Business Intelligence Management Studies
Vol. 12, No.47, Spring 2024; P 153-184
ims.atu.ac.ir
DOI: 10.22054/ims.2023.72916.2304

ATU PRESS

Original Research
Accepted: 26 October 2023
Revised: 14 October 2023
Received: 05 March 2023
eISSN: 2821-0816
ISSN: 2821-0964

Barriers to Blockchain Adoption in Humanitarian Logistics in an Uncertain Environment

Ali Memarpour Ghiaci — Ph.D Student, Industrial Engineering Department, Malek Ashtar University of Technology, Tehran, Iran

Morteza Abbasi * — Assistant Professor, Industrial Engineering Department, Malek Ashtar University of Technology, Tehran, Iran

Morteza Piri — Assistant Professor, Industrial Engineering Department, Malek Ashtar University of Technology, Tehran, Iran

Peyman Akhavan — Professor, Faculty of Industrial Engineering, Qom University of Technology, Qom, Iran

Abstract

In the digital age, blockchain technology is recognized as an operational innovation that is rapidly joining the field of supply chain and humanitarian logistics. Hence, blockchain technology has the potential to fundamentally change the field of humanitarian aid, but still relatively little research has been published aimed at improving understanding of the various barriers to blockchain adoption in humanitarian logistics. The aim of this research is to provide an integrated framework for evaluating the barriers to blockchain adoption in the field of humanitarian logistics. To assess the barriers, integrated approach has been applied in three phases. In the first phase of this approach, based on the literature, 10 barriers to the adoption of blockchain in humanitarian logistics are identified and evaluated using the FMEA method. In the second phase, using the opinions of experts, the weights of the three factors are calculated. Then, in the third phase and according to the outputs of the previous phases, obstacles are prioritized using the proposed Z-ARAS method. In addition to assigning different weights to the three factors considering uncertainty and reliability in barriers

* Corresponding Author: mabbasi@mut.ac.ir

How to Cite: Memarpour Ghiaci, A., Abbasi, M., Piri, M., Akhavan, P. (2024). Barriers to Blockchain Adoption in Humanitarian Logistics in an Uncertain Environment, *Journal of Business Intelligence Management Studies*, 12(47), 151-184.

is also considered in this approach through the theory of Z numbers. The proposed approach of current study was implemented in the evaluation of blockchain adoption barriers in humanitarian logistics. According to the results, the most critical barriers concern with integrating issues, risk of cyber-attacks, and technology risks. The results shown the capability and superiority of the proposed approach compared to other traditional methods such as FMEA and Fuzzy ARAS.

Introduction

In the context of the Fourth Industrial Revolution, advanced technologies are reshaping production and business models across various industries, offering new opportunities for enhanced competitiveness but also introducing challenges in terms of adoption and optimization (Wong et al., 2020; Khan et al., 2021). Notably, the convergence of advanced technology and humanitarian logistics is crucial, especially in addressing natural and man-made disasters (Ar et al., 2020; Dubey et al., 2020). This necessitates effective management and the combination of humanitarian logistics with blockchain technology, although this integration comes with multifaceted challenges (Baharmand et al., 2021).

To address these challenges, we explore the Failure Modes and Effects Analysis (FMEA) method as a systematic approach to identify and assess barriers and risks. Traditional FMEA approaches rely on subjective evaluations, which introduce uncertainty into the results. In this context, our research aims to introduce an innovative approach that addresses these limitations by integrating the ARAS method and Z-numbers theory. This approach allows for more reliable prioritization of barriers related to blockchain technology adoption in humanitarian logistics, enhancing the robustness and effectiveness of decision-making processes. In this extended abstract, we present our method and compare its outcomes with traditional approaches to prioritize barriers and risks in blockchain technology adoption within humanitarian logistics. Also, the barriers to blockchain technology adoption in humanitarian logistics and how to prioritize these barriers are among the main research questions.

2. Literature Review

Blockchain technology is gaining traction in supply chains due to its diverse applications and unique advantages. As supply chains face

increasing disruptions, blockchain technology adoption can address challenges and enhance performance (Akhavan & Philsoophian, 2022; Hald & Kinra, 2019). Blockchain structures data into interconnected blocks, ensuring the security and transparency of transactions (Akhavan & Namvar, 2021; Azizi et al., 2021). Blockchain technology is appealing for supply chains due to four main characteristics: encouraging data sharing, minimizing fraudulent transactions, ensuring data immutability, and providing asset security (Babich & Hilary, 2020; Cole, Stevenson, & Aitken, 2019; Rahimi, Akhavan, Philsofian, & Darabi, 2022).

Research on blockchain applications in humanitarian logistics primarily focuses on motivations, such as improved collaboration, transparency, trust, cost reduction, intermediary removal, and shared participation (Baharmand, Maghsoudi, et al., 2021; Seyedsayamdost & Vanderwal, 2020). However, more research is needed in this area (Sahebi, Masoomi, & Ghorbani, 2020). Existing studies have identified barriers to blockchain adoption in humanitarian supply chains, including financial constraints, senior management support, organizational readiness, technological complexity, infrastructure, technology compatibility, and regulatory issues (Baharmand & Comes, 2019).

Multi-criteria decision-making methods (MCDM) have been used to improve FMEA's performance (Ghoushchi et al., 2021; Ghoushchi et al., 2022). These approaches often combine FMEA with methods like GRA, BWM, TOPSIS, and AHP in various fuzzy environments. Such integrated methods have been proposed for barrer identification in the context of blockchain adoption (Li, Li, Sun, & Wang, 2018; Lo & Liou, 2018; Kolios, Umofia, & Shafiee, 2017; Carpitella, Certa, Izquierdo, & La Fata, 2018; Sayyadi Tooranloo & Ayatollah, 2017). Additionally, unified methods like MOORA have been applied to address specific challenges in different contexts (Jafarzadeh Ghoushchi, Memarpour Ghiaci, et al., 2022).

The literature indicates a gap in research on blockchain applications in humanitarian logistics, as most studies focus on business supply chains. Using insights from business supply chains to inform decisions in humanitarian logistics can be misleading, given their fundamental differences (Baharmand, Saeed, Comes, & Lauras, 2021). Consequently, this study aims to address these gaps by

proposing an extended FMEA approach based on MCDM methods to identify and prioritize barriers to blockchain adoption in humanitarian logistics, using Z-numbers theory.

3. Methodology

The proposed approach of this research is presented, utilizing FMEA and Z-ARAS methods for barrier assessment. The proposed approach consists of three phases. In the first phase, barriers are identified, and the values of the criteria are scored by the FMEA team using linguistic variables from Z-number theory. In the second phase, considering the differences in the importance of criteria, the weight of each criterion is determined based on expert opinions as triangular fuzzy numbers. In the third phase, based on the results of the first and second phases, barrier prioritization is performed while taking into account the criterion weights, using the Z-ARAS method. Unlike the conventional fuzzy ARAS method, the Z-ARAS method can consider uncertainty and reliability for each criterion concerning the options. In this method, after determining the decision matrix, which comprises fuzzy numbers and reliability values (Z-numbers), these values are transformed into triangular fuzzy numbers, and then the Z-ARAS method is executed.

4. Conclusion

Humanitarian logistics is a relatively new area of research. The impact of humanitarian logistics is crucial, as it saves lives and improves conditions. Research has shown that effective humanitarian logistics is a key driver for the performance of humanitarian organizations. Currently, there exists a significant gap in humanitarian logistics research, particularly in developing countries, between theoretical research and practical implementation.

The adoption of blockchain technology will play a pivotal role in the future development of humanitarian logistics. Therefore, the identification and prioritization of barriers to adopting blockchain technology in humanitarian logistics have gained increasing importance. In this study, an enhanced approach to FMEA is proposed using the Z-ARAS method. Based on the results obtained, "Integration Issues," "Cybersecurity Risks," and "Technology Risks" have been chosen as critical barriers to blockchain technology adoption in humanitarian logistics and are given priority for mitigation and

resource allocation. The use of this enhanced approach has addressed some of the limitations of the conventional FMEA method, such as not providing a complete ranking of options. While the developed FMEA approach using the Z-ARAS method is a promising and reliable method, it has limitations. This model may be complex for decision-makers, and it is expected that software tools will be developed to assist decision-makers using this enhanced approach. Additionally, the interaction and impact of barriers were not discussed in this study. Future work can analyze the interplay between barriers to identify critical barriers. Furthermore, researchers can consider multi-criteria decision-making methods like PIPRECIA, SWARA, BWM, and others to determine the importance and weights of criteria. Developing the FMEA method using multi-criteria decision-making methods such as MARCOS, EDAS, CoCoSo, and others for ranking barriers in uncertain environments, including pythagorean, q-rung, and spherical fuzzy scenarios, is also suggested for future studies. Regardless of the issue used for implementing the proposed approach in this research, this approach can be applied to identify and analyze risks and failure modes in various scenarios..

Keywords: Blockchain, Humanitarian logistics, FMEA, Multi-criteria decision-making, Z-number theory.

مقاله پژوهشی تاریخ ارسال: ۱۴۰۱/۱۲/۱۴ تاریخ بازنگری: ۱۴۰۲/۰۷/۲۲ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۸/۰۴ ISSN: 2821-0964 eISSN: 2821-0816

مطالعات مدیریت کسب و کار هوشمند
سال دوازدهم، شماره ۴۷، بهار ۱۴۰۳، ص ۱۵۳ تا ۱۸۴
ims.atu.ac.ir
DOI: 10.22054/ims.2023.72916.2304

موانع پیاده‌سازی تکنولوژی بلاک‌چین در لجستیک بشردوستانه در شرایط عدم قطعیت

علی معمارپور غیاثی — دانشجوی دکتری، گروه مهندسی صنایع، دانشکده مدیریت و مهندسی صنایع، دانشگاه صنعتی مالک اشتر، تهران، ایران

مرتضی عباسی * — استادیار، گروه مهندسی صنایع، دانشکده مدیریت و مهندسی صنایع، دانشگاه صنعتی مالک اشتر، تهران، ایران

مرتضی پیری — استادیار، گروه مهندسی صنایع، دانشکده مدیریت و مهندسی صنایع، دانشگاه صنعتی مالک اشتر، تهران، ایران

پیمان اخوان — استاد، گروه مهندسی صنایع، دانشگاه صنعتی قم، قم، ایران

چکیده

در عصر دیجیتال، فناوری بلاک‌چین به‌عنوان نوآوری عملیاتی شناخته شده است که به‌سرعت در حال پیوستن به زمینه زنجیره تأمین و لجستیک بشردوستانه است. ازاین‌رو، تکنولوژی بلاک‌چین این پتانسیل را دارد که زمینه کمک‌های بشردوستانه را به طور اساسی تغییر دهد، اما هنوز تحقیقات نسبتاً کمی با هدف بهبود درک موانع مختلف پذیرش بلاک‌چین در لجستیک بشردوستانه منتشر شده است. هدف این تحقیق ارائه یک چارچوب یکپارچه جهت ارزیابی موانع پذیرش بلاک‌چین در زمینه لجستیک بشردوستانه است. برای تجزیه‌وتحلیل موانع از رویکرد یکپارچه روش FMEA مبتنی بر Z-ARAS در سه فاز استفاده شده است. در فاز اول این رویکرد بر اساس ادبیات، ۱۰ مانع پذیرش بلاک‌چین در لجستیک بشردوستانه بر اساس روش FMEA شناسایی شده و عوامل تعیین‌کننده RPN مقداردهی می‌شوند. در فاز دوم، با بهره‌گیری از نظرات خبرگان، وزن‌های عوامل سه‌گانه محاسبه می‌شوند. سپس در فاز سوم، با توجه به خروجی‌های فازهای قبل، موانع با استفاده از روش پیشنهادی Z-ARAS با در نظر گرفتن عدم قطعیت و قابلیت اطمینان اولویت‌بندی می‌شوند. رویکرد پیشنهادی این تحقیق در ارزیابی موانع پیاده‌سازی بلاک‌چین

* نویسنده مسئول : mabbasi@mut.ac.ir

در لجستیک بشردوستانه پیاده‌سازی گردید و بر اساس نتایج، مشکلات یکپارچه‌سازی، ریسک حملات سایبری و ریسک‌های فناوری به‌عنوان موانع مهم و بحرانی شناسایی شده‌اند. نتایج حاصل از رویکرد پیشنهادی نشانگر قابلیت و برتری آن در مقایسه با سایر روش‌ها نظیر FMEA و آراس فازی بوده است.

کلیدواژه‌ها: بلاک‌چین، لجستیک بشردوستانه، FMEA، تصمیم‌گیری چند معیاره، تئوری اعداد Z.

مقدمه

انقلاب صنعتی چهارم با فناوری‌های پیشرفته‌ای معنا پیدا می‌کند که تمام مراحل تولید و مدل‌های کسب‌وکار در بسیاری از صنایع را تحت تأثیر قرار می‌دهد. این فناوری‌های نوظهور فرصت‌های جدیدی را برای کسب‌وکارها فراهم می‌کنند تا رقابت‌پذیری را افزایش دهند، اما هم‌زمان چالش‌های جدیدی برای مدیران در درک، پذیرش و اجرا پدیدار می‌شوند به‌طوری‌که فرآیندها می‌توانند بهینه‌سازی شوند تا رشد اقتصادی را افزایش دهند (Wong, Tan, Lee, Ooi, & Sohal, 2020). تحولات دیجیتال به شرکت‌ها، به‌ویژه آن‌هایی که در تولید و لجستیک فعالیت می‌کردند، کمک کرده است تا تأثیرات مثبتی به وجود آورند (Khan, Imtiaz, Parvaiz, Hussain, & Bae, 2021).

وقوع بلایای طبیعی و غیرطبیعی نشان‌دهنده اهمیت برنامه‌ریزی دقیق برای مقابله با اثرات آن است. لجستیک بشردوستانه فعالیت اولیه است و نقش حیاتی در زمان فاجعه ایفا می‌کند (Ar et al., 2020; Dubey, Gunasekaran, Bryde, Dwivedi, & Papadopoulos, 2020). افزایش احتمال وقوع و پیامدهای بلایای طبیعی و غیرطبیعی، مدیریت مؤثر عملیات بشردوستانه و زنجیره تأمین را می‌طلبد (Treiblmaier, 2021). یکی از راه‌های رسیدن به این هدف، ترکیب مفاهیم لجستیک بشردوستانه و فناوری‌های بلاک‌چین است که ممکن است در عمل موانع متعددی را ایجاد کند (Baharmand, Maghsoudi, & Coppi, 2021)؛ بنابراین، موانع پیاده‌سازی فناوری بلاک‌چین در لجستیک بشردوستانه و چگونگی اولویت‌بندی این موانع، از جمله سؤالات پژوهشی بسیار مهم است.

در این میان، روش FMEA[1] یکی از روش‌های کاربردی جهت شناسایی و ارزیابی موانع و ریسک‌ها است. روش FMEA یک رویکرد سیستماتیک بر پایه تیمی از خبرگان و پیشگیری قبل از وقوع است (Jafarzadeh Ghoushchi, Memarpour Ghiaci, Rahnamay Bonab, & Ranjbarzadeh, 2022; Jafarzadeh Ghoushchi, Shaffiee

1. Failure modes and effects analysis

FMEA ابزاری برای (Haghshenas, Memarpour Ghiaci, Guido, & Vitale, 2022). جلوگیری از موانع و یا کاهش تأثیر آن‌ها است (Ghiaci & Ghoushchi, 2023). در اغلب تحقیقاتی که از روش FMEA استفاده شده است، شناسایی ریسک‌ها و موانع بر اساس شاخص سنتی RPN[1] انجام شده است. این در حالی است که این شاخص دارای کاستی‌هایی است. به‌عنوان‌مثال، به دلیل کنشی بودن و تیمی بودن روش FMEA، میزان عوامل تعیین‌کننده RPN را اغلب نمی‌توان به‌صورت قطعی در نظر گرفت (Ghoushchi, Yousefi, & Khazaeili, 2019)؛ بنابراین، جهت دستیابی به نتایج قابل‌اطمینان در برابر نظرات خبرگان، نیاز است تا اولویت‌بندی گزینه‌ها با توجه به عدم قطعیت موجود در معیارها انجام شود (Jafarzadeh Ghoushchi, Bonab, & Ghiaci, 2023; Memarpour Ghiaci, Garg, & Jafarzadeh Ghoushchi, 2022).

هدف اصلی این پژوهش شناسایی و اولویت‌بندی موانع به‌کارگیری فناوری بلاک‌چین در لجستیک بشردوستانه با ارائه یک رویکرد جدید جهت پوشش برخی از کاستی‌های روش FMEA سنتی می‌باشد. این رویکرد بر اساس روش توسعه‌یافته FMEA مبتنی بر روش ARAS[2] ارائه می‌گردد. در این رویکرد، با به‌کارگیری تئوری اعداد Z، سعی بر آن است عدم قطعیت و قابلیت اطمینان در عوامل تعیین‌کننده RPN در نظر گرفته شود. لازم به ذکر است اولویت‌بندی موانع بر اساس امتیاز حاصل از رویکرد پیشنهادی به صورتی است که مانع با امتیاز بالاتر، در اولویت اول رسیدگی قرار خواهد گرفت. جهت ارزیابی قابلیت رویکرد پیشنهادی، اولویت‌بندی موانع پیاده‌سازی تکنولوژی بلاک‌چین در لجستیک بشردوستانه توسط شاخص حاصل از رویکرد ترکیبی Z-FMEA-ARAS انجام شده و نتایج آن در مقایسه با برخی از روش‌های سنتی ارائه شده است.

1. Risk priority number
2. Additive ratio assessment

پیشینه پژوهش

تکنولوژی بلاک‌چین و فواید آن

امروزه به‌کارگیری تکنولوژی بلاک‌چین در زنجیره تأمین شتاب بیشتری گرفته است، زیرا کاربردهای متعددی همراه با مزایای منحصربه‌فرد در زنجیره ارائه می‌کند (Akhavan & Philsoophian, 2022; Hald & Kinra, 2019). ازآنجایی‌که زنجیره‌های تأمین امروز دچار اختلالات متعددی هستند، پیاده‌سازی این فناوری نوین با چالش‌ها مقابله می‌کند و عملکرد زنجیره‌های تأمین را بهبود می‌بخشد (Ivanov & Dolgui, 2020, 2021; Waller, Van Hoek, Davletshin, & Fugate, 2019). بر اساس این تکنولوژی، بلوک‌های اطلاعاتی منفرد با هم ترکیب می‌شوند و اطلاعات در رایانه‌های همه اعضای شبکه ذخیره می‌شود. این مجموعه داده موجود در بلوک‌ها منجر به دنباله‌ای می‌شود که جزئیات تراکنش را در قالب یک زنجیره منعکس می‌کند (Akhavan & Namvar, 2021; Azizi et al., 2021).

بلاک‌چین‌ها دارای چهار ویژگی اصلی هستند که پیاده‌سازی آن‌ها را در مدیریت زنجیره تأمین جذاب می‌کند. اول، ازآنجایی‌که بلاک‌چین برای توزیع و همگام‌سازی در بین شبکه‌ها طراحی شده است، طرف‌های درگیر را تشویق می‌کند تا داده‌ها را به اشتراک بگذارند و بنابراین برای شبکه‌های تجاری مانند زنجیره تأمین ایده‌آل است. دوم، به واسطه تکنولوژی بلاک‌چین، باید بین همه طرف‌های مربوطه توافق شود که یک تراکنش معتبر است که امکان انجام تراکنش‌های نادرست یا تقلب را به حداقل می‌رساند. سوم، تغییرناپذیری داده‌ها، به این مفهوم است که تراکنش‌های توافق شده ثبت می‌شوند و تغییر نمی‌کنند. این امنیت دارایی‌ها را فراهم می‌کند، به این معنی که برای هر دارایی، می‌توان گفت که کجاست، کجا بوده است و در طول عمرش چه اتفاقی افتاده است (Babich & Hilary, 2020; Cole, Stevenson, & Aitken, 2019; Rahimi, Akhavan, Philsofian, & Darabi, 2022).

کاربردهای تکنولوژی بلاک‌چین در لجستیک بشردوستانه

تحقیقات در مورد کاربردهای بلاک‌چین در لجستیک بشردوستانه نسبتاً جدید است و عمدتاً بر محرک‌ها و موانع پذیرش بلاک‌چین در لجستیک و زنجیره تأمین بشردوستانه متمرکز شده است. ادبیات موجود اغلب با انگیزه‌هایی مانند بهبود همکاری (Baharmand, Maghsoudi, et al., 2021)، افزایش شفافیت و امنیت (Seyedsayamdost & Vanderwal, 2020)، ایجاد سطوح بالاتر اطمینان (Demir, Bilgin, Karabulut, & Doker, 2020)، حذف واسطه‌ها و افزایش هماهنگی (Khan et al., 2021)، کاهش هزینه‌ها و قابلیت ردیابی (Khadke & Parkhi, 2020) و اعمال‌نفوذ مشارکت با ارائه‌دهندگان خدمات لجستیکی شخص ثالث (Baharmand & Comes, 2019) اشاره دارد. بااین‌حال، پژوهش بیشتری بر روی این حوزه نیاز است (Sahebi, Masoomi, & Ghorbani, 2020).

موانع پیاده‌سازی بلاک‌چین در زنجیره تأمین بشردوستانه در تعدادی از مطالعات بررسی شده است (Baharmand & Comes, 2019; Khadke & Parkhi, 2020; Patil, Shardeo, Dwivedi, & Madaan, 2020; Sahebi et al., 2020). به ضعف‌های مالی، پشتیبانی مدیریت ارشد، سازگاری سازمانی، پیچیدگی فناوری، زیرساخت، سازگاری با فناوری، قانون‌گذاری به‌عنوان برخی موانع اشاره شده است (Baharmand & Comes, 2019).

موانع پیاده‌سازی تکنولوژی بلاک‌چین

با وجود فواید و قابلیت‌های فراوان تکنولوژی بلاک‌چین، موانعی جهت پیاده‌سازی این تکنولوژی وجود دارد.

۱) مسائل مقیاس‌پذیری

مشکل مقیاس‌پذیری در بلاک‌چین زمانی رخ می‌دهد که تعداد گره‌ها و تراکنش‌ها افزایش یابد. این مشکل در سیستم‌های بلاک‌چین عمومی (بیت‌کوین و اتریوم) وجود

دارد، زیرا هر گره باید یک فعالیت محاسباتی را برای اعتبارسنجی هر تراکنش ذخیره و اجرا کند. ۶۰ درصد از مدیران کسب‌وکار اظهار داشتند که در درجه اول به دلیل مسائل مقیاس‌پذیری، اجرای بلاک‌چین سخت‌تر از آن چیزی است که در ابتدا تصور می‌کردند (Gencer, 2017).

۲) پیچیدگی تأسیس

یک مطالعه برجسته پیچیدگی‌ها و هزینه‌های مربوط به ایجاد کلیدهای بلاک‌چین را به‌عنوان موانع اصلی برای پیاده‌سازی این فناوری معرفی کرده است (Schatsky, Arora, & Dongre, 2018). یک هزینه مهم راه‌اندازی برای صنایع و شرکت‌هایی که این فناوری پیاده‌سازی می‌کنند، نیاز به نیل از سیستم‌های قدیمی فناوری اطلاعات به سیستم‌های مبتنی بر بلاک‌چین است. این پذیرش می‌تواند با موانعی از جمله مشکلات یکپارچه‌سازی و برنامه‌نویسی پیچیده روبرو شود (Sahebi et al., 2020).

۳) عدم استانداردسازی

غیر متمرکزسازی، فرایندی ضروری در تکنولوژی بلاک‌چین است. ویژگی غیرمتمرکز بودن بلاک‌چین، آزادی عمل بیشتری را برای تحقق اهداف برنامه نویسان و توسعه‌دهندگان فراهم می‌کند. از طرفی، عدم استانداردسازی مانع از آن می‌شود که اعضای بلاک‌چین بتوانند به طور مؤثر ارتباط برقرار کرده و با یکدیگر همکاری کنند (Schatsky et al., 2018).

۴) مشکلات یک‌پارچه‌سازی

فرآیند پیچیده ادغام نرم‌افزار بلاک‌چین با سیستم‌های قدیمی، یکی دیگر از موانع اصلی مربوط به پیاده‌سازی تکنولوژی بلاک‌چین است. ترکیب تکنولوژی بلاک‌چین با سیستم‌های فعلی پرهزینه و زمان‌بر است (Wiatt, 2019).

۵) ریسک قراردادی

ممکن است چندین قرارداد در سطح سرویس (SLA[1]) بین گره‌های شرکت‌کننده و مدیر شبکه، علاوه بر SLA با ارائه‌دهندگان خدمات وجود داشته باشد که باید از نظر انطباق نظارت شوند. اجرای کارآمد SLA، کنترل و نظارت برای پیاده‌سازی موفقیت‌آمیز تکنولوژی بلاک‌چین مهم هستند (Sahebi et al., 2020).

۶) کمبود دانش/ آموزش کارکنان

کسب‌وکارها، در ابتدایی‌ترین مرحله، برای یافتن و حفظ کارکنانی که دانش و مهارت‌های لازم برای پیاده‌سازی مؤثر تکنولوژی بلاک‌چین را دارند، با مشکل مواجه می‌شوند. کسب‌وکارها، بدون کارکنان ماهر و با دانش، نمی‌توانند سود زیادی به واسطه پیاده‌سازی تکنولوژی بلاک‌چین کسب کنند (Bashir, 2017).

۷) ریسک‌های مبتنی بر بازار

ترس دائمی در میان کاربران بلاک‌چین از جایگزینی این فناوری با ابزارهای مدرن در زمان آینده وجود دارد. در نتیجه، کل تلاش برای راه‌اندازی بلاک‌چین به‌عنوان یک پلتفرم نوآورانه برای صنایع مختلف می‌تواند بی‌نتیجه باشد (Böhme, 2013; Böhme, Christin, Edelman, & Moore, 2015; Van Alstyne, 2014). علاوه‌براین، به دلیل دسترسی نسبتاً کم به ابزارهای مبتنی بر بلاک‌چین در بازار واقعی، کاربران بلاک‌چین با مشکل محدودیت بازار مواجه می‌شوند (Brezo & Bringas, 2012; Glaser, Zimmermann, Haferkorn, Weber, & Siering, 2014; Urquhart, 2016).

۸) ریسک‌های فناوری

بلاک‌چین‌ها از چالش‌های پیچیده فناوری رنج می‌برند، در شرایطی که نرم‌افزارهای کاربردی سنتی و سیستم‌های عامل از این مشکلات عاری هستند. یک نمونه از این مسئله

1. Service-level agreement

نصب پیچیده ارتقای نرم‌افزار توسعه‌یافته بر روی تمام رایانه‌های ماینینگ است. به‌روزرسانی‌ها می‌تواند به دلیل وجود یک اشکال در نرم‌افزار و یا وجود یک باگ در نرم‌افزار، کل بلاک‌چین را مجبور به شکاف کند (Zohar, 2015). همچنین، اگر در بلاک‌چین، برخی از اطلاعات خصوصی/عمومی، کلیدها و نشانه‌ها گم شوند، دزدیده شوند یا منقضی شوند، این بلوک‌ها قابل بازیابی نیستند (Seebacher & Maleshkova, 2018).

۹) ریسک‌های حفظ حریم خصوصی

تکنولوژی بلاک‌چین تراکنش‌ها و داده‌ها را از طریق رمزنگاری، ایمن و احراز هویت می‌کند. با افزایش و پذیرش گسترده فناوری، نقض اطلاعات مکرر شده است. اطلاعات و داده‌های کاربر اغلب ذخیره می‌شوند و مورد سوءاستفاده قرار می‌گیرند که باعث تهدید حریم خصوصی می‌شود (Krombholz, Judmayer, Gusenbauer, & Weippl, 2016).

۱۰) ریسک حملات سایبری

بلاک‌چین یکی از امن‌ترین فناوری‌ها با یکپارچگی داده‌ها و سیستم‌های غیرمتمرکز است. بااین‌حال، اشکال جدیدی از تهدیدات امنیتی همچون خطا در اعتبارسنجی حساب کاربری در حال ظهور هستند که قادر به ایجاد خسارات عظیم و جبران‌ناپذیر هستند (Gervais et al., 2016).

روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره و FMEA

به‌عنوان یک حوزه شناخته‌شده از تحقیقات، روش‌های MCDM[1] به طور گسترده توسط محققان برای بهبود عملکرد FMEA مورداستفاده قرار گرفته‌اند و به‌عنوان ابزاری ارزشمند در بهبود کاستی‌های مربوط به روش RPN مرسوم در نظر گرفته شده‌اند (Ghoushchi et al., 2021; Ghoushchi et al., 2022). ادبیات موجود اغلب با ارائه رویکردهای ترکیبی

1. Multi-criteria decision-making

مانند FMEA-GRA[1] در محیط فازی ذوزنقه‌ای (Li, Li, Sun, & Wang, 2018)، FMEA با در نظر گرفتن عدم قطعیت و معیار هزینه در روش BWM-GRA[2] (Lo & Liou, 2018)، FMEA بر پایه روش TOPSIS در محیط فازی (Kolios, Umofia, & Shafiee, 2017)، TOPSIS-AHP[3][4] (Carpitella, Certa, Izquierdo, & La Fata, 2018)، TOPSIS-FMEA در محیط فازی شهودی با استفاده از مقادیر بازه‌ای (Sayyadi Tooranloo & Ayatollah, 2017). یک رویکرد یکپارچه FMEA بر پایه روش MOORA[5] در محیط فازی کروی جهت شناسایی موانع پیاده‌سازی اقتصاد چرخشی در طراحی سیستم مدیریت پسماند پزشکی ارائه شد (Jafarzadeh Ghoushchi, Memarpour Ghiaci, et al., 2022).

شکاف تحقیقاتی

در بخش مرور ادبیات، برخی از مقالات مرتبط با کاربردها و پیاده‌سازی تکنولوژی بلاک‌چین در لجستیک بشردوستانه موردبررسی قرار گرفته است. اگرچه مقالاتی در مورد زنجیره تأمین بشردوستانه منتشر شده است، اما در واقع، تعداد کمی از تحقیقات موجود در مورد پیاده‌سازی تکنولوژی بلاک‌چین در زنجیره تأمین بشردوستانه متمرکز است. این نتیجه با یافته‌های مطالعات اخیر (Gurtu & Johny, 2019; Queiroz, Telles, & Bonilla, 2019; Wang, Han, & Beynon-Davies, 2018) که شامل مطالعات موردی در مورد قابلیت‌ها و فواید تکنولوژی بلاک‌چین در زمینه زنجیره‌های تأمین هستند، مطابقت دارد. همچنین نیاز به مطالعات جهت بررسی ارزش‌های افزوده و چالش‌های پیاده‌سازی تکنولوژی بلاک‌چین در زنجیره تأمین وجود دارد (Dubey et al., 2020).

در ادامه، بررسی ما نشان می‌دهد که در با توجه به کمبود شواهد از پروژه‌های

1. Grey relational analysis
2. Best-worst method
3. Technique for order preference by similarity to ideal solution
4. Analytic hierarchy process
5. Multi-objective optimization on the basis of ratio analysis

زمینه‌های بشردوستانه در دنیای واقعی، اغلب از تحقیقات مرتبط با زنجیره‌های تأمین تجاری برای پشتیبانی از استدلال‌ها، محرک‌ها و موانع پذیرش بلاک‌چین در زنجیره تأمین بشردوستانه استفاده می‌شود. همچنین، جهت طراحی سیستم‌های اطلاعاتی برای زنجیره تأمین بشردوستانه، از سیستم‌های اطلاعاتی توسعه‌یافته برای زنجیره تأمین تجاری استفاده می‌شود. به‌این‌ترتیب، تکیه صرف بر بینش‌های زنجیره تأمین تجاری در مورد محرک‌ها و موانع پذیرش بلاک‌چین در زنجیره تأمین بشردوستانه می‌تواند گمراه‌کننده باشد. این عمدتاً به دلیل تفاوت‌های اساسی بین زنجیره تأمین تجاری و زنجیره تأمین بشردوستانه است (Baharmand, Saeed, Comes, & Lauras, 2021). بدون شواهد، این خطر وجود دارد که سازمان‌های بشردوستانه برای استفاده از فناوری عجله کنند، آن را به روشی نادرست یا به دلایل اشتباه اجرا کنند و از نتایج ناامید شوند؛ بنابراین، هدف مطالعه حاضر پرداختن به این دو شکاف از طریق ارائه یک رویکرد توسعه‌یافته FMEA بر اساس روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره جهت شناسایی و اولویت‌بندی موانع پیاده‌سازی تکنولوژی بلاک‌چین در لجستیک بشردوستانه بر اساس تئوری اعداد Z است.

روش Z-ARAS

روش ARAS در سال ۲۰۱۰ ارائه شده است (Zavadskas & Turskis, 2010). این روش مزایای زیادی برای حل مسائل MCDM با معیارهای غیرقابل مقایسه و حتی متضاد دارد. همچنین محاسبات ریاضی ساده از مهم‌ترین مزایای این روش است. در روش ARAS اولویت‌بندی گزینه‌ها بر اساس درجه مطلوبیت تعیین می‌شود (Gheibdoust, Gilaninia, & Taleghani, 2023). در ادامه، گام‌های مربوط به روش توسعه‌یافته ARAS بر اساس تئوری اعداد Z (Z-ARAS) ارائه شده است.

گام ۱) تشکیل ماتریس تصمیم با استفاده از متغیرهای زبانی Z

با توجه به متغیرهای زبانی ارائه‌شده در جدول ۱، هریک از گزینه‌ها با توجه به معیارهای موردبررسی مقداردهی می‌شوند.

جدول ۱. تبدیل متغیرهای زبانی مربوط به اعداد Z به اعداد فازی مثلثی

متغیرهای زبانی	تابع عضویت			متغیرهای زبانی	تابع عضویت		
	l	m	u		l	m	u
VH,VH	8.54	9.49	9.49	VH,H	7.53	8.37	8.37
VH,M	6.36	7.07	7.07	VH,L	4.93	5.48	5.48
VH,VL	2.85	3.16	3.16	H,VH	6.64	8.54	9.49
H,H	5.86	7.53	8.37	H,M	4.95	6.36	7.07
H,L	3.84	4.93	5.48	H,VL	2.21	2.85	3.16
MH,VH	4.74	6.64	8.54	MH,H	4.18	5.86	7.53
MH,M	3.54	4.95	6.36	MH,L	2.74	3.84	4.93
MH,VL	1.58	2.21	2.85	M,VH	2.85	4.74	6.64
M,H	2.51	4.28	5.86	M,M	2.12	3.54	4.95
M,L	1.64	2.74	3.83	M,VL	0.95	1.58	2.21
ML,VH	0.95	2.85	4.74	ML,H	0.84	2.51	4.18

گام ۲) تشکیل ماتریس تصمیم

متغیرهای زبانی ارائه‌شده در گام قبل با استفاده از جدول ۱ به اعداد فازی مثلثی تبدیل می‌شوند. ماتریس تصمیم مجموع β به‌صورت رابطه (۱) نمایش داده می‌شود.

$$\beta = \begin{bmatrix} (x_{11}^{l}, x_{11}^{m}, x_{11}^{u}) \cdots (x_{12}^{l}, x_{12}^{m}, x_{12}^{u}) \cdots (x_{1n}^{l}, x_{1n}^{m}, \\ \cdots \quad \cdots \\ \cdots \quad \cdots \\ (x_{m1}^{l}, x_{m1}^{m}, x_{m1}^{u}) \cdots (x_{m2}^{l}, x_{m2}^{m}, x_{m2}^{u}) \cdots (x_{mn}^{l}, x_{n}^{r} \end{bmatrix} \quad (۱)$$

که در آن m تعداد گزینه‌ها، n تعداد معیارها و x_{mn} نشان‌دهنده ترجیح گزینه i ام در معیار j ام است.

گام ۳) محاسبه مقدار بهینه معیار j ام

مقدار بهینه برای هر معیار با استفاده از روابط (۲) و (۳) محاسبه می‌گردد.

برای معیارهای از جنس سود (مثبت):

$$x_{oj} = \max_i x_{ij} \qquad (۲)$$

برای معیارهای از جنس هزینه (منفی):

$$x_{oj} = \min_i x_{ij} \qquad (۳)$$

گام ۴) بی‌مقیاس کردن ماتریس تصمیم (نرمال‌سازی ماتریس تصمیم)

جهت بی مقیاس‌سازی ماتریس تصمیم از روابط (۴) و (۵) استفاده می‌شود.

برای معیارهای از جنس سود (مثبت):

$$\tilde{x}_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sum_{i=0}^{m} x_{ij}} \qquad (۴)$$

برای معیارهای از جنس هزینه (منفی):

$$\tilde{x}_{ij} = \frac{1}{x_{ij}^*}\ , \tilde{x}_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sum_{i=0}^{m} x_{ij}} \qquad (۵)$$

گام ۵) تشکیل ماتریس تصمیم موزون

در این مرحله ترجیحات و وزن ($\boldsymbol{w_j}$) هر یک از معیارها بر روی ماتریس تصمیم اعمال و ماتریس $\tilde{\boldsymbol{v}}_{\boldsymbol{ij}}$ به‌صورت رابطه (۶) نشان داده می‌شود.

$$\tilde{\boldsymbol{v}}_{\boldsymbol{ij}} = (\boldsymbol{v}_{\boldsymbol{ij}}^{\boldsymbol{l}}, \boldsymbol{v}_{\boldsymbol{ij}}^{\boldsymbol{m}}, \boldsymbol{v}_{\boldsymbol{ij}}^{\boldsymbol{u}})$$

که در آن

$$\tilde{v}_{ij} = \tilde{x}_{ij} \otimes \tilde{w}_j \qquad (۶)$$

گام ۶) محاسبه تابع بهینه

در این گام، مقدار تابع بهینگی گزینه i ام با استفاده از رابطه (۷) محاسبه می‌گردد. بالاترین مقدار $\tilde{\mathbf{S}}_\mathbf{i}$ ،و نوانه‌ترین گزینه و کمترین مقدار $\tilde{\mathbf{S}}_\mathbf{i}$ به‌عنوان بدترین گزینه انتخاب می‌شوند.

$$\tilde{\mathrm{S}}_\mathrm{i} = \sum_{i=0}^{m} \tilde{v}_{ij} \qquad (۷)$$

گام ۷) غیرفازی‌کردن مقادیر تابع بهینه

مقدار تابع بهینه برای هر گزینه از طریق رابطه (۸) به عدد قطعی تبدیل می‌شود.

$$BNP_i(s_i) = \frac{(s_i^u - s_i^l) + (s_i^m - s_i^l)}{3} + s_i^l \qquad (۸)$$

گام ۸) محاسبه درجه مطلوبیت جایگزینی گزینه i ام با گزینه بهینه

محاسبه درجه مطلوبیت جایگزینی گزینه i ام با گزینه بهینه با استفاده از رابطه (۹) محاسبه می‌گردد.

$$K_i = \frac{S_i}{S_O} \qquad (۹)$$

گام ۹) اولویت‌بندی گزینه‌ها

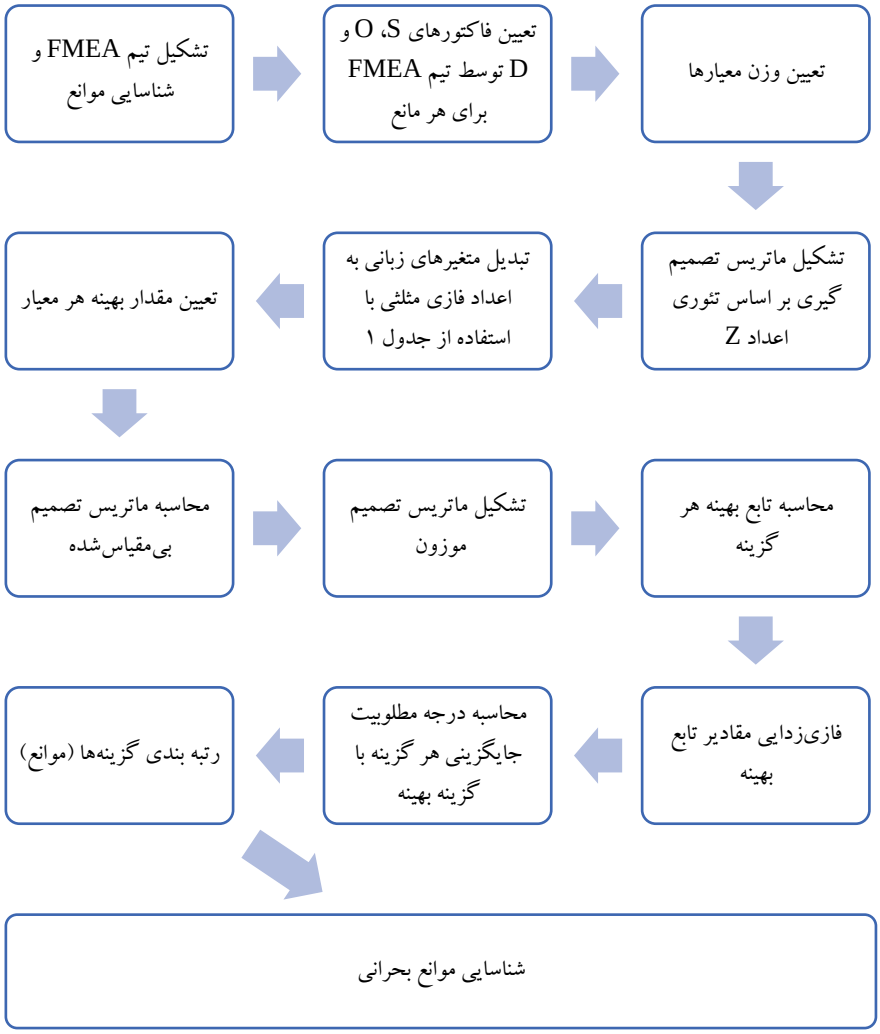
بر اساس اعداد K_i به‌دست‌آمده برای هر گزینه، رتبه‌بندی به‌صورت نزولی انجام می‌شود.

رویکرد پیشنهادی

در این بخش، رویکرد پیشنهادی این تحقیق با بهره‌گیری از روش‌های FMEA و Z-ARAS برای ارزیابی موانع ارائه شده است. رویکرد پیشنهادی در سه فاز ارائه می‌گردد. در فاز اول این رویکرد ضمن شناسایی موانع، مقادیر معیارهای سه‌گانه توسط تیم FMEA، با بهره‌گیری از متغیرهای زبانی تئوری اعداد Z (جدول ۱) امتیازدهی می‌شوند. در فاز دوم، با توجه به وجود اختلاف در میزان اهمیت معیارها، وزن هر معیار بر اساس نظر خبرگان به‌صورت اعداد فازی مثلثی تعیین می‌گردد. در فاز سوم بر اساس نتایج فاز اول و دوم، اولویت‌بندی موانع شناسایی‌شده ضمن در نظرگیری وزن معیارها، با استفاده از روش Z-ARAS انجام می‌پذیرد. این روش بر خلاف روش ARAS فازی مرسوم، علاوه بر در نظر گرفتن عدم قطعیت، توانایی در نظر گرفتن قابلیت اطمینان برای هر معیار به ازای گزینه‌ها را دارد. در این روش پس از تعیین ماتریس تصمیم که درایه‌های آن متشکل از اعداد فازی و مقادیر قابلیت اطمینان (اعداد–Z) هستند، این مقادیر با استفاده از جدول ۱ به اعداد فازی مثلثی تبدیل می‌شوند، سپس مراحل روش Z-ARAS اجرا می‌گردد. روند اجرای رویکرد

پیشنهادی در شکل ۱ نیز نمایش داده شده است.

شکل ۱. فرایند پیاده‌سازی رویکرد پیشنهادی



مطالعه موردی و تحلیل یافته‌ها

در راستای بررسی قابلیت رویکرد پیشنهادی در این تحقیق، سعی بر آن است که اولویت‌بندی موانع پیاده‌سازی تکنولوژی بلاک‌چین در لجستیک بشردوستانه با استفاده از رویکرد توسعه‌یافته صورت پذیرد. در جدول ۲ برخی از این موانع آورده شده است.

جدول ۲. موانع پیاده‌سازی تکنولوژی بلاک‌چین

عنوان مانع	نشان
مسائل مقیاس‌پذیری	B1
پیچیدگی تأسیس	B2
عدم استانداردسازی	B3
مشکلات یکپارچه‌سازی	B4
ریسک قراردادی	B5
کمبود دانش/ آموزش کارکنان	B6
ریسک‌های مبتنی بر بازار	B7
ریسک‌های فناوری	B8
ریسک‌های حفظ حریم خصوصی	B9
ریسک حملات سایبری	B10

در این بخش نتایج حاصل از پیاده‌سازی رویکرد پیشنهادی در ارزیابی موانع پیاده‌سازی تکنولوژی بلاک‌چین در لجستیک بشردوستانه بررسی می‌شود. ابتدا موانع موجود توسط تیم FMEA شناسایی گردیده و مقادیر فاکتورهای سه‌گانه (شدت (S)، وقوع (O) و احتمال کشف (D) به ازای هر مانع توسط این تیم تعیین می‌شود. تیم FMEA از سه کارشناس دارای تجربه و تخصص در زمینه‌های برنامه‌ریزی لجستیک، زنجیره تأمین بشردوستانه و فناوری بلاک‌چین تشکیل شده است. سپس با توجه به عدم قطعیت و همچنین عدم اطمینان در این فاکتورها از تئوری اعداد Z بهره گرفته می‌شود. تئوری اعداد Z علاوه بر در نظر گرفتن عدم قطعیت در معیارها، عدم قطعیت نظرات خبرگان را نیز موردتوجه قرار می‌دهد. مقادیر متغیرهای زبانی معیارهای سه‌گانه به ازای حالات خرابی با توجه به نظرات تیم FMEA در جدول ۳ ارائه شده است. سپس این مقادیر با استفاده از جدول ۱ به مقادیر فازی مثلثی تبدیل می‌شوند.

جدول ۳. مقادیر شاخص‌ها به ازای موانع در قالب متغیرهای زبانی Z

	S	O	D
B1	VH,VL	VH,VH	MH,VL
B2	MH,VL	MH,M	H,L
B3	VH,VL	VH,VH	M,L
B4	MH,VH	L,L	ML,VL
B5	H,H	H,L	MH,VH
B6	VH,VL	VH,M	M,H
B7	MH,VL	ML,VL	ML,H
B8	VH,M	H,L	MH,VL
B9	MH,VL	ML,M	ML,VH
B10	VH,VH	VH,M	VH,M

وزن هر یک از معیارها؛ شدت (S)، وقوع (O) و احتمال کشف (D) به ترتیب (۰,۶۵۰، ۰,۵۷۳، ۰,۶۳۲)، (۰,۱۶۵،۰,۱۸۶،۰,۱۷۲) و (۰,۲۰۳، ۰,۲۳۹، ۰,۱۷۶) در نظر گرفته شده است. در نتیجه ماتریس نرمال و وزن‌دارشده در جدول ۴ آمده است. در این مسئله معیارهای شدت (S) و وقوع (O) مثبت و معیار کشف (D) منفی در نظر گرفته شده است.

جدول ۴. ماتریس نرمال و وزن‌دارشده فازی

	S			O			D		
	l	m	u	l	m	u	l	m	u
B1	0.035	0.039	0.053	0.025	0.034	0.039	0.007	0.028	0.048
B2	0.019	0.027	0.048	0.010	0.018	0.026	0.004	0.013	0.020
B3	0.035	0.039	0.053	0.025	0.034	0.039	0.006	0.023	0.047
B4	0.058	0.081	0.143	0.000	0.002	0.007	0.013	0.066	0.239
B5	0.072	0.092	0.140	0.011	0.018	0.022	0.002	0.009	0.016
B6	0.035	0.039	0.053	0.018	0.026	0.029	0.004	0.015	0.031
B7	0.019	0.027	0.048	0.001	0.003	0.006	0.005	0.025	0.091
B8	0.078	0.087	0.119	0.011	0.018	0.022	0.007	0.028	0.048
B9	0.019	0.027	0.048	0.002	0.008	0.015	0.004	0.022	0.081
B10	0.105	0.116	0.159	0.018	0.026	0.029	0.003	0.009	0.012

سپس در این مرحله مقادیر S_i ، سمتیاز (K_i) و رتبه هر گزینه محاسبه شده و موانع

به‌صورت نزولی اولویت‌بندی می‌شود (جدول ۵).

جدول ۵. نتایج رویکرد پیشنهادی

	S_i (Fuzzy)			S_i (Crisp)	K_i	Rank
	l	m	u			
B1	0.067	0.102	0.140	0.103	0.005	5
B2	0.034	0.058	0.094	0.062	0.003	10
B3	0.065	0.096	0.139	0.100	0.005	6
B4	0.072	0.150	0.389	0.204	0.011	1
B5	0.086	0.120	0.179	0.128	0.007	4
B6	0.057	0.079	0.113	0.083	0.004	7
B7	0.025	0.056	0.145	0.076	0.004	8
B8	0.097	0.133	0.190	0.140	0.007	3
B9	0.026	0.057	0.143	0.075	0.004	9
B10	0.126	0.151	0.200	0.159	0.008	2

با توجه به جدول ۶ مشاهده می‌شود که بر اساس رویکرد Z-ARAS موانع B4، B10 و B8 به ترتیب در اولویت‌های اول الی سوم قرار گرفته‌اند. به بیانی دیگر این موانع به‌عنوان موانع بحرانی در نظر گرفته شده و نیازمند برنامه‌ریزی جهت اقدامات اصلاحی / پیشگیرانه می‌باشند. با توجه به این رویکرد مشاهده می‌شود که مانع B2 در اولویت آخر قرار گرفته و در حال حاضر نیازی به اقدامات اصلاحی نمی‌باشد و همچنین در جدول ۶ مشاهده می‌شود که بر اساس روش امتیازدهی RPN سنتی، مانع B10 در اولویت رسیدگی قرار گرفته است. علاوه بر این موانع B8 و B4 به طور مشترک در جایگاه چهارم و B3 و B9 به طور مشترک در جایگاه هفتم قرار گرفته‌اند؛ بنابراین، رویکرد FMEA سنتی موانع را در ۸ دسته به جای ۱۰ دسته رتبه‌بندی کرده است. این ضعف در رویکرد آراس فازی بهبود یافته اما به طور کامل برطرف نشده است، چراکه بر اساس اولویت‌بندی حاصل از این روش، B4 و B8 به طور مشترک در اولویت اول و به‌عنوان مانع بحرانی شناسایی شده است. این موضوع نشانگر کاستی و ضعف این روش‌ها است که اولویت‌بندی مبتنی بر روش‌های مرسوم به‌صورت کامل انجام نشده و تصمیم‌گیرنده را در مدیریت ریسک و برنامه‌ریزی اقدامات

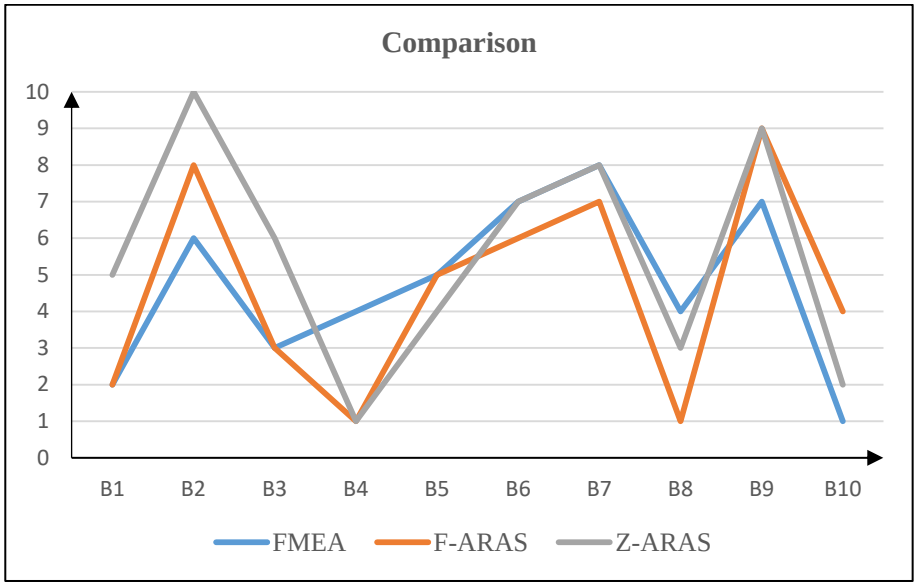
اصلاحی / پیشگیرانه دچار سردرگمی می‌نماید. با توجه به مقایسات صورت گرفته در جدول ۶ می‌توان گفت که اولویت‌بندی ناقص موانع می‌تواند ناشی از عدم تخصیص وزن‌های مختلف (با توجه به نظرات خبرگان و شرایط) به عوامل SOD و همچنین عدم در نظر گرفتن قابلیت اطمینان در کنار عدم قطعیت در مقادیر این عوامل باشد، زیرا بر اساس نتایج پیاده‌سازی رویکرد پیشنهادی، اولویت‌بندی به‌صورت کامل انجام شده است.

جدول ۶. مقایسه اولویت‌بندی حاصل از رویکرد پیشنهادی و روش‌های مرسوم

	FMEA	F-ARAS	Z-ARAS
B1	2	2	5
B2	6	8	10
B3	3	3	6
B4	4	1	1
B5	5	5	4
B6	7	6	7
B7	8	7	8
B8	4	1	3
B9	7	9	9
B10	1	4	2

شکل ۲، ضعف روش‌های مرسوم آراس فازی (F-ARAS) و امتیاز RPN سنتی در ارائه رتبه‌بندی کامل در مقایسه با رویکرد پیشنهادی این پژوهش نشان می‌دهد.

شکل ۲. مقایسه اولویت‌بندی موانع بر اساس رویکردهای آراس بر اساس تئوری اعداد Z -Z) (ARAS، آراس فازی (F-ARAS) و امتیاز RPN



با پیاده‌سازی رویکرد پیشنهادی جهت ارزیابی موانع پیاده‌سازی تکنولوژی بلاک‌چین و مقایسه نتایج حاصل از آن با روش‌های FMEA سنتی و ARAS فازی مشاهده شد که اولویت‌بندی ناشی از روش پیشنهادی با در نظر گرفتن قابلیت اطمینان و عدم قطعیت، علاوه بر غلبه بر برخی از کاستی‌های روش FMEA سنتی نظیر عدم در نظر گرفتن درجه اهمیت (وزن) متفاوت برای معیارها و عدم ارائه اولویت‌بندی کامل، به دلیل در نظر گرفتن قابلیت اطمینان به واقعیت نزدیک‌تر بوده و یک اولویت‌بندی کامل در اختیار تصمیم‌گیرنده قرار می‌دهد؛ بنابراین، لازم است تصمیم‌گیرنده برای مشکلات یکپارچه‌سازی، ریسک حملات سایبری و ریسک‌های فناوری که به‌عنوان موانع بحرانی شناسایی شده‌اند، مجموعه‌ای از اقدامات اصلاحی/ پیشگیرانه را ارائه نموده و توسط بخش‌های مربوطه اجرا نماید و سپس، ارزیابی مجدد جهت بررسی وضعیت جدید سیستم و میزان اثربخشی این اقدامات انجام پذیرد.

بحث و نتیجه‌گیری

لجستیک بشردوستانه یک زمینه تحقیقاتی نسبتاً جدید است. تأثیر لجستیک بشردوستانه حیاتی است زیرا زندگی انسان را نجات می‌دهد و باعث بهبود شرایط می‌شود. تحقیقات نشان می‌دهد که محرک کلیدی برای عملکرد سازمان‌های بشردوستانه، لجستیک بشردوستانه مؤثر است. در حال حاضر، شکاف گسترده‌ای از لجستیک بشردوستانه بین تحقیقات نظری و عمل، به‌ویژه در کشورهای درحال‌توسعه وجود دارد.

پیاده‌سازی تکنولوژی بلاک‌چین نقش کلیدی در توسعه لجستیک بشردوستانه در آینده نزدیک ایفا خواهد کرد. ازاین‌رو، شناسایی و رتبه‌بندی موانع پیاده‌سازی تکنولوژی بلاک‌چین در لجستیک بشردوستانه از اهمیت روزافزونی برخوردار است. یکی از رویکردهای شناسایی و رتبه‌بندی موانع، روش FMEA است که به دلیل تحلیل‌پذیری مناسب، جزء پرکاربردترین روش‌ها است. با وجود گستردگی کاربرد این روش، نقاط ضعف و کاستی‌های این روش منجر شده است که برخی از پژوهشگران به دنبال بهبود این روش مرسوم باشند؛ بنابراین در این پژوهش، یک رویکرد توسعه‌یافته از FMEA با استفاده از روش Z-ARAS ارائه شده است. بر اساس نتایج به‌دست‌آمده، به ترتیب، «مشکلات یکپارچه‌سازی»، «ریسک حملات سایبری» و «ریسک‌های فناوری» به‌عنوان موانع بحرانی پیاده‌سازی تکنولوژی بلاک‌چین در لجستیک بشردوستانه انتخاب شده و در اولویت رسیدگی و تخصیص منابع هستند. استفاده از روش توسعه‌یافته منجر به رفع برخی نواقص روش FMEA مرسوم مانند عدم ارائه رتبه‌بندی کامل گزینه‌ها شده است. اگرچه رویکرد توسعه‌یافته FMEA بر اساس روش Z-ARAS به‌عنوان یک رویکرد اثربخش و قابل‌اطمینان قابل‌استفاده است، اما محدودیت‌ها و کاستی‌هایی نیز دارد. این مدل ممکن است برای تصمیم‌گیرندگان پیچیده باشد، انتظار می‌رود نرم‌افزارهایی برای کمک به تصمیم‌گیرندگان با استفاده از این رویکرد ترکیبی توسعه یابد. همچنین تعامل و تأثیر موانع در این مطالعه موردبحث قرار نگرفته است. کار آینده ما می‌تواند اثرات بین موانع را برای شناسایی مانع بحرانی تجزیه‌وتحلیل کند. همچنین محققان می‌توانند از روش‌های

تصمیم‌گیری چند معیاره مانند PIPRECIA، SWARA، BWM و ... جهت اعمال میزان اهمیت و وزن معیارها استفاده کنند. توسعه روش FMEA با استفاده از روش‌های تصمیم گیری چندمعیاره مانند MARCOS، EDAS، CoCoSo و ... جهت رتبه‌بندی موانع در محیط‌های عدم قطعیت نظیر فازی فیثاغورثی، q-rung و فازی‌کروی از جمله پیشنهادهای برای مطالعات آتی می‌باشد. فارغ از مسئله استفاده‌شده برای پیاده‌سازی رویکرد پیشنهادی این پژوهش، این رویکرد در سناریوهای مختلف شناسایی و تحلیل ریسک و حالات خرابی قابل‌اجرا خواهد بود.

تعارض منافع

در این مقاله تعارض منافعی وجود ندارد.

سپاسگزاری

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

ORCID

Ali Memarpour Ghiaci **https://orcid.org/0000-0001-5370-7630**
Morteza Abbasi **https://orcid.org/0000-0002-0926-6644**
Morteza Piri **https://orcid.org/0009-0001-0117-7954**
Peyman Akhavan **http://orcid.org/0000-0001-6256-3288**

References

Akhavan, P., & Namvar, M. (2021). *The mediating role of blockchain technology in improvement of knowledge sharing for supply chain management*. Management Decision.

Akhavan, P., & Philsoophian, M. (2022). Improving of Supply Chain Collaboration and Performance by Using Block Chain Technology as a Mediating Role and Resilience as a Moderating Variable. *Journal of the Knowledge Economy*, 1-22.

Ar, I. M., Erol, I., Peker, I., Ozdemir, A. I., Medeni, T. D., & Medeni, I. T. (2020). Evaluating the feasibility of blockchain in logistics operations: A decision framework. *Expert Systems with applications*, 158, 113543.

Azizi, N., Malekzadeh, H., Akhavan, P., Haass, O., Saremi, S., & Mirjalili, S. (2021). IoT–blockchain: Harnessing the power of internet of thing and blockchain for smart supply chain. *Sensors*, 21(18), 6048.

Babich, V., & Hilary, G. (2020). OM Forum—Distributed ledgers and operations: What operations management researchers should know about blockchain technology. *Manufacturing & Service Operations Management*, 22(2), 223-240.

Baharmand, H., & Comes, T. (2019). Leveraging partnerships with logistics service providers in humanitarian supply chains by blockchain-based smart contracts. *IFAC-PapersOnLine*, 52(13), 12-17.

Baharmand, H., Maghsoudi, A., & Coppi, G. (2021). Exploring the application of blockchain to humanitarian supply chains: insights from Humanitarian Supply Blockchain pilot project. *International Journal of Operations & Production Management*.

Baharmand, H., Saeed, N., Comes, T., & Lauras, M. (2021). Developing a framework for designing humanitarian blockchain projects. *Computers in Industry*, 131, 103487.

Bashir, I. (2017*). Mastering blockchain*: Packt Publishing Ltd.

Böhme, R. (2013). *Internet protocol adoption: Learning from Bitcoin*. Paper presented at the IAB Workshop on Internet Technology Adoption and Transition (ITAT).

Böhme, R., Christin, N., Edelman, B., & Moore, T. (2015). Bitcoin: Economics, technology, and governance. *Journal of economic Perspectives*, 29(2), 213-238.

Brezo, F., & Bringas, P. G. (2012). *Issues and risks associated with cryptocurrencies* such as Bitcoin.

Carpitella, S., Certa, A., Izquierdo, J., & La Fata, C. M. (2018). A combined multi-criteria approach to support FMECA analyses: A real-world case. *Reliability Engineering & System Safety*, 169, 394-402.

Cole, R., Stevenson, M., & Aitken, J. (2019). Blockchain technology:

implications for operations and supply chain management. *Supply Chain Management: An International Journal*.

Demir, E., Bilgin, M. H., Karabulut, G., & Doker, A. C. (2020). The relationship between cryptocurrencies and COVID-19 pandemic. *Eurasian Economic Review*, 10(3), 349-360.

Dubey, R., Gunasekaran, A., Bryde, D. J., Dwivedi, Y. K., & Papadopoulos, T. (2020). Blockchain technology for enhancing swift-trust, collaboration and resilience within a humanitarian supply chain setting. *International Journal of Production Research*, 58(11), 3381-3398.

Gencer, A. E. (2017). *On scalability of blockchain technologies*. Cornell University,

Gervais, A., Karame, G. O., Wüst, K., Glykantzis, V., Ritzdorf, H., & Capkun, S. (2016). *On the security and performance of proof of work blockchains. Paper presented at the Proceedings of the 2016* ACM SIGSAC conference on computer and communications security.

Gheibdoust, H., Gilaninia, S., & Taleghani, M. (2023). Identification and Prioritization of the Factors Influencing Service Quality in the Hotel Industry by SWARA and ARAS Methods During the COVID-19 Pandemic. *Journal of Quality Assurance in Hospitality & Tourism*, 1-23.

Ghiaci, A. M., & Ghoushchi, S. J. (2023). Assessment of barriers to IoT-enabled circular economy using an extended decision-making-based FMEA model under uncertain environment. *Internet of Things*, 100719.

Ghoushchi, S. J., Bonab, S. R., Ghiaci, A. M., Haseli, G., Tomaskova, H., & Hajiaghaei-Keshteli, M. (2021). Landfill Site Selection for Medical Waste Using an Integrated SWARA-WASPAS Framework Based on Spherical Fuzzy Set. *Sustainability*, 13(24), 13950.

Ghoushchi, S. J., Jalalat, S. M., Bonab, S. R., Ghiaci, A. M., Haseli, G., & Tomaskova, H. (2022). Evaluation of wind turbine failure modes using the developed SWARA-CoCoSo methods based on the spherical fuzzy environment. *IEEE Access*, 10, 86750-86764.

Ghoushchi, S. J., Yousefi, S., & Khazaeili, M. (2019). An extended FMEA approach based on the Z-MOORA and fuzzy BWM for prioritization of failures. *Applied Soft Computing*, 81, 105505.

Glaser, F., Zimmermann, K., Haferkorn, M., Weber, M. C., & Siering, M. (2014). Bitcoin-asset or currency? revealing users' hidden intentions. *Revealing Users' Hidden Intentions* (April 15, 2014). ECIS.

Gurtu, A., & Johny, J. (2019). Potential of blockchain technology in supply chain management: a literature review. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*.

Hald, K. S., & Kinra, A. (2019). How the blockchain enables and constrains supply chain performance. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*.

Ivanov, D., & Dolgui, A. (2020). Viability of intertwined supply networks: extending the supply chain resilience angles towards survivability. A position paper motivated by COVID-19 outbreak. *International Journal of Production Research*, 58(10), 2904-2915.

Ivanov, D., & Dolgui, A. (2021). A digital supply chain twin for managing the disruption risks and resilience in the era of Industry 4.0. *Production Planning & Control*, 32(9), 775-788.

Jafarzadeh Ghoushchi, S., Bonab, S. R., & Ghiaci, A. M. (2023). A decision-making framework for COVID-19 infodemic management strategies evaluation in spherical fuzzy environment. *Stochastic environmental research and risk assessment*, 1-14.

Jafarzadeh Ghoushchi, S., Memarpour Ghiaci, A., Rahnamay Bonab, S., & Ranjbarzadeh, R. (2022). Barriers to circular economy implementation in designing of sustainable medical waste management systems using a new extended decision-making and FMEA models. *Environmental Science and Pollution Research*, 1-19.

Jafarzadeh Ghoushchi, S., Shaffiee Haghshenas, S., Memarpour Ghiaci, A., Guido, G., & Vitale, A. (2022). Road safety assessment and risks prioritization using an integrated SWARA and MARCOS approach under spherical fuzzy environment. *Neural Computing and Applications*, 1-19.

Khadke, U., & Parkhi, S. (2020). Implementation of blockchain in the humanitarian supply chainbenefits and blockades. *Psychology and Education Journal*, 57(9), 5098-5105.

Khan, M., Imtiaz, S., Parvaiz, G. S., Hussain, A., & Bae, J. (2021). Integration of internet-of-things with blockchain technology to enhance humanitarian logistics performance. *IEEE Access*, 9, 25422-25436.

Kolios, A. J., Umofia, A., & Shafiee, M. (2017). Failure mode and effects analysis using a fuzzy-TOPSIS method: a case study of subsea control module. *International Journal of Multicriteria Decision Making*, 7(1), 29-53.

Krombholz, K., Judmayer, A., Gusenbauer, M., & Weippl, E. (2016). The other side of the coin: User experiences with bitcoin security and privacy. Paper presented at the International conference on financial cryptography and data security.

Li, X., Li, H., Sun, B., & Wang, F. (2018). Assessing information security risk for an evolving smart city based on fuzzy and grey FMEA. *Journal of Intelligent & Fuzzy Systems*, 34(4), 2491-2501.

Lo, H.-W., & Liou, J. J. (2018). A novel multiple-criteria decision-making-based FMEA model for risk assessment. *Applied Soft Computing*, 73, 684-696.

Memarpour Ghiaci, A., Garg, H., & Jafarzadeh Ghoushchi, S. (2022). Improving emergency departments during COVID-19 pandemic: a simulation and MCDM approach with MARCOS methodology in an uncertain environment. *Computational and Applied Mathematics*, 41(8), 1-23.

Patil, A., Shardeo, V., Dwivedi, A., & Madaan, J. (2020). An integrated approach to model the blockchain implementation barriers in humanitarian supply chain. *Journal of Global Operations and Strategic Sourcing*.

Queiroz, M. M., Telles, R., & Bonilla, S. H. (2019). Blockchain and supply chain management integration: a systematic review of the literature. *Supply Chain Management: An International Journal*.

Rahimi, A., Akhavan, P., Philsofian, M., & Darabi, A. (2022). Investigating the Effect of using Blockchain Technology on Collaborative Interactions and Performance Improvement in the Defense Industry Supply Chain. *Journal of Industrial Management Perspective*, 12(1, Spring 2022), 109-134.

Sahebi, I. G., Masoomi, B., & Ghorbani, S. (2020). Expert oriented approach for analyzing the blockchain adoption barriers in humanitarian supply chain. *Technology in Society*, 63, 101427.

Sayyadi Tooranloo, H., & Ayatollah, A. S. (2017). Pathology the internet banking service quality using failure mode and effect analysis in interval-valued intuitionistic fuzzy environment. *International Journal of Fuzzy Systems*, 19(1), 109-123.

Schatsky, D., Arora, A., & Dongre, A. (2018). Blockchain and the five vectors of progress. Recuperado de https://www2. deloitte. com/us/en/insights/focus/signals-for-strategists/value-of-blockchain-applications-interoperability. html.

Seebacher, S., & Maleshkova, M. (2018). A model-driven approach for the description of blockchain business networks. Paper presented at the Proceedings of the 51st Hawaii international conference on system sciences.

Seyedsayamdost, E., & Vanderwal, P. (2020). From good governance to governance for good: blockchain for social impact. *Journal of International Development*, 32(6), 943-960.

Treiblmaier, H. (2021). Blockchain and crisis management. In: 2nd international conference on knowledge management, Blockchain and Economy.

Urquhart, A. (2016). The inefficiency of Bitcoin. *Economics Letters*, 148,

80-82.
Van Alstyne, M. (2014). Why Bitcoin has value. *Communications of the ACM*, 57(5), 30-32.
Waller, M. A., Van Hoek, R., Davletshin, M., & Fugate, B. (2019). *Integrating blockchain into supply chain management: a toolkit for practical implementation:* Kogan Page Publishers.
Wang, Y., Han, J. H., & Beynon-Davies, P. (2018). Understanding blockchain technology for future supply chains: a systematic literature review and research agenda. *Supply Chain Management: An International Journal*.
Wiatt, R. G. (2019). From the mainframe to the blockchain. *Strategic Finance*, 100(7), 26-35.
Wong, L.-W., Tan, G. W.-H., Lee, V.-H., Ooi, K.-B., & Sohal, A. (2020). Unearthing the determinants of Blockchain adoption in supply chain management. *International Journal of Production Research*, 58(7), 2100-2123.
Zavadskas, E. K., & Turskis, Z. (2010). A new additive ratio assessment (ARAS) method in multicriteria decision-making. *Technological and economic development of economy*, 16(2), 159-172.
Zohar, A. (2015). Bitcoin: under the hood. *Communications of the ACM*, 58(9), 104-113.

استناد به این مقاله: معمارپور غیاثی، علی.، عباسی، مرتضی.، پیری، مرتضی.، اخوان، پیمان. (۱۴۰۳). موانع پیاده‌سازی تکنولوژی بلاک‌چین در لجستیک بشردوستانه در شرایط عدم قطعیت ، *مطالعات مدیریت کسب وکار هوشمند*، ۱۲(۴۷)، ۱۵۳-۱۸۴. DOI: 10.22054/ims.2023.72916.2304

Journal of Business Intelligence Management Studies is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License..