



Semnan University

Journal of Modeling in Engineering

Journal homepage: <https://modelling.semnan.ac.ir/>

ISSN: 2783-2538



Research Article

Modeling the Risks of Blockchain Development in Improving the Resilience of the Medical Equipment Supply Chain

Atena Maleki ^{a,*}, Masoumeh Zeinalnezhad ^b, Tahereh Aliheydari Bioki ^c, Ehsan Hedayati ^d

^a MSc, Department of Industrial Engineering, West Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

^b Assistant Professor, Department of Industrial Engineering, West Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

^c PhD, Department of Industrial Engineering, West Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

^d MSc Student, Department of Industrial Engineering, West Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

PAPER INFO

Paper history:

Received: 12 September 2023

Revised: 01 April 2024

Accepted: 07 April 2024

Keywords:

ISM,
Blockchain,
Risk management,
Supply chain.

ABSTRACT

Blockchain technology is creating a huge revolution in all the world's industries and has become one of the most popular financial markets in the world. The field of medical equipment has not been deprived of the countless benefits of this technology and has started to use it, in addition to Providing the key objectives of the supply chain also brings transparency, traceability and resilience. In this research, taking into account the role of blockchain in the resilience of the supply chain of medical equipment, the risks of blockchain development in this field were evaluated and analyzed, and after analyzing the influence and dependence based on the interpretive structural equations procedure, the risks were identified. Hence, 10 main political and governmental risks, reliability, service, profitability, security, networking, organizational issues, privacy, social issues, environmental effects were identified and the risks were ranked based on fuzzy BWM and political and governmental risks They ranked first with a weight of 0.26, reliability ranked second with a weight of 0.15, and profitability ranked third with a weight of 0.127.

DOI: <https://doi.org/10.22075/jme.2024.31737.2529>

© 2024 Published by Semnan University Press.

This is an open access article under the CC-BY 4.0 license. (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)

* Corresponding author.

E-mail address: zeinalnezhad.m@wtiau.ac.ir

How to cite this article:

Maleki, A., Zeinalnezhad, M., Aliheydari Bioki, T., & Hedayati, E. (2024). Modeling the risks of blockchain development in improving the resilience of the medical equipment supply chain. *Journal of Modeling in Engineering*, 22(78), 141-156. doi: 10.22075/jme.2024.31737.2529

مدلسازی ریسک‌های توسعه بلاک چین در بهبود تاب‌آوری زنجیره تأمین تجهیزات پزشکی

آتنا ملکی^۱، معصومه زینال‌نژاد^{۲*}، طاهره علی‌حیدری بیوکی^۳، احسان هدایتی^۴

اطلاعات مقاله	چکیده
دریافت مقاله: ۱۴۰۲/۱۲/۲۱	فناوری بلاک‌چین در حال ایجاد تحولی عظیم در تمامی صنایع جهان می‌باشد و به یکی از پرتعدادترین بازارهای مالی جهان تبدیل شده است. حوزه تجهیزات پزشکی نیز از مزایای بی‌شمار این فناوری بی‌نصیب نمانده و به استفاده از آن روی آورده است که علاوه بر مهیا ساختن اهداف کلیدی زنجیره تأمین، شفافیت، ردگیری و ردیابی و تاب‌آوری را نیز به ارمغان می‌آورد. در این پژوهش با در نظر گرفتن نقش بلاک‌چین در تاب‌آوری زنجیره تأمین تجهیزات پزشکی، ریسک‌های توسعه بلاک‌چین در این حوزه مورد ارزیابی و تحلیل قرار گرفته و پس از تحلیل نفوذ و وابستگی بر اساس رویه معادلات ساختاری تفسیری، ریسک‌ها شناسایی شدند. از این رو ۱۰ ریسک اصلی سیاسی و حکومتی، قابلیت اطمینان، سرویس‌دهی، سودآوری، امنیت، شبکه‌سازی، مسائل سازمانی، حریم خصوصی، مسائل اجتماعی، اثرات زیست‌محیطی شناسایی شدند و بر اساس BMW فازی به رتبه‌بندی ریسک‌ها پرداخته شد و ریسک‌های سیاسی و حکومتی با وزن ۰.۲۶ در رتبه اول و قابلیت اطمینان با وزن ۰.۱۵ در رتبه دوم و سودآوری با وزن ۰.۱۲۷ در رتبه سوم قرار گرفتند.
بازنگری مقاله: ۱۴۰۳/۰۱/۱۳	
پذیرش مقاله: ۱۴۰۳/۰۱/۱۹	
واژگان کلیدی: مدل سازی ساختاری تفسیری ISM BMW فازی بلاک‌چین ریسک.	

DOI: <https://doi.org/10.22075/jme.2024.31737.2529>

© 2024 Published by Semnan University Press.

This is an open access article under the CC-BY 4.0 license. (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)

۱- مقدمه

رقابتی فعلی، زنجیره تأمین کارا و اثربخش یک نقش مهم و حیاتی برای یک شرکت برای باقی ماندن در میان رقبای خویش در صنعت مربوطه ایفا می‌کند [۲]. در پژوهشی اشاره کردند، شرایط حاکم بر محیط پیرامون تجاری یک عدم قطعیت و نا اطمینانی و تأخیر غیرقابل پیش‌بینی بر روی شبکه‌های زنجیره تأمین تحمیل می‌کند [۳]. این مشکل سبب می‌گردد تا احتمال قطع شدن خط تولید و فاصله افتادن در ارضای نیازها و ترجیحات مشتریان روبه فزونی گراید [۴]. هر فناوری جدیدی دارای فرصت‌ها و تهدیدات بسیاری

در دهه‌های اخیر با ظهور اینترنت شاهد تحولات بسیاری در حوزه‌های اقتصاد دیجیتال بوده‌ایم. از جمله مهم‌ترین آن‌ها بدون شک می‌توان به تحولات در فناوری‌های بلاک‌چین و اینترنت اشیا در حوزه زنجیره تأمین اشاره کرد. این فناوری‌های جدید فرصت‌ها، چالش‌ها و تهدیدهایی به همراه خوددارند که هر کدام به خودی خود می‌تواند در اقتصاد یک کشور و نیز در اقتصاد جهانی تأثیرگذار باشد. یکی از حوزه‌های تأثیرپذیر فناوری اینترنت اشیا و بلاک‌چین، بخش زنجیره تأمین است [۱]. در محیط پیرامون تجاری

* پست الکترونیک نویسنده مسئول: zeinalnezhad.m@wtiau.ac.ir

۱- کارشناس ارشد، گروه مهندسی صنایع، دانشکده فنی و مهندسی، واحد تهران غرب، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران

۲- استادیار، گروه مهندسی صنایع، دانشکده فنی و مهندسی، واحد تهران غرب، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران

۳- استادیار، گروه مهندسی صنایع، دانشکده فنی و مهندسی، واحد تهران غرب، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران

۴- کارشناس ارشد، گروه مهندسی صنایع، دانشکده فنی و مهندسی، واحد تهران غرب، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران

استناد به این مقاله:

ملکی، آتنا، زینال‌نژاد، معصومه، علی‌حیدری، طاهره، و هدایتی، احسان. (۱۴۰۳). مدلسازی ریسک‌های توسعه بلاک‌چین در بهبود تاب‌آوری زنجیره تأمین تجهیزات پزشکی. مدل سازی در مهندسی، ۲۲(۷۸)، ۱۴۱-۱۵۶. doi: 10.22075/jme.2024.31737.2529

می‌باشد. استفاده از فناوری بلاک‌چین در حوزه زنجیره تأمین و نکردن تهدیدات آن ممکن است خسارت‌هایی بیشتر از فرصت‌های به وجود آورده بر ما تحمیل کند. ولی ما می‌توانیم با محاسبه و تجزیه و تحلیل تهدیدات را به فرصت تبدیل کرده تا نه تنها از خسارت در امان بمانیم، بلکه فرصت‌ها را دوچندان کنیم. در این پژوهش با در نظر گرفتن نقش بلاک‌چین بر روی تاب‌آوری زنجیره تأمین، ریسک‌های بروز کاهش هزینه‌ها و امنیت بالای اطلاعات مورد ارزیابی و تحلیل قرار گرفته است. بلاک‌چین در زنجیره تأمین علیرغم فرصت‌ها، صرفه‌جویی‌ها و هماهنگی که به وجود می‌آورد، مشکلات و معضلات حل‌نشده‌ای نیز دارد که می‌تواند مشکلاتی بحرانی را در زنجیره‌ی تأمین پدید آورد. لذا به‌کارگیری این فن‌آوری در زنجیره‌ی تأمین باید کاملاً حساب‌شده و دقیق باشد و تمام تهدیدات و جنبه‌های منفی استفاده از بلاک‌چین در زنجیره تأمین پیش‌بینی، مدل‌سازی و محاسبه شود تا با پیدا کردن راه‌حل و به‌کارگیری دقیق آن از جنبه‌های مخمل بلاک‌چین جلوگیری کرد، بنابراین اهمیت بررسی ریسک‌های پیاده‌سازی بلاک‌چین در زنجیره تأمین مالی و قابلیت اطمینان داده‌ها ضروری است؛ که هدف از این پژوهش، شناسایی، ارزیابی، رتبه‌بندی و اولویت‌بندی ریسک‌های مذکور می‌باشد. بنابراین، در این پژوهش به سؤالاتی از این قبیل پاسخ داده می‌شود:

ریسک‌های توسعه بلاک‌چین در زنجیره تأمین مالی و قابلیت اطمینان و راهکارهای کاهش ریسک‌های پیاده‌سازی بلاک‌چین در زنجیره تأمین کدامند؟

۲- پیشینه تحقیق

بلاک‌چین یک فناوری (تکنولوژی) نوین است که پتانسیل ایجاد تغییرات گسترده در سیستم‌های اقتصادی و اجتماعی موجود و ایجاد سیستم‌های شفاف، کارآمد و امن را دارد. فن‌آوری بلاک‌چین یک دفترکل توزیع‌شده است که ویژگی‌های یک شبکه هم‌تا به هم‌تا بزرگ را برای تأیید و اثبات تراکنش‌ها به وجود می‌آورد [۵]. هر عضو شبکه یک کپی از پایگاه داده بلاک‌چین را دارد و کامپیوترها مرتباً هم‌گام می‌شوند تا مطمئن شوند که همه آن‌ها نسخه اصلی و صحیح پایگاه داده‌های مشترک را دارند. کپی از بلاک‌چین متشکل از تمام تراکنش‌های انجام‌شده است. بنابراین، هر گره از شبکه می‌تواند تعادل هر آدرس در هر زمانی را کشف کند. از یک بلوک تصادفی، تنها یک زنجیره می‌تواند به بلوک اولیه ساخته شود [۶]. از این‌رو در این فصل یافته‌های نظری و تجربی در خصوص

بحث قرار می‌دهیم [۷]. یکی از تصمیماتی که مدیران اقتصادی و مالی باید اتخاذ کنند تصمیمات مربوط به تأمین مالی و روش‌های آن می‌باشد. با توجه به رشد و توسعه فراوانی که ابزارها و شیوه‌های تأمین مالی داشته‌اند همواره نهادهای مالی در پی یافتن روش‌های نوین، کارا و کم‌هزینه هستند. در چند سال اخیر و با معرفی و تکامل فناوری بلاک‌چین این فرصت در حوزه‌های مالی نیز به وجود آمده تا نهایت استفاده را از این فناوری جدید ببرند. در این مقاله سعی شده تا راهکارهای تأمین مالی بر اساس فناوری نوین بلاک‌چین توضیح داده شود. یکی از عملیات مهم مالی شرکت عملیات حسابداری می‌باشد که در دو سناریوی مداخله‌گر و محافظه‌کار بیان شده است. در ادامه، فرآیندهای انتشار، کلیرینگو تسویه در ۴ سناریوی به‌کارگیری انفرادی-قرارداد هوشمند، زیرساخت نوین جهانی شبکه رایانه به رایانه جهانی شرح داده شده است و همچنین به شرح چهار لایه زنجیره تأمین که عبارت‌اند از: لایه پردازش سفارش، لایه ارسال، لایه

یک مشارکت‌کننده اصلی در Renewable Energy Supply Chains پیش‌بینی می‌شود که تغییرات قابل توجهی در میزان پاسخگویی، قابلیت اطمینان و قابلیت ردیابی ارائه می‌دهد [۱۳].

در محیط پزشکی که توسط اینترنت اشیا پشتیبانی می‌شود، درمان بیماران از محدودیت‌های اقدامات امدادی سنتی عبور کرده و به حالت‌های متنوع تبدیل شده است. به عنوان مثال، اگرچه مردم به آرامی از وحشت همه‌گیری COVID-19 بهبود یافتند، اما همچنان از فشار روانی سنگین، ضربه روحی و بدبینی رنج می‌برند که نیاز به آرامش روانی و درمان حرفه‌ای دارند. هنر درمانی که به عنوان روان درمانی هنر نیز شناخته می‌شود، یک مداخله روان‌درمانی است که هنر و روانشناسی را ادغام می‌کند. نامبرگ، روانپزشک آمریکایی، قطعاً مفهوم هنر درمانی را برای اولین بار در دهه ۱۹۳۰ مطرح کرد [۱۴].

با توجه به ارزیابی صورت پذیرفته‌شده در پژوهش‌های حیطة موضوعی انتخاب‌شده نشان داده شد که مسئله توسعه فناوری‌های نوین مانند بلاک‌چین که یک شبکه پروتکل‌های اجرایی میان تأمین‌کنندگان است تاکنون وسعت مناسبی پیدا نکرده است. به همین واسطه، توسعه روش‌های به‌کارگیری فن‌آوری‌های نوین نیاز است تا در ساختار تاب‌آوری زنجیره تأمین و قابلیت اطمینان توسعه یابد. ساختار تجهیزات پزشکی با تأثیرپذیری از شرایط و توجه به سرعت رشد، استفاده بهینه و هوشمند از فناوری‌های نوین دیجیتال، پدیدارنده‌ی تحول گسترده در این حوزه است و امکان نیل به آینده‌ی مطلوب را با بهره‌مندی از سناریو شکل‌گیری در تعامل پیش‌ران‌های هوش مصنوعی، نیازهای جدید تولید، اینترنت اشیا و بلاک‌چین، تصویر می‌سازد. از این رو، با توجه به عدم تحلیل مناسب در خصوص استفاده از فناوری بلاک‌چین، در این پژوهش ریسک‌های به‌کارگیری این فناوری ارزیابی و تحلیل خواهد شد.

صورت‌حساب و لایه پرداخت پرداختند [۸]. یکی از دغدغه‌ها و مشکلات جدی زنجیره تأمین ملزومات پزشکی حال حاضر، عدم قابلیت ردیابی دقیق و عدم شفافیت در شبکه توزیع است. مسئله‌ای که نتیجه عدم توجه به آن، مشکلاتی چون احتکار، عدم کیفیت و ظهور کالای تقلبی در بازار خواهد بود. بسیاری از مشکلات فعلی سیستم لجستیک و توزیع ملزومات پزشکی، با بهره‌گیری از بلاک‌چین در زنجیره تأمین تجهیزات و ملزومات پزشکی کاهش می‌یابد و فرصتی جهت رفع چالش‌ها و افزایش شفافیت فراهم می‌آورد [۹].

زلبست در پژوهش خود به بررسی تأثیر سامانه شناسایی امواج رادیویی RFID و اینترنت اشیا صنعتی IIOT و فناوری بلاک‌چین بر روی شفافیت زنجیره تأمین پرداخت. در این پژوهش متغیرهای IIoT, RFID و بلاک‌چین متغیرهای مستقل و زنجیره تأمین تاب‌آور متغیر وابسته بوده است که بر اساس یافته‌های تحقیق، متغیر RFID به‌طور غیرمستقیم و با تأثیر بر روی IIoT و بلاک‌چین بر روی شفافیت زنجیره تأمین تأثیرگذار بوده است [۱۰].

یک پژوهش نیز به بررسی فناوری بلاک‌چین در افزایش تاب‌آوری زنجیره تأمین می‌پردازد. او در مقاله خود بیان می‌کند که با افزایش ارزش بیت کوین، فناوری بلاک‌چین اهمیت زیادی یافت [۱۱].

دی و وریبل^۳ در پژوهش خود با تمرکز بر فرآیند تصمیم‌گیری در مدیریت زنجیره تأمین (SCM) و دیدگاه عملکرد پایدار، به بررسی دلالت‌های عمده فناوری بلاک چین، برای مدیریت عملیات (OM) می‌پردازد. ارتباطات میان فناوری بلاک‌چین (OM) و مسائل پایداری در چارچوب SCM مورد تحلیل قرار می‌گیرد [۱۲].

بلاک‌چین‌ها می‌توانند به غلبه بر مشکلاتی که شبکه‌های انرژی غیرمتمرکز با آن مواجه هستند، کمک کنند. با حصول اطمینان از متقارن بودن قدرت اطلاعات در تمام اعضای زنجیره تأمین، فناوری بلاک‌چین (BT) به عنوان

³ Di Vaio and Varriale

جدول ۱: خلاصه تحقیقات در حوزه فناوری بلاک چین در بهبود تاب‌آوری زنجیره تأمین

نام محقق و تاریخ منبع	هدف	تصمیمات	رویکرد مدل‌سازی و روش حل	بلاک چین	زنجیره تأمین تاب‌آور	قابلیت اطمینان	مورد مطالعاتی تحقیق
زاهدی (۱۴۰۲)	کاربرد بلاک‌چین به منظور ارتقای مدیریت منابع انسانی در سازمان‌ها	افزایش کارایی و بهره‌وری - کاهش تخلفات و خطاهای مدیریت منابع انسانی و حفظ امنیت داده‌ها بر پایه‌ی بلاک‌چین	روش دنپ	*	*		مطالعه موردی یکی از دانشگاه‌های کشور
Kouhizadeh et al.(2020)	چارچوب فناوری-سازمان-محیط و نظریه‌های میدان نیرو برای بررسی موانع پذیرش بلاک‌چین مورد استفاده قرار می‌گیرد	زمینه را برای مشاهدات نظری برای درک پیاده‌سازی فناوری بلاک‌چین در زنجیره تأمین پایدار فراهم می‌کند	ابزار آزمایش و ارزیابی تصمیم‌گیری (DEMATEL)	*	*	*	بلاک‌چین و زنجیره تأمین پایدار
چوپانی و کریمی گوارشکی (۱۳۹۹)	بررسی تأثیرات اینترنت اشیا بر روی عملکرد زنجیره تأمین و نحوه ردیابی محصولات	پیاده‌سازی زنجیره تأمین هوشمند با استفاده از فناوری اینترنت اشیا و رایانش ابری	-	*	*		زنجیره تأمین
Zelbst et al.(2019)	ارزیابی تأثیر ترکیبی شناسایی فرکانس رادیویی (RFID)، اینترنت صنعتی اشیا (IIoT) و فناوری‌های بلاک‌چین بر شفافیت زنجیره تأمین (SCT)	پشتیبانی از اجرای ترکیبی از فناوری‌های RFID، IIoT و Blockchain به عنوان زیرساخت لازم برای دستیابی به SCT	روش مدل‌سازی معادلات ساختاری مبتنی بر کوواریانس	*	*	*	داده‌های ۲۱۱ مدیر تولید ایالات متحده
Cooley et al.(2019)	توجه به مزایا و معایب سیستم‌های انتخابی فکلی و همچنین مزایا و معایب فناوری بلاک‌چین برای بهبود زیرساخت‌های انتخابی	اثبات مفهومی را نشان می‌دهد که انتخابات می‌تواند از سیستم‌های مبتنی بر بلک چین بهره‌مند شود	-	*	*		بلک چین
Di Vaio and Varriale (2020)	بررسی پیامدهای اصلی فناوری بلاک‌چین در مدیریت عملیات (OM) با تمرکز بر فرآیندهای تصمیم‌گیری در مدیریت زنجیره تأمین (SCM) از منظر عملکرد پایدار	امکان به اشتراک گذاری اطلاعات و داده‌ها در صنعت هوایی ایتالیا	فرآیندهای تصمیم‌گیری	*	*		بلاک‌چین در مدیریت زنجیره تأمین در صنعت فرودگاه ایتالیا
Lu (2023)	د پایداری و کارایی اینترنت اشیا پزشکی (IoMT)، تقویت امنیت و حریم خصوصی اطلاعات شخصی و ایجاد یک محیط شبکه سالم و ایمن	حملات بالقوه را در داده‌های غیرعادی شناسایی کند، که ارزش عملی مهمی برای حفظ امنیت داده‌ها و عملکرد منظم IoMT دارد	ترکیب DFCEM و FSVM (DFCEM-FSVM)	*			اینترنت اشیا پزشکی (IoMT) و بلاک چین
آذر و همکاران (۱۴۰۰)	بررسی فناوری بلاک‌چین و ارتباط آن با مدیریت زنجیره تأمین پایدار	برنامه ریزی برای بکارگیری و اجرای فن آوری بلاک‌چین با در نظر گرفتن محدودیت داخلی و خارجی سازمان و تقسیم موانع به چهار دسته	-	*	*		مدیریت زنجیره تأمین و پایداری
Ghasemian Sahebi et al (2022)	شناسایی و اجرا روابط بین توانمندسازهای پذیرش BT در RESC	موقعیت‌های بهتری را برای تمرین کنندگان فراهم می‌کند تا استراتژی‌های BT اجرا شده در انرژی‌های تجدیدپذیر را در	استفاده از روش مدل‌سازی ساختاری تفسیری فازی	*			بلاک‌چین در زنجیره تأمین انرژی‌های تجدیدپذیر

				یک RESC مبتنی بر داده‌های زمان واقعی طراحی کنند.		
			(FISM) و آزمایش تصمیم‌گیری فازی و روش آزمایشگاهی ارزیابی (FDEMATEL)			
مددی موسوی (۱۳۹۹)	شناسایی فرت‌ها و چالش‌های استفاده از فناوری بلاک‌چین در زنجیره تأمین تجهیزات و ملزومات پزشکی	فرصتی جهت رفع چالش‌ها و افزایش شفافیت	روش مطالعه با توجه به اهداف آن به صورت کیفی است.	*	زنجیره تأمین تجهیزات و ملزومات پزشکی	

۳- روش تحقیق

این پژوهش را می‌توان از نوع تحقیقی در نظر گرفت که از روش ادغامی تصمیم‌گیری و استخراج و ارزیابی ریسک‌های توسعه بلاک‌چین در زنجیره تأمین مالی و قابلیت اطمینان، استفاده می‌کند. همچنین، این تحقیق بر اساس هدف، از نوع توسعه‌ای و ارزیابی و از لحاظ روش در زمره تحقیقات توصیفی از نوع مدل‌سازی تصمیم‌گیری به شمار می‌رود. به‌طور خلاصه فلوجارت اجرای پژوهش به شرح ذیل است (شکل-۱).

انتخاب شرکت‌کنندگان در تحقیق حاضر از مد نظر قرار دادن پنج معیار صورت پذیرفت که عبارت‌اند از:

- کلیدی بودن
- شناسایی‌شده توسط سایرین
- فهم نظری موضوع
- تنوع
- موافقت با مشارکت

و شاخص‌های کمی که در انتخاب خبرگان مدنظر قرار گرفت نیز عبارت است از:

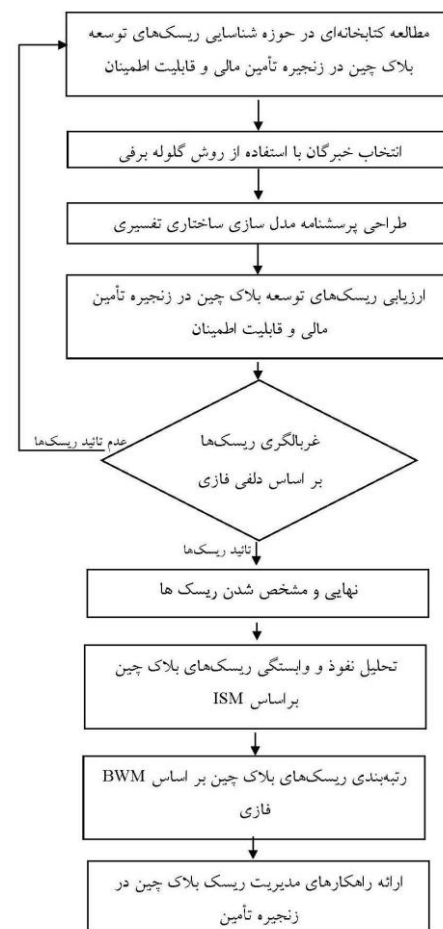
- مدیران ارشد با فعالیت مستقیم در زنجیره تأمین
 - مدیران میانی با سابقه مدیریت در حوزه فناوری بلاک‌چین
- پس از تحلیل محتوایی ریسک‌های شناسایی‌شده با استفاده از نظرات خبرگان و طوفان فکری ریسک‌ها در این گام غربالگری نهایی شده اصلی‌ترین ریسک‌های استفاده از بلاک‌چین در مدیریت زنجیره تأمین استخراج خواهند شد؛ از این‌رو رویکرد منطقی روش دلفی فازی به شرح ذیل است: بر اساس نظریه مجموعه‌های فازی، یک عدد فازی، مجموعه فازی خاصی به صورت $\tilde{A} = x \in R / \mu_{\tilde{A}}(x)$ می‌باشد که در آن، x مقادیر حقیقی عضو مجموعه R را می‌پذیرد و تابع

$$\mu_x(x) = \begin{cases} (x-l)/(m-l) & l \leq x < m \\ 1 & x = m \\ (u-x)/(u-m) & m < x \leq u \\ 0 & otherwise \end{cases}$$

عضویت آن به صورت $\mu_{\tilde{A}}(x)$ می‌باشد. یک عدد فازی مثلثی A عددی با تابع عضویت تکه‌ای خطی μ_A به صورت رابطه ذیل تعریف می‌شود:

l : کران پایین

m : محتمل‌ترین حالت



شکل (۱). فلوجارت مراحل و فرآیند انجام تحقیق

u: کران بالا

که می‌تواند به صورت عدد فازی مثلثی (l, m, u) نشان داده شود.

در این مطالعه متغیرهای کلامی برای تعیین اهمیت شاخص‌ها، مطابق با اعداد فازی مثلثی در جدول (۲) فازی سازی شده است.

جدول ۲: متغیرهای کلامی و اعداد فازی متناظر در فن خبرگی

اعداد فازی مثلثی	متغیرهای کلامی
(۰.۲۵, ۰.۰)	اهمیت خیلی کم
(۰.۵, ۰.۲۵, ۰)	اهمیت کم
(۰.۷۵, ۰.۵, ۰.۲۵)	اهمیت متوسط
(۱, ۰.۷۵, ۰.۵)	اهمیت زیاد
(۱, ۱, ۰.۷۵)	اهمیت خیلی زیاد

پس از گردآوری داده‌ها، میانگین فازی نظرات n پاسخ‌دهنده محاسبه می‌شود و در ادامه کار فازی‌زدایی و تعیین میزان اهمیت ریسک‌ها انجام می‌گردد و ریسک‌های دارای ارزش کمتر از مقدار میانگین حذف می‌گردند.

در گام بعد از روش مدل‌سازی ساختاری تفسیری ابتدا به شناسایی عوامل مؤثر و اساسی پرداخته و سپس روابط بین این عوامل حاصل می‌شود.

مراحل روش ISM:

۱- تعیین متغیرها

ابتدا با مطالعه ادبیات تحقیق ریسک‌های فرآیند مشخص می‌شود. سپس توسط خبرگان و متخصصین، مورد ارزیابی قرار گرفته و نهایی می‌شود.

۲- تشکیل ماتریس خودتعاملی ساختاری (SSIM)

این ماتریس برای تجزیه و تحلیل ارتباط فی‌مابین عناصر تشکیل و برای نشان دادن ارتباطات بین آن‌ها از چهار علامت ذیل استفاده می‌شود:

V: ارتباط یک‌طرفه از i به j

A: ارتباط یک‌طرفه از j به i

X: ارتباط دوطرفه از i به j و بالعکس

O: هیچ ارتباطی بین i و j وجود ندارد

۳- تشکیل ماتریس دستیابی اولیه (RM)

در این مرحله با استفاده از قانون جایگذاری ۰-۱، ماتریس SSIM به ماتریس ۰-۱ تبدیل می‌شود. به

این ماتریس، ماتریس دستیابی اولیه گفته می‌شود. ۴- تشکیل ماتریس دستیابی اصلاح‌شده (ماتریس دستیابی نهایی)

از آنجاکه طبق خاصیت تعدی، اگر عنصر i منجر به عنصر j شود و عنصر j منجر به حصول عنصر k گردد به همین ترتیب عنصر i نیز باید منجر به عنصر k گردد. اگر این رابطه برقرار نبود در ماتریس از علامت * استفاده می‌کنیم.

۵- تعیین سطح ریسک‌ها

در این مرحله با به دست آمدن ماتریس دستیابی نهایی برای تعیین سطح ریسک‌ها دو مجموعه قابل‌دستیابی (خروجی) و مجموعه مقدم (ورودی) را تعریف کرده و سپس اشتراک آن‌ها را به دست آورده بدین ترتیب که مجموعه قابل‌دستیابی، مجموعه‌ای است که در ماتریس دستیابی نهایی، عدد ریسک‌ها در سطر به صورت یک ظاهر شده باشد و مجموعه مقدم مجموعه‌ای است که در آن عدد ریسک‌ها در ستون‌ها؛ به صورت یک ظاهر شده باشد.

۶- ترسیم مدل نهایی ساختاری تفسیری

در این مرحله با توجه به نتایج به دست آمده از تعیین سطح، در مرحله قبل، ترسیم مدل نهایی ابعاد صورت می‌گیرد و سپس برای تعیین روابط (جهت پیکان‌ها) از ماتریس خود تعاملی ساختاری (SSIM) استفاده خواهد شد.

۷- تحلیل جدول نفوذ - وابستگی

در تجزیه و تحلیل متغیرها برحسب قدرت نفوذ و وابستگی (که از ماتریس RM استخراج می‌شوند) به چهار دسته تقسیم می‌شوند.

روش تجزیه و تحلیل اطلاعات:

روش BWM فازی در رتبه‌بندی شاخص‌های شناسایی شده: پس از غربالگری و دسته‌بندی شاخص‌های کلیدی در این بخش شاخص‌های شناسایی شده با استفاده از روش بهترین-بدترین^۱ اولویت‌بندی خواهند شد که مراحل این روش به شرح ذیل می‌باشد:

○ گام اول: مشخص کردن مجموعه معیارها

○ گام دوم: مشخص کردن بهترین (به عبارت دیگر

مطلوب‌ترین و مهم‌ترین) و بدترین (نامطلوب‌ترین

و بی‌اهمیت‌ترین) معیارها

¹ Best Worth Method.

برنامه‌های پیاده‌سازی سیاست‌های بلاک چین در زنجیره تأمین مشخص و معرفی خواهد شد. با توجه به ارائه مدل LP، جهت حل مدل از نرم‌افزار GAMS و سالور (حل مسئله) CPLEX استفاده خواهد شد.

مدل ریاضی انتخاب شده:

اندیس‌ها

I اندیس راهکارهای بلاک چین

پارامترها

Wik وزن راهکارهای مشخص شده در روش

BWM (وزن متغیر K که با راهکار i مرتبط است)

قابلیت اطمینان

Ci بودجه هر متغیر ارزیابی شده در BWM

B بودجه کل در اختیار جهت اجرای راهکارهای

بلاک چین در زنجیره تأمین

متغیر تصمیم

Xi درصد اجرای راهکار i (در خصوص اجرای

راهکارهای بلاک چین در زنجیره تأمین)

تابع هدف

$$\max Z = \sum_i \sum_k x_i * w_{ik}$$

$$\sum_i c_i * x_i \leq B$$

$$0 \leq x_i \leq 1$$

○ گام سوم: مشخص کردن میزان عملکرد بهترین معیار در برابر سایر معیارها با استفاده از اعداد بین ۱ تا ۹

○ گام چهارم: مشخص کردن عملکرد همه معیارهای نسبت به بدترین معیار با استفاده از اعداد ۱ تا ۹

○ گام پنجم: یافتن وزن‌های بهینه $(w1^*, w2^*, \dots, wn^*)$

دفاعی سازی CFCS¹ در BWM:

نظرات خبرگان به صورت فازی وارد ماتریس ارتباط مستقیم می‌شود. سپس همین ماتریس با الگوی CFCS فازی زدایی می‌شود. ماتریس قطعی به دست آمده به عنوان ماتریس اولیه انتخاب می‌شود و سایر گام‌های به روش قطعی ادامه پیدا می‌کند. مراحل اجرای این روش به شرح زیر است.

○ مرحله اول: نرمال سازی مقادیر

○ مرحله دوم: به دست آوردن حد بالا و پایین و وسط نرمال شده

راهکارهای کاهش ریسک های پیاده سازی بلاک چین در زنجیره تأمین:

پس از اجرای روش BWM و وزن دهی به ریسک‌های بلاک چین، در این مرحله راهکارهای ارزیابی و رتبه‌بندی شده با استفاده از مدل ریاضی انتخاب خواهند شد.

با توجه به مدل ریاضی ارائه شده میزان اجرای هر یک از

جدول ۳: نمادگذاری ریسک‌ها

نماد	شرح ریسک	مرجع-Refrence
C1	سیاسی و حکومتی	De Filippi et al., 2020 - Tatar et al., 2020
C2	قابلیت اطمینان	Ma et al., 2020 - Kuang Lo et al., 2020 - Daim et al., 2020 - Reyna et al., 2018
C3	و قابلیت اطمینان سرویس‌دهی	Saxena and Sarkar 2022 - Liyanage et al., 2023 - Zhang et al., 2023
C4	سودآوری	Albrecher et al., 2022 - Liu et al., 2022
C5	امنیت	Chen et al., 2023 - Bao et al., 2022 - Zhang et al., 2023
C6	شبکه‌سازی	A. Ferreira et al., 2023- Patil et al., 2023- Abed Mohammed et al., 2023
C7	مسائل سازمانی	Dehghani et al., 2022- Kathrin Ostern et al., 2021
C8	حریم خصوصی	Naser Alsuqaih et al., 2023- Ul Hassan et al., 2020- Huang et al., 2020
C9	مسائل اجتماعی	S. Thompson and Rust, 2023- Llacuna, 2018
C10	اثرات زیست‌محیطی	O. Nawari and Ravindran, 2019

¹ Collaborative Fuzzy Control Strategy

در گام بعدی دیدگاه ۱۴ خبره برای سنجش میزان اهمیت ریسک‌ها به شرح جدول پیوست است جمع آوری می‌شود و سپس داده‌های جمع‌آوری شده ارزش‌گذاری فازی می‌شوند. سپس میانگین فازی نظرات خبرگان محاسبه می‌شود و در ادامه کار جهت فازی زدایی و تعیین اهمیت ریسک‌های استفاده از بلاک چین در تاب‌آوری زنجیره تأمین معرفی می‌شود. میانگین فازی و مقدار قطعی مقادیر مربوط به ریسک‌ها در جدول زیر نشان داده شده است. لذا جهت افزایش دقت ارزیابی، ریسک‌هایی که مقدار قطعی نظرات بیش از میانگین مقدار فازی (بزرگ‌تر از ۰/۵) باشد مورد تأیید واقع می‌گردد، به شرح ذیل است:

جدول ۴: دفازی سازی

نماد	شرح ریسک	میانگین فازی			مقدار قطعی
		0.27	0.52	0.73	
C1	سیاسی و حکومتی	0.27	0.52	0.73	0.51
C2	قابلیت اطمینان	0.43	0.68	0.84	0.66
C3	سرویس‌دهی	0.45	0.68	0.84	0.67
C4	سودآوری	0.27	0.50	0.71	0.50
C5	امنیت	0.45	0.68	0.86	0.67
C6	شبکه‌سازی	0.27	0.50	0.71	0.50
C7	مسائل سازمانی	0.45	0.68	0.86	0.67
C8	حریم خصوصی	0.45	0.68	0.86	0.67
C9	مسائل اجتماعی	0.34	0.59	0.80	0.58
C10	اثرات زیست‌محیطی	0.45	0.68	0.86	0.67

C10	C9	C8	C7	C6	C5	C4	C3	C2	C1	
X	X	X	X	X	X	X	X	X	-	C1
X	X	0	X	0	X	V	X	-		C2
X	X	0	X	X	0	X	-			C3
X	X	X	X	0	0	-				C4
X	X	X	X	X	-					C5
0	X	X	X	-						C6
X	X	X	-							C7
0	A	-								C8
X	-									C9
-										C10

با توجه به ارزیابی صورت پذیرفته در گام اول غربالگری، مشخص گردید کلیه ریسک‌ها شناسایی شده مورد تأیید بوده و در گام بعدی به ارزیابی ارزش‌گذاری ریسک‌ها پرداخته شده است.

۳-۴. تدوین مدل ساختاری تفسیری

تشکیل ماتریس خودتعاملی ساختاری (SSIM)

با توجه به بررسی انجام شده در نحوه ارتباطی بین شاخص‌ها، مشخص شد که کلیه شاخص‌های شناسایی شده مورد تأیید هستند. بنابر این ماتریس خودتعاملی تشکیل می‌گردد و این ماتریس را در بین ۱۴ نفر خبره پخش کرده و اطلاعات به دست می‌آید:

تشکیل ماتریس دستیابی اولیه (RM)

	C10	C9	C8	C7	C6	C5	C4	C3	C2	C1	
C1	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	-	
C2	۱	۱	۰	۱	۰	۱	۱	۱	-	۱	
C3	۱	۱	۰	۱	۱	۰	۱	-	۱	۱	
C4	۱	۱	۱	۱	۰	۰	-	۱	۰	۱	
C5	۱	۱	۱	۱	۱	-	۰	۰	۱	۱	
C6	۰	۱	۱	۱	-	۱	۰	۱	۰	۱	
C7	۱	۱	۱	-	۱	۱	۱	۱	۱	۱	
C8	۰	۰	-	۱	۱	۱	۱	۰	۰	۱	
C9	۱	-	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	
C10	-	۱	۰	۱	۰	۱	۱	۱	۱	۱	

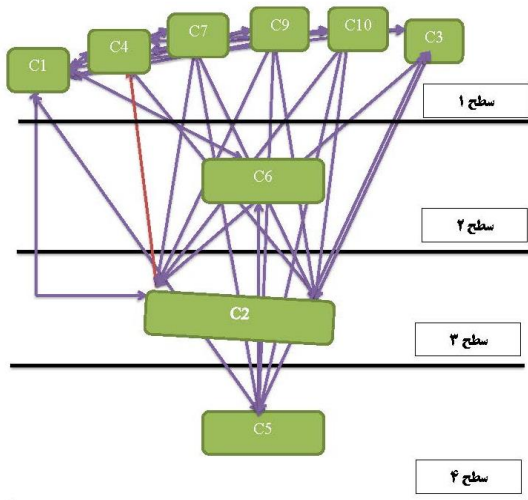
تعیین سطح ریسک‌ها

در این مرحله با به دست آمدن ماتریس دستیابی نهایی برای تعیین سطح ریسک‌ها دو مجموعه قابل دستیابی (خروجی) و مجموعه مقدم (ورودی) را تعریف کرده و سپس اشتراک آن‌ها به دست می‌آید. بدین ترتیب که مجموعه قابل دستیابی، مجموعه‌ای است که در ماتریس دستیابی نهایی، عدد معیارها در سطر به صورت یک ظاهر شده باشد و مجموعه مقدم مجموعه‌ای است که در آن عدد معیارها در ستون‌ها، به صورت یک ظاهر شده باشد.

با به دست آوردن اشتراک این دو مجموعه ستون بعدی جدول (اشتراک) تکمیل خواهد شد. اولین سطری که اشتراک دو مجموعه برابر با مجموعه قابل دستیابی باشد، سطح اول اولویت مشخص خواهد شد. پس از تعیین سطح، معیار یا معیارهایی که سطح آن مشخص شده است را از جدول حذف کرده و آن‌قدر این عمل را تکرار می‌کنیم تا تمامی ریسک‌های باقیمانده نیز تعیین سطح شوند و پس از تعیین سطح نهایی، شکل نهایی ریسک‌ها با استفاده از سطوح تعیین شده ترسیم خواهد شد.

ترسیم مدل نهایی ساختاری تفسیری

در این مرحله با توجه به نتایج به دست آمده از تعیین سطح در مرحله قبل، ترسیم مدل نهایی ابعاد صورت می‌گیرد.



ماتریس اصلاح شده (ماتریس دستیابی نهایی)

از آنجاکه طبق خاصیت تعدی اگر عنصر i منجر به عنصر j شود و عنصر j منجر به حصول عنصر k گردد به همین ترتیب عنصر i نیز باید منجر به عنصر k گردد. اگر این رابطه برقرار نبود در ماتریس از علامت * استفاده می‌کنیم. به این مرحله ماتریس دستیابی اصلاح شده یا ماتریس دستیابی نهایی می‌گویند.

نقوذ	C10	C9	C8	C7	C6	C5	C4	C3	C2	C1	
C1	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	
C2	۱	۱	*۱	۱	۰	۱	۱	۱	۱	۱	
C3	۱	۱	*۱	۱	۱	۰	۱	۱	۱	۱	
C4	۱	۱	۱	۱	۰	*۱	۱	۱	۰	۱	
C5	۱	۱	۱	۱	۱	۱	*۱	*۱	۱	۱	
C6	*۱	۱	۱	۱	۱	۱	*۱	۱	۰	۱	
C7	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	
C8	*۱	*۱	۱	۱	۱	۱	۱	*۱	۰	۱	
C9	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	
C10	۱	۱	*۱	۱	۰	۱	۱	۱	۱	۱	
وابستگی	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۷	۹	۱۰	۱۰	۷	۱۰	

گام ۴: تعیین اهمیت سایر معیارها نسبت به بدترین معیار

جدول ۸: بردار مقایسه زوجی برای بدترین معیار

میانگین وزن ریسک‌های استفاده از بلاکچین در مدیریت زنجیره تأمین بر اساس نظر خبرگان			
مهم‌ترین بعد w1			
۴.۸	W6	۱	W1
۶.۲	W7	۳.۶	W2
۴	W8	۴.۲	W3
۴.۶	W9	۳	W4
۴.۸	W10	۵.۴	W5

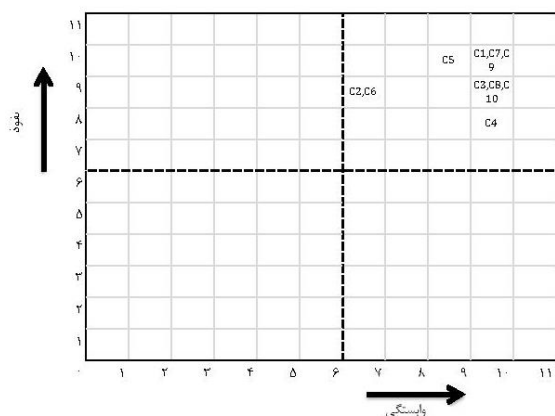
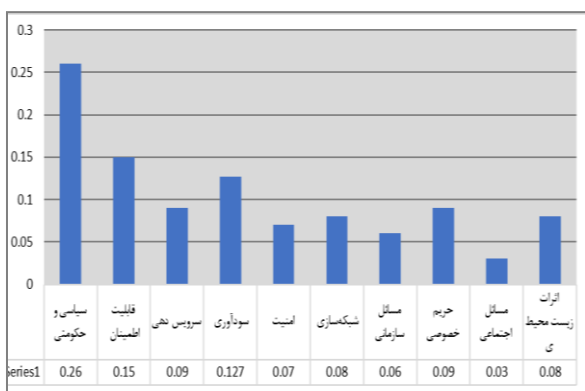
گام ۵: تعیین وزن‌های بهینه

بر اساس روابط بین معیارها و مدل پیوست، وزن بهینه شاخص‌ها از طریق نرم‌افزار Lingo به صورت جدول ذیل به دست می‌آید.

جدول ۹: وزن محاسبه شده شاخص‌های تحقیق

W1	W2	W3	W4	W5	W6	W7	W8	W9	W10
0.26	0.15	0.09	0.12	0.07	0.08	0.06	0.09	0.03	0.08

از این رو رتبه‌بندی ریسک‌های استفاده از بلاکچین در تاب‌آوری مدیریت زنجیره تأمین به شرح ذیل است:



شکل (۴). نمودار رتبه‌بندی ریسک‌های استفاده از بلاکچین

جدول نفوذ- وابستگی و تحلیل آن

با توجه به نتایج حاصل از تحلیل انجام شده، متغیرهای جدول غیر ایستا هستند، زیرا هر نوع تغییر در آن می‌تواند سیستم را تحت تأثیر قرار دهد و در نهایت بازخور سیستم نیز می‌تواند این متغیرها را دوباره تغییر دهد.

جدول ۵: جدول نفوذ و وابستگی شاخص‌ها

ابعاد	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10
نفوذ	۱۰	۹	۹	۸	۱۰	۹	۱۰	۹	۱۰	۹
وابستگی	۱۰	۷	۱۰	۱۰	۹	۷	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰

۴-۴- ارزیابی و اولویت‌بندی ریسک‌های استفاده از

بلاکچین در مدیریت تاب‌آوری زنجیره تأمین

با توجه به شناسایی ریسک‌های استفاده از بلاکچین در مدیریت زنجیره تأمین، رتبه‌بندی آنها بر اساس مراحل ذیل انجام می‌شود:

گام ۱: تعیین مجموعه‌ای از ریسک‌های تصمیم‌گیری

جدول ۶: ریسک‌های تصمیم‌گیری

نماد	ریسک‌های شناسایی شده	نماد	ریسک‌های شناسایی شده
W1	سیاسی و حکومتی	W6	شبکه‌سازی
W2	قابلیت اطمینان	W7	مسائل سازمانی
W3	سرویس‌دهی	W8	حریم خصوصی
W4	سودآوری	W9	مسائل اجتماعی
W5	امنیت	W10	اثرات زیست‌محیطی

گام ۲: تعیین بهترین (مطلوب‌ترین، مهم‌ترین) و بدترین (نامطلوب‌ترین، کم‌اهمیت‌ترین) معیار در این بخش با توجه به نظر سنجی از خبرگان، بهترین ریسک شناسایی شده W1 و بدترین ریسک نیز W9 ارزیابی و معرفی شدند.

گام ۳: تعیین اهمیت بهترین معیار نسبت به سایر معیارها

جدول ۷: بردار مقایسه زوجی برای بهترین معیار

میانگین وزن ریسک‌های استفاده از بلاکچین در مدیریت زنجیره تأمین بر اساس نظر خبرگان			
مهم‌ترین بعد w1			
۴.۸	W6	۱	W1
۶.۲	W7	۳.۶	W2
۴	W8	۴.۲	W3
۴.۶	W9	۳	W4
۴.۸	W10	۵.۴	W5

مشخص شدند. که عبارتند از C1, C3, C5, C7, C8, C9, C10, C2, C6, C4, C1, C3, C5, C7, C8, C9, C10, C6, C4, C2, که غیر ایستا هستند و هر نوع تغییری در آن می‌تواند سیستم را تحت تاثیر قرار دهد و در نهایت بازخور سیستم میتواند این شاخص‌ها را تغییر دهد. با استفاده از روش BWM فازی با توجه به نظرسنجی از خبرگان، بهترین شاخص شناسایی شده w1 و بدترین شاخص نیز w9 ارزیابی و معرفی شدند و پس از تعیین وزن‌ها و ارائه راهکارها، راهکار شماره ۲ و ۳ و ۴ و ۵ و ۶ و ۸ سیاست مناسب است که در جدول ۱۰ به آن اشاره شده است.

جدول ۱۰: راهکارهای انتخاب شده

استفاده از سیاست‌های ارزیابی دیجیتال	x_1
توسعه شبکه‌های بلاک‌چین در کلیه بخش‌های زنجیره تأمین	x_2
استفاده از راهبرد انعطاف‌پذیری در توسعه زنجیره تأمین	x_3
آموزش روش‌های استفاده از فناوری بلاک‌چین در کلیه سطوح زنجیره تأمین	x_5
توسعه قابلیت اطمینان در شبکه بلاک‌چین	x_8

نتیجه‌گیری و ارائه پیشنهادات:

علاوه بر مواردی که به عنوان برخی از عوامل موثر در تاب‌آوری زنجیره تأمین گفته شد، نکات دیگری هم می‌توانند در این مسیر کمک‌کننده باشند. مانند حرکت به سمت دیجیتالی شدن و استقبال از تغییرات و فناوری‌های جدید. با توجه به ارزیابی صورت پذیرفته در حوزه نقش فناوری بلاک‌چین و اینترنت اشیا بر روی زنجیره تأمین، تاکنون اکثر پژوهش‌ها به راهبرد اجرایی این فناوری‌ها بر عملکرد بهتر زنجیره تأمین اشاره نموده‌اند ولی تاکنون پژوهشی در حوزه ارزیابی ریسک اثربخشی و چگونگی اثربخشی عامل‌های بلاک‌چین بر روی زنجیره تأمین مالی و قابلیت اطمینان بحث و بررسی انجام نداده‌اند. از این رو پیشنهادهای این پژوهش به صورت ذیل بیان می‌گردد:

- انعطاف‌پذیری نیازمند تاب‌آوری است. برای انطباق با شرایط در کمترین زمان بررسی عوامل کلیدی انعطاف‌پذیر در بهبود تاب‌آوری زنجیره تأمین کمک‌کننده خواهد بود.
- تأمین بودن قدرت مالی و افزونگی از عوامل مهم بقای یک شرکت در بازار پر تلاطم کسب و کارهای امروزی است که خود باعث سودآوری و بهبود عملکرد سایر

همان‌طور که مشاهده می‌شود، رتبه‌بندی‌ها به صورت؛ سیاسی و حکومتی با وزن ۰.۲۶ در رتبه اول و قابلیت اطمینان با وزن ۰.۱۵ در رتبه دوم و سودآوری با وزن ۰.۱۲۷ در رتبه سوم قرار گرفتند. با استفاده از روش BWM با توجه به نظرسنجی از خبرگان، بهترین شاخص شناسایی شده w1 و بدترین شاخص نیز w9 ارزیابی و معرفی شدند.

بحث:

سرعت بالای تغییرات محیطی زمینه‌ساز بروز سطح بالایی از رفتارهای آشفته در زنجیره تأمین خواهد بود. این روند نیازمند افزایش تاب‌آوری زنجیره تأمین شرکت‌ها می‌باشد. با شناسایی ریسک‌ها و چالش‌های توسعه بلاک‌چین در بهبود تاب‌آوری زنجیره تأمین نقاط ضعف زنجیره تأمین شناسایی می‌شود و با مدیریت صحیح می‌توان گامی مؤثر در جهت بهبود عملکرد زنجیره تأمین برداشت که در این تحقیق به آن پرداخته شده است. در این تحقیق پس از تحلیل محتوایی ریسک‌های شناسایی شده با استفاده از نظرات ۱۴ خبره و طوفان فکری ریسک‌ها در این گام غربالگری نهایی شده و ۱۰ شاخص به عنوان ریسک‌های استفاده از بلاک‌چین در مدیریت زنجیره تأمین استخراج شد و با استفاده از رویکرد منطقی روش دلفی فازی با توجه به انحراف کم زیر ۰.۱ نظرات به‌دست‌آمد. داده‌های جمع‌آوری شده مطابق با جدول ارزش-گذاری فازی می‌شوند و در گام بعدی میانگین فازی نظرات خبرگان محاسبه می‌شود و در ادامه کار جهت فازی-زدایی و تعیین اهمیت ریسک‌های استفاده از بلاک‌چین در تاب‌آوری زنجیره تأمین معرفی می‌شود، شاخص‌هایی که مقدار قطعی نظرات بیش از میانگین مقدار فازی (بزرگ‌تر از ۰/۵) باشد مورد تأیید واقع می‌گردد.

در گام اول غربالگری، مشخص گردید کلیه ریسک‌های شناسایی شده مورد تأیید بوده است. پس از تشکیل ماتریس خود تعاملی، این ماتریس را در بین ۱۴ نفر خبره پخش کرده و اطلاعات را به دست می‌آوریم و به روش مذکور نمونه عمل کرده و ماتریس جمع‌بندی نظرات خبرگان را به دست می‌آوریم. سپس به تشکیل ماتریس خود تعاملی ساختاری (SSIM) و پس از آن ماتریس دست‌یابی اولیه (RM) و در نهایت ماتریس دست‌یابی اصلاح‌شده (ماتریس دست‌یابی نهایی) پرداخته شده است و پس از تعیین سطح شاخص‌ها به ۴ سطح دست یافتیم.

با استفاده از تحلیل MICMAC شاخص‌های کلیدی که از قدرت نفوذ بالایی برخوردارند در دو گروه مستقل یا پیوندی

- بخش‌های زنجیره تأمین نیز می‌گردد.
- حفظ حریم خصوصی در قراردادها باعث سوق شرکت‌ها به استفاده از فناوری‌های IOT و بلاک‌چین می‌شود.
- آموزش استفاده از فناوری‌ها و بیان ریسک‌ها و چالش‌های استفاده از بلاک‌چین پیش از استفاده از این فناوری‌ها.
- همچنین پیشنهادهایی نیز برای پروژه‌های آتی به شرح ذیل عنوان می‌گردد:
- بلاک‌چین ترکیبی به عنوان ترکیبی از بلاک‌چین خصوصی و عمومی تعریف می‌شود. در تحقیق‌های آتی می‌توان به تفصیل در مورد هر یک از بلاک‌چین‌ها بررسی‌های لازم را انجام داد.
- میتوان در تحقیق‌های آتی از روش‌های دیگری نظیر SWARA, AHP, ANP, DANP, ... نیز استفاده کرد.
- پژوهشگران در تحقیقات آتی خود می‌توانند به بررسی ریسک‌ها در زنجیره‌های تأمین دیگر نیز اشاره کنند.

۷- پیوست‌ها

پیوست ۷-۱:

جدول ۱۱: خبرگان پژوهش

ردیف	مشخصات پاسخ‌دهنده	رشته تحصیلی	پست سازمانی	سابقه آشنایی با زنجیره تأمین	میزان تحصیلات	جنسیت	سن	آشنایی با بلاک‌چین		
								زیاد	متوسط	کم
D ₁	پاسخ‌دهنده ۱	مدیریت بازرگانی	کارشناس بازرگانی	۵ سال	کارشناسی	زن	۴۱	✓		
D ₂	پاسخ‌دهنده ۲	عمران	مدیر برنامه ریزی	۳ سال	ارشد	مرد	۳۸		✓	
D ₃	پاسخ‌دهنده ۳	منابع انسانی	مدیر بازرگانی و واردات	۱۰ سال	ارشد	مرد	۵۶	✓		
D ₄	پاسخ‌دهنده ۴	فناوری اطلاعات	مدیر فناوری اطلاعات	۸ سال	کارشناسی	مرد	۳۹	✓		
D ₅	پاسخ‌دهنده ۵	صنایع	کارشناس خبره تجهیزات	۵ سال	کارشناسی	مرد	۲۹	✓		
D ₆	پاسخ‌دهنده ۶	فناوری اطلاعات	مدیر فناوری‌های نوین	۴ سال	ارشد	مرد	۳۳		✓	
D ₇	پاسخ‌دهنده ۷	مدیریت	مدیر کل دفتر تجهیزات پزشکی	۶ سال	دکترا	مرد	۵۱	✓		
D ₈	پاسخ‌دهنده ۸	مکانیک	کارشناس فنی	۲ سال	ارشد	مرد	۳۸	✓		
D ₉	پاسخ‌دهنده ۹	مدیریت اطلاعات	کارشناس خبره فنی	۴ سال	کارشناسی	مرد	۴۱	✓		
D ₁₀	پاسخ‌دهنده ۱۰	صنایع	مدیر لجستیک	۴ سال	دکترا	زن	۳۵	✓		
D ₁₁	پاسخ‌دهنده ۱۱	صنایع	معاون لجستیک	۶ سال	ارشد	مرد	۴۵		✓	
D ₁₂	پاسخ‌دهنده ۱۲	عمران	کارشناس خبره صنایع پزشکی	۷ سال	کارشناسی	مرد	۵۰	✓		
D ₁₃	پاسخ‌دهنده ۱۳	کامپیوتر	معاون فنی	۱۰ سال	ارشد	مرد	۳۹	✓		
D ₁₄	پاسخ‌دهنده ۱۴	مدیریت	کارشناس خبره بازرگانی	۸ سال	ارشد	مرد	۴۱		✓	

پیوست ۷-۲:

جدول (۱۲) دیدگاه خبرگان برای هریک از ریسک‌ها

کارشناس ۷	کارشناس ۶	کارشناس ۵	کارشناس ۴	کارشناس ۳	کارشناس ۲	کارشناس ۱	نماد
زیاد	متوسط	متوسط	کم	متوسط	خیلی زیاد	خیلی کم	c1
متوسط	خیلی زیاد	خیلی زیاد	متوسط	کم	متوسط	خیلی زیاد	c2
خیلی کم	کم	زیاد	خیلی زیاد	زیاد	خیلی زیاد	خیلی زیاد	c3
خیلی زیاد	متوسط	کم	خیلی زیاد	خیلی زیاد	متوسط	خیلی کم	c4
زیاد	کم	خیلی کم	متوسط	زیاد	خیلی زیاد	زیاد	c5
خیلی زیاد	متوسط	متوسط	متوسط	خیلی زیاد	کم	کم	c6
خیلی زیاد	متوسط	زیاد	خیلی زیاد	خیلی کم	خیلی زیاد	متوسط	c7
خیلی کم	خیلی زیاد	کم	متوسط	زیاد	کم	زیاد	c8
متوسط	متوسط	متوسط	خیلی زیاد	خیلی زیاد	متوسط	متوسط	c9
زیاد	کم	کم	خیلی زیاد	زیاد	خیلی زیاد	کم	c10
کارشناس ۱۴	کارشناس ۱۳	کارشناس ۱۲	کارشناس ۱۱	کارشناس ۱۰	کارشناس ۹	کارشناس ۸	نماد
متوسط	کم	متوسط	کم	زیاد	کم	خیلی زیاد	c1
زیاد	خیلی زیاد	زیاد	خیلی زیاد	متوسط	متوسط	کم	c2
کم	زیاد	زیاد	کم	زیاد	خیلی زیاد	خیلی زیاد	c3
زیاد	متوسط	زیاد	کم	متوسط	کم	کم	c4
خیلی زیاد	متوسط	خیلی زیاد	زیاد	متوسط	خیلی زیاد	زیاد	c5
کم	کم	متوسط	کم	کم	کم	متوسط	c6
کم	خیلی کم	کم	متوسط	کم	متوسط	کم	c7
کم	متوسط	کم	خیلی کم	کم	متوسط	خیلی کم	c8
کم	زیاد	کم	متوسط	متوسط	متوسط	متوسط	c9
خیلی زیاد	زیاد	خیلی زیاد	زیاد	زیاد	خیلی زیاد	زیاد	c10

پیوست-۷-۳:

جدول ۱۳: ماتریس تعیین سطح اول

ابعاد	مجموعه قابل دستیابی (خروجی)	مجموعه مقدم (ورودی)	اشتراک	سطح
C1	۱۰-۹-۸-۷-۶-۵-۴-۳-۲-۱	۹-۸-۷-۶-۵-۴-۳-۲-۱ ۱۰	۱۰-۹-۸-۷-۶-۵-۴-۳-۲-۱	۱
C2	۱۰-۹-۸-۷-۵-۴-۳-۲-۱	۱۰-۹-۷-۵-۳-۲-۱	۱۰-۹-۷-۵-۳-۲-۱	
C3	۱۰-۹-۸-۷-۶-۴-۳-۲-۱	۹-۸-۷-۶-۵-۴-۳-۲-۱ ۱۰	۱۰-۹-۸-۷-۶-۴-۳-۲-۱	۱
C4	۱۰-۹-۸-۷-۵-۴-۳-۱	۹-۸-۷-۶-۵-۴-۳-۲-۱ ۱۰	۱۰-۹-۸-۷-۵-۴-۳-۱	۱
C5	۱۰-۹-۸-۷-۶-۵-۴-۳-۲-۱	۱۰-۹-۸-۷-۶-۵-۴-۲-۱	۱۰-۹-۸-۷-۶-۵-۴-۲-۱	
C6	۱۰-۹-۸-۷-۶-۵-۴-۳-۱	۹-۸-۷-۶-۵-۳-۱	۹-۸-۷-۶-۵-۳-۱	
C7	۱۰-۹-۸-۷-۶-۵-۴-۳-۲-۱	۹-۸-۷-۶-۵-۴-۳-۲-۱ ۱۰	۱۰-۹-۸-۷-۶-۵-۴-۳-۲-۱	۱
C8	۱۰-۹-۸-۷-۶-۵-۴-۳-۱	۹-۸-۷-۶-۵-۴-۳-۲-۱ ۱۰	۱۰-۹-۸-۷-۶-۵-۴-۳-۱	۱
C9	۱۰-۹-۸-۷-۶-۵-۴-۳-۲-۱	۹-۸-۷-۶-۵-۴-۳-۲-۱ ۱۰	۱۰-۹-۸-۷-۶-۵-۴-۳-۲-۱	۱
C10	۱۰-۹-۸-۷-۵-۴-۳-۲-۱	۹-۸-۷-۶-۵-۴-۳-۲-۱ ۱۰	۱۰-۹-۸-۷-۵-۴-۳-۲-۱	۱

جدول ۱۴: ماتریس تعیین سطح دوم

ابعاد	مجموعه قابل دستیابی (خروجی)	مجموعه مقدم (ورودی)	اشتراک	سطح
C2	۸-۵-۳-۲	۵-۳-۲	۵-۳-۲	
C5	۸-۶-۵-۳-۲	۸-۶-۵-۲	۸-۶-۵-۲	
C6	۸-۶-۵-۳	۸-۶-۵-۳	۸-۶-۵-۳	۲

جدول ۱۵: ماتریس تعیین سطح سوم

ابعاد	مجموعه قابل دستیابی (خروجی)	مجموعه مقدم (ورودی)	اشتراک	سطح
C2	۵-۳-۲	۵-۳-۲	۵-۳-۲	۳
C5	۵-۳-۲	۵-۲	۵-۲	

جدول ۱۶: ماتریس تعیین سطح چهارم

ابعاد	مجموعه قابل دستیابی (خروجی)	مجموعه مقدم (ورودی)	اشتراک	سطح
C5	۵	۵	۵	۴

مراجع

- [1] V. Ahmadi, S. Benjelloun, M. El Kik, T. Sharma, H. Chi and W. Zhou. "Drug Governance: IoT-based Blockchain Implementation in the Pharmaceutical Supply Chain." *Conference Paper*, (2020).
- [2] P. Zelbst, J. Kenneth, W. Green, V.E. Sower, and Ph.L. Bond. "The Impact of RFID, IIoT, and Blockchain Technologies on Supply Chain Transparency." *Journal of Manufacturing Technology Management* 31, no. 3 (2019): 441–57.
- [3] M.A. Kaviani, M.S. Mobin and E. Bottani. "Supply Chain Resilience Assessment: A Grey Systems Theory Approach." *International Conference on Industrial Engineering and Operations Management Detroit, Michigan, USA*. (2016).
- [4] K. Green, W.R. Inman, V.E. Sower, and P.J. Zelbst. "Comprehensive Supply Chain Management Model." *Supply Chain Management an International Journal* 24, no. 5 (2019): 590–603.
- [5] B.V. Korneychuk. "Political Economy of Distributed Capitalism <<I>>(on the Book by D. Tapscott and a. Tapscott 'Blockchain Revolution. How the Technology Behind Bitcoin Is Changing Money, Business, and the World')<<I>>." *Voprosy Ekonomiki*, no. 3 (2018): 153–60.
- [6] A. Wright and P. De Filippi. "Decentralized Blockchain Technology and the Rise of Lex Cryptographia." *SSRN Electronic Journal*, January 1, (2015).
- [7] S.M.H. Bamkan and E. Nasiri. "Application of blockchain technology in the field of health and security of the drug supply chain." *The Fourth International Industrial Management Conference, Yazd*. (2018). (in Persian)
- [8] M. Khoda bakhsh. "Investigating supply chain financing in the context of blockchain." *The Fifth National Conference on Applied Research in Management and Accounting*. Tehran. (2017). (in Persian)
- [9] Gh. Eslami and R. Khodayari. "Identifying the opportunities and challenges of using blockchain technology in the supply chain of medical equipment and supplies." *A Systematic Review Mashhad Ferdowsi University*. (2021). (in Persian)
- [10] P. Zelbst, J. Kenneth, W. Green, V.E. Sower, and Ph.L. Bond. "The Impact of RFID, IIoT, and Blockchain Technologies on Supply Chain Transparency." *Journal of Manufacturing Technology Management* 31, no. 3 (2019): 441–57.
- [11] H. Min. "Blockchain Technology for Enhancing Supply Chain Resilience." *Business Horizons* 62, no. 1 (2018): 35–45.
- [12] A. Di Vaio and L. Varriale. "Blockchain Technology in Supply Chain Management for Sustainable Performance: Evidence From the Airport Industry." *International Journal of Information Management* 52 (2019).
- [13] I.S. Ghasemian, A. Mosayebi, B. Masoomi, and F. Marandi. "Modeling the Enablers for Blockchain Technology Adoption in Renewable Energy Supply Chain." *Technology in Society* 68 (2022): 101871.
- [14] X. Lu. "Implementation of Art Therapy Assisted by the Internet of Medical Things Based on Blockchain and Fuzzy Set Theory." *Information Sciences* 632 (2023): 776–90.