IlamUniversity

Journal of Entrepreneurship Research
http://jer.ilam.ac.ir
Online ISSN: 2980-857X

مجله پژوهش های کارآفرینی
Journal of Entrepreneurship Research

Application of the Internet of Things and Blockchain to Clarify Information in the Financing of the Supply Chain of Businesses

Moheb Ali Rahdar[1]✉|Mohammad Reza Asghariyan[2]

1. Corresponding Author, Department of Industrial Engineering, Shahid Nikbakht Faculty of Engineering, University of Sistan and Baluchestan, Zahedan, Iran. Email: m.ali.rahdar@eng.usb.ac.ir
2. Department of Industrial Engineering, Shahid Nikbakht Faculty of Engineering, University of Sistan and Baluchestan, Zahedan, Iran. Email: mr.asghariyan@pgs.usb.ac.ir

Article Info

Article type:
Research Article

Article history:
Received: 26. 07. 2023
Revised: 27. 12. 2023
Accepted: 27. 12. 2023

Keywords:
Blockchain,
Business Financing,
Information Clarity,
Internet of Things,
Supply Chain Financing.

ABSTRACT

The main factor in successful supply chain financing services is the use of business-oriented information systems. The current research aimed to further associate blockchain technology with the Internet of Things (IoT) and apply them in the field of supply chain finance. The research presents a new information management framework based on blockchain technology and IoT, which contributes to information transparency in the supply chain financing process. By managing information based on blockchain technology and IoT, the operational cost of the entire supply chain can be greatly reduced due to the integration of capital, information, and commercial flows in the supply chain. The results can be summarized as follows: (1) In a symmetric information environment subject to the limitation of maximizing the expected return of all parties, the incentive subsidy under the compatible incentive mechanism has a positive relationship with the maturity of blockchain technology and the operational capability of small and medium-sized enterprises (SMEs) and a negative relationship with the action level coefficient, absolute risk aversion coefficient, and external uncertainty of these companies. (2) The expected income that satisfies the mechanism of incentive compatibility has a positive relationship with the maturity of the blockchain technology, the broker's profitability, and the net profit received by the employer. (3) In an asymmetric information environment, a varied incentive subsidy is more effective than an equal incentive subsidy in different SMEs with different operational capabilities and provides different incentives for these companies. Therefore, it can be concluded that in a symmetrical information environment, the equal incentive subsidy is more effective, but in an asymmetric information environment, a varied incentive subsidy is more effective.

Cite this article: Rahdar, M. A., & Asghariyan, M. R. (2024). Application of the Internet of Things and Blockchain to Clarify Information in the Financing of the Supply Chain of Businesses. *Journal of Entrepreneurship Research*, 2 (4), 33-54.

DOI: https://doi.org/10.22034/jer.2023.2007862.1049
© The Author(s).
Publisher: Ilam University Press.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

مجله پژوهش‌های کارآفرینی
http://jer.ilam.ac.ir
شاپا الکترونیکی: 2980-857X

کاربرد اینترنت اشیا و بلاک‌چین جهت شفاف‌سازی اطلاعات در تأمین مالی زنجیرهٔ تأمین کسب‌وکارها

محبعلی رهدار[1]✉| محمدرضا اصغریان [2]

۱. نویسنده مسئول، گروه مهندسی صنایع، دانشکده مهندسی شهید نیکبخت، دانشگاه سیستان و بلوچستان، زاهدان، ایران. رایانامه: m.ali.rahdar@eng.usb.ac.ir
۲. گروه مهندسی صنایع، دانشکده مهندسی شهید نیکبخت، دانشگاه سیستان و بلوچستان، زاهدان، ایران. رایانامه: mr.asghariyan@pgs.usb.ac.ir

اطلاعات مقاله

نوع مقاله:
مقالهٔ علمی- پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۵/۰۴
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۲/۱۰/۰۶
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۱۰/۰۶

کلیدواژه‌ها:
بلاک‌چین،
اینترنت اشیا،
تأمین مالی کسب‌وکار،
زنجیرهٔ تأمین،
شفاف‌سازی اطلاعات.

چکیده

عامل اصلی در خدمات تأمین مالی زنجیرهٔ تأمین موفق، به‌کارگیری سامانه‌های اطلاعاتی کسب‌وکار محور است. هدف پژوهش حاضر همراهی بیشتر فناوری بلاک‌چین با اینترنت اشیا و به‌کارگیری آن‌ها در زمینهٔ امور مالی زنجیرهٔ تأمین کسب‌وکار است. در پژوهش حاضر به ارائه چارچوب مدیریت اطلاعات مبتنی بر فناوری بلاک‌چین و اینترنت اشیا پرداخته شده است که باعث شفافیت اطلاعات در فرآیند تأمین مالی زنجیرهٔ تأمین کسب‌وکار می‌شود. با مدیریت اطلاعات مبتنی بر فناوری بلاک‌چین و اینترنت اشیا، هزینهٔ اجرایی کل زنجیره تأمین را می‌توان به‌خاطر یک‌پارچگی جریان‌های سرمایه، اطلاعات و تجاری در زنجیرهٔ تأمین بسیار کاهش داد. نتایج پژوهش حاضر شامل، ۱. تحت محیط اطلاعاتی متقارن، با محدودیت بیشینه‌سازی بازدهٔ مورد انتظار همهٔ طرفین، یارانهٔ تشویقی تحت سازوکار تشویقی سازگار رابطه مثبتی با بلوغ فناوری بلاک‌چین و قابلیت عملیاتی شرکت‌های کوچک‌ومتوسط و رابطهٔ منفی با ضریب سطح اقدامات، ضریب ریسک‌گریزی مطلق و عدم‌قطعیت خارجی این شرکت‌ها دارد؛ ۲. درآمد مورد انتظار که سازوکار سازگاری تشویقی را برآورده می‌کند رابطهٔ مثبتی با بلوغ فناوری بلاک‌چین، سودآوری کارگزار و سود خالص دریافتی کارفرما دارد؛ و ۳. در محیط اطلاعاتی نامتقارن، یارانهٔ تشویقی متفاوت مؤثرتر از یارانهٔ تشویقی یکسان در شرکت‌های کوچک‌ومتوسط متمایز با قابلیت‌های عملیاتی متفاوت و ارائه‌گر مشوق‌های مختلف برای این شرکت‌ها است؛ بنابراین، می‌توان نتیجه گرفت که در محیط اطلاعاتی متقارن، یارانهٔ تشویقی یکسان، مؤثرتر است، اما در محیط اطلاعاتی نامتقارن یارانهٔ تشویقی متفاوت، مؤثرتر است.

استناد: رهدار، محبعلی. و اصغریان، محمدرضا. (۱۴۰۲). کاربرد اینترنت اشیا و بلاک‌چین جهت شفاف‌سازی اطلاعات در تأمین مالی زنجیرهٔ تأمین کسب‌وکارها. *مجله پژوهش‌های کارآفرینی*، ۲ (۴)، ۵۴-۳۳.

DOI: https://doi.org/10.22034/jer.2023.2007862.1049

ناشر: انتشارات دانشگاه ایلام.

© نویسندگان.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

مقدمه

تأمین مالی زنجیرهٔ تأمین یعنی خدمات مالی که در آن بنگاه‌ها به‌منظور مدیریت جریان سرمایه شرکت‌های بالادستی و پایین‌دستی به شرکت‌های مرکزی تکیه می‌کنند. با رشد فزایندهٔ تقاضا برای تأمین مالی شرکت‌ها، تأمین مالی زنجیرهٔ تأمین[1]، به رویکرد محبوبی تبدیل شده است (Hofmann, 2005؛ Berger & Udell, 2006). منظور از مدیریت زنجیرهٔ تأمین، مدیریت روابط بین تأمین‌کنندگان و مشتریان در سفارشی است که ارزشی افزون را با قیمتی پایین‌تر در کل فرآیند زنجیرهٔ تأمین از بالا تا پایین به مشتریان می‌دهد (Sangpech & Ueasang Komsate, 2022). شرکت‌های مرکزی در زنجیرهٔ تأمین با تأمین‌کنندگان و توزیع‌کنندگان بالادستی و پایین‌دستی در جهت ارائهٔ خدمات مالی همکاری می‌کنند. مهم‌ترین مسیرهای تأمین مالی برای شرکت‌های کوچک‌ومتوسط[2] عبارتند از، تأمین مالی تجاری از شرکت‌های موجود در زنجیرهٔ تأمین، تأمین مالی از بانک‌های تجاری و تأمین مالی از طریق بازار اوراق بهادار. با این‌حال به‌دلیل مقیاس کوچک و مدیریت عملیاتی ضعیف، شرکت های کوچک‌ومتوسط بیشتر تنها از طریق تأمین مالی تجاری به‌دنبال تأمین مالی هستند (Berger & Udell, 2006).

مدل‌های کسب‌وکار نقشی تعیین‌کننده در موفقیت کسب‌وکار دارند و رابطه اثربخش با مشتری یکی از عوامل مهم در این زمینه است (گلابی و همکاران، ۱۴۰۰). در عمل، مدیریت ریسک در تأمین مالی زنجیرهٔ تأمین بیشتر بر شرکت‌هایی متمرکز است که متقاضی تأمین مالی و معاملات مربوطه هستند. با این‌حال بررسی اعتبار طرفین درگیر، داده‌های معاملاتی و داده‌های زیربنایی اغلب دشوار است (Basu & Nair, 2012). افزون براین، چنین محیط کسب‌وکاری با شرکا متنوع و فرآیندهای کسب‌وکار پیچیده، کنترل ریسک را دشوارتر از کسب‌وکارهای مالی عمومی می‌نماید (Du et al., 2002؛ Wei et al., 2004).

در یک معامله تأمین مالی زنجیرهٔ تأمین سوابق معاملات زیادی (مثل سفارشات، حساب‌های دریافتی، فاکتورها، حساب‌های پرداختی، وثیقه‌های مالی و غیره) در میان طرفین مختلف وجود دارند. این سوابق بیشتر به‌صورت نظیربه‌نظیر ایجاد شده و تنها برای افرادی که آشکارا درگیرند قابل مشاهده می‌باشند. به‌عنوان مثال، از آن‌جایی‌که سامانه برنامه‌ریزی منابع سازمانی[3] بیشتر در دسترس شرکت‌های موجود در زنجیرهٔ تأمین نیست، برای شرکت‌هایی که به‌صورت غیرمستقیم درگیرند (مثل شرکت‌های کوچک‌ومتوسط بالادستی و پایین‌دستی) کسب اطلاعات کامل در یک معامله دشوار است (Banerjee, 2018). بنابراین، اطلاعات غیرمستقیم تجاری بین شرکت‌های کوچک‌ومتوسط بالادستی و پایین‌دستی و شرکت‌های مرکزی را نمی‌توان به‌طور موثر ردیابی نمود که به بروز مشکل سیلوی اطلاعاتی منجر می‌شود (Li et al., 2019؛ Ding, 2018). علاوه براین، شرکت‌های کوچک‌ومتوسط بیشتر فاقد قابلیت فناوری اطلاعات[4] کافی برای هوشمند نمودن مدیریت داخلی یا خودکارسازی همکاری خارجی با طرف‌های تجاری هستند که این امر پیوستن شرکت‌های‌کوچک‌ومتوسط را به سامانه زنجیرهٔ تأمین مشکل می‌سازد (Gottlieb & Moreira, 2022).

فناوری نقش مهمی در پشتیبانی از فرآیندهای کسب‌وکار تأمین مالی زنجیرهٔ تأمین ایفا می‌کند. قابلیت‌های حاصل از فناوری اطلاعات کسب‌وکار اجازه می‌دهند تا در طول مدیریت زنجیرهٔ تأمین گردهم آمده و روند کاری را ساده نموده و انواع مختلف تراکنش‌های مالی را از تأمین مالی حساب‌های پرداختنی تا اوراق بهادارسازی معکوس تسهیل نمایند (Eyal, 2017). ناکاموتو نخستین بار مفهوم فناوری بلاک‌چین را مطرح نمود که شامل عناصر فنی مانند امضاهای هوشمند، اثبات کار، مهر زمانی، دفاتر کل توزیع‌یافته و شبکه‌های نظیربه‌نظیر می‌باشد (Nakamoto, 2008). دینگ فناوری بلاک‌چین را با سامانه‌های برنامه‌ریزی

[1] Supply Chain Financing
[2] Small and Medium Enterprises
[3] Enterprise Resource Planning
[4] Information Technology

منابع سازمانی ترکیب نمود، تا درباره نحوهٔ استفاده از فناوری بلاک‌چین برای بهبود شفافیت سامانه‌های برنامه‌ریزی منابع سازمانی بحث نماید (Deng & Chuen, 2017). بسیاری از محققان تأکید کردند که ترکیب فناوری بلاک‌چین، اینترنت اشیا و فناوری‌های دیگر متضمن اصالت و اعتبار داده‌ها در حین کسب اطلاعات مشتری با هزینهٔ پایین و فراوانی بالا بوده و در حین حال مشکلات عدم‌تقارن اطلاعاتی و قابلیت ردیابی ضعیف را در تأمین مالی زنجیرهٔ تأمین سنتی مرتفع می‌کند (Seebacher & Salah et al., 2019؛ Treleaven et al., 2017؛ Hofmann et al., 2017؛ Schuritz, 2017).

شیوه‌های تأمین مالی زنجیرهٔ تأمین نه تنها سرمایه در حال گردش را در زنجیرهٔ تأمین بهینه می‌کنند، بلکه راه ادغام بهتر سه جریان در زنجیرهٔ تأمین را با کاهش ریسک پیش‌فرض تأمین‌کننده و ساده‌سازی فرآیندها هموار می‌کنند (Jia et al., 2020). توضیح جزئی‌تر در مورد مقاله حاضر بدین‌صورت است که فرآیند با بهره‌مندی از دفترکل توزیع یافته، مدیریت اطلاعات مبتنی بر فناوری بلاک‌چین و اینترنت اشیا یک دفترکل دارایی هوشمند را ایجاد خواهد نمود که دست‌کاری آن دشوار است. با ورود قراردادهای هوشمند به مدیریت فرآیند، فرآیندهای مالی سنتی را می‌توان به‌صورت کارآمدی بهینه نمود. برخی از دستاوردهای مقاله در این حوزه یعنی فناوری بلاک‌چین، اینترنت اشیا و تأمین مالی زنجیرهٔ تأمین عبارتند از:

براساس دفترکل توزیع‌یافته و اینترنت اشیا، هوشمندسازی دارایی‌های مالی زیربنایی (مانند بدهی‌ها، اوراق قرضه، صورت‌حساب‌ها، اسناد و غیره) و خدمات ردیابی تراکنش پیشنهاد می‌گردد که مشکل ثبت درست دارایی‌های مالی را در سامانه زنجیرهٔ تأمین حل می‌نماید.

براساس فناوری بلاک‌چین، خدمات کارآمد یک‌پارچه‌سازی و اشتراک‌گذاری برای اطلاعات تجاری، اطلاعات لجستیکی، جریان سرمایه و جریان اطلاعات برای حل مساله سیلوهای اطلاعاتی پیشنهاد می‌شود. باتوجه به این خدمات، مکانیزم ردیابی فرآیند تکاملی برای اطمینان از اعتبار، شفافیت و قابلیت ردیابی فرآیند تراکنش ایجاد می‌شود.

بهینه‌سازی مدل کسب‌وکار تأمین مالی زنجیرهٔ تأمین بر اساس قراردادهای هوشمند تا جداسازی اعتباری شرکت‌های مرکزی و انتقال کارآمد بین تأمین‌کنندگان و توزیع‌کنندگان صورت پذیرد. شرکت مرکزی قادر خواهد بود روابط اعتباری و بدهی را با تأمین‌کنندگان و توزیع‌کنندگان خود در پلتفرم بلاک‌چین ثبت کرده و دارایی‌های هوشمند شکل دهد که در بین زنجیرهٔ تأمین تقسیم و مبادله می‌شود.

در مقاله حاضر به ارائه راه‌حلی برای مدیریت اطلاعات تأمین مالی زنجیرهٔ تأمین مبتنی بر فناوری بلاک‌چین پرداخته شده است که تنظیم کارآمد جریان اطلاعات و فرآیند کسب‌وکار را تسهیل نموده و مدیریت فرآیند را تقویت کرده و به صاحبان کسب‌وکارها در حوزهٔ زنجیره تأمین کمک می‌کند تا ریسک‌ها و هزینه‌های عملیاتی را در تأمین مالی زنجیرهٔ تأمین کاهش دهند. عدم انجام این راه‌حل باعث اتلاف زمان در فرآیند زنجیرهٔ تأمین، افزایش هزینه‌ها در تأمین مالی زنجیرهٔ تأمین و هم‌چنین عدم اشراف دقیق کارآفرینان حوزهٔ زنجیرهٔ تأمین بر بخش‌های مختلف تشکیل‌دهنده زنجیرهٔ تأمین می‌گردد.

مبانی نظری و پیشینهٔ پژوهش

تأمین مالی زنجیره تأمین

تیم مفهوم تأمین مالی زنجیرهٔ تامین را در سال ۲۰۰۰ معرفی نمود (Timme, 2000). مفهوم جدیدی از تأمین مالی شرکت‌های کوچک‌ومتوسط با این باور مطرح شد که خدمات وام‌دهی تجاری معمولی، عوامل کلیدی تاثیر کلی زنجیرهٔ تأمین را نادیده می‌گیرد (Berger & Udell, 2006). لامورو بر تأثیر مثبت ساخت زنجیرهٔ تأمین بر بهینه‌سازی تأمین مالی و سرمایه تاکید نمود (Lamoureux, 2008). باسو و نایر برای مطالعهٔ مدل پیش‌پرداخت بر روی یک شرکت تمرکز نمودند و آن‌ها از طریق تحلیل‌های عددی متعدد ثابت کردند که مدل تأمین مالی از طریق پیش‌پرداخت در مواجهه با تغییرات نامشخص جریان نقدی

آینده، معنی‌دار است (Basu & Nair, 2012). عبدی (۱۳۹۹) عنوان می‌کند که رکود اقتصادی سالیان اخیر منجربه کاهش چشم‌گیری در دریافت وام‌های جدید شده و با افزایش قابل‌توجه هزینهٔ استقراض شرکت‌ها همراه بوده است. وی راه‌حل این مشکل را تأمین مالی مبتنی بر زنجیرهٔ تأمین دانسته است. هارتلی برای نخستین بار مدل تأمین مالی از طریق پیش‌پرداخت را مطرح نمود (Hartley, 2000). مرادی و همکاران (۱۳۹۸) عنوان کردند که انتخاب روش تأمین مالی جهت تأمین نقدینگی و سودآوری شرکت‌های کوچک‌ومتوسط از اهمیت بالایی برخوردار است. آن‌ها به ارائهٔ یک مدل برای تأمین مالی شرکت‌های کوچک‌ومتوسط مبتنی بر عاملیت حساب‌های دریافتنی با در نظر گرفتن جریانات مالی و فیزیکی شرکت با اجزای زنجیرهٔ تأمین شامل بنگاه و خریداران محصولاتش پرداخته‌اند. خرمی و آذر (۱۴۰۰) روش ساختاری تفسیری را ارائه کردند که به مدیران در برنامه‌ریزی راهبردی برای بهبود چابکی زنجیرهٔ تأمین کمک می‌کند. همچنین، آرامش و کشاورز (۱۳۹۷) ابعاد دوگانهٔ درون‌سازمانی و برون‌سازمانی را به‌ترتیب ۸۳ درصد، ۷۳ درصد از تغییرات الگوی موفقیت شرکت‌های مورد بررسی تبیین می‌کنند. لورا مدل وثیقه منقول موجودی را مطرح نمود و تأمین مالی فاکتورینگ معکوس را ساخت. لورا عنوان می‌کند که به تأمین مالی موجودی، تأمین مالی انبار نیز گفته می‌شود. تأمین مالی موجودی شامل اعتبار تعهدی یا وثیقه ایستا، اعتبار وثیقه رسید انبار و غیره می‌گردد (Leora, 2004). صیادی و همکاران (۱۴۰۱) شناسایی و اولویت‌بندی کاربردهای اینترنت اشیا در بخش مدیریت زنجیرهٔ تأمین با رویکرد تصمیم‌گیری چند معیاره را بررسی کردند. اسماعیلی بهبهانی و استخریان حقیقی (۱۴۰۱) نقش تجارت الکترونیک برای کمک در دست‌یابی به اهداف زنجیرهٔ تأمین و هم‌چنین تأثیر ابزارهای تجارت الکترونیک بر دنبال کردن روابط مبتنی بر همکاری بیشتر با تأمین‌کنندگان را بررسی کردند. هم‌چنین آن‌ها عنوان نمودند که در ایران اکثر شرکت‌های کوچک‌ومتوسط مشکل نقدینگی دارند. طالقانی و طالقانی (۱۳۹۶) عنوان کردند که بنگاه‌های کوچک‌ومتوسط برای تأمین مالی ابزارهایی را مورد استفاده قرار می‌دهند که عبارتند از، ۱. فاکتورینگ، ۲. لیزینگ، ۳. تبدیل به اوراق بهادارسازی، ۴. تأمین مالی ساختاریافته و ۵. تأمین مالی زنجیرهٔ تأمین. آن‌ها تأمین مالی زنجیرهٔ تأمین را به‌عنوان یک نوآوری مالی جدید و راه‌گشا معرفی کردند.

اینترنت اشیا و فناوری بلاک‌چین

ساتوشی ناکاموتو در سال ۲۰۰۸ ارز دیجیتالی «بت کوین[1]» را بر بستر بلاک‌چین به‌وجود آورد. بلاک‌چین نوعی پایگاه داده است که بلوک‌های داده‌ها را به‌طور متوالی با همراهی فناوری مهر زمانی به‌هم مرتبط نموده و یک کنترل اعتبار زیرساخت مدیریت قراردادهای تدارکات و انگارهٔ محاسباتی توزیع‌یافته‌ای است که از ساختار بلوک زنجیره‌ای برای بررسی و ذخیرهٔ داده‌ها استفاده می‌کند (Nakamoto, 2008). بلاک‌چین‌ها بیشتر به دو دسته تقسیم می‌شوند، ۱. بلاک‌چین‌های مجاز و ۲. بلاک‌چین‌های غیرمجاز. بلاک‌چین مجاز، عمومی بوده و هر گره در بلاک‌چین عمومی به داده‌ها دسترسی داشته و از امتیاز یکسان در دفترکل (یعنی بیت‌کوین) برخوردار می‌باشد. بلاک‌چین غیرمجاز را نیز می‌توان به بلاک‌چین ائتلافی (کنسرسیوم) و بلاک‌چین خصوصی تقسیم نمود و تنها گره‌های مجاز هر دو نوع بلاک‌چین می‌توانند عملیات دفترداری را انجام دهند. ویژگی‌های بلاک‌چین مانند تمرکززدایی، پرداخت‌های فرامرزی، تأثیر چشم‌گیری بر تأمین مالی سنتی داشته است (Christidis & Devetsikiotis, 2016). اینترنت اشیا که به آن «اینترنت چیزها» نیز گفته می‌شود، به میلیاردها دستگاهی اشاره دارد که در سراسر جهان قرار دارند، اکنون به اینترنت متصل شده‌اند، داده‌ها را گردآوری می‌کنند و با یک‌دیگر به اشتراک می‌گذارند. به لطف ظهور تراشه‌های ارزان کامپیوتری و وجود «شبکه‌های بی‌سیم[2]» در همه‌جا و همه‌وقت، این امکان وجود دارد که «همه چیز» (منظور اشیا است) از یک

[1] Bitcoin
[2] Wireless Network

قرص کوچک گرفته تا یک هواپیمای بسیار بزرگ به اینترنت متصل و به بخشی از اینترنت اشیا مبدل شود (سایت اخبار فناوری‌های جدید و آموزش[1]، ۱۴۰۲). در پژوهشی دیگر یک بررسی جامع بر روی فناوری‌های بلاک‌چین انجام شد و همچنین، کاربردهای اینترنت اشیا به‌صورت مفصل شرح داده شد و عنوان گردید که اینترنت اشیا یکی از عوامل تغییر زندگی انسان و کسب منافع عظیم اقتصادی است، اما امنیت ناکافی داده‌ها و قابلیت اطمینان پایین اینترنت اشیا فعلی، به‌طور جدی استفاده از ان را محدود کرده است (محمدی، ۱۴۰۰). شوآنی و همکاران عنوان کردند که بلاک‌چین می‌تواند بسیار با سایر فناوری‌ها ادغام شود تا توسعه متنوع تأمین مالی پایدار را ارتقا دهد. علاوه براین، روندها و مسیرهای تحقیقاتی در مورد بلاک‌چین را در تحقیقات مالی برجسته کردند (Shuani Ren et al., 2023). در تحقیق دیگری میزان تأثیرگذاری مشارکت فناوری بلاک‌چین در پارامترهای زنجیرهٔ تأمین بر پذیرش درمیان شرکت‌های کوچک‌ومتوسط بررسی شد (ایران‌منش و همکاران،، ۱۴۰۱). این محققان پس از معرفی اجمالی بلاک‌چین، چارچوب و اجزای سازندهٔ این فناوری، ویژگی‌های منحصربه‌فرد آن و هم‌چنین الگوریتم‌های توافق مورد استفاده در آن‌را توصیف کردند (ایزدی و شریف خطیبی، ۱۳۹۹). هم‌چنین در پژوهشی دیگر در مورد اینترنت اشیا، چشم‌انداز اینترنت اشیا، تهدیدات امنیتی موجود و چالش‌های باز در حوزهٔ اینترنت اشیا بحث و بررسی شد (جهان گشته و همکاران،، ۱۴۰۱). دیگر پژوهشگران به بررسی مفهوم اینترنت اشیا پرداخته و مقوله امنیت را مورد توجه قرار داده و ضمن تحلیل معماری امنیت و بیان ویژگی‌های آن، به بیان مدلی کارا با در نظر گرفتن افزایش امنیت پرداختند. بلاک‌چین، زیرساخت فناوری پشت ارز دیجیتال معروف «بیت‌کوین» است و از نظر رمزنگاری امن است (یزدان بخش و فتحی، ۱۴۰۰). پراکاش و همکاران تحلیل ادبیات متن‌کاوی در زمینهٔ بلاک‌چین و امنیت سایبری را ارائه می‌دهند (Prakash et al., 2022). روشی برای بهبود سیستم‌های توصیه‌گر مبتنی بر داده‌های بلاک‌چین ارائه شد. در این روش، داده‌ها بر اساس ساختاری در بلاک‌چین ذخیره می‌شوند که در قرارداد هوشمند تعریف شده است (بهرام پور و همکاران،، ۱۴۰۰).

در مقاله فعلی، هدف ایجاد یک چارچوب مدیریت اطلاعات جدید مبتنی بر فناوری بلاک‌چین و اینترنت اشیا است و این امر سبب تسهیل نظارت کارآمد بر اطلاعات و روندها (مثل محدوده خطر اعتباری، وثیقه، نوسانات قیمت و بازپرداخت) درحین تقویت مدیریت فرآیند، کاهش ریسک‌ها و کاهش هزینه‌های عملیاتی در تأمین مالی زنجیرهٔ تأمین است. چارچوب ذکر شده در محیط اطلاعاتی متقارن و نامتقارن بررسی می‌شود. محیط اطلاعاتی متقارن بدین معنا است که سطح کار نمایندگی یا کارگزاری و ظرفیت‌های عملیاتی دیگر خصوصی نبوده اما اطلاعات مشترک متقارن هستند. محیط اطلاعاتی نامتقارن بدین معناست که قدرت اطلاعاتی طرفین یعنی کارفرما و کارگزار یکسان نیست و در واقع اطلاعات را نمی‌توان به‌طورکامل بین پلتفرم اطلاعاتی بلاک‌چین و شرکت کارگزار به‌اشتراک گذاشت.

روش‌شناسی پژوهش

در پژوهش فعلی، با استفاده از مطالب علمی درباره بلاک‌چین و اینترنت اشیا و تأمین مالی زنجیرهٔ تأمین نمودار مفهومی تعامل کسب‌وکار میان طرفین در سامانه تأمین مالی زنجیرهٔ تأمین رسم شد و سپس راه‌حل تحقیق که اصول طراحی، معماری و پیاده‌سازی مدیریت اطلاعات مبتنی بر فناوری بلاک‌چین و اینترنت اشیا بر اساس دفترکل توزیع‌یافته[2] است معرفی شد. در ادامه مدل کارفرما–کارگزار که مبنای نظری کاربرد فناوری بلاک‌چین را در تأمین مالی زنجیرهٔ تأمین فراهم می‌کند ارائه شد و مشوق‌های موجود در محیط‌های اطلاعاتی متقارن و نامتقارن مطرح گردید و به‌منظور اعتبارسنجی مدیریت اطلاعات مبتنی بر

[1] www.zoomit.ir
[2] Distributed Ledger (DL)

فناوری بلاک‌چین و اینترنت اشیا، برای هریک یعنی کارفرما، کارگزار در دو حالت مشوق‌های تحت محیط اطلاعاتی متقارن و نامتقارن مدل ریاضی ساخته شد، سپس حل مدل صورت پذیرفت و برای شبیه‌سازی مدل‌های تشویقی تحت محیط‌های اطلاعاتی متقارن و نامتقارن از نرم افزار MATLAB استفاده شد و در نهایت خروجی اطلاعات نرم افزار با مدل‌های نظری مطرح شده مقایسه گردید. مراحل روش پژوهش در مقاله حاضر به‌طور کامل در ذیل شرح داده شده است.

اصول طراحی

بلاک‌چین در اصل برای تحقق گردش ارزهای دیجیتالی توسعه‌یافته و حاوی سازوکار توکنی است که فرآیند انتقال وجه را از یکی به دیگری ساده می‌کند (Tan et al., 2021؛ Yan et al., 2021). قراردادهای هوشمند قادر به تسهیل طیف وسیعی از روال‌های نرم افزاری بوده و معرف ابزارهای مالی و اوراق بهادار در دفتر کل توزیع‌یافته بدون مداخله سیستم اطلاعات مرکزی است. از بلاک‌چین و دفترکل توزیع‌یافته می‌توان برای تشخیص توکن هوشمند و ثبت رویداد در میان روندهای تأمین مالی زنجیرهٔ تأمین استفاده نمود. از توکن هوشمند می‌توان به‌عنوان نماینده یک دارایی در دنیای واقعی (مانند سهام) استفاده نمود (Calero et al., 2020). افزون بر این، مالکیت آن‌را می‌توان در یک شبکه بلاک‌چین مشخص ردیابی کرد، درحالی‌که معاملات توسط شبکه بلاک‌چین (برای مثال کنسرسیوم) اجرا و تأیید می‌شوند. در عین‌حال، از ثبت رویداد می‌توان برای ذخیرهٔ امن داده‌ها استفاده نمود که گروهی از هش‌های[1] اطلاعات استاندارد می‌باشد. ارزش هش در شبکه بلاک‌چین می‌تواند وجود وقایع معینی (مانند وقایع تجاری) را در یک زمان مشخص و کسی‌را که (مانند اطلاعات هویتی) از طریق امضا با این وقایع موافق است، ثابت نماید (Zhang et al., 2021؛ Mabrouki et al., 2021).

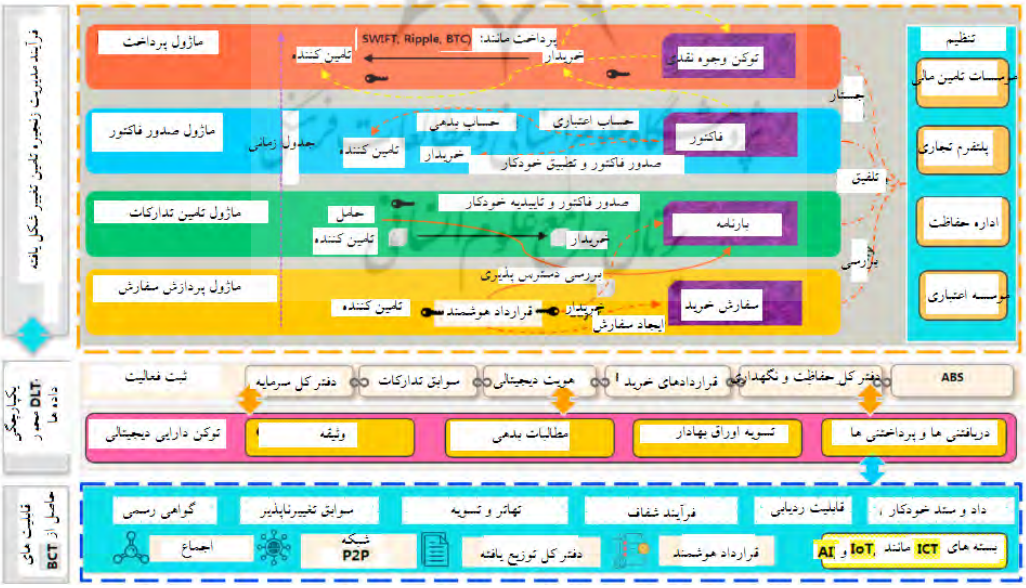
شکل ۱. نمودار مفهومی تعامل کسب‌وکار در میان طرفین موجود در اکوسیستم تأمین مالی زنجیرهٔ تأمین

[1] رشته‌ای با طول ثابتی از کاراکترهاست که توسط تابعی ریاضی به نام تابع هش (Hash Function) تولید می‌شود.

در این مقاله هدف از مدیریت اطلاعات مبتنی بر فناوری بلاک‌چین و اینترنت اشیا، تسهیل نظارت کارآمد بر اطلاعات و روندها (مثل محدوده خطر اعتباری، وثیقه، نوسانات قیمت و بازپرداخت) درحین تقویت مدیریت فرآیند، کاهش ریسک‌ها و هزینه‌های عملیاتی در تأمین مالی زنجیرهٔ تأمین است. مطابق شکل ۱، تمام طرف‌های درگیر در معامله تأمین مالی زنجیرهٔ تأمین، می‌توانند به پلتفرم خدمات مالی زنجیرهٔ تأمین به‌صورت یک نقش دوطرفه ملحق شوند. مدیریت اطلاعات مبتنی بر فناوری بلاک‌چین و اینترنت اشیا بر روی شبکه بلاک‌چین کنسرسیوم اجرا می‌شود. شرکت‌های مرکزی، موسسات مالی و شرکت‌های کوچک‌ومتوسط بالادستی و پایین‌دستی داده‌ها را مبادله نموده و معاملات را از طریق قراردادهای هوشمند انجام می‌دهند.

معماری مدیریت اطلاعات مبتنی بر فناوری بلاک‌چین و اینترنت اشیا

مطابق شکل ۲، معماری مدیریت اطلاعات مبتنی بر فناوری بلاک‌چین و اینترنت اشیا، متشکل از لایه ۱، قابلیت‌های حاصل از فناوری بلاک‌چین، لایه ۲، یک‌پارچگی داده‌ها براساس فناوری دفترکل توزیع‌یافته[1]، لایه ۳، فرآیندهای مدیریت زنجیرهٔ تأمین تغییر شکل‌یافته می‌باشد. در لایه ۱، لایه داده‌ها حاوی فناوری زیربنایی بلاک‌چین از جمله ساختار بلوکی، رمزنگاری نامتقارن، مهر زمانی و بلوک‌های داده‌هاست. لایه شبکه، سازوکار انتقال و تأیید داده‌های نظیربه‌نظیر[2] را اجرا می‌کند. لایه اجماع الگوریتم اجماع را بین هر گره شبکه اجرا می‌کند. لایه قرارداد قابلیت برنامه‌نویسی پلتفرم تأمین مالی زنجیرهٔ تأمین را اجرا می‌کند. لایه کاربرد، بسترهای کاربرد را توصیف می‌کند که توسط مدیریت اطلاعات مبتنی بر فناوری بلاک‌چین و اینترنت اشیا پشتیبانی می‌شوند. لایه ۲ بر ثبت هوشمند دارایی‌های مالی، یک‌پارچگی و ردیابی جریان داده‌های چندگانه در کسب‌وکار تأمین مالی زنجیرهٔ تأمین متمرکز است. با استفاده از لایه ۲، مدیریت اطلاعات مبتنی بر فناوری بلاک‌چین و اینترنت اشیا، شرکت‌های مرکزی را قادر می‌سازد تا ثبت، تفکیک و انتقال دارایی‌های مالی را در اکولوژی زنجیرهٔ تأمین انجام داده و از ثبت سفارشات خرید، رسیدهای انبار، پیش‌پرداخت و سایر دارایی‌ها پشتیبانی می‌کند. در لایه ۳، هدف تغییر ساختار تدارکات و انجام فرآیندها برای تأمین مالی پرداختنی مورد تأیید است.



شکل ۲. معماری فنی مدیریت اطلاعات مبتنی بر فناوری بلاک‌چین و اینترنت اشیا

[1] Distributed Ledger Technology (DLT)
[2] Peer 2(two) Peer

خدمات اجرای فنی بلاک‌چین

دفترکل توزیع‌یافته از ساختار بلوکی برای ذخیرهٔ داده‌ها استفاده می‌کند. این ساختار دارای دو نوع داده، داده‌های بلوکی و داده‌های وضعیت یا حالت می‌باشد. داده‌های بلوکی به اطلاعات تراکنشی که از طریق ساختار زنجیره‌ای ذخیره می‌شوند، اطلاق می‌گردد که تغییرناپذیری و قابلیت ردیابی تراکنش‌های کاربر را تضمین می‌کند. داده‌های بلوکی بیشتر به زنجیره‌ای از بلوک‌ها مرتبط بوده و همه بلوک‌ها به‌صورت منظم به زنجیره متصل بوده و هر بلوک به بلوک مادر خود معطوف می‌شود. وضعیت یا حالت مجموعه‌ای از جفت‌های کلید مقدار[1] بوده و زمانی‌که یک تراکنش اجرا می‌شود، مجموعه‌ای از جفت‌های کلید مقدار باید به‌روزرسانی شوند. در حین رشد داده‌های بلوکی، داده‌های وضعیت یا حالت به‌طور مرتب به‌روزرسانی شده اما رشد نمی‌کنند. بنابراین، در این راه‌حل، سازوکار ذخیره‌سازی ترکیبی با استفاده از موتور ذخیره‌سازی مبتنی بر متن برای کار با داده‌های بلوکی و یک موتور ذخیره جفت کلید– مقدار (با عملکرد بالای نگارش تصادفی و خوانش متوالی) برای داده‌های وضعیت یا حالت اتخاذ می‌گردد تا تفکیک داده‌های بلوکی و داده‌های وضعیت یا حالت برای تضمین تاثیرناپذیری عملکرد خوانش– نگارش از افزایش سریع حجم داده‌ها امکان‌پذیر شود. داده‌های بلوکی حاوی سرداده (که ابراطلاعات را ثبت می‌کند) و بدنه داده‌ها (اطلاعات تراکنش) می‌باشد. به‌واسطه حجم زیاد اطلاعات تراکنش، بدنهٔ داده‌ها معمولا حجم بسیار بیشتری از سرداده را اشغال می‌کند، اما سرداده بیشتر در دسترس خواهد بود. سرداده حاوی تعداد نسخه پلتفرم بلاک‌چین، قوانین، آدرس بلوک قبلی (که هش بلوک مادر نیز نامیده می‌شود)، مقدار هش بلوک فعلی، یک عدد تصادفی که از آن برای فرآیند اجماع استفاده می‌شود، مهر زمانی و ریشه مرکل می‌باشد (Yan et al., 2020). از رمزنگاری نامتقارن بیشتر در سناریوهای رمزنگاری پیام، امضای هوشمند و احراز هویت در موقع ورود استفاده می‌شود. امضای هوشمند برای اطمینان از امنیت ارتباطات شبکه ضرورت دارد (Zhou et al., 2021؛ Azrour et al., 2021). در مدیریت اطلاعات مبتنی بر فناوری بلاک‌چین و اینترنت اشیا، شرکت تأمین مالی کلیدهای عمومی و خصوصی را با الگوریتم‌های خاص (یعنی SM3) ایجاد می‌کند و سپس این فایل خلاصه را با استفاده از کلید خصوصی خود برای ایجاد امضای هوشمند متن ساده رمزنگاری می‌کند و آن‌گاه امضای هوشمند و متن ساده باهم بسته‌بندی شده و به شرکت مرکزی ارسال می‌شوند که از تابع هش برای محاسبه خلاصهٔ متن ساده استفاده می‌کند و سپس امضای هوشمند دیگری از متن ساده را که با کلید عمومی منتشر شده توسط شرکت تأمین مالی برای دست‌یابی به خلاصه رمزگشایی نموده و و این دو خلاصه را برای تأیید اصالت امضای هوشمند توسط شرکت تأمین مالی باهم مقایسه می‌کند.

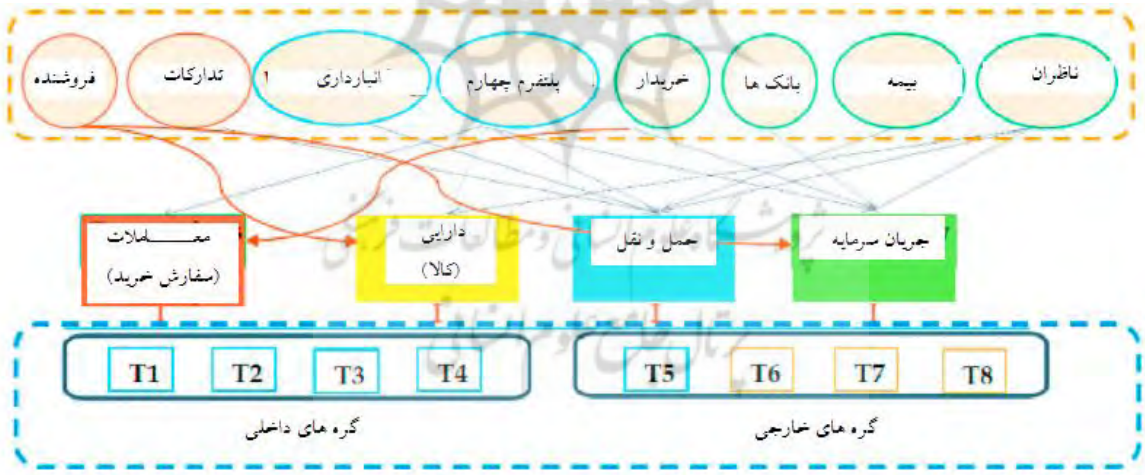
مدیریت اطلاعات مبتنی بر فناوری بلاک‌چین و اینترنت اشیا، ارتباطات شبکه‌ای نظیربه‌نظیر، سازوکار پیام و سازوکار تأیید را اجرا می‌کند. امنیت ارتباطات بین گره‌ها توسط پروتکل امنیت لایه انتقال[2] تضمین می‌شود که قادر است امنیت انتقال اطلاعات در لایه انتقال را تضمین نماید. در توپولوژی شبکه نظیربه‌نظیر برای شبکه کنسرسیوم، این گره‌ها مانند مدیریت اطلاعات مبتنی بر فناوری بلاک‌چین و اینترنت اشیا، شرکت‌های مرکزی و موسسات مالی، گره‌های کاملی تعریف می‌شوند که در شبکه بلاک‌چین دفترکل توزیع‌یافته یک‌پارچه را حفظ می‌کنند. انواع مختلف گره‌ها در شبکه بلاک‌چین وظایف متفاوتی را انجام می‌دهند. گره‌ها با توجه به تعریف کارکردی خود در قالب گره‌های اعتبارسنجی[3]، گره‌های غیراعتبارسنجی[4] و گره‌های مشترک یا عمومی[5]،گروه‌بندی می‌شوند. گره‌های اعتبارسنجی شامل فرآیند اجماع در شبکه بلاک‌چین و واجد شرایط حق رای است،گره‌های غیراعتبارسنجی در فرآیند اجماع در شبکه بلاک‌چین شرکت نداشته و برای تضمین هم‌خوانی نهایی در شبکه بلاک‌چین، به

[1] Key Value (KV)
[2] Transport Layer Security (TLS)
[3] Validation Nodes (VN)
[4] Non-Validation Nodes (NVN)
[5] Common Nodes (CN)

گره‌های اعتبارسنجی تکیه می‌نماید. گره‌های غیراعتبارسنجی هم‌چنان در فرآیند دفترداری دفترکل مشارکت دارد. در این قالب به گره‌های عمومی امکان دسترسی آسان به پلتفرم و تمرکز بر روند کار کسب‌وکار تأمین مالی زنجیرهٔ تأمین را بدون حجم اضافی می‌دهد. از لحاظ فنی، شرکت‌های تأمین مالی به اندازهٔ شرکت‌های مرکزی یا موسسات مالی برای مدیریت شبکه بلاک‌چین مهم نیستند، به‌همین دلیل آن‌ها گره‌های سبکی محسوب می‌شوند که تنها برای حفظ اطلاعات ضروری در دفترکل توزیع‌یافته لازم هستند.

یک‌پارچگی مبتنی بر فناوری دفترکل توزیع‌یافته جریان داده‌ها

فناوری دفترکل توزیع‌یافته، از ریشه یک پایگاه داده است که در میان رایانه‌های مختلف یک شبکه بلاک‌چین به اشتراک گذاشته می‌شود و یک محیط غیرمتمرکز را به‌جای یک نهاد متمرکز ایجاد می‌کند. مطابق شکل۳، در این راه‌حل یک‌پارچگی مبتنی بر فناوری دفترکل توزیع‌یافته جریان داده‌های سفارش خرید، جریان سرمایه، جریان تدارکات و ثبت اسناد ساخته می‌شود. سفارش خرید، شامل سوابق مربوط به حمل‌ونقل، داده‌های صورت‌حساب حاصل از خریدار و شراکت در یک معامله، تعهد (به تأمین‌کننده) برای خرید کالاهای خاص با شرایط مشخص است. در مرحله تحویل، ترتیب انتقال و رسیدهای تحویل مربوطه برای مدیریت انبار ایجاد خواهد شد. پس از راه‌اندازی، محموله پستی توسط تأمین‌کننده ایجاد شده و سفارش فروش با اطلاعات دقیق تحویل به‌روزرسانی خواهد شد. پس از تحویل کالا به خریدار، سند دریافت کالای مربوطه با تطبیق سند تحویل با سفارش خرید آن ایجاد خواهد شد. به علاوه، از بارنامه صادرشده توسط حامل به‌همراه کالاهای تحویل داده‌شده به‌عنوان اثبات محموله برای تعهدات استفاده می‌شود. در جریان سرمایه، روش پرداخت و اطلاعات حساب بانکی ثبت خواهد شد.



شکل ۳. نمودار شماتیکی از خدمات یک‌پارچگی دفترکل توزیع‌یافته محور داده‌ها

در مدیریت اطلاعات مبتنی بر فناوری بلاک‌چین و اینترنت اشیا، داده‌ها به‌طور یکنواخت در بین همتایان شبکه کنسرسیوم ذخیره شده و هیچ‌یک از همتایان نمی‌توانند آن‌ها را دست‌کاری کنند. تاریخچه مجموعه موارد تغییرناپذیر، زنجیرهٔ مالکیتی را ایجاد نموده که نشانهٔ واضحی از مبدا بوده و امکان ردیابی کالاهای مبادله‌شده را فراهم می‌کند. برای هر شرکت‌کننده در معامله، آشکارسازی عامدانهٔ داده‌های مورد اعتماد برای طرف مقابل دیگر پیش از اجرای رسمی زمان تجارت امکان‌پذیر می‌باشد. بدین‌ترتیب طرف‌های مربوطه به اطمینان بیشتری دست یافته و در نتیجه ریسک اعتباری کاهش می‌یابد. مدیریت اطلاعات مبتنی بر فناوری بلاک‌چین و اینترنت اشیا، پلتفرم تجاری به‌طورکامل یک‌پارچه و خودکاری ایجاد می‌نماید که از طریق آن

کالاها و سوابق مربوطه بی‌گمان مشخص گشته و به‌طور شفاف در میان اکوسیستم‌های زنجیرهٔ تأمین رصد می‌گردد. علاوه‌براین، ترکیب بلاک‌چین و اینترنت اشیا، ردیابی عملیات زنجیرهٔ تأمین را در دنیای واقعی و نظارت پویا بر مواجهه با ریسک را در هر مرحله از فرآیند حمل‌ونقل امکان‌پذیر می‌سازد. ردیابی محصول در طول فرآیند حمل‌ونقل پیش‌تر با استفاده از دستگاه‌های اینترنت اشیا به‌منظور گردآوری داده‌های مربوطه (مثل دما، رطوبت، مکان و غیره) برای طرفین مورد نظر در یک معامله تجاری در پس‌زمینه امکان‌پذیر بوده است. مدیریت اطلاعات مبتنی بر فناوری بلاک‌چین و اینترنت اشیا، می‌تواند دسترسی و شفافیت را برای طرفین مورد نظر در تأمین مالی زنجیرهٔ تأمین فراهم نموده و سوابق معتبری را به‌عنوان زیربنای خودکارسازی مبتنی بر قراردادهای هوشمند (مثل فاکتور تولید، صورت‌حساب و غیره) ایجاد نماید.

فرآیند مدیریت زنجیره تأمین در مدیریت اطلاعات مبتنی بر فناوری بلاک‌چین و اینترنت اشیا

مطابق شکل۲، فرآیندهای مدیریت زنجیرهٔ تأمین اصلی (شامل خرید، تحویل، صدور فاکتور و پرداخت و غیره) در مدیریت اطلاعات مبتنی بر فناوری بلاک‌چین و اینترنت اشیا، تغییر شکل یافته‌اند. در آغاز فرآیندهای زنجیرهٔ تأمین، خریدار، خریدی را برای تأمین‌کننده و در ادامه پردازش فروش از طرف فروشنده را شروع می‌کند. سفارشات خرید با شناسه هوشمند ردیابی می‌شوند درحالی‌که آن‌ها در مدیریت اطلاعات مبتنی بر فناوری بلاک‌چین و اینترنت اشیا هستند. با ثبت رسیدهای تحویل در مدیریت اطلاعات مبتنی بر فناوری بلاک‌چین و اینترنت اشیا، داده‌های سفارش خرید، بارنامه و فاکتور با قراردادهای هوشمند تطبیق داده می‌شوند که هم‌خوانی مشخصات کالا را در بین این اسناد و تأیید خودکار و مطمئن را امکان‌پذیر می‌کند. سوابق تاریخی این دادوستدها، قابلیت حسابرسی کاملی را برای تنظیم‌کننده فراهم می‌کند. در صورتی‌که سفارشی برای تحویل سررسید شود، فرآیند حمل‌ونقل شروع می‌شود. در چنین فرآیندی، مدیریت اطلاعات مبتنی بر فناوری بلاک‌چین و اینترنت اشیا، دستور انتقال را صادر کرده و سند تحویل مربوطه را ایجاد می‌کند. سفارش فروش با اطلاعات وضعیت، به‌روزرسانی می‌شود. زمانی‌که کالا به دست خریدار رسید، مدیریت اطلاعات مبتنی بر فناوری بلاک‌چین و اینترنت اشیا، سند تحویل را به‌همراه سفارش خرید مربوطه بررسی می‌کند و در نتیجه رسید کالا را صادر می‌کند. در جریان کاغذی سنتی، فرآیند حیاتی شامل عملیات دستی است که در معرض خطای انسانی و یا حتی سرقت و تقلب قرار دارد. مدیریت اطلاعات مبتنی بر فناوری بلاک‌چین و اینترنت اشیا، این روند کاری زنجیرهٔ تأمین استاندارد را تکرار نموده و جریان کاغذی را به نسخه‌ای که به‌صورت الکترونیکی در شبکه بلاک‌چین ذخیره می‌شود ارتقا می‌دهد. بنابراین مدیریت اطلاعات مبتنی بر فناوری بلاک‌چین و اینترنت اشیا قادر به ردیابی جریان مواد در هر مرحله و نیز جریان کاغذی مربوطه می‌باشد. علاوه براین، مدیریت اطلاعات مبتنی بر فناوری بلاک‌چین و اینترنت اشیا رابط مناسبی از حفاظت را برای یک کالا یا محصول خاص همراه با اکوسیستم زنجیرهٔ تأمین فراهم می‌کند که طرفین مدنظر از طریق آن به اطلاعات مربوطه برای بررسی اصالت کالا یا محصول ردیابی شده در طول زنجیرهٔ تأمین دسترسی داشته و تضمینی علیه تقلب می‌باشد. هدف مدیریت اطلاعات مبتنی بر فناوری بلاک‌چین و اینترنت اشیا از توکن‌سازی فاکتورها، پرداختن به مسائل تأمین مالی و کلاه‌برداری دوگانه است. مدیریت اطلاعات مبتنی بر فناوری بلاک‌چین و اینترنت اشیا می‌تواند اطلاعات مربوط به فاکتور را در دفترکل توزیع‌یافته ثبت کند. برای ایجاد شناسه‌ای منحصربه‌فرد، اطلاعات هر فاکتور در شبکه بلاک‌چین ذخیره، مهر زمانی و هَش می‌شود. لازم به‌ذکر است که تشکیل فاکتور توکنی مستلزم مشارکت فعال (یعنی تکمیل امضای هوشمند روی فاکتور) همتایان به‌وسیله مدیریت اطلاعات مبتنی بر فناوری بلاک‌چین و اینترنت اشیا می‌باشد.

تجزیه و تحلیل نظری

در این بخش با معرفی مدل کارفرما– کارگزار که مبنای نظری کاربرد فناوری بلاک‌چین را در تأمین مالی زنجیرهٔ تأمین مهیا می‌کند، به تجزیه‌وتحلیل نظری سازوکار تشویقی پرداخته می‌شود.

توضیح مدل

مساله کارفرما – کارگزار، محصول عدم‌تقارن اطلاعاتی است که در آن طرف بهره‌مند از اطلاعات کارگزار دانسته می‌شود درحالی‌که طرف بی‌بهره از اطلاعات کارفرما محسوب می‌گردد. تراکنش تأمین مالی زنجیرهٔ تأمین طرف‌های بسیاری را در برمی‌گیرد و ممکن است عدم‌تقارن اطلاعاتی بین هر طرفی وجود داشته باشد و باعث بروز مساله کارفرما–کارگزار در جهات مختلف می‌شود. در مدل حساب‌های دریافتنی، پلتفرم خدمات اطلاعاتی بلاک‌چین، کارفرما و شرکت مرکزی کارگزار به‌شمار می‌رود. در مدل تأمین مالی موجودی، تولیدکننده‌ای که وام را دریافت می‌کند، کارگزار و پلتفرم خدمات اطلاعاتی بلاک‌چین کارفرما محسوب می‌شود. در مدل تأمین مالی از طریق پیش‌پرداخت، قرارداد خرید و فروش و نیز صورت‌حساب‌های دریافتنی ممکن است تحریف شوند. بنابراین در این وضعیت، پلتفرم خدمات اطلاعاتی بلاک‌چین کارفرما و شرکت مرکزی کارگزار محسوب می‌شود. هرچند که سه نوع حالت تأمین مالی زنجیرهٔ تأمین از نظر فرآیند عملیات متفاوت هستند، اما تمام آن‌ها یک‌جا از فناوری بلاک‌چین برای ایجاد سازوکار تشویقی برای حل مساله کارفرما–کارگزار استفاده می‌کنند. در ادامه، تامین مالی حساب‌های دریافتنی به‌عنوان نمونه برای تجزیه‌وتحلیل سازوکار تشویقی با اتخاذ فناوری بلاک‌چین در نظر گرفته می‌شود.

فرض‌ها

فرض‌های مربوط به کارگزار یا نماینده:

۱. سطح اقدامات کارگزار توسط e نشان داده می‌شود که دارای معانی مختلفی مثل اقدامات شرکت‌های کوچک‌ومتوسط برای کاهش هزینه، سطح اقدامات شرکت‌های کوچک‌ومتوسط برای توسعه فروش و غیره می‌شود.

۲. تابع هزینه اقدامات کارگزار توسط $c(e) = (f.e^2)/2$ نشان داده می‌شود که در آن $f > 0$، ضریب هزینه اقدامات است.

۳. ظرفیت عملیاتی کارگزار a است، $a \in [\underline{a}, \bar{a}]$، قبل از این‌که قرارداد تشویقی ارائه شده توسط پلتفرم اطلاعات بلاک‌چین امضاء شود، a تحت انتخاب نامطلوب نیم باشد.

۴. فروش شرکت کارگزار عبارتست از $q = ae + m + \varepsilon$، $\varepsilon \sim N(0, \sigma^2)$ واریانس σ^2 بوده و m بیانگر اندازه بلوغ فنی کارفرماست.

۵. به‌خاطر سادگی، رابطه خطی درباره سود فروش فرض می‌شود به‌طوری‌که $\pi = nq - (f.e^2)/2$، $n > 0$ بوده و n ضریب سود فروش شرکت کارگزار می‌باشد.

۶. شرکت کارگزار ریسک‌گریز بوده و ضریب ریسک‌گریزی مطلق p و ثابت است. بازده شرکت کارگزار شامل بازگشت خود آن و بازده تشویقی کارفرماست. تابع مطلوبیت بازده شرکت کارگزار عبارتست از، $U = -e^{-p((\pi + \pi extra))}$.

فرض‌های مربوط به کارفرما:

۱. کارفرما قرارداد تشویقی را به کارگزار ارائه می‌کند تا ظرفیت فروش، تلاش و درآمد فروش کارگزار تا $\pi_{extra} = a.q.g(a)$ افزایش یابد. که درآن g(a) نشان‌دهندهٔ مشوق ارائه شده توسط کارفرما برای واحد فروش کارگزار برطبق ظرفیت فروش آن است. $g(a) > 0$, $g'(a) > 0$.

۲. درآمد واحد فروش حاصل از کارفرما در نتیجه کارگزار i است. بنابراین، سود خالص کارفرما در نتیجه کارگزار عبارتست از،

$$\pi_{client} = a.q.i - a \quad , \quad q.g(a) = a.q[i - (())]\pi$$

۳. کارفرما ریسک خنثی بوده و در پی بیشینه‌کردن بازدهٔ مورد انتظار خود است.

مشوق‌های موجود در محیط اطلاعاتی متقارن

در یک محیط اطلاعاتی متقارن، اطلاعات را می‌توان به‌طور کامل بین طرفین در تأمین مالی زنجیرهٔ تأمین به اشتراک گذاشت که در طی آن سامانه بلاک‌چین باعث می‌شود کل زنجیره به شفافیت کامل اطلاعات دست یابد. برای شرکت مرکزی (کارگزار)،

تأمین‌کنندگان شرکت‌های کوچک‌ومتوسط بالادستی و پایین‌دستی و پلتفرم اطلاعات بلاک‌چین (کارفرما)، اطلاعات متقارن بدین معناست که سطح کار نمایندگی یا کارگزاری و ظرفیت‌های عملیاتی دیگر خصوصی نبوده اما اطلاعات مشترک متقارن هستند. طرفین موجود در اطلاعات متقارن نمی‌توانند با پنهان کردن اطلاعات به‌سود مضاعفی دست یابند و هریک از طرفین در پی بیشینه‌کردن سود خود و سرانجام دست‌یابی به حالت بهینه کلی هستند.

ساخت مدل

با توجه به فرض‌های فوق، بازدهٔ مورد انتظار کارفرما عبارتست از، $E\pi_{client} = E\{a.q.[i - g(a)]\}$ با جایگزینی $q = ae + m + \varepsilon$ و $E\varepsilon = 0$، بازدهٔ مورد انتظار کارفرما عبارتست از،

$$E\pi_{client} = E\{a.(ae + m).[i - g(a)]\} \qquad (۱)$$

به‌همین‌ترتیب، بازدهٔ مورد انتظار کارگزار عبارتست از،

$$E\pi_{agent} = E(\pi + \pi_{extra}) = [n + a.g(a)].(a.\varepsilon + m) - \frac{fe^2}{2} - \frac{\rho}{2}[n + a.g(a)]^2\sigma^2 \qquad (۲)$$

کارگزار با فرض بیشینه‌نمودن سود خود، سطح اقدامات بهینه e را انتخاب می‌نماید. تحت شرایط وجود سطح اقدامات بهینه، مشتق جزئی مرتبه اول $E\pi_{agent}$ با توجه به e مثبت بوده و مشتق جزئی مرتبه دوم منفی است که نشان‌دهندهٔ سطح اقدامات بیشینه است. سپس براساس منحصربه‌فرد بودن بیشترین سطح اقدامات ، فرض می‌گردد که، $\frac{\partial \pi_{agent}}{\partial e} = 0$ و شرط بهینگی مرتبه اول برای سطح اقدامات e بدین‌صورت $e^* = \frac{a.[n+a.g(a)]}{f}$ به‌دست می‌آید.

براین‌اساس، رفتار بهینه در پلتفرم اطلاعاتی تأمین مالی بلاک‌چین را می‌توان به‌صورت مساله بهینه‌سازی زیر با قیود و محدودیت‌های مربوطه نشان داد.

$$\text{Max } E\pi_{client} = a.(ae + m).[i-g(a)]$$
$$E\pi_{agent} = [n + a.g(a)].(a.e + m) - \frac{fe^2}{2} - \frac{\rho}{2}[n + a.g(a)]^2\sigma^2 \geq 0 \qquad (۳)$$

حل‌و تحلیل مدل

بر اساس مدل مشاهده می‌شود به‌دلیل وجود یارانه‌های تشویقی، بین بازدهٔ مورد انتظار کارفرما و کارگزار تناقض وجود دارد. بر اساس محدودیت بیشینه‌سازی سود کارفرما، بازدهٔ مورد انتظار کارگزار معادل صفر است. دراین‌هنگام، سطح بهینه اقدامات شرکت‌های کوچک‌ومتوسط سمت کارگزار فوق به‌این معادله تبدیل می‌شود تا میزان یارانهٔ تشویقی فروش به‌ازای واحد شرکت کارگزار در تعادل به‌صورت زیر به‌دست آید،

$$g(a)^* = \frac{1}{a}\left[\frac{2m.f}{f.\rho.\sigma^2 - a^2} - n\right] \qquad (۴)$$

با جایگزینی نتایج واحد مشوق حاصله در سطح اقدامات بهینه کارگزار، خواهیم داشت،

$$e^* = \frac{2m.a}{f.\rho.\sigma^2 - a^2} \qquad (۵)$$

با جایگزینی مبلغ کمک هزینهٔ تشویقی واحد و سطح اقدامات بهینه در فرمول بازدهٔ مورد انتظار کارفرما، بازده کارفرما دراین‌لحظه عبارتست از،

$$E\pi^*_{client} = \left[\frac{2m.a^2}{f.\sigma.\sigma^2} + m\right].[g(a).a - \frac{2m.f}{f.\rho.\sigma^2} + n] \qquad (۶)$$
$$g(a)^* > 0 \;,g(a) > 0$$

بر اساس عبارات $g(a)^*$، e^* و $E\pi^*_{client}$ پس از نتایج راه‌حل مدل می‌توان مشاهده نمود که یارانهٔ واحد تشویقی در حالت تعادل به p, f, a, m و عدم‌قطعیت بستگی داشته و اثرپذیری مثبتی از a , m و اثرپذیری منفی از p , f و عدم‌قطعیت دارد. هم-

چنین مشاهده می‌شود که بازدهٔ مورد انتظار کارفرما در حالت تعادل رابطهٔ مثبتی با بلوغ فناوری بلاک‌چین یعنی m، حاشیه فروش شرکت‌های کوچک‌ومتوسط و سود خالص دریافتی کارفرما در شرکت‌های کوچک‌ومتوسط است.

مشوق‌های تحت اطلاعات نامتقارن

شرایط اطلاعاتی نامتقارن بدین‌معناست که قدرت اطلاعاتی طرفین یعنی کارفرما و کارگزار یکسان نیست و در واقع اطلاعات را نمی‌توان به‌طورکامل بین پلتفرم اطلاعاتی بلاک‌چین و شرکت کارگزار به‌اشتراک گذاشت. در مراحل اولیهٔ عدم‌امضای قرارداد، پلتفرم‌های اطلاعاتی بلاک‌چین نمی‌توانند از سطح قابلیت عملیاتی شرکت‌های کارگزار مطلع شوند و انتخاب نامطلوبی وجود دارد. پس از امضای قرارداد همکاری، کارفرما نمی‌تواند به‌سطح اقدامات شرکت‌های کوچک‌ومتوسط کارگزار پی ببرد و ریسک اخلاقی وجود دارد. از آن‌جایی‌که هم‌چنان عدم‌تقارن اطلاعاتی وجود دارد، کارفرما و کارگزار راهبردهای خود را در بازی برای بیشینه ساختن منافع خود تغییر خواهند داد.

ساخت مدل

بر اساس اطلاعات فوق، بازدهٔ مورد انتظار کارفرما باید $E\pi_{client}$ و بازدهٔ مورد انتظار کارگزار باید $E\pi_{agent}$ باشد. شرکت‌های کوچک‌ومتوسط کارگزار سطح بهینهٔ اقدامات e^* را برای بیشینه ساختن سود خود انتخاب می نماید، $\forall a \in [\underline{a}, \bar{a}]$، $e^* \in \text{argMax}E\pi_{agent}$. با حل شرط خطی مرتبه اول، خواهیم داشت،

$$e^* = (a.[n + a.g(a)])/f \qquad (۷)$$

با جایگزینی e^* در $E\pi_{agent}$، خواهیم داشت،

$$E\pi_{agent} = m.[n + a.g(a)] + \frac{a^2.[n+a.g(a)]^2}{2f} - \frac{[n+a.g(a)]^2\sigma^2}{2} \qquad (۸)$$

به‌ازای $\forall(a,\tilde{a}) \in [\underline{a}, \bar{a}]$، خواهیم داشت،

$$E\pi_{agent} = m.[n + a.g(a)] + \frac{a^2.[n+a.g(a)]^2}{2f} - \frac{\rho[n+a.g(a)]\sigma^2}{2}$$
$$\geq m.[n + a.g(\tilde{a})] + \frac{a^2.[n+a.g(\tilde{a})]^2}{2f} - \frac{\rho[n+a.g(\tilde{a})]^2\sigma}{2} \qquad (۹)$$

بنابراین رابطهٔ بین $\tilde{a}$ و a را می‌توان بدین‌صورت به‌دست آورد،

$$a.g(\tilde{a})\{(\frac{a^2}{f} - \rho.\sigma^2).[n + a.g(\tilde{a})] + m\} = 0 \qquad (۱۰)$$

به‌ازای $\forall a \in [\underline{a}, \bar{a}]$، خواهیم داشت،

$$a.g^{(\acute{a})}\{(a^2/f - \rho.\sigma^2)[n + a.g(a)] + m\} = 0 \qquad (۱۱)$$

بنابراین، کارفرما مشوق‌هایی را به‌منظور بیشینه‌سازی بازدهٔ مورد انتظار بدین‌صورت ارائه می‌دهد،

$$\text{Max } E\pi_{client} = \int_{\underline{a}}^{a} a.(ae + m).[i - g(a)].f(a)da = \frac{a.[n+a.g(a)]}{f}$$
$$E\pi_{agent} = m.[n + a.g(a)] + \frac{a^2 - [n+a.g(a)]^2}{2f} - \frac{\rho[n+a.g(a)]^2\sigma^2}{2} \geq 0$$
$$g(a)\acute{} \geq 0 \qquad (۱۲)$$

محدودیت‌ها به‌دلیل سازوکار تطبیق‌پذیری تشویقی تحت انتخاب نامطلوب و خطرهای اخلاقی کارگزار شرکت‌های کوچک‌و-متوسط و محدودیت‌های منطق فردی می‌باشند.

حل‌وتحلیل مدل

در این بخش به تجزیه‌وتحلیل مدل به‌ترتیب برای دو حالت $g(a)\acute{} = 0$ و $g(a)\acute{} \geq 0$ پرداخته شد. فرض کنید $g(\acute{a}) = 0$ ۰ $\geq E\pi_{agent}$ باشد آن‌گاه خواهیم داشت،

$$m - \frac{1}{2}(\rho.\sigma^2 - \frac{a^2}{f})[n + a.g(a)] \geq 0 \quad (۱۳)$$

با حل شرط مرتبه اول $E\pi_{agent}$، خواهیم داشت،

$$\frac{\partial E\pi_{agent}}{\partial a} = \frac{a}{f}[n + a.g(a)]^2 + g(a)\{\left(\frac{a^2}{f} - \rho.\sigma^2\right).[n + a.g(a)] + m\} \geq 0 \quad (۱۴)$$

این نتیجه نشان می‌دهد هرقدر ظرفیت عملیاتی شرکت‌های کوچک‌ومتوسط بیشتر باشد، مجموع بازدهٔ مورد انتظار حاصله بیشتر خواهد بود.

وقتی $g(a)=0$ و $g(a)_{si}^{sb} = b$ باشد، b ثابت بوده، بهترین دوم[1] به نتیجهٔ زیربهینه در مواقعی اشاره دارد که اطلاعات نامتقارن در دسترس باشد و مشوق یکسان[2]، به یارانهٔ تشویقی یکسان برای شرکت‌های کوچک‌ومتوسط با ظرفیت‌های عملیاتی مختلف اشاره دارد. از آن‌جایی‌که شرکت‌های کوچک‌ومتوسط با ظرفیت‌های عملیاتی مختلف می‌توانند یارانهٔ تشویقی یکسانی را دریافت نمایند، کارفرما نمی‌تواند به‌درستی یارانه قابلیت‌های عملیاتی شرکت‌های کوچک‌ومتوسط را شناسایی نموده، پس نمی‌تواند به مشوق بهینه دست پیدا کند. وقتی $g(a)=0$ باشد، مدل ما به مسالهٔ برنامه‌نویسی پویا تبدیل می‌شود.

$$\max E\pi_{client} = \int_a^{\hat{a}} a.(ae + m).[i - g(a)].f(a)da = \frac{a.[n+a.g(a)]}{f} E\pi_{agent}$$
$$= m.[n + a.g(a)] + \frac{a^2.[n+a.g(a)]^2}{2f} - \frac{\rho[n+a.g(a)]^2\sigma^2}{2} \geq 0 \left(\frac{a^2}{f} - \rho.\sigma^2\right).[n + a.g(a)] + m = 0 \quad (۱۵)$$

$\frac{a^2}{f} - \rho.\sigma^2 < 0$، *در حالی‌که* $a < \sigma.\sqrt{f.\rho}$، خواهیم داشت،

$$g(a) = \frac{m.f}{a-(f.\rho.\sigma^2-a^2)} - \frac{n}{a}$$
$$g(\acute{a}) = \frac{3m.f.a^2 - f^2.m.\rho.\sigma^2}{a^2.(f.\rho-\sigma^2)^2} + \frac{n}{a^2} \quad (۱۶)$$

با حل شرط مرتبه اول برای $E\pi_{agent}$ و جایگزینی g(a) و $g(\acute{a})$، خواهیم داشت،

$$\frac{\partial e\pi_{agent}}{\partial a} = \frac{a}{f}[n + a.g(a)]^2 + [g(a) + a.g(a)\left\{\left(\frac{a^2}{f} - \rho.\sigma^2\right).[n + a.g(a)] + m\right\}$$
$$= \frac{m^2.f^2.a^2}{(f.\rho.\sigma^2-a^2)^2.f^2} \geq 0 \quad (۱۷)$$

در این‌صورت مشاهده می‌شود که بازدهٔ مورد انتظار شرکت‌های کوچک‌ومتوسط با افزایش ظرفیت عملیاتی خود این شرکت‌ها نیز افزایش می‌یابد. یارانهٔ تشویقی کارفرما دراین لحظه بدین‌صورت بیان می‌شود،

$$SB^{g(a)_{di}^{sb}} = \frac{m-f}{a.(f.\rho-\sigma^2-a^2)} - \frac{n}{a} \quad (۱۸)$$

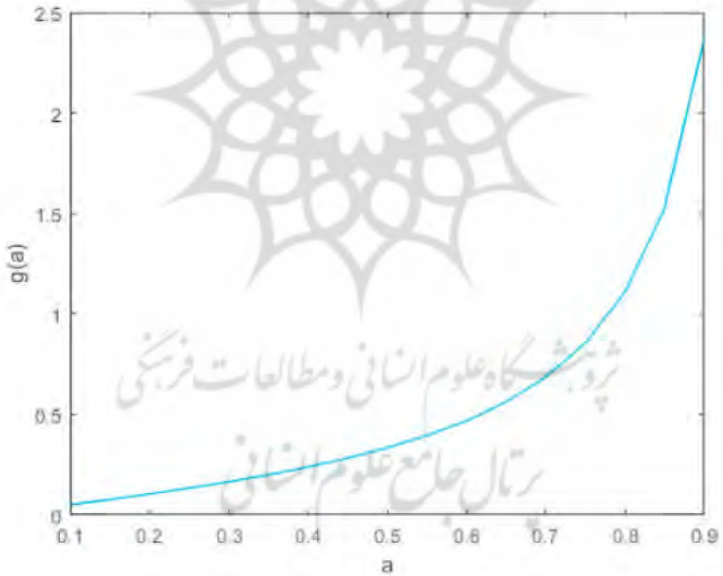
SB نشان‌دهندهٔ انتخاب زیربهینه تحت محیط اطلاعاتی نامتقارن بوده و مشوق متفاوت[3]، بیانگر یارانهٔ تشویقی اعطا شده توسط کارفرما بر اساس قابلیت‌های عملیاتی مختلف شرکت‌های کوچک‌ومتوسط می‌باشد. براساس عبارت $g(a)_{di}^{sb}$ مشاهده می‌شود که یارانهٔ مشوق متفاوت تحت اطلاعات نامتقارن با افزایش حاشیه فروش شرکت‌های کوچک‌ومتوسط و سطح اقدامات این شرکت‌ها کاهش یافته و با افزایش بلوغ فناوری بلاک‌چین یعنی m افزایش می‌یابد. علاوه براین، سطح اقدامات شرکت‌های کوچک‌ومتوسط با افزایش ظرفیت عملیاتی در هر دو حالت مشوق‌های یکسان و متفاوت افزایش می‌یابد.

[1] Second Best (SB)
[2] Same Incentive (SI)
[3] Different Incentive (DI)

شبیه‌سازی

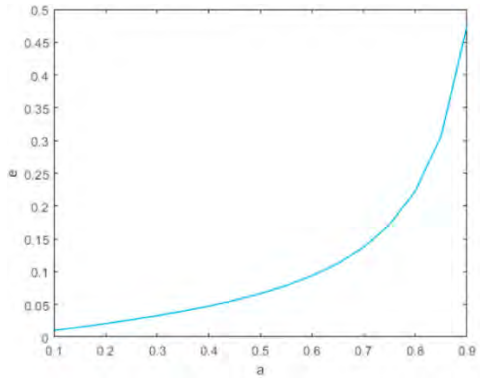
برای شبیه‌سازی مدل‌های تشویقی تحت محیط‌های اطلاعاتی متقارن و نامتقارن از نرم افزار MATLAB استفاده شد. قابلیت عملیاتی شرکت‌های کوچک‌ومتوسط به‌صورت a نشان داده شد و از آن‌جایی‌که این عامل بسته به حوزه، اندازه شرکت‌های کوچک‌ومتوسط تغییرات چشم‌گیری می‌نماید، تاثیر پارامترهای مربوطه با تغییر مقدار a به‌منظور تأیید نتایج ذکرشده در بالا تحلیل شد. سطح بلوغ فناوری بلاک‌چین یعنی $m = 0.1$، $n = 0.5$، ضریب هزینه اقدامات $f = 5$، منفعت کارفرما از کارگزار $i = 6$، $p = 0.8$، $\sigma^2 = 0.25$ تعیین گردید. از آن‌جایی‌که کارفرما نمی‌تواند شرکت‌های کوچک‌ومتوسط با ظرفیت عملیاتی بالا را تحت یارانه تشویقی یکسان به‌صورت کارآمدی شناسایی کند، بر مبلغ یارانه g(a)، سطح اقدامات کارگزار e و شبیه‌سازی‌های مربوطه تمرکز شد تا نشان داده شود که چگونه بازدهٔ مورد انتظار تحت تاثیر قابلیت عملیاتی شرکت‌های کوچک‌ومتوسط قرار گرفته‌اند.

مطابق شکل ۴، رابطهٔ بین واحد مشوق‌ها و قابلیت عملیاتی شرکت‌های کوچک‌ومتوسط تحت سازوکار یارانهٔ تشویقی متفاوت با نتایج حاصل از مدل نظری هم‌خوانی دارد. مشوق‌های متفاوت ارائه‌شده توسط کارفرما با توجه به قابلیت عملیاتی شرکت‌های کوچک‌ومتوسط همبستگی مثبتی با ظرفیت عملیاتی این شرکت‌ها داشته و مشوق‌های دریافتی کارگزار از کارفرما با بهبود قابلیت عملیاتی شرکت‌های کوچک‌ومتوسط افزایش می‌یابد.



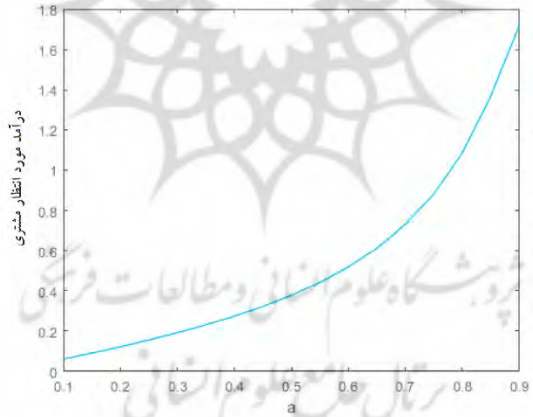
شکل ٤. همبستگی بین مشوق‌ها و توانایی فروش تحت مشوق‌های متفاوت

مطابق شکل ۵، زمانی‌که کارفرما مشوق‌های متفاوتی را فراهم می‌کند، بهبود قابلیت عملیاتی کارگزار نیز منجربه بهبود سطح اقدامات فردی می‌شود که ثابت می‌کند مشوق‌های متفاوت باعث ارتقا و تسهیل شرکت‌های کوچک‌ومتوسط بالادستی و پایین‌دستی در زنجیرهٔ تأمین می‌شوند. در عین‌حال، شرکت‌های کوچک‌ومتوسط با قابلیت عملیاتی قوی‌تر می‌توانند به‌طور مؤثر از سهیم کردن اطلاعات تحت تعامل فناوری بلاک‌چین بهره‌مند شده و فعالانه به‌دنبال توسعهٔ بیشتر باشند.

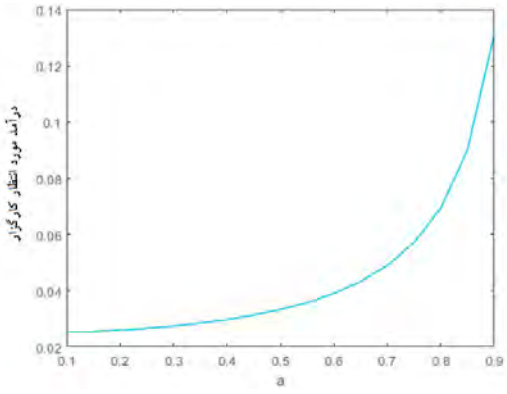


شکل ۵. همبستگی بین سطح اقدامات و توانایی فروش تحت مشوق‌های متفاوت

مطابق شکل‌های ۶ و ۷، ملاحظه می‌شود که درآمد مورد انتظار هر دو طرف بازی با افزایش ظرفیت عملیاتی کارگزار افزایش پیدا می‌کند. ورود فناوری بلاک‌چین به کسب‌وکار تأمین مالی زنجیرهٔ تأمین باعث تقویت موثر شرکت‌های کوچک‌ومتوسط در بهبود ظرفیت عملیاتی خود برای کسب درآمد مورد انتظار بیشتر می‌شود. در عین‌حال، کارفرما می‌تواند از بهبود ظرفیت عملیاتی شرکت‌های کوچک‌ومتوسط با ارائهٔ فناوری بلاک‌چین و یارانه‌های تشویقی بهره‌مند شود.



شکل ٦. همبستگی بین درآمد مشتری و توانایی فروش تحت مشوق‌های متفاوت



شکل ۷. همبستگی بین درآمد کارگزار و توانایی فروش تحت مشوق‌های متفاوت

یافته‌ها

فناوری نقش حیاتی را در تشویق اتخاذ تأمین مالی زنجیرهٔ تأمین برای شرکت‌های کوچک‌ومتوسط ایفا می‌کند. در تحقیق حاضر چارچوب فنی برای مدیریت اطلاعات مبتنی بر فناوری بلاک‌چین و اینترنت اشیا ارائه شد که به‌عنوان تنظیم‌گر در جهت بهبود شفافیت اطلاعات در فرآیند کسب‌وکار تأمین مالی زنجیرهٔ تأمین کار می‌کند. و در آن، فناوری بلاک‌چین برای تقویت شفافیت اطلاعات و تغییر شکل فرآیند کسب‌وکار در تأمین مالی زنجیرهٔ تأمین تسهیل می‌شود. اثربخشی و امکان‌پذیری مدیریت اطلاعات مبتنی بر فناوری بلاکچین و اینترنت اشیا از طریق موارد مصرف مشخص شده و با استفاده از تجزیه‌وتحلیل نظری تأیید می‌گردند. با مدیریت اطلاعات مبتنی بر فناوری بلاک‌چین و اینترنت اشیا، هزینهٔ اجرایی کل زنجیرهٔ تأمین را می‌توان به‌خاطر یک‌پارچگی جریان‌های سرمایه، اطلاعات و تجاری در زنجیرهٔ تأمین تا حد زیادی کاهش داد. اهداف مهمی که در تحقیق حاضر حاصل شد عبارتنداز، ۱. ارائه چارچوب مدیریت اطلاعات جدیدی که از بلاک‌چین و اینترنت اشیا برای حل مشکل عدم‌تقارن اطلاعاتی در تجارت تأمین مالی زنجیرهٔ تأمین بهره می‌برد. ۲. ارائه طراحی فنی مدیریت اطلاعات مبتنی بر فناوری بلاک‌چین و اینترنت اشیا شامل زیرساخت‌های بلاک‌چین، جریان داده‌های یک‌پارچه مبتنی بر دفتر کل توزیع‌شده، می‌باشد. و ۳. بهره‌گیری از مدیریت اطلاعات مبتنی بر فناوری بلاک‌چین و اینترنت اشیا، برای تجزیه‌وتحلیل نظری با معرفی مدل کارفرما–کارگزار برای اعتبارسنجی مدیریت اطلاعات مبتنی بر فناوری بلاک‌چین و اینترنت اشیا.

بحث و نتیجه‌گیری

صیادی و همکاران (۱۴۰۱) کاربردهای اینترنت اشیا در بخش مدیریت زنجیرهٔ تأمین با رویکرد تصمیم‌گیری چند معیاره، شناسایی و اولویت‌بندی نمودند. حال آن‌که در تحقیق حاضر کاربردهای اینترنت اشیا و بلاک‌چین با طراحی مدل کارفرما–کارگزار جهت شفاف‌سازی محیط‌های اطلاعاتی بررسی شد. در عمل، مدیریت ریسک در تأمین مالی زنجیرهٔ تأمین بیشتر بر شرکت‌هایی متمرکز است که متقاضی تأمین مالی و معاملات مربوطه هستند. با این‌حال بررسی اعتبار طرفین درگیر، داده‌های معاملاتی و داده‌های زیربنایی اغلب دشوار است (Basu & Nair, 2012). اما قابلیت رمزنگاری و بلوک‌های زنجیره‌ای شبکهٔ بلاکچین که قابلیت نظارت لحظه‌به‌لحظه دارند و همچنین گزارش‌دهی دقیق از طریق اینترنت اشیا درتأمین مالی زنجیرهٔ تأمین که در این مقاله استفاده شد دشواری داده‌های معاملاتی را برطرف نمود.

قابلیت‌های بلاک‌چین نقش مهمی در پیشرفت زنجیرهٔ تأمین پایدار در انقلاب صنعتی چهارم دارد. از ویژگی‌های مهم کاربرد بلاک‌چین در شبکه‌های زنجیرهٔ تأمین، تقویت نظارت بر پایداری و عملکرد گزارش در سراسر شبکه‌های زنجیرهٔ تأمین است. بلاک‌چین می‌تواند بسیار با سایر فناوری‌ها ادغام شود تا توسعهٔ متنوع تأمین مالی پایدار را ارتقا دهد. علاوه بر این، روندها و مسیرهای تحقیقاتی در مورد بلاک‌چین را در تحقیقات مالی برجسته کردند (Shuani Ren et al., ؛ Behdad et al., 2020 2023). هم‌چنین دیگر پژوهشگران به بررسی مفهوم اینترنت اشیا پرداخته و ضمن تحلیل معماری امنیت و بیان ویژگی‌های آن، به بیان مدلی کارا با درنظرگرفتن افزایش امنیت پرداختند (یزدان بخش و فتحی، ۱۴۰۰). مقالهٔ فعلی از منظر تأیید قابلیت‌های بلاک‌چین و یا امنیت بالای اینترنت اشیا و شبکهٔ بلاک‌چین با تحقیقات پیشین ذکر شده، همسو است با این تفاوت آشکار که در این تحقیقات کاربردهای بلاک‌چین و یا اینترنت اشیا در شبکهٔ زنجیرهٔ تأمین هر یک به‌تنهایی بررسی شده‌اند، اما در تحقیق حاضر بلاک‌چین و اینترنت اشیا باهم ادغام شده و کاربردهای آن‌ها در تأمین مالی زنجیرهٔ تأمین تحت محیط‌های شفاف اطلاعاتی متقارن و نامتقارن با طراحی مدل کارفرما–کارگزار مورد پژوهش قرار گرفت و مدل ذکر شده حل و در نهایت شبیه‌سازی شد و نتایج حاصل از شبیه‌سازی که در نمودارها قابل مشاهده است صحت مدل طراحی‌شده را تأیید نمود.

در مدل کارفرما–کارگزار فرض‌ها و پارامترهای اصلی از جمله، یارانه تشویقی، سطح اقدامات بهینه و درآمد مورد انتظار مدیریت معرفی شد. از طرفی پارامترهای فرعی مثل بلوغ فناوری بلاک‌چین، ضریب ریسک‌گریزی و ... نیز معرفی شد. حال در قسمت نتایج رابطه پارامترهای اصلی با برخی از پارامترهای فرعی در محیط‌های اطلاعاتی متقارن و نامتقارن ذکر می‌گردد. تحت محیط اطلاعاتی متقارن، با محدودیت بیشینه‌سازی بازدهٔ مورد انتظار همهٔ طرفین، یارانهٔ تشویقی تحت سازوکار تشویقی سازگار رابطه مثبتی با بلوغ فناوری بلاک‌چین و قابلیت عملیاتی شرکت‌های کوچک‌ومتوسط و رابطهٔ منفی با ضریب سطح اقدامات، ضریب ریسک‌گریزی مطلق و عدم‌قطعیت خارجی این شرکت‌ها دارد. سطح اقدامات بهینه شرکت‌های کوچک‌ومتوسط که سازوکار سازگاری تشویقی را فراهم می‌نماید رابطهٔ مثبتی با ظرفیت عملیاتی آن‌ها و بلوغ فناوری بلاک‌چین و رابطهٔ منفی با ضریب سطح اقدامات، ضریب ریسک‌گریزی مطلق و عدم‌قطعیت خارجی دارد. هم‌چنین درآمد مورد انتظار مدیریت اطلاعات مبتنی بر فناوری بلاک‌چین و اینترنت اشیا که سازوکار سازگاری تشویقی را برآورده می‌کند، رابطهٔ مثبتی با بلوغ فناوری بلاک‌چین، سودآوری کارگزار و سود خالص دریافتی کارفرما دارد. تحت محیط اطلاعاتی نامتقارن یارانهٔ تشویقی متفاوت مؤثرتر از یارانهٔ تشویقی یکسان در شرکت‌های کوچک‌ومتوسط متمایز با قابلیت‌های عملیاتی متفاوت و ارائه‌گر مشوق‌های مختلف برای این شرکت‌هاست. میزان یارانهٔ تحت یارانه تشویقی یکسان و سطح اقدامات شرکت‌های کوچک‌ومتوسط هر دو رابطهٔ مثبتی با توانایی عملیاتی این شرکت‌ها داشته اما نمی‌توانند مشوق متفاوتی را برای شرکت‌های کوچک‌ومتوسط با توانایی عملیاتی متفاوت فراهم کنند. میزان یارانهٔ تحت یارانهٔ تشویقی متفاوت با افزایش سطح اقدامات و سودآوری کاهش یافته و با افزایش بلوغ فناوری بلاک‌چین، افزایش یافته و سطح اقدامات شرکت‌های کوچک‌ومتوسط در سناریوی مشوق متفاوت نیز با ظرفیت عملیاتی این شرکت‌ها همبستگی مثبتی دارد. با این‌حال در مقاله حاضر، مسائل حقوقی (مانند اعتبار قانونی اثبات توکن‌های دارایی، خود قراردادهای هوشمند) که مانع پذیرش گسترده فناوری بلاک‌چین در تأمین مالی زنجیرهٔ تأمین می‌شوند، مورد بررسی قرار نگرفته‌اند. پیشنهاد می‌شود که در تحقیقات آینده به بررسی الزامات حوزه‌های مالی و قضایی پرداخت که از طریق آن کسب‌وکار تأمین مالی زنجیرهٔ تأمین تحت تاثیر فناوری بلاک‌چین بیشتر بررسی و بر فرصت‌های ارائه شده توسط فناوری بلاک‌چین تأکید شود.

منابع

آرامش، حامد. و کشاورز، سهیلا. (۱۳۹۷). عوامل کلیدی موفقیت شرکت‌های مستقر در مرکز رشد دانشگاه سیستان و بلوچستان. *نشریه پژوهش‌های مدیریت عمومی*، ۱۱(۴۲)، ۱۵۵–۱۷۷.

اسماعیلی بهبهانی، انیس. و استخریان حقیقی، امیررضا. (۱۴۰۱). مروری بر نقش تجارت الکترونیک در مدیریت زنجیره تامین. *همایش مدیریت و تجارت الکترونیک*، دوره ۳؛ ۱۴۰۱/۰۴/۳۰ تا ۱۴۰۱/۰۴/۳۰، تهران، ۱۰۱–۹۸.

ایران‌منش، محمد.، معروف‌خانی، پریسا.، اسدی، شهلا.، قباخلو، مرتضی.، دیویدی، یوگش کا. و لانگ تسنگ، مینگ. (۱۴۰۱) اثرات شفافیت زنجیره تامین، هم‌سویی، سازگاری و چابکی بر پذیرش بلاکچین در زنجیره تامین شرکت‌های کوچک‌ومتوسط. *مجله کامپیوترها و مهندسی صنایع*، (۱۷۶)، ۷۵–۸۷.

ایزدی، سیدکامیار. و شریف خطیبی، زهرا. (۱۳۹۹). بلاکچین و کاربرد آن در ذخیره اطلاعات بعنوان پایگاه داده توزیع شده امن. *فصل‌نامه اطلاعات و ارتباطات انتظامی*، ۱(۲)، ۸۵–۱۰۶.

بهرام‌پور، سحر.، موحدی، زهرا. و کیهانی‌پور، امیرحسین. (۱۴۰۰). بهبود عملکرد سیستم‌های توصیه‌گر مبتنی بر بلاک‌چین. *کنفرانس بین المللی وب پژوهی*، دوره ۷، تهران.

جهان‌گشته، اسماعیل.، قادری، اصغر.، دانش‌نیا، علی. و نجاری، جواد. (۱۴۰۱). امنیت و حریم خصوصی در اینترنت اشیاء. *همایش مطالعات بین رشته‌ای در مدیریت و مهندسی*، دوره ۵، ۱۴۰۱/۰۴/۱۴ تا ۱۴۰۱/۰۴/۱۴، تهران.

خرمی، امیر. و آذر، عادل. (۱۴۰۰). طراحی مدل چابکی زنجیره تامین در صنعت دارو با رویکرد مدل‌سازی ساختاری تفسیری (ISM). *نشریه پژوهش‌های مدیریت عمومی*، ۱۴(۵۳)، ۲۹-۶۳.

سایت اخبار فناوری‌های جدید و آموزش. (۱۴۰۲). اینترنت اشیا چیست؟ از تاریخچه تا انواع کاربرد آن. برگرفته از: www.Zoomit.ir.

صیادی، محمدکاظم.، صفری، احرام. و قبادی‌پویا، سهیلا. (۱۴۰۱). اولویت‌بندی کاربردهای اینترنت اشیاء در مدیریت زنجیره تامین با استفاده از رویکرد تصمیم‌گیری چند معیاره و تحلیل مضمون. *پژوهش‌نامه پردازش و مدیریت اطلاعات*، ۳۷(۳)، ۷۲۱-۷۴۸.

طالقانی، عطاالله. و طالقانی، محمد. (۱۳۹۶). تامین مالی زنجیره تامین SCF بعنوان روش نوین تامین مالی بنگاه‌های کوچک‌ومتوسط. *کنفرانس ملی مطالعات نوین مدیریت در ایران*، دوره ۱، کرج.

عبدی، سعید. (۱۳۹۹). راهکارهای تامین مالی زنجیره تامین؛ مفاهیم و مدل‌ها. *کنفرانس ملی پژوهش‌های کاربردی در مدیریت، حسابداری و اقتصاد سالم در بورس، بیمه و بانک*، دوره ۶، تهران.

گلابی، امیرمحمد.، یدالهی فارسی، جهانگیر. و عزیزی، مریم. (۱۴۰۰). شناسایی و الویت‌بندی عوامل کلیدی موفقیت مدل کسب‌وکار. *نشریه پژوهش‌های مدیریت عمومی*، ۱۴(۵۴)، ۶۱-۸۴.

مرادی، حمید.، خاتمی فیروزآبادی، سیدمحمدعلی. و فیضی، کامران. (۱۳۹۸). ارائه یک مدل تامین مالی برای شرکت‌های کوچک‌ومتوسط در زنجیره تامین. *نشریه مدیریت نوآوری*، ۹(۳)، ۱۳۹-۱۶۹.

محمدی، احمد. (۱۴۰۰). بررسی ادغام کاربردی بلاکچین و نقش آن در حوزه اینترنت اشیا. *نشریه نوآوری‌های فناوری اطلاعات و ارتباطات کاربردی*. ۱(۱)، ۱-۲۵.

یزدان‌بخش، انوشه. و فتحی هفشجانی، کیامرث. (۱۴۰۰). ارائه مدل امنیت اطلاعات بر بستر اینترنت اشیاء. *مجله مدیریت و حسابداری در هزاره سوم*، (۱۱)، ۲۳۵-۲۴۹.

Azrour, M., Mabrouki, J., Guezzaz, A., & Farhaoui, Y. (2021). New Enhanced Authentication Protocol for Internet of Things. *Journal of the Big Data Mining and Analytics*, 4(1), 1-9.

Berger, A. N., & Udell, G. F. (2006). A More Complete Conceptual Framework for SME Finance. *Journal of Bank Finance*, 30(11), 2945-2966.

Basu, P., & Nair, S. (2012). Supply Chain Finance Enabled Early Pay: Unlocking Trapped Value in B2B Logistics. *International Journal of Logistic. System and Management*, 12(3), 334-353.

Banerjee, A. (2018). Blockchain Technology: Supply Chain Insights from ERP. *Advances in Computers*, 111, 69-98.

Calero, C., Mancebo, J., Garcia, F., Moraga, M. A., Berna, J. A. G., Fernandez-aleman, J. L., & Toval, A. (2020). 5Ws of Green and Sustainable Software. *Tsinghua Science and Technolology*, 25(3), 401-414.

Christidis, K., & Devetsikiotis., M. (2016). Blockchains and smart contracts for the internet of things, *IEEE Access 4*, 2292–2303.

Du, M., Chen, Q., Xiao, J., Yang, H., & Ma, X. (2002). Supply Chain Finance Innovation Using Blockchain. *IEEE Transections. Engineering and Management*, 67(4), 1045-1058.

Deng, R., & Chuen, D. (2017). *Handbook of Blockchain, Digital Finance, and Inclusion*. EBook ISBN: 9780128123003, China: AP Publications.

Eyal, I. (2017). Blockchain Technology: Transforming Libertarian Cryptocurrency Dreams to Finance and Banking Realities. *Computer*, 50(9), 38-49.

Gottlieb, D., & Moreira, H. (2022). Simple Contracts with Adverse Selection and Moral Hazard. *Journal of Econometric Society Social*, 17(3), 1357-1401.

Hofmann, E. (2005). *Supply Chain Finance: Interorganizational Operations Management*. Germany: Springer Gabler.

Hofmann, E., Strewe, U. M., & Bosia, N. (2017). *Supply Chain Finance and Blockchain Technology*. Germany: Springer Briefs in Finance.

Hartley, W. (2000). Supply Chain Finance System and Method. *Patent and Trademark Office, Washington DC,* 1-14.

Jia, F., Blome, C., Sun, H., Yang, Y., & Zhi, B. (2020). Toward an Integrated Conceptual Framework of Supply Chain Finance: An Information Processing Perspective. *International Journal of Production Economics*, 219, 18-30.

Li, Z., Guo, H., Wang, W. M., Guan, Y., Ali, V. B., Huang, G. Q., McFall, K. S., & Chen, X. (2019) A Blockchain and AutoML Approach for Open and Automated Customer Service. *IEEE Transections on Industrial Informatics,* 15(6), 3642-3651.

Lamoureux, M. (2008). A Supply Chain Finance Prime. Retrieved from: www.esourcingwiki.com.

Leora, K. (2004). The Role of "Reverse Factorin" in Supplier Financing of Small and Medium Sized Enterprise. *World Bank,* 102-103.

Mabrouki, J., Azrour, M., Fattah, G., Dhiba, D., & Hajjaji, S. E. (2021). Inteligent Monitoring System for Biogas Detection Based on the Internet of Things: Mohammedia, Morocco City Landfill Case. *Big Data Mining and Analytics*, 4(1), 10-17.

Nakamoto, S. (2008). *Bitcoin: A Peer-To-Peer Electronics Cash System.* Retrieved from: www.bitcoin.org.

Prakash, R., Anoop, V. S., & Ashraf, S. (2022). Blockchain Technology for Cybersecurity: A Text Mining Literature Analysis. *International Journal of Information Management Data Insights,* 2(2), 90-112.

Sangpech, P., & Ueasang Komsate, P. (2022). Supply Chain Management and The Circular Economy: A Review of Current Research and Future Trends. *IEEE Publishing*, Thailand, 13-28.

Seebacher, S., & Schuritz, R. (2017). Blockchain Technology as an Enabler of Service Systems: A Structured Literatyre Review. *8th International Conference on Exploring Service Science,* Italy, 12-23.

Salah, K., Nizamuddin, N., Jayaraman, R., Omar, M. (2019). Blockchain-Based Soybean Traceability in Agricultural Supply Chain. *IEEE* Access, Vol:7, 73295-73305.

Shuani Ren, Y., Quan Ma, CH., & Ran Wang, Y. (2023). Sustainable Finance and Blockchain: A Systematic Review and Research Agenda. *Research in International Business and Finance,* 64, 101-117.

Treleaven, P., Brown, R. G., & Yang, D. (2017). Blockchain Technology in Finance. *Computer* 50(9), 14-17.

Timme, G. (2000). Supply Chain Management Review. *The Financial- SCM Connection,* 4(2), 33-40.

Tan, X., Zhang, J., Qin, Z., Ding, Y., Wang, X. (2021). A PUF-Based and Cloudassisted Lightweight Authentication for Multi-Hop Body Area Network. *Tsinghua Sci*ence *and Technology*, 26(1), 36-47.

Wei, S., Jing, L., Dong, L., Feng, G., Peng, L. (2004). Business Models and Solution Architectures for SMB Financing in A Supply Chain Ecosystem. *IEEE International Conference On E-Commerce Technology for Dynamic, EBusiness,* 130-133.

Yan, K., Ji, Z., Jin, Q., & Wang, Q. G. (2021). Guest Editorial: Machine Learning for Al-Enhanced Healthcare and Medical Services: New Development and Promising Solution. *IEEE ACM Trans*sections, *Computers, Biology, Bioinformatics,* 18(3), 850-851.

Yan, K., Huang, J., Shen, W., & Ji, Z. (2020). Unsupervised Learning for Fault Detection and Diagnosis of Air Handling Units. *Energy and Buildings,* 210, 109-126.

Zhang, W., Chen, X., & Jiang, J. (2021). A Multi-Objective Optimization Method of Initial Virtual Machine Fault-Tolerant Placement for Star Topological Data Centers of Cloud Systems. *Tsinghua Science and Technology,* 26(1), 95-111.

Zhou, X., Liang, W., Shimizu, S., Ma, J., & Jin, Q. (2021). Siamese Neural Network Based Few-Shot Learning for Anomaly Detection in Industrial Cyber-Physical Systems. *IEEE Transactions on Industrial Informatics,* 17(8), 5790-5798.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی