**Paper Type: Original Article**

Modeling the Effective Indicators of Blockchain on Sustainable Supply Chain with an Integrated Approach of Interpretive Structure and ANP

Afra Fatemi**Department of Industrial Engineering, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.***Citation:**

Fatemi, A. (2025). Modeling the effective indicators of blockchain on sustainable supply chain with an integrated approach of interpretive structure and ANP. *Management sciences and decision analysis*, 3(2), 138-151.

Received: 12/08/2024

Reviewed: 30/09/2021

Revised: 24/10/2024

Accepted: 11/12/2024

Abstract

Purpose: This research aims to model the effective indicators of blockchain on sustainable supply chain with an integrated approach of interpretive structure and ANP.

Methodology: To achieve the research objectives, the most important barriers were first identified, and then, using Interpretive Structural Modeling (ISM), a model was proposed to show their mutual relationships.

Findings: The results indicated that internal and legal barriers were the most important barriers to using blockchain technology in the supply chain of the studied organization. Therefore, to use this technology, managers should focus on removing barriers to lower the levels of the hierarchical model.

Originality/Value: Given the novelty of blockchain technology, especially in implementation, it should be noted that a relatively good understanding of this technology has not yet been formed in Iranian organizations, and the use of experts who have in-depth knowledge of this technology has been one of the issues. Main limitations of the research. Another limitation was the lack of access to the supply chain suppliers of the reliance organization. This research was conducted solely based on experts' opinions in the central supply chain. Still, its results can be used in the supply chain of the Atka organization and other similar organizations.

Keywords: Blockchain, Sustainable supply chain, Interpretive structure, ANP.



Corresponding Author:

<https://doi.org/10.22105/msda.v3i2.62>

Licensee. **Management Sciences and Decision Analysis**. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>).



مدل سازی شاخص های موثر بلاک چین بر زنجیره تامین پایدار با رویکرد تلفیقی ساختاری تفسیری و ANP

افرافاطمی*

گروه مهندسی صنایع، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

چکیده

هدف: هدف تحقیق حاضر مدل سازی شاخص های موثر بلاک چین بر زنجیره تامین پایدار با رویکرد تلفیقی ساختاری تفسیری و ANP است. روش شناسی پژوهش: برای دستیابی به اهداف پژوهش، ابتدا مهم ترین موانع شناسایی و سپس با استفاده از مدل سازی ساختاری تفسیری^۱، مدلی برای نشان دادن روابط متقابل موانع پیشنهاد شد. یافته ها: نتایج حاکی از موانع داخلی و قانونی به عنوان مهم ترین موانع استفاده از فناوری بلاک چین در زنجیره تامین سازمان مورد مطالعه بود؛ بنابراین، برای استفاده از این فناوری، تمرکز اصلی مدیران باید بر رفع موانع برای پایین آوردن سطوح مدل سلسله مراتبی باشد. اصالت/ارزش افزوده علمی: با توجه به جدید بودن فناوری بلاک چین به ویژه در پیاده سازی، لازم به ذکر است که هنوز درک نسبتاً خوبی از این فناوری در سازمان های ایرانی شکل نگرفته است و استفاده از کارشناسانی که دانش عمیقی از این فناوری دارند یکی از مواردی بوده است. محدودیت های اصلی تحقیق محدودیت دیگر عدم دسترسی به تامین کنندگان زنجیره تامین سازمان اتکا بود. این تحقیق تنها براساس نظر کارشناسان بخش مرکزی زنجیره تامین انجام شده است که البته نتایج آن در زنجیره تامین سازمان اتکا و سایر سازمان های مشابه قابل استفاده است.

کلیدواژه ها: بلاک چین، زنجیره تامین پایدار، ساختاری تفسیری، ANP.

۱- مقدمه

فناوری بلاک چین یک فناوری جدید و نوظهور است که از طریق بهبود در قابلیت ردیابی، سرعت، شفافیت و امنیت، نقش درخور توجهی را در ارتقای عملکرد زنجیره تامین ایفا می کند [1]. فناوری بلاک چین به عنوان یک فناوری بالقوه، کاملاً نقطه مقابل یک پایگاه داده متمرکز و غیرقابل اعتماد است که امکان معاملات حتی در مقیاس جهانی را فراهم می کند و فرآیند متمرکز را از بین می برد [2]. رصد محصولات غذایی توسط مشتریان در زنجیره تامین و اطمینان یافتن آن ها از مواد اولیه به کار گرفته شده مرغوب، تولید در شرکت های معتبر، تاریخ درست خروج از مزرعه و تولید در زمان مقرر، مدت زمان نگهداری کم در فرآیند تولید و توزیع و رساندن محصولات نهایی به دست مشتریان در کم ترین زمان ممکن، از جمله مهم ترین خواسته های مشتریان صنایع غذایی است که اطمینان از آن ها می تواند در قالب به کارگیری فناوری بلاک چین و قابلیت شفاف سازی و ردیابی تضمین شود که این فناوری به همراه دارد [3].

¹ Interpretive structural modeling (ISM)

گرچه ویژگی های درخور توجه فناوری بلاک چین، زنجیره تامین هر صنعت و به ویژه صنایع غذایی را به دلیل حساسیت بالای نقش تامین کنندگان در تولید اثربخش محصولات غذایی، به شناسایی و به کارگیری آن ترغیب می کند، عجله در به کارگیری این فناوری در زنجیره تامین صنایع غذایی نیز، بدون توجه به موانع پیش رو و شناخت دقیق آن ها و تلاش نکردن برای رفع این موانع، به صرف هزینه های درخور توجه، بدون دستیابی به نتایج قابل انتظار منجر می شود. به عبارتی نخستین قدم در این راه را می توان شناسایی موانع و تلاش برای رفع آن ها برشمرد تا پس از رفع این موانع، بتوان به نحو مناسب تری این فناوری را به کار گرفت و زنجیره تامین صنایع غذایی را از مزیت های درخور توجه آن منتفع کرد.

با توجه به نقش و اهمیت به کارگیری این فناوری در زنجیره تامین محصولات غذایی سازمان اتکا (بزرگ ترین سازمان تامین کننده محصولات غذایی نیروهای مسلح کشور) و ارتقای امنیت غذایی نیروهای مسلح و با توجه به این که تاکنون تحقیقی در این زمینه در کشور به انجام نرسیده است، تحقیق حاضر به منظور شناسایی موانع اصلی پیش روی به کارگیری این فناوری در زنجیره تامین صنایع غذایی این سازمان، تدوین شده است و تلاش دارد تا در قالب یک مدل سلسله مراتبی، اولویت این موانع را نیز برای رفع آن ها احصا کند و از این طریق، به کارگیری این فناوری را در زنجیره تامین محصولات غذایی سازمان اتکا تسهیل کند؛ بنابراین، این پژوهش به دو سوال پاسخ می دهد:

۱. موانع به کارگیری فناوری بلاک چین در زنجیره تامین صنایع غذایی سازمان اتکا کدام اند؟

۲. رابطه سلسله مراتبی بین این موانع چگونه است؟

در این مقاله، پس از بیان مساله و ضرورت و اهمیت آن در مقدمه، پژوهش های نظری و تحقیقات پیشین درباره موضوع فناوری بلاک چین، کارکردها و موانع به کارگیری آن ارایه شده و پس از تبیین نقش و جایگاه تحقیق حاضر در بین تحقیقات پیشین، متدولوژی تحقیق و فرآیند انجام آن طرح شده است، مبتنی بر داده های جمع آوری شده با ابزارهای لازم، یافته ها ارایه و تحلیل شده و درباره نتایج نیز بحث شده و محدودیت ها و پیشنهادهایی نیز برای تحقیقات آتی ارایه شده است.

۲- بررسی پژوهش های نظری و تحقیقات پیشین

۲-۱- فناوری بلاک چین و کارکردهای آن در زنجیره تامین صنایع غذایی

فناوری نوظهور بلاک چین، یک نوع سیستم ثبت اطلاعات و گزارش است، تفاوت آن با سیستم های دیگر این است که اطلاعات ذخیره شده بر این سیستم، میان همه اعضای شبکه از جمله از خردترین تامین کننده تا مصرف کننده نهایی به اشتراک گذاشته می شود و با استفاده از رمزنگاری، امکان حذف و دست کاری اطلاعات ثبت شده، تقریباً غیرممکن است [4]. زنجیره تامین کالاها با عمر کوتاه و فاسدشدنی از جمله مواد غذایی، همواره یکی از با اهمیت ترین و چالش برانگیزترین مباحث مدیریتی زنجیره تامین این محصولات، در زمان های مختلف بوده است [5]. به علت تنوع در تعداد کالاهای تولید شده در صنایع غذایی، نیاز به ردیابی و پیگیری جریان کالا در طی زنجیره تامین و نیاز به کنترل دما برای این محصولات، ضروری است [3].

امروزه برآثر جهانی شدن، تجارت مواد غذایی و مسافتی افزایش یافته است که غذا از تولیدکننده به مصرف کننده طی می کند؛ بنابراین، حفظ ایمنی و کیفیت مواد غذایی حساسیت زیادی دارد [6]. جهانی سازی زنجیره تامین مواد غذایی، نیاز به اعتماد زیاد به اطلاعات ردوبدل شده را ایجاد می کند؛ بنابراین، به قابلیت ردیابی مواد غذایی باید توجه بیش تری داشت [7]. یکی از ابزارهای موثر برای افزایش اعتماد مصرف کننده به ایمنی مواد غذایی و حمایت از مصرف کننده، قابلیت ردیابی است. سیستم ردیابی سنتی تا حد زیادی به سیستم های مبتنی بر کاغذ یا سیستم های رایانه ای داخلی متکی است. ثبت کاغذی، زمان بر و با خطا همراه است. همچنین، ردیابی داخلی ممکن است برای دیگر شرکت ها قابل استفاده نباشد [8].

دانستن منبع و تاریخ مواد مصرفی، در مبارزه با محصولات تقلبی مهم است. بیش تر ذی نفعان در به دست آوردن تصویری کلی از تمام تراکنش ها و پیگیری منشا محصولات، به ویژه مشتریان و تامین کنندگانی مشکل دارند که فقط اطلاعاتی در کل زنجیره تامین دارند. این امر موجب ظهور محصولات تقلبی، بحران کیفیت محصول و تقلب اطلاعات در زنجیره تامین می شود [9].

مشکلاتی مانند نبود اطلاعات زنجیره صنعت و وجود داده‌های جزیره‌ای، موجب بی‌نظمی و تاخیر در پاسخگویی سیستم سنتی نظارت بر مواد غذایی شده است. فناوری بلاک‌چین، تحولی دیجیتالی را در فضای زنجیره‌تامین مواد غذایی نشان می‌دهد؛ به گونه‌ای که بر اهداف کلیدی زنجیره‌تامین، مانند انعطاف‌پذیری، سرعت، کیفیت، هزینه و کاهش ریسک اثر می‌گذارد و باعث افزایش پاسخگویی و شفافیت می‌شود [10]. یکی از جنبه‌های مهم فناوری بلاک‌چین، روش طراحی آن است که در آن، دیگر کاربران امکان تغییر، حذف یا افزودن بلوک‌ها یا اطلاعات در اطلاعات ذخیره‌شده را بدون شناسایی ندارند. این امر، منشأ و اصالت معاملات را تضمین می‌کند و از این طریق، شفافیت کلی و اعتماد را درباره محصولات افزایش می‌دهد [10].

با کمک فناوری بلاک‌چین می‌توان اطلاعات محصول را در کل زنجیره‌تامین مواد غذایی ثبت کرد. دیجیتالی‌شدن سوابق و اسناد، علاوه بر صرفه‌جویی در زمان بررسی دستی کاغذ، خطرات ناشی از دست‌کاری داده‌ها و خطاها را نیز از بین می‌برد. ذی‌نفعان می‌توانند اطلاعات بیش‌تری از جریان محصولات به دست بیاورند و سریع‌تر به شرایط واکنش نشان دهند [9]. این فناوری، قابلیت زیادی در زنجیره‌تامین صنایع غذایی دارد و به کارگیری آن، باعث کاهش زمان و هزینه گواهی تایید محصول می‌شود و به کاهش فعالیت‌های کلاهبرداری و پاسخگویی فرآیندها کمک می‌کند [11].

هرچه شفافیت روند تولید مواد غذایی بیش‌تر باشد، مصرف‌کنندگان اطلاعات بیش‌تری را برای تصمیم‌گیری هوشمندانه درباره مواد غذایی‌شان خواهند داشت. فناوری بلاک‌چین امکان مشاهده همه تراکنش‌ها را به صورت هم‌زمان و آنی در اختیار کاربران قرار می‌دهد؛ برای نمونه، یک فروشنده خرد با این فناوری، می‌تواند ببیند که تامین‌کننده‌اش محصول مدنظر را از کدام کشاورز یا شرکت خریده است [12]. نظر به این‌که این اطلاعات و تراکنش‌ها در یک محل خاص ذخیره نمی‌شود و بر همه رایانه‌های موجود بر شبکه وجود دارد، راهی برای هک یا دست‌کاری کردن آن وجود ندارد، در این میان مشتریان به شکلی جدی از فناوری بلاک‌چین سود خواهند برد؛ برای نمونه، کافی است مشتریان گوشی خود را بر کد درج‌شده بر بسته گوشت موجود در یخچال سوپرمارکت ببرند تا اطلاعاتی نظیر تاریخ تولد حیوان، استفاده از آنتی‌بیوتیک، واکسیناسیون و نیز موقعیت و تاریخ کشتار را مشاهده کنند [13].

در مجموع می‌توان گفت که تغییر روند کشاورزی از سنتی به تولید مبتنی بر نیاز، سلامت مواد غذایی، جلوگیری از تقلب در صنایع غذایی، پرداخت و تعاملات مالی سریع‌تر و دستیابی به مواد غذایی با اطمینان بالاتر، از جمله کارکردها و مزیت‌های فناوری بلاک‌چین در زنجیره‌تامین صنایع غذایی است. این زنجیره چهار سطح تامین، تولید، توزیع و فروش دارد. محصولات کشاورزی و دام‌پروری به عنوان مواد اولیه‌ای در اختیار بخش تولید قرار می‌گیرند که بخش زیادی از آن‌ها توسط خود هلدینگ‌های سازمان اتکا و بخشی از آن‌ها هم از دیگر تامین‌کنندگان تهیه می‌شود. در سطح تولید، بخش درخور توجهی از محصولات غذایی در قالب کارخانه‌ها و خطوط تولید مختلف در این سازمان، تولید می‌شوند. کلیه محصولات تولیدشده در واحدهای تولیدی سازمان اتکا، توسط شرکت سفیر، مبتنی بر نیاز فروشگاه‌های زنجیره‌ای در سطح کل کشور توزیع می‌شود. شرکت سفیر حدود ۸۰٪ محصولات خود سازمان اتکا را در فروشگاه‌های اتکا و حدود ۲۰٪ را هم در دیگر سوپرمارکت‌ها و فروشگاه‌ها توزیع می‌کند. سطح چهارم زنجیره شامل فروشگاه‌هایی است که محصولات غذایی را به صورت مستقیم به مشتریان، به فروش می‌رسانند. فروشگاه‌های این سازمان علاوه بر محصولات تولیدی خود سازمان اتکا، برخی از محصولات تولیدکنندگان خارج از اتکا را نیز به صورت مستقیم در فروشگاه‌های خود عرضه می‌کنند.

۲-۲- موانع به کارگیری فناوری بلاک‌چین در زنجیره‌تامین

استفاده از فناوری بلاک‌چین، نیازمند بررسی همه جوانب و عوامل دخیل در زنجیره‌تامین است که این موضوع فراتر از عوامل تکنولوژیکی است. این در حالی است که پژوهش‌های موضوعی درباره فناوری بلاک‌چین، به تازگی ظهور کرده است و اکثراً متمرکز بر ساختارهای فناوری و متمایل به نادیده گرفتن پیچیدگی‌های سازمانی، در پذیرش این فناوری هستند. با رویکرد نگاه چندبعدی به این فناوری و براساس مرور جامع پژوهش‌های انجام‌شده، مجموع چالش‌ها و موانع به کارگیری فناوری بلاک‌چین، در چهار دسته اصلی تقسیم‌بندی شده است که در جدول ۱، آورده شده‌اند.

جدول ۱- موانع به کارگیری فناوری بلاک چین، احصاشده از بررسی تحقیقات پیشین.

Table 1- Blockchain technology deployment, estimated from a review of previous research.

منبع	شرح	دسته فرعی	دسته اصلی	ردیف
[13-20]	هر گره در شبکه، تاریخچه کامل داده های معاملات شبکه را حفظ می کند. این ممکن است یک ویژگی برای برنامه های خاص و یک مزیت در یک زمینه امنیتی باشد، اما برای مواردی که حفظ حریم خصوصی یک ضرورت است، محدودیت و مانع محسوب می شود.	فقدان امنیت داده ها و رعایت حریم خصوصی	موانع فنی و تکنولوژیکی	1
	برخی از اصلی ترین موارد مقیاس پذیری در اجرای بلاک چین، محدودیت های زنجیره ای با افزایش تعداد معاملات، اندازه بلوک های بزرگ، زمان پاسخ گویی طولانی و هزینه های بالاست. هنگامی که تعداد کاربران روز به روز در حال افزایش است، چالش های مقیاس پذیری بلاک چین نیز در حال افزایش است.	پردازش کند تراکنش ها و عدم مقیاس پذیری		
	حمله ۵۱٪، نوعی حمله به بلاک چین است که در آن گروهی از ماینرها، کنترل بیش از ۵۰٪ از نرخ هش و یا قدرت محاسباتی شبکه را در دست می گیرند. حمله سایبری مانند حمله DOS یا تحریم سرویس، یک حمله آنلاین است که در آن حمله کننده با غیرفعال کردن موقتی یا نامحدود سرویس های اینترنتی میزبان، می خواهد یک سرور یا منابع شبکه را از دسترس کاربران مدنظر آن خارج کند.	وجود نداشتن ایمنی لازم در برابر حمله ۵۱٪، حملات سایبری مانند حمله بدافزارها و...		
	برای دستیابی به قابلیت همکاری که همزمان با تکامل فناوری، جهانی و پایدار باشد، باید سطح استانداردسازی رخ دهد. باید یک اساس مشترک وجود داشته باشد که هر پلتفرم زنجیره بلوک براساس آن ساخته شود.	نیود استانداردسازی در سیستم های مختلف بلاک چین و پیچیدگی استفاده		
	اینترنت اشیا ^۱ از لحاظ مفهومی به معنی توانایی اتصال اینترنت به هر چیزی، مانند تلفن همراه، تلویزیون، خودرو و... است. یک برنامه کاربردی پیش رو از شبکه حسگر بی سیم ^۲ است. این شبکه پیچیده از اشیا و افراد است که به طور یکپارچه از طریق اینترنت به یکدیگر متصل می شوند. هر چیزی را که دارای پتانسیل اتصال باشد، می توان به شبکه متصل کرد تا از طریق حسگرهای بی سیم و تگ های امواج رادیویی ^۳ اقدام به مبادله داده و تعامل با دیگر اشیا و افراد کند.	وجود نداشتن زیرساخت های IoT، RFID		
	قراردادهای هوشمند، کدهای کامپیوتری اند که اقدام به اجرای خودکار مفاد قرارداد بین دو طرف معامله می کنند. صرف وجود کدهای کامپیوتری و اجرای خودکار مفاد قرارداد، باعث درک نکردن مناسب قراردادهای هوشمند بین شرکای زنجیره تامین می شود.	نیود امکان گنجاندن تمامی جنبه های معاملاتی در قراردادهای هوشمند و ریسک تقلب در قراردادهای		
	ظرفیت بلاک چین برای ذخیره اطلاعات محدود است.	معضل ذخیره کردن اطلاعات		

¹ Internet of Things (IoT)² WSN³ RFID

جدول ۱- ادامه.

Table 1- Continued.

منبع	شرح	دسته فرعی	دسته اصلی	ردیف
[16], [21-24]	شروع کار با فناوری بلاک چین، چندان پرهزینه نیست؛ زیرا منابع متن باز را می توان یافت، ولی اجرای کامل این فناوری به هزینه های بسیاری نیاز خواهد داشت.	نبود برآورد مناسب از هزینه پیاده سازی فناوری بلاک چین	موانع درون سازمانی	2
	تبدیل هزاران کارمند، به حامیان با تجربه بلاک چین به زمان و هزینه نیاز دارد.	نبود دانش و درک مناسب از فناوری بلاک چین و تاثیر آن بر عملکرد زنجیره تامین		
	بسیاری از مدیران، حاضر به قبول مسئولیت تغییرات بنیادین سازمان نیستند.	عدم تعهد و خواست مدیران ارشد برای بهبود و ایجاد تغییرات بنیادین (رویکرد محافظه کارانه)		
	مقاومت سازمان در برابر تغییر	ایجاد تغییر بنیادی و اساسی در ساختارها و فرآیندهای فعلی سازمان، در صورت به کارگیری فناوری بلاک چین		
	وابستگی سازمان به روند سنتی	عدم باورپذیری ضرورت به کارگیری فناوری بلاک چین		
	در سازمان ها، بخش مشخصی وجود ندارد که زیرساخت های لازم را برای اجرای فناوری بلاک چین داشته باشد و به عنوان متولی امر اقدام کند.	نبود بخش مشخصی در سازمان به عنوان متولی پیاده سازی		
	فناوری بلاک چین، مشتق شده از فناوری اطلاعات است که تحولات عظیمی را ایجاد می کند و نیازمند تغییر یا جایگزینی سیستم های جدید با سیستم های فعلی است. برای تغییر سیستم های سنتی به سیستم های جدید، باید فرهنگ یا سلسله مراتب سازمانی را تغییر داد و سیستم های جدید را با سیستم های موجود کارا ترکیب کرد.	سردرگمی در نحوه و چگونگی ترکیب فناوری بلاک چین با نرم افزارهای موجود سازمان مانند ERP		
	شریک های زنجیره تامین درباره مزایای فناوری بلاک چین اطلاعات کافی ندارند.	نبود آگاهی مناسب درباره فناوری بلاک چین در بین اعضای زنجیره تامین	موانع بین سازمانی	
	زیرساخت های اینترنت و فناوری اطلاعات، منابع مهمی برای پذیرش بلاک چین اند. در برخی موارد، زیرساخت فناوری اطلاعات سازمان ضعیف است یا دسترسی به فناوری، غیرعملی است.	دسترسی نداشتن همه شرکای زنجیره تامین به سیستم های فناوری اطلاعات		
	زیرساخت های اینترنت و فناوری اطلاعات، منابع مهمی برای پذیرش بلاک چین اند. در برخی موارد، زیرساخت فناوری اطلاعات سازمان ضعیف است یا دسترسی به فناوری، غیرعملی است.	دسترسی نداشتن همه شرکای زنجیره تامین به سیستم های فناوری اطلاعات		
[21], [25-30]				3

جدول ۱- ادامه.

Table 1- Continued.

منبع	شرح	دسته فرعی	دسته اصلی	ردیف
[21], [25-30]	زیرساخت های اینترنت و فناوری اطلاعات، منابع مهمی برای پذیرش بلاک چین اند. در برخی موارد، زیرساخت فناوری اطلاعات سازمان ضعیف است یا دسترسی به فناوری، غیرعملی است.	دسترسی نداشتن همه شرکای زنجیره تامین به سیستم های فناوری اطلاعات	موانع بین سازمانی	3
	جمع آوری اطلاعات از طریق زنجیره تامین و تبدیل به سیستم های جدید، هزینه هایی را بر سازمان ها تحمیل می کند. همچنین، اتخاذ شیوه های پایدار هزینه بر است. منابع مالی سازمان برای استفاده از این فناوری محدودند	وجود نداشتن منابع مالی مناسب شرکای زنجیره برای به کارگیری فناوری بلاک چین		
	شرکای زنجیره تامین ممکن است نیازهای حریم خصوصی متفاوت و سیاست های متفاوتی در رابطه با اطلاعات و داده ها داشته باشند. محرمانه بودن، حریم خصوصی و ارزش اقتصادی داده ها ممکن است نگران کننده باشد.	تفاوت رویکردی شرکای زنجیره در اشتراک اطلاعات		
[11], [21], [25], [29-36]	نبود حمایت و قوانین دولتی، وجود چارچوب و نظارت قانونی	وجود نداشتن قوانین لازم و مشخص برای پشتیبانی حقوقی از قراردادهای هوشمند	موانع مربوط به قوانین و مقررات	4
	دولت ها ممکن است تمایلی به هدایت فناوری بلاک چین نداشته باشند و بنابراین قوانین مشخصی و شفافیتی برای جرایم مالی و سایبری آن وضع نکنند.	وجود نداشتن قانون شفاف برای جرایم مالی و سایبری در بستر فناوری بلاک چین		
	بستر اولیه بلاک چین بر تراکنش ها متمرکز است و نه گزارش دهی مالیات؛ بنابراین، دولت ها و بانک ها باید قوانین مشخصی برای پرداخت مالیات و بیمه در صورت استفاده شرکت ها از این فناوری اتخاذ کنند.	وجود نداشتن قانون مشخص بر بیمه و مالیات مترتب بر معاملات در بستر این فناوری		

۳- روش شناسی پژوهش

پژوهش حاضر از نوع پژوهش های کمی و توصیفی است و از نظر هدف، پژوهشی کاربردی است که متمرکز بر شناسایی موانع به کارگیری فناوری بلاک چین در زنجیره تامین صنایع غذایی بوده و از تکنیک مدل سازی ساختاری تفسیری برای ارایه مدل سلسله مراتبی موانع، استفاده کرده است. این پژوهش در سه مرحله به انجام رسیده است. شکل ۱، گام های اجرایی این تحقیق، جامعه آماری، روش نمونه گیری و ابزار تحلیل داده های تحقیق را در هر مرحله نشان می دهد. روش شناسی موانع شناسایی شده در تحقیقات پیشین (جدول ۱) به صورت محقق ساخته بوده و پس از احصای نظر خبرگان درباره روایی آن ها توزیع و جمع آوری شده است که از نظر خبرگان نیز تایید شد. جدول های ۲ و ۳ به ترتیب ویژگی های جمعیت شناختی، پاسخ دهندگان پرسشنامه های مرحله های ۲ و ۳ تحقیق را نشان می دهد. تعداد ۲ نفر از این افراد عضو هیات علمی دانشگاه اند و به عنوان مشاور در حوزه های طرح و برنامه و مالی اقتصادی سازمان اتکا نیز فعالیت می کنند و علاوه بر دانش آکادمیک، شناخت مناسبی نیز از فرایندها و زنجیره تامین این سازمان دارند.

جدول ۲- ویژگی‌های جمعیت‌شناختی خبرگان در مرحله ۲ تحقیق (غربالگری فازی).

Table 2- Demographic characteristics of experts in the second stage of the research (Fuzzy screening).

ردیف	نام واحد فعالیت	تعداد	تحصیلات	سابقه کار (سال)
1	برنامه‌ریزی	4	۲ نفر دکتری، ۲ نفر فوق لیسانس	20-10
2	تحقیق و توسعه	5	۲ نفر دکتری، ۳ نفر فوق لیسانس	20-10
3	فنی و مهندسی	3	۲ نفر فوق لیسانس، ۱ نفر لیسانس	10-5
4	مالی و اقتصادی	3	۲ نفر دکتری، ۱ نفر فوق لیسانس	20-10
5	بازرگانی	1	دکتری	بالای ۲۰
6	منابع انسانی	2	یک نفر فوق لیسانس، یک نفر لیسانس	10-5
جمع پاسخ‌دهندگان				۱۸ نفر

مرحله ۱- بررسی تحقیقات پیشین برای شناسایی و احصای موانع پیاده‌سازی فناوری بلاک‌چین در زنجیره‌تامین (جدول ۱).

مرحله ۲- تعیین موانع پیاده‌سازی بلاک‌چین در زنجیره‌تامین صنایع غذایی سازمان اتکا.

گام ۱- تدوین پرسشنامه مبتنی بر موانع شناسایی شده در تحقیقات پیشین.

گام ۲- شناسایی خبرگان صنعتی و دانشگاهی به روش هدفمند گلوله برفی (۱۸ نفر).

جامعه آماری این گام تحقیق را ۱۸ نفر از خبرگان، مدیران و کارشناسان سازمان اتکا و آشنا به موضوع تشکیل دادند که با روش هدفمند گلوله برفی، اعضای نمونه انتخاب شدند.

گام ۳- توزیع پرسشنامه و جمع‌آوری آن.

گام ۴- تحلیل داده‌های پرسشنامه با استفاده از روش غربالگری فازی (FS).

گام ۵- تشکیل گروه کانونی خبرگان و تایید نهایی موانع مبتنی بر نتایج غربالگری فازی و پیشنهادها خبرگان.

مرحله ۳- تعیین روابط سلسله‌مراتبی بین موانع به‌کارگیری فناوری بلاک‌چین در زنجیره‌تامین صنایع غذایی سازمان اتکا.

گام ۱- تدوین پرسشنامه مقایسه زوجی مبتنی بر موانع تعیین‌شده در مرحله ۲ (جدول ۷).

گام ۲- تعیین خبرگان برای تکمیل پرسشنامه (هفت نفر از خبرگان مرحله ۲ که علاقه‌مندی بیش‌تری به موضوع داشته و همکاری بیش‌تری کرده و وقت بیش‌تری را به محققان اختصاص داده‌اند).

گام ۳- تکمیل پرسشنامه در جلسات مشترک با حضور همه خبرگان.

گام ۴- تحلیل داده‌ها با استفاده از تکنیک ISM و میک مک.

جدول ۳- ویژگی‌های جمعیت‌شناختی خبرگان در مرحله ۳ تحقیق (مدل‌سازی ساختاری تفسیری).

Table 3- Demographic characteristics of experts in the third stage of the research (ISM).

ردیف	نام واحد فعالیت	تعداد	تحصیلات	سابقه کار (سال)
1	برنامه‌ریزی	2	دکتری	20-10
2	تحقیق و توسعه	1	دکتری	20-10
3	فنی و مهندسی	1	فوق لیسانس	10-5

جدول ۳- ادامه.

Table 3- Continued.

ردیف	نام واحد فعالیت	تعداد	تحصیلات	سابقه کار (سال)
4	مالی و اقتصادی	1	دکتری	20-10
5	بازرگانی	1	دکتری	بالای ۲۰
6	منابع انسانی	1	فوق لیسانس	10-5
	جمع پاسخ دهندگان			۷ نفر

روش خبره سنجی یا غربالگری، دقیقاً همان تکنیک دلفی است، با این تفاوت که تنها در یک راند انجام می گیرد و هدف اصلی آن غربال اولیه معیارها یا شاخص ها از منظر متخصصان در یک حوزه تخصصی است. نظر به این که تعداد موانع احصا شده از پیشینه موضوع تحقیق نسبتاً زیاد است و انجام تکنیک دلفی و در چندین راند مختلف امکان جمع بندی و توافق نهایی را به حداقل ممکن می رساند، معمولاً در این شرایط از تکنیک غربالگری به جای دلفی معمولی استفاده می شود [37]. در روش غربالگری فازی، خبرگان براساس طیف ۵ گزینه ای لیکرت پاسخ خود را ارائه می کنند، اما با توجه به این که در نظر گرفتن عدد قطعی برای هر کدام از گزینه ها (مثلاً خیلی کم = ۱ و خیلی زیاد = ۵) بیان کننده برداشت دقیق از ذهن پاسخ دهنده است و در عمل این موضوع با احتمال بسیار کم، محتمل است (وقتی یک پاسخ دهنده گزینه خیلی کم را انتخاب می کند، از کجا مشخص است که دقیقاً عدد یک مدنظر او بوده است که در تحلیل همان عدد قطعی یک را در نظر بگیریم)؛ بنابراین، در تحلیل داده ها به جای اعداد قطعی از اعداد فازی استفاده می کنند. به دلیل این که ارزیابی های خبرگان متکی بر شایستگی افراد و ذهنی است، بهتر است به جای اعداد قطعی از اعداد فازی استفاده شود. به همین دلیل در این تحقیق، از روش غربالگری فازی استفاده شد.

در تحقیق حاضر، روابط بین موانع از جنس علت و معلولی نیست، بلکه از جنس تسهیل کنندگی و کمک کنندگی است؛ بنابراین، نظر به این که تکنیک مدل سازی ساختاری تفسیری یک فرآیند متعامل است که در آن مجموعه ای از عناصر مختلف و مرتبط با همدیگر در یک مدل سیستماتیک جامع ساختار بندی می شود و روابط درونی بین متغیرها را تشخیص می دهد و تعامل یک متغیر با دیگر متغیرها را تجزیه و تحلیل می کند، کمک زیادی به برقراری نظم در روابط پیچیده میان عناصر یک سیستم می کند. به علاوه این که می تواند به اولویت بندی و تعیین سطح عناصر یک سیستم کمک کند و با نمایش گرافیکی بین عناصر یک سیستم، کمک بسیار شایانی نیز به درک مدیران برای اجرای بهتر مدل طراحی شده کند؛ بنابراین، به دلیل این که در این تحقیق اولاً روابط بین موانع از جنس تسهیل کنندگی برای رفع یکدیگر بوده است و نه رابطه علت و معلولی و دوم این که این تحقیق به دنبال ارائه سلسله مراتب موانع جهت تمرکز مدیران برای رفع آن ها در راستای به کارگیری موفق فناوری بلاک چین در زنجیره تامین صنایع غذایی است؛ بنابراین، از تکنیک مدل سازی ساختاری تفسیری استفاده شده است.

۴- یافته ها

۴-۱- تعیین موانع به کارگیری فناوری بلاک چین در زنجیره تامین صنایع غذایی سازمان اتکا

در این بخش، بر مبنای موانع احصا شده از تحقیقات پیشین (جدول ۱) پرسشنامه ای مشتمل بر ۲۱ گویه که هر گویه به یک مانع از به کارگیری فناوری بلاک چین اشاره داشت، تهیه و در اختیار خبرگان قرار گرفت. سوال اصلی به این صورت بود که به نظر شما هریک از موانع، به چه میزان مانع به کارگیری فناوری بلاک چین در زنجیره تامین سازمان اتکا می شود؟ برای پاسخ به این پرسش از طیف ۵ گزینه ای لیکرت (خیلی کم، کم، متوسط، زیاد، خیلی زیاد) استفاده شد.

در این مرحله از تکنیک غربالگری فازی برای سنجش میزان تناسب و سازگاری موانع به کارگیری فناوری بلاک چین در زنجیره تامین صنایع غذایی سازمان اتکا استفاده شد و از اعضای تیم تصمیم گیرنده خواسته شد قضاوت خود را درباره میزان درجه اهمیت هر مانع توسط گزینه های تصمیم، به صورت عبارات کلامی (جدول ۴) بیان کنند. همچنین از آن ها خواسته شد که اگر موانعی از نظر آن ها وجود دارد که در تحقیقات پیشین به آن ها اشاره ای نشده است آن موانع را نیز پیشنهاد دهند.

جدول ۴- طیف لیکرت [38].

Table 4- Likert scale [38].

خیلی کم	کم	متوسط	زیاد	خیلی زیاد
(0.0-0.25)	(0.25-0.5)	(0.5-0.75)	(0.75-1)	(1-1.25)

پس از انجام محاسبات لازم، براساس روابط و فرمول‌های روش غربالگری فازی، نتایج در جدول ۵ ارایه شد.

جدول ۵- نتایج خبره‌سنجی برای تعیین موانع زنجیره‌تامین صنایع غذایی سازمان اتکا (غربالگری فازی).

Table 5- Results of expert survey to determine barriers to the food industry supply chain of the Etaka organization (Fuzzy screening).

ردیف	مقدار دیفازی شده	خیلی زیاد	زیاد	متوسط	کم	خیلی کم	عوامل
1	0.89	10	8	0	0	0	فقدان امنیت داده‌ها و رعایت حریم خصوصی
2	0.48	0	4	10	4	0	پردازش کند تراکنش‌ها و عدم مقیاس‌پذیری
3	0.47	0	2	11	5	0	وجود نداشتن ایمنی لازم
4	0.47	0	1	12	5	0	نبود استانداردسازی و پیچیدگی استفاده
5	0.55	9	9	6	0	0	وجود نداشتن زیرساخت‌های RFID و IOT
6	0.73	5	8	5	0	0	نبود امکان گنجاندن تمامی جنبه‌های معاملاتی در قراردادهای هوشمند و ریسک تقلب در قراردادهای
7	0.55	3	10	5	0	0	معضل ذخیره‌سازی اطلاعات
8	0.82	4	12	2	0	0	نبود برآورد مناسب از هزینه پیاده‌سازی فناوری بلاک‌چین
9	0.61	7	11	0	0	0	نبود دانش و درک مناسب از فناوری بلاک‌چین و تاثیر آن بر عملکرد زنجیره‌تامین
10	0.87	6	7	5	0	0	عدم تعهد و خواست مدیران ارشد برای بهبود و ایجاد تغییرات بنیادین (رویکرد محافظه‌کارانه)
11	0.59	5	13	0	0	0	ایجاد تغییر بنیادی و اساسی در ساختارها و فرآیندهای فعلی سازمان، در صورت به‌کارگیری فناوری بلاک‌چین
12	0.70	5	8	5	0	0	عدم باورپذیری مدیران و کارکنان درباره ضرورت به‌کارگیری فناوری بلاک‌چین
13	0.82	4	8	6	0	0	نبود بخش مشخصی در سازمان به‌عنوان متولی پیاده‌سازی
14	0.69	6	7	5	0	0	سردرگمی در نحوه و چگونگی ترکیب فناوری بلاک‌چین با نرم‌افزارهای موجود سازمان مانند ERP
15	0.54	6	9	3	0	0	نبود آگاهی مناسب درباره فناوری بلاک‌چین در بین اعضای زنجیره‌تامین
16	0.77	6	12	0	0	0	دسترسی نداشتن همه شریک‌های زنجیره‌تامین به سیستم‌های فناوری اطلاعات
17	0.82	5	8	5	0	0	عدم وجود منابع مالی مناسب شریک‌های زنجیره برای به‌کارگیری فناوری بلاک‌چین
18	0.54	5	9	4	0	0	تفاوت رویکردی شریک‌های زنجیره در اشتراک اطلاعات

جدول ۵- ادامه.

Table 5- Continued.

ردیف	عوامل	خیلی کم	کم	متوسط	زیاد	خیلی زیاد	مقدار دیفازی شده
19	وجود نداشتن قوانین لازم و مشخص برای پشتیبانی حقوقی از قراردادهای هوشمند (فقدان سیاست های دولتی و عدم وجود چارچوب و نظارت قانونی)	0	0	0	15	3	0.93
20	عدم وجود قانون شفاف برای جرایم مالی و سایبری در بستر فناوری بلاک چین	0	0	0	10	8	0.54
21	عدم وجود قانون مشخص بر بیمه و مالیات مترتب بر معاملات بر بستر این فناوری	0	0	6	8	4	0.55

با توجه به نتایج ارایه شده در جدول ۶، تعداد ۱۸ مانع از منظر خبرگان تایید شدند و سه مانع «پردازش کند تراکنش ها و عدم مقیاس پذیری، وجود نداشتن ایمنی لازم، عدم استاندارد سازی و پیچیدگی استفاده» به دلیل داشتن مقادیر دی فازی شده کم تر از $0/7$ ، تایید نشدند و حذف شدند. با توجه به این که برخی موانع نیز توسط خبرگان در این مرحله پیشنهاد شد؛ بنابراین، برای تایید مجدد ۱۸ مانع شناسایی شده و پیشنهادهای خبرگان، گروهی کانونی از خبرگان تشکیل دادند و در این گروه از نظرهای هفت نفر از خبرگان مرحله ۲ بهره گرفته شد که علاقه مندی بیش تری به موضوع داشتند، همکاری بیش تری کردند و وقت بیش تری را به محققان اختصاص دادند. چهار مانع به عنوان پیشنهاد خبرگان شامل نبود شناخت نسبت به تبادل هزینه منفعت به کارگیری این فناوری در بین شرکای زنجیره تامین، درک نکردن چگونگی کارکرد قراردادهای هوشمند و تعاملات مالی در زنجیره، ریسک تقلب در اجماع های غیر اخلاقی و نبود افراد متخصص در حوزه بلاک چین در سازمان ها نیز در این مرحله احصا و از طرف گروه خبرگان تایید شدند. تعداد ۲۲ مانع (۱۸ مانع از تحقیقات پیشین تایید شده به وسیله خبرگان و ۴ مانع جدید به عنوان پیشنهاد جدید خبرگان)، موانع ورودی برای تکنیک مدل سازی ساختاری تفسیری در نظر گرفته شدند. برای به کارگیری تکنیک مدل سازی ساختاری تفسیری، موانع نهایی به کارگیری فناوری بلاک چین در زنجیره تامین صنایع غذایی سازمان اتکا، طبق جدول ۷، کدگذاری شدند. این کدها در پرسشنامه مقایسات زوجی بین آنها نیز استفاده شدند.

۴-۲- نتایج مدل سازی ساختاری تفسیری موانع به کارگیری فناوری بلاک چین در زنجیره تامین صنایع غذایی سازمان اتکا

مدل سازی ساختاری تفسیری، فرآیندی تعریف شده است که هدف آن کمک به انسان برای درک بهتر آن چه باور دارد و تشخیص واضح تری از آن چیزی است که نمی داند. این روش ابتدا عوامل موثر و اساسی موضوع تحقیق را شناسایی می کند و سپس براساس نظر صاحب نظران، روابط بین این عوامل را شناسایی می کند و در قالب یک مدل گرافیکی نمایش می دهد. این روش، از این نظر کیفی است که در محاسبه درک ذهنی کارشناسان از روابط بین عوامل موضوع می کوشد و از این نظر کمی است که براساس پرسشنامه و تحلیل عددی به دنبال نشان دادن روابط بین متغیرها در یک مدل ساختاری است؛ به همین دلیل آن را روش کیفی کمی و ساختاری تفسیری نامیده اند. این روش برای تجزیه و تحلیل رابطه بین چندین متغیر یا عاملی استفاده می شود که برای یک مساله تعریف شده است [39].

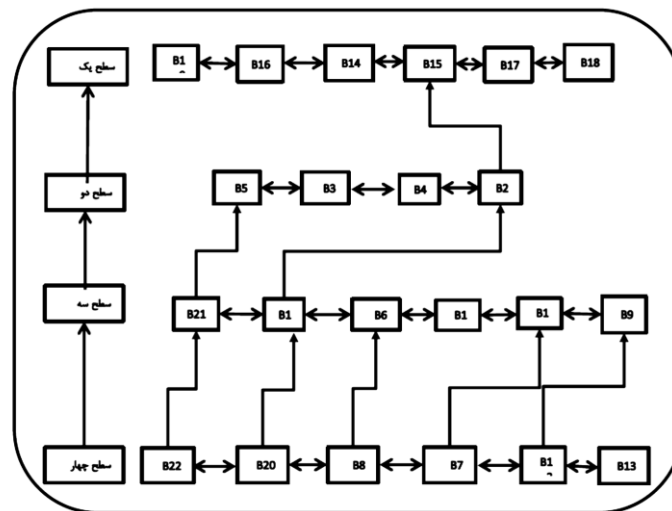
مدل سازی ساختاری تفسیری در قالب یک سری مراحل انجام می شود. با توجه به این که این تکنیک، یک مدل شناخته شده در زمینه های مدیریت و مهندسی صنایع است، در این مقاله از جزییات هر مرحله اجتناب و تنها بر نتایج نهایی و تحلیل آنها تمرکز می شود. پس از شناسایی موانع به کارگیری فناوری بلاک چین در زنجیره تامین صنایع غذایی سازمان اتکا (۲۲ مانع در جدول ۶)، این موانع در قالب پرسشنامه طراحی و برای مقایسه زوجی، برای تدوین و تحلیل مدل ساختاری تفسیری، در اختیار هفت نفر از خبرگان مرحله قبل قرار گرفت که علاقه مندی بیش تری به موضوع داشتند، همکاری بیش تری کردند و وقت بیش تری را به محققان اختصاص دادند و در سه جلسه مشترک با همه خبرگان، پرسشنامه مقایسه زوجی تکمیل شد. برای تجزیه و تحلیل داده ها در بخش مدل سازی، از نرم افزار Excel و MATLAB استفاده شد. جدول ۷ خروجی نرم افزار متلب را برای سطح بندی موانع به کارگیری فناوری بلاک چین در زنجیره تامین سازمان اتکا نشان می دهد.

جدول ۷- خروجی نرم افزار MATLAB برای سطح بندی موانع به کارگیری فناوری بلاک چین.

Table 7- MATLAB software output for ranking barriers to blockchain technology adoption.

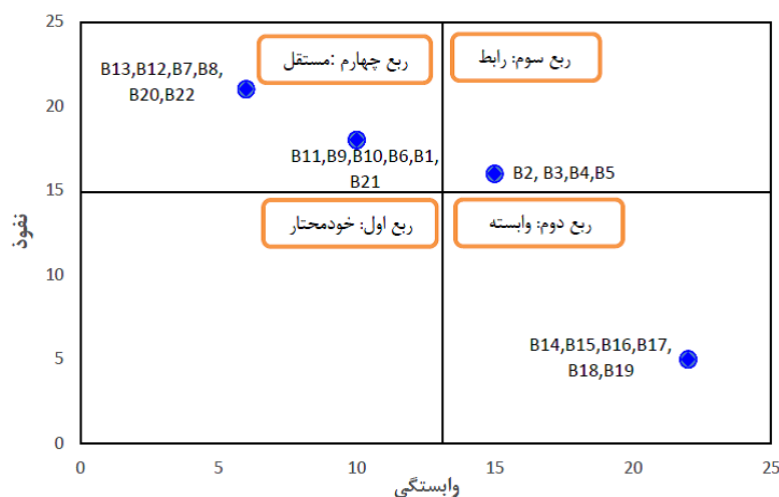
سطح	1	2	3	4
موانع	[14,15,16,17,18,19]	[2,3,4,5]	[21,11,1,6,9,10]	[7,8,12,13,20,22]

پس از تعیین سطوح سلسله مراتب موانع به کارگیری فناوری بلاک چین در زنجیره تامین صنایع غذایی سازمان اتکا در جدول ۸ و همچنین موانع پیش نیازی که در خلال انجام مراحل تکنیک مدل سازی ساختاری تفسیری تعیین شد، مدل نهایی ترسیم و روابط بین موانع با خطوط جهت دار مشخص شد. شکل ۲، دیاگرام نهایی ایجاد شده را نشان می دهد که با حذف حالت های تعدی و نیز با استفاده از بخش بندی سطوح مختلف به دست آمده است.



شکل ۲- مدل نهایی ساختاری تفسیری موانع به کارگیری فناوری بلاک چین در زنجیره تامین صنایع غذایی سازمان اتکا.

Figure 2 - Final interpretive structural model of barriers to the application of blockchain technology in the food industry supply chain of the ETAKA organization.



شکل ۳- نمودار تجزیه و تحلیل قدرت نفوذ و وابستگی (میک مک).

Figure 3- Influence and dependency analysis chart (MikMak).

در فرآیند مدل سازی ساختاری تفسیری، در ماتریس دستیابی نهایی، جمع سطری مقادیر برای هر مانع بیانگر میزان نفوذ و جمع ستونی بیانگر میزان وابستگی خواهد بود. براساس این دو عامل، ۲۲ مانع در قالب الزامات خودمختار (ربع ۱ نمودار)، وابسته (ربع ۲ نمودار)، مرتبط (ربع ۳ نمودار) و مستقل و اثرگذار (ربع ۴ نمودار) شناسایی شدند که در ماتریس تجزیه و تحلیل قدرت نفوذ و وابستگی، در قالب شکل ۴ به نمایش گذاشته شده اند. این ماتریس نشان می دهد موانعی که در ناحیه وابسته قرار گرفته اند، قدرت نفوذ پایین و وابستگی بالایی دارند. وابستگی بالای آن ها نشان می دهد آن ها نیاز دارند که دیگر موانع، قبل از آن ها برطرف شود تا در هنگام رفع این موانع، تاثیر دیگر موانع و پیش نیازها بر آن ها به حداقل برسد. همچنین

مواعی که در ناحیه رابط قرار دارند، قدرت تاثیرگذاری و تاثیرپذیری بالایی دارند و هر تغییر کوچکی بر این متغیرها باعث تغییرات اساسی در سیستم می شود. همچنین مواعی که در ناحیه مستقل قرار دارند، تاثیرگذاری بالا و تاثیرپذیری کمی دارند.

۵- بحث و نتیجه گیری

امنیت غذایی، نقش انکارناشدنی در سلامت جسمی و روحی دارد و به جرئت می توان گفت که به عنوان یک متغیر اثرگذار در ارتقای بازدارندگی دفاعی قلمداد می شود. از سویی دیگر بهبود بازدارندگی دفاعی، متأثر از ارتقای سطح خلاقیت و توانمندی نیروهای مسلح در خلق محصولات نظامی به روز و با کیفیت است. سازمان اتکا، یکی از سازمان های بزرگ در مجموعه وزارت دفاع و پشتیبانی نیروهای مسلح است که وظیفه تامین محصولات غذایی نیروهای مسلح را در اختیار دارد و تامین محصولات غذایی سالم و با کیفیت مناسب، از جمله دغدغه های کلیدی آن محسوب می شود. رویکرد استفاده از تمامی ظرفیت های ملی و پتانسیل های موجود در سازمان اتکا، به برون سپاری بخشی از فعالیت های زنجیره تامین به منظور دستیابی به چابکی، افزایش کیفیت و کاهش هزینه ها منجر شده است. این برون سپاری ها، زنجیره تامین این سازمان را گسترده و مدیریت آن را نسبت به قبل، سخت تر کرده است. قابلیت ردیابی مواد اولیه مورد نیاز، کیفیت و اطمینان از اصالت آن ها، سرعت تامین آن ها، سرعت چرخه اطلاعات، شفافیت و امنیت، از جمله دغدغه هایی است که کنترل آن ها در زنجیره تامین گسترده اتکا، سخت و پیچیده است؛ بنابراین، به کارگیری دانش نوین برای رفع این چالش ها ضرورتی اولویت دار است. نظر به این که فناوری بلاک چین یک فناوری نوین است که شفافیت، قابلیت ردیابی و امنیت را تضمین می کند، نویدبخش کاهش برخی از مشکلات موجود زنجیره تامین صنایع غذایی سازمان اتکا است.

به کارگیری این فناوری مانند دیگر فناوری ها به شناسایی موانع پیش روی آن نیاز دارد تا بتوان با رفع این موانع، بستر اولیه و مناسبی را برای پیاده سازی آن ایجاد کرد. توجه به این نکته بسیار حایز اهمیت است که موانع به کارگیری فناوری بلاک چین اثر تسهیل کنندگی بر یکدیگر دارند و توجه نکردن به این موضوع، برای به کارگیری این فناوری در زنجیره تامین، اثربخش نخواهد بود. به عبارتی توجه به روابط بین موانع در مدل سلسله مراتبی ای بسیار ضروری است که ارایه شده است. به همین دلیل تمرکز این تحقیق بر شناسایی موانع اصلی پیش روی این فناوری برای به کارگیری در زنجیره تامین صنایع غذایی سازمان اتکا بود و تلاش شد تا در قالب یک مدل سلسله مراتبی، اولویت این موانع برای رفع آن ها نیز مشخص شود. نتایج نشان داد برخی از موانع قدرت نفوذ بالا و وابستگی حداقلی دارند و از اهمیت استراتژیک بالایی برخوردارند؛ در حالی که برخی دیگر، شامل مواعی است که وابستگی بالایی دارند و قبل از به کارگیری آن ها، باید تمام تلاش ها برای برطرف کردن موانع محرک صورت گیرد. این طبقه بندی یک ابزار مفید برای مدیران زنجیره تامین صنایع غذایی سازمان اتکا است که مبتنی بر آن می توانند بر رفع موانع موجود اثرگذار پیش رو، برای پیاده سازی فناوری بلاک چین (شروع به رفع موانع سطح چهار و حرکت به سمت موانع سطح یک مدل نهایی تحقیق) متمرکز شوند.

گرچه تعدادی از پژوهشگران در دو سال ۲۰۲۰ و ۲۰۲۱ مانند ماتیو و همکاران [20]، لیو و همکاران [27]، شارما و همکاران [11]، کوهی زاده و همکاران [28] و ژو و همکاران [21] رحیمی و همکاران [30]، صاحبی و همکاران [40]، بگ و همکاران [29]، یاداو و همکاران [25]، فاروک و همکاران [33] تلاش کرده اند که در مطالعات خود موانع به کارگیری فناوری بلاک چین را در زنجیره تامین بررسی کنند که شرح کامل آن ها در جدول ۲ آمده است، با توجه به این که هرکدام از آن ها تنها بر تعدادی از موانع اشاره شده در این تحقیق متمرکز شده اند و از جامعیت تحقیق حاضر برخوردار نیستند، به طور دقیقی نمی توان نتایج آن ها را با تحقیق حاضر درباره سلسله مراتب ارایه شده موانع مقایسه کرد، علی رغم این که بسیاری از موانع ارایه شده توسط آن ها در این تحقیق تایید شده است.

به عبارتی باید گفت برخی از مواعی که در این تحقیق به عنوان یک مانع اساسی در به کارگیری فناوری بلاک چین طرح شده اند، در تحقیقات پیشین یا وجود نداشته و یا در لایه های سلسله مراتبی متفاوتی قرار گرفته اند. از سویی دیگر تعداد چهار مانع به صورت اختصاصی زنجیره تامین سازمان اتکا، توسط خبرگان این تحقیق ارایه شد که در تحقیقات قبلی ارایه نشده بود. این موانع شامل نداشتن شناخت نسبت به تبادل هزینه منفعت به کارگیری این فناوری در بین شرکای زنجیره تامین، درک نکردن چگونگی کارکرد قراردادهای هوشمند و تعاملات مالی در زنجیره، ریسک تقلب و نبود افراد متخصص در حوزه بلاک چین در اتکا بود. احصای موانع ارایه شده از پژوهش های پیشین در قالب چهار دسته و ۲۱ مانع، ارایه چهار مانع جدید، استفاده از روش غربالگری فازی برای بومی سازی موانع و تمرکز بر موانع به کارگیری فناوری بلاک چین در زنجیره تامین صنایع غذایی، به عنوان اولین تحقیق در کشور، از جمله مهم ترین نوآوری های این تحقیق است.

خبرگان این تحقیق را صرفاً افرادی تشکیل دادند که در سازمان اتکا (سطح میان دست زنجیره)، فعال بودند و علی‌رغم این که شناخت مناسبی نسبت به زیست‌بوم این سازمان و زنجیره‌تامین آن داشتند، اما فاقد تجربه عملی در به‌کارگیری فناوری بلاک‌چین در زنجیره‌تامین بودند. نبود امکان استفاده از نظر خبرگان با تجربه بخش خصوصی و دیگر سطوح زنجیره‌تامین سازمان اتکا، شامل سطوح تامین و مشتری، در این مطالعه می‌تواند به‌عنوان یکی از مهم‌ترین محدودیت‌های تحقیق حاضر بیان شود.

با توجه به این که مدل‌سازی ساختاری تفسیری بر مبنای قضاوت ذهنی خبرگان صورت می‌گیرد، می‌توان مدل‌سازی معادلات ساختاری را برای تایید اعتبار آماری مدل پیشنهادی به کار گرفت. استفاده از آن برای تایید مدل ساختاری تفسیری ارائه‌شده در این تحقیق، برای تحقیقات آتی پیشنهاد می‌شود. با توجه به این که سنجش رابطه بین موانع به‌کارگیری فناوری بلاک‌چین در یک بازه فازی می‌تواند نظر خبرگان را به‌صورت واقعی‌تر نسبت به بازه غیرفازی نشان دهد، به‌کارگیری مدل‌سازی ساختاری تفسیری فازی نیز به‌عنوان پیشنهادی دیگر برای تحقیقات آتی مطرح می‌شود.

منابع

- [1] Raji, N., & Sadeghi, H. (2019). Smart contracts: Legal agreements in the light of Blockchain. *Journal of legal research*, 18(37), 261-288. (In Persian). <https://doi.org/10.48300/jlr.2019.91607>
- [2] Kamble, S., Gunasekaran, A., & Sharma, R. (2019). Modeling the blockchain enabled traceability in agriculture supply chain. *International journal of information management*, 52(9), 101967. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2019.05.023>
- [3] Feng, H., Wang, X., Duan, Y., Zhang, J., & Zhang, X. (2020). Applying blockchain technology to improve agri-food traceability: A review of development methods, benefits and challenges. *Journal of cleaner production*, 260, 121031. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.121031>
- [4] Tripathi, G., Ahad, M. A., & Casalino, G. (2023). A comprehensive review of blockchain technology: Underlying principles and historical background with future challenges. *Decision analytics journal*, 9(1), 100344. <https://doi.org/10.1016/j.dajour.2023.100344>
- [5] Ge, L., Brewster, C., Spek, J., Smeenk, A., Top, J., Van Diepen, F., ... & De Wildt, M. de R. (2017). *Blockchain for agriculture and food: Findings from the pilot study*. Wageningen economic research. <https://library.wur.nl/WebQuery/wurpubs/530264>
- [6] Aung, M. M., & Chang, Y. S. (2014). Traceability in a food supply chain: Safety and quality perspectives. *Food control*, 39, 172-184. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2013.11.007>
- [7] Rapalis, G., & Hossain, S. S. (2020). *Traceability in the food industry; How can Blockchain technology benefit food traceability within the supply chain?* [Thesis]. <https://B2n.ir/yt6933>
- [8] Rezaee, L., & Babazadeh, R. (2020). Investigating the relationships between blockchain system indicators to improve the food competitiveness of industries. *Research in production and operations management*, 11(3), 95-116. (In Persian). <https://doi.org/10.22108/jpom.2021.123858.1279>
- [9] Helo, P., & Hao, Y. (2019). Blockchains in operations and supply chains: A model and reference implementation. *Computers & industrial engineering*, 136, 242-251. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2019.07.023>
- [10] Malyavkina, L. I., Savina, A. G., & Parshutina, I. G. (2019). Blockchain technology as the basis for digital transformation of the supply chain management system: Benefits and implementation challenges. *International journal of production research*, 57(3), 1-19. <http://dx.doi.org/10.1080/00207543.2018.1533261>
- [11] Sharma, M., & Joshi, S. (2021). Barriers to blockchain adoption in health-care industry: An Indian perspective. *Journal of global operations and strategic sourcing*, 14(1), 134-169. <https://doi.org/10.1108/JGOSS-06-2020-0026>
- [12] Westerkamp, M., Victor, F., & Küpper, A. (2020). Tracing manufacturing processes using blockchain-based token compositions. *Digital communications and networks*, 6(2), 167-176. <https://doi.org/10.1016/j.dcan.2019.01.007>
- [13] Wong, L. W., Tan, G. W. H., Lee, V. H., Ooi, K. B., & Sohal, A. (2021). Psychological and system-related barriers to adopting blockchain for operations management: An artificial neural network approach. *IEEE transactions on engineering management*, 70(1), 67-81. <https://doi.org/10.1109/TEM.2021.3053359>
- [14] Krishnan, S., Balas, V. E., Julie, E. G., Yesudhas, H. R., Balaji, S., & Kumar, R. (2020). *Handbook of research on blockchain technology*. Academic press. <https://B2n.ir/zq9170>
- [15] O'Leary, D. E. (2019). Some issues in blockchain for accounting and the supply chain, with an application of distributed databases to virtual organizations. *Intelligent systems in accounting, finance and management*, 26(3), 137-149. <https://doi.org/10.1002/isaf.1457>
- [16] Dang, T. K., Küng, J., Takizawa, M., & Chung, T. M. (2020). *Future data and security engineering*. Springer International publishing. <https://doi.org/10.1007/978-981-96-0434-0>
- [17] Czachorowski, K., Marina, S., & Kondratenko, Y. (2019). The application of Blockchain technology in the maritime industry. In *Studies in systems, decision and control* (pp. 561-577). https://doi.org/10.1007/978-3-030-00253-4_24
- [18] Biswas, B., & Gupta, R. (2019). Analysis of barriers to implement Blockchain in industry and service sectors. *Computers & industrial engineering*, 136, 225-241. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2019.07.005>

- [19] Sanka, A. I., Irfan, M., Huang, I., & Cheung, R. C. C. (2021). A survey of breakthrough in blockchain technology: Adoptions, applications, challenges and future research. *Computer communications*, 169, 179–201. <https://doi.org/10.1016/j.comcom.2020.12.028>
- [20] Mathivathanan, D., K., M., Nripendra P., R., Sangeeta, K., & Dwivedi, Y. K. (2021). Barriers to the adoption of blockchain technology in business supply chains: A total interpretive structural modelling (TISM) approach. *International journal of production research*, 59(11), 3338–3359. <https://doi.org/10.1080/00207543.2020.1868597>
- [21] Zhou, J., Wu, Y., Liu, F., Tao, Y., & Gao, J. (2021). Prospects and obstacles analysis of applying blockchain technology to power trading using a deeply improved model based on the DEMATEL approach. *Sustainable cities and society*, 70, 102910. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2021.102910>
- [22] Krigsholm, P., Ridanpää, K., & Riekkinen, K. (2019). Blockchain as a technological solution in land administration-what are current barriers to implementation? *Fig peer review journal*, 15(9), 14–22. <https://urn.fi/URN:NBN:fi:aalto-202409046180>
- [23] Utakaeva, I. K. (2019). Directions and features of application of the blockchain technology. *Journal of physics: Conference series*, 1353(1), 12103. <https://dx.doi.org/10.1088/1742-6596/1353/1/012103>
- [24] Parkhi, S. (2021). Effectiveness of Blockchain in overcoming barriers in humanitarian supply chain. *Psychology and education journal*, 58, 2228–2235. <https://doi.org/10.17762/pae.v58i1.1100>
- [25] Yadav, V. S., Singh, A. R., Raut, R. D., & Govindarajan, U. H. (2020). Blockchain technology adoption barriers in the Indian agricultural supply chain: An integrated approach. *Resources, conservation and recycling*, 161, 104877. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2020.104877>
- [26] Dutta, P., Choi, T.-M., Somani, S., & Butala, R. (2020). Blockchain technology in supply chain operations: Applications, challenges and research opportunities. *Transportation research part E: Logistics and transportation review*, 142, 102067. <https://doi.org/10.1016/j.tre.2020.102067>
- [27] Liu, P., Hendalianpour, A., Hamzehlou, M., Feylizadeh, M. R., & Razmi, J. (2021). Identify and rank the challenges of implementing sustainable supply chain Blockchain technology using the bayesian best worst method. *Technological and economic development of economy*, 27(3), 656–680. <https://doi.org/10.3846/tede.2021.14421>
- [28] Kouhizadeh, M., Saberi, S., & Sarkis, J. (2021). Blockchain technology and the sustainable supply chain: Theoretically exploring adoption barriers. *International journal of production economics*, 231, 107831. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2020.107831>
- [29] Bag, S., Viktorovich, D. A., Sahu, A. K., & Sahu, A. K. (2020). Barriers to adoption of blockchain technology in green supply chain management. *Journal of global operations and strategic sourcing*, 14(1), 104–133. <https://doi.org/10.1108/JGOSS-06-2020-0027>
- [30] Rahimi, A., Taghizadeh, G., & Mahmoudabadi, S. (2022). Presenting an interpretive structural model of barriers to the application of blockchain technology in the food industry supply chain. *Research in production and operations management*, 13(1), 79-104. **(In Persian)**. <https://www.sid.ir/paper/1039909/fa>
- [31] Hastig, G. M., & Sodhi, M. S. (2020). Blockchain for supply chain traceability: Business requirements and critical success factors. *Production and operations management*, 29(4), 935–954. <https://doi.org/10.1111/poms.13147>
- [32] Caldarelli, G., Zardini, A., & Rossignoli, C. (2021). Blockchain adoption in the fashion sustainable supply chain: Pragmatically addressing barriers. *Journal of organizational change management*, 34(2), 507–524. <https://doi.org/10.1108/JOCM-09-2020-0299>
- [33] Farooque, M., Jain, V., Zhang, A., & Li, Z. (2020). Fuzzy DEMATEL analysis of barriers to Blockchain-based life cycle assessment in China. *Computers & industrial engineering*, 147, 106684. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2020.106684>
- [34] Alexopoulos, C., Charalabidis, Y., Androutsopoulou, A., Loutsaris, M. A., & Lachana, Z. (2019). Benefits and obstacles of blockchain applications in E-government. *Hawaii international conference on system sciences*. Hicss. <http://dx.doi.org/10.24251/HICSS.2019.408>
- [35] Kleinman, Y. (2019). *The implications of blockchain technology on supply chain management and the potential benefits and barriers to its utilization in procurement* [Thesis]. <https://B2n.ir/nk5685>
- [36] Rahimi, A., & Abbasi, L. (2020). Exploring the future technology of blockchain application in the defense industry supply chain. *The second international conference on knowledge management, blockchain and economics*. Tehran, Iran. Civilica. **(In Persian)**. <https://civilica.com/doc/1224895>
- [37] Olfat, L., & Shahryari Nia, A. (2014). Interpretive structural modeling of factors affecting partner selection in the agile supply chain. *Research in production and operations management*, 5(2), 109–128. https://jpom.ui.ac.ir/article_19831.html
- [38] Habibi, A., Izadyar, S., & Sarafarazi, A. (2014). *Fuzzy multi-criteria decision making*. Katibe gil. <https://b2n.ir/mx7419>
- [39] Singh, P., & Agrawal, G. (2022). Modelling the barriers of weather index insurance service adoption integrating expert mining and ISM Fuzzy-MICMAC. *Benchmarking: An international journal*, 29(8), 2527–2554. <https://doi.org/10.1108/BIJ-04-2021-0183>
- [40] Sahebi, I. G., Masoomi, B., & Ghorbani, S. (2020). Expert oriented approach for analyzing the blockchain adoption barriers in humanitarian supply chain. *Technology in society*, 63, 101427. <https://dx.doi.org/10.1016/j.techsoc.2020.101427>