KMAN PUBLISHING INSTITUTE
Journal Website

Article history:
Received 07 October 2023
Revised 19 November 2023
Accepted 21 December 2023
Published online 22 December 2023

Journal of Technology in Entrepreneurship and Strategic Management

Volume 2, Issue 4, pp 69-84

E-ISSN: 3041-8585

Presenting an Optimization Model for Fintech Based on Artificial Intelligence Indices in the Financial Market

Esmat. Ghasemzadeh[1], Mohammad Ali. Keramati[1*], Safia. Mehrinejad[2], Azadeh. Mehrani[3]

[1] Department of Industrial Management, Central Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran
[2] Department of Financial Management, Central Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran
[3] Department of Financial Management, Nowshahr Branch, Islamic Azad University, Nowshahr, Iran

*** Corresponding author email address**: mohammadalikeramati@yahoo.com

A r t i c l e I n f o

Article type:
Original Research

How to cite this article:
Ghasemzadeh, E., Keramati, M. A., Mehrinejad, S., & Mehrani, A. (2023). Presenting an Optimization Model for Fintech Based on Artificial Intelligence Indices in the Financial Market. *Journal of Technology in Entrepreneurship and Strategic Management*, *2*(4), 69-84.

© 2023 the authors. Published by KMAN Publication Inc. (KMANPUB), Ontario, Canada. This is an open access article under the terms of the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International (CC BY-NC 4.0) License.

A B S T R A C T

The aim of this research is to present an optimization model for fintech based on artificial intelligence indices in the financial market. This research is exploratory in nature due to the model presentation and is considered applied since its results are utilized by stakeholders. The Non-dominated Sorting Genetic Algorithm II (NSGA-II) was employed as a metaheuristic method to solve nine problem simulations. The results obtained from this method were then compared with the epsilon-constraint method, and the relationship between the solutions indicated that the developed NSGA-II algorithm is capable of reaching appropriate solutions in a shorter time compared to the epsilon-constraint method, particularly for large-scale problem tests. The outcomes from solving the proposed mathematical model through the presented nine problem simulations were solved using the specified algorithms in GAMS and MATLAB software. The model considered in this research is a bi-objective model aimed at minimizing inter-cell movements and fintech purchases (cell formation) and maximizing the relationships of AI operators with network considerations and operator efficiency on fintechs (operator allocation). This model not only improves the efficiency of fintechs but also provides a novel and effective approach to adapting to various challenges in the financial market. Therefore, utilizing this optimization model can enhance performance and profitability in the financial market and contribute to development and progress in the financial space.

Keywords: *Fintech, Artificial Intelligence, Financial Market, Non-dominated Sorting Genetic Algorithm (NSGA-II).*

Introduction

The financial technology (Fintech) sector has emerged as a dynamic and rapidly evolving field over recent decades. Leveraging advanced technologies, including artificial intelligence (AI), Fintech aims to enhance financial processes and offer innovative solutions to existing challenges within financial markets (Abad-Segura et al., 2020). Fintech's role extends beyond increasing efficiency and reducing costs; it significantly contributes to economic development and financial inclusion by facilitating broader access to financial services (Utami et al., 2021). One critical aspect of Fintech is the integration of AI to improve financial services. AI's capabilities in analyzing big data and utilizing complex algorithms can enhance financial processes and accelerate decision-making accuracy (Bandyopadhyay, 2022). For instance, robo-advisors, powered by AI, assist clients in making informed investment decisions, thereby mitigating investment risks (Belanche et al., 2019).

The use of advanced technologies in Fintech also promotes sustainable development. Evidence from China's peer-to-peer platforms highlights Fintech's potential in supporting sustainable growth (Deng et al., 2019). Furthermore, the adoption of blockchain technology in financial systems can enhance transparency and reduce corruption (Kazachenok et al., 2023). However, the integration of these technologies also brings challenges, such as ethical issues and privacy concerns associated with AI in financial systems (Rizinski et al., 2022). Additionally, consumer acceptance of Fintech is influenced by factors like the fear of COVID-19 (Abdul-Rahim et al., 2022).

One pivotal approach to improving Fintech is through advanced optimization algorithms like the Non-dominated Sorting Genetic Algorithm II (NSGA-II). These algorithms analyze complex data and simulations to provide optimal solutions for financial issues (Dunis et al., 2016). For example, NSGA-II can significantly optimize resource allocation and reduce operational costs in financial operations (Zhou & Zheng, 2021). The aim of this research is to present an optimization model for fintech based on artificial intelligence indices in the financial market.

Methods and Materials

This research, exploratory and applied in nature, employs a quantitative approach to optimize Fintech based on AI indices in the financial market. Initially, effective components were identified using a library technique and document review. Subsequently, a mathematical model was formulated and optimized using the epsilon-constraint method in GAMS software and the NSGA-II algorithm in MATLAB. The study focused on Fintech companies and the banking industry as the case study.

The model's assumptions include fixed numbers of financial markets (cells), AI operations, and various types of Fintech with no capacity limits for each. Each AI operation is processed by at least one Fintech, with each financial operator assigned to only one Fintech. The model minimizes inter-cell movements and Fintech purchases (cell formation) and maximizes AI operator relationships with network considerations and efficiency on Fintechs (operator allocation).

The problem is formulated as a bi-objective model with the following objectives:

Minimize the total time and cost of financial operations.

Maximize the efficiency of AI operators and their compatibility in a network.

Findings

The research presented and solved nine problem simulations using GAMS and MATLAB. The NSGA-II algorithm demonstrated a higher capability to reach suitable solutions in a shorter time compared to the epsilon-constraint method, especially for large-scale problem tests.

The results from solving the proposed model showed that the NSGA-II algorithm effectively optimizes AI indices in the financial market, providing solutions faster than the epsilon-constraint method. This indicates the algorithm's potential in enhancing the efficiency of financial operations.

Discussion and Conclusion

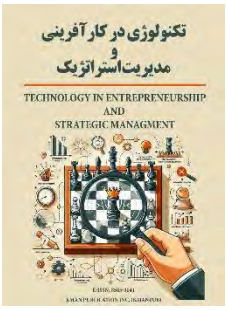
The findings highlight that the NSGA-II algorithm significantly improves the optimization of AI indices in the financial market. By analyzing complex data and providing optimal solutions, NSGA-II achieved results faster than traditional methods, affirming its efficacy in enhancing financial systems' performance and efficiency. Prior studies also emphasize the importance of optimization algorithms in improving Fintech performance, noting AI and advanced algorithms' role in enhancing predictive accuracy and reducing investment risks (Dunis et al., 2016; Sheng et al., 2022).

Another crucial outcome is the positive impact of AI on reducing operational costs and increasing profitability in financial markets. The NSGA-II algorithm, through detailed data analysis and optimal solution provision, helped minimize costs associated with cell formation and operator allocation. These findings align with previous studies, which show AI's role in improving efficiency and reducing operational costs in financial systems (Bandyopadhyay, 2022; Belanche et al., 2019).

The research also revealed that AI and optimization algorithms could enhance financial inclusion and access to financial services for various societal groups. Digital platforms and mobile applications can facilitate financial services for low-income individuals and rural areas, supporting economic improvement and job creation (Al-Okaily et al., 2022; El-Said, 2021). Another significant finding is AI's role in increasing transparency and reducing corruption in financial systems. The NSGA-II algorithm, through precise data analysis and optimal solution provision, improved transparency in financial transactions and reduced corruption. This corresponds with previous studies, which show AI and blockchain technology's potential in enhancing transparency and reducing corruption in financial systems (Kazachenok et al., 2023). Despite the valuable insights, this research has limitations, including using simulated data instead of real financial market data. While simulated data allows for detailed analysis and variable control, the results may not fully generalize to real-world conditions. Additionally, the study focused solely on the NSGA-II algorithm, and exploring other optimization algorithms could yield different results.

Future research should use real financial market data for more generalizable results and compare various optimization algorithms to identify the best methods for optimizing AI indices in the financial market. Moreover, future studies could explore AI's impact on different financial market aspects, such as transparency, financial inclusion, and corruption reduction. In conclusion, this research demonstrates that AI and optimization algorithms significantly enhance financial systems' performance and efficiency. Financial organizations and banks are encouraged to utilize these technologies to improve decision-making accuracy and speed, reduce operational costs, and enhance financial inclusion and transparency. This research underscores the transformative potential of AI and optimization algorithms in the financial market, paving the way for improved performance and profitability in the financial sector.

E-ISSN: 3041-8585



شاپای الکترونیکی: ۳۰۴۱-۸۵۸۵

تکنولوژی در کارآفرینی و مدیریت استراتژیک

دوره ۲، شماره ۴، صفحه ۸۴-۶۹

PUBLISHING INSTITUTE

وبسایت مجله

تاریخچه مقاله
دریافت شده در تاریخ ۱۳ مهر ۱۴۰۲
اصلاح شده در تاریخ ۲۸ آبان ۱۴۰۲
پذیرفته شده در تاریخ ۳۰ آذر ۱۴۰۲
منتشر شده در تاریخ ۱ دی ۱۴۰۲

ارائه الگوی بهینه سازی فین تک براساس شاخص‌های هوش مصنوعی در بازار مالی

عصمت قاسم زاده[۱*]، محمدعلی کرامتی[۱]، صفیه مهری نژاد[۲]، آزاده مهرانی[۳]

۱. گروه مدیریت صنعتی، واحد تهران مرکزی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران
۲. گروه مدیریت مالی، واحد تهران مرکزی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران
۳. گروه مدیریت مالی ، واحد نوشهر، دانشگاه آزاد اسلامی، نوشهر، ایران

[*] **ایمیل نویسنده مسئول:** mohammadalikeramati@yahoo.com

اطلاعات مقاله

نوع مقاله

پژوهشی اصیل

نحوه استناد به این مقاله:

قاسم زاده، عصمت.، کرامتی، محمدعلی.، مهری نژاد، صفیه.، و مهرانی، آزاده. (۱۴۰۲). ارائه الگوی بهینه سازی فین تک براساس شاخص‌های هوش مصنوعی در بازار مالی. *تکنولوژی در کارآفرینی و مدیریت استراتژیک*، ۲(۴)، ۸۴-۶۹.

© ۱۴۰۲ تمامی حقوق انتشار این مقاله متعلق به نویسنده است. انتشار این مقاله به‌صورت دسترسی آزاد مطابق با گواهی (CC BY-NC 4.0) صورت گرفته است.

چکیده

هدف پژوهش ارائه الگوی بهینه سازی فین تک براساس شاخص‌های هوش مصنوعی در بازار مالی بوده است. پژوهش به علت ارائه الگو از نوع پژوهش‌های اکتشافی است و چون بهره وران از نتایج آن استفاده می‌کنند، کاربردی تلقی می‌شود. الگوریتم ژنتیک مرتب سازی نامغلوب (NSGA-II) به عنوان یک روش فرابتکاری برای حل ۹ شبیه سازی مسئله مورد استفاده قرار گرفت سپس جوابهای بدست آمده از این روش با روش اپسیلن محدودیت مقایسه شدند، ارتباط بین جواب‌ها نشاندهنده آن است که الگوریتم توسعه داده شده NSGA-II توانایی رسیدن به جواب مناسب در زمان کوتاه‌تر در مقایسه با روش اپسیلن محدودیت علی‌الخصوص برای تست مسئله‌های بزرگ مقیاس را دارا می‌باشد. نتایج حاصل از حل مدل ریاضی پیشنهادی با ارائه نه شبیه سازی مسئله به وسیله الگوریتم‌های مورد نظر بیان شده و در نرم افزار GAMS و MATLAB حل گردید. مدلی که در این تحقیق در نظر گرفته شده است یک مدل دو هدفه برای حداقل سازی حرکات بین سلولی و خرید فین تک (تشکیل سلول) و بیشینه سازی روابط عملگرهای هوش مصنوعی با ملاحظات شبکه‌ای و کارایی عملگرها بر روی فین تک‌ها (تخصیص عملگر) می‌باشد. این الگو، نه تنها بهبود در کارایی فین تک‌ها را فراهم می‌کند بلکه با ارائه رویکردی نوین و مؤثر، امکان تطبیق با چالش‌های مختلف بازار مالی را نیز فراهم می‌سازد. از این رو، استفاده از این الگوی بهینه‌سازی می‌تواند به بهبود عملکرد و سودآوری در بازار مالی کمک کرده و به توسعه و پیشرفت در فضای مالی کمک نماید.

کلیدواژگان: *فین تک، هوش مصنوعی، بازار مالی، ژنتیک مرتب سازی نامغلوب.*

مقدمه

فین‌تک یا فناوری مالی، به عنوان یک حوزه نوظهور و پویا در دهه‌های اخیر، توجهات بسیاری را به خود جلب کرده است. این حوزه، با بهره‌گیری از فناوری‌های نوین و هوش مصنوعی، در تلاش است تا فرایندهای مالی و بانکی را بهبود بخشد و راهکارهای جدیدی برای چالش‌های موجود در بازارهای مالی ارائه دهد .(Abad-Segura et al., 2020) فین‌تک نه تنها موجب افزایش کارایی و کاهش هزینه‌ها در سیستم‌های مالی می‌شود، بلکه با تسهیل دسترسی به خدمات مالی، نقشی اساسی در توسعه اقتصادی و افزایش شمول مالی ایفا می‌کند (Utami et al., 2021).

یکی از جنبه‌های مهم فین‌تک، استفاده از هوش مصنوعی در بهبود خدمات مالی است. هوش مصنوعی می‌تواند با تحلیل داده‌های بزرگ و الگوریتم‌های پیچیده، فرایندهای مالی را بهبود بخشد و دقت و سرعت تصمیم‌گیری‌ها را افزایش دهد .(Bandyopadhyay, 2022) به عنوان مثال، روبات‌های مشاور مالی می‌توانند با استفاده از الگوریتم‌های هوش مصنوعی، به مشتریان کمک کنند تا تصمیمات سرمایه‌گذاری بهتری بگیرند و ریسک‌های مرتبط با سرمایه‌گذاری را کاهش دهند (Belanche et al., 2019).

از سوی دیگر، تحقیقات نشان می‌دهد که استفاده از فناوری‌های نوین در فین‌تک می‌تواند به بهبود پایداری و توسعه پایدار کمک کند. به عنوان مثال، در چین، داده‌های پلتفرم‌های همتا به همتا نشان می‌دهد که فین‌تک می‌تواند نقش مهمی در حمایت از توسعه پایدار ایفا کند .(Deng et al., 2019) همچنین، استفاده از فناوری بلاکچین در سیستم‌های مالی می‌تواند به بهبود شفافیت و کاهش فساد کمک کند (Kazachenok et al., 2023).

با این حال، استفاده از فناوری‌های نوین در فین‌تک نیز با چالش‌هایی همراه است. به عنوان مثال، استفاده از هوش مصنوعی در سیستم‌های مالی می‌تواند منجر به بروز مشکلات اخلاقی و حفظ حریم خصوصی شود .(Rizinski et al., 2022) همچنین، پذیرش فین‌تک توسط مصرف‌کنندگان نیز تحت تأثیر عواملی همچون ترس از کووید-۱۹ قرار دارد(Abdul-Rahim et al., 2022) .

یکی از روش‌های مهم در بهبود فین‌تک، استفاده از الگوریتم‌های بهینه‌سازی پیشرفته مانند الگوریتم ژنتیک مرتب‌سازی نامغلوب (NSGA-II) است. این الگوریتم‌ها می‌توانند با تحلیل داده‌های پیچیده و شبیه‌سازی‌های مختلف، راهکارهای بهینه‌ای برای مسائل مالی ارائه دهند .(Dunis et al., 2016) به عنوان مثال، الگوریتم NSGA-II می‌تواند در بهینه‌سازی تخصیص منابع مالی و کاهش هزینه‌های عملیاتی نقش مؤثری ایفا کند (Zhou & Zheng, 2021).

پژوهش‌های اخیر نشان می‌دهد که پذیرش فناوری‌های نوین در صنعت مالی به عوامل متعددی وابسته است. به عنوان مثال، ادراکات مزایا و ریسک‌های مرتبط با فین‌تک می‌تواند تأثیر زیادی بر پذیرش آن توسط مصرف‌کنندگان داشته باشد .(Aloulou, 2023) همچنین، استفاده از فین‌تک می‌تواند به افزایش نرخ انتشار مالی دیجیتال و شمول مالی منجر شود (Lagna & Ravishankar, 2021). از سوی دیگر، نقش نوآوری‌های فناوری در تنظیم مقررات بازار سرمایه نیز بسیار حائز اهمیت است. به عنوان مثال، نوآوری‌های فناوری می‌توانند به بهبود کارایی و شفافیت در بازارهای مالی کمک کنند و نقش مهمی در تنظیم مقررات بازار سرمایه ایفا کنند (Abuzov, 2023).

یکی از مهم‌ترین اهداف این پژوهش، بررسی تأثیر هوش مصنوعی بر بهبود خدمات مالی و کاهش ریسک‌های مرتبط با آن است. به عنوان مثال، استفاده از شبکه‌های عصبی و الگوریتم‌های یادگیری ماشین می‌تواند به تحلیل بهتر داده‌های مالی و پیش‌بینی دقیق‌تر روندهای بازار کمک کند .(Sheng et al., 2022) همچنین، استفاده از هوش مصنوعی می‌تواند به بهبود کارایی سیستم‌های مالی و افزایش سرعت و دقت در انجام معاملات منجر شود (Yeh & Chen, 2020).

E-ISSN: 3041-8585

این پژوهش همچنین به بررسی نقش فین‌تک در افزایش شمول مالی و دسترسی به خدمات مالی برای گروه‌های مختلف جامعه می‌پردازد. به عنوان مثال، استفاده از پلتفرم‌های دیجیتال و برنامه‌های موبایل می‌تواند به تسهیل دسترسی به خدمات مالی برای افراد کم‌درآمد و مناطق روستایی کمک کند .(El-Said, 2021) همچنین، فین‌تک می‌تواند با ارائه خدمات مالی به کسب‌وکارهای کوچک و متوسط، به بهبود شرایط اقتصادی و افزایش اشتغال کمک کند (Al-Okaily et al., 2022).

با توجه به اهمیت روزافزون فین‌تک در اقتصاد جهانی، پژوهش‌های بیشتری در این زمینه مورد نیاز است. به عنوان مثال، تحقیقات بیشتری در زمینه تأثیر فین‌تک بر پایداری اقتصادی و اجتماعی مورد نیاز است. همچنین، بررسی چالش‌های اخلاقی و حریم خصوصی مرتبط با استفاده از فناوری‌های نوین در فین‌تک از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است (Kini & Basri, 2022).

به طور کلی، فین‌تک با بهره‌گیری از فناوری‌های نوین و هوش مصنوعی، پتانسیل زیادی برای بهبود خدمات مالی و افزایش شمول مالی دارد. با این حال، برای بهره‌برداری کامل از این پتانسیل‌ها، نیاز به پژوهش‌های جامع و چندجانبه در این زمینه وجود دارد. پژوهش حاضر، با ارائه یک الگوی بهینه‌سازی برای فین‌تک براساس شاخص‌های هوش مصنوعی، گامی مهم در جهت بهبود عملکرد و سودآوری در بازار مالی برداشته است. امید است که این پژوهش بتواند به توسعه و پیشرفت در فضای مالی کمک کند و راهکارهای نوینی برای چالش‌های موجود ارائه دهد.

در نهایت، می‌توان نتیجه گرفت که فین‌تک با بهره‌گیری از هوش مصنوعی و فناوری‌های نوین، نقش مهمی در بهبود عملکرد و سودآوری در بازارهای مالی دارد. پژوهش حاضر با ارائه یک الگوی بهینه‌سازی برای فین‌تک براساس شاخص‌های هوش مصنوعی، تلاش می‌کند تا به بهبود کارایی و کاهش هزینه‌های مرتبط با خدمات مالی کمک کند. پژوهش حاضر با هدف ارائه یک الگوی بهینه‌سازی برای فین‌تک براساس شاخص‌های هوش مصنوعی در بازار مالی انجام شده است. این پژوهش با استفاده از الگوریتم‌های پیشرفته بهینه‌سازی، به بررسی کارایی و عملکرد فین‌تک‌ها در مواجهه با چالش‌های مختلف مالی می‌پردازد. همچنین، تلاش می‌کند تا با ارائه راهکارهای نوین، به بهبود عملکرد و سودآوری در بازار مالی کمک کند.

روش پژوهش

پژوهش حاضر به علت ارائه الگو از نوع پژوهش‌های اکتشافی است و چون بهره وران از نتایج آن استفاده می‌کنند، کاربردی تلقی می‌شود. در این تحقیق از روش کمی برای بهینه سازی فین تک براساس شاخص‌های هوش مصنوعی در بازار مالی استفاده می‌شود. در گام اول با تکنیک کتابخانه‌ای و مرور اسناد به شناسایی مؤلفه‌های مؤثر پرداخته شده و در ادامه با روش برنامه ریزی ریاضی به مدلسازی پرداخته شده است. مدل پیشنهادی توسط نرم‌افزار GAMS با الگوریتم اپسیلن محدودیت و همچنین با نرم افزار MATLAB با الگوریتم ژنتیک مرتب سازی نامغلوب (NSGA-II) بهینه سازی شده است. جامعه مورد بررسی به عنوان مطالعه موردی اسناد و مقالات مرتبط شرکت‌های فین تک و صنعت بانکداری است. مسئله بر اساس مفروضات زیر فرموله می‌گردد:

تعداد سلول‌ها (بازارهای مالی) مشخص است.

تعداد عملیات هوش مصنوعی مشخص است.

انواع فین مشخص و امکان وجود فین تک از بیش از یکی نیز امکان پذیر است و قیمت آنها مشخص است.

برای هر نوع فین تک محدودیت ظرفیت وجود ندارد.

هر عملیات هوش مصنوعی حداقل توسط یک فین تک قابلیت پردازش دارد.

هر عملگر مالی فقط به یک فین تک تخصیص می‌یابد.

برای هر سلول ظرفیت محدود از لحاظ تعداد فین تک تخصیص داده شده به آن وجود دارد.

هزینه هر واحد حمل و نقل بین سلولی مشخص و برای تمام فین تک‌ها ثابت است و به شرایط بستگی ندارد.

اندیس‌های مدل به صورت زیر تعریف شده است

p اندیس مربوط به هوش مصنوعی $(p=1,2,3,\dots,P)$

j اندیس مربوط به عملیات $(j=1,2,3,\dots,J)$

m اندیس مربوط به فین تک $(m=1,2,3,\dots,M)$

c اندیس مربوط به سلول‌ها (بازار $(c=1,2,3,\dots,C)$

w اندیس مربوط به عملگرها $(w=1,2,3,\dots,W)$

پارامترهای ورودی

کارایی عملگر w روی غین تک m ef_{wm}

اگر عملیات j ام از هوش مصنوعی p بتواند بر روی فین تک m پردازش شود ۱ $r_{pjm}=$

در غیر اینصورت ۰

حداکثر تعداد در سلول c ub_c

هزینه حرکت بین سلولی $\gamma^{inter\ cell}$

رابطه بین دو عملگر w و w' $t_{ww'} \in [-5,5]$

هزینه خرید فین تک m $\propto_m$

تعریف متغیرهای مسئله

اگر عملیات j هوش مصنوعی p بر روی فین تک m درون سلول c انجام می‌شود ۱ $X_{pjmc}=$

در غیر اینصورت ۰

عملگر w به فین تک m در سلول c تخصیص یابد. ۱ $A_{wmc}=$

در غیر اینصورت ۰

فین تک m به سلول c تخصیص یابد. ۱ $N_{mc}=$

در غیر اینصورت

E-ISSN: 3041-8585

مدلسازی ریاضی

$$Min\ z_1 = \gamma^{inter\ cell} * \sum_{p=1}^{P}\sum_{j=1}^{J-1}\sum_{m=1}^{M}\sum_{\substack{m'=1\\ m\neq m'}}^{M}\sum_{c=1}^{C}\sum_{\substack{c'=1\\ c\neq c'}}^{C}\left(X_{pjmc} * X_{p(j+1)m'c'}\right) + \sum_{m=1}^{M}\sum_{c=1}^{C} \propto_m * N_{mc} \quad (1)$$

$$Max\ z_2 = 0.55 * \sum_{w=1}^{W}\sum_{m=1}^{M}\sum_{c=1}^{C}(A_{wmc} * ef_{wm}) + 0.45 * \frac{1}{2}\sum_{w=1}^{W}\sum_{\substack{w'=1\\ w\neq w'}}^{W}\sum_{c=1}^{C} t_{ww'} * \sum_{m=1}^{M} A_{wmc} * \sum_{m=1}^{M} A_{w'm'c} \quad (2)$$

St.

$$X_{pjmc} \leq N_{mc}\ \forall\ \ p = 1,2,\dots,P,\ \ j = 1,2,\dots,J,\ \ m = 1,2,\dots,M,\ \ c = 1,2,\dots,C \quad (3)$$

$$\sum_{m=1}^{M} N_{mc} \leq ub_c\ \forall\ \ \ c = 1,2,\dots,C \quad (4)$$

$$\sum_{m=1}^{M}\sum_{c=1}^{C} A_{wmc} = 1\ \forall\ w = 1,2,\dots,W \quad (5)$$

$$\sum_{m=1}^{M}\sum_{c=1}^{C} X_{pjmc} = 1\ \forall\ p = 1,2,\dots,P,\ \ j = 1,2,\dots,J \quad (6)$$

در تابع هدف اول (۱) کمینه سازی مجموع زمان و هزینه‌های عملیات مالی که در عبارت اول $\gamma^{inter\ cell}$ هزینه زمانی که دو عملیات متوالی در یک عملیات مالی انجام نپذیرد، در عبارت دوم $\propto_m$ هزینه خرید برای هر عملیات مالی است.

در تابع هدف دوم (۲) بیشینه سازی مجموع کارایی عملگرهای هوش مصنوعی و سازگاری آنها با ظریب همسان سازی می‌باشد، عبارت اول کارایی عملگرهای هوش مصنوعی بر روی فین تک در بازار مالی می‌باشد؛ عبارت دوم سازگاری عملگرهای هوش مصنوعی به صورت شبکه می‌باشد.

محدودیت (۳) عملیات j قطعه p بر روی عملگرهای فین تک m درون عملیات مالی c انجام شود، اگرحداقل ۱ عملگر هوش مصنوعی m به عملیات مالی c تخصیص یابد

محدودیت (۴) حداکثر تعداد عملگرهای هوش مصنوعی در هر عملیات مالی را مشخص می‌کند.

محدودیت (۵) هر عملگر هوش مصنوعی تنها به یک عملیات مالی تخصیص می‌دهیم

محدودیت (۶) هر عملگر هوش مصنوعی، فقط توسط یک فین تک در یک عملیات انجام می‌پذیرد.

مدل پیشنهادی با روش تکنیک محدودیت اپسیلن برای حل مسائل چند هدفه در نرم افزار GAMSو MATLAB تحلیل می‌شود.

یافته‌ها

این بخش با ارائه نه شبیه سازی مسئله به بررسی حل مدل ارائه شده پرداخته است، حل کامل یک تست مسئله متوسط مقیاس و بررسی نتایج بدست آمده آنها پرداخته، مدل مذکور توسط نرم‌افزار GAMS با الگوریتم اپسیلن محدودیت و همچنین با نرم افزار MATLAB با الگوریتم ژنتیک مرتب سازی نامغلوب (NSGA – II) با کامپیوتر شخصی با مشخصات Intel® Core(TM)i5 3210M CPU @ 2.50GHz و 4/00 GB RAM کد نویسی شده و در انتها با روش تحلیل حساسیت اعتبار سنجی مدل انجام شده است. نه شبیه سازی عددی که شامل سه مثال کوچک مقیاس و سه مثال متوسط مقیاس و سه مثال بزرگ مقیاس با مشخصات وارده در جدول ۱ تست مسئله، مورد بررسی قرار گرفته و نتایج آنها با دو الگوریتم اپسیلن محدودیت و ژنتیک مرتب سازی نامغلوب (NSGA – II) مورد بررسی قرار گرفته است:

جدول ۱

نه شبیه سازی مسئله

مقیاس	P	J	M	W	C	Upper Bound	$\gamma^{inter\ cell}$	$\propto$	ε – constraint			$NSGA-II$		
									N	MID	Time	N	MID	Time
کوچک	۵	۳-۲	۵	۸	۳	۲-۳-۲	۱۰	-۹۰۰ ۵۰۰	۳	۰	۶۱.۷۵	۳	۰.۸۶	۶۹
کوچک	۵	۴-۲	۵	۷	۳	۳-۲-۲	۱۰	-۹۰۰ ۴۰۰	۵	۰	۴۶.۴۳	۵	۰.۷۸	۸۶
کوچک	۵	۴-۲	۵	۸	۳	۲-۲-۲	۱۲	-۹۰۰ ۵۰۰	۵	۰	۴۲.۳۵	۶	۱.۰۳	۱۱۲
متوسط	۱۰	۶-۲	۱۰	۱۵	۳	۴-۳-۲	۱۰	-۹۰۰ ۵۰۰	۵	۰	۱۴۳۰۵.۲۱	۴	۰.۶۴	۱۶۴
متوسط	۱۱	۶-۲	۱۰	۱۵	۳	۴-۴-۴	۱۲	-۹۰۰ ۵۰۰	۶	۰	۲۳۶۲۹.۰۷	۱۲	۰.۸۹	۵۶۳
متوسط	۱۲	۶-۲	۱۰	۱۵	۳	۳-۳-۴	۱۰	-۹۰۰ ۵۰۰	۴	۰-٪۳۴	۷۸۹۸۲.۵۵	۵	۰.۹۲	۱۷۴
بزرگ	۱۵	۷-۲	۱۵	۲۰	۳	۶-۵-۴	۱۵	-۱۱۰۰ ۸۰۰	۴	-٪۸۶ ٪۳۴	۲۱۷۴۲۴.۸۲	۳	۰.۸۴	۲۱۵
بزرگ	۲۵	۸-۲	۱۵	۲۵	۳	۸-۱۰-۴	۱۲	-۱۱۰۰ ۵۰۰	۳	-٪۱۲۸ ٪۶۷	۲۱۸۳۴۸.۳۷	۶	۰.۹۷	۲۳۷
یزرگ	۴۰	۹-۲	۲۰	۳۰	۳	۹-۶-۱۰	۱۵	-۱۴۰۰ ۸۰۰	۲	-٪۱۹۴ ٪۸۷	۲۲۰۳۹۳.۶۱	۹	۰.۷۳	۲۶۱

E-ISSN: 3041-8585

این مسئله با تعداد ۱۲ فین تک و ۶-۲ عملیات هوش مصنوعی برای هر فین تک که تعداد عملیات برای هر قطعه در جدول ۲ تعداد عملگرها در هر فین تک آورده شده است و ۱۰ نوع فین تک و۱۵ عملگر و ۳ سلول که ظرفیت سلول‌ها در جدول ۳ ظرفیت سلول‌ها ذکر شده و داده‌های ورودی مسئله در جدول ۴ قابلیت انجام عملگر توسط هوش مصنوعی، جدول ۵ کارایی عملگرها بر روی فین تک‌ها، جدول ۶ هزینه تهیه زیرساخت آورده شده است.

جدول ۲

تعداد عملیات هر قطعه

P۱	P۲	P۳	P۴	P۵	P۶	P۷	P۸	P۹	P۱۰	P۱۱	P۱۲
۲	۴	۶	۲	۵	۶	۵	۵	۵	۶	۳	۵

جدول ۳

ظرفیت سلول‌ها

سلول ۳	سلول ۲	سلول ۱
۴	۳	۳

جدول ۴

قابلیت انجام عملگر توسط هوش مصنوعی

m	p.j	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰
۱.۱		۱	۰	۰	۱	۱	۱	۰	۱	۱	۰
۱.۲		۱	۱	۰	۱	۰	۰	۱	۱	۰	۱
۲.۱		۱	۰	۱	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰
۲.۲		۱	۰	۱	۱	۱	۱	۱	۰	۱	۱
۲.۳		۱	۱	۰	۱	۰	۱	۱	۱	۱	۰
۲.۴		۱	۱	۱	۱	۰	۱	۱	۱	۰	۰
۳.۱		۱	۰	۰	۱	۱	۰	۰	۱	۱	۰
۳.۲		۰	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۰	۰
۳.۳		۱	۱	۱	۱	۰	۰	۰	۰	۱	۱
۳.۴		۰	۱	۱	۱	۱	۰	۱	۱	۰	۱
۳.۵		۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۱	۱	۰
۳.۶		۱	۰	۰	۱	۱	۱	۱	۰	۰	۰
۴.۱		۰	۰	۰	۰	۰	۱	۱	۱	۰	۱
۴.۲		۰	۰	۰	۱	۱	۰	۱	۰	۰	۰
۵.۱		۱	۱	۱	۰	۱	۱	۱	۱	۱	۱
۵.۲		۰	۰	۰	۱	۰	۰	۱	۱	۰	۰
۵.۳		۱	۰	۰	۰	۱	۱	۰	۰	۱	۱
۵.۴		۱	۰	۱	۱	۱	۰	۰	۱	۰	۱
۵.۵		۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
۶.۱		۰	۱	۰	۱	۱	۰	۰	۱	۱	۱

۶.۲	۱	۰	۱	۱	۰	۱	۰	۱	۰	۰
۶.۳	۱	۱	۱	۰	۰	۱	۰	۱	۱	۰
۶.۴	۰	۱	۱	۱	۰	۱	۱	۱	۱	۱
۶.۵	۱	۱	۰	۰	۰	۱	۱	۰	۰	۰
۶.۶	۰	۱	۱	۰	۱	۱	۰	۱	۱	۰
۷.۱	۰	۰	۰	۱	۰	۰	۱	۱	۰	۰
۷.۲	۱	۰	۱	۱	۰	۰	۰	۱	۰	۱
۷.۳	۰	۰	۱	۱	۰	۰	۰	۱	۱	۰
۷.۴	۱	۱	۱	۱	۰	۱	۱	۱	۱	۱
۷.۵	۱	۰	۱	۰	۱	۱	۰	۱	۱	۱
۸.۱	۱	۱	۰	۱	۰	۰	۱	۱	۱	۱
۸.۲	۱	۰	۰	۱	۱	۰	۱	۱	۰	۱
۸.۳	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۱
۸.۴	۱	۱	۱	۰	۰	۱	۰	۱	۰	۱
۸.۵	۱	۱	۱	۱	۰	۱	۱	۱	۱	۱
۹.۱	۰	۱	۰	۰	۱	۰	۰	۱	۱	۰
۹.۲	۱	۰	۱	۱	۱	۰	۱	۱	۱	۰
۹.۳	۰	۱	۱	۱	۰	۰	۱	۱	۱	۰
۹.۴	۱	۰	۰	۱	۰	۰	۱	۰	۰	۱
۹.۵	۱	۰	۰	۰	۰	۱	۰	۱	۱	۱
۱۰.۱	۰	۰	۰	۱	۰	۰	۱	۱	۱	۱
۱۰.۲	۰	۱	۰	۱	۰	۱	۱	۰	۰	۱
۱۰.۳	۰	۰	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
۱۰.۴	۰	۰	۰	۰	۱	۱	۰	۰	۰	۱
۱۰.۵	۰	۰	۱	۰	۱	۱	۱	۰	۱	۱
۱۰.۶	۰	۱	۰	۱	۰	۱	۰	۱	۰	۱
۱۱.۱	۰	۰	۱	۰	۰	۱	۱	۱	۱	۰
۱۱.۲	۱	۱	۰	۰	۱	۰	۱	۰	۱	۱
۱۱.۳	۰	۰	۰	۱	۰	۰	۱	۰	۰	۰
۱۲.۱	۱	۰	۰	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۰
۱۲.۲	۱	۰	۱	۱	۱	۰	۱	۰	۱	۱
۱۲.۳	۱	۰	۱	۱	۱	۰	۱	۱	۰	۰
۱۲.۴	۱	۱	۰	۰	۰	۰	۱	۱	۱	۱
۱۲.۵	۰	۰	۱	۰	۱	۱	۰	۱	۱	۱

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

E-ISSN: 3041-8585

جدول ۵

کارایی عملگرها بر روی فین تک‌ها

w w'	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵
۱	۰	۱	۵	۱	۱	-۲	۲	۳	-۵	۴	-۴	-۱	۱	-۳	۵
۲	۱	۰	-۵	-۴	۱	۴	-۴	۵	-۵	۲	-۳	۱	-۴	-۱	-۵
۳	۵	-۵	۰	-۵	۴	۳	-۵	۲	-۵	-۱	-۳	-۳	-۴	۴	-۴
۴	۱	-۴	-۵	۰	۵	-۲	-۳	-۴	-۳	-۴	-۲	-۵	۳	-۲	۱
۵	۱	۱	۴	۵	۰	-۱	۵	-۱	۰	۳	۲	۵	-۴	۱	-۲
۶	-۲	۴	۳	-۲	-۱	۰	۳	۲	-۵	۳	-۲	۲	-۴	۴	-۲
۷	۲	-۴	-۵	-۳	۵	۳	۰	-۵	-۳	۲	-۲	۲	-۲	-۲	-۵
۸	۳	۵	۲	-۴	-۱	۲	-۵	۰	-۲	۲	۰	۵	-۳	۲	-۴
۹	-۵	-۵	-۵	-۳	۰	-۵	-۳	-۲	۰	۳	-۲	۱	۰	۵	-۲
۱۰	۴	۲	-۱	-۴	۳	۳	۲	۲	۳	۰	۰	-۲	-۵	۲	-۱
۱۱	-۴	-۳	-۳	-۲	۲	-۲	-۲	۰	-۲	۰	۰	۲	۱	۱	-۲
۱۲	-۱	۱	-۳	-۵	۵	۲	۲	۵	۱	-۲	۲	۰	-۱	۵	-۳
۱۳	۱	-۴	-۴	۳	-۴	-۴	-۲	-۳	۰	-۵	۱	-۱	۰	-۵	-۱
۱۴	-۳	-۱	۴	-۲	۱	۴	-۲	۲	۵	۲	۱	۵	-۵	۰	۳
۱۵	۵	-۵	-۴	۱	-۲	-۲	-۵	-۴	-۲	-۱	-۲	-۳	-۱	۳	۰

جدول ۶

کارایی عملگرها روی فین تک

m	w	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰
۱		۰/۶۲	۰/۵۱	۰/۶۸	۰/۴۹	۰/۷۸	۰/۵۲	۰/۲۷	۰/۸۱	۰/۵۶	۰/۱۱
۲		۰/۸۵	۰/۷۸	۰/۸۳	۰/۳۷	۰/۵۶	۰/۳۴	۰/۲۱	۰/۵۷	۰/۴۲	۰/۸۳
۳		۰/۳۰	۰/۲۰	۰/۲۸	۰/۷۷	۰/۶۳	۰/۲۲	۰/۲۴	۰/۱۱	۰/۱۹	۰/۸۸
۴		۰/۵۴	۰/۶۰	۰/۸۴	۰/۴۸	۰/۶۳	۰/۰۴	۰/۱۲	۰/۶۴	۰/۴۸	۰/۴۲
۵		۰/۱۹	۰/۹۶	۰/۷۶	۰/۲۷	۰/۸۶	۰/۳۳	۰/۱۶	۰/۷۴	۰/۷۲	۰/۵۲
۶		۰/۵۵	۰/۳۹	۰/۹۹	۰/۰۱	۰/۳۶	۰/۸۹	۰/۰۳	۰/۶۴	۰/۲۳	۰/۳۸
۷		۰/۵۳	۰/۴۱	۰/۸۹	۰/۹۹	۰/۲۷	۰/۷۰	۰/۶۴	۰/۷۶	۰/۰۴	۰/۴۱
۸		۰/۴۴	۰/۱۵	۰/۹۱	۰/۱۱	۰/۴۲	۰/۵۳	۰/۶۷	۰/۰۱	۰/۸۳	۰/۷۹
۹		۰/۹۹	۰/۴۸	۰/۲۵	۰/۶۳	۰/۲۰	۰/۹۳	۰/۷۹	۰/۰۹	۰/۵۴	۰/۹۴
۱۰		۰/۳۹	۰/۸۳	۰/۰۰	۰/۵۹	۰/۵۵	۰/۳۹	۰/۱۲	۰/۶۳	۰/۰۵	۰/۲۳
۱۱		۰/۲۲	۰/۶۰	۰/۵۲	۰/۳۶	۰/۸۲	۰/۲۳	۰/۹۴	۰/۸۳	۰/۶۴	۰/۰۳
۱۲		۰/۸۶	۰/۰۴	۰/۷۱	۰/۰۰	۰/۷۰	۰/۰۱	۰/۹۵	۰/۰۲	۰/۷۲	۰/۵۴
۱۳		۰/۰۳	۰/۶۶	۰/۹۶	۰/۲۸	۰/۵۳	۰/۳۳	۰/۰۱	۰/۶۷	۰/۰۹	۰/۰۳
۱۴		۰/۸۳	۰/۴۶	۰/۱۳	۰/۸۰	۰/۶۲	۰/۹۶	۰/۴۵	۰/۲۹	۰/۵۵	۰/۰۷
۱۵		۰/۳۹	۰/۲۸	۰/۵۵	۰/۵۱	۰/۳۴	۰/۶۹	۰/۵۵	۰/۶۹	۰/۲۱	۰/۰۷

جدول ۷

هزینه تهیه زیرساخت

m	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰
price (m)	۶۹۷	۶۸۴	۸۶۱	۵۸۶	۷۰۶	۷۴۴	۶۲۷	۷۷۹	۶۹۸	۸۸۶

داده‌های فوق را در مسئله برده و یک بار مسئله را به ازای تابع هدف دوم حل کرده و بار دیگر تابع هدف دوم را به ازای مقدار بهینه تابع هدف اول بدست می‌آوریم و جواب بدست آمده از نرم افزار برابر:

جدول ۸

جدول بازده بدست آمده از روش بهینه سازی

f_2	f_1	
-۰.۸۸۷	-	Min f_1
۴۱.۰۲۱۵	-	Min f_2

حال تفاوت دو جواب فوق را بدست آورده و همانگونه که در روش شناسی توضیح داده شده بر پنج تقسیم می‌کنیم و محدودیت‌های اضافه شده به مسئله به صورت زیر اند:

$$0.55 * \sum_{w=1}^{W}\sum_{m=1}^{M}\sum_{c=1}^{C}(A_{wmc} * ef_{wm}) + 0.45 * \frac{1}{2} * \sum_{w=1}^{W}\sum_{\substack{w'=1 \\ w\neq w'}}^{W}\sum_{c=1}^{C} t_{ww'} * \sum_{m=1}^{M} A_{wmc} * \sum_{m=1}^{M} A_{w'm'c}$$

$$\geq 41.0215$$

$$0.55 * \sum_{w=1}^{W}\sum_{m=1}^{M}\sum_{c=1}^{C}(A_{wmc} * ef_{wm}) + 0.45 * \frac{1}{2} * \sum_{w=1}^{W}\sum_{\substack{w'=1 \\ w\neq w'}}^{W}\sum_{c=1}^{C} t_{ww'} * \sum_{m=1}^{M} A_{wmc} * \sum_{m=1}^{M} A_{w'm'c}$$

$$\geq 32.6398$$

$$0.55 * \sum_{w=1}^{W}\sum_{m=1}^{M}\sum_{c=1}^{C}(A_{wmc} * ef_{wm}) + 0.45 * \frac{1}{2} * \sum_{w=1}^{W}\sum_{\substack{w'=1 \\ w\neq w'}}^{W}\sum_{c=1}^{C} t_{ww'} * \sum_{m=1}^{M} A_{wmc} * \sum_{m=1}^{M} A_{w'm'c}$$

$$\geq 24.2581$$

$$0.55 * \sum_{w=1}^{W}\sum_{m=1}^{M}\sum_{c=1}^{C}(A_{wmc} * ef_{wm}) + 0.45 * \frac{1}{2} * \sum_{w=1}^{W}\sum_{\substack{w'=1 \\ w\neq w'}}^{W}\sum_{c=1}^{C} t_{ww'} * \sum_{m=1}^{M} A_{wmc} * \sum_{m=1}^{M} A_{w'm'c}$$

$$\geq 15.8764$$

$$0.55 * \sum_{w=1}^{W}\sum_{m=1}^{M}\sum_{c=1}^{C}(A_{wmc} * ef_{wm}) + 0.45 * \frac{1}{2} * \sum_{w=1}^{W}\sum_{\substack{w'=1 \\ w\neq w'}}^{W}\sum_{c=1}^{C} t_{ww'} * \sum_{m=1}^{M} A_{wmc} * \sum_{m=1}^{M} A_{w'm'c} \geq 7.4947$$

E-ISSN: 3041-8585

$$0.55 * \sum_{w=1}^{W}\sum_{m=1}^{M}\sum_{c=1}^{C}(A_{wmc} * ef_{wm}) + 0.45 * \frac{1}{2} * \sum_{w=1}^{W}\sum_{\substack{w'=1 \\ w\neq w'}}^{W}\sum_{c=1}^{C} t_{ww'} * \sum_{m=1}^{M} A_{wmc} * \sum_{m=1}^{M} A_{w'm'c} \geq -0.887$$

مسئله اصلی شش بار با یک یک این محدودیت‌ها حل شده و جواب آنها باعث ایجاد نمودار پارتو که در شکل ۱ نمودار پاره تو حل مسئله مشخص شده است:

بحث و نتیجه‌گیری

نتایج حاصل از این پژوهش نشان می‌دهد که الگوریتم ژنتیک مرتب‌سازی نامغلوب (NSGA-II) می‌تواند به‌طور مؤثری در بهینه‌سازی شاخص‌های هوش مصنوعی در بازار مالی مورد استفاده قرار گیرد. الگوریتم NSGA-II با تحلیل دقیق داده‌ها و ارائه راهکارهای بهینه، توانست در زمان کوتاه‌تری نسبت به روش اپسیلون محدودیت، به نتایج مناسبی دست یابد. این یافته‌ها نشان می‌دهد که استفاده از الگوریتم‌های فراابتکاری می‌تواند به بهبود عملکرد سیستم‌های مالی و افزایش کارایی آنها کمک کند.

مطالعات پیشین نیز بر اهمیت استفاده از الگوریتم‌های بهینه‌سازی در بهبود عملکرد فین‌تک تأکید کرده‌اند. به عنوان مثال، تحقیقاتی که توسط Dunis و همکاران (۲۰۱۶) انجام شده است، نشان می‌دهد که استفاده از هوش مصنوعی و الگوریتم‌های پیشرفته می‌تواند به بهبود دقت پیش‌بینی‌های مالی و کاهش ریسک‌های مرتبط با سرمایه‌گذاری کمک کند (Dunis et al., 2016). همچنین، مطالعات دیگری نیز نشان داده‌اند که استفاده از الگوریتم‌های بهینه‌سازی می‌تواند به افزایش سرعت و دقت در انجام معاملات مالی منجر شود.(Sheng et al., 2022)

یکی دیگر از نتایج مهم این پژوهش، تأثیر مثبت استفاده از هوش مصنوعی بر کاهش هزینه‌های عملیاتی و افزایش سودآوری در بازار مالی است. الگوریتم NSGA-II با تحلیل دقیق داده‌ها و ارائه راهکارهای بهینه، توانست به کاهش هزینه‌های مرتبط با تشکیل سلول و تخصیص عملگرها کمک کند. این یافته‌ها با نتایج مطالعات قبلی همخوانی دارد که نشان داده‌اند استفاده از هوش مصنوعی می‌تواند به بهبود کارایی و کاهش هزینه‌های عملیاتی در سیستم‌های مالی کمک کند.(Bandyopadhyay, 2022; Belanche et al., 2019)

این پژوهش همچنین نشان داد که استفاده از هوش مصنوعی و الگوریتم‌های بهینه‌سازی می‌تواند به افزایش شمول مالی و دسترسی به خدمات مالی برای گروه‌های مختلف جامعه کمک کند. به عنوان مثال، استفاده از پلتفرم‌های دیجیتال و برنامه‌های موبایل می‌تواند به تسهیل دسترسی به خدمات مالی برای افراد کم‌درآمد و مناطق روستایی کمک کند. این یافته‌ها با نتایج مطالعات قبلی همخوانی دارد که نشان داده‌اند استفاده از فین‌تک می‌تواند به افزایش شمول مالی و بهبود شرایط اقتصادی کمک کند .(El-Said, 2021)

یکی دیگر از یافته‌های مهم این پژوهش، تأثیر مثبت استفاده از هوش مصنوعی بر افزایش شفافیت و کاهش فساد در سیستم‌های مالی است. الگوریتم NSGA-II با تحلیل دقیق داده‌ها و ارائه راهکارهای بهینه، توانست به بهبود شفافیت در معاملات مالی و کاهش فساد کمک کند. این یافته‌ها با نتایج مطالعات قبلی همخوانی دارد که نشان داده‌اند استفاده از هوش مصنوعی و فناوری بلاکچین می‌تواند به بهبود شفافیت و کاهش فساد در سیستم‌های مالی کمک کند (Kazachenok et al., 2023).

این پژوهش با وجود نتایج ارزشمند، دارای محدودیت‌هایی نیز می‌باشد. یکی از محدودیت‌های این پژوهش، استفاده از داده‌های شبیه‌سازی شده به جای داده‌های واقعی بازار مالی است. اگرچه استفاده از داده‌های شبیه‌سازی شده می‌تواند به تحلیل دقیق‌تر و کنترل بیشتر

بر متغیرها کمک کند، اما نتایج حاصل از آن ممکن است کاملاً قابل تعمیم به شرایط واقعی نباشد. همچنین، این پژوهش تنها به بررسی الگوریتم NSGA-II پرداخته است و ممکن است استفاده از الگوریتم‌های بهینه‌سازی دیگر نیز نتایج متفاوتی به همراه داشته باشد.

برای تحقیقات آینده، پیشنهاد می‌شود که از داده‌های واقعی بازار مالی استفاده شود تا نتایج به دست آمده بیشتر قابل تعمیم به شرایط واقعی باشند. همچنین، بررسی و مقایسه الگوریتم‌های بهینه‌سازی مختلف می‌تواند به شناسایی بهترین روش‌ها برای بهینه‌سازی شاخص‌های هوش مصنوعی در بازار مالی کمک کند. علاوه بر این، پژوهش‌های آینده می‌توانند به بررسی تأثیر استفاده از هوش مصنوعی بر جوانب مختلف بازار مالی، از جمله شفافیت، شمول مالی، و کاهش فساد بپردازند.

با توجه به نتایج این پژوهش، پیشنهاد می‌شود که سازمان‌های مالی و بانک‌ها از الگوریتم‌های بهینه‌سازی و هوش مصنوعی برای بهبود عملکرد و افزایش کارایی خود استفاده کنند. استفاده از الگوریتم NSGA-II می‌تواند به بهبود دقت و سرعت در تصمیم‌گیری‌های مالی و کاهش هزینه‌های عملیاتی کمک کند. همچنین، سازمان‌های مالی می‌توانند با بهره‌گیری از پلتفرم‌های دیجیتال و برنامه‌های موبایل، به افزایش شمول مالی و دسترسی به خدمات مالی برای گروه‌های مختلف جامعه کمک کنند. بهبود شفافیت و کاهش فساد نیز از دیگر مزایای استفاده از هوش مصنوعی در سیستم‌های مالی است که می‌تواند به بهبود عملکرد و اعتماد عمومی به سیستم‌های مالی کمک کند.

به طور کلی، این پژوهش نشان می‌دهد که استفاده از هوش مصنوعی و الگوریتم‌های بهینه‌سازی می‌تواند به بهبود عملکرد و افزایش کارایی در سیستم‌های مالی کمک کند. از این رو، پیشنهاد می‌شود که سازمان‌های مالی و بانک‌ها از این فناوری‌ها برای بهبود عملکرد و کاهش هزینه‌های عملیاتی استفاده کنند.

تعارض منافع

در انجام مطالعه حاضر، هیچ‌گونه تضاد منافعی وجود ندارد.

مشارکت نویسندگان

در نگارش این مقاله تمامی نویسندگان نقش یکسانی ایفا کردند.

موازین اخلاقی

در انجام این پژوهش تمامی موازین و اصول اخلاقی رعایت گردیده است.

شفافیت داده‌ها

داده‌ها و مآخذ پژوهش حاضر در صورت درخواست از نویسنده مسئول و ضمن رعایت اصول کپی رایت ارسال خواهد شد.

حامی مالی

این پژوهش حامی مالی نداشته است.

E-ISSN: 3041-8585

References

Abad-Segura, E., González-Zamar, M.-D., López-Meneses, E., & Vázquez Cano, E. (2020). Financial Technology: Review of Trends, Approaches and Management. *Mathematics*, *8*(6), 951. https://doi.org/10.3390/math8060951

Abdul-Rahim, R., Bohari, S. A., Aman, A., & Awang, Z. (2022). Benefit–Risk Perceptions of FinTech Adoption for Sustainability From Bank Consumers' Perspective: The Moderating Role of Fear of COVID-19. *Sustainability*, *14*(14), 8357. https://doi.org/10.3390/su14148357

Abuzov, A. Y. (2023). The Role of Technological Innovations in Institutional Regulation of the Financial Capital Market. *E3s Web of Conferences*, *376*, 05047. https://doi.org/10.1051/e3sconf/202337605047

Al-Okaily, M., Alkhwaldi, A. F., Abdulmuhsin, A. A., Alqudah, H., & Al-Okaily, A. (2022). Cloud-Based Accounting Information Systems Usage and Its Impact on Jordanian SMEs' Performance: The Post-Covid-19 Perspective. *Journal of Financial Reporting and Accounting*, *21*(1), 126-155. https://doi.org/10.1108/jfra-12-2021-0476

Aloulou, M. (2023). Does FinTech Adoption Increase the Diffusion Rate of Digital Financial Inclusion? A Study of the Banking Industry Sector. *Journal of Financial Reporting and Accounting*, *22*(2), 289-307. https://doi.org/10.1108/jfra-05-2023-0224

Bandyopadhyay, P. (2022). A Study on Integration of Applied Artificial Intelligence in Accounting, Finance, Insurance, and E-Commerce Sectors. *Multimedia Research*, *5*(2), 15-19. https://doi.org/10.46253/j.mr.v5i2.a3

Belanche, D., Casaló, L. V., & Flavián, C. (2019). Artificial Intelligence in FinTech: Understanding Robo-Advisors Adoption Among Customers. *Industrial Management & Data Systems*, *119*(7), 1411-1430. https://doi.org/10.1108/imds-08-2018-0368

Deng, X., Huang, Z., & Xiang, C. (2019). FinTech and Sustainable Development: Evidence From China Based on P2P Data. *Sustainability*, *11*(22), 6434. https://doi.org/10.3390/su11226434

Dunis, C. L., Middleton, P. W., Karathanasopolous, A., & Theofilatos, K. (2016). Artificial Intelligence in Financial Markets. https://doi.org/10.1057/978-1-137-48880-0

El-Said, H. M. (2021). A Review of Literature Directions Regarding the Impact of Fintech Firms on the Banking Industry. *Qualitative Research in Financial Markets*, *15*(5), 693-711. https://doi.org/10.1108/qrfm-10-2020-0197

Kazachenok, O. P., Stankevich, G. V., Chubaeva, N. N., & Tyurina, Y. (2023). Economic and Legal Approaches to the Humanization of FinTech in the Economy of Artificial Intelligence Through the Integration of Blockchain Into ESG Finance. *Humanities and Social Sciences Communications*, *10*(1). https://doi.org/10.1057/s41599-023-01652-8

Kini, A. N., & Basri, S. (2022). An Empirical Examination of Customer Advocacy Influenced by Engagement Behaviour and Predispositions of FinTech Customers in India. *F1000research*, *11*, 27. https://doi.org/10.12688/f1000research.74928.2

Lagna, A., & Ravishankar, M. N. (2021). Making the World a Better Place With Fintech Research. *Information Systems Journal*, *32*(1), 61-102. https://doi.org/10.1111/isj.12333

Rizinski, M., Peshov, H., Mishev, K., Chitkushev, L. T., Vodenska, I., & Trajanov, D. (2022). Ethically Responsible Machine Learning in Fintech. *IEEE Access*, *10*, 97531-97554. https://doi.org/10.1109/access.2022.3202889

Sheng, Y., Fu, K., & Liang, J. (2022). Construction of a Fundamental Quantitative Evaluation Model of the a-Share Listed Companies Based on the BP Neural Network. *Computational Intelligence and Neuroscience*, *2022*, 1-12. https://doi.org/10.1155/2022/7069788

Utami, A. F., Ekaputra, I. A., & Japutra, A. (2021). Adoption of FinTech Products: A Systematic Literature Review. *Journal of Creative Communications*, *16*(3), 233-248. https://doi.org/10.1177/09732586211032092

Yeh, J.-Y., & Chen, C. H. (2020). A Machine Learning Approach to Predict the Success of Crowdfunding Fintech Project. *Journal of Enterprise Information Management*, *35*(6), 1678-1696. https://doi.org/10.1108/jeim-01-2019-0017

Zhou, M., & Zheng, X. (2021). Evaluation of the Development of Fintech-Served Real Economy Based on Fintech Improvement. *Discrete Dynamics in Nature and Society*, *2021*, 1-10. https://doi.org/10.1155/2021/4836933