Quarterly Journal Defensive Future Studies
IRI Military Command and Staff University
www.dfsr.ir
Online ISSN: 2645-7172
Print ISSN: 2588-428x

Scenario Mapping for the Application of Blockchain Technology in the Human Capital Development of the Islamic Republic of Iran Army

Behnam Golshahi[1]✉ | **Amirhossein Dorbahani** [2]

1. Corresponding author, Associate Prof. in HRM, I.R.I Military Command and Staff University, Tehran, Iran. E-mail: b.golshahi@casu.ac.ir.
2. Master of Business Administration, Science and research university, Tehran, Iran. E-mail: amirhossiendorbahani@gmail.com.

Article Info

Article type:
Research Article

Article history:
Received:
2025-8-11

Received in revised form:
2025-10-18

Accepted:
2025-10-22

Available online
2026-2-20

Keywords:
Blockchain, Human Capital Development, Thematic Analysis, Fuzzy Cognitive Mapping (FCM).

ABSTRACT

Background and Purpose: The advent of emerging technologies has positioned blockchain as a transformative tool capable of making human capital development processes more transparent, secure, and data-driven. Within military organizations, blockchain can serve as a safeguard against credential forgery, inflated or inaccurate performance assessments, and informational inefficiencies, while simultaneously strengthening trust, equity, and accountability. Against this backdrop, the present study aims to map plausible scenarios for the application of blockchain technology in advancing human capital within the Islamic Republic of Iran Army.

Methodology: This developmental–applied study adopts a descriptive–causal research design. The methodological approach integrates a systematic review of the literature on blockchain applications in human capital development with fuzzy cognitive mapping. Data for the cross-impact analysis were collected through questionnaires administered to 14 subject-matter experts in human resource management and information technology within the Army. The qualitative component was analyzed using thematic analysis, while the fuzzy cognitive mapping was executed using FCMapper and Python 3.11. Through thematic coding, the study identified key success factors, which were subsequently used to construct potential blockchain application scenarios via fuzzy cognitive mapping.

Findings: The analysis revealed four critical factors shaping human capital development: (1) application of blockchain technology, (2) organizational competency development, (3) professional ethics, and (4) interpersonal skills. The relational network among these factors was visually mapped, resulting in the identification of three probable scenarios for blockchain integration into human capital development.

Conclusion: The findings indicate that three distinct scenarios— “Digital Armor,” “Silent Breach,” and “Core Collapse”— represent potential pathways for implementing blockchain technology in the human capital development of the Army. Adopting a scenario-based strategic planning approach can enable the gradual, adaptive, and targeted deployment of this technology, ensuring alignment with organizational objectives and operational realities.

Cite this article: Golshahi, B. & Dorbahani, A.H. (2025). Scenario Mapping for the Application of Blockchain Technology in the Human Capital Development of the Islamic Republic of Iran Army. *Defensive Futures Study*, *10* (39), 93-123.

DOI: https://doi.org/10.22034/dfsr.2025.2068588.1936

Publisher: I.R.I Military Command and Staff University

Extended Abstract

Background and Purpose:
In recent years, blockchain technology, as a transformative innovation, has offered capabilities that can make human capital development processes more transparent, secure, and data-driven. Leveraging features such as distributed ledger systems, immutable recordkeeping, disintermediation, and smart contracts, blockchain plays a pivotal role—particularly in recording educational achievements, performance evaluation, and career path management.
The adoption of blockchain within the Army of the Islamic Republic of Iran (AJA) can prevent credential falsification, biased assessments, and informational inefficiencies, thereby enhancing trust, fairness, and accountability in human capital management structures. Through the secure and tamper-proof recording of information—including training certificates, performance evaluations, and career histories—blockchain can establish a new mechanism for employee assessment, promotion, and professional development.
Meanwhile, recent research has emphasized blockchain's role in strengthening human capital competencies and capabilities, such as decision-making and problem-solving, competency and planning management, evaluation and screening skills, and reducing human capital skill gaps. Accordingly, the purpose of this study is to map potential scenarios for the application of blockchain technology in the human capital development of the Army of the Islamic Republic of Iran (AJA).

Methodology:
This research is developmental–applied in nature and adopts a descriptive–causal approach. A mixed-methods design was employed, combining a systematic literature review on blockchain applications in human capital development with fuzzy cognitive mapping (FCM).
Data for the cross-impact matrix were collected through expert surveys involving 14 specialists in AJA's human resource management and information technology sectors. The qualitative data analysis was performed using thematic analysis, while fuzzy cognitive mapping was conducted with FCMapper and Python 3.11 software. Through thematic analysis, key success factors were extracted, and via fuzzy cognitive mapping, probable scenarios for blockchain application in human capital development were designed.

Findings:
The findings revealed four key factors influencing human capital development:
1. Application of Blockchain Technology
2. Organizational Competency Development
3. Professional Ethics
4. Interpersonal Skills

A network map illustrating the interrelationships among these variables was developed, leading to the identification of three potential scenarios.

- Optimistic Scenario: In this scenario, all identified key factors—from the application of blockchain technology to professional ethics—coexist in a harmonized and integrated system of human capital development. Blockchain acts as the primary transformational driver, ensuring transparent recordkeeping, personalized learning ecosystems, and enhanced data security. Simultaneously, individual and interpersonal skills improve human interactions and team cohesion, while organizational competency increases the organization's ability to absorb and implement technological innovations. Professional ethics serve as the anchor of trust and organizational legitimacy, ensuring ethical use of data and fairness in decision-making. The outcome is a dynamic, technology-driven, and highly resilient human capital system, capable of adapting to environmental changes and emerging threats.
- Pessimistic Scenario: In this case, the factors of professional ethics and interpersonal skills are absent from the network of key variables. Although other elements remain active, the lack of these two leads to a decline in internal trust, collaboration quality, and workplace cohesion. Blockchain continues to operate as an infrastructural tool, yet technological transparency alone cannot compensate for weakened human integrity and moral responsibility. While short-term productivity may be sustained, organizational culture becomes vulnerable over time, resulting in increased internal conflicts and the erosion of social capital.
- Catastrophic Scenario: This scenario assumes the elimination of blockchain application and organizational competency development from the system. Without blockchain, human capital management processes revert to traditional and fragmented approaches, drastically reducing data transparency and traceability, and increasing the risk of errors and data falsification. The lack of organizational competency further prevents effective institutionalization of innovation, even if individual and communication skills persist. Consequently, the organization experiences a severe decline in agility, data trustworthiness, and operational adaptability, exposing human capital to a high risk of inefficiency and misalignment with emerging threats.

Conclusion:

The study identifies three plausible scenarios— "Digital Armor," "Silent Breach," and "Core Collapse"—for the application of blockchain technology in human capital development within AJA. These scenarios provide a strategic foundation for scenario-based planning and phased, adaptive implementation of blockchain in human resource management systems. Adopting a gradual, flexible, and purpose-oriented integration strategy can ensure both technological maturity and organizational resilience in the evolution of AJA's human capital ecosystem.

فصلنامه علمی آینده‌پژوهی دفاعی
http://www.dfsr.ir/
شاپای چاپی: ۲۵۸۸-۴۲۸X شاپای الکترونیکی: ۲۶۴۵-۷۱۷۲
دانشگاه فرماندهی و ستاد آجا

سناریوهای کاربست فناوری بلاکچین در توسعه سرمایه انسانی ارتش جمهوری اسلامی ایران

بهنام گلشاهی[۱] ✉ | امیرحسین دربهانی[۲]

۱. دانشیار مدیریت منابع انسانی، دانشگاه فرماندهی و ستاد آجا، تهران، ایران. (نویسنده مسئول) رایانامه: b.golshahi@casu.ac.ir.

۲. کارشناسی ارشد مدیریت کسب و کار (MBA) گرایش استراتژی، دانشگاه علوم و تحقیقات، تهران، ایران. رایانامه: amirhossiendorbahani@gmail.com.

اطلاعات مقاله چکیده

نوع مقاله:
مقاله پژوهشی

تاریخچه مقاله:
تاریخ دریافت:
۱۴۰۳/۰۴/۲۰

تاریخ بازنگری:
۱۴۰۴/۰۷/۲۶

تاریخ پذیرش:
۱۴۰۴/۰۷/۳۰

تاریخ انتشار:
۱۴۰۴/۱۲/۰۱

کلیدواژه‌ها:
بلاکچین، توسعه سرمایه انسانی، تحلیل مضمون (تماتیک)، نگاشت شناختی فازی.

زمینه و هدف: با ظهور فناوری‌های نوین، بلاکچین ظرفیت‌هایی را فراهم آورده است که می‌تواند فرآیند توسعه سرمایه انسانی را شفاف، ایمن و داده‌محور سازد. این فناوری در سازمان‌های نظامی می‌تواند از جعل مدارک، ارزیابی‌های غیرواقعی و ناکارآمدی اطلاعاتی جلوگیری کرده و اعتماد، عدالت و پاسخ‌گویی را تقویت نماید. از این‌رو، هدف این پژوهش، نگاشت سناریوهای کاربست فناوری بلاکچین در توسعه سرمایه انسانی ارتش جمهوری اسلامی ایران (آجا) است.

روش‌شناسی: این تحقیق از نوع توسعه‌ای-کاربردی است و با رویکرد توصیفی-علّی انجام شده است. روش پژوهش ترکیبی از مرور نظام‌مند ادبیات و نگاشت شناختی فازی بوده است. داده‌های پرسشنامه براساس نظرات ۱۴ نفر از خبرگان حوزه منابع انسانی و فناوری اطلاعات آجا به‌دست آمده است. تحلیل داده‌های بخش کیفی به روش تِماتیک و نگاشت فازی با استفاده از نرم‌افزار FCMapper و Python 3.11 انجام شد. با تحلیل تِماتیک، عوامل کلیدی موفقیت استخراج و با نگاشت شناختی فازی، سناریوهای محتمل برای کاربست فناوری بلاکچین در توسعه سرمایه انسانی طراحی شد.

یافته‌ها: عوامل کلیدی موثر در توسعه سرمایه انسانی، شامل «کاربست فناوری بلاکچین»، «توسعه شایستگی سازمانی»، «اخلاق حرفه‌ای» و «مهارت‌های بین‌فردی» بوده‌اند. در بخش پایانی نیز ضمن ترسیم نقشهٔ شبکه روابط بین عوامل، سناریوهای سه‌گانهٔ محتمل ترسیم شد.

نتیجه‌گیری: سه سناریوی «زرهٔ دیجیتال»، «رخنهٔ خاموش» و «فروپاشیِ هسته» برای کاربست فناوری بلاکچین در توسعه سرمایه انسانی قابل تصور است که آجا می‌تواند برنامه‌ریزی مبتنی بر سناریو برای کاربست تدریجی، انعطاف‌پذیر و هدفمند این فناوری را اتخاذ کند.

استناد: گلشاهی، بهنام. و دربهانی، امیرحسین. (۱۴۰۴). سناریوهای کاربست فناوری بلاکچین در توسعه سرمایه انسانی ارتش جمهوری اسلامی ایران. *آینده‌پژوهی دفاعی*، ۱۰ (۳۹)، ۱۲۳-۹۳.

DOI: https://doi.org/10.22034/dfsr.2025.2068588.1936

CC BY NC

ناشر: دانشگاه فرماندهی و ستاد آجا.

مقدمه

سرمایه انسانی، به‌عنوان مجموعه‌ای از مهارت‌ها، دانش‌ها، توانمندی‌ها، نگرش‌ها و ویژگی‌های فردی و گروهی، تأثیر مستقیم بر بهره‌وری، نوآوری و چابکی سازمانی دارد. در این بین، توسعه سرمایه انسانی یکی از مؤلفه‌های بنیادین در دستیابی به مزیت رقابتی پایدار و ارتقاء عملکرد سازمان‌ها در عصر دانش‌محور به‌شمار می‌رود (Shaheen, 2023). در محیط‌های نظامی مانند ارتش، که در آن مأموریت‌ها از جنس امنیت، حفظ تمامیت ارضی و آمادگی دفاعی هستند، سرمایه انسانی به‌عنوان نیرویی حیاتی در حفظ پایداری و اثربخشی عملیاتی تلقی می‌شود (Darodjat & Arapah, 2024). مطالعات پیشین نشان می‌دهند که عوامل کلیدی توسعه سرمایه انسانی شامل پنج بُعد اصلی‌اند: ۱) مهارت‌ها و توانمندی‌های تخصصی، ۲) شایستگی‌های سازمانی، ۳) قابلیت یادگیری و نوآوری، ۴) سلامت روانی و جسمانی، و ۵) تعهد و اخلاق حرفه‌ای (گلشاهی و منتظر، ۱۴۰۳). با این حال، در شرایطی که محیط عملیاتی و فناوری به‌سرعت در حال تغییر است، روش‌های سُنتی توسعه سرمایه انسانی -مبتنی بر آموزش‌های حضوری، ارزیابی‌های کاغذی و تصمیم‌گیری‌های سلیقه‌ای- دیگر کارآمد نیستند (Gray et al., 2017).

در سال‌های اخیر فناوری بلاکچین به‌عنوان یکی از نوآوری‌های تحول‌آفرین، ظرفیت‌هایی را فراهم آورده است که می‌تواند فرآیند توسعه سرمایه انسانی را شفاف، ایمن و داده‌محور سازد (Balon et al., 2022). بلاکچین با بهره‌گیری از دفتر کل توزیع‌شده[1]، قابلیت ثبت تغییرناپذیر داده‌ها، حذف واسطه‌ها و اجرای قراردادهای هوشمند[2]، به‌ویژه در ثبت سوابق آموزشی، ارزیابی عملکرد و مدیریت مسیر شغلی، نقش بسزایی ایفا می‌کند (Liu et al., 2021). به‌کارگیری این فناوری در آجا می‌تواند از جعل مدارک، ارزیابی‌های غیرواقعی و ناکارآمدی اطلاعاتی جلوگیری کرده و اعتماد، عدالت و پاسخ‌گویی را در ساختار مدیریت سرمایه انسانی تقویت نماید (Obiedat & Samarasinghe, 2022). بلاکچین می‌تواند با ثبت ایمن و غیرقابل‌دستکاری اطلاعات، مانند گواهینامه‌های آموزشی، ارزیابی‌های عملکرد و سوابق شغلی، سازوکاری جدید برای ارزیابی، ارتقا و توسعه حرفه‌ای کارکنان فراهم آورد (Masa’d, Al-Omoush, & Al-Azzam, 2024). در عین حال، تحقیقات سالیان اخیر بر نقش فناوری بلاکچین در توسعه شایستگی‌ها و مهارت‌های سرمایه انسانی همچون، تصمیم‌گیری و حل مسئله، مدیریت شایستگی‌ها و برنامه‌ریزی، مهارت‌های

---

[1] Distributed ledger

[۲] قرارداد هوشمند (Smart Contracts) یک کد یا برنامه روی بلاکچین است که وقتی شرایط از پیش تعریف‌شده برآورده شود، به‌طور خودکار اجرا می‌شود. هنگام استخدام، بندهای قرارداد (مانند مدت قرارداد، حقوق پایه، شرایط ارتقا یا پاداش‌ها) به‌صورت کد در بلاکچین ذخیره می‌شوند و با تحقق شرایط قرارداد، به‌صورت خودکار اجرا می‌شوند. به‌طور مثال، گر کارمند X در پایان سه ماه، ارزیابی عملکرد بالاتر از ۸۰٪ دریافت کند، قرارداد هوشمند به‌طور خودکار پاداش مشخص‌شده را آزاد می‌کند.

ارزیابی و غربال‌گری، کاهش شکاف مهارت‌ها و شایستگی‌های سرمایه انسانی تأکید داشته‌اند (Yi et al., 2020; Balon et al., 2022; Salah et al., 2020; Ramachandran et al., 2023; Onik et al., 2018; Fachrunnisa & Hussain, 2020; Suhariyanto et al., 2024).

در سازمان‌های نظامی، به‌ویژه آجا، که با ویژگی‌هایی نظیر ساختار سلسله‌مراتبی، حساسیت‌های امنیتی و تمرکز بر بهره‌وری نیروی انسانی مواجه هستند، بهره‌گیری از فناوری بلاکچین می‌تواند به بهینه‌سازی فرایندهایی همچون احراز هویت، ارزیابی عملکرد، ثبت سوابق آموزشی، ارتقاء شغلی و حتی طراحی نظام جبران خدمات منجر شود. با این حال، کاربست این فناوری نوین در ساختارهای سُنتی و امنیت‌محور مانند ارتش، نیازمند مطالعه‌ای عمیق، دقیق و آینده‌نگرانه است. زیرا استفاده نادرست یا ناآگاهانه از بلاکچین، ممکن است مخاطراتی چون تهدید امنیت اطلاعات یا ناکارآمدی در پی داشته باشد (Salah et al., 2020). بنابراین، طراحی سناریوهای کاربست این فناوری در توسعه سرمایه انسانی آجا، گامی ضروری برای شناخت فرصت‌ها، چالش‌ها و مسیرهای ممکن پیش‌رو است.

از سوی دیگر، ورود فناوری‌های پیچیده‌ای نظیر بلاکچین به حوزه مدیریت سرمایه‌های انسانی در بخش نظامی، نیازمند رویکردی آینده‌نگر و سیستمی فراتر از تحلیل‌های خطی و ساده است. تکنیک نگاشت شناختی فازی[1] به‌عنوان ابزاری هوشمند برای مدل‌سازی روابط علّی میان عوامل اثرگذار در رابطه با موقعیت مسئله‌زا، امکان شبیه‌سازی پویای سناریوهای آینده و تصمیم‌سازی راهبردی در خصوص کاربست فناوری بلاکچین در توسعه سرمایه‌های انسانی را فراهم می‌سازد. این روش تحلیل، که بر پایه نظریه سیستم‌های پیچیده و روابط علّی فازی بنا شده، قادر است تعامل میان عوامل کلیدی موثر در کاربردهای فناوری بلاکچین در توسعه سرمایه انسانی را در قالب سناریوهای قابل پیش‌بینی ترسیم کند (Gray et al., 2017). این فرآیند، ابزاری مهم در تصمیم‌سازی راهبردی در شرایط عدم قطعیت به‌شمار می‌آید، زیرا به مدیران امکان می‌دهد تا با دیدی چندوجهی، تأثیرات فناوری بلاکچین را در ابعاد مختلف سرمایه انسانی تحلیل کرده و سیاست‌های منطبق با آینده طراحی کنند (Yi et al., 2020).

در این پژوهش تلاش می‌شود با تلفیق مرور نظام‌مند ادبیات و نگاشت شناختی فازی، به تدوین سناریوهایی محتمل برای کاربست فناوری بلاکچین در فرآیندهای توسعه سرمایه‌های انسانی آجا پرداخته شود. اهمیت و ضرورت اجرای این پژوهش از چند منظر قابل بررسی است. اولاً ارائه سناریوهای مختلف کمک می‌کند تا تصمیم‌گیران نظامی با دیدی چندوجهی به کاربرد بلاکچین در توسعه سرمایه انسانی آجا نگریسته و گزینه‌های متنوعی برای انطباق فناوری با

[1] Fuzzy Cognitive Mapping

ساختار موجود در اختیار داشته باشند. دوم اینکه، آینده‌نگری در این زمینه به مسئولان ارتش کمک می‌کند تا برای شرایط مختلف آینده – از وضعیت خوش‌بینانه تا بدبینانه – آمادگی داشته باشند و ضمن جلوگیری از غافل‌گیری فناورانه، سیاست‌های منابع انسانی را متناسب با آن طراحی کند. سوم، با ترسیم سناریوهای واقع‌گرایانه و بومی‌سازی‌شده، می‌توان الگوهایی کاربردی برای اجرای آزمایشی و مرحله‌ای فناوری بلاکچین در بخش‌های منتخب منابع انسانی ارتش ارائه داد. و نهایت اینکه، فقدان چشم‌انداز دقیق از آینده کاربرد بلاکچین در توسعه سرمایه انسانی می‌تواند منجر به سرمایه‌گذاری‌های اشتباه یا پروژه‌های ناکارآمد شود. باتوجه به موارد پیش‌گفته شده و خلا تحقیقاتی که در این زمینه در سازمان‌های نظامی و حتی غیرنظامی در کشور وجود دارد، پژوهش حاضر در پی تدوین سناریوهایی محتمل برای کاربست فناوری بلاکچین در توسعه سرمایه‌های انسانی آجا است. در این راستا، سوالات زیر طرح و در طول پژوهش به آنها پاسخ داده می‌شود:

- عوامل کلیدی موثر در کاربست فناوری بلاکچین در توسعه سرمایه انسانی کدامند؟
- نقشه شبکه روابط (منطق اثرگذاری و اثرپذیری) بین عوامل کلیدی موثر در کاربست فناوری بلاکچین در توسعه سرمایه انسانی چگونه است؟
- سناریوهای محتمل کاربست فناوری بلاکچین در توسعه سرمایه انسانی کدامند؟

مبانی نظری و پیشینه پژوهش

توسعه سرمایه انسانی (مفاهیم، نظریه‌ها و کاربردها)

بنیان نظریهٔ سرمایه انسانی در اقتصاد نوظهور رشد یافته است؛ به‌ویژه در دیدگاه گری بکر[1] (۱۹۶۴) که آموزش، تجربه و سلامتی را سرمایه‌گذاری نامشهود می‌داند که ارزش اقتصادی می‌آفرینند (Weiss, 2015). نظریه‌های رشد درون‌زای اقتصادی[2] مانند اوزاوا- لوکاس[3] نیز نشان داده‌اند که انباشت سرمایه انسانی به عنوان عامل کلیدی رشد بلندمدت شناخته می‌شود (Mattana, 2017). نظریه رشد نوین[4] نیز تأکید دارد که سرمایه‌گذاری در نوآوری، دانش و سرمایه انسانی، محرک اصلی رشد اقتصادی است. بر مبنای این نظریه‌ها، سرمایه انسانی نه تنها محصول آموزش رسمی، بلکه مجموعه‌ای از مهارت‌ها، دانش و ویژگی‌هایی است که قابلیت تبدیل به مزیت رقابتی دارند (Faggian et al., 2019).

[1] Gary Becker
[2] Endogenous Growth Theory
[3] Uzawa–Lucas
[4] New Growth Theory

توسعه سرمایه انسانی فرایندی نظام‌مند است که هدف آن ارتقاء مستمر دانش، مهارت‌های فنی و رفتاری سرمایه انسانی برای پاسخ به نیازهای نوظهور سازمان، جامعه و فناوری است (فرهادی و همکاران، ۱۴۰۰). از دیدگاه آموزشی، مفهوم توسعه سرمایه انسانی شامل یادگیری رسمی و غیررسمی، توسعه شایستگی‌های فردی (مهارت‌های ارتباطی، تفکر انتقادی و حل مسئله) و مهارت‌های فناورانه (سواد دیجیتال، تحلیل داده) می‌شود (Tahir, et al., 2020). این فرایند ممکن است از طریق آموزش‌های عمومی (قابل انتقال بین مشاغل و صنایع مانند مهارت‌های ارتباطی یا سواد دیجیتال) و یا آموزش‌های خاص (مرتبط با سازمان یا شغل خاص مانند آموزش استفاده از ابزار یا نرم‌افزار داخلی) انجام شود. توسعه سرمایه انسانی همچنین به تعامل بین سرمایه انسانی، سرمایه ساختاری و سرمایه رابطه‌ای تاکید دارد که در نهایت ارزش افزوده بالاتری را ایجاد می‌کنند (Calábria, et al., 2018).

در عصر اقتصاد دیجیتال، سرمایه انسانی تحت تأثیر فناوری‌های دیجیتال، مهارت‌های شناختی و توانمندی‌های فناورانه توسعه می‌یابد. مطالعات نشان می‌دهند که مهارت‌های دیجیتال مانند فناوری اطلاعات و تحلیل داده و مهارت‌های بین‌فردی مانند ارتباطات، تصمیم‌گیری، حل مسئله و همکاری اهمیت فزاینده‌ای یافته‌اند (Stofkova et al., 2022; Bulganina et al, 2021). در این بین، نظریه‌هایی نظیر یادگیری در عصر دیجیتال[1] تأکید دارند که یادگیری در شبکه‌ها اتفاق می‌افتد و فناوری باعث می‌شود دانش در بیرون از فرد (سازمان‌ها یا پایگاه‌های داده) حضور یابد (Alam, 2023).

جایگاه فناوری بلاکچین در توسعه سرمایه انسانی

بلاکچین یک فناوری دفترکل توزیع‌شده است که ویژگی‌هایی نظیر امنیت رمزنگاری‌شده، شفافیت، تغییرناپذیری و حذف واسطه را روی تراکنش‌ها اعمال می‌کند و قراردادهای هوشمند جهت خودکارسازی قوانین در آن قابل استفاده است (Mohammad Saif & Islam, 2024; Meng, 2024). در سال‌های اخیر، فناوری بلاکچین با ویژگی‌هایی نظیر تغییرناپذیری داده، شفافیت، عدم تمرکز و امنیت بالا، وارد عرصه‌های مختلف مدیریتی شده است. مطالعات نشان می‌دهند بلاکچین در حوزه مدیریت منابع انسانی و توسعه سرمایه انسانی دارای کاربردهای متعددی است که به برخی از آن موارد اشاره می‌شود:

۱) احراز هویت و اعتبارسنجی سوابق آموزشی و حرفه‌ای: سیستم‌هایی مانند EduCTX امکان ثبت گواهی‌ها و امتیازات آموزشی را به‌صورت امن، شفاف و مقاوم در برابر جعل فراهم می‌کنند (Turkanović et al., 2017; Awaji & Solaiman, 2022).

[1] Connectivism

۲) قراردادهای هوشمند برای استخدام و جبران خدمت: برخی مدل‌ها برای ادغام عملکرد، پرداخت و حفظ شفافیت از قرارداد هوشمند استفاده کرده‌اند تا فرآیند ارزیابی و پاداش دقیق‌تر و قابل ردیابی شود (PMC, 2021; Meng, 2024).

۳) ارایه چارچوب نظری سیستم‌های تعامل کارکنان[1] و بلاکچین[2] برای مدیریت سرمایه انسانی: مرور شاخص‌های بلوغ بلاکچین در مدیریت سرمایه انسانی به تبیین چارچوب‌هایی چون سیستم‌های تعامل کارکنان و بلاکچین برای پشتیبانی از پیاده‌سازی این فناوری پرداخته است (Mohammad Saif & Islam, 2024).

۴) پی‌گیری مسیر یادگیری و توسعه شایستگی‌ها: تراکنش‌های بلاکچین می‌توانند تاریخچه آموزشی، مهارتی و عملکرد کارکنان را به‌صورت دائمی ثبت کرده و مسیر توسعه فردی را شفاف‌سازی کنند (Adhiatma et al., 2022; Meng, 2024).

۵) شفافیت و کاهش تقلب در فرآیندهای مدیریت سرمایه انسانی: با استفاده از بلاکچین، اعتماد بین کارکنان و مدیریت افزایش یافته و ریسک دستکاری داده کاهش می‌یابد (Adhiatma et al., 2022; Mohammad Saif & Islam, 2024).

در جدول ۱ خلاصه‌ای از برخی پیشینه‌های تحقیقاتی که به کاربرد بلاکچین در مدیریت و توسعه سرمایه انسانی پرداخته‌اند، اشاره شده است:

جدول ۱. پیشینه‌های تجربی پژوهش

محقق/ان	عنوان پژوهش	روش	نتایج
Kostopoulos et al. (۲۰۲۵)	کاربردهای بلاکچین در حوزه نظامی: یک بررسی سیستماتیک	مرور نظام‌مند ادبیات	کاربرد بلاکچین در افزایش امنیت، شفافیت و قابلیت ردیابی، عملکرد منابع انسانی، زنجیره تأمین و فرماندهی نظامی و استفاده آن در قراردادهای هوشمند
Gupta (۲۰۲۴)	بازتعریف روابط استخدامی در عصر بلاکچین	روش توصیفی	قابلیت بلاکچین در ثبت دقیق مسیر یادگیری کارکنان، شخصی‌سازی آموزش‌ها و حذف هزینه‌های اضافی آموزشی وافزایش شفافیت و کاهش جعل در فرآیندهای منابع انسانی
Masa’d et al. (۲۰۲۴)	سیستم مدیریت منابع انسانی مبتنی بر فناوری بلاکچین	مطالعه پیمایشی در صنعت دارویی؛ تحلیل چندمتغیره	اثبات نقش حمایت نهادی در پذیرش بلاکچین، افزایش شفافیت و توسعه مهارت‌های سازگار

[1] Employee-Systems Interaction
[2] Blockchain Framework

محقق/ان	عنوان پژوهش	روش	نتایج
Meng (۲۰۲۴)	سیستم مدیریت منابع انسانی مبتنی بر فناوری بلاکچین	طراحی مدل مفهومی	پیشنهاد مدل شامل قرارداد هوشمند، امتیاز اعتماد (trust score)، تسهیل گزارش‌گیری دقیق عملکرد
Adhiatma et al. (۲۰۲۲)	شیوه‌های مدیریت منابع انسانی مبتنی بر بلاکچین برای پشتیبانی از کارایی عملکرد	مرور نظام‌مند ادبیات	کاربرد بلاکچین در استخدام، ارزیابی عملکرد، صدور گواهی دیجیتال و کارایی
Awaji & Solaiman (۲۰۲۲)	طراحی و ارزیابی یک سیستم ثبت دستاوردهای قابل اعتماد مبتنی بر بلاکچین	طراحی و ارزیابی سیستم با آزمون SUS	ثبت دستاوردهای فردی معتبر، تسهیل تأیید مدارک آموزشی
PMC (۲۰۲۱)	اخلاق بلاکچین در سازمان‌ها: پیامدهایی برای عملیات منابع انسانی	مقاله تحلیلی مفهومی	بررسی اخلاق کاربرد بلاکچین در جذب، ارزیابی، قراردادها و خروج افراد، تأثیر بر شفافیت و عملکرد اخلاقی
Li et al. (۲۰۲۱)	ساخت سازوکار مدیریت منابع انسانی مبتنی بر بلاکچین	روش توصیفی-تحلیلی	کاربرد بلاکچین در ساختاردهی مجدد فرآیندهای منابع انسانی مانند جذب، آموزش، ارزیابی عملکرد و حقوق، به سیستمی دقیق، شفاف و پویا
Onik (۲۰۱۸)	تکنیک استخدام و مدیریت منابع انسانی با استفاده از فناوری بلاکچین	طراحی مفهومی	ارایه یک سیستم استخدام و مدیریت منابع انسانی مبتنی بر بلاکچین برای صنعت ۴.۰ با ویژگی‌های دقت، شفافیت بالا در ثبت سوابق کاندیداها و امن‌تر و کاهش خطای اطلاعاتی
قمبروند و جعفریان (۱۴۰۲)	بررسی تأثیر فناوری بلاکچین بر مدیریت منابع انسانی	روش توصیفی	بلاکچین موجب شفافیت، حذف تبعیض در فرآیندهای استخدامی و افزایش اعتماد در ارزیابی عملکرد می‌شود. همچنین در قراردادهای هوشمند در پرداخت‌ها، دقت ارزیابی‌ها و مدیریت سوابق حرفه‌ای تأثیرگذار است.

جمع‌بندی پیشینه‌شناسی بالا نشان می‌دهد بیشتر پژوهش‌های پیشین یا صرفاً به کاربرد بلاکچین در منابع انسانی پرداخته‌اند (Gupta, 2025; Masa’d, 2024) یا بر جنبه‌های نظامی متمرکز بوده‌اند بدون ورود عمیق به توسعه سرمایه انسانی (مانندKostopoulos et al., 2025). این پژوهش به‌شکل توامان کاربست فناوری بلاکچین را در زمینه توسعه سرمایه انسانی و در محیط سازمان‌های نظامی بررسی می‌کند. همچنین بیشتر تحقیقات پیشین به فرآیندهای سُنتی منابع انسانی مثل جذب، ارزیابی و حقوق پرداخته‌اند، درحالی‌که پژوهش حاضر توسعه مهارت‌های

کلیدی مانند تصمیم‌گیری، حل مسئله، تفکر انتقادی، مدیریت تعارض و شایستگی‌های شناختی را در بافت نظامی بررسی می‌کند. از سوی دیگر، اغلب مطالعات پیشین مدل، چارچوب یا تحلیل مفهومی ارائه کرده‌اند، در حالی که پژوهش پیش‌رو با ارائه سناریوهای محتمل به تصمیم‌گیران نظامی کمک می‌کند آینده‌های ممکن را ببینند و راهبردهای کاربرد بلاکچین در توسعه سرمایه انسانی را متناسب با هر سناریو طراحی کنند. علاوه‌براین، به نگاشت روابط علت و معلولی بین مجموعه عوامل کلیدی مؤثر در کاربست فناوری بلاکچین در توسعه سرمایه انسانی پرداخته می‌شود و در انتها نیز با تغییر در وضعیت هریک از عوامل کلیدی که بیشترین اثرگذاری را بر کاربست فناوری بلاکچین در توسعه سرمایه انسانی دارند، سناریوهای محتمل ترسیم می‌شود. مقایسهٔ اهداف بیان شده در این پژوهش با پیشینه‌های بالا، نوآوری تحقیق را از جنبه‌های موضوعی، روشی و مکانی روشن می‌سازد.

روش‌شناسی پژوهش

پژوهش حاضر در پی شناسایی کاربردهای فناروی بلاکچین در توسعه سرمایه انسانی، تبیین روابط علت و معلولی بین آنها براساس نقشهٔ ذهنی خبرگان و سپس نگاشت سناریوهای محتمل است. این پژوهش از نوع توسعه‌ای- کاربردی است که به روش توصیفی- علّی انجام شده است. گردآوری داده‌ها به روش مطالعات کتابخانه‌ای (با مرور نظام‌مند ادبیات) و میدانی (پرسشنامهٔ اثرگذاری و اثرپذیری عوامل کلیدی) و تجزیه و تحلیل آن به روش آمیخته (بخش کیفی به روش تحلیل تِماتیک[1] و بخش کمّی به روش نگاشت شناختی فازی) انجام شده است.

جامعهٔ مورد مطالعه شامل متون و منابع علمی، اسناد و مدارک در داخل و خارج کشور است که به بررسی کاربردهای فناوری بلاکچین در توسعه سرمایه انسانی پرداخته‌اند. از آنجایی‌که نگاشت شناختی فازی یکی از روش‌های تحقیق در عملیات نرم است که برای بازنمایی دانش ذهنی خبرگان به شیوه‌ای گرافیکی مورد استفاده قرار می‌گیرد (Bakhtavar et al., 2021)، بنابراین یک جامعهٔ خبرگی برای تکمیل پرسشنامه شامل، صاحب‌نظران و استادان خبرهٔ آجا با مدرک دکتری تخصصی در مدیریت منابع انسانی و مدیریت فناوری اطلاعات درنظر گرفته شده است که از دانش علمی و سابقهٔ تجربی در خصوص مدیریت داده‌محور سرمایه انسانی برخوردار بودند. همچنین اندازهٔ نمونه در این روش به پیچیدگی مسئله و منابع موجود بستگی دارد. با این حال، قاعدهٔ کلی آن است که حداقل ۱۰ پاسخ‌دهنده از طیف‌های مختلف برای اطمینان از تنوع دیدگاه‌ها وجود داشته باشند تا خطر سوگیری را کاهش دهد (Osoba & Kosko, 2019). با

[1] Thematic Analysis

اقتباس از این دیدگاه، نمونهٔ آماری به روش هدفمند مبتنی بر معیارهای بالا به تعداد ۱۴ نفر انتخاب (برمبنای اشباع نظری و همگرایی پاسخ‌ها) و پرسشنامه میان آنها توزیع شد.

به‌منظور تأیید روایی و پایایی منابع و متون علمی تلاش شد از منابع منتشر شده در پایگاه‌های علمی معتبر استفاده شود که بیشترین میزان استناد و چاپ مجدد را داشته‌اند. همچنین برای ارزیابی روایی نتایج روش تحلیل تِماتیک از معیارهای مقبولیت و قابلیت تأیید استفاده شد. به‌طوری‌که عوامل احصا شده در اختیار پنج نفر از خبرگان قرار گرفت و از ایشان خواسته شد میزان پذیرش و مقبولیتِ منطق دسته‌بندی این عوامل را در سازمان‌های نظامی بیان کنند. همچنین قابلیت تأیید عوامل به روش پشتیبانی نظری سایر تحقیقات و همچنین نظرات صاحب‌نظران سازمان‌های نظامی بررسی شد. از سوی دیگر، برای ارزیابی روایی سوالات پرسشنامهٔ ویژه روش نگاشت شناختی فازی از روش محتوایی با تأیید خبرگان و برای ارزیابی پایایی آن از روش نرخ سازگاری استفاده شد. نرخ سازگاری[1] معیاری مهم برای بررسی میزان سازگاری مقایسات زوجی است که می‌توان آن را با استفاده از رابطهٔ (۱) محاسبه کرد که در آن CI[2] شاخص سازگاری (که نشانگر میزان ناسازگاری در مقایسات است و هراندازه به صفر نزدیک‌تر باشد ماتریس مقایسات زوجی سازگارتر است)، RI[3] شاخص تصادفی (که مقدار آن برحسب $n =$ 14 برابر با ۱/۴۸ است) و λ_{max} [4] بزرگترین مقدار ویژه ماتریس مقایسات زوجی است (Pant et al, 2022).

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n-1} \text{ و } CR = \frac{CI}{RI} \quad (۱)$$

مطابق با محاسبات انجام شده در رابطه ۱، مقدار نرخ سازگاری برای عوامل کلیدی در جدول ۲ نشان داده شده است. از آنجاکه مقدار CR برای تمامی عوامل کمتر از ۰/۱ است، درنتیجه سازگاری آنها تأیید می‌شود.

جدول۲. نرخ سازگاری برای تعیین پایایی پرسشنامه

C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	CR
۰.۰۴	۰.۰۳	۰.۰۵	۰.۰۷	۰.۰۴	۰.۰۶	۰.۰۶	۰.۰۷	نرخ سازگاری

برابر با آنچه اشاره شد، در بخش اول پژوهش با روش مرور نظام‌مند به بررسی متون و منابع علمی مرتبط با کاربست‌های فناوری بلاکچین در توسعه سرمایه انسانی پرداخته شد و داده‌های گردآوری شده به روش تحلیل تِماتیک، تجزیه و تحلیل گردید. بدین منظور از فرایند

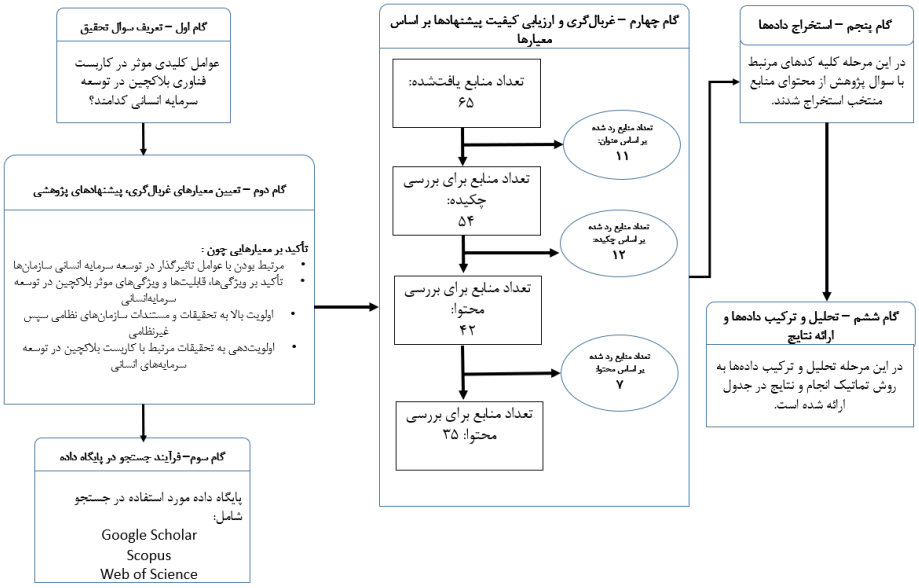
[1] Compatibility Ratio (CR)
[2] Consistency Index (CI)
[3] Random Index (RI)
[4] Largest eigenvalue of matrix

شش‌مرحله‌ای براون و کلارک[1] (۲۰۱۵) شامل: آشنا شدن با داده‌ها، ایجاد کدهای اولیه و کدگذاری، جست وجو و شناخت تِم‌ها، ترسیم شبکه تِم‌ها، تحلیل شبکه تِم‌ها و تدوین گزارش استفاده شد (Golshahi & Assayesh, 2023). خروجی این بخش منتج به شناسایی کاربردهای بلاکچین شد. همچنین در بخش دوم با استفاده از روش نگاشت شناختی فازی در محیط برنامه‌نویسی Python 3.11 و همچنین نرم‌افزار FCMapper، به تجزیه و تحلیل داده‌های گردآوری شده از پرسشنامه و نگاشت نقشهٔ ذهنی خبرگان پرداخته شد. در بخش یافته‌ها گام‌های اجرای روش‌شناسی ترکیبی مرور نظام‌مند ادبیات و نگاشت شناختی فازی ارایه شده است.

یافته‌های پژوهش

برابر با آنچه که در بخش روش‌شناسی تشریح شد، خروجی تجزیه وتحلیل داده‌ها در ادامه ارائه می‌شود:

گام اول- تعریف مسئله و تعیین مفاهیم (عوامل کلیدی): در این مرحله پس از تعیین حدود مسئله و مرور نظام‌مند متون و منابع علمی، مبتنی بر روش تحلیل تِماتیک، عوامل کلیدی موثر در کاربست فناوری بلاکچین در توسعه سرمایه انسانی تعیین شدند. خلاصه فرایند مرور نظام‌مند متون علمی در شکل ۱ و نتایج آن در جدول ۳ گزارش شده است.



شکل ۱. فرایند مرور نظام‌مند متون و منابع علمی

[1] Braun & Clarke

جدول ۳. عوامل کلیدی کارکرد بلاکچین در توسعه سرمایه انسانی

تِم اصلی	تم‌های فرعی (عوامل کلیدی)	شاخص‌ها (کدهای استخراج شده از داده‌ها)	منابع
کاربرد بلاکچین در توسعه عمومی سرمایه‌های انسانی	کاربرد بلاکچین در توسعه مهارت‌های فردی (C2)	شخصی سازی مسیر یادگیری	غلام،۱۴۰۲ Ong, 2025 Jangua, 2024 Fard, 2024
		تسهیل یادگیری مستمر	
		ایجاد محیط آموزشی شبیه سازی شده	
	کاربرد بلاکچین در توسعه مهارت‌های بین‌فردی (C3)	بهبود مدیریت اطلاعات	عطایی و رضایی، ۱۴۰۲ قمبروند و جعفریان، ۱۴۰۱ زاهدی، ۱۴۰۲ علی‌آباد و نورانی، ۱۴۰۰ Gupta, 2025 Ong, 2025 Islam, 2024 Faraji & Jafari, 2021
		بهبود رهبری	
		تقویت شفافیت و اعتماد در تعاملات سازنده	
	کاربرد بلاکچین در توسعه‌مهارت‌های ارتباطی (C4)	ایجاد شبکه ارتباطی امن و تمرکز زدایی در مدیریت داده‌ها	قمبروند و جعفریان ،۱۴۰۱ علی‌آباد و نورانی،۱۴۰۰ Gupta, 2025 Islam, 2024 Janjua, 2024
		تبادل اطلاعات بدون واسطه	
		بهبود تعاملات با وجود قراردادهای هوشمند	
	کاربرد بلاکچین در توسعه شایستگی سازمانی (C5)	شفافیت اداری	عطایی و رضایی، ۱۴۰۲ محمدی و خرازیان، ۱۴۰۱ قمبروند و جعفریان، ۱۴۰۱ علی آباد و نورانی، ۱۴۰۰ Mustafa, 2024 Fard, 2024 Faraji & Shajari, 2021
		ارزیابی عملکرد با هدف توسعه	
		اعتبارسنجی مهارت‌ها و سوابق تحصیلی	
	کاربرد بلاکچین در توسعه مهارت‌های تخصصی (C6)	پلتفرم یادگیری دائمی و توسعه مهارت‌های تخصصی	غلام، ۱۴۰۲ محمدی و خرازیان،۱۴۰۱ قمبروند و جعفریان،۱۴۰۱ Gupta,2025 Ong,2025 Faraji & Shajari, 2021
		بهبود امنیت سایبری	
		ثبت غیرقابل تغییر سوابق آموزشی	
	کاربرد بلاکچین در عوامل توسعه اخلاق حرفه‌ای (C7)	افزایش شفافیت در رفتارها	علی آباد و نورانی، ۱۴۰۰ Gupta,2025 Islam,2024 Faraji & Jafari 2021
		کاهش فساد اداری	
		حفظ حریم خصوصی و امنیت اطلاعات	

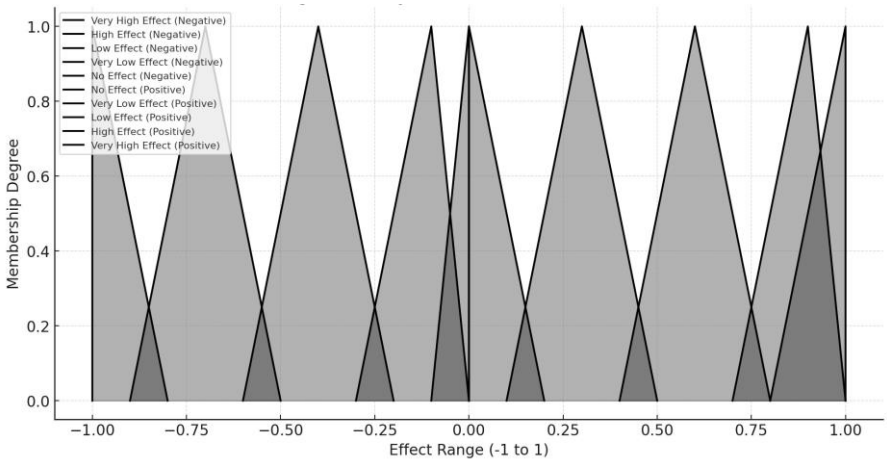
گام دوم- تشکیل گروه خبرگان و گردآوری داده‌ها: در این مرحله نمونهٔ ۱۴ نفره از خبرگان منابع انسانی و فناوری اطلاعات به‌منظور بازنمایی نقشهٔ ذهنی آنها در خصوص روابط بین عوامل کلیدی تشکیل و پرسشنامهٔ ماتریسی بین آنها توزیع شد. سپس از ایشان خواسته شد میزان اثرگذاری

هر عامل بر سایر عوامل را با پنج متغیر کلامی شامل: «بدون تأثیر»، «تأثیر خیلی کم»، «تأثیر کم»، «تأثیر زیاد» و «تأثیر خیلی زیاد» و در دو جهت «مثبت» یا «منفی» تعیین کنند.

گام سوم- فازی‌سازی متغیرهای کلامی: در این مرحله متغیرهای کلامی خبرگان مبتنی بر منطق فازی به اعداد فازی تبدیل شدند. بدین‌منظور از تابع عضویت[1] اعداد فازی مثلثی[2]، به دلیل کاربردهای گستردهٔ آن در مدل کردن بسیاری از مسائل پیچیدهٔ دنیای واقعی و در عین حال حجم محاسبات کم‌تر و ساده‌تر، استفاده شده است. اعداد فازی مثلثی با سه‌تایی $M = (l, m, u)$ نشان داده می‌شوند و تابع عضویت آن با رابطهٔ ۲ تعریف می‌شود (Voskoglou, 2020):

$$u_{(x)} = \begin{cases} \dfrac{x-l}{m-l} & l < x < m \\ \dfrac{u-x}{u-m} & m < x < u \\ 0 & e.w \end{cases} \qquad (۲)$$

نحوهٔ فازی‌سازی متغیرهای کلامی در این تحقیق به شرح شکل ۲ است:



شکل ۲. نحوهٔ فازی‌سازی متغیرهای کلامی خبرگان

گام چهارم- تشکیل ماتریس مجاورت[3] تجمیعی: با اجرای گام‌های دوم و سوم، ماتریس مجاورت (W) برای هریک از خبرگان تشکیل شد. سپس با استفاده از رابطهٔ ۳، ماتریس مجاورت تجمیعی خبرگان ($\widetilde{W}$) برابر با جدول ۴ شکل گرفت:

1 Membership function (MF)
2 Triangular Fuzzy Numbers
3 Adjacency Matrix

$$\widetilde{W}=\begin{bmatrix} 0 & \widetilde{w}_{12} & \widetilde{w}_{13} & \cdots & \cdots & \widetilde{w}_{1j} \\ \widetilde{w}_{21} & 0 & \widetilde{w}_{23} & \cdots & \cdots & \widetilde{w}_{2j} \\ \widetilde{w}_{31} & \widetilde{w}_{32} & 0 & \cdots & \cdots & \widetilde{w}_{3j} \\ \vdots & \cdots & \cdots & \ddots & \cdots & \vdots \\ \vdots & \cdots & \cdots & \cdots & \ddots & \vdots \\ \widetilde{w}_{i1} & \widetilde{w}_{i2} & \widetilde{w}_{i3} & \cdots & \cdots & \widetilde{w}_{ij} \end{bmatrix} \quad (۳)$$

که در آن:

$$\widetilde{w}_{ij}=\left(\frac{1}{k}\sum_{e=1}^{k} l_{ij}^{e},\ \ \frac{1}{k}\sum_{e=1}^{k} m_{ij}^{e},\ \ \frac{1}{k}\sum_{e=1}^{k} u_{ij}^{e}\right)$$

که در آن k تعداد خبرگان و l, m, u مقادیر اعداد فازی اختصاص داده شده توسط خبرهٔ e در خصوص میزان تأثیر عامل کلیدی i ام بر j ام است

جدول ۴. ماتریس مجاورت تجمیعی

عوامل کلیدی	فناوری بلاکچین (C1)			مهارت‌های فردی (C۲)			مهارت‌های بین‌فردی (C3)			مهارت‌های ارتباطی (C4)			توسعه شایستگی سازمانی (C5)			مهارت‌های تخصصی (C6)			توسعه اخلاق حرفه‌ایی (C7)			توسعه سرمایه انسانی (C8)		
فناوری بلاکچین (C1)	۰	۰	۰.۲	۰.۳۵	۰.۴۵	۰.۵۵	۰.۳	۰.۴۵	۰.۶	۰.۴	۰.۵	۰.۶	۰.۳	۰.۵	۰.۶۵	۰.۲۵	۰.۴	۰.۵	۰.۴	۰.۵	۰.۶	۰.۶	۰	۱
مهارت‌های فردی (C2)	۰.۱	۰.۲	۰.۳	۰	۰	۰.۲	۰.۳	۰.۴	۰.۵	۱	۰.۵۵	۰.۶۵	۰.۷۵	۰	۰	۰.۲	۰	۰	۰.۲	۰	۰	۰.۲	۰.۴	۰.۵	۰.۶
مهارت‌های بین فردی (C3)	۰.۱۵	۰.۳۵	۰.۵۵	۰.۳	۰.۴	۰.۵	۰	۰	۰.۲	۰.۶	۱	۱	۰	۰	۰.۲	۰	۰	۰.۲	۰	۰	۰.۲	۰.۳	۰.۴	۰.۵
مهارت‌های ارتباطی (C4)	۰.۱	۰.۲	۰.۳	۰.۵	۰.۶	۰.۶	۰.۵	۰.۶	۰.۷	۰	۰	۰.۲	۰	۰	۰.۲	۰	۰	۰.۲	۰	۰	۰.۲	۰.۴	۰.۶	۰.۸
توسعه شایستگی سازمانی (C5)	۰	۰	۰.۲	۰.۰۵	۰.۱	۰.۲	۰.۲	۰.۳	۰.۴	۰	۰	۰.۲	۰	۰	۰.۲	۰.۵	۰.۶	۰.۶۵	۰.۶	۰.۸	۰.۸۱	۰.۳	۰.۴	۰.۸
مهارت‌های تخصصی (C6)	۰.۰۵	۰.۱	۰.۲	۰	۰	۰.۲	۰	۰	۰.۲	۰	۰	۰.۲	۰.۳۵	۰.۴۵	۰.۵۵	۰	۰	۰.۲	۰.۶	۰.۷	۰.۸	۰.۳	۰.۴	۰.۵
توسعه اخلاق حرفه‌ایی (C7)	۰	۰	۰.۲	۰	۰	۰.۲	۰	۰	۰.۲	۰.۱	۰.۲	۰.۳	۰.۵	۰.۶	۰.۷	۰.۶	۰.۸	۱	۰	۰	۰.۲	۰.۵	۰.۶	۰.۷

عوامل کلیدی	فناوری بلاکچین (C1)			مهارت‌های فردی (C۲)			مهارت‌های بین‌فردی (C3)			مهارت‌های ارتباطی (C4)			توسعه شایستگی سازمانی (C5)			مهارت‌های تخصصی (C6)			توسعه اخلاق حرفه‌ایی (C7)			توسعه سرمایه انسانی (C8)		
فناوری بلاکچین (C1)	۰	۰	۰.۲	۰.۳۵	۰.۴۵	۰.۵۵	۰.۳	۰.۴۵	۰.۶	۰.۴	۰.۵	۰.۶	۰.۳	۰.۵	۰.۶۵	۰.۲۵	۰.۴	۰.۵	۰.۴	۰.۵	۰.۶	۰.۶	۰	۱
توسعه سرمایه انسانی (C8)	۰.۲	۰.۳	۰.۴	۰	۰	۰.۲	۰	۰	۰.۲	۰	۰	۰.۲	۰	۰	۰	۰	۰	۰.۲	۰	۰	۰.۲	۰	۰	۰.۲

گام پنجم- محاسبهٔ پویایی نگاشت شناختی فازی[1]: از ماتریس مجاورتِ تجمیعی ایجاد شده (جدول ۴) برای تعیین وضعیت‌های جدید هریک از عوامل با محاسبهٔ پویایی نگاشت شناختی فازی (مطابق روابط ۴ تا ۷) استفاده شد (Pereira et al., 2020) که گام‌های آن به شرح زیر است:

الف- تعریف بردار حالت اولیه: بردار حالت اولیه $A^{(0)}$ طبق رابطهٔ ۴ تعریف می‌شود به‌نحوی که در آن هر عنصر $\alpha_i^{(0)}$ نشان‌دهندهٔ سطح اولیهٔ فعال‌سازی[2] مفهوم (عامل) C_i است. معمولاً سطح اولیهٔ فعال‌سازی یک مفهوم با یکی از روش‌های «نظر خبرگان[3]»، «آزمون و خطا یا تحلیل حساسیت[4]»، «تعیین مقدار پیش‌فرض برای همهٔ مفاهیم[5]»، «استفاده از داده‌های واقعی[6]» و «تخصیص تصادفی[7]» تعیین می‌شود (Szwed, 2021). در این پژوهش از نظر خبرگان برای تعیین سطح اولیهٔ فعال‌سازی عوامل استفاده شده است.

$$A^{(0)} = \left[\alpha_1^{(0)}, \alpha_2^{(0)}, \ldots, \alpha_n^{(0)}\right] \quad (۴)$$

ب- به‌روزرسانی بردار حالت مفاهیم (عوامل): بردار حالت هریک از مفاهیم (عوامل) با استفاده از رابطهٔ ۵ به‌طور مکرر به‌روزرسانی شده است:

$$A^{(t+1)} = f\left(\widetilde{W}.A^{(t)}\right) \quad (۵)$$

[1] Fuzzy Cognitive Map Dynamics
[2] Initial activation levels
[3] Expert Opinion
[4] Trial and Error or Sensitivity Analysis
[5] Default Values for All Concepts
[6] Using Real Data
7 Random Initialization

که در آن $A^{(t)}$ بردار حالت مفاهیم در لحظهٔ t و $A^{(t+1)}$ بردار حالت آنها در لحظهٔ جدید $t+1$ است. $f(0)$ تابع آستانه[1] (اغلب یک تابع سیگموئید[2] یا پله‌ای[3]) است که بر هر عنصر اعمال می‌شود تا مقادیر مفاهیم را در یک محدودهٔ ثابت (معمولاً [۰ ,+۱]) نگه دارد و مقادیر غیرواقعی را حذف کند. در این پژوهش از تابع سیگموئید با پارامتر λ مطابق رابطهٔ ۶ استفاده شده است:

$$f(x) = \frac{1}{1 + e^{-\lambda x}} \quad (۶)$$

همچنین $\widetilde{W}.A^{(t)}$ نیز حاصل‌ضرب ماتریسی ماتریس مجاورت فازی $\widetilde{W}$ در بردار حالت $A^{(t)}$ است. برای محاسبهٔ $\widetilde{W}.A^{(t)}$ که شامل اعداد فازی مثلثی است، باید از ضرب فازی استفاده کرد. ضرب فازی دو عدد فازی مثلثی $A = (\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3)$ و $B = (b_1, b_2, b_3)$ به‌صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$A \times B = (\alpha_1 \times b_1, \alpha_2 \times b_2, \alpha_3 \times b_3) \quad (۷)$$

پ- فرآیند تکرار و دستیابی به هم‌گرایی[4] در این مرحله به تکرار معادلهٔ به‌روزرسانی (رابطهٔ ۵) ادامه داده می‌شود تا تغییرات بین دو بردار حالت متوالی به حداقل برسد (یعنی $\tilde{A}^{(t+1)} \cong \tilde{A}^{(t)}$) و یا پس از تعداد معینی از تکرارها، مقادیر نهایی $\tilde{A}^{(t)}$ نشان‌دهندهٔ حالت‌های پایدار[5] مفاهیم باشد. در این حالت وضعیت روابط بین مفاهیم به حالت پایدار یا هم‌گرایی رسیده است. در این پژوهش، به‌منظور دستیابی به حالت پایدار یا هم‌گرایی در روابط بین عوامل کلیدی، معادلهٔ به‌روزرسانی (رابطهٔ ۵) به تعداد ۶ مرتبه تکرار شد.

گام ششم- در این مرحله، ماتریس مجاورت فازی $\widetilde{W}$ و بردار حالت نهایی $\tilde{A}^{(t)}$ که شامل مقادیر فازی است برای تفسیرپذیری بهتر وافازی‌سازی شدند. بدین منظور از روش گرانیگاه[6] به دلیل انعطاف‌پذیری بالا و قابلیت مدل‌سازی تفکر انسانی نسبت به سایر روش‌ها استفاده شده است (Fathtabar et al., 2024). در رابطه ۸، $\tilde{\alpha}_i^{(t)}$ درایه‌های فازی بردار حالت نهایی $A^{(t)}$، $u(\alpha_i^{(t)})$ درجه عضویت آنها و $\alpha_i^{(t)}$ مقدار قطعی هریک از مفاهیم در حالت پایدار است.

[1] Threshold function
[2] Sigmoid function
[3] Step function
[4] Iterative Process and Convergence
[5] Steady states
[6] Center of Gravity (COG)

$$\alpha_i^{(t)} = \frac{\int_\alpha \tilde{\alpha}_i^{(t)} u(\tilde{\alpha}_i^{(t)})\, d\alpha}{\int_\alpha u(\tilde{\alpha}_i^{(t)})\, d\alpha} \quad (۸)$$

همچنین در رابطه ۹، $\widetilde{w}_{ij}$ درایه‌های فازی ماتریس مجاورت $\widetilde{W}$، $u(\widetilde{w}_{ij})$ درجه عضویت آنها و w_{ij} مقدار قطعی درایه‌های ماتریس است.

$$w_{ij} = \frac{\int_w \widetilde{w}_{ij} u(\widetilde{w}_{ij})\, dw}{\int_w u(\widetilde{w}_{ij})\, dw} \quad (۹)$$

خروجی این مرحله در رابطهٔ ۱۰ و جدول ۵ ارایه شده است:

$$\mathrm{A}^{(t)} = [0.615, 0.769, 0.829, 0.787, 0.546, 0.605, 0.718, 0.869] \quad (۱۰)$$

جدول ۵. وافازی‌سازی ماتریس مجاورت

معیارها	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8
C1	۰	۰.۳۵	۰.۳	۰.۴	۰.۳	۰.۲۵	۰.۴	۰.۶
C2	۰.۱	۰	۰.۳	۰.۵۵	۰	۰	۰	۰.۴
C3	۰.۱۵	۰.۳	۰	۰.۶	۰	۰	۰	۰.۳
C4	۰.۱	۰.۵	۰.۵	۰	۰	۰	۰	۰.۴
C5	۰	۰.۰۵	۰.۲	۰	۰	۰.۵	۰.۶	۰.۱
C6	۰.۰۵	۰	۰	۰	۰.۳۵	۰	۰.۶	۰.۴
C7	۰	۰	۰	۰.۱	۰.۵	۰.۶	۰	۰.۵
C8	۰.۲	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰

گام هفتم- محاسبهٔ میزان تأثیرگذاری[1] تأثیرپذیری[2] و شاخص محوری[3]مفاهیم (عوامل کلیدی): در این مرحله میزان تأثیرگذاری، تأثیرپذیری و شاخص محوری هریک از مفاهیم براساس ماتریس وافازی‌شدهٔ W در سه گام زیر محاسبه شده است:

- محاسبهٔ شاخص تأثیرگذاری: این شاخص مجموع عناصر هر سطر از ماتریس W است که با رابطهٔ ۱۱ محاسبه می‌شود. این شاخص بیانگر میزان اثرگذاری هر عامل کلیدی است.

[1] Outdegree
[2] Indegree
[3] Centrality

$$Outdegree(i) = \sum_{j=1}^{n} w_{ij} \quad (۱۱)$$

- محاسبهٔ شاخص تأثیرپذیری: این شاخص مجموع عناصر هر ستون از ماتریس W است که طبق رابطهٔ ۱۲ محاسبه می‌شود. این شاخص بیانگر میزان اثرپذیری هر عامل کلیدی است.

$$Indegree(i) = \sum_{j=1}^{n} w_{ji} \quad (۱۲)$$

- محاسبهٔ شاخص محوری: این شاخص میزان اهمیت یک عامل کلیدی در شبکه را نشان می‌دهد. مفاهیمی که شاخص محوری بالاتری دارند، نقش کلیدی‌تری در شبکه ایفا می‌کنند. برای محاسبه شاخص محوری از رابطهٔ ۱۳ استفاده می‌شود:

$$Centrality\ (i) = Indegree(i) + Outdegree(i) \quad (۱۳)$$

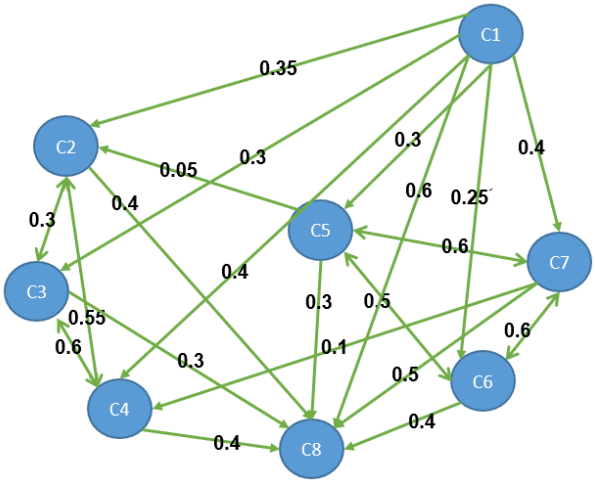
که نتایج این بخش در جدول ۶ ارایه شده است:

جدول ۶. محاسبهٔ میزان اثرگذاری، اثرپذیری و شاخص محوری

عوامل کلیدی	*Outdegree*	*Indegree*	*Centrality*
کاربست فناوری بلاکچین (C1)	۲.۶	۰.۴	۳
مهارت‌های فردی (C2)	۱.۳۵	۱.۲	۲.۵۵
مهارت‌های بین‌فردی (C3)	۱.۳۵	۱.۳	۲.۶۵
مهارت‌های ارتباطی (C4)	۱.۵	۱.۶۵	۳.۱۵
توسعه شایستگی سازمانی (C5)	۱.۷	۱.۱۵	۲.۶
مهارت‌های تخصصی (C6)	۱.۴	۱.۳۵	۲.۷۵
اخلاق حرفه‌ای (C7)	۱.۴۵	۱.۶	۳.۳
توسعه سرمایه انسانی (C8)	۰.۲	۲.۷	۲.۹

نتایج نشان می‌دهد که فناوری بلاکچین، اثرگذارترین عامل (۲.۶) در بین سایر عوامل کلیدی است. این در حالی است که توسعه سرمایه انسانی (۲.۷) و مهارت‌های ارتباطی (۱.۶۵) اثرپذیرترین عوامل کلیدی هستند. همچنین شاخص محوری مهارت‌های ارتباطی (۳.۱۵) و اخلاق حرفه‌ای (۳.۳) بیشتر از سایر عوامل بوده است که تعامل بیش‌تر آنها در شبکهٔ روابط مفاهیم را نشان می‌دهد.

گام هشتم- ترسیم نقشهٔ شبکه روابط[1] مفاهیم: در این مرحله با استفاده از نقشهٔ شبکه روابط، روابط علّی و معنادار بین عوامل کلیدی مطابق با شکل ۳ ترسیم شد. بدین منظور ابتدا مقدار حد آستانه[2] (که برابر با میانگین ماتریس غیرفازی‌شدهٔ W است)، به میزان ۰/۱۸۱ محاسبه شد. سپس تنها روابطی که مقادیر آنها در ماتریس W از حد آستانه بزرگتر بودند به عنوان روابط علّی معنادار درنظر گرفته شده و در NRM نشان داده شدند.



شکل ۳. نقشهٔ شبکه روابط عوامل کلیدی

گام نهم- ترسیم سناریوهای محتمل: پس از ایجاد نقشهٔ شناختی فازی و محاسبه تأثیرات بین مفاهیم، باید عوامل کلیدی که بیشترین تأثیر را بر سایر عوامل دارند، شناسایی شوند. این عوامل معمولاً به عنوان عوامل کلیدی موفقیت در نظر گرفته می‌شوند. سپس بر اساس روابط علّی و تأثیرگذاری‌های شناسایی‌شده، سناریوهای مختلف به شرح زیر تدوین می‌شود (Maden & Yücenur, 2024):

- سناریو خوش‌بینانه (پیش‌فرض): در این سناریو، کلیه عوامل کلیدی موفقیت شناسایی شده («کاربست فناوری بلاکچین»، «توسعه شایستگی سازمانی»، «اخلاق حرفه‌ای» و «مهارت‌های بین‌فردی») در شبیه‌سازی شبکهٔ روابط بین عوامل کلیدی حفظ می‌شوند.

[1] Network Relation Map (NRM)
[2] Threshold

- سناریو بدبینانه: در این سناریو، عوامل کلیدی «اخلاق حرفه‌ای» و «مهارت‌های بین‌فردی» که اثرگذاری کمتری نسبت به سایر عوامل دارد از شبکه روابط بین عوامل کلیدی حذف شده و محیط سناریو شبیه‌سازی می‌شود.

- سناریو فاجعه‌آمیز: در این سناریو، دو عامل کلیدی «کاربست فناوری بلاکچین» و «توسعه شایستگی سازمانی» نیز از شبکه روابط بین عوامل کلیدی حذف شده و محیط سناریو شبیه‌سازی می‌شود.

در این بخش ازآنجا که ضریب اثرگذاری سایر عوامل نسبت به این چهار عامل کلیدی اختلاف چشم‌گیری داشته است، در نتیجه سناریوی محتمل دیگری برای حذف یک عامل تأثیرگذار دیگر از مدل مدنظر قرار نگرفته است. در جدول ۷ نتایج سه سناریو و در جدول ۸ مقایسه سناریوها از نظر شدت و جهت تغییرات آمده است:

جدول ۷. نتایج سناریوهای کاربست فناوری بلاکچین در توسعه سرمایه انسانی

عوامل کلیدی	سناریو اول (معجزه اسا)	سناریو دوم (بدبینانه)	سناریو سوم (فاجعه‌آمیز)	نتیجه سناریو اول	نتیجه سناریو دوم	نتیجه سناریو سوم
کاربست فناوری بلاکچین (C1)	۱.۰۰		۰.۰۰	۰.۸۸۶	۰.۷۴۵	۰.۰۰۰
مهارت‌های فردی (C2)	۱.۰۰			۰.۸۷۰	۰.۷۸	۰.۶۸۰
مهارت‌های بین فردی (C3)	۱.۰۰	۰.۰۰	۰.۰۰	۰.۸۵۳	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰
مهارت‌های ارتباطی (C4)	۱.۰۰			۰.۶۵۰	۰.۶۳۰	۰.۵۶۰
توسعه شایستگی سازمانی (C5)	۱.۰۰		۰.۰۰	۰.۷۹۰	۰.۷۷	۰.۰۰۰
مهارت‌های تخصصی (C6)	۱.۰۰			۰.۸۶۰	۰.۷۷۰	۰.۵۹۲
اخلاق حرفه‌ای (C7)	۱.۰۰	۰.۰۰	۰.۰۰	۰.۸۷۴	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰
توسعه سرمایه انسانی (C8)	۱.۰۰			۰.۷۸۹	۰.۷۶۴	۰.۶۲۵

جدول ۸. مقایسه نتایج سناریوهای کاربست فناوری بلاکچین در توسعه سرمایه انسانی

عوامل کلیدی	شدت و جهت تغییرات سناریو اول و دوم	شدت و جهت تغییرات سناریو اول و سوم
کاربست فناوری بلاکچین(C1)	-۰.۱۴۱	-۰.۸۸۶
مهارت‌های فردی (C2)	-۰.۰۹۰	-۰.۱۹۰
مهارت‌های بین فردی (C3)	-۰.۸۵۳	-۰.۸۵۳
مهارت‌های ارتباطی (C4)	-۰.۰۲	-۰.۷۹
توسعه شایستگی سازمانی (C5)	-۰.۰۲۵	-۰.۱۵۵
مهارت‌های تخصصی (C6)	-۰.۰۹۰	-۰.۸۷۴
اخلاق حرفه‌ایی (C7)	-۰.۸۷۴	-۰.۸۷۴

عوامل کلیدی	شدت و جهت تغییرات سناریو اول و دوم	شدت و جهت تغییرات سناریو اول و سوم
توسعه سرمایه انسانی	-۰.۰۲۵	-۰.۱۶۴

نتایج سناریو اول (خوش‌بینانه) نشان می‌دهد در صورتی‌که همهٔ عوامل کلیدی موفقیت در شبکه روابط بین مفاهیم در حد چشم‌گیری وجود داشته باشد، توسعه سرمایه انسانی در ارتش در حد بسیار بالایی اتفاق می‌افتد (۷۸.۹ درصد). در سناریوی دوم (بدبینانه)، «اخلاق حرفه‌ای» و «مهارت‌های بین‌فردی» به عنوان کم‌اثرگذارترین عوامل کلیدی موفقیت از محیط شبیه‌سازی حذف شده‌اند. نتایج این سناریو نشان می‌دهد که به‌واسطهٔ حضور دو عامل کلیدی «کاربست فناوری بلاکچین» و «توسعه شایستگی سازمانی» در سازمان، میزان توسعه سرمایه انسانی کماکان در حد بالایی باقی خواهد ماند (۷۶.۴ درصد). همچنین نتایج جدول ۸ نشان می‌دهد که نسبت به سناریو اول، در این سناریو میزان توسعه سرمایه انسانی به اندازه دو و نیم درصد کاهش می‌یابد. در سناریوی سوم (فاجعه‌آمیز)، هر چهار عامل کلیدی موفقیت از محیط شبیه‌سازی حذف شده‌اند. در این وضعیت، میزان توسعه سرمایه انسانی در حد بسیار زیادی کاهش می‌یابد (۶۲.۵ درصد). همچنین نتایج جدول ۸ نشان می‌دهد که نسبت به سناریو اول، در این سناریو میزان توسعه سرمایه انسانی نزدیک بر ۱۶.۴ درصد کاهش می‌یابد.

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

این تحقیق با هدف سناریوپردازی کاربست فناوری بلاکچین در توسعه سرمایه‌های انسانی در ارتش جمهوری اسلامی ایران بر پایه روش ترکیبی انجام شد. بدین منظور از روش‌شناسی ترکیبی مرور نظام‌مند متون و منابع علمی (برای شناسایی عوامل کلیدی) و نگاشت شناختی فازی (برای بازنمایی دانش ذهنی خبرگان در قالب نقشهٔ شبکه روابط بین عوامل و ترسیم سناریوهای محتمل) استفاده شد.

براساس نتایج پژوهش، در سناریو خوش‌بینانه، تمامی عوامل کلیدی شناسایی‌شده- از کاربست فناوری بلاکچین گرفته تا اخلاق حرفه‌ای- به‌صورت یکپارچه و هماهنگ در نظام توسعه سرمایه انسانی ارتش وجود خواهند داشت. در این سناریو، کاربست فناوری بلاکچین با بیشترین اثرگذاری، به‌عنوان پیشران اصلی تحول، موجب ثبت شفاف سوابق، ایجاد بسترهای یادگیری شخصی‌سازی‌شده و ارتقای امنیت داده‌های سرمایه انسانی ارتش می‌شود. همزمان، مهارت‌های فردی، بین‌فردی و ارتباطی باعث بهبود تعاملات انسانی و افزایش انسجام تیمی می‌شوند و شایستگی سازمانی نیز ظرفیت جذب و به‌کارگیری نوآوری‌های فناورانه را بالا می‌برد. در این

وضعیت، اخلاق حرفه‌ای نقش لنگر اعتماد و مشروعیت سازمانی را ایفا کرده و مهارت‌های تخصصی تضمین می‌کند که کارکنان بتوانند در محیط‌های پیچیده عملیاتی، به‌صورت کارآمد عمل کنند. نتیجه این سناریو، یک نظام سرمایه انسانی پویا، فناورمحور و با حداکثر تاب‌آوری است که توان انطباق با تغییرات محیطی و تهدیدات نوظهور را دارد. با توجه به داستان‌سرایی انجام شده، این سناریو به‌نام «زره دیجیتال» نام‌گذاری می‌شود.

در سناریو بدبینانه، دو عامل اخلاق حرفه‌ای و مهارت‌های بین‌فردی از شبکه روابط بین عوامل کلیدی حذف می‌شوند. اگرچه سایر عوامل کلیدی همچنان فعال هستند، اما فقدان این دو مؤلفه، باعث بروز کاهش اعتماد داخلی، کاهش کیفیت همکاری‌ها و ایجاد فاصله در روابط میان کارکنان می‌شود. در این سناریو، فناوری بلاکچین همچنان برقرار است، اما خروج داده‌های اخلاقی و ضعف در تعاملات انسانی، باعث می‌شود که شفافیت فناورانه به‌تنهایی نتواند حس همبستگی و مسئولیت‌پذیری جمعی را ایجاد کند. در این شرایط، ممکن است بهره‌وری در کوتاه‌مدت حفظ شود، اما در بلندمدت فرهنگ سازمانی آسیب‌پذیر می‌شود و خطر افزایش تعارضات داخلی و فرسایش سرمایه اجتماعی وجود دارد. با توجه به داستان‌سرایی انجام شده، این سناریو به‌نام «رخنهٔ خاموش» نام‌گذاری می‌شود.

در سناریوی فاجعه‌آمیز، دو عامل بسیار مهم یعنی کاربست فناوری بلاکچین و توسعه شایستگی سازمانی از شبکه روابط بین عوامل حذف می‌شوند. در این سناریو، بدون فناوری بلاکچین، فرآیندهای مدیریت سرمایه انسانی دوباره به روش‌های سُنتی و پراکنده بازمی‌گردد، شفافیت و قابلیت ردیابی اطلاعات به‌شدت کاهش می‌یابد و احتمال خطا یا جعل داده‌ها بالا می‌رود. از سوی دیگر، فقدان شایستگی سازمانی موجب می‌شود که حتی اگر سایر مهارت‌های فردی و ارتباطی حفظ شوند، زیرساخت نهادی لازم برای پیاده‌سازی نوآوری‌ها وجود نداشته باشد. پیامد این وضعیت، کاهش شدید چابکی سازمانی، از دست رفتن اعتماد داده‌ای و ضعف در همگامی با محیط عملیاتی پیچیده است. در چنین شرایطی، سرمایه‌های انسانی ارتش با ریسک بالای ناکارآمدی و عدم انطباق با تهدیدات نوین مواجه خواهد شد. با توجه به داستان‌سرایی انجام شده، این سناریو به‌نام «فروپاشی هسته» نام‌گذاری می‌شود.

از دستاوردهای این پژوهش در قیاس با مطالعات قبلی می‌توان به برخی موارد اشاره کرد: اگرچه در تحقیقات گذشته به کاربردهای فناوری بلاکچین پرداخته شده است، با این‌حال دسته‌بندی جامعی از کاربست‌های آن، به‌ویژه در زمینه توسعه سرمایه انسانی و آن هم در سازمان‌های نظامی، ارائه نشده است. علاوه‌براین، ارایه شبکهٔ روابط بین عوامل کلیدی مبتنی بر نقشهٔ ذهنی خبرگان (به روش نگاشت شناختی فازی) و تعیین عؤامل کلیدی کاربست فناوری

بلاکچین در توسعه سرمایه انسانی از دیگر دستاوردهای این پژوهش است. در نهایت دستاورد مهم دیگر این پژوهش، سناریوپردازی با هدف کمک به تصمیم‌گیری راهبردی تحت عدم قطعیت برای کاربست فناوری بلاکچین در توسعه سرمایه انسانی است. مبتنی بر این سناریوها، ارتش می‌تواند برنامه‌ریزی مبتنی بر سناریو برای کاربست تدریجی، انعطاف‌پذیر و هدفمند فناوری بلاکچین در توسعه سرمایه انسانی اتخاذ کند.

در ادامه مبتنی بر نتایج پژوهش، به ارائه پیشنهادهای اجرایی زیر پرداخته می‌شود:

۱. پیشنهاد می‌شود ارتش نسبت به طراحی یک پایگاه داده مبتنی بر بلاکچین اقدام نماید که سوابق آموزشی، مأموریت‌ها، ارزیابی‌های عملکرد و گواهی‌نامه‌های مهارتی کارکنان را به‌صورت غیرقابل‌تغییر و شفاف ثبت کند. این سامانه می‌تواند مبنای تصمیم‌گیری برای ارتقاء، آموزش هدفمند و جبران خدمت منصفانه باشد.

۲. با توجه به نقش مهارت‌های فردی و تخصصی، پیشنهاد می‌شود از قراردادهای هوشمند برای فعال‌سازی دوره‌های آموزشی هدفمند و مرحله‌به‌مرحله استفاده شود. این مسیرها می‌توانند برای هر فرد به‌صورت شخصی‌سازی‌شده بر اساس نیازهای شغلی و تحلیل شکاف مهارتی تنظیم شوند و پیشرفت فرد در زنجیره مهارتی به‌صورت خودکار پایش شود.

۳. به‌منظور کاهش سوگیری و فساد در ارزیابی‌ها، پیشنهاد می‌شود نظام ارزشیابی کارکنان بر بستر بلاکچین پیاده‌سازی شود. این نظام می‌تواند شامل ثبت بازخوردهای چندمنبعی (فرمانده یا مدیر، هم‌رتبه، خودارزیابی) به‌شکل شفاف و قابل‌ردیابی باشد که به افزایش اعتماد بین فرد و سازمان منجر می‌شود.

۴. با توجه به نتایج فازی که نشان داد حذف مهارت‌های ارتباطی و سازمانی موجب افت اثربخشی می‌شود، پیشنهاد می‌شود معاونت تربیت و آموزش ارتش، ماژول‌های آموزش مهارت‌های نرم و اخلاق حرفه‌ای را به‌صورت اجباری و بر بستر بلاکچین توسعه دهد تا سطح بلوغ رفتاری و تعاملات سازمانی ارتقاء یابد.

۵. پیشنهاد می‌شود اجرای آزمایشی پروژه بلاکچین توسعه سرمایه انسانی در یک یگان منتخب ارتش (مثلاً یگان‌های آموزشی یا پشتیبانی) انجام شده و طی یک بازه ۶ تا ۱۲ ماهه، شاخص‌هایی مانند بهبود عملکرد، مشارکت در آموزش، شفافیت و رضایت کارکنان اندازه‌گیری و تحلیل شود.

۶. پیشنهاد می‌شود یک داشبورد تصمیم‌یار طراحی شود که با اتصال به سامانه بلاکچینی، اطلاعات به‌روز از وضعیت مهارت‌ها، ارزیابی‌ها، مسیرهای یادگیری و شکاف‌های سرمایه انسانی را برای رده‌های فرماندهی فراهم آورد و مبنای تصمیم‌گیری حوزه مدیریت سرمایه انسانی شود.

توصیه‌های کلیدی برای سیاست‌گذاری دفاعی بر پایه نتایج پژوهش:

۱. طراحی و استقرار سامانه بلاکچینی بومی برای ثبت شفاف و غیرقابل‌تغییر داده‌های سرمایه انسانی و افزایش تاب‌آوری اطلاعات دفاعی.

۲. نهادینه‌سازی «اخلاق دیجیتال دفاعی» و ایجاد کمیته مشترک فناوری–اخلاق برای حفظ اعتماد و مشروعیت سازمانی در استفاده از فناوری‌های نوظهور.

۳. تقویت ظرفیت نهادی یگان‌ها برای پذیرش فناوری‌های نوظهور با ایجاد واحدهای تحول دیجیتال و برنامه ملی بلوغ فناورانه سازمانی.

٤. ایجاد مرکز تصمیم‌یار سرمایه انسانی برای پشتیبانی از تصمیم‌گیری‌های آموزشی، ارزیابی و ارتقاء مبتنی بر داده‌های بلاکچینی.

٥. آغاز اجرای آزمایشی پروژه بلاکچین در یگان‌های منتخب، ارزیابی نتایج، و تعمیم تدریجی در سطح کل آجا.

٦. ادغام آموزش مهارت‌های ارتباطی و اخلاق حرفه‌ای در مسیرهای یادگیری هوشمند مبتنی بر قراردادهای بلاکچینی.

۷. تدوین دستورالعمل‌های امنیت هویت دیجیتال و ایجاد لایه دفاع سایبری انسانی در نظام بلاکچینی.

۸. تشکیل رصدخانه آینده فناوری‌های انسانی- دفاعی و به‌کارگیری سناریوپردازی مستمر برای به‌روزرسانی سیاست‌های فناورانه.

قدردانی

از کلیه صاحب نظران اعم از اساتید، خبرگان و مدیران در حوزه منابع انسانی و فناوری اطلاعات که در انتشار این اثر به‌نحوی مشارکت داشته‌اند قدردانی می‌نماییم. همچنین از خوانندگان این پژوهش علمی که با بازخوردهای خود ما را در تدوین دیگر پژوهش‌های علمی مرتبط یاری می‌رسانند، سپاسگزاری می‌کنیم.

تعارض منافع

اینجانبان اظهار می‌داریم که هیچ‌گونه تعارض منافع بالقوه‌ای در رابطه با انتشار این اثر وجود ندارد. علاوه بر این، مسائل اخلاقی از جمله سرقت ادبی، رضایت آگاهانه، سوء رفتار علمی، جعل و یا تحریف داده‌ها، انتشار و یا ارسال تکراری و افزونگی، به طور کامل توسط اینجانبان مورد نظارت قرار گرفته است.

منابع

- زاهدی، محمدرضا. (۱۴۰۲). کاربرد بلاکچین به منظور ارتقای مدیریت منابع انسانی در سازمان‌ها، مطالعه موردی یکی از دانشگاه های کشور. *فصلنامه توسعه تکنولوژی صنعتی*، ۲۱(۵۴)، ۵۷-۷۶. doi: 10.22034/jtd.2023.705149
- فرهادی، علی؛ یوسفی، مجید. و شیخ حسنی، محمود. (۱۴۰۰). سناریوهای محتمل عملیات روانی علیه سرمایه‌های انسانی آجا. *آینده‌پژوهی دفاعی*، ۶(۲۲)، ۱۳۱-۱۵۶. doi: 10.22034/dfsr.2021.136604.1422
- قَمبَروند، سعید.، و جعفریان، محمد. (۱۴۰۲). طراحی چارچوب تحول دیجیتال در توسعه منابع انسانی نیروهای مسلح با تأکید بر فناوری بلاکچین. *فصلنامه مطالعات مدیریت منابع انسانی*، ۹(۲)، ۴۵–۶۶.
- گلشاهی، بهنام. و خوشنویس زارچ، اکبر. (۱۴۰۴). معماری کاربست فناوری واقعیت ترکیبی در فرایند جذب و گزینش سرمایه انسانی ارتش جمهوری اسلامی ایران، *مدیریت هوشمند سرمایه انسانی*، ۲(۵)، ۳۳-۶۴. doi: 10.22034/imhr.2025.548889.1040 .
- گلشاهی، بهنام. و منتظر، غلامعلی. (۱۴۰۳). بازشناسی پیشایندها و پسایندهای توسعهٔ چابکی ذهنیِ مستعدان رهبری نظامی به کمک ترکیب تحلیل تماتیک و دیمتل فازی. *فصلنامه آینده‌پژوهی دفاعی*، ۹(۳۴)، ۱-۳۰. doi: 10.22034/dfsr.2024.2040866.1822
- محمدی، رضا. و اخوان خرازیان، مریم. (۱۴۰۲). بررسی نقش بلاکچین بر توسعه سرمایه انسانی. *مطالعات مدیریت، اقتصاد و کارآفرینی*، ۴(۱)، ۱-۱۲. doi: 10.22034/jmek.2023.389243.1076
- میرزاپورعلی آباد، اصغر. و نورانی، سیده فاطمه (۱۴۰۰). کاربرد بلاکچین در مدیریت منابع انسانی، *نخستین کنفرانس بین المللی بلاک چین رمز ارزها و اقتصاد*، تهران، ایران.

- Adhiatma, A. (2022). Blockchain-based human resources management practices to support performance efficiency: A literature survey. *Human Resources Management and Services*, 4(1), 3473-3473. doi.org/10.18282/hrms.v4i1.3473
- Alam, A. (2023). Connectivism learning theory and connectivist approach in teaching and learning: a review of literature. *Bhartiyam International Journal of Education & Research, 12(2), 1-15.* https://www.researchgate.net/publication/369734538
- Ameli, M., Esfandabadi, Z. S., Sadeghi, S., Ranjbari, M., & Zanetti, M. C. (2023). COVID-19 and Sustainable Development Goals (SDGs): Scenario analysis through fuzzy cognitive map modeling. *Gondwana Research, 114, 138-155.*

- Awaji, B., & Solaiman, E. (2022). Design, implementation, and evaluation of blockchain-based trusted achievement record system for students in higher education. *arXiv*. doi: 10.5220/0011044200003182
- Bakhtavar, E., Valipour, M., Yousefi, S., Sadiq, R., & Hewage, K. (2021). Fuzzy cognitive maps in systems risk analysis: a comprehensive review. Complex & Intelligent Systems, 7, 621-637. DOI: 10.1007/s40747-020-00228-2
- Balon, B., Kalinowski, K., & Paprocka, I. (2022). Application of blockchain technology in production scheduling and management of human resources competencies. Sensors, 22(8), 2844. doi.org/10.3390/s22082844
- Bulganina, S. V., Prokhorova, M. P., Lebedeva, T. E., Shkunova, A. A., & Mikhailov, M. S. (2021). Digital skills as a response to the challenges of the modern society. *Revista Turismo Estudos e Práticas-RTEP/GEPLAT/UERN*, *(01), 1-7. https://geplat.com/rtep/index.php/tourism/article*
- Calábria, F. A., Melo, F. J. C. D., Albuquerque, A. P. G. D., Jerônimo, T. D. B., & Dumke de Medeiros, D. (2018). Changing the training paradigm for learning: A model of human capital development. *Energy & Environment, 29(8), 1455-1481. DOI: 10.1177/0958305X18779580*
- Darodjat, D., & Arapah, E. (2024). Integrating Blockchain into Military HR Systems: A Strategic Perspective. *Defense Science & Technology Review*, 22(1), 88–105. /doi.org/10.56107/penanomics.v3i2.177 doi.org/10.1016/j.gr.2021.12.014
- Fachrunnisa, O., & Hussain, F. K. (2020). Blockchain-based human resource management practices for mitigating skills and competencies gap in workforce. International Journal of Engineering Business Management, 12,. https://doi.org/10.1177/1847979020966400
- Faggian, A., Modrego, F., & McCann, P. (2019). *Human capital and regional development*. Handbook of regional growth and development theories, 149-171.
- *Faraji, M., & Shajari, H. (2022). The role of blockchain in enhancing human capital development. Journal of Strategic Human Resource Management, 14(2), 88–103.* https://doi.org/10.56107/penanomics.v3i2.177
- Fard, M. (2024). Blockchain-enabled knowledge preservation. *Journal of Knowledge Systems, 10(3), 98-115. https://doi.org/10.1016/j.dajour.2023.100344*
- Farhadi, A., Yusefi, M. and Sheikh Hassani, M. (2021). Possible scenarios of psychological operations against the human resources of the Army of the Islamic Republic of Iran. *Defensive Future Studies*, 6(22), 131-156. [In Persian] doi: 10.22034/dfsr.2021.136604.1422
- Fathtabar, A., Ebrahimzadeh, A., & Kazemitabar, J. (2024). Center of gravity (CoG): a novel optimization algorithm. *Evolutionary Intelligence, 17(4), 2245-2278* .DOI: 10.1007/s12065-023-00884-6
- Golshahi, B. & khoshnevis Zarch, A. (2025). Architecture of Applying Mixed Reality Technology in the Recruitment and Selection Process of Human Capital in the Army of the Islamic Republic of Iran. *Intelligent Management of Human Capital*, *2*(5), 64-33. [In Persian] https://doi.org/10.22034/imhr.2025.548889.1040

- Golshahi, B. and Montazer, G. (2024). Recognizing Antecedents and Consequences Developing Mental Agility of Military Leaders based on Combined Methodology of Thematic Analysis and Fuzzy DEMATEL. *Defensive Future Studies, 9(34), 1-30.* [In Persian] https://doi.org/10.22034/dfsr.2024.2040866.1822
- Golshahi, B., & Assayesh, H. (2023). Leadership Development Strategies and its effects on Human Capital Management in Bio-Viral Crises of the Army of the Islamic Republic of Iran. *Journal of Human Resource Management, 13(3), 102-130*. [In Persian] https://doi.org/10.22034/JHRS.2023.184121
- Gray, S., Chan, A., Clark, D., & Jordan, R. (2017). Modeling the Human Dimensions of Resilience Using Fuzzy Cognitive Maps. *Environmental Systems and Decisions*, 37(1), 1–12. doi.org/10.1007/s10669-016-9618-8
- Grech, A., & Camilleri, A. F. (2017). Blockchain in education. *Joint Research Centre (JRC) Science for Policy Report*. Publications Office of the European Union. https://doi.org/10.2760/60649
- Gupta, A. (2024, November 29). *Transforming HR: The Impact of Blockchain Technology*. doi.org/10.1201/9781032619651-13 https://doi.org/10.4337/9781788970020.00015
- *Islam, M. (2025). Blockchain for personalized skill development. International*
- Janjua.U (2020) Blockchain And The Future of the Internet: A Comprehensive Review https://doi.org/10.48550/arXiv.1904.00733
- Koncheva, V. A., Odintsov, S. V., & Khmelnitski, L. (2019). Blockchain in HR. In *Proceedings of the International Scientific and Practical Conference on Digital Economy (ISCDE 2019)* (pp. 504–507). Atlantis Press. https://doi.org/10.2991/iscde-19.2019.154
- Kostopoulos, N., Stamatiou, Y. C., Halkiopoulos, C., & Antonopoulou, H. (2025). Blockchain applications in the military domain: A systematic review. Technologies, 13(1), 23. https://doi.org/10.3390/technologies13010023?urlappend=%3Futm_source%3Dresearchgate.net%26utm_medium%3Darticle
- Li, L., Zhang, H., & Dong, Y. (2021). Mechanism Construction of Human Resource Management based on Blockchain Technology. *Journal of Systems Science and Information*, 9(3), 310-11. https://doi.org/10.21078/JSSI-2021-310-11
- Liu, C., Xia, H., Zhang, J., & Meng, X. (2021). *A Systematic Review on Blockchain Governance*. IEEE Access, 9, 45394–45414. DOI:10.1016/j.jss.2022.111576
- Maden, A., & Yücenur, G. N. (2024). Evaluation of sustainable metaverse characteristics using scenario-based fuzzy cognitive map. *Computers in Human Behavior, 152, 108090*. DOI:10.1016/j.chb.2023.108090
- Masa'd, F. M., Al-Ababneh, H. A., Alraqqad, R. M. R., et al. (2024). Adoption of blockchain technology in human resource management: Moderating role of institutional support. *Journal of Infrastructure, Policy and Development, 8*(9), 6873. https://doi.org/10.24294/jipd.v8i9.6873
- Mattana, P. (2017). *The Uzawa-Lucas endogenous growth model*. Routledge.

- Meng, Y. (2024). Human resource management system based on blockchain technology. *SSRN*. doi.org/10.2139/ssrn.5031073
- Mohammad Saif, A. N., & Islam, M. A. (2024). Blockchain in human resource management: a systematic review and bibliometric analysis. Technology Analysis & Strategic Management, 36(4), 635-650. doi.org/10.1080/09537325.2022.2049226
- Obiedat, A., & Samarasinghe, S. (2022). *Comprehensive Risk Assessment and Analysis of Blockchain Technology Implementation Using Advanced FCM*. ResearchGate. DOI:10.2298/CSIS220308039S
- Ong, T. (2025). Digital Technologies and Sustainable Development: An Insight From Corporate Sector *18(5), 205-230. https://doi.org/10.1002/sd.3319*
- Onik, M. M. H., Miraz, M. H., & Kim, C. S. (2018, April). A recruitment and human resource management technique using blockchain technology for industry 4.0. In Smart Cities Symposium 2018 (pp. 1-6). IET. DOI:10.1049/cp.2018.1371
- Onik, M. M. H., Miraz, M. H., & Kim, C.-S. (2018). A Recruitment and Human Resource Management Technique Using Blockchain Technology for Industry 4.0. *Proceedings of the Smart Cities Symposium 2018*. arXiv. https://arxiv.org/abs/1812.03237
- Osoba, O., & Kosko, B. (2019). Causal modeling with feedback fuzzy cognitive maps. Social-Behavioral Modeling for Complex Systems, 587-615. DOI:10.1002/9781119485001.ch25
- *Pant, S., Kumar, A., Ram, M., Klochkov, Y., & Sharma, H. K. (2022). Consistency indices in analytic hierarchy process: a review. Mathematics, 10(8), 1206.*
- *Pereira, I. P., Ferreira, F. A., Pereira, L. F., Govindan, K., Meidutė-Kavaliauskienė, I., & Correia, R. J. (2020). A fuzzy cognitive mapping-system dynamics approach to energy-change impacts on the sustainability of small and medium-sized enterprises. Journal of Cleaner Production, 256, DOI:10.1016/j.jclepro.2020.120154*
- PMC. (2021). The ethics of blockchain in organizations: Implications for HR operations. *PMC Open Access*. https://doi.org/10.1007/s10551-022-05058-5
- Ramachandran, R., Babu, V., & Murugesan, V. P. (2023). The role of blockchain technology in the process of decision-making in human resource management: a review and future research agenda. Business Process Management Journal, 29(1), 116-139. https://doi.org/10.1108/BPMJ-07-2022-0351
- Salah, D., Ahmed, M. H., & ElDahshan, K. (2020, April). Blockchain applications in human resources management: Opportunities and challenges. In proceedings of the 24th International Conference on Evaluation and Assessment in Software Engineering (pp. 383-389). DOI:10.1145/3383219.3383274
- Shaheen, M. (2023). Blockchain for Human Resource Management: Opportunities and Challenges. *Journal of Emerging Technologies in HR*, 11(2), 45–61. doi.org/10.1007/978-3-031-22835-3_12
- Stofkova, J., Poliakova, A., Stofkova, K. R., Malega, P., Krejnus, M., Binasova, V., & Daneshjo, N. (2022). Digital skills as a significant factor of human

resources development. *Sustainability, 14(20), 13117.* *DOI: 10.3390/su142013117*

- Suhariyanto, J., Sugiono, E., & Nurwulandari, A. (2024). Utilization Of Blockchain Technology in Human Resource Management. Jurnal Ekonomi, 13(03), 110-118. DOI: 10.54209/ekonomi.v13i03
- *Szwed, P. (2021). Classification and feature transformation with fuzzy cognitive maps. Applied Soft Computing, 105, 107271.* *https://doi.org/10.1016/j.asoc.2021.107271*
- Tahir, M., Hayat, A., Rashid, K., Afridi, M. A., & Tariq, Y. B. (2020). Human capital and economic growth in OECD countries: some new insights. *Journal of Economic and Administrative Sciences, 36(4), 367-380.* *https://doi.org/10.1108/JEAS-07-2019-0073*
- Turkanović, M., Hölbl, M., Košič, K., Heričko, M., & Kamišalić, A. (2017). EduCTX: A blockchain-based higher education credit platform. *arXiv*. Doi: 10.1109/ACCESS.2018.2789929
- Voskoglou, M. G. (2020). Application of fuzzy numbers to assessment of human skills. *Punjab University Journal of Mathematics, 50(2).* *journals/index.php/pujm/article/viewArticle/3649*
- Weiss, Y. (2015). Gary Becker on human capital. *Journal of Demographic Economics*, 81(1), 27-31. https://doi.org/10.1017/dem.2018.9
- Yi, C. S. S., Yung, E., Fong, C., & Tripathi, S. (2020). Benefits and use of blockchain technology to human resources management: a critical review. *International Journal of Human Resource Studies*, *10*(2), 131140-131140. doi.org/10.5296/ijhrs.v10i2.16932