



Assessing the Applicability of Blockchain Mechanisms to IoT Cybersecurity Indicators in the National Iranian South Oil Company (NISOC)

Arash Raeisi¹, Mehdi Sadeghzadeh^{2*} and Reza Radfar³

1. Department of Information Technology Management, Qa.C. , Islamic Azad University, Qazvin, Iran

2. Department of Computer Engineering, SR.C., Islamic Azad University, Tehran, Iran

3. Department of Technology Management, SR.C., Islamic Azad University, Tehran, Iran

Mehdi.sadeghzadeh@iaau.ac.ir

DOI: 10.22078/pr.2025.5592.3482

Received: December 13, 2024

Accepted: March 16, 2025

Introduction

Fourth Industrial Revolution technologies have extensive applications, particularly in management. "The Internet of Things is a key technology in Industry 4.0, enhancing efficiency, environmental sustainability, and security [1].

The IoT paradigm connects everything and everyone at any time and anywhere, enabling innovative applications and services [2]. Existing IoT research confirms significant advancements, with IoT applications increasingly permeating nearly every human sector [1].

The IoT is utilized in the oil and gas industry to optimize operational processes, reduce costs, and enhance productivity. For instance, IoT sensors collect real-time data on equipment status, pressure, and temperature, supporting improved decision-making. However, security challenges such as cyberattacks and system breaches have constrained its adoption [1].

Blockchain, as a decentralized and secure technology, enhances transparency and traceability in oil and gas supply chains. It can track oil and gas transfers, manage smart contracts, and improve data security. Nevertheless, blockchain adoption in this sector remains nascent, requiring further investigation [3,4].

Developed over the past decade, blockchain is a decentralized and transparent technology applied in industries like oil and gas. By enhancing security, reducing costs, and enabling traceability, it addresses

IoT challenges [5].

As an emerging information and communication technology, blockchain has gained significant attention. It is employed in diverse applications, including digital currencies, insurance, decentralized storage, and IoT across various sectors. In the oil and gas industry, blockchain has been explored for carbon trading, security, and supply chain management. However, its adoption remains limited, necessitating further research on its impact. Few studies have examined blockchain's influence in this sector [6]. Blockchain's applicability extends beyond finance to real estate, oil and gas, and education, owing to its capacity to reliably manage digital transactions and supply chains. In oil and gas, blockchain integration with supply chain and data management is particularly promising. The supply chain encompasses extraction, transportation, trading, and resource distribution. Current supply chain structures often lack transparency, traceability, flexible trading, and secure data storage—features blockchain can provide. However, investigating blockchain's security and privacy implications in oil and gas remains essential [7].

Given that the model's factors are grounded in theoretical foundations and expert interviews, which were synthesized by the researcher into novel indicators, both the factors and the resulting paradigm model can be considered valid for this study, which are clearly indicated in Table 1 and Fig. 1 below:

Table 1 List of Factors and Indicators Extracted from the Theoretical Foundations and Expert Interviews.

Factor Category	Indicators
Causal Factors	Data aggregation and storage (network)
	Credential verification and identity management
	Key management and data encryption
Contextual Factors	Financial resources
	Management
	Infrastructure services distribution
	Data confidentiality
	System stability
	Scalability
	Availability
	Transparency
Intervening Factors	Expertise
	Financial resources
	Management
	Infrastructure services distribution
	Data confidentiality
	System stability
	Scalability
Blockchain Strategies for IoT Cybersecurity	Availability
	E-health
	Creating a security layer
	Smart transportation
	Smart grids
	Using blockchain smart contracts
Outcomes in the Oil & Gas Industry	Designing Industrial IoT (IIoT) devices
	Reduction of production costs
	High storage capacity
	Smart field
	Organizational agility
	Environmental dynamics
	System security and accessibility
	User interface improvement
	Information quality (dissemination and diversity)
	Data processing speed

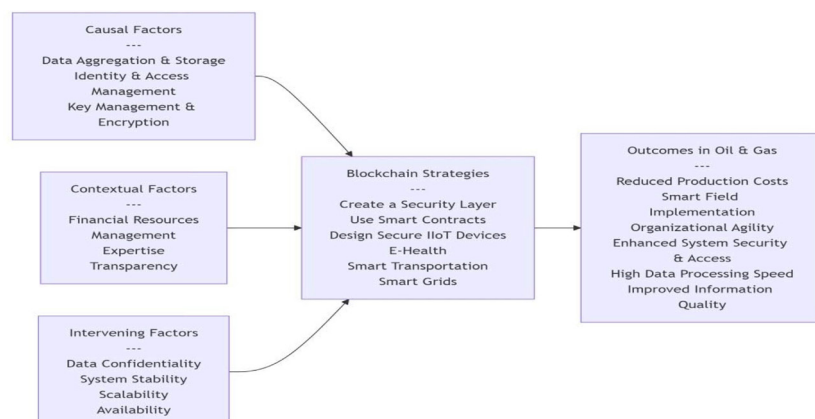


Fig. 1 A paradigm model derived from theoretical foundations and interviews.

Materials and Methods

Predicting and analyzing effects

Structural models like SEM predict the effects of independent variables on dependent variables. For instance, this study examines the effects of causal factors on blockchain mechanisms and strategies on outcomes, aiding managers in decision-making regarding technology implementation [8].

Investigating complex relationships between variables: This study investigates various variables, including causal, contextual, and intervening factors, strategies, and outcomes. Structural equation modeling (SEM) enables simultaneous analysis of complex relationships among these variables and measures each variable's impact on others [9].

Measuring Model Reliability and Validity

Statistical models like SEM assess the reliability and validity of measurement instruments (e.g., questionnaires). This ensures data reliability and the model's accuracy in explaining the studied phenomenon [9].

Model Fit Assessment

Statistical models like SEM evaluate model fit using

criteria such as GOF and HTMT. These ensure the model aligns with collected data and serves as a practical industrial tool [9].

The factor loading coefficient threshold is 0.4. In Fig. 2, shows all factor loadings exceed this value, confirming suitability. Following SmartPLS4 analysis, Cronbach's alpha and composite reliability were calculated. The second criterion, convergent validity, assesses construct-indicator correlations, presented in Table 2.

The criterion value for the suitability of factor loading coefficients is 0.4. In Fig. 2, all the factor loading coefficients of the questions are greater than 0.4, which indicates the suitability of this criterion. According to the data analysis algorithm in SmartPLS4, after measuring the factor loadings of the questions, it is time to calculate and report Cronbach's alpha coefficients and composite reliability. The second criterion for examining the fit of measurement models is convergent validity, which examines the degree of correlation between each construct and its questions (indicators). The results of this are shown in Table 2.

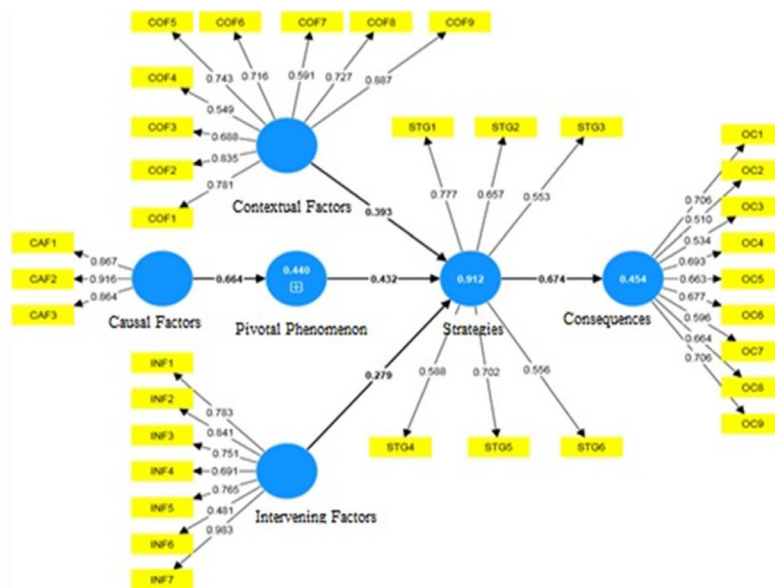


Fig.2 Structural model of the research along with factor loading coefficients.

Table 2 Results of Cronbach's alpha criterion and composite.

Hidden variables	Cronbach's alpha coefficient Alpha>(0/7)	Composite Reliability Coefficient CR>(0/7)	Average Variance Extracted AVE>(0/5)
Strategies	0/710	0/807	0/515
Contextual factors	0/889	0/910	0/534
Causal factors	0/858	0/914	0/779
Intervening Factors	0/875	0/908	0/592
Pivotal Phenomenon	0/789	0/780	0/578
Consequences	0/870	0/862	0/513

Given that the appropriate value for Cronbach's alpha and composite reliability is 0.7 and according to the findings of the above table, these criteria have adopted an appropriate value for the latent variables, it can be confirmed that the reliability of the research is appropriate. Given that the appropriate value for the average variance extracted AVE is 0.5 and according to the findings of the above table, this criterion has adopted an appropriate value for the latent

variables, it is therefore confirmed that the convergent validity of the research is appropriate. We also use the HTMT criterion to assess the divergent validity. If the HTMT value is less than 0.90, there is divergent validity among the reflective constructs [9], the results of which are presented in Table 3. According to Tables 2 and 3, the research hypotheses are confirmed as t-coefficients are greater than 1.96, so their significance is confirmed at a 95% confidence level.

Table 3 Examining the divergent validity through the HTMT criterion.

HTMT Criteria	Strategies	Contextual Factors	Causal Factors	Intervening Factors	Central Phenomenon	Consequences
Strategies	-	-	-	-	-	-
Contextual Factors	-	0/735	-	-	-	-
Causal Factors	0/853	0/572	-	-	-	-
Intervening Factors	0/651	0/583	0/636	-	-	-
Pivotal Phenomenon	0/822	0/460	0/411	0/568	-	-
Consequences	0/608	0/479	0/278	0/331	0/370	-

Results and Discussion

Structural model fit was assessed using R² coefficients for endogenous latent variables. R² values of 0.19, 0.33, and 0.67 indicate weak, moderate, and strong effects, respectively. In Fig. 2, Structural model of the research along with factor loading coefficients And Fig. 3, presents R² values for endogenous constructs, confirming structural model fit. The Goodness of Fit (GOF) criterion, with thresholds of 0.01, 0.25, and 0.36 for weak, moderate, and strong fit, was calculated as follows [9].

Communalities represent the average of latent variable communality values. A GOF value above 0.36 indicates strong model fit. This study's GOF value of 0.557 confirms good model fit. The results of this are shown in Table 4. The GOF value of 0.557 confirms strong overall model fit. Research hypotheses were tested using PLS software. Table 5 summarizes the path analysis results, detailing the factors and coefficients shown in Fig.s 2 and 3:

GOF Criterion

The GOF criterion evaluates overall model fit using the formula:

$$GOF = \sqrt{communalities \times R^2}$$

Table 4 Communality and R2 of research variables.

Latent variables	R ²	Communality
Strategies	0.912	0/512
Axis phenomenon	0.440	0/539
Consequences	0.454	0/498
Communality	R ²	GOF
0.516	0.602	0.557

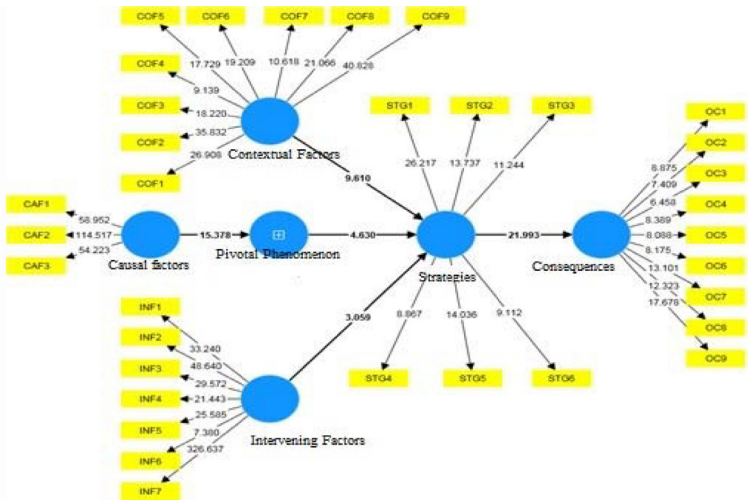


Fig. 3 Structural model of the research with significant coefficients.

Table 5 Results from the path analysis findings.

R ²	Result	Path coefficient	Significance level	Statistics T	Route	
0.440	acceptation	0.664	0.000	15.378	Pivotal phenomenon	Contextual Factors
0.12	acceptation	0.393	0.000	9.610	Strategies	Contextual factors
		acceptation	0.279	0.000	3.059	Intervening factors
		acceptation	0.432	0.000	4.630	Pivotal phenomenon
0.454	acceptation	0.674	0.000	21.993	Consequences	Strategies ^l

Conclusions

All indicators in the proposed model exhibited factor loadings above 0.4, confirming their significant influence on blockchain mechanisms. Furthermore, these results validate the indicators' adequacy in explaining blockchain performance in IoT security. A blockchain mechanism model for IoT security in NISOC's oil and gas industry was developed. The results demonstrate that causal factors, including data validation and encryption, significantly enhance blockchain mechanism performance. Contextual and environmental factors, such as financial resource management and information transparency, directly affect proposed blockchain implementation strategies. "The proposed strategies, including blockchain smart contracts and decentralized authentication mechanisms, positively impact data security and reduce operational costs in the oil and gas industry. These findings indicate that implementing these strategies can enhance information transparency and reliability in IoT-based systems."

Regarding causal factors' impact on blockchain mechanisms for IoT cybersecurity in NISOC, our findings align with Xuan et al. [10], who identified large-scale data encryption using smart technologies as a key factor.

The impact of contextual factors on blockchain mechanisms corresponds with Arab et al. [11], Vermezen and Freeze [12], Yaping et al. [13], and Kandzierski et al. [14], who emphasized IoT's role in smart environments.

Intervening (environmental) factors' influence aligns with Farahmand et al. [15] and Qian [16], who identified social, cultural, human, technological, financial, managerial, and regulatory factors affecting IoT adoption in smart business, and Natalia and Elena [17], who highlighted political and economic influences.

The pivotal phenomenon's impact on strategies resonates with Xuan et al. [18], Riesman [19], and Li [20], who emphasized extensive data sharing, cloud computing, and smart technologies in multi-layer blockchain systems, and Kohizad et al. [21], who identified technology and supply chain factors in IoT cybersecurity.

Strategies' impact on outcomes aligns with Yazdan

Panah and Hassani Ahangar [22] and Lee [23], who highlighted object interaction and information sharing as key IoT outcomes. Additionally, our results correspond with Rezai and Sohrabi [24], who demonstrated IoT's impact on organizational performance through knowledge creation. The findings also align with Kim [25] and Casado [26], who identified service quality (speed, acceptance), system security, accessibility, purchase value utility, and information quality as critical outcomes.

References

1. Dhillon, S., Mishra, N., & Shakya, D. K. (2023). Applications of IoT and Various Attacks on IoT Soft Computing: Theories and Applications: Proceedings of SoCTA 2022. doi:10.1007/978-981-19-9858-4_60
2. Malini, T. N., Lakshminarayana, K., & Srinivas, D. B. (2023). IOT Applications in Business: Exemplar Way of Making a Smart Business. *Journal of Pharmaceutical Negative Results*, 14(2), 32-53.
3. Lu, H., Huang, K., Azimi, M., & Guo, L. (2019). BlockChain technology in the oil and gas industry: A review of applications, opportunities, challenges, and risks. *Ieee Access*, 7, 41426-41444.
4. Ding, S., Li, Z., Lenwoue, A. R. K., Li, Y., Tang, C., Sun, W., & Zhang, W. (2024). Review of the research progress on the application of BlockChain technology in the oil and gas industry. *International Journal of Oil, Gas and Coal Technology*, 35(4), 386-406.
5. Munim, Z. H., Balasubramanian, S., Kouhizadeh, M., & Hossain, N. U. I. (2022). Assessing BlockChain technology adoption in the Norwegian oil and gas industry using Bayesian Best Worst Method. *Journal of Industrial Information Integration*, 28, 100346.
6. Al-Ajwad, M. N. K., Ahmad, R., & Mohammed, F. (2024). BlockChain for oil and gas industry asset management: Pioneering Industry 5.0 solutions. In *The Future of Human-Computer Integration* CRC Press, 25-38.
7. Kishnani, U., Madabhushi, S., & Das, S. (2023). BlockChain in oil and gas supply chain: a literature review from user security and privacy perspective.

- In International Symposium on Human Aspects of Information Security and Assurance (pp. 296-309). Cham: Springer Nature Switzerland.
8. Raeisi, Arash, Sadeghzadeh, Mehdi, Radfar, Reza. (1402). Presenting a model of blockchain mechanisms for cyber security of the Internet of Things in the oil and gas industry of the National Company of the South Oil Regions. *Oil Research*, 33(1402-6), 114-129. (In Persian)
 9. Henseler, J., Christian M. Ringle., Sarstedt, M.(2015) A new criterion for assessing discriminant validity in variance-based structural equation modeling, *Journal of the Academy of Marketing Science*, 43(1), 115–135.
 10. Xuan, S.; Zhang, Y.; Tang, H.; Chung, I.; Wang, W.; Yang, W. (2020) Hierarchically Authorized Transactions for Massive Internet-of-Things Data Sharing Based on Multilayer BlockChain. *Appl. Sci.* 2020, 9, 5159.
 11. Arab, Saeedreza; Ashrafzadeh, Hossein and Alidadi, Amir (2017). Internet of things: a new solution in making the world smarter, *International Computer and Information Technology Conference*. (In Persian)
 12. Vermesan, O., & Friess, P. (Eds.). (2014). *Internet of things-from research and innovation to market deployment* Aalborg, River Publishers, 2(29).
 13. Yaping, C., Xuebing, D. and Wei, S. (2014), "Influence of characteristics of the internet of things on consumer purchase intention", *Social Behavior and Personality: An International Journal*, (42)2, 321-330, doi: 10.2224/sbp.2014.42.2.321.
 14. Kendzierskyj, S., Jahankhani, H. and Ndumbe, S.I., (2019). BlockChain for Strengthening the Privacy of Healthcare Data. *International Journal of Strategic Engineering (IJoSE)*, 2(1), 14-28.
 15. Farahmand, Amir Abbas, Radfar, Reza, Pourabrahimi, Alireza, Sharifi, Mani. (1400). Factors affecting the adoption of Internet of Things technologies in smart business based on TAM. *Iranian future research*, 6(1), 151-171. (In Persian)
 16. Qian, Y., Jiang, Y., Chen, J., Zhang, Y., Song, J., Zhou, M. and Pustišek, M., (2018). Towards decentralized IoT security enhancement: A BlockChain approach. *Computers & Electrical Engineering*, 72, 266-273.
 17. Nataliia, L., & Elena, F. (2015). Internet of things as a symbolic resource of power. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 166, 521-525.
 18. Xuan, S.; Zhang, Y.; Tang, H.; Chung, I.; Wang, W.; Yang, W. (2020) Hierarchically Authorized Transactions for Massive Internet-of-Things Data Sharing Based on Multilayer BlockChain. *Appl. Sci.* 2020, 9, 5159.
 19. Reisman, R., 2019. BlockChain Serverless Public/Private Key Infrastructure for ADS-B Security, Authentication, and Privacy. In *AIAA Scitech 2019 Forum* (2203).
 20. Li, J., Wu, J. and Chen, L., (2018). Block-secure: BlockChain based scheme for secure P2P cloud storage. *Information Sciences*, 465, 219-231.
 21. Kouhizadeh, Mahtab & Saberi, Sara & Sarkis, Joseph. (2021). BlockChain technology and the sustainable supply chain: Theoretically exploring adoption barriers. *International Journal of Production Economics*. 107831. 10.1016/j.ijpe.2020.107831.
 22. Yazdan Panah Hamidreza, Hosni Ahanger Mohammadreza, Azizi Mehdi (2016) A safe and effective scheme for user authentication in wireless sensor networks based on the concept of Internet of Things. *Second National Conference on Cryptography and Computing Combinations*. (In Persian)
 23. Lee, B. and Lee, J.H., (2017). BlockChain-based secure firmware update for embedded devices in an Internet of Things environment. *The Journal of Supercomputing*, 73(3), 1152-1167.
 24. Rezaei, Sajdeh and Sohrabi, Shahla. (2018). The Impact of Internet of Things Features on Functional Experience and Purchase Intention, *4th National Conference on Management, Accounting and Economics with Emphasis on Regional and Global Marketing*. (In Persian)
 25. Kim, S. (2016), "Behavioral learning game for socio-physical IoT connections", *EURASIP Journal on Wireless Communications and Networking*, 16(1), 1- 11. doi: 10.1186/s13638-016- 0521-8.
 26. Casado-Vara, R., de la Prieta, F., Prieto, J. and Corchado, J.M., (2018), November. BlockChain framework for IoT data quality via edge computing. In *Proceedings of the 1st Workshop on BlockChain-enabled Networked Sensor Systems*, 19-24.

آزمون قابلیت تطبیق سازوکارهای بلاک‌چین با شاخص‌های امنیت سایبری اینترنت اشیاء شرکت ملی مناطق نفت‌خیز جنوب

آرش رئیسی^۱، مهدی صادق‌زاده^{۲*} و رضا رادفر^۳

۱- گروه مدیریت فن‌آوری اطلاعات، واحد قزوین، دانشگاه آزاد اسلامی، قزوین، ایران

۲- گروه کامپیوتر، دانشکده مکانیک برق و کامپیوتر، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

۳- گروه مدیریت تکنولوژی، دانشکده مدیریت و اقتصاد، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۹/۲۳ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۱۲/۲۶

چکیده

اینترنت اشیا الگوی فن‌آوری جدیدی است که هدف آن اتصال هر چیزی و هر کسی در هر زمان و هر مکان است و باعث ایجاد برنامه‌ها و خدمات نوآورانه جدید می‌شود. همچنین، بلاک‌چین به‌عنوان یک فن‌آوری گسترده، یک فن‌آوری غیرمتمرکز، شفاف و قابل ردیابی است. که در دهه گذشته به سرعت توسعه یافته است و به‌طور گسترده در بسیاری از صنایع مانند مهندسی نفت و گاز استفاده می‌شود. لذا، هدف اصلی تحقیق آزمون قابلیت تطبیق مکانیزم‌های بلاک‌چین با شاخص‌های امنیت اینترنت اشیا در شرکت ملی مناطق نفت‌خیز جنوب می‌باشد. این تحقیق از نظر هدف، کاربردی و از نظر نحوه گردآوری داده‌ها، توصیفی-پیمایشی است. جامعه آماری پژوهش شامل کلیه مدیران و کارکنان مرتبط با امنیت سایبری در صنعت نفت و گاز شرکت ملی مناطق نفت‌خیز جنوب است که حداقل دارای مدرک کارشناسی ارشد باشند. تعداد نمونه‌ها با استفاده از فرمول کوکران ۱۲۳ نفر تعیین و به‌صورت تصادفی انتخاب شدند. برای گردآوری داده‌های مربوط به متغیرها از پرسش‌نامه محقق ساخته برگرفته از رساله دکتری و مقاله رئیسی و همکاران استفاده شده که مقدار پایایی ترکیبی و پایایی آن محاسبه شده که نتایج حاکی از روایی و پایایی ابزار سنجش دارد. جهت تجزیه و تحلیل داده‌ها از روش مدل‌سازی روابط ساختاری با استفاده از نرم‌افزار Smart PLS4 استفاده شد. نتایج بیانگر آنست که همه شاخص‌ها و عوامل مؤثر بر مکانیزم‌های بلاک‌چین دارای بار عاملی مناسب می‌باشند، لذا شاخص‌ها و عوامل مؤثر بر مکانیزم‌های بلاک‌چین تایید می‌گردد. الگوی مکانیزم‌های بلاک‌چین برای امنیت اینترنت اشیا در صنعت نفت و گاز شرکت ملی مناطق نفت‌خیز جنوب ترسیم شده است. همچنین، تأثیر عوامل علی بر مکانیزم‌های بلاک‌چین و عوامل زمینه‌ای و محیطی بر راهبردها معنی‌دار شده است. علاوه‌براین، راهبردها بر پیامدها و نتایج تأثیر مثبت و معناداری دارند. در انتها، نتایج نشان داد که مدل ارائه شده دارای برازش مناسب است و می‌تواند به‌عنوان یک بسته کاربردی و جامع برای همه مدیران، به‌ویژه در صنعت نفت و گاز، پیشنهاد گردد.

کلمات کلیدی: امنیت سایبری، بلاک‌چین، اینترنت اشیا، صنعت نفت و گاز، مدل‌سازی

مقدمه

فن‌آوری‌های انقلاب صنعتی نسل چهارم کاربردهای بسیاری، به‌ویژه در حوزه مدیریت دارند. اینترنت اشیا، یکی از فن‌آوری‌های کلیدی نسل چهارم انقلاب صنعتی است که به افزایش کارایی، پایداری محیطی و امنیت کمک می‌کند [۱]. اینترنت اشیا الگوی فن‌آوری جدیدی است که هدف آن اتصال هر چیزی و هر کسی در هر زمان و هر مکان است و باعث ایجاد برنامه‌ها و خدمات نوآورانه جدید می‌شود [۲]. پژوهش‌های حوزه اینترنت اشیا که تا به امروز انجام شده است، پیشرفت عظیم در این زمینه را تأیید می‌کند. برنامه‌های کاربردی اینترنت اشیا تقریباً در هر بخش اطراف انسان‌ها وجود خود را به تدریج اثبات می‌کنند [۱]. پژوهش‌های پیشین نشان می‌دهند که اینترنت اشیا (IoT) و فن‌آوری بلاک‌چین به‌عنوان دو فن‌آوری نوظهور، نقش مهمی در تحول صنایع مختلف، از جمله صنعت نفت و گاز ایفا می‌کنند. اینترنت اشیا با اتصال دستگاه‌ها و سیستم‌ها به یکدیگر، امکان جمع‌آوری و تحلیل داده‌ها را فراهم می‌کند، درحالی‌که بلاک‌چین با ویژگی‌هایی مانند: غیرمتمرکز بودن، شفافیت و امنیت بالا، می‌تواند به بهبود مدیریت داده‌ها و افزایش امنیت سایبری کمک کند. اینترنت اشیا در صنعت نفت و گاز برای بهبود فرآیندهای عملیاتی، کاهش هزینه‌ها و افزایش بهره‌وری استفاده می‌شود. برای مثال، حسگرهای IoT می‌توانند داده‌های مربوط به وضعیت تجهیزات، فشار و دما را در لحظه جمع‌آوری کنند و به مدیران کمک کنند تا تصمیمات بهتری بگیرند. با این حال، چالش‌های امنیتی مانند: حملات سایبری و نفوذ به سیستم‌ها، استفاده از این فن‌آوری را با محدودیت‌هایی مواجه کرده است [۱]. بلاک‌چین به‌عنوان یک فن‌آوری غیرمتمرکز و امن، می‌تواند به بهبود شفافیت و قابلیت ردیابی در زنجیره تامین نفت و گاز کمک کند. برای مثال، از بلاک‌چین می‌توان برای ردیابی نقل و انتقالات نفت و گاز، مدیریت قراردادهای هوشمند و بهبود امنیت

داده‌ها استفاده کرد. با این حال، تحقیقات نشان می‌دهند که استفاده از بلاک‌چین در صنعت نفت و گاز هنوز در مراحل اولیه است و نیاز به تحقیقات بیشتری دارد [۴ و ۵]. منابع نفت و گاز همچنان نقش کلیدی در اقتصاد جهانی ایفا می‌کنند. براساس «بررسی آماری بریتیش پترولیوم از انرژی جهانی» که توسط بریتیش پترولیوم منتشر شد، نفت و گاز طبیعی ۵۷٪ از کل مصرف انرژی را تشکیل می‌دهند. علاوه‌براین، مصرف جهانی نفت ۰/۸ افزایش یافته است که از رشد متوسط ۱/۲٪ برای سه سال متوالی فراتر رفته است، درحالی‌که مصرف گاز طبیعی با افزایش ۹۶ بیلیون متر مکعب افزایش یافته و به سریع‌ترین نرخ رشد رسیده است. بر طبق نسخه ۲۰۱۹ چشم‌انداز انرژی بریتیش پترولیوم اگرچه جهان به‌شدت توسعه انرژی جدید را ترویج می‌کند، نفت و گاز هنوز نیمی از انرژی جهان را اشغال خواهد کرد. علاوه‌براین، در این گزارش همچنین اشاره شده است که با گسترش مداوم تجارت گاز طبیعی مایع، ۱۵٪ از کل تقاضای گاز طبیعی را شامل می‌شود. بنابراین، نفت و گاز طبیعی در ۲۰ الی ۳۰ سال آینده به تسلط بر بازار جهانی انرژی ادامه خواهند داد [۳]. فن‌آوری بلاک‌چین، به‌مدت بیشتر از ۱۰ سال است که توسعه پیدا کرده و در صنایع مختلف، تبدیل به یک روند گشته است. با گرایش تدریجی صنعت نفت و گاز، به‌سمت دیجیتال‌سازی و هوشمندسازی، بسیاری از شرکت‌های نفت و گاز، در دو سال اخیر بر فعالیت بلاک‌چین تمرکز کرده‌اند چرا که به‌طور قابل توجهی می‌تواند سطح مدیریت، بهره‌وری و امنیت داده صنعت نفت و گاز را بهبود ببخشد [۴]. این مقاله تلاش می‌کند تا به افراد بیشتری در صنعت نفت و گاز، درک لازم درباره بلاک‌چین را بدهد و تفکرات بیشتری درباره نحوه اعمال فن‌آوری بلاک‌چین را در صنعت نفت و گاز ایجاد نماید. بلاک‌چین، یک فن‌آوری غیرمتمرکز و شفاف است که در دهه گذشته توسعه یافته و در صنایعی مانند نفت و گاز به‌کار گرفته شده است.

زنجیره تامین شامل چندین عملیات است: استخراج، حمل و نقل، تجارت و توزیع منابع. متأسفانه، ساختار زنجیره تامین کنونی ویژگی‌های حیاتی مانند شفافیت، قابلیت ردیابی، تجارت انعطاف‌پذیر و ذخیره‌سازی امن داده‌ها را از دست می‌دهد که همه آن‌ها را بلاک‌چین می‌تواند فراهم کند. با این وجود، بررسی امنیت و حریم خصوصی بلاک‌چین در صنعت نفت و گاز ضروری است [۶]. لذا، شکاف‌های اصلی و نوآوری در انجام این تحقیق، به صورت زیر می‌باشند:

(۱) در حال حاضر اروپا و آسیا سریع‌ترین نرخ توسعه کاربرد بلاک‌چین، در صنعت نفت و گاز را داشته‌اند اما هنوز هم تعداد کمی از پروژه بلاک‌چین نفت و گاز، در فاز عملیاتی یا آزمایش، در ایران مشاهده می‌شود.

(۲) امروزه درک از بلاک‌چین، در صنعت نفت و گاز در ایران، به‌اندازه کافی وجود ندارد و کاربردهای آن هنوز هم در مرحله آزمایشی است و سرمایه‌گذاری بر روی آن کافی نیست.

(۳) بلاک‌چین می‌تواند فرصت‌های فراوانی، برای صنعت نفت و گاز داشته باشد (همانند کاهش هزینه‌های تراکنش و بهبود بخشی شفافیت و بهره‌وری). با این وجود از آن جایی که هنوز در مراحل اول کاربرد آن هستیم، چالش‌های زیادی در این زمینه وجود دارد (عمدتاً از لحاظ فن‌آوری، مقررات و دگرگونی سیستم‌ها) که با توسعه بلاک‌چین در صنعت نفت و گاز، و آزمون الگوی سازوکارهای بلاک‌چین برای امنیت سایبری اینترنت اشیا در صنعت نفت و گاز این شکاف‌ها تا حدود زیادی برطرف خواهد شد.

مبانی نظری

اینترنت اشیا، شبکه‌ای ارتباطی است که در آن اشیای فیزیکی از طریق کد یا آدرس به اینترنت یا سایر دستگاه‌ها و سیستم‌هایی که دارای اینترنت هستند، متصل می‌شوند [۹].

این فن‌آوری با افزایش امنیت، کاهش هزینه‌ها و قابلیت ردیابی، می‌تواند راهکاری برای حل چالش‌های اینترنت اشیا باشد [۶]. طبق بررسی جهانی بلاک‌چین دیلویت ۶۱٪ از پاسخ‌دهندگان در صنعت نفت و گاز معتقدند که «بلاک‌چین فقط یک بانک اطلاعاتی پولی و یک سرویس خدمات مالی است» و تنها ۱۵٪ از پاسخ‌دهندگان از بلاک‌چین استفاده کرده‌اند. بلاک‌چین به‌مدت ده سال توسعه یافته است، اما صنعت نفت و گاز تنها در دو سال گذشته شروع به پیاده‌سازی و اکتشاف کرده است و این نشان می‌دهد که درک فعلی از فن‌آوری بلاک‌چین در صنعت نفت و گاز هنوز در مراحل ابتدایی است. بنابراین انگیزه این است که این امکان را به‌وجود آورد که افراد بیشتری در صنعت نفت و گاز بتوانند بلاک‌چین و فواید و مناسبت‌های قابل استفاده از بلاک‌چین را درک و توسعه فن‌آوری بلاک‌چین را در صنعت نفت و گاز تقویت کنند [۷].

بلاک‌چین یک فن‌آوری اطلاعات و ارتباطات است که اخیراً توجه زیادی را به‌خود جلب کرده است. در بسیاری از کاربردها مانند ارزهای دیجیتال، بیمه، ذخیره‌سازی غیرمتمرکز و اینترنت اشیا در صنایع مختلف استفاده می‌شود. در روش‌های پیش‌بینی متعدد در صنعت نفت و گاز، به‌عنوان مثال، تجارت کربن، امنیت و مدیریت زنجیره تامین اتخاذ شده است. با این حال، استفاده از بلاک‌چین در نفت و گاز هنوز نادر است و نیاز به تحقیقات بیشتری برای بررسی تاثیر این فن‌آوری در بخش نفت و گاز دارد. مطالعات محدودی در بخش نفت و گاز در مورد تاثیر استفاده از فن‌آوری بلاک‌چین وجود دارد [۸].

نفوذ بلاک‌چین فراتر از امور مالی است و بر بخش‌های مختلفی مانند املاک، نفت و گاز و آموزش تاثیر می‌گذارد. این دسترسی گسترده از توانایی ذاتی بلاک‌چین برای مدیریت قابل اعتماد تراکنش‌های دیجیتال و زنجیره‌های تامین ناشی می‌شود. در بخش نفت و گاز، ادغام بلاک‌چین با مدیریت زنجیره تامین و مدیریت داده‌ها راه و روش قابل توجهی است.

اینترنت اشیا به‌عنوان یک الگوی فن‌آورانه در ارتباطات بی‌سیم به سرعت توسعه یافته است [۱۰]. سرعت رشد زمینه‌های علمی و عملی اینترنت اشیا، بلوغ این فن‌آوری را نشان می‌دهد [۱۱]. به‌عنوان یکی از داغ‌ترین فن‌آوری‌های جهان، اینترنت اشیا در حیطه‌های متنوع و مختلفی مورد استفاده قرار می‌گیرد. بنابراین، با توجه به مزایای این فن‌آوری، استفاده از آن در صنعت و در زمینه توسعه فن‌آوری اطلاعات، رویه‌ای اجتناب‌ناپذیر است [۱۲]. اینترنت اشیا پنج فن‌آوری اصلی و کلیدی دارد که شامل شناسایی فرکانس رادیویی، پردازش ابری، میان‌افزار، شبکه‌های حسگر بی‌سیم و برنامه‌های کاربردی اینترنت اشیا می‌باشد [۱۳]. در این میان، دو ستون اصلی برای فعال‌سازی اینترنت اشیا، فن‌آوری شناسایی فرکانس رادیویی و شبکه‌های حسگر بی‌سیم هستند [۱۴]. با پیوند دادن اشیا به فن‌آوری اطلاعات از طریق دستگاه‌های هوشمند، می‌توان کل فرآیند زنجیره تامین از عرضه تا تولید و توزیع را بهینه کرد و کل چرخه عمر محصول را کنترل نمود. با برچسب‌گذاری اقلام، می‌توان اطلاعات بیشتری در مورد وضعیت کارگاه و محل استقرار ماشین آلات تولیدی به‌دست آورد [۱۵]. اینترنت اشیا، به شدت در برابر انواع حملات آسیب‌پذیر است علاوه‌براین، اکثر دستگاه‌های موجود در شبکه اینترنت اشیا، از نظر قابلیت‌های منابع محاسباتی، ذخیره‌سازی و انرژی محدود هستند. مسائل امنیتی، مهم‌ترین مانع برای توسعه این محیط‌ها محسوب می‌شوند. یکی از مسائل امنیتی، احراز هویت موجودیت‌های مختلف در اینترنت اشیا می‌باشد. از جمله شرایطی که نیازمندی‌های امنیتی در آنها می‌تواند متفاوت باشد، مانند استفاده از RFID، شبکه‌های حسگر، سامانه‌های بی‌سیم، شبکه‌های پوششی و قراردادهای امنیتی مورد استفاده است [۱۶]. دینگ و همکاران در تحقیقی تحت عنوان بررسی پیشرفت تحقیقات در زمینه کاربرد فن‌آوری بلاک‌چین در صنعت نفت و گاز بیان کردند که بلاک‌چین به‌عنوان یک

فن‌آوری گسترده، یک فن‌آوری غیرمتمرکز، شفاف و قابل ردیابی است [۵]. ال‌اجود و همکاران در کتابی تحت عنوان بلاک‌چین برای مدیریت دارایی صنعت نفت و گاز بیان کردند که بلاک‌چین یک فن‌آوری اطلاعات و ارتباطات است که اخیراً توجه زیادی را به خود جلب کرده است. و مدلی مبتنی بر قابلیت حیات برای ارزیابی پذیرش فن‌آوری بلاک‌چین در مدیریت دارایی در اکوسیستم‌های نفت و گاز پیشنهاد شده است [۸]. کیشنانی و همکاران در تحقیقی تحت عنوان بلاک‌چین در زنجیره تامین نفت و گاز: مروری بر ادبیات از دیدگاه امنیت و حریم خصوصی کاربر بیان کردند که نفوذ بلاک‌چین فراتر از امور مالی است و بر بخش‌های مختلفی مانند املاک، نفت و گاز و آموزش تاثیر می‌گذارد [۷]. منیم و همکاران در تحقیقی تحت عنوان ارزیابی پذیرش فن‌آوری بلاک‌چین در صنعت نفت و گاز نیروژ با استفاده از بهترین و بدترین روش بیزی بیان کردند که سه زیرمعیار که عبارت‌اند از عدم تخصص در مورد فن‌آوری، عدم همکاری شریک زنجیره تامین و کاهش هزینه عملیات، بیشترین تاثیر را بر فرآیند پذیرش دارند [۶]. لو و همکاران در تحقیقی تحت عنوان فن‌آوری بلاک‌چین در صنعت نفت و گاز: مروری بر کاربردها، فرصت‌ها، چالش‌ها و احتمال ضرر و زیان‌ها بیان کردند که بلاک‌چین می‌تواند فرصت‌های فراوانی، برای صنعت نفت و گاز داشته باشد (همانند کاهش هزینه‌های تراکنش و بهبود بخشی شفافیت و بهره‌وری). با این وجود، چالش‌های زیادی در این زمینه وجود دارد (عمدتاً از لحاظ فن‌آوری، مقررات و دگرگونی سیستم‌ها) توسعه بلاک‌چین، در صنعت نفت و گاز، به سمت معماری بلاک‌چین ترکیبی (بهترین ویژگی‌های عمومی و خصوصی)، ترکیب چند فن‌آوری، کراس‌چین (زنجیره متقابل)، مکانیزم‌های اجماع ترکیبی و متخصصان میان رشته‌ای حرکت خواهد کرد [۴].

سبزواری و امیر سلیمانی در تحقیقی تحت عنوان ارائه روش مسیریابی در اینترنت اشیا برای توزیع

الگوی دربردارنده شش معیار فراگیر (ویژگی‌های سخت‌افزاری، امکانات نرم‌افزاری، زیرساخت‌های شبکه‌ای و مخابراتی، استانداردهای لازم، مسائل امنیتی، و ویژگی‌های منابع انسانی) و ۸۳ شاخص برای کاربست اینترنت اشیا می‌باشد [۱۹]. با توجه به ذکر این نکته لازم است که همه عوامل به کار رفته در طراحی مدل از مبانی نظری و مصاحبه با خبرگان استخراج گردیده که توسط محقق، در قالب عوامل و شاخص‌های جدید بازآرایی شده‌اند **جدول ۱**. بنابراین عوامل و بعد از آن مدل پارادایمی به‌دست آمده زیر را می‌توان برای این تحقیق در نظر گرفت **شکل ۱**:

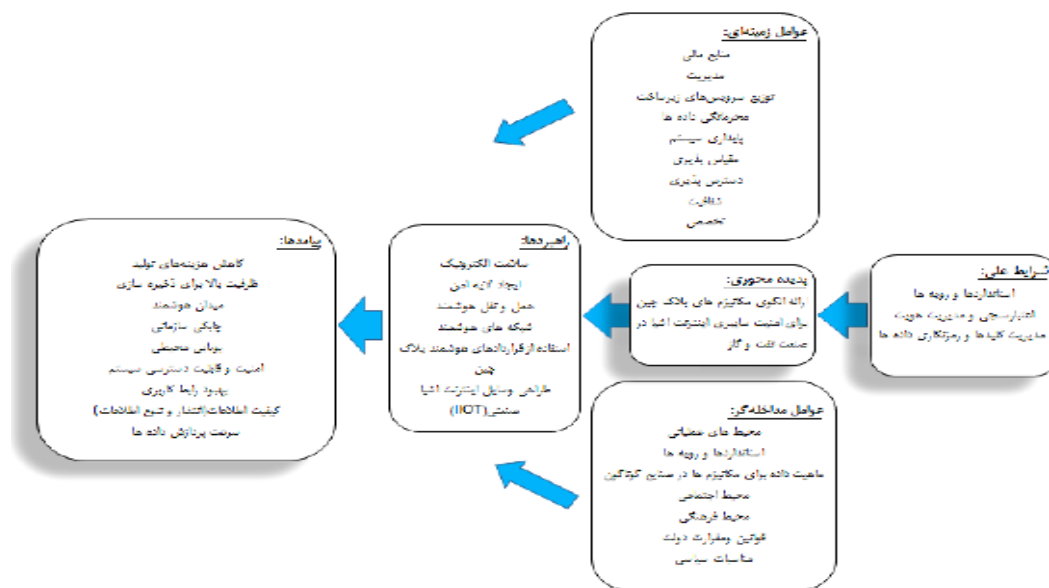
روش تحقیق

این تحقیق از نظر هدف، از نوع کاربردی است و بر حسب نحوه گردآوری داده‌ها از نوع توصیفی‌پیمایشی می‌باشد. روش گردآوری داده‌ها در این پژوهش روش کمی است. داده‌های کمی با استفاده از پرسشنامه استاندارد محقق ساخته گردآوری شده‌اند. جامعه آماری پژوهش حاضر، کلیه مدیران و کارکنان مرتبط با امنیت سایبری در صنعت نفت و گاز شرکت ملی مناطق نفت‌خیز جنوب انتخاب شدند که حداقل دارای مدرک کارشناسی ارشد باشند. تعداد نمونه‌ها با بهره‌گیری از فرمول کوکران به تعداد ۱۲۳ نفر، تعیین گردید. لازم به ذکر است که در هر طبقه، پخش پرسشنامه به‌صورت تصادفی در دسترس بوده است. برای گردآوری داده‌های مربوط به متغیرها از پرسشنامه محقق ساخته برگرفته از رساله دکتری و مقاله رئیسی و همکاران [۲۰] استفاده شده است. در این پژوهش به‌منظور تعیین ضریب قابلیت اعتماد از روش ضریب آلفای کرونباخ استفاده شد. مقدار پایایی ترکیبی و پایایی هر یک از مؤلفه‌های تحقیق محاسبه شد که نتایج حاکی از پایایی ابزار سنجش دارد. همچنین روایی واگرا و همگرایی پرسشنامه نیز به‌دست آمده که نتایج حاکی از روایی مناسب پرسش‌نامه می‌باشد.

بار بهتر با استفاده از الگوریتم بهینه‌سازی گرگ خاکستری بهبودیافته بیان کردند که الگوریتم‌های بهینه‌سازی ازدحام ذرات، بهینه‌سازی گرگ خاکستری، زنبورعسل مصنوعی و کرم شب تاب مقایسه شد در پارامترهای تأخیر انتها به انتها، همگرایی، مصرف انرژی نسبت به سایر روش‌ها عملکرد بهتری را نشان داد. می‌توان نتیجه گرفت که تعادل بار بهتری روی شبکه صورت گرفته است [۱۶]. احمدی و قدیری در تحقیقی تحت عنوان فرصت‌ها و احتمال ضرر و زیان‌های ناشی از فن‌آوری‌های مبتنی بر اینترنت اشیا در مدل‌های کسب‌وکار چرخشی بیان کردند که فن‌آوری اینترنت اشیا نقش مهمی در این دسته مدل‌های کسب‌وکار به ترتیب از طریق قابلیت‌های رهگیری، نظارت و بهینه‌سازی ایفا می‌کند [۱۷]. آبادی و همکاران در تحقیقی تحت عنوان مدیریت هوشمند زنجیره تامین تحت فن‌آوری اینترنت اشیا با رویکرد نقشه شناختی فازی بیان کردند که ارتباط میان کلیه شاخص‌ها همسو و مثبت است. شاخص مدیریت هوشمند اطلاعات به‌عنوان مهم‌ترین شاخص به‌دست آمده است؛ زیرا بر همه شاخص‌های دیگر تأثیرگذار است. سه شاخص مدیریت هوشمند مشتریان، مدیریت هوشمند فروش و بازاریابی و مدیریت هوشمند عملیات در رتبه‌ی دوم تأثیرگذاری هستند [۱۸]. محمدی و همکاران در تحقیقی تحت عنوان مدل‌سازی و تحلیل سناریو عوامل پذیرش اینترنت اشیا در زنجیره‌ی تامین کسب‌وکارهای ایران بیان کردند که تغییر سیاست‌های جذب و استخدام به‌منظور شناسایی افراد شایسته و همچنین بهره‌گیری از ابزار آموزش ضمن خدمت و داشتن نقشه راه فن‌آوری، از مهم‌ترین راهبردهای پذیرش اینترنت اشیا در زنجیره تامین به‌منظور ارتقای تخصص و آمادگی سازمانی است [۱۵]. رزمی شندی و همکاران در تحقیقی تحت عنوان ارائه الگوی مفهومی به‌کارگیری اینترنت اشیا در خدمات نوین بیان کردند که

جدول ۱ عوامل و شاخص‌های مستخرج از مبانی نظری و مصاحبه [۲۰].

عوامل	شاخص‌ها
عوامل علی	تجمیع و ذخیره‌سازی داده‌ها (شبکه)
	اعتبارسنجی و مدیریت هویت
	مدیریت کلیدها و رمزنگاری داده‌ها
عوامل زمینه‌ای	منابع مالی
	مدیریت
	توزیع سرویس‌های زیرساخت
	محرمانگی داده‌ها
	پایداری سیستم
	مقیاس‌پذیری
	دسترس‌پذیری
	شفافیت
	تخصص
	منابع مالی
عوامل مداخله‌گر	مدیریت
	توزیع سرویس‌های زیرساخت
	محرمانگی داده‌ها
	پایداری سیستم
	مقیاس‌پذیری
	دسترس‌پذیری
	سلامت الکترونیک
	ایجاد لایه امن
	حمل و نقل هوشمند
	شبکه‌های هوشمند
راهبردهای بلک چین برای امنیت سایبری اینترنت اشیا	استفاده از قراردادهای هوشمند بلاک چین
	طراحی وسایل اینترنت اشیا صنعتی (IIOT)
	کاهش هزینه‌های تولید
	ظرفیت بالا برای ذخیره‌سازی
	میدان هوشمند
	چابکی سازمانی
	پویایی محیطی
	امنیت و قابلیت دسترسی سیستم
	بهبود رابط کاربری
	کیفیت اطلاعات (انتشار و تنوع اطلاعات)
پیامدهای آن در صنعت نفت و گاز شرکت ملی مناطق نفت خیز جنوب	سرعت پردازش داده‌ها



شکل ۱ مدل پارادایمی مستخرج از مبانی نظری و مصاحبه [۲۰]

ضریب آلفای کرونباخ^۲

این ضریب نشان دهنده میزان هماهنگی بین سوالات پرسشنامه است. مقدار آلفای کرونباخ بین ۰ تا ۱ است و هرچه به ۱ نزدیک تر باشد، نشان دهنده پایایی بالاتر ابزار اندازه گیری است. در این تحقیق، مقدار آلفای کرونباخ برای همه متغیرها بیشتر از ۰/۷ بوده است که نشان دهنده پایایی مناسب ابزار است.

پایایی ترکیبی^۳

این معیار نیز برای سنجش پایایی استفاده می شود و مشابه آلفای کرونباخ است، اما برای مدل های روابط ساختاری (SEM) مناسب تر است. در این تحقیق، پایایی ترکیبی نیز برای همه متغیرها بیشتر از ۰/۷ بوده است که نشان دهنده پایایی مناسب است.

روایی^۴

روایی به این معنا است که آیا ابزار اندازه گیری واقعاً آن چیزی را که ادعا می کند، اندازه گیری می کند یا خیر. در این تحقیق، از دو نوع روایی استفاده شده است:

به همین ترتیب، روابط علی بین متغیرها با استفاده از روش مدل سازی روابط ساختاری با استفاده از نرم افزار Smart PLS4 استفاده شده. برخلاف مدل یابی روابط ساختاری مبتنی بر واریانس که میزان برازش مدل مفروض را ارزیابی می کند و در نتیجه برآورد مدل در جهت تبیین، آزمون و تأیید نظریه ها است، روش PLS پیش بینی مدار بوده و به عنوان روش تبیین نظریه می تواند به کار رود.

نتایج و بحث

جهت بررسی برازش مدل، از برازش مدل اندازه گیری، برازش مدل ساختاری و برازش کلی مدل استفاده می کنیم. به منظور بررسی پایایی مدل اندازه گیری تحقیق، به بررسی ضرایب بارهای عاملی، ضرایب آلفای کرونباخ و پایایی ترکیبی می پردازیم.

در ادامه به توضیح هر یک از این معیارها می پردازیم:

پایایی^۱

پایایی به این معنا است که آیا ابزار اندازه گیری (مانند پرسشنامه) به طور مداوم و پایا نتایج یکسانی را تولید می کند یا خیر. در این تحقیق، از دو معیار برای سنجش پایایی استفاده شده است:

1. Reliability
2. Cronbach's Alpha
3. Composite Reliability
4. Validity

روایی همگرا^۱

این نوع روایی نشان‌دهنده این است که آیا سوالات مربوط به یک سازه (متغیر پنهان) به‌طور مناسبی آن سازه را اندازه‌گیری می‌کنند یا خیر. برای سنجش روایی همگرا از معیار میانگین واریانس استخراج شده (AVE) استفاده شده است. مقدار AVE باید بیشتر از ۰/۵ باشد تا روایی همگرا تأیید شود. در این تحقیق، مقدار AVE برای همه متغیرها بیشتر از ۰/۵ بوده است که نشان‌دهنده روایی همگرای مناسب است.

روایی واگرا^۲

این نوع روایی نشان‌دهنده این است که آیا سازه‌های مختلف در مدل به اندازه کافی از یکدیگر متمایز هستند یا خیر. برای سنجش روایی واگرا از معیار HTMT استفاده شده است. مقدار HTMT باید کمتر از ۰/۹ باشد تا روایی واگرا تأیید شود. در این تحقیق، مقدار HTMT برای همه متغیرها کمتر از ۰/۹ بوده است که نشان‌دهنده روایی واگرای مناسب است.

برازش مدل^۳

برازش مدل نشان‌دهنده این است که آیا مدل ارائه شده با داده‌های جمع‌آوری شده تطابق دارد یا خیر. در این تحقیق، از چندین معیار برای سنجش برازش مدل استفاده شده است:

ضریب تعیین (R^2):

این ضریب نشان‌دهنده میزان واریانس متغیر وابسته است که توسط متغیرهای مستقل توضیح داده می‌شود. مقدار R^2 بین ۰ تا ۱ است و هرچه به ۱ نزدیک‌تر باشد، نشان‌دهنده قدرت پیش‌بینی بهتر مدل است. در این تحقیق، مقدار R^2 برای متغیرهای وابسته (مانند راهبردها و پیامدها) بیشتر از ۰/۴ بوده است که نشان‌دهنده برازش مناسب مدل است. استفاده از مدل‌های آماری و ساختاری در این پژوهش به دلایل زیر ضروری است:

بررسی روابط پیچیده بین متغیرها

در این پژوهش، متغیرهای مختلفی مانند: عوامل علی، عوامل زمینه‌ای، راهبردها و پیامدها مورد بررسی قرار گرفته‌اند. مدل‌سازی روابط ساختاری (SEM) به محققان اجازه می‌دهد تا روابط پیچیده بین این متغیرها را به‌طور هم‌زمان بررسی کنند و تاثیر هر متغیر بر دیگری را اندازه‌گیری کنند [۲۱].

سنجش پایایی و روایی مدل:

استفاده از مدل‌های آماری مانند SEM به محققان کمک می‌کند تا پایایی و روایی ابزار اندازه‌گیری (پرسشنامه) را بررسی کنند. این امر اطمینان می‌دهد که داده‌های جمع‌آوری شده قابل اعتماد هستند و مدل ارائه شده می‌تواند به درستی پدیده مورد مطالعه را توضیح دهد [۲۱].

پیش‌بینی و تحلیل تاثیرات:

مدل‌های ساختاری مانند SEM به محققان اجازه می‌دهند تا تاثیر متغیرهای مستقل بر متغیرهای وابسته را پیش‌بینی کنند. برای مثال، در این پژوهش، تاثیر عوامل علی بر مکانیزم‌های بلاک‌چین و تاثیر راهبردها بر پیامدها بررسی شده است. این تحلیل‌ها به مدیران کمک می‌کند تا تصمیمات بهتری در زمینه اجرای فن‌آوری‌های نوین بگیرند [۲۰].

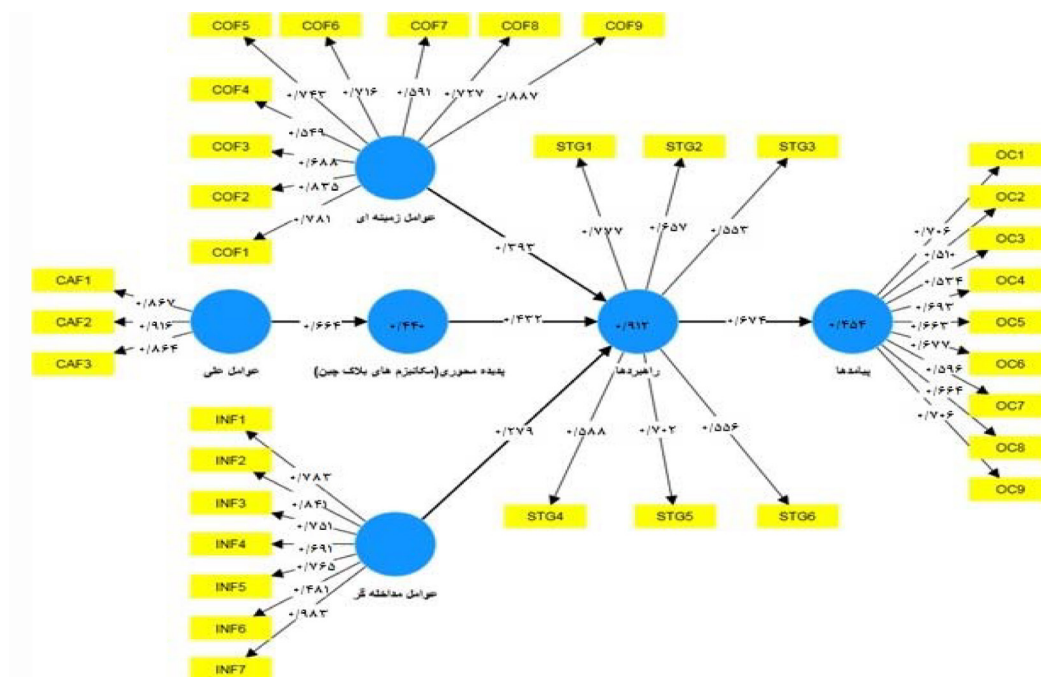
بررسی برازش مدل:

مدل‌های آماری مانند SEM به محققان کمک می‌کنند تا برازش مدل را با داده‌های واقعی بررسی کنند. معیارهایی مانند: GOF و HTMT به محققان کمک می‌کنند تا اطمینان حاصل کنند که مدل ارائه شده با داده‌های جمع‌آوری شده تطابق دارد و می‌تواند به‌عنوان یک ابزار کاربردی در صنعت استفاده شود [۲۱].

مقدار ملاک برای مناسب بودن ضرایب بارهای عاملی، ۰/۴ می‌باشد.

آلفای کرونباخ و پایایی ترکیبی ۰/۷ است و مطابق با یافته‌های جدول فوق این معیارها در مورد متغیرهای مکنون مقدار مناسبی را اتخاذ نموده‌اند، می‌توان مناسب بودن وضعیت پایایی پژوهش را تأیید نمود. با توجه به اینکه مقدار مناسب برای میانگین واریانس استخراج شده AVE^۱، ۰/۵ است و مطابق با یافته‌های جدول فوق این معیار در مورد متغیرهای مکنون مقدار مناسبی را اتخاذ نموده‌اند، در نتیجه مناسب بودن روایی همگرای پژوهش تأیید می‌شود.

در شکل ۲ تمامی اعداد ضرایب بارهای عاملی سؤالات از ۰/۴ بیشتر است که نشان از مناسب بودن این معیار دارد. مطابق با الگوریتم تحلیل داده‌ها در SmartPLS4، بعد از سنجش بارهای عاملی سؤالات، نوبت به محاسبه و گزارش ضرایب آلفای کرونباخ و پایایی ترکیبی می‌رسد. معیار دوم از بررسی برازش مدل‌های اندازه‌گیری، روایی همگرا است که به بررسی میزان همبستگی هر سازه با سؤالات (شاخص‌ها) خود می‌پردازد. که نتایج آن در جدول ۲ آمده است. با توجه به اینکه مقدار مناسب برای



شکل ۲ مدل ساختاری تحقیق همراه با ضرایب بارهای عاملی

جدول ۲ نتایج معیار آلفای کرونباخ و پایایی ترکیبی متغیرهای پنهان تحقیق

متغیرهای مکنون	ضریب آلفای کرونباخ ($\alpha > 0.7$)	ضریب پایایی ترکیبی ($CR > 0.7$)	میانگین واریانس استخراجی ($AVE > 0.5$)
راهبردها	۰/۷۱۰	۰/۸۰۷	۰/۵۱۵
عوامل زمینه‌ای	۰/۸۸۹	۰/۹۱۰	۰/۵۳۴
عوامل علی	۰/۸۵۸	۰/۹۱۴	۰/۷۷۹
عوامل مداخله‌گر	۰/۸۷۵	۰/۹۰۸	۰/۵۹۲
پدیده محوری (مکانیزم‌های بلاک‌چین)	۰/۷۸۹	۰/۷۸۰	۰/۵۷۸
پیامدها	۰/۸۷۰	۰/۸۶۲	۰/۵۱۳

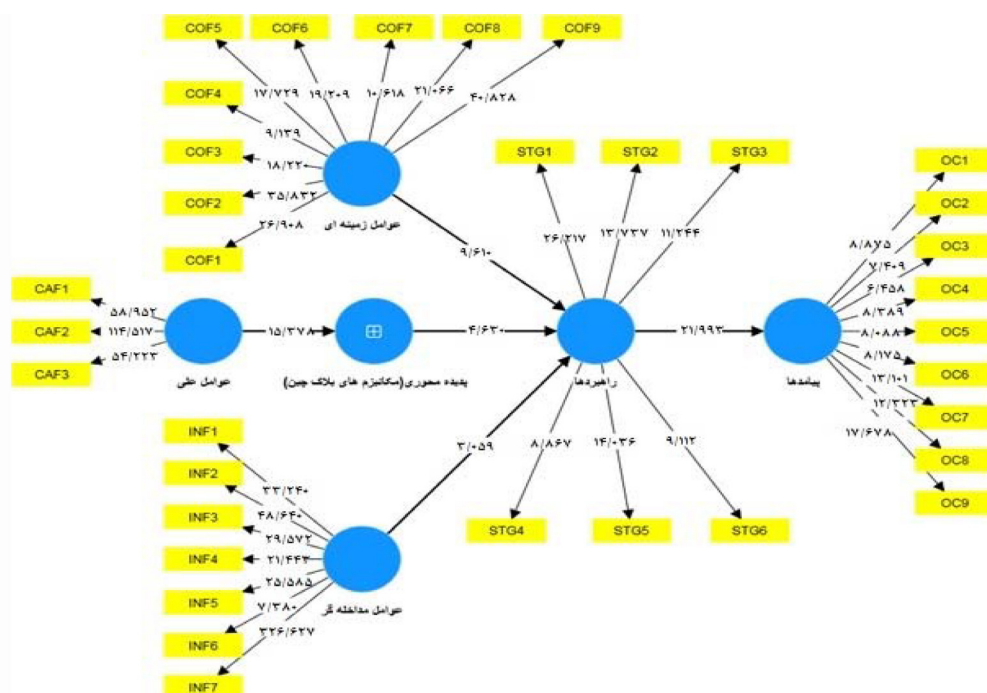
1. Average Variance Extracted

متغیر درون‌زا دارد و سه مقدار ۰/۱۹، ۰/۳۳ و ۰/۶۷ به‌عنوان مقدار ملاک برای مقادیر ضعیف، متوسط و قوی R^2 در نظر گرفته می‌شود. مطابق با شکل ۳، مقدار R^2 برای سازه‌های درون‌زای پژوهش محاسبه شده است که با توجه به سه مقدار ملاک، می‌توان مناسب بودن برازش مدل ساختاری را تأیید ساخت. برای بررسی برازش مدل کلی از معیار GOF استفاده می‌شود که سه مقدار ۰/۰۱، ۰/۲۵ و ۰/۳۶ به‌عنوان مقادیر ضعیف، متوسط و قوی برای GOF معرفی شده است. این معیار از طریق فرمول زیر محاسبه می‌گردد [۲۱].

همچنین از معیار HTMT برای ارزیابی روایی واگرا استفاده می‌کنیم. اگر مقدار HTMT کمتر از ۰/۹۰ باشد، روایی واگرا در بین ساختار انعکاسی وجود دارد [۲۱] که نتایج در جدول ۳ بیان شده است. با توجه به جدول‌های ۲ و ۳، فرضیه‌های تحقیق چون ضرایب t بیشتر از ۱/۹۶ به‌دست آمده‌اند، لذا در سطح اطمینان ۰/۹۵ معنادار بودن آنها تأیید می‌شود. برای بررسی برازش مدل ساختاری در یک پژوهش ضرایب R^2 مربوط به متغیرهای پنهان درون‌زای (وابسته) مدل است. ضریب R^2 معیاری است که نشان از تاثیر یک متغیر برون‌زا بر یک

جدول ۳ بررسی روایی واگرا از طریق معیار HTMT

معیار HTMT	راهبردها	عوامل زمینه‌ای	عوامل علی	عوامل مداخله‌گر (محیطی)	پدیده محوری	پیامدها
راهبردها						
عوامل زمینه‌ای	۰/۷۳۵					
عوامل علی	۰/۱۸۵۳	۰/۵۷۲				
عوامل مداخله‌گر	۰/۶۵۱	۰/۵۸۳	۰/۶۳۶			
پدیده محوری (مکانیزم‌های پلاک‌چین)	۰/۸۲۲	۰/۴۶۰	۰/۴۱۱	۰/۵۶۸		
پیامدها	۰/۶۰۸	۰/۴۷۹	۰/۲۷۸	۰/۳۳۱	۰/۳۷۰	



شکل ۳ مدل ساختاری تحقیق همراه با ضرایب معناداری

معیار GOF^۱

این معیار برای ارزیابی برازش کلی مدل استفاده می‌شود و از طریق فرمول زیر محاسبه می‌شود:

$$GOF = \sqrt{\text{communalities} \times R^2} \quad (۱)$$

(Communalities) از میانگین مقادیر اشتراکی متغیرهای پنهان پژوهش به دست می‌آید. مقدار GOF باید بیشتر از ۰/۳۶ باشد تا برازش مدل قوی در نظر گرفته شود. در این تحقیق، مقدار GOF برابر با ۰/۵۵۷ بوده است که نشان‌دهنده برازش خوب مدل است **جدول ۴**. با توجه به مقدار به دست آمده برای GOF به میزان ۰/۵۵۷، برازش خوب مدل کلی تأیید می‌شود. در این قسمت به بررسی آزمون فرضیات تحقیق با استفاده از نرم‌افزار PLS می‌پردازیم. همچنین، نتایج حاصل از یافته‌های تحلیل مسیر با توجه به عوامل علی، عوامل زمینه‌ای، عوامل مداخله‌گر (محیطی)، پدیده محوری و راهبردها در **جدول ۵** مشخص شده‌اند.

تحلیل مسیر^۲

تحلیل مسیر برای بررسی روابط علی بین متغیرها در مدل استفاده می‌شود. در این تحقیق، از روش مدل‌سازی روابط ساختاری (SEM) با استفاده از نرم‌افزار Smart PLS4 استفاده شده است. در این روش، ضرایب مسیر و سطح معناداری برای هر رابطه بررسی می‌شود.

ضرایب مسیر^۳

این ضرایب نشان‌دهنده شدت و جهت رابطه بین متغیرها هستند. در این تحقیق، ضرایب مسیر برای همه روابط معنادار بوده و بیشتر از ۰/۲ بوده‌اند که نشان‌دهنده رابطه قوی بین متغیرها است.

سطح معناداری^۴

برای بررسی معناداری روابط، از آماره t-value استفاده شده است. اگر مقدار t-value بیشتر از ۱/۹۶ باشد، رابطه در سطح اطمینان ۹۵٪ معنادار است.

جدول ۴ میزان Communalities و R² متغیرهای تحقیق

متغیرهای مکنون	R ²	نسبت واریانس مشترک یک متغیر با متغیرهای دیگر (Communality)
راهبردها	۰/۹۱۲	۰/۵۱۲
پدیده محوری	۰/۴۴۰	۰/۵۳۹
پیامدها	۰/۴۵۴	۰/۴۹۸
نسبت واریانس مشترک یک متغیر با متغیرهای دیگر (Communality)		GOF
۰/۵۱۶	۰/۶۰۲	۰/۵۵۷

جدول ۵ نتایج حاصل از یافته‌های تحلیل مسیر

مسیر	آماره T	سطح معناداری	ضریب مسیر	نتیجه	R ²
عوامل علی	۱۵/۳۷۸	۰/۰۰۰	۰/۶۶۴	پذیرش	۰/۴۴۰
عوامل زمینه‌ای	۹/۶۱۰	۰/۰۰۰	۰/۳۹۳	پذیرش	۰/۱۲
عوامل مداخله‌گر (محیطی)	۳/۰۵۹	۰/۰۰۰	۰/۲۷۹	پذیرش	
پدیده محوری	۴/۶۳۰	۰/۰۰۰	۰/۴۳۲	پذیرش	
راهبردها	۲۱/۹۹۳	۰/۰۰۰	۰/۶۷۴	پذیرش	۰/۴۵۴

1. Goodness of Fit
2. Path Analysis
3. Path Coefficients
4. Significance Level

علی بر سازوکارهای بلاک چین برای امنیت سایبری اینترنت اشیا در صنعت نفت و گاز شرکت ملی مناطق نفت خیز جنوب می توان بیان کرد که نتایج، مشابه نتایج تحقیقات ژوان و دیگران [۲۲] می باشد که در تحقیقی تحت عنوان روابط سلسله مراتبی برای به اشتراک گذاری داده های گسترده اینترنت اشیا براساس بلاک چین عوامل مؤثر را رمزنگاری داده های گسترده، براساس فن آوری های هوشمند معرفی کردند. لذا، پیشنهاد می شود در صنعت نفت و گاز و شرکت ملی مناطق نفت خیز جنوب، مفاهیم تجمیع و ذخیره سازی داده ها (شبکه)، اعتبارسنجی و مدیریت هویت و مدیریت کلیدها و رمزنگاری داده ها، توسعه، تقویت و اعتبارسنجی گردد. با توجه به تاثیر عوامل زمینه ای بر سازوکارهای بلاک چین برای امنیت سایبری اینترنت اشیا در صنعت نفت و گاز شرکت ملی مناطق نفت خیز جنوب، می توان بیان کرد که نتایج، مشابه نتایج تحقیقات عرب و همکاران [۲۳] و ور مزن و فریز [۲۴] یاپینگ و همکاران [۲۵] و کندزیرسکی و همکاران [۲۶] می باشد که در تحقیقی نتیجه گرفتند ارتباطات، راه حلی جدید در هوشمندسازی جهان پیرامون با استفاده از اینترنت اشیا می باشد. لذا پیشنهاد می شود مفاهیم منابع مالی، مدیریت، توزیع سرویس های زیرساخت، محرمانگی داده ها، پایداری سیستم، مقیاس پذیری، دسترس پذیری، شفافیت، تخصص مورد عنایت قرار گیرند. با توجه به تاثیر عوامل مداخله گر (محیطی) بر سازوکارهای بلاک چین برای امنیت سایبری اینترنت اشیا در صنعت نفت و گاز شرکت ملی مناطق نفت خیز جنوب می توان بیان کرد که نتایج، مشابه نتایج تحقیقات فرهمند و دیگران [۲۷] و کیوان [۲۸] می باشد که عوامل مؤثر بر پذیرش فن آوری های اینترنت اشیا در کسب و کار هوشمند را بعد اجتماعی، فرهنگی، بعد انسانی، بعد تکنولوژیکی، بعد مالی، بعد مدیریتی و قوانین و مقررات دولت دانسته اند. همچنین مشابه با نتایج تحقیقات ناتالیا و الن [۲۹] می باشد که مناسبات

در این تحقیق، همه روابط دارای t-value بیشتر از ۱/۹۶ بوده اند که نشان دهنده معناداری روابط است. به دلیل اینکه مقدار T-value برای روابط در خارج بازه (۱/۹۶+ و ۱/۹۶-) قرار دارد و سطح معناداری آنها کوچک تر از ۰/۰۵ می باشد، در سطح اطمینان ۹۵٪ تاثیر عوامل بر پدیده محوری و عوامل زمینه ای و محیطی بر راهبردها معنی دار شده است، همچنین راهبردها بر پیامد تاثیر مثبت و معناداری دارد. همچنین با توجه به مقدار R^2 برای پدیده محوری، راهبردها و پیامدها پیش بینی قوی برآورد شده است.

نتیجه گیری

نتایج نشان داد که همه شاخص های بررسی شده در مدل پیشنهادی دارای بار عاملی بالاتر از ۰/۴ هستند، که نشان دهنده میزان تاثیر مناسب آنها بر مکانیزم های بلاک چین است. این نتایج بیانگر آن است که شاخص های تعریف شده، از اعتبار کافی برای تبیین عملکرد بلاک چین در امنیت اینترنت اشیا برخوردارند. همچنین الگوی سازوکارهای بلاک چین برای امنیت اینترنت اشیا در صنعت نفت و گاز شرکت ملی مناطق نفت خیز جنوب ترسیم شده و "نتایج نشان داد که عوامل علی، از جمله اعتبارسنجی داده ها و رمزنگاری، تاثیر معنی داری بر بهبود عملکرد مکانیزم های بلاک چین دارند. همچنین، عوامل زمینه ای و محیطی، مانند مدیریت منابع مالی و شفافیت اطلاعات، به طور مستقیم بر استراتژی های پیشنهادی در زمینه پیاده سازی بلاک چین تاثیرگذارند. "همچنین" راهبردهای پیشنهادی، از جمله استفاده از قراردادهای هوشمند بلاک چین و مکانیزم های احراز هویت غیرمتمرکز، تاثیر مثبتی بر امنیت داده ها و کاهش هزینه های عملیاتی در صنعت نفت و گاز دارند. این یافته ها نشان می دهد که اجرای این راهبردها می تواند منجر به بهبود شفافیت اطلاعات و افزایش قابلیت اطمینان در سامانه های مبتنی بر اینترنت اشیا شود." در پژوهش حاضر، با توجه به تاثیر عوامل

سیاسی و اقتصادی از عوامل تاثیرگذار می‌باشند. لذا، پیشنهاد می‌شود که هفت مفهوم محیط‌های عملیاتی، استانداردها و رویه‌ها، ماهیت داده برای مکانیزم‌ها در صنایع گوناگون، محیط اجتماعی، محیط فرهنگی، قوانین و مقرارت دولت، مناسبات سیاسی مورد توجه و بررسی قرار گیرند. با توجه به تاثیر پدیده محوری بر راهبردهای سازوکارهای بلاک‌چین برای امنیت سایبری اینترنت اشیا در صنعت نفت و گاز شرکت ملی مناطق نفت‌خیز جنوب، می‌توان بیان کرد که نتایج، مشابه نتایج تحقیقات ژوان و دیگران [۳۰] و ریسمن [۳۱] و لی [۳۲] می‌باشد که در تحقیقی تحت عنوان روابط سلسله مراتبی مجاز برای به اشتراک‌گذاری داده‌های گسترده اینترنت اشیا براساس بلاک‌چین چند لایه راهبردهای موثر را اشتراک‌گذاری داده های گسترده، محاسبات ابری، فن‌آوری‌های هوشمند می‌باشد. همچنین، نتایج مشابه نتایج تحقیقات کوهیزاد و دیگران [۳۲] می‌باشد که فن‌آوری و زنجیره تامین را عوامل موثر در امنیت سایبری اینترنت اشیا شناسایی کردند. لذا پیشنهاد می‌شود که شش مفهوم، ایجاد لایه امن، حمل و نقل هوشمند، شبکه های هوشمند، استفاده از قراردادهای هوشمند بلاک‌چین، طراحی وسایل اینترنت اشیا صنعتی به‌عنوان راهبردهای سازوکار های بلاک‌چین برای امنیت سایبری اینترنت اشیا در صنعت نفت و گاز شرکت ملی مناطق نفت‌خیز جنوب مورد توجه قرار گیرند. با توجه به تاثیر راهبردهای سازوکارهای بلاک‌چین برای امنیت سایبری اینترنت اشیا بر پیامدها در صنعت نفت و گاز شرکت ملی مناطق نفت‌خیز جنوب می‌توان بیان کرد که نتایج، مشابه نتایج تحقیقات یزدان‌پناه و حسنی‌انگهر [۳۴] و لی [۳۵] می‌باشد که در تحقیقی تحت عنوان اینترنت اشیا: کاربردها، فن‌آوری‌ها و چالش‌های مورد بحث نتیجه گرفتند که تعامل با اشیا و اشتراک‌گذاری اطلاعات از پیامدهای موثر اینترنت اشیا می‌باشد.

همچنین، نتایج مشابه نتایج تحقیقات رضائی و سهرابی [۳۶] می‌باشد که در تحقیقات خود مبنی بر بررسی تاثیر اینترنت اشیا بر عملکرد سازمانی با در نظر گرفتن نقش واسطه‌ای خلق دانش نتیجه گرفتند که افزایش عملکرد و خلق دانش از پیامدهای موثر اینترنت اشیا می‌باشد. همچنین، نتایج مشابه نتایج تحقیقات کیم [۳۷] و کاسادو [۳۸] می‌باشد که نتیجه گرفتند، کیفیت خدمات (سرعت و پذیرش خدمات)، سیستم (امنیت و قابلیت دسترسی)، سودمندی ارزش خرید و کیفیت اطلاعات (انتشار و تنوع اطلاعات) از پیامدهای مهم می‌باشد. لذا، پیشنهاد می‌شود که با اجرای سازوکار های بلاک‌چین برای امنیت سایبری اینترنت اشیا در صنعت نفت و گاز شرکت ملی مناطق نفت‌خیز جنوب موجب پیامدهای کاهش هزینه‌های تولید، ظرفیت بالا برای ذخیره‌سازی، میدان هوشمند، چابکی سازمانی، پویایی محیطی، امنیت و قابلیت دسترسی سیستم، بهبود رابط کاربری، کیفیت اطلاعات (انتشار و تنوع اطلاعات)، سرعت پردازش داده‌ها گردند.

تحلیل عمیق‌تر از نتایج و تاثیرات آن‌ها

نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که مکانیزم‌های بلاک‌چین می‌توانند به‌طور مؤثری برای بهبود امنیت سایبری اینترنت اشیا (IoT) در صنعت نفت و گاز استفاده شوند. در ادامه، تحلیل عمیق‌تری از این نتایج و تاثیرات آن‌ها در دنیای واقعی و برای پژوهش‌های آینده ارائه می‌شود.

تأیید شاخص‌ها و عوامل مؤثر بر مکانیزم‌های بلاک‌چین

نتایج نشان می‌دهد که همه شاخص‌ها و عوامل مؤثر بر مکانیزم‌های بلاک‌چین دارای بار عاملی مناسب (بیشتر از ۰/۴) هستند. این بدان معناست که عواملی مانند **تجمیع و ذخیره‌سازی داده‌ها، اعتبارسنجی و مدیریت هویت، و مدیریت کلیدها و رمزنگاری داده‌ها به‌طور معناداری بر مکانیزم‌های بلاک‌چین تاثیرگذار هستند.

نتایج نشان می‌دهد که عوامل زمینه‌ای (مانند منابع مالی، مدیریت و توزیع سرویس‌های زیرساخت) و عوامل محیطی (مانند قوانین و مقررات دولت) تاثیر معناداری بر راهبردهای بلاک‌چین دارند.

معنای این نتایج در دنیای واقعی

این یافته‌ها نشان می‌دهد که برای موفقیت در پیاده‌سازی بلاک‌چین، باید به عوامل خارجی مانند **قوانین و مقررات دولت و منابع مالی توجه شود. برای مثال، در کشورهایی که قوانین سخت‌گیرانه‌ای در مورد حریم خصوصی داده‌ها وجود دارد، پیاده‌سازی بلاک‌چین ممکن است با چالش‌هایی مواجه شود.

تاثیرات برای پژوهش‌های آینده

پژوهش‌های آینده می‌توانند بر روی بررسی تاثیر عوامل محیطی و زمینه‌ای بر پیاده‌سازی بلاک‌چین در صنایع مختلف تمرکز کنند. برای مثال، می‌توان تاثیر قوانین بین‌المللی یا تفاوت‌های فرهنگی بر پذیرش بلاک‌چین را بررسی کرد.

تاثیر راهبردها بر پیامدها

نتایج نشان می‌دهد که راهبردهای بلاک‌چین (مانند ایجاد لایه امن، استفاده از قراردادهای هوشمند و طراحی وسایل اینترنت اشیا صنعتی) تاثیر مثبت و معناداری بر پیامدها (مانند کاهش هزینه‌های تولید، بهبود امنیت و افزایش چابکی سازمانی) دارند.

معنای این نتایج در دنیای واقعی

این یافته‌ها نشان می‌دهد که پیاده‌سازی راهبردهای بلاک‌چین می‌تواند به شرکت‌های نفت و گاز کمک کند تا هزینه‌های تولید را کاهش دهند، امنیت سیستم‌ها را افزایش دهند و چابکی سازمانی را بهبود بخشند. این امر به شرکت‌ها اجازه می‌دهد تا در بازار رقابتی امروز عملکرد بهتری داشته باشند.

تاثیرات برای پژوهش‌های آینده

پژوهش‌های آینده می‌توانند بر روی توسعه راهبردهای جدید بلاک‌چین تمرکز کنند. برای مثال، استفاده از قراردادهای هوشمند پیشرفته

معنای این نتایج در دنیای واقعی

این یافته‌ها نشان می‌دهد که برای پیاده‌سازی موفق بلاک‌چین در صنعت نفت و گاز، باید به این عوامل توجه ویژه‌ای شود. برای مثال، مدیریت هویت و رمزنگاری داده‌ها می‌توانند به جلوگیری از حملات سایبری و نفوذ به سیستم‌ها کمک کنند. این امر به ویژه در صنعت نفت و گاز، که داده‌ها و اطلاعات آن بسیار حساس هستند، اهمیت دارد.

تاثیرات برای پژوهش‌های آینده

پژوهش‌های آینده می‌توانند بر روی بهبود این عوامل تمرکز کنند. برای مثال، توسعه الگوریتم‌های پیشرفته‌تر برای رمزنگاری داده‌ها یا ایجاد سیستم‌های مدیریت هویت غیرمتمرکز می‌تواند به افزایش امنیت و کارایی بلاک‌چین در صنعت نفت و گاز کمک کند.

تاثیر عوامل علی بر مکانیزم‌های بلاک‌چین

نتایج نشان می‌دهد که عوامل علی (مانند تجمیع داده‌ها و مدیریت هویت) تاثیر معناداری بر مکانیزم‌های بلاک‌چین دارند. این بدان معناست که بهبود این عوامل می‌تواند به بهبود عملکرد بلاک‌چین در صنعت نفت و گاز منجر شود.

معنای این نتایج در دنیای واقعی

در صنعت نفت و گاز، تجمیع داده‌ها از منابع مختلف (مانند حسگرها، دستگاه‌ها و سیستم‌ها) و مدیریت هویت کاربران و دستگاه‌ها می‌تواند به ایجاد یک سیستم یکپارچه و امن کمک کند. این امر به شرکت‌ها اجازه می‌دهد تا داده‌ها را به‌طور مؤثرتری مدیریت کنند و از حملات سایبری جلوگیری کنند.

تاثیرات برای پژوهش‌های آینده

پژوهش‌های آینده می‌توانند بر روی توسعه فن‌آوری‌هایی تمرکز کنند که به بهبود تجمیع داده‌ها و مدیریت هویت کمک می‌کنند. برای مثال، استفاده از هوش مصنوعی و یادگیری ماشین برای تجمیع و تحلیل داده‌ها می‌تواند به افزایش کارایی سیستم‌های بلاک‌چین کمک کند.

تاثیر عوامل زمینه‌ای و محیطی بر راهبردها

می‌شود. در نهایت، پیشنهاد می‌شود پژوهشی به‌منظور شناسایی بیشتر ابعاد مضامین تخصص و آمادگی فن‌آوری که از عوامل پذیرش اینترنت اشیا هستند، با توجه به اهمیت آن‌ها صورت گیرد. "یکی از محدودیت‌های این تحقیق، حجم نمونه نسبتاً محدود آن (۱۲۳ نفر) است که ممکن است تأثیرات خاصی بر قابلیت تعمیم یافته‌ها به کل صنعت نفت و گاز داشته باشد. همچنین، داده‌ها از طریق پرسشنامه محقق ساخته جمع‌آوری شده‌اند که ممکن است دقت اندازه‌گیری متغیرها را تحت تأثیر قرار دهد. از سوی دیگر، مطالعه در یک بازه زمانی خاص انجام شده و بررسی پایداری نتایج در طول زمان نیازمند تحقیقات آینده است."

همچنین در نهایت، به‌علت محدودیت‌های زمانی این امکان وجود نداشته است که در این پژوهش ابعاد و زوایای بیشتر مورد بررسی قرار گیرد. لذا، به پژوهشگران آتی پیشنهاد می‌شود که امکانات، فرصت‌ها و تهدیدهای سازمان‌ها را در جهت اجرای سازوکارهای بلاک‌چین برای امنیت سایبری اینترنت اشیا مورد مطالعه قرار داده و در نتیجه، استراتژی مناسبی را جهت اجرای این سیستم در هر جامعه آماری ارائه دهند. همچنین، در تحقیقی دیگر در یک صنعت دیگر به ارائه سازوکارهای بلاک‌چین برای امنیت سایبری اینترنت اشیا اقدام نموده و مدل پیشنهادی با مدل پژوهش حاضر مقایسه تطبیقی شود.

یا شبکه‌های بلاک‌چین ترکیبی می‌تواند به بهبود عملکرد سیستم‌ها کمک کند.

برآزش مناسب مدل

نتایج نشان می‌دهد که مدل ارائه شده دارای برآزش مناسب است. این بدان معناست که مدل می‌تواند به‌طور مؤثری پدیده مورد مطالعه را توضیح دهد و به‌عنوان یک ابزار کاربردی در صنعت نفت و گاز استفاده شود.

معنای این نتایج در دنیای واقعی

این یافته‌ها نشان می‌دهد که مدل ارائه شده می‌تواند به شرکت‌های نفت و گاز کمک کند تا چالش‌های امنیتی خود را برطرف کنند و از فن‌آوری‌های نوین مانند بلاک‌چین و اینترنت اشیا به‌طور مؤثرتری استفاده کنند.

تأثیرات برای پژوهش‌های آینده

پژوهش‌های آینده می‌توانند از این مدل به‌عنوان یک چارچوب پایه برای بررسی تأثیر بلاک‌چین در صنایع دیگر استفاده کنند. برای مثال، می‌توان تأثیر بلاک‌چین بر امنیت سایبری در صنایع بهداشت و درمان یا حمل و نقل را بررسی کرد. از آنجاکه اینترنت اشیا دارای تجهیزات و قراردادهای مختلف است، توصیه می‌شود کسب و کارها تجهیزات را متناسب با استاندارد صنعت خود انتخاب نمایند. این امر یکپارچه‌سازی و سازگاری را تسهیل می‌کند. همچنین، توصیه می‌شود مصرف انرژی و هزینه در نظر گرفته شود. برای این منظور، استفاده از شبکه‌های گسترده کم‌مصرف پیشنهاد

مراجع

- [1]. Dhillon, S., Mishra, N., & Shakya, D. K. (2023). Applications of IoT and various attacks on Iot soft computing: theories and applications: Proceedings of SoCTA 2022. doi.org/10.1007/978-981-19-9858-4_60.
- [2]. Malini, T. N., Lakshminarayana, K., & Srinivas, D. B. (2023). IOT applications in business: exemplar way of making a smart business. Journal of Pharmaceutical Negative Results, 14(2), 32-53.
- [3]. Morkunas, V. J., Paschen, J., & Boon, E. (2019). How blockchain technologies impact your business model. Business Horizons, 62(3), 295-306. doi.org/10.1016/j.bushor.2019.01.009.
- [4]. Lu, H., Huang, K., Azimi, M., & Guo, L. (2019). Blockchain technology in the oil and gas industry: A review of applications, opportunities, challenges, and risks. Ieee Access, 7, 41426-41444.
- [5]. Ding, S., Li, Z., Lenwoue, A. R. K., Li, Y., Tang, C., Sun, W., Hu, P. & Zhang, W. (2024). Review of the research progress on the application of blockchain technology in the oil and gas industry. International Journal of Oil, Gas and Coal Technology, 35(4), 386-406. doi.org/10.1504/IJOGCT.2024.138692.

- [6]. Munim, Z. H., Balasubramaniyan, S., Kouhizadeh, M., & Hossain, N. U. I. (2022). Assessing blockchain technology adoption in the Norwegian oil and gas industry using Bayesian Best Worst Method. *Journal of Industrial Information Integration*, 28, 100346.
- [7]. Kishnani, U., Madabhushi, S., & Das, S. (2023, July). Blockchain in oil and gas supply chain: a literature review from user security and privacy perspective. In *International Symposium on Human Aspects of Information Security and Assurance* (pp. 296-309). Cham: Springer Nature Switzerland.
- [8]. Al-Ajwad, M. N. K., Ahmad, R., & Mohammed, F. (2024). Blockchain for oil and gas industry asset management: Pioneering Industry 5.0 solutions. In *The Future of Human-Computer Integration* (pp. 25-38). CRC Press.
- [9]. Rey, A., Panetti, E., Maglio, R., & Ferretti, M. (2021). Determinants in adopting the Internet of Things in the transport and logistics industry. *Journal of Business Research*, 131, 584-590. doi.org/10.1016/j.jbusres.2020.12.049.
- [10]. Ali, S. M., Ashraf, M. A., Taqi, H. M. M., Ahmed, S., Rob, S. A., Kabir, G., & Paul, S. K. (2023). Drivers for Internet of Things (IoT) adoption in supply chains: Implications for sustainability in the post-pandemic era. *Computers & Industrial Engineering*, 183, 109515. doi.org/10.1016/j.cie.2023.109515.
- [11]. Shee, H. (2024). Internet of Things. In: Sarkis, J. (eds) *The Palgrave Handbook of Supply Chain Management*. Palgrave Macmillan. doi.org/10.1007/978-3-031-19884-7_78.
- [12]. Mu, X., & Antwi-Afari, M. F. (2024). The applications of internet of things (IoT) in industrial management: a science mapping review. *International Journal of Production Research*, 62(5), 19281952. doi.org/10.1080/00207543.2023.2290229.
- [13]. Ben-Daya, M., Hassini, E., & Bahrour, Z. (2019). Internet of things and supply Chain management: a literature review. *International Journal of Production Research*, 57(15-16), 4719-4742. doi.org/10.1080/00207543.2017.1402140.
- [14]. Landaluce, H., Arjona, L., Perallos, A., Falcone, F., Angulo, I., & Muralter, F. (2020). A review of IoT sensing applications and challenges using RFID and wireless sensor networks. *Sensors*, 20(9), 2495. doi.org/10.3390/s20092495.
- [15]. Mohammadi, H., Mazroui Nasrabadi, E., & Sadeqi Arani, Z. (2024). Modeling and Scenario Analysis of Internet of Things Acceptance Factors in the Supply Chain of Iranian Businesses. *Management and Development Process*, 36(4), 105-130. doi: 10.61186/jmdp.36.4.35.
- [16]. Sabzevari, K., & Solimani, A. (2024). Providing a Routing Method in Internet of Things for Better Load Distribution Using the Improved Gray Wolf Optimization Algorithm.
- [17]. Ahmadi, Stara, Qadiri, Arzoo. (1403). Opportunities and risks arising from Internet of Things-based technologies in revolving business models. *Quarterly Journal of Urban Management and Environmental Engineering*, 2(2), 70-91. (In Persian).
- [18]. Abadi, F., Jamali, G., & Ghorbanpour, A. (2024). Evaluation and analysis of intelligent supply chain management under Internet of Things technology with fuzzy cognitive map approach. *Business Intelligence Management Studies*, 12(47), 45-77. doi.org/10.22054/ims.2023.73994.2337.
- [19]. Razmi Shendi, M., Norouzi, Y., & Alipour Hafezi, M. (2020). Presenting a Conceptual Model for Using the Internet of Things in Modern Services of Digital Libraries. *Iranian Journal of Information Processing and Management*, 35(3), 693-728. doi: 10.35050/JIPM010.2020.036.
- [20]. Raeisi, A., Sadeghzadeh, M., & Radfar, R. (2024). Presentation a Model of Blockchain Mechanisms for IoT Security in the Oil and Gas Industry of NISOC. *Journal of Petroleum Research*, 33(133), 114-129. doi: 10.22078/pr.2024.5265.3349.
- [21]. Henseler, J., Ringle, C. M., & Sarstedt, M. (2015). A new criterion for assessing discriminant validity in variance-based structural equation modeling. *Journal of the academy of marketing science*, 43(1), 115-135.
- [22]. Xuan, S., Zhang, Y., Tang, H., Chung, I., Wang, W., & Yang, W. (2019). Hierarchically authorized transactions for massive internet-of-things data sharing based on multilayer blockchain. *Applied Sciences*, 9(23), 5159. doi.org/10.3390/app9235159.
- [23]. Arab, Saeedreza; Ashrafzadeh, Hossein and Alidadi, Amir (2017). Internet of things: a new solution in making the world smarter, *International Computer and Information Technology Conference*. (In Persian).
- [24]. Vermesan, O., & Friess, P. (2014). Internet of things applications-from research and innovation to market deployment (p. 364). Taylor & Francis. doi: 10.1201/9781003338628.
- [25]. Chang, Y., Dong, X., & Sun, W. (2014). Influence of characteristics of the internet of things on consumer purchase intention. *Social Behavior & Personality: an international journal*, 42(2).
- [26]. Kendzierskyj, S., Jahankhani, H., & Ndumbe, S. I. (2021). Blockchain for strengthening the privacy of healthcare data. In *Research Anthology on Blockchain Technology in Business, Healthcare, Education, and Government* (pp. 672-688). IGI Global Scientific Publishing. doi: 10.4018/978-1-7998-5351-0.ch039.

- [27]. Farahmand, A., Radfar, R., Pourebrahimi, A., & Sharifi, M. (2021). Factors Affecting the Adoption of Internet of Things Technologies in Smart Business Based on the TAM. *Journal of Iran Future Studies/Āyandah/pizhūhī-i Īrān*, 6(1). doi: 10.30479/jfs.2021.14154.1227.
- [28]. Qian, Y., Jiang, Y., Chen, J., Zhang, Y., Song, J., Zhou, M. and Pustišek, M., (2018). Towards decentralized IoT security enhancement: A BlockChain approach. *Computers & Electrical Engineering*, 72, 266-273.
- [29]. Nataliia, L., & Elena, F. (2015). Internet of things as a symbolic resource of power. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 166, 521-525.
- [30]. Xuan, S.; Zhang, Y.; Tang, H.; Chung, I.; Wang, W.; Yang, W. (2020) Hierarchically Authorized Transactions for Massive Internet-of-Things Data Sharing Based on Multilayer BlockChain. *Appl. Sci.* 2020, 9, 5159.
- [31]. Reisman, R., 2019. BlockChain Serverless Public/Private Key Infrastructure for ADS-B Security, Authentication, and Privacy. In *AIAA Scitech 2019 Forum* (2203).
- [32] Li, J., Wu, J. and Chen, L., (2018). Block-secure: BlockChain based scheme for secure P2P cloud storage. *Information Sciences*, 465, 219-231.
- [33]. Kouhizadeh, Mahtab & Saberi, Sara & Sarkis, Joseph. (2021). BlockChain technology and the sustainable supply chain: Theoretically exploring adoption barriers. *International Journal of Production Economics*. 107831. 10.1016/j.ijpe.2020.107831.
- [34]. Yazdan Panah Hamidreza, Hosni Ahanger Mohammadreza, Azizi Mehdi (2016) A safe and effective scheme for user authentication in wireless sensor networks based on the concept of Internet of Things. *Second National Conference on Cryptography and Computing Combinations*. (In Persian)
- [35]. Lee, B. and Lee, J.H., (2017). BlockChain-based secure firmware update for embedded devices in an Internet of Things environment. *The Journal of Supercomputing*, 73(3), 1152-1167.
- [36]. Rezaei, Sajdeh and Sohrabi, Shahla. (2018). The Impact of Internet of Things Features on Functional Experience and Purchase Intention, 4th National Conference on Management, Accounting and Economics with Emphasis on Regional and Global Marketing. (In Persian)
- [37]. Kim, S. (2016), "Behavioral learning game for socio-physical IoT connections, *EURASIP Journal on Wireless Communications and Networking*, 16(1), 1- 11.
- [38]. Casado-Vara, R., de la Prieta, F., Prieto, J. and Corchado, J.M., (2018), November. BlockChain framework for IoT data quality via edge computing. In *Proceedings of the 1st Workshop on BlockChain-enabled Networked Sensor Systems*, 19-24.
- [39]. Shahidinejad, A. (2021). A Mutual Authentication Protocol for IoT Users in Cloud Environment. *Electronic and Cyber Defense*, 9(2), 17-28..