Iranian Journal of Supply Chain Management

Vol. 25, No. 78, Spring, 2023

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; Accepted: 31/05/2023)

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

*Corresponding Author E-mail: akhavan@mut.ac.ir

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

نشریه علمی «مدیریت زنجیره تامین»
سال بیست و پنجم، شماره ۷۸، بهار ۱۴۰۲؛ ص ۳۶-۲۳

علمی ـ پژوهشی

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

رضا قاسمی[۱]، پیمان اخوان[۲*]، امید فتاحی ولیلایی[۳]، مرتضی عباسی[۴]

۱- دانشجوی دکترای 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

(دریافت: ۱۴۰۱/۰۴/۰۵، پذیرش: ۱۴۰۲/۰۳/۱۰)

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 تعریف‌شده است که می‌تواند انواع مختلفی از اطلاعات مانند تراکنش‌ها و سوابق را که شبیه‌سازی‌شده و بین اعضای یک شبکه به اشتراک گذاشته می‌شود، نگهداری کند. موجودی مدیریت شده توسط تامین کننده با موانع عمده ای در زنجیره تامین امروزی مواجه می شود، از جمله اعتماد، یکپارچگی داده ها، شفافیت و قابلیت ردیابی برای تعاملات متعدد تامین کننده و مشتری. زنجیره بلوکی یک دفتر کل توزیع‌شده است که تضمین می‌کند داده‌ها به شیوه‌ای شفاف، ایمن و مطمئن در میان ذینفعان زنجیره تامین مبادله شوند. مزایای استفاده از فناوری زنجیره بلوکی برای عملیات موجودی مدیریت شده توسط تامین کننده در زنجیره تامین شامل کنترل غیرمتمرکز، امنیت، قابلیت ردیابی و تراکنش های دارای مهر زمانی است. هدف از این مقاله، ارائه یک مدل یکپارچه مفهومی و مدل فرآیندی برای مدیریت موجودی توسط تأمین‌کننده مبنی بر فناوری زنجیره بلوکی می‌باشد،که این یک چارچوب کلی پیشنهاد می‌کند تا امکان تطبیق سفارش‌های تامین‌کننده 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 داده ها می باشد. 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، مدیریت موجودی توسط تأمین‌کننده، قرارداد هوشمند، مدل مفهومی، ارتباط زنجیره بلوکی و زنجیره تأمین

۱- مقدمه

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. بدین‌صورت که تبادل اطلاعات و اشتراک دانش در بین اعضای زنجیره تأمین (به‌عنوان‌مثال زنجیره ارتباطی برای تسهیل انتقال درست اطلاعات) توجه بسیاری از محققین را به خود جلب 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 تأمین‌کننده می‌باشد که به‌اصطلاح به آن موجودی مدیریت‌شده توسط تأمین‌کننده[۱] گفته می‌شود. مدلی است که تأمین‌کننده، 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، تأمین‌کننده 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

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

[1] Supplier Managed Inventory

* این مقاله یک مقاله با دسترسی آزاد است که تحت شرایط و ضوابط مجوز Creative Commons Attribution (CC BY) توزیع شده است.
ناشر: دانشگاه جامع امام حسین (ع) © نویسندگان

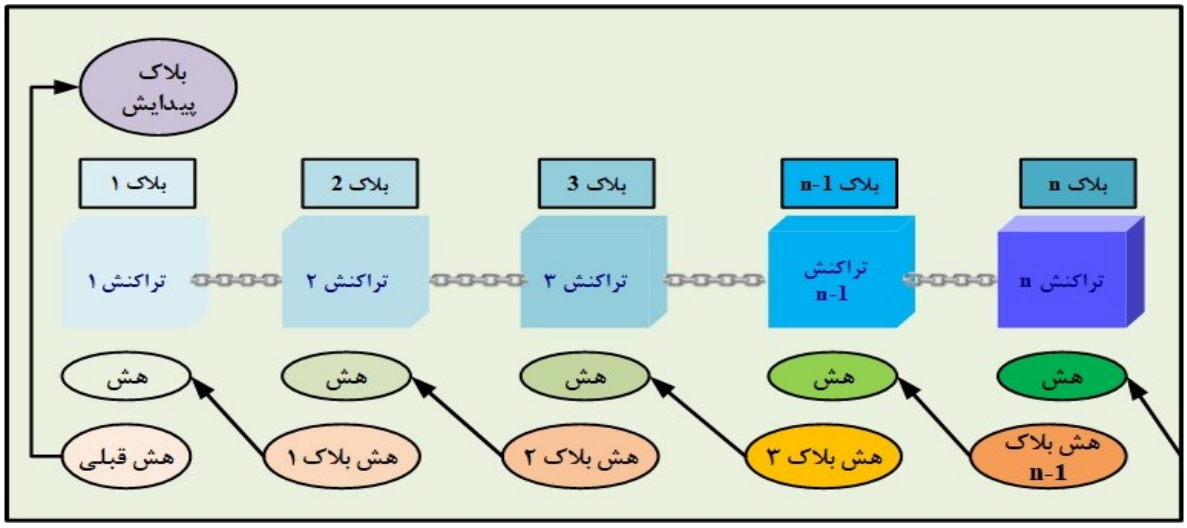
بکاهند. امنیت، شفافیت، غیرقابل تغییر بودن اطلاعات و مسئولیت‌پذیری در زنجیره تأمین بسیار حائز اهمیت می‌باشد. تا به امروز فضای انتخاب سفارش گذاری تأمین‌کننده‌ها متمرکز بوده است یعنی توسط واحدهای متمرکز، برنامه‌ریزی تأمین و سفارشات در سازمان‌ها صورت می‌گرفته است و در پی بهینه‌سازی تابع هدف مدنظر خود بوده‌اند. درصورتی‌که تمام عوامل تأمین و تدارکات در سفارش گذاری همکاری نمایند اثربخشی مدل‌های تأمین بالاتر نیز می‌رود. درواقع در این تحقیق می‌توان فضای موجودی مدیریت شده توسط تامین کننده را تصور نمود که در آن تأمین‌کنندگان، به‌صورت غیرمتمرکز سفارش گذاری مواد و کالا را برای تولیدکننده/مشتری به عهده می گیرند. تحقیقاتی که تا به امروز درزمینه موجودی مدیریت‌شده مشتری صورت گرفته است کمک شایانی به گسترش اشتراک‌گذاری اطلاعات موجودی انبار مربوط به مشتری کرده است. اما با تمام این موارد نقاط ضعفی در تحقیقات پیشین به چشم می‌خورد. با این‌وجود هنوز هم همکاری بین تولیدکنندگان و تأمین‌کنندگان به دلیل نبود مکانیسمی که اشتراک اطلاعات به‌صورت درست و دقیق انتقال داده شود وجود نداشته است. لیکن عدم وجود مکانیسم‌های هماهنگ‌کننده بین تأمین‌کنندگان 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 تامین کننده بکار می‌رود، باعث غیرمتمرکز بودن مسئله می‌شود و نه‌تنها فضای رقابتی را برای تأمین‌کنندگان به‌وجود می‌آورد بلکه به سمت فضای زنجیره تأمین دیجیتال سوق می‌دهد. در فضای موجودی مدیریت شده توسط تامین کننده، تأمین‌کنندگان از هم مستقل هستند و فضای رقابتی بین آن‌ها وجود ندارد،

بنابراین با ورود زنجیره بلوکی فضا از حالت مستقل خارج‌شده و رقابت بین آن‌ها به وجود می‌آید. درواقع تأمین‌کنندگان با یک مکانیسم اجماعی کار می‌کنند و مجموعه‌ای از توزیع‌کننده‌ها یا تأمین‌کنندگان برای برآورد سازی نیازهای مشتری/تولیدکننده با یکدیگر همکاری می‌کنند. بنابراین در این مقاله یک مدل یکپارچه مفهومی به‌همراه مدل فرایند جدید برای مدیریت موجودی توسط تأمین‌کننده مبتنی‌بر زنجیره قالبی پیشنهاد شده است که شامل ۴ لایه می‌باشد که در قسمت‌های بعدی به تشریح آن پرداخته‌شده 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. به‌طورکلی، 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 تائید اعضای شبکه تغییر دادن آن‌ها غیرممکن می‌باشد شکل (۱) معماری زنجیره بلوکی را نشان می‌دهد.

فرضیات تحقیق به شرح زیر می باشد:

۱) روش و راهکار مناسب مبتنی بر فناوری زنجیره بلوکی به منظور تعامل کارا بین تامین کننده و مشتری در فضای موجودی مدیریت شده توسط تامین کننده چیست؟

۲) مدل تعاملی و فرآیندی در موجودی مدیریت شده توسط تامین کننده مبتنی بر زنجیره بلوکی چگونه است؟



شکل(۱). معماری بلاکچین [۵]

۲- مرور ادبیات و مفاهیم

این فصل پیشینه تحقیقات انجام‌گرفته در حوزه زنجیره بلوکی و موجودی مدیریت شده توسط تامین کننده 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 هرسال به تعداد مقالات و تحقیقات این حوزه افزوده شد. اولین بار آقای ساتوشی ناکاموتو [۶] در استخراج بیت کوین[1] 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 ازجمله بخش‌های صنعتی، کسب‌وکار، تجارت، پزشکی، مالی، آموزشی، سیاسی، اینترنت اشیاء، مدیریت داده‌ها و غیره.

در این فصل تمرکز بر دو بخش شده است:

۱) موجودی مدیریت‌شده از طریق فناوری زنجیره بلوکی

۲) موجودی مدیریت‌شده مشتری توسط تأمین‌کننده (موجودی مدیریت شده توسط تامین کننده)

۲-۱- اهمیت موجودی مدیریت‌شده توسط تأمین‌کننده

در طول دهه ۱۹۸۰، تولیدکنندگان (خرده‌فروشان) با دشواری در مدیریت موجودی خود مواجه شدند و ازاین‌رو ضرورت یک روش همکاری دیگر به نام موجودی مدیریت شده توسط تامین کننده را شناسایی کردند[۷]. در این روش، تأمین‌کننده از سطوح موجودی خرده‌فروش یا تولیدکننده مراقبت می‌کند و درنتیجه، تقاضای مشتری و موجودی انبار تولیدکننده به تأمین‌کننده انتقال داده می‌شود یعنی مکانیسم موجودی مدیریت شده توسط تامین کننده خرده‌فروش/تولیدکنندگان را تشویق می‌کند تا عملیات موجودی را به تأمین‌کننده / تأمین‌کننده ارجاع دهد. مکانیسم موجودی مدیریت شده توسط تامین کننده همچنین شامل توافق مستقیم بین تأمین‌کننده و خرده‌فروش است. یعنی تأمین‌کننده و تولیدکننده در قالب مکانیسم موجودی مدیریت شده توسط تامین کننده 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 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 تامین کننده را بر اساس فرایند سلسله مراتبی تحلیلی مقایسه کردند و نتیجه گرفتن که باید به اعتماد، ادغام مناسب و همچنین اشتراک‌گذاری اطلاعات[2] 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 تامین کننده 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 تامین کننده همکاری بهتر بین تأمین‌کنندگان و تولیدکنندگان را تشویق می‌کند و به آن‌ها اجازه می‌دهد به‌طور منسجم کار کنند. بنابراین، موجودی مدیریت شده توسط تامین کننده 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 مدیریت‌شده از طریق فناوری زنجیره بلوکی

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

[1] Bitcoin

[2] Information Sharing

تبادل اطلاعات ایجاد می‌کند. این فرآیند معمولاً توسط ارائه‌دهندگان خدمات موجودی مدیریت شده توسط تامین کننده انجام می‌شود که به‌عنوان سرپرست در یک شبکه متمرکز عمل می‌کنند[۱۶]. بااین‌حال، استفاده از فناوری بلاکچین برای عملیات موجودی مدیریت شده توسط تامین 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 اتریم امکان‌پذیر است که از قراردادهای هوشمند برای اجرای تراکنش‌های تائید شده با شرایط از پیش تعریف‌شده استفاده می‌کند[۱۸]. زنجیره بلوکی اتریم یک زنجیره بلوکی شبه ناشناس است که از الگوریتم‌های اجماع اثبات کار[1] و اثبات سهام[2] استفاده می‌کند. اثبات کار اولین الگوریتم اجماع مورداستفاده در ارزهای دیجیتال بود درحالی‌که اثبات سهام به‌عنوان 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، درحالی‌که 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 رمزنگاری‌شده، به افزایش امنیت داده‌ها، یکپارچگی داده‌ها و تغییرناپذیری تراکنش‌های ذخیره‌شده کمک می‌کنند [۱۹, ۲۰] بنابراین، بلاکچین اصول اصلی موجودی مدیریت شده توسط تامین کننده را که شامل به اشتراک‌گذاری داده، شفافیت و قابلیت ردیابی است، تقویت می‌کند. فناوری بلاکچین یک دفتر کل مشترک غیرمتمرکز و توزیع‌شده است که به اشتراک‌گذاری داده‌ها را آسان می‌کند زیرا هر یک از اعضای شبکه یک کپی از تمام تراکنش‌های معتبر در دفتردارند[۲۱]. تراکنش‌ها به شکل بلوک‌هایی به سیستم اضافه می‌شوند که هرکدام 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 انجام‌شده از طریق بلاکچین ناشناس، دائمی و غیرقابل‌انکار 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 مورداستفاده قرارگرفته است [۲۲]. زنجیره بلوکی را می‌توان درزمینه زنجیره تأمین برای فعالیت‌های مختلف ازجمله تضمین مالکیت محصول برای کاهش مبادله محصولات تقلبی استفاده کرد[۲۳]. ازاین‌رو، ارتقای دید داده‌ها و قابلیت ردیابی محصول به‌عنوان سطح فروش و موجودی خریدار برای همه ذینفعان در یک شبکه خصوصی و مجاز شفاف می‌شود [۲۴]. درنتیجه، در دسترس قرار دادن این اطلاعات به‌موقع در اختیار تأمین‌کنندگان، 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 به‌صرفه جویی قابل‌توجهی در هزینه می‌شود. علاوه بر این، فروشندگان می‌توانند برنامه‌ریزی موجودی خود را بهبود بخشند زیرا داده‌ها به‌راحتی در دسترس هستند. ازاین‌رو سفارشات تکمیل در یک دوره کوتاه انجام می‌شود. زنجیره بلوکی امکان ارتباط بهتر بین ذینفعان را با ترتیب موجودی مدیریت شده توسط تامین کننده فراهم می‌کند زیرا این سیستم می‌تواند توسط فروشندگان و خریداران در زمان واقعی به‌روز 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 به‌واسطه ها را از بین می‌برد و درنتیجه به سازمان‌ها اجازه می‌دهد بدون هیچ‌گونه تداخلی که منجر به ساده‌سازی اسناد و جریان ارتباطی بین تأمین‌کنندگان و تولیدکنندگان می‌شود، در سطح ملی یا جهانی تجارت کنند. زنجیره بلوکی تأمین‌کنندگان را قادر می‌سازد تا به داده‌های به اشتراک گذاشته‌شده 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 ادغام‌شده با برنامه‌های غیرمتمرکز قادر به ساخت یک سیستم موجودی مدیریت شده توسط تامین کننده است که تقاضای مشتری خود را به‌صورت پویا برآورده می‌کند و در پاسخ، یک زنجیره تأمین چابک و پاسخگو ایجاد می‌کند. همچنین می‌تواند برخلاف روش‌های سنتی که تأمین‌کنندگان صرفاً از موجودی موردنیاز بدون اطلاع از موجودی واقعی مطلع می‌شوند، گزارش‌های بی‌درنگ را به‌صورت شفاف و به‌موقع ارائه دهد. بنابراین، صنعت آینده عملیات زنجیره تأمین موجودی مدیریت شده توسط تامین کننده با ادغام راه‌حل‌های مبتنی بر زنجیره بلوکی به‌شدت متحول خواهد شد. برخی از زمینه‌هایی که با زنجیره بلوکی بهبود می‌یابند عبارت‌اند از بهبود دقت

[1] Proof of Work
[2] Proof of Stake

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 موردبحث قرار داده‌شده است. زنجیره بلوکی مدیریت زنجیره تأمین را در برنامه‌های مختلف تقویت می‌کند. به‌عنوان مثال، سانجیو و همکرانش [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] ارائه‌شده است که یک سیستم حمل‌ونقل هوشمند را با مکانیسم اجماع برای اعتبارسنجی تراکنش‌ها و یک پروتکل احراز هویت برای اعتبار سنجی وسیله نقلیه کاربر مورد بحث قرار می‌دهد. با این‌حال، ما می‌خواهیم تأکید کنیم که مقالات بسیار کمی درزمینه موجودی مدیریت شده توسط تامین کننده منتشرشده است. به‌عنوان مثال، دسکلیس و همکارانش [۲۹] عوامل موفقیت حیاتی مورد نیاز برای پیاده‌سازی راه‌حل زنجیره بلوکی برای موجودی مدیریت شده توسط تامین کننده را مورد بحث قرار دهید. آن‌ها یک روش مورد استفاده را ارائه می‌دهند که بر اساس یک قرارداد هوشمند کاربردی عمل می‌کند که در آن‌یک 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 تامین کننده را ارزیابی می‌کند. رویکرد آن‌ها محدود به یک نمودار توالی عملکردی است که جریان اطلاعات تراکنش بین سهامداران موجودی مدیریت شده توسط تامین کننده را با استفاده از قراردادهای هوشمند پوشش می‌دهد.

درزمینه 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 تامین کننده 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

۲. ارائه مدل مفهومی قرارداد هوشمند در فناوری زنجیره بلوکی

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

مشارکت های اصلی این پژوهش به شرح زیر خلاصه می شود:

- ✓ پلت فرم توزیع شده موجودی مدیریت شده توسط تامین کننده زنجیره بلوکی
- ✓ مکانیزم اجماع برای تکمیل سفارش در استراتژی موجودی مدیریت شده توسط تامین کننده

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 زیادشدن 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 می گیرد 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 به هنگام و آنی در بین اعضای شبکه تأمین منجر به هزینه‌های بالایی برای طرفین شده است و هزینه‌های نگهداری موجودی را بالابرده است. بنابراین استراتژی موجودی مدیریت شده توسط تامین کننده با حذف روش های سنتی سفارش، بستری کارآمد برای تبادل اطلاعات بین طرفین ایجاد می کند. این فرآیند توسط ارائه دهندگان خدمات موجودی مدیریت شده توسط تامین کننده انجام می شود که به عنوان سرپرست در یک شبکه متمرکز عمل می کنند. 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 شرکت کنندگان، کانال های توزیع و فرآیندهای پیچیده و عدم اعتماد طرفین، اجرای موجودی مدیریت شده توسط تامین کننده را با مشکل مواجه کرده و از

پذیرش آن جلوگیری می کند. بنابراین، استفاده از فناوری زنجیره بلوکی برای پیاده سازی موجودی مدیریت شده توسط تامین کننده، نیاز به ارائه دهندگان خدمات را از بین می برد، که منجر به کاهش هزینه های تراکنش و بهبود نرخ سفارش می شود. بنابراین، فناوری زنجیره بلوکی اصول موجودی مدیریت شده را تقویت می کند 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 تامین کننده یک معماری همکاری مشتری و تامین کننده است که بر اساس فناوری زنجیره بلوکی تعریف شده است. زنجیره بلوکی- موجودی مدیریت شده توسط تامین کننده از همان فرضیه مسئله مدل یکپارچه همکاری زنجیره تامین استفاده می کند و از قابلیت های فناوری زنجیره بلوکی برای غلبه بر معایب رویکردهای متمرکز استفاده می کند.

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، نگه‌داشتن داده به اشکال مختلف در برنامه دسترسی به داده‌ها را دشوار می‌کند و پایه و اساس مشکل قفل‌کردن و از دست دادن داده‌ها را تشکیل می‌دهد.

۳- روش تحقیق

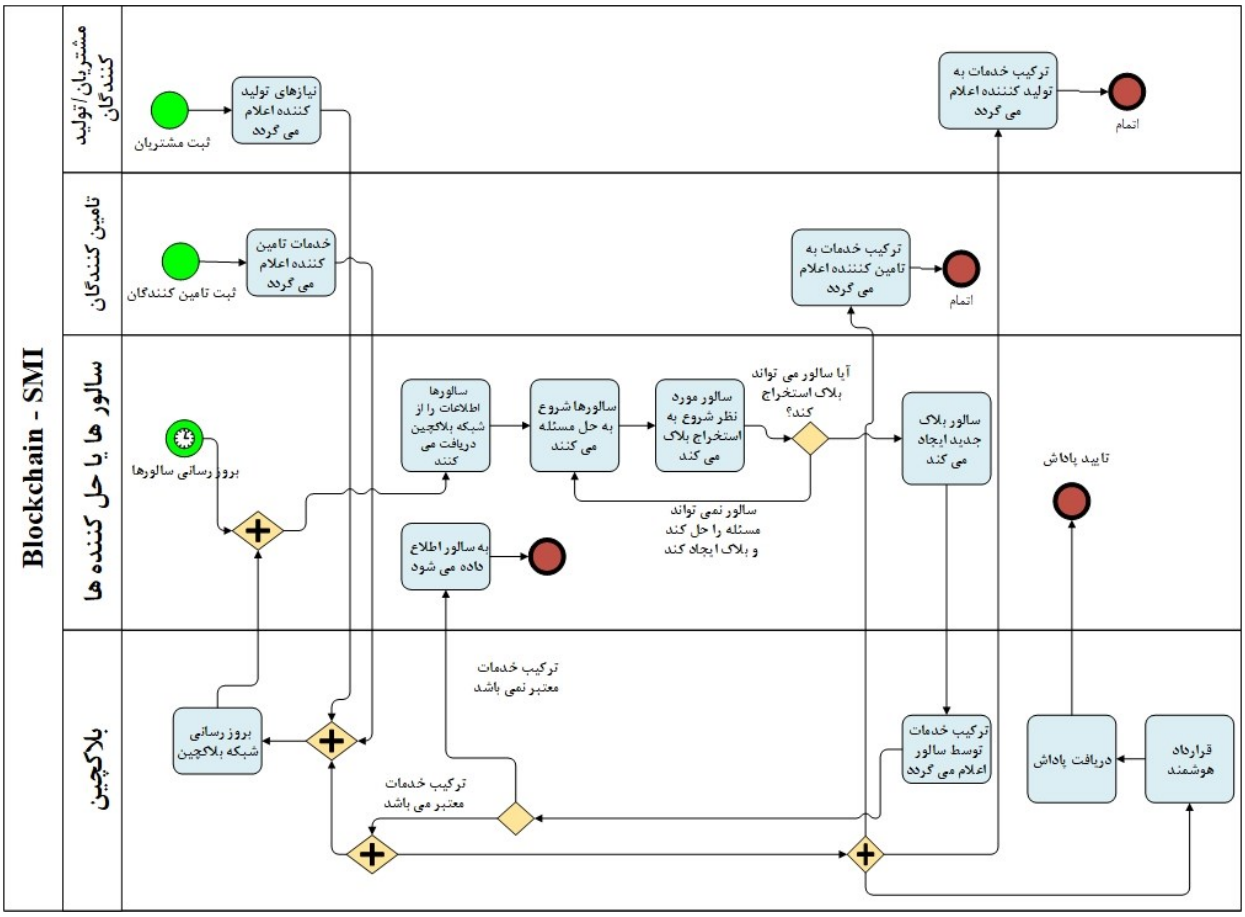
تحقیق حاصل بر اساس جهت‌گیری کاربردی بر اساس استراتژی توسعه مفهوم و مدل‌سازی مفهومی از روش جمع‌آوری اطلاعات کتابخانه‌ای هست. برای انجام این تحقیق ابتدا مطالعات اولیه به روش کتابخانه‌ای انجام می‌گیرد. عمده منابع موردنیاز در این بخش با جستجو در منابع الکترونیکی تحت وب تهیه می‌گردد. خروجی این مطالعات جهت ایجاد بستر برای انجام ادامه تحقیق مفید خواهد بود. با بررسی ادبیات و مرور نظام‌مندی که بخشی از آن نیز تا به اینجای تحقیق انجام‌شده، سؤالات در خصوص ابعاد، مؤلفه‌ها و شاخص‌های اصلی زنجیره بلوکی ، راه‌کارهای مناسب استفاده از فناوری زنجیره بلوکی در تعامل کارا و همکاری با تأمین‌کننده و مشتری (تولیدکننده) در استراتژی موجودی مدیریت شده توسط تامین کننده پاسخ داده می‌شوند. هدف این تحقیق هم توصیفی یا اکتشافی هست. 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 پلتفرم ترکیب خدمات ساخت و تولید ابری جدید مبتی 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 تامین کننده[1]

در این بخش یک مدل فرآیندی زنجیره بلوکی و موجودی مدیریت شده توسط تامین کننده ارائه‌شده است که شاخص‌های زنجیره بلوکی را در موجودی مدیریت‌شده توسط تأمین‌کنندگان را بیان می‌کند. فناوری زنجیره بلوکی ۵ شاخصه دارد که عبارت‌اند از تراکنش‌ها، ماینرها یا حل کننده ها، پاداش، مکانیسم اجماع و استخر زنجیره بلوکی. در این مدل تراکنش‌ها، همان موجودی می‌باشد که توسط تأمین‌کننده برای تولیدکننده/مشتری ارسال می‌گردد. از ماینر به‌عنوان حل‌کننده در زنجیره تامین نام‌برده می‌شود و افرادی هستند که ترکیب خدمات رابین 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 نهایت استخر زنجیره بلوکی بلوک‌های ایجادشده را در خود جای می‌دهد. در هر بلوک اطلاعات تأمین‌کننده و تولیدکننده یا مشتری قرار داده‌شده است و تمامی این اطلاعات رمزنگاری‌شده‌اند. همان‌طور که قبلاً بیان‌شده، مدل فرآیندی دارای ۴ لایه می‌باشد که عبارت‌اند از لایه مشتریان یا تولیدکنندگان، لایه تأمین‌کنندگان، لایه حل‌کننده‌ها یا کسانی که ترکیب خدمات[2] را انجام می‌دهند، لایه زنجیره بلوکی. شکل (۲) نماد

[1] Blockchain-Supplier Managed Inventory (Block-SMI)
[2] Service Composition

مدل کسب‌وکار برای فناوری زنجیره بلوکی - موجودی مدیریت شده توسط تامین کننده را نشان می‌دهد.



شکل (۲). مدل فرآیند کسب‌وکار زنجیره بلوکی – موجودی مدیریت‌شده توسط تأمین‌کننده

لایه اول مشتریان / تولیدکنندگان: در این لایه ابتدا تولیدکنندگان یا مشتریان ثبت‌نام می‌کنند و سپس نیازمندی‌های خود را در این شبکه اعلام می‌کنند. نیازمندی‌ها برای هر تولیدکننده متفاوت می‌باشد برای مثال طبق استخر تولیدکننده که در بالا اشاره‌شده است قیمت مواد اولیه، هزینه حمل‌ونقل، زمان ارسال و دریافت، و غیره می‌باشد.

لایه تأمین‌کنندگان: در این لایه همانند لایه بالا تأمین‌کنندگان ابتدا احراز هویت می‌شوند و سپس ثبت‌نام می‌گردند. سپس خدماتی که تأمین‌کننده می‌تواند ارائه دهد را از طریق استخر تأمین‌کننده اعلام می‌گردد که شامل قیمت مواد اولیه، زمان ارسال، هزینه‌ای حمل‌ونقل، هزینه‌های نگهداری و غیره می‌باشد. البته برای هر تأمین‌کننده می‌تواند متفاوت باشد.

لایه حل‌کننده[1]: حل‌کننده‌ها یا تأیید کنندگان شروع به تطبیق و ترکیب خدمات برای برآورده کردن نیازهای مشتریان یا تولیدکنندگان با استفاده از خدمات تأمین‌کنندگان یا ارائه‌دهندگان خدمات می‌کنند. تطبیق خدمات و نیازها از طریق استفاده از کلیدهای مربوطه منجر به یک سری تراکنش‌ها می‌شود که یک بلوک را در زنجیره بلوکی تشکیل می‌دهند. بنابراین، یک بلوک شامل خدمات و نیازهای تطبیقی است که حل‌کننده‌ها آن را عملی و مناسب تشخیص داده‌اند. حل‌کننده‌ها باید اطمینان حاصل کنند که تراکنش با به‌کارگیری مکانیسم اجماع، امکان‌پذیر و مناسب خواهد بود و از سود حاصل از تطابق میان خدمات و نیازها بهره‌مند خواهند شد. این تطابق الزامات سفارش موجودی را برآورده می‌کند. برای دستیابی به تطابق مناسب، حل‌کننده‌ها باید از قدرت محاسباتی خود برای حل یک مسئله بهینه‌سازی در حوزه تطبیق سرویس استفاده کنند، که شبیه مفهوم اثبات کار[2] است. اثبات کار یک الگوریتم اجماع است که مدل‌ها و الگوریتم‌های ریاضی را با حدس زدن پاسخ‌ها حل می‌کند. این مفهوم در برخی از ارزهای دیجیتال برای اعتبارسنجی تراکنش‌ها، تولید بلاک‌ها و حفظ امنیت شبکه زنجیره

[1] Solver

[2] Proof of work

بلوکی استفاده‌شده است. اصول اولیه این کار یک معمای پیچیده ریاضی است که وجود راه‌حلی برای آن قابل‌اثبات است و برای حل آن از قدرت پردازش کامپیوتری زیادی استفاده می‌شود و به همین دلیل است که این روش اجماع الکتریکی و توان پردازشی زیادی را هدر می‌دهد.

لایه زنجیره بلوکی: در لایه زنجیره بلوکی ، حل‌کننده ها بعد از اینکه ترکیب خدمات را به‌درستی انجام دادند یک بلاک را منتشر و تائید می‌کنند و در شبکه زنجیره بلوکی قرار می‌دهند و اگر این ترکیب خدمات به‌درستی صورت نگرفته باشد شبکه زنجیره بلوکی به حل کننده ها اعلام می‌کند و حل کننده های بعدی این کار را انجام می‌دهند. خدمات و الزاماتی که توسط حل‌کننده‌ها باهم تطبیق داده می‌شوند، به زنجیره بلوکی متصل می‌شوند و قرارداد هوشمند مربوطه برای انجام انتقال رمز از تولیدکننده به تأمین‌کننده و سایر ذینفعان اجرا می‌شود. بعدازاینکه ترکیب خدمات انجام شد، قرارداد هوشمند به‌طور خودکار انجام می‌گیرد که در قسمت بعد به آن پرداخته می‌شود. پاداش‌ها هم می‌تواند متفاوت باشد. به‌عنوان‌مثال می‌تواند بخشی از این ترکیب خدمات باشد یا مقداری که طرفین قرار داده باشند.

برای دستیابی به محرمانه بودن برای همه تراکنش‌ها، کلیدهای رمزنگاری باید برای زنجیره بلوکی - موجودی مدیریت شده توسط تامین کننده اتخاذ شود. برای اجرای ایمن وظایف مبتنی بر زنجیره بلوکی، دو نوع کلید رمزنگاری موردنیاز است: کلیدهای خصوصی/مخفی[1] و کلیدهای عمومی/تائید کننده[2]. کلیدهای خصوصی توسط یک موجودیت تولید می‌شوند و به‌عنوان علامتی برای دسترسی به داده‌ها استفاده می‌شوند. بااین‌حال، کلیدهای عمومی به‌عنوان مکانیسم احراز هویت برای اعطای دسترسی به داده‌ها استفاده می‌شود. درخواست‌کننده‌ای (تأمین‌کننده) که می‌خواهد به داده‌ها دسترسی داشته باشد این دو کلید را تولید می‌کند. هنگام ذخیره کلید خصوصی، درخواست‌کننده کلید عمومی را با صاحب داده به اشتراک می‌گذارد. زنجیره بلوکی عمومی در قسمت (۱) نشان داده شده است. به طور مشخص، استخر تامین‌کننده[3] و استخر مشتری[4]، و استخر حل‌کننده[5] مجموعه‌ای از گره‌ها را در زنجیره بلوکی ایجاد می‌کنند که در هر تکرار به‌روزرسانی می‌شوند.

BN = (SP, CP, SoP, Smart Contract, Consensus Method, Transaction.) (۱)

به‌طور مشخص، زنجیره بلوکی عمومی[6] کلید خصوصی و عمومی خود را از طریق مکانیسم هش مطابق (۲) برای انتقال ایمن اطلاعات تولید می‌کند. درنتیجه، همان‌طور که در (۳) و (۴) نشان داده‌شده 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، همان‌طور که در (۳) و (۴) نشان داده‌شده است (i,j = مجموعه استخرهای خدمات و تقاضا) برای تأمین‌کننده و تولیدکننده می‌باشند و به ترتیب، هر فرد در شبکه زنجیره بلوکی با کلید تائید خود شناسایی می‌شود.

$$PBN_{public} = \text{Hash}\ \langle PBN_{private} \rangle \quad (۲)$$

$$CP_{i,public} = \text{Hash}\ \langle CP_{i,private} \rangle \quad (۳)$$

$$SP_{j,public} = \text{Hash}\ \langle SP_{j,private} \rangle \quad (۴)$$

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 تایید 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[7]، زمان تحویل[8]، قیمت[9]، کلید رمزگذاری بودجه و غیره مطابق (۵) است. (۲) برای SP_j: شناسه استخر خدمات، ظرفیت[10]، بودجه[11]، انگیزه/قیمت، زمان پاسخ[12]، کلید رمزگذاری و غیره مطابق (۶).

$$CP_i\text{-Request} = \text{Hash}\ \langle ID_i, DT_i, DQ_i, P_i, B_i, CP_{i,public}, \ldots\ldots \rangle \quad (۵)$$

$$SP_j\text{-Request} = \text{Hash}\ \langle ID_j, TC_j, C_j, P_j, B_j, RT_j, SP_{j,public}, \ldots\ldots \rangle \quad (۶)$$

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

[1] Private keys (sk_s)
[2] Public key (VK_s)
[3] Supplier Pool (SP)
[4] Customer Pool (CP)
[5] Solver Pool (SOP)

[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)

مشتری[1] و سفارش بهینه[2] به پایان رسید، راه حل حاصل تابع هش را با استفاده از کلیدهای عمومی تامین کنندگان و مشتریان اعمال می کند. به همین ترتیب، حل کننده کلید تأیید و پاداش درخواستی خود را به بلوک امضا شده توسط استخر تأمین‌کننده یا مجموعه مشتریان کلید خصوصی متصل می‌کند. تراکنش‌های به‌دست‌آمده (تراکنش به معنای مقدار موجودی یا سفارش ارسال‌شده از عرضه‌کننده به مشتری) در یک بلوک قرار می‌گیرد و رمزگذاری می‌شود. سپس بلوک ایجاد شده به استخر زنجیره بلوکی متصل شده و پخش می شود تا توسط مکانیسم اجماع تایید شود. بنابراین، هنگامی که تراکنش ها در بلوک قرار می گیرند، حل کننده بلوک نامزد (۷) را برای تأیید راه حل در مکانیسم اجماع در شبکه زنجیره بلوکی پخش می کند.

$$\text{Candidate block} = \text{Hash}\left\langle\left[\begin{Bmatrix} VK_{CP_i} \\ VK_{SP_j} \end{Bmatrix} \begin{matrix} \langle VK_{SP_j} - SMD - OO - VK_{CP_i} \rangle \\ \langle singed\ by\ CP_i\ or\ SP_j \rangle \\ \langle VK_{S_s} Reward \rangle \end{matrix}\right]\right\rangle \quad (7)$$

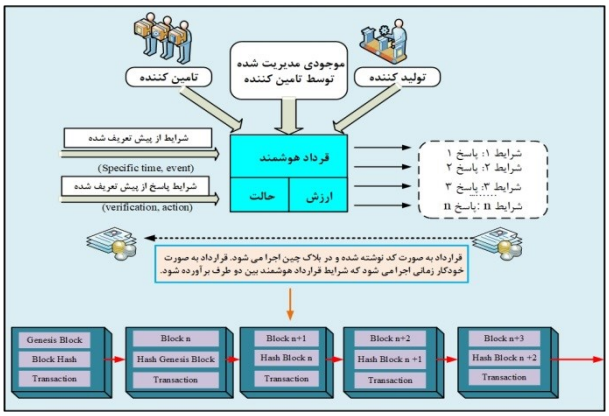
۴-۱- قرارداد هوشمند

تعاریف مختلفی از قرارداد هوشمند[3] شده است که در اینجا چند مورد بیان می‌شود. بر طبق تعریف ایدلبرگ 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 نوشته‌شده و خود اجراشده
- ذخیره‌شده و در یک پلت فرم ذخیره‌سازی مشترک به نمایش درآمده است (برای مثال زنجیره بلوکی)
- انجام‌شده 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 .

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 تائید است تا حقیقت را تضمین کنند [۳۴, ۳۵]. شکل (۳) قرارداد هوشمند بین تأمین‌کننده و تولیدکننده را نشان می‌دهد.



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

در پلتفرم پیشنهادی، قراردادهای هوشمند به‌عنوان توافقات بین مشتریان و تأمین‌کنندگان برای ارائه خدمات تأمین‌کننده بر اساس نیاز مشتری در بلوک عمل می‌کنند. هنگامی که قراردادهای هوشمند در یک دفتر کل توزیع شده اجرا می شوند، اجرا و ثبت تراکنش ها توسط یک زیرساخت غیرمتمرکز رمزگذاری شده ارائه می شود. بنابراین قراردادهای هوشمند در زنجیره بلوکی معمولاً در یک زبان رویه ای برنامه ریزی می شوند. برای مثال، در پلتفرم اتریوم، توسعه‌دهندگان می‌توانند قراردادهای هوشمند را به زبان رویه‌ای به نام سالیدیتی[4] رمزگذاری کنند. قوانین توافق هوشمند بر اساس توافق توافق بین مشتری و تامین کننده ایجاد می شود، این قوانین می تواند 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 تامین کننده ارائه می دهد، اطلاعاتی در مورد داده ها، هزینه سفارش و روش پرداخت، قیمت، زمان تحویل و غیره نیز ارائه می دهد. سپس تامین کننده برای تصمیم گیری در مورد این قوانین با مشتری مذاکره می کند و آنها را به عنوان یک قرارداد هوشمند به این قوانین تبدیل می کند. پس از اینکه حل کننده مسئله تطبیق بین تامین کننده و مشتری را حل می کند، جواب را در شبکه زنجیره بلوکی اعلام می نماید. سپس قرارداد هوشمند بر اساس توافق طرفین و مشخصه ایی که مطابق (۵) و (۶) بیان شد اجرا می شود. مشخصه ها بصورت کد رمزنگاری می شود.

[1] Supplier match demand (SMD)
[2] Order optimization (OO)
[2] Smart Contract
[4] Solidity

۴-۲- عملیات استخراج

استخراج کننده مسئول اعتبارسنجی تراکنش ها 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 ثبت‌شده کمک می‌کند. استخراج کننده ها تراکنش های موجود در بلوک را بررسی می کنند و صحت آنها را تأیید می کنند. در واقع، استخراج کننده ها 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 می کند: «حل کننده ها» موجودیت هایی هستند که جایگزین عنصر استراج کننده ها در زنجیره بلوکی می شوند. حل کننده ها موجودیت های مشتاق هستند - آنها می توانند فردی با قدرت محاسباتی کافی یا یک شرکت بزرگ باشند که از سرورهای قدرتمندی استفاده می کنند 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، حل‌کننده‌ها ملزم به معرفی کلیدهای هش خود برای پیوستن به زنجیره بلوکی (۸) هستند (S = Solver set)

$$S_{s,public} = Hash\langle S_{s,private} \rangle \qquad (۸)$$

۴-۳ - مکانیسم اجماع

در یک سیستم متمرکز، یک مرکز واحد کل سیستم را مدیریت می کند. در بیشتر موارد، مرکز مدیریت می تواند هر تغییری را که می خواهد انجام دهد و هیچ مرحله پیچیده ای برای ایجاد تغییرات وجود ندارد. سیستم های متمرکز مانند بانک ها و دولت ها نهادهایی هستند که توسط یک مقام مرکزی مدیریت و تغییر می کنند. اما در زنجیره بلوکی کاملاً متفاوت است. شرکت کنندگان مشتاق سیستم را بدون نیاز به واسطه ایمن نگه می دارند. چالش عدم اعتماد بین گره ها (کاربران شبکه) که هیچ شناختی از یکدیگر ندارند، فرصتی را برای زنجیره بلوکی ایجاد می کند. فرصتی مبتنی بر اعتماد به همه کاربران، نه فقط یک قدرت مرکزی. بنابراین، این مکانیسم یکپارچگی سیستم را حفظ می کند و شرکت کنندگان با یکدیگر تعامل دارند. این مکانیسم اجماع نامیده می شود که اخیراً توجه بسیاری از محققان را به خود جلب کرده است. مهم ترین الگوریتم های 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 حل‌کننده می‌تواند را ثابت[1] کند و تلاش می‌کند تا یک معمای اختصاصی ریاضی و رمزنگاری[2] را که مجموعه‌ای از تخصیص‌های سفارش آن است از طریق روش‌های بهینه‌سازی خود حل کند. سپس بلوک جدید توسط حل کننده ایجاد می شود و برای توافق در شبکه زنجیره بلوکی توزیع می شود. در واقع، مکانیسم اجماع ارائه شده در موجودی مدیریت شده تامین‌کننده مبتنی بر زنجیره بلوکی، حل‌کنندگان را برای بسته‌های بهتر سفارش‌ها تشویق می‌کند. (۹) مکانیسم اثبات کار را در مدل یکپارچه نشان می دهد:

$$Hash_x = Hash\langle PM, PR \rangle \qquad (۹)$$

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

$$Block_x = \text{Hash}\left\langle \left\{ \begin{matrix} VK_{CP_i} \\ VK_{SP_j} \\ Hash\ of\ the\ pivious\ Block_x - 1 \end{matrix} \middle| \begin{matrix} \langle VK_{SP_j} - SMD - OO - VK_{CP_i} \rangle \\ \langle singed\ by\ CP_i\ or\ SP_j \rangle \\ \langle VK_{S_k} Free \rangle \end{matrix} \right\} \right\rangle \qquad (10)$$

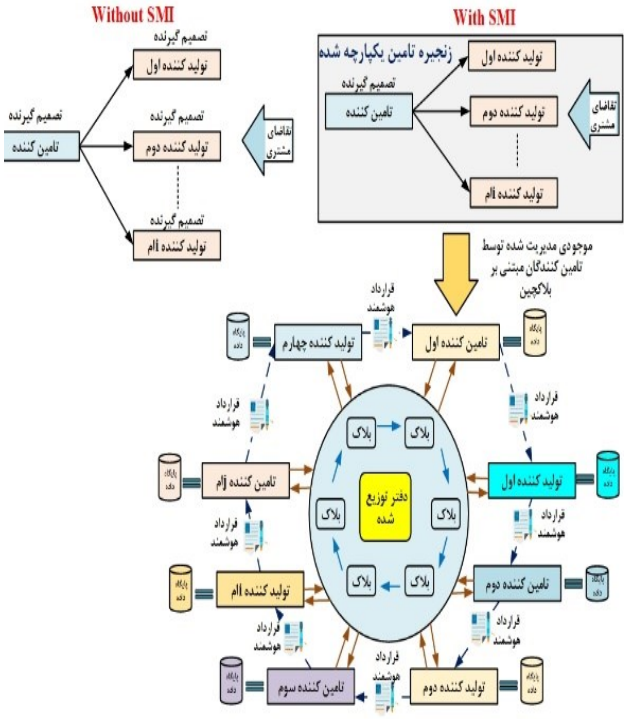
بنابراین، هرگونه تغییر در اطلاعات خدمات تامین کننده و تقاضای مشتری منجر به تغییر در هش در بلوک می شود و در این مورد، بلوک جدید را نمی توان به بلوک قبلی متصل کرد زیرا هش بلوک جدید با بلوک های قبلی در زنجیره بلوکی مطابقت ندارد. X مقدار ترکنشی می باشد که بین تامین کننده و مشتری در جریان است.

۵- مدل یکپارچه مفهوی موجودی مدیریت‌شده توسط تأمین‌کنندگان مبتنی بر زنجیره بلوکی

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

[1] Proof (PR)
[2] Puzzle mathematics (PM)

کننده خودش را انتخاب می کند. هر تولیدکننده موجودی خود را مدیریت می‌کند و خودش تصمیم می‌گیرد که سطح موجودی خود را چقدر افزایش دهد و به تامین کننده مورد نظر خود انتقال می دهد. در مدل موجودی مدیریت‌شده توسط تأمین‌کننده یکپارچه زنجیره تأمین، تصمیم‌گیرنده برای سطح موجودی تولید کننده یا مشتری، تأمین‌کننده است. موجودی انبار و اطلاعات فروش در اختیار تأمین‌کنندگان قرارگرفته و تأمین‌کننده مسئول پر کردن انبار و موجودی تولیدکننده می‌باشد. تامین کننده از طریق داده هایی که تولید کننده برایش ارسال می کند و با توجه به سطح موجودی خودش تصمیم به پر کردن موجودی تولیدکننده می کند. سیستم کاملا بصورت متمرکز عمل می کند. مدت زمان پاسخ به تولید کننده زمان زیادی می برد. بدلیل اینکه تامین 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 تامین کننده قرار دهد و به او اعتماد کند. و گاها ترس از دادن اطلاعات و فاش شدن اطلاعات موجودی و داده های فروش و تولید توسط تامین کننده وجود دارد که این نقاط ضعف بزرگی می باشد. اما در مدل موجودی مدیریت‌شده توسط تأمین‌کننده مبتنی بر زنجیره بلوکی ، همه تأمین‌کنندگان و تولیدکنندگان/مشتریان در یک شبکه غیرمتمرکز بدون اطلاع از هویت یکدیگر قرار دارند. در این شبکه غیرمتمرکز، نیازهای تولیدکننده و خدماتی که تأمین‌کنندگان می‌توانند ارائه دهند، از طریق شبکه زنجیره بلوکی اعلام می‌شود و حل‌کننده‌ها فرآیند تطبیق بین تأمین‌کننده و تولیدکننده را انجام می‌دهند. چون تامین کننده های زیادی در این شبکه وجود دارند کمبود بوجود نمی آید. هر کدام از این تخصیص سفارش بین تولید کننده و تامین کننده یک زیرمسئله می باشد که توسط حل کننده حل می گردد. سپس از طریق دفتر توزیع‌شده به طرفین اطلاع داده می‌شود و یک بلاک جدید ایجاد می‌شود. سپس قرارداد هوشمند بین تأمین‌کننده و تولیدکننده ایجادشده و شرایطی که از قبل تعریف‌شده کدینگ شده و بعد از ایجاد هر بلوک جدید که به زنجیره بلوکی اضافه می گردد مجددا تمام پارامترهای تولید کننده و تامین 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 می‌گردد. شکل (۴) موجودی مدیریت‌شده را در ۳ حالت نشان می دهد. فناوری زنجیره بلوکی را نشان می‌دهد. خروجی این مدل در شکل (۵) نشان داده‌شده است. بنابراین، با استفاده از فناوری زنجیره بلوکی، می‌توان نقاط ضعف مدل‌های همکاری زنجیره تأمین و موجودی مدیریت‌شده توسط تأمین‌کننده را برطرف کرد.



شکل (۴). موجودی مدیریت‌شده مبتنی بر فناوری زنجیره بلوکی

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

همان‌طور که در شکل بیان‌شده مزایای استفاده از فناوری زنجیره بلوکی برای تأمین‌کننده و تولیدکننده شامل : اشتراک دقیق اطلاعات، ردیابی خودکار محصول، امنیت اطلاعات و داده، اعتمادپذیری، بهینه‌سازی ظرفیت، تغییرناپذیری اطلاعات، وضوح در شرایط و ضوابط و غیره می‌باشد.

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 می‌شود، مقایسه می‌شود و تحلیل بیشتر ویژگی‌های زنجیره بلوکی - موجودی مدیریت شده توسط تامین کننده تشریح می‌شود.

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. حل‌کننده‌ها شروع به حل زیرمسئله می‌کنند و هر حل‌کننده‌ای که بتواند زودتر تکلیف سفارش را حل کند و نیاز مشتری را با تامین‌کننده مطابقت دهد، آن حل‌کننده برنده می‌شود و در شبکه زنجیره بلوکی اعلام می‌شود. به عبارت دیگر، تشویق کننده ترین عامل زنجیره بلوکی - موجودی مدیریت شده توسط تامین 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 تامین‌کننده و چند مشتری را امکان‌پذیر می‌سازد و در عین حال مزایای رقابتی را برای سهامداران در هنگام به اشتراک‌گذاری اطلاعات تجاری خود در چارچوب تضمین می‌کند. علاوه بر این، این چارچوب، بازیگران ذینفع سوم شناخته شده به عنوان حل‌کننده را قادر می‌سازد تا با تخصیص مجدد سفارش مقابله کنند. مکانیسم‌های غیرمتمرکز پشتیبانی شده توسط فناوری بلاکچین، حل‌کنندگان را قادر می‌سازد تا قابلیت‌های تامین‌کننده را برای مشتریان مطابقت دهند و کمک‌های آن‌ها را برای بهینه‌سازی 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 حل‌کنندگان در تخصیص منابع به مشتریان به عنوان مدل‌های کسب‌وکار ارائه‌دهنده خدمات جدید، امکان‌پذیر می‌سازد. 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 حل‌کننده‌ها برای حل زیرمسئله همپوشانی خود با هم رقابت می‌کنند و تخصیص سفارش را پیشنهاد می‌کنند، چارچوب تخصیص سفارش به زیرمسئله را بررسی می‌کند. 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

شده تلاش کند. پارامترهای زیر مسئله به روز مـی شـوند و اگـر یـک زیرمسئله به طور ناقص توسط یک حل کننده حل شـود، زمـانی کـه زنجیره بلوکی زیرمسئله را برمی گرداند، حل کننده ها باید پارامترهـا را بازیابی کرده و در شبکه زنجیره بلوکی قرار دهند.

از نقطه نظر شایستگی مدل کسب و کار، بسیار مهـم اسـت کـه حـل کننده ها به عنوان ارائه دهندگان خدمات واگذاری، شایسـتگی هـای خود را برای عملکرد بهتر در حل زیرمسـئله خـود افـزایش دهنـد. از آنجایی که یک حل کننده از زمان بیشـتری بـرای ادامـه الگـوریتم و دریافت پاسخ بهتر برای افزایش پاداش استفاده می کنـد، سـایر حـل کننده ها ممکن است زودتر راه حل های خود را با همپوشـانی اعـلام کنند. این باعث می شود که حل کننده ها متقاعد شوند کـه تشـکیل زیرمسئله را دوباره راه اندازی کنند. بنابراین، حل کننده هـا دائمـاً در معرض خطر از دست دادن تلاش ها و محاسـبات خـود در مسـابقات هستند. در این موارد، آنها ترجیح می دهنـد بـه محـض رسـیدن بـه سفارش بهینه، راه حل خود را ثبت کنند، حتـی بـه قیمـت از دسـت دادن پاداش اضافی ممکن با ادامه الگوریتم.

در این مقاله، مزایای فناوری زنجیره بلوکی اعمـال‌شـده در موجـودی مدیریت شـده توسـط تـامین کننـده در عملیـات زنجیـره تـأمین را موردبحث قرار داده‌ایم. راه‌حل موجودی مدیریت شده توسـط تـامین کننده مبتنی بر زنجیره بلوکی، بهره‌وری را افزایش می‌دهد و عملکـرد زنجیره تأمین را بهبود می‌بخشد، زیرا ایجـاد چنـین شـبکه‌ای باعـث افزایش ارتباطات بـین شـرکای تجـاری مختلـف و ارتقـای شـفافیت می‌شود. به‌علاوه یک مدل یکپارچه مفهومی موجودی مـدیریت‌شـده توسط تأمین‌کنندگان مبتنی بر فناوری زنجیره بلوکی معرفـی گردیـد که شامل چهار قسمت است مشـتری، تـأمین‌کننـده، حـل کننـده و شبکه زنجیره بلوکی . این‌یک مشارکت زنجیره ارزش قوی با افـزایش اعتماد را تضمین می‌کند. در میان ذینفعان عـلاوه بـر ایـن، بـا حفـظ یکپارچگی داده‌ها، دقت سفارش را بهبود می‌بخشـد و بـه‌طـور بـالقوه منجر به افزایش سود برای همه ذینفعان زنجیره تأمین شرکت‌کننـده می‌شود. سطح اعتماد بین طرفین افزایش‌یافته، داده‌ها غیرقابل تغییـر می‌باشد و شفافیت بالا می‌رود. اطلاعات به‌موقع به تأمین‌کننده انتقال داده و سفارش گذاری بهینه می‌شود. موجودی مدیریت‌شـده توسـط تأمین‌کننده با راه‌حل زنجیره بلوکی، یک رویکـرد مقـرون‌بـه‌صـرفه و کارآمد برای استراتژی‌های موجودی و تکمیل در زنجیره‌هـای تـأمین مختلف ارائه می‌دهد. به‌علاوه مدل قرارداد هوشمند در ایـن سیاسـت بیان‌شده است که چگونه این قرارداد هوشمند به‌طـور خودکـار عمـل می‌کند و باعث افزایش بهـره‌وری و کـارایی مـی‌گـردد. ایـن سـاختار می‌تواند ارتباط بین تأمین‌کننده و مشـتری را در حالـت غیرمتمرکـز امکان‌پذیر کنـد. جزئیـات جریـان کـار مربـوط بـه ایـن تعامـل بـین تأمین‌کنندگان و مشتریان از طریق پلت فرم زنجیـره بلـوکی توضـیح داده‌شده است. برای تحقیقات آینده، رایج‌ترین موضوعاتی که می‌توان برای ادغام فنـاوری زنجیـره بلـوکی و زنجیـره تـأمین اسـتفاده کـرد، مدل‌های شبیه‌سازی، تئوری صف، نظریه بازی، تحقیـق در عملیـات، بهینه‌سازی ریاضـی، تصـمیم‌گیـری چنـدوجهی و همچنـین در ایـن زمینه است. از زنجیره تأمین می‌تـوان بـه کنتـرل موجـودی و انبـار، کیفیت، مدل‌سازی شبکه و ... اشاره کرد که برای تحقیقات آتی بسیار مهم هستند. بنابراین، ادغام زنجیره تأمین با فنـاوری زنجیـره بلـوکی نه‌تنها به‌عنوان‌مثال موضوع تحقیقاتی داغ در انقلاب صـنعتی چهـارم موردتوجـه محققـان قرارگرفتـه اسـت، بلکـه توجـه بسـیاری از کسب‌وکارها و سازمان‌ها را نیـز بـه خـود جلـب کـرده اسـت و بـین 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_0e59049e742e14fdcfcf2da65879c86c.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.

[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 ,٦ .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.
[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 ,٨٦ .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), 20 :١٩IEEE, 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 …, 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.