



Risk Assessment of FinTech Adoption in Banks Using a Neutrosophic Multi-Criteria Decision-Making Framework

Fatemeh Mojibian  *

Assistant Professor, Faculty of Management and Financial Science, Khatam University, Tehran, Iran

Maryam Daneshvar 

Assistant Professor, Faculty of Management and Financial Science, Khatam University, Tehran, Iran

Ehsan Kafash Abdi 

Master of Industrial Management, Faculty of Management and Financial Science, Khatam University, Tehran, Iran

Abstract

With the accelerating digital transformation of the financial industry, FinTech innovations have reshaped traditional banking structures by introducing new technological capabilities, service delivery mechanisms, and competitive dynamics. As banks increasingly integrate FinTech solutions into their operational and strategic processes, they encounter a broad set of risks that stem from technological complexity, regulatory uncertainty, cybersecurity vulnerabilities, and evolving customer expectations. These risks, if not properly identified and managed, can adversely affect financial stability, operational continuity, and institutional reputation. In emerging economies such as Iran, where digital transformation in banking is rapidly expanding, risk assessment becomes even more critical due to infrastructural constraints, regulatory gaps, and the heterogeneous maturity of financial technologies. Motivated by these challenges, this study conducts a comprehensive evaluation of major risks associated with FinTech adoption in Iranian banks, employing neutrosophic multi-criteria decision-making (MCDM) techniques to capture uncertainty, ambiguity, and expert judgment variability during risk assessment process.

Introduction

In recent years, the emergence of financial technologies (FinTech) has transformed the banking industry by enabling innovative financial services, reshaping business models, and changing customer expectations. While FinTech

* Corresponding Author: f.mojibian@khatam.ac.ir

How to Cite: Mojibian, F., Daneshvar, M., Kafash Abdi, E. (2026). Risk Assessment of FinTech Adoption in Banks Using a Neutrosophic Multi-Criteria Decision-Making Framework, *Industrial Management Studies*, 23(79), 43 -81.

offers greater accessibility and efficiency, it also introduces new challenges for financial institutions, including heightened competitive pressure and disruptions to traditional banking operations. Although many studies highlight the positive contribution of FinTech to banking performance, others emphasize the potential negative consequences, such as reduced profitability due to competition from digital lending and investment platforms. In addition, risks such as cybersecurity threats, regulatory compliance issues, operational failures, data privacy concerns, technological dependency, and challenges in customer trust have become major barriers to FinTech adoption. Given these complexities, a systematic and structured assessment of FinTech-related risks is essential, particularly in developing countries where digital transformation is rapidly progressing but regulatory and infrastructural limitations persist. This study seeks to address this research gap by offering a comprehensive, uncertainty-aware evaluation of the critical risks influencing FinTech adoption in banks.

Methodology

This study adopts a hybrid neutrosophic multi-criteria decision-making (MCDM) framework to identify, validate, and prioritize key risks associated with FinTech adoption. First, an extensive literature review was conducted to extract potential risk factors highlighted in previous academic and industry reports. Next, the neutrosophic Delphi method was applied to refine and validate these factors based on expert consensus under uncertainty. Through this process, seven major risks were confirmed: security, credit, operational, strategic and competitive, legal and regulatory, reputational, and liquidity risks. Subsequently, the neutrosophic Best–Worst Method (BWM) was employed to determine the relative importance of these risks, enabling more accurate modeling of expert judgment hesitation and ambiguity. Finally, to evaluate potential FinTech implementation options for Pasargad Bank, the neutrosophic Multi-Attributive Border Approximation Area Comparison (MABAC) method was used. This integrated approach makes it possible to capture the complexity and uncertainty inherent in technological risk assessment.

Results and Discussion

The results of the BWM analysis indicate that security risk holds the highest importance in the context of FinTech adoption, reflecting the increased sensitivity of digital transactions and the potential for cyberattacks, data breaches, and system intrusions. Operational and reputational risks ranked next, underscoring the significance of system reliability and customer trust in digital financial environments. These findings are consistent with existing studies that emphasize the dominant role of cybersecurity threats in shaping FinTech outcomes.

In terms of implementation strategies, the MABAC analysis reveals that the scenario involving collaboration among banks to form a FinTech consortium holds the highest priority. This strategy supports resource sharing, cost reduction, and the development of standardized and secure financial technologies. Moreover, it enables banks to pool expertise and strengthen resilience against technological and regulatory uncertainties. For Pasargad Bank, the results suggest that focusing on robust security practices, operational risk management, and reputation preservation is essential to ensuring successful and low-risk FinTech implementation. The findings also align with international evidence indicating that collaborative and partnership-based FinTech models yield more sustainable and resilient outcomes in uncertain environments.

Conclusion

This study contributes to the FinTech risk literature by providing a structured and uncertainty-aware assessment of the major risks influencing FinTech adoption in banking. The proposed hybrid neutrosophic MCDM framework—combining Delphi, BWM, and MABAC—offers a more realistic modeling environment for capturing ambiguity, incomplete information, and expert hesitation. According to the results, security risk represents the most critical concern for banks in their FinTech implementation efforts, followed by operational and reputational risks. The findings also highlight the strategic value of interbank collaboration, suggesting that forming a FinTech consortium is the most advantageous and least risky implementation scenario for Pasargad Bank.

The insights from this study have practical implications for bank managers and policymakers. Banks should establish specialized FinTech risk management units, invest in advanced cybersecurity infrastructure, strengthen digital operational capabilities, and enhance customer awareness programs. Furthermore, closer engagement with regulators is required to ensure compliance and foster a supportive regulatory environment. Future research may expand this study by incorporating time-series data on risk events, exploring emerging technologies such as AI and blockchain, and conducting comparative analyses across multiple banks or countries to develop more generalizable insights.

Keywords: FinTech Adoption, Risk Assessment, Banks, Neutrosophic MCDM, BWM, MABAC.



ارزیابی ریسک‌های پذیرش فین تک در بانک‌ها با استفاده از چارچوب تصمیم‌گیری چندمعیاره در محیط نوتروسوفیک

فاطمه مجیبیان * استادیار گروه مدیریت، دانشکده مدیریت و علوم مالی، دانشگاه خاتم، تهران، ایران

مریم دانشور استادیار گروه مدیریت، دانشکده مدیریت و علوم مالی، دانشگاه خاتم، تهران، ایران

احسان کفاش عبدی دانش‌آموخته رشته مدیریت صنعتی، دانشکده مدیریت و علوم مالی، دانشگاه خاتم، تهران، ایران

چکیده

با گسترش فناوری‌های دیجیتال و تحولات سریع در حوزه خدمات مالی، فین تک به عنوان یکی از مهم‌ترین عوامل تحول در صنعت بانکداری شناخته شده است. بانک‌ها به عنوان یکی از ارکان اصلی نظام مالی، با ورود فین تک به بازار، شاهد تغییرات بنیادین در نحوه ارائه خدمات، رفتار مشتریان و الگوهای رقابتی هستند. باین حال، استقرار این فناوری‌ها همواره با مجموعه‌ای از ریسک‌ها همراه است که می‌تواند بر عملکرد، امنیت و اعتبار بانک‌ها تأثیر بگذارد. لذا، شناسایی دقیق و مدیریت به موقع ریسک‌های مرتبط با فین تک ضروری به نظر می‌رسد. این پژوهش باهدف ارزیابی ریسک‌های تأثیرگذار در استفاده از فین تک در بانک‌ها با رویکرد تصمیم‌گیری چندمعیاره در محیط نوتروسوفیک و با تمرکز بر مطالعه موردی بانک پاسارگاد انجام شده است. در این تحقیق، ابتدا با مرور ادبیات و پیشینه تحقیق، مؤلفه‌های اصلی ریسک شناسایی شدند. سپس با استفاده از روش دلفی نوتروسوفیک، ریسک‌های اصلی شامل ریسک امنیتی، اعتباری، عملیاتی، استراتژیک و رقابتی، قانونی و مقرراتی، شهرتی و نقدینگی شناسایی گردیدند. در ادامه، اهمیت نسبی این ریسک‌ها با استفاده از روش BWM نوتروسوفیک تعیین شد. نتایج نشان داد که ریسک امنیتی با بالاترین وزن، مهم‌ترین ریسک در استفاده از فین تک در بانک پاسارگاد است. در نهایت، سناریوهای مختلف پیاده‌سازی فین تک با استفاده از روش MABAC نوتروسوفیک رتبه‌بندی شدند که سناریوی «مشارکت با سایر بانک‌ها و تشکیل اتحادیه فین تک» بالاترین امتیاز را کسب نموده است. یافته‌های این پژوهش می‌تواند به بانک کمک کند تا ضمن شناخت دقیق تر ریسک‌های موجود، بهترین راهبردها را برای استقرار موفق فین تک در محیط بانکی خود انتخاب کنند.

کلیدواژه‌ها پذیرش فین تک، ارزیابی ریسک، بانک‌ها، تصمیم‌گیری چندمعیاره نوتروسوفیک، BWM، MABAC

مقدمه

در دهه اخیر، ظهور فناوری مالی (فین تک) به عنوان یکی از مهم‌ترین عوامل تحول در صنعت بانکداری، باعث ایجاد الگوهای جدید از خدمات مالی، نوآوری در مدل‌های کسب و کار و تغییر در رفتار مشتریان شده است. فین تک که به ترکیب فناوری‌های نوین با خدمات مالی اشاره دارد، نه تنها دسترسی به این خدمات را بهبود بخشیده، بلکه رقابت در بازار مالی را نیز شدت بخشیده و فضایی پویا و پیچیده را برای مؤسسات سنتی ایجاد کرده است (Schuffel et al., 2016).

با این حال، توسعه فین تک چالش‌هایی نیز برای نظام مالی و بانکی ایجاد کرده است. برخی پژوهش‌ها بر نقش مثبت آن در ارتقای عملکرد بانک‌ها تأکید داشته‌اند (Campanella et al., 2022)، در حالی که گروهی دیگر به پیامدهای منفی احتمالی آن نظیر کاهش سودآوری بانک‌ها به دلیل رقابت با پلتفرم‌های وام‌دهی و سرمایه‌گذاری آنلاین اشاره کرده‌اند (Thakor, 2020). علاوه بر این، ریسک‌های متعددی از جمله تهدیدات امنیت سایبری، انطباق با مقررات، ریسک‌های عملیاتی، حفظ حریم خصوصی داده‌ها، وابستگی به فناوری و چالش اعتماد مشتری از مهم‌ترین موانع پذیرش فین تک توسط بانک‌ها به شمار می‌آید (Idayani et al., 2024).

این شرایط، ضرورت بررسی نظام‌مند ریسک‌های مرتبط با پذیرش فین تک در بانک‌ها را دوچندان می‌سازد. در حالی که بسیاری از بانک‌ها در حال سرمایه‌گذاری یا همکاری با استارت‌آپ‌های فین تکی هستند تا بتوانند پاسخگوی نیازهای مشتریان دیجیتال محور باشند (Hughes et al., 2022)، تحقیقات سیستماتیک و جامعی که بتواند ریسک‌های مرتبط با پذیرش فین تک را به صورت چندمعیاره و تحت عدم قطعیت ارزیابی و اولویت‌بندی کنند، هنوز محدود و پراکنده است. در سطح جهانی نیز سرمایه‌گذاری در فین تک رشدی چشمگیر داشته و پیش‌بینی می‌شود تا سال ۲۰۳۲ اندازه این بازار به بیش از ۱۱۵۰ میلیارد دلار برسد (Barroso & Labordo, 2022)؛ بنابراین، توجه به مدیریت ریسک‌های ناشی از به کارگیری فین تک در صنعت بانکداری، به‌ویژه در کشورهای در حال توسعه، ضرورتی اجتناب‌ناپذیر است.

با وجود مطالعات متعددی که در زمینه ریسک‌های مرتبط با پذیرش فین تک در بانک‌ها انجام شده است، همچنان شکاف قابل توجهی در ادبیات تحقیق مشاهده می‌شود. برخی از پژوهش‌های اخیر مانند Zhao & Khaliq (2024) و Al-Shaer & Luqman (2023) از مدل‌سازی معادلات ساختاری-PLS (SEM) برای بررسی تأثیر ریسک‌های سایبری و عملیاتی بر پذیرش فین تک استفاده کرده‌اند. همچنین،

Deng et al. (2021) با بهره‌گیری از تحلیل رگرسیونی، تأثیر توسعه فین‌تک بر ریسک‌پذیری بانکی را بررسی نموده‌اند و Cheng (2023) از رویکرد داده‌کاوی CRISP-DM برای ارزیابی ریسک‌های مالی فین‌تک استفاده کرده است.

با این حال، این مطالعات عمدتاً از روش‌های آماری سنتی یا کیفی استفاده کرده‌اند که در مدیریت عدم قطعیت، تردید و ابهام در تصمیم‌گیری‌های چندمعیاره دچار محدودیت هستند. علاوه بر این، هیچ‌یک از تحقیقات پیشین از محیط نوتروسوفیک به‌عنوان یک چارچوب قدرتمند برای مدل‌سازی هم‌زمان درجات عضویت، عدم عضویت و تردید استفاده نکرده‌اند. درحالی‌که تصمیم‌گیری در حوزه فین‌تک، به‌ویژه در کشورهای در حال توسعه، اغلب تحت تأثیر اطلاعات ناقص، قضاوت‌های متفاوت خبرگان و عدم اطمینان بالا قرار دارد.

بنابراین، این مطالعه باهدف شناسایی، ارزیابی و اولویت‌بندی ریسک‌های تأثیرگذار در استفاده از فین‌تک در بانک‌ها انجام شده است. در این راستا، از یک رویکرد ترکیبی در محیط نوتروسوفیک شامل روش‌های دلفی، BWM و MABAC استفاده شده است که امکان تحلیل عمیق‌تر و واقع‌گرایانه‌تری را در شرایط عدم قطعیت فراهم می‌کند. یافته‌های این پژوهش نه تنها به بانک‌ها کمک می‌کند تا ریسک‌های کلیدی را بهتر درک کنند، بلکه چارچوبی علمی برای انتخاب بهترین راهبردهای پیاده‌سازی فین‌تک ارائه می‌دهد.

مبانی نظری و پیشینه پژوهش

فناوری مالی یا فین‌تک، ترکیبی از دو واژه Finance و Technology است و به کارگیری فناوری‌های نوین برای ساده‌سازی، خودکارسازی و تحول در ارائه خدمات مالی اشاره دارد (Ediagbonya & Tioluwani, 2022). این مفهوم در سال‌های اخیر به یکی از پیشران‌های اصلی تغییر در صنعت مالی تبدیل شده و توانسته است با ایجاد مدل‌های کسب‌وکار نوین، خدمات مالی را سریع‌تر، ارزان‌تر و شفاف‌تر ارائه دهد (Ng & Pan, 2022).

تاریخچه فین‌تک را می‌توان به دهه ۱۹۷۰ و ظهور کارت‌های اعتباری و دستگاه‌های خودپرداز نسبت داد. این نوآوری‌ها زمینه‌ساز دسترسی گسترده‌تر مردم به خدمات مالی شدند. با گسترش اینترنت در دهه ۱۹۹۰ نیز امکان ارائه خدمات مالی آنلاین فراهم شد و صنعت مالی وارد مرحله‌ای جدید از تحول گردید (Riemer et al., 2017). شرکت‌های فین‌تک می‌توانند به‌صورت مستقیم با بانک‌ها رقابت کنند یا

در قالب همکاری و شراکت، ارزش افزوده ایجاد نمایند. آمارها نشان می‌دهد حدود ۷۸ درصد همکاری‌های بانکی با فین تک‌ها در حوزه پرداخت و تجارت الکترونیک انجام می‌شود (AlMomani & Alomari, 2021).

الگوهای اصلی کسب و کار فین تک شامل خدمات پرداخت، مدیریت ثروت، تأمین مالی جمعی، وام‌دهی، بازار سرمایه و بیمه است (Suryono et al., 2020). فین تک بسترهای دیجیتال یکپارچه‌ای فراهم می‌آورد که تجربه‌ای تمام‌دیجیتال را برای مشتریان ممکن می‌سازد (Leong & Sung, 2018).

در کنار فرصت‌ها، فین تک ریسک‌هایی نیز برای نظام بانکی به همراه دارد. مطالعات نشان داده‌اند که بانک‌ها در مواجهه با فناوری‌های نوین مالی با انواع ریسک‌های نقدینگی، اعتباری و سیستمی روبه‌رو هستند (رحیمی و همکاران، ۱۴۰۲). ریسک‌های مرتبط با فین تک تنها به جنبه‌های مالی محدود نیست و شامل ابعاد فنی، اجتماعی و عملیاتی نیز می‌شود. به عنوان مثال، مشکلات امنیت سایبری و تهدیدات ناشی از حملات دیجیتال به عنوان یکی از مهم‌ترین نگرانی‌ها در این حوزه مطرح است (Duran & Griffin, 2019). علاوه بر آن، مسائل اجتماعی و فرهنگی مربوط به پذیرش فناوری‌های نوین توسط مشتریان نیز نقش تعیین‌کننده‌ای در موفقیت یا شکست فین تک دارد (Bhatnagar et al., 2022).

بنابراین، فین تک از یک سو به عنوان فرصت برای نوآوری و رقابت‌پذیری بانک‌ها مطرح است و از سوی دیگر، ریسک‌هایی چندبعدی را به همراه دارد که شناخت و ارزیابی آن‌ها برای حرکت در مسیر بانکداری دیجیتال ضروری به نظر می‌رسد. توجه به تنوع رویکردها و نتایج، در جدول زیر خلاصه‌ای از مهم‌ترین مطالعات انجام‌شده در حوزه پژوهش حاضر ارائه شده است تا دید جامعی از پیشینه مرتبط فراهم گردد.

جدول ۱. جمع‌بندی و خلاصه پیشینه پژوهش‌های انجام‌شده در حوزه پژوهش حاضر

محققان	عنوان پژوهش	مدل و روش	فضای تصمیم‌گیری	نتایج پژوهش
ژائو و خلیق ^۱ (۲۰۲۴)	در جستجوی عوامل تعیین‌کننده ریسک درک شده مؤثر بر قصد استفاده از فین تک: اثرات تعدیل‌کننده عوامل موقعیتی	Smart PLS-SEM	محیط آماری / کیفی (عدم قطعیت متوسط)	ریسک زمانی به عنوان مهم‌ترین ریسک شناسایی شد، پیرو آن ریسک ادراک‌شده، ریسک مالی، ریسک ایمنی، ریسک اجتماعی و ریسک عملکرد قرار داشتند. پیشنهاد شد تا

محققان	عنوان پژوهش	مدل و روش	فضای تصمیم‌گیری	نتایج پژوهش
				مهارت‌های عملیاتی و چارچوب‌های عملی خدمات فین‌تک بهبود یابد.
چنگ ^۱ (۲۰۲۳)	ارزیابی ریسک‌های صنعت فین‌تک: یک تحلیل اولیه بر اساس چارچوب CRISP-DM	رویکرد داده‌کاوی CRISP-DM	محیط داده محور (داده‌های تاریخی و الگویابی)	ترکیب مدل‌سازی اقتصادسنجی و یادگیری ماشین برای ارزیابی ریسک مالی ارائه شد. همبستگی بین شرکت‌های فین‌تک و سستی نشان داد که تمایز اساسی بین آن‌ها وجود ندارد.
الماولی و همکاران ^۲ (۲۰۲۳)	شناسایی و رتبه‌بندی عوامل حیاتی موفقیت در پذیرش فین‌تک: رویکرد DEMATEL فازی	DEMATEL fuzzy	محیط فازی	این پژوهش با استفاده از قضاوت ۱۶ خبره، روابط علت و معلولی بین عوامل پذیرش فین‌تک را ترسیم کرد. در مجموع، ۱۶ عامل به‌عنوان «عامل علتی» و ۸ عامل به‌عنوان «عامل اثری» شناسایی و بر اساس اهمیتشان رتبه‌بندی شدند
ویو و همکاران ^۳ (۲۰۲۲)	رویکرد تصمیم‌گیری گروهی چندمعیاره فازی برای ارزیابی و انتخاب پروژه‌های فین‌تک	TOPSIS فازی	محیط فازی شهودی با مقدار بازه‌ای	راهکارهای فین‌تک مرتبط با پرداخت دیجیتال و اعتبارسنجی هوشمند بالاترین امتیاز را کسب کردند. رویکرد فازی به مدیران کمک کرد تا در شرایط ابهام، اولویت‌بندی بهتری انجام دهند
کو و همکاران ^۴ (۲۰۲۱)	سرمایه‌گذاری‌های در بانک‌های اروپایی: یک رویکرد تصمیم‌گیری چندبعدی فازی ترکیبی IT2	IT2F-DEMATEL + IT2F-TOPSIS	محیط فازی نوع ۲ بازه‌ای (IT2F)	سرمایه‌گذاری در سیستم‌های پرداخت و مدیریت دارایی به‌عنوان اولویت‌های بالای فین‌تک شناسایی شدند. استفاده از مجموعه‌های فازی نوع ۲ بازه‌ای برای مدیریت عدم قطعیت در ارزیابی سرمایه‌گذاری مؤثر بود.
الشعری و لوخنده ^۵	ارتباط بین ریسک‌های پذیرش فین‌تک در بانک‌ها	مدل‌سازی معادلات ساختاری PLS-SEM	محیط آماری / کیفی (عدم)	ریسک‌های سایبری و عملیاتی تأثیر منفی، ریسک برون‌سپاری تأثیر مثبت و

1 Cheng

2 Al-Mawali et al.

3 Wibowo et al.

4 Kou et al.

5 Alshari and Lokhande

محققان	عنوان پژوهش	مدل و روش	فضای تصمیم‌گیری	نتایج پژوهش
(۲۰۲۳)	و تأثیر آن بر عملکرد		قطعی متوسط	ریسک سیستمی تأثیر معناداری بر عملکرد بانک‌ها ندارد
دنگ و همکاران ^۱ (۲۰۲۱)	تأثیر فین تک بر ریسک‌پذیری بانک: شواهدی از چین	مدل رگرسیون	محیط آماری/خطی	توسعه فین تک از طریق کانال‌هایی مانند حاشیه سود، قابلیت‌های مدیریتی، شدت رقابت خارجی بر ریسک‌پذیری تأثیرگذار است.
پاینده و همکاران (۱۴۰۰)	واکاوی و کشف الگوهای همکاری بانک‌های ایران با فین تک	داده کاوی	محیط داده محور	الگوهای همکاری بانک‌ها با فین تک در پنج خوشه اصلی (سرآمدانه، تحول‌طلبانه، شتابانه، زیرکانه و سرمایه‌گذارانه) قابل طبقه‌بندی است. نوع مالکیت (دولتی یا خصوصی) در نحوه تعامل بانک‌ها با فین تک تفاوت معناداری ایجاد نمی‌کند.
احمدیان و قلیچ (۱۴۰۲)	اثر فین تک بر ثبات مالی با توجه به اندازه، نوع مالکیت و درجه ثبات مالی بانک‌ها	سری زمانی و روش خودرگرسیون با وقفه توزیعی و متدولوژی کوآنتایل	محیط آماری/ کمی	فین تک‌ها در بلندمدت اثر منفی و در کوتاه مدت اثر متفاوت (رقیب: منفی - غیررقیب: مثبت) بر ثبات مالی بانک‌ها دارند. بانک‌های دارای ثبات مالی پایین آسیب‌پذیری بیشتری نسبت به ورود فین تک‌ها دارند.
حجازی و همکاران (۱۴۰۲)	طراحی مدل فرایندی بقای پلتفرم‌های فین تک	رویکرد مطالعه موردی چندگانه	محیط کیفی/ مفهومی	بقای فین تک‌ها وابسته به اجرای فرایندی هدفمند، تکرارپذیر و تطبیقی است. نقش رسانه‌ای فین تک‌ها به‌عنوان اهرم کلیدی برای جریان‌سازی خدمات نوین مالی برجسته شد

مرور پژوهش‌های داخلی و خارجی نشان می‌دهد که اگرچه در سال‌های اخیر توجه به فین تک رشد قابل توجهی داشته است، اما همچنان خلأهای محتوایی و روش‌شناختی مهمی در این حوزه وجود دارد. در مطالعات بین‌المللی، بخش قابل توجهی از تحقیقات بر ارزیابی عملکرد، پیامدهای مالی یا تصمیمات سرمایه‌گذاری فین تک متمرکز بوده‌اند و عمدتاً از روش‌های آماری، مدل‌های اقتصادسنجی یا تحلیل‌های

تجربی بهره گرفته‌اند. هرچند برخی مطالعات بین‌المللی از رویکردهای تصمیم‌گیری چندمعیاره—مانند پژوهش برای ارزیابی سرمایه‌گذاری‌های فین‌تک استفاده کرده‌اند (Kou et al. (2021), Wibowo et al. (2022)، اما تمرکز آن‌ها بر سرمایه‌گذاری و ارزش‌آفرینی است، نه تحلیل جامع ریسک‌های مرتبط با پیاده‌سازی فین‌تک در سطح بانک‌ها.

از منظر روش‌شناسی نیز اگرچه در بخش محدودی از تحقیقات از ابزارهای تصمیم‌گیری چندمعیاره استفاده شده، اما عدم قطعیت، تردید خبرگان و ابهام موجود در قضاوت‌ها کمتر در قالب منطق‌های توسعه‌یافته مانند فازی نوع ۲ یا نوتروسوفیک مدل‌سازی شده‌اند. به‌ویژه، رویکردهای چندمعیاره در محیط نوتروسوفیک که قابلیت بالاتری در مدیریت اطلاعات ناقص، ناسازگار و مبهم دارند در ادبیات پژوهش بسیار کمتر مورد توجه قرار گرفته‌اند.

در مطالعات داخلی نیز علی‌رغم افزایش توجه به موضوعاتی مانند موانع توسعه فین‌تک، تعامل بانک‌ها با شرکت‌های فین‌تک و اثرات آن بر ثبات مالی، اکثریت تحقیقات از رویکردهای کیفی، آماری یا خوشه‌بندی استفاده کرده‌اند و پژوهشی که ریسک‌های فین‌تک را به‌صورت نظام‌مند، یکپارچه و قابل اولویت‌بندی در سطح بانکی و در محیط نوتروسوفیک تحلیل کند، مشاهده نمی‌شود؛ بنابراین، پژوهش حاضر با بهره‌گیری از چارچوب ترکیبی در محیط نوتروسوفیک این خلأ را هدف قرار داده و نوآوری آن در همین ترکیب روش‌شناختی و تمرکز بر اولویت‌بندی ریسک‌های فین‌تک در بانک‌ها است.

روش‌شناسی پژوهش

این پژوهش بر اساس ماهیت هدف، از نوع کاربردی است؛ زیرا با بهره‌گیری از روش‌های علمی به دنبال حل یک مسئله واقعی در حوزه بانکداری، یعنی ارزیابی ریسک‌های مؤثر بر پذیرش فین‌تک در بانک‌ها می‌باشد. از نظر روش تحقیق نیز، مطالعه حاضر یک تحقیق توصیفی پیمایشی است، چراکه داده‌ها بدون دستکاری جامعه هدف جمع‌آوری شده و سپس با مدل‌سازی ریاضی مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته‌اند.

برای جمع‌آوری داده‌ها، از دو روش کتابخانه‌ای و میدانی استفاده شده است. در مرحله کتابخانه‌ای، مؤلفه‌های اولیه ریسک‌های فین‌تک با بررسی منابع علمی معتبر شامل کتب، مقالات، پایان‌نامه‌ها و سایر اسناد معتبر استخراج شدند. در مرحله میدانی، برای نهایی‌سازی و اولویت‌بندی این مؤلفه‌ها، پرسشنامه و مصاحبه با خبرگان حوزه بانکداری انجام شد تا داده‌های بدیع و به‌روز به دست آید.

جامعه آماری پژوهش شامل مدیران عالی بانک پاسارگاد با شرایط زیر است:

- حداقل مدرک کارشناسی ارشد در رشته‌های مدیریت مالی و بانکداری
- حداقل ۱۰ سال سابقه کار تخصصی در سیستم‌های مالی بانک
- آشنایی کامل با مباحث فین تک و علاقه‌مند به مشارکت در پژوهش

نمونه آماری، شامل ۱۲ نفر از خبرگان منتخب از جامعه آماری است که با استفاده از روش نمونه‌گیری قضاوتی هدفمند و روش گلوله‌برفی انتخاب شده‌اند. این روش امکان انتخاب افراد دارای ویژگی‌های تخصصی مرتبط باهدف تحقیق را فراهم می‌کند و نتایج حاصل قابل‌تعمیم به جامعه هدف در چارچوب مطالعه می‌باشد. در ادامه به معرفی روش‌های پیشنهادی جهت تجزیه و تحلیل داده پژوهش پرداخته می‌شود.

- تعاریف و الزامات تصمیم‌گیری در محیط نوتروسوفیک

تئوری مجموعه‌های نوتروسوفیک^۱ یک شاخه ریاضی جدید است که برای مدل‌سازی و تجزیه و تحلیل عدم قطعیت، تناقض‌ها و ابهام‌ها استفاده می‌شود. این تئوری در سال ۱۹۹۵ توسط فلورنتین سمارانداجه^۲، ریاضیدان و فیلسوف مشهور، معرفی شد.

مجموعه‌های فازی نوتروسوفیک^۳ (NFSS) با سه تابع مشخصه بر اشکالات مجموعه‌های فازی سنتی و عدم قطعیت موجود در داده‌ها غلبه می‌نماید.

۱. درستی (T): میزان باور به درستی یک وضعیت.

۲. نادرستی (F): میزان باور به نادرستی یک وضعیت.

۳. نامعینی (I): درجه‌ای که وضعیت غیرشفاف، متناقض یا نامشخص است.

یک نمونه خاص از اعداد فازی نوتروسوفیک با نام مجموعه‌های نوتروسوفیک تک ارزشی^۴ (SVNSs) نام دارند که توسط وانگ و همکارانش^۵ در سال ۲۰۱۰ پیشنهاد شده است که در ادامه به ارائه تعاریف و مفاهیم مربوط به این مجموعه‌های پرداخته خواهد شد.

تعریف ۱. چنانچه A یک عدد نوتروسوفیک تک‌ارزشی^۶ (SVNN) باشد این عدد به وسیله درجه

درستی $T_A(x)$ ، درجه نامعینی $I_A(x)$ و درجه نادرستی $F_A(x)$ مشخص می‌شود که شرط

$$0 \leq T_A(x) + I_A(x) + F_A(x) \leq 3 \text{ و } T_A(x), I_A(x), F_A(x) \in [0,1]$$

1 Neutrosophic Sets

2 Florentin Smarandache

3 Neutrosophic Fuzzy Sets

4 Single-Valued Neutrosophic Sets

5 Wang et al.

6 Single-Valued Neutrosophic Number

تعریف ۲. برای دو عدد نوتروسوفیک تک ارزشی $A = \langle T_A, I_A, F_A \rangle$ و $B = \langle T_B, I_B, F_B \rangle$ عملیات اصلی جبری بین آنها به صورت زیر تعریف می گردد:

$$A \oplus B = (T_A + T_B - T_A \cdot T_B, I_A \cdot I_B, F_A \cdot F_B) \quad \text{رابطه ۱}$$

$$A \otimes B = (T_A \cdot T_B, I_A + I_B - I_A \cdot I_B, F_A + F_B - F_A \cdot F_B) \quad \text{رابطه ۲}$$

$$\lambda A = (1 - (1 - T_A)^\lambda, I_A^\lambda, F_A^\lambda) \quad \text{رابطه ۳}$$

$$A^\lambda = (T_A^\lambda, 1 - (1 - I_A)^\lambda, 1 - (1 - F_A)^\lambda) \quad \text{رابطه ۴}$$

تعریف ۳. اگر $A = \langle T_A, I_A, F_A \rangle$ یک عدد فازی نوتروسوفیک تک ارزشی باشد، تابع امتیاز^۱ و فاصله اقلیدسی آن با استفاده از روابط زیر محاسبه می گردد:

$$S^N(A) = \frac{1+T_A-2I_A-F_A}{2}; S(A) \in [0,1] \quad \text{رابطه ۵}$$

$$D_{Eu}^N = \sqrt{\frac{1}{3}((T_A - T_B)^2 + (I_A - I_B)^2 + (F_A - F_B)^2)} \quad \text{رابطه ۶}$$

اعداد نوتروسوفیک نوع دو^۲ (T2NN) حالت گسترش یافته مجموعه نوتروسوفیک تک ارزشی با استفاده از اعداد فازی مثلثی می باشد. یک عدد نوتروسوفیک نوع دو $\tilde{A}$ به صورت $\tilde{A} = \{(\tilde{x}, \alpha_{\tilde{A}}(\tilde{x}), \beta_{\tilde{A}}(\tilde{x}), \gamma_{\tilde{A}}(\tilde{x})) | \tilde{x} \in \tilde{X}\}$ تعریف می شود به طوریکه $\alpha_{\tilde{A}}(\tilde{x}): \tilde{X} \rightarrow [0,1], \beta_{\tilde{A}}(\tilde{x}): \tilde{X} \rightarrow [0,1], \gamma_{\tilde{A}}(\tilde{x}): \tilde{X} \rightarrow [0,1]$ عناصر یک T2NN می تواند به صورت $\beta_{\tilde{A}}(\tilde{x}) = (\beta_{\alpha_{\tilde{A}}}(\tilde{x}), \beta_{\beta_{\tilde{A}}}(\tilde{x}), \beta_{\gamma_{\tilde{A}}}(\tilde{x}))$ $\alpha_{\tilde{A}}(\tilde{x}) = (\alpha_{\alpha_{\tilde{A}}}(\tilde{x}), \alpha_{\beta_{\tilde{A}}}(\tilde{x}), \alpha_{\gamma_{\tilde{A}}}(\tilde{x}))$ $\gamma_{\tilde{A}}(\tilde{x}) = (\gamma_{\alpha_{\tilde{A}}}(\tilde{x}), \gamma_{\beta_{\tilde{A}}}(\tilde{x}), \gamma_{\gamma_{\tilde{A}}}(\tilde{x}))$ نمایش داده شود. (عبدالباست و همکاران^۳، ۲۰۱۹)

تعریف ۴. تابع امتیاز عدد نوتروسوفیک نوع دو $\tilde{A}$ به صورت زیر محاسبه می گردد:

$$S(\tilde{A}) = \frac{1}{12} (8 + (\alpha_{\alpha_{\tilde{A}}}(\tilde{x}) + 2(\alpha_{\beta_{\tilde{A}}}(\tilde{x})) + \alpha_{\gamma_{\tilde{A}}}(\tilde{x})) - (\beta_{\alpha_{\tilde{A}}}(\tilde{x}) + 2(\beta_{\beta_{\tilde{A}}}(\tilde{x})) + \beta_{\gamma_{\tilde{A}}}(\tilde{x})) - (\gamma_{\alpha_{\tilde{A}}}(\tilde{x}) + 2(\gamma_{\beta_{\tilde{A}}}(\tilde{x})) + \gamma_{\gamma_{\tilde{A}}}(\tilde{x}))) \quad \text{رابطه ۷}$$

کاربرد منطق نوتروسوفیک در تصمیم گیری چندمعیاره، امکان مدیریت هم زمان عدم قطعیت، تناقض و داده های ناقص را فراهم می کند. این ویژگی در مسائلی که تصمیم گیرندگان با قضاوت های ذهنی،

1 Score Function

2 Type-2 Neutrosophic Numbers

3 Abdel-Basset et al.

متناقض یا مبهم مواجه هستند اهمیت ویژه‌ای دارد. به همین دلیل، استفاده از روش‌های MCDM در محیط نوتروسوفیک نسبت به روش‌های فازی کلاسیک از انعطاف‌پذیری و دقت بیشتری برخوردار است.

- تکنیک دلفی نوتروسوفیک

روش دلفی یک تکنیک برای جمع‌آوری و پردازش اطلاعات است که امکان اخذ ارزیابی از گروهی از خبرگان را از طریق مشورت فراهم می‌کند (وفادارنیکجو و همکاران، ۲۰۱۸). این روش کیفی زمانی توصیه می‌شود که نیاز به دریافت نظرات تخصصی، اجماع‌محور و نماینده از گروهی از افراد با تخصص بالا وجود دارد و همچنین می‌تواند اطلاعات مهمی برای آزمون‌های نظری ارائه دهد (Falcón et al., 2022).

در روش دلفی نوتروسوفیک پیشنهادی در پژوهش سیگچا و همکاران^۱ (۲۰۲۴)، اولویت‌بندی معیارها طی چند مرحله انجام می‌شود که ترکیبی از نظرات خبرگان، محاسبات نوتروسوفیک و تکرار برای اجماع به شرح زیر است:

مرحله اول: محاسبه ضریب صلاحیت خبرگان

به منظور وزن دهی به نظرات هر خبره بر اساس سطح تخصص و استدلالشان برای هر خبره مقدار K محاسبه می‌گردد. بدین صورت که پس از تعیین میزان اطلاعات (Kc) و سطح استدلال (Ka) هر خبره، صلاحیت آن‌ها با استفاده از رابطه زیر محاسبه می‌گردد:

$$K = 0.5 \times (Kc + Ka) \quad \text{رابطه ۸}$$

- Kc : سطح اطلاعات و دانش مرتبطی که خبرگان در حوزه موضوع دارند.
- Ka : ضریب استدلال خبره بر اساس تحلیل انتقادی موضوع.
- K : ضریب صلاحیت نهایی خبره

متغیرهای کلامی اعداد فازی نوتروسوفیک مورد استفاده نیز مطابق جدول زیر می‌باشند.

جدول ۲. عبارت‌های کلامی فازی نوتروسوفیک (Sigcha et al., 2024)

عبارت‌های کلامی	اعداد نوتروسوفیک تک ارزشی (SVNN)
شدیداً زیاد	(۱, ۰, ۰)
خیلی خیلی زیاد	(۰/۹, ۰/۱, ۰/۱)

1 Sigcha et al.

عبارت‌های کلامی	اعداد نوتروسوفیک تک ارزشی (SVNN)
بسیار زیاد	(۰/۸، ۰/۱۵، ۰/۲)
زیاد	(۰/۷، ۰/۲۵، ۰/۳)
متوسط زیاد	(۰/۶، ۰/۳۵، ۰/۴)
متوسط	(۰/۵، ۰/۵، ۰/۵)
متوسط کم	(۰/۴، ۰/۶۵، ۰/۶)
کم	(۰/۳، ۰/۷۵، ۰/۷)
بسیار کم	(۰/۲، ۰/۸۵، ۰/۸)
خیلی خیلی کم	(۰/۱، ۰/۹، ۰/۹)
شدیداً کم	(۰، ۱، ۱)

در ادامه از مجموع درجه درستی ضرایب صلاحیت خبرگان و تقسیم آن بر تعداد خبرگان مقدار K نهایی محاسبه شده که مطابق اطلاعات جدول زیر تفسیر آن صورت می‌پذیرد.

جدول ۳. شاخص ارزیابی شایستگی و انتخاب خبرگان (Sigcha et al., 2024)

صلاحیت خبره	ارزش ضریب صلاحیت
بالا	$0/8 < K \leq 1$
متوسط	$0/5 < K \leq 0/8$
پایین	$K \leq 0/5$

بدین ترتیب مقادیر K به‌عنوان وزن نظرات خبرگان در محاسبات روش دلفی به کار گرفته می‌شود.

مرحله دوم: جمع‌آوری و تجمیع نظرات

نظرات خبرگان پژوهش در خصوص معیارهای موردبررسی با استفاده از اعداد نوتروسوفیک جدول ۲ نمایش داده می‌شود و از عملگر میانگین هندسی نوتروسوفیک برای ترکیب نظرات خبرگان با توجه به وزن نظرات آن‌ها استفاده می‌گردد.

$$\text{رابطه ۹} \quad \text{نتیجه تجمیع} = \frac{\sum (K_i \times \text{نظر خبره})}{\sum K_i} = \left(\frac{\sum (K_i.T_i)}{\sum K_i}, \frac{\sum (K_i.I_i)}{\sum K_i}, \frac{\sum (K_i.F_i)}{\sum K_i} \right)$$

مرحله سوم: محاسبه اولویت معیارها

در این مرحله مقادیر نرمال شده اوزان معیارها محاسبه می‌شوند تا اولویت هر معیار تعیین گردد (Sigcha

- تکنیک BWM نوتروسوفیک

روش بهترین و بدترین یکی از جدیدترین رویکردها به منظور شناسایی اوزان اهمیت شاخص‌ها و معیارها در چارچوب‌های تصمیم‌گیری با معیارهای چندگانه می‌باشد. رضایی (۲۰۱۶) رویکردی مبتنی بر مقایسات زوجی را با نام BWM معرفی نمود که هدف از آن تعیین وزن شاخص‌ها در چارچوب رویکردی انعطاف‌پذیر بود. این روش از اعداد قطعی به منظور اجرای مقایسات زوجی شاخص‌ها استفاده نموده و قادر نبود تا اوزان این شاخص‌ها را تحت شرایط عدم قطعیت تعیین نماید. گو و ژائو^۱ (۲۰۱۷) به منظور رفع چنین مشکلی BWM فازی را ارائه نمودند که از یک مدل غیرخطی برای محاسبه اوزان شاخص‌ها می‌نمود. در این پژوهش نیز روش BWM در محیط نوتروسوفیک استفاده می‌گردد که گام‌های پیاده‌سازی آن به شرح زیر است:

گام ۱. مجموعه‌ای از شاخص‌ها یا معیارها تعیین می‌گردد. این مجموعه معیار به صورت $\{C_1, C_2, C_3, \dots, C_n\}$ قابل توصیف می‌باشد؛

گام ۲. بهترین و بدترین شاخص از طریق نظرخواهی از خبرگان حاضر در پنل خبرگان تعیین می‌گردند. در این زمینه از خروجی روش دلفی فازی نوتروسوفیک ارائه شده در بخش پیشین نیز می‌توان استفاده نمود.

گام ۳. بهترین شاخص و بدترین شاخص با سایر شاخص‌های مطالعه مقایسه می‌گردند. این مقایسه به منظور دریافت میزان اهمیت شاخص‌ها نسبت به دو شاخص بهترین و بدترین می‌باشد. در این گام، میزان ترجیح بهترین شاخص نسبت به دیگر شاخص‌ها و ترجیح دیگر شاخص‌ها نسبت به بدترین شاخص از طریق نظرات خبرگان و مقادیر زبانی اعداد فازی تک ارزشی جدول زیر تعیین می‌گردد.

جدول ۴. مقیاس‌های کلامی فازی نوتروسوفیک تک ارزشی

عبارت‌های کلامی	مقیاس SVNN		
	T_{jk} (درجه درستی)	I_{jk} (درجه نامعینی)	F_{jk} (درجه نادرستی)
به شدت زیاد (EH)	۱,۰۰	۰,۰۰	۰,۰۰
خیلی زیاد (VH)	۰,۹	۰,۱۰	۰,۰۵
زیاد (H)	۰,۸	۰,۲۰	۰,۱۵

عبارت‌های کلامی	مقیاس SVNN		
	T_{jk} (درجه درستی)	I_{jk} (درجه نامعینی)	F_{jk} (درجه نادرستی)
نسبتاً زیاد (MH)	۰,۶۵	۰,۳۵	۰,۳۰
متوسط (M)	۰,۵۰	۰,۵۰	۰,۴۵
نسبتاً کم (ML)	۰,۳۵	۰,۶۵	۰,۶۰
کم (L)	۰,۲۰	۰,۷۵	۰,۸۰
خیلی کم (VL)	۰,۱۰	۰,۸۵	۰,۹۰
به شدت کم (EL)	۰,۰۵	۰,۹۰	۰,۹۵

بدین ترتیب دو بردار اهمیت بهترین شاخص نسبت به دیگر شاخص‌ها $A_B = \{\tilde{a}_{B1}, \tilde{a}_{B2}, \dots, \tilde{a}_{Bk}\}$ و دیگری بردار اهمیت دیگر شاخص‌ها نسبت به بدترین شاخص $A_W = \{\tilde{a}_{W1}, \tilde{a}_{W2}, \dots, \tilde{a}_{Wk}\}$ به دست می‌آید.

گام ۴. با استفاده از رابطه زیر مقادیر فازی نوتروسوفیک تک ارزشی در بردارهای A_B و A_W به مقدار قطعی تبدیل می‌شوند.

$$U_{jk}^p = \frac{2+T_{jk}-I_{jk}-F_{jk}}{3} \quad \text{رابطه ۱۰}$$

گام ۵. در این گام وزن بهینه شاخص‌ها محاسبه می‌گردد. اوزان بهینه $(\theta_1^*, \theta_2^*, \theta_3^*, \dots, \theta_n^*)$ مبتنی بر حل مدل برنامه ریزی ریاضی زیر قابل محاسبه می‌باشند.

$$\min \max \left\{ \left| \frac{\theta_B}{\theta_k} - a_{Bk} \right|, \left| \frac{\theta_k}{\theta_w} - a_{kw} \right| \right\} \quad \text{رابطه ۱۱}$$

Subject to:

$$\sum_{k=1} \theta_k = 1$$

$$\theta_k \geq 0$$

$$k = 1, 2, 3, \dots, n$$

که رابطه بالا را می‌توان به صورت زیر ساده سازی نمود:

$$\min \varepsilon \quad \text{رابطه ۱۲}$$

$$\text{s.t.} \begin{cases} \left| \frac{\theta_B}{\theta_k} - a_{Bk} \right| \leq \varepsilon \\ 0 \\ \left| \frac{\theta_k}{\theta_w} - a_{kw} \right| \leq \varepsilon \\ 0 \\ \sum_{k=1}^K \theta_k = 1 \\ 0 \\ \theta_k \geq 0 \end{cases} \quad k = 1, 2, 3, \dots, n$$

با حل مسئله فوق اوزان شاخص‌ها $(\theta_1^*, \theta_2^*, \theta_3^*, \dots, \theta_k^*)$ محاسبه می‌گردد
(Tanaji & Roychowhury, 2024).

- تکنیک MABAC نوتروسوفیک

تکنیک MABAC نخستین بار توسط پاموچار و سیروویچ^۱ در سال ۲۰۱۵ معرفی گردیده و سپس توسط ژو و همکاران^۲ (۲۰۱۶) نسخه فازی آن معرفی شد. تکنیک MABAC برای حل مسائل تصمیم‌گیری دارای موارد نامشخص و پیچیده با محاسبه فاصله هر گزینه و ناحیه تقریبی مرز^۳ مورد استفاده قرار می‌گیرد (Dragan et al., 2018).

مراحل اجرای تکنیک MABAC نوتروسوفیک به شرح زیر است:

گام اول: ساخت ماتریس تصمیم فازی $\tilde{X} = (\tilde{x}_{ij})_{m \times n}$ به طوریکه مقدار ارزش گزینه‌ها a_i با توجه به معیارهای S_j می‌باشند.

$$\tilde{X} = (\tilde{x}_{ij})_{m \times n} = \begin{matrix} & \begin{matrix} S_1 & S_2 & \vdots & S_n \end{matrix} \\ \begin{matrix} A_1 & A_2 & \dots & A_m \end{matrix} & \begin{bmatrix} \tilde{x}_{11} & \tilde{x}_{12} & \dots & \tilde{x}_{1n} \\ \tilde{x}_{21} & \tilde{x}_{22} & \dots & \tilde{x}_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \tilde{x}_{1m} & \tilde{x}_{2m} & \dots & \tilde{x}_{mn} \end{bmatrix} \end{matrix} \quad \text{رابطه ۱۳}$$

لازم به ذکر است m و n به ترتیب نمایانگر گزینه‌ها و شاخص‌ها می‌باشد و مقادیر ماتریس تصمیم با استفاده از ارزش‌های جدول زیر استخراج می‌گردد.

جدول ۵. متغیرهای کلامی اعداد نوتروسوفیک نوع ۲ برای ارزیابی گزینه‌ها (Deveci et al., 2021)

عبارت‌های کلامی	اعداد نوتروسوفیک نوع ۲ (T2NN)
بسیار پایین (VL)	$((0,2,0,2,0,1), (0,65,0,8,0,85), (0,45,0,8,0,7))$
پایین (L)	$((0,35,0,35,0,1), (0,5,0,75,0,8), (0,5,0,75,0,65))$
نسبتاً پایین (ML)	$((0,5,0,3,0,5), (0,5,0,35,0,45), (0,45,0,3,0,6))$
متوسط (M)	$((0,4,0,45,0,5), (0,4,0,45,0,5), (0,35,0,4,0,45))$
نسبتاً بالا (MH)	$((0,6,0,45,0,5), (0,2,0,15,0,25), (0,1,0,25,0,15))$
بالا (H)	$((0,7,0,75,0,8), (0,15,0,2,0,25), (0,1,0,15,0,2))$
بسیار خوب (VH)	$((0,95,0,9,0,95), (0,1,0,1,0,05), (0,05,0,05,0,05))$

1 Pamučar & Ćirović

2 Xue et al.

3 Border approximation area

گام دوم: جمع نظرات خبرگان با استفاده از محاسبه میانگین نظرات برای هر عدد نوتروسوفیک نوع ۲ به

صورت

رابطه ۱۴

$$\tilde{A}_i = \left(\left(\alpha_{\alpha_{\tilde{A}_i}}(\tilde{x}), \alpha_{\beta_{\tilde{A}_i}}(\tilde{x}), \alpha_{\gamma_{\tilde{A}_i}}(\tilde{x}) \right), \left(\beta_{\alpha_{\tilde{A}_i}}(\tilde{x}), \beta_{\beta_{\tilde{A}_i}}(\tilde{x}), \beta_{\gamma_{\tilde{A}_i}}(\tilde{x}) \right), \left(\gamma_{\alpha_{\tilde{A}_i}}(\tilde{x}), \gamma_{\beta_{\tilde{A}_i}}(\tilde{x}), \gamma_{\gamma_{\tilde{A}_i}}(\tilde{x}) \right) \right)$$

با استفاده از رابطه زیر صورت پذیرفته است:

$$S(\tilde{A}_i) = \frac{1}{12} \left(8 + \left(\alpha_{\alpha_{\tilde{A}_i}}(\tilde{x}) + 2 \left(\alpha_{\beta_{\tilde{A}_i}}(\tilde{x}) \right) + \alpha_{\gamma_{\tilde{A}_i}}(\tilde{x}) \right) - \left(\beta_{\alpha_{\tilde{A}_i}}(\tilde{x}) + 2 \left(\beta_{\beta_{\tilde{A}_i}}(\tilde{x}) \right) + \beta_{\gamma_{\tilde{A}_i}}(\tilde{x}) \right) - \left(\gamma_{\alpha_{\tilde{A}_i}}(\tilde{x}) + 2 \left(\gamma_{\beta_{\tilde{A}_i}}(\tilde{x}) \right) + \gamma_{\gamma_{\tilde{A}_i}}(\tilde{x}) \right) \right) \quad \text{رابطه ۱۵}$$

گام سوم: نرمال سازی عناصر ماتریس تصمیم $\tilde{X} = (\tilde{x}_{ij})_{m \times n}$ به $\tilde{R} = (\tilde{r}_{ij})_{m \times n}$ مقادیر نرمال شده برای

شاخص های سود و هزینه به ترتیب با استفاده از روابط زیر محاسبه می گردد:

$$\tilde{r}_{ij} = \frac{\tilde{x}_{ij} - \tilde{x}_i^-}{\tilde{x}_i^+ - \tilde{x}_i^-} \quad \text{رابطه ۱۶}$$

$$\tilde{r}_{ij} = \frac{\tilde{x}_{ij} - \tilde{x}_i^+}{\tilde{x}_i^- - \tilde{x}_i^+} \quad \text{رابطه ۱۷}$$

به طوریکه $\tilde{x}_i^+ = \max(\tilde{x}_{ij})$ و $\tilde{x}_i^- = \min(\tilde{x}_{ij})$ به ترتیب شاخص های سود و هزینه هستند که ارزش های

بیشینه و کمینه را برای گزینه ها نشان می دهند. $\tilde{r}_{ij}$ مقادیر نرمال شده را نشان می دهد.

گام چهارم: محاسبه ماتریس نرمال شده موزون $V = (\tilde{v}_{ij})_{m \times n}$ با استفاده از بردار $\tilde{\theta} = \tilde{\theta}_1, \tilde{\theta}_2, \dots, \tilde{\theta}_n$

برای شاخص های S_j به صورت زیر می باشد.

$$V = \tilde{v}_{ij} = \theta_j \times \tilde{r}_{ij} \Rightarrow \begin{matrix} & A_1 & A_2 & \dots & A_m \\ \begin{matrix} S_1 \\ S_2 \\ \vdots \\ S_n \end{matrix} & \begin{bmatrix} \tilde{v}_{11} & \tilde{v}_{12} & \dots & \tilde{v}_{1n} \\ \tilde{v}_{21} & \tilde{v}_{22} & \dots & \tilde{v}_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \tilde{v}_{n1} & \tilde{v}_{n2} & \dots & \tilde{v}_{nn} \end{bmatrix} \end{matrix} \quad \text{رابطه ۱۸}$$

به طوریکه θ_j بردار وزنی شاخص ها می باشد.

گام پنجم: محاسبه ناحیه تقریبی مرزی بدین صورت که ناحیه تقریبی مرزی^۱ (BAA) برای هر معیار با رابطه زیر محاسبه می‌گردد:

$$b_j = (\prod_{i=1}^m \check{v}_{ij})^{1/m} \quad \text{رابطه ۱۹}$$

به طوریکه b_j و m به ترتیب نشان دهنده ناحیه تقریبی مرزی برای شاخص‌ها و تعداد کل گزینه‌ها می‌باشد. همچنین B می‌تواند به صورت یک بردار $1 \times n$ به صورت زیر نمایش داده شود.

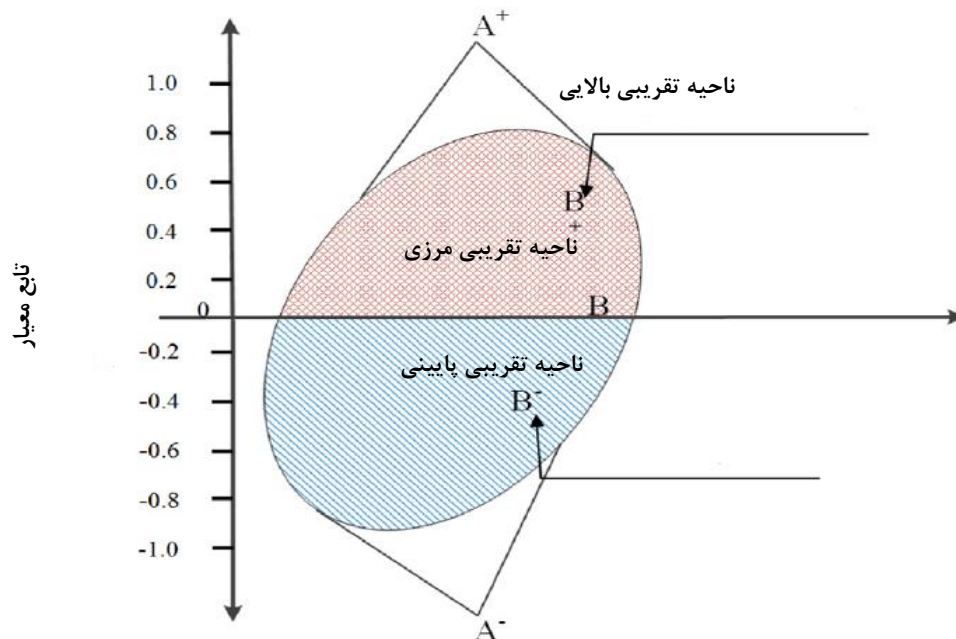
$$\begin{matrix} S_1 & S_2 & \dots & S_m \\ B = (b_1 & b_2 & \dots & b_n) \end{matrix} \quad \text{رابطه ۲۰}$$

گام ششم: محاسبه ماتریس فاصله Δ که فاصله هر گزینه را از BAA به صورت زیر محاسبه می‌نماید:

$$\Delta = V - B \Rightarrow \begin{bmatrix} \check{v}_{11} - b_1 & \check{v}_{12} - b_2 & \dots & \check{v}_{1n} - b_n \\ \check{v}_{21} - b_1 & \check{v}_{22} - b_2 & \dots & \check{v}_{2n} - b_n \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \check{v}_{m1} - b_1 & \check{v}_{m2} - b_2 & \dots & \check{v}_{mn} - b_n \end{bmatrix} \quad \text{رابطه ۲۱}$$

گزینه A_i می‌تواند متعلق به ناحیه تقریبی بالایی B^+ و ناحیه تقریبی پایینی B^- باشد به نحوه‌ای که در شکل زیر نمایش داده شده است.

شکل ۱. ناحیه تقریبی مرزی (Deveci et al., 2021)



B^+ ناحیه‌ای است که در آن گزینه ایده آل A^+ وجود دارد در حالی که B^- ناحیه‌ای است که در آن گزینه ضد ایده آل A^- یافت می‌گردد.

$$A_i \in \begin{cases} B^+ & \text{if } \partial_{ij} > 0 \\ B & \text{if } \partial_{ij} = 0 \\ B^- & \text{if } \partial_{ij} < 0 \end{cases} \quad \text{رابطه ۲۲}$$

گام هفتم: مقدار جمع نهایی تابع معیار را محاسبه و گزینه‌ها رتبه بندی می‌شوند

$$\omega_i = \sum_{j=1}^m \partial_{ij}, \quad i = 1, 2, \dots, m \text{ and } j = 1, 2, \dots, n \quad \text{رابطه ۲۳}$$

پس از محاسبه مجموع مقادیر، فرآیند نرمال سازی با استفاده از رابطه زیر صورت می‌پذیرد:

$$Q_i = \frac{\omega_i}{\sum_{i=1}^m \omega_i} \quad \text{رابطه ۲۴}$$

در نهایت گزینه‌ها بر اساس بیشترین ارزش رتبه بندی می‌شوند (Deveci et al., 2021).

لازم به توضیح است انتخاب نوع مجموعه نوتروسوفیک در هر مرحله از فرآیند تصمیم‌گیری چندمعیاره با توجه به ماهیت عملیاتی و سطح عدم قطعیت مرتبط با آن مرحله صورت گرفته است. در مرحله وزن‌دهی معیارها با استفاده از روش BWM نوتروسوفیک، از مجموعه نوتروسوفیک تک‌ارزشی استفاده شد، زیرا ساختار بهینه‌سازی غیرخطی BWM با این نوع مجموعه سازگاری بیشتری دارد و مقایسات زوجی خبرگان در این چارچوب به‌خوبی مدیریت می‌شوند. استفاده از نوتروسوفیک نوع ۲ در این مرحله علاوه بر ایجاد پیچیدگی محاسباتی بالاتر، می‌تواند منجر به دشواری در همگرایی مدل به جواب بهینه شود. در مقابل، در مرحله رتبه‌بندی گزینه‌ها با روش MABAC، به دلیل طبیعت پیچیده‌تر ارزیابی سناریوها و وجود سطح بالاتری از ابهام، تردید و تنوع در قضاوت‌های خبرگان، از مجموعه نوتروسوفیک نوع ۲ استفاده شد. T2NN با قابلیت مدل‌سازی درجات فازی برای عضویت، عدم عضویت و تردید، امکان انعکاس دقیق‌تر عدم قطعیت موجود در تصمیم‌گیری عملیاتی را فراهم می‌کند؛ بنابراین، ترکیب این دو رویکرد، تعادلی بین کارایی محاسباتی در مرحله وزن‌دهی و دقت بالا در مدل‌سازی عدم قطعیت در مرحله رتبه‌بندی ایجاد می‌نماید.

تحلیل داده‌ها و یافته‌ها

به منظور جمع‌آوری داده‌های پژوهش، ابتدا پژوهشگر با مطالعه نظام‌مند پیشینه و ادبیات تحقیق در حوزه

ارزیابی ریسک‌های پذیرش فین تک در بانک‌ها با استفاده از چارچوب تصمیم‌گیری ...: مجیبیان و همکاران | ۶۳

ریسک‌های فین تک، مجموعه‌ای اولیه از مولفه‌ها و ریسک‌های مرتبط را استخراج نموده است. این فهرست اولیه سپس در اختیار پنل خبرگان قرار گرفت و خبرگان با بررسی، اصلاح، ادغام و تکمیل موارد، فهرست نهایی ریسک‌های تأثیرگذار بر استفاده از فین تک در بانک‌ها را اعتبارسنجی و تأیید نمودند. بر این اساس، ریسک‌های نهایی تأییدشده توسط خبرگان در جدول زیر ارائه شده است.

جدول ۶. ریسک‌های مرتبط با استفاده از فناوری‌های مالی (فین تک) در بانک‌ها

ردیف	انواع ریسک‌های استفاده از فین تک	تعاریف و توضیحات	منابع
۱	ریسک امنیتی ^۱	سطح امنیت اطلاعات و داده‌ها شامل تهدیدات سایبری مانند حملات فیشینگ، بدافزارها و نقض داده‌ها است. همچنین، استفاده از فناوری‌های جدید مانند بلاکچین و هوش مصنوعی	(Al-Shari & Lokhande, 2023), (Asif et al. 2023), (Javaheri et al., 2024)
۲	ریسک اعتباری ^۲	زیرساخت‌های فناوری اطلاعات خطر عدم بازپرداخت وام‌ها و اعتبارها، به‌ویژه در پلتفرم‌های وام‌دهی دیجیتال	(Arkanuddin et al. 2021), (Pi et al. 2022)
۳	ریسک عملیاتی ^۳	ضعف زیرساخت‌های فناوری اطلاعات و مشکلات احتمالی در فرآیندهای عملیاتی بانک ناشی از نقص در فرآیندها، سیستم‌ها یا خطاهای انسانی	(Asif et al. 2023), (Akanuddin et al. 2021). (Al-Shari & Lokhande, 2023)
۴	ریسک استراتژیک ^۴ و رقابتی	شامل فشار برای نوآوری و رقابت با شرکت‌های فین تک	(Arkanuddin et al. 2021), (Pi et al. 2022),
۵	ریسک برون سپاری ^۵	وابستگی به شرکت‌های ثالث برای ارائه خدمات فین تک	Al-Shari & Lokhande (2023),
۶	ریسک قانونی و مقرراتی ^۶	چالش‌های تطابق با قوانین مالی، مقررات ضد پولشویی، الزامات شناخت مشتری، پیچیدگی‌های ناشی از فعالیت در حوزه‌های قضایی و عدم هماهنگی با استانداردهای بین‌المللی	(Arkanuddin et al. 2021), (Pi et al. 2022,

1 Cybersecurity Risk

2 Credit Risk

3 Operation Risk

4 Strategic Risk

5 Outsourcing Risk

6 Legal Risk

ردیف	انواع ریسک‌های استفاده از فین تک	تعاریف و توضیحات	منابع
۷	ریسک شهرتی	تأثیرات منفی احتمالی بر شهرت بانک و آسیب به اعتبار بانک در صورت شکست فناوری یا نقض داده‌ها	(Zhao, 2021)
۸	ریسک سیستمی	تأثیرات گسترده بر کل سیستم مالی در صورت شکست فناوری مانند قطعی شبکه پرداخت	(Al-Shari & Lokhande, 2023)
۹	ریسک نقدینگی ^۱ و بی‌ثباتی اقتصادی	نوسانات شدید اقتصادی همچون تورم، کاهش ارزش پول ملی، سیاست‌های بانک مرکزی	(Arkanuddin et al. 2021)

بر اساس اطلاعات جدول ۲ به منظور محاسبه ضریب صلاحیت نهایی، سطح تخصص و استدلال خبرگان مطابق جدول زیر محاسبه می‌گردد.

جدول ۷. نتایج محاسبات ضریب صلاحیت خبرگان

خبره	Kc (سطح اطلاعات)	Ka (ضریب استدلال)	K (ضریب صلاحیت)
۱	(۰,۸, ۰,۱۵, ۰,۲)	(۰,۹, ۰,۱, ۰,۱)	(۰,۸۵, ۰,۱۲۵, ۰,۱۵)
۲	(۰,۵, ۰,۵, ۰,۵)	(۰,۶, ۰,۳۵, ۰,۴)	(۰,۵۵, ۰,۴۲۵, ۰,۴۵)
۳	(۰,۵, ۰,۵, ۰,۵)	(۰,۷, ۰,۲۵, ۰,۳)	(۰,۶, ۰,۳۷۵, ۰,۴)
۴	(۰,۹, ۰,۱, ۰,۱)	(۱, ۰, ۰)	(۰,۹۵, ۰,۰۵, ۰,۰۵)
۵	(۰,۶, ۰,۳۵, ۰,۴)	(۰,۷, ۰,۲۵, ۰,۳)	(۰,۶۵, ۰,۳, ۰,۳۵)
۶	(۰,۷, ۰,۲۵, ۰,۳)	(۰,۶, ۰,۳۵, ۰,۴)	(۰,۶۵, ۰,۳, ۰,۳۵)
۷	(۰,۸, ۰,۱۵, ۰,۲)	(۰,۹, ۰,۱, ۰,۱)	(۰,۸۵, ۰,۱۲۵, ۰,۱۵)
۸	(۰,۶, ۰,۳۵, ۰,۴)	(۰,۸, ۰,۱۵, ۰,۲)	(۰,۷, ۰,۲۵, ۰,۳)
۹	(۱, ۰, ۰)	(۰,۹, ۰,۱, ۰,۱)	(۰,۹۵, ۰,۰۵, ۰,۰۵)
۱۰	(۰,۸, ۰,۱۵, ۰,۲)	(۰,۹, ۰,۱, ۰,۱)	(۰,۸۵, ۰,۱۲۵, ۰,۱۵)
۱۱	(۰,۷, ۰,۲۵, ۰,۳)	(۰,۷, ۰,۲۵, ۰,۳)	(۰,۷, ۰,۲۵, ۰,۳)
۱۲	(۰,۸, ۰,۱۵, ۰,۲)	(۰,۷, ۰,۲۵, ۰,۳)	(۰,۷۵, ۰,۲, ۰,۲۵)

در ادامه مجموع درجه درستی ضرایب صلاحیت خبرگان محاسبه و بر تعداد خبرگان تقسیم می‌شود که نتیجه عدد ۰,۷۵۴ بدست می‌آید. لذا با توجه به شاخص تأیید شایستگی و انتخاب خبرگان طبق جدول ۳

1 Liquidity Risk

ارزیابی ریسک‌های پذیرش فین تک در بانک‌ها با استفاده از چارچوب تصمیم‌گیری ...: مجیبیان و همکاران | ۶۵

صلاحیت خبرگان نزدیک به ۰,۸ و مناسب ارزیابی می‌شود. در ادامه نظرات خبرگان پژوهش در خصوص ریسک‌های مورد بررسی با استفاده از اعداد نوتروسوفیک جدول ۲ نمایش داده می‌شود و با عملکرد میانگین هندسی نوتروسوفیک رابطه ۲ تجميع نظر خبرگان صورت می‌پذیرد. نتایج در جدول ۸ نمایش داده شده است.

جدول ۸. نتایج حاصل از فرآیند ارزیابی ریسک‌های فین تک با روش دلفی نوتروسوفیک

ردیف	فین تک	پس‌بینی	تجربه	فانفی	برون سپاری	استراتژی	عملیاتی	اعتباری	قابلیت	K	نمره
۱	(۰,۳۵, ۰,۴) (۰,۶)	(۰,۳۵, ۰,۴) (۰,۶)	(۰,۲۵, ۰,۳) (۰,۷)	(۰,۱۵, ۰,۲) (۰,۸)	(۰,۵, ۰,۵) (۰,۵)	(۰,۲۵, ۰,۳) (۰,۷)	(۰,۲۵, ۰,۳) (۰,۷)	(۰,۵, ۰,۵) (۰,۵)	(۰,۲, ۰,۲) (۰,۸)	(۰,۱۵) (۰,۱۲۵) (۰,۸۵)	
۲	(۰,۱۵, ۰,۲) (۰,۸)	(۰,۲۵, ۰,۳) (۰,۷)	(۰,۱۵, ۰,۲) (۰,۸)	(۰,۲۵, ۰,۳) (۰,۷)	(۰,۶۵, ۰,۶) (۰,۴)	(۰,۱۵, ۰,۲) (۰,۸)	(۰,۱, ۰,۱) (۰,۹)	(۰,۳۵, ۰,۴) (۰,۶)	(۰,۱, ۰,۱) (۰,۹)	(۰,۴۵) (۰,۴۲) (۰,۵۵)	
۳	(۰,۳۵, ۰,۴) (۰,۶)	(۰,۲۵, ۰,۳) (۰,۷)	(۰,۳۵, ۰,۴) (۰,۶)	(۰,۳۵, ۰,۴) (۰,۶)	(۰,۵, ۰,۵) (۰,۵)	(۰,۳۵, ۰,۴) (۰,۶)	(۰,۳۵, ۰,۴) (۰,۶)	(۰,۵, ۰,۵) (۰,۵)	(۰,۴, ۰,۴) (۰,۶)	(۰,۴) (۰,۳۷۵) (۰,۶)	
۴	(۰,۱, ۰,۱) (۰,۹)	(۰,۳۵, ۰,۴) (۰,۶)	(۰,۱۵, ۰,۲) (۰,۸)	(۰,۱۵, ۰,۲) (۰,۸)	(۰,۳۵, ۰,۴) (۰,۶)	(۰,۵, ۰,۵) (۰,۵)	(۰,۱۵, ۰,۲) (۰,۸)	(۰,۳۵, ۰,۴) (۰,۶)	(۰,۳, ۰,۳) (۰,۷)	(۰,۰۵) (۰,۰۵) (۰,۹۵)	
۵	(۰,۲۵, ۰,۳) (۰,۷)	(۰,۳۵, ۰,۴) (۰,۶)	(۰,۱, ۰,۱) (۰,۹)	(۰,۱, ۰,۱) (۰,۹)	(۰,۵, ۰,۵) (۰,۵)	(۰,۱, ۰,۱) (۰,۹)	(۰,۱, ۰,۱) (۰,۹)	(۰,۳۵, ۰,۴) (۰,۶)	(۰, ۰, ۰) (۱)	(۰,۳۵) (۰,۳) (۰,۶۵)	
۶	(۰,۲۵, ۰,۳) (۰,۷)	(۰,۲۵, ۰,۳) (۰,۷)	(۰,۲۵, ۰,۳) (۰,۷)	(۰,۱, ۰,۱) (۰,۹)	(۰,۳۵, ۰,۴) (۰,۶)	(۰,۳۵, ۰,۴) (۰,۶)	(۰,۲۵, ۰,۳) (۰,۷)	(۰,۲۵, ۰,۳) (۰,۷)	(۰,۲, ۰,۲) (۰,۸)	(۰,۳۵) (۰,۳) (۰,۶۵)	
۷	(۰,۱۵, ۰,۲) (۰,۸)	(۰,۵, ۰,۵) (۰,۵)	(۰,۲۵, ۰,۳) (۰,۷)	(۰,۲۵, ۰,۳) (۰,۷)	(۰,۶۵, ۰,۶) (۰,۴)	(۰,۲۵, ۰,۳) (۰,۷)	(۰,۱۵, ۰,۲) (۰,۸)	(۰,۵, ۰,۵) (۰,۵)	(۰,۱, ۰,۱) (۰,۹)	(۰,۱۵) (۰,۱۲۵) (۰,۸۵)	
۸	(۰,۲۵, ۰,۳) (۰,۷)	(۰,۵, ۰,۵) (۰,۵)	(۰,۱۵, ۰,۲) (۰,۸)	(۰,۱۵, ۰,۲) (۰,۸)	(۰,۳۵, ۰,۴) (۰,۶)	(۰,۵, ۰,۵) (۰,۵)	(۰,۳۵, ۰,۴) (۰,۶)	(۰,۱, ۰,۱) (۰,۹)	(۰,۲, ۰,۲) (۰,۸)	(۰,۳) (۰,۲۵) (۰,۷)	

ردیف	مقیاس	سیستمی	شهرتی	قانونی	پرونی سپاری	استراتژیک	عملیاتی	اعتباری	آیندی	K	نمره
۹	(۰,۲) ، (۰,۱۵) ، (۰,۸)	(۰,۴) ، (۰,۳۵) ، (۰,۶)	(۰,۳) ، (۰,۲۵) ، (۰,۷)	(۰,۴) ، (۰,۳۵) ، (۰,۶)	(۰,۵) ، (۰,۵) ، (۰,۵)	(۰,۳) ، (۰,۲۵) ، (۰,۷)	(۰,۳) ، (۰,۲۵) ، (۰,۷)	(۰,۶) ، (۰,۶۵) ، (۰,۴)	(۰,۴) ، (۰,۳۵) ، (۰,۶)	(۰,۵) ، (۰,۰۵) ، (۰,۹۵)	
۱۰	(۰,۴) ، (۰,۳۵) ، (۰,۶)	(۰,۳) ، (۰,۲۵) ، (۰,۷)	(۰,۲) ، (۰,۱۵) ، (۰,۸)	(۰,۳) ، (۰,۲۵) ، (۰,۷)	(۰,۴) ، (۰,۳۵) ، (۰,۶)	(۰,۲) ، (۰,۱۵) ، (۰,۸)	(۰,۴) ، (۰,۳۵) ، (۰,۶)	(۰,۲) ، (۰,۱۵) ، (۰,۸)	(۰,۵) ، (۰,۳۵) ، (۰,۵)	(۰,۱۵) ، (۰,۰۵) ، (۰,۸۵)	
۱۱	(۰,۱) ، (۰,۱) ، (۰,۹)	(۰,۴) ، (۰,۳۵) ، (۰,۶)	(۰,۱) ، (۰,۱) ، (۰,۹)	(۰,۱) ، (۰,۱) ، (۰,۹)	(۰,۵) ، (۰,۵) ، (۰,۵)	(۰,۱) ، (۰,۱) ، (۰,۹)	(۰,۱) ، (۰,۱) ، (۰,۹)	(۰,۴) ، (۰,۳۵) ، (۰,۶)	(۰,۲) ، (۰,۱۵) ، (۰,۸)	(۰,۳) ، (۰,۲۵) ، (۰,۷)	
۱۲	(۰,۳) ، (۰,۲۵) ، (۰,۷)	(۰,۲) ، (۰,۱۵) ، (۰,۸)	(۰,۲) ، (۰,۱۵) ، (۰,۸)	(۰,۲) ، (۰,۱۵) ، (۰,۸)	(۰,۴) ، (۰,۳۵) ، (۰,۶)	(۰,۲) ، (۰,۱۵) ، (۰,۸)	(۰,۲) ، (۰,۱۵) ، (۰,۸)	(۰,۳) ، (۰,۲۵) ، (۰,۷)	(۰,۰) ، (۰,۰) ، (۱)	(۰,۲۵) ، (۰,۲) ، (۰,۷۵)	
	(۰,۲۷۷) ، (۰,۲۳۳) ، (۰,۷۳)	(۰,۳۵۲) ، (۰,۳۰۸) ، (۰,۶۲)	(۰,۲۵۹) ، (۰,۲۱۹) ، (۰,۷۳)	(۰,۲۱۰) ، (۰,۱۸۱) ، (۰,۷۷)	(۰,۴۷۹) ، (۰,۴۷۳) ، (۰,۵۲)	(۰,۲۷۶) ، (۰,۲۴۴) ، (۰,۷۰)	(۰,۲۲۷) ، (۰,۱۹۶) ، (۰,۷۵)	(۰,۲۸۳) ، (۰,۲۴۴) ، (۰,۷۱)	(۰,۱۸۶) ، (۰,۱۶۲) ، (۰,۷۷۳)	تجمع نظرات	

سپس بر اساس مقادیر تجمیع نظرات خبرگان، مؤلفه‌هایی که عدد فازی نوتروسوفیک با درجه درستی کمتر از ۰,۷ را دارند حذف می‌شوند. لذا ریسک‌های ایمنی، اعتباری، عملیاتی، استراتژیک و رقابتی، قانونی و مقرراتی، شهرتی و نقدینگی به‌عنوان هفت ریسک اصلی پیاده‌سازی فین تک در بانک‌های ایران شناسایی می‌شوند.

بر اساس خروجی روش دلفی نوتروسوفیک، هفت نوع ریسک اصلی مرتبط با استفاده از فین تک در بانک‌ها شناسایی شده و مطابق جدول ۸، ریسک امنیتی به‌عنوان بهترین (Best) و ریسک استراتژیک و رقابتی به‌عنوان بدترین (Worst) معیار انتخاب شده است.

در مرحله بعد، برای اجرای روش BWM نوتروسوفیک، بهترین و بدترین مؤلفه با سایر مؤلفه‌ها توسط خبرگان و بر اساس عبارات کلامی جدول ۴ مقایسه شدند. نتایج این مقایسه‌ها در قالب اعداد فازی نوتروسوفیک در جدول ۹ و ۱۰ نشان داده شده‌اند.

جدول ۹. اهمیت بهترین مؤلفه نسبت به سایر مؤلفه‌ها

نقدی‌نگی	شهرتی	قانونی	استراتژیک	عملیاتی	اعتباری	امنیتی	خبره
(۰,۵, ۰,۳۵)	(۰,۳, ۰,۳۵)	(۰,۴۵, ۰,۵)	(۰,۳, ۰,۳۵)	(۰,۱, ۰,۰۵)	(۰,۴۵, ۰,۵)	(۰, ۰)	۱
(۰,۵)	(۰,۶۵)	(۰,۵)	(۰,۶۵)	(۰,۹)	(۰,۵)	(۱)	
(۰,۳۵, ۰,۳)	(۰,۲, ۰,۱۵)	(۰,۳۵, ۰,۳)	(۰,۵, ۰,۴۵)	(۰,۵, ۰,۴۵)	(۰,۳۵, ۰,۳)	(۰, ۰)	۲
(۰,۶۵)	(۰,۸)	(۰,۶۵)	(۰,۵)	(۰,۵)	(۰,۶۵)	(۱)	
(۰,۵, ۰,۴۵)	(۰,۳۵, ۰,۳)	(۰,۳۵, ۰,۳)	(۰,۳۵, ۰,۳)	(۰,۳۵, ۰,۳)	(۰,۳۵, ۰,۳)	(۰, ۰)	۳
(۰,۵)	(۰,۶۵)	(۰,۶۵)	(۰,۶۵)	(۰,۶۵)	(۰,۶۵)	(۱)	
(۰,۳۵, ۰,۳)	(۰,۲, ۰,۱۵)	(۰,۲, ۰,۱۵)	(۰,۳۵, ۰,۳)	(۰,۳۵, ۰,۳)	(۰,۱, ۰,۰۵)	(۰, ۰)	۴
(۰,۶۵)	(۰,۸)	(۰,۸)	(۰,۶۵)	(۰,۶۵)	(۰,۹)	(۱)	
(۰,۲, ۰,۱۵)	(۰,۵, ۰,۴۵)	(۰,۲, ۰,۱۵)	(۰,۶۵, ۰,۶)	(۰,۲, ۰,۱۵)	(۰,۲, ۰,۱۵)	(۰, ۰)	۵
(۰,۸)	(۰,۵)	(۰,۸)	(۰,۳۵)	(۰,۸)	(۰,۸)	(۱)	
(۰,۳۵, ۰,۳)	(۰,۳۵, ۰,۳)	(۰,۵, ۰,۴۵)	(۰,۳۵, ۰,۳)	(۰,۱, ۰,۰۵)	(۰,۵, ۰,۴۵)	(۰, ۰)	۶
(۰,۶۵)	(۰,۶۵)	(۰,۵)	(۰,۶۵)	(۰,۹)	(۰,۵)	(۱)	
(۰,۵, ۰,۴۵)	(۰,۲, ۰,۱۵)	(۰,۳۵, ۰,۳)	(۰,۵, ۰,۴۵)	(۰,۲, ۰,۱۵)	(۰,۱, ۰,۰۵)	(۰, ۰)	۷
(۰,۵)	(۰,۸)	(۰,۶۵)	(۰,۵)	(۰,۸)	(۰,۹)	(۱)	
(۰,۵, ۰,۴۵)	(۰,۳۵, ۰,۳)	(۰,۲, ۰,۱۵)	(۰,۶۵, ۰,۶)	(۰,۳۵, ۰,۳)	(۰,۲, ۰,۱۵)	(۰, ۰)	۸
(۰,۵)	(۰,۶۵)	(۰,۸)	(۰,۳۵)	(۰,۶۵)	(۰,۸)	(۱)	
(۰,۳۵, ۰,۳)	(۰,۵, ۰,۴۵)	(۰,۵, ۰,۴۵)	(۰,۳۵, ۰,۳)	(۰,۲, ۰,۱۵)	(۰,۲, ۰,۱۵)	(۰, ۰)	۹
(۰,۶۵)	(۰,۵)	(۰,۵)	(۰,۶۵)	(۰,۸)	(۰,۸)	(۱)	
(۰,۵, ۰,۴۵)	(۰,۳۵, ۰,۳)	(۰,۲, ۰,۱۵)	(۰,۶۵, ۰,۶)	(۰,۲, ۰,۱۵)	(۰,۵, ۰,۴۵)	(۰, ۰)	۱۰
(۰,۵)	(۰,۶۵)	(۰,۸)	(۰,۳۵)	(۰,۸)	(۰,۵)	(۱)	
(۰,۵, ۰,۴۵)	(۰,۲, ۰,۱۵)	(۰,۳۵, ۰,۳)	(۰,۵, ۰,۴۵)	(۰,۳۵, ۰,۳)	(۰,۳۵, ۰,۳)	(۰, ۰)	۱۱
(۰,۵)	(۰,۸)	(۰,۶۵)	(۰,۵)	(۰,۶۵)	(۰,۶۵)	(۱)	
(۰,۳۵, ۰,۳)	(۰,۳۵, ۰,۳)	(۰,۵, ۰,۴۵)	(۰,۳۵, ۰,۳)	(۰,۲, ۰,۱۵)	(۰,۵, ۰,۴۵)	(۰, ۰)	۱۲
(۰,۶۵)	(۰,۶۵)	(۰,۵)	(۰,۶۵)	(۰,۸)	(۰,۵)	(۱)	

جدول ۱۰. اهمیت سایر مؤلفه‌ها نسبت به بدترین مؤلفه

نقدی‌نگی	شهرتی	قانونی	استراتژیک	عملیاتی	اعتباری	امنیتی	خبره
(۰,۲, ۰,۱۵)	(۰,۳۵, ۰,۳)	(۰,۳۵, ۰,۳)	(۰, ۰)	(۰,۳۵, ۰,۳)	(۰,۲, ۰,۱۵)	(۰,۵, ۰,۴۵)	۱
(۰,۸)	(۰,۶۵)	(۰,۶۵)	(۱)	(۰,۶۵)	(۰,۸)	(۰,۵)	
(۰,۱, ۰,۰۵)	(۰,۲, ۰,۱۵)	(۰,۱, ۰,۰۵)	(۰, ۰)	(۰,۵, ۰,۴۵)	(۰,۱, ۰,۰۵)	(۰,۶۵, ۰,۶)	۲
(۰,۹)	(۰,۸)	(۰,۹)	(۱)	(۰,۵)	(۰,۹)	(۰,۳۵)	

نقدی‌نگی	شهرتی	قانونی	استراتژیک	عملیاتی	اعتباری	امنیتی	خبره
(۰,۲, ۰,۱۵)	(۰,۳۵, ۰,۳)	(۰,۳۵, ۰,۳)	(۰, ۰, ۱)	(۰,۳۵, ۰,۳)	(۰,۳۵, ۰,۳)	(۰,۳۵, ۰,۳)	۳
(۰,۸)	(۰,۶۵)	(۰,۶۵)		(۰,۶۵)	(۰,۶۵)	(۰,۶۵)	
(۰,۲, ۰,۱۵)	(۰,۲, ۰,۱۵)	(۰,۲, ۰,۱۵)	(۰, ۰, ۱)	(۰,۲, ۰,۱۵)	(۰,۲, ۰,۱۵)	(۰,۳۵, ۰,۳)	۴
(۰,۸)	(۰,۸)	(۰,۸)		(۰,۸)	(۰,۸)	(۰,۶۵)	
(۰,۳۵, ۰,۳)	(۰,۳۵, ۰,۳)	(۰,۱, ۰,۰۵)	(۰, ۰, ۱)	(۰,۳۵, ۰,۳)	(۰,۳۵, ۰,۳)	(۰,۵, ۰,۴۵)	۵
(۰,۶۵)	(۰,۶۵)	(۰,۹)		(۰,۶۵)	(۰,۶۵)	(۰,۵)	
(۰,۱, ۰,۰۵)	(۰,۳۵, ۰,۳)	(۰,۳۵, ۰,۳)	(۰, ۰, ۱)	(۰,۱, ۰,۰۵)	(۰,۱, ۰,۰۵)	(۰,۵, ۰,۴۵)	۶
(۰,۹)	(۰,۶۵)	(۰,۶۵)		(۰,۹)	(۰,۹)	(۰,۵)	
(۰,۲, ۰,۱۵)	(۰,۵, ۰,۴۵)	(۰,۲, ۰,۱۵)	(۰, ۰, ۱)	(۰,۳۵, ۰,۳)	(۰,۳۵, ۰,۳)	(۰,۳۵, ۰,۳)	۷
(۰,۸)	(۰,۵)	(۰,۸)		(۰,۶۵)	(۰,۶۵)	(۰,۶۵)	
(۰,۳۵, ۰,۳)	(۰,۳۵, ۰,۳)	(۰,۳۵, ۰,۳)	(۰, ۰, ۱)	(۰,۲, ۰,۱۵)	(۰,۲, ۰,۱۵)	(۰,۵, ۰,۴۵)	۸
(۰,۶۵)	(۰,۶۵)	(۰,۶۵)		(۰,۸)	(۰,۸)	(۰,۵)	
(۰,۱, ۰,۰۵)	(۰,۳۵, ۰,۳)	(۰,۱, ۰,۰۵)	(۰, ۰, ۱)	(۰,۳۵, ۰,۳)	(۰,۳۵, ۰,۳)	(۰,۳۵, ۰,۳)	۹
(۰,۹)	(۰,۶۵)	(۰,۹)		(۰,۶۵)	(۰,۶۵)	(۰,۶۵)	
(۰,۲, ۰,۱۵)	(۰,۲, ۰,۱۵)	(۰,۳۵, ۰,۳)	(۰, ۰, ۱)	(۰,۳۵, ۰,۳)	(۰,۳۵, ۰,۳)	(۰,۵, ۰,۴۵)	۱۰
(۰,۸)	(۰,۸)	(۰,۶۵)		(۰,۶۵)	(۰,۶۵)	(۰,۵)	
(۰,۳۵, ۰,۳)	(۰,۳۵, ۰,۳)	(۰,۲, ۰,۱۵)	(۰, ۰, ۱)	(۰,۵, ۰,۴۵)	(۰,۲, ۰,۱۵)	(۰,۳۵, ۰,۳)	۱۱
(۰,۶۵)	(۰,۶۵)	(۰,۸)		(۰,۵)	(۰,۸)	(۰,۶۵)	
(۰,۱, ۰,۰۵)	(۰,۵, ۰,۴۵)	(۰,۱, ۰,۰۵)	(۰, ۰, ۱)	(۰,۳۵, ۰,۳)	(۰,۱, ۰,۰۵)	(۰,۵, ۰,۴۵)	۱۲
(۰,۹)	(۰,۵)	(۰,۹)		(۰,۶۵)	(۰,۹)	(۰,۵)	

سپس مقادیر فازی نوتروسوفیک به دست آمده در جداول فوق با استفاده از رابطه ۳ به عدد قطعی تبدیل شده و در ضریب نظرات خبرگان که در روش دلفی محاسبه گردید ضرب می گردد تا دو بردار اهمیت بهترین مؤلفه نسبت به دیگر مؤلفه‌ها A_B و دیگری بردار اهمیت دیگر مؤلفه‌ها نسبت به بدترین مؤلفه A_W بدست می آید. سپس محاسبه وزن بهینه مؤلفه‌ها $(\theta_1^*, \theta_2^*, \theta_3^*, \dots, \theta_k^*)$ با استفاده از حل مدل برنامه ریزی خطی زیر صورت می پذیرد.

$$\text{رابطه } \varepsilon 25 \min$$

$$\text{s.t.} \begin{cases} \left| \frac{\theta_B}{\theta_k} - a_{Bk} \right| \leq \varepsilon \\ 0 \\ \left| \frac{\theta_k}{\theta_w} - a_{kw} \right| \leq \varepsilon \\ 0 \\ \sum_{k=1}^K \theta_k = 1 \\ 0 \\ \theta_k \geq 0 \end{cases}$$

$k = 1, 2, \dots, n$

مدل مذکور با داده‌های بدست آمده از مسئله در نرم افزار GAMS نسخه ۲۴ کد نویسی شده و بر اساس خروجی به دست آمده اوزان نهایی مؤلفه‌ها به شرح جدول زیر بدست آمده است.

جدول ۱۱. خروجی مدل BWM از نرم افزار گمز

نقدینگی	شهرتی	قانونی	استراتژیک	عملیاتی	اعتباری	امنیتی	ریسک‌ها
۰,۱۲۶	۰,۱۴۶	۰,۱۳۹	۰,۱۰۴	۰,۱۵۹	۰,۱۲۵	۰,۲۰۱	θ_k^*

در این پژوهش، گزینه‌های موردبررسی درواقع سناریوهای مختلف پیاده‌سازی فین تک در بانک‌ها هستند. انتخاب این سناریوها بر مبنای دو مرحله صورت گرفته است: نخست، مرور مطالعات پیشین در حوزه استراتژی‌های استقرار فین تک در صنعت بانکداری؛ و دوم، تأیید و اجماع نظر خبرگان بانکی و فناوری مالی. بدین ترتیب، مجموعه‌ای از سناریوهای معتبر و قابل اجرا برای شرایط بانک‌های ایرانی و به‌طور خاص بانک پاسارگاد شناسایی گردید. این سناریوها شامل موارد زیر هستند:

- توسعه داخلی و ساخت پلتفرم اختصاصی توسط بانک: طراحی و پیاده‌سازی اپلیکیشن بانکداری دیجیتال توسط تیم فناوری اطلاعات بانک. (Zalan & Toufaily, 2017)
- مشارکت با استارت‌آپ‌های فین تک داخلی: همکاری با شرکت‌های نوپای فین تک مانند پی‌پینگ، آسان‌پرداخت یا دیجی‌پی به‌منظور توسعه خدمات مالی نوین (Zalan & Toufaily, 2017)؛ (Alaassar et al., 2023).
- خرید پلتفرم‌های فین تک خارجی: بهره‌گیری از پلتفرم‌های بین‌المللی نظیر IBM Banking Solutions برای تسریع در استقرار خدمات نوین مالی. (Kwon et al., 2023).
- مشارکت با سایر بانک‌ها و تشکیل اتحادیه فین تک: توسعه یک پلتفرم مشترک در قالب همکاری میان چند بانک (مشابه شبکه شتاب) باهدف کاهش هزینه‌ها و هم‌افزایی خدمات (Bartolacci et al., 2023).

(2022).

- برون‌سپاری به شرکت‌های دولتی: استفاده از زیرساخت اپراتورهای ملی نظیر همراه اول و ایرانسل برای ارائه خدمات مالی مبتنی بر فین تک. (Dezem et al., 2024)
- به‌منظور پیاده‌سازی روش MABAC جهت ارزیابی سناریوها، ابتدا ماتریس تصمیم‌گیری بر اساس متغیرهای کلامی جدول ۵ ساخته می‌شود.

جدول ۱۲. ماتریس تصمیم ارزیابی سناریوهای پیاده‌سازی فین تک

گزینه‌ها	خبرگان	ریسک‌های استفاده از فین تک در بانک						
		امنیتی	اعتباری	عملیاتی	استراتژیک	قانونی	شهرتی	نقدینگی
ساخت پلتفرم اختصاصی توسط بانک	۱	ML	ML	MH	H	MH	H	ML
	۲	MH	M	MH	MH	M	ML	L
	۳	M	ML	M	MH	M	ML	ML
	۴	H	M	MH	MH	MH	M	M
	۵	M	MH	H	H	MH	L	L
	۶	M	ML	M	MH	M	ML	ML
	۷	H	M	MH	MH	MH	M	M
	۸	ML	ML	MH	H	MH	H	ML
	۹	MH	M	MH	MH	M	ML	L
	۱۰	M	MH	H	H	MH	L	L
	۱۱	VH	MH	L	M	L	H	VL
	۱۲	H	M	ML	M	VL	M	VL
مشارکت با استارت‌آپ‌های فین تک داخلی	۱	ML	H	M	H	ML	ML	ML
	۲	MH	MH	M	MH	MH	ML	ML
	۳	ML	H	MH	MH	M	L	L
	۴	ML	MH	M	M	ML	ML	M
	۵	M	M	H	H	H	M	M
	۶	ML	H	MH	MH	M	L	L
	۷	ML	MH	M	M	ML	ML	M
	۸	ML	H	M	H	ML	ML	ML

ارزیابی ریسک‌های پذیرش فین تک در بانک‌ها با استفاده از چارچوب تصمیم‌گیری ...: مجیبیان و همکاران | ۷۱

گزینه‌ها	خبرگان	ریسک‌های استفاده از فین تک در بانک						
		امنیتی	اعتباری	عملیاتی	استراتژیک	قانونی	شهرتی	نقدینگی
	۹	MH	MH	M	MH	MH	ML	ML
	۱۰	M	M	H	H	H	M	M
	۱۱	VH	H	M	MH	M	H	L
	۱۲	VH	MH	M	ML	ML	H	L
خرید پلتفرم‌های فین تک خارجی	۱	MH	H	H	MH	H	MH	H
	۲	H	M	MH	H	H	M	MH
	۳	M	MH	H	M	MH	MH	H
	۴	MH	H	MH	M	MH	H	MH
	۵	H	MH	M	H	MH	MH	M
	۶	M	MH	H	M	MH	MH	H
	۷	MH	H	MH	M	MH	H	MH
	۸	MH	H	H	MH	H	MH	H
	۹	H	M	MH	H	H	M	MH
	۱۰	H	MH	M	H	MH	MH	M
	۱۱	VH	MH	ML	MH	VH	MH	M
	۱۲	VH	M	M	L	VH	H	MH
مشارکت با سایر بانک‌ها و تشکیل اتحادیه فین تک	۱	MH	H	M	L	ML	L	ML
	۲	L	L	ML	L	ML	L	VL
	۳	ML	ML	L	M	M	ML	M
	۴	ML	L	M	ML	L	M	ML
	۵	L	L	ML	M	ML	M	ML
	۶	ML	ML	L	M	M	ML	M
	۷	ML	L	M	ML	L	M	ML
	۸	MH	H	M	L	ML	L	ML
	۹	L	L	ML	L	ML	L	VL
	۱۰	L	L	ML	M	ML	M	ML
	۱۱	H	VH	H	ML	M	H	M
	۱۲	H	M	ML	L	L	MH	M

گزینه‌ها	خبرگان	ریسک‌های استفاده از فین تک در بانک						
		امنیتی	اعتباری	عملیاتی	استراتژیک	قانونی	شهرتی	نقدینگی
برون‌سپاری به شرکت‌های دولتی	۱	MH	H	ML	MH	M	ML	ML
	۲	ML	M	M	M	MH	MH	M
	۳	M	MH	L	H	M	H	H
	۴	MH	MH	ML	M	MH	L	ML
	۵	H	M	MH	H	MH	MH	M
	۶	M	MH	L	H	M	H	H
	۷	MH	MH	ML	M	MH	L	ML
	۸	MH	H	ML	MH	M	ML	ML
	۹	ML	M	M	MH	M	MH	M
	۱۰	H	M	MH	H	MH	MH	M
	۱۱	H	MH	M	M	M	H	ML
	۱۲	MH	ML	L	ML	VL	ML	ML

در ادامه تجمیع نظر خبرگان صورت گرفته و با استفاده از تابع امتیاز عدد نوتروسوفیک نوع دو، مقادیر ماتریس تجمیع نظرات خبرگان به صورت زیر حاصل گردیده است.

جدول ۱۳. ماتریس تجمیع نظرات خبرگان با استفاده از تابع امتیاز از اعداد نوتروسوفیک نوع ۲

گزینه‌ها	ریسک‌های استفاده از فین تک در بانک						
	امنیتی	اعتباری	عملیاتی	استراتژیک	قانونی	شهرتی	نقدینگی
ساخت پلتفرم اختصاصی توسط بانک	۰,۶۶۰	۰,۵۷۳	۰,۶۴۵	۰,۷۰۹	۰,۵۷۶	۰,۵۵۹	۰,۴۰۶
مشارکت با استارت‌آپ‌های فین تک داخلی	۰,۶۲۴	۰,۷۱۷	۰,۶۰۶	۰,۶۹۴	۰,۶۰۳	۰,۵۸۱	۰,۴۳۱
خرید پلتفرم‌های فین تک خارجی	۰,۷۴۶	۰,۶۹۵	۰,۶۷۹	۰,۶۴۷	۰,۷۳۱	۰,۶۹۴	۰,۶۹۵
تشکیل اتحادیه فین تک	۰,۵۲۹	۰,۴۹۶	۰,۴۹۵	۰,۴۳۷	۰,۴۹۴	۰,۴۹۳	۰,۴۷۹
برون‌سپاری به شرکت‌های دولتی	۰,۶۷۱	۰,۶۵۰	۰,۵۰۳	۰,۶۵۰	۰,۵۹۶	۰,۶۱۸	۰,۵۷۳

مقادیر ماتریس تجمیع نظرات خبرگان با استفاده از روابط ۹ و ۱۰ نرمال‌سازی می‌شوند. بدین ترتیب ماتریس تصمیم نرمال شده به صورت زیر به دست آمده است.

جدول ۱۴. ماتریس نرمال شده به روش MABAC

گزینه‌ها	ریسک‌های استفاده از فین تک در بانک						
	نقدینگی	شهرتی	قانونی	استراتژیک	عملیاتی	اعتباری	امنیتی
ساخت پلتفرم اختصاصی توسط بانک	۱	۰,۶۷۱	۰,۶۵۶	۰	۰,۱۸۷	۰,۶۵۱	۰,۳۹۴
مشارکت با استارت‌آپ‌های فین تک داخلی	۰,۹۱۲	۰,۵۶۴	۰,۵۴۲	۰,۰۵۶	۰,۳۹۴	۰	۰,۵۶۲
خرید پلتفرم‌های فین تک خارجی	۰	۰	.	۰,۲۲۹	۰	۰,۱	۰
تشکیل اتحادیه فین تک	۰,۷۴۵	۱	۱	۱	۱	۱	۱
برون‌سپاری به شرکت‌های دولتی	۰,۴۲۰	۰,۳۷۷	۰,۵۷۳	۰,۲۱۶	۰,۹۵۴	۰,۳۰۵	۰,۳۴۵

با ضرب اوزان ریسک‌های محاسبه‌شده به روش BWM در ماتریس نرمال شده مقادیر ماتریس نرمال‌ایز موزون حاصل می‌گردد. سپس مقادیر ناحیه تقریبی مرزی (BAA) برای هر معیار با استفاده از رابطه ۱۲ محاسبه می‌گردد و در ادامه ماتریس فاصله گزینه‌ها به صورت زیر حاصل می‌گردد.

جدول ۱۵. ماتریس فاصله هر گزینه از b_j

گزینه‌ها	ریسک‌های استفاده از فین تک در بانک						
	نقدینگی	شهرتی	قانونی	استراتژیک	عملیاتی	اعتباری	امنیتی
ساخت پلتفرم اختصاصی توسط بانک	۰,۱۲۶	۰,۰۹۸	۰,۰۹۱	۰	۰,۰۲۹	۰,۰۸۱	۰,۰۷۹
مشارکت با استارت‌آپ‌های فین تک داخلی	۰,۱۱۴	۰,۰۸۲	۰,۰۷۵	۰,۰۰۵	۰,۰۶۲	۰	۰,۱۱۳
خرید پلتفرم‌های فین تک خارجی	۰	۰	۰	۰,۰۲۳	۰	۰,۰۱۲	۰
مشارکت با سایر بانک‌ها و تشکیل اتحادیه فین تک	۰,۰۹۳	۰,۱۴۶	۰,۱۳۹	۰,۱۰۴	۰,۱۵۹	۰,۱۲۵	۰,۲۰۱
برون‌سپاری به شرکت‌های دولتی	۰,۰۵۳	۰,۰۵۵	۰,۰۷۹	۰,۰۲۲	۰,۰۱۵	۰,۰۳۸	۰,۰۶۹

در نهایت مقادیر ω_i و Q_i محاسبه‌شده و گزینه‌ها مطابق جدول زیر رتبه‌بندی می‌شوند.

جدول ۱۶. محاسبه تابع معیار و رتبه‌بندی گزینه‌ها

گزینه‌ها	ω_i	Q_i	رتبه‌بندی
ساخت پلتفرم اختصاصی توسط بانک	۰,۵۰۵	۰,۲۰۷	۲
مشارکت با استارت‌آپ‌های فین تک داخلی	۰,۴۵۴	۰,۱۸۶	۴
خرید پلتفرم‌های فین تک خارجی	۰,۰۳۶	۰,۰۱۴	۵

رتبه‌بندی	Q_i	ω_i	گزینه‌ها
۱	۰,۳۹۷	۰,۹۶۷	تشکیل اتحادیه فین تک
۳	۰,۱۹۲	۰,۴۶۹	برون‌سپاری به شرکت‌های دولتی

بر اساس خروجی به‌دست آمده مشخص گردیده است که طبق تحلیل صورت گرفته، مشارکت با سایر بانک‌ها و تشکیل اتحادیه فین تک دارای کمترین ریسک بوده و در مقایسه با سایر سناریوها، سناریو مناسبی برای پیاده‌سازی فین تک در بانک پاسارگاد به شمار می‌رود. درواقع یافته‌های این پژوهش تأکید می‌کند که بانک پاسارگاد می‌بایست تمرکز خود را بر مدیریت ریسک‌های امنیتی، عملیاتی و شهرتی قرار دهند و راهکار تشکیل اتحادیه فین تک را به‌عنوان یک استراتژی کم‌ریسک و پرمفعت بپذیرد. این رویکرد نه تنها چالش‌های داخلی را کاهش می‌دهد، بلکه موقعیت رقابتی بانک را در برابر فین تک‌های جهانی تقویت می‌نماید.

بحث و نتیجه‌گیری

یافته‌های این پژوهش نشان داد که در فرآیند استقرار فین تک در بانک‌ها، ریسک امنیتی بیشترین اهمیت را دارد؛ زیرا انتقال داده‌های حساس و افزایش تراکنش‌های دیجیتال احتمال وقوع حملات سایبری و نشت اطلاعات را به‌شدت افزایش می‌دهد. پس از آن، ریسک عملیاتی ناشی از خطاهای سیستمی و ضعف در مدیریت فرآیندهای دیجیتال و همچنین ریسک شهرتی مرتبط با اعتماد مشتریان در جایگاه‌های بعدی قرار گرفتند. این نتایج همسو با پژوهش الشعری و لوخاند (۲۰۲۳) است که نشان دادند ریسک‌های سایبری اثر منفی معناداری بر عملکرد بانک‌های پذیرنده فین تک داشته و در میان سایر ریسک‌ها بالاترین رتبه را کسب کرده‌اند. همچنین آسیف و همکاران^۱ (۲۰۲۳) تأکید کرده‌اند که هرچند فین تک می‌تواند کارایی را افزایش داده و هزینه‌ها را کاهش دهد، اما تهدیدات امنیت سایبری، ریسک‌های عملیاتی و ریسک‌های سیستمی از چالش‌های اصلی آن محسوب می‌شوند؛ بنابراین بانک‌ها ناگزیرند چارچوب‌های مدیریت ریسک مؤثر را برای کنترل پیامدهای این مخاطرات به کار گیرند.

در بخش سناریوها، نتایج نشان داد که راهبرد مشارکت بین‌بانکی و تشکیل اتحادیه فین تک بالاترین اولویت را دارد؛ زیرا چنین رویکردی با فراهم کردن امکان به اشتراک گذاری منابع، کاهش هزینه‌ها، استانداردسازی خدمات و مدیریت بهتر ریسک‌ها، به پایداری بیشتر در پذیرش نوآوری‌های مالی منجر

1 Asif et al.

می‌شود. این نتیجه نیز با مطالعه فنگ و ون^۱ (۲۰۲۴) همخوانی دارد که استراتژی همکاری میان بانک‌ها و شرکت‌های فین‌تک را در محیط‌های نامطمئن، پایدارترین گزینه برای نوآوری معرفی کرده‌اند. همچنین، هورنوف و همکاران^۲ (۲۰۲۱) در بررسی‌های خود نشان دادند که بسیاری از بانک‌ها اتحادها و همکاری‌های فناورانه را به‌عنوان راهبردی اصلی برای تسریع و اطمینان‌بخشی به روند دیجیتالی شدن برگزیده‌اند.

یافته‌های این پژوهش پیامدهای مهمی برای مدیران بانکی و ذی‌نفعان صنعت مالی دارد:

- بانک‌ها باید واحدهای تخصصی مدیریت ریسک فین‌تک ایجاد کنند که به‌طور مستمر ریسک‌های امنیتی، عملیاتی و شهرتی را رصد و ارزیابی کنند.
- با توجه به اولویت بالای ریسک امنیتی، سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌های سایبری، سیستم‌های تشخیص نفوذ و رمزگذاری پیشرفته باید در اولویت استراتژیک قرار گیرد.
- استراتژی مشارکت بین‌بانکی به‌عنوان بهترین راهبرد عملیاتی شناسایی شده است. بانک‌ها می‌توانند با تشکیل اتحادیه‌های فین‌تک، از هزینه‌های توسعه انحصاری کاهش یافته و از تجربیات جمعی بهره‌مند شوند.
- آموزش کارکنان و مشتریان در مورد نحوه صحیح و امن استفاده از خدمات دیجیتال، نقش کلیدی در کاهش ریسک عملیاتی و حفظ اعتماد عمومی دارد.
- تعامل مستمر با بانک مرکزی و نهادهای نظارتی برای تضمین انطباق با مقررات و تسهیل فضای قانونی لازم است.

هر پژوهش علمی دارای محدودیت‌هایی است که ممکن است بر دامنه عمومیت‌پذیری یا کاربرد عملی یافته‌ها تأثیر بگذارد. در این مطالعه نیز چندین محدودیت وجود دارد که لازم است به آن‌ها اشاره شود. اولاً، داده‌های تحقیق مبتنی بر قضاوت خبرگان بانکی بوده و این وابستگی ممکن است تحت تأثیر سوگیری‌های فردی، سطح تجربه یا دیدگاه‌های سازمانی قرار گرفته باشد. ثانیاً، این پژوهش به‌صورت یک مطالعه موردی واحد بر روی بانک پاسارگاد انجام شده است؛ بنابراین، نتایج به‌طور کامل ممکن است به سایر بانک‌های با ساختارهای مختلف به‌ویژه بانک‌های دولتی یا مؤسسات مالی غیربانکی — قابل تعمیم نباشند. علاوه بر این، تحلیل‌های انجام‌شده در این تحقیق بر اساس ارزیابی‌های کیفی و ذهنی

1 Fang and Wen

2 Hornuf et al.

خبرگان صورت گرفته و از داده‌های واقعی و عددی مرتبط با حوادث ریسکی (مانند تعداد حملات سایبری، خسارات مالی واقعی یا زمان توقف سرویس) استفاده نشده است که ممکن است دقت نتایج را تحت تأثیر قرار دهد. در نهایت، تمرکز این پژوهش بر ریسک‌های کلان‌فین تک (مانند امنیتی، عملیاتی و شهرتی) بوده و برخی ریسک‌های جزئی‌تر و سازمانی از جمله ریسک‌های مرتبط با منابع انسانی، فرهنگ سازمانی یا مدیریت تغییر کمتر مورد توجه قرار گرفته‌اند.

با توجه به یافته‌های این پژوهش و محدودیت‌های موجود، تحقیقات آتی می‌توانند در جهات متعددی توسعه یابند. به عنوان مثال، مطالعه ریسک‌های نوظهور ناشی از فناوری‌های نوین مانند هوش مصنوعی، بلاکچین و متاورس می‌تواند به درک عمیق‌تری از چالش‌های آینده در حوزه فین تک منجر شود. همچنین، تحلیل پویایی ریسک‌ها در طول زمان و تحت تأثیر عوامل مختلف — از جمله تحولات سیاسی، تغییرات اقتصادی و نوسانات بازار — می‌تواند تصویر دقیق‌تری از تحولات محیط دیجیتال فراهم کند. بررسی ریسک‌های فین تک در شرایط بحرانی مانند تحریم‌ها، تورم بالا یا بحران‌های مالی نیز می‌تواند به بانک‌ها کمک کند تا در مقابل شوک‌های خارجی مقاوم‌تر عمل کنند. از سوی دیگر، استفاده از روش‌های دیگر تصمیم‌گیری چندمعیاره در محیط نوتروسوفیک می‌تواند به اعتبارسنجی متقاطع نتایج و افزایش اطمینان از یافته‌های پژوهش کمک کند. در نهایت، انجام مطالعات مقایسه‌ای بین بانک‌های مختلف و حتی بین کشورهای در حال توسعه و توسعه‌یافته می‌تواند به شناسایی الگوهای متفاوت در مدیریت ریسک و طراحی راهبردهای انطباق‌پذیر منجر شود.

سپاسگزاری

این پژوهش فارغ از حمایت مادی و معنوی نهادها انجام شده است.

تعارض منافع

در این مقاله تعارض منافی وجود ندارد.

ORCID

Fatemeh Mojibian
Maryam Daneshvar
Ehsan Kafash Abdi



<https://orcid.org/0000-0003-4942-2012>



<https://orcid.org/0000-0001-5119-8158>

منابع

۱. احمدیان، اعظم؛ قلیچ، وهاب (۱۴۰۲)، اثر فین تک در ثبات مالی با توجه به اندازه، نوع مالکیت و درجه ثبات مالی بانک‌ها، فصلنامه پژوهش‌های پولی-بانکی، سال شانزدهم، شماره ۵۶، ۱۹۹-۲۳۲.
۲. پابنده، رضا؛ منطقی، منوچهر؛ شهبازی، میثم (۱۴۰۰)، واکاوی و کشف الگوهای همکاری بانک‌های ایران با فین تک، مجله مدیریت نوآوری، ۳۵، ۱۶۵-۱۹.
۳. حجازی، سیدرضا؛ سیدامیری، نادر؛ شکوهی بیدهندی، محمدسجاد (۱۴۰۲)، طراحی مدل فرایندی بقای پلتفرم‌های فین تک، نشریه بررسی‌های مدیریت رسانه، سال دوم، شماره ۱، ۳-۳۱.
۴. رحیمی، رحمان؛ صراف، فاطمه؛ جعفری، محبوبه؛ صفری، بیژن (۱۴۰۲)، بررسی پیاده‌سازی فناوری‌های فین تک و ریسک‌های سیستمی در شبکه بانکی، پژوهشنامه اقتصاد و کسب‌وکار، دوره ۱۴، شماره ۲۸، ۴۵-۷۴.

References

5. Abdel-Basset, M., Saleh, M., Gamal, A., Smarandache, F., (2019). An approach of TOPSIS technique for developing supplier selection with group decision making under type-2 neutrosophic number. Appl. Soft Comput. 77, 438–452. doi:10.1016/j.asoc.2019.01.035
6. Alaassar, A., Mention, AL. & Aas, T.H. (2023) Facilitating innovation in FinTech: a review and research agenda. *Rev Manag Sci*, 17, 33–66. <https://doi.org/10.1007/s11846-022-00531-x>.
7. Al-Mawali, H., Obeidat, Z.M., Alshurafat, H., Al-Shbail, M.O., (2023), Identifying and ranking the critical success factors of fintech adoption: a fuzzy DEMATEL approach, *Competitiveness Review*, 35(2), 286-318, <https://doi-org.access.semantak.com/10.1108/CR-04-2023-0090>
8. AlMomani, A.A., Alomari, K.F. (2021), Financial Technology (FinTech) and its Role in Supporting the Financial and Banking Services Sector, *International Journal of Academic Research in Business and Social Sciences*, Vol. 11, No. 8, 2021, pp. 1793-1802. doi:10.6007/IJARBS/v11-i8/10625.
9. Al-Shari, H.A., Lokhande, M.A. (2023), The relationship between the risks of adopting FinTech in banks and their impact on the performance, *Cogent Business & Management*, 10: 2174242. doi: 0.1080/23311975.2023.2174242.
10. Arkanuddin, M.F., Saragih, F.D., Nugroho, B.Y. (2021), The Key Role of the Financial Regulation in FinTech Ecosystem: A Model Validation, 39(12), doi: 10.25115/eea.v39i12.6239.
11. Asif, M., Lodhi, R.N., Sarwar, F., Ashfaq, M. (2023), Dark side whitewashes the benefits of FinTech innovations: a bibliometric overview, *International Journal of Bank Marketing*, 42(1), 113-132. doi: 10.1108/IJBM-10-2022-0438.
12. Barroso, M. & Labordo, J., (2022). Digital transformation and the emergence of the

- Fintech sector: systematic literature review. *Digital Business*, 2(2), 100028. doi:10.1016/j.digbus.2022.100028.
13. Bartolacci, F., Cardoni, A., Asak, P.A., Sadkowski, W. (2022), An analytical framework for strategic alliance formation between a cooperative bank and a fintech start-up: An Italian case study, *Journal of Entrepreneurship, Management and Innovation*, vol. 18, issue 4, 115-156. doi: 10.7341/20221844.
 14. Bhatnagar, M., Özen, E., Taneja, S., Grima, S., & Rupeika-Apoga, R. (2022). The Dynamic Connectedness between Risk and Return in the Fintech Market of India: Evidence Using the GARCH-M Approach. *Risks*, 10(11), 209. doi: 10.3390/risks10110209.
 15. Campanella F, Serino L, & Crisci A. (2022). "Governing fintech for sustainable development: evidence from Italian banking system". *Qualitative Research in Financial Markets*. in Press. doi:10.1108/QRFM-01-2022-0009.
 16. Cheng, A. (2023), Evaluating Fintech industry's risks: A preliminary analysis based on CRISP-DM framework, *Finance Research Letters*, 55, 103966. Doi: 10.1016/j.frl.2023.103966.
 17. Deng, L., Lv, Y., Liu, Y., & Zhao, Y. (2021). Impact of Fintech on Bank Risk-Taking: Evidence from China. *Risks*, 9(5), 99. <https://doi.org/10.3390/risks9050099>.
 18. Deveci, M., Erdogan, N., Cali, U., Stekli, J., Zhong, S. (2021) Type-2 neutrosophic number based multi-attributive border approximation area comparison (MABAC) approach for offshore wind farm site selection in USA, *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, 103: 104311. Doi: 10.1016/j.engappai.2021.104311.
 19. Dezem, V., Sachan, S., Macedo, M. et al. (2024) Optimal data-driven strategy for in-house and outsourced technological innovations by open banking APIs. *Futur Bus J* 10, 116. <https://doi.org/10.1186/s43093-024-00397-3>.
 20. Dragan, I., Fortiş, T.F., Neagul, M., Petcu, D., Selea, T., Spataru, A. (2018). Application Blueprints and Service Description. In: Lynn, T., Morrison, J., Kenny, D. (eds) *Heterogeneity, High Performance Computing, Self-Organization and the Cloud*. Palgrave Studies in Digital Business & Enabling Technologies. Palgrave Macmillan, Cham. doi: 10.1007/978-3-319-76038-4_4.
 21. Duran, R., Griffin, P. (2019), Smart contracts: will Fintech be the catalyst for the next global financial crisis? *Journal of Financial Regulation and Compliance*, 29(1):104-122. doi:10.1108/JFRC-09-2018-0122.
 22. Ediagbonya, V. & Tioluwani, C., 2022. The role of fintech in driving financial inclusion in developing and emerging markets: issues, challenges and prospects. *Technological Sustainability*. 2(1), 100-119. doi: 10.1108/TECHS-10-2021-0017.
 23. Falcón, V. V., Martínez, B. S., & Sánchez, F. C. (2020). Experts' Selection for Neutrosophic Delphi Method. A Case Study of Hotel Activity. *Neutrosophic Sets and Systems*, 37(1), 115-124. Doi: 10.5281/zenodo.4122045.
 24. Fang, Y., & Wen, G. (2024). Stability Analysis of Innovation Collaboration between Commercial Banks and Fintech Companies. *Mathematics*, 12(17), 2724. <https://doi.org/10.3390/math12172724>.

25. Guo, S., & Zhao, H. (2017). Fuzzy best-worst multi-criteria decision-making method and its applications. *Knowledge-Based Systems*, 121, 23-31. doi: 10.1016/j.knosys.2017.01.010.
26. Hornuf, L., Klus, M.F., Lohwasser, T.S. et al. How do banks interact with fintech startups?. *Small Bus Econ* 57, 1505–1526 (2021). <https://doi.org/10.1007/s11187-020-00359-3>.
27. Hughes, J. P., Jagtiani, J., & Moon, C. G. (2022). Consumer lending efficiency: Commercial banks versus a fintech lender. *Financial Innovation*, 8(1), 1-39. doi:10.1186/s40854-021-00326-1.
28. Idayani, R.W., Nadlifatin, R., Subriadi, A.P., Gumasing, M.J., 2024. A comprehensive review on how cyber risk will affect the use of Fintech. *Procedia Computer Science*, 234, 1356–1363. doi: 10.1016/j.procs.2024.03.134.
29. Javaheri, D., Fahmideh, M., Chizari, H., Lalbakhsh, P., Hur, J. (2024), Cybersecurity threats in FinTech: A systematic review, *Expert Systems with Application*, 241(1), 122697. Doi: 10.1016/j.eswa.2023.122697.
30. Kou, G., et al. (2021). Fintech investments in European banks: a hybrid IT2 fuzzy multidimensional decision-making approach. *Financial Innovation*, 7(1), 39. doi:10.1186/s40854-021-00256-y
31. Kwon, K. Y., Molyneux, P., Pancotto, L., & Reghezza, A. (2023). Banks and FinTech Acquisitions. *Journal of Financial Services Research*. 65, 41–75. doi:10.1007/s10693-022-00396-x
32. Leong, K., Sung, A. (2018), FinTech (Financial Technology): What is It and How to Use Technologies to Create Business Value in Fintech Way?, *International Journal of Innovation Management and Technology*, doi:10.18178/ijimt.2018.9.2.791.
33. Ng, E., Pan, S., 2022. Competitive strategies for ensuring Fintech platform performance: Evidence from multiple case studies. *Information Systems Journal*. 34(3): 616-641. Doi: 10.1111/isj.12406.
34. Pamučar, D., Ćirović, G. (2015) The selection of transport and handling resources in logistics centers using Multi-Attributive Border Approximation area Comparison (MABAC), *Expert Systems with Applications*, 42(6), 3016-3028. doi: 10.1016/j.eswa.2014.11.057.
35. Pi, T.; Hu, H.; Lu, J.; Chen, X. (2022), The Analysis of Fintech Risks in China: Based on Fuzzy Models. *Mathematics*, 10, 1395. doi: 10.3390/math10091395.
36. Rezaei, J (2016), Best-worst multi-criteria decision-making method: Some properties and a linear model, *Omega*, 64, 126-130. Doi: 10.1016/j.omega.2015.12.001.
37. Riemer, K., Hafermalz, E., Roosen, A., Boussand, N., El Aoufi, H., Mo, D. & Kosheliev, A., (2017). The Fintech Advantage: Harnessing digital technology, keeping the customer in focus. University of Sydney, Business School and Capgemini. Sydney, Australia. <http://hdl.handle.net/2123/16259>
38. Schuffel, P. (2016). Taming the Best: A scientific definition of Fintech, *Journal of Innovation Management*, 4(4), 32-54. doi: 10.2139/ssrn.3097312.
39. Sigcha, K. V. A., Basantes, E. M. L., Martinez, L. Y. C., & Cagin, T. (2024).

- Neutrosophic Delphi for evaluating sustainability models of native and non-native digital media. *International Journal of Neutrosophic Science (IJNS)*, 24(4), 59–70. . doi: 10.54216/IJNS.240404
40. Suryono, R. R., Budi, I. & Purwandari, B., (2020). Challenges and trends of financial technology (Fintech): a systematic literature review. *Information*, 11(12), 590. doi: 10.3390/info11120590.
41. Tanaji, B.A., Roychowhury, S. (2024), BWM Integrated VIKOR method using Neutrosophic fuzzy sets for cybersecurity risk assessment of connected and autonomous vehicles, *Applied Soft Computing*, 159, 111628. doi:10.1016/j.asoc.2024.111628.
42. Thakor, A.V. (2020). “Fintech and banking: What do we know?”. *Journal of Financial Intermediation*. 41(3): 100833. doi: 10.1016/j.jfi.2019.100833.
43. Vafadarnikjoo, A., Mishra, N., Govindan, K., & Chalvatzis, K. (2018). Assessment of consumers' motivations to purchase a remanufactured product by applying Fuzzy Delphi method and single valued neutrosophic sets. *Journal of cleaner production*, 196, 230-244. Doi: 10.1016/j.jclepro.2018.06.037.
44. Wibowo, S., Grandhi, L., Grandhi, S., & Wells, M. (2022). A Fuzzy Multicriteria Group Decision Making Approach for Evaluating and Selecting Fintech Projects. *Mathematics*, 10(2), 225. Doi:10.3390/math10020225
45. Xue, Y.X., You, J.X., Lai, X.D., Liu, H.C. (2016), An interval-valued intuitionistic fuzzy MABAC approach for material selection with incomplete weight information, *Applied Soft Computing*, 38, 703-713, doi:10.1016/j.asoc.2015.10.010.
46. Zalan, T. – Toufaily, E. (2017): The Promise of Fintech in Emerging Markets: Not as Disruptive. *Contemporary Economics*, 11(4): 415–430. doi:10.5709/ce.1897-9254.253
47. Zhao, H., Khaliq, N. (2024), In quest of perceived risk determinants affecting intention to use fintech: Moderating effects of situational factors, *Technological Forecasting & Social Change*, 207, 123599. Doi: 10.1016/j.techfore.2024.123599
48. Zhao, K. (2021), Comparative Bank Financial Risk Management Models in Fintechs and Challenger Banks, A thesis submitted in partial fulfilment of the requirements of Sheffield Hallam University for the degree of Doctor of Philosophy, England. <https://shura.shu.ac.uk/28916/>

References [In Persian]

1. Ahmadian, A., Ghilich, V. (2022), The impact of FinTech on financial stability according to the size, type of ownership, and degree of financial stability of banks, *Journal of Monetary and Banking Research*, 16(56), 199-232. [In Persian]
2. Hejazi, S. R., Seyyedamiri, N. and Shokouhi Bidhandi, M. (2023). Designing a Process Model of Fintech Platforms' Survival. *Media Management Review*, 2(1), 3-31. doi: 10.22059/mmr.2023.92995. [In Persian]
3. Payandeh, R., Manteghi, M. and Shahbazi, M. (2021). Exploring and Discovering Collaboration Patterns Between Iranian Banks and FinTech. *Innovation Management Journal*, 10(1), 161-188. [In Persian]

4. Rahimi, R., Sarraf, F., Jafari, M., & Safavi, B. (2023). Investigating the relationship between the implementation of fintech technologies and systemic risks in the banking network. *Economics and Business Research Journal*, 14 (28), 45–74. [In Persian]

استناد به این مقاله: مجیبیان، فاطمه، دانشور، مریم، کفاش عبدی، احسان. (۱۴۰۴). ارزیابی ریسک‌های پذیرش فین‌تک در بانک‌ها با استفاده از چارچوب تصمیم‌گیری چندمعیاره در محیط نوتروسوفیک، مدیریت صنعتی، ۲۳(۷۹)، ۴۳–۸۱. DOI: 10.22054/jims.2025.88430.2990



Industrial Management Studies is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License.