبیت بالاتری برای ارزیابی یکپارچگی ثبات مالی بانک‌ها برخوردار می‌باشد.

همانطور که مشاهده می‌شود، طی سوال اول پژوهش تلاش می‌شود تا از طریق غربالگری محتوایی سیستماتیک ابتدا معیارهای مؤثر بر مطلوبیت یکپارچگی ثبات مالی بانک‌ها تعیین شوند و سپس از طریق دو مبانی الگوریتم فراابتکاری یعنی بهینه‌سازی ازدحام ذرات و گرگ خاکستری، مشخص شود، با کدام یک از الگوریتم‌های مورد تحلیل می‌توان سطح یکپارچه‌تری از ارزیابی ثبات مالی بانک را پیش‌بینی نمود.

پیشینه پژوهش

Badwan et al (2024) مطالعه‌ای با عنوان «ارزیابی عوامل مؤثر بر ثبات بخش بانکی: شواهد تجربی از بانک‌های متعارف و اسلامی فهرست شده در بورس اوراق بهادار فلسطین» انجام دادند. در این مطالعه در بازه زمانی ۲۰۱۲ تا ۲۰۲۲ داده‌های بانک‌های پذیرفته شده در بورس کشور فلسطین از طریق رگرسیون حداقل مربعات معمولی (OLS) و حداقل مربعات دو مرحله‌ای (2SLS) عوامل مؤثر شناسایی شده بر ثبات بخش بانکی مورد بررسی قرار گرفتند. نتایج مطالعه نشان داد، وام‌های شرکت‌های کوچک و متوسط (SME) و کفایت سرمایه بر ثبات بانک‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار کشور فلسطین تأثیر مثبت و معناداری دارد. Syed (2024) پژوهشی تحت عنوان «عدم قطعیت سیاست اقتصادی و ثبات بانکداری هند: نقش میانجی تنظیم و نظارت» انجام دادند. در این مطالعه از روش تحلیل رگرسیون تعمیم یافته و ابزارهای اقتصادسنجی، داده‌های بانک‌های پذیرفته شده در بازار سرمایه هند در بازه زمانی ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۲ مورد بررسی قرار گرفتند. نتایج مطالعه نشان داد، عدم قطعیت سیاست اقتصادی بر ثبات بانکی تأثیر منفی می‌گذارد. با این حال، زمانی که عدم قطعیت سیاست اقتصادی با مقررات سختگیرانه بانکی و نظارت نهادی اگر همراه باشد، شدت تأثیر منفی عدم اطمینان سیاست اقتصادی بر ثبات بخش بانکداری هند کاهش می‌یابد و براساس رگرسیون تعمیم یافته به تدریج به سمت کیفیت محیط اطلاعاتی و اطمینان اقتصادی حرکت می‌کند و این مسئله می‌تواند ثبات بانکی را افزایش دهد. Asif and Nasir (2023) مطالعه‌ای با عنوان «پیوند ثبات مالی بانک‌های اسلامی: ارائه الگوی نقشه راه از طریق شناسایی معیارهای مؤثر» انجام دادند. در این مطالعه از طریق بانک‌های اطلاعاتی سامانه اسکوپوس (Scopus) تلاش شد تا با استناد به پژوهش‌های انجام شده، مروری بر روی ادبیات و پژوهش‌های مشابه صورت گرفته، از طریق فرآیند کتاب‌سنجی با استفاده از نرم‌افزار «bibliometrix 3.0» صورت گیرد تا معیارهای مؤثر ارائه‌ی نقشه راه استراتژیک جهت تدوین اهداف ثبات مالی بانک‌های اسلامی در کشور مالزی، شناسایی و مورد ارزیابی قرار گیرند. یافته‌های اصلی این مطالعه از میان ارزیابی ۱۹۱۰ پژوهش مشابه

انجام شده بین سال‌های ۱۹۸۷ تا ۲۰۲۲، نشان داد که پر تکرارترین کارکردهای ثبات مالی بانک‌های اسلامی در پژوهش‌های مشابه تمرکز بر نسبت‌های مالی به ویژه نسبت کفایت سرمایه می‌باشد. لذا این مطالعه با تمرکز بر رتبه‌بندی معیارها، نقشه‌ی راهی مبتنی بر ۱۰ معیار مهم در رابطه با بررسی این پدیده در بستر بانک‌های اسلامی کشور مالزی ارائه نمود. (Boachie et al (2023) مطالعه‌ای با عنوان «بررسی رابطه بین شمول مالی، ثبات بانکی و رشد اقتصادی: یک رویکرد پانل پویا» انجام دادند. این مطالعه که بر روی ۱۸ کشور در جنوب صحرای آفریقا متمرکز شده است، در یک بازه زمانی ۱۱ ساله بین سال‌های ۲۰۰۸ تا ۲۰۱۸، داده‌های مربوط به گنجاندن مالی و اقتصاد از بانک جهانی و داده‌های شاخص‌های سلامت بانک نیز از صندوق بین‌المللی پول را مورد بررسی قرار داد. نتایج نشان می‌دهد که رشد اقتصادی موجب ثبات بانکی می‌شود، اما الزاماً ثبات بانکی نمی‌تواند رشد اقتصادی را به همراه داشته باشد. در واقع این نتیجه حکایت از تأیید علیت یک طرفه‌ی تولید ناخالص داخلی به ثبات بانکی دارد. این مطالعه همچنین نشان می‌دهد، که شمول مالی به طور مثبت و قابل توجهی بر ثبات بانک‌ها و رشد اقتصادی اثرگذار می‌باشد. در نهایت نیز مشخص شد، مقررات سرمایه بانکی بر ثبات بانکی در کشورهای جنوب صحرای آفریقا تأثیر منفی می‌گذارد. کوهی لیلان و همکاران (۱۴۰۰) مطالعه‌ای با عنوان «بررسی عوامل مؤثر بر ثبات نظام بانکی در کشورهای منتخب منطقه منا» انجام دادند. و ش پژوهش حاضر توصیفی و کاربردی است و با استفاده از روش‌های توصیفی و استنباطی داده‌ها را آنالیز کرده و سپس نتایج به دست آمده مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته است. برای شناسایی تأثیر ریسک‌های اعتباری و نقدینگی بر ثبات بانکی بر اساس داده‌های مربوط به ۱۵ کشور منتخب عضو منطقه منا در دوره ۱۳ ساله طی سال ۲۰۱۸-۲۰۰۶ با استفاده از مدل رگرسیون انتقال ملایم تابلویی (PSTR) که یکی از مدل‌های تغییر رژیمی برجسته است، استفاده شده است. توجه به نتایج این پژوهش (سناریوی اول و دوم) ریسک نقدینگی علاوه بر تأثیر مثبت بر روی ثبات بانکی باعث شدت گرفتن تأثیر مثبت آن بر روی ثبات بانکی کشورها می‌شود. همچنین ریسک اعتباری روی ثبات بانکی در حالت غیر خطی که مورد تأیید قرار گرفت بسیار تأثیرگذار است. به عبارتی مطابق نتایج حاصل از مدل برآورد شده متغیرهای ریسک نقدینگی و ریسک اعتباری در هر دو رژیم بیشترین تأثیر را ثبات نظام بانکداری کشورهای عضو منطقه منا دارد به طوری که تأثیر ریسک اعتباری در هر دو رژیم بیشتر از ریسک نقدینگی است. لذا تدوین راهکارهایی برای کاهش بی‌ثباتی در نظام بانکی کشور، مدیریت ریسک اعتباری می‌تواند عامل مهمی برای افزایش ثبات بانکی باشد که خود تقویت نظام پولی را در پی خواهد داشت. طاهری و همکاران (۱۴۰۰) مطالعه‌ای با عنوان «بررسی تأثیر ثبات در صنعت بانکداری بر میزان کارایی سیستم بانکی اقتصاد ایران» انجام دادند. در این مطالعه از الگوی اقتصادسنجی تغییر رژیم مارکوف سوئیچینگ، طی سال‌های ۱۳۶۳ تا ۱۳۹۷ بهره برده شد و نتایج نشان داد، که با وقوع شوک‌های منفی نفتی، درآمدهای ارزی اقتصاد ایران کاهش یافته و با وجود نوسانات نرخ ارز و افزایش ریسک اعتباری و نرخ تورم، کارایی سیستم بانکی اقتصاد ایران کاهش یافته است که در نهایت به خاطر بالا بودن ریسک فعالیت بانکداری (ریسک اعتباری) و انتقال این ریسک به سایر بخش‌های پولی و مالی، افزایش هزینه و پیچیده شدن فرآیند دریافت تسهیلات، تحمیل این هزینه به سایر

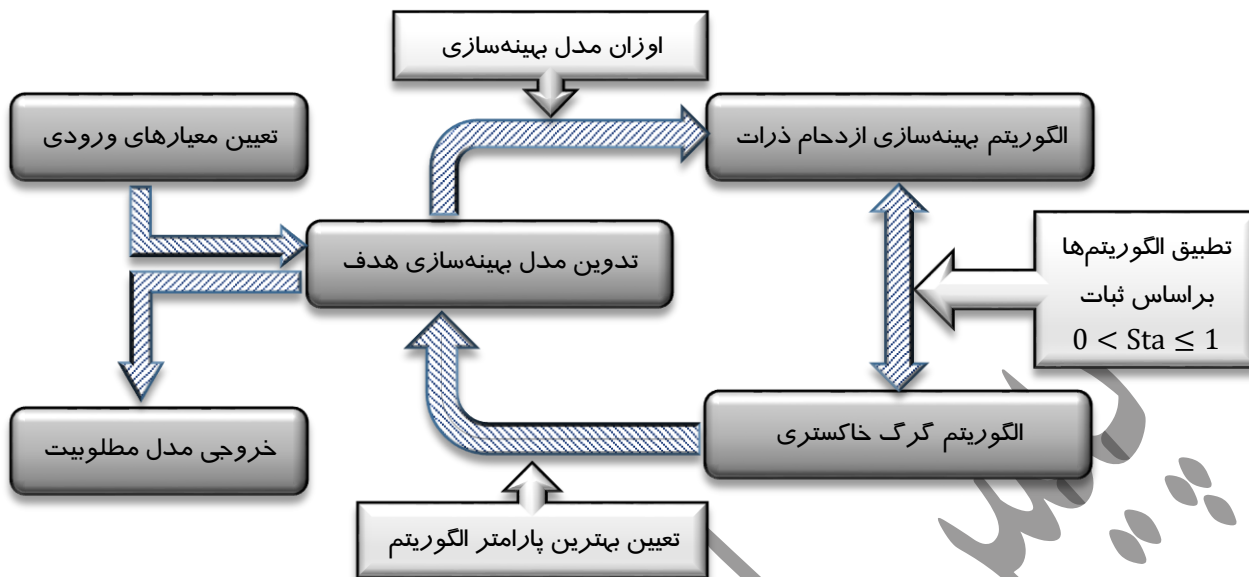
تسهیلات و کاهش توان تأمین اعتبار، انحراف و عدم تحقق اهداف تسهیلات، اختلال در سیستم پولی و بانکی کشور، کاهش کارایی سیستم بانکی و عدم تخصیص بهینه منابع مالی به بخش‌های مورد نیاز، نقض حقوق سپرده‌گذاران، بدبینی کارگزاران اقتصادی به سیستم پولی و بانکی و افزایش ناامیدی نسبت به آینده، تضییع حقوق بانک‌ها توسط اشخاص ذی‌نفوذ و ممانعت از ورود این منابع به عرصه‌های تولیدی اقتصاد منجر به بی‌ثباتی در آمد بانک‌ها و در نهایت کاهش کارایی سیستم بانکی شده است که اگر این مشکلات برطرف شود دیگر دلیلی برای بی‌ثباتی بانک‌ها وجود ندارد.

مرور پیشینه‌های پژوهش نشان می‌دهد، غالب پژوهش‌های گذشته براساس داده‌های سری زمانی و با اتکاء به فرآیندهای تحلیلی رگرسیونی و اقتصادسنجی انجام گرفته است. اما این مطالعه تلاش دارد تا ضمن شناسایی فاکتورهای مؤثر در مطلوبیت یکپارچگی ثبات مالی نظام بانکی، با استفاده از مکانیزم‌های الگوریتم‌های فراابتکاری به دنبال ارزیابی معیارهای شناسایی شده جهت تعیین دقت پیش‌بینی بالاتر در سطح بانک‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران می‌باشد. حوزه‌ای که به دلیل عدم توجه پژوهش‌های پیشین می‌تواند در عین اینکه به دانش‌افزایی مطالعه کمک می‌کند، می‌تواند ظرفیت‌های پشتوانه‌ی تجربی مطالعه‌های آینده را توسعه بخشد.

روش شناسی پژوهش

ماهیت این مطالعه به لحاظ جمع‌آوری داده‌ها، ترکیبی است، به طوری‌که در بخش کیفی و با اتکاء به فرآیند غربالگری محتوایی سیستماتیک (Systematic Content Screening) معیارهای مؤثر بر مطلوبیت یکپارچگی ثبات مالی مورد شناسایی قرار می‌گیرند. در این فرآیند در بازه زمانی ۲۰۱۹ تا ۲۰۲۴ و ۱۳۹۷ تا ۱۴۰۲ تلاش می‌شود تا طی چند مرحله ارزیابی انتقادی و بالاترین توزیع فراوانی، معیارهای مؤثر غربال شوند تا امکان بسط آن به فرآیندهای الگوریتمیک فرا ابتکاری ممکن باشد. لذا به لحاظ هدف این مطالعه را کاربردی و به لحاظ ماهیت می‌بایست این هدف را از نوع همبستگی تلقی کرد. در این فرآیند معیارهای کمی شناسایی شده برای ارزیابی مطلوبیت یکپارچگی ثبات مالی بانک‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران، براساس دو الگوریتم بهینه‌سازی ازدحام ذرات و گرگ خاکستری در حد فاصل سال‌های ۱۳۹۷ تا ۱۴۰۱ مورد بررسی قرار می‌گیرد. همچنین باید بیان نمود، فرآیند آزمون مدل پژوهش شامل سه مرحله که به ترتیب عبارتند از اطلاعات اولیه و ورودی مدل جهت ارزیابی مطلوبیت یکپارچگی ثبات مالی نظام بانکی (مرحله اول)؛ پردازش اطلاعات ورودی براساس الگوریتم‌های یاد شده‌ی فرا ابتکاری (مرحله دوم) و تجزیه و تحلیل و دستیابی به خروجی‌های مدل ارائه شده براساس سوال دوم پژوهش (مرحله سوم). شایان ذکر است که تجزیه و تحلیل داده‌ها براساس الگوریتم فرا ابتکاری و دستورهای اثباتی در نرم‌افزار متلب به اجرا می‌آید تا بتوان براساس آن خروجی‌های مدل را تفسیر نمود. لذا طبق شکل (۳) می‌توان فرآیند پیاده‌سازی تحلیل را براساس سوال‌های پژوهش ارائه نمود.

شکل (۳) فرآیند پیاده‌سازی تحلیل



در واقع این چارچوب فرآیند شناسایی، ارزیابی و خروجی یک مدل برنامه‌ریزی ثبات مالی در شرایط عدم قطعیت را در بستر مطالعه تعمیم می‌دهد. به این علت که بانک‌ها برای برنامه‌ریزی فعالیت‌های آتی خود نیازمند پیش‌بینی و ارزیابی فاکتورهای مؤثری هستند، که الزاماً دیدگاه دقیقی در مورد کارکرد آن‌ها در زمینه‌ی ریسک و ثبات مالی وجود ندارد. این شرایط بالقوه، تحقق برنامه‌ها و اهداف نظام بانکی را تحت تأثیر قرار می‌دهد و امروزه چالش تصمیم‌گیرندگان تعیین میزان عدم قطعیت قابل‌پذیرشی است که بتوان بر مبنای آن ارزش‌بنگاه را برای ذینفعان حفظ و سعی در افزایش آن نمود. برای مواجه مناسب؛ قاعده و روشمند با این چالش، اجرای چنین فرآیندی مبتنی بر یکپارچگی ثبات مالی در نظام بانکی از اهمیت فراوانی برخوردار می‌باشد.

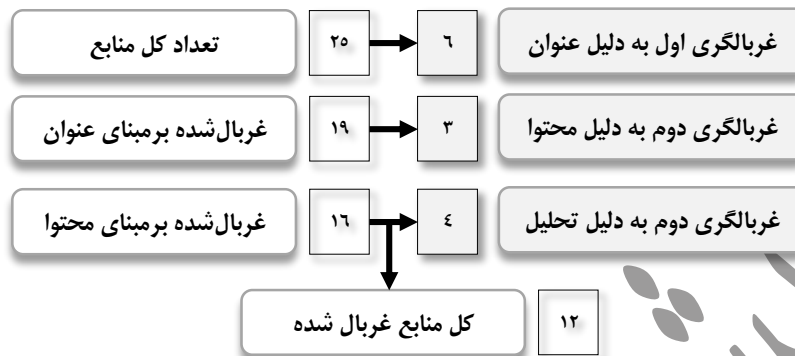
در این مطالعه پس از شناسایی فاکتورهای مؤثر هر یک از معیارهای مؤثر بر ثبات مالی کلیه بانک‌های دولتی، نیمه دولتی و خصوصی در بازه زمانی ۱۳۹۷ تا ۱۴۰۱ که داده‌های آن‌ها از سایت کودال قابل استخراج بود، مورد بررسی قرار می‌گیرند. همچنین باید بیان نمود، جهت پیاده‌سازی تحلیلی مرتبط با ارزیابی الگوریتم‌های فرا ابتکاری که به بررسی تعیین مطلوبیت ثبات مالی بانک‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار می‌پردازند، از آزمون آماری/رتبه‌بندی ویلکاکسون^۱ استفاده می‌گردد. لازم به توضیح است، در مطالعه‌هایی که هدف تک مبنای است اما تفاوت بین دو فاکتور به عنوان زمینه مدنظر می‌باشد، در صورت عدم برقراری فرض نرمال بودن نمونه، می‌توان از آزمون‌های ناپارامتریک اشاره شده برای مقایسه دو گروه استفاده نمود.

یافته‌های پژوهش

با ارجاع به توضیح‌های ارائه شده در بخش قبلی، ابتدا می‌بایست معیارهای مؤثر بر یکپارچگی ثبات مالی نظام بانکی از طریق فرآیند غربالگری محتوایی سیستماتیک تعیین شود. در این فرآیند با انتخاب پژوهش‌های مشابه با

¹ Wilcoxon Signed-Rank Test

لذا با عنایت به تعیین کلید واژگان مرتبط با پدیده مورد بررسی، ۲۵ پژوهش که تاحدی مرتبط با موضوع مورد مطالعه بودند، شناسایی شدند که لازم است به منظور تناسب سازی اولیه، غربالگری براساس عنوان؛ محتوا و تحلیل صورت گیرد تا مشابه ترین پژوهش ها وارد فرآیند ارزیابی انتقادی شوند.



شکل (۴) غربالگری پژوهش های اولیه

براساس ارزیابی اولیه طبق شکل (۴)، از مجموع ۲۵ پژوهش اولیه، ۱۲ پژوهش وارد فرآیند غربالگری محتوایی می شوند که در ادامه براساس ۱۰ معیار این ارزیابی، مورد بررسی قرار می گیرند.

جدول (۳) تحلیل ارزیابی انتقادی

معیارهای ارزیابی انتقادی	پژوهش های تایید شده											
	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲
هدف	۵	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۲	۳
روش	۴	۳	۴	۴	۴	۴	۴	۳	۴	۴	۳	۴
طرح	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۴	۴	۱	۳	۳	۳
نمونه گیری	۴	۲	۳	۴	۴	۵	۳	۳	۳	۳	۲	۳
جمع آوری	۴	۳	۵	۴	۳	۵	۴	۳	۲	۳	۱	۴
تعمیم	۵	۳	۵	۴	۳	۵	۳	۲	۲	۳	۲	۴
اخلاقی	۵	۲	۴	۴	۵	۴	۳	۳	۲	۴	۳	۳
تحلیل	۴	۲	۳	۴	۵	۳	۴	۴	۱	۳	۳	۲
تئوریک	۳	۲	۳	۴	۳	۴	۴	۳	۲	۵	۳	۳
ارزش	۴	۲	۴	۴	۴	۳	۵	۳	۲	۳	۲	۳
جمع	۴۱	۲۶	۳۷	۳۸	۳۶	۳۷	۳۹	۳۲	۲۰	۳۴	۲۴	۳۲

براساس امتیازهای اختصاص داده شده به ۱۲ پژوهش، طبق دستورالعمل فرآیند تحلیل غربالگری محتوایی سیستماتیک، پژوهش هایی که امتیاز زیر ۳۰ را کسب نموده باشند، حذف می شوند و مابقی پژوهش وارد فرآیند

ارزیابی توزیع فراوانی انتخاب ابعاد پدیده‌ی مورد بررسی می‌شوند. برای انجام این فرآیند با واکاوی متن ۹ پژوهش تأیید شده، معیارهایی که مرتبط با پدیده مورد بررسی هستند، در ستون جدول (۴) قرار می‌گیرند و براساس بالاترین توزیع فراوانی هر بعد، به عنوان معیار مورد نظر در این مطالعه انتخاب می‌شوند.

جدول (۴) فرآیند تعیین معیارهای مؤثر مطلوبیت یکپارچگی ثبات مالی بانکها

شماره	معیارهای مؤثر	محققان								
		۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹
		Badwan et al (2024)	Asif and Nasir (2023)	Boachie et al (2023)	Verma and Chakarwarty (2023)	Le and Nguyen (2022)	Chand et al (2021)	Aetlu et al (2021)	Louhichi et al (2019)	طاهری و همکاران (۱۴۰۰)
۱	حقوق صاحبان سهام	✓	✓	✓	-	-	-	✓	✓	✓
۲	نسبت کفایت سرمایه	✓	-	-	-	✓	-	-	-	-
۳	گردش نقدینگی	-	-	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
۴	حساب‌های دریافتی	✓	✓	-	-	-	✓	-	-	-
۵	مطالبات از شرکت‌های فرعی	-	-	✓	✓	-	✓	-	✓	✓
۶	تسهیلات اعطایی به بانک‌های دیگر	-	✓	-	✓	-	✓	✓	✓	✓
۷	دارایی‌های ثابت مشهود و نامشهود	-	-	-	✓	✓	-	✓	-	-
۸	بدهی به سایر بانک‌ها و مؤسسات اعتباری	-	✓	-	✓	-	-	✓	-	✓
۹	تسهیلات رهنی	✓	✓	✓	-	✓	-	-	✓	-
۱۰	تسهیلات جماله	✓	-	-	-	-	✓	✓	✓	✓
۱۱	سپرده‌های جاری	✓	✓	✓	-	✓	-	✓	-	-
۱۲	رشد تسهیلات	-	-	-	✓	-	✓	-	✓	-
۱۳	سپرده‌های بلندمدت	✓	✓	✓	✓	-	✓	-	✓	✓
۱۴	سپرده قانونی	✓	-	-	✓	✓	-	✓	-	-
۱۵	اوراق بهادار دولتی	-	✓	-	-	-	-	-	✓	-
۱۶	رشد تسهیلات بانکی	-	✓	-	✓	✓	-	✓	✓	✓

با انتخاب ۹ پژوهش پس از فرآیند ارزیابی انتقادی، ۸ معیار مؤثر مطلوبیت یکپارچگی ثبات مالی که در بیش از نیمی از پژوهش‌های مشابه تکرار شده بود، به عنوان بالاترین توزیع فراوانی انتخاب شدند که مبنای ارزیابی در بخش کمی مطالعه می‌بایست مدنظر قرار گیرد. اما ابتدا می‌بایست هریک از معیارهای مؤثر را به صورت عملیاتی تعریف نمود تا بتوان نسبت به ارائه‌ی مدل پژوهش و استخراج داده‌های صورت‌های مالی اقدام نمود.

جدول (۵) تعریف عملیاتی معیارهای سنجش مطلوبیت یکپارچگی ثبات مالی بانکها

ردیف	معیارهای شناسایی شده	اختصار	تعریف عملیاتی
۱	حقوق صاحبان سهام	Equity	ارزش دفتری جمع حقوق صاحبان سهام
۲	گردش نقدینگی	Turnover Ratio	جمع ارزش معاملات بانک‌ها بر متوسط شاخص کل بازار
۳	تسهیلات اعطایی به بانک‌های دیگر	Loans and Advances to banks	مانده وام و پیش‌پرداخت به سایر بانک‌ها در پایان دوره
۴	تسهیلات رهنی	Mortgage Loans	مانده تسهیلات رهنی در پایان دوره

۵	سپرده‌های جاری	Customer Deposit Current	جمع مانده حساب‌های سپرده جاری مشتریان در پایان دوره
۶	سپرده‌های بلندمدت	Customer Deposit Saving Term	جمع سپرده‌های کوتاه و بلندمدت مشتریان در پایان دوره
۷	سپرده قانونی	Bank reserves	جمع سپرده‌های بانکی نزد بانک مرکزی در پایان دوره
۸	رشد تسهیلات بانکی	Bank LOAN Grow	افزایش در تسهیلات تقسیم بر مانده ابتدای دوره تسهیلات

در ادامه می‌بایست براساس تعاریف عملیاتی هریک از معیارهای مؤثر شناسایی شده در سنجش مطلوبیت یکپارچگی ثبات مالی بانک‌ها مدلی به ترتیب زیر با ضرایب الگوریتم فرا ابتکاری که پایایی آن در پژوهش‌های (Badwan et al (2024)؛ Asif and Nasir (2023) و Verma and Chakarwarty (2023) مورد تأیید قرار

گرفته است به ترتیب زیر ارائه نمود:

$$Sta(\theta) = \theta_1 + \theta_2 Equity_{it} + \theta_3 Turnover Ratio_{it} + \theta_4 Loans\ and\ Advances\ to\ banks_{it} + \theta_5 Mortgage\ Loans_{it} + \theta_6 Customer\ Deposit\ Current_{it} + \theta_7 Customer\ Deposit\ Saving\ Term_{it} + \theta_8 Bank\ reserves_{it} + \theta_9 Bank\ LOAN\ Grow_{it} + \epsilon_{it} \quad (1)$$

در ادامه می‌بایست به پیروی از مطالعه (Boachie et al (2023)، منابع تجمعی منابع مالی بانک i در سال t ، با عنوان $Sta_{i,t}$ ، به صورت زیر تعریف شده است:

$$Sta_{i,t} = Ln [\theta_{i,t} + \sum_{\tau=1}^t (1-\gamma)^\tau \theta_{i,t-\tau}] \quad (2)$$

که در آن:

$Sta_{i,t}$ ، ثبات مالی ناشی از تجمیع منابع مالی بانک i در سال t است و γ مجموعه فاکتورهای مؤثر بر مطلوبیت ثبات مالی بانک‌ها است^۱. با تعیین مدل برای ورودی داده‌ها به الگوریتم فرا ابتکاری می‌بایست با تعیین دو بازه ۰ و ۱،

مجموع معیارهای سنجش را بر مبنای ثبات و عدم ثبات مالی بانک‌ها به ترتیب زیر تعریف نمود:

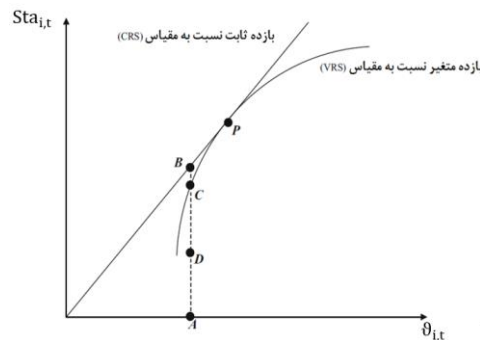
$$s.t. \begin{cases} \theta > 0 | \theta_2 + \theta_3 + \theta_4 + \theta_5 + \theta_6 + \theta_7 + \theta_8 + \theta_9 | (0.0122_{\theta_2} + 0.123_{\theta_3} + 0.125_{\theta_4} + 0.238_{\theta_5} + 0.127_{\theta_6} + 0.217_{\theta_7} + 0.163_{\theta_8} + 0.098_{\theta_9}) \\ \theta \leq 1 | \theta_2 + \theta_3 + \theta_4 + \theta_5 + \theta_6 + \theta_7 + \theta_8 + \theta_9 | (0.0122_{\theta_2} + 0.123_{\theta_3} + 0.125_{\theta_4} + 0.238_{\theta_5} + 0.127_{\theta_6} + 0.217_{\theta_7} + 0.163_{\theta_8} + 0.098_{\theta_9}) \end{cases} \quad (3)$$

این مدل در واقع نشان می‌دهد، اگر مقادیر ثبات مالی بانک‌ها مساوی یا بیش از ۱ ($\theta \leq 1$) باشند، این به معنای آن است که ظرفیت‌های ثبات مالی بانک‌ها بالاتر از حد متوسط بازار سرمایه است و این موضوع نشان‌دهنده‌ی پایین بودن درجه آسیب‌پذیری در برابر ریسک‌های احتمالی بانک‌ها می‌باشد که به آن عدد ۱ تعلق می‌گیرد. اما اگر مقادیر ثبات مالی بانک‌ها کوچکتر از ۰ ($\theta > 0$) باشند، این به معنای آن است که ظرفیت‌های ثبات مالی بانک‌ها پایین‌تر از حد متوسط بازار سرمایه است و این موضوع نشان‌دهنده‌ی بالا بودن درجه آسیب‌پذیری در برابر ریسک‌های احتمالی بانک‌ها می‌باشد که به آن عدد ۰ تعلق می‌گیرد. لذا براساس شکل (۵) براساس دو محور ورودی و خروجی مدل، دو مبنای بازده ثابت نسبت مقیاس (CRS) و بازده متغیر نسبت به مقیاس (VRS) مبنای تفکیک بین بانک‌ها از نظر ثبات مالی تلقی می‌شوند.

شکل (۵) مبنای تفاوت ثبات مالی بانک‌ها

^۱ حرف τ یک کلمه یونانی است که اشاره t سال در بررسی‌های داده‌های شرکت‌ها دارد.

^۲ این مطالعه برای سنجش مقادیر γ و τ از فرض گریشز (۱۹۸۴) مقدار ثابت $\gamma = 0.4$ و دوره زمانی $\tau = 5$ را در رابطه (۱) استفاده نموده است.



در واقع با در نظر گرفتن بانک i که در نقطه D فعالیت می کند، پایین بودن ظرفیت های ثابت مالی بانک ها و تحت بازده ثابت نسبت به مقیاس (CRS) با فاصله بین نقاط B و D (BD) نشان داده می شود. از طرف دیگر، تفاوت بین BD و CD ، یعنی BC ، نشان دهنده ثابت مالی بانک ها در نقطه P است. به عبارت دیگر، هر قدر معیارهای مؤثر بر مطلوبیت ثابت مالی بانک ها در بازده متغیر نسبت به مقیاس (VRS) به نقطه ی بهینه « P » حرکت کنند، این به معنای آن است که سطح مطلوبیت ثابت مالی بالاتر است، در حالیکه، قرار گرفتن بانک ها در حد فاصل نقاط « D » و « C » می تواند به عنوان پایین بودن مطلوبیت ثابت مالی بانک ها تلقی شود. لذا با توجه به تعریف معیارهای انتخابی، در این مطالعه، داده های ۹ بانک شامل اقتصاد نوین؛ پارسیان؛ پاسارگاد؛ تجارت؛ خاورمیانه؛ سینا؛ صادرات؛ کارآفرین و ملت مورد بررسی قرار می گیرد. با توجه به ماهیت داده های مورد محاسبه و تجمع آن از طریق استخراج صورت های مالی بانک ها در سایت کدال، این بانک ها برای بررسی انتخاب شدند. دلایلی از جمله عدم افشاء کامل داده های مورد سنجش و یا الزامی نبودن آن جهت افشاء، باعث شد تا در بازه زمانی مورد بررسی، مطالعه بر روی داده های این بانک ها تمرکز نماید.

برای تعیین دو الگوریتم مطلوب از میان الگوریتم های فرا ابتکاری می بایست براساس توابع برازش مختلف هریک از نزدیک ترین الگوریتم های فرا ابتکاری با مقادیر مطلوب مجموعه ی داده ها، نسبت به انتخاب اقدام نمود. برای این منظور می بایست، ابتدا نسبت به ایجاد تعداد « M » جواب تصادفی و فازی براساس دو معیار ارزش واقعی ایجاد نمود. تا بتوان نسبت به محاسبه تابع هدف و تعیین جواب های بهینه مطلوب و بد (X_{best}^R) اقدام نمود. می بایست نسبت به تقسیم بازه های تعریف شده به صورت مساوی برای تعیین مطلوبترین منطقه انجام تحلیل اقدام نمود. برای این منظور اگر N جمعیت کل باشد، k برابر است با یک چهارم N . لذا X_i^{gp} ، $i = 1, 2, 3, 4, \dots, N$ و $p = 1, 2, \dots, k$ به شرطی این معادله برقرار است که در فضای جواب، بهترین الگوریتم بالاتر از ۱ قرار بگیرد. لذا می بایست جمعیت اولیه (الگوریتم های بهینه سازی فرا ابتکاری) را در تابع تعریف شده قرار داد تا $z = 1, 2, \dots, N$ ؛ X_j^I به طوریکه هریک از الگوریتم های برازش شده براساس مقیاس ها از طریق تابع $X_{best}^R = X_j^I$ مشخص می نمایند، کدام الگوریتم ها امکان دستیابی به مطلوبیت یکپارچه را دارند. نکته ی قابل توجه این است که با توجه به اینکه هدف مطالعه دستیابی به مطلوبیت یکپارچگی بود، لذا پارامترهایی از الگوریتم فرا ابتکاری انتخاب شد که مبنای بهینه سازی داشتند. لذا طبق جدول زیر اقدام به ارزیابی می شود.

جدول (۶) مبانی انتخاب بهترین الگوریتم فرا ابتکاری

انحراف معیار	بدترین جواب	میانگین	بهترین جواب	اختصار	تابع برازش پارامترها
۱/۷۱۶۵۴	۲/۲۷۵۱۱	۰/۰۰۹۲۸	۰/۰۶۸۱۵	ASO	الگوریتم بهینه‌سازی جامعه هرج و مرج
۰/۳۱۱۹۷	۰/۰۲۶۵۸	۰/۰۸۷۶۱	۱/۰۹۲۷۱	PSO	الگوریتم بهینه‌سازی ازدحام ذرات*
۱/۱۲۷۶۵	۳/۰۸۷۱۴	۰/۰۰۸۸۷	۰/۰۵۲۶۶	TLBO	الگوریتم بهینه‌سازی مبتنی بر آموزش-یادگیری
۰/۲۱۶۵۴	۰/۰۰۵۴۸	۰/۱۰۰۷۲	۱/۵۲۰۰۵	GWO	الگوریتم بهینه‌سازی گرگ خاکستری*
۲/۲۱۴۳۰	۴/۸۷۱۹۹	۰/۰۰۷۱۵	۰/۰۳۳۸۲	BSO	الگوریتم بهینه‌سازی طوفان مغزی
۱/۰۵۰۹۱	۳/۳۹۴۱۵	۰/۰۰۸۲۷	۰/۰۴۹۹۳	LOA	الگوریتم بهینه‌سازی شیر
۱/۰۰۷۸۵	۰/۲۲۷۳۱	۰/۰۲۶۶۹	۱/۰۰۲۸۱	WOA	الگوریتم بهینه‌سازی وال

لذا با توجه به برازش ارزش هریک از الگوریتم‌ها براساس معیارهای انتخاب شده، فاصله‌ی بهترین نتیجه الگوریتم‌های بالای ۱/۰۰۰ و بدترین نتیجه زیر ۱/۰۰۰ باشد، مبنای انتخاب قرار می‌گیرد. همانطور که مشاهده می‌شود، انحراف معیار دو الگوریتم انتخاب شده نیز، پایین‌تر از ۱/۰۰۰ می‌باشد. لذا با تعیین معیارها و ماهیت سنجش آن، در ادامه با توجه به انتخاب مطلوبیت دو الگوریتم‌های ازدحام ذرات و گرگ خاکستری، نسبت به انجام فرآیند بهینه‌سازی ثبات مالی بانک‌ها اقدام می‌شود. نکته قابل ذکر این است که الگوریتم بهینه‌سازی وال نیز در بهترین جواب و بدترین جواب مقیاس لازم را برای تعیین داشت، اما با توجه به اینکه انحراف معیار بالاتر از ۱ داشت برای بهینه‌سازی مطلوبیت انتخاب نگردید.

برای این منظور می‌بایست هر الگوریتم براساس الگوی تکرار به اجرا در بیاید تا براساس آن بتوان نسبت به تعیین دقت هریک از آن‌ها اقدام لازم صورت گیرد. لذا به تفکیک هریک از الگوریتم‌ها می‌بایست مورد بررسی قرار گیرد. قبل از ورود به فرآیند سنجش مقایسه الگوریتم‌های تحلیلی، می‌بایست آمار توصیفی هریک از متغیرهای پژوهش را طبق جدول (۷) ارائه نمود.

جدول (۷) آمار توصیفی

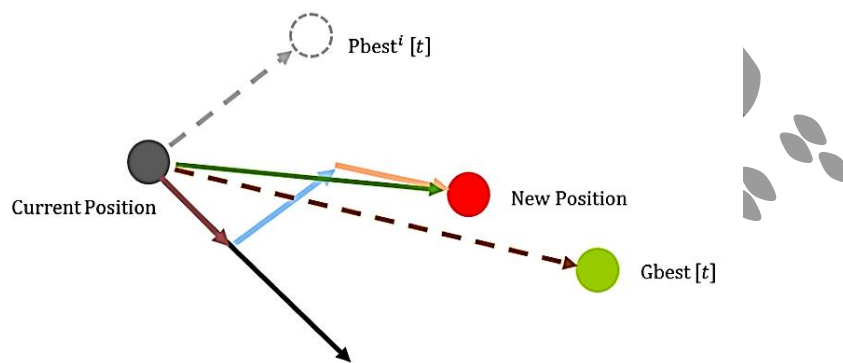
انحراف معیار	حداکثر	حداقل	میانگین	نماد	متغیر
۰/۴۵	۴/۰۹	-۳/۱۷	۰/۱۹۴	Equity	حقوق صاحبان سهام
۰/۶۲۲	۱۰/۱۵	۶/۰۵۷	۸/۰۹۸	Turnover Ratio	گردش نقدینگی
۱/۲۶۷	۶/۵۴۱	۲/۲۷۸	۴/۳۹۱	Loans and Advances to banks	تسهیلات اعطایی به بانک‌های دیگر
۱/۳۲	۱۷/۱۲	۱۰/۱۹	۱۳/۱۷	Mortgage Loans	تسهیلات رهنی
۱/۴۷	۱۳/۵۳	۸/۱۱	۱۰/۸۱	Customer Deposit Current	سپرده‌های جاری
۱/۰۳	۱۱/۳۱	۶/۱۵	۸/۰۷	Customer Deposit Saving Term	سپرده‌های بلندمدت
۰/۱۶۵	۱۴/۷۶	۹/۴۳	۱۲/۲۱	Bank reserves	سپرده قانونی
۱/۱۰۲	۷/۸۷	۳/۰۲	۵/۰۶	Bank LOAN Grow	رشد تسهیلات بانکی

در ادامه نسبت به تحلیل‌های مرتبط با هریک از الگوریتم‌ها جهت سنجش مطلوبیت اقدام می‌شود.

الگوریتم بهینه‌سازی ازدحام ذرات

الگوریتم ازدحام ذرات یک روش محاسباتی تکاملی و از نوع هوش جمعی است که در سال ۱۹۹۵ برای اولین بار توسط Eberhart and Kennedy ارائه گردید. اساس این الگوریتم بر تکرار جستجو در فضای مسئله توسط جمعیت تصادفی می‌باشد که در هر تکرار، تابع هدف مورد ارزیابی قرار می‌گیرد و سپس بهترین موقعیت هر ذره و بهترین موقعیت تمام ذرات به ترتیب با عنوان بهترین موقعیت محلی و بهترین موقعیت کلی تعیین می‌گردد. در واقع حرکت ذرات در این الگوریتم به مجموعه عوامل بستگی دارد که مبنای تعیین ایجاد یک مدل کارآمد جهت یافتن بهترین نقطه هدف در مسائل بهینه‌سازی می‌باشد. نحوه عملکرد الگوریتم بهینه‌سازی ازدحام ذرات در شکل (۶) ارائه شده است:

شکل (۶) ماهیت عملکرد الگوریتم ازدحام ذرات برای مشخص کردن موقعیت بهینه



همچنین جهت تشریح روابط ریاضی این الگوریتم می‌بایست به معادله‌ی زیر توجه نمود:

$$v^i[t+1] = wv^i[t] + c_1r_1(x^{i,best}[t] - x^i[t]) + c_2r_2(x^{g,best}[t] - x^i[t]) \Rightarrow x^i[t+1] = x^i[t] + v^i[t+1]$$

معادله (۴)

در معادله (۴):

x^i موقعیت ذره نام در زمان t ام را مشخص می‌نماید. همچنین هر ذره برای حرکت نمودن در فضا الگوریتم، نیاز به یک سرعت دارد. نماد $v^i[t]$ سرعت ذره نام در زمان t ام را مشخص می‌نماید. با افزودن سرعت به موقعیت هر ذره، می‌توان موقعیت جدیدی برای ذره در نظر گرفت. معیار w معرف وزن و ضرایب c_1 و c_2 به عنوان عامل یادگیری با ضرایب شتاب شناخته می‌شوند. همچنین r_1 و r_2 نیز اعداد تصادفی در بازه ۰ و ۱ با توزیع یکنواخت تلفی می‌شوند (Aboud et al, 2022). لذا برای اجرای این الگوریتم، می‌بایست از کدهای زیر برای اجرای آن استفاده نمود. نکته کلیدی در نوشتن کدهای دستوری این الگوریتم می‌بایست مدنظر قرار گیرد، این است که تمام مراحل (به عنوان مثال، ایجاد اولیه ازدحام، مقدار دهی اولیه سرعت، و غیره) به عنوان اجزایی می‌بایست تعریف شوند که می‌توانند در زمان پیکربندی تنظیم شوند. بنابراین کدهای ارائه شده برای تعیین مطلوبیت ثبات مالی نظام بانک‌ها، شامل یک یا چند پیاده‌سازی خاص از هر یک معیارهای مشخص و ضرایب آن می‌باشد.

جدول (۸) کدهای اجرای الگوریتم بهینه‌سازی ازدحام ذرات

Listing 1: AutoMOPSO Template in Bank's financial stability

| *create initial swarm*

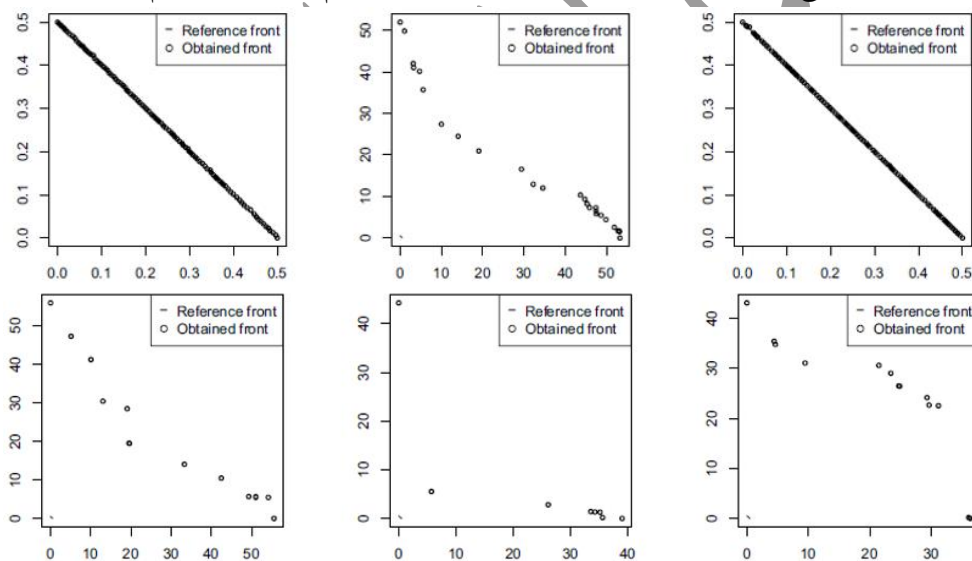
```

2      evaluate swarm
3      initialize velocity
4      initialize local best
5      initialize global best archive
6      while termination condition is not met
7          update velocity
8          update position
9          perturbation
10     evaluate swarm
11     update local best
12     update global best archive
13     }
14     ..
15     return global best archive

```

باتوجه به کدهای اولیه، نتایج حل مدل مسئله الگوریتم بهینه‌سازی ازدحام ذرات ثبات مالی نظام بانکی ابتدا براساس تغییرات تابع هدف در شکل (۷) ارائه شده است:

شکل (۷). تغییرات تابع هدف در بدترین، متوسط و بهترین اجرای الگوریتم بهینه‌سازی ازدحام ذرات ثبات مالی



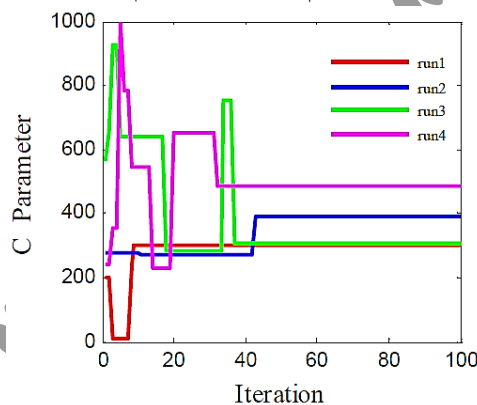
لذا به منظور درک بهتر اجرای مدل ارائه شده، می‌بایست طبق جدول (۹) کلیه معیارهای مؤثر در تعیین مطلوبیت ثبات مالی نظام بانکی در سطح بازار سرمایه کدهای آن باز تعریف شوند تا در جدول ارائه‌ی نتایج در دو بازه ثابت و متغیر طبق توضیح‌های ارائه شده در شکل (۵) مشخص شوند.

جدول (۹) اختصاص کدهای تفسیری به معیارهای مؤثر در تعیین مطلوبیت ثبات مالی نظام بانکی

ردیف	معیارهای شناسایی شده	اختصار	Code
۱	حقوق صاحبان سهام	Equity	θ_2
۲	گردش نقدینگی	Turnover Ratio	θ_3

θ_4	Loans and Advances to banks	تسهیلات اعطایی به بانک‌های دیگر	۳
θ_5	Mortgage Loans	تسهیلات رهنی	۴
θ_6	Customer Deposit Current	سپرده‌های جاری	۵
θ_7	Customer Deposit Saving Term	سپرده‌های بلندمدت	۶
θ_8	Bank reserves	سپرده قانونی	۷
θ_9	Bank LOAN Grow	رشد تسهیلات بانکی	۸

در ادامه می‌بایست براساس پنج تکرار الگوریتم بهینه‌سازی ازدحام ذرات ثبات مالی نظام بانکی، ضرایب پارامترهای آماری تابع هدف مشخص شوند. نکته قابل توجه این است که باتوجه به سرعت ذرات مدل، پنج مرحله تکرار و پنج مرحله اجرا همان‌طور که در شکل (۸) ارائه شده است، می‌بایست مبنای ارزیابی قرار گیرد. شکل (۸) تعیین تکرارهای الگوریتم بهینه‌سازی ازدحام ذرات ثبات مالی نظام بانکی



لذا باتوجه به این فرآیند، طبق جدول (۱۰) نسبت به اجرای الگوریتم بهینه‌سازی ازدحام ذرات ثبات مالی نظام بانکی اقدام می‌شود تا براساس آن ضرایب پارامتر مشخص شود.

جدول (۱۰) نتایج حاصل از اجرای الگوریتم بهینه‌سازی ازدحام ذرات ثبات مالی نظام بانکی در حل مسئله تحقیق

دوره‌های تکرار	1 st		2 nd		3 rd		4 th		5 th	
	CRS	VRS	CRS	VRS	CRS	VRS	CRS	VRS	CRS	VRS
۲۰۰	۱/۱۱۶	۱۲/۰۷۸	۱/۲۰۵	۱۲/۴۱۴	۱/۱۷۸	۱۲/۲۶۵	۱/۱۱۱	۱۱/۲۳۴	۱/۰۹۲	۱۲/۰۰۱
۴۰۰	۱/۲۲۳	۱۳/۳۳۴	۱/۲۳۷	۱۲/۸۶۳	۱/۰۶۱	۱۱/۱۱۸	۱/۱۹۳	۱۲/۲۹۶	۱/۱۶۳	۱۲/۱۵۱
۶۰۰	۱/۲۸۳	۱۳/۸۲۲	۱/۴۷۶	۱۳/۸۳۶	۱/۰۸۳	۱۱/۳۶۲	۱/۳۳۸	۱۲/۵۴۶	۱/۲۱۶	۱۲/۳۷۲
۸۰۰	۱/۳۱۸	۱۴/۰۹۱	۱/۵۱۵	۱۴/۲۹۳	۱/۴۳۲	۱۳/۷۵۴	۱/۲۱۸	۱۲/۵۰۱	۱/۳۰۵	۱۳/۰۱۹
۱۰۰۰	۱/۴۱۴	۱۵/۷۱۶	۱/۵۹۱	۱۵/۶۵۱	۱/۳۱۹	۱۳/۰۰۹	۱/۳۴۳	۱۳/۱۷۶	۱/۴۱۵	۱۳/۳۲۲

جدول (۱۱) پارامترهای آماری تابع هدف در روش الگوریتم بهینه‌سازی ازدحام ذرات

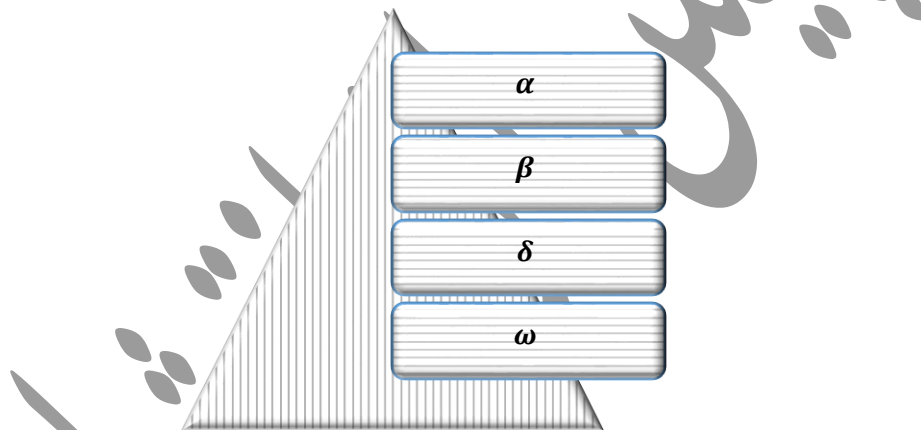
پارامتر	بیشینه	کمینه	متوسط	انحراف معیار	ضریب تغییرات
CRS	۱/۷۱۸	۱/۱۸۷	۱/۲۴۶	۰/۰۲۲۹	۰/۰۱۸۷
VRS	۱۶/۰۳۷	۱۴/۳۶۵	۱۵/۰۷۱	۱/۸۲۷	۰/۲۱۱

ضرایب ارائه شده، نشان از تأیید پارامترهای هریک از معیارهای مؤثر ثبات مالی نظام بانکی براساس الگوریتم بهینه‌سازی ازدحام ذرات ثبات مالی نظام بانکی دارد. در واقع این ضرایب پیش‌فرض‌های ورودی به آزمون آماری ویلکاکسون جهت مقایسه داده‌ها در دو الگوریتم فراابتکاری می‌باشند. لذا در گام بعدی می‌بایست، الگوریتم گرگ خاکستری به منظور بررسی دقت ارزیابی مدل پژوهش مورد بررسی قرار گیرد.

نتایج الگوریتم گرگ خاکستری

در سال ۲۰۱۴ الگوریتم فراکاوشی جدیدی به نام الگوریتم گرگ خاکستری توسط (Mirjalili et al, 2014) معرفی شد. این الگوریتم الهام بر گرفته شده از زندگی گروهی گرگ‌ها و طریقه شکار آن‌ها می‌باشد. زندگی گروهی گرگ‌ها دارای سلسله مراتب اجتماعی دقیق و بسیار منظمی است. این سلسله مراتب را در می‌توان در شکل (۹) مشاهده نمود.

شکل (۹) سلسله مراتب گرگ خاکستری (کاهش اختیارات از بالا به پایین)



همانطور که در شکل (۹) مشاهده می‌شود، رأس هرم به گروه آلفا (α) مرتبط می‌باشد که به عنوان رهبران گروه شناخته می‌شوند. آلفا مسئولیت تمام تصمیم‌گیری‌ها و مدیریت گروه را بر عهده دارد. گرگ آلفا به گرگ غالب نیز معروف می‌باشد، زیرا که در تمام گروه باید دستورات او اجرا شود. سطح دوم این هرم، گوه بتا (β) است. مسئولیت گرگ بتا کمک در تصمیم‌گیری به گرگ آلفا و نیز سایر فعالیت‌های گروه می‌باشد. پایین‌ترین دسته در این سلسله مراتب، گرگ امگا (ω) است. گرگ امگا معمولاً از تمام گرگ‌های سطوح بالا پیروی می‌کند. سطح دیگری از این سلسله مراتب به دسته گرگ دلتا (δ) این گرگ تحت پیروی از فرمان گرگ آلفا و بتا است، با این حال بر گرگ امگا غالب می‌باشد (Laouid et al, 2022). در شبیه‌سازی ریاضی گرگ خاکستری، فرض بر این است که سه دسته اول تا سوم، آلفا (بهترین راه‌حل کاندید)، بتا و دلتا از لحاظ موقعیت شکار و طعمه، ارزش و دانش بهتری دارند. این ۳ راه‌حل به عنوان بهترین جواب‌ها در فضای جست و جو ذخیره می‌شوند، سپس مابقی گرگ‌ها (امگا) باید نسبت به بهترین موقعیت (راه‌حل)، موقعیت خود را در فضای جستجو به روز رسانی کنند. به عبارت دیگر، موقعیت شکار به واسطه ۳ گروه آلفا، بتا و دلتا تخمین زده می‌شود، آنگاه دیگر گرگ‌ها متناسب با موقعیت

بدست آمده بطور تصادفی حول شکار حلقه می‌زند (Pham et al, 2023). معادله ۵، ۶ و ۷ چگونگی این تغییر مکان‌ها را بیان می‌کند.

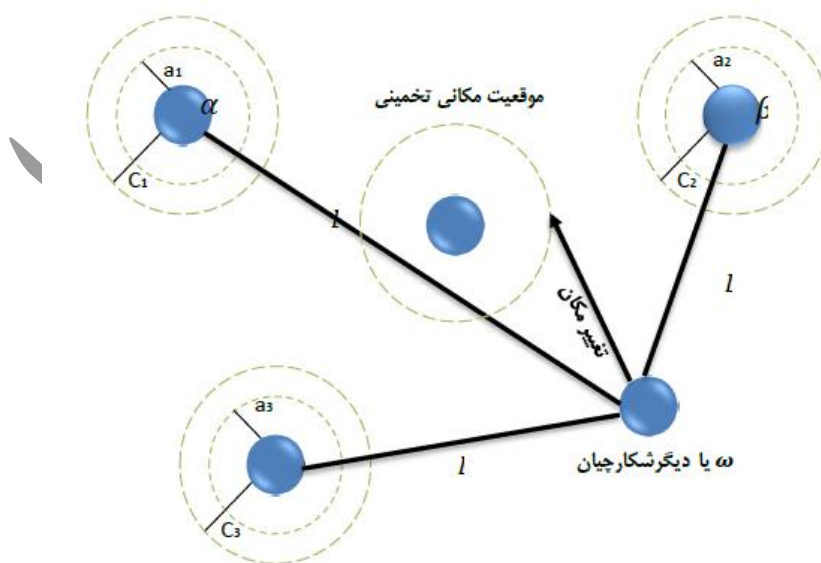
$$\begin{cases} \bar{D}_\alpha = |C_1 \times X_\alpha - X| \\ \bar{D}_\beta = |C_2 \times X_\beta - X| \Rightarrow C_t = 2 \times r_1 \\ \bar{D}_\delta = |C_2 \times X_\delta - X| \end{cases} \quad (5)$$

$$\begin{cases} X_1 = X_\alpha - A_1 \times \bar{D}_\alpha \\ X_2 = X_\beta - A_2 \times \bar{D}_\beta \Rightarrow A_t = 2 \times \alpha \times r_2 - \alpha \\ X_3 = X_\delta - A_3 \times \bar{D}_\delta \end{cases} \quad (4)$$

$$X_{t+1} = \text{mean}(X_1, X_2, X_3) \quad (6)$$

در معادله‌های فوق، C_t و A_t به ترتیب معرف بردارهای ضرایب به سمت بهترین مکان r_1 و r_2 بردارهای تصادفی در بازه (۰-۱) می‌باشند. α ضریبی است که در طول تکرار در بازه ۰ تا ۲ به صورت خطی کاهش می‌یابد. X موقعیت مکانی متغیر در وضعیت فعلی، X_{t+1} موقعیت مکانی متغیر در وضعیت بعدی و X_α ، X_β و X_δ به ترتیب موقعیت گرگ آلفا، بتا و دلتا می‌باشد. براساس این فرآیندها شکل (۱۰) را می‌توان مبنایی برای چگونگی محاصره جواب نهایی در درون یک دایره به واسطه سه دسته آلفا، بتا و دلتا در فضای جستجو و نیز مشخص شدن موقعیت گروه امگا را نشان داد.

شکل (۱۰) موقعیت‌های الگوریتم گرگ خاکستری



همچنین طبق شکل (۱۱) برخی از کدهای مربوط به گرگ خاکستری به ترتیب زیر ارائه می‌شود.

شکل (۱۱) کدهای دستوری الگوریتم گرگ خاکستری

```

for i=1:j
    a=max(x);
    if a>=(y+(s*g))
        disp(a);
        disp('kharej az radif mibashad');
        for k=1:i
            if x(k)==a
                x(k)=[];
                break
            end
        end
        for h=1:length(e)
            if e(h)==a
                f(i)=h;
            end
        end
        y=mean(x);
        s=stdev(x);
        l=y+(s*g);
    else
        z=ceil(1);
        disp('jaygozin=');
        disp(z);
        break;
    end
end
end
if i~=1
    for p=1:length(f)
        e(f(p))=z;
    end
end
n(:,o)=e;
end
    
```

در ادامه همانطور که در فرآیند الگوریتم گرگ خاکستری مطرح شد، براساس پنج تکرار الگوریتم، ضرایب پارامترهای آماری تابع هدف می‌بایست مشخص شوند.

جدول (۱۲) نتایج حاصل از اجرای الگوریتم گرگ خاکستری ثبات مالی نظام بانکی در حل مسئله تحقیق

دوره‌های تکرار	1 st		2 nd		3 rd		4 th		5 th	
	CRS	VRS	CRS	VRS	CRS	VRS	CRS	VRS	CRS	VRS
۲۰۰	۱/۱۰۴	۱۱/۱۶۲	۱/۰۱۹	۱۰/۷۶۳	۱/۵۵۱	۱۲/۳۴۴	۱/۳۳۱	۱۳/۱۳۴	۱/۱۲۳	۱۱/۱۳۴
۴۰۰	۱/۳۲۱	۱۳/۱۸۷	۱/۱۸۱	۱۱/۳۵۵	۱/۲۹۸	۱۱/۲۱۶	۱/۳۵۶	۱۳/۲۹۶	۱/۲۳۴	۱۲/۲۴۱
۶۰۰	۱/۳۴۴	۱۳/۴۵۲	۱/۲۸۷	۱۲/۱۸۱	۱/۳۵۵	۱۳/۱۲۲	۱/۴۰۱	۱۳/۷۶۱	۱/۳۱۸	۱۲/۸۸۶
۸۰۰	۱/۲۸۹	۱۲/۶۶۶	۱/۲۲۲	۱۲/۲۸۸	۱/۷۶۲	۱۶/۰۱۴	۱/۴۲۳	۱۴/۵۰۱	۱/۳۹۲	۱۳/۰۰۲
۱۰۰۰	۱/۳۵۶	۱۳/۲۲۸	۱/۱۸۹	۱۱/۴۰۲	۱/۵۱۹	۱۲/۳۰۹	۱/۴۷۱	۱۴/۱۷۶	۱/۳۹۷	۱۳/۸۱۷

جدول (۱۳) پارامترهای آماری تابع هدف در روش الگوریتم بهینه‌سازی ازدحام ذرات

پارامتر	بیشینه	کمینه	متوسط	انحراف معیار	ضریب تغییرات
CRS	۱/۶۶۱	۱/۰۱۶	۱/۲۰۲	۰/۰۳۳۸	۰/۰۲۱۹
VRS	۱۵/۵۵۲	۱۳/۱۱۸	۱۴/۱۲۳	۱/۶۵۱	۰/۲۳۹

ضرایب ارائه شده، نشان از تأیید پارامترهای هریک از معیارهای مؤثر ثبات مالی نظام بانکی براساس الگوریتم گرگ خاکستری ثبات مالی نظام بانکی دارد. در واقع این ضرایب پیش‌فرض‌های ورودی به آزمون آماری ویلکاکسون جهت مقایسه داده‌ها در دو الگوریتم فرا ابتکاری می‌باشند. لذا با تعیین ضرایب هریک از الگوریتم‌ها می‌توان دو الگوریتم فرا ابتکاری را طبق جدول (۱۴) ارائه نمود.

جدول (۱۴) نتایج ارزیابی الگوریتم‌های فرا ابتکاری براساس ثبات مالی نظام بانکی

ردیف	معیارهای شناسایی شده	Code	مقیاس	الگوریتم بهینه‌سازی ازدحام ذرات	الگوریتم گرگ خاکستری
۱	حقوق صاحبان سهام	θ_2	CRS	۳/۶۶۵	۵/۱۹۱

		۱۲/۲۷۳	VRS			
۵/۲۰۳	۳/۸۱۸	۱/۱۲۲	CRS	θ ₃	گردش نقدینگی	۲
		۱۲/۳۶۲	VRS			
۶/۱۷۲	۴/۰۲۳	۲/۰۲۱	CRS	θ ₄	تسهیلات اعطایی به بانک‌های دیگر	۳
		۱۳/۳۲۲	VRS			
۴/۷۷۶	۲/۲۱۹	۱/۰۰۸	CRS	θ ₅	تسهیلات رهنی	۴
		۱۱/۳۲۱	VRS			
۵/۴۵۱	۳/۹۹۸	۱/۲۱۹	CRS	θ ₆	سپرده‌های جاری	۵
		۱۳/۱۸۷	VRS			
۵/۳۱۰	۳/۹۱۲	۱/۱۲۹	CRS	θ ₇	سپرده‌های بلندمدت	۶
		۱۲/۴۰۱	VRS			
۶/۴۵۲	۴/۱۸۱	۲/۱۵۱	CRS	θ ₈	سپرده قانونی	۷
		۱۳/۳۷۷	VRS			
۵/۶۴۷	۴/۰۶۳	۱/۳۲۹	CRS	θ ₉	رشد تسهیلات بانکی	۸
		۱۲/۶۳۷	VRS			

همانطور که دو مقیاس بازده ثابت نسبت مقیاس (CRS) و بازده متغیر نسبت به مقیاس (VRS) نشان می‌دهد، تمامی ضرایب بالاتر از ۱ می‌باشد که نشان می‌دهد، هر دو الگوریتم از سطح بهینگی لازم در زمینه‌ی مطلوبیت ثبات مالی نظام بانکی برخوردار می‌باشند. اما ضرایب الگوریتم‌های فرا ابتکاری نشان می‌دهد، الگوریتم گرگ خاکستری نسبت به الگوریتم بهینه‌سازی ازدحام ذرات از دقت بالاتری برخوردار می‌باشد. در ادامه می‌بایست، از این آزمون به منظور پاسخ به سوال دوم پژوهش استفاده نمود تا با تعیین تفاوت بین الگوریتم‌ها، بالاترین دقت معیارهای تعیین مطلوبیت ثبات مالی نظام بانکی در سطح بازار سرمایه مشخص گردد. لذا همسو با سوال دوم پژوهش مقایسه‌ی بین معیارهای مؤثر حاصل از الگوریتم بهینه‌سازی ازدحام ذرات و الگوریتم گرگ خاکستری در مطلوبیت مدل ثبات مالی در نظام بانکی طبق جدول (۱۵) صورت می‌گیرد.

جدول (۱۵) تفاوت ارزیابی الگوریتم‌های فرا ابتکاری براساس ثبات مالی نظام بانکی

الگوریتم	تعداد ارزیابی تابع هدف	مقدار تابع اکل	میانگین ضرایب	مجموع ضریب	نتیجه ارزیابی
الگوریتم بهینه‌سازی ازدحام ذرات	۲۵۰۰۰	-۰/۰۰۰۲۸۱	۱۳/۱۷	۰/۲۲۷	MPSO > GWO
الگوریتم گرگ خاکستری	۲۵۰۰۰	۰/۰۰۰۰۳۶	۱۴/۶۵	۰/۳۱۹	
			Z		-۰/۳۳۷
			Asymp. Sig. (2-tailed)		۰/۰۰۰

همان‌طور که از نتایج آزمون ویلکا کسون مشاهده می‌شود، مقدار عدد معنی‌داری (Sig) کوچکتر از ۰/۰۵ است، بنابراین در سطح اطمینان ۹۵ درصد می‌توانیم ادعا کرد که، الگوریتم گرگ خاکستری نسبت به الگوریتم بهینه‌سازی ازدحام ذرات، از ضریب دقت بالاتری در تعیین مطلوبیت ثبات مالی نظام بانکی برخوردار می‌باشد. از طرف دیگر براساس جدول (۱۴) می‌بایست به تفکیک هر معیار مؤثر در مطلوبیت ثبات مالی بانک‌ها براساس ۵ دور

تکرار الگوریتم‌های اجرا شده، اقدام به تعیین اثرگذارترین معیار شناسایی شده در الگوریتم‌های فرا ابتکاری نمود. برای این منظور لازم بود از معیارهای ارزیابی متوسط ریشه‌ی مربع خطا (RMSE)؛ میانگین مربع خطا (MSE) و معیار مربع (ضریب تعیین) (R^2) استفاده شود. تمامی این معیارها نشان دهنده‌ی تفاوت ضرایب بین دو عامل در ارزیابی الگوریتم‌های فرا ابتکاری می‌باشد.

جدول (۱۶) تعیین تأثیرگذارترین معیارهای مطلوبیت ثبات مالی بانک‌ها براساس تفاوت الگوریتم‌های فرا ابتکاری

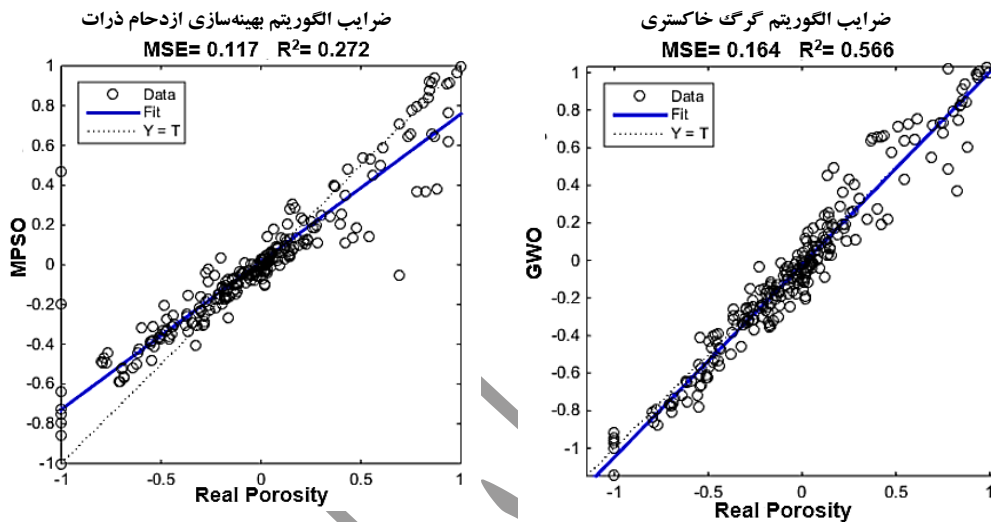
رتبه‌بندی	R^2	MSE	RMSE	5 th	4 th	3 rd	2 nd	1 st	مقیاس	معیارهای مؤثر	الگوریتم
هشتم	۰/۲۰۴	۰/۱۰۱	۰/۰۲۱	۰/۲۰۶	۰/۲۱۴	۰/۱۸۷	۰/۱۰۲	۰/۱۷۶	CRS	θ_2	الگوریتم بهینه‌سازی ازدحام ذرات
				۰/۳۲۱	۰/۳۶۳	۰/۳۰۳	۰/۲۱۸	۰/۱۹۴	VRS		
سوم	۰/۲۸۵	۰/۱۰۶	۰/۰۳۰	۰/۲۳۲	۰/۱۴۹	۰/۱۱۶	۰/۰۹۳	۰/۰۷۶	CRS	θ_3	الگوریتم بهینه‌سازی ازدحام ذرات
				۰/۳۰۴	۰/۱۷۶	۰/۱۳۰	۰/۰۹۶	۰/۱۰۴	VRS		
ششم	۰/۲۲۰	۰/۱۰۷	۰/۰۲۸	۰/۱۵۲	۰/۱۰۹	۰/۰۸۳	۰/۰۵۴	۰/۰۶۶	CRS	θ_4	الگوریتم بهینه‌سازی ازدحام ذرات
				۰/۲۱۴	۰/۱۳۷	۰/۱۴۰	۰/۱۱۸	۰/۱۰۳	VRS		
دوم	۰/۳۱۲	۰/۱۲۱	۰/۰۴۳	۰/۲۰۲	۰/۱۰۵	۰/۱۴۳	۰/۱۱۲	۰/۰۷۶	CRS	θ_5	الگوریتم بهینه‌سازی ازدحام ذرات
				۰/۰۹۴	۰/۰۷۷	۰/۰۴۹	۰/۰۶۱	۰/۰۸۳	VRS		
هفتم	۰/۲۱۹	۰/۱۰۸	۰/۰۲۸	۰/۲۱۷	۰/۲۲۳	۰/۱۹۲	۰/۱۰۹	۰/۱۸۳	CRS	θ_6	الگوریتم بهینه‌سازی ازدحام ذرات
				۰/۴۰۵	۰/۳۸۷	۰/۳۱۵	۰/۲۳۰	۰/۲۰۱	VRS		
چهارم	۰/۲۷۸	۰/۱۰۶	۰/۰۳۱	۰/۱۳۹	۰/۱۴۲	۰/۰۶۳	۰/۱۰۰	۰/۰۱۸	CRS	θ_7	الگوریتم بهینه‌سازی ازدحام ذرات
				۰/۱۸۸	۰/۱۵۲	۰/۱۳۹	۰/۱۱۲	۰/۰۵۴	VRS		
اول*	۰/۴۲۷	۰/۱۷۷	۰/۰۵۴	۰/۲۶۱	۰/۱۱۷	۰/۰۸۹	۰/۰۶۱	۰/۰۷۴	CRS	θ_8	الگوریتم بهینه‌سازی ازدحام ذرات
				۰/۵۳۲	۰/۳۵۹	۰/۳۱۸	۰/۲۱۰	۰/۱۶۷	VRS		
پنجم	۰/۲۳۷	۰/۱۱۱	۰/۰۲۹	۰/۱۰۱	۰/۰۷۹	۰/۰۶۵	۰/۰۳۷	۰/۰۱۶	CRS	θ_9	الگوریتم بهینه‌سازی ازدحام ذرات
				۰/۱۶۲	۰/۱۰۹	۰/۱۱۷	۰/۰۹۳	۰/۰۸۱	VRS		
میانگین ضرایب الگوریتم بهینه‌سازی ازدحام ذرات											
	R^2	MSE	RMSE	5 th	4 th	3 rd	2 nd	1 st	مقیاس	معیارهای مؤثر	الگوریتم
سوم	۰/۶۶۵	۰/۱۷۴	۰/۰۴۶	۰/۰۷۴	۰/۰۳۱	۰/۰۴۳	۰/۰۰۸	۰/۰۱۳	CRS	θ_2	الگوریتم بهینه‌سازی ازدحام ذرات
				۰/۰۹۲	۰/۰۵۹	۰/۰۶۲	۰/۰۳۹	۰/۰۴۲	VRS		
اول*	۰/۶۹۴	۰/۱۹۳	۰/۰۵۵	۰/۰۶۴	۰/۰۲۷	۰/۰۳۸	۰/۰۱۰	۰/۰۱۹	CRS	θ_3	الگوریتم بهینه‌سازی ازدحام ذرات
				۰/۰۵۲	۰/۰۶۳	۰/۰۴۴	۰/۰۵۳	۰/۰۸۰	VRS		
چهارم	۰/۶۴۱	۰/۱۷۳	۰/۰۴۲	۰/۱۱۶	۰/۱۵۴	۰/۰۵۶	۰/۰۰۹	۰/۰۱۲	CRS	θ_4	الگوریتم بهینه‌سازی ازدحام ذرات
				۰/۱۵۶	۰/۱۸۹	۰/۱۴۷	۰/۱۲۴	۰/۰۹۳	VRS		
هفتم	۰/۴۴۳	۰/۱۵۲	۰/۰۳۱	۰/۰۲۴	۰/۰۴۴	۰/۰۳۵	۰/۰۱۲	۰/۰۰۷	CRS	θ_5	الگوریتم بهینه‌سازی ازدحام ذرات
				۰/۱۰۱	۰/۰۵۲	۰/۰۷۸	۰/۰۶۳	۰/۰۴۷	VRS		
پنجم	۰/۶۰۳	۰/۱۶۹	۰/۰۴۱	۰/۵۴۸	۰/۳۱۵	۰/۲۸۹	۰/۲۱۷	۰/۲۴۲	CRS	θ_6	الگوریتم بهینه‌سازی ازدحام ذرات
				۰/۶۴۷	۰/۳۴۱	۰/۲۵۶	۰/۲۰۴	۰/۲۶۴	VRS		
هشتم	۰/۳۱۲	۰/۱۲۱	۰/۰۴۳	۰/۲۰۲	۰/۱۰۵	۰/۱۴۳	۰/۱۱۲	۰/۰۷۶	CRS	θ_7	الگوریتم بهینه‌سازی ازدحام ذرات
				۰/۰۹۴	۰/۰۷۷	۰/۰۴۹	۰/۰۶۱	۰/۰۸۳	VRS		
ششم	۰/۴۸۵	۰/۱۴۸	۰/۰۳۷	۰/۱۱۱	۰/۰۸۸	۰/۰۷۰	۰/۰۱۴	۰/۰۶۴	CRS	θ_8	الگوریتم بهینه‌سازی ازدحام ذرات
				۰/۲۰۲	۰/۱۳۹	۰/۱۲۲	۰/۰۹۸	۰/۱۴۵	VRS		
دوم	۰/۶۸۷	۰/۱۸۹	۰/۰۵۳	۰/۴۳۹	۰/۴۱۲	۰/۲۷۵	۰/۲۶۳	۰/۴۸۷	CRS	θ_9	الگوریتم بهینه‌سازی ازدحام ذرات
				۰/۳۶۷	۰/۲۱۸	۰/۲۷۲	۰/۳۰۹	۰/۰۷۸	VRS		
مجموع میانگین ضرایب الگوریتم گرگ خاکستری											
	۰/۵۶۶۲	۰/۱۶۴۸	۰/۰۴۳۵								

الگوریتم بهینه‌سازی ازدحام ذرات

الگوریتم گرگ خاکستری

همانطور که مجموع میانگین ضرایب الگوریتم‌های فرا ابتکاری در ارزیابی معیارهای مؤثر مطلوبیت ثبات مالی بانک‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران نشان می‌دهد، الگوریتم گرگ خاکستری از دقت بالاتری برای پیش‌بینی کارکردهای ثبات مالی در بانک‌ها برخوردار می‌باشد که در شکل (۱۲) مشخص شده‌اند.

شکل (۱۲) تفاوت معنادار ضرایب الگوریتم‌های فرا ابتکاری



همچنین رتبه بندی معیارهای مؤثر مطلوبیت ثبات مالی بانک‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران به تفکیک در الگوریتم الگوریتم بهینه‌سازی ازدحام ذرات؛ سپرده قانونی بانک‌ها نزد بانک مرکزی « θ_8 » و در الگوریتم گرگ خاکستری؛ گردش نقدینگی « θ_3 » می‌باشند.

بحث و نتیجه‌گیری

هدف این مطالعه، ارزیابی معیارهای مؤثر بر مطلوبیت یکپارچگی ثبات مالی براساس مقایسه‌ی الگوریتم‌های فرا ابتکاری در سطح بانک‌های پذیرفته شده در بازار سرمایه می‌باشد. همانطور که طی فرآیندهای تحلیلی این مطالعه با اتکاء به روش شناسی ارائه شده مشخص ساخت، ابتدا از طریق غربالگری محتوایی سیستماتیک، تلاش شد تا معیارهای مؤثر در ارزیابی مطلوبیت یکپارچگی ثبات مالی بانک‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران مشخص شوند. برای این منظور با مرور ۱۲ پژوهش اولیه انتخاب شده در بازه زمانی ۲۰۱۹ تا ۲۰۲۴ و ۱۳۹۷ تا ۱۴۰۲، چک‌لیست‌های ارزیابی انتقادی بین مشارکت کنندگان توزیع شد تا از طریق شاخص مُد، مرتبط‌ترین معیارها از طریق غربالگری محتوایی پژوهش‌های نهایی، انتخاب شوند. لذا نتایج در این بخش حکایت از انتخاب ۸ معیار مؤثر با پدیده‌ی مورد ارزیابی داشت. سپس با ارجاع به جامعه‌ی هدف مطالعه در پایگاه داده‌های سازمان بورس اوراق بهادار، تلاش شده تا در بازه زمانی ۱۳۹۷ تا ۱۴۰۱ داده‌های ۹ بانک شامل اقتصاد نوین؛ پارسیان؛ پاسارگاد؛ تجارت؛ خاورمیانه؛ سینا؛ صادرات؛ کارآفرین و ملت، براساس ماهیت عملیاتی تعریف شده در جدول (۷)، استخراج شوند. در این مرحله داده‌ها ابتدا براساس دو پیش‌فرض الگوریتم فرا ابتکاری یعنی الگوریتم‌های گرگ خاکستری و بهینه‌سازی ازدحام ذرات، از نظر تغییرات تابع هدف در دقت اجرا مورد بررسی قرار گرفتند تا با تعیین معیارهای

توصیفی هریک از داده‌های بسط داده شده به مرجع تحلیل، امکان ورود آن‌ها به ارزیابی مقایسه‌ای بین دو الگوریتم یاده شده از مجموعه الگوریتم فرا ابتکاری مهیا گردد. لذا نتایج پس از اجرا فرآیندهای دستوری در نرم‌افزار متلب، حکایت از این موضوع دارد که هر دو الگوریتم دارای قابلیت لازم برای تعیین مطلوبیت ثبات مالی بانک‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران می‌باشند. اما براساس ضرایب آزمون ویلکاکسون، الگوریتم گرگ خاکستری نسبت به الگوریتم بهینه‌سازی ازدحام ذرات، از دقت بالاتری برای پیش‌بینی کارکرد معیارهای شناسایی شده در تعیین مطلوبیت ثبات مالی بانک‌های پذیرفته شده برخوردار می‌باشد. همچنین مشخص گردید که مهمترین معیار مؤثر در تقویت تعیین مطلوبیت ثبات مالی بانک‌ها، گردش نقدینگی « θ_3 » در الگوریتم گرگ خاکستری می‌باشد.

در تفسیر این نتیجه باید بیان نمود، الگوریتم گرگ خاکستری به دلیل اینکه از قدرت همگرایی و دقت بالاتری در تعیین نقطه‌ی بهینه‌ی مطلوبیت ثبات مالی بانک‌ها نسبت به الگوریتم ازدحام ذرات، برخوردار می‌باشد می‌تواند کارایی اثربخش‌تری در نظام بانک‌های کشور داشته باشد. در واقع ضرایب کسب شده در الگوریتم گرگ خاکستری حکایت از بهینه‌سازی اثربخش‌تر معیارهای مؤثر در تعیین مطلوبیت مالی نظام بانک‌های کشور دارد و این مسئله گویایی این تفسیر است که بانک‌ها می‌توانند از این الگوریتم برای برنامه‌ریزی‌های مالی و پوشش نقاط ضعف خود در حفظ منابع حتی در شرایط ریسکی اقتصاد امروز بهره‌مند شوند. از طرف دیگر مشخص گردید، در صورتی که بانک‌ها از گردش نقدینگی بالاتری نسبت به سایر معیارهای مؤثر برخوردار باشند، می‌توان استنباط نمود که سطح مطلوبیت ثبات مالی در بانک‌ها می‌تواند به پایداری و توسعه آن‌ها از نظر رقابتی با سایر بانک‌های دیگر کمک نماید. در واقع معیار تعیین شده نشان می‌دهد که بانک‌هایی که جمع ارزش معاملات آن‌ها در بازار سرمایه نسبت به متوسط ارزش کل سهام آن‌ها در یک دوره زمانی خاص، بالاتر باشد، این بانک‌ها از ظرفیت‌های بالاتری برای گردش نقدینگی برخوردار هستند و در ارائه‌ی خدمات بانک در امور جاری و سرمایه‌گذاری در پروژه‌های رقابتی، دست بالاتر را نسبت به سایر بانک‌ها دارند که وجود چنین ارزش افزوده‌ی سهامی در بازار سرمایه می‌تواند به افزایش بازده بالاتر و ریسک پایین‌تر برای سرمایه‌گذاری در این بانک‌ها تلقی گردد. لذا همانطور که مبانی تعیین ارزیابی تطبیقی بین الگوریتم‌ها یعنی بازده ثابت نسبت مقیاس (CRS) و بازده متغیر نسبت به مقیاس (VRS) نشان داد، بانک‌ها با گردش نقدینگی بالاتر و اتکاء به الگوریتم گرگ خاکستری، سریع‌تر به نقطه‌ی بهینه دست می‌یابند و این مسئله نشان دهنده‌ی انعطاف‌پذیری منابع مالی در تخصیص به موقع به بازار و صنایع می‌باشد که در بلندمدت می‌تواند آورده‌های بالاتری را برای سهامداران‌شان به همراه داشته باشد. نتایج این مطالعه به لحاظ ماهیت اجرای الگوریتم‌های فرا ابتکاری و مقایسه بین اجزای آن اگرچه در پژوهش‌های گذشته مورد توجه نبوده است تا بتوان مقایسه‌ی دقیقی بین نتایج کسب شده با نتایج آن‌ها انجام داد، اما می‌توان به لحاظ ماهیت مفهومی و همراستا با اهمیت بکارگیری الگوریتم‌های فرا ابتکاری و براساس مبنای انتخاب گردش نقدینگی به عنوان مهمترین معیار ثابت مالی، نتایج این مطالعه را با پژوهش‌هایی همچون (Badwan et al (2024؛ Asif and Nasir (2023؛ Le and Nguyen (2022؛ Atellu، Louhichi et al (2019) و et al (2021) مورد مقایسه قرار داد.

همراستا با نتایج این مطالعه می‌توان در وهله‌ی اول به استراتژیست‌های بانک‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران توصیه نمود، تا با اتکاء به معیارهای شناسایی شده در این مطالعه، اهداف عملیاتی و مالی خود را مبنی بر چگونگی راه کارهای گردش نقدینگی مورد توجه قرار دهند و با تطبیق با شرایط اقتصادی موجود، چشم‌اندازهای بلندمدت‌تری را برای رقابت در بازار سرمایه مدون نمایند. از طرف دیگر، از آنجاییکه این مطالعه، در راستای ماهیت تحلیلی و پیاده‌سازی الگوریتمی به دنبال ارائه جواب‌ها و زیر جواب‌های بهینه برای تعیین مطلوبیت یکپارچگی ثبات مالی بانک‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران می‌باشد، به سیاستگذاران بازار سرمایه پیشنهاد می‌شود تا به منظور رتبه‌بندی بانک‌ها از نظر ریسک و اعتبار، بر الگوریتم گرگ خاکستری به عنوان یک مبنای دارای دقت بالاتر از میان مجموعه الگوریتم‌های فرا ابتکاری متمرکز شوند تا بتوانند سطح بالاتری از حداکثرسازی میزان بازدهی در مقابل سطح مشخصی از ریسک را به منظور تعیین مطلوبیت بهینه‌ی ثبات مالی بانک مشخص نمایند و براساس آن جهت‌گیری‌های استراتژیک را برای تغییر یا اصلاح لوايح و دستورالعمل‌های نهادی بکار گیرند تا منابع از تضییع حقوق ذینفعان گردند.

منابع

- اسدی، زهره، یآوری، کاظم. (۱۴۰۰). اثر تحریم‌ها بر ناپایداری مالی بانک‌های ایران، فصلنامه علمی پژوهشی اقتصاد مقداری، ۱۸(۴): ۱-۳۵. [doi: 10.22055/jqe.2020.30490.2131](https://doi.org/10.22055/jqe.2020.30490.2131)
- رادفر، هادی، شاهچراغ، مهشید، صبوری، بهناز. (۱۳۹۸). تأثیر همزمان ریسک نقدینگی و ریسک اعتباری بر ثبات بانک‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران، فصلنامه سیاست‌های مالی و اقتصادی، ۷(۲۷): ۱۹۱-۲۱۴. <http://qjefp.ir/article-1-995-fa.html>
- رستم‌زاده، پرویز، صمدی، علی حسین، یادگار، زینب. (۱۳۹۷). کیفیت نهادی، افزایش سهم بانک‌های خصوصی و ثبات نظام بانکی در ایران، اقتصاد و الگوسازی، ۹(۱): ۱۴۳-۱۷۱. https://ecoj.sbu.ac.ir/article_74239.html
- روغنی، رزیتا، صادقی، سید کمال. (۱۴۰۱). بررسی مقررات مبارزه با پولشویی و ثبات بخش بانکی در بانک ملی ایران، فصلنامه نظریه‌های کاربردی اقتصاد، ۹(۴): ۲۴۹-۲۷۶. [doi: 10.22034/ECOJ.2023.52425.3081](https://doi.org/10.22034/ECOJ.2023.52425.3081)
- طاهری، سیده‌نسیبه، صفوی، بیژن، زندی، فاطمه، ربیعی، مهناز. (۱۴۰۰). بررسی تأثیر ثبات در صنعت بانکداری بر میزان کارایی سیستم بانکی اقتصاد ایران، فصلنامه علمی پژوهشی راهبرد اقتصادی، ۱۰(۳۹): ۶۵۷-۷۲۶. https://econrahbord.csr.ir/article_146172.html?lang=fa
- طاهری، ماندانا. (۱۳۹۹). ریسک سیستمی و اثر آن بر ثبات بانکی، بررسی مسائل اقتصاد ایران، ۲(۱۴): ۲۲۵-۲۴۱. <https://doi.org/10.30465/ce.2020.5977>
- غفوری، رضا، امیری، حسین، جعفری، سید ناصر. (۱۴۰۱). بررسی رابطه متقابل ریسک اعتباری و ثبات بانکی در ایران و غرب آسیا، فصلنامه سیاست‌های مالی و اقتصادی، ۱۰(۴۰): ۱۸۱-۲۱۱. <http://qjefp.ir/article-1-1384-fa.html>
- کوهی لیلان، بابک، دباغ، رحیم، کیاالحسینی، سیدضیاءالدین، رهبر، فرهاد. (۱۴۰۰). بررسی عوامل مؤثر بر ثبات نظام بانکی در کشورهای منتخب منطقه منا، توسعه و سرمایه، ۶(۱): ۱-۱۸. <https://doi.org/10.22103/jdc.2021.16550.1107>
- میرباقری‌هیر، میرناصر، ناهیدی امیرخیز، محمدرضا، شکوهی فرد، سیامک. (۱۳۹۵). ارزیابی ثبات مالی و تبیین عوامل مؤثر بر ثبات مالی بانک‌های کشور، فصلنامه سیاست‌های مالی و اقتصادی، ۴(۱۵): ۲۳-۴۲. <http://qjefp.ir/article-1-444-fa.html>

- Aboud, A., Rokbani, N., Fdhila, R., Qahtani, A. M., Almutiry, O., Dhahri, H., Hussain, A., Alimi, A. M. (2022). DPb-MOPSO: A Dynamic Pareto bi-level Multi-objective Particle Swarm Optimization Algorithm, *Applied Soft Computing*, 129(2): 1-19. <https://doi.org/10.1016/j.asoc.2022.109622>
- Anagnostis, K., Alexios, K. (2014). Factors of Weaknesses of Supervisory Methods as Components of Systematic Risk. *The Impacts of Collapses to Instability of Banking System*, *Procedia Economics and Finance*, 9(1): 120-132. [https://doi.org/10.1016/S2212-5671\(14\)00013-6](https://doi.org/10.1016/S2212-5671(14)00013-6)
- Asadi, Z., & Yavari, K. (2022). The effect of sanctions on financial instability of Iranian banks. *Quarterly Journal of Quantitative Economics*, 18(4): 1-35. [In Persian] <https://doi.org/10.22055/jqe.2020.30490.2131>
- Asif, R. and Nasir, A. (2023). Financial stability nexus of Islamic banks: an influential and intellectual science mapping structure, *Journal of Islamic Accounting and Business Research*, Vol. ahead-of-print No. ahead-of-print. <https://doi.org/10.1108/JIABR-07-2022-0167>
- Atellu, A.R., Muriu, P. and Sule, O. (2021). Do bank regulations matter for financial stability? Evidence from a developing economy, *Journal of Financial Regulation and Compliance*, 29(5): 514-532. <https://doi.org/10.1108/JFRC-12-2020-0114>
- Badwan, N., Saleh, B. and Hamdan, M. (2024). Factors and determinants affecting banking sector stability: empirical evidence from conventional and Islamic banks listed on the Palestine stock exchange, *Journal of Financial Regulation and Compliance*, 32(1): 118-150. <https://doi.org/10.1108/JFRC-07-2023-0108>
- Boachie, R., Aawaar, G. and Domeher, D. (2023). Relationship between financial inclusion, banking stability and economic growth: a dynamic panel approach, *Journal of Economic and Administrative Sciences*, 39(3): 655-670. <https://doi.org/10.1108/JEAS-05-2021-0084>
- Boachie, R., Aawaar, G. and Domeher, D. (2023). Relationship between financial inclusion, banking stability and economic growth: a dynamic panel approach, *Journal of Economic and Administrative Sciences*, 39(3): 655-670. <https://doi.org/10.1108/JEAS-05-2021-0084>
- Chand, S.A., Kumar, R.R. and Stauvermann, P.J. (2021). Determinants of bank stability in a small island economy: a study of Fiji, *Accounting Research Journal*, 34(1): 22-42. <https://doi.org/10.1108/ARJ-06-2020-0140>
- Eberhart, R.C., Kennedy, J. (1995). A new optimizer using particle swarm theory. In *Proceedings of the sixth international symposium on micro machine and human science*. New York, NY, pp. 39-43.
- Elsa, E., Utami, W., & Nugroho, L. (2018). A Comparison of Sharia Banks and Conventional Banks in Terms of Efficiency, Asset Quality and Stability in Indonesia for the Period 2008-2016. *International Journal of Commerce and Finance*, 4(1): 134-149
- Ghafouri R, Amiri H, Jafari S N. (2023). The Mutual Impact of Credit Risk and Bank Stability in Iranian and West Asian Banks. *Financial and Economic Policy Quarterly*, 10(40): 181-211 [In Persian]. <http://qjefp.ir/article-1-1384-fa.html>
- Hamdaoui, M., Maktouf, S. (2020). Financial reforms and banking system vulnerability: The role of regulatory frameworks, *Structural Change and Economic Dynamics*, 52(2): 184-205. <https://doi.org/10.1016/j.strueco.2019.10.007>
- Jungo, J., Madaleno, M. and Botelho, A. (2024). The role of financial inclusion and institutional factors on banking stability in developing countries, *International Journal of Development Issues*, Vol. ahead-of-print No. ahead-of-print. <https://doi.org/10.1108/IJDI-09-2023-0233>
- Kouhi leilan, B., Dabbagh, R., Kiaalhosseini, S. Z., & Rahbar, F. (2021). A Study of the Influence and Influence of Factors Affecting the Stability of the Banking System in Selected Countries of the Mena Region. *Journal of Development and Capital*, 6(1), 1-18. [In Persian] <https://doi.org/10.22103/jdc.2021.16550.1107>
- Laouid, A.A., Mohrem, A. and Djalab, A. (2022). A multi-objective grey wolf optimizer (GWO)-based multi-layer perceptrons (MLPs) trainer for optimal PMUs placement, *COMPEL - The international journal for computation and mathematics in electrical and electronic engineering*, 41(1): 187-208. <https://doi.org/10.1108/COMPEL-01-2021-0018>

- Le, T.D.Q. and Nguyen, D.T. (2022). Bank stability, credit information sharing and a shift toward households' lending: international evidence, *International Journal of Managerial Finance*, 18(5): 979-996. <https://doi.org/10.1108/IJMF-07-2021-0311>
- Louhichi, A., Louati, S. and Boujelbene, Y. (2019). Market-power, stability and risk-taking: an analysis surrounding the riba-free banking, *Review of Accounting and Finance*, 18(1): 2-24. <https://doi.org/10.1108/RAF-07-2016-0114>
- Mir Bagheri Haier, M, N., Nahidi Amir Khiz, M, R., Shokohi Fard, S. (2017). Assessment of Financial Stability and Factors Affecting the Financial Stability of the Country's Banks. *Quarterly Journal of Applied Theories of Economics*, 4(15): 23-42. [In Persian] <http://qjefp.ir/article-1-444-fa.html>
- Mirjalili, S. A., Mirjalili, S. M and Lewis, A. (2014). Grey Wolf Optimizer, *Advances in Engineering Software*, 69(2): 46-61.
- Mohammad, S., Asutay, M., Dixon, R., Platonova, E. (2020). Liquidity risk exposure and its determinants in the banking sector: A comparative analysis between Islamic, conventional and hybrid banks, *Journal of International Financial Markets, Institutions and Money*, 66(2):1-33. <https://doi.org/10.1016/j.intfin.2020.101196>
- Pham, V.H.S., Trang, N.T.N. and Dat, C.Q. (2023). Optimization of production schedules of multi-plants for dispatching ready-mix concrete trucks by integrating grey wolf optimizer and dragonfly algorithm, *Engineering, Construction and Architectural Management*, Vol. ahead-of-print No. ahead-of-print. <https://doi.org/10.1108/ECAM-12-2022-1176>
- Pinto, G., Rastogi, S. and Agarwal, B. (2024). Does promoters' holding influence the liquidity risk of banks?, *Journal of Financial Regulation and Compliance*, Vol. ahead-of-print No. ahead-of-print. <https://doi.org/10.1108/JFRC-09-2023-0144>
- Radfar H, shahchera M, saboori B. Simultaneous Effect of Liquidity Risk and Credit Risk on the Stability of Banks that Accepted in Tehran Stock Exchange. *qjefp* 2019; 7 (27): 191-214 [In Persian] <http://qjefp.ir/article-1-995-fa.html>
- Roghani, R., Sadeghi, S, K. (2023). A Study of Anti-Money Laundering Regulations and Banking Sector Stability in Bank Melli Iran, *Quarterly Journal of Applied Theories of Economics*, 9(4), 249-276. [In Persian] <https://doi.org/10.22034/ECOJ.2023.52425.3081>
- Rostamzadeh, P., Samadi, A. H., & Yadegar, Z. (2018). Institutional Quality, Increasing Share of Private Banks and Banking System Stability in Iran. *Journal of Economics and Modelling*, 9(1): 143-171. [In Persian] https://ecoj.sbu.ac.ir/article_74239.html
- Syed, A.A. (2024). Economic policy uncertainty and Indian banking stability: the mediating role of regulation and supervision, *Journal of Financial Regulation and Compliance*, 32(1): 47-60. <https://doi.org/10.1108/JFRC-03-2023-0038>
- Taheri, M. (2020). The effect of systematic risk on Iranian banks stability. *Journal of Iranian Economic Issues*, 7(2): 225-241. [In Persian] <https://doi.org/10.30465/ce.2020.5977>
- Taheri, S. N., Bijan, B., Zandi, F., & Rabiei, M. (2022). Investigating the effect of stability in the banking industry on the efficiency of the banking system of the Iranian economy. *Economic Strategy*, 10(39): 657-726. [In Persian] https://econrahbord.csr.ir/article_146172.html?lang=fa
- Thomas, S.S., Bansal, M. and Ahmed, I.E. (2023). Investigating the disclosure compliance of Basel III in emerging markets: a comparative study between UAE and Indian banks, *Journal of Financial Regulation and Compliance*, 31(3): 281-297. <https://doi.org/10.1108/JFRC-02-2022-0018>
- Verma, D. and Chakarwarty, Y. (2023). Impact of bank competition on financial stability-a study on Indian banks, *Competitiveness Review*, Vol. ahead-of-print No. ahead-of-print. <https://doi.org/10.1108/CR-07-2022-0102>