




Designing an Integrated Blockchain-Based Model for Supplier-Managed Inventory

Reza Ghasemi, Peyman Akhavan* , Omid Fattahi valilaei , Morteza Abbasi

*Professor at Qom University of Technology, Qom, Iran

(Received: 26/06/2022, Revised: 03/04/2023, Accepted: 31/05/2023, Published: 22/05/2023)

DOR: 20.1001.1.20089198.1402.25.78.3.5

ABSTRACT

The exchange of information between members of the supply chain has attracted the attention of many researchers. The fourth industrial revolution emphasizes the advanced research topics of intelligent supply chains, data security issues, and intelligent manufacturing such as blockchain technology. Blockchain is defined as a decentralized distributed ledger that can store various types of information such as transactions and records that are simulated and shared among members of a network. Supplier-managed inventory faces major hurdles in today's supply chain, including trust, data integrity, transparency and traceability for multiple supplier-customer interactions. Blockchain technology ensures that data is exchanged among supply chain stakeholders in a transparent, safe and secure manner. Benefits of using blockchain for supplier-managed inventory operations in the supply chain include decentralized control, security, traceability, and time-stamped transactions. The purpose of this paper is to present an integrated conceptual model and process model for supplier inventory management based on blockchain technology, which proposes a general framework to enable the matching of supplier and customer orders in a decentralized manner, while maintaining the trust of To satisfy the opinion of the management. The most important results of the proposed model are maintaining the integrity of the data, improving the order accuracy, increasing the profit of the beneficiaries, increasing the level of trust between the parties and immutability of the data. The application of this technology in the combination of supply chain with other subjects, such as game theory, mathematical optimization, research in operations is suggested for future research.

Keywords: Blockchain Technology, Supplier-Managed Inventory, Smart Contract, Concept Model, Blockchain Communication and Supply Chain

This article is an open-access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license.

Publisher: Imam Hussein University

 Authors



* Corresponding Author Email: akhavan@mut.ac.ir

طراحی یک مدل یکپارچه مبتنی بر فناوری زنجیره بلوکی برای مدیریت موجودی توسط تأمین کننده

رضا قاسمی^۱، پیمان اخوان^{۲*}، امید فتاحی ولیلایی^۳، مرتضی عباسی^۴

۱- دانشجوی دکتری مهندسی صنایع دانشگاه صنعتی مالک اشتر، تهران، ایران ۲- استاد دانشگاه صنعتی قم، قم، ایران ۳- دانشیار دانشگاه جیکوبز آلمان ۴- استادیار دانشگاه صنعتی مالک اشتر، تهران، ایران

DOR: 20.1001.1.20089198.1402.25.78.3.5

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۳/۰۱

تاریخ انتشار: ۱۴۰۲/۰۳/۰۱

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۴/۰۵

تاریخ بازنگری: ۱۴۰۲/۰۱/۱۴

چکیده

تبادل اطلاعات بین اعضای زنجیره تأمین، توجه بسیاری از محققین را برای تسهیل انتقال صحیح و مؤثر و اشتراک اطلاعات به خود جلب کرده است. انقلاب صنعتی چهارم بر موضوعات تحقیقاتی پیشرفته زنجیره‌های تأمین هوشمند، مسائل امنیتی داده‌ها و تولید هوشمند مانند فناوری زنجیره بلوکی تأکید دارد. زنجیره بلوکی به‌عنوان دفتر کل توزیع‌شده غیرمتمرکز یا ساختار اطلاعاتی تعریف شده است که می‌تواند انواع مختلفی از اطلاعات مانند تراکنش‌ها و سوابق را که شبیه‌سازی شده و بین اعضای یک شبکه به اشتراک گذاشته می‌شود، نگهداری کند. موجودی مدیریت شده توسط تأمین کننده با موانع عمده‌ای در زنجیره تأمین امروزی مواجه می‌شود، از جمله اعتماد، یکپارچگی داده‌ها، شفافیت و قابلیت ردیابی برای تعاملات متعدد تأمین کننده و مشتری. زنجیره بلوکی یک دفتر کل توزیع‌شده است که تضمین می‌کند داده‌ها به شیوه‌ای شفاف، ایمن و مطمئن در میان ذینفعان زنجیره تأمین مبادله شوند. مزایای استفاده از فناوری زنجیره بلوکی برای عملیات موجودی مدیریت شده توسط تأمین کننده در زنجیره تأمین شامل کنترل غیرمتمرکز، امنیت، قابلیت ردیابی و تراکنش‌های دارای مهر زمانی است. هدف از این مقاله، ارائه یک مدل یکپارچه مفهومی و مدل فرآیندی برای مدیریت موجودی توسط تأمین کننده مبتنی بر فناوری زنجیره بلوکی می‌باشد، که این یک چارچوب کلی پیشنهاد می‌کند تا امکان تطبیق سفارش‌های تأمین کننده و مشتری در حالت غیرمتمرکز را فراهم کند و در عین حال اعتماد از نظر مدیریت را برآورده کند. مهمترین نتایج مدل پیشنهادی، حفظ یکپارچگی داده‌ها، بهبود دقت سفارش، افزایش سود ذینفعان، افزایش سطح اعتماد بین طرفین و تغییر ناپذیری داده‌ها می‌باشد. به‌کارگیری این فناوری در ترکیب زنجیره تأمین با موضوعات دیگر، مانند تئوری بازی، بهینه‌سازی ریاضی، تحقیق در عملیات برای پژوهش‌های آینده پیشنهاد می‌گردد.

واژه‌های کلیدی: فناوری زنجیره بلوکی، موجودی مدیریت شده توسط تأمین کننده، قرارداد هوشمند، مدل مفهومی، زنجیره بلوکی - زنجیره تأمین

۱- مقدمه

کرده است [۱-۳]. مقالات و تحقیقات بسیاری، ابعاد گوناگون و مفاهیم مختلف تبادل اطلاعات و کنترل موجودی در زنجیره تأمین را مورد بحث و بررسی قرار داده‌اند. یکی از مدل‌های همکاری در زنجیره تأمین سیاست مدیریت موجودی تولیدکننده توسط تأمین کننده می‌باشد که به اصطلاح به آن موجودی مدیریت شده توسط تأمین کننده^۱ گفته می‌شود. مدلی است که تأمین کننده، مسئولیت پاسخگویی به تقاضای تولیدکننده/مشتری را بر عهده دارد. در این مدل بجای آنکه تولیدکننده/مشتری میزان موجودی خود را کنترل نموده و اقدام به سفارش دهی نماید، تأمین کننده این کار را انجام می‌دهد. بنابراین برای اینکه سازمان‌های تولیدی بتوانند در دنیای رقابت باقی بمانند نیازمند اطلاعات با صحت بالا از تولیدکننده می‌باشند که با سرعت بیشتر نیز باید به این اطلاعات دسترسی داشته باشند تا بتوانند خود را با محیط سازگار و از هزینه‌های خود

در دنیای امروز، امنیت و به اشتراک‌گذاری اطلاعات، منابع مهمی برای سازمان‌ها هستند. از اولین انقلاب صنعتی تا انقلاب صنعتی چهارم، از ماشین‌های آب و بخار گرفته تا تولید خودکار دیجیتال، سیستم‌های فیزیکی- سایبری و امنیت داده‌ها، به خودکارسازی تولید منجر شده و به سمت دیجیتالی شدن زنجیره تأمین حرکت کرده است. بنابراین، انقلاب صنعتی چهارم موجب کارایی و ثبات بهتر در سازمان‌ها و فرآیندهای تولید، شده است. یکی از موضوعات مهم در انقلاب صنعتی چهارم بحث امنیت اطلاعات و اشتراک‌گذاری بین سازمان‌ها است. بدین صورت که تبادل اطلاعات و اشتراک دانش در بین اعضای زنجیره تأمین (به‌عنوان مثال زنجیره ارتباطی برای تسهیل انتقال درست اطلاعات) توجه بسیاری از محققین را به خود جلب

¹Supplier Managed Inventory

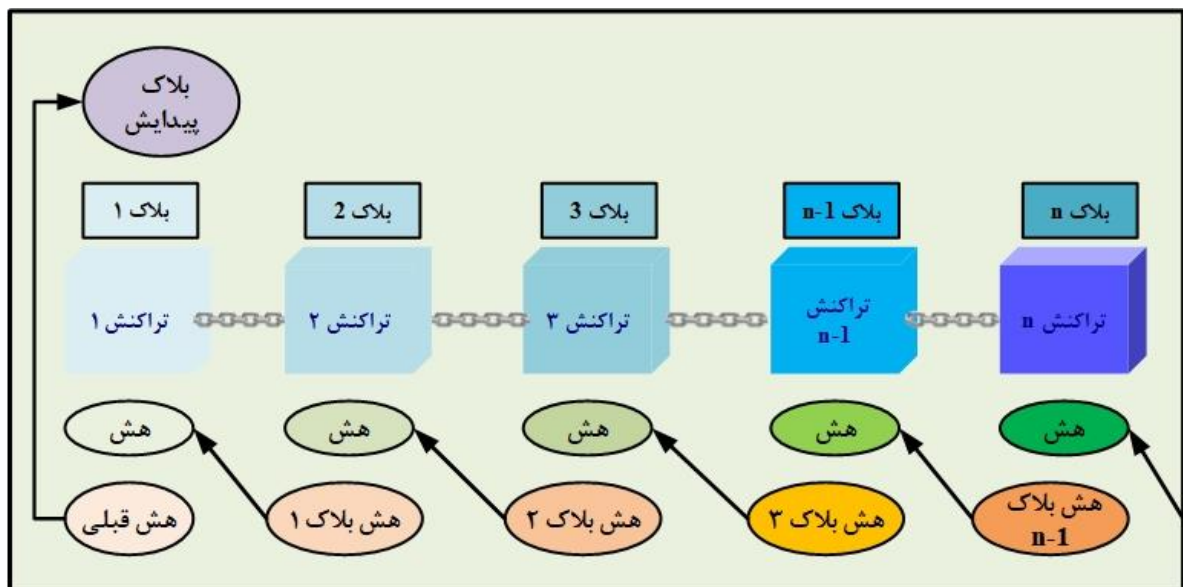
* رایانامه نویسنده مسئول: akhavan@qut.ac.ir

تأمین کنندگان با یک مکانیسم اجماعی کار می‌کنند و مجموعه‌ای از توزیع کننده‌ها یا تأمین کنندگان برای برآورد سازی نیازهای مشتری/تولیدکننده با یکدیگر همکاری می‌کنند. بنابراین در این مقاله یک مدل یکپارچه مفهومی به همراه مدل فرایند جدید برای مدیریت موجودی توسط تأمین کننده مبتنی بر زنجیره قالبی پیشنهاد شده است که شامل ۴ لایه می‌باشد که در قسمت‌های بعدی به تشریح آن پرداخته شده است. زنجیره قالبی از دو کلمه بلاک و زنجیر ایجاد شده است. این فناوری زنجیره‌ای از بلاک‌ها می‌باشد که به یکدیگر متصل شده‌اند. در درون بلاک‌ها، اطلاعات جای می‌گیرد و از طریق زنجیر به یکدیگر متصل می‌شوند. به‌طور کلی، زنجیره قالبی یک نمونه‌ای از اطلاعات و سیستم گزارش‌گیری می‌باشد. تفاوت بلاکچین با سیستم‌های دیگر این است که اطلاعاتی که در درون بلاک‌ها قرار می‌گیرد در سراسر شبکه و بین اعضای شبکه پخش و به اشتراک گذاشته می‌شود. اطلاعات که در درون بلاک‌ها جای می‌گیرد رمزنگاری می‌شوند و پس از تأیید اعضای شبکه تغییر دادن آن‌ها غیرممکن می‌باشد شکل (۱) معماری زنجیره بلوکی را نشان می‌دهد.

فرضیات تحقیق به شرح زیر می‌باشد:

- (۱) روش و راهکار مناسب مبتنی بر فناوری زنجیره بلوکی به منظور تعامل کارا بین تأمین کننده و مشتری در فضای موجودی مدیریت شده توسط تأمین کننده چیست؟
- (۲) مدل تعاملی و فرآیندی در موجودی مدیریت شده توسط تأمین کننده مبتنی بر زنجیره بلوکی چگونه است؟

بکاهند. امنیت، شفافیت، غیرقابل تغییر بودن اطلاعات و مسئولیت‌پذیری در زنجیره تأمین بسیار حائز اهمیت می‌باشد. تا به امروز فضای انتخاب سفارش گذاری تأمین کننده‌ها متمرکز بوده است یعنی توسط واحدهای متمرکز، برنامه‌ریزی تأمین و سفارشات در سازمان‌ها صورت می‌گرفته است و در پی بهینه‌سازی تابع هدف مدنظر خود بوده‌اند. در صورتی که تمام عوامل تأمین و تدارکات در سفارش گذاری همکاری نمایند اثر بخشی مدل‌های تأمین بالاتر نیز می‌رود. در واقع در این تحقیق می‌توان فضای موجودی مدیریت شده توسط تأمین کننده را تصور نمود که در آن تأمین کنندگان، به صورت غیرمتمرکز سفارش گذاری مواد و کالا را برای تولیدکننده/مشتری به عهده می‌گیرند. تحقیقاتی که تا به امروز در زمینه موجودی مدیریت شده مشتری صورت گرفته است کمک شایانی به گسترش اشتراک گذاری اطلاعات موجودی انبار مربوط به مشتری کرده است. اما با تمام این موارد نقاط ضعفی در تحقیقات پیشین به چشم می‌خورد. با این وجود هنوز هم همکاری بین تولیدکنندگان و تأمین کنندگان به دلیل نبود مکانیسمی که اشتراک اطلاعات به صورت درست و دقیق انتقال داده شود وجود نداشته است. لیکن عدم وجود مکانیسم‌های هماهنگ کننده بین تأمین کنندگان کارایی این مدل‌ها را در ابهام قرار داده است [۴]. حال با استفاده از فناوری زنجیره بلوکی (زنجیره قالبی) که برای اولین بار در مسائل مربوط به موجودی مدیریت شده توسط تأمین کننده بکار می‌رود، باعث غیرمتمرکز بودن مسئله می‌شود و نه تنها فضای رقابتی را برای تأمین کنندگان به وجود می‌آورد بلکه به سمت فضای زنجیره تأمین دیجیتال سوق می‌دهد. در فضای موجودی مدیریت شده توسط تأمین کننده، تأمین کنندگان از هم مستقل هستند و فضای رقابتی بین آن‌ها وجود ندارد، بنابراین با ورود زنجیره بلوکی فضا از حالت مستقل خارج شده و رقابت بین آن‌ها به وجود می‌آید. در واقع



شکل (۱). معماری بلاکچین [۵]

۲- مرور ادبیات و مفاهیم

ظرفیت برآورده نشود به‌وسیله نگه‌داشتن محموله می‌تواند فرکانس را کاهش دهد [۱۰، ۱۱]. برای این منظور، خرده‌فروش/تولیدکننده باید سطح انبار، اطلاعات تقاضا، وضعیت سفارش، وضعیت تولید، وضعیت تحویل و غیره را به اشتراک بگذارد. بوراد و همکارانش [۱۲] محرک‌ها در موجودی مدیریت شده توسط تأمین‌کننده را بر اساس فرآیند سلسله‌مراتبی تحلیلی مقایسه کردند و نتیجه گرفتند که باید به اعتماد، ادغام مناسب و همچنین اشتراک‌گذاری اطلاعات^۲ اهمیت بیشتری داده شود. اعتماد باید بین تأمین‌کننده و خرده‌فروش ایجاد شود. این امر با پیاده‌سازی تبادل داده‌های الکترونیکی یا فناوری‌های وب‌بین اعضای گروه برای تسهیل شفافیت به‌دست می‌آید [۱۳].

یکی از بزرگ‌ترین مزایایی که تأمین‌کنندگان به‌دست می‌آورند، به دست آوردن اطلاعات دقیق تقاضا قبل از زمان است، برخلاف روابط سنتی تأمین‌کننده و تولیدکننده [۱۴].

این امر تأمین‌کنندگان را قادر می‌سازد تا به سفارشات مورد انتظار سریع و کارآمد پاسخ دهند. علاوه بر این، اجازه می‌دهد تا فرآیند سفارش در مدت‌زمان کوتاه‌تری انجام شود زیرا تمام تصمیمات مربوط به ذخیره مجدد محصولات توسط تأمین‌کننده گرفته می‌شود. علاوه بر این، به آن‌ها اجازه می‌دهد فرکانس سفارش خرید را تثبیت کنند، و به‌طور مؤثر برنامه‌ریزی موجودی را در محل مدیریت کنند، یک برنامه سفارش ثابت ایجاد کنند و تعداد سفارش‌های عجله را کاهش دهند. [۱۵]. بنابراین، ایجاد یک رابطه موجودی مدیریت شده توسط تأمین‌کننده در به‌دست آوردن کنترل بیشتر بر برنامه حمل‌ونقل تأمین‌کننده کمک می‌کند زیرا تولیدکنندگان آن‌ها داده‌های فروش و موجودی را ارائه می‌دهند. این به‌نوبه خود، با کاهش واریانس تقاضای زیاد، به کاهش اثر شلاق چرمی کمک می‌کند. موجودی مدیریت شده توسط تأمین‌کننده همکاری بهتر بین تأمین‌کنندگان و تولیدکنندگان را تشویق می‌کند و به آن‌ها اجازه می‌دهد به‌طور منسجم کار کنند. بنابراین، موجودی مدیریت شده توسط تأمین‌کننده تلاش‌های شرکت‌ها را به‌طور مؤثر برای کاهش هزینه‌های حمل و نیاز به ذخیره اطمینان ترکیب می‌کند، زیرا این چارچوب سادگی را در سراسر زنجیره تأمین ارائه می‌کند، ارتباطات بهبودیافته بین شرکای تجاری را تسهیل می‌کند، و عملیات مدیریت موجودی را ساده می‌کند.

۲-۲- موجودی مدیریت شده از طریق فناوری زنجیره بلوکی

استراتژی پر کردن مؤثر، مانند موجودی مدیریت شده توسط تأمین‌کننده، با حذف نیاز به سفارش‌های سنتی، بستری کارآمد برای

این فصل پیشینه تحقیقات انجام‌گرفته در حوزه زنجیره بلوکی و موجودی مدیریت شده توسط تأمین‌کننده را مورد بررسی قرار داده و با مرور نظامند تحقیقات پیشین، شکاف‌های تحقیقاتی را نشان خواهد داد. زنجیره بلوکی یک حوزه بسیار جدید مبتنی بر فناوری اطلاعات می‌باشد که توجه زیادی از محققان را به خود جلب کرده است. این موضوع برای اولین بار در سال ۲۰۰۸ مطرح شد و به‌مرور هر سال به تعداد مقالات و تحقیقات این حوزه افزوده شد. اولین بار آقای ساتوشی ناکاموتو [۶] در استخراج بیت کوین^۱ از فناوری زنجیره بلوکی استفاده کرد. در سال‌های اخیر فناوری زنجیره بلوکی کاربردهای گوناگونی را در حوزه‌های مختلف به خود اختصاص داده است. از زنجیره بلوکی در بخش‌های بسیاری می‌توان استفاده نمود از جمله بخش‌های صنعتی، کسب‌وکار، تجارت، پزشکی، مالی، آموزشی، سیاسی، اینترنت اشیا، مدیریت داده‌ها و غیره.

در این فصل تمرکز بر دو بخش شده است:

- ۱) موجودی مدیریت شده از طریق فناوری زنجیره بلوکی
- ۲) موجودی مدیریت شده مشتری توسط تأمین‌کننده (موجودی مدیریت شده توسط تأمین‌کننده)

۲-۱- اهمیت موجودی مدیریت شده توسط تأمین‌کننده

در طول دهه ۱۹۸۰، تولیدکنندگان (خرده‌فروشان) با دشواری در مدیریت موجودی خود مواجه شدند و از این‌رو ضرورت یک روش همکاری دیگر به نام موجودی مدیریت شده توسط تأمین‌کننده را شناسایی کردند [۷]. در این روش، تأمین‌کننده از سطوح موجودی خرده‌فروش یا تولیدکننده مراقبت می‌کند و در نتیجه، تقاضای مشتری و موجودی انبار تولیدکننده به تأمین‌کننده انتقال داده می‌شود یعنی مکانیسم موجودی مدیریت شده توسط تأمین‌کننده خرده‌فروش/تولیدکنندگان را تشویق می‌کند تا عملیات موجودی را به تأمین‌کننده / تأمین‌کننده ارجاع دهد. مکانیسم موجودی مدیریت شده توسط تأمین‌کننده همچنین شامل توافق مستقیم بین تأمین‌کننده و خرده‌فروش است. یعنی تأمین‌کننده و تولیدکننده در قالب مکانیسم موجودی مدیریت شده توسط تأمین‌کننده با یکدیگر همکاری و توافق می‌کنند.

توافق‌نامه‌ها می‌توانند بر اساس سطح مشارکت، همکاری لجستیکی و شرایط تولید و توزیع باشند که به حفظ همکاری میان اعضا کمک می‌کند [۸، ۹]. همچنین به کاهش هزینه حمل‌ونقل در میان اعضا کمک می‌کند، بطوریکه تأمین‌کننده تا زمانی که نیاز

^۲Information Sharing

^۱Bitcoin

مورد استفاده قرار گرفته است [۲۲]. زنجیره بلوکی را می‌توان در زمینه زنجیره تأمین برای فعالیت‌های مختلف از جمله تضمین مالکیت محصول برای کاهش مبادله محصولات تقلبی استفاده کرد [۲۳]. از این رو، ارتقای دید داده‌ها و قابلیت ردیابی محصول به عنوان سطح فروش و موجودی خریدار برای همه ذینفعان در یک شبکه خصوصی و مجاز شفاف می‌شود [۲۴]. در نتیجه، در دسترس قرار دادن این اطلاعات به موقع در اختیار تأمین کنندگان، به موجودی اجازه می‌دهد تا با نظارت مکرر سطح موجودی، تقاضای محصول را به‌طور دقیق منعکس کند. این به تولیدکنندگان اجازه می‌دهد تا سفارش‌های کوچک‌تر و مکرر را انجام دهند که منجر به کاهش تعداد موجودی‌ها و هزینه‌های حمل موجودی می‌شود که منجر به صرفه جویی قابل توجهی در هزینه می‌شود. علاوه بر این، فروشندگان می‌توانند برنامه‌ریزی موجودی خود را بهبود بخشند زیرا داده‌ها به راحتی در دسترس هستند. از این رو سفارشات تکمیل در یک دوره کوتاه انجام می‌شود. زنجیره بلوکی امکان ارتباط بهتر بین ذینفعان را با ترتیب موجودی مدیریت شده توسط تأمین کننده فراهم می‌کند زیرا این سیستم می‌تواند توسط فروشندگان و خریداران در زمان واقعی به روز شود. چنین تبادل اطلاعات دوسویه اعتماد را در بین این ذینفعان افزایش می‌دهد و از ثبات داده‌ها در شبکه اطمینان می‌دهد. علاوه بر این، ایجاد یک شبکه زنجیره بلوکی نیاز به واسطه‌ها را از بین می‌برد و در نتیجه به سازمان‌ها اجازه می‌دهد بدون هیچ‌گونه تداخلی که منجر به ساده‌سازی اسناد و جریان ارتباطی بین تأمین کنندگان و تولیدکنندگان می‌شود، در سطح ملی یا جهانی تجارت کنند. زنجیره بلوکی تأمین کنندگان را قادر می‌سازد تا به داده‌های به اشتراک گذاشته شده توسط تولیدکنندگان در زمان واقعی دسترسی داشته باشند، زیرا به آن‌ها اجازه می‌دهد دقیقاً شناسایی کنند که مشتریان‌شان چه زمانی به سطح سفارش مجدد خود رسیده‌اند [۲۵، ۲۶]. این به آن‌ها امکان می‌دهد تا سفارشات را سریع‌تر از استفاده از یک واسطه مانند ارائه‌دهنده خدمات پردازش کنند. تأخیر بین تشخیص نیاز به موجودی و ثبت سفارش جدید را به حداقل می‌رساند. بنابراین، استفاده از یک راه‌حل زنجیره بلوکی ادغام شده با برنامه‌های غیرمتمرکز قادر به ساخت یک سیستم موجودی مدیریت شده توسط تأمین کننده است که تقاضای مشتری خود را به صورت پویا برآورده می‌کند و در پاسخ، یک زنجیره تأمین چابک و پاسخگو ایجاد می‌کند. همچنین می‌تواند برخلاف روش‌های سنتی که تأمین کنندگان صرفاً از موجودی مورد نیاز بدون اطلاع از موجودی واقعی مطلع می‌شوند، گزارش‌های بی‌درنگ را به صورت شفاف و به موقع ارائه دهد. بنابراین، صنعت آینده عملیات زنجیره تأمین موجودی مدیریت شده توسط تأمین کننده با ادغام راه‌حل‌های مبتنی بر زنجیره بلوکی به شدت متحول خواهد شد. برخی از زمینه‌هایی که با زنجیره بلوکی بهبود می‌یابند عبارت‌اند از بهبود دقت

تبادل اطلاعات ایجاد می‌کند. این فرآیند معمولاً توسط ارائه‌دهندگان خدمات موجودی مدیریت شده توسط تأمین کننده انجام می‌شود که به عنوان سرپرست در یک شبکه متمرکز عمل می‌کنند [۱۶]. با این حال، استفاده از فناوری بلاکچین برای عملیات موجودی مدیریت شده توسط تأمین کننده نیاز به ارائه‌دهندگان خدمات را از بین می‌برد که منجر به دخالت اندک یا بدون دخالت انسانی و کاهش هزینه‌های تراکنش می‌شود [۱۷]. این امر از طریق استفاده از پلتفرم‌های بلاکچین نسل دوم مانند اتریوم امکان‌پذیر است که از قراردادهای هوشمند برای اجرای تراکنش‌های تأیید شده با شرایط از پیش تعریف شده استفاده می‌کند [۱۸]. زنجیره بلوکی اتریوم یک زنجیره بلوکی شبه ناشناس است که از الگوریتم‌های اجماع اثبات کار^۱ و اثبات سهام^۲ استفاده می‌کند. اثبات کار اولین الگوریتم اجماع مورد استفاده در ارزهای دیجیتال بود در حالی که اثبات سهام به عنوان جایگزینی برای اثبات کار توسعه داده شد. تفاوت اصلی بین این دو الگوریتم این است که اثبات کار از ماینرها استفاده می‌کند و از قدرت محاسباتی (انرژی) آن‌ها برای اعتبارسنجی تراکنش‌ها در بلاکچین استفاده می‌کند، در حالی که اثبات سهام از اعتبارسنجی‌هایی استفاده می‌کند که برای اعتبارسنجی بلاک‌ها باید سهام را متعهد کنند. علاوه بر این، ویژگی‌های ذاتی بلاکچین، مانند سوابق و تکنیک‌های رمزنگاری شده، به افزایش امنیت داده‌ها، یکپارچگی داده‌ها و تغییرناپذیری تراکنش‌های ذخیره شده کمک می‌کنند [۱۹، ۲۰]. بنابراین، بلاکچین اصول اصلی موجودی مدیریت شده توسط تأمین کننده را که شامل به اشتراک گذاری داده، شفافیت و قابلیت ردیابی است، تقویت می‌کند. فناوری بلاکچین یک دفتر کل مشترک غیرمتمرکز و توزیع شده است که به اشتراک گذاری داده‌ها را آسان می‌کند زیرا هر یک از اعضای شبکه یک کپی از تمام تراکنش‌های معتبر در دفتر دارند [۲۱]. تراکنش‌ها به شکل بلوک‌هایی به سیستم اضافه می‌شوند که هر کدام چندین تراکنش را درون خود نگه می‌دارند. این بلوک‌ها توسط ماینرها به بلاکچین جهانی اضافه می‌شوند. ماینینگ شامل اعتبارسنجی تراکنش‌ها، گروه‌بندی آن‌ها و شکل‌دهی آن‌ها در قالب بلوک است. ماینرها این وظیفه را برای به دست آوردن پاداش‌هایی که توسط بلاکچین داده می‌شود انجام می‌دهند. انتخاب یک ماینر برای افزودن بلوک بعدی از طریق یک پروتکل اجماع انجام می‌شود که از یک پلت فرم بلاکچین به پلتفرم دیگر متفاوت است. تراکنش‌های انجام شده از طریق بلاکچین ناشناس، دائمی و غیرقابل انکار هستند. این بلاکچین را قادر می‌سازد تا یک پلتفرم بسیار مناسب برای کاربردهای مختلف و موارد استفاده باشد. زنجیره بلوکی در سال‌های اخیر رواج یافته است و در صنایع مختلفی مانند مالی، صنایع غذایی و مراقبت‌های بهداشتی

¹ Proof of Work

² Proof of Stake

۲. ارائه مدل مفهومی قرارداد هوشمند در فناوری زنجیره بلوکی

۳. طراحی یک پلتفرم موجودی مدیریت‌شده توسط تأمین‌کننده مبتنی بر تأمین‌کننده

مشارکت‌های اصلی این پژوهش به شرح زیر خلاصه می‌شود:

✓ پلت فرم توزیع شده موجودی مدیریت شده توسط تأمین‌کننده زنجیره بلوکی

✓ مکانیزم اجماع برای تکمیل سفارش در استراتژی موجودی مدیریت شده توسط تأمین‌کننده

یکی دیگر از کاستی‌های قابل ملاحظه در لابه‌لای تحقیقات پیشین، بحث متمرکز بودن برنامه‌ریزی تأمین و سفارشات در سازمان‌ها می‌باشد که تا به امروز با توجه به زیاد شدن تأمین‌کنندگان و انتخاب بهینه تأمین‌کننده یک شکافی را برای در بین اعضای زنجیره تأمین و سازمان‌ها به وجود آورده، بدین‌صورت که برنامه‌ریزی سفارشات برای تأمین موجودی و مواد اولیه را دچار مشکل کرده است. علیرغم اینکه محققان مباحثی مانند سیستم‌های ساخت و تولید ابری را ارائه داده‌اند اما با افزایش تأمین‌کنندگان عملاً کارایی خود را از دست می‌دهد و به دلیل اینکه این حجم از برنامه‌ریزی از طریق سیستم متمرکز صورت می‌گیرد و فضای رقابتی را بین تأمین‌کنندگان در نظر نگرفته و مدل همکاری در زنجیره تأمین را دچار مشکل کرده است. بنابراین می‌توان گفت دو عامل اصلی یکی قابلیت اطمینان پایین بین تأمین‌کننده و تولیدکننده/مشتری که منجر به درز اطلاعات حساس فی‌مابین شده و دیگری فقدان سیستم مناسب برای جریان گردش اطلاعات به‌صورت به‌هنگام و آنی در بین اعضای شبکه تأمین منجر به هزینه‌های بالایی برای طرفین شده است و هزینه‌های نگهداری موجودی را بالا برده است. بنابراین استراتژی موجودی مدیریت شده توسط تأمین‌کننده با حذف روش‌های سنتی سفارش، بستری کارآمد برای تبادل اطلاعات بین طرفین ایجاد می‌کند. این فرآیند توسط ارائه دهندگان خدمات موجودی مدیریت شده توسط تأمین‌کننده انجام می‌شود که به عنوان سرپرست در یک شبکه متمرکز عمل می‌کنند. برای اجرای موفقیت آمیز موجودی مدیریت شده، پیش نیازهای متعددی مانند اشتراک اطلاعات، اعتماد متقابل، یکپارچگی سیستم و همکاری طولانی مدت وجود دارد. با این حال، تعداد بالای شرکت‌کنندگان، کانال‌های توزیع و فرآیندهای پیچیده و عدم اعتماد طرفین، اجرای موجودی مدیریت شده توسط تأمین‌کننده را با مشکل مواجه کرده و از

سفارش، افزایش فروش و سودآوری، کاهش گردش موجودی، و ایجاد روابط قوی‌تر با مشتری [۴].

۲-۳- مرور ادبیات

در این بخش، ادبیات مربوطه در مورد کاربرد فناوری زنجیره بلوکی در صنعت زنجیره تأمین مورد بحث قرار داده شده است. زنجیره بلوکی مدیریت زنجیره تأمین را در برنامه‌های مختلف تقویت می‌کند. به‌عنوان مثال، سانجیو و همکارانش [۲۷] یک طرح مبتنی بر زنجیره بلوکی را برای به اشتراک‌گذاری امن اطلاعات در سیستم زنجیره تأمین دارویی با مکانیسم اجماع و قراردادهای هوشمند پیشنهاد می‌کند. مثال دیگری در سانجیو و همکارانش [۲۸] ارائه شده است که یک سیستم حمل‌ونقل هوشمند را با مکانیسم اجماع برای اعتبارسنجی تراکنش‌ها و یک پروتکل احراز هویت برای اعتبارسنجی وسیله نقلیه کاربر مورد بحث قرار می‌دهد. با این حال، ما می‌خواهیم تأکید کنیم که مقالات بسیار کمی در زمینه موجودی مدیریت شده توسط تأمین‌کننده منتشر شده است. به‌عنوان مثال، دسکلیس و همکارانش [۲۹] عوامل موفقیت حیاتی مورد نیاز برای پیاده‌سازی راه‌حل زنجیره بلوکی برای موجودی مدیریت شده توسط تأمین‌کننده را مورد بحث قرار دهید. آن‌ها یک روش مورد استفاده را ارائه می‌دهند که بر اساس یک قرارداد هوشمند کاربردی عمل می‌کند که در آن یک رابطه زنجیره تأمین با یک رابطه یک‌به‌یک بین تأمین‌کننده و خرده‌فروش در نظر می‌گیرند. درنهایت، کولب و همکارانش [۳۰] اثبات مفهومی را ارائه می‌دهد که عملی بودن و سودمندی پیاده‌سازی راه‌حل زنجیره بلوکی مبتنی بر موجودی مدیریت شده توسط تأمین‌کننده را ارزیابی می‌کند. رویکرد آن‌ها محدود به یک نمودار توالی عملکردی است که جریان اطلاعات تراکنش بین سهامداران موجودی مدیریت شده توسط تأمین‌کننده را با استفاده از قراردادهای هوشمند پوشش می‌دهد.

در زمینه همکاری زنجیره تأمین، ادبیات کمی وجود دارد که به این موضوع بپردازد که چگونه فناوری زنجیره بلوکی می‌تواند عملیات زنجیره تأمین مختلف را متحول کند. هدف اصلی این مقاله پیشنهاد یک مدل مفهومی مبتنی بر زنجیره بلوکی است که به بهبود مدل موجودی مدیریت شده توسط تأمین‌کننده در زنجیره تأمین کمک می‌کند. نوآوری‌های اصلی این اثر به شرح زیر خلاصه می‌شود:

۱. ارائه یک مدل مفهومی مدل فرآیند کسب‌وکار و نمادگذاری برای موجودی مدیریت‌شده توسط تأمین‌کننده مبتنی بر زنجیره بلوکی

بلوکی در تعامل کارا و همکاری با تأمین‌کننده و مشتری (تولیدکننده) در استراتژی موجودی مدیریت شده توسط تأمین‌کننده پاسخ داده می‌شوند. هدف این تحقیق هم توصیفی یا اکتشافی است. این تحقیق از منظر هدف، هم توصیفی یا اکتشافی بوده و با ارائه یک مدل یکپارچه مفهومی کاربرد فناوری زنجیره بلوکی در جهت رسیدن به سیاست بهینه تأمین و تدارکات بین تأمین‌کنندگان و تولیدکننده تلاش می‌نماید. بعلاوه در این پژوهش برای اعتبارسنجی از دو مقاله پایه در جهت توسعه مدل استفاده شده است. این مقاله پایه بحث طراحی یک پلنفرم ترکیب خدمات ساخت و تولید ابری جدید مبتنی بر زنجیره بلوکی را بیان کرده است و مقاله دیگر بر روی بهبود موجودی مدیریت شده توسط فروشنده مبتنی بر زنجیره بلوکی را کار کرده است [۲۵، ۳۱].

۴- مدل فرآیند زنجیره بلوکی - موجودی مدیریت شده توسط تأمین‌کننده^۱

در این بخش یک مدل فرآیندی زنجیره بلوکی و موجودی مدیریت شده توسط تأمین‌کننده ارائه شده است که شاخص‌های زنجیره بلوکی را در موجودی مدیریت شده توسط تأمین‌کنندگان را بیان می‌کند. فناوری زنجیره بلوکی ۵ شاخص دارد که عبارت‌اند از تراکنش‌ها، ماینرها یا حل‌کننده‌ها، پاداش، مکانیسم اجماع و استخراج زنجیره بلوکی. در این مدل تراکنش‌ها، همان موجودی می‌باشد که توسط تأمین‌کننده برای تولیدکننده/مشتری ارسال می‌گردد. از ماینر به عنوان حل‌کننده در زنجیره تأمین نام برده می‌شود و افرادی هستند که ترکیب خدمات را بین تأمین‌کننده و تولیدکننده را انجام می‌دهند. مکانیسم اجماع توافقی می‌باشد که در شبکه زنجیره بلوکی توسط هر نود انجام می‌گیرد. منظور از نود در این مدل همان تأمین‌کنندگان و تولیدکنندگان/مشتریان می‌باشند. و نهایتاً استخراج زنجیره بلوکی بلوک‌های ایجاد شده را در خود جای می‌دهد. در هر بلوک اطلاعات تأمین‌کننده و تولیدکننده یا مشتری قرار داده شده است و تمامی این اطلاعات رمزنگاری شده‌اند. همان‌طور که قبلاً بیان شده، مدل فرآیندی دارای ۴ لایه می‌باشد که عبارت‌اند از لایه مشتری یا تولیدکنندگان، لایه تأمین‌کنندگان، لایه حل‌کننده‌ها یا کسانی که ترکیب خدمات^۲ را انجام می‌دهند، لایه زنجیره بلوکی. شکل (۲) نماد

پذیرش آن جلوگیری می‌کند. بنابراین، استفاده از فناوری زنجیره بلوکی برای پیاده‌سازی موجودی مدیریت شده توسط تأمین‌کننده، نیاز به ارائه دهندگان خدمات را از بین می‌برد، که منجر به کاهش هزینه‌های تراکنش و بهبود نرخ سفارش می‌شود. بنابراین، فناوری زنجیره بلوکی اصول موجودی مدیریت شده را تقویت می‌کند که شامل به اشتراک گذاری داده، شفافیت و قابلیت ردیابی است. با توجه به ناکارآمدی الگوریتم‌های تکاملی در مسائل مقیاس بزرگ، در این پژوهش یک مدل یکپارچه جدید موجودی مدیریت شده مبتنی بر فناوری زنجیره بلوکی پیشنهاد شده است. زنجیره بلوکی - موجودی مدیریت شده توسط تأمین‌کننده یک معماری همکاری مشتری و تأمین‌کننده است که بر اساس فناوری زنجیره بلوکی تعریف شده است. زنجیره بلوکی - موجودی مدیریت شده توسط تأمین‌کننده از همان فرضیه مسئله مدل یکپارچه همکاری زنجیره تأمین استفاده می‌کند و از قابلیت‌های فناوری زنجیره بلوکی برای غلبه بر معایب رویکردهای متمرکز استفاده می‌کند.

به‌طور خلاصه می‌توان شکاف تحقیقاتی را به‌صورت زیر دسته‌بندی کرد:

- فقدان سیستم‌های مناسب فناوری اطلاعات فاش شدن دانش یا اطلاعات اختصاصی
- ضعف در همکاری و هماهنگی به دلیل نبود اعتماد (قابلیت اطمینان پایین)، شفافیت و امنیت پایین بین اعضای زنجیره تأمین
- عدم وجود یک زبان گفتاری استاندارد در میان شرکاء و برنامه تبادل الکترونیکی داده‌ها، نگره‌داشتن داده به اشکال مختلف در برنامه دسترسی به داده‌ها را دشوار می‌کند و پایه و اساس مشکل قفل کردن و از دست دادن داده‌ها را تشکیل می‌دهد.

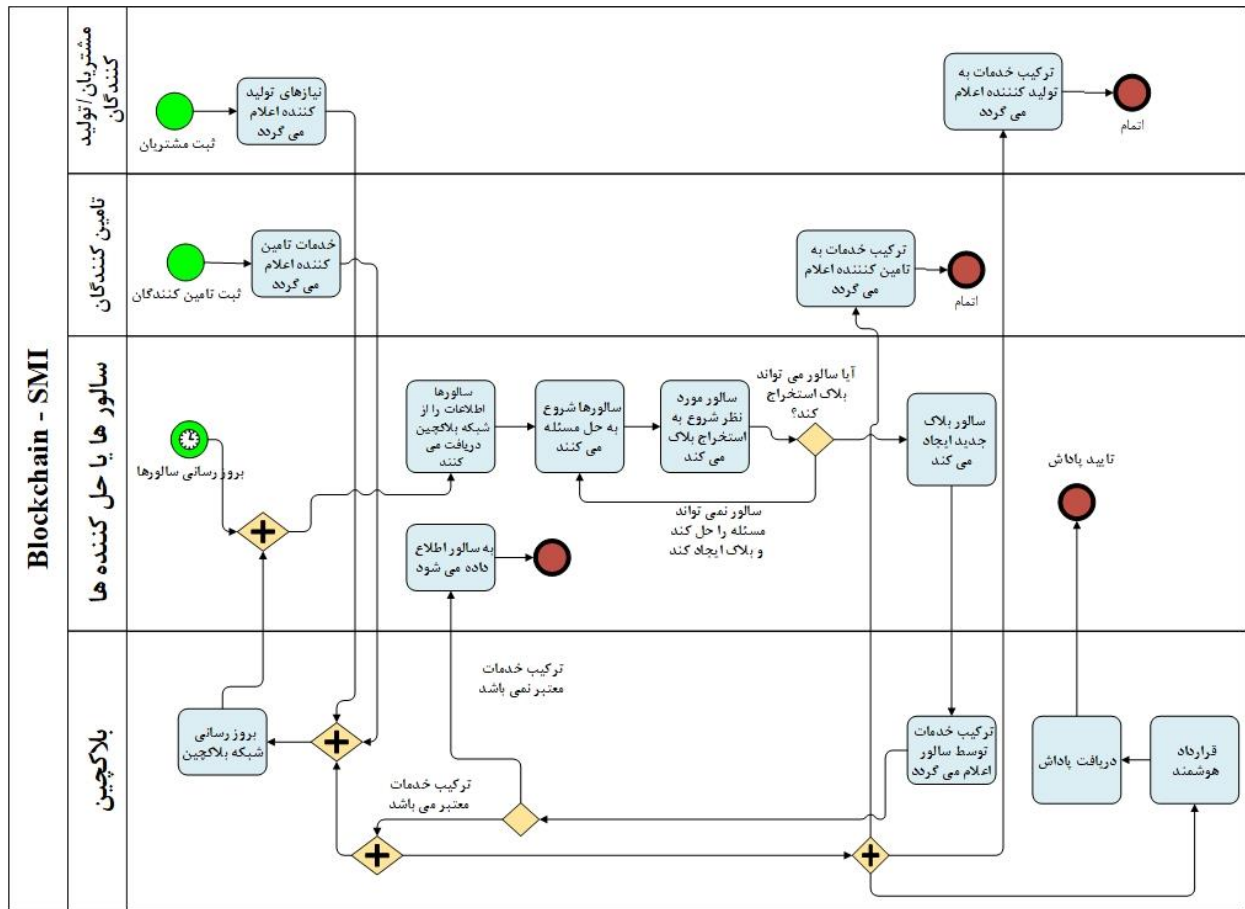
۳- روش تحقیق

تحقیق حاصل بر اساس جهت‌گیری کاربردی بر اساس استراتژی توسعه مفهوم و مدل‌سازی مفهومی از روش جمع‌آوری اطلاعات کتابخانه‌ای است. برای انجام این تحقیق ابتدا مطالعات اولیه به روش کتابخانه‌ای انجام می‌گیرد. عمده منابع موردنیاز در این بخش با جستجو در منابع الکترونیکی تحت وب تهیه می‌گردد. خروجی این مطالعات جهت ایجاد بستر برای انجام ادامه تحقیق مفید خواهد بود. با بررسی ادبیات و مرور نظام‌مندی که بخشی از آن نیز تا به اینجای تحقیق انجام شده، سؤالات در خصوص ابعاد، مؤلفه‌ها و شاخص‌های اصلی زنجیره بلوکی، راه‌کارهای مناسب استفاده از فناوری زنجیره

¹ Blockchain-Supplier Managed Inventory (Block-SMI)

² Service Composition

مدل کسب و کار برای فناوری زنجیره بلوکی - موجودی مدیریت شده توسط تأمین کننده را نشان می دهد.



شکل (۲). مدل فرآیند کسب و کار زنجیره بلوکی - موجودی مدیریت شده توسط تأمین کننده

تولید کنندگان با استفاده از خدمات تأمین کنندگان یا ارائه دهندگان خدمات می کنند. تطبیق خدمات و نیازها از طریق استفاده از کلیدهای مربوطه منجر به یک سری تراکنش ها می شود که یک بلوک را در زنجیره بلوکی تشکیل می دهند. بنابراین، یک بلوک شامل خدمات و نیازهای تطبیقی است که حل کننده ها آن را عملی و مناسب تشخیص داده اند. حل کننده ها باید اطمینان حاصل کنند که تراکنش با به کارگیری مکانیسم اجماع، امکان پذیر و مناسب خواهد بود و از سود حاصل از تطابق میان خدمات و نیازها بهره مند خواهند شد. این تطابق الزامات سفارش موجودی را برآورده می کند. برای دستیابی به تطابق مناسب، حل کننده ها باید از قدرت محاسباتی خود برای حل یک مسئله بهینه سازی در حوزه تطبیق سرویس استفاده کنند، که شبیه مفهوم اثبات کار^۲ است. اثبات کار یک الگوریتم اجماع است که مدل ها و الگوریتم های ریاضی را با حدس زدن پاسخ ها حل می کند. این مفهوم در برخی از ارزش های دیجیتال برای اعتبارسنجی تراکنش ها، تولید بلاک ها و حفظ امنیت شبکه زنجیره

لایه اول مشتریان / تولید کنندگان: در این لایه ابتدا تولید کنندگان یا مشتریان ثبت نام می کنند و سپس نیازمندی های خود را در این شبکه اعلام می کنند. نیازمندی ها برای هر تولید کننده متفاوت می باشد برای مثال طبق استخراج تولید کننده که در بالا اشاره شده است قیمت مواد اولیه، هزینه حمل و نقل، زمان ارسال و دریافت، و غیره می باشد.

لایه تأمین کنندگان: در این لایه همانند لایه بالا تأمین کنندگان ابتدا احراز هویت می شوند و سپس ثبت نام می گردند. سپس خدماتی که تأمین کننده می تواند ارائه دهد را از طریق استخراج تأمین کننده اعلام می گردد که شامل قیمت مواد اولیه، زمان ارسال، هزینه ای حمل و نقل، هزینه های نگهداری و غیره می باشد. البته برای هر تأمین کننده می تواند متفاوت باشد.

لایه حل کننده! حل کننده ها یا تأیید کنندگان شروع به تطبیق و ترکیب خدمات برای برآورده کردن نیازهای مشتریان یا

^۲ Proof of work

^۱ Solver

به طور مشخص، زنجیره بلوکی عمومی^۶ کلید خصوصی و عمومی خود را از طریق مکانیسم هش مطابق (۲) برای انتقال ایمن اطلاعات تولید می کند. در نتیجه، همان طور که در (۳) و (۴) نشان داده شده است، هر مؤلفه سیستم شامل استخر تقاضا و استخر خدمات باید هش مخفی خود را ایجاد کند تا بتواند خود را در شبکه زنجیره بلوکی عمومی نمایه کند، همان طور که در (۳) و (۴) نشان داده شده است (i,j = 1,2) مجموعه استخرهای خدمات و تقاضا برای تأمین کننده و تولیدکننده می باشند و به ترتیب، هر فرد در شبکه زنجیره بلوکی با کلید تأیید خود شناسایی می شود.

$$PBN_{public} = \text{Hash} \langle PBN_{private} \rangle \quad (2)$$

$$CP_{i,public} = \text{Hash} \langle CP_{i,private} \rangle \quad (3)$$

$$SP_{j,public} = \text{Hash} \langle SP_{j,private} \rangle \quad (4)$$

هنگامی که شبکه رمزگذاری شد، SP_j و CP_i ها درخواست های خود را روی شبکه زنجیره بلوکی عمومی پخش می کنند و کلیدهای تأیید خود را عمومی می کنند که در آن همه گره ها می توانند به طور همزمان به این داده ها دسترسی داشته باشند. اطلاعات مورد نیاز برای ارسال در بسته های درخواست شامل (۱) برای CP_i : شناسه استخر تقاضا، مقدار تقاضا^۷، زمان تحویل^۸، قیمت^۹، کلید رمزگذاری بودجه و غیره مطابق (۵) است. (۲) برای SP_j : شناسه استخر خدمات، ظرفیت^{۱۰}، بودجه^{۱۱}، انگیزه قیمت، زمان پاسخ^{۱۲}، کلید رمزگذاری و غیره مطابق (۶).

$$CP_i\text{-Request} = \text{Hash} \langle ID_i, DT_i, DQ_i, P_i, B_i, CP_{i,public}, \dots \rangle \quad (5)$$

$$SP_j\text{-Request} = \text{Hash} \langle ID_j, TC_j, C_j, P_j, B_j, RT_j, SP_{j,public}, \dots \rangle \quad (6)$$

با دسترسی حل کننده به داده های مورد نیاز که شامل مقدار تقاضای مشتری و مقدار ظرفیت تأمین کننده از یک زیرمسئله است، در این مرحله، حل کننده قرارداد هوشمند را (به عملیات استخراج زیر مراجعه کنید) برای تطبیق هر سفارش از مشتری با بهترین تأمین کننده ممکن ارائه می کند. حل کننده قرارداد هوشمند را فراهم می کند. هنگامی که مسئله تطبیق بین موجودی تأمین کننده و تقاضای

بلوکی استفاده شده است. اصول اولیه این کار یک معمای پیچیده ریاضی است که وجود راه حلی برای آن قابل اثبات است و برای حل آن از قدرت پردازش کامپیوتری زیادی استفاده می شود و به همین دلیل است که این روش اجماع الکتریکی و توان پردازشی زیادی را هدر می دهد.

لایه زنجیره بلوکی: در لایه زنجیره بلوکی، حل کننده ها بعد از اینکه ترکیب خدمات را به درستی انجام دادند یک بلاک را منتشر و تأیید می کنند و در شبکه زنجیره بلوکی قرار می دهند و اگر این ترکیب خدمات به درستی صورت نگرفته باشد شبکه زنجیره بلوکی به حل کننده ها اعلام می کند و حل کننده های بعدی این کار را انجام می دهند. خدمات و الزاماتی که توسط حل کننده ها باهم تطبیق داده می شوند، به زنجیره بلوکی متصل می شوند و قرارداد هوشمند مربوطه برای انجام انتقال رمز از تولیدکننده به تأمین کننده و سایر ذینفعان اجرا می شود. بعد از اینکه ترکیب خدمات انجام شد، قرارداد هوشمند به طور خودکار انجام می گیرد که در قسمت بعد به آن پرداخته می شود. پاداش ها هم می تواند متفاوت باشد. به عنوان مثال می تواند بخشی از این ترکیب خدمات باشد یا مقداری که طرفین قرار داده باشند.

برای دستیابی به محرمانه بودن برای همه تراکنش ها، کلیدهای رمزنگاری باید برای زنجیره بلوکی - موجودی مدیریت شده توسط تأمین کننده اتخاذ شود. برای اجرای ایمن وظایف مبتنی بر زنجیره بلوکی، دو نوع کلید رمزنگاری مورد نیاز است: کلیدهای خصوصی/مخفی^۱ و کلیدهای عمومی/تأیید کننده^۲. کلیدهای خصوصی توسط یک موجودیت تولید می شوند و به عنوان علامتی برای دسترسی به داده ها استفاده می شوند. با این حال، کلیدهای عمومی به عنوان مکانیسم احراز هویت برای اعطای دسترسی به داده ها استفاده می شود. درخواست کننده ای (تأمین کننده) که می خواهد به داده ها دسترسی داشته باشد این دو کلید را تولید می کند. هنگام ذخیره کلید خصوصی، درخواست کننده کلید عمومی را با صاحب داده به اشتراک می گذارد. زنجیره بلوکی عمومی در قسمت (۱) نشان داده شده است. به طور مشخص، استخر تأمین کننده^۳ و استخر مشتری^۴، و استخر حل کننده^۵ مجموعه ای از گره ها را در زنجیره بلوکی ایجاد می کنند که در هر تکرار به روزرسانی می شوند.

$$BN = (SP, CP, SoP, Smart Contract, Consensus Method, Transaction.) \quad (1)$$

⁶ Public Blockchain Network (PBN)

⁷ Demand quantity (DQ)

⁸ Delivery time (DT)

⁹ Price (P)

¹⁰ Capacity (C)

¹¹ Budget (B)

¹² Response time (RT)

¹ Private keys (sk_s)

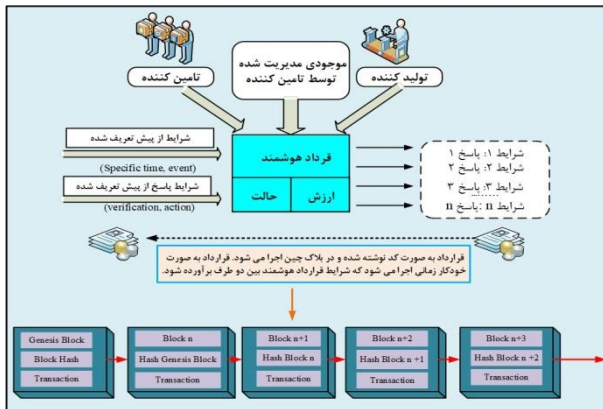
² Public key (VK_s)

³ Supplier Pool (SP)

⁴ Customer Pool (CP)

⁵ Solver Pool (SOP)

در شرایط نامتعارفی، این تعاریف به این معنی است که قراردادهای هوشمند، کدهای رایانه‌ای هستند که در زنجیره بلوکی ساکن شده و پیاده‌سازی (اگر این پس آن را انجام دهید)، اجرا می‌شود و توسط تعدادی از کامپیوترها قابل تأیید است تا حقیقت را تضمین کنند [۳۴، ۳۵]. شکل (۳) قرارداد هوشمند بین تأمین کننده و تولیدکننده را نشان می‌دهد.



شکل (۳). مکانیسم عملیات قرارداد هوشمند بین تأمین کننده و تولیدکننده

در پلتفرم پیشنهادی، قراردادهای هوشمند به‌عنوان توافقات بین مشتریان و تأمین کنندگان برای ارائه خدمات تأمین کننده بر اساس نیاز مشتری در بلوک عمل می‌کنند. هنگامی که قراردادهای هوشمند در یک دفتر کل توزیع شده اجرا می‌شوند، اجرا و ثبت تراکنش‌ها توسط یک زیرساخت غیرمتمرکز رمزگذاری شده ارائه می‌شود. بنابراین قراردادهای هوشمند در زنجیره بلوکی معمولاً در یک زبان رویه‌ای برنامه ریزی می‌شوند. برای مثال، در پلتفرم اتریوم، توسعه‌دهندگان می‌توانند قراردادهای هوشمند را به زبان رویه‌ای به نام سالیدیتی^۴ رمزگذاری کنند. قوانین توافق هوشمند بر اساس توافق توافق بین مشتری و تأمین کننده ایجاد می‌شود، این قوانین می‌تواند شامل تاریخ سررسید و زمان تحویل، هزینه نگهداری، قیمت و هزینه سفارش، هزینه حمل و نقل، روش پرداخت و غیره باشد. به عبارت ساده، زمانی که مشتری درخواست خود را به تأمین کننده ارائه می‌دهد، اطلاعاتی در مورد داده‌ها، هزینه سفارش و روش پرداخت، قیمت، زمان تحویل و غیره نیز ارائه می‌دهد. سپس تأمین کننده برای تصمیم‌گیری در مورد این قوانین با مشتری مذاکره می‌کند و آنها را به عنوان یک قرارداد هوشمند به این قوانین تبدیل می‌کند. پس از اینکه حل کننده مسئله تطبیق بین تأمین کننده و مشتری را حل می‌کند، جواب را در شبکه زنجیره بلوکی اعلام می‌نماید. سپس قرارداد هوشمند بر اساس توافق طرفین و مشخصه‌ای که مطابق (۵) و (۶) بیان شد اجرا می‌شود. مشخصه‌ها بصورت کد رمزنگاری می‌شود.

مشتری^۱ و سفارش بهینه^۲ به پایان رسید، راه حل حاصل تابع هش را با استفاده از کلیدهای عمومی تأمین کنندگان و مشتریان اعمال می‌کند. به همین ترتیب، حل کننده کلید تأیید و پاداش درخواستی خود را به بلوک امضا شده توسط استخر تأمین کننده یا مجموعه مشتریان کلید خصوصی متصل می‌کند. تراکنش‌های به‌دست آمده (تراکنش به معنای مقدار موجودی یا سفارش ارسال شده از عرضه کننده به مشتری) در یک بلوک قرار می‌گیرد و رمزگذاری می‌شود. سپس بلوک ایجاد شده به استخر زنجیره بلوکی متصل شده و پخش می‌شود تا توسط مکانیسم اجماع تأیید شود. بنابراین، هنگامی که تراکنش‌ها در بلوک قرار می‌گیرند، حل کننده بلوک نامزد (۷) را برای تأیید راه حل در مکانیسم اجماع در شبکه زنجیره بلوکی پخش می‌کند.

Candidate block = Hash

$$\left\langle \left\{ \begin{array}{l} VK_{CP_i} \\ VK_{SP_j} \end{array} \right\} \left(\begin{array}{l} VK_{SP_j} - SMD - OO - VK_{CP_i} \\ \langle signed by CP_i or SP_j \rangle \\ VK_{S_S Reward} \end{array} \right) \right\rangle \quad (7)$$

۴-۱- قرارداد هوشمند

تعاریف مختلفی از قرارداد هوشمند^۳ شده است که در اینجا چند مورد بیان می‌شود. بر طبق تعریف ایدلبرگر و همکارانش [۳۲] قرارداد هوشمند یک برنامه کامپیوتری است که شرایط موافقت‌نامه قراردادی را حفظ می‌کند و توافق را درحالی‌که اطمینان از اعتماد، شفافیت و درک بین طرفین است اجرا می‌کند.

همچنین، یک قرارداد هوشمند یک کد رایانه‌ای که در یک زنجیره بلوکی اجرا می‌شود، و به‌وسیله آن در زنجیره بلوکی تعامل صورت می‌گیرد [۳۳]. بنابراین، در متن زنجیره بلوکی قرارداد هوشمند جای دارند و به‌صورت:

- برنامه کامپیوتری پیش نوشته شده و خود اجرا شده
- ذخیره شده و در یک پلت فرم ذخیره‌سازی مشترک به نمایش درآمده است (برای مثال زنجیره بلوکی)
- انجام شده توسط یک شبکه از کامپیوترها (معمولاً آن‌ها روی شبکه زنجیره بلوکی اجرا می‌شوند)
- آغاز شدن توسط تراکنش‌های زنجیره بلوکی
- داده‌ها را در یک پایگاه داده بلوک‌های زنجیره‌ای تفسیر و ثبت می‌کند و می‌تواند به‌روزرسانی‌های دفتر کل را افزایش دهد.

¹ Supplier match demand (SMD)

² Order optimization (OO)

³ Smart Contract

⁴ Solidity

را ثابت^۱ کند و تلاش می‌کند تا یک معمای اختصاصی ریاضی و رمزنگاری^۲ را که مجموعه‌ای از تخصیص‌های سفارش آن است از طریق روش‌های بهینه‌سازی خود حل کند. سپس بلوک جدید توسط حل کننده ایجاد می‌شود و برای توافق در شبکه زنجیره بلوکی توزیع می‌شود. در واقع، مکانیسم اجماع ارائه شده در موجودی مدیریت شده تامین کننده مبتنی بر زنجیره بلوکی، حل کنندگان را برای بسته‌های بهتر سفارش‌ها تشویق می‌کند. (۹) مکانیسم اثبات کار را در مدل یکپارچه نشان می‌دهد:

$$Hash_x = Hash\langle PM, PR \rangle \quad (9)$$

این تابع هش رمزنگاری به صورت زیر خلاصه می‌شود (۱۰):

$$Block_x = Hash \left\{ \left\{ \begin{array}{l} VK_{CP_i} \\ VK_{SP_i} \end{array} \right\} \left\{ \begin{array}{l} (VK_{SP_j} - SMD - OO - VK_{CP_j}) \\ (signed\ by\ CP_i\ or\ SP_j) \\ (VK_{S_j}\ Free) \end{array} \right\} \right\} \quad (10)$$

بنابراین، هرگونه تغییر در اطلاعات خدمات تامین کننده و تقاضای مشتری منجر به تغییر در هش در بلوک می‌شود و در این مورد، بلوک جدید را نمی‌توان به بلوک قبلی متصل کرد زیرا هش بلوک جدید با بلوک‌های قبلی در زنجیره بلوکی مطابقت ندارد. X مقدار ترکیبی می‌باشد که بین تامین کننده و مشتری در جریان است.

۵- مدل یکپارچه مفهومی موجودی مدیریت شده

توسط تامین کنندگان مبتنی بر زنجیره بلوکی

در این بخش بر یکپارچگی زنجیره تامین و فناوری زنجیره بلوکی تمرکز شده است، یک مدل یکپارچه مفهومی برای لمس اثرات زنجیره بلوکی بر زنجیره تامین طراحی و یک مدل یکپارچه موجودی مدیریت شده توسط تامین کننده بر اساس پلت فرم زنجیره بلوکی پیشنهاد شده است. این پلتفرم مدل‌های موجودی مدیریت شده توسط تامین کننده را در سه حالت نمایش می‌دهد. تفاوت‌های سه حالت بیان شده است. زنجیره تامین بدون موجودی مدیریت شده توسط تامین کننده، زنجیره تامین یکپارچه با موجودی مدیریت شده توسط تامین کننده و موجودی مدیریت شده توسط تامین کننده مبتنی بر زنجیره بلوکی. همان‌طور که در شکل نشان داده شده است در قسمت اول تولیدکننده/مشتری خود مسئولیت موجودی انبار را به عهده گرفته و تصمیم‌گیرنده خودش می‌باشد. و هرکدام چه تولیدکننده و تامین کننده به‌طور مستقل عمل می‌کنند. در زنجیره تامین بدون موجودی مدیریت شده توسط تامین کننده، هم تامین کننده و هم تولید کننده تصمیم‌گیرنده هستند. تولید کننده تامین

۴-۲- عملیات استخراج

استخراج کننده مسئول اعتبارسنجی تراکنش‌ها در زنجیره بلوکی است. این تابع اعتبار تمام تراکنش‌های موجود در زنجیره بلوکی را تضمین می‌کند و به اطمینان از معتبر بودن و بدون دستکاری تراکنش‌های ثبت شده کمک می‌کند. استخراج کننده‌ها تراکنش‌های موجود در بلوک را بررسی می‌کنند و صحت آنها را تأیید می‌کنند. در واقع، استخراج کننده‌ها موجودات علاقه مند به حل یک سری معادلات و معماهای ریاضی هستند. فناوری زنجیره بلوکی موجودی مدیریت شده توسط تامین کننده از این تابع به روشی مشابه استفاده می‌کند: «حل کننده‌ها» موجودیت‌هایی هستند که جایگزین عنصر استخراج کننده‌ها در زنجیره بلوکی می‌شوند. حل کننده‌ها موجودیت‌های مشتاق هستند - آنها می‌توانند فردی با قدرت محاسباتی کافی یا یک شرکت بزرگ باشند که از سرورهای قدرتمندی استفاده می‌کنند که مسئول حل انتساب سفارش اختصاص داده شده (مقدار موجودی ارسال شده از تامین کننده به مشتری) هستند. به همین ترتیب، در سایر نهادها در شبکه زنجیره بلوکی، حل کننده‌ها ملزم به معرفی کلیدهای هش خود برای پیوستن به زنجیره بلوکی (۸) هستند (S = Solver set)

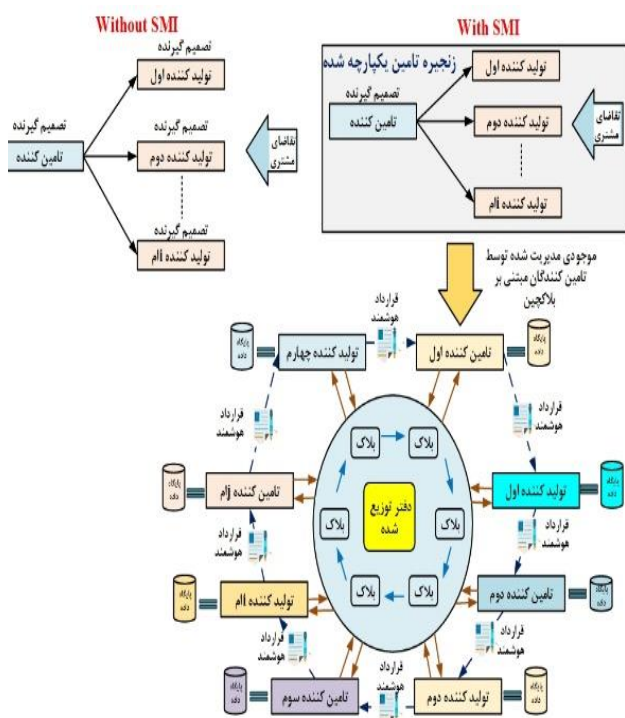
$$S_{s,public} = Hash\langle S_{s,private} \rangle \quad (8)$$

۴-۳- مکانیسم اجماع

در یک سیستم متمرکز، یک مرکز واحد کل سیستم را مدیریت می‌کند. در بیشتر موارد، مرکز مدیریت می‌تواند هر تغییری را که می‌خواهد انجام دهد و هیچ مرحله پیچیده‌ای برای ایجاد تغییرات وجود ندارد. سیستم‌های متمرکز مانند بانک‌ها و دولت‌ها نهادهایی هستند که توسط یک مقام مرکزی مدیریت و تغییر می‌کنند. اما در زنجیره بلوکی کاملاً متفاوت است. شرکت کنندگان مشتاق سیستم را بدون نیاز به واسطه ایمن نگه می‌دارند. چالش عدم اعتماد بین گره‌ها (کاربران شبکه) که هیچ شناختی از یکدیگر ندارند، فرصتی را برای زنجیره بلوکی ایجاد می‌کند. فرصتی مبتنی بر اعتماد به همه کاربران، نه فقط یک قدرت مرکزی. بنابراین، این مکانیسم یکپارچگی سیستم را حفظ می‌کند و شرکت کنندگان با یکدیگر تعامل دارند. این مکانیسم اجماع نامیده می‌شود که اخیراً توجه بسیاری از محققان را به خود جلب کرده است. مهم‌ترین الگوریتم‌های اجماع در زنجیره بلوکی عبارتند از: اثبات کار، الگوریتم اثبات سهام تا امنیت زنجیره بلوکی را تضمین کند. برای پلت فرم موجودی مدیریت شده توسط تامین کننده مبتنی بر زنجیره بلوکی، یک مکانیسم اثبات کار مشخصی طراحی شده است. در این مکانیسم، هر حل کننده می‌تواند

¹ Proof (PR)

² Puzzle mathematics (PM)



شکل (۴). موجودی مدیریت شده مبتنی بر فناوری زنجیره بلوکی

کننده خودش را انتخاب می کند. هر تولیدکننده موجودی خود را مدیریت می کند و خودش تصمیم می گیرد که سطح موجودی خود را چقدر افزایش دهد و به تأمین کننده مورد نظر خود انتقال می دهد. در مدل موجودی مدیریت شده توسط تأمین کننده یکپارچه زنجیره تأمین، تصمیم گیرنده برای سطح موجودی تولید کننده یا مشتری، تأمین کننده است. موجودی انبار و اطلاعات فروش در اختیار تأمین کنندگان قرار گرفته و تأمین کننده مسئول پر کردن انبار و موجودی تولید کننده می باشد. تأمین کننده از طریق داده هایی که تولید کننده برای ارسال می کند و با توجه به سطح موجودی خودش تصمیم به پر کردن موجودی تولید کننده می کند. سیستم کاملا بصورت متمرکز عمل می کند. مدت زمان پاسخ به تولید کننده زمان زیادی می برد. بدلیل اینکه تأمین کننده باید محاسبان ظرفیت خودش را انجام دهد. حتی ممکن است باعث شود که تولید کننده مشتری خودش را از دست دهد. تولید کننده می بایست اطلاعات مربوط به موجودی و داده های فروش خودش را در اختیار تأمین کننده قرار دهد و به او اعتماد کند. و گاهی ترس از دادن اطلاعات و فاش شدن اطلاعات موجودی و داده های فروش و تولید توسط تأمین کننده وجود دارد که این نقاط ضعف بزرگی می باشد. اما در مدل موجودی مدیریت شده توسط تأمین کننده مبتنی بر زنجیره بلوکی، همه تأمین کنندگان و تولیدکنندگان/مشتریان در یک شبکه غیرمتمرکز بدون اطلاع از هویت یکدیگر قرار دارند. در این شبکه غیرمتمرکز، نیازهای تولیدکننده و خدماتی که تأمین کنندگان می توانند ارائه دهند، از طریق شبکه زنجیره بلوکی اعلام می شود و حل کننده ها فرآیند تطبیق بین تأمین کننده و تولیدکننده را انجام می دهند. چون تأمین کننده های زیادی در این شبکه وجود دارند کمبود بوجود نمی آید. هر کدام از این تخصیص سفارش بین تولید کننده و تأمین کننده یک زیرمسئله می باشد که توسط حل کننده حل می گردد. سپس از طریق دفتر توزیع شده به طرفین اطلاع داده می شود و یک بلاک جدید ایجاد می شود. سپس قرارداد هوشمند بین تأمین کننده و تولیدکننده ایجاد شده و شرایطی که از قبل تعریف شده کدینگ شده و بعد از ایجاد هر بلاک جدید که به زنجیره بلوکی اضافه می گردد مجددا تمام پارامترهای تولید کننده و تأمین کننده آپدیت می گردد و این مراحل مجددا اجرا می گردد. پاداش این ترکیب خدمات به حل کننده ای که این عمل را انجام داده پرداخت می گردد. شکل (۴) موجودی مدیریت شده را در ۳ حالت نشان می دهد. فناوری زنجیره بلوکی را نشان می دهد. خروجی این مدل در شکل (۵) نشان داده شده است. بنابراین، با استفاده از فناوری زنجیره بلوکی، می توان نقاط ضعف مدل های همکاری زنجیره تأمین و موجودی مدیریت شده توسط تأمین کننده را برطرف کرد.



شکل (۵). مزایای استفاده از فناوری زنجیره بلوکی در موجودی

مدیریت شده توسط تأمین کننده

حل کاهش زمان است. مشتریان در بسیاری از صنایع نسبت به زمان انتظار برای تخصیص حساس هستند و اگر تامین کننده نتواند درخواست آنها را در زمان قابل قبولی انجام دهد، سفارشات خود را لغو می کنند. حل مسائل تخصیص سفارش به شکل جهانی ممکن است به راه حل بهتری به بهینه جهانی برسد اما زمان مورد نیاز بسیار فراتر از آن چیزی است که مشتریان قابل قبول می دانند. بنابراین مهم نیست راه حل نهایی چقدر خوب باشد، مشتری ناراضی سیستم را ترک می کند.

۶- نتایج و بحث

همانطور که در بخش های قبلی نشان داده شد، این پژوهش چارچوبی را برای فعال کردن تعامل تامین کننده و مشتری در قالب یک مدل موجودی مدیریت شده توسط تامین کننده مبتنی بر بلاکچین پیشنهاد کرده است. در گام اول، چارچوب پیشنهادی تعامل ذینفعان چند تامین کننده و چند مشتری را امکان پذیر می سازد و در عین حال مزایای رقابتی را برای سهامداران در هنگام به اشتراک گذاری اطلاعات تجاری خود در چارچوب تضمین می کند. علاوه بر این، این چارچوب، بازیگران ذینفع سوم شناخته شده به عنوان حل کننده را قادر می سازد تا با تخصیص مجدد سفارش مقابله کنند. مکانیسم های غیرمتمرکز پشتیبانی شده توسط فناوری بلاکچین، حل کنندگان را قادر می سازد تا قابلیت های تامین کننده را برای مشتریان مطابقت دهند و کمک های آن ها را برای بهینه سازی تخصیص در اکوسیستم دریافت کنند. اگرچه در این پژوهش هدف گذاری نشده است، اما به دلیل ماهیت مسئله موجودی مدیریت شده توسط تامین کننده، بهینه تطبیق غیرمتمرکز از طریق زنجیره بلوکی نیز در مقایسه با مکانیسم های متمرکز بسیار رقابتی است. این بیشتر به دلیل پیچیدگی مشکل جهانی برای چند تامین کننده و چند مشتری است که یافته های راه حل بهینه را به چالش می کشد.

از نقطه نظر بینش مدیریتی، استفاده از فناوری زنجیره بلوکی، بستری را برای مدیریت مشارکت حل کنندگان در تخصیص منابع به مشتریان به عنوان مدل های کسب و کار ارائه دهنده خدمات جدید، امکان پذیر می سازد. در روش هایی که مسئله فرعی انتخاب شده با یکدیگر همپوشانی دارند، چارچوب تضادهای احتمالی را شناسایی کرده و از تداخل تخصیص شغلی جلوگیری می کند. در حالی که حل کننده ها برای حل زیرمسئله همپوشانی خود با هم رقابت می کنند و تخصیص سفارش را پیشنهاد می کنند، چارچوب تخصیص سفارش به زیرمسئله را بررسی می کند. اگر راه حل پیشنهادی حل کننده با راه حل های ارائه شده قبلی مغایرت داشته باشد، حذف می شود. زنجیره بلوکی زیرمسئله رد شده را به حل کننده برمی گرداند و به حل کننده اطلاع می دهد که این ترکیب از خدمات قابل قبول نیست و حل کننده باید دوباره برای حل یک زیرمسئله جدید انتخاب

همان طور که در شکل بیان شده مزایای استفاده از فناوری زنجیره بلوکی برای تأمین کننده و تولیدکننده شامل: اشتراک دقیق اطلاعات، ردیابی خودکار محصول، امنیت اطلاعات و داده، اعتمادپذیری، بهینه سازی ظرفیت، تغییرناپذیری اطلاعات، وضوح در شرایط و ضوابط و غیره می باشد.

برای بررسی اثربخشی زنجیره بلوکی - موجودی مدیریت شده توسط تامین کننده، چندین روش انجام شده است. در تمام این روش ها، رویکرد پیشنهادی با یک مکانیسم متمرکز که معمولاً برای مقابله با این نوع مسئله استفاده می شود، مقایسه می شود و تحلیل بیشتر ویژگی های زنجیره بلوکی - موجودی مدیریت شده توسط تامین کننده تشریح می شود.

۵-۱- روش اول

مدیریت متمرکز: در روش اول، مسئله به صورت متمرکز حل می شود به طوری که مشتریان و تامین کنندگان در یک شبکه متمرکز قرار گرفته و به طور مستقل عمل می کنند. مشتریان و تامین کنندگان باید با یکدیگر مطابقت داشته باشند و مسئله فقط یک بار حل می شود. بنابراین با افزایش عرضه کنندگان و مشتریان، تصمیم گیری برای تطبیق بین تامین کنندگان بسیار مشکل شده و زمان زیادی می برد و عملی نیست. علاوه بر این، مشتریان ممکن است آنقدر صبور نباشند که روزها منتظر مقام مرکزی (مدیران برنامه ریزی) باشند تا راه حلی ارائه دهند که کدام تامین کننده می تواند خواسته های مشتریان را برآورده کند. با افزایش تعداد مشتریان و تامین کنندگان، مدیریت مرکزی نمی تواند راه حل بهینه را ارائه دهد زیرا باعث می شود مشتری، مشتریان خود را از دست بدهند و هزینه های زیادی را متحمل شوند. در نتیجه، فرض بر این است که مقام مرکزی تنها چند روز فرصت دارد تا نتیجه نهایی خود را ارائه کند.

۵-۲- روش دوم

مکانیسم زنجیره بلوکی - موجودی مدیریت شده توسط تامین کننده: در این روش، موضوع با همان پیکربندی روش ۱ پیشنهاد شده است. در این مثال، تعدادی زیرمسئله وجود دارد و تعدادی حل کننده در شبکه زنجیره بلوکی برای حل این زیرمسئله ها ثبت شده اند. محتویات هر زیرمسئله از مشتری، سفارشات و تامین کننده متفاوت است. فرض بر این است که همه زیرمسائل مستقل از یکدیگر هستند و بین دو جفت زیرمسئله همپوشانی وجود ندارد. حل کننده ها شروع به حل زیرمسئله می کنند و هر حل کننده ای که بتواند زودتر تکلیف سفارش را حل کند و نیاز مشتری را با تامین کننده مطابقت دهد، آن حل کننده برنده می شود و در شبکه زنجیره بلوکی اعلام می شود. به عبارت دیگر، تشویق کننده ترین عامل زنجیره بلوکی - موجودی مدیریت شده توسط تامین کننده

برای ادغام فناوری زنجیره بلوکی و زنجیره تأمین استفاده کرد، مدل‌های شبیه‌سازی، تئوری صف، نظریه بازی، تحقیق در عملیات، بهینه‌سازی ریاضی، تصمیم‌گیری چندوجهی و همچنین در این زمینه است. از زنجیره تأمین می‌توان به کنترل موجودی و انبار، کیفیت، مدل‌سازی شبکه و ... اشاره کرد که برای تحقیقات آتی بسیار مهم هستند. بنابراین، ادغام زنجیره تأمین با فناوری زنجیره بلوکی نه تنها به‌عنوان مثال موضوع تحقیقاتی داغ در انقلاب صنعتی چهارم مورد توجه محققان قرار گرفته است، بلکه توجه بسیاری از کسب‌وکارها و سازمان‌ها را نیز به خود جلب کرده است و بین سال‌های ۲۰۱۶ تا ۲۰۲۲ با رشد بالایی همراه بوده است.

۷- مراجع

- [1] "Applying Internet of Thing Technology in Supply Chain Management Based on Cloud Computing," Iranian Journal Of Supply Chain Management, vol. 15, no. 42, pp. 26-41, 2014. [Online]. Available: https://scmj.ihu.ac.ir/article_203519_0e59049e742e14fdcf2da65879c86c.pdf.
 - [2] "The Role of Information Systems (IS) and Information Technology (IT) in Supply Chain Management (SCM)," Iranian Journal Of Supply Chain Management, vol. 6, no. 21, pp. 65-80, 2004. [Online]. Available: <https://scmj.ihu.ac.ir/c84f025237509afc29c5a53f624573>.
 - [3] P. Akhavan and M. Namvar, "The mediating role of blockchain technology in improvement of knowledge sharing for supply chain management," Management Decision, 2021.
 - [4] I. A. Omar, R. Jayaraman, K. Salah, M. Debe, and M. Omar, "Enhancing vendor managed inventory supply chain operations using blockchain smart contracts," IEEE Access, vol. 8, pp. 182704-182719, 2020.
 - [5] Z. Li, A. V. Barenji, and G. Q. Huang, "Toward a blockchain cloud manufacturing system as a peer to peer distributed network platform," Robotics and computer-integrated manufacturing, vol. 54, pp. 133-144, 2018.
 - [6] S. Nakamoto, "Bitcoin: A peer-to-peer electronic cash system," 2008.
 - [7] M. Waller, M. E. Johnson, and T. Davis, "Vendor-managed inventory in the retail supply chain," Journal of business logistics, vol. 20, pp. 183-204, 1999.
 - [8] A. Mateen, A. K. Chatterjee, and S. Mitra, "VMI for single-vendor multi-retailer supply chains under stochastic demand," Computers & Industrial Engineering, vol. 79, pp. 95-102, 2015.
 - [9] G. Marquès, C. Thierry, J. Lamothe, and D. Gourc, "A review of vendor managed inventory (VMI): from concept to processes," Production Planning & Control, vol. 21, no. 6, pp. 547-561, 2010.
 - [10] S. Cetinkaya and C.-Y. Lee, "Stock replenishment and shipment scheduling for vendor-managed inventory systems," Management Science, vol. 46, no. 2, pp. 217-232, 2000.
 - [11] A. Mateen and A. K. Chatterjee, "Vendor managed inventory for single-vendor multi-retailer supply chains," Decision Support Systems, vol. 70, pp. 31-41, 2015.
 - [12] A. B. Borade, G. Kannan, and S. V. Bansod, "Analytical hierarchy process-based framework for VMI adoption," International Journal of Production Research, vol. 51, no. 4, pp. 963-978, 2013.
 - [13] J. Molka-Danielsen, P. Engelseth, and B. T. N. Le, "Vendor-managed inventory as data interchange strategy in the networked collaboration of a Vietnam ship parts supplier and its customers," Information Technology for Development, vol. 23, no. 3, pp. 597-617, 2017.
- شده تلاش کند. پارامترهای زیر مسئله به روز می‌شوند و اگر یک زیرمسئله به طور ناقص توسط یک حل‌کننده حل شود، زمانی که زنجیره بلوکی زیرمسئله را برمی‌گرداند، حل‌کننده‌ها باید پارامترها را بازیابی کرده و در شبکه زنجیره بلوکی قرار دهند.
- از نقطه نظر شایستگی مدل کسب و کار، بسیار مهم است که حل‌کننده‌ها به‌عنوان ارائه‌دهندگان خدمات واگذاری، شایستگی‌های خود را برای عملکرد بهتر در حل زیرمسئله خود افزایش دهند. از آنجایی که یک حل‌کننده از زمان بیشتری برای ادامه الگوریتم و دریافت پاسخ بهتر برای افزایش پاداش استفاده می‌کند، سایر حل‌کننده‌ها ممکن است زودتر راه‌حل‌های خود را با همپوشانی اعلام کنند. این باعث می‌شود که حل‌کننده‌ها متقاعد شوند که تشکیل زیرمسئله را دوباره راه‌اندازی کنند. بنابراین، حل‌کننده‌ها دائماً در معرض خطر از دست دادن تلاش‌ها و محاسبات خود در مسابقات هستند. در این موارد، آنها ترجیح می‌دهند به محض رسیدن به سفارش بهینه، راه‌حل خود را ثبت کنند، حتی به قیمت از دست دادن پاداش اضافی ممکن با ادامه الگوریتم.
- در این مقاله، مزایای فناوری زنجیره بلوکی اعمال‌شده در موجودی مدیریت شده توسط تأمین‌کننده در عملیات زنجیره تأمین مورد بحث قرار داده‌ایم. راه‌حل موجودی مدیریت شده توسط تأمین‌کننده مبتنی بر زنجیره بلوکی، بهره‌وری را افزایش می‌دهد و عملکرد زنجیره تأمین را بهبود می‌بخشد، زیرا ایجاد چنین شبکه‌ای باعث افزایش ارتباطات بین شرکای تجاری مختلف و ارتقای شفافیت می‌شود. به‌علاوه یک مدل یکپارچه مفهومی موجودی مدیریت شده توسط تأمین‌کنندگان مبتنی بر فناوری زنجیره بلوکی معرفی گردید که شامل چهار قسمت است: مشتری، تأمین‌کننده، حل‌کننده و شبکه زنجیره بلوکی. این یک مشارکت زنجیره ارزش قوی با افزایش اعتماد را تضمین می‌کند. در میان ذینفعان علاوه بر این، با حفظ یکپارچگی داده‌ها، دقت سفارش را بهبود می‌بخشد و به‌طور بالقوه منجر به افزایش سود برای همه ذینفعان زنجیره تأمین شرکت‌کننده می‌شود. سطح اعتماد بین طرفین افزایش یافته، داده‌ها غیرقابل تغییر می‌باشد و شفافیت بالا می‌رود. اطلاعات به‌موقع به تأمین‌کننده انتقال داده و سفارش‌گذاری بهینه می‌شود. موجودی مدیریت شده توسط تأمین‌کننده با راه‌حل زنجیره بلوکی، یک رویکرد مقرون‌به‌صرفه و کارآمد برای استراتژی‌های موجودی و تکمیل در زنجیره‌های تأمین مختلف ارائه می‌دهد. به‌علاوه مدل قرارداد هوشمند در این سیاست بیان شده است که چگونه این قرارداد هوشمند به‌طور خودکار عمل می‌کند و باعث افزایش بهره‌وری و کارایی می‌گردد. این ساختار می‌تواند ارتباط بین تأمین‌کننده و مشتری را در حالت غیرمتمرکز امکان‌پذیر کند. جزئیات جریان کار مربوط به این تعامل بین تأمین‌کنندگان و مشتریان از طریق پلت فرم زنجیره بلوکی توضیح داده شده است. برای تحقیقات آینده، رایج‌ترین موضوعاتی که می‌توان

- [26] F. Casino, T. K. Dasaklis, and C. Patsakis, "Enhanced vendor-managed inventory through blockchain," in 2019 4th South-East Europe Design Automation, Computer Engineering, Computer Networks and Social Media Conference (SEEDA-CECNSM), 2019: IEEE, pp. 1-8 .
- [27] S. K. Dwivedi, R. Amin, and S. Vollala, "Blockchain based secured information sharing protocol in supply chain management system with key distribution mechanism," *Journal of Information Security and Applications*, vol. 54, p. 102554, 2020.
- [28] S. K. Dwivedi, R. Amin, S. Vollala, and R. Chaudhry, "Blockchain-based secured event-information sharing protocol in internet of vehicles for smart cities," *Computers & Electrical Engineering*, vol. 106, p. 106719, 2020.
- [29] T. Dasaklis and F. Casino, "Improving vendor-managed inventory strategy based on Internet of Things (IoT) applications and blockchain technology," in 2019 IEEE International Conference on Blockchain and Cryptocurrency (ICBC), 2019: IEEE, pp. 50-55 .
- [30] J. Kolb, J. Hornung, F. Kraft, and A. Winkelmann, "Industrial application of blockchain technology—erasing the weaknesses of vendor managed inventory," 2018.
- [31] S. Ganesan, H. Wicaksono, and O. Fatahi Valilai, "Enhancing Vendor Managed Inventory with the Application of Blockchain Technology," in *Advances in System-Integrated Intelligence: Proceedings of the 6th International Conference on System-Integrated Intelligence (SysInt 2022)*, September 7-9, 2022, Genova, Italy, 2022: Springer, pp. 262-275 .
- [32] F. Idelberger, G. Governatori, R. Riveret, and G. Sartor, "Evaluation of logic-based smart contracts for blockchain systems," in *International symposium on rules and rule markup languages for the semantic web*, 2016: Springer, pp. 167-183 .
- [33] G. Greenspan, "Why many smart contract use cases are simply impossible," ed: COINDESK (Apr. 17, 2016, 1: 00 PM), [https://www.coindesk.com/three-smart ...](https://www.coindesk.com/three-smart-...), 2016.
- [34] D. Tuesta et al., "Smart contracts: the ultimate automation of trust ", *Digital Economy Outlook*-October, 2015.
- [35] V. Morabito, "Business innovation through blockchain," Cham: Springer International Publishing, 2017.
- [14] Y. A. Hidayat, I. D. Anna, and A. Khrisnadewi, "The application of vendor managed inventory in the supply chain inventory model with probabilistic demand," in 2011 IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management , 2011 :IEEE, pp. 252-256 .
- [15] K. Radzuan, M. F. Omar, M. N. M. Nawi, M. Rahim, and M. Yaakob, "Vendor managed inventory practices: A case in manufacturing companies," *Int. J. Supply Chain Manage.*, vol. 7, no. 4, pp. 196-201, 2018.
- [16] M. Murray, "Small Business Supply Chain: Vendor Managed Inventory (VMI)," *The balance small business*, vol. 5, 2018.
- [17] G. Perboli, S. Musso, and M. Rosano, "Blockchain in logistics and supply chain: A lean approach for designing real-world use cases," *Ieee Access*, vol. 7, pp. 62018-62028, 2018.
- [18] R. M. Parizi and A. Dehghantanha, "Smart contract programming languages on blockchains: An empirical evaluation of usability and security," in *International Conference on Blockchain*, 2018: Springer, pp. 75-91 .
- [19] I.-C. Lin and T.-C. Liao, "A survey of blockchain security issues and challenges," *Int. J. Netw. Secur.*, vol. 19, no. 5, pp. 653-659, 2017.
- [20] Z. Zheng, S. Xie, H.-N. Dai, X. Chen, and H. Wang, "Blockchain challenges and opportunities: A survey," *International journal of web and grid services*, vol. 14, no. 4, pp. 352-375, 2018.
- [21] P. K. Wan, L. Huang, and H. Holtskog, "Blockchain-enabled information sharing within a supply chain: A systematic literature review," *IEEE access*, vol. 8, pp. 49645-49656, 2020.
- [22] A. Saha, R. Amin, S. Kunal, S. Vollala, and S. K. Dwivedi, "Review on "Blockchain technology based medical healthcare system with privacy issues"," *Security and Privacy*, vol. 2, no. 5, p. e83, 2019.
- [23] K. Toyoda, P. T. Mathiopoulos, I. Sasase, and T. Ohtsuki, "A novel blockchain-based product ownership management system (POMS) for anti-counterfeits in the post supply chain," *IEEE access*, vol. 5, pp. 17465-17477, 2017.
- [24] S. Wang, D. Li, Y. Zhang, and J. Chen, "Smart contract-based product traceability system in the supply chain scenario," *IEEE Access*, vol. 7, pp. 115122-115133, 2019.
- [25] E. Aghamohammadzadeh and O. Fatahi Valilai, "A novel cloud manufacturing service composition platform enabled by Blockchain technology," *International Journal of Production Research*, vol. 58, no. 17, pp. 5280-5298, 2020.