Journal Website

Article history:
Received 22 June 2026
Revised 06 October 2026
Accepted 22 November 2026
Published online 26 December 2026

Dynamic Management and Business Analysis

Volume 5, Issue 5, pp 1-26

E-ISSN: 3041-8933

Developing an Analytical-Structural Model for Blockchain Adoption in Iran's Banking Industry (Case Study: Bank Keshavarzi)

Mohammad Mehdi Heidari[1], Abdolhamid Safaei Ghadikolaei[2*], Hamidreza Fallah Lajimi[3]

[1] PhD Student, Department of Industrial Management, Faculty of Administrative Sciences and Economics, University of Mazandaran, Babolsar, Iran
[2] Professor, Department of Industrial Management, Faculty of Administrative Sciences and Economics, University of Mazandaran, Babolsar, Iran
[3] Professor, Department of Industrial Management, Faculty of Administrative Sciences and Economics, University of Mazandaran, Babolsar, Iran

*** Corresponding author email address**: ab.safaei@um.ac.ir

A r t i c l e I n f o

Article type:
Original Research

How to cite this article:
Heidari, M., Safaei Ghadikolaei, A., & Fallah Lajimi, H. (2026). Developing an Analytical-Structural Model for Blockchain Adoption in Iran's Banking Industry (Case Study: Bank Keshavarzi). *Dynamic Management and Business Analysis, 5*(5), 1-26.
https://doi.org/10.61838/dmbaj.4.4.1

© 2026 the author(s). Published by Knowledge Management Scientific Association. This is an open access article under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0) License.

A B S T R A C T

Objective: This study aimed to develop an analytical-structural model for identifying and explaining the hierarchical relationships, driving power, and dependence among the key considerations affecting blockchain adoption in Bank Keshavarzi.

Methodology: The study was grounded in the pragmatist paradigm and employed a multi-method, quantitative, expert-based design. The study population consisted of experts in banking, information technology, digital transformation, information security, FinTech, and blockchain, of whom 18 were selected through purposive and judgmental sampling. In the first stage, the fuzzy Delphi technique was used to screen and validate the initial considerations, and expert linguistic judgments were converted into triangular fuzzy numbers and defuzzified using the center-of-gravity method. In the second stage, Interpretive Structural Modeling was applied to determine the relationships and hierarchical levels among the confirmed components, followed by MICMAC analysis to classify variables according to driving power and dependence.

Findings: Of the 12 initial considerations, 10 entered the final model. Senior management support and strategic governance and legal and regulatory readiness were the strongest drivers, each with a driving power of 9 and dependence of 1. Security, privacy, and identity management had a driving power of 7, while technological infrastructure and integration capability had a driving power of 6. Human capital, standardization, and organizational readiness were identified as linkage variables. Process redesign and ecosystem collaboration were classified as dependent variables, while acceptance and value creation of blockchain-based services was the most dependent component, with a driving power of 1 and dependence of 10. The final model comprised five hierarchical levels.

Conclusion: The findings indicate that blockchain adoption in Bank Keshavarzi should follow a staged and hierarchical pathway beginning with managerial governance and regulatory readiness, followed by technical and security infrastructure, organizational capability development, process redesign, ecosystem collaboration, and ultimately value creation from blockchain-based services.

Keywords: *Blockchain, Banking, Bank Keshavarzi, Fuzzy Delphi, Interpretive Structural Modeling, MICMAC*

EXTENDED ABSTRACT

Introduction

Blockchain technology has emerged as one of the most influential digital innovations reshaping contemporary financial services, particularly in the banking industry. Its decentralized architecture, distributed ledger structure, cryptographic security, immutability, and traceability mechanisms offer the potential to transform transaction processing, identity management, auditing, credit assessment, interbank settlement, risk management, and financial reporting. Recent studies have emphasized that blockchain should no longer be considered merely as an infrastructure associated with cryptocurrencies; rather, it is increasingly regarded as an enabling technology for redesigning institutional trust, information exchange, and operational processes within financial systems (Paramesha et al., 2024; Rahman et al., 2025; Said et al., 2026). In banking environments, blockchain can reduce reconciliation costs, enhance transparency, facilitate real-time verification, improve information integrity, and support more efficient service delivery (Almadadha, 2025; Krampe & Margaritella, 2024). Furthermore, the integration of blockchain with artificial intelligence, cloud computing, and other digital technologies has expanded its potential applications in cybersecurity, auditing, financial innovation, and intelligent banking services (Addula et al., 2024; Owoeye, 2023; Wang et al., 2024). However, successful blockchain adoption in banking depends on far more than technical feasibility. Regulatory readiness, managerial support, organizational capabilities, human resources, cybersecurity, interoperability, and ecosystem collaboration have consistently been identified as critical conditions affecting implementation (Mishra et al., 2023; Ogunrinde et al., 2025; Zarei et al., 2024). Studies conducted in emerging economies have also shown that institutional uncertainty, regulatory ambiguity, infrastructure limitations, and insufficient organizational preparedness may prevent banks from translating blockchain investments into sustainable operational value (Ristanović et al., 2025; Staley & Amankwa, 2026). In the Iranian context, research has highlighted the importance of organizational readiness, technological infrastructure, management support, innovation capacity, and the specific characteristics of blockchain in determining its applicability in electronic and financial banking services (Berenji et al., 2024; Mohammadi, 2024; Sadeghi et al., 2023). Moreover, blockchain has been associated with improved audit quality, enhanced financial transparency, stronger information traceability, and greater efficiency in banking and accounting processes (Golestani, 2024; Hashemi Jouybari et al., 2025; Moslemi et al., 2024). Nevertheless, a significant gap remains in the literature regarding the structural interrelationships among the major considerations required for blockchain implementation, particularly in specialized Iranian banks. Most existing studies identify factors independently or examine linear relationships, while blockchain deployment is inherently systemic and hierarchical. Accordingly, the present study sought to develop an analytical-structural model for blockchain adoption in Iran's banking industry, with Bank Keshavarzi as the case organization, and to determine the hierarchical relationships, driving power, and dependence of the key implementation considerations.

Methods and Materials

This study was conducted within a pragmatist philosophical paradigm and employed a mixed inductive-deductive logic. From a methodological perspective, the research adopted a multi-method, quantitative, and expert-based design intended to screen, validate, and structurally organize the considerations associated with blockchain implementation in Bank Keshavarzi. The study had a cross-

sectional time horizon. The expert population consisted of banking managers, senior specialists, information technology professionals, digital transformation experts, cybersecurity specialists, academics, and FinTech practitioners with relevant knowledge or experience in banking systems, distributed ledger technologies, blockchain applications, financial technology, and digital banking transformation. Participants were selected through purposive and judgmental sampling based on expertise, professional experience, academic qualifications, familiarity with banking operations, and the ability to provide informed judgments regarding blockchain implementation. A panel of 18 experts participated in the analytical stages of the study. Data collection and analysis were organized into two interrelated phases. In the first phase, the fuzzy Delphi technique was used to identify, localize, and screen the initial considerations derived from the literature and preliminary investigation. A five-point linguistic scale was converted into equivalent triangular fuzzy numbers, and expert judgments were aggregated using fuzzy geometric averaging. Defuzzification was performed using the center-of-gravity method. Components were retained based on their defuzzified values, coefficient of variation, and an expert consensus threshold greater than 75 percent. Face and content validity of the expert questionnaires were reviewed before final administration. In the second phase, Interpretive Structural Modeling was applied to determine the direction and hierarchical order of relationships among the confirmed components. Pairwise comparisons were used to construct the Structural Self-Interaction Matrix, which was subsequently converted into an initial binary reachability matrix. The transitivity principle was then applied to derive the final reachability matrix. Reachability sets, antecedent sets, and their intersections were calculated iteratively to determine the hierarchical levels of the model. Finally, MICMAC analysis was used to calculate the driving power and dependence of each component and to classify the variables into autonomous, dependent, linkage, and driving categories.

Findings

The expert panel consisted of 18 participants, including 14 men and 4 women. Most participants held doctoral degrees, and the panel represented banking management, information technology, cybersecurity, blockchain research, FinTech, and digital transformation expertise. The average professional experience of the experts was 16.72 years, with a standard deviation of 5.83 years. The fuzzy Delphi results showed that, of the 12 initially identified considerations, 10 met the predefined acceptance criteria and entered the structural modeling stage. Senior management support and strategic governance achieved the highest defuzzified score at 0.887, followed by legal and regulatory readiness at 0.873, technological infrastructure and integration capability at 0.870, and security, privacy, and identity management at 0.860. Human capital and blockchain competencies obtained a defuzzified value of 0.833, standardization and interoperability 0.823, organizational readiness and change management 0.817, process redesign and operational model 0.803, ecosystem collaboration and interorganizational participation 0.793, and acceptance and value creation of blockchain-based services 0.787. The two excluded factors were initial investment cost, with a defuzzified value of 0.667 and 72.2 percent agreement, and maturity of the blockchain solution provider market, with a value of 0.647 and 66.7 percent agreement.

The final reachability matrix demonstrated a clearly hierarchical structure. Senior management support and strategic governance and legal and regulatory readiness each had a driving power of 9 and a dependence score of 1, making them the most influential structural drivers in the model. Security, privacy,

E-ISSN: 3041-8933

and identity management had a driving power of 7 and dependence of 3, while technological infrastructure and integration capability had a driving power of 6 and dependence of 3. At the intermediate level, human capital and blockchain competencies had a driving power of 3 and dependence of 5; standardization and interoperability had values of 4 and 4; and organizational readiness and change management had values of 4 and 5, respectively. Process redesign and operational model showed a driving power of 2 and dependence of 8, whereas ecosystem collaboration and interorganizational participation had values of 2 and 7. Acceptance and value creation of blockchain-based services was the most dependent factor, with a driving power of 1 and a dependence score of 10.

The ISM process produced a five-level hierarchical model. At the foundational fifth level, senior management support and strategic governance and legal and regulatory readiness were positioned as the principal drivers. At the fourth level, technological infrastructure and integration capability and security, privacy, and identity management formed the technical foundation of the model. The third level consisted of human capital and blockchain competencies, standardization and interoperability, and organizational readiness and change management. At the second level, process redesign and operational model and ecosystem collaboration and interorganizational participation were positioned as operational and interorganizational outcomes of the preceding capacities. Finally, at the first and highest level, acceptance and value creation of blockchain-based services appeared as the ultimate dependent outcome. MICMAC analysis classified senior management support, legal and regulatory readiness, technological infrastructure, and security and privacy as driving variables. Human capital, standardization and interoperability, and organizational readiness were classified as linkage variables. Process redesign, ecosystem collaboration, and acceptance and value creation were categorized as dependent variables. No factor was located in the autonomous cluster.

Discussion and Conclusion

The findings demonstrate that blockchain adoption in Bank Keshavarzi should be understood as a sequential organizational transformation rather than a stand-alone technological implementation. The model shows that the most fundamental conditions are managerial and institutional. Senior management support and legal-regulatory readiness occupy the lowest structural level and possess the highest driving power, indicating that they initiate and shape the remaining dimensions of the implementation process. Without clear strategic sponsorship, resource allocation, managerial commitment, and regulatory certainty, investments in technology are unlikely to result in sustainable adoption. The next structural layer consists of technological infrastructure and security-related considerations, showing that reliable integration, privacy protection, identity management, and cybersecurity must be established before the organization can move toward broad operational deployment.

The middle layer of the model highlights the importance of organizational transformation. Human competencies, standardization, interoperability, and change management are not peripheral issues; rather, they serve as linkage mechanisms connecting foundational drivers to operational outcomes. Their linkage position in MICMAC analysis indicates that they are simultaneously affected by upstream factors and capable of influencing downstream implementation results. This finding suggests that weak human resources, inadequate standards, or poor change management could interrupt the entire adoption chain even when strategic and technical conditions are favorable.

Process redesign and ecosystem collaboration emerged as highly dependent operational factors. This result reflects the network-based nature of blockchain technology. The benefits of distributed ledgers cannot be fully realized if traditional centralized processes remain unchanged or if the bank operates independently of external institutions, FinTech firms, regulators, and other financial actors. Blockchain therefore requires simultaneous redesign of internal workflows and external relationships. The final outcome, acceptance and value creation of blockchain-based services, demonstrated the highest dependence and lowest driving power. This indicates that value creation should be treated as the consequence of successful alignment among managerial, legal, technological, organizational, and ecosystem conditions rather than as an immediate result of technology acquisition.

Overall, the model proposes a clear implementation sequence for Bank Keshavarzi. The first stage should focus on governance commitment and regulatory readiness; the second on secure technological infrastructure; the third on organizational capabilities, skills, standards, and change management; the fourth on process redesign and ecosystem collaboration; and the final stage on developing, scaling, and evaluating blockchain-based services. The absence of autonomous factors further confirms that blockchain adoption is a highly interconnected process in which all confirmed considerations contribute meaningfully to the final outcome. The study therefore concludes that successful blockchain deployment in Bank Keshavarzi requires a coordinated and hierarchical roadmap in which foundational drivers are strengthened before dependent operational and value-creation outcomes are pursued.

E-ISSN: 3041-8933



شاپای الکترونیکی: ۸۹۳۳-۳۰۴۱

مدیریت پویا و تحلیل کسب و کار

دوره ۵، شماره ۵، صفحه ۲۶-۱

وبسایت مجله

تاریخچه مقاله
دریافت شده در ۱ تیر ۱۴۰۵
اصلاح شده در ۱۴ مهر ۱۴۰۵
پذیرفته شده در ۱ آذر ۱۴۰۵
منتشر شده در ۵ دی ۱۴۰۵

تدوین مدل تحلیلی-ساختاری برای به-کارگیری بلاکچین در صنعت بانکداری ایران (مورد مطالعه: بانک کشاورزی)

محمد مهدی حیدری[۱]، عبدالحمید صفایی قادیکلایی[۲*]، حمیدرضا فلاح لاجیمی[۳]

[۱] دانشجوی دکتری، گروه مدیریت صنعتی، دانشکده علوم اداری و اقتصادی، دانشگاه مازندران، بابلسر، ایران
[۲] استاد، گروه مدیریت صنعتی، دانشکده علوم اداری و اقتصادی، دانشگاه مازندران، بابلسر، ایران
[۳] استاد، گروه مدیریت صنعتی، دانشکده علوم اداری و اقتصادی، دانشگاه مازندران، بابلسر، ایران

[*] **ایمیل نویسنده مسئول:** ab.safaei@um.ac.ir

اطلاعات مقاله

نوع مقاله

پژوهشی اصیل

نحوه استناد به این مقاله:

حیدری، محمد مهدی، صفایی قادیکلایی، عبدالحمید، و فلاح لاجیمی، حمیدرضا. (۱۴۰۵). تدوین مدل تحلیلی-ساختاری برای به‌کارگیری بلاکچین در صنعت بانکداری ایران: (مورد مطالعه بانک کشاورزی). مدیریت پویا و تحلیل کسب و کار، ۵(۵)، ۲۶-۱.

© ۱۴۰۵ تمامی حقوق انتشار این مقاله متعلق به نویسنده(گان) است. انتشار این مقاله به‌صورت دسترسی آزاد مطابق با گواهی (CC BY 4.0) صورت گرفته است.

چکیده

هدف: هدف این پژوهش، تدوین یک مدل تحلیلی-ساختاری برای شناسایی و تبیین روابط سلسله‌مراتبی، قدرت نفوذ و میزان وابستگی میان ملاحظات کلیدی به‌کارگیری بلاکچین در بانک کشاورزی بود. **روش‌شناسی:** پژوهش حاضر بر پارادایم عمل‌گرایی استوار بود و با رویکرد چندروشه، کمی و خبره‌محور انجام شد. جامعه پژوهش را خبرگان حوزه بانکداری، فناوری اطلاعات، تحول دیجیتال، امنیت اطلاعات، فین‌تک و بلاکچین تشکیل دادند که ۱۸ نفر از آنان به روش هدفمند و قضاوتی انتخاب شدند. در مرحله نخست، دلفی فازی برای غربال‌گری و اعتبارسنجی ملاحظات اولیه به‌کار رفت و قضاوت‌های زبانی خبرگان به اعداد فازی مثلثی تبدیل و سپس با روش مرکز ثقل فازی‌زدایی شد. در مرحله دوم، مدل‌سازی ساختاری-تفسیری برای تعیین روابط و سطوح سلسله‌مراتبی مؤلفه‌ها اجرا شد و در ادامه، تحلیل MICMAC برای طبقه‌بندی متغیرها بر اساس قدرت نفوذ و وابستگی مورد استفاده قرار گرفت. **یافته‌ها:** از میان ۱۲ ملاحظه اولیه، ۱۰ مؤلفه وارد مدل نهایی شدند. حمایت مدیریت ارشد و راهبری راهبردی و آمادگی حقوقی و مقرراتی هر دو با قدرت نفوذ ۹ و وابستگی ۱، قوی‌ترین عوامل محرک بودند. امنیت، حریم خصوصی و مدیریت هویت با قدرت نفوذ ۷ و زیرساخت فناوری و قابلیت یکپارچه‌سازی با قدرت نفوذ ۶ در سطوح بعدی قرار گرفتند. سرمایه انسانی، استانداردسازی و آمادگی سازمانی به‌عنوان متغیرهای پیوندی شناسایی شدند. بازطراحی فرایندها و همکاری اکوسیستمی در خوشه وابسته قرار گرفتند و پذیرش و ارزش‌آفرینی خدمات مبتنی بر بلاکچین با قدرت نفوذ ۱ و وابستگی ۱۰، وابسته‌ترین مؤلفه مدل بود. مدل نهایی در پنج سطح ساختاری شکل گرفت. **نتیجه‌گیری:** یافته‌ها نشان داد که به‌کارگیری بلاکچین در بانک کشاورزی باید به‌صورت مرحله‌ای و سلسله‌مراتبی انجام شود و آغاز آن مستلزم تقویت راهبری مدیریتی و آمادگی مقرراتی، سپس توسعه زیرساخت‌های فنی و امنیتی و در ادامه تقویت قابلیت‌های سازمانی، بازطراحی فرایندها و همکاری اکوسیستمی است.

کلیدواژگان: *بلاکچین، بانکداری، بانک کشاورزی، دلفی فازی، مدل‌سازی ساختاری-تفسیری، MICMAC*

مقدمه

صنعت بانکداری در دهه اخیر تحت تأثیر موجی از تحولات فناورانه قرار گرفته است که ماهیت خدمات مالی، نحوه مدیریت اطلاعات، سازوکارهای اعتماد، ساختارهای هزینه و حتی منطق ارتباط میان بانک‌ها، مشتریان، نهادهای نظارتی و سایر بازیگران اکوسیستم مالی را دگرگون ساخته است. در این میان، فناوری بلاکچین به‌عنوان یکی از مهم‌ترین زیرساخت‌های نوظهور اقتصاد دیجیتال، ظرفیت ایجاد تغییرات بنیادین در معماری سنتی بانکداری را دارد؛ زیرا با اتکا بر دفترکل توزیع‌شده، ثبت تغییرناپذیر داده‌ها، اجماع توزیع‌شده، قابلیت رهگیری تراکنش‌ها و کاهش اتکا به واسطه‌های متمرکز، می‌تواند شیوه انجام بسیاری از فعالیت‌های مالی و بانکی را بازتعریف کند. مطالعات جدید نشان داده‌اند که بلاکچین صرفاً ابزاری برای ثبت تراکنش‌های رمزارزی نیست، بلکه به‌تدریج به زیرساختی برای مدیریت هویت، تسویه، ثبت سوابق، قراردادهای هوشمند، مدیریت ریسک، حسابرسی، اعتبارسنجی و تبادل امن اطلاعات تبدیل شده است (Paramesha et al., 2024; Rahman et al., 2025; Said et al., 2026). گسترش فناوری‌های مالی و حرکت به سمت بانکداری پلتفرمی نیز سبب شده است که بلاکچین در کنار هوش مصنوعی، رایانش ابری و کلان‌داده به یکی از اجزای اصلی تحول دیجیتال در بانک‌ها تبدیل شود (Addula et al., 2024; Owoeye, 2023). در بازارهای نوظهور نیز استفاده از بلاکچین به‌عنوان سازوکاری برای افزایش شفافیت، کاهش اصطکاک‌های معاملاتی و توسعه خدمات مالی غیرمتمرکز مورد توجه قرار گرفته است، اگرچه محدودیت‌های مقرراتی، نهادی، زیرساختی و دانشی همچنان مانع تبدیل این ظرفیت فناورانه به یک مزیت عملیاتی پایدار هستند (Ristanović et al., 2025; Staley & Amankwa, 2026).

یکی از مهم‌ترین دلایل توجه بانک‌ها به بلاکچین، توان بالقوه این فناوری در افزایش کارایی عملیاتی و کاهش هزینه‌های ناشی از تعدد واسطه‌ها، تطبیق‌های چندباره، ثبت‌های موازی و تأخیر در تسویه است. در معماری‌های بانکی سنتی، اطلاعات معمولاً در پایگاه‌های داده متعدد و بعضاً غیرهمگن نگهداری می‌شوند و فرایندهای تطبیق و اعتبارسنجی میان واحدهای مختلف یا میان بانک‌ها مستلزم صرف زمان و منابع قابل توجه است. بلاکچین با ایجاد یک مرجع مشترک و قابل اعتماد از داده‌های تراکنشی می‌تواند بخشی از این اصطکاک‌ها را کاهش دهد و به افزایش سرعت، دقت و قابلیت رهگیری عملیات کمک کند (Krampe & Margaritella, 2024; L., 2023). شواهد تجربی نیز نشان داده‌اند که به‌کارگیری بلاکچین می‌تواند با بهبود کارایی، شفافیت و قابلیت نظارت، آثار مثبتی بر عملکرد بانک‌ها داشته باشد (Almadadha, 2025; Ogunrinde et al., 2025). این فناوری همچنین می‌تواند در مدیریت سوابق بانکی، ایجاد قابلیت دسترسی امن و غیرقابل‌تحریف به اطلاعات و کاهش ریسک ناشی از دستکاری یا مفقودی داده‌ها نقش مؤثری ایفا کند (Tiwari, 2023). در حوزه حسابرسی و گزارشگری مالی نیز قابلیت ثبت دائمی و رهگیری‌پذیر تراکنش‌ها می‌تواند کیفیت اطلاعات را افزایش دهد، امکان حسابرسی مستمر را تقویت کند و فاصله زمانی میان وقوع تراکنش و تأیید آن را کاهش دهد (Hashemi Jouybari et al., 2025; Moslemi et al., 2024; Wang et al., 2024). بنابراین، کارکرد بلاکچین در بانکداری را نمی‌توان تنها به یک نوآوری فنی محدود کرد؛ بلکه این فناوری می‌تواند هم‌زمان بر ساختار هزینه، کنترل داخلی، سرعت پردازش، مدیریت ریسک، کیفیت اطلاعات و پاسخ‌گویی سازمانی اثرگذار باشد.

در حوزه مدیریت ریسک نیز بلاکچین ظرفیت‌های قابل توجهی ایجاد می‌کند. ساختار تغییرناپذیر ثبت اطلاعات می‌تواند امکان ردیابی سوابق اعتباری، مستندسازی وثایق، کنترل چرخه اعطای تسهیلات و کاهش تقلب را فراهم سازد. استفاده از قراردادهای هوشمند نیز می‌تواند برخی فرایندهای تصمیم‌گیری و اجرای تعهدات را به‌صورت خودکار، قابل برنامه‌ریزی و مبتنی بر شروط از پیش تعیین‌شده انجام دهد. پژوهش‌ها نشان داده‌اند که استفاده از بلاکچین در مدیریت ریسک اعتباری می‌تواند با بهبود کیفیت داده، کاهش عدم تقارن اطلاعاتی و تسریع اعتبارسنجی همراه باشد (Mutamimah et al., 2024). از سوی دیگر، قراردادهای هوشمند به‌عنوان یکی از مهم‌ترین کاربردهای بلاکچین در بانکداری،

E-ISSN: 3041-8933

ظرفیت کاهش هزینه‌های اجرایی، خودکارسازی تعهدات و افزایش شفافیت را دارند، اما هم‌زمان مسائل مهمی در زمینه اعتبار حقوقی، خطاهای کدنویسی، ریسک‌های سیستمی، قابلیت اصلاح قرارداد و مسئولیت ناشی از عملکرد خودکار ایجاد می‌کنند (Pradana & Dipsatara, 2026). همین دوگانگی فرصت و ریسک نشان می‌دهد که استقرار بلاکچین در بانک‌ها تنها زمانی می‌تواند موفق باشد که ملاحظات فنی، حقوقی، مدیریتی و نظارتی به‌صورت هم‌زمان مورد توجه قرار گیرند. در واقع، هرچه بانک‌ها از کاربردهای ساده ثبت اطلاعات به سمت کاربردهای پیچیده‌تر نظیر قراردادهای هوشمند، تسویه خودکار، مدیریت هویت و خدمات مالی بین‌سازمانی حرکت می‌کنند، نیاز به یک چارچوب چندبعدی و ساختاریافته برای تصمیم‌گیری درباره استقرار این فناوری افزایش می‌یابد.

امنیت و حریم خصوصی از دیگر حوزه‌های محوری در ارزیابی بلاکچین برای صنعت بانکداری هستند. اگرچه بلاکچین به دلیل استفاده از رمزنگاری، اجماع توزیع‌شده و ثبت تغییرناپذیر داده‌ها می‌تواند سطحی از مقاومت در برابر دستکاری و جعل ایجاد کند، اما به‌کارگیری آن در محیط بانکی مستلزم مواجهه با چالش‌هایی مانند مدیریت کلیدهای رمزنگاری، کنترل دسترسی، محرمانگی داده‌های مشتریان، مدیریت هویت و انطباق با الزامات قانونی مربوط به حفاظت از داده‌ها است. پژوهش‌های اخیر در حوزه امنیت بانکی نشان داده‌اند که ترکیب بلاکچین با هوش مصنوعی و سامانه‌های هوشمند پایش می‌تواند چارچوب‌های امنیتی بانک‌ها را تقویت کند و امکان کشف الگوهای غیرعادی و مقابله با تهدیدات را افزایش دهد (Chouraik, 2024; Farayola, 2024). همچنین، طراحی راهکارهای مبتنی بر بلاکچین برای مدیریت دسترسی و فرایندهای شناسایی مشتری می‌تواند شفافیت و کنترل‌پذیری بیشتری در مدیریت هویت بانکی ایجاد کند، هرچند این امر مستلزم طراحی دقیق سطوح دسترسی و معماری‌های مناسب برای حفاظت از اطلاعات حساس است (Kulkarni et al., 2025). در عین حال، تحول الگوی امنیت سایبری در بانکداری نشان می‌دهد که استفاده از بلاکچین باید در قالب یک معماری امنیتی کلان و همراه با سیاست‌ها، کنترل‌های سازمانی و فناوری‌های مکمل تعریف شود و نمی‌توان صرفاً با استقرار یک زیرساخت دفترکل توزیع‌شده انتظار داشت که ریسک‌های امنیتی به‌طور کامل رفع شوند (Tran, 2025).

از منظر سازمانی و مدیریتی نیز مسئله پذیرش بلاکچین به میزان قابل توجهی به آمادگی بانک، نگرش مدیران، قابلیت‌های پویا، مهارت نیروی انسانی و سازوکارهای مدیریت تغییر وابسته است. فناوری‌های مخرب معمولاً زمانی می‌توانند به ارزش سازمانی تبدیل شوند که سازمان توانایی جذب دانش جدید، بازپیکربندی منابع، اصلاح فرایندها و ایجاد هماهنگی میان واحدهای مختلف را داشته باشد. بر همین اساس، قابلیت‌های پویا یکی از عوامل مهم در تبدیل ظرفیت فناورانه بلاکچین به عملکرد بهتر بانکی شناخته شده‌اند (Ogunrinde et al., 2025). در حوزه بانک‌های دولتی نیز الگوهای رفتاری پذیرش بلاکچین نشان می‌دهند که ادراک سودمندی، اعتماد، سهولت استفاده، حمایت سازمانی و آمادگی فناورانه از عوامل تعیین‌کننده در پذیرش این فناوری هستند (Berenji et al., 2024). در ایران نیز مطالعات مرتبط با بانکداری الکترونیک نشان داده‌اند که به‌کارگیری بلاکچین تحت تأثیر ترکیبی از عوامل فناورانه، سازمانی، مدیریتی و محیطی قرار دارد و اتخاذ این فناوری بدون توجه به آمادگی ساختاری بانک می‌تواند با مقاومت و ناکارآمدی مواجه شود (Zarei et al., 2024). به همین ترتیب، ویژگی‌های ذاتی بلاکچین مانند شفافیت، امنیت، غیرمتمرکز بودن و قابلیت رهگیری بر نوآوری‌های مالی بانکی اثرگذار هستند، اما میزان تحقق این آثار به نحوه انطباق فناوری با ساختار و فرایندهای موجود بستگی دارد (Mohammadi, 2024). از این رو، استقرار موفق بلاکچین بیش از آنکه مسئله خرید فناوری باشد، مسئله تحول سازمانی و بازآرایی روابط، فرایندها و قابلیت‌های درونی بانک است.

در بعد ارزش‌آفرینی، پژوهش‌های داخلی و خارجی بر این نکته تأکید دارند که بلاکچین زمانی برای بانک معنا پیدا می‌کند که بتواند به بهبود خدمات، کاهش هزینه، توسعه محصولات جدید، تقویت اعتماد و خلق مزیت رقابتی منجر شود. مدل‌های ارزش‌آفرینی مبتنی بر بلاکچین نشان می‌دهند که ارزش این فناوری از تعامل میان توانمندی فنی، قابلیت نوآوری، مشارکت اکوسیستمی و بازطراحی مدل کسب‌وکار

حاصل می‌شود (Sadeghi et al., 2023). همچنین، تحلیل‌های مبتنی بر فین‌تک تأکید می‌کنند که بلاکچین می‌تواند بستر توسعه مدل‌های مالی جدید، خدمات دیجیتال یکپارچه و همکاری میان بانک‌ها و شرکت‌های فناور را فراهم کند (Sadeghi et al., 2024a, 2024b). در عین حال، ادبیات پژوهش نشان می‌دهد که ارزش‌آفرینی فناورانه الزاماً پیامد مستقیم استقرار فناوری نیست و در صورت نبود زیرساخت مناسب، نیروی انسانی ماهر، استانداردهای مشترک و حمایت نهادی، امکان تبدیل سرمایه‌گذاری فناورانه به ارزش اقتصادی کاهش می‌یابد. این مسئله به‌ویژه در بانکداری اهمیت دارد؛ زیرا بسیاری از خدمات مبتنی بر بلاکچین ماهیت شبکه‌ای دارند و به مشارکت چند سازمان، نهاد ناظر، شرکت فین‌تک و ارائه‌دهنده زیرساخت وابسته‌اند. در نتیجه، ارزش‌آفرینی بلاکچین باید در سطح اکوسیستم مالی تحلیل شود، نه صرفاً در سطح یک واحد یا یک سامانه مستقل.

نگاه اکوسیستمی به بلاکچین از این جهت اهمیت دارد که بسیاری از قابلیت‌های اصلی این فناوری تنها زمانی فعال می‌شوند که چند بازیگر مستقل بتوانند بر روی یک زیرساخت مشترک و قواعد مورد توافق تعامل کنند. کاربرد بلاکچین در تسویه بین‌بانکی، مدیریت اسناد، اعتبارسنجی، شناسایی مشتری، تأمین مالی زنجیره‌ای و ثبت دارایی‌ها نیازمند سطحی از تعامل‌پذیری فنی و هماهنگی نهادی است. مطالعات انجام‌شده در حوزه بانکداری و فین‌تک نیز نشان داده‌اند که میزان درگیری بانک‌ها با فناوری بلاکچین با الگوهای توسعه فناوری‌های مالی، سطح بلوغ دیجیتال و توانایی بهره‌گیری از روش‌های تصمیم‌گیری هوشمند مرتبط است (Rjoub et al., 2023). همچنین بررسی‌های جامع از کاربردهای بلاکچین در خدمات بانکی نشان می‌دهند که موفقیت این فناوری وابسته به وجود استانداردهای فنی، معماری‌های قابل اتصال، چارچوب‌های نظارتی شفاف و سازوکارهای اعتماد میان بازیگران است (Rahman et al., 2025; Said et al., 2026). از منظر عملیاتی نیز اگر سامانه‌های موجود بانک، سامانه‌های پرداخت، سامانه‌های هویت و سامانه‌های حسابداری قابلیت اتصال به بستر بلاکچین را نداشته باشند، مزایای دفترکل توزیع‌شده در سطح جزیره‌ای باقی خواهد ماند. بنابراین، تعامل‌پذیری نه‌تنها یک مسئله فنی، بلکه یکی از پیش‌شرط‌های راهبردی برای استفاده واقعی از بلاکچین در بانکداری است.

با وجود این ظرفیت‌ها، ادبیات پژوهش مجموعه‌ای از چالش‌های جدی را نیز برای استقرار بلاکچین در بانک‌ها شناسایی کرده است. مهم‌ترین این چالش‌ها شامل نبود چارچوب‌های مقرراتی روشن، ابهام در مسئولیت حقوقی، هزینه اولیه پیاده‌سازی، محدودیت مقیاس‌پذیری، پیچیدگی یکپارچه‌سازی با سامانه‌های قدیمی، کمبود متخصصان، مقاومت سازمانی، مسائل امنیتی و نبود استانداردهای مشترک هستند (Addula et al., 2024; Mishra et al., 2023). مطالعات مربوط به عوامل موفقیت بحرانی نیز نشان می‌دهند که پذیرش بلاکچین در صنعت بانکداری در محیط‌های نامطمئن مستلزم توجه هم‌زمان به عوامل فناورانه، مدیریتی، محیطی و راهبردی است و غفلت از هر یک از این سطوح می‌تواند کل فرایند استقرار را با شکست مواجه سازد (Mishra et al., 2023). در بازارهای در حال توسعه، این مسئله پیچیده‌تر است؛ زیرا محدودیت‌های نهادی و نوسانات محیطی می‌توانند بر بازده سرمایه‌گذاری فناورانه اثرگذار باشند (Ristanović et al., 2025). بررسی فرصت‌ها و چالش‌های بلاکچین در اقتصادهای نوظهور نیز نشان می‌دهد که موانع مقرراتی، زیرساختی و دانشی هنوز از مهم‌ترین عوامل محدودکننده توسعه کاربردهای مالی غیرمتمرکز و راهکارهای بلاکچینی هستند (Staley & Amankwa, 2026). بنابراین، اتخاذ یک نگاه صرفاً خوش‌بینانه یا تکنولوژی‌محور به بلاکچین نمی‌تواند پاسخ‌گوی پیچیدگی‌های واقعی صنعت بانکداری باشد.

در بستر ایران، اهمیت این مسئله دوچندان است؛ زیرا نظام بانکی با مجموعه‌ای از محدودیت‌های ساختاری، مقرراتی، زیرساختی و فناورانه مواجه است و ورود یک فناوری بنیادین مانند بلاکچین نیازمند انطباق با ویژگی‌های خاص این محیط است. مطالعات داخلی نشان داده‌اند که بلاکچین در حوزه خدمات مالی و حسابداری می‌تواند به بهبود شفافیت، کاهش تقلب و افزایش قابلیت پیگیری اطلاعات کمک کند (Golestani, 2024; Jahantigh & Sepeheri, 2024). همچنین پژوهش‌های انجام‌شده درباره بانک‌های ایرانی بر نقش مؤلفه‌هایی مانند

E-ISSN: 3041-8933

زیرساخت فناوری، پذیرش سازمانی، حمایت مدیریتی و شرایط محیطی در استفاده از بلاکچین تأکید کرده‌اند (Berenji et al., 2024; Zarei et al., 2024). در حوزه حسابرسی بانکی نیز شواهد نشان می‌دهد که به‌کارگیری بلاکچین می‌تواند کیفیت فرایند حسابرسی را بهبود دهد و قابلیت اتکای اطلاعات را افزایش دهد (Moslemi et al., 2024). افزون بر این، چارچوب‌های تلفیقی مبتنی بر بلاکچین و هوش مصنوعی در بانکداری اسلامی بر ظرفیت این فناوری‌ها برای افزایش شفافیت و کارایی گزارشگری تأکید کرده‌اند (Hashemi Jouybari et al., 2025). با این حال، بیشتر مطالعات داخلی یا بر شناسایی عوامل پذیرش تمرکز داشته‌اند یا یک کاربرد خاص مانند حسابرسی، نوآوری مالی یا ارزش‌آفرینی را بررسی کرده‌اند و کمتر به روابط ساختاری میان مجموعه‌ای از عوامل و ترتیب اثرگذاری آن‌ها در سطح یک بانک مشخص پرداخته‌اند.

بانک کشاورزی به‌عنوان یکی از بانک‌های تخصصی ایران، دارای ویژگی‌هایی است که بررسی استقرار بلاکچین در آن را از منظر علمی و مدیریتی معنادار می‌سازد. این بانک علاوه بر ارائه خدمات عمومی بانکی، با شبکه‌ای گسترده از مشتریان بخش کشاورزی، تولیدکنندگان، شرکت‌ها، زنجیره‌های تأمین، نهادهای دولتی و سامانه‌های حمایتی در ارتباط است. چنین ساختاری ظرفیت استفاده از بلاکچین را در حوزه‌هایی مانند رهگیری جریان تسهیلات، ثبت وثایق، مدیریت اسناد، اعتبارسنجی مشتریان، پرداخت‌های زنجیره‌ای و تسویه میان بازیگران مختلف افزایش می‌دهد. از سوی دیگر، تعدد ذی‌نفعان و گستردگی فرایندها سبب می‌شود که استقرار بلاکچین بدون هماهنگی بین‌سازمانی، استانداردسازی داده‌ها و بازطراحی فرایندهای عملیاتی امکان‌پذیر نباشد. پژوهش‌های مرتبط با کاربرد بلاکچین در عملیات بانکی تأکید می‌کنند که کارایی این فناوری وابسته به میزان انطباق آن با فرایندهای موجود و توانایی سازمان برای بازطراحی عملیات است (Krampe & Margaritella, 2024). همچنین، تجربیات مربوط به نوآوری‌های مالی نشان می‌دهد که فناوری زمانی به ارزش واقعی تبدیل می‌شود که نه‌فقط زیرساخت، بلکه الگوی خدمت و منطق عملیاتی بانک را نیز متحول سازد (Mohammadi, 2024; Sadeghi et al., 2023).

از دیدگاه نظری، خلأ اصلی ادبیات در این حوزه آن است که بسیاری از مطالعات عوامل مؤثر بر پذیرش یا استقرار بلاکچین را به‌صورت مستقل یا در قالب روابط خطی بررسی کرده‌اند، در حالی که ماهیت واقعی این عوامل عمدتاً شبکه‌ای، سلسله‌مراتبی و متقابل است. برای مثال، حمایت مدیریت ارشد می‌تواند بر تخصیص منابع به زیرساخت فناوری اثر بگذارد؛ زیرساخت فناوری می‌تواند آمادگی سازمانی را تحت تأثیر قرار دهد؛ آمادگی سازمانی نیز بر بازطراحی فرایندها و همکاری اکوسیستمی اثرگذار باشد و در نهایت این عوامل به ارزش‌آفرینی منجر شوند. مطالعات مروری اخیر نیز تأکید کرده‌اند که پژوهش‌های آینده باید از رویکردهای یکپارچه برای درک ارتباط میان ابعاد فنی، سازمانی، مقرراتی و اقتصادی استفاده کنند (Rahman et al., 2025; Said et al., 2026). همچنین، مطالعات عوامل موفقیت بحرانی نشان داده‌اند که صرف شناسایی عوامل کافی نیست و لازم است جایگاه و نقش هر عامل در زنجیره استقرار مشخص شود (Mishra et al., 2023). از این منظر، مدل‌سازی ساختاری–تفسیری می‌تواند با تبدیل قضاوت خبرگان به یک ساختار سلسله‌مراتبی، مشخص کند که کدام عوامل نقش محرک، کدام نقش واسط و کدام نقش پیامدی دارند.

همچنین، استفاده از رویکردهای خبره‌محور در این موضوع اهمیت زیادی دارد؛ زیرا بسیاری از ابعاد استقرار بلاکچین در نظام بانکی هنوز فاقد داده‌های تاریخی کافی برای تحلیل‌های صرفاً آماری هستند. در چنین شرایطی، بهره‌گیری از دانش خبرگان بانکی، فناوری اطلاعات، فین‌تک و دانشگاهی می‌تواند برای شناسایی روابط ساختاری میان عوامل بسیار ارزشمند باشد. استفاده از منطق فازی نیز این امکان را فراهم می‌کند که عدم قطعیت موجود در قضاوت‌های انسانی کاهش یابد و اختلافات زبانی میان ارزیابی‌هایی نظیر «زیاد» و «بسیار زیاد» به‌صورت ریاضی مدیریت شود. در مطالعات مرتبط با پذیرش فناوری‌های نوظهور نیز ترکیب رویکردهای خبره‌محور با ابزارهای ساختاردهی تصمیم می‌تواند به شناسایی دقیق‌تر عوامل کلیدی کمک کند (Berenji et al., 2024; Zarei et al., 2024). افزون بر این، تحلیل MICMAC با تفکیک متغیرها بر اساس قدرت نفوذ و وابستگی، می‌تواند مشخص سازد که تمرکز مدیریتی باید ابتدا بر کدام عوامل قرار گیرد و کدام مؤلفه‌ها

بیشتر به‌عنوان پیامد موفقیت یا شکست اقدامات قبلی تفسیر شوند. چنین تحلیلی برای بانک کشاورزی می‌تواند از تصمیم‌گیری پراکنده جلوگیری کرده و ترتیب منطقی سرمایه‌گذاری و مداخله مدیریتی را روشن سازد.

در مجموع، مرور مطالعات نشان می‌دهد که بلاکچین ظرفیت قابل توجهی برای بهبود کارایی، امنیت، شفافیت، مدیریت ریسک، کیفیت اطلاعات، حسابرسی، نوآوری مالی و توسعه خدمات بانکی دارد (Almadadha, 2025; Farayola, 2024; Mutamimah et al., 2024; Wang et al., 2024). با این حال، تحقق این مزایا به مجموعه‌ای از شرایط به‌هم‌پیوسته از جمله حمایت مدیریت ارشد، آمادگی حقوقی، زیرساخت فناوری، امنیت، توسعه سرمایه انسانی، استانداردسازی، مدیریت تغییر، بازطراحی فرایندها و مشارکت اکوسیستمی بستگی دارد. مرور ادبیات همچنین نشان می‌دهد که در مطالعات موجود، اگرچه هریک از این عوامل به‌صورت جداگانه مورد توجه قرار گرفته‌اند، اما روابط سلسله‌مراتبی و قدرت نفوذ و وابستگی میان آن‌ها، به‌ویژه در زمینه بانک‌های تخصصی ایران، هنوز به‌صورت نظام‌مند تبیین نشده است. از سوی دیگر، مطالعات جدید به‌طور فزاینده بر لزوم حرکت از ارزیابی صرف فناوری به سمت تحلیل یکپارچه ارزش، ریسک، ساختار سازمانی و اکوسیستم مالی تأکید دارند (Kulkarni et al., 2025; Ogunrinde et al., 2025; Pradana & Dipsatara, 2026). بنابراین، توسعه یک مدل تحلیلی–ساختاری می‌تواند ضمن پر کردن خلأ موجود، مبنایی برای سیاست‌گذاری، اولویت‌بندی اقدامات و تصمیم‌گیری مرحله‌ای در مسیر استقرار بلاکچین در بانک کشاورزی فراهم کند.

هدف پژوهش حاضر تدوین یک مدل تحلیلی–ساختاری برای به‌کارگیری بلاکچین در صنعت بانکداری ایران با تمرکز بر بانک کشاورزی و تعیین روابط سلسله‌مراتبی، قدرت نفوذ و میزان وابستگی میان ملاحظات کلیدی است.

روش پژوهش

پژوهش حاضر از نظر مبانی فلسفی بر پارادایم عمل‌گرایی یا پراگماتیسم استوار است؛ زیرا هدف اصلی آن نه صرفاً تبیین نظری پدیده بلاکچین، بلکه شناسایی، اعتبارسنجی و ساختاردهی مجموعه ملاحظاتی است که می‌توانند به استقرار و به‌کارگیری اثربخش این فناوری در صنعت بانکداری ایران و به‌طور خاص بانک کشاورزی منجر شوند. بر همین اساس، منطق استدلالی پژوهش ماهیتی آمیخته و مبتنی بر حرکت رفت‌وبرگشتی میان استقرا و قیاس داشت؛ به این معنا که در مرحله نخست، ملاحظات مرتبط با به‌کارگیری بلاکچین با اتکا به ادبیات نظری، پژوهش‌های پیشین و دیدگاه‌های تخصصی شناسایی و بومی‌سازی شدند و سپس روابط میان مؤلفه‌های تأییدشده در قالب یک ساختار سلسله‌مراتبی مورد تحلیل قرار گرفت. از نظر هدف، مطالعه حاضر کاربردی و از حیث نحوه گردآوری و تحلیل داده‌ها، پژوهشی چندروشه، کمی و خبره‌محور محسوب می‌شود. افق زمانی پژوهش مقطعی بود و اطلاعات مورد نیاز طی یک بازه زمانی مشخص از خبرگان گردآوری شد. جامعه آماری شامل مدیران، کارشناسان ارشد و متخصصانی بود که دارای دانش یا تجربه حرفه‌ای مرتبط با بانکداری، فناوری اطلاعات بانکی، تحول دیجیتال، سامانه‌های پرداخت، امنیت و زیرساخت‌های اطلاعاتی، فناوری‌های مالی و شبکه بلاکچین بودند. بخش اصلی خبرگان از مدیران و متخصصان مرتبط در بانک کشاورزی انتخاب شد و برای افزایش جامعیت دیدگاه‌ها، از صاحب‌نظران دانشگاهی و متخصصان فین‌تک دارای سابقه علمی یا اجرایی مرتبط با فناوری بلاکچین و کاربردهای آن در خدمات مالی نیز استفاده گردید. نمونه‌گیری به شیوه هدفمند و قضاوتی انجام شد و ورود افراد به پنل خبرگان منوط به برخورداری از تحصیلات دانشگاهی مرتبط، سابقه فعالیت حرفه‌ای یا پژوهشی قابل اتکا، آشنایی با ساختار و فرایندهای بانکداری و توانایی اظهار نظر تخصصی درباره الزامات و پیامدهای استفاده از فناوری بلاکچین بود. با توجه به اینکه دلفی فازی، مدل‌سازی ساختاری–تفسیری و تحلیل MICMAC مبتنی بر کیفیت قضاوت تخصصی و نه تعمیم آماری به یک جامعه وسیع هستند، انتخاب اعضای پنل بر کفایت تخصصی، تنوع حوزه‌های دانشی و میزان اشراف آنان بر موضوع استوار شد. همچنین تلاش گردید ترکیب خبرگان

E-ISSN: 3041-8933

به‌گونه‌ای باشد که علاوه بر دیدگاه‌های مدیریتی و بانکی، ابعاد فناورانه، امنیتی، سازمانی و اجرایی استقرار بلاکچین نیز در تصمیم‌گیری‌ها بازتاب یابد. فرایند پژوهش در دو مرحله متوالی اما به‌هم‌پیوسته طراحی شد؛ مرحله نخست به غربال‌گری و دستیابی به اجماع در مورد ملاحظات اصلی به‌کارگیری بلاکچین اختصاص داشت و مرحله دوم با هدف کشف روابط درونی، تعیین تقدم و تأخر مؤلفه‌ها و تدوین مدل تحلیلی–ساختاری انجام گرفت.

گردآوری داده‌ها با استفاده از ابزارهای خبره‌محور متناسب با دو مرحله اصلی پژوهش انجام شد. در مرحله نخست، پس از مرور ادبیات موضوع و استخراج اولیه ملاحظات مربوط به پذیرش، استقرار و بهره‌برداری از بلاکچین در صنعت بانکداری، پرسشنامه دلفی فازی تدوین شد. این پرسشنامه دربرگیرنده مجموعه مؤلفه‌های اولیه‌ای بود که می‌توانستند در موفقیت یا عدم موفقیت استقرار بلاکچین در بانک کشاورزی نقش داشته باشند و از خبرگان خواسته شد میزان اهمیت و ضرورت هر مؤلفه را با استفاده از یک طیف زبانی پنج‌درجه‌ای ارزیابی کنند. گزینه‌های زبانی به اعداد فازی مثلثی متناظر تبدیل شدند تا عدم قطعیت، ابهام و تفاوت‌های ادراکی موجود در قضاوت‌های انسانی به شکل مناسب‌تری در محاسبات لحاظ شود. علاوه بر ارزیابی مؤلفه‌های ارائه‌شده، امکان ارائه دیدگاه‌های اصلاحی، پیشنهاد مؤلفه‌های تکمیلی و بیان ملاحظات خاص محیط بانک کشاورزی برای اعضای پنل فراهم شد تا چارچوب حاصل صرفاً بازتاب ادبیات عمومی بلاکچین نباشد و با شرایط واقعی نظام بانکی ایران انطباق بیشتری پیدا کند. پیش از اجرای اصلی، روایی صوری و محتوایی پرسشنامه با استفاده از نظر اساتید دانشگاهی و خبرگان آشنا با روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره، بانکداری دیجیتال و فناوری بلاکچین بررسی شد و اصلاحات لازم در نحوه بیان گویه‌ها، پوشش مفهومی و جلوگیری از هم‌پوشانی مؤلفه‌ها اعمال گردید. پس از پایان مرحله غربال‌گری و مشخص شدن مؤلفه‌های نهایی، در مرحله دوم پرسشنامه مدل‌سازی ساختاری–تفسیری بر اساس مقایسات زوجی مؤلفه‌ها طراحی شد. در این ابزار، هر مؤلفه در ارتباط با سایر مؤلفه‌ها مورد مقایسه قرار گرفت و خبرگان نوع و جهت رابطه میان هر زوج از عوامل را مشخص کردند؛ به‌گونه‌ای که معلوم شود آیا مؤلفه نخست بر مؤلفه دوم اثرگذار است، مؤلفه دوم بر مؤلفه نخست اثر می‌گذارد، رابطه میان آن‌ها دوطرفه است یا اساساً رابطه ساختاری معناداری میان آن‌ها وجود ندارد. طراحی پرسشنامه به نحوی انجام شد که قضاوت خبرگان مستقیماً قابلیت تبدیل به ماتریس خودتعاملی ساختاری را داشته باشد. برای افزایش دقت داده‌ها، قبل از تکمیل پرسشنامه، مفهوم روابط ساختاری، جهت اثرگذاری و نحوه انجام مقایسات زوجی برای اعضای پنل تشریح شد. همچنین پس از استخراج الگوی اولیه، نتایج و روابط کلیدی در جلسات هم‌اندیشی در اختیار خبرگان قرار گرفت تا سازگاری مدل با واقعیت‌های مدیریتی، سازمانی و فناورانه بانک کشاورزی ارزیابی شود. این بازبینی نهایی به‌عنوان یکی از سازوکارهای اعتبارسنجی خبرگانی مورد استفاده قرار گرفت و امکان اصلاح روابطی که از منظر عملیاتی فاقد توجیه کافی بودند، فراهم شد.

تحلیل داده‌ها در دو مرحله اصلی دلفی فازی و مدل‌سازی ساختاری–تفسیری همراه با تحلیل MICMAC انجام شد. در مرحله دلفی فازی، پاسخ‌های زبانی خبرگان ابتدا به اعداد فازی مثلثی تبدیل شدند و سپس دیدگاه‌های اعضای پنل برای هر مؤلفه با استفاده از روش تجمیع فازی و میانگین هندسی تلفیق گردید. استفاده از منطق فازی این امکان را ایجاد کرد که تفاوت‌های ظریف میان ارزیابی‌های خبرگان و عدم قطعیت ذاتی در مفاهیمی نظیر «اهمیت زیاد» یا «اهمیت بسیار زیاد» در فرایند تحلیل حفظ شود. پس از تجمیع نظرات، مقادیر فازی حاصل با استفاده از روش مرکز ثقل فازی‌زدایی شدند تا برای هر مؤلفه یک امتیاز قطعی قابل مقایسه به دست آید. تصمیم‌گیری درباره حفظ یا حذف مؤلفه‌ها بر اساس مقادیر فازی‌زدایی‌شده، سطح توافق خبرگان و شاخص‌های همگرایی صورت گرفت. برای کنترل پراکندگی قضاوت‌ها از ضریب تغییرات استفاده شد و دستیابی به سطح اجماع بیش از ۷۵ درصد به‌عنوان یکی از معیارهای اصلی پذیرش مؤلفه‌ها در نظر گرفته شد. مؤلفه‌هایی که از سطح توافق و اهمیت لازم برخوردار نبودند از ادامه فرایند حذف شدند و تنها عواملی که توانستند اجماع قابل قبول پنل را کسب کنند وارد مرحله ساختاردهی شدند. در مرحله دوم، روابط زوجی میان مؤلفه‌های نهایی بر اساس قضاوت خبرگان در قالب ماتریس

خودتعاملی ساختاری یا SSIM تدوین شد. سپس روابط نمادین موجود در این ماتریس بر اساس قواعد استاندارد ISM به مقادیر دودویی صفر و یک تبدیل و ماتریس دستیابی اولیه تشکیل گردید. در ادامه اصل تعدی‌پذیری اعمال شد؛ به این معنا که اگر یک مؤلفه به‌صورت مستقیم بر مؤلفه دوم اثر می‌گذاشت و مؤلفه دوم نیز بر مؤلفه سوم اثرگذار بود، رابطه غیرمستقیم مؤلفه نخست با مؤلفه سوم نیز در ساختار سیستم لحاظ شد. با اعمال کامل این منطق، ماتریس دستیابی نهایی حاصل گردید. برای سطح‌بندی مؤلفه‌ها، برای هر عامل مجموعه دستیابی، مجموعه پیشایند و اشتراک این دو مجموعه تعیین شد و مؤلفه‌هایی که مجموعه دستیابی و مجموعه اشتراک آن‌ها یکسان بود در بالاترین سطح موجود در هر تکرار قرار گرفتند. پس از تعیین هر سطح، عوامل مربوط از تحلیل کنار گذاشته شدند و همین فرایند به‌صورت تکراری ادامه یافت تا تمامی مؤلفه‌ها در سطوح مختلف مدل جای‌گذاری شوند. بدین ترتیب، عوامل بنیادین و محرک در سطوح زیرین و عوامل پیامدی یا وابسته‌تر در سطوح بالاتر مدل قرار گرفتند و مدل نهایی تحلیلی–ساختاری برای به‌کارگیری بلاکچین در بانک کشاورزی تدوین شد. در ادامه و به‌منظور تکمیل تفسیر ساختاری، از تحلیل MICMAC استفاده شد. قدرت نفوذ هر مؤلفه از مجموع مقادیر سطری و میزان وابستگی آن از مجموع مقادیر ستونی ماتریس دستیابی نهایی محاسبه گردید و مؤلفه‌ها بر اساس این دو شاخص در چهار گروه خودمختار، وابسته، پیوندی و محرک طبقه‌بندی شدند. عوامل خودمختار دارای قدرت نفوذ و وابستگی پایین، عوامل وابسته دارای قدرت نفوذ پایین و وابستگی بالا، عوامل پیوندی دارای قدرت نفوذ و وابستگی بالا و عوامل محرک دارای قدرت نفوذ بالا و وابستگی پایین در نظر گرفته شدند. این طبقه‌بندی امکان تشخیص مؤلفه‌های کلیدی و اهرمی را فراهم ساخت و نشان داد کدام عوامل باید در سیاست‌گذاری و برنامه‌ریزی استقرار بلاکچین در بانک کشاورزی در اولویت قرار گیرند. در پایان، ساختار سلسله‌مراتبی، جهت روابط، جایگاه مؤلفه‌ها و نتایج تحلیل نفوذ–وابستگی در اختیار خبرگان قرار گرفت و از طریق بازبینی خبرگانی، انسجام منطقی، اعتبار درونی و قابلیت تفسیر اجرایی مدل مورد بررسی و تأیید قرار گرفت.

یافته‌ها

در مرحله گردآوری داده‌های خبره‌محور، ۱۸ نفر از خبرگان واجد شرایط در فرایند دلفی فازی و مدل‌سازی ساختاری–تفسیری مشارکت داشتند. از نظر جنسیت، ۱۴ نفر معادل ۷۷.۸ درصد از مشارکت‌کنندگان مرد و ۴ نفر معادل ۲۲.۲ درصد زن بودند. از نظر سنی، ۳ نفر معادل ۱۶.۷ درصد در گروه سنی کمتر از ۳۵ سال، ۷ نفر معادل ۳۸.۹ درصد در گروه ۳۵ تا ۴۴ سال، ۶ نفر معادل ۳۳.۳ درصد در گروه ۴۵ تا ۵۴ سال و ۲ نفر معادل ۱۱.۱ درصد ۵۵ سال و بیشتر سن داشتند. از نظر سطح تحصیلات، ۵ نفر معادل ۲۷.۸ درصد دارای مدرک کارشناسی ارشد و ۱۳ نفر معادل ۷۲.۲ درصد دارای مدرک دکتری تخصصی بودند. همچنین، از حیث حوزه تخصصی، ۶ نفر از مدیران و کارشناسان ارشد حوزه بانکداری و تحول دیجیتال بانک کشاورزی، ۴ نفر از متخصصان فناوری اطلاعات و زیرساخت‌های بانکی، ۳ نفر از متخصصان امنیت اطلاعات و معماری سامانه‌ها، ۳ نفر از اعضای هیئت علمی دارای سابقه پژوهشی در حوزه بلاکچین، بانکداری دیجیتال و فناوری مالی و ۲ نفر از متخصصان فعال در حوزه فین‌تک و راهکارهای مبتنی بر دفترکل توزیع‌شده تشکیل‌دهنده پنل خبرگان بودند. میانگین سابقه حرفه‌ای اعضای پنل ۱۶.۷۲ سال با انحراف معیار ۵.۸۳ سال بود و دامنه سابقه کاری آنان بین ۸ تا ۲۹ سال قرار داشت. علاوه بر این، ۱۵ نفر معادل ۸۳.۳ درصد دارای بیش از ۱۰ سال سابقه فعالیت تخصصی و ۱۲ نفر معادل ۶۶.۷ درصد دارای تجربه مستقیم در پروژه‌های تحول دیجیتال، بانکداری الکترونیک، فناوری مالی، معماری سامانه‌های بانکی یا مطالعات مرتبط با بلاکچین بودند. این ویژگی‌ها نشان داد که پنل انتخاب‌شده از تنوع تخصصی و تجربه حرفه‌ای کافی برخوردار بوده و ترکیب آن می‌توانست ابعاد مدیریتی، فناورانه، حقوقی، امنیتی و سازمانی استقرار بلاکچین در بانک کشاورزی را به‌صورت هم‌زمان پوشش دهد.

E-ISSN: 3041-8933

جدول ۱

نتایج غربال‌گری ملاحظات به‌کارگیری بلاکچین در بانک کشاورزی بر اساس دلفی فازی

کد	ملاحظه مورد بررسی	عدد فازی تجمیعی	مقدار فازی‌زدایی‌شده	ضریب تغییرات	درصد توافق خبرگان	نتیجه
C۱	حمایت مدیریت ارشد و راهبری راهبردی	(۰.۷۹, ۰.۹۰, ۰.۹۷)	۰.۸۸۷	۰.۰۸۴	۹۴.۴	تأیید
C۲	آمادگی حقوقی و مقرراتی	(۰.۷۷, ۰.۸۹, ۰.۹۶)	۰.۸۷۳	۰.۰۹۱	۹۴.۴	تأیید
C۳	زیرساخت فناوری و قابلیت یکپارچه‌سازی	(۰.۷۸, ۰.۸۸, ۰.۹۵)	۰.۸۷۰	۰.۰۸۶	۹۴.۴	تأیید
C۴	امنیت، حریم خصوصی و مدیریت هویت	(۰.۷۶, ۰.۸۷, ۰.۹۵)	۰.۸۶۰	۰.۰۹۴	۸۸.۹	تأیید
C۵	سرمایه انسانی و شایستگی‌های بلاکچین	(۰.۷۳, ۰.۸۴, ۰.۹۳)	۰.۸۳۳	۰.۱۰۶	۸۸.۹	تأیید
C۶	استانداردسازی و تعامل‌پذیری سامانه‌ها	(۰.۷۲, ۰.۸۳, ۰.۹۲)	۰.۸۲۳	۰.۱۱۱	۸۸.۹	تأیید
C۷	آمادگی سازمانی و مدیریت تغییر	(۰.۷۲, ۰.۸۲, ۰.۹۱)	۰.۸۱۷	۰.۱۱۴	۸۳.۳	تأیید
C۸	بازطراحی فرایندها و مدل عملیاتی	(۰.۷۰, ۰.۸۱, ۰.۹۰)	۰.۸۰۳	۰.۱۱۹	۸۳.۳	تأیید
C۹	همکاری اکوسیستمی و مشارکت بین‌سازمانی	(۰.۶۹, ۰.۸۰, ۰.۸۹)	۰.۷۹۳	۰.۱۲۴	۸۳.۳	تأیید
C۱۰	پذیرش و ارزش‌آفرینی خدمات مبتنی بر بلاکچین	(۰.۶۸, ۰.۷۹, ۰.۸۹)	۰.۷۸۷	۰.۱۲۸	۷۷.۸	تأیید
C۱۱	سطح هزینه سرمایه‌گذاری اولیه	(۰.۵۴, ۰.۶۶, ۰.۸۰)	۰.۶۶۷	۰.۱۹۶	۷۲.۲	حذف
C۱۲	بلوغ بازار تأمین‌کنندگان راهکارهای بلاکچین	(۰.۵۲, ۰.۶۴, ۰.۷۸)	۰.۶۴۷	۰.۲۰۸	۶۶.۷	حذف

نتایج دلفی فازی در جدول ۱ نشان می‌دهد که از میان ۱۲ ملاحظه اولیه استخراج‌شده، ۱۰ ملاحظه توانستند حد نصاب مورد نظر برای ورود به مرحله مدل‌سازی ساختاری را کسب کنند. بالاترین مقدار فازی‌زدایی‌شده به «حمایت مدیریت ارشد و راهبری راهبردی» با مقدار ۰.۸۸۷ اختصاص داشت و پس از آن «آمادگی حقوقی و مقرراتی» با مقدار ۰.۸۷۳، «زیرساخت فناوری و قابلیت یکپارچه‌سازی» با مقدار ۰.۸۷۰ و «امنیت، حریم خصوصی و مدیریت هویت» با مقدار ۰.۸۶۰ قرار گرفتند. هم‌زمان، درصد توافق خبرگان در سه مؤلفه نخست ۹۴.۴ درصد بود که حاکی از اجماع بسیار بالا درباره نقش بنیادی این عوامل در استقرار بلاکچین در بانک کشاورزی است. در مقابل، دو مؤلفه «سطح هزینه سرمایه‌گذاری اولیه» و «بلوغ بازار تأمین‌کنندگان راهکارهای بلاکچین» به‌ترتیب با مقادیر فازی‌زدایی‌شده ۰.۶۶۷ و ۰.۶۴۷ و درصد توافق ۷۲.۲ و ۶۶.۷ درصد نتوانستند حد نصاب تعیین‌شده را کسب کنند و از مدل نهایی کنار گذاشته شدند. ضرایب تغییرات مؤلفه‌های تأییدشده نیز در دامنه ۰.۰۸۴ تا ۰.۱۲۸ قرار داشت که نسبت به مؤلفه‌های حذف‌شده پراکندگی بسیار کمتری را نشان می‌داد و بیانگر همگرایی قابل قبول دیدگاه‌های خبرگان بود. بنابراین، ۱۰ ملاحظه C۱ تا C۱۰ به‌عنوان مجموعه نهایی عوامل مؤثر بر به‌کارگیری بلاکچین در بانک کشاورزی وارد مرحله مدل‌سازی ساختاری–تفسیری شدند.

جدول ۲

ماتریس خودتعاملی ساختاری روابط میان ملاحظات نهایی

مؤلفه	C۱	C۲	C۳	C۴	C۵	C۶	C۷	C۸	C۹	C۱۰
C۱	—	O	V	V	V	O	O	O	O	O
C۲		—	V	V	O	V	O	O	O	O
C۳			—	O	V	O	V	O	O	O
C۴				—	V	V	V	O	O	O
C۵					—	O	O	V	O	O
C۶						—	O	V	V	O

C۷	—	V	V	O
C۸		—	O	V
C۹			—	V
C۱۰				—

نتایج ماتریس خودتعاملی ساختاری نشان داد که روابط مستقیم میان مؤلفه‌های مدل از یک منطق سلسله‌مراتبی مشخص پیروی می‌کنند. در سطح روابط اولیه، حمایت مدیریت ارشد و راهبری راهبردی بر زیرساخت فناوری، امنیت و حریم خصوصی و توسعه سرمایه انسانی اثرگذار تشخیص داده شد؛ در حالی که آمادگی حقوقی و مقرراتی نیز به‌طور مستقیم بر زیرساخت فناوری، امنیت اطلاعات و استانداردسازی و تعامل‌پذیری اثر داشت. در سطوح میانی، زیرساخت فناوری بر سرمایه انسانی و آمادگی سازمانی اثرگذار بود و امنیت، حریم خصوصی و مدیریت هویت نیز با سه مؤلفه سرمایه انسانی، استانداردسازی و آمادگی سازمانی رابطه جهت‌دار داشت. همچنین، سرمایه انسانی مستقیماً بر بازطراحی فرایندها اثر گذاشت و استانداردسازی و تعامل‌پذیری علاوه بر بازطراحی فرایندها، همکاری اکوسیستمی را نیز تحت تأثیر قرار داد. آمادگی سازمانی و مدیریت تغییر نیز به‌عنوان یکی از حلقه‌های واسط کلیدی، هم بر بازطراحی فرایندها و هم بر همکاری اکوسیستمی اثرگذار شناخته شد. در نهایت، دو مؤلفه بازطراحی فرایندها و همکاری اکوسیستمی مستقیماً به پذیرش و ارزش‌آفرینی خدمات مبتنی بر بلاکچین منتهی شدند. این آرایش اولیه نشان داد که ارزش‌آفرینی ناشی از بلاکچین پیامد مستقیم یک عامل منفرد نیست، بلکه محصول زنجیره‌ای از شرایط راهبردی، قانونی، فناورانه، سازمانی و بین‌سازمانی است.

جدول ۳

ماتریس دستیابی اولیه ملاحظات به‌کارگیری بلاکچین

مؤلفه	C۱	C۲	C۳	C۴	C۵	C۶	C۷	C۸	C۹	C۱۰
C۱	۱	۰	۱	۱	۱	۰	۰	۰	۰	۰
C۲	۰	۱	۱	۱	۰	۱	۰	۰	۰	۰
C۳	۰	۰	۱	۰	۱	۰	۱	۰	۰	۰
C۴	۰	۰	۰	۱	۱	۱	۱	۰	۰	۰
C۵	۰	۰	۰	۰	۱	۰	۰	۱	۰	۰
C۶	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۰	۱	۱	۰
C۷	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۱	۱	۰
C۸	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۰	۱
C۹	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۱
C۱۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱

ماتریس دستیابی اولیه از تبدیل روابط نمادین ماتریس خودتعاملی به مقادیر دودویی حاصل شد و روابط مستقیم مورد توافق خبرگان را بدون احتساب اثرهای انتقالی نشان داد. مطابق جدول ۳، C۱دارای ارتباط مستقیم باC۳ ، C۴و C۵ و C۲ دارای ارتباط مستقیم باC۳ ، C۴و C۶ بود. مؤلفه C۳ نیز مستقیماً بر C۵ و C۷ اثر گذاشت و C۴ باC۵ ، C۶و C۷ ارتباط مستقیم داشت. در ادامه زنجیره ساختاری، C۵ بهC۸ ، C۶به C۸ و C۹ و C۷ به C۸ و C۹ متصل شد و نهایتاً C۸ و C۹ هر دو به C۱۰ منتهی شدند. وجود مقادیر واحد در قطر اصلی ماتریس نیز معرف رابطه هر مؤلفه با خود است که یکی از الزامات تشکیل ماتریس دستیابی در مدل‌سازی ساختاری–تفسیری محسوب می‌شود. الگوی

E-ISSN: 3041-8933

روابط مستقیم نشان داد که مؤلفه‌های ابتدایی مدل عمدتاً شرایط زمینه‌ساز و توانمندساز هستند، در حالی که مؤلفه‌های نزدیک به انتهای زنجیره بیشتر ماهیت اجرایی، بین‌سازمانی و پیامدی دارند. با این حال، از آنجا که ماتریس اولیه تنها روابط مستقیم را منعکس می‌کند، برای آشکارسازی اثرات غیرمستقیم و زنجیره‌ای، اصل تعدی‌پذیری بر کل ماتریس اعمال شد.

جدول ۴

ماتریس دستیابی نهایی و قدرت نفوذ و وابستگی مؤلفه‌ها

مؤلفه	C۱	C۲	C۳	C۴	C۵	C۶	C۷	C۸	C۹	C۱۰	قدرت نفوذ
C۱	۱	۰	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۹
C۲	۰	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۹
C۳	۰	۰	۱	۰	۱	۰	۱	۱	۱	۱	۶
C۴	۰	۰	۰	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۷
C۵	۰	۰	۰	۰	۱	۰	۰	۱	۰	۱	۳
C۶	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۰	۱	۱	۱	۴
C۷	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۱	۱	۱	۴
C۸	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۰	۱	۲
C۹	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۱	۲
C۱۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۱
میزان وابستگی	۱	۱	۳	۳	۵	۴	۵	۸	۷	۱۰	—

نتایج ماتریس دستیابی نهایی پس از اعمال کامل اصل تعدی‌پذیری نشان داد که ساختار ملاحظات به‌کارگیری بلاکچین در بانک کشاورزی از وابستگی‌های زنجیره‌ای قابل توجهی برخوردار است. دو مؤلفه C۱ و C۲ هر یک با قدرت نفوذ ۹ بالاترین قدرت اثرگذاری را در سیستم داشتند، در حالی که میزان وابستگی هر یک برابر با ۱ بود. این وضعیت نشان می‌دهد که حمایت مدیریت ارشد و راهبری راهبردی و همچنین آمادگی حقوقی و مقرراتی، عوامل بنیادینی هستند که خود به سایر عوامل وابستگی اندکی دارند، اما تغییر در آن‌ها می‌تواند بخش عمده سیستم را تحت تأثیر قرار دهد. پس از آن، C۴با قدرت نفوذ ۷ و C۳ با قدرت نفوذ ۶ در جایگاه عوامل اثرگذار بعدی قرار گرفتند. در مقابل، C۱۰با قدرت نفوذ ۱ و وابستگی ۱۰ بیشترین وابستگی را به سایر اجزای سیستم نشان داد و بنابراین پذیرش و ارزش‌آفرینی خدمات مبتنی بر بلاکچین را باید پیامد نهایی برآورده شدن مجموعه‌ای از شرایط پیشین تلقی کرد .C۸ و C۹ نیز به‌ترتیب با وابستگی ۸ و ۷ در زمره مؤلفه‌های به‌شدت متأثر از سایر عوامل قرار گرفتند. نکته مهم دیگر این است که اعمال تعدی‌پذیری موجب شد روابطی آشکار شود که در ماتریس اولیه مستقیماً وجود نداشتند؛ برای مثال، C۱از مسیرC۳ ، C۴و C۵ بر C۸ و از مسیرC۳ ، C۴و C۷ بر C۹ و نهایتاً بر C۱۰ اثر می‌گذارد. به همین ترتیب، C۲نیز علاوه بر اثرات مستقیم قانونی و زیرساختی، از طریق زنجیره استانداردسازی، آمادگی سازمانی، بازطراحی فرایندها و همکاری اکوسیستمی بر نتیجه نهایی اثرگذار است. بنابراین، استقرار بلاکچین در بانک کشاورزی از منظر ساختاری یک فرایند چندمرحله‌ای و به‌شدت وابسته به توالی اقدامات محسوب می‌شود.

جدول ۵

سطح‌بندی نهایی مؤلفه‌های مدل ساختاری–تفسیری

سطح مدل	کد مؤلفه	مؤلفه	تفسیر جایگاه ساختاری
سطح اول	C۱۰	پذیرش و ارزش‌آفرینی خدمات مبتنی بر بلاکچین	پیامد نهایی و وابسته‌ترین مؤلفه مدل
سطح دوم	C۸	بازطراحی فرایندها و مدل عملیاتی	پیامد اجرایی و واسط انتقال ظرفیت‌ها به ارزش عملیاتی
سطح دوم	C۹	همکاری اکوسیستمی و مشارکت بین‌سازمانی	پیامد بین‌سازمانی و پیش‌شرط تحقق خدمات شبکه‌ای
سطح سوم	C۵	سرمایه انسانی و شایستگی‌های بلاکچین	توانمندساز درون‌سازمانی اجرای راهکارها
سطح سوم	C۶	استانداردسازی و تعامل‌پذیری سامانه‌ها	توانمندساز فنی و بین‌سامانه‌ای
سطح سوم	C۷	آمادگی سازمانی و مدیریت تغییر	توانمندساز سازمانی و رفتاری
سطح چهارم	C۳	زیرساخت فناوری و قابلیت یکپارچه‌سازی	زیرساخت فنی پایه
سطح چهارم	C۴	امنیت، حریم خصوصی و مدیریت هویت	زیرساخت اعتماد و کنترل ریسک
سطح پنجم	C۱	حمایت مدیریت ارشد و راهبری راهبردی	محرک بنیادین مدیریتی
سطح پنجم	C۲	آمادگی حقوقی و مقرراتی	محرک بنیادین نهادی و قانونی

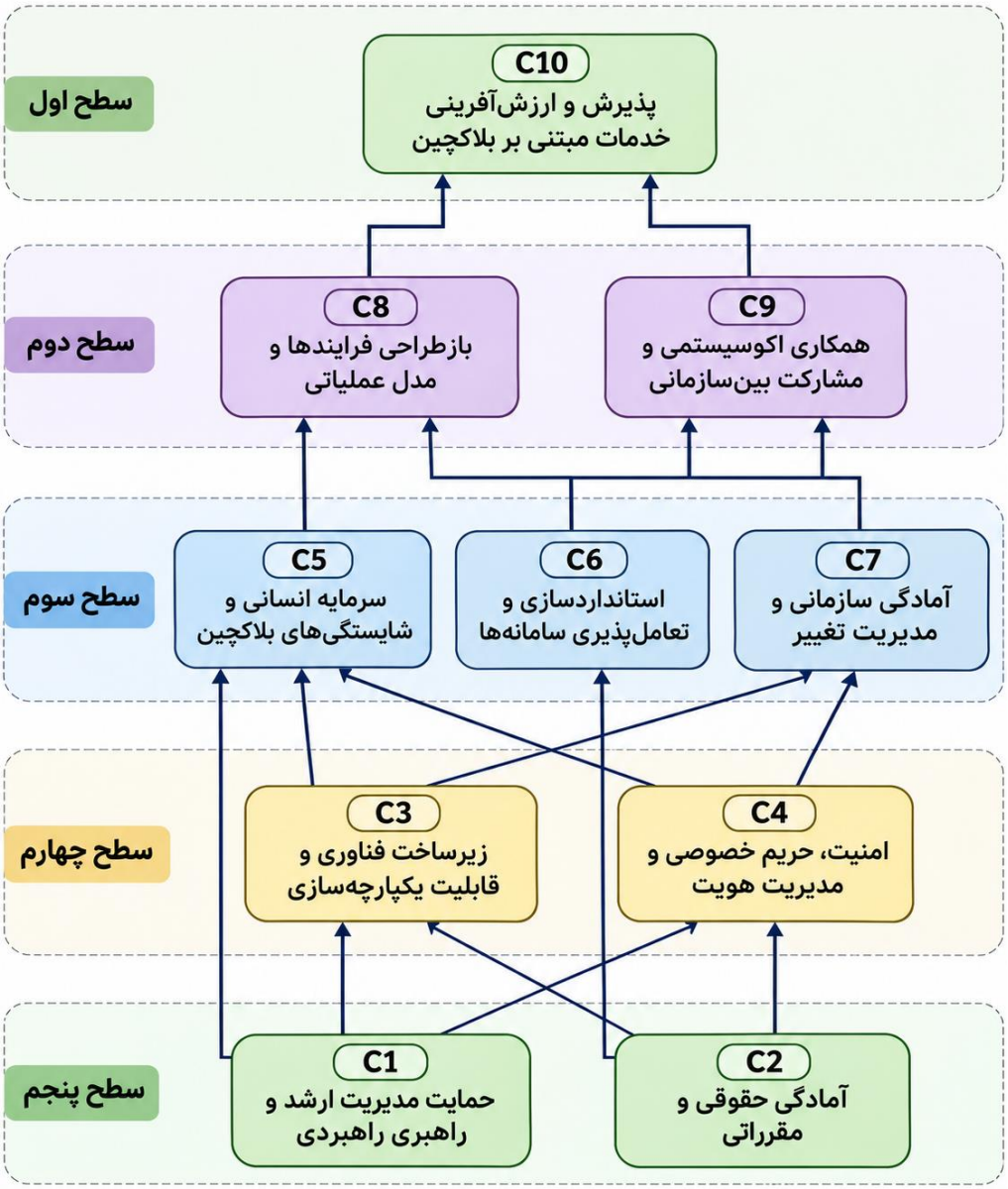
سطح‌بندی نهایی نشان داد که مدل ساختاری به‌کارگیری بلاکچین در بانک کشاورزی از پنج سطح متمایز تشکیل شده است. در پایین‌ترین و بنیادی‌ترین سطح، یعنی سطح پنجم، حمایت مدیریت ارشد و راهبری راهبردی در کنار آمادگی حقوقی و مقرراتی قرار گرفتند. این دو عامل به دلیل برخورداری از بیشترین قدرت نفوذ و کمترین وابستگی، نقطه آغاز حرکت سیستم محسوب می‌شوند و بدون شکل‌گیری تعهد مدیریتی، تخصیص منابع، تعیین جهت‌گیری راهبردی و ایجاد وضوح حقوقی و مقرراتی، سایر ابعاد استقرار بلاکچین از پایداری کافی برخوردار نخواهند بود. در سطح چهارم، زیرساخت فناوری و قابلیت یکپارچه‌سازی و امنیت، حریم خصوصی و مدیریت هویت قرار گرفتند که بیانگر انتقال الزامات سطح نهادی و راهبردی به ظرفیت‌های فنی مورد نیاز است. سطح سوم شامل سرمایه انسانی، استانداردسازی و تعامل‌پذیری و آمادگی سازمانی و مدیریت تغییر بود و از این رو می‌توان آن را سطح «توانمندسازی اجرای سازمانی» دانست؛ زیرا در این مرحله، زیرساخت فنی باید به مهارت، استاندارد، پذیرش سازمانی و قابلیت تغییر فرایندها تبدیل شود. در سطح دوم، بازطراحی فرایندها و مدل عملیاتی و همکاری اکوسیستمی قرار گرفتند که به‌طور مستقیم ظرفیت‌های ایجادشده در سطوح پایین‌تر را به تغییر در عملیات بانک و روابط آن با سایر بازیگران شبکه مالی تبدیل می‌کنند. نهایتاً، در سطح نخست، پذیرش و ارزش‌آفرینی خدمات مبتنی بر بلاکچین قرار گرفت که بالاترین سطح مدل و پیامد نهایی کل زنجیره است. این آرایش نشان می‌دهد که ارزش‌آفرینی از بلاکچین نمی‌تواند به‌عنوان نقطه شروع برنامه تحول در نظر گرفته شود، بلکه حاصل تحقق متوالی و منسجم الزامات مدیریتی، مقرراتی، فناورانه، سازمانی و اکوسیستمی است.

مدل ساختاری–تفسیری استخراج‌شده نشان می‌دهد که مسیر تحقق کاربرد مؤثر بلاکچین از یک ساختار پایین به بالا تبعیت می‌کند. در قاعده مدل، C۱و C۲ به‌عنوان محرک‌های بنیادی قرار دارند و بستر لازم برای شکل‌گیری C۳ و C۴ را فراهم می‌کنند. زیرساخت فناوری و امنیت و حریم خصوصی در ادامه بر مجموعه‌ای از توانمندسازهای سازمانی شامل C۵ ، C۶و C۷ اثر می‌گذارند. این سه مؤلفه واسط، ظرفیت سازمان را برای بازطراحی فرایندها و توسعه همکاری‌های اکوسیستمی افزایش می‌دهند و در نهایت C۸ و C۹ به‌عنوان دو مسیر اجرایی مکمل، دستیابی به C۱۰ یعنی پذیرش و ارزش‌آفرینی خدمات مبتنی بر بلاکچین را امکان‌پذیر می‌سازند. بنابراین، مدل حاکی از آن است که هرگونه تلاش برای ورود مستقیم به توسعه محصول یا خدمت بلاکچینی بدون تثبیت لایه‌های بنیادین پایین‌تر با خطر شکست، مقاومت سازمانی، ناسازگاری سامانه‌ها و ناپایداری حقوقی مواجه خواهد بود.

E-ISSN: 3041-8933

شکل ۱

مدل ساختاری–تفسیری ملاحظات به‌کارگیری بلاکچین در بانک کشاورزی



جدول ۶

طبقه‌بندی مؤلفه‌ها بر اساس تحلیل MICMAC

کد	مؤلفه	قدرت نفوذ	میزان وابستگی	خوشه MICMAC	تفسیر
C۱	حمایت مدیریت ارشد و راهبری راهبردی	۹	۱	محرک	عامل کلیدی آغازگر تغییر و جهت‌دهنده کل سیستم
C۲	آمادگی حقوقی و مقرراتی	۹	۱	محرک	پیش‌شرط نهادی با اثر گسترده بر سایر ملاحظات
C۳	زیرساخت فناوری و قابلیت یکپارچه‌سازی	۶	۳	محرک	زیرساخت فنی اثرگذار بر بخش مهمی از زنجیره

C۴	امنیت، حریم خصوصی و مدیریت هویت	۷	۳	محرک	عامل اعتمادساز و اثرگذار بر اجرای فنی و سازمانی
C۵	سرمایه انسانی و شایستگی‌های بلاکچین	۳	۵	پیوندی	متأثر از عوامل پایه و اثرگذار بر پیامدهای اجرایی
C۶	استانداردسازی و تعامل‌پذیری سامانه‌ها	۴	۴	پیوندی	رابط میان ظرفیت فنی و اجرای بین‌سامانه‌ای
C۷	آمادگی سازمانی و مدیریت تغییر	۴	۵	پیوندی	حلقه انتقال عوامل زیربنایی به اجرای عملی
C۸	بازطراحی فرایندها و مدل عملیاتی	۲	۸	وابسته	پیامد اجرایی متأثر از مجموعه عوامل پیشین
C۹	همکاری اکوسیستمی و مشارکت بین‌سازمانی	۲	۷	وابسته	نتیجه بلوغ داخلی و زمینه‌ساز ارزش‌آفرینی شبکه‌ای
C۱۰	پذیرش و ارزش‌آفرینی خدمات مبتنی بر بلاکچین	۱	۱۰	وابسته	پیامد نهایی و وابسته‌ترین متغیر سیستم

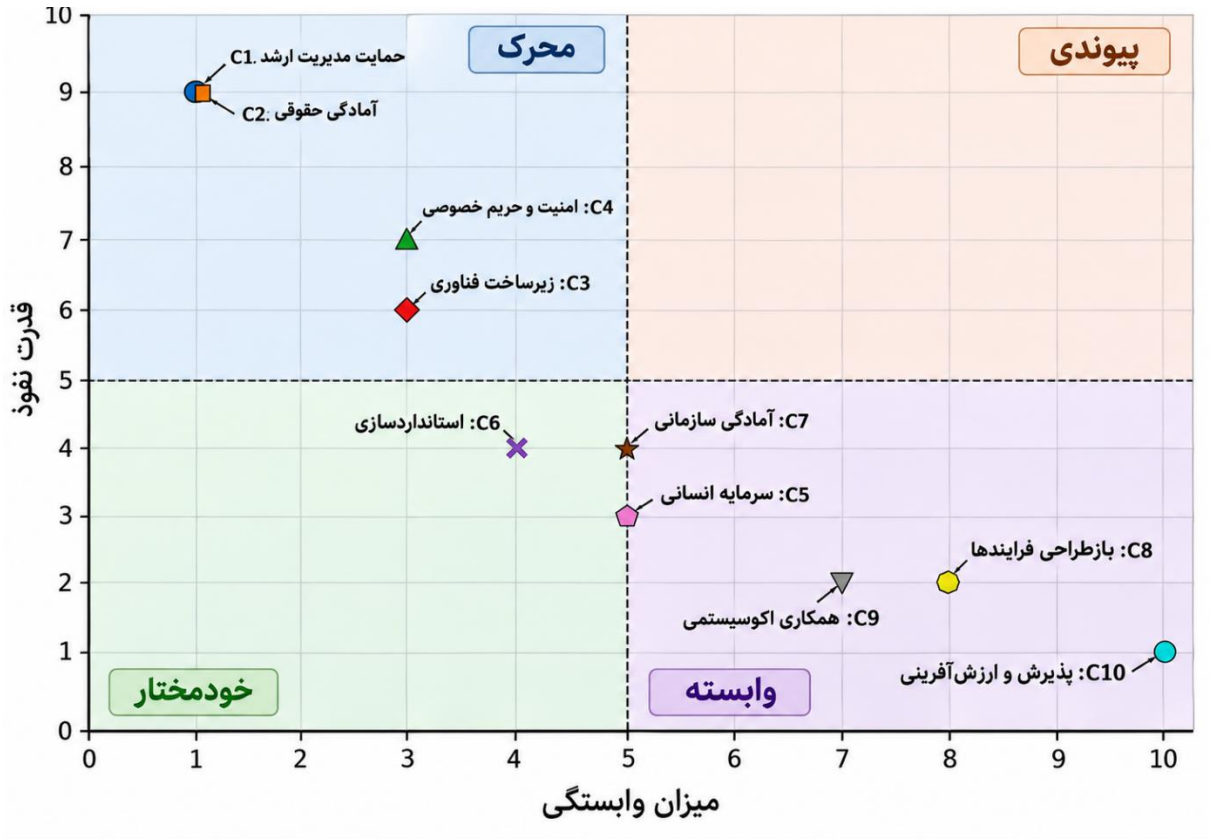
تحلیل MICMAC در جدول ۶ ساختار قدرت نفوذ و وابستگی مؤلفه‌ها را از زاویه‌ای مکمل نسبت به مدل ISM آشکار کرد. مؤلفه‌های C۱، C۲، C۳و C۴ در خوشه محرک قرار گرفتند؛ به این معنا که این عوامل قدرت اثرگذاری نسبتاً بالا و میزان وابستگی پایین دارند و باید به‌عنوان اولویت‌های مداخله مدیریتی در نظر گرفته شوند. در میان آن‌ها، C۱و C۲ با قدرت نفوذ ۹ و وابستگی ۱ قوی‌ترین عوامل محرک مدل بودند و نشان دادند که نقطه شروع تحول بلاکچین بیش از آنکه صرفاً تکنولوژیک باشد، به تصمیم راهبردی مدیریت و ایجاد بستر حقوقی و مقرراتی وابسته است. مؤلفه‌های C۵ ، C۶و C۷ در محدوده پیوندی قرار گرفتند. این عوامل هم از متغیرهای پایه تأثیر می‌پذیرند و هم بر عوامل سطوح بالاتر اثر می‌گذارند و به همین دلیل نسبت به تغییرات سیستم حساس هستند. هرگونه ضعف در توسعه شایستگی‌های انسانی، تعامل‌پذیری یا مدیریت تغییر می‌تواند اثر سیاست‌های مدیریتی و سرمایه‌گذاری‌های فناورانه را تضعیف کند و هم‌زمان بر بازطراحی فرایندها و همکاری اکوسیستمی اثر منفی بگذارد. در مقابل، C۸، C۹و C۱۰ در خوشه وابسته قرار گرفتند و قدرت نفوذ پایین در کنار وابستگی زیاد نشان دادند. این وضعیت تأیید می‌کند که توسعه فرایندهای مبتنی بر بلاکچین، ایجاد مشارکت‌های بین‌سازمانی و در نهایت تحقق ارزش عملیاتی و پذیرش خدمات، بیش از آنکه متغیرهایی آغازگر باشند، شاخص‌هایی برای سنجش میزان موفقیت اقدامات انجام‌شده در لایه‌های زیربنایی هستند. همچنین هیچ‌یک از مؤلفه‌های نهایی در خوشه خودمختار قرار نگرفتند که نشان می‌دهد تمامی عوامل تأییدشده به‌طور معناداری در شبکه روابط ساختاری مدل نقش دارند و عامل منفک یا کم‌اهمیتی در مدل باقی نمانده است.

نقشه قدرت نفوذ–وابستگی، تفکیک روشن میان عوامل آغازگر، واسط و پیامدی مدل را نشان می‌دهد C۱ .و C۲ در ناحیه‌ای با بیشترین قدرت نفوذ و کمترین وابستگی قرار می‌گیرند و از این حیث به‌عنوان اهرم‌های اصلی سیاست‌گذاری برای بانک کشاورزی شناخته می‌شوند C۳ .و C۴ نیز اگرچه نسبت به دو عامل نخست وابستگی بیشتری دارند، همچنان در بخش محرک نمودار قرار گرفته و بیانگر نقش محوری زیرساخت فناوری، یکپارچه‌سازی سامانه‌ها، امنیت، حریم خصوصی و مدیریت هویت در پایداری معماری بلاکچین هستند C۵ ،. C۶و C۷در موقعیت میانی و حساس نقشه قرار دارند و ماهیت پیوندی آن‌ها نشان می‌دهد که این متغیرها می‌توانند هم اثرات عوامل زیربنایی را منتقل کنند و هم در صورت ضعف، مانع رسیدن آثار مثبت آن عوامل به سطوح عملیاتی شوند. در بخش وابسته نقشه، C۸و C۹ و به‌ویژه C۱۰قرار دارند. جایگاه C۱۰ با وابستگی ۱۰ و قدرت نفوذ ۱ به‌وضوح نشان می‌دهد که ارزش‌آفرینی و پذیرش خدمات مبتنی بر بلاکچین بیشترین تأثیر را از وضعیت سایر مؤلفه‌های مدل دریافت می‌کند. در مجموع، نقشه MICMAC تأیید می‌کند که راهبرد مناسب برای بانک کشاورزی باید از تقویت محرک‌های بنیادین آغاز شود، سپس ظرفیت‌های فناورانه و سازمانی را توسعه دهد و در مراحل بعد به بازطراحی فرایندها، گسترش همکاری‌های اکوسیستمی و ارائه خدمات ارزش‌آفرین مبتنی بر بلاکچین منتهی شود. این ترتیب نه‌تنها با سلسله‌مراتب استخراج‌شده از مدل ISM سازگار است، بلکه بیانگر آن است که موفقیت در استقرار بلاکچین مستلزم مدیریت یکپارچه مجموعه‌ای از عوامل متعامل و به‌هم‌پیوسته است و نمی‌توان آن را صرفاً به خرید یا پیاده‌سازی یک فناوری جدید تقلیل داد.

E-ISSN: 3041-8933

شکل ۲

نقشه قدرت نفوذ–وابستگی مؤلفه‌های به‌کارگیری بلاکچین بر اساس تحلیل MICMAC



بحث و نتیجه‌گیری

یافته‌های پژوهش حاضر نشان داد که به‌کارگیری بلاکچین در بانک کشاورزی را نمی‌توان به‌عنوان یک تصمیم صرفاً فناورانه یا خرید و استقرار یک زیرساخت نرم‌افزاری تفسیر کرد، بلکه این فرایند حاصل تعامل مجموعه‌ای از ملاحظات مدیریتی، حقوقی، فناورانه، سازمانی و بین‌سازمانی است که در یک ساختار سلسله‌مراتبی به یکدیگر متصل می‌شوند. نتایج دلفی فازی نشان داد که از میان ۱۲ ملاحظه اولیه، ۱۰ مؤلفه شامل حمایت مدیریت ارشد و راهبری راهبردی، آمادگی حقوقی و مقرراتی، زیرساخت فناوری و قابلیت یکپارچه‌سازی، امنیت و حریم خصوصی و مدیریت هویت، سرمایه انسانی و شایستگی‌های بلاکچین، استانداردسازی و تعامل‌پذیری سامانه‌ها، آمادگی سازمانی و مدیریت تغییر، بازطراحی فرایندها و مدل عملیاتی، همکاری اکوسیستمی و مشارکت بین‌سازمانی و پذیرش و ارزش‌آفرینی خدمات مبتنی بر بلاکچین مورد تأیید خبرگان قرار گرفتند. در مقابل، هزینه سرمایه‌گذاری اولیه و بلوغ بازار تأمین‌کنندگان راهکارهای بلاکچین نتوانستند حد نصاب اجماع را کسب کنند. این نتیجه نشان می‌دهد که از دیدگاه خبرگان، مسئله اصلی در استقرار بلاکچین بیش از آنکه به سطح هزینه یا تعداد عرضه‌کنندگان فناوری وابسته باشد، به آمادگی نهادی، مدیریتی، فنی و سازمانی بانک مرتبط است. این برداشت با نتایج مطالعاتی همسو است که عوامل موفقیت در پذیرش بلاکچین را نه صرفاً در متغیرهای اقتصادی، بلکه در مجموعه‌ای از قابلیت‌های سازمانی، زیرساختی و راهبردی جست‌وجو کرده‌اند (Mishra et al., 2023; Rahman et al., 2025; Zarei et al., 2024). همچنین، مطالعات مروری جدید نشان داده‌اند

که چالش اصلی بانک‌ها در حرکت به سوی بلاکچین، ایجاد هماهنگی میان ابعاد فنی، حقوقی و مدیریتی و تبدیل ظرفیت فناوری به یک معماری عملیاتی پایدار است (Said et al., 2026; Staley & Amankwa, 2026).

مهم‌ترین یافته ساختاری پژوهش آن بود که حمایت مدیریت ارشد و راهبری راهبردی و آمادگی حقوقی و مقرراتی در پایین‌ترین و بنیادی‌ترین سطح مدل ISM قرار گرفتند و هر دو با قدرت نفوذ ۹ و وابستگی ۱، قوی‌ترین متغیرهای محرک سیستم شناخته شدند. این یافته بیانگر آن است که نقطه آغاز استقرار بلاکچین در بانک کشاورزی باید در سطح سیاست‌گذاری کلان، تعهد مدیریتی و ایجاد وضوح حقوقی شکل گیرد. حمایت مدیریت ارشد می‌تواند تخصیص منابع، تعیین اولویت‌های تحول دیجیتال، هماهنگی میان واحدها، ایجاد تیم‌های تخصصی و پذیرش ریسک‌های کنترل‌شده نوآوری را امکان‌پذیر سازد. از سوی دیگر، نبود چارچوب‌های حقوقی شفاف در زمینه اعتبار سوابق بلاکچینی، مسئولیت طرفین، قراردادهای هوشمند، حفاظت از داده‌ها و نظارت بانکی می‌تواند حتی در صورت آمادگی فنی، مانع استقرار واقعی فناوری شود. این نتیجه با پژوهش‌هایی همسو است که حمایت مدیریتی و شرایط سازمانی را از عوامل تعیین‌کننده در پذیرش بلاکچین در بانک‌ها معرفی کرده‌اند (Berenji et al., 2024; Zarei et al., 2024). همچنین، بررسی قراردادهای هوشمند در بانکداری نشان داده است که چالش‌های مقرراتی و ریسک‌های حقوقی از عوامل اصلی محدودکننده استفاده گسترده از این فناوری هستند (Pradana & Dipsatara, 2026). در مطالعات مربوط به اقتصادهای نوظهور نیز ضعف نهادهای تنظیم‌گر و نبود قواعد روشن به‌عنوان یکی از مهم‌ترین موانع توسعه راهکارهای مبتنی بر بلاکچین گزارش شده است (Ristanović et al., 2025; Staley & Amankwa, 2026). بنابراین، یافته حاضر تأکید می‌کند که برای بانک کشاورزی، تحول بلاکچینی باید از سطح حکمرانی و تنظیم‌گری آغاز شود، نه از سطح پروژه‌های پراکنده فناوری اطلاعات.

قرار گرفتن زیرساخت فناوری و قابلیت یکپارچه‌سازی و نیز امنیت، حریم خصوصی و مدیریت هویت در سطح چهارم مدل نشان داد که پس از شکل‌گیری شرایط مدیریتی و حقوقی، ایجاد بستر فنی قابل اتکا دومین گام بنیادین در استقرار بلاکچین است. بلاکچین در محیط بانکی باید با سامانه‌های موجود، هسته بانکداری متمرکز، سامانه‌های پرداخت، پایگاه‌های داده مشتریان و سازوکارهای احراز هویت تعامل داشته باشد و در صورت نبود این قابلیت، فناوری در حد یک راهکار جزیره‌ای باقی خواهد ماند. همچنین، ماهیت حساس داده‌های بانکی ایجاب می‌کند که معماری بلاکچین با الزامات امنیت، کنترل دسترسی، حفاظت از حریم خصوصی و مدیریت هویت سازگار باشد. نتایج پژوهش حاضر با مطالعاتی که بر نقش یکپارچه‌سازی فنی و امنیت در موفقیت بلاکچین تأکید کرده‌اند، همسو است (Kulkarni et al., 2025; Tran, 2025). پژوهش‌های مربوط به امنیت سایبری بانک‌ها نیز نشان داده‌اند که بلاکچین در صورتی می‌تواند به تقویت امنیت کمک کند که در چارچوب یک معماری امنیتی جامع و همراه با فناوری‌های مکمل به کار گرفته شود (Chouraik, 2024; Farayola, 2024). همچنین، مطالعات مرتبط با ذخیره و رهگیری اطلاعات بانکی نشان داده‌اند که قابلیت تغییرناپذیری و رهگیری داده‌ها یکی از مزیت‌های کلیدی بلاکچین است، اما بهره‌برداری از آن مستلزم طراحی درست زیرساخت و قواعد دسترسی است (L., 2023; Tiwari, 2023). از این رو، یافته پژوهش حاضر نشان می‌دهد که سرمایه‌گذاری در زیرساخت و امنیت باید پس از ایجاد چارچوب راهبردی و حقوقی و پیش از توسعه گسترده خدمات بلاکچینی انجام شود.

در سطح سوم مدل، سرمایه انسانی و شایستگی‌های بلاکچین، استانداردسازی و تعامل‌پذیری سامانه‌ها و آمادگی سازمانی و مدیریت تغییر قرار گرفتند. این سه عامل در تحلیل MICMAC نیز در زمره متغیرهای پیوندی قرار گرفتند که هم از عوامل زیرین تأثیر می‌پذیرند و هم بر سطوح بالاتر اثر می‌گذارند. این جایگاه نشان می‌دهد که وجود فناوری به‌تنهایی برای تحقق تحول کافی نیست و بانک باید بتواند آن را به قابلیت سازمانی تبدیل کند. سرمایه انسانی متخصص، دانش بلاکچین، توان تحلیل داده و مهارت مدیریت پروژه‌های دیجیتال برای تفسیر، توسعه و نگهداری سامانه‌های جدید ضروری است. هم‌زمان، استانداردسازی داده‌ها و پروتکل‌ها امکان ارتباط میان بخش‌های مختلف بانک و

E-ISSN: 3041-8933

سایر بازیگران اکوسیستم را فراهم می‌کند و مدیریت تغییر نیز مقاومت کارکنان و واحدهای سازمانی را کاهش می‌دهد. این یافته با پژوهش‌هایی همسو است که قابلیت‌های پویا، آمادگی سازمانی و توان یادگیری را واسطه تبدیل فناوری به عملکرد بهتر معرفی کرده‌اند (Ogunrinde et al., 2025). همچنین، مطالعات پذیرش بلاکچین در بانک‌های دولتی نشان داده‌اند که درک سودمندی فناوری، اعتماد، حمایت سازمانی و آمادگی منابع انسانی بر پذیرش آن اثر معنادار دارند (Berenji et al., 2024). مطالعات داخلی نیز بر نقش متغیرهای سازمانی و مدیریتی در مدیریت خدمات بانکداری الکترونیک مبتنی بر بلاکچین تأکید کرده‌اند (Zarei et al., 2024). بنابراین، سطح سوم مدل را می‌توان حلقه تبدیل «ظرفیت فنی» به «قابلیت اجرایی» دانست.

قرار گرفتن بازطراحی فرایندها و مدل عملیاتی و همکاری اکوسیستمی و مشارکت بین‌سازمانی در سطح دوم مدل نشان داد که پس از آماده‌سازی زیرساخت، منابع انسانی و سازمان، بانک باید ساختار عملیات خود و نحوه تعامل با محیط بیرونی را بازتعریف کند. بلاکچین زمانی ارزش‌آفرین خواهد بود که فرایندهای فعلی که مبتنی بر ثبت‌های متمرکز، کنترل‌های تکراری و واسطه‌گری چندلایه هستند، متناسب با ویژگی‌های دفترکل توزیع‌شده بازطراحی شوند. این نتیجه با مطالعه Krampe و Margaritella همسو است که بر ارتباط بلاکچین با کارایی عملیاتی و اصلاح فرایندهای بانکی تأکید کرده‌اند (Krampe & Margaritella, 2024). همچنین، الگوهای ارزش‌آفرینی مبتنی بر بلاکچین نشان داده‌اند که ارزش اقتصادی این فناوری در گرو تغییر در مدل عملیاتی و ایجاد روابط جدید میان بانک‌ها، فین‌تک‌ها و مشتریان است (Sadeghi et al., 2023, 2024a, 2024b). همکاری اکوسیستمی نیز از این جهت اهمیت دارد که بسیاری از کاربردهای بلاکچین، مانند احراز هویت مشترک، تسویه بین‌بانکی، مدیریت وثایق یا تأمین مالی زنجیره‌ای، تنها در صورت حضور چند بازیگر مستقل معنا پیدا می‌کنند. در این زمینه، مطالعات شبکه‌ای و مروری نیز تأکید کرده‌اند که بلاکچین ماهیتی اکوسیستمی دارد و تعامل‌پذیری و همکاری میان نهادها پیش‌شرط بهره‌برداری از مزایای آن است (Rahman et al., 2025; Rjoub et al., 2023).

مهم‌ترین پیامد نهایی مدل، پذیرش و ارزش‌آفرینی خدمات مبتنی بر بلاکچین بود که در سطح نخست مدل قرار گرفت و در تحلیل MICMAC با قدرت نفوذ ۱ و وابستگی ۱۰، وابسته‌ترین مؤلفه سیستم شناخته شد. این یافته نشان می‌دهد که پذیرش و ارزش‌آفرینی را نباید به‌عنوان نقطه شروع پروژه بلاکچین در نظر گرفت، بلکه باید آن را نتیجه نهایی مجموعه‌ای از اقدامات پیشینی دانست. به عبارت دیگر، اگر مدیریت ارشد متعهد نباشد، چارچوب حقوقی روشن نباشد، زیرساخت امن و یکپارچه وجود نداشته باشد، نیروی انسانی آماده نباشد و فرایندها بازطراحی نشده باشند، انتظار افزایش ارزش یا پذیرش خدمات واقع‌بینانه نخواهد بود. این نتیجه با مطالعاتی همسو است که ارزش‌آفرینی بلاکچین را حاصل تعامل چند بعد سازمانی و فناورانه دانسته‌اند (Sadeghi et al., 2023, 2024a). همچنین، شواهد تجربی درباره عملکرد بانک‌ها نشان داده‌اند که آثار مثبت بلاکچین بر بهره‌وری و عملکرد مالی زمانی آشکار می‌شود که فناوری در سطح سازمانی و عملیاتی نهادینه شده باشد (Almadadha, 2025; Ogunrinde et al., 2025). پژوهش‌های مربوط به نوآوری مالی در ایران نیز نشان داده‌اند که ویژگی‌های بلاکچین زمانی به نوآوری بانکی منجر می‌شوند که قابلیت تبدیل شدن به راهکارهای عملیاتی و خدماتی وجود داشته باشد (Mohammadi, 2024).

یکی دیگر از یافته‌های قابل توجه پژوهش، قرار نگرفتن هیچ‌یک از عوامل در خوشه خودمختار MICMAC بود. این نتیجه نشان می‌دهد که تمام مؤلفه‌های تأییدشده به‌طور معناداری در شبکه روابط سیستم نقش دارند و هیچ عامل حاشیه‌ای یا منفصل در مدل وجود ندارد. چنین ساختاری بیانگر ماهیت سیستماتیک استقرار بلاکچین است؛ به این معنا که حذف یا تضعیف هر یک از عوامل می‌تواند بر مجموعه روابط اثرگذار باشد. این نتیجه با مطالعات عوامل موفقیت بحرانی همخوانی دارد که تأکید کرده‌اند بلاکچین در صنعت بانکداری یک نوآوری چندبعدی است و موفقیت آن حاصل هم‌افزایی میان زیرساخت، سازمان، سیاست، منابع انسانی و محیط بیرونی است (Mishra et al., 2023). همچنین،

مطالعات جامع فناوری‌های نوین در بانکداری نشان داده‌اند که بلاکچین اغلب همراه با سایر فناوری‌ها و در قالب معماری‌های ترکیبی عمل می‌کند و بنابراین پیاده‌سازی آن نیازمند هماهنگی میان اجزای متعدد سیستم است (Addula et al., 2024; Owoeye, 2023; Paramesha et al., 2024). در حوزه حسابرسی و گزارشگری نیز پژوهش‌ها نشان داده‌اند که مزایای بلاکچین در شفافیت، رهگیری و کیفیت اطلاعات زمانی محقق می‌شود که زیرساخت اطلاعاتی و کنترل‌های سازمانی با آن سازگار شوند (Hashemi Jouybari et al., 2025; Moslemi et al., 2024; Wang et al., 2024).

در مجموع، مدل حاصل از پژوهش حاضر نشان می‌دهد که مسیر به‌کارگیری بلاکچین در بانک کشاورزی باید از یک منطق مرحله‌ای تبعیت کند. در مرحله نخست، حمایت مدیریت ارشد و چارچوب حقوقی باید تثبیت شود؛ در مرحله دوم، زیرساخت فناوری و امنیت توسعه یابد؛ در مرحله سوم، منابع انسانی، تعامل‌پذیری و مدیریت تغییر تقویت شود؛ در مرحله چهارم، فرایندهای بانک و روابط اکوسیستمی بازطراحی شوند؛ و در نهایت، خدمات مبتنی بر بلاکچین توسعه یافته و ارزش‌آفرینی مورد ارزیابی قرار گیرد. چنین ترتیبی با ادبیات جدید این حوزه سازگار است که بر گذار از نگاه فناوری‌محور به رویکرد مبتنی بر تحول سازمانی و اکوسیستمی تأکید دارد (Rahman et al., 2025; Ristanović et al., 2025; Said et al., 2026). همچنین، مطالعات مرتبط با عملکرد، امنیت، حسابرسی و مدیریت ریسک تأیید می‌کنند که بلاکچین می‌تواند در صورت استقرار صحیح به بهبود شفافیت، کارایی و کنترل ریسک منجر شود (Almadadha, 2025; Golestani, 2024; Jahantigh & Sepeheri, 2024; Mutamimah et al., 2024). از این منظر، نوآوری اصلی پژوهش حاضر در ارائه یک ساختار سلسله‌مراتبی و مبتنی بر قدرت نفوذ و وابستگی نهفته است که نشان می‌دهد تصمیم‌گیری درباره بلاکچین باید بر اساس تقدم و تأخر عوامل انجام شود و همه مؤلفه‌ها را نمی‌توان به‌طور هم‌زمان و با وزن یکسان مدیریت کرد.

پژوهش حاضر با محدودیت‌هایی همراه بود که در تفسیر نتایج باید مورد توجه قرار گیرند. نخست آنکه داده‌های پژوهش بر قضاوت یک پنل محدود از خبرگان استوار بود و اگرچه اعضای پنل بر اساس معیارهای تخصصی انتخاب شدند، دیدگاه آنان ممکن است تمامی تفاوت‌های موجود در واحدهای مختلف بانک کشاورزی را منعکس نکند. دوم، مدل پژوهش ماهیت مقطعی داشت و روابط میان عوامل در یک بازه زمانی مشخص بررسی شد، در حالی که شرایط مقرراتی، زیرساخت‌های فناوری و سطح بلوغ بلاکچین می‌توانند در طول زمان تغییر کنند. سوم، مدل‌سازی ساختاری–تفسیری ماهیتی مبتنی بر قضاوت خبرگان دارد و شدت دقیق اثرات علّی را اندازه‌گیری نمی‌کند. چهارم، پژوهش حاضر بر بانک کشاورزی متمرکز بود و تعمیم مستقیم نتایج به سایر بانک‌های دولتی، خصوصی یا مؤسسات مالی نیازمند احتیاط است. همچنین، برخی ابعاد فنی مانند انتخاب نوع شبکه بلاکچین، معماری اجماع، مقیاس‌پذیری و هزینه فنی پیاده‌سازی به‌صورت تفصیلی در مدل وارد نشدند.

برای پژوهش‌های آینده پیشنهاد می‌شود مدل ارائه‌شده در بانک‌های دیگر و با استفاده از نمونه‌های متنوع‌تر از مدیران، کارکنان فناوری اطلاعات، کارشناسان حقوقی، نهادهای ناظر و شرکت‌های فین‌تک آزمون شود تا قابلیت تعمیم آن افزایش یابد. همچنین می‌توان با استفاده از روش‌هایی مانند مدل‌سازی معادلات ساختاری، دیمتل فازی، فرایند تحلیل شبکه‌ای یا روش‌های پویایی سیستم، شدت و جهت اثرات میان مؤلفه‌ها را دقیق‌تر بررسی کرد. انجام مطالعات طولی نیز می‌تواند نشان دهد که جایگاه عوامل در مراحل مختلف بلوغ دیجیتال بانک چگونه تغییر می‌کند. پیشنهاد می‌شود پژوهش‌های آینده مدل حاضر را برای کاربردهای خاصی مانند مدیریت وثایق، اعتبارسنجی مشتریان، تأمین مالی زنجیره کشاورزی، احراز هویت دیجیتال و قراردادهای هوشمند به‌صورت جداگانه آزمون کنند. همچنین، بررسی تأثیر متغیرهایی مانند اعتماد مشتریان، فرهنگ سازمانی، ریسک ادراک‌شده، هزینه مهاجرت از سامانه‌های متمرکز و آمادگی نهادهای نظارتی می‌تواند به غنای مدل کمک کند.

E-ISSN: 3041-8933

از منظر اجرایی، پیشنهاد می‌شود بانک کشاورزی پیش از آغاز پروژه‌های گسترده بلاکچینی، یک نقشه راه مرحله‌ای بر مبنای سطوح مدل حاضر تدوین کند. در گام نخست، لازم است کمیته راهبری بلاکچین با حضور مدیران ارشد، متخصصان حقوقی، فناوری اطلاعات، امنیت و کسب‌وکار تشکیل شود و سیاست‌ها و اولویت‌های کاربردی مشخص شوند. در گام دوم، زیرساخت‌های فعلی بانک از نظر قابلیت یکپارچه‌سازی، امنیت، مدیریت هویت و کیفیت داده ارزیابی شوند. سپس برنامه‌ای برای آموزش نیروی انسانی، توسعه شایستگی‌های تخصصی و مدیریت تغییر سازمانی اجرا گردد. در ادامه، بانک می‌تواند چند فرایند مشخص و دارای ارزش عملیاتی بالا را برای اجرای پایلوت انتخاب کند و پیش از توسعه در مقیاس کلان، قابلیت اقتصادی و فنی آن‌ها را ارزیابی نماید. همچنین، ایجاد همکاری ساختاریافته با فین‌تک‌ها، دانشگاه‌ها، شرکت‌های فناوری و نهادهای تنظیم‌گر ضروری است تا استانداردهای مشترک و سازوکارهای تعامل‌پذیر شکل گیرد. در نهایت، پیشنهاد می‌شود موفقیت پروژه‌های بلاکچینی تنها بر اساس شاخص‌های فنی سنجیده نشود، بلکه معیارهایی مانند کاهش زمان فرایند، کاهش هزینه، افزایش شفافیت، کاهش خطا، رضایت کاربران، قابلیت رهگیری و میزان ارزش‌آفرینی برای بانک و مشتریان نیز به‌طور مستمر پایش شود.

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.

References

Addula, S. R., Meduri, K., Nadella, G. S., & Gonaygunta, H. (2024). AI and Blockchain in Finance: Opportunities and Challenges for the Banking Sector. *International Journal of Advanced Research in Computer and Communication Engineering*, *13*(2), 184-190. https://doi.org/10.17148/IJARCCE.2024.13231

Almadadha, R. (2025). Blockchain and Financial Performance: Empirical Evidence from Major Australian Banks. *Frontiers in Blockchain*, *8*, 1463633. https://doi.org/10.3389/fbloc.2025.1463633

Berenji, S., Rahmaty, M., & Kiakojouri, D. (2024). Designing a new behavioral model of blockchain technology acceptance in public banks. *Journal of System Management (JSM)*, *10*(1), 225-236. https://www.ensani.ir/file/download/article/65af8ea444dbd-10178-2024-1-14.pdf

Chouraik, C. (2024). Enhancing Cybersecurity in Moroccan Banking: A Strategic Integration of AI, Blockchain, and Business Intelligence. *International Journal of Science and Research Archive*, *13*(2), 1723-1734. https://doi.org/10.30574/ijsra.2024.13.2.2312

Farayola, O. A. (2024). Revolutionizing banking security: integrating artificial intelligence, blockchain, and business intelligence for enhanced cybersecurity. *Finance & Accounting Research Journal*, *6*(4), 501-514. https://doi.org/10.51594/farj.v6i4.990

Golestani, A. (2024). *A review of blockchain studies and its application in financial and accounting services* Seventeenth International Conference on New Research in Management, Economics, Accounting and Banking, https://civilica.com/doc/2096608

Hashemi Jouybari, S. R., Hosseini, S. M., & Abedi, H. (2025). *An Integrated Framework of Artificial Intelligence and Blockchain for Enhancing Transparency and Efficiency in Financial Reporting and Auditing of Islamic Banks in the Digital Economy Context*.

Jahantigh, S., & Sepeheri, F. (2024). Blockchain technology in the banking and accounting industry.

Krampe, T., & Margaritella, F. (2024). Blockchain and operational efficiency in the banking industry. *Journal of Financial Technology*, *11*(1), 33-59. https://www.jnabm.ir/article_734179.html

Kulkarni, A. V., Mondal, T., & Modi, D. (2025). Enhancing Privacy in Banking Systems: A Blockchain-Based Access Management and KYC Solution. *Cogent Business & Management*. https://doi.org/10.1080/23311975.2025.2570063

L., B. (2023). Enhancing Banking Systems Through Blockchain Technology: A Currency Situation Study. *Aijes*, *17*(2), 105-109. https://doi.org/10.15837/aijes.v17i2.6447

Mishra, R., Singh, R. K., Kumar, S., & et al. (2023). Critical success factors of Blockchain technology adoption for sustainable and resilient operations in the banking industry during an uncertain business environment. *Electronic Commerce Research*. https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s10660-023-09707-3

Mohammadi, M. (2024). The Impact of Blockchain Characteristics on Banking Financial Innovations in Iran. *Quarterly Journal of New Applied Studies in Management, Economics and Accounting*, *6*(3), 73-84. https://www.nasme-journal.ir/article_176385.html

Moslemi, M., Mehrara, M., & Moslemi, A. (2024). The effect of blockchain technology on the quality of the audit process: An empirical study in the banking sector using panel data. *Islamic Economics and Banking*, *13*(49), 439-461.

Mutamimah, M., Suryani, A., & Made Dwi, A. (2024). Credit Risk Management Innovation in Bank Based on Blockchain Technology. International Congress on Information and Communication Technology, Singapore.

Ogunrinde, A., De-Pablos-Heredero, C., Montes-Botella, J. L., & Fernández-Sanz, L. (2025). The impact of blockchain technology and dynamic capabilities on banks' performance. *Big Data and Cognitive Computing*, *9*(6), 144. https://doi.org/10.3390/bdcc9060144

Owoeye, A. B. (2023). The Integration of Artificial Intelligence and Blockchain in the Banking Industry: A Critical Practice Based Evaluation of the Present Applications, Adoption, and Future Issues. https://doi.org/10.57030/23364890.cemj.31.1.64

Paramesha, M., Rane, N. L., & Rane, J. (2024). Artificial intelligence, machine learning, deep learning, and blockchain in financial and banking services: A comprehensive review. *Partners Universal Multidisciplinary Research Journal*, *1*(2), 51–67. https://doi.org/10.2139/ssrn.4855893

Pradana, F. G., & Dipsatara, T. (2026). Utilization of Blockchain-Based Smart Contracts in Banking: A Systematic Review of Technical, Regulatory, and Systemic Risk Dimensions. *Jurnal Penelitian Sains Teknologi*, *2*(2), 91-104. https://doi.org/10.23917/saintek.v2i2.16341

Rahman, S. M., Saif, A. N. M., Kabir, S., Bari, M. F., Alom, M. M., Rayhan, M. J., & Talukder, A. (2025). Blockchain in the Banking Industry: Unravelling Thematic Drivers and Proposing a Technological Framework through Systematic Review with Bibliographic Network Mapping. *Iet Blockchain*, *5*(1), e12093. https://doi.org/10.1049/blc2.12093

Ristanović, V., Primorac, D., & Mulović Trgovac, A. (2025). Banking in the Age of Blockchain and FinTech: A Hybrid Efficiency Framework for Emerging Economies. *Journal of Risk and Financial Management*, *18*(8), 458. https://doi.org/10.3390/jrfm18080458

Rjoub, H., Adebayo, T. S., & Kirikkaleli, D. (2023). Blockchain technology-based FinTech banking sector involvement using adaptive neuro-fuzzy-based K-nearest neighbors algorithm. *Financial Innovation*, *9*(1), 65. https://doi.org/10.1186/s40854-023-00469-3

Sadeghi, A., Irajpour, A., & Ehtesham Rathi, R. (2023). A strategic value-creation model of blockchain technology in financial and banking domains. *Monetary-Banking Research Journal*(58).

Sadeghi, A., Irajpour, A., & Ehtesham Rathi, R. (2024a). Presenting a Blockchain Technology Value Model Based on FinTechs in Financial and Banking Businesses. *Program and Development Research*, *5*(1), 183-223.

Sadeghi, A., Irajpour, A., & Ehtesham Rathi, R. (2024b). Presenting a fintech-based blockchain technology value model in financial and banking businesses. *Program and Development Research*, *5*(1), 183-223.

E-ISSN: 3041-8933

Said, Y., Mahdi Khaddar, A., Hassine, L., Eddaoui, A., & Chafiq, T. (2026). The Impact of Blockchain on the Banking Sector: A Systematic Review of Applications, Challenges, and Future Directions. *Asia and the Global Economy*, *6*(1), 100133. https://doi.org/10.1016/j.aglobe.2025.100133

Staley, I., & Amankwa, E. (2026). Blockchain and Decentralized Finance in FinTech Startups in Emerging Markets: A Systematic Literature Review of Opportunities and Challenges. *Journal of Applied Finance & Banking*, *16*(2), 81-108. https://doi.org/10.47260/jafb/1624

Tiwari, S. (2023). Bank Record Storage Using Blockchain. *International Journal for Research in Applied Science and Engineering Technology*, *11*(5), 6124-6129. https://doi.org/10.22214/ijraset.2023.53142

Tran, T. N. (2025). *Systematic Review of Cybersecurity in Banking: Evolution from Pre-Industry 4.0 to Post-Industry 4.0 in Artificial Intelligence, Blockchain, Policies and Practice*.

Wang, Z., Li, H., & Zhou, T. (2024). Integration of blockchain and cloud computing in banking audit: Information traceability and report quality. *Information Systems Frontiers*, *26*(2), 215-235. https://www.mdpi.com/1911-8074/17/8/372

Zarei, A., Modarresi, M., & Ebrahimi, M. (2024). Factors Affecting the Use of Blockchain Technology in Electronic Banking Service Management: A Case Study of Bank Mellat. *Industrial Technology Development Journal*, *22*(57), 35-50.