

## 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 Volume.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 University


**Corresponding Author/ E-mail:** Arash Gheibi/ arash.gheibi@yahoo.com

## بازطراحی سیستم لجستیک معکوس با تمرکز بر فناوری پیشران بلاک چین (رویکردی آینده پژوهانه به بهره‌وری و کارایی)

آرش غیبی\* 

دانشجوی دکتری عمران-راه‌وتراپی، گروه عمران، دانشگاه بین‌المللی امام خمینی (ره)، قزوین، ایران

arash.gheibi@yahoo.com

امیرعباس رصافی 

استاد گروه مهندسی عمران-برنامه‌ریزی حمل‌ونقل، دانشگاه بین‌المللی 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، استفاده دوباره از مواد قابل استفاده در پسماندها است. برای این مهم به گفته متخصصان، تفکیک پسماند در مبدأ بسیار حایز اهمیت است. از این رو، هدف این پژوهش، ارائه ساختاری برای بازطراحی سیستم لجستیک معکوس به گونه کاربردی است.

روش: امروزه، متخصصان معتقدند؛ فناوری بلاک‌چین، پیشران فناوری‌های نوین است و قابلیت‌های بالقوه 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، لازمه 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 مبدأ 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، زنجیره تأمین، مدیریت پسماند، رویکرد آینده‌نگرانه

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

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 بین‌المللی امام خمینی (ره)

## مقدمه

اگر رویکرد آینده‌نگرانه وجود داشته باشد؛ کاملاً مشخص است که بزرگ‌ترین تهدید بشر در آینده، مسئله 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 استفاده مجدد از این مواد ارائه شده است؛ ولی معضل بسیار بزرگی برای این استفاده 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 دسته عمده به شرح زیر قرار دارند:

- استفاده مجدد (Reuse): این دسته، شامل محصولاتی است که دارای وضعیتی مناسب برای استفاده مجدد هستند. یعنی بدون نیاز به تغییری در محصول، مجدد می‌توان از آن استفاده کرد. همانند بطری‌ها، پالت‌ها، کانتینرها و.....
- بازآوری (Reprocessing): این دسته، محصولاتی را شامل می‌شود که می‌توانند به یک محصول جدید قابل استفاده 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 استفاده 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 تبدیل شدن 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 استفاده 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 استفاده مجدد قرار گیرند.
- همان‌طور که در دسته‌بندی فوق مشاهده شد، برای مدیریت بهتر و کارآمدتر پسماندها لازم است؛ پسماندها بر اساس نوع استفاده 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 کیسه زباله ریخته و آن را دفع

می‌کنند. با آموزش‌های آینده‌نگرانه 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 نکته 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 مجموعه 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 بلاک چین (Blockchain) است. چندین دهه از ابداع بلاک چین 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 وظیفه نگهداری اطلاعات را دارند نیست. زیرا اطلاعات وارده شده در تمام شبکه به اشتراک گذاشته می‌شود و همه اعضای شبکه موظف به نگهداری از اطلاعات هستند. از این رو، 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 پایه فناوری پیشران بلاک‌چین را به وجود آورد. این سیستم می‌تواند به عنوان زیرساخت کامل، جامع و انعطاف‌پذیر برای اجرای انواع سیاست‌ها در زمینه 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 زمینه 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 استفاده تحقیق، ذکر شده است.

## ۲ مرور منابع

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

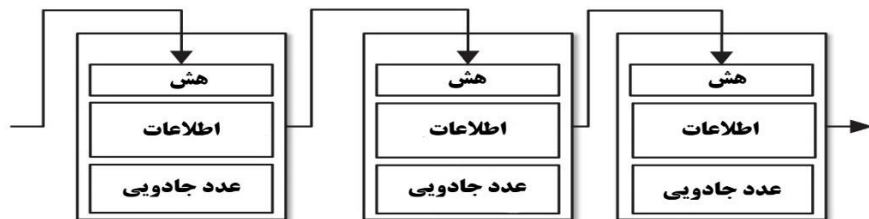
### ۱-۱- بلاک چین

بلاک چین 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 همه کاربران در هر لحظه قابل پیگیری است. بلاک چین 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 این رو، با اعتبارسنجی و ذخیره تمام معاملات از طریق الگوریتم اجماع توزیع شده، دیگر نیازی به یک نهاد مرکزی که وظیفه 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 بلاک چین، روند انجام کار به شرح زیر است که ابتدا دو طرف قرارداد می‌بندند. 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 زنجیره بلوکی متصل می‌شود و عملاً غیرقابل تغییر می‌شود. در آخر قرارداد انجام شده است.

توجه داشته باشید که این روند انجام کار نسبتاً استاندارد است (Min 2019). در واقع بلاک چین، مجموعه‌ای از بلوک‌های متصل به یکدیگر همانند زنجیر است. در شکل ۱ ساختار زنجیره بلوکی یا بلاک چین (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، تاریخچه هر تراکنش به راحتی از طریق بلوک‌های قبلی، قابل ردیابی است. این موضوع، فناوری بلاک چین را شفاف و قابل اعتماد می‌کند. هر بلوک دارای شناسه منحصر به فرد 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 اضافه شدن به شبکه، غیرقابل برگشت هستند.

کل این ساختار، بلاک چین را به یک فناوری قابل اعتماد تبدیل می‌کند (Queiroz, Telles, and Bonilla 2020). یکی از مهم‌ترین عملکردهایی که بلاک چین 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 همه کاربران برای ایجاد یک شاخه طولانی تر رقابت کند، این کار نیز به فناوری بلاک چین برای حفاظت از داده‌های تاریخی کمک می‌کند. زیرا هکر، خود باعث افزایش تعداد کاربران سیستم می‌شود. در واقع، این موضوع به حمله ۵۱ درصدی اشاره دارد که بعدتر توضیح داده می‌شود.



شکل ۱ ساختار زنجیره بلوکی یا بلاک چین (Gao et al. 2018)

برخی از ویژگی‌های مهم بلاک چین 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 بلاک چین، شفافیت (Transparent) است. تمام داده‌ها با مکانیسم اجماع در شبکه ثبت و ذخیره می‌شوند و در طول عمر خود، قابل مشاهده و ردیابی هستند؛ همچنین این فناوری غیر قابل تغییر (Immutable) است.

همان طور که پیش‌تر هم بیان شد، بلاک چین 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 قابل تأیید در هر بلاک چین نگهداری می‌شود. ویژگی دیگر بلاک چین، خودمختاری (Autonomy) است. هر گره در بلاک چین می‌تواند به تنهایی و بدون دخالت شخص دیگری به داده‌ها دسترسی، انتقال، ذخیره و به‌روزرسانی کند. ویژگی دیگر بلاک چین منبع باز (Open source) بودن آن است. بلاک چین دسترسی منبع باز را برای همه گره‌های موجود در شبکه با حفظ سلسله مراتب فراهم می‌کند.

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

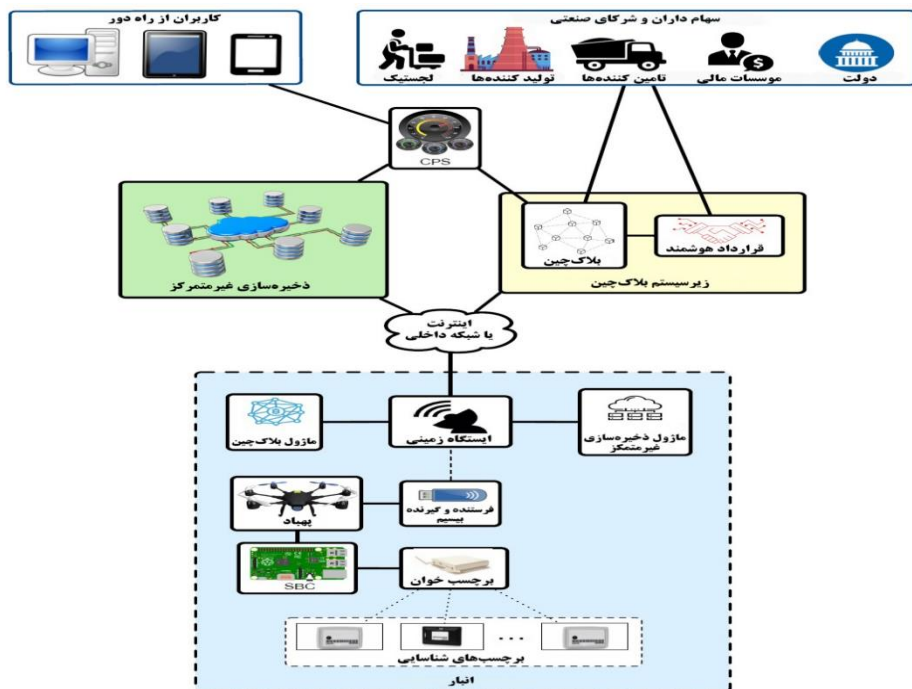
از دیگر ویژگی‌های مهم بلاک چین، اتوماسیون قرارداد (Contract automation) است که از نمونه‌های آن می‌توان قراردادهای هوشمند را نام برد. اتوماسیون قرارداد، یک برنامه کوچک کامپیوتری برای کمک به اجرای قرارداد است که با تأمین امنیت بیشتر و هزینه‌های معاملاتی کمتر، جایگزین قراردادهای معمول می‌شود. قراردادهای 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 بلاک چین می‌تواند ابزاری مفید برای پشتیبانی از معاملات به صورت شفاف و ایمن باشد؛ اما به دلیل برگشت‌ناپذیر بودن معاملات در بلاک چین، گیرنده هیچ‌گونه استرداداری دریافت نمی‌کند، مگر اینکه معامله جدیدی صادر شود. همچنین بلاک چین می‌تواند مورد حمله هکری ۵۱ درصد قرار گیرد، به این صورت که هکر با تصاحب ۵۱ درصد از گره‌های شبکه می‌تواند هر تغییری در زنجیره بلوکی انجام دهد. برخی معتقدند که بلاک چین ارزان نیست. از این رو، هزینه عملیات و هزینه اجرای سیستم‌های بلاک چین 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 حمله 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 زنجیره تأمین و لجستیک

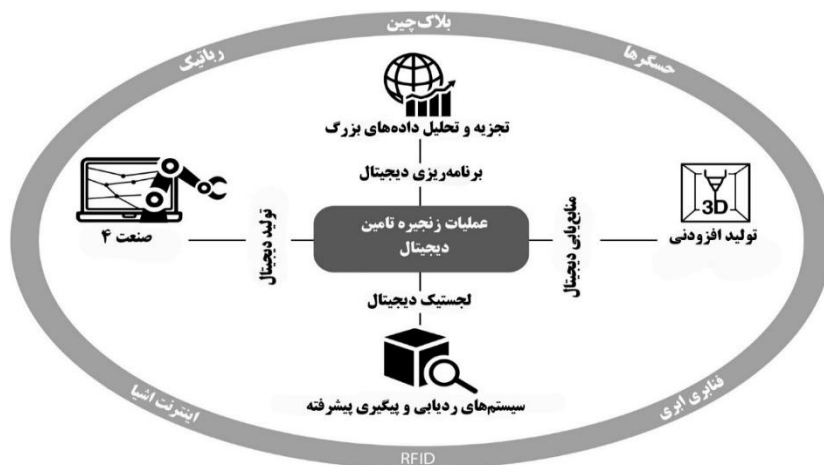
مدیریت زنجیره تأمین یک بخش بزرگ و اسکلت اصلی هر مجموعه یا صنعت است (Hughes et al. 2019). با این حال، سیستم‌های زنجیره تأمین سنتی به اندازه کافی همه‌کاره و شفاف نیستند تا نیازها و تقاضاهای رو به رشد آینده را برآورده سازند. این امر، منجر به هزینه‌های اضافی بسیار زیادی از نظر رسیدگی به خطاها، هزینه‌ها،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



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

(Fernández-Caramés et al. 2019)

در عصر صنعت ۴ (Fernández-Caramés et al. 2019) بلاک چین به عنوان راهی برای سازماندهی سوابق به شیوه‌ای توزیع شده که از طریق مکانیسم اجماع پیشنهاد شده است (Gao et al. 2018). بلاک چین، پتانسیل تغییر مدیریت زنجیره 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 بلاک چین کارآمدتر، ایمن‌تر، اقتصادی‌تر و شفاف‌تر هستند (Queiroz, Telles, and Bonilla 2020). از این رو، معمولاً اعتقاد بر این است که ماهیت توزیع شده، به بلاک چین کمک می‌کند تا خطرات موجود در زنجیره 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 بلاک چین با اجرای قراردادهای هوشمند به تسهیل در تسویه به موقع سفارش و اتوماسیون وظایف تولیدی کمک می‌کند (Sheel and Nath 2019). بلاک چین، همچنین موجب کاهش اثر امواج در زنجیره تأمین می‌شود که اختلال ایجاد شده به دلیل تغییر الگوها را به حداقل می‌رساند (Ivanov, Dolgui, and Sokolov 2019). در شکل ۳، استفاد از بلاک چین در زنجیره تأمین برای کاهش ریسک و اختلال ناشی از تغییر الگوها (Ivanov, Dolgui, and Sokolov 2019) ارائه شده است.



شکل ۳، استفاد از بلاک چین در زنجیره تأمین برای کاهش ریسک و اختلال ناشی از تغییر الگوها (Ivanov, Dolgui, and Sokolov 2019)

استفاده از بلاک چین در زنجیره های تأمین باعث افزایش کارایی، کاهش هزینه، بهبود روابط بین تمام ذی نفعان، ایجاد اعتماد بیشتر و ساده سازی مراحل تجارت مربوطه می شود (Queiroz, Telles, and Bonilla 2020). در صنعت چوب و حمل و نقل، نمونه های موفق از کاربرد بلاک چین در زنجیره تأمین وجود دارد (Figorilli et al. 2018). در شکل ۴ ساختار طراحی شده بر اساس بلاک چین برای زنجیره تأمین چوب تا مشتری نهایی (Figorilli et al. 2018) نشان داده شده است.

کشور چین با استفاده از بلاک چین در صنعت حمل و نقل، سیستمی را طراحی کرده که با یکپارچه سازی و به اشتراک گذاری اطلاعات بین همه ذی نفعان توانسته است؛ حجم کانتینر و بار انبار شده در بنادر تجاری بین المللی 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 ذی نفعان اطمینان حاصل می شود و این موضوع ساختار زنجیره تأمین را متحول می کند (Sabeti et al. 2019). در شکل ۵ روند انجام قرارداد هوشمند بر بستر بلاک چین

(Sabeti et al. 2019) ارائه گردیده است. در شکل ۶، تحول ایجاد شده در نتیجه استفاده بلاک چین در زنجیره تأمین با تمرکز بر قراردادهای هوشمند (Sabeti et al. 2019) مشخص شده است.



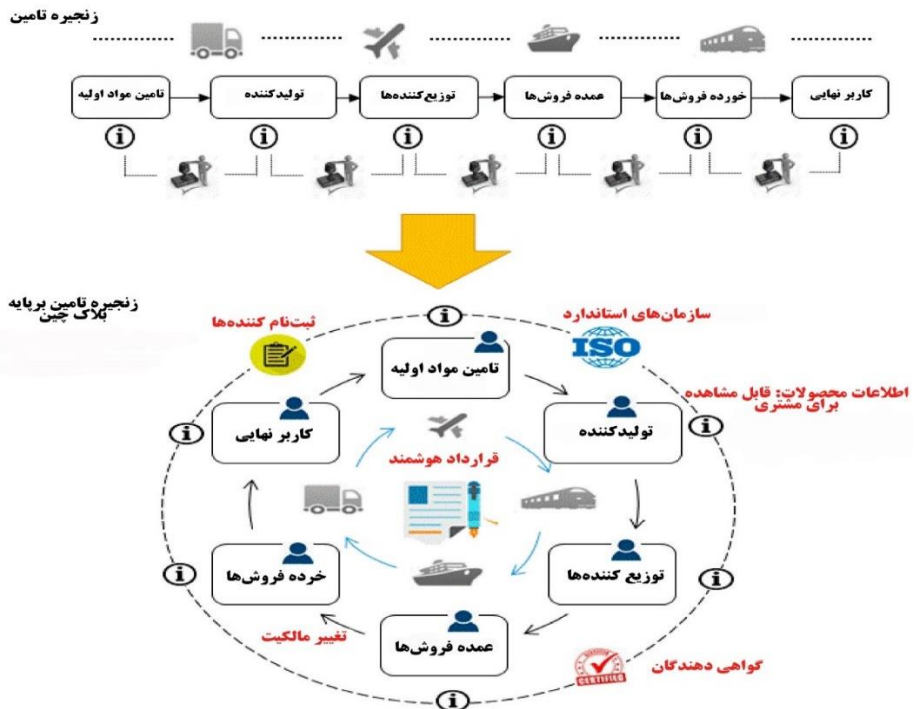
شکل ۴ ساختار طراحی شده بر اساس بلاک چین برای زنجیره تأمین چوب تا مشتری نهایی

(Figorilli et al. 2018)



شکل ۵ روند انجام قرارداد هوشمند بر بستر بلاک چین

(Saberi et al. 2019)



شکل ۶، تحول ایجاد شده در نتیجه استفاده بلاک چین در زنجیره تأمین با تمرکز بر قراردادهای هوشمند

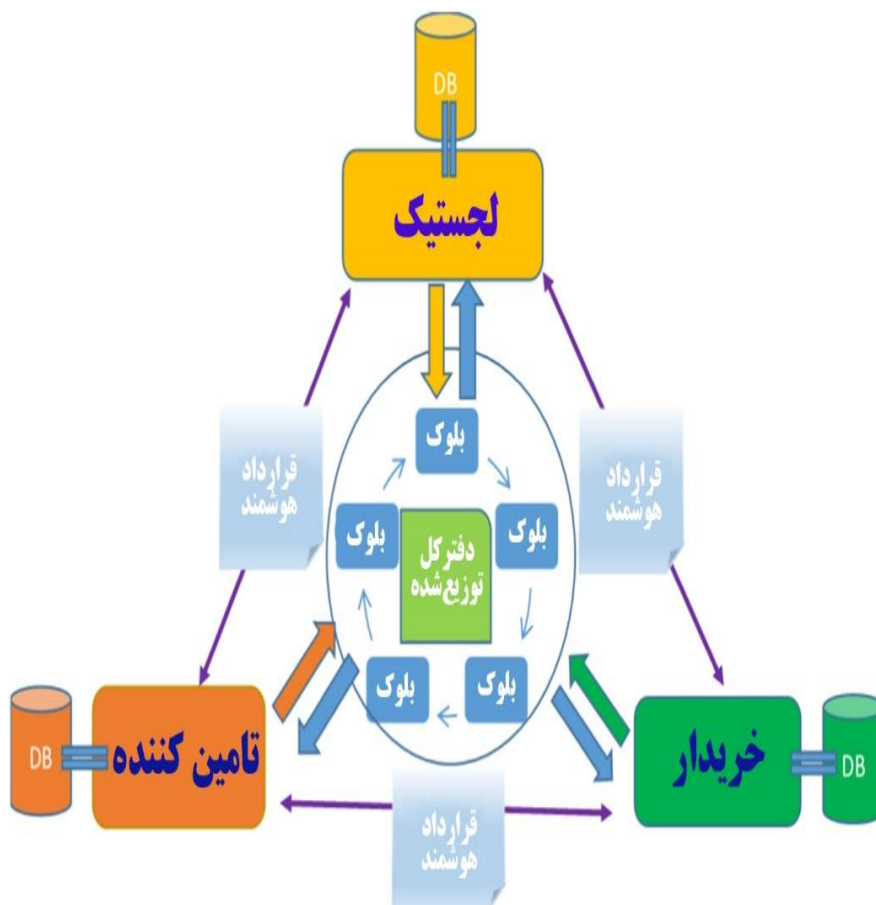
(Saberi et al. 2019)

فناوری بلاک چین 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 بلاک چین اتریوم، کمک می‌کنند (Kim and Laskowski 2018). که با استفاده از بلاک چین منشأ کالاها در زنجیره‌های تأمین با قابلیت ارائه 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 زنجیره تأمین ارائه می‌شود. (Montecchi, Plangger, and Etter 2019; Liu and Li 2020). برای زنجیره تأمین الماس، این موضوع کارکرد اصلی بلاک چین بوده است (Choi 2019). ساختار منشأ زنجیره تأمین با استفاده از بلاک چین 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).

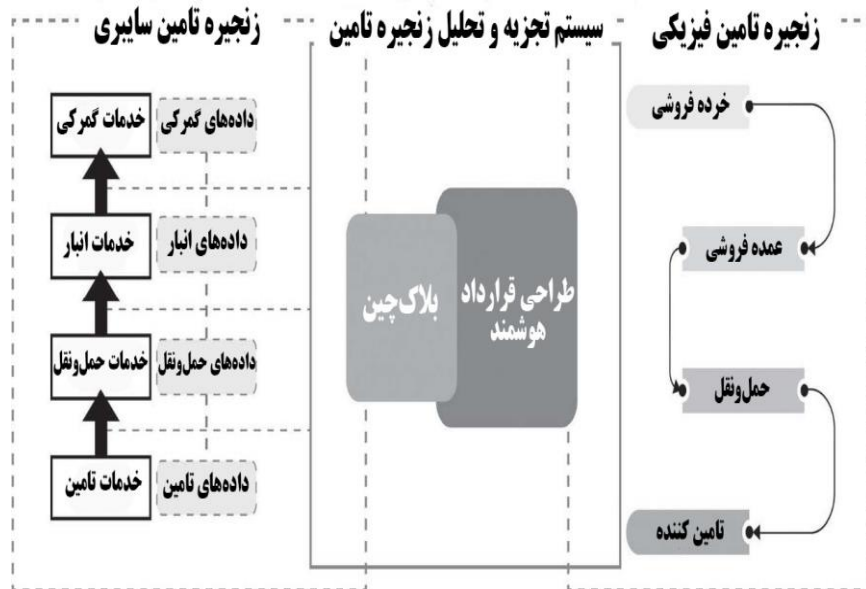
فناوری بلاک چین با کاهش اثرات اختلالات، اعمال رویکردهای پیشگیرانه و فعال برای مدیریت ریسک و ارائه ساختار محافظتی چندلایه برای شبکه زنجیره تأمین باعث افزایش تاب‌آوری و انعطاف‌پذیری زنجیره تأمین می‌شود (Liu, Li, and Qi 2019).

بلاک چین 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، سنگ‌بنای مهندسی مجدد زنجیره تأمین هستند. یک زنجیره تأمین با مهندسی مجدد و مناسب می‌تواند در همگام سازی اطلاعات و ردیابی و نیز در همه عرصه‌های کسب و کار دست یابد. همچنین استفاده از قراردادهای هوشمند می‌تواند با کاهش زمان و هزینه مورد نیاز، به مهندسی مجدد زنجیره تأمین کمک کند (Chang, Chen, and Lu 2019; Dolgui, et al. 2020; Liang et al. 2019). در شکل ۶، استفاده از بلاک چین در زنجیره تأمین با تمرکز بر اشتراک گذاری اطلاعات و قراردادهای هوشمند

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



شکل ۶. استفاده از بلاک چین در زنجیره تأمین با تمرکز بر اشتراک گذاری اطلاعات و قراردادهای هوشمند (Chang, Chen, and Lu 2019)



شکل ۷ ساختار زنجیره تامین در سه بخش اطلاعات کامپیوتری، سیستم تحلیلی و قسمت فیزیکی براساس بلاک چین

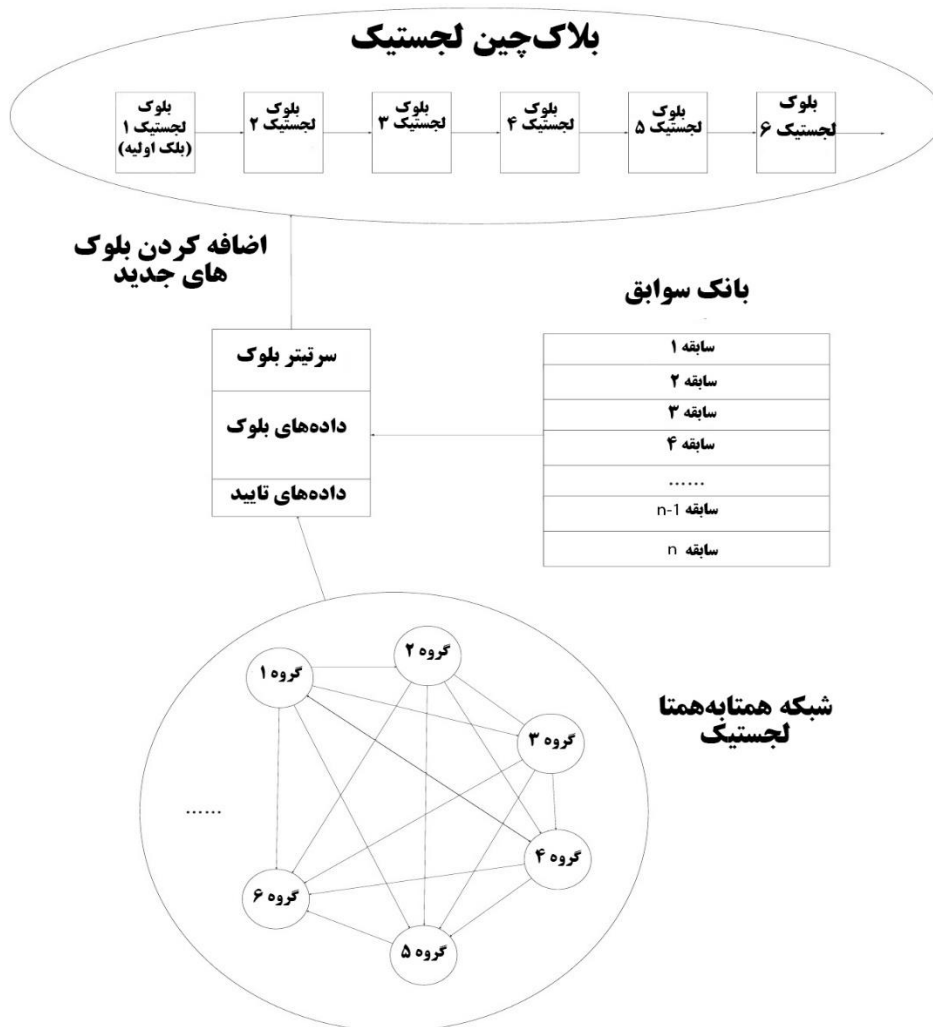
(Dolgui et al. 2020)

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

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



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



شکل ۸، نمای کلی استفاده از بلاک چین در لجستیک با جزئیات هر بلوک و ارتباط گره‌ها در شبکه بلاک چین (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، قابل انجام 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 مشخص شدن ابعاد مسئله، روند انجام لجستیک معکوس شرح داده می‌شود. سپس ساختاری که با استفاده از آن می‌توان لجستیک معکوس را بر پایه 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 گفته 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 شده این پژوهش در راستای هوشمندسازی شهرها می‌باشد؛ همچنین در شهرهای هوشمند وجود چنین ساختاری ضروری به نظر می‌رسد. از طرف دیگر

این ساختار می تواند تکمیل کننده اقتصاد دایره ای باشد که موجب آسایش بیشتر شهروندان است و چهره شهر را زیباتر می کند؛ زیرا باعث کاهش زباله گرد در سطح شهر می شود.

در دنیای واقعی، هر شهروند یا به عبارت بهتر هر خانواده، روزانه مقداری پسماند تولید می کند. با توجه به سطح دغدغه های محیط زیستی و مسئولیت پذیری اجتماعی، هر خانواده درصدی از آن را تفکیک می کند. حال این پسماند تفکیک شده را در گوشه ای از خانه اش نگهداری می کند و هنگامی که مقدار آن به حد معینی رسید؛ به مأمور دریافت پسماند تحویل می دهد. اگر مقدار این پسماند نگهداری شده از حد مشخصی بیشتر شود و دیگر این فرد برای نگهداری آن فضای کافی نداشته باشد؛ مجبور می شود مازاد این پسماند را دور بریزد. این پسماند تفکیک شده که به دلیل نبود فضای کافی برای نگهداری، دور ریخته می شود؛ پسماند ازدست رفته معرفی می شود. از طرف دیگر، مسئول دریافت پسماند روزانه در شهر پرسه می زند و به دریافت این پسماندهای تفکیک شده می پردازد. او معمولاً برای اطلاع رسانی شهروندان، آهنگ با صدای بلند پخش می کند و این کار نیز باعث ایجاد آلودگی صوتی، آزار و اذیت شهروندان می شود. هنگامی که این مسئول از نزدیکی هر خانه ای که آماده تحویل پسماند است، می گذرد و شهروندان نیز پسماندهای خود را تحویل می دهند. این روش توضیح داده شده فقط در برخی از مناطق شهری انجام می شود. حال آن که 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 می ریزند و زباله گردها آنها را جمع آوری می کنند. حالت دوم، افرادی غیر از مسئولین دریافت پسماند با تولید آلودگی صوتی بسیار زیاد این پسماندها را از شهروندان جمع آوری می کنند که هر دو حالت برای یک جامعه شهری پیشرفته، مانع حساب می شود. در واقع، برای رفع این موانع باید راهکارهایی مفید پیشنهاد شود. در سیستم های سنتی موجود بهره وری و کارایی بسیار پایین است. تعداد بسیار کمی از شهروندان، پسماندها را تفکیک می کنند، در جمع آوری آنها، آرامش از شهروندان سلب می شود، مقدار بازافت بسیار کم است، به تعداد زباله گردها روزانه افزوده می شود، و...

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

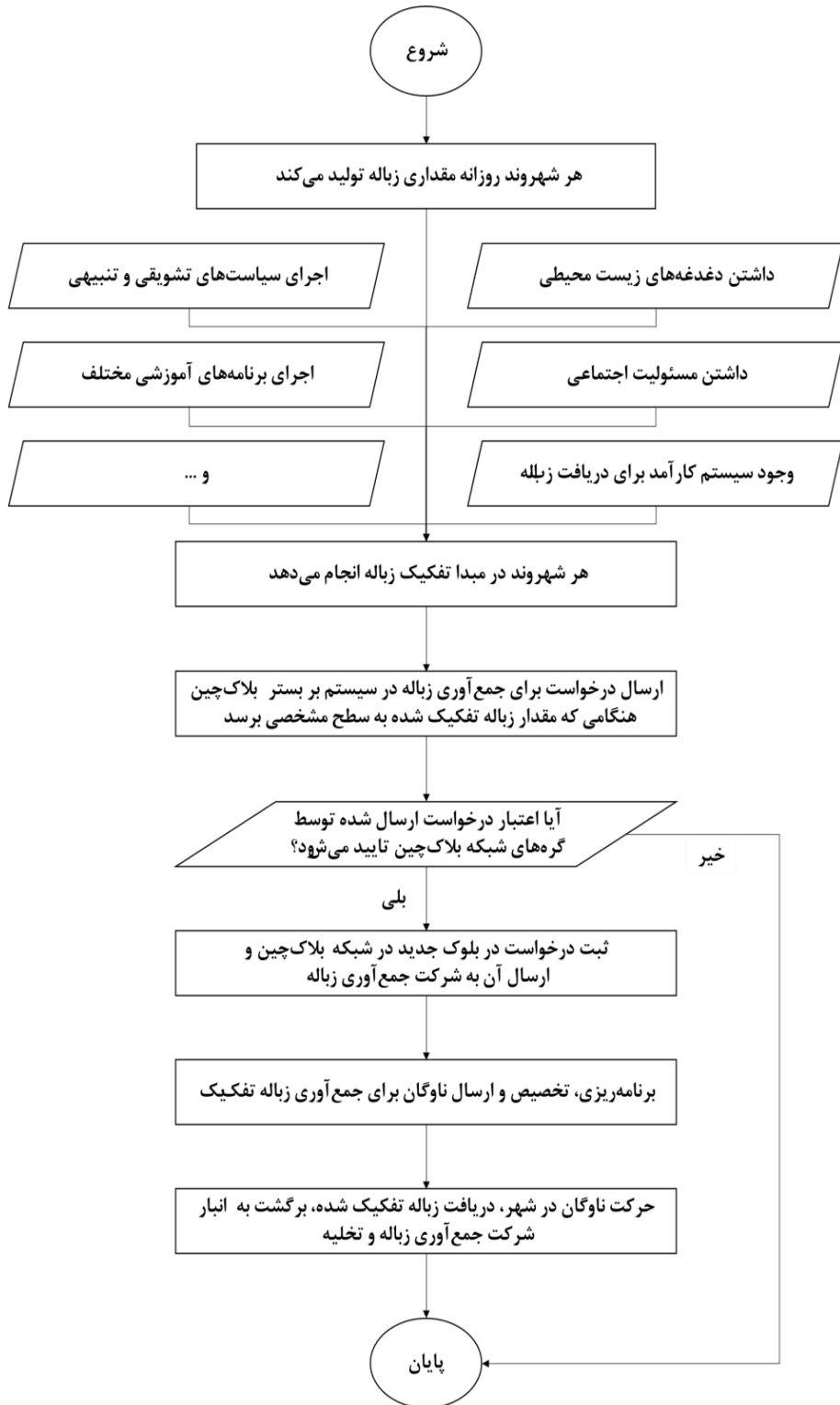
به روشی کارآمد جمع‌آوری کند. همچنین این روش باید توانایی اجرای انواع سیاست‌ها را برای افزایش تفکیک پسماند در مبدأ داشته باشد.

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:

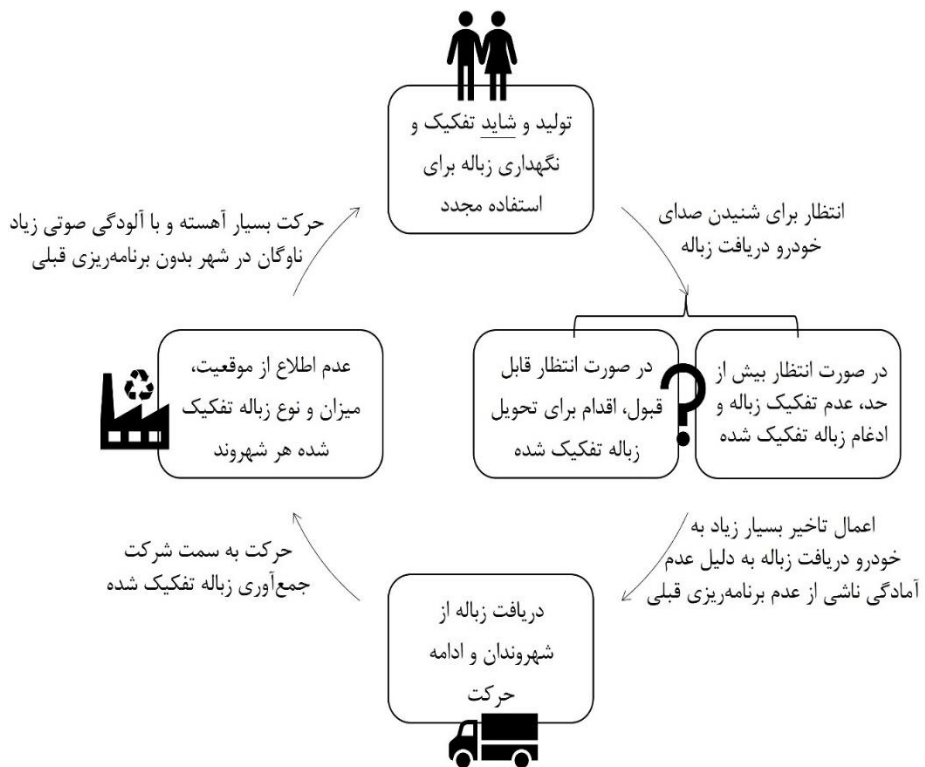
هر شهروند پس از تفکیک پسماندهایش و نگهداری آنها تا رسیدن به سطح مورد نظر برای تحویل به مسئول دریافت پسماند، در شبکه بلاک‌چین یک تراکنش درخواست می‌دهد. مضمون این تراکنش این است که در روزی مشخص، مقدار مشخصی پسماند تفکیک شده را در آدرس مشخص می‌خواهد تحویل دهد. پس از ارسال این درخواست، سایر گره‌های آن را اعتبارسنجی می‌کنند. در صورت تأیید اعتبار، این درخواست در یک بلوک جدید بلاک‌چین ثبت می‌شود. پس از اضافه شدن 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 برنامه قبلی، زمان تقریبی رسیدن مسئول را می‌دانند؛ همچنین موقعیت مسئول و برنامه آن به صورت کاملاً شفاف و دقیق در هر لحظه مشخص است. هنگام نزدیک شدن 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، روندنا (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 (نمونه سیاستی تشویقی). شهروندانی که پسماندهای خود را به درستی تفکیک کرده‌اند؛ تشویق

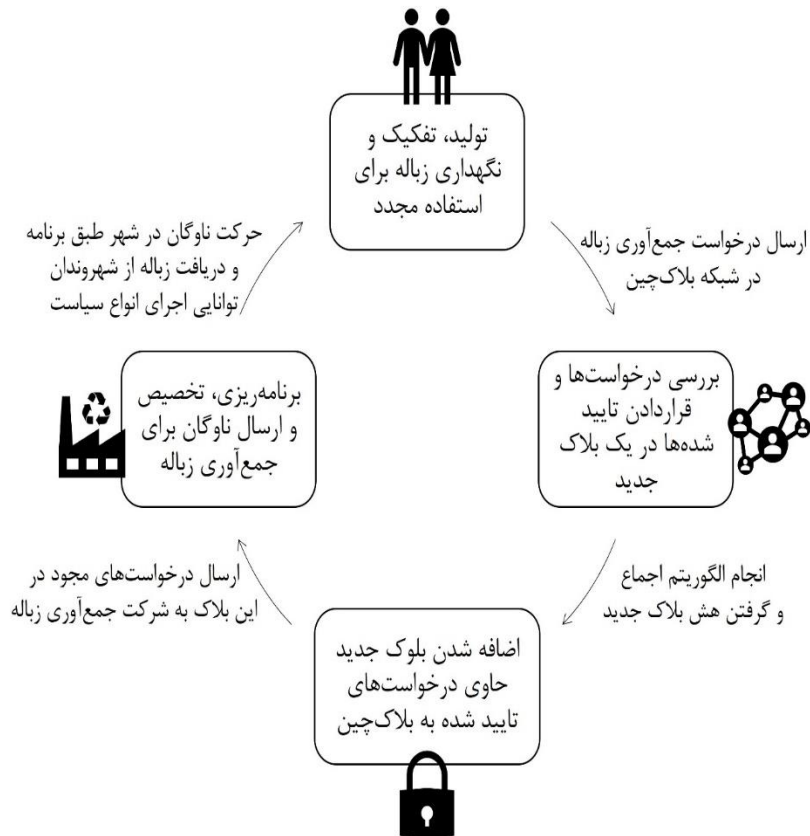
نمود و آنها که مسئله تفکیک را به خوبی انجام نداده اند؛ تنبیه کرد یا هر سیاست دیگری را می توان اجرا نمود. زیرا در بستر فناوری پیشران بلاک چین امکان انجام انواع قراردادهای هوشمند برای تشویق و یا تنبیه شهروندان وجود دارد. (به طور مثال سیاست تشویقی «خرید پسماند تفکیک شده از شهروندان» را می توان به این صورت اجرا کرد که هر شهروند، زمان ارسال درخواست برای تحویل پسماند تفکیک شده، شرایط فروش پسماند تفکیک شده خود را نیز ذکر می کند. حال اگر شرکت مسئول جمع آوری پسماند با این شرایط موافق باشد، یک قرارداد هوشمند بین طرفین اجرا می شود. زمانی که شرکت مسئول، پسماند تفکیک شده را از آن شهروند تحویل بگیرد، طرفین انجام صحیح قرارداد را در سیستم تایید می کنند و در لحظه، هزینه توافق شده به حساب شهروند واریز می شود. این امر بدون کوچکترین وقفه و کار اضافه ای به صورت اتوماتیک انجام می شود.) همچنین اطلاعات وارد شده کاملاً دقیق، شفاف و غیرقابل تغییر هستند. ایمنی تراکنش ها تضمین می شود و منافع بسیار دیگری در اثر وجود فناوری پیشران بلاک چین پدید می آید. تنها مشکل این فناوری، هزینه اجرای آن است. البته با پیشرفت فناوری می توان بلاک چین هایی را طراحی کرد که هزینه بسیار کمی داشته باشند. اگر چه هزینه اجرای فناوری بلاک چین در مقابل مزایایی که دارد بسیار ناچیز است.



شکل ۹، روندنا (فلوچارت) مراحل سیستم پیشنهادی با رویکرد آینده نگرانه برای لجستیک معکوس در نتیجه، روزانه تعدادی درخواست به شرکت جمع آوری پسماند ارسال می شود. این شرکت نیز بر اساس سرعت و ظرفیت وسایل نقلیه خود تأخیرهای وارده به آنها را برنامه ریزی می کند؛ سپس ناوگان مدنظر را ارسال می کند. برنامه ریزی 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 جمع آوری پسماند نتوانست آن را پاسخگویی کند؛ مجبور به پرداخت خسارت باشد. در شکل ۱۰، روند لجستیک معکوس بدون رویکرد آینده نگرانه و فناوری پیشران بلاک چین آورده شده است. همچنین در شکل ۱۱، روند لجستیک معکوس بازطراحی شده با رویکرد آینده نگرانه و استفاده از فناوری پیشران بلاک چین آورده شده است.



شکل ۱۰، روند لجستیک معکوس بدون رویکرد آینده نگرانه و فناوری پیشران بلاک چین



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

## نتیجه‌گیری

با توجه به سبک جدید زندگی، روز به روز بر میزان تولید پسماند افزایش می‌یابد. در نتیجه با رویکرد آینده‌نگرانه باید برای مسئله مدیریت پسماند راهکاری اساسی پیدا کرد. متخصصان به این نتیجه رسیده‌اند که استفاده دوباره از مواد موجود در پسماندها بسیار حائز اهمیت است. برای حل مسئله استخراج مواد قابل استفاده 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 این رو، 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 حوزه 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 کارایی 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 زنجیره 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 کارایی 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 زنجیره تأمین به عنوان یک اکوسیستم مترابسته 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 مولفه حیاتی در پیشبرد موثر و کارآمد محصولات در زمینه 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، مشاهده 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 برنامه 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 چرخه اقتصاد دایره‌ای می‌شود. این موضوع با کاهش استفاده از منابع همراه است. هرچند که بهره‌وری و کارایی 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 جمله 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 اشیا، هوش مصنوعی و فضای ابری، نقطه 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 زنجیره 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 کارایی 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 زنجیره تأمین حمایت می‌کند و باعث توسعه 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, Séline 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>.