Journal of Iran Futures Studies
Print ISSN: 6365-2423
Online ISSN: 2676-6183

Reverse Logistics System Redesign with a Focus on Blockchain Driving Force Technology: a Futuristic Approach to Productivity and Efficiency

Arash Gheibi*
Ph.D. Candidate, Department of Transportation Planning, Imam Khomeini International University, Qazvin, Iran, arash.gheibi@yahoo.com
Amir Abbas Rassafi
Professor, Department of Transportation Planning, Imam Khomeini International University, Qazvin, Iran, rasafi@eng.ikiu.ac.ir

Abstract

Purpose: Waste disposal is a pressing issue for humanity and has the potential to become a major crisis in the future. One of the best-proposed solutions is to reuse usable materials found in waste, which requires proper waste separation. Experts suggest that separation at the source is crucial, making a functional Reverse Logistics System (RLS) essential. This research aims to provide a structure that can practically redesign the RLS.
Method: Specialists believe that Blockchain Technology (the driving force of emerging technologies), has many potential capabilities, which can create many favorable effects in industries. In this research, Blockchain Technology has been used to redesign the RLS with a futuristic approach. That, the mutual collaboration of citizens and the waste collection company is necessary.
Findings: A system designed based on this structure is Futuristic and backed by a very effective driving force technology, capable of implementing any policy to increase the separation of waste at source and concluding smart contracts. It is flexible against sudden increases or decreases in supply without causing audio and visual pollution in traditional systems. Additionally, it is very transparent, safe, and practical. With the proper allocation of the fleet, it can collect all segregated waste.
Conclusion: In this system, with a futuristic approach, waste segregation at the source increases significantly. Resource usage is reduced. The waste disposal problem is being managed. A circular economy is formed. The comfort of citizens increases. The damage to the environment is much less. And action has been taken to transform into smart cities.

Keywords: Reverse Logistics, Blockchain, Supply Chain, Waste Management, Futuristic Approach

Cite this article: Gheibi, Arash. Rassafi, Amir Abbas. (2023), Reverse Logistics System Redesign with a Focus on Blockchain Driving Force Technology: a Futuristic Approach to Productivity and Efficiency
Vol.8, NO.2 full & winter 2023, 132-102
DOI: 10.30479/JFS.2023.18725.1477
Received on: 31May2023, **Accepted on**: 18 November2023
Copyright© 2023, The Author(s)
Publisher: Imam Khomeini International Universit
Corresponding Author/ E-mail: Arash Gheibi/ arash.gheibi@yahoo.com

Introduction

With a futuristic approach, one of the biggest challenges facing humanity is waste, which poses a serious threat to the environment. Studies have suggested that waste segregation at the source and then recycling is the best solution. Therefore, an efficient reverse logistics system is essential. This system should be able to implement various incentive and punitive policies to increase waste segregation at the source.

The reverse logistics system, which includes waste collection and return, is now being improved with Blockchain technology. This technology includes distributed ledger, trustless, peer-to-peer communication, transparency, immutability, smart contracts, and more. These features are very important and Futuristic because they meet the basic needs of various industries and systems in the future.

In this research looking to the future, the framework is presented that can redesign the existing traditional reverse logistics system and create a reverse logistics system based on Blockchain technology, which is a step toward smart cities. This system is a complete, safe, transparent, flexible, and capable infrastructure for implementing various policies in the field of segregated waste collection.

Theoretical background

A Blockchain is a chain of blocks linked together, similar to a chain, which is immutable and irreversible with distributed ledger technology (Decentralized). In a shared environment, all transactions are verified by users and traceable at any time by every user autonomously. Network members can interact with each other safely without the need for a trusted authority. Verification and storage of all transactions are done through the consensus mechanism. Each block has its unique identifier, the hash of the previous block (the way to connect to the previous block), and a timestamp. The entire structure turns Blockchain into a reliable, transparent, secure, and immutable technology. Contract automation, such as smart contracts, is another feature of the Blockchain (Gao et al., 2018; Li et al., 2020; Min, 2019; Queiroz et al., 2020). Traditional supply chain management cannot efficiently meet the future needs of industries and also comes with additional costs. The Blockchain industry has the potential to bring change and revolutionize supply chain and logistics management with features such as transparency, authenticity, trust, security, cost reduction, no intermediaries, more efficient operations, and waste reduction. Blockchain helps reduce the risks associated with theft, hacking, vulnerability, contractual disputes, and other issues present in the supply

chain. It leads to a reduction in the impact of waves in the supply chain and helps with the timely settlement of orders and automation of production tasks with smart contracts (Araz et al., 2020; Fernández-Caramés et al., 2019; Hughes et al., 2019; Ivanov et al., 2019; Philipp et al., 2019; Saberi et al., 2019; Sheel & Nath, 2019; Zhang et al., 2020).
In the wood, diamond, maritime transportation, and ontology industries, there are successful examples of using Blockchain in supply chains (Choi, 2019; Engelenburg et al., 2019; Figorilli et al., 2018; Kim & Laskowski, 2018; Liu & Li, 2020; Montecchi et al., 2019; Tan et al., 2018).
The use of Blockchain in supply chains and logistics systems is increasingly attracting the attention of experts, and they are still at the beginning of discovering the true potential of Blockchain technology. It will take several years until it is widely and commercially used. However, the future of using Blockchain technology in supply chains and logistics and transportation systems seems promising (Pournader et al., 2020).

Methodology

In this study, while looking to the future, a framework is presented for redesigning the reverse logistics system using Blockchain technology that meets all the mentioned needs. This framework is in line with the smartification of cities and is also essential in smart cities. It also helps complete the circular economy, provides more comfort for citizens, makes the city more beautiful, and reduces garbage pickers.
When a citizen's level of separated waste reaches a certain level, they send a request on the Blockchain network to deliver a specific amount of separated waste to a specific address and time. This request is reviewed by other nodes and registered on the Blockchain network if approved. The waste collection company allocates the desired fleet based on all registered requests, delays in receiving waste, vehicle speed, etc. The fleet starts collecting waste according to a specific program. Everyone can see the program, the exact location of the vehicles, and the time the waste collector reaches them. The fleet informs each citizen in various ways as it approaches them.
The security of the system is guaranteed with Blockchain so that no one can harm the system. The system is also capable of implementing various incentive policies (such as buying separated waste) and punitive policies (such as fining individuals who enter incorrect information) using smart contracts. To further improve the quality of waste collection, it is better to have multiple waste collection companies that compete with each other to provide better services to citizens.
The reverse logistics system redesigned based on the proposed framework with a focus on Blockchain-powered technology also has some disadvantages.

The cost of implementing Blockchain is higher than traditional systems, but with the advancement of technology, it is possible to develop Blockchains that have lower costs. On the other hand, the environmental benefits of this system are much greater than its cost. This system requires training for citizens and responsible companies and also has more hassle for citizens, which can be resolved by proper training and reminding people of their civic responsibilities. Another issue is a 51% hacker attack, which can be prevented by offering private and semi-private blockchains.

Conclusion

The amount of waste produced is increasing day by day. With a Futuristic approach, a fundamental solution must be found for waste management. Experts believe that reusing materials in waste is very important and have suggested waste separation at the source. Looking to the future, the existence of an efficient reverse logistics system that is in line with smart cities is essential.

By introducing Blockchain in the reverse logistics system, transparency and tracking are improved, and information related to product returns is securely and reliably recorded. This leads to a reduction in errors, prevention of fraud, and improvement of communication between supply chain members. It can be transformed into a dynamic and intelligent system that benefits all supply chain members as a dense ecosystem.

In the proposed framework, the responsible company sends the appropriate fleet after reviewing requests and planning, which results in the least cost and the least amount of separated waste not collected. Traditional unauthorized actors who create noise and physical pollution that disturb citizens and make the city look ugly are eliminated. The speed of vehicle movement is maximized, and delays are minimized. The system's flexibility against sudden increases or decreases is very high. Separation at the source and increased recycling lead to a more complete circular economy.

References

Araz, O. M., Choi, T. M., Olson, D. L., & Salman, F. S. (2020). Role of Analytics for Operational Risk Management in the Era of Big Data. *Decision Sciences, 51*(6). https://doi.org/10.1111/deci.12451

Choi, T. M. (2019). Blockchain-technology-supported platforms for diamond authentication and certification in luxury supply chains. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review, 128*. https://doi.org/10.1016/j.tre.2019.05.011

Engelenburg, S. van, Janssen, M., & Klievink, B. (2019). Design of a software architecture supporting business-to-government information sharing to improve public safety and security: Combining business rules, Events and blockchain technology. *Journal of Intelligent Information Systems*, *52*(3). https://doi.org/10.1007/s10844-017-0478-z

Fernández-Caramés, T. M., Blanco-Novoa, O., Froiz-Míguez, I., & Fraga-Lamas, P. (2019). Towards an Autonomous Industry 4.0 Warehouse: A UAV and Blockchain-Based System for Inventory and Traceability Applications in Big Data-Driven Supply Chain Management. *Sensors 2019, Vol. 19, Page 2394*, *19*(10), 2394. https://doi.org/10.3390/S19102394

Figorilli, S., Antonucci, F., Costa, C., Pallottino, F., Raso, L., Castiglione, M., Pinci, E., Del Vecchio, D., Colle, G., Proto, A. R., Sperandio, G., & Menesatti, P. (2018). A blockchain implementation prototype for the electronic open source traceability of wood along the whole supply chain. *Sensors (Switzerland)*, *18*(9). https://doi.org/10.3390/s18093133

Gao, Z., Xu, L., Chen, L., Zhao, X., Lu, Y., & Shi, W. (2018). CoC: A Unified Distributed Ledger Based Supply Chain Management System. *Journal of Computer Science and Technology*, *33*(2). https://doi.org/10.1007/s11390-018-1816-5

Hughes, A., Park, A., Kietzmann, J., & Archer-Brown, C. (2019). Beyond Bitcoin: What blockchain and distributed ledger technologies mean for firms. *Business Horizons*, *62*(3). https://doi.org/10.1016/j.bushor.2019.01.002

Ivanov, D., Dolgui, A., & Sokolov, B. (2019). The impact of digital technology and Industry 4.0 on the ripple effect and supply chain risk analytics. *International Journal of Production Research*, *57*(3). https://doi.org/10.1080/00207543.2018.1488086

Kim, H. M., & Laskowski, M. (2018). Toward an ontology-driven blockchain design for supply-chain provenance. *Intelligent Systems in Accounting, Finance and Management*, *25*(1). https://doi.org/10.1002/isaf.1424

Li, G., Li, L., Choi, T. M., & Sethi, S. P. (2020). Green supply chain management in Chinese firms: Innovative measures and the moderating role of quick response technology. *Journal of Operations Management*, *66*(7–8), 958–988. https://doi.org/10.1002/JOOM.1061

Liu, Z., & Li, Z. (2020). A blockchain-based framework of cross-border e-commerce supply chain. *International Journal of Information Management*, *52*. https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2019.102059

Min, H. (2019). Blockchain technology for enhancing supply chain resilience. *Business Horizons*, *62*(1), 35–45. https://doi.org/10.1016/j.bushor.2018.08.012

Montecchi, M., Plangger, K., & Etter, M. (2019). It's real, trust me! Establishing supply chain provenance using blockchain. *Business Horizons*, *62*(3). https://doi.org/10.1016/j.bushor.2019.01.008

Philipp, R., Prause, G., & Gerlitz, L. (2019). Blockchain and Smart Contracts for Entrepreneurial Collaboration in Maritime Supply Chains. *Transport and Telecommunication*, *20*(4). https://doi.org/10.2478/ttj-2019-0030

Pournader, M., Shi, Y., Seuring, S., & Koh, S. C. L. (2020). Blockchain applications in supply chains, transport and logistics: a systematic review of the literature. *International Journal of Production Research*, *58*(7). https://doi.org/10.1080/00207543.2019.1650976

Queiroz, M. M., Telles, R., & Bonilla, S. H. (2020). Blockchain and supply chain management integration: a systematic review of the literature. *Supply Chain Management*, *25*(2), 241–254. https://doi.org/10.1108/SCM-03-2018-0143/FULL/HTML

Saberi, S., Kouhizadeh, M., Sarkis, J., & Shen, L. (2019). Blockchain technology and its relationships to sustainable supply chain management. *International Journal of Production Research*, *57*(7). https://doi.org/10.1080/00207543.2018.1533261

Sheel, A., & Nath, V. (2019). Effect of blockchain technology adoption on supply chain adaptability, agility, alignment and performance. *Management Research Review*, *42*(12). https://doi.org/10.1108/MRR-12-2018-0490

Tan, A. W. K., Zhao, Y. F., & Halliday, T. (2018). A blockchain model for less container load operations in China. *International Journal of Information Systems and Supply Chain Management*, *11*(2). https://doi.org/10.4018/IJISSCM.2018040103

Zhang, J., Sethi, S. P., Choi, T. M., & Cheng, T. C. E. (2020). Supply Chains Involving a Mean-Variance-Skewness-Kurtosis Newsvendor: Analysis and Coordination. *Production and Operations Management*, *29*(6). https://doi.org/10.1111/poms.13159

فصلنامه آینده پژوهی ایران

شاپای چاپی :۶۳۶۳-۲۴۲۳

شاپای الکترونیکی : ۶۱۸۳-۷۶۲۶

بازطراحی سیستم لجستیک معکوس با تمرکز بر فناوری پیشران بلاک‌چین (رویکردی آینده‌پژوهانه به بهره‌وری و کارآیی)

آرش غیبی*

دانشجوی دکتری عمران-راه‌وترابری، گروه عمران، دانشگاه بین المللی امام خمینی (ره)، قزوین ، ایران

arash.gheibi@yahoo.com

امیرعباس رصافی

استاد گروه مهندسی عمران-برنامه‌ریزی حمل‌ونقل ، دانشگاه بین المللی امام خمینی (ره))، قزوین ، ایران، نویسنده مسئول

rasafi@eng.ikiu.ac.ir

چکیده

هدف: دفع پسماند یکی از مهم‌ترین مسائل بشر است. اگر تمهیدات اساسی برای آن در نظر گرفته نشود؛ در آینده به یک بحران اساسی تبدیل می‌شود. یکی از بهترین راهکارهای پیشنهادی، استفادة دوباره از مواد قابل‌استفاده در پسماندها است. برای این مهم به گفتة متخصصان، تفکیک پسماند در مبدأ بسیار حایز اهمیت است. از این‌رو ، هدف این پژوهش، ارائة ساختاری برای بازطراحی سیستم لجستیک معکوس به گونة کاربردی است.

روش: امروزه، متخصصان معتقدند؛ فناوری بلاک‌چین، پیشران فناوری‌های نوین است و قابلیت‌های بالقوة بسیاری دارد که می‌تواند تاثیرات مطلوب بسیار زیادی در صنایع ایجاد کند. در این پژوهش با رویکرد آینده‌پژوهی برای بازطراحی سیستم لجستیک معکوس از فناوری بلاک‌چین استفاده شده است که همکاری متقابل شهروندان و شرکت مسئول جمع‌آوری پسماند تفکیک شده، لازمة آن می‌باشد.

یافته‌ها: سیستمی که بر اساس این ساختار طراحی می‌شود؛ آینده‌نگرانه و پشتگرم به یک فناوری پیشران بسیار موثر بوده و قادر به انجام هرگونه سیاستی برای افزایش تفکیک پسماند در مبدأ و انعقاد قراردادهای هوشمند است. در مقابل افزایش و کاهش ناگهانی عرضه بسیار انعطاف‌پذیر است. آلودگی‌های سمعی و بصری موجود در سیستم‌های سنتی را ندارد. بسیار شفاف، ایمن و کاربردی است. با تخصیص مناسب ناوگان می‌تواند، تمام پسماند تفکیک شده در مبدأ را جمع‌آوری کند.

نتیجه‌گیری: در این سیستم با رویکردی آینده‌نگرانه، تفکیک پسماند در مبدا به مقدار قابل توجهی افزایش یافته و استفاده از منابع نیز کاهش می‌یابد. معضل دفع پسماند مدیریت می‌شود. اقتصاد دایره‌ای شکل می‌گیرد. آسایش شهروندان بیشتر می‌شود. آسیب به محیط زیست بسیار کمتر می‌شود. برای تبدیل شهرهای هوشمند اقدام شده‌است.

کلیدواژه: لجستیک معکوس، بلاک‌چین، زنجیرة تأمین، مدیریت پسماند، رویکرد آینده‌نگرانه

***استناد:** غیبی، آرش. رصافی، امیرعباس. (۱۴۰۲) / بازطراحی سیستم لجستیک معکوس با تمرکز بر فناوری پیشران بلاک‌چین (رویکردی آینده‌پژوهانه به بهره‌وری وکارآیی

دو فصلنامه علمی آینده پژوهی ایران، مقاله پژوهشی، دوره ۸، شماره ۲، پاییز و زمستان ۱۴۰۲، ۱۰۲-۱۳۲

تاریخ دریافت مقاله: ۱۴۰۲/۳/۱۰ تاریخ پذیرش نهایی: ۱۴۰۲/۸/۲۷

ناشر: دانشگاه بین المللی امام خمینی (ره)

مقدمه

اگر رویکرد آینده‌نگرانه وجود داشته باشد؛ کاملاً مشخص است که بزرگ‌ترین تهدید بشر در آینده، مسئلهٔ پسماند می‌باشد. زیرا روز به روز بر حجم پسماند تولیدی توسط بشر افزوده می‌شود. اگر برای دفع این پسماندها راهکاری اصولی در نظر گرفته نشود، محیط زیست رو به نابودی می‌رود؛ بنابراین بسیاری از متخصصان در تلاش هستند که برای این معضل بسیار بزرگ راهکارهایی پیشرو ارائه دهند. همواره بین متخصصان اتفاق نظر وجود دارد بر اینکه پسماندها حاوی موادی هستند که می‌توانند مجدد مورد استفاده قرار گیرند. همچنین تلاش و راهکارهای بسیار زیادی برای استفادهٔ مجدد از این مواد ارائه شده است؛ ولی معضل بسیار بزرگی برای این استفادهٔ مجدد وجود دارد. این معضل، بحث جداسازی مواد از یکدیگر و از کل پسماندها است. برای اینکه این موضوع بهتر مشخص شود، در ادامه، انواع مختلف این مواد بیان می‌شود.

این مواد بر اساس نوع استفاده مجدد در چند دستهٔ عمده به شرح زیر قرار دارند:

- استفادهٔ مجدد (Reuse): این دسته، شامل محصولاتی است که دارای وضعیتی مناسب برای استفادهٔ مجدد هستند. یعنی بدون نیاز به تغییری در محصول، مجدد می‌توان از آن استفاده کرد. همانند بطری‌ها، پالت‌ها، کانتینرها و.....
- بازفرآوری (Reprocessing): این دسته، محصولاتی را شامل می‌شود که می‌توانند به یک محصول جدید قابل‌استفاده تبدیل شوند. این عمل در سطوح مختلف می‌تواند انجام شود.
- بازیافت (Recycling): این محصولات را می‌توان به شکل مواد اولیه در آورد که باعث کاهش تولید مواد اولیه از معادن و... می‌شود. این دسته شامل مواد فلزی، شیشه‌ای، پلاستیکی، کاغذ، مقوا و..... است.
- بازسازی (Re-manufacturing): این محصولات به‌طور کلی یا قسمتی از آنها در ساخت محصولی دیگر استفاده می‌شود.
- تعمیر (Repairing): محصولات این دسته برای تعمیر جمع‌آوری می‌شوند و پس از تعمیر دوباره مورد استفاده قرار می‌گیرند.

- بازیابی (Refurbishing): محصولات این دسته جمع‌آوری شده و سپس ارتقا داده می‌شوند و مورد استفاده قرار می‌گیرند.
- سوزاندن (Incineration): در این دسته محصولاتی قرار دارند که سوزانده می‌شوند و انرژی حاصل از سوزاندن این محصولات ، دوباره مورد استفاده قرار می‌گیرد.
- ضایعات (Disposal): محصولاتی در این دسته قرار دارند که به دلایل فنی یا اقتصادی توجیه استفادهٔ مجدد ندارند و در هیچ یک از دسته‌های معرفی شده فوق قرار نمی‌گیرند. نیاز هست که این محصولات به صورت صحیحی دفع شوند تا آسیب‌های محیط زیستی ناشی از دفع آنها حداقل شود.

به دسته‌بندی فوق که دسته‌بندی شناخته‌شده‌ای است؛ می‌توان دسته‌های دیگری را نیز اضافه کرد. به عنوان مثال می‌توان به دسته‌های ضایعات بیمارستانی، زباله‌های تر با قابلیت تبدیل‌شدن به کمپوست (کود گیاهی)، ضایعات زباله‌های تر و ... اضافه شود. همچنین این تفکیک پسماند بر اساس جنس مواد نیز حایز اهمیت است. کاملاً مشخص است که موادی از جنس کاغذ یا مقوا به صورت جداگانه از مواد فلزی یا شیشه‌ای و .... مورد استفادهٔ مجدد قرار می‌گیرند. از این‌رو، لازم است مواد بر اساس جنس آنها کاغذ و مقوا، پلاستیک، انواع مختلف فلز نظیر آلومینیوم، آهن و مس، اجناس شیشه‌ای و..... تفکیک شده و جداگانه مورد استفادهٔ مجدد قرار گیرند.

همان طور که در دسته‌بندی فوق مشاهده شد، برای مدیریت بهتر و کارآمدتر پسماندها لازم است؛ پسماندها بر اساس نوع استفادهٔ مجدد، جنس مواد و.... تفکیک شوند.

بر اساس پژوهش‌های سابق، مشخص شد که تفکیک پسماند در مبدأ بسیار کارآمدتر و کم‌هزینه‌تر از تفکیک پسماند در مراکز جمع‌آوری پسماند است. این موضوع نیاز به همکاری مردم ساکن هر منطقه برای تفکیک پسماندها در مبدأ دارد. از این‌رو، با نگاهی به آینده و اجرای سیاستی که منجر به تشویق مردم به تفکیک پسماند در مبدأ شود؛ اجرای یک روش جمع‌آوری کارآمد از پسماندهای تفکیک شده بسیار حایز اهمیت است.

عموم مردم سعی می‌کنند که آسان‌ترین روش را برای انجام کارهایشان انتخاب کنند. از این‌رو، در حالت عادی، مردم تمام پسماندهایشان را به صورت تفکیک نشده در کیسهٔ زباله ریخته و آن را دفع

می‌کنند. با آموزش‌های آینده‌نگرانهٔ محیط زیستی و اثبات اهمیت محیط زیست، تعداد کمی از شهروندان پسماندهای خود را تفکیک کرده و سپس دفع می‌کنند.

این آموزش‌ها هرچه دقیق‌تر و مؤثرتر باشند، درصد بیشتری از مردم پسماندهای خود را در مبدأ، تفکیک و سپس دفع می‌کنند؛ ولی نکتهٔ حایز اهمیت این است که تفکیک پسماند به این روش، کلی بوده و پس از جمع‌آوری همچنان نیاز است که دوباره پسماندها بر اساس جنس، نوع استفاده مجدد و... تفکیک شوند. حال اگر در کنار این آموزش‌ها، سیاست‌های تشویقی و تنبیهی در نظر گرفته شود؛ درصد بیشتری از افراد پسماندهای خود را تفکیک می‌کنند. به طور مثال، یک نوع سیاست تشویقی این است که پسماندهای تفکیک شده از مردم خریداری شود یا برای این افراد امتیاز اجتماعی ویژه‌ای در نظر گرفته شود. به عنوان مثال، برای سیاست تنبیهی می‌توان افرادی را که پسماندهای خود را تفکیک نکردند، جریمه کرد یا امتیاز اجتماعی آنها را کاهش داد. این امتیاز اجتماعی می‌تواند برای افراد کاربردهای مختلفی را داشته باشد.

برای اجرایی کردن سیاست‌های مختلف نیاز به زیرساخت‌های لازم است تا بتوان شرایط را برای اجرای سیاست‌های مدنظر مهیا کرد. از این‌رو، به سیستمی نیاز است که در آن امکان جمع‌آوری پسماند تفکیک شده به صورت نهایی، وجود داشته باشد؛ همچنین استفاده از این سیستم برای مردم و شرکت‌های متوالی آسان باشد. در ضمن این سیستم باید توانایی اجرای سیاست‌های تشویقی و تنبیهی را داشته باشد تا در صورت لزوم، این سیاست‌ها نیز اجرا شوند.

جمع‌آوری پسماند و برگشت آن به مراکز مشخص، در مجموعهٔ لجستیک معکوس (Reverse Logistics) قرار دارد. به زبان ساده به سیستم لجستیکی که جهت جریان آن از مصرف‌کننده به سمت تولیدکننده باشد، لجستیک معکوس گفته می‌شود. امروزه با پیشرفت فناوری، تقریباً تمام رشته‌ها و بسیاری از فعالیت‌ها در تلاش هستند تا با استفاده از فناوری‌های پیشران، شرایط خود را بهبود بخشند. متخصصان لجستیک نیز در تلاش هستند تا با استفاده از فناوری‌های پیشران، سیستم‌های لجستیک را بهبود بخشند. از این‌رو، یکی از ابزارهای بسیار کاربردی، فناوری پیشران بلاک‌چین (Blockchain) است. چندین دهه از ابداع بلاک‌چین گذشته است و امروزه با پیشرفت فناوری در رشته‌ها و صنایع بی‌شماری از این پیشران استفاده می‌شود یا در حال بررسی استفاده از آن هستند.

مهم‌ترین ویژگی بلاک‌چین این است که ساختاری را به وجود می‌آورد که در آن دیگر نیازی به اعتمادکردن به افراد و یا مجموعه‌هایی که وظیفهٔ نگهداری اطلاعات را دارند نیست. زیرا اطلاعات وارده شده در تمام شبکه به اشتراک گذاشته می‌شود و همهٔ اعضای شبکه موظف به نگهداری از اطلاعات هستند. از این‌رو، با توزیع اطلاعات بین تمام اعضای شبکه، شفافیت به وجود می‌آید و همچنین می‌توان همواره از عدم تغییر اطلاعات وارد شده مطمئن بود.

ابزار دیگری که بر بستر بلاک‌چین ابداع شده، قراردادهای هوشمند (Smart Contracts) است. قراردادهای هوشمند، این قابلیت را دارند که هر طرف بدون اعتماد داشتن به طرف مقابل، از اجرای صحیح قرارداد مطمئن شود. روند اجرای قرارداد بر اساس شروط گذاشته شده در زمان عقد قرارداد و اطلاعات وارد شده در طول زمان اجرای قرارداد به صورت صحیح پیش می‌رود. این ویژگی‌ها بسیار حائز اهمیت و آینده‌نگرانه هستند، زیرا نیاز اساسی صنایع و سیستم‌های گوناگون در آینده را برآورده می‌کنند.

در این پژوهش با نگاهی به آینده، ساختاری ارائه شده که با استفاده از آن بتوان سیستم لجستیک معکوس سنتی موجود را بازطراحی کرد و سیستم لجستیک معکوس بر پایهٔ فناوری پیشران بلاک‌چین را به وجود آورد. این سیستم می‌تواند به عنوان زیرساخت کامل، جامع و انعطاف‌پذیر برای اجرای انواع سیاست‌ها در زمینهٔ جمع‌آوری پسماند تفکیک شده، استفاده گردد. این سیستم در نوع خود پیشران بسیار مناسبی است.

این مقاله در پنج بخش، گردآوری شده است: بخش اول آن، مقدمه می‌باشد که به اهمیت و وجود سیاستی برای تفکیک پسماند در مبدأ و نیز اهمیت وجود روش مؤثری برای جمع‌آوری پسماند تفکیک شده می‌پردازد. بخش دوم، مرور منابع و پژوهش‌های پیشین در زمینهٔ بلاک‌چین و استفاده از آن در سیستم‌های لجستیک، بررسی گردید. در بخش سوم، ساختار ارائه شده در این پژوهش، شرح گردیده است. بخش آخر، شامل نتیجه‌گیری، بحث و پیشنهاداتی برای بررسی بیشتر در آینده است. در انتها نیز، فهرست منابع مورد استفادهٔ تحقیق، ذکر شده است.

۲مرور منابع

در این قسمت، با مروری خلاصه بر پژوهش‌های پیشین انجام شده، در ابتدا بلاک‌چین معرفی می‌شود، سپس به بررسی پژوهش‌های انجام شده بر روی سیستم‌های لجستیک و لجستیک معکوس با تمرکز بر استفاده از فناوری بلاک‌چین در زنجیره تأمین پرداخته می‌شود.

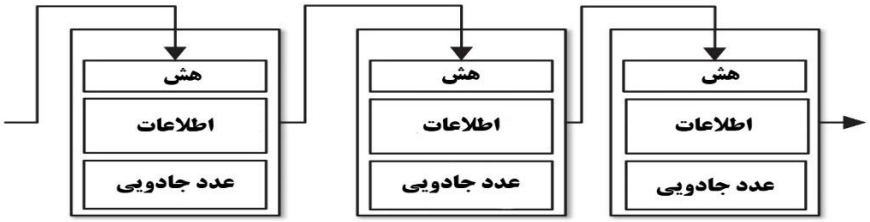
۱-۱- بلاک‌چین

بلاک‌چین یک فناوری دفترکل توزیع شده (Distributed Ledger Technology) تغییرناپذیر و غیرقابل دستکاری است.در این فناوری، تمام معاملات در یک محیط اشتراکی و هماهنگ توسط کاربران تأیید می‌شود؛ همچنین تمام معاملات توسط همة کاربران در هر لحظه قابل‌پیگیری است. بلاک‌چین یک محیط غیر متمرکز را فراهم می‌آورد که در آن تمام اعضای شبکه می‌توانند بدون نیاز به یک مرجع معتبر، به طور ایمن با یکدیگر تعامل داشته باشند. از این‌رو، با اعتبارسنجی و ذخیرة تمام معاملات از طریق الگوریتم اجماع توزیع شده، دیگر نیازی به یک نهاد مرکزی که وظیفة اعتبارسنجی و ثبت معاملات را داشته باشد؛ نیست. در نتیجه بر خلاف سایر شیوه‌ها دیگر نیازی به اعتماد به این نهاد مرکزی نیست. برای اجرای بلاک‌چین، روند انجام کار به شرح زیر است که ابتدا دو طرف قرارداد می‌بندنند. سپس این قرارداد در شبکه پخش می‌شود، پس از آن، تمام گره‌های موجود در شبکه، اصالت قرارداد را بررسی می‌کنند. سپس این قرارداد در یک بلوک جدید جای می‌گیرد، پس از آن این بلوک، مهر زمان دریافت می‌کند. بعد از آن با الگوریتم اجماع، این بلوک به زنجیرة بلوکی متصل می‌شود و عملاً غیرقابل‌تغییر می‌شود.در آخر قرارداد انجام شده است.

توجه داشته باشید که این روند انجام کار نسبتاً استاندارد است (Min 2019).در واقع بلاک‌چین، مجموعه‌ای از بلوک‌های متصل به یکدیگر همانند زنجیر است. در شکل ۱ساختار زنجیرة بلوکی یا بلاک‌چین (Gao et al. 2018) ارائه شده است. مشاهده می‌شود که هش هر بلوک در بلوک بعدی آورده شده است. این امر سبب می‌شود که این بلوک همانند زنجیر به یکدیگر وصل شوند. در این سیستم، تاریخچة هر تراکنش به‌راحتی از طریق بلوک‌های قبلی، قابل ردیابی است. این موضوع، فناوری بلاک‌چین را شفاف و قابل اعتماد می‌کند. هر بلوک دارای شناسة منحصربه‌فرد خود است؛ همچنین هر بلوک دارای هش بلوک قبلی است. بنابراین، امنیت تراکنش‌ها تضمین می‌شود. تمامی

تراکنش‌ها توسط کاربران شبکه تأیید و ثبت می‌شوند. هر تراکنش دارای مهر زمانی است و به ترتیب زمانی مرتب و در یک بلوک جدید جای گرفته و به بلوک قبلی متصل می‌شوند. تراکنش‌ها پس از اضافه‌شدن به شبکه، غیرقابل برگشت هستند.

کل این ساختار، بلاک‌چین را به یک فناوری قابل اعتماد تبدیل می‌کند (Queiroz, Telles, and Bonilla 2020). یکی از مهم‌ترین عملکردهایی که بلاک‌چین را قابل اعتماد، ایمن و شفاف می‌کند، به اصطلاح مکانیسم اجماع (Consensus Mechanism) است. سوابق در بلوک‌هایی که از طریق مقادیر هش به مانند زنجیر به یکدیگر متصل شده‌اند؛ ذخیره می‌شوند. تصمیم برای افزودن یک بلوک جدید به سیستم از طریق مکانیسم اجماع صورت می‌گیرد. برای هر تغییری در یک بلوک موجود، هکر باید با همهٔ کاربران برای ایجاد یک شاخهٔ طولانی‌تر رقابت کند، این کار نیز به فناوری بلاک‌چین برای حفاظت از داده‌های تاریخی کمک می‌کند. زیرا هکر، خود باعث افزایش تعداد کاربران سیستم می‌شود. در واقع، این موضوع به حملهٔ ۵۱ درصدی اشاره دارد که بعدتر توضیح داده می‌شود.



شکل ۱ساختار زنجیرهٔ بلوکی یا بلاک‌چین (**Gao et al. 2018**)

برخی از ویژگی‌های مهم بلاک‌چین که این فناوری را منحصر به فرد و امیدوارکننده برای کاربردهای صنعتی آینده می‌کند؛ عبارت است از :

این فناوری غیرمتمرکز (Decentralized) است؛ یعنی هر کدام از گره‌های موجود در مجموعه، قابلیت دارند که تمام اطلاعات موجود در سیستم را مشاهده، ذخیره و به‌روز کنند. ویژگی دیگر بلاک‌چین، شفافیت (Transparent) است. تمام داده‌ها با مکانیسم اجماع در شبکه ثبت و ذخیره می‌شوند و در طول عمر خود، قابل‌مشاهده و ردیابی هستند؛ همچنین این فناوری غیر قابل‌تغییر (Immutable) است.

همان طور که پیش‌تر هم بیان شد، بلاک‌چین برای تعیین تغییرناپذیری داده‌ها، مهر زمان و کنترل‌های مخصوصی را ارائه می‌دهد. یکی دیگر از ویژگی‌های این فناوری، برگشت‌ناپذیری (Irreversible)

است. به این صورت برای هر معامله‌ای که تاکنون انجام شده است، یک رکورد مشخص و قابل‌تأیید در هر بلاک‌چین نگهداری می‌شود. ویژگی دیگر بلاک‌چین، خودمختاری (Autonomy) است. هر گره در بلاک‌چین می‌تواند به‌تنهایی و بدون دخالت شخص دیگری به داده‌ها دسترسی، انتقال، ذخیره و به‌روزرسانی کند. ویژگی دیگر بلاک‌چین منبع باز (Open source) بودن آن است. بلاک‌چین دسترسی منبع باز را برای همهٔ گره‌های موجود در شبکه با حفظ سلسله مراتب فراهم می‌کند.

ناشناس بودن (Anonymity) نیز ویژگی دیگر بلاک‌چین است. همان‌طور که انتقال داده بین گره‌ها انجام می‌شود، هویت فرد مالک هر گره، ناشناس می‌ماند. ویژگی دیگر بلاک‌چین، مالکیت و منحصربه‌فرد بودن (Ownership and uniqueness) آن است. هر سندی که در بلاک‌چین جابه‌جا و یا ثبت می‌شود، سوابق مالکیت آن با یک کد هش منحصر به‌فرد ذخیره می‌شود. منشأ (Provenance) نیز از ویژگی‌های بلاک‌چین است. هر محصول، دارای یک سند ثبت دیجیتال در بلاک‌چین است که صحت و اصالت آن را ثابت می‌کند.

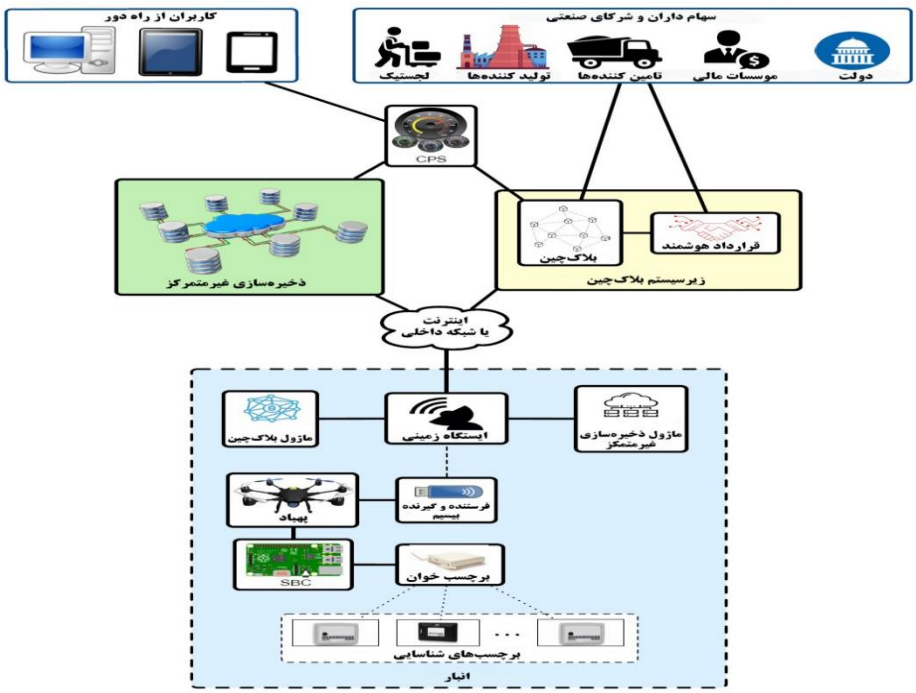
از دیگر ویژگی‌های مهم بلاک‌چین، اتوماسیون قرارداد (Contract automation) است که از نمونه‌های آن می‌توان قراردادهای هوشمند را نام برد. اتوماسیون قرارداد، یک برنامهٔ کوچک کامپیوتری برای کمک به اجرای قرارداد است که با تأمین امنیت بیشتر و هزینه‌های معاملاتی کمتر، جایگزین قراردادهای معمول می‌شود. قراردادهای هوشمند معمولاً با کدگذاری شامل شرایط، قوانین، مجازات‌ها و اقداماتی می‌شوند که برای تمامی طرف‌های معامله اجرا خواهد شد. قراردادهای هوشمند از عملیات پاسخگویی سریع در زنجیره‌های تأمین پشتیبانی می‌کنند (Li et al. 2020).

اگرچه فناوری بلاک‌چین می‌تواند ابزاری مفید برای پشتیبانی از معاملات به صورت شفاف و ایمن باشد؛ اما به دلیل برگشت‌ناپذیر بودن معاملات در بلاک‌چین، گیرنده هیچ‌گونه استردادی دریافت نمی‌کند، مگر اینکه معاملهٔ جدیدی صادر شود. همچنین بلاک‌چین می‌تواند مورد حملهٔ هکری ۵۱ درصد قرار گیرد، به این صورت که هکر با تصاحب ۵۱ درصد از گره‌های شبکه می‌تواند هر تغییری در زنجیرهٔ بلوکی انجام دهد. برخی معتقدند که بلاک‌چین ارزان نیست. از این‌رو، هزینهٔ عملیات و هزینهٔ اجرای سیستم‌های بلاک‌چین هرگز نباید کم برآورد شود.

لازم به ذکر است که سیستم‌های بلاک‌چین را می‌توان بر اساس شرایط لازم تا حدی شخصی‌سازی کرد. به طور مثال، برای مقابله با حملهٔ ۵۱ درصدی می‌توان بلاک‌چین نیمه‌خصوصی ایجاد کرد که در آن گره‌هایی که قابلیت ثبت بلوک جدید دارند؛ محدود و مشخص باشند تا هکری نتواند سیستم را هک کند.

۱-۲- بلاک‌چین در زنجیرهٔ تأمین و لجستیک

مدیریت زنجیرهٔ تأمین یک بخش بزرگ و اسکلت اصلی هر مجموعه یا صنعت است (Hughes et al. 2019). با این حال، سیستم‌های زنجیرهٔ تأمین سنتی به اندازهٔ کافی همه‌کاره و شفاف نیستند تا نیازها و تقاضاهای رو به رشد آینده را برآورده سازند. این امر، منجر به هزینه‌های اضافی بسیار زیادی از نظر رسیدگی به خطاها، هزینه‌ها، اجرا و مدیریت کلاهبرداری‌ها می‌شود. در شکل ۲، ساختار یک زنجیرهٔ تأمین طراحی شده بر اساس بلاک‌چین و تگ‌های شناسایی (Fernández-Caramés et al. *2019*) مشخص شده است.

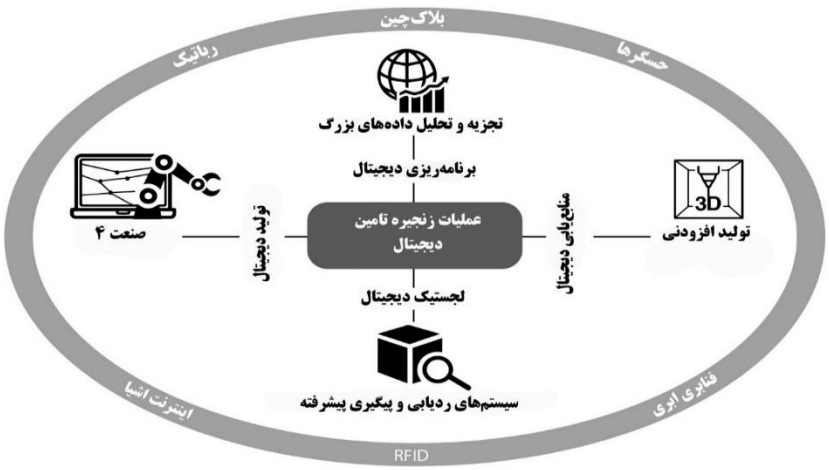


شکل ۲، ساختار یک زنجیرهٔ تأمین طراحی شده بر اساس بلاک‌چین و تگ‌های شناسایی

(**Fernández-Caramés et al. 2019**)

در عصر صنعت ۴ (Fernández-Caramés et al. 2019) بلاک‌چین به عنوان راهی برای سازماندهی سوابق به شیوه‌ای توزیع شده که از طریق مکانیسم اجماع پیشنهاد شده است (Gao et al. 2018). بلاک‌چین، پتانسیل تغییر مدیریت زنجیرهٔ تأمین را با ویژگی‌هایی نظیر شفافیت، اصالت، اعتماد و امنیت، کاهش هزینه‌ها، عدم واسطه‌گری، عملیات کارآمدتر و کاهش ضایعات دارد (Philipp, Prause, and Gerlitz 2019). همچنین تمام تراکنش‌های پشتیبانی شده توسط بلاک‌چین کارآمدتر، ایمن‌تر، اقتصادی‌تر و شفاف‌تر هستند (Queiroz, Telles, and Bonilla 2020). از این‌رو، معمولاً اعتقاد بر این است که ماهیت توزیع شده، به بلاک‌چین کمک می‌کند تا خطرات موجود در زنجیرهٔ تأمین را کاهش دهد (Zhang et al. 2020; Araz et al. 2020). این خطرات مرتبط با دزدی، هک، آسیب پذیری، پیروی گران قیمت از قوانین دولتی، اختلافات قراردادی و ... هستند (Min 2019). همچنین بلاک‌چین با اجرای قراردادهای هوشمند به تسهیل در تسویهٔ به موقع سفارش و اتوماسیون وظایف تولیدی کمک می‌کند (Sheel and Nath 2019). بلاک‌چین، همچنین موجب کاهش اثر امواج در زنجیرهٔ تأمین می‌شود که اختلال ایجاد شده به دلیل تغییر الگوها را به حداقل می‌رساند (Ivanov, Dolgui, and Sokolov 2019). در شکل ۳، استفاد از بلاک‌چین در زنجیره تأمین برای کاهش ریسک و اختلال ناشی از تغییر الگوها

(Ivanov, Dolgui, and Sokolov *2019*) ارائه شده است.



شکل ۳، استفاد از بلاک‌چین در زنجیره تأمین برای کاهش ریسک و اختلال ناشی از تغییر الگوها

(**Ivanov, Dolgui, and Sokolov 2019**)

استفاده از بلاک‌چین در زنجیره‌های تأمین باعث افزایش کارایی، کاهش هزینه، بهبود روابط بین تمام ذی‌نفعان، ایجاد اعتماد بیشتر و ساده سازی مراحل تجارت مربوطه می‌شود (Queiroz, Telles, and Bonilla 2020). در صنعت چوب و حمل‌و نقل، نمونه‌های موفقی از کاربرد بلاک‌چین در زنجیرة تأمین وجود دارد (Figorilli et al. 2018). در شکل ۴ ساختار طراحی شده بر اساس بلاک‌چین برای زنجیره تأمین چوب تا مشتری نهایی (Figorilli et al. 2018) نشان داده شده است.

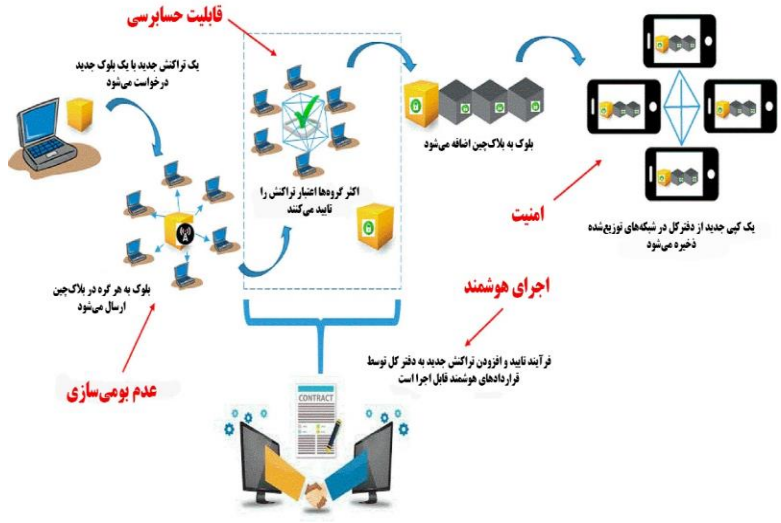
کشور چین با استفاده از بلاک‌چین در صنعت حمل‌و نقل، سیستمی را طراحی کرده که با یکپارچه‌سازی و به اشتراک‌گذاری اطلاعات بین همة ذی‌نفعان توانسته است؛ حجم کانتینر و بار انبار شده در بنادر تجاری بین‌المللی را کاهش دهد (Tan, Zhao, and Halliday 2018). با استفاده از بلاک چین، به دلیل دیجیتالی شدن امور و قراردادهای هوشمند، از همکاری بین همه ذینفعان اطمینان حاصل می‌شود و این موضوع ساختار زنجیرة تأمین را متحول می‌کند (Saberi et al. 2019). در شکل ۵ روند انجام قرداد هوشمند بر بستر بلاک‌چین

(Saberi et al. 2019) ارائه گردیده است. در شکل ۶ ، تحول ایجاد شده در نتیجة استفادة بلاک‌چین در زنجیرة تأمین با تمرکز بر قراردادهای هوشمند

(Saberi et al. *2019*) مشخص شده است.

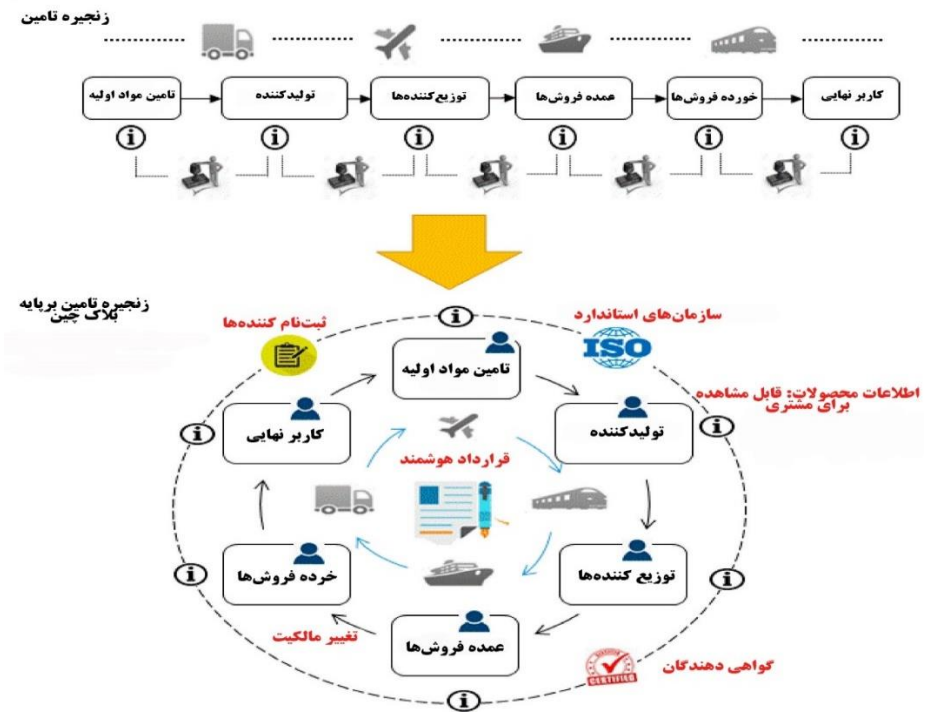
شکل ۴ ساختار طراحی شده بر اساس بلاک‌چین برای زنجیره تأمین چوب تا مشتری نهایی

(**Figorilli et al. 2018**)



شکل ۵ روند انجام قرداد هوشمند بر بستر بلاک‌چین

(**Saberi et al. 2019**)



شکل ۶ ، تحول ایجاد شده در نتیجهٔ استفادهٔ بلاک‌چین در زنجیرهٔ تأمین با تمرکز بر قراردادهای هوشمند

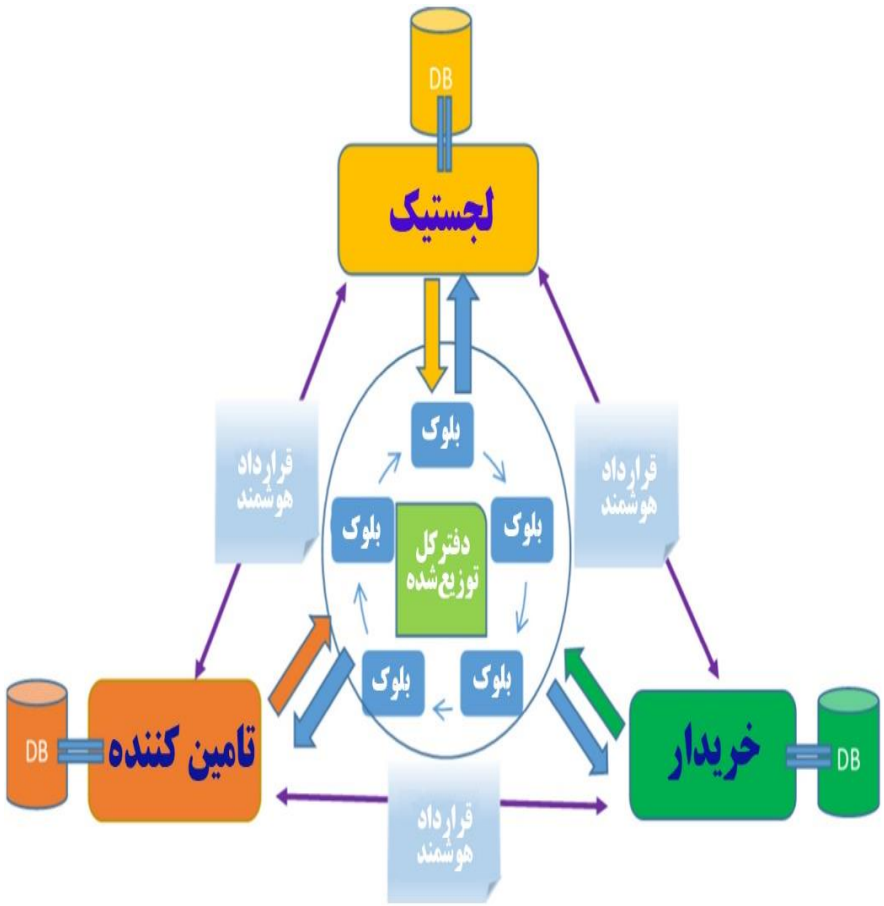
(**Saberi et al. 2019**)

فناوری بلاک‌چین و اینترنت اشیا (Internet of Things) به ثبت، نگهداری، ردیابی و تشخیص منشأ کالاهای فیزیکی که در زنجیره‌های تأمین پیچیده، بین سازمانی یا بین‌المللی تولید و حمل می‌شوند، با استفاده از روش‌های هستی‌شناسی (Ontology) و محدودیت‌های ردیابی بر بستر بلاک‌چین اتریوم، کمک می‌کنند (Kim and Laskowski 2018). که با استفاده از بلاک‌چین منشأ کالاها در زنجیره‌های تأمین با قابلیت ارائهٔ گواهی تأیید می‌شود. این تأیید از اطلاعات مربوط به منشأ، اصالت، تولید، تغییرات، نگهداری و یکپارچه بودن می‌باشد که موجب کاهش ریسک درک شده مشتریان می‌شود. همچنین این گواهی در سراسر زنجیرهٔ تأمین ارائه می‌شود. (Montecchi, Plangger, and Etter 2019; Liu and Li 2020.) برای زنجیرهٔ تأمین الماس، این موضوع کارکرد اصلی بلاک‌چین بوده است (Choi 2019). ساختار منشأ زنجیرهٔ تأمین با استفاده از بلاک‌چین که تمام اطلاعات حیاتی را ذخیره می‌کند؛ همچنین دسترسی مبتنی بر نقش به داده‌ها را فراهم می‌کند و با رمزگذاری ایمن از داده‌هایی محافظت می‌کند که توسعه داده شده است (Engelenburg, Janssen, and Klievink 2019).

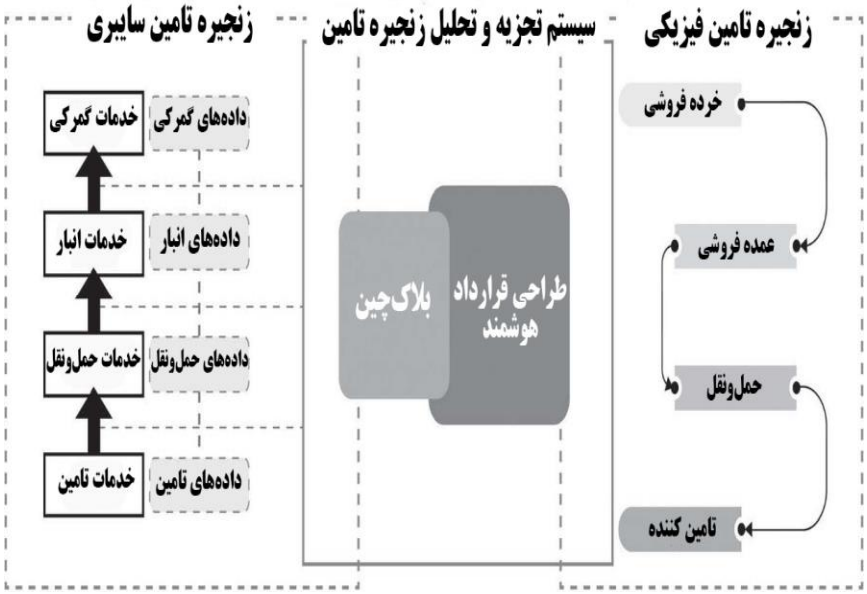
فناوری بلاک‌چین با کاهش اثرات اختلالات، اعمال رویکردهای پیشگیرانه و فعال برای مدیریت ریسک و ارائهٔ ساختار محافظتی چندلایه برای شبکهٔ زنجیرهٔ تأمین باعث افزایش تاب‌آوری و انعطاف‌پذیری زنجیرهٔ تأمین می‌شود (Liu, Li, and Qi 2019).

بلاک‌چین باعث شفافیت و دید بیشتر در زنجیره تأمین می‌شود، فرآیندها را خودکار و واسطه‌ها را حذف می‌کند. باعث ردیابی در لحظه می‌شود، حریم خصوصی را بیشتر می‌کند و به تکنیک‌های مدیریت داده کمک می‌کند. تمامی این موارد، سنگ‌بناهای مهندسی مجدد زنجیرهٔ تأمین هستند. یک زنجیرهٔ تأمین با مهندسی مجدد و مناسب می‌تواند در همگام سازی اطلاعات و ردیابی و نیز در همهٔ عرصه‌های کسب و کار دست یابد. همچنین استفاده از قراردادهای هوشمند می‌تواند با کاهش زمان و هزینهٔ مورد نیاز، به مهندسی مجدد زنجیرهٔ تأمین کمک کند (Chang, Chen, and Lu 2019; Dolgui et al. 2020; Liang et al. 2019). در شکل ۶، استفاده از بلاک‌چین در زنجیرهٔ تأمین با تمرکز بر اشتراک گذاری اطلاعات و قراردادهای هوشمند

(Chang, Chen, and Lu 2019) ارائه شده است. در شکل ۷ ساختار زنجیرهٔ تأمین در سه بخش اطلاعات کامپیوتری، سیستم تحلیلی و قسمت فیزیکی براساس بلاک‌چین (Dolgui et al. 2020) مشخص شده است.



شکل ۶، استفاده از بلاک‌چین در زنجیرهٔ تأمین با تمرکز بر اشتراک گذاری اطلاعات و قراردادهای هوشمند (**Chang, Chen, and Lu 2019**)



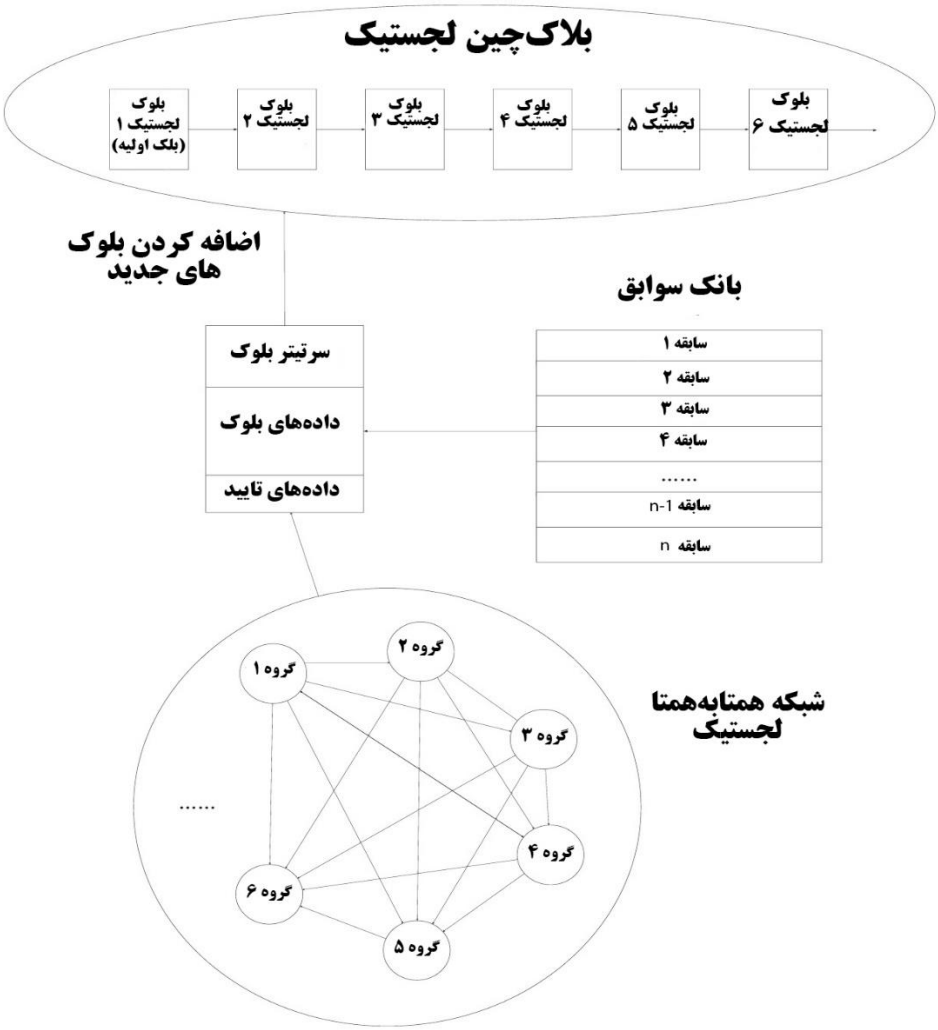
شکل ۷ ساختار زنجیرهٔ تأمین در سه بخش اطلاعات کامپیوتری، سیستم تحلیلی و قسمت فیزیکی براساس بلاک‌چین

(**Dolgui et al. 2020**)

احراز هویت، محرمانه بودن، حفظ حریم خصوصی، کنترل دسترسی، منشأ داده‌ها و منابع، تضمین یکپارچگی و... با خدماتی که بلاک‌چین ارائه می‌کند، امکان‌پذیر می‌شود (Mackey et al. 2019; Yi 2021). همچنین از بلاک‌چین می‌توان در بخش حمل‌و نقل محموله استفاده کرد؛ یک سیستم حمل‌و نقل توزیع شده و با قابلیت بررسی و تأیید را ایجاد کرد که تمام فعالیت‌های تجاری (مالی، بانکی، اینترنت اشیا، زنجیرهٔ تأمین، تولید، بیمه و ...) یک محموله را یکپارچه و به هم متصل کند. بلاک‌چین مواردی از قبیل کاهش تراکنش‌ها، هزینه‌های اجرایی و عدم واسطه‌گری در زنجیره‌های تأمین را تضمین می‌کند (Philipp, Prause, and Gerlitz 2019; Jugović et al. 2019; Grzelakowski 2019).

در پایان، بد نیست اشاره شود که استفاده از بلاک‌چین در زنجیره‌های تأمین و سیستم‌های لجستیکی به طور فزاینده‌ای روز به‌روز بیشتر مورد توجه متخصصان این امر قرار می‌گیرد. در حالی که هنوز متخصصان در ابتدای کشف پتانسیل واقعی فناوری بلاک‌چین برای بهبود زنجیره‌های تأمین، سیستم‌های لجستیک و حمل‌و نقل هستند. با آن‌که هنوز استفادهٔ گسترده و تجاری از بلاک‌چین در زنجیره‌های تأمین و سیستم‌های لجستیک ممکن است با چندین سال فاصله باشد؛ ولی آیندهٔ استفاده

از فناوری بلاک‌چین در زنجیره‌های تأمین، سیستم‌های لجستیک و حمل‌ونقل امیدوارکننده به نظر می‌رسد (Pournader et al. 2020). در شکل ۸ نمای کلی استفاده از بلاک‌چین در لجستیک با جزئیات هر بلوک و ارتباط گره‌ها در شبکه بلاک‌چین (Yi 2021) مشخص شده است.



شکل ۸. نمای کلی استفاده از بلاک‌چین در لجستیک با جزئیات هر بلوک و ارتباط گره‌ها در شبکه بلاک‌چین (**Yi 2021**)

روش‌شناسی

با توجه به موارد یادشده، وجود سیستمی با استفاده از پیشران مؤثر برای جمع‌آوری پسماند که قابلیت اجرای هرگونه سیاستی را داشته باشد؛ در آینده بسیار حایز اهمیت است. این سیستم باید قادر باشد که پسماندهای تفکیک شده را به صورت بسیار مناسب جمع‌آوری کند. از آنجایی که این سیستم باید بتواند هرگونه سیاستی را اجرا کند؛ باید مشخصات هر مشتری را نیز به صورت جداگانه داشته باشد. همچنین باید شفاف، ایمن، سریع، قابل‌انجام تراکنش‌های مالی، انعطاف‌پذیر و... باشد. از این‌رو، در این پژوهش با نگاهی به آینده، ساختاری ارائه می‌شود که با استفاده از آن می‌توان، سیستم لجستیک معکوس را با فناوری پیشران بلاک‌چین مجدداً طراحی کرد که تمام نیازهای ذکر شده را برآورده می‌کند.

در ابتدا برای درک بهتر این مفهوم و مشخص‌شدن ابعاد مسئله، روند انجام لجستیک معکوس شرح داده می‌شود. سپس ساختاری که با استفاده از آن می‌توان لجستیک معکوس را بر پایهٔ فناوری بلاک‌چین بازطراحی کرد؛ معرفی می‌شود.

ویژگی‌ها و کارایی‌های بلاک‌چین بسیار زیاد است. مهم‌ترین ویژگی‌ها، شفافیت، امنیت، غیرقابل بازگشت بودن، امکان انجام قراردادهای هوشمند و ..... می‌باشد. در واقع حتی می‌توان گفت؛ آینده در سیطره فناوری پیشران بلاک‌چین است. از این‌رو، به دلیل ویژگی‌های بیان شده، تمام صنایع و رشته‌ها در پی تلاش برای استفاده از فناوری بلاک‌چین هستند. دور از انتظار نیست که بیشتر صنایع و شرکت‌ها با نگاهی آینده‌نگرانه، بخش بسیاری از فعالیت خود را در آینده بر بستر بلاک‌چین انجام دهند.

قابل‌ذکر است که در تمام جهان، با توجه به رویکرد آینده‌پژوهی تلاش بسیار زیادی در راستای هوشمندسازی شهرها انجام می‌گیرد؛ زیرا به گفتهٔ بسیاری از محققان و متخصصان، آینده در دست شهرهای هوشمند است. در بسیاری از پژوهش‌ها، هوشمندسازی شهرها وابسته به استفاده از فناوری بلاک‌چین، بیان گردیده است. ساختار مطرح شدهٔ این پژوهش در راستای هوشمندسازی شهرها می‌باشد؛ همچنین در شهرهای هوشمند وجود چنین ساختاری ضروری به نظر می‌رسد. از طرف دیگر

این ساختار می‌تواند تکمیل کنندهٔ اقتصاد دایره‌ای باشد که موجب آسایش بیشتر شهروندان است و چهره شهر را زیباتر می‌کند؛ زیرا باعث کاهش زباله‌گرد در سطح شهر می‌شود.

در دنیای واقعی، هر شهروند یا به عبارت بهتر هر خانواده، روزانه مقداری پسماند تولید می‌کند. با توجه به سطح دغدغه‌های محیط‌زیستی و مسئولیت‌پذیری اجتماعی، هر خانواده درصدی از آن را تفکیک می‌کند. حال این پسماند تفکیک شده را در گوشه‌ای از خانه‌اش نگهداری می‌کندو هنگامی که مقدار آن به حد معینی رسید؛ به مأمور دریافت پسماند تحویل می‌دهد. اگر مقدار این پسماند نگهداری شده از حد مشخصی بیشتر شود و دیگر این فرد برای نگهداری آن فضای کافی نداشته باشد؛ مجبور می‌شود مازاد این پسماند را دور بریزد. این پسماند تفکیک شده که به دلیل نبود فضای کافی برای نگهداری، دور ریخته می‌شود؛ پسماند ازدست‌رفته معرفی می‌شود. از طرف دیگر، مسئول دریافت پسماند روزانه در شهر پرسه می‌زند و به دریافت این پسماندهای تفکیک شده می‌پردازد. او معمولاً برای اطلاع‌رسانی شهروندان، آهنگ با صدای بلند پخش می‌کند و این کار نیز باعث ایجاد آلودگی صوتی، آزار و اذیت شهروندان می‌شود. هنگامی که این مسئول از نزدیکی هر خانه‌ای که آمادهٔ تحویل پسماند است، می‌گذرد و شهروندان نیز پسماندهای خود را تحویل می‌دهند. این روش توضیح داده شده فقط در برخی از مناطق شهری انجام می‌شود. حال آن‌که در بسیاری از مناطق شهری دیگر، حتی همین مسئول دریافت پسماند نیز وجود ندارد. در این صورت دو حالت امکان دارد: حالت اول، شهروندان پسماندهای تفکیک شده خود را جداگانه دور می‌ریزند و زباله‌گردها آنها را جمع‌آوری می‌کنند. حالت دوم، افرادی غیر از مسئولین دریافت پسماند با تولید آلودگی صوتی بسیار زیاد این پسماندها را از شهروندان جمع‌آوری می‌کنند که هر دو حالت برای یک جامعهٔ شهری پیشرفته، مانع حساب می‌شود. در واقع، برای رفع این موانع باید راهکارهایی مفید پیشنهاد شود. در سیستم‌های سنتی موجود بهره‌وری و کارایی بسیار پایین است. تعداد بسیار کمی از شهروندان، پسماندها را تفکیک می‌کنند، در جمع‌آوری آنها، آرامش از شهروندان سلب می‌شود، مقدار بازیافت بسیار کم است، به تعداد زباله‌گردها روزانه افزوده می‌شود، و...

همان طور که در بالا توضیح دادیم و نیز پیش‌تر بیان شد،؛ با توجه به رویکرد آینده‌نگرانه، بسیار حایز اهمیت است که سیستم پیشرانی وجود داشته باشد و بتواند پسماندهای تفکیک شده در مبدأ را

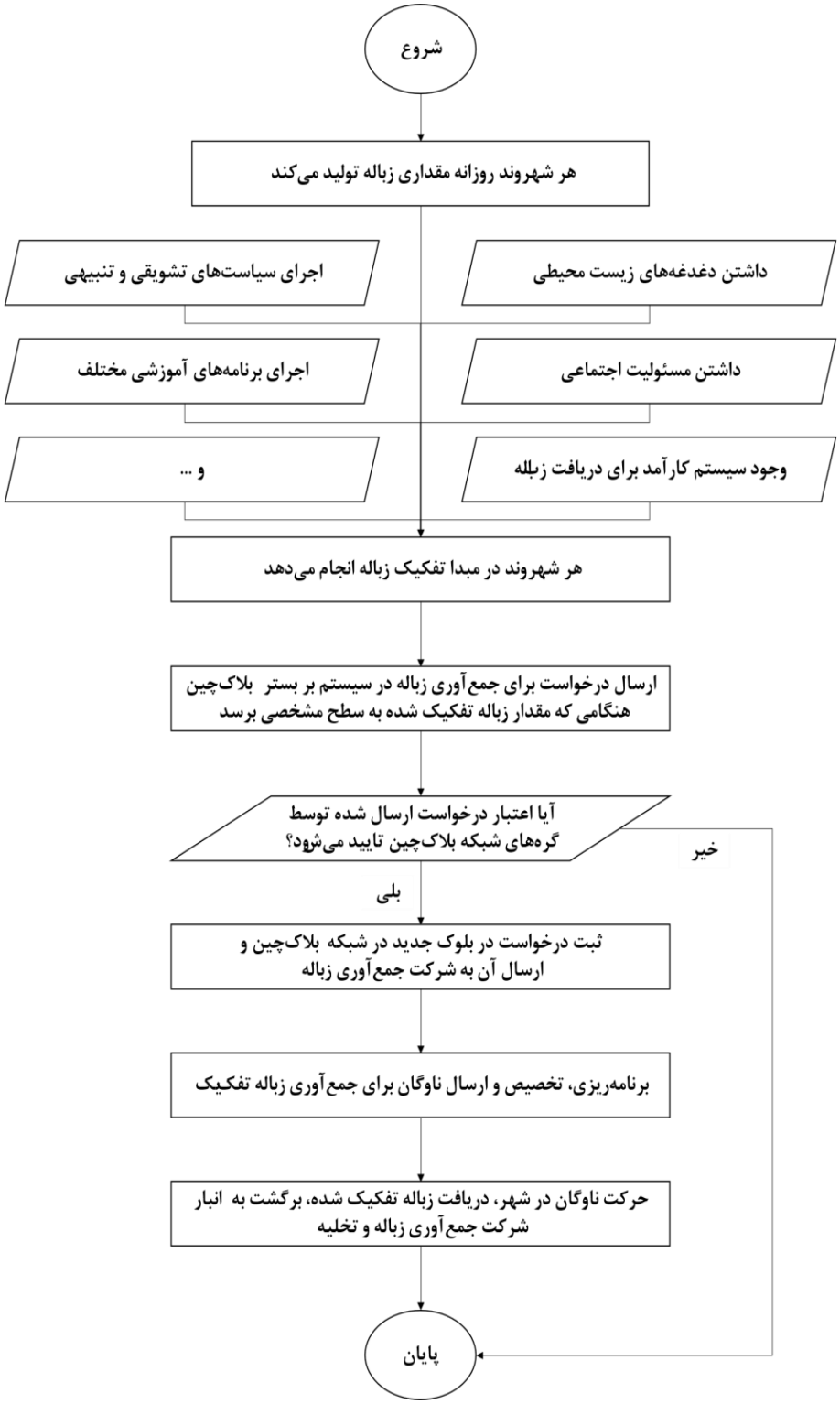
به روشی کارآمد جمع‌آوری کند. همچنین این روش باید توانایی اجرای انواع سیاست‌ها را برای افزایش تفکیک پسماند در مبدأ داشته باشد.

در این پژوهش، ساختار آینده‌نگرانه و پیشنهادی برای بازطراحی سیستم لجستیک معکوس با استفاده از فناوری پیشران بلاک‌چین ارائه گردیده که به شرح زیر می‌باشد:

هر شهروند پس از تفکیک پسماندهایش و نگهداری آنها تا رسیدن به سطح مورد نظر برای تحویل به مسئول دریافت پسماند، در شبکه بلاک‌چین یک تراکنش درخواست می‌دهد. مضمون این تراکنش این است که در روزی مشخص، مقدار مشخصی پسماند تفکیک شده را در آدرس مشخص می‌خواهد تحویل دهد. پس از ارسال این درخواست، سایر گره‌های آن را اعتبارسنجی می‌کنند. در صورت تأیید اعتبار، این درخواست در یک بلوک جدید بلاک‌چین ثبت می‌شود. پس از اضافه‌شدن بلاک فوق به بلاک‌چین، این درخواست به شرکت جمع‌آوری پسماند ارسال می‌شود. شرکت بر اساس تعداد درخواست‌ها، حجم درخواست‌ها، آدرس درخواست‌ها و... برنامه‌ریزی می‌کند. سپس شرکت بر اساس برنامه‌ریزی انجام داده شده، مسئولین دریافت پسماند را اعزام می‌کند. این مسئولین بر اساس برنامه به هر یک از شهروندان خدمت‌دهی می‌کنند. شهروندان نیز بر اساس برنامهٔ قبلی، زمان تقریبی رسیدن مسئول را می‌دانند؛ همچنین موقعیت مسئول و برنامهٔ آن به صورت کاملاً شفاف و دقیق در هر لحظه مشخص است. هنگام نزدیک‌شدن به هر شهروند نیز با روش‌های گوناگونی از جمله، استفاده از تلفن‌های هوشمند به آن شهروند اطلاع داده می‌شود. از این‌رو، دیگر هیچ آلودگی صوتی وجود نخواهد داشت.

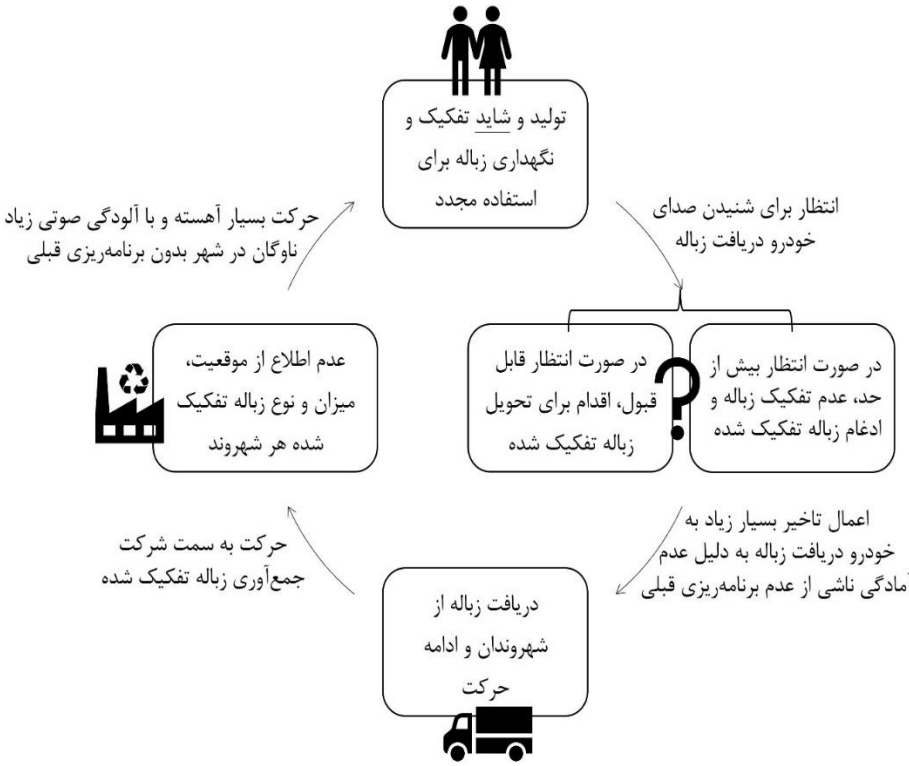
در شکل ۹ ، روندنما (فلوچارت) مراحل سیستم پیشنهادی با رویکرد آینده‌نگرانه برای لجستیک معکوس، مشخص شده است. در این سیستم، وجود شفافیت و امنیت بسیار حایز اهمیت است. زیرا اگر این دو مورد وجود نداشته باشد؛ امکان دارد که افرادی برای برهم‌زدن این سیستم، اطلاعات نادرست را ثبت کنند. از سوی دیگر برای اجرای هر نوع سیاستی، این سیستم بسیار کارآمد است. زیرا توان انجام انواع قراردادهای هوشمند را دارد. می‌توان هر شهروندی که اطلاعات نادرستی را ثبت می‌کند، جریمه کرد. همچنین می‌توان پسماندهای تفکیک شده را از شهروندان خریداری نمود (نمونهٔ سیاستی تشویقی). شهروندانی که پسماندهای خود را به درستی تفکیک کرده‌اند؛ تشویق

نمود و آنها که مسئلة تفکیک را به خوبی انجام نداده‌اند؛ تنبیه کرد یا هر سیاست دیگری را می‌توان اجرا نمود. زیرا در بستر فناوری پیشران بلاک‌چین امکان انجام انواع قراردادهای هوشمند برای تشویق و یا تنبیه شهروندان وجود دارد. (به طور مثال سیاست تشویقی «خرید پسماند تفکیک شده از شهروندان» را می‌توان به این صورت اجرا کرد که هر شهروند، زمان ارسال درخواست برای تحویل پسماند تفکیک شده، شرایط فروش پسماند تفکیک شده خود را نیز ذکر می‌کند. حال اگر شرکت مسئول جمع‌آوری پسماند با این شرایط موافق باشد، یک قرارداد هوشمند بین طرفین اجرا می‌شود. زمانی که شرکت مسئول، پسماند تفکیک شده را از آن شهروند تحویل بگیرد، طرفین انجام صحیح قرارداد را در سیستم تایید می‌کنند و در لحظه، هزینه توافق شده به حساب شهروند واریز می‌شود. این امر بدون کوچکترین وقفه و کار اضافه‌ای به صورت اتوماتیک انجام می‌شود.) همچنین اطلاعات وارد شده کاملاً دقیق، شفاف و غیرقابل‌تغییر هستند. ایمنی تراکنش‌ها تضمین می‌شود و منافع بسیار دیگری در اثر وجود فناوری پیشران بلاک‌چین پدید می‌آید. تنها مشکل این فناوری، هزینة اجرای آن است. البته با پیشرفت فناوری می‌توان بلاک‌چین‌هایی را طراحی کرد که هزینه بسیار کمی داشته باشند. اگر چه هزینة اجرای فناوری بلاک‌چین در مقابل مزایایی که دارد بسیار ناچیز است.

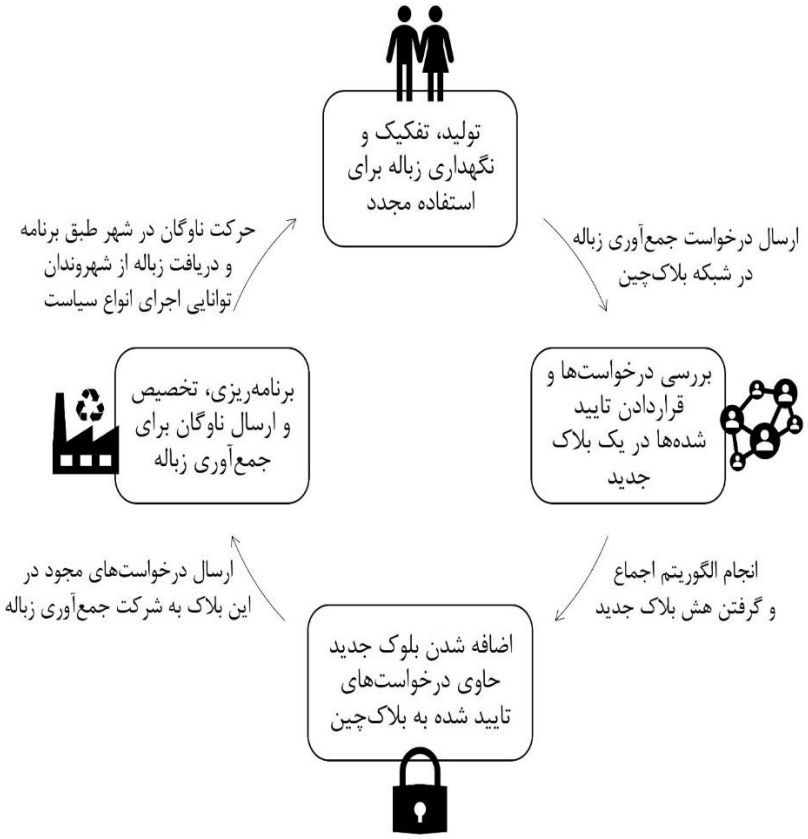

شروع
هر شهروند روزانه مقداری زباله تولید می‌کند
داشتن دغدغه‌های زیست محیطی
اجرای سیاست‌های تشویقی و تنبیهی
داشتن مسئولیت اجتماعی
اجرای برنامه‌های آموزشی مختلف
وجود سیستم کارآمد برای دریافت زباله
و ...
هر شهروند در مبدا تفکیک زباله انجام می‌دهد
ارسال درخواست برای جمع‌آوری زباله در سیستم بر بستر بلاک‌چین هنگامی که مقدار زباله تفکیک شده به سطح مشخصی برسد
آیا اعتبار درخواست ارسال شده توسط گره‌های شبکه بلاک‌چین تایید می‌شود؟
خیر
بلی
ثبت درخواست در بلوک جدید در شبکه بلاک‌چین و ارسال آن به شرکت جمع‌آوری زباله
برنامه‌ریزی، تخصیص و ارسال ناوگان برای جمع‌آوری زباله تفکیک
حرکت ناوگان در شهر، دریافت زباله تفکیک شده، برگشت به انبار شرکت جمع‌آوری زباله و تخلیه
پایان

شکل ۹ ، روندنما (فلوچارت) مراحل سیستم پیشنهادی با رویکرد آینده‌نگرانه برای لجستیک معکوس

در نتیجه، روزانه تعدادی درخواست به شرکت جمع‌آوری پسماند ارسال می‌شود. این شرکت نیز بر اساس سرعت و ظرفیت وسایل نقلیهٔ خود تأخیرهای وارده به آنها را برنامه‌ریزی می‌کند؛ سپس ناوگان مدنظر را ارسال می‌کند. برنامه‌ریزی باید به صورتی باشد که در هر روز تمام درخواست‌های ارسال شده از طرف شهروندان پاسخگویی شود. به طور مثال، یک سیاست تشویقی یا تنبیهی برای شهروندان این باشد که اگر شهروندی درخواستی را ارسال کرد و شرکت جمع‌آوری پسماند نتوانست آن را پاسخگویی کند؛ مجبور به پرداخت خسارت باشد. در شکل ۱۰، روند لجستیک معکوس بدون رویکرد آینده‌نگرانه و فناوری پیشران بلاک‌چین آورده شده است. همچنین در شکل ۱۱، روند لجستیک معکوس بازطراحی شده با رویکرد آینده‌نگرانه و استفاده از فناوری پیشران بلاک‌چین آورده شده است.



شکل ۱۰، روند لجستیک معکوس بدون رویکرد آینده‌نگرانه و فناوری پیشران بلاک‌چین



شکل ۱۱، روند لجستیک معکوس بازطراحی شده با رویکرد آینده‌نگرانه و استفاده از فناوری پیشران بلاک‌چین

نتیجه‌گیری

با توجه به سبک جدید زندگی، روز به‌روز بر میزان تولید پسماند افزایش می‌یابد. در نتیجه با رویکرد آینده‌نگرانه باید برای مسئلهٔ مدیریت پسماند راهکاری اساسی پیدا کرد. متخصصان به این نتیجه رسیده‌اند که استفادهٔ دوباره از مواد موجود در پسماندها بسیار حائز اهمیت است. برای حل مسئلهٔ استخراج مواد قابل‌استفاده از پسماندها، تفکیک پسماند از مبدأ را پیشنهاد داده‌اند. به این صورت که مردم پس از تولید پسماند آن را تفکیک کرده و سپس دفع نمایند. از این‌رو، با نگاهی به آینده، وجود سیستم لجستیک معکوس کارآمد بسیار لازم است. همچنین این سیستم باید قادر به انجام انواع

سیاست‌ها باشد. از سوی دیگر، بسیاری از متخصصان آینده‌پژوه در راستای هوشمندسازی شهرها مطالعات و اقدامات عملی انجام داده‌اند که مهر تأیید دیگری بر نیاز به سیستم لجستیک معکوس کارآمد است.

با توجه به تحولات رو به رشد در حوزهٔ فناوری و نیازهای متغیر بازار، بازطراحی سیستم لجستیک معکوس با استفاده از فناوری بلاک‌چین به عنوان یک رویکرد آینده‌پژوهانه، گام مهمی در جهت افزایش بهره‌وری و کارآیی این فرآیند حیاتی محسوب می‌شود.

با معرفی بلاک‌چین در سیستم لجستیک معکوس، شفافیت و ردیابی بهبود یافته و اطلاعات مرتبط با بازگشت محصولات به صورت امن و قابل اعتماد ثبت می‌شوند. این امر منجر به کاهش خطاها، پیشگیری از تقلب، و بهبود ارتباطات بین اعضای زنجیرهٔ تأمین می‌شود. همچنین، مدیریت بهتر موجودی و اجرای فرآیندهای مالی سریع و کارآمدتر با بهره‌گیری از بلاک‌چین امکان‌پذیر می‌شود. این تکنولوژی از سوی دیگر به شرکت‌ها این امکان را می‌دهد که با سهولت و کارآیی بیشتری به تصمیم‌گیری‌ها در مورد بازگشت محصولات بپردازند. با استفاده از رویکرد بلاک‌چین در لجستیک معکوس، می‌توان به یک سیستم پویا و هوشمند تبدیل شد که از تمامی اعضای زنجیرهٔ تأمین به عنوان یک اکوسیستم متراکم بهره می‌برد. این تحول نه تنها به افزایش بهره‌وری منجر خواهد شد بلکه به افزایش اعتماد مشتریان و نیز کاهش هزینه‌های مرتبط با فرآیندهای لجستیک معکوس خواهد شد. در نهایت، این راهکار آینده‌پژوهانه می‌تواند به عنوان یک مولفهٔ حیاتی در پیشبرد موثر و کارآمد محصولات در زمینهٔ لجستیک معکوس تلقی شود.

ساختار ارائه شده به شرکت مسئول این امکان را می‌دهد که برای هر نوبت جمع‌آوری پسماند، ناوگان مناسبی اعزام کند. این عمل باعث کمترین هزینه برای جمع‌آوری پسماندهای تفکیک شده و نیز کمترین پسماند تفکیک شده از دست‌رفته، می‌شود. از سوی دیگر این ساختار با حذف سایر بازیگران غیرمجاز در لجستیک معکوس باعث کاهش آلودگی صوتی و بصری می‌شود. همچنین به دلیل استفاده از روش‌های پیشران و نوین، امکان اطلاع‌رسانی به شهروندان از جمله برنامه‌ریزی از قبل انجام شده، امکان مشاهده مکان دقیق خودرو جمع‌آوری پسماند تفکیک شده به صورت لحظه‌ای، مشاهدهٔ برنامه خودرو، اعلام زمان دقیق دریافت پسماند تفکیک شده به شهروندان و .... را دارد.

سیستم طراحی شده با این ساختار هیچ‌گونه آلودگی صوتی نیز نخواهد داشت. با وجود برنامهٔ مشخص قبلی، می‌تواند با سرعت بسیار بیشتری نسبت به سایر سیستم‌های موجود لجستیک معکوس حرکت کند که تأخیرهای وارده به خودروها بسیار کم می‌شود. با توجه به ارسال درخواست از طرف شهروندان در ابتدای کار و سپس برنامه‌ریزی و ارسال ناوگان از سمت شرکت مسئول جمع‌آوری پسماند، امکان رویارویی بسیار خوبی با کاهش یا افزایش شدید در مقادیر پسماندهای تفکیک شده را دارد. از این‌رو بسیار انعطاف‌پذیر است.

این سیستم باعث افزایش تفکیک پسماند در مبدا شده، که با جمع‌آوری پسماند تفکیک شده و ارسال آن به محل‌های بازیافت، میزان بازیافت بسیار افزایش می‌یابد. از این رو باعث تکمیل چرخهٔ اقتصاد دایره‌ای می‌شود. این موضوع با کاهش استفاده از منابع همراه است.

هرچند که بهره‌وری و کارآیی سیستم لجستیک معکوس با استفاده از بلاک‌چین به نحو چشمگیری افزایش می‌یابد؛ اما هنوز چالش‌هایی نیز وجود دارد که نیازمند مطالعه و تحقیقات بیشتر می‌باشد. از جملهٔ این چالش‌ها می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

امنیت و حریم خصوصی: حفاظت از اطلاعات حساس و تضمین حریم خصوصی در محیط بلاک‌چین از جمله چالش‌های اساسی است. پژوهش‌های آینده باید به مکانیسم‌ها و استانداردهای امنیتی برای جلوگیری از تهدیدها و حفظ اطلاعات حساس تمرکز کنند.

ادغام با فناوری‌های دیگر: ادغام بلاک‌چین با فناوری‌های دیگر، مانند اینترنت اشیاء، هوش مصنوعی و فضای ابری، نقطهٔ کلیدی در بهبود عملکرد سیستم لجستیک معکوس است. پژوهش‌های آتی باید به بهینه‌سازی این ادغام و ارتقای هماهنگی میان این فناوری‌ها اختصاص داشته باشند.

پذیرش صنعتی: برای استفاده کامل از مزایای بلاک‌چین در صنعت لجستیک معکوس، نیاز به پذیرش صنعتی و همکاری بین اعضای زنجیرهٔ تأمین وجود دارد. پژوهش‌ها باید راهکارهایی برای افزایش پذیرش و هماهنگی در سطح صنعت را بررسی کنند.

در نهایت، بازطراحی سیستم لجستیک معکوس با استفاده از بلاک‌چین به عنوان یک رویکرد آینده‌پژوهانه، امکان بهبود چشمگیر در بهره‌وری و کارآیی فرآیندهای بازگشت محصولات را فراهم می‌کند. با ادغام موفق این تکنولوژی، می‌توان به یک سیستم لجستیک معکوس هوشمند، امن، و

کارآمد دست یافت که از تمامی ذی‌نفعان در زنجیرهٔ تأمین حمایت می‌کند و باعث توسعهٔ پایدار این صنعت می‌باشد. تحقیقات و پژوهش‌های بیشتر در این حوزه با کمک به نوآوری و پیشرفت فناوری، می‌توانند به ساختارهای لجستیک معکوس آینده شکل دهند.

References

Araz, Ozgur M., Tsan Ming Choi, David L. Olson, and F. Sibel Salman. 2020. "Role of Analytics for Operational Risk Management in the Era of Big Data." In *Decision Sciences*. Vol. 51. https://doi.org/10.1111/deci.12451.

Chang, Shuchih Ernest, Yi Chian Chen, and Ming Fang Lu. 2019. "Supply Chain Re-Engineering Using Blockchain Technology: A Case of Smart Contract Based Tracking Process." *Technological Forecasting and Social Change* 144. https://doi.org/10.1016/j.techfore.2019.03.015.

Choi, Tsan Ming. 2019. "Blockchain-Technology-Supported Platforms for Diamond Authentication and Certification in Luxury Supply Chains." *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review* 128. https://doi.org/10.1016/j.tre.2019.05.011.

Dolgui, Alexandre, Dmitry Ivanov, Semyon Potryasaev, Boris Sokolov, Marina Ivanova, and Frank Werner. 2020. "Blockchain-Oriented Dynamic Modelling of Smart Contract Design and Execution in the Supply Chain." *International Journal of Production Research* 58 (7). https://doi.org/10.1080/00207543.2019.1627439.

Engelenburg, Sélinde van, Marijn Janssen, and Bram Klievink. 2019. "Design of a Software Architecture Supporting Business-to-Government Information Sharing to Improve Public Safety and Security: Combining Business Rules, Events and Blockchain Technology." *Journal of Intelligent Information Systems* 52 (3). https://doi.org/10.1007/s10844-017-0478-z.

Fernández-Caramés, Tiago M., Oscar Blanco-Novoa, Iván Froiz-Míguez, and Paula Fraga-Lamas. 2019. "Towards an Autonomous Industry 4.0 Warehouse: A UAV and Blockchain-Based System for Inventory and Traceability Applications in Big Data-Driven Supply Chain Management." *Sensors 2019, Vol. 19, Page 2394* 19 (10): 2394. https://doi.org/10.3390/S19102394.

Figorilli, Simone, Francesca Antonucci, Corrado Costa, Federico Pallottino, Luciano Raso, Marco Castiglione, Edoardo Pinci, et al. 2018. "A Blockchain Implementation Prototype for the Electronic Open Source Traceability of Wood along the Whole Supply Chain." *Sensors (Switzerland)* 18 (9). https://doi.org/10.3390/s18093133.

Gao, Zhimin, Lei Xu, Lin Chen, Xi Zhao, Yang Lu, and Weidong Shi. 2018. "CoC: A Unified Distributed Ledger Based Supply Chain Management System." *Journal of Computer Science and Technology* 33 (2). https://doi.org/10.1007/s11390-018-1816-5.

Grzelakowski, A. S. 2019. "Global Container Shipping Market Development and Its Impact on Mega Logistics System." *TransNav* 13 (3). https://doi.org/10.12716/1001.13.03.06.

Hughes, Alex, Andrew Park, Jan Kietzmann, and Chris Archer-Brown. 2019. "Beyond Bitcoin: What Blockchain and Distributed Ledger Technologies Mean for Firms." *Business Horizons* 62 (3). https://doi.org/10.1016/j.bushor.2019.01.002.

Ivanov, Dmitry, Alexandre Dolgui, and Boris Sokolov. 2019. "The Impact of Digital Technology and Industry 4.0 on the Ripple Effect and Supply Chain Risk Analytics." *International Journal of Production Research* 57 (3). https://doi.org/10.1080/00207543.2018.1488086.

Jugović, Alen, Juraj Bukša, Alex Dragoslavić, and David Sopta. 2019. "The Possibilities of Applying Blockchain Technology in Shipping." *Pomorstvo* 33 (2). https://doi.org/10.31217/p.33.2.19.

Kim, Henry M., and Marek Laskowski. 2018. "Toward an Ontology-Driven Blockchain Design for Supply-Chain Provenance." *Intelligent Systems in Accounting, Finance and Management* 25 (1). https://doi.org/10.1002/isaf.1424.

Li, Guo, Lin Li, Tsan Ming Choi, and Suresh P. Sethi. 2020. "Green Supply Chain Management in Chinese Firms: Innovative Measures and the Moderating Role of Quick Response Technology." *Journal of Operations Management* 66 (7–8): 958–88. https://doi.org/10.1002/JOOM.1061.

Liang, Zhihong, Yuxiang Huang, Zechun Cao, Tiancheng Liu, and Yuehua Wang. 2019. "Creativity in Trusted Data: Research on Application of Blockchain in Supply Chain." *International Journal of Performability Engineering* 15 (2). https://doi.org/10.23940/ijpe.19.02.p17.526535.

Liu, Li, and Qi. 2019. "Research on Risk Avoidance and Coordination of Supply Chain Subject Based on Blockchain Technology." *Sustainability* 11 (7). https://doi.org/10.3390/su11072182.

Liu, Zhiyong, and Zipei Li. 2020. "A Blockchain-Based Framework of Cross-Border e-Commerce Supply Chain." *International Journal of Information Management* 52. https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2019.102059.

Mackey, Tim K., Tsung Ting Kuo, Basker Gummadi, Kevin A. Clauson, George Church, Dennis Grishin, Kamal Obbad, Robert Barkovich, and Maria Palombini. 2019. "'Fit-for-Purpose?' - Challenges and Opportunities for Applications of Blockchain Technology in the Future of Healthcare." *BMC Medicine* 17 (1). https://doi.org/10.1186/s12916-019-1296-7.

Min, Hokey. 2019. "Blockchain Technology for Enhancing Supply Chain Resilience." *Business Horizons* 62 (1): 35–45. https://doi.org/10.1016/j.bushor.2018.08.012.

Montecchi, Matteo, Kirk Plangger, and Michael Etter. 2019. "It's Real, Trust Me! Establishing Supply Chain Provenance Using Blockchain." *Business Horizons* 62 (3). https://doi.org/10.1016/j.bushor.2019.01.008.

Philipp, Robert, Gunnar Prause, and Laima Gerlitz. 2019. "Blockchain and Smart Contracts for Entrepreneurial Collaboration in Maritime Supply Chains." *Transport and Telecommunication* 20 (4). https://doi.org/10.2478/ttj-2019-0030.

Pournader, Mehrdokht, Yangyan Shi, Stefan Seuring, and S. C.Lenny Koh. 2020. "Blockchain Applications in Supply Chains, Transport and Logistics: A Systematic Review of the Literature." *International Journal of Production Research* 58 (7). https://doi.org/10.1080/00207543.2019.1650976.

Queiroz, Maciel M., Renato Telles, and Silvia H. Bonilla. 2020. "Blockchain and Supply Chain Management Integration: A Systematic Review of the Literature." *Supply Chain Management* 25 (2): 241–54. https://doi.org/10.1108/SCM-03-2018-0143/FULL/HTML.

Saberi, Sara, Mahtab Kouhizadeh, Joseph Sarkis, and Lejia Shen. 2019. "Blockchain Technology and Its Relationships to Sustainable Supply Chain Management." *International Journal of Production Research* 57 (7). https://doi.org/10.1080/00207543.2018.1533261.

Sheel, Ashutosh, and Vishnu Nath. 2019. "Effect of Blockchain Technology Adoption on Supply Chain Adaptability, Agility, Alignment and Performance." *Management Research Review* 42 (12). https://doi.org/10.1108/MRR-12-2018-0490.

Tan, Albert Wee Kwan, Yi Fei Zhao, and Thomas Halliday. 2018. "A Blockchain Model for Less Container Load Operations in China." *International Journal of Information Systems and Supply Chain Management* 11 (2). https://doi.org/10.4018/IJISSCM.2018040103.

Yi, Haibo. 2021. "A Secure Logistics Model Based on Blockchain." *Enterprise Information Systems* 15 (7). https://doi.org/10.1080/17517575.2019.1696988.

Zhang, Juzhi, Suresh P. Sethi, Tsan Ming Choi, and T. C.E. Cheng. 2020. "Supply Chains Involving a Mean-Variance-Skewness-Kurtosis Newsvendor: Analysis and Coordination." *Production and Operations Management* 29 (6). https://doi.org/10.1111/poms.13159.