



## Evaluation of Effective Criteria for the Desirability of Financial Stability Integration Based on the Comparison of Metaheuristic Algorithms: A Case Study of Banks Listed on the Tehran Stock Exchange

Zahra Jafari 

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

Rahim Bonabi  
Ghadim\* 

Assistant Professor of Accounting, Maragheh Branch,  
Islamic Azad University, Maragheh, Iran

Rasool Abdi 

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

### Abstract

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

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

\* Corresponding Author: [r\\_bonabi@iau-maragheh.ac.ir](mailto:r_bonabi@iau-maragheh.ac.ir)

**How to Cite:** Jafari, Z., Bonabi Ghadim, R., Abdi, R. (2024). Evaluation of Effective Criteria for the Desirability of Financial Stability Integration Based on the Comparison of Metaheuristic Algorithms: A Case Study of Banks Listed on the Tehran Stock Exchange, *Empirical Studies in Financial Accounting*, 21(81), 179-225. DOI: 10.22054/qjma.2024.78048.2541

### **1. Introduction**

One of the most important changes in the economic systems of societies is the increasing focus on the functions of financial stability in the banking systems of countries, which has been increasingly taken into account in macroeconomic policies. It is important to note that, due to reasons such as international sanctions, the banking system in developing countries faces many challenges, including disruptions in the banking system and financial exchanges as a result of the reduced foreign trade. This can lead to increased financial costs and risks, reduce public trust in the banking system, diminish international interactions with foreign banks, and disrupt the economic balance. The purpose of this research is the evaluation of effective criteria for the desirability of financial stability integration based on the comparison of metaheuristic algorithms in banks listed on the 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 considered the financial stability of banks as a basis for economic growth functions in a definition and stated that a dynamic banking system needs to control the risks and costs of commercial transactions in a balanced economy to achieve stable financial stability. On the other hand, Verma and Chakarwarty (2023) suggested 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.

### **3. Methodology**

This study employs a combined and applied methodology. Initially, through a systematic content screening process, the effective criteria for the desirability of financial stability integration are used to evaluate banks listed on the 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, efforts are made to determine the optimal point of desirability of

financial stability integration for banks listed on the Tehran Stock Exchange. In this process, based on the expansion of the mathematical equations of each metaheuristic algorithm and the command codes of the MATLAB software, necessary actions are taken to answer the research questions.

#### 4. Result

The results showed that both innovative algorithms used in this study have the necessary capability to determine the desirability of the financial stability of banks listed on the Tehran Stock Exchange. However, 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 on the Tehran Stock Exchange. The results after executing command processes in MATLAB software indicated that both algorithms have the necessary capability to determine the desirability of the financial stability of banks admitted to the Tehran Stock Exchange. However, 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 is also found that the most effective criterion in strengthening the determination of the desirability of financial stability of banks is the liquidity circulation " $\theta_3$ " in the Gray Wolf algorithm.

#### 5. Discussion

It is also found that the most effective criterion in strengthening the determination of the desirability of banks' financial stability is the Turnover Ratio in the Gray Wolf algorithm. 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. This issue provides an explanation for 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

The results show that the banks whose total value of transactions in the capital market is higher than the average value of their total shares over a certain period have higher capacities for liquidity circulation. Furthermore, in providing banking services in current and investment matters in competitive projects, these banks have the upper hand compared to other banks. The existence of such added value of shares in the capital market can be considered as contributing to higher returns and lower risk for investing in these banks. Therefore, as the basics of determining the comparative evaluation between algorithms, i.e., the constant return to scale (CRS) and the variable return to scale (VRS) showed banks with higher liquidity circulation and relying on the Gray Wolf algorithm reach the optimal point faster. This finding illustrates 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.





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

دانشجوی دکتری، گروه مهندسی مالی، واحد مراغه، دانشگاه آزاد اسلامی، مراغه، ایران

زهرا جعفری

استادیار گروه حسابداری، واحد مراغه، دانشگاه آزاد اسلامی، مراغه، ایران

رحیم بنابی قدیم \*

دانشیار گروه حسابداری، واحد بناب، دانشگاه آزاد اسلامی، بناب، ایران

رسول عبدی

### چکیده

یکی از مهم‌ترین تغییرات در سیستم‌های اقتصادی جوامع، تمرکز بر کارکردهای ثبات مالی در نظام بانکی کشورها می‌باشد که بیش‌ازپیش 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 پذیرفته‌شده در بازار سرمایه می‌باشد. این مطالعه به لحاظ روش‌شناسی 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 پذیرفته‌شده اقدام می‌شود. سپس با اتکا به دو الگوریتم بهینه‌سازی ازدحام ذرات و گرگ خاکستری و استخراج داده‌های مرتبط با معیارهای شناسایی شده در حداث سال‌های ۱۳۹۷ تا ۱۴۰۱، تلاش می‌شود تا نقطه‌ی بهینه‌ی مطلوبیت یکپارچگی ثبات مالی بانک‌های پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار تهران مشخص شوند. در این فرآیند از طبق بسط معادلات ریاضی هریک از الگوریتم‌های فرا ابتکاری و کدهای دستوری نرم‌افزار متلب، نسبت به پاسخ به سؤال‌های 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 پذیرفته‌شده 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 پذیرفته‌شده 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 کسب‌شده 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.

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



## 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 با 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 آنجایی که 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 متوازنی 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 طوری که 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 به‌منظور حداکثر کردن کارایی اقتصادی تلقی می‌گردد (Le & Nguyen, 2022)؛ به‌عبارت‌دیگر ثبات در یک سیستم مالی زمانی برقرار خواهد بود که تخصیص منابع اقتصادی به‌صورت کارا و به‌سہولت انجام گیرد؛ اما در شرایطی که وجود مشکلات عدیده‌ی اقتصادی لطمات فراوانی به‌نظام 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 به‌موقع تسهیلات‌گیرندگان 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 بر اساس دقت مقایسه‌ی الگوریتم‌های فرا‌ابتکاری 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 موردبررسی 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 فرا‌ابتکاری 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 به‌عنوان یک مبنای استراتژیک بر اساس 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

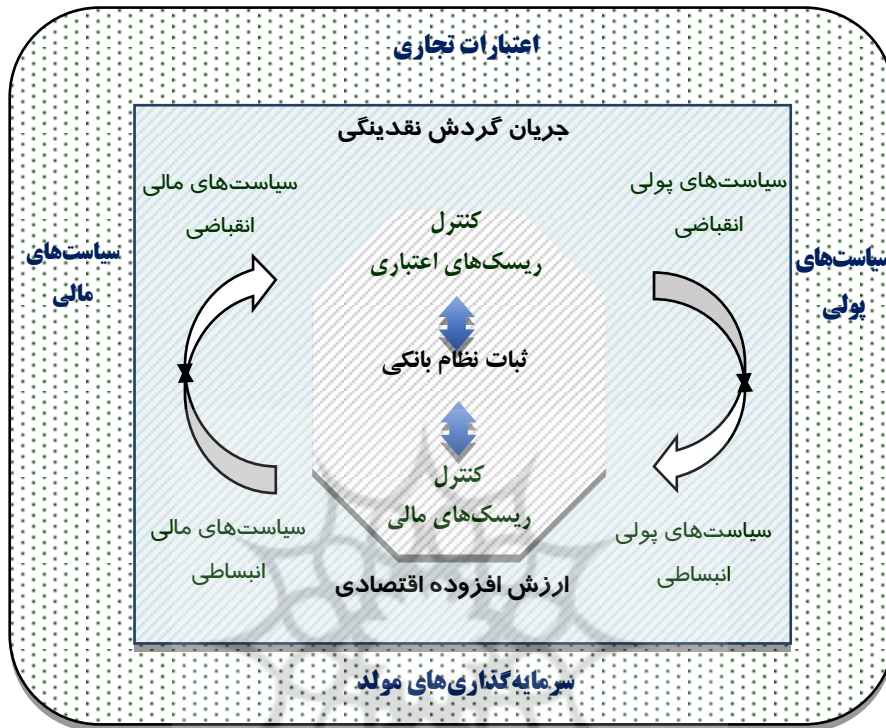


است. لذا توجه به این دست از مطالعه‌ها می‌تواند با به‌کارگیری مطلوب‌ترین الگوریتم‌های تحلیلی جهت شناسایی شوک‌های غیرمنتظره و کاهش سرایت ریسک‌های بخش مالی به بخش واقعی اقتصاد، به بهبود ثبات مالی سیستم‌های بانکی کشور کمک نماید. لذا این مطالعه به دنبال ارزیابی معیارهای مؤثر بر مطلوبیت ثبات مالی بر اساس مقایسه‌ی الگوریتم فراابتکاری در سطح بانک‌های پذیرفته‌شده در بازار سرمایه می‌باشد.

### مبانی 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 برمی‌شمارند 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) بر اساس یک چرخه‌ی سیستماتیک، فرآیندهای دستیابی به ثبات نظام بانکی را در قالب چارچوب شکل (۱) ارائه نمودند.

شکل (۱) چرخه‌ی سیستماتیک ثبات نظام بانکی



در این چارچوب سیستمی، فاکتورهای بیرونی همچون سیاست‌های پولی/مالی به‌عنوان زمینه‌های جریان نقدینگی و اعتبارات تجاری به همراه سرمایه‌گذاری‌های مولد به‌عنوان 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 به کارگیری 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 and Alexios (2014) در همین راستا و باهدف ارزیابی بیشتر دلایل

بی‌ثباتی بانک‌ها، سه فرضیه که با الهام از بی‌ثباتی مالی واکاوی شده است را در قالب شکل (۲) ارائه نمود. درواقع 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 چگونه به سمت بی‌ثباتی حرکت می‌کنند.

شکل (۲) فرضیه‌های بی‌ثباتی بانک‌ها از نظر پایداری



طبق این چارچوب، فرضیه ناکارآمدی مالی (Financial Inefficiency Hypothesis) به‌عنوان عامل بی‌ثباتی نظام بانکی، الزاماً کارکردهای نهادی نیست، بلکه شرایط حاکم بر بازار است که تعیین‌کننده‌ی تغییرات مرتبط با ریسک‌ها و بازده‌های 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 معاملات بالا در نظام بانکی، سیاست‌های مالی به سمت انبساط اعتباردهی و تورم‌داری‌ها 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 با توجه به مبانی نظری مطرح شده و بر اساس ماهیت پژوهش، سؤال‌های مطالعه را می‌توان به ترتیب زیر ارائه نمود:

- سؤال اول پژوهش) معیارهای مؤثر بر مطلوبیت یکپارچگی ثبات مالی بانک‌ها کدام‌اند؟
  - سؤال 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 سؤال 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 مبنای الگوریتم فرا ابتکاری یعنی بهینه‌سازی ازدحام ذرات و گرگ خاکستری، مشخص شود، با کدام‌یک 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 پذیرفته‌شده 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 بر اساس 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 (2023) and Nasir 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 پرتکرارترین کارکردهای ثبات مالی بانک‌های اسلامی در پژوهش‌های مشابه تمرکز بر نسبت‌های مالی به‌ویژه 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 صحرائی 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 به‌طور مثبت و قابل توجهی بر ثبات بانک‌ها و رشد اقتصادی اثر گذار می‌باشد. در نهایت نیز مشخص شد، مقررات سرمایه بانکی بر ثبات بانکی در کشورهای جنوب صحرائی 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 به‌دست 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 رژیم بر جسته 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 غیرخطی که مورد تأیید قرار گرفت بسیار تأثیر گذار 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 به‌خاطر 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 بهینه‌ی منابع مالی به بخش‌های موردنیاز، 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 درآمد بانک‌ها و درنهایت کاهش کارایی سیستم بانکی شده است که اگر این مشکلات برطرف شود دیگر دلیلی برای بی‌ثباتی بانک‌ها وجود ندارد.

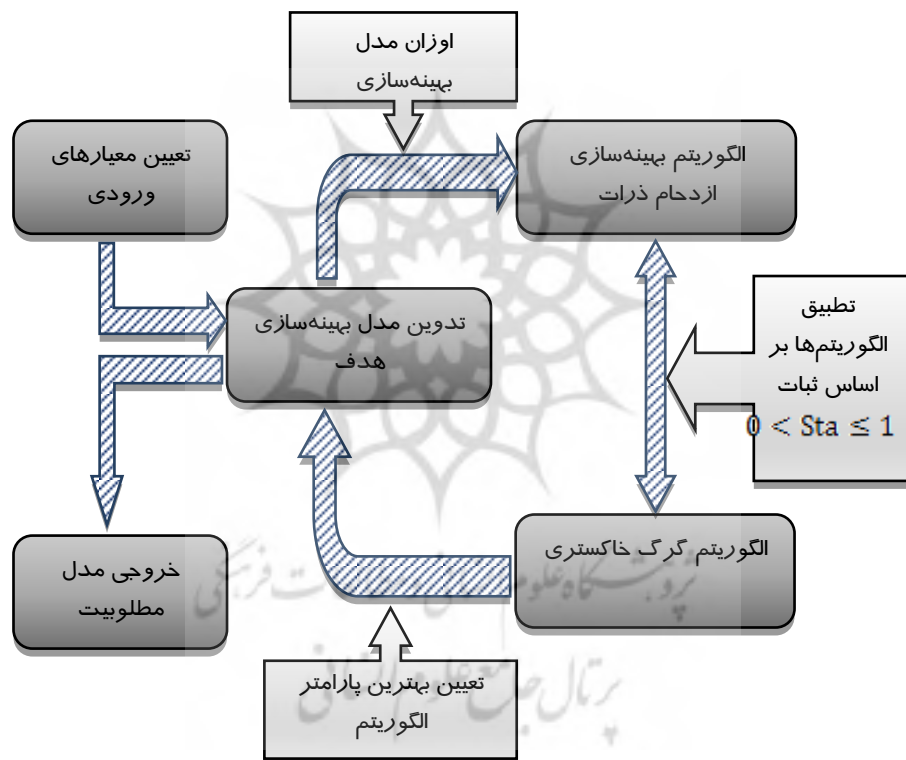
مرور پیشینه‌های پژوهش نشان می‌دهد، غالب پژوهش‌های گذشته بر اساس داده‌های سری زمانی و با اتکا به فرآیندهای تحلیلی رگرسیونی و اقتصادسنجی انجام گرفته است؛ اما این مطالعه تلاش دارد تا ضمن شناسایی فاکتورهای مؤثر در مطلوبیت یکپارچگی ثبات مالی نظام بانکی، با استفاده از مکانیزم‌های الگوریتم‌های فرابتکاری به دنبال ارزیابی معیارهای شناسایی شده جهت تعیین دقت پیش‌بینی بالاتر در سطح بانک‌های پذیرفته‌شده 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 پشوانه‌ی تجربی مطالعه‌های آینده را توسعه بخشد.

## روش‌شناسی پژوهش

ماهیت این مطالعه به لحاظ جمع‌آوری داده‌ها، ترکیبی است، به طوری که در بخش کیفی و با اتکا 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 فراابتکاری 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 پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار تهران، بر اساس دو الگوریتم بهینه‌سازی ازدحام ذرات و گرگ خاکستری در حدها فصل سال‌های ۱۳۹۷ تا ۱۴۰۱ مورد بررسی قرار می‌گیرد. همچنین باید بیان نمود، فرآیند آزمون مدل پژوهش شامل سه مرحله که به ترتیب عبارت‌اند از اطلاعات اولیه و ورودی مدل جهت ارزیابی مطلوبیت یکپارچگی ثبات مالی نظام

بانکی (مرحله اول)؛ پردازش اطلاعات ورودی بر اساس الگوریتم‌های یادشدهی فرا ابتکاری (مرحله دوم) و تجزیه و تحلیل و دستیابی به خروجی‌های مدل ارائه شده بر اساس سؤال دوم پژوهش (مرحله سوم). شایان ذکر است که تجزیه و تحلیل داده‌ها بر اساس الگوریتم فرا ابتکاری و دستورهای اثباتی در نرم‌افزار متلب به اجرا می‌آید تا بتوان بر اساس آن خروجی‌های مدل را تفسیر نمود. لذا طبق شکل (۳) می‌توان فرآیند پیاده‌سازی تحلیل را بر اساس سؤال‌های پژوهش ارائه نمود.

شکل (۳) فرآیند پیاده‌سازی تحلیل



درواقع 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 ارزش بنگاه را برای ذینفعان حفظ و سعی در افزایش آن نمود. برای مواجهه 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، نیمه‌دولتی و خصوصی در بازه زمانی ۱۳۹۷ تا ۱۴۰۱ که داده‌های آن‌ها از سایت کودال قابل‌استخراج بود، موردبررسی قرار می‌گیرند. همچنین باید بیان نمود، جهت پیاده‌سازی تحلیلی مرتبط با ارزیابی الگوریتم‌های فرا ابتکاری که به بررسی تعیین مطلوبیت ثبات مالی بانک‌های پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار می‌پردازند، از آزمون آماری/رتبه‌بندی ویلکا کسون<sup>۱</sup> استفاده می‌گردد. لازم به توضیح است، در مطالعه‌هایی که هدف تک مینا است اما تفاوت بین دو فاکتور به‌عنوان 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 ارائه‌شده 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 مفهوم موردبررسی در بازه زمانی دو سال گذشته، نسبت به انجام ارزیابی انتقادی بر اساس ده معیار این تحلیل اقدام می‌شود. در واقع با مشارکت خبرگان پژوهش، به واسطه‌ی اختصاص امتیاز (۱) تا امتیاز (۵) به هر پژوهش بر اساس ده معیار ارزیابی انتقادی و شاخص «مد»، مرتبط‌ترین پژوهش‌ها برای غربالگری محتوایی سیستماتیک انتخاب می‌شوند؛ به عبارت دیگر بر اساس سیاهه ارزیابی انتقادی طبق جدول (۱) مشارکت کنندگان، به هر یک از ۱۰ معیار موردنظر در غربالگری سیستماتیک امتیاز ۱ تا ۵ می‌دهند تا نسبت به شناسایی پژوهش‌های دارای اولویت اقدام شود.

جدول (۱) نمونه سباه ارزیابی انتقادی

هدف پژوهش	روش پژوهش	طرح پژوهش	نمونه‌گیری	داده‌ها جمع‌آوری	تعمیم یافته‌ها	اخلاق‌گرایی پژوهشی	تحلیل آماری	قابلیت تئوریک	ارزش پژوهش

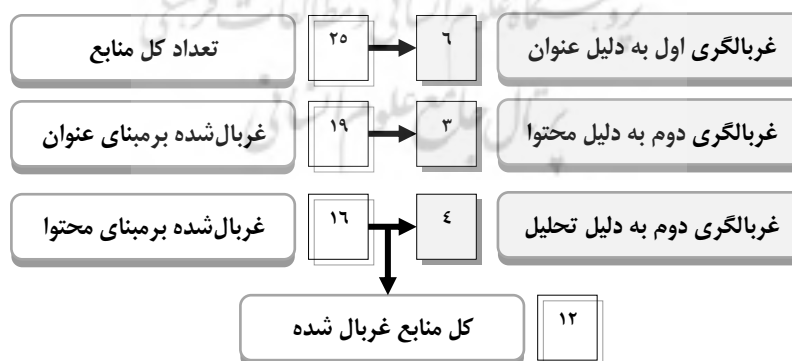
سپس پژوهش‌هایی که برحسب دستورالعمل تحلیل امتیاز ۳۰ و بالاتر را کسب نمایند، به‌عنوان مبنای غربالگری محتوایی سیستماتیک انتخاب می‌شوند تا برحسب بالاترین توزیع فراوانی، مهم‌ترین معیارهای مؤثر سنجش مطلوبیت ثبات مالی بانک‌ها مشخص شوند. لازم به توضیح است که محورهایی که در بیش از نصف پژوهش‌های تأییدشده، تکرار شوند، به‌عنوان ابعاد این پدیده در بخش کمی مورد مطالعه قرار می‌گیرند. طی این فرآیند ابتدا می‌بایست باهدف شناسایی ابعاد بروز شده‌ی مفهوم موردبررسی، در بازه زمانی تعیین‌شده، به‌عنوان جامعه هدف نظری، تمرکز شود. لذا طی غربالگری اولیه، بر اساس عنوان؛ محتوا و تحلیل، می‌بایست کلید واژگان اشاره‌شده در جدول (۲) مبنای شناسایی پژوهش‌ها از بانک‌های اطلاعاتی مجلات‌های بین‌المللی و داخلی تلقی شود.

جدول (۲) جستجوی کلمات کلیدی در انتخاب پژوهش‌های مشابه

فروانی	کلمات کلیدی جستجو در پژوهش‌های خارجی	کلمات کلیدی در پژوهش‌های داخلی	واژگان پژوهش‌های اولیه
۶ پژوهش	Financial Stability in Banking System	ثبات مالی در سیستم بانکی	
۵ پژوهش	Financial Risks in Banking System	ریسک‌های مالی در سیستم بانکی	
۳ پژوهش	Cash Flow of Banks	جریان نقدینگی بانک‌ها	
۳ پژوهش	Banking System Efficiency	کارایی نظام بانکی	
۵ پژوهش	Sustainability of Financial Recourse of Banking System	پایداری منابع مالی نظام بانکی	
۳ پژوهش	Institutional Supervisions in the Banking System	نظارت‌های نهادی در سیستم بانکی	

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 تناسب‌سازی اولیه، غربالگری بر اساس عنوان؛ محتوا و تحلیل صورت گیرد تا مشابه‌ترین پژوهش‌ها وارد فرآیند ارزیابی انتقادی شوند.

شکل (۴) غربالگری پژوهش‌های اولیه



بر اساس ارزیابی اولیه طبق شکل (۴)، از مجموع ۲۵ پژوهش اولیه، ۱۲ پژوهش وارد فرآیند

غریبالگری محتوایی می‌شوند که در ادامه بر اساس ۱۰ معیار این ارزیابی، مورد بررسی قرار می‌گیرند.

جدول (۳) تحلیل ارزیابی انتقادی

۱۲	۱۱	۱۰	۹	۸	۷	۶	۵	۴	۳	۲	۱	
طاهری و همکاران (۱۴۰۰)	غفوری و همکاران (۱۴۰۱)	Louhichi et al. (2019)	Mohammad et al. (2021)	Atellu et al. (2021)	Chand et al. (2021)	Le and Nguyen (2022)	Verna and Chakarwarty (2023)	Boachie et al. (2023)	Asif and Nasir (2023)	Syed (2024)	Badwan et al. (2024)	پژوهش‌های تأیید شده
۲	۲	۲	۲	۴	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۵	هدف
۴	۲	۴	۲	۲	۲	۲	۲	۴	۴	۲	۴	روش
۲	۲	۲	۱	۴	۴	۲	۲	۲	۲	۲	۲	طرح
۲	۲	۲	۲	۲	۵	۴	۴	۴	۲	۲	۴	نمونه‌گیری
۴	۱	۲	۲	۲	۴	۵	۲	۴	۵	۲	۴	جمع‌آوری
۴	۲	۲	۲	۲	۲	۵	۲	۴	۵	۲	۵	تعمیم
۲	۲	۴	۲	۲	۲	۴	۵	۴	۴	۲	۵	اخلاقی
۲	۳	۲	۱	۴	۴	۲	۵	۴	۲	۲	۴	تحلیل
۲	۳	۵	۲	۲	۴	۲	۲	۴	۳	۲	۳	تئوریک
۲	۲	۲	۲	۳	۵	۲	۴	۴	۴	۲	۴	ارزش
۳۲	۲۴	۳۴	۲۰	۳۲	۳۹	۳۷	۳۶	۳۸	۳۷	۲۶	۴۱	جمع

بر اساس امتیازهای اختصاص داده شده به ۱۲ پژوهش، طبق دستورالعمل فرآیند تحلیل غریبالگری محتوایی سیستماتیک، پژوهش‌هایی که امتیاز زیر ۳۰ را کسب نموده باشند، حذف می‌شوند 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 بر اساس 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	محققان معیارهای مؤثر	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	جمع
		Badwan et al. (2024)	Asif and Nasir (2023)	Boachie et al. (2023)	Verma and Chakarwarty (2023)	Le and Nguyen (2022)	Chand et al. (2021)	Atellu et al. (2021)	Louhichi et al. (2019)	طاهری و همکاران (۱۴۰۰)	
۱	حقوق صاحبان سهام	✓	✓	✓	-	-	-	✓	✓	✓	۶
۲	نسبت کفایت سرمایه	✓	-	-	-	✓	-	-	-	-	۲
۳	گردش نقدینگی	-	-	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	۷
۴	حساب‌های دریافتی	✓	✓	-	-	-	✓	-	-	-	۴
۵	مطالبات از شرکت‌های فرعی	-	-	✓	✓	-	✓	-	✓	✓	۴
۶	تسهیلات اعطایی به بانک‌های دیگر	-	✓	-	-	✓	✓	✓	✓	✓	۶
۷	دارایی‌های ثابت مشهود و نامشهود	-	-	-	✓	✓	✓	-	-	-	۳
۸	بدهی به سایر بانک‌ها و مؤسسات اعتباری	-	✓	-	-	-	-	✓	-	✓	۴
۹	تسهیلات	✓	✓	✓	-	✓	-	-	✓	-	۵

شماره	محققان معیارهای مؤثر	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	جمع
		Badwan et al. (2024)	Asif and Nasir (2023)	Boachie et al. (2023)	Chakarwarty Verna and (2023)	Le and Nguyen (2022)	Chand et al. (2021)	Atellu et al. (2021)	Lounichi et al. (2019)	ظاهری و همکاران (۱۴۰۰)	
	رهنی										
۱۰	تسهیلات جعاله	✓	-	-	-	-	✓	✓	-	✓	۴
۱۱	سپرده‌های جاری	✓	✓	✓	-	✓	-	✓	✓	-	۶
۱۲	رشد تسهیلات	-	-	-	✓	-	✓	-	✓	-	۳
۱۳	سپرده‌های بلندمدت	-	✓	✓	✓	-	✓	-	✓	✓	۶
۱۴	سپرده قانونی	✓	-	✓	-	✓	✓	-	✓	-	۵
۱۵	اوراق بهادار دولتی	-	✓	-	-	-	-	-	-	✓	۲
۱۶	رشد تسهیلات بانکی	-	✓	-	✓	✓	-	✓	✓	✓	۶

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 بر اساس تعاریف عملیاتی هر یک 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 (2023) Verma and Chakarwarty مورد تأیید قرار گرفته است به ترتیب زیر ارائه نمود:

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

(۱)

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:

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

که در آن:

$Sta_{i,t}$ ، ثبات مالی ناشی از تجمیع منابع مالی بانک  $i$  در سال  $t$  است و  $\gamma$  مجموعه فاکتورهای مؤثر بر مطلوبیت ثبات مالی بانک‌ها است.<sup>۲</sup> 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:

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

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 بر اساس شکل (۵) بر اساس دو محور

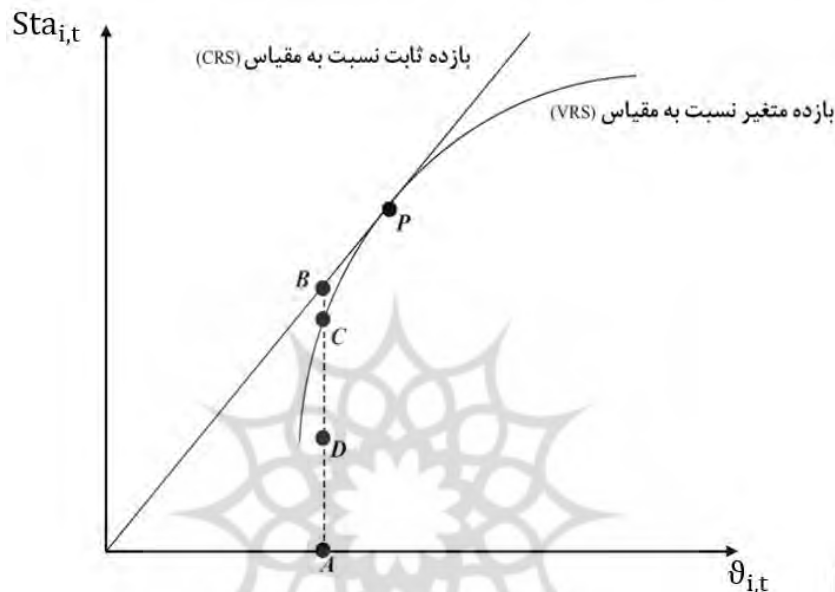
۱. حرف  $\tau$  یک کلمه یونانی است که اشاره  $\tau$  سال در بررسی‌های داده‌های شرکت‌ها دارد.

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



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



درواقع با در نظر گرفتن بانک  $i$  که در نقطه  $D$  فعالیت می‌کند، پایین بودن ظرفیت‌های ثبات مالی بانک‌ها و تحت بازده ثابت نسبت به مقیاس (CRS) با فاصله بین نقاط  $B$  و  $D$  (BD) نشان داده می‌شود. از طرف دیگر، تفاوت بین  $BD$  و  $CD$ ، یعنی  $BC$ ، نشان‌دهنده ثبات مالی بانک‌ها در نقطه  $P$  است؛ به عبارت دیگر، هر قدر معیارهای مؤثر بر مطلوبیت ثبات مالی بانک‌ها در بازده متغیر نسبت به مقیاس (VRS) به نقطه‌ی بهینه « $P$ » حرکت کنند، این به معنای آن است که سطح مطلوبیت ثبات مالی بالاتر است، در حالی که، قرار گرفتن بانک‌ها در حدفاصل نقاط « $D$ » و « $C$ » می‌تواند به‌عنوان پایین بودن مطلوبیت ثبات مالی بانک‌ها تلقی شود. لذا با توجه به تعریف معیارهای انتخابی، در این مطالعه، داده‌های ۹ بانک شامل اقتصاد نوین؛ پارسیان؛ پاسارگاد؛ تجارت؛ خاورمیانه؛ سینا؛ صادرات؛ کارآفرین و ملت مورد بررسی قرار می‌گیرد. با توجه به ماهیت داده‌های مورد محاسبه و تجمع آن از طریق استخراج صورت‌های مالی بانک‌ها در سایت کدال، این بانک‌ها برای بررسی انتخاب شدند. دلایلی از جمله عدم افشاء کامل داده‌های مورد سنجش و یا الزامی نبودن آن جهت

افشا، باعث شد تا در بازه زمانی مورد بررسی، مطالعه بر روی داده‌های این بانک‌ها تمرکز نماید. برای تعیین دو الگوریتم مطلوب از میان الگوریتم‌های فرا ابتکاری می‌بایست بر اساس توابع برازش مختلف هریک از نزدیک‌ترین الگوریتم‌های فرا ابتکاری با مقادیر مطلوب مجموعه‌ی داده‌ها، نسبت به انتخاب اقدام نمود. برای این منظور می‌بایست، ابتدا نسبت به ایجاد تعداد «M» جواب تصادفی و فازی بر اساس دو معیار ارزش واقعی ایجاد نمود. تا بتوان نسبت به محاسبه تابع هدف و تعیین جواب‌های بهینه مطلوب و بد ( $X_{best}^R$ ) اقدام نمود. سپس می‌بایست نسبت به تقسیم بازه‌های 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  $p = 1, 2, 3, 4, \dots, X_i^{EP}$  و  $X_{best}^R = X_i^{EP}$  و  $i = 1, 2, \dots, k$  به شرطی این معادله برقرار است که در فضای جواب، بهترین الگوریتم بالاتر از ۱ قرار بگیرد. لذا می‌بایست جمعیت اولیه (الگوریتم‌های بهینه‌سازی فرا ابتکاری) را در تابع تعریف شده قرار داد تا  $X_j^I; j = 1, 2, \dots, N$  به طوری که هریک از الگوریتم‌های پردازش شده بر اساس مقیاس‌ها از طریق تابع  $X_{best}^R = X_j^I \Rightarrow X_{best}^R = X_j^I$  مشخص می‌نمایند، کدام الگوریتم‌ها امکان دستیابی به مطلوبیت یکپارچه را دارند. نکته‌ی 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 بهینه‌سازی داشتند. لذا طبق جدول زیر اقدام به ارزیابی می‌شود.

جدول (۶) مبانی انتخاب بهترین الگوریتم فرا ابتکاری

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

لذا با توجه به برآزش ارزش هر یک از الگوریتم‌ها بر اساس معیارهای انتخاب‌شده، 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 بهینه‌سازی 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 بر اساس الگوی تکرار به اجرا در بیاید تا بر اساس آن بتوان نسبت به تعیین دقت هر یک از آن‌ها اقدام لازم صورت گیرد. لذا به تفکیک هر یک از الگوریتم‌ها می‌بایست مورد بررسی قرار گیرد. قبل از ورود به فرآیند سنجش مقایسه الگوریتم‌های تحلیلی، می‌بایست آمار توصیفی هر یک از متغیرهای پژوهش را طبق جدول (۷) ارائه نمود.

جدول (۷) آمار توصیفی

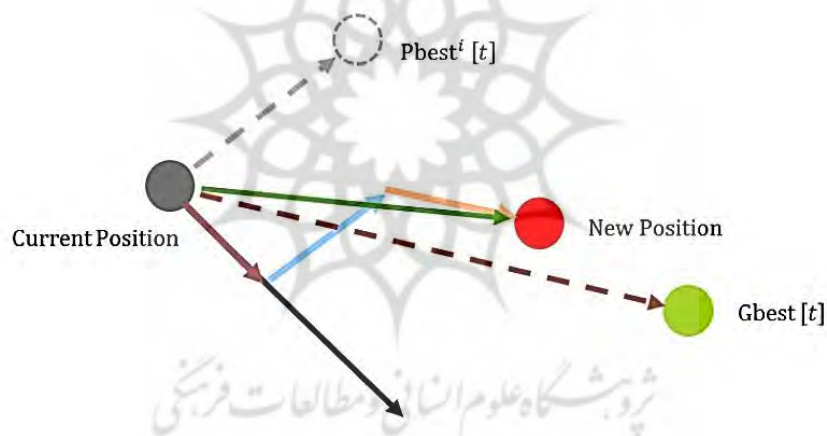
متغیر	نماد	میانگین	حداقل	حداکثر	انحراف معیار
حقوق صاحبان سهام	Equity	۰/۱۹۴	-۳/۱۷	۴/۰۹	۰/۴۵
گردش نقدینگی	Turnover Ratio	۸/۰۹۸	۶/۰۵۷	۱۰/۱۵	۰/۶۲۲
تسهیلات اعطایی به بانک‌های دیگر	Loans and Advances to banks	۴/۳۹۱	۲/۲۷۸	۶/۵۴۱	۱/۲۶۷
تسهیلات رهنی	Mortgage Loans	۱۳/۱۷	۱۰/۱۹	۱۷/۱۲	۱/۳۲
سپرده‌های جاری	Customer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

در ادامه نسبت به تحلیل‌های مرتبط با هر یک 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. نحوه‌ی 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  $t$ ام 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  $i$ ام 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  $c_2$  به‌عنوان عامل یادگیری با ضرایب شتاب شناخته می‌شوند. همچنین  $r_1$  و  $r_2$  نیز اعداد تصادفی در بازه ۰ و ۱ با توزیع یکنواخت تلقی 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 (به‌عنوان مثال، ایجاد اولیه ازدحام، مقداردهی اولیه سرعت، و غیره) به‌عنوان 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.

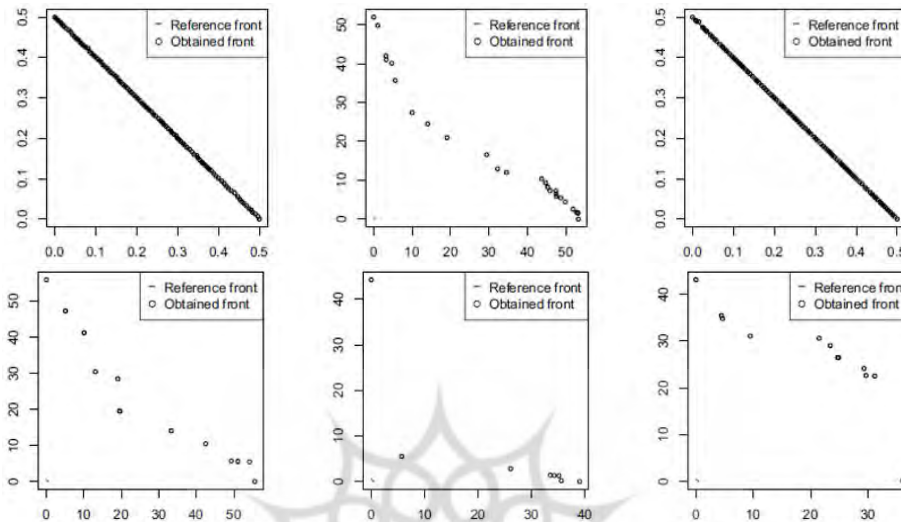
جدول (۸) کدهای اجرای الگوریتم بهینه‌سازی ازدحام ذرات

Listing 1: AutoMOPSO Template in Bank's financial stability	
1	<i>create initial swarm</i>
2	<i>evaluate swarm</i>
3	<i>initialize velocity</i>
4	<i>initialize local best</i>
5	<i>initialize global best archive</i>
6	<i>while termination condition is not met</i>
7	<i>update velocity</i>
8	<i>update position</i>
9	<i>perturbation</i>
10	<i>evaluate swarm</i>
11	<i>update local best</i>
12	<i>update global best archive</i>
13	<i>}</i>
14	<i>..</i>
15	<i>return global best archive</i>

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

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

ذرات ثابت مالی



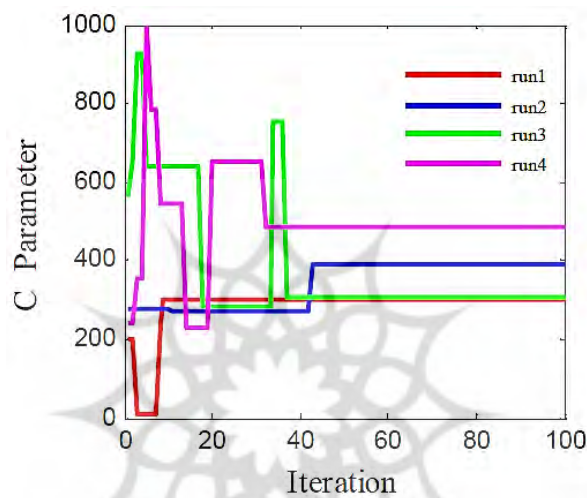
لذا به منظور درک بهتر اجرای مدل ارائه شده، می‌بایست طبق جدول (۹) کلیه معیارهای مؤثر در تعیین مطلوبیت ثابت مالی نظام بانکی در سطح بازار سرمایه کدهای آن بازتعریف شوند تا در جدول ارائه‌ی نتایج در دو بازه ثابت و متغیر طبق توضیح‌های ارائه شده در شکل (۵) مشخص شوند.

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

ردیف	معیارهای شناسایی شده	اختصار	Code
۱	حقوق صاحبان سهام	Equity	$\theta_2$
۲	گردش نقدینگی	Turnover Ratio	$\theta_3$
۳	تسهیلات اعطایی به بانک‌های دیگر	Loans and Advances to banks	$\theta_4$
۴	تسهیلات رهنی	Mortgage Loans	$\theta_5$
۵	سپرده‌های جاری	Customer Deposit Current	$\theta_6$
۶	سپرده‌های بلندمدت	Customer Deposit Saving Term	$\theta_7$
۷	سپرده قانونی	Bank reserves	$\theta_8$
۸	رشد تسهیلات بانکی	Bank LOAN Grow	$\theta_9$

در ادامه می‌بایست بر اساس پنج تکرار الگوریتم بهینه‌سازی ازدحام ذرات ثبات مالی نظام بانکی، ضرایب پارامترهای آماری تابع هدف مشخص شوند. نکته قابل توجه این است که با توجه 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 با توجه به این فرآیند، طبق جدول (۱۰) نسبت به اجرای الگوریتم بهینه‌سازی ازدحام ذرات ثبات مالی نظام بانکی اقدام می‌شود تا بر اساس 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 <sup>st</sup>		2 <sup>nd</sup>		3 <sup>rd</sup>		4 <sup>th</sup>		5 <sup>th</sup>	
	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

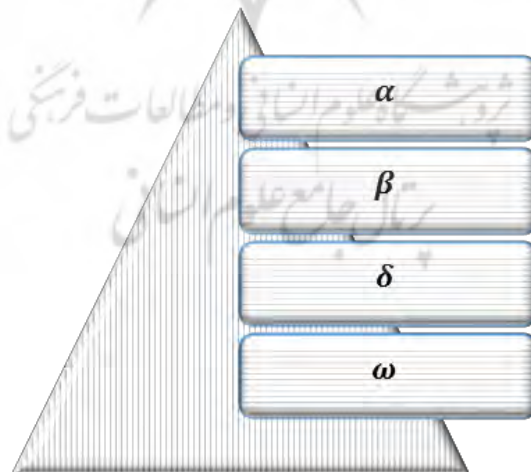
پارامتر	بیشینه	کمینه	متوسط	انحراف معیار	ضریب تغییرات
CRS	۱/۷۱۸	۱/۱۸۷	۱/۲۴۶	۰/۰۲۲۹	۰/۰۱۸۷
VRS	۱۶/۰۳۷	۱۴/۳۶۵	۱۵/۰۷۱	۱/۸۲۷	۰/۲۱۱

ضرایب ارائه شده، نشان از تأیید پارامترهای هر یک از معیارهای مؤثر ثبات مالی نظام بانکی بر اساس 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 فرا ابتکاری 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 برگرفته شده از زندگی گروهی گرگ‌ها و طریقه شکار آن‌ها می‌باشد. زندگی گروهی گرگ‌ها دارای سلسله‌مراتب اجتماعی دقیق و بسیار منظمی است. این سلسله‌مراتب را در می‌توان در شکل (۹) مشاهده نمود.

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





همان‌طور که در شکل (۹) مشاهده می‌شود، رأس هرم به گروه آلفا « $\alpha$ » مرتبط می‌باشد که به‌عنوان 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 « $\beta$ » است. مسئولیت گرگ بتا کمک در تصمیم‌گیری به گرگ آلفا و نیز سایر فعالیت‌های گروه می‌باشد. پایین‌ترین دسته در این سلسله‌مراتب، گرگ امگا « $\omega$ » است. گرگ امگا معمولاً از تمام گرگ‌های سطوح بالا پیروی می‌کند. سطح دیگری از این سلسله‌مراتب به دسته گرگ دلتا « $\delta$ » 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 راه‌حل‌کننده)، بتا و دلتا از لحاظ موقعیت شکار و طعمه، ارزش و دانش بهتری دارند. این ۳ راه‌حل به‌عنوان بهترین جواب‌ها در فضای جست‌وجو ذخیره می‌شوند، سپس مابقی گرگ‌ها (امگا) باید نسبت به بهترین موقعیت (راه‌حل)، موقعیت خود را در فضای جست‌وجو به‌روزرسانی کنند؛ به‌عبارت‌دیگر، موقعیت شکار به‌واسطه ۳ گروه آلفا، بتا و دلتا تخمین زده می‌شود، آنگاه دیگر گرگ‌ها متناسب با موقعیت به‌دست‌آمده به‌طور تصادفی حول شکار حلقه می‌زنند (Pham et al., 2023). معادله ۵، ۶ و ۷ چگونگی این تغییر مکان‌ها را بیان می‌کند.

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

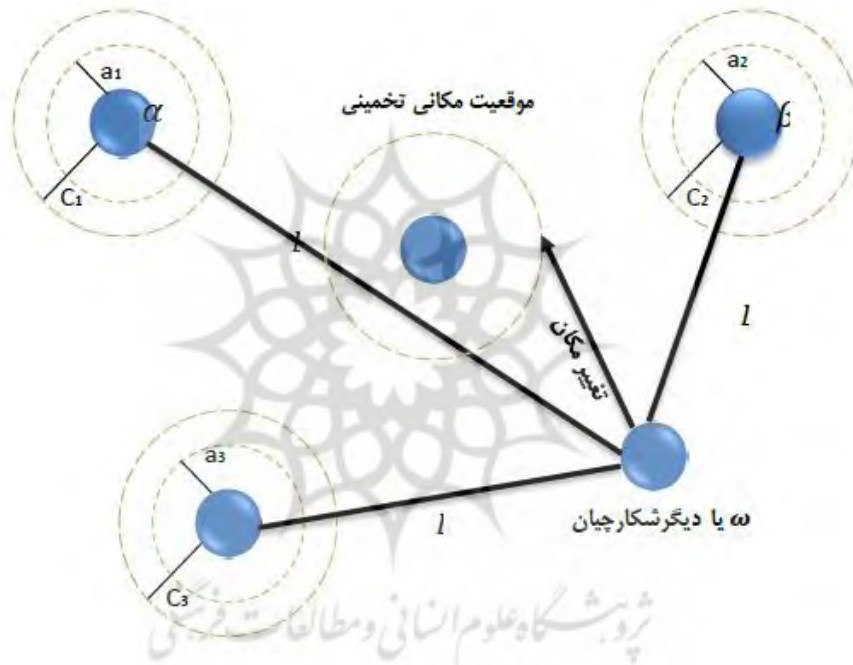
$$\begin{cases} X_1 = X_\alpha - A_1 \times \vec{D}_\alpha \\ X_2 = X_\beta - A_2 \times \vec{D}_\beta \Rightarrow A_t = 2 \times \alpha \times r_2 - \alpha \\ X_3 = X_\delta - A_3 \times \vec{D}_\delta \end{cases} \quad (4)$$

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

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.  $\alpha$  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  $X_\alpha$ ،  $X_\beta$  و  $X_\delta$  به ترتیب موقعیت گرگ آلفا، بتا و بر اساسی باشد. بر اساس 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

Listing 2: GWO Template in Bank's financial stability

```

for i=1:j
    a=max(x);
    if a>=(y+(s*g))
        disp(a);
        disp('kharej az radif mibashad');
        for k=1:j
            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، بر اساس 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 <sup>st</sup>		2 <sup>nd</sup>		3 <sup>rd</sup>		4 <sup>th</sup>		5 <sup>th</sup>	
	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 ارائه‌شده، نشان از تأیید پارامترهای هر یک از معیارهای مؤثر ثبات مالی نظام بانکی بر اساس الگوریتم گرگ خاکستری ثبات مالی نظام بانکی دارد. در واقع این ضرایب پیش فرض‌های ورودی به آزمون آماری ویلکاکسون جهت مقایسه داده‌ها در دو الگوریتم فرا ابتکاری می‌باشند. لذا با تعیین ضرایب هر یک از الگوریتم‌ها می‌توان دو الگوریتم فرا ابتکاری را طبق جدول (۱۴) ارائه نمود.

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

ردیف	معیارهای شناسایی شده	Code	مقیاس	الگوریتم بهینه‌سازی ازدحام ذرات	الگوریتم گرگ خاکستری
۱	حقوق صاحبان سهام	θ <sub>2</sub>	۱/۱۸۹ CRS	۳/۶۶۵	۵/۱۹۱
			۱۲/۲۷۳ VRS		
۲	گردش نقدینگی	θ <sub>3</sub>	۱/۱۲۲ CRS	۳/۸۱۸	۵/۲۰۳
			۱۲/۳۶۲ VRS		
۳	تسهیلات اعطایی به بانک‌های دیگر	θ <sub>4</sub>	۲/۰۲۱ CRS	۴/۰۲۳	۶/۱۷۲
			۱۳/۳۲۲ VRS		
۴	تسهیلات رهنی	θ <sub>5</sub>	۱/۰۰۸ CRS	۲/۲۱۹	۴/۷۷۶
			۱۱/۳۲۱ VRS		
۵	سپرده‌های جاری	θ <sub>6</sub>	۱/۲۱۹ CRS	۳/۹۹۸	۵/۴۵۱
			۱۳/۱۸۷ VRS		
۶	سپرده‌های بلندمدت	θ <sub>7</sub>	۱/۱۲۹ CRS	۳/۹۱۲	۵/۳۱۰
			۱۲/۴۰۱ VRS		
۷	سپرده قانونی	θ <sub>8</sub>	۲/۱۵۱ CRS	۴/۱۸۱	۶/۴۵۲
			۱۳/۳۷۷ VRS		
۸	رشد تسهیلات بانکی	θ <sub>9</sub>	۱/۳۲۹ CRS	۴/۰۶۳	۵/۶۴۷
			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 به‌منظور پاسخ به سؤال 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 سؤال 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 بر اساس ثبات مالی نظام بانکی

الگوریتم	تعداد ارزیابی تابع هدف	مقدار تابع کلی	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 ویلکاکسون 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 بر اساس جدول (۱۴) می‌بایست به تفکیک هر معیار مؤثر در مطلوبیت ثبات مالی بانک‌ها بر اساس ۵ دور تکرار الگوریتم‌های اجراشده، 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 نشان‌دهنده‌ی تفاوت

ضرایب بین دو عامل در ارزیابی الگوریتم‌های فرا ابتکاری می‌باشد.

جدول (۱۶) تعیین تأثیرگذارترین معیارهای مطلوبیت ثبات مالی بانک‌ها بر اساس تفاوت

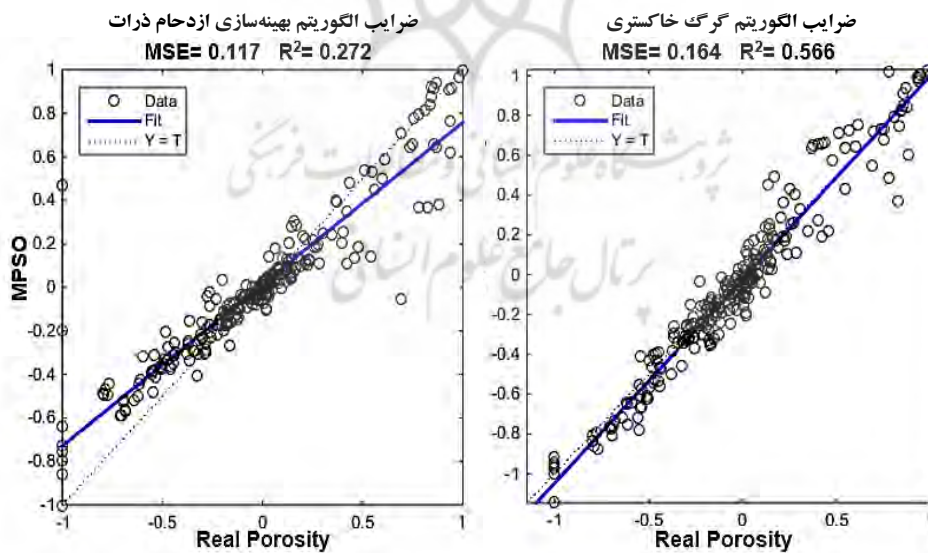
الگوریتم‌های فرا ابتکاری

رتبه‌بندی	R <sup>2</sup>	MSE	RMSE	5 <sup>th</sup>	4 <sup>th</sup>	3 <sup>rd</sup>	2 <sup>nd</sup>	1 <sup>st</sup>	مقیاس	معیارهای مؤثر	الگوریتم
هشتم	۰/۲۰۴	۰/۱۰۱	۰/۰۲۱	۰/۲۰۶	۰/۲۱۴	۰/۱۸۷	۰/۱۰۲	۰/۱۷۶	CRS	θ <sub>2</sub>	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 <sub>3</sub>	
				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 <sub>4</sub>	
				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 <sub>5</sub>	
				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 <sub>6</sub>	
				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 <sub>7</sub>	
				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 <sub>8</sub>	
				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 <sub>9</sub>	
				۰/۱۶۲	۰/۱۰۹	۰/۱۱۷	۰/۰۹۳	۰/۰۸۱	VRS		
	۰/۲۷۲	۰/۱۱۷	۰/۰۳۳	میانگین ضرایب الگوریتم بهینه‌سازی ازدحام ذرات							
سوم	۰/۶۶۵	۰/۱۷۴	۰/۰۴۶	۰/۰۷۴	۰/۰۳۱	۰/۰۴۳	۰/۰۰۸	۰/۰۱۳	CRS	θ <sub>2</sub>	الگوریتم گرگ خاکستری
				۰/۰۹۲	۰/۰۵۹	۰/۰۶۲	۰/۰۳۹	۰/۰۴۲	VRS		
اول*	۰/۶۹۴	۰/۱۹۳	۰/۰۵۵	۰/۰۶۴	۰/۰۲۷	۰/۰۳۸	۰/۱۰۰	۰/۰۱۹	CRS	θ <sub>3</sub>	
				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 <sub>4</sub>	
				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 <sub>5</sub>	
				۰/۱۰۱	۰/۰۵۲	۰/۰۷۸	۰/۰۶۳	۰/۰۴۷	VRS		

رتبه‌بندی	$R^2$	MSE	RMSE	5 <sup>th</sup>	4 <sup>th</sup>	3 <sup>rd</sup>	2 <sup>nd</sup>	1 <sup>st</sup>	مقیاس	معیارهای مؤثر	الگوریتم
پنجم	۰/۶۰۳	۰/۱۶۹	۰/۰۴۱	۰/۵۴۸	۰/۳۱۵	۰/۲۸۹	۰/۲۱۷	۰/۲۴۲	CRS	$\theta_6$	
				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	$\theta_7$	
				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	$\theta_8$	
				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	$\theta_9$	
				۰/۳۶۷	۰/۲۱۸	۰/۲۷۲	۰/۳۰۹	۰/۰۷۸	VRS		
				مجموع میانگین ضرایب الگوریتم گرگ خاکستری							
				۰/۵۶۶۲	۰/۱۶۴۸	۰/۰۴۳۵					

همان‌طور که مجموع میانگین ضرایب الگوریتم‌های فرا ابتکاری در ارزیابی معیارهای مؤثر مطلوبیت ثبات مالی بانک‌های پذیرفته‌شده 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 رتبه‌بندی معیارهای مؤثر مطلوبیت ثبات مالی بانک‌های پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار تهران به تفکیک در الگوریتم بهینه‌سازی ازدحام ذرات؛ سپرده قانونی بانک‌ها نزد بانک مرکزی «Og» و در الگوریتم گرگ خاکستری؛ گردش نقدینگی «Og» می‌باشند.

### بحث و نتیجه‌گیری

هدف این مطالعه، ارزیابی معیارهای مؤثر بر مطلوبیت یکپارچگی ثبات مالی بر اساس مقایسه‌ی الگوریتم‌های فرا ابتکاری در سطح بانک‌های پذیرفته‌شده در بازار سرمایه می‌باشد. همان‌طور که طی فرآیندهای تحلیلی این مطالعه با اتکا به روش‌شناسی ارائه‌شده مشخص ساخت، ابتدا از طریق غربالگری محتوایی سیستماتیک، تلاش شد تا معیارهای مؤثر در ارزیابی مطلوبیت یکپارچگی ثبات مالی بانک‌های پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار تهران مشخص شوند. برای این منظور با مرور ۱۲ پژوهش اولیه انتخاب‌شده در بازه زمانی ۲۰۱۹ تا ۲۰۲۴ و ۱۳۹۷ تا ۱۴۰۲، چک‌لیست‌های ارزیابی انتقادی بین مشارکت‌کنندگان 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، بر اساس ماهیت عملیاتی تعریف‌شده در جدول (۷)، استخراج شوند. در این مرحله داده‌ها ابتدا بر اساس 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 هر یک از داده‌های بسط داده‌شده به مرجع تحلیل، امکان ورود آن‌ها به ارزیابی مقایسه‌ای بین دو الگوریتم یادشده 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 پذیرفته‌شده 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 پذیرفته‌شده برخوردار می‌باشد. همچنین مشخص گردید که مهم‌ترین معیار مؤثر در تقویت تعیین مطلوبیت ثبات مالی بانک‌ها، گردش



نقدینگی « $\theta_3$ » 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 کسب‌شده 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 تعیین‌شده 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 ارزش‌افزوده‌ی 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 اتکا به الگوریتم گرگ خاکستری، سریع‌تر به نقطه‌ی بهینه دست می‌یابند و این مسئله نشان‌دهنده‌ی انعطاف‌پذیری منابع مالی در تخصیص به موقع به بازار و صنایع می‌باشد که در بلندمدت می‌تواند آورده‌های بالاتری را برای سهامداران نشان 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 کسب‌شده با نتایج آن‌ها انجام داد، اما می‌توان به لحاظ ماهیت مفهومی و هم‌راستا با اهمیت به کارگیری الگوریتم‌های فرا ابتکاری و بر اساس مبنای انتخاب گردش نقدینگی به‌عنوان مهم‌ترین معیار ثبات مالی، نتایج این مطالعه را با پژوهش‌هایی همچون (Badwan et al. (2024؛ Asif and Nasir (2023)؛ Le and

(Nguyen (2022)؛ Atellu et al. (2021) و Louhichi et al. (2019) مورد مقایسه قرار داد. هم‌راستا با نتایج این مطالعه می‌توان در وهله‌ی اول به استراتژیست‌های بانک‌های پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار تهران توصیه نمود تا با اتکا به معیارهای شناسایی‌شده در این مطالعه، اهداف عملیاتی و مالی خود را مبنی بر چگونگی راه‌کارهای 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 آنجایی که این مطالعه، در راستای ماهیت تحلیلی و پیاده‌سازی الگوریتمی به دنبال ارائه جواب‌ها و زیر جواب‌های بهینه برای تعیین مطلوبیت یکپارچگی ثبات مالی بانک‌های پذیرفته‌شده 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 به‌عنوان 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 به‌منظور تعیین مطلوبیت بهینه‌ی ثبات مالی بانک مشخص نمایند و بر اساس آن جهت‌گیری‌های استراتژیک را برای تغییر یا اصلاح لوایح و دستورالعمل‌های نهادی بکار گیرند تا منابع از تضييع حقوق ذینفعان گردند.

## تعارض منافع

تعارض منافع نداریم.


### ORCID

Zahra Jafari

Rahim Bonabi Ghadim

Rasool Abdi

 <http://orcid.org/0009-0007-8458-1365>

 <http://orcid.org/0000-0002-2771-8181>

 <http://orcid.org/0009-0001-9329-6335>

## منابع

- اسدی، زهره، یاوری، 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
- 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](https://ecoj.sbu.ac.ir/article_74239.html)
- روغنی، رزیتا، صادقی، سیدکمال. (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
- طاهری، سیده‌نسبیه، صفوی، بیژن، زندی، فاطمه، ربیعی، مهناز. (۱۴۰۰). بررسی تأثیر ثبات در صنعت بانکداری بر میزان کارایی سیستم بانکی اقتصاد ایران، *فصلنامه علمی پژوهشی راهبرد اقتصاد*، ۱۰(۳۹): ۶۵۷-۷۲۶. [https://econrahbord.csr.ir/article\\_146172.html?lang=fa](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.2020.5977241-225>
- 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): ۱۱۰-۱۱۸. <https://doi.org/10.22103/jdc.2021.16550.1107.118-1>
- میرباقری هیر، 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>

## References

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)
- Asif, R., & Nasir, A. (2023). Financial stability nexus of Islamic banks: an influential and intellectual science mapping structure. *Journal of Islamic Accounting and Business Research*, 15(4), 569-589. <https://doi.org/10.1108/JIABR-07-2022-0167>
- Atellu, A.R., Muriu, P., & 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., & 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., & 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., & 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., & 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, 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
- 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., & Botelho, A. (2024). The role of financial inclusion and institutional factors on banking stability in developing countries. *International Journal of Development Issues*. <https://doi.org/10.1108/IJDI-09-2023-0233>
- Laouid, A.A., Mohrem, A., & 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., & 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., & 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>
- Mirjalili, S. A., Mirjalili, S. M., & 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., & 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*. <https://doi.org/10.1108/ECAM-12-2022-1176>
- Pinto, G., Rastogi, S., & Agarwal, B. (2024). Does promoters' holding influence the liquidity risk of banks?. *Journal of Financial Regulation and Compliance*. <https://doi.org/10.1108/JFRC-09-2023-0144>
- 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>

- Thomas, S.S., Bansal, M., & 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., & Chakarwarty, Y. (2023). Impact of bank competition on financial stability-a study on Indian banks. *Competitiveness Review: An International Business Journal*, 34(2), 277-304. <https://doi.org/10.1108/CR-07-2022-0102>

#### References [In Persian]

- Asadi, Z., & Yavari, K. (2022). The effect of sanctions on financial instability of Iranian banks. *Quarterly Journal of Quantitative Economics*, 18(4), 1-35. <https://doi.org/10.22055/jqe.2020.30490.2131> [In Persian]
- 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. <http://qjefp.ir/article-1-1384-fa.html> [In Persian]
- 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. <https://doi.org/10.22103/jdc.2021.16550.1107> [In Persian]
- 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. <http://qjefp.ir/article-1-444-fa.html> [In Persian]
- Radfar, H., Shahchera, M., & Saboori, B. (2019). Simultaneous Effect of Liquidity Risk and Credit Risk on the Stability of Banks that Accepted in Tehran Stock Exchange. *Quarterly Journal of Fiscal and Economic Policies*, 7(27), 191-214 <http://qjefp.ir/article-1-995-fa.html> [In Persian]
- 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. <https://doi.org/10.22034/ECOJ.2023.52425.3081>

[In Persian]

- 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. [https://ecoj.sbu.ac.ir/article\\_74239.html](https://ecoj.sbu.ac.ir/article_74239.html) [In Persian]
- Taheri, M. (2020). The effect of systematic risk on Iranian banks stability. *Journal of Iranian Economic Issues*, 7(2), 225-241. <https://doi.org/10.30465/ce.2020.5977> [In Persian]
- 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. [https://econrahbord.csr.ir/article\\_146172.html?lang=fa](https://econrahbord.csr.ir/article_146172.html?lang=fa) [In Persian]



پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی  
رتال جامع علوم انسانی

**استناد به این مقاله:** جعفری، زهرا، بنایی قدیم، رحیم، عبدی، رسول. (۱۴۰۳). ارزیابی معیارهای مؤثر بر مطلوبیت یکپارچگی ثبات مالی بر اساس مقایسه‌ی الگوریتم‌های فرا ابتکاری: مطالعه‌ی مورد بانک‌های پذیرفته‌شده در بازار سرمایه، *مطالعات تجربی حسابداری مالی*، ۲۱(۸۱)، ۱۷۹-۲۲۵. DOI: [10.22054/qjma.2024.78048.2541](https://doi.org/10.22054/qjma.2024.78048.2541)



Empirical Studies in Financial Accounting is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License.



پرویشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی  
پرتال جامع علوم انسانی