

Challenges of Blockchain Implementation in Supply Chain: A Multi-Criteria Decision-Making Approach

Parninan Hendiazad¹, Nasser Safaie^{2*}, Majid Mirzaee Ghazani³

¹ Department of Industrial Engineering, K.N. Toosi University of Technology, Tehran, Iran

² Department of Industrial Engineering, K.N. Toosi University of Technology, Tehran, Iran

³ Department of Industrial Engineering, K.N. Toosi University of Technology, Tehran, Iran

Received: 28 July 2024, Revised: 27 October 2024, Accepted: 06 November 2024

Paper type: Research

Abstract

Today, blockchain has emerged as an advanced and secure technology in supply chain management. This innovative approach involves linking transaction information through encrypted blocks sequentially. Although research in blockchain has primarily highlighted its benefits, significant obstacles remain underexplored. This study first identifies barriers to blockchain adoption in sustainable supply chains from the literature. The goal is to evaluate these factors in terms of effectiveness and influence, using a combined DEMATEL and ANP technique. By focusing on management practices, the research systematically identifies and ranks issues related to blockchain integration in sustainable supply chains. The results indicate that the criteria with the highest priority among twelve selective barriers are: "disagreement among supply chain partners and stakeholders regarding blockchain technology," "resistance from traditional supply chain partners to blockchain implementation," and "lack of trust in blockchain's security capabilities in its application within the supply chain." Finally, the study offers management recommendations to address these obstacles. Recommendations include: clearly presenting blockchain security rules and standards at the organizational level, increasing awareness of blockchain's security capabilities through adequate advertising, and providing public training to clarify technology ambiguities for organization members.

Keywords: Blockchain technology, Supply chain, Fuzzy DEMATEL, Fuzzy ANP, Fuzzy Delphi.

* Corresponding author's email: nsafaie@kntu.ac.ir

چالش‌های پیاده‌سازی بلاکچین در زنجیره تامین با رویکرد تصمیم‌گیری چندمعیاره

پرنیان هندی آزاد^۱، ناصر صفایی^{۲*}، مجید میرزایی قزانی^۳

^۱ دانشکده مهندسی صنایع، دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی، تهران، ایران

^۲ دانشکده مهندسی صنایع، دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی، تهران، ایران

^۳ دانشکده مهندسی صنایع، دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی، تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۵/۰۷ تاریخ بازبینی: ۱۴۰۳/۰۸/۰۶ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۸/۱۶

نوع مقاله: پژوهشی

چکیده

امروزه بلاکچین به عنوان یک فناوری پیشرفته و ایمن در حوزه مدیریت زنجیره تامین ظهور کرده است. این رویکرد نوآورانه شامل اتصال اطلاعات تراکنش از طریق بلوک‌های رمزگذاری شده به روشی متوالی است. تا کنون پژوهش‌های انجام شده در زمینه بلاکچین بیشتر به مزایای این تکنولوژی پرداخته است ولی در این مسیر، موانع مهمی نیز وجود دارند که به طور کافی مورد توجه قرار نگرفته‌اند. در پژوهش حاضر، ابتدا موانع پذیرش بلاکچین در زنجیره تامین از ادبیات استخراج شده است. چون هدف، ارزیابی عوامل از نظر تاثیرگذاری و تاثیرپذیری است، از تکنیک ترکیبی دیمتل و تحلیل شبکه‌ای استفاده شده است. این تحقیق با تمرکز بر شیوه‌های مدیریتی، به طور سیستماتیک اشکالات و موانع مرتبط با ادغام بلاکچین در زنجیره تامین را شناسایی و رتبه بندی کرده است. نتایج حاصله نشان می‌دهد که به ترتیب معیارهای «عدم توافق کلیه شرکا و ذینفعان زنجیره تامین در به کارگیری فناوری بلاکچین»، «مقاومت شرکای سنتی زنجیره تامین در اجرای فناوری بلاکچین» و «عدم اعتماد به توانمندی امنیتی فناوری بلاکچین در به کارگیری آن در زنجیره تامین» دارای بالاترین اولویت در میان دوازده مانع انتخابی است. در انتها توصیه‌های مدیریتی متناسب با موانع ارائه گردیده است. ارائه شفاف قوانین و استانداردهای امنیتی بلاکچین در سطح سازمان‌ها، تبلیغات کافی برای قابلیت‌ها و توانمندی‌های امنیت بلاکچین در زنجیره تامین برای کاربران، ارائه آموزش‌های همگانی برای آگاهی اعضای سازمان جهت برطرف شدن ابهامات این تکنولوژی از جمله راهکارهای مدیریتی این پژوهش می‌باشد.

کلیدواژگان: تکنولوژی بلاکچین، زنجیره تامین، دیمتل فازی، تحلیل شبکه‌ای فازی، دلفی فازی.

* رایانامه نویسنده مسئول: nsafaie@kntu.ac.ir

۱- مقدمه

در سال‌های اخیر، پیشرفت‌های علمی و فناوری با شتاب بالایی اتفاق افتاده که تأثیرات قابل توجهی بر زندگی روزمره و بخش‌های مختلف کاری گذاشته‌اند. با ظهور فناوری‌های جدید، برخی از آن‌ها به سرعت در جامعه پذیرفته می‌شوند و تغییرات عمیقی در شیوه‌های موجود ایجاد می‌کنند؛ در حالی که برخی دیگر به دلایل متعددی با استقبال کمتری مواجه می‌شوند و به تدریج از صحنه خارج می‌گردند. به همین دلیل، شناسایی و تحلیل عواملی که منجر به پذیرش یا عدم پذیرش فناوری‌ها می‌شود، به یک موضوع کلیدی برای محققان تبدیل شده است. برای پاسخ به این نیاز، در طول دهه‌های گذشته مدل‌ها و نظریه‌های متعددی توسعه یافته‌اند که به بررسی فرآیندهای پذیرش فناوری توسط کاربران می‌پردازند و سعی دارند درک بهتری از دلایل موفقیت یا شکست این فناوری‌ها ارائه دهند. این نظریه‌ها با تحلیل عوامل مؤثر بر رفتار کاربران، مسیر پذیرش و استفاده از فناوری‌های جدید را شفاف‌تر می‌کنند و به پژوهشگران این امکان را می‌دهند که فناوری‌ها را به‌طور مؤثرتری طراحی و پیاده‌سازی نمایند [1].

پذیرش فناوری به فرآیند قبول و به‌کارگیری نوآوری‌ها و فناوری‌های جدید توسط کاربران اطلاق می‌شود. این مفهوم از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است، زیرا موفقیت فناوری‌ها به میزان پذیرش آن‌ها توسط جامعه بستگی دارد. نظریه‌های مختلفی در این زمینه توسعه یافته‌اند که به بررسی عواملی می‌پردازند که می‌توانند بر تصمیم‌گیری کاربران برای پذیرش یا عدم پذیرش فناوری تأثیر بگذارند. یکی از مدل‌های برجسته در این زمینه، مدل پذیرش فناوری^۱ است که دو عامل کلیدی «مفید بودن» و «سهولت استفاده» را به عنوان عوامل اصلی تعیین‌کننده پذیرش فناوری معرفی می‌کند. علاوه بر این، نظریه یکپارچه‌سازی پذیرش و استفاده از فناوری یوتی‌آی‌توتی^۲ نیز به شناسایی عواملی نظیر تأثیر اجتماعی و تسهیل شرایط می‌پردازد که می‌تواند بر رفتار پذیرش تأثیر بگذارد [2].

پذیرش فناوری‌های نوین در زنجیره تأمین به عنوان یک عامل کلیدی در بهبود کارایی و تقویت ارتباطات بین شرکای زنجیره تأمین شناخته می‌شود. فناوری اطلاعات یکپارچه می‌تواند جریان اطلاعات را تسهیل کرده و همکاری بهتری بین تأمین‌کنندگان و مشتریان فراهم آورد. این فناوری‌ها به سازمان‌ها کمک می‌کنند تا فرآیندهای داخلی را بهبود بخشند و به یکپارچگی بالاتری در زنجیره

تأمین دست یابند. با این حال، چالش‌هایی در پذیرش و پیاده‌سازی این فناوری‌ها وجود دارد که می‌تواند بر موفقیت آن‌ها تأثیر بگذارد. بنابراین، درک دقیق از ابعاد مختلف پذیرش فناوری و تأثیر آن بر زنجیره تأمین برای بهینه‌سازی فرآیندها و ایجاد همکاری مؤثر ضروری است [3].

با ورود فناوری بلاکچین، مدیریت و انتقال اطلاعات در زنجیره تأمین تحول یافته است. شرکت‌ها به دلیل ترس از افشای نقاط ضعف و اطلاعات حساس خود، مقاوم به تغییر هستند و از اشتراک‌گذاری اطلاعات اجتناب می‌کنند. این نقص در ارتباطات می‌تواند منجر به عدم شفافیت و اطمینان در زنجیره تأمین شود. بلاکچین با ارائه امنیت، شفافیت، عدم وابستگی به واسطه‌گران و ثبت غیرقابل تغییر داده‌ها، این مشکلات را رفع می‌کند [4]. همچنین مدیریت موجودی ناکافی می‌تواند منجر به انباشت بیش از حد منابع، عدم دسترسی خریداران به محصولات، از دست رفتن فروش و افزایش هزینه‌ها شود. فناوری بلاکچین به کسب‌وکارها امکان می‌دهد تا به صورت زنده بر تمام مراحل زنجیره تأمین نظارت کنند. این فناوری به شرکای زنجیره تأمین اجازه می‌دهد تا با همکاری و اشتراک‌گذاری اطلاعات، تصمیم‌های صحیح‌تری بگیرند و محصولات پایدارتری تولید کنند [5]. یکی دیگر از مشکلات اساسی در زنجیره تأمین، غیرقابل ردیابی بودن کالا است. غیرقابل ردیابی بودن کالاها در زنجیره تأمین منجر به کاهش کارایی، شفافیت، افزایش ریسک و افت کیفیت می‌شود. فناوری بلاکچین با ثبت دقیق و غیرقابل دست‌کاری تراکنش‌ها، امکان ردیابی دارایی‌ها را فراهم کرده و این مشکلات را حل می‌کند [6].

علاوه بر این، بهینه‌سازی عملکرد صادرات در بازار جهانی برای شرکت‌های کوچک و متوسط اهمیت زیادی دارد. صادرات مؤثر نیازمند مدیریت اسناد، ترخیص کالا و هماهنگی لجستیکی پیچیده است. فناوری بلاکچین می‌تواند با بهبود کارایی و امنیت عملیات، تحویل به موقع کالا، افزایش رضایت مشتری و کاهش هزینه‌های عملیاتی را برای این شرکت‌ها فراهم کند [7]. به این ترتیب کاربرد فناوری بلاکچین تا کنون توانسته است صرفه‌جویی‌های قابل ملاحظه‌ای را در هزینه‌ها به همراه داشته باشد. به عنوان نمونه، شرکت بین‌المللی حمل و نقل بزرگ مرسک^۳ پس از شروع همکاری با شرکت آی‌بی‌ام^۴ با مدیریت بهینه کانتینرهای دریایی خود، توانست میلیارد‌ها دلار در هزینه‌ها صرفه‌جویی کند [8]. بلاکچین، به عنوان یک تکنولوژی نوآورانه، در سال‌های اخیر به سرعت به یکی

³ Mearsk Line (Shipping Company)⁴ The International Business Machines¹ TAM² UTAUT

منظور، پرسش‌های زیر مطرح شده است:

۱. موانع پذیرش تکنولوژی بلاکچین چیست؟
۲. آیا تکنولوژی بلاکچین به تکامل شبکه زنجیره تامین کمک می‌کند؟
۳. تأثیر موانع پذیرش تکنولوژی بلاکچین در زنجیره تامین بر یکدیگر چگونه است؟
۴. راهکارهای مدیریتی جهت مقابله با موانع استفاده از تکنولوژی بلاکچین در زنجیره تامین چیست؟
۵. رفع موانع پذیرش تکنولوژی بلاکچین، چه تأثیری بر پیشرفت شبکه زنجیره تامین خواهد داشت؟

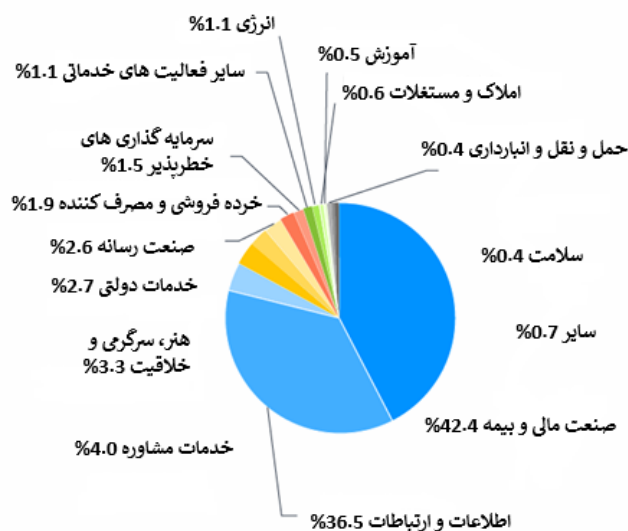
۲- پیشینه تحقیق

مطالعه حاضر به بررسی موانع پذیرش بلاکچین در مدیریت زنجیره تامین با استفاده از روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره پرداخته است. در این پژوهش، تلاش شده است تا با بهره‌گیری از ابزارهای تحلیلی، علل و موانع مختلف در مسیر پذیرش بلاکچین در زنجیره تامین شناسایی گردد و راهکارهایی برای پیشگیری یا غلبه بر این موانع ارائه گردد.

معمارپور [10] به بررسی تحلیل و اولویت‌بندی موانع پذیرش فناوری بلاکچین در زمینه لجستیک بشردوستانه پرداخته‌اند. این پژوهش با هدف ارائه یک چارچوب یکپارچه برای ارزیابی موانع، از رویکرد افام‌ای^۴ مبتنی بر زد-آراس^۵ در سه مرحله استفاده کرده است. در مرحله اول، ۱۰ مانع اصلی شناسایی و مقادیر آرپی‌ان^۵ محاسبه شده است. سپس، با دریافت نظرات خبرگان، به این عوامل وزن‌دهی شده و در نهایت، با در نظر گرفتن عدم قطعیت، موانع اولویت‌بندی گردیده‌اند. نتایج نشان می‌دهد که مشکلات یکپارچه‌سازی، ریسک حملات سایبری و ریسک‌های فناوری به عنوان موانع بحرانی شناسایی شده‌اند و روش پیشنهادی در مقایسه با دیگر روش‌ها، مانند افام‌ای و آرأس فازی، مؤثرتر و قابل اعتمادتر بوده است.

فرهادی [11] به بررسی و اولویت‌بندی موانع استفاده از تکنولوژی بلاکچین در زنجیره تامین شرکت‌های بسته‌بندی صنایع غذایی در شهرکرد پرداخته است. هدف این تحقیق شناسایی موانع و مشکلات موجود در مسیر استفاده از بلاکچین در زنجیره تامین صنایع غذایی بوده است. پژوهش از روش آمیخته (کیفی و کمی) استفاده کرده و با جمع‌آوری داده‌ها از خبرگان و انجام مطالعات میدانی، موانع

از محورهای اصلی توجه دولت‌ها و شرکت‌ها تبدیل شده است. این تکنولوژی که ابتدا با ارزهای دیجیتال همچون بیت‌کوین شناخته شد، به عنوان یک اکوسیستم گسترده از کاربردها در حوزه‌های مختلف به کار برده شده است. شکل ۱ درصد استارت‌آپ‌ها در صنایع مختلف با تمرکز بر فناوری بلاکچین را نشان می‌دهد.



شکل ۱. درصد استارت‌آپ‌ها در صنایع مختلف با تمرکز بر فناوری بلاکچین [9]

پژوهش‌های فعلی در زمینه بلاکچین بیشتر به مزایای این تکنولوژی متمرکز شده‌اند ولی در این مسیر، موانع مهمی نیز وجود دارند که به طور کافی مورد توجه قرار نگرفته‌اند. برای پیشرفت بهتر در این حوزه، ضروری است که تحقیقات بیشتری به شناسایی و حل این موانع اختصاص یابد. هدف اصلی پژوهش حاضر عبارت است از بررسی و نگاشت موانعی که برای پذیرش تکنولوژی بلاکچین در زنجیره تامین وجود دارد و همچنین بررسی میزان تأثیر عوامل شناسایی شده بر یکدیگر و رتبه‌بندی عوامل از نظر میزان تأثیرگذاری و تأثیرپذیری آن‌ها. این پژوهش بر حسب هدف با توجه به پرداختن به حل یک مسئله در دنیای واقعی، در حیطه پژوهش‌های کاربردی و از نظر گردآوری اطلاعات جزو پژوهش‌های پیمایشی قرار گرفته است. در این پژوهش، ابتدا موانع پذیرش بلاکچین در زنجیره تامین از مرور ادبیات استخراج شده است و سپس با استفاده از روش ترکیبی، شامل ترکیب دیمتل^۱ و تحلیل شبکه‌ای فازی^۲، موانع رتبه‌بندی شده است. هدف این پژوهش ارزیابی عوامل از نظر تأثیرگذاری و تأثیرپذیری است. به همین

^۴ Z-ARAS: Additive Ratio Assessment

^۵ RPN: Risk Priority Number

^۱ DEMATEL

^۲ ANP: The Analytic Network Process

^۳ FMEA: Failure Mode and Effects Analysis

نقل است. سپس از یک روش تجزیه و تحلیل فازی برای شناسایی موانع، ارزیابی اهمیت آن‌ها و روشن کردن ارتباطات بین آن‌ها استفاده شده است. نتایج نشان می‌دهد که وابستگی موانع به هم، اقداماتی که درباره یک یا چند مانع انجام می‌شود، می‌تواند تأثیرات چرخه بسته‌ای ایجاد کند. این یافته‌ها تأکید می‌کند که دولت و نهادهای مربوطه نقش بسیار حیاتی در انتقال فناوری بلاکچین در مدیریت پسماند ساختمانی دارند.

ساهو [15] با انجام یک بررسی ادبیات سیستماتیک و تحلیل بایبلیومتریک^۱ بر ۱۴۶ مقاله مرتبط با بلاکچین در زمینه مدیریت زنجیره تامین پایدار، به یک مرور جامع از تحقیقات با کیفیت در این حوزه پرداخته است. نتایج نشان داده است که بلاکچین در ارتقای فعالیت‌های تجاری پایدار، سیستم‌های پشتیبانی تصمیم‌گیری با استفاده از بلاکچین، و سامانه حمل و نقل هوشمند تأثیرگذار است.

بودخوم [16] نقش بلاکچین در مدیریت زنجیره تامین پایدار را بررسی کرده و از روش جستجوی جامع در ادبیات و نظرات متخصصان برای تحلیل موانع بهره برده‌اند. موانع اجرای بلاکچین در سه بعد تکنولوژیک و سیستمی، محیطی و سازمان داخلی دسته‌بندی شده‌اند. متدلوژی این پژوهشگر ترکیب دیمتل و ای‌اچ‌پی فازی^۲ بوده است و نتایج نشان داده که «سیاست و پشتیبانی دولت» و «چالش‌ها در ادغام شیوه‌های پایدار و فناوری بلاکچین در مدیریت زنجیره تامین پایدار» به عنوان موانع مهم در مسیر اجرای بلاکچین در مدیریت زنجیره تامین پایدار مראکش مطرح شده‌اند.

کوهی زاده و همکاران [17] به چگونگی دستیابی و بهبود پایداری مدیریت زنجیره تامین در توسط تکنولوژی بلاکچین پرداخته‌اند. وی از روش تصمیم‌گیری گروهی دیمتل فازی برای تحلیل موانع پذیرش بلاکچین استفاده کرده است. نتایج نشانگر آن است که موانع زنجیره تامین و فناوری از مهم‌ترین موانع در میان دانشگاهیان و کارشناسان صنعت هستند و این مطالعه مبانی نظری و عملی را برای درک بیشتر از پیاده‌سازی تکنولوژی بلاکچین در زنجیره تامین پایدار را فراهم کرده و به پیشنهادها و تحقیقاتی جهت مطالعات آتی پرداخته است.

صابری [18] بحرانی در مدیریت و کنترل زنجیره‌های تامین جهانی را مورد بررسی قرار داده است. در این پژوهش، به بررسی قراردادهای هوشمند و تکنولوژی بلاکچین و نقش آن‌ها در تحقق اهداف پایداری زنجیره تامین مورد توجه قرار گرفته است. موانع ممکن در پذیرش

شناسایی و سپس با استفاده از روش تحلیل مضمون و دیمتل، اولویت‌بندی شده‌اند. نتایج نشان می‌دهد که نبود تعهد مدیریت و موانع داخلی از مهم‌ترین عوامل تأثیرگذار بر استفاده از بلاکچین در زنجیره تامین صنایع غذایی هستند و بر ضرورت برطرف کردن این موانع تأکید شده است.

رحیمی [12] به بررسی استفاده از فناوری بلاکچین در زنجیره تامین صنایع غذایی پرداخته است. هدف اصلی این تحقیق شناسایی موانع موجود در مسیر استفاده از بلاکچین و ارائه یک مدل سلسله‌مراتبی برای این حوزه بوده است. در این راستا، ابتدا موانع مهم شناسایی و سپس با استفاده از مدل‌سازی ساختاری تفسیری، روابط بین این موانع بررسی شده است. نتایج نشان می‌دهد که موانع داخلی سازمانی و قانونی بیشترین تأثیر را در استفاده از بلاکچین در زنجیره تامین صنایع غذایی دارند.

کاپسون [13] به بررسی مدیریت زنجیره تامین پایدار با تمرکز بر موانع انتقال فناوری بلاکچین در زنجیره تامین کشاورزی در اقتصادهای در حال توسعه پرداخته است. این پژوهش به دنبال راهکارهایی برای مقابله با مشکلاتی مانند آلودگی غذایی، فساد و کار کودکان در صنعت کشاورزی است. نویسندگان ابتدا با استفاده از بررسی ادبیات، یک چارچوب دو سطحی از موانع را ارائه داده که شامل ۴ مانع اصلی و ۲۲ مانع فرعی می‌شود. سپس از روش تصمیم‌گیری گروهی سلسله‌مراتبی مبتنی بر دیمتل و مجموعه‌های احساسی مبهم احتمالی برای اولویت‌بندی موانع و شناسایی روابط تأثیرگذار بین آن‌ها استفاده کرده است. نتایج پژوهش نشان می‌دهد که مانع داخلی سازمانی به عنوان مهم‌ترین مانع تشخیص داده شده و مانع سیستم به عنوان مانعی با بیشترین تأثیر محاسبه شده است. همچنین، از مهم‌ترین موانع فرعی می‌توان به کمبود تعهد و پشتیبانی مدیریت، کمبود آگاهی مشتریان، چالش‌های امنیتی و کمبود مشارکت صنعت در روش‌های اخلاقی و ایمنی اشاره کرد.

یان [14] بر روی موضوعات مدیریت پسماند ساختمانی و فناوری بلاکچین تمرکز دارد و به شناسایی موانع انتقال فناوری بلاکچین در مدیریت پسماند ساختمانی و ارزیابی اهمیت آن‌ها می‌پردازد. این تحقیق به دلیل اهمیت بالای مدیریت پسماند ساختمانی برای تولید و توسعه پایدار و همچنین پتانسیل بالای فناوری بلاکچین برای بهبود فرآیندهای مدیریت پسماند انجام شده است. نویسندگان ابتدا یک چارچوب نظری بر مبنای مطالعات پیشین و یک مطالعه تجربی جدید توسعه داده که شامل پانزده مصاحبه در پنج شرکت حمل و

² IFAHP¹ Bibliometric

روش‌های متمرکز حفاظت از حریم خصوصی پرداخته شده است. سپس روشی مبتنی بر فناوری بلاکچین برای افزایش سطح محرمانگی کاربران ارائه شده است. این روش تلاش دارد با بهره‌گیری از ویژگی‌هایی نظیر تمرکززدایی، تغییرناپذیری و شفافیت، میزان افشای ناخواسته اطلاعات را به حداقل برساند. در بخش پیاده‌سازی، عملکرد این روش مورد ارزیابی قرار گرفته و نتایج نشان می‌دهد که استفاده از بلاکچین می‌تواند به‌طور قابل‌توجهی ریسک حملات سایبری و سوءاستفاده از داده‌های شخصی را کاهش دهد. یافته‌های این مطالعه می‌تواند برای توسعه‌دهندگان پلتفرم‌های اجتماعی و سیاست‌گذاران حوزه فناوری اطلاعات، در طراحی راهکارهایی برای حفاظت مؤثرتر از حریم خصوصی کاربران مفید باشد.

موانعی که توسط نویسندگان گردآوری شده، با صلاح دید ۳۰ خبره بلاکچین ادغام، شفاف و یا موارد جدید به آن‌ها اضافه شده است که این موانع به چهار دسته اصلی موانع سازمانی، موانع خارجی، موانع اقتصادی-اجتماعی و موانع تکنولوژیکی-سیستمی تقسیم شدند که در جدول ۱ آمده است.

در تحقیقات پیشین در حوزه بلاکچین و زنجیره تأمین، تلاش‌های زیادی برای شناسایی موانع و چالش‌های اجرایی این فناوری انجام شده است. با این حال، اغلب این مطالعات بر روش‌های سنتی و ابزارهای تحلیلی محدود متمرکز بوده و از رویکردهای نوین و ترکیبی غافل مانده‌اند. نوآوری اصلی این تحقیق در به‌کارگیری یک روش تحلیلی ترکیبی است که شامل دیمتل فازی و تحلیل شبکه‌ای فازی می‌باشد. این رویکرد به‌طور جامع و بهینه به شناسایی اولویت‌بندی موانع پذیرش بلاکچین در زنجیره تأمین می‌پردازد و با تجمیع داده‌ها و تحلیل‌های دقیق، بینش‌های عمیق‌تری را ارائه می‌دهد. این روش نوآورانه می‌تواند به عنوان یک چارچوب جدید در مطالعات آینده در این حوزه مطرح شود و به بهبود فرآیندهای پذیرش و پیاده‌سازی بلاکچین کمک کند.

بلاکچین، از جمله موانع بین‌سازمانی، داخل سازمان، فنی و خارجی ارائه و به بررسی نحوه پیشگیری و پذیرش این تکنولوژی در زنجیره تأمین پایدار پرداخته شده است. مطالعه به معرفی چارچوبی برای ارزیابی اولویت‌ها و موانع با استفاده از تکنیک‌های دیمتل و ای‌اچ‌پی فازی پرداخته است. طبق تحقیقات انجام شده، پژوهشگران در سال‌های اخیر موانع پذیرش تکنولوژی بلاکچین را در چهار دسته شامل موانع سازمانی، تکنولوژیکی و سیستمی، اجتماعی و اقتصادی، محیطی و خارجی و دولتی قرار دادند و با روش‌های تحقیق متفاوت پژوهش کردند.

الکوریچی [19] به بررسی موانع مؤثر بر پذیرش فناوری بلاکچین در زنجیره تأمین کشاورزی-غذایی (AFSC) در اقتصادهای در حال توسعه پرداخته‌اند. در این پژوهش با هدف ارتقای عملکرد زنجیره تأمین و تسهیل پیاده‌سازی مؤثر بلاکچین، ابتدا از طریق مرور نظام‌مند منابع علمی، موانع کلیدی شناسایی شده و سپس با نظرات خبرگان اعتبارسنجی شده‌اند. برای تحلیل ساختاری روابط میان موانع، از ترکیب دو روش مدل‌سازی ساختاری تفسیری^۱ و تکنیک DEMATEL استفاده شده است. نتایج پژوهش نشان می‌دهد که موانع متعددی از جمله ضعف زیرساخت‌های فناوری، نبود سیاست‌های حمایتی مشخص، کمبود نیروی انسانی ماهر و هزینه‌های بالای پیاده‌سازی، بر پذیرش این فناوری تأثیرگذارند. تحلیل‌های انجام‌شده به شناسایی روابط علی میان این موانع و درک بهتر از سازوکار تأثیرگذاری آن‌ها بر یکدیگر کمک کرده است. یافته‌ها، بینشی منحصر به فرد برای مدیران زنجیره تأمین کشاورزی، ارائه‌دهندگان خدمات بلاکچین و سیاست‌گذاران فراهم می‌آورد تا راهبردها و سیاست‌هایی مؤثر برای پذیرش موفق این فناوری در کشورهای در حال توسعه تدوین نمایند.

نگارپور و همکاران [20] به بررسی چالش‌های مرتبط با حفظ حریم خصوصی کاربران در شبکه‌های اجتماعی پرداخته‌اند. در این پژوهش، با هدف ارتقای امنیت داده‌های شخصی و مقابله با تهدیدات ناشی از افشای اطلاعات، ابتدا به مرور ادبیات موجود پیرامون

¹ ISM

جدول ۱. دسته‌بندی موانع پذیرش

ردیف	دسته بندی	معیار	منبع
۱	موانع سازمانی	ابهام در اهداف سازمانی	[13]
۲		چالش در ادغام تکنولوژی بلاکچین و زنجیره تامین	[17]
۳		فقدان پشتیبانی مدیریت عالی و منابع انسانی	[21][22][23]
۴		روش‌های حسابداری سنتی	[17][21]
۵		فقدان نیروی متخصص کافی در تکنولوژی بلاکچین	[17][21][22]
۶	موانع خارجی	استفاده در فعالیتهای غیر قانونی	[17][21]
۷		عدم شفافیت قوانین و مقررات مربوط به تکنولوژی بلاکچین	[17][18][21][22]
۸		مغایرت قوانین و استانداردهای زنجیره تامین با تکنولوژی بلاکچین	[17][21]
۹		رقابت بر سر میزان سرمایه‌گذاری شرکت‌ها در بکارگیری تکنولوژی بلاکچین	[17][21][22]
۱۰		عدم توافق کلیه شرکا و ذینفعان زنجیره تامین در بکارگیری تکنولوژی بلاکچین	[17][21][22]
۱۱		کمبود تقاضا برای محصولات پایدار	[24]
۱۲		مقاومت شرکای سنتی زنجیره تامین در اجرای تکنولوژی بلاکچین	[17][18][21][22]
۱۳		عدم آگاهی مشتری در مورد تاثیر تکنولوژی بلاکچین در زنجیره تامین	[17][18][21][24]
۱۴		کمبود آموزش	[24]
۱۵		چالش‌های مالیاتی	[24]
۱۶	موانع اقتصادی- اجتماعی	عدم توجه به استانداردهای زیست محیطی	[17]
۱۷		عدم توجه اقتصادی در توسعه زنجیره تامین بر بستر تکنولوژی بلاکچین	[25]
۱۸		چالش رعایت حریم خصوصی در بکارگیری تکنولوژی بلاکچین در زنجیره تامین	[17][18][21][22]
۱۹		هزینه انرژی بالا	[24]
۲۰		کیفیت پایین اینترنت	[23]
۲۱		عدم وجود ابزار برای اجرای تکنولوژی بلاکچین در زنجیره تامین	[17][18]
۲۲		عدم اعتماد به توانمندی امنیتی تکنولوژی بلاکچین در بکارگیری آن در زنجیره تامین	[17][18][21][22]

۳- مبانی نظری

در طول چند دهه گذشته، به دلیل پذیرش فناوری‌های دیجیتال، تغییر قابل توجهی در محیط کسب و کار جهانی ایجاد شده است. صنعت نسل پنجم^۱ فناوری ارتباطات جدید است که جایگزین صنعت نسل چهارم در نظر گرفته شده است، هدف آن استفاده از خلاقیت متخصصان در همکاری با ربات‌های کارآمد، هوشمند و دقیق، به منظور دست یابی به راه‌حل‌های نوین برای تولید با منابع کارآمدتر و انعطاف پذیرتر در مقایسه با نسل چهارم است [25]. در صنعت نسل پنجم، عواملی مانند سرمایه اجتماعی، جهت گیری کارآفرینی و رقابت در درک قابلیت مدیریتی و عملکرد در صنایع ضروری هستند. در صنعت نسل پنجم، عواملی مانند سرمایه اجتماعی، جهت گیری کارآفرینی و رقابت در درک قابلیت مدیریتی و عملکرد در صنایع ضروری هستند [26]. صنعت نسل پنجم مبتنی بر پیشرفت‌های صنعت نسل چهارم است که با ادغام فناوری‌های دیجیتال در فرآیندهای تولید مشخص شده است. انتقال به صنعت نسل پنجم شامل پذیرش فناوری‌های پیشرفته، همکاری، ایجاد

دانش و نوآوری است [27]. ادغام زنجیره تامین با نوع صنعت که بر میزان اثربخشی تاثیر می‌گذارد قابلیت سفارشی‌سازی انبوه را در صنایع افزایش می‌دهد [28]. نوآوری در صناعی مانند هوش مصنوعی^۲، فناوری-مالی^۳ و اینترنت اشیاء^۴ تحت تاثیر تغییرات ساختاری هستند که توسط رویدادهایی مانند بیماری پاندامیک کووید-۱۹^۵ تسریع شده‌اند [29]. صنعت نسل پنجم ارتباطات (5G) در حوزه بلاکچین تاثیرات زیادی دارد و این دو تکنولوژی با هم ترکیب شده، تاثیرات مضاعف و جالبی ایجاد کرده‌اند. ترکیب این دو، در بهبود عملکرد اموری مانند انتقال داده‌های حساس و اطلاعات مالی موثر است. برای مثال، در زمینه انتقال اطلاعات در زنجیره تامین، این ترکیب می‌تواند امنیت بیشتری برای اطلاعات شرکا فراهم کند. فناوری بلاکچین اطلاعات را در بلوک‌های متوالی ثبت و تایید می‌کند، که این اطلاعات غیرقابل تغییر و دستکاری می‌شوند. این فناوری، تمام تراکنش‌های بین شرکت‌ها را ضبط کرده و به راحتی تغییر یا هک شدن اطلاعات را غیرممکن می‌کند. اضافه کردن بلوک جدید به زنجیره باعث ایجاد پیچیدگی زیادی می‌شود و فرآیندهای قلب و تغییر تاریخچه تراکنش‌ها را دشوار می‌کند [30].

³ FinTech- Financial Technology

⁴ IoT-Internet of Things

⁵ COVID-19

¹ Industry 5.0

² AI- Intelligent Assistant

را هدف قرار می‌دهد. در واقع، زنجیره تامین پایدار نه تنها به مزیت‌های اقتصادی، بلکه به حفظ محیط زیست و بهبود شرایط اجتماعی نیز کمک می‌کند [34].

در راستای تحقق این اهداف، صنعت نسل پنجم که با سه محور اصلی خود، یعنی محوریت انسان، پایداری و تاب‌آوری، نقش کلیدی ایفا می‌کند [35]. محوریت انسان در این صنعت به معنای استفاده از فناوری‌های هوشمند در کنار نیروی انسانی است که نه تنها موجب افزایش انعطاف‌پذیری و خلاقیت در فرآیندهای تأمین می‌شود، بلکه توجه به حقوق انسانی و ارتقای شرایط کاری را نیز به همراه دارد. از سوی دیگر، پایداری به عنوان یکی از اصول صنعت نسل پنجم، باعث می‌شود که فرآیندهای تأمین با کاهش ضایعات، بهینه‌سازی مصرف منابع و کاهش آلودگی‌های محیطی همراه باشند. تاب‌آوری نیز با به‌کارگیری فناوری‌های پیشرفته و تحلیل‌های پیش‌بینی‌کننده، به زنجیره‌های تأمین کمک می‌کند تا در برابر بحران‌ها و اختلالات مقاوم‌تر شوند و بتوانند به سرعت با تغییرات محیطی سازگار شوند. در مجموع، صنعت نسل پنجم از طریق تعامل این سه عنصر اساسی، زنجیره‌های تأمین را به سمت پایداری بیشتر و عملکرد بهتر هدایت می‌کند [36].

فناوری بلاکچین می‌تواند با بهبود مصرف انرژی، ذخیره‌سازی و کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای، به حفظ منابع طبیعی کمک کند و مشکلات زیست‌محیطی را کاهش دهد [37]. با تکیه بر قراردادهای هوشمند، بلاکچین قادر است هزینه‌ها را کاهش دهد و به شکل مؤثر تاخیرهای اداری ناشی از روند دستی و یا نیمه خودکار را کاهش دهد [38]. فناوری بلاکچین برای ارزیابی تأمین‌کنندگان امکان نظارت دقیق بر عملکرد پایداری را فراهم می‌کند. این فناوری اطمینان حاصل می‌کند که محصولات از تولیدکننده تا مصرف‌کننده بدون واسطه منتقل شوند، بسته‌بندی‌ها قابل ردیابی باشند و تأثیرات زیست‌محیطی نیز تحت نظر قرار گیرند [39]. می‌توان با مدیریت دقیق فرایندهای تأمین و توزیع در شبکه‌های زنجیره تامین و بهره‌گیری از مفهوم پایداری برای هر مرحله از این فرایندها، اهداف توسعه پایدار را به‌طور کامل دست‌یافتنی‌تر کرد. داده‌های موجود در بلاکچین تغییر ناپذیرند زیرا تغییر یک بلوک مستلزم به‌روزرسانی تمام دفتر کل از همان نقطه به بعد است [40].

در دهه‌های اخیر، فناوری بلاکچین به عنوان عامل نوآورانه‌ای در مدیریت زنجیره تامین ظهور کرده است. اما همچنان موانعی در راه پذیرش آن در این حوزه وجود دارد که باید شناسایی و رفع شوند. این مطالعه به بررسی عمیق‌تر این موانع می‌پردازد و از روش‌های مناسب برای شناسایی و رفع آنها استفاده می‌کند تا توانایی بلاکچین

تکنولوژی بلاکچین به دلیل توانایی‌های امنیتی و شفافیتی که ارائه می‌دهد توانسته است توجه فراوانی را به خود جلب کند به گونه‌ای که در کاربردهای متعددی به عنوان یک ابزار قدرتمند مورد استفاده قرار گرفته است. به عنوان مثال، از برجسته‌ترین کاربردهای آن می‌توان به استفاده از ارزهای دیجیتال، انتقال دارایی‌ها، تضمین امنیت تراکنش‌های اینترنت اشیا، ردیابی مبادلات مالی بین‌المللی و حتی انجام فعالیت‌ها در حوزه‌های پزشکی و زنجیره‌تأمین اشاره کرد. این تکنولوژی به طور مستمر در حال تکامل و پیشرفت است و منجر به تغییرات چشم‌گیری در مدل‌های کسب و کار و ساختارهای اجتماعی شده است [31]. شکل ۲ چگونگی عملکرد بلاکچین در تکامل زنجیره تامین در بحث لجستیک را به تصویر کشیده است.



سامانه پایش‌ناسی با امواج رادیویی: RFID
کد رنگات شخص ثالث: PL3
کد پاسخ سریع: QR

شکل ۲. چگونگی عملکرد بلاکچین در زنجیره تامین [32]

در سه دهه اخیر، پایداری در زنجیره تامین به یک عامل اساسی در تحریک تقاضا و ایجاد وفاداری مشتریان تبدیل شده است. اخیراً، اهمیت زنجیره تامین برای ایجاد یک اقتصاد جهانی پایدار به طرز چشمگیری افزایش یافته است. بیش از ۹۳ درصد از ۲۵۰ شرکت بزرگ جهان گزارش داده‌اند که به پایداری توجه دارند [33]. مفهوم زنجیره تامین پایدار به معنای توجه به اثرات زیست‌محیطی و اجتماعی در فرآیندهای تأمین مواد و خدمات است. این مفهوم بر اهمیت مدیریت منابع و احترام به حقوق انسانی تأکید دارد و بهبود کارایی، کاهش آلودگی، استفاده بهینه از منابع و حفظ منابع طبیعی

۳-۱-۱- شناسایی شاخص‌های پژوهش با استفاده از مرور جامع مبانی نظری پژوهش

۳-۱-۲- جمع‌آوری نظرهای متخصصان تصمیم گیرنده: در این گام بعد از شناسایی معیارها، گروه تصمیم‌گیری متشکل از خبرگان مرتبط با موضوع پژوهش تشکیل شده و پرسش‌نامه، به منظور تعیین مرتبط بودن شاخص‌های شناسایی شده با موضوع اصلی پژوهش و غربالگری برای آن‌ها ارسال شده است که در آن متغیرهای زبانی و اعداد دلفی فازی طبق جدول ۲، برای بیان اهمیت هر شاخص به کار رفته است.

جدول ۲. عبارات زبانی و اعداد دلفی فازی [43]

اعداد فازی مثلثی	عبارات زبانی
(0, 0, 0.25)	خیلی کم
(0, 0.25, 0.5)	کم
(0.25, 0.5, 0.75)	متوسط
(0.5, 0.75, 1)	زیاد
(0.75, 1, 1)	خیلی زیاد

۳-۱-۳- تایید و غربالگری شاخص‌ها: این کار از طریق مقایسه مقدار ارزش اکتسابی هر شاخص با مقدار آستانه $\bar{g}$ صورت می‌پذیرد. مقدار آستانه با استنباط ذهنی تصمیم‌گیرنده معین می‌شود و مستقیم بر روی تعداد عواملی که غربال می‌شوند تاثیر خواهد داشت هیچ راه ساده و قانونی برای تعیین مقدار آستانه وجود ندارد. در این پژوهش مقدار ۰,۷ به عنوان مقدار آستانه در نظر گرفته شده است [44]. برای این کار ابتدا باید مقادیر فازی مثلثی نظرهای خبرگان محاسبه شده سپس برای محاسبه میانگین نظرات n پاسخ دهنده، میانگین فازی آن‌ها محاسبه شود. محاسبه عدد فازی τ برای هر یک از شاخص‌ها با استفاده از روابط ۱ تا ۴ صورت می‌گیرد [45].

$$\tilde{\tau}_{ij} = (a_{ij}, b_{ij}, c_{ij}), \quad i = 1, 2, \dots, n \quad j = 1, 2, \dots, m, \quad (1)$$

$$a_j = \sum_n \frac{a_{ij}}{n} \quad (2)$$

$$b_j = \sum_n \frac{b_{ij}}{n}, \quad (3)$$

$$c_j = \sum_n \frac{c_{ij}}{n}, \quad (4)$$

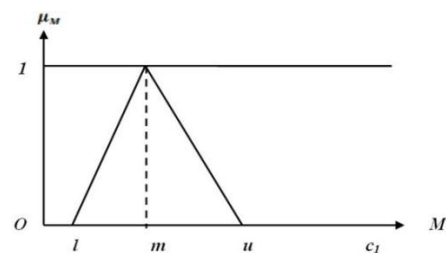
در روابط ۱ تا ۴ اندیس i به فرد خبره و اندیس j به شاخص تصمیم‌گیری اشاره دارد. همچنین مقدار دیفازی شده میانگین عدد فازی از رابطه ۵ بدست می‌آید در این معادله (a) حد پایینی، (b) حد میانی و (c) حد بالایی است.

$$Crisp = \frac{a+b+c}{3}, \quad (5)$$

در بهبود پایداری زنجیره تامین را تسهیل کند. از جمله ویژگی‌های مطالعه علمی با هدف حقیقت‌یابی، استفاده از یک روش تحقیقی مناسب است. روش پژوهش به عنوان یک فرایند نظام‌مند برای یافتن پاسخ یک پرسش یا حل یک مسئله است. در این بخش ضمن توضیح روش پژوهش، به توصیف و بررسی جامعه و نمونه پژوهش پرداخته می‌شود. سپس ابزار گردآوری اطلاعات (پرسشنامه‌ها) معرفی شده است و در پایان نیز به اختصار تصمیم‌گیری چند شاخصه مطرح می‌گردد.

۳-۱- روش دلفی فازی

قضایات‌های افراد در مورد ارجحیت‌ها اغلب برای تخمین ارزش عددی دقیق غیرشفاف است. به کارگیری منطق فازی برای بررسی مسائلی که دارای ابهام و عدم قطعیت هستند مفید است. اعداد فازی را با نماد $\sim$ بالای عدد نشان می‌دهند. عدد فازی مثلثی در شکل ۳ نشان داده شده است [41].



شکل ۳. نمایش عدد فازی مثلثی

روش دلفی برای نخستین بار توسط دلکی و هلمر در سال ۱۹۶۳ ارائه شد. در بسیاری از موقعیت‌های واقعی، قضاوت متخصصان نمی‌تواند به صورت اعداد کمتی قطعی بیان و تفسیر شود؛ به عبارت دیگر داده‌ها و اعداد قطعی به منظور مدل کردن سیستم‌های دنیای واقعی به علت ابهام و عدم قطعیت موجود در قضاوت تصمیم گیرندگان ناکافی است. در این راستا به منظور غلبه بر این مشکل که به وسیله لطفی‌زاده «نظریه مجموعه‌های فازی» در سال ۱۹۶۵ ارائه شد، ابزار مناسبی برای مقابله با ابهام و عدم قطعیت موجود در فرآیند تصمیم‌گیری است. در این پژوهش از روش دلفی فازی به منظور تأیید و غربالگری شاخص‌های شناسایی شده استفاده شده است. این روش ترکیبی از روش دلفی و نظریه مجموعه‌های فازی است که توسط ایشیکاوا و همکاران ارائه شد.

گامهای روش دلفی فازی عبارتند از [42]:

۳-۲-۲- روش ترکیب دیمتل و تحلیل شبکه‌ای فازی

تکنیک ترکیب دیمتل و تحلیل شبکه‌ای از رویکردهای جدید ترکیب دو روش دیمتل با ANP^1 است. این رویکرد با استفاده از ماتریس ارتباطات کل دیمتل، سوپرماتریس‌های ANP را تشکیل داده و به محاسبه وزن شاخص‌های پژوهش می‌پردازد. گام‌های این روش عبارت است از [46]:

۳-۲-۱- محاسبه ماتریس ارتباط مستقیم (D)

در این گام از پاسخ‌دهندگان خواسته شد تا میزان تأثیرگذاری معیار i بر معیار j را با استفاده از جدول ۳ نشان دهند. برای در نظر گرفتن نظر همه خبرگان طبق رابطه 3 از آن‌ها میانگین حسابی گرفته می‌شود.

$$\bar{z} = \frac{\bar{x}^1 \oplus \bar{x}^2 \oplus \bar{x}^3 \oplus \dots \oplus \bar{x}^p}{p} \quad (6)$$

در این فرمول p تعداد خبرگان و $\bar{x}^1, \bar{x}^2, \bar{x}^p$ به ترتیب ماتریس مقایسه زوجی خبره ۱، خبره ۲ و خبره p می‌باشد و $\bar{z}$ عدد فازی مثلثی به صورت $\bar{z}_{ij} = (l'_{ij}, m'_{ij}, u'_{ij})$ است.

جدول ۳. طیف پنج درجه‌ای تکنیک ترکیب دیمتل و تحلیل شبکه‌ای و

معادل قطعی برای عبارات کلامی

متغیر	معادل قطعی	معادل فازی
بدون تأثیر	۰	(0.0,0.0,0.25)
تأثیر کم	۱	(0.0,0.25,0.5)
تأثیر متوسط	۲	(0.25,0.5,0.75)
تأثیر زیاد	۳	(0.5,0.75,1)
تأثیر خیلی زیاد	۴	(0.75,1,1)

۳-۲-۲- نرمال‌سازی ماتریس ارتباط مستقیم

مطابق با رابطه ۷ ماتریس میانگین گام اول را نرمال کرده که آن ماتریس H نام دارد. برای نرمال‌سازی ماتریس به دست آمده، از فرمول‌های ۷ و ۸ استفاده شده است:

$$\bar{H}_{ij} = \frac{\bar{z}_{ij}}{r} = \left(\frac{l'_{ij}}{r}, \frac{m'_{ij}}{r}, \frac{u'_{ij}}{r} \right) = (l''_{ij}, m''_{ij}, u''_{ij}) \quad (7)$$

که r از رابطه ۸ به دست می‌آید:

$$r = \max_{1 \leq i \leq n} \left(\sum_{j=1}^n u'_{ij}, \sum_{i=1}^n u'_{ij} \right) \quad (8)$$

۳-۲-۳- محاسبه ماتریس ارتباط کامل معیارها (Tc)

بعد از محاسبه ماتریس‌های فوق، ماتریس روابط کل فازی با توجه به فرمول‌های ۴ و ۵ به دست می‌آید.

$$T = \lim_{k \rightarrow +\infty} (\bar{H}^1 \oplus \bar{H}^2 \oplus \dots \oplus \bar{H}^k) \quad (9)$$

که هر درایه آن عدد فازی به صورت است $(l_{ij}^t, m_{ij}^t, u_{ij}^t)$ است و به صورت روابط ۱۰، ۱۱ و ۱۲ محاسبه می‌شود:

$$[l_{ij}^t] = H_l \times (I - H_l)^{-1} \quad (10)$$

$$[m_{ij}^t] = H_m \times (I - H_m)^{-1} \quad (11)$$

$$[u_{ij}^t] = H_u \times (I - H_u)^{-1} \quad (12)$$

در این فرمول‌ها I ماتریس یکه و H_l, H_m, H_u هر کدام ماتریس $n \times n$ هستند که درایه‌های آن را به ترتیب عدد پایین، عدد میانی و عدد بالایی اعداد فازی مثلثی ماتریس H تشکیل می‌دهد.

۳-۲-۴- محاسبه شدت و جهت تأثیر

مطابق با رابطه ۸ و ۹ میزان شاخص D_i و R_j را محاسبه می‌نماییم. شاخص R_i بیانگر مجموع سطر i ام و شاخص R_j بیانگر مجموع ستون j ام از ماتریس Tc با توجه به بعد مربوطه می‌باشد. که از روابط ۱۳ و ۱۴ محاسبه می‌شوند.

$$\bar{D} = (\bar{D}_i)_{n \times 1} = [\sum_{j=1}^n \bar{T}_{ij}]_{n \times 1}, \quad (13)$$

$$\bar{R} = (\bar{R}_i)_{1 \times n} = [\sum_{j=1}^n \bar{T}_{ij}]_{1 \times n} \quad (14)$$

سپس میزان تعامل شاخص‌ها $(\bar{D}_i + \bar{R}_i)$ و رابطه بین معیارها $(\bar{D}_i - \bar{R}_i)$ مشخص می‌شود. اگر

- $\bar{D}_i - \bar{R}_i > 0$ باشد معیار مربوطه اثرگذار و اگر $\bar{D}_i - \bar{R}_i < 0$ باشد معیار مربوطه اثرپذیر است.

- $Ri + Dj$ = شدت اثرگذاری و اثرپذیری (به عبارت دیگر هرچه مقدار $Ri + Dj$ ، عاملی بیشتر باشد، آن عامل تعامل بیشتری با سایر عوامل سیستم دارد).

- $Ri - Dj$ = جهت تأثیر گذاری یا تأثیر پذیری (بدین صورت که اگر $Ri - Dj > 0$ باشد معیار مربوطه علت و اگر $Ri - Dj < 0$ باشد معیار مربوطه معلول است).

با توجه به مقادیر محاسبه شده در فوق، مقدار شاخص $ri + dj$ و $ri - dj$ برای معیارها و همچنین شاخص $\bar{D}_i + \bar{R}_i$ و $\bar{D}_i - \bar{R}_i$ برای ابعاد بدست آورده و سپس با استفاده از فرمول ۱۵ فازی‌زدایی شده

¹ The analytic network process

است:

$$T_c^{\alpha 11} = \begin{bmatrix} t_{c11}^{11}/d_{c1}^{11} & \dots & t_{c1j}^{11}/d_{c1}^{11} & \dots & t_{c1m_1}^{11}/d_{c1}^{11} \\ \vdots & & \vdots & & \vdots \\ t_{ci1}^{11}/d_{ci}^{11} & \dots & t_{cij}^{11}/d_{ci}^{11} & \dots & t_{cim_1}^{11}/d_{ci}^{11} \\ \vdots & & \vdots & & \vdots \\ t_{cm_11}^{11}/d_{cm_1}^{11} & \dots & t_{cm_1j}^{11}/d_{cm_1}^{11} & \dots & t_{cm_1m_1}^{11}/d_{cm_1}^{11} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} t_{c11}^{\alpha 11} & \dots & t_{c1j}^{\alpha 11} & \dots & t_{c1m_1}^{\alpha 11} \\ \vdots & & \vdots & & \vdots \\ t_{ci1}^{\alpha 11} & \dots & t_{cij}^{\alpha 11} & \dots & t_{cim_1}^{\alpha 11} \\ \vdots & & \vdots & & \vdots \\ t_{cm_11}^{\alpha 11} & \dots & t_{cm_1j}^{\alpha 11} & \dots & t_{cm_1m_1}^{\alpha 11} \end{bmatrix} \quad (18)$$

۳-۲-۷- محدود کردن سوپرماتریس موزون

مطابق با رابطه ۱۹ سوپرماتریس موزون را آن قدر به توان (متوالی اعداد فرد) رسانیده تا تمامی اعداد هر سطر همگرا شوند.

$$\lim_{Z \rightarrow \infty} (W^{\alpha l})^Z, \lim_{Z \rightarrow \infty} (W^{\alpha m})^Z, \lim_{Z \rightarrow \infty} (W^{\alpha u})^Z \quad (19)$$

۴- روش پژوهش

این پژوهش از لحاظ هدف، در دسته تحقیقات کاربردی قرار می‌گیرد، چرا که به دنبال یافتن راه‌حلی برای یک مسئله در دنیای واقعی است. همچنین از نظر شیوه گردآوری اطلاعات، در زمره پژوهش‌های پیمایشی محسوب می‌شود. در این تحقیق، ابتدا موانع پذیرش بلاکچین در زنجیره تأمین از طریق مرور ادبیات شناسایی و سپس به تأیید خبرگان این حوزه خواهد رسید. سپس با استفاده از روش ترکیبی دیمتل فازی و تحلیل شبکه‌ای فازی عوامل مختلف رتبه‌بندی خواهند شد. در شکل ۴ مراحل تحقیق آورده شده است.

۵- تجزیه و تحلیل داده‌ها

از مهم‌ترین بخش هر تحقیق، تجزیه و تحلیل اطلاعات است. انتخاب یک روش تحقیق مناسب، تا حد زیادی محقق را در جلوگیری از بروز اشتباهات در امر تحقیق یاری می‌رساند. داده‌ها و اطلاعات جمع‌آوری شده منابع خامی هستند که جهت کاربردی شدن نتایج آن‌ها بایستی توسط ابزار مناسب مورد تجزیه و تحلیل قرار گیرند. در مبحث قبل، در مورد روش انجام پژوهش بحث شد. لذا در این بخش جهت دستیابی به اهداف و پاسخ به سؤالات پژوهشی به تجزیه و تحلیل داده‌ها پرداخته شده است.

$$\text{defuzzy} = \frac{((u-l)+(m-l))}{3} + l \quad (15)$$

در این معادله (l) حد پایینی، (m) حد میانی و (u) حد بالایی است.

۳-۲-۵- ترسیم نقشه روابط شبکه (NRM)

جهت تعیین نقشه روابط شبکه (NRM)، باید ارزش آستانه محاسبه شود. با این روش می‌توان از روابط جزئی صرف نظر کرده و شبکه روابط قابل اعتنا را ترسیم کرد. تنها روابطی که مقادیر آنها در ماتریس T_C و T_D از مقدار آستانه بزرگ تر باشد در NRM نمایش داده خواهد شد. برای محاسبه مقدار آستانه روابط، کافی است تا با استفاده از نظر خبرگان و یا میانگین مقادیر، برای هر T_C^{ij} (در ماتریس T_C) و همچنین میانگین مقادیر ماتریس T_D (برای ترسیم نقشه روابط ابعاد) محاسبه شود. بعد از آنکه شدت آستانه تعیین شد، تمامی مقادیری که کوچکتر از آستانه باشد صفر شده یعنی آن رابطه علی، در نظر گرفته نمی‌شود. بدین منظور ماتریس ارتباط کامل ابعاد و معیارها با استفاده از رابطه ۱۵ فازی زدایی می‌شود.

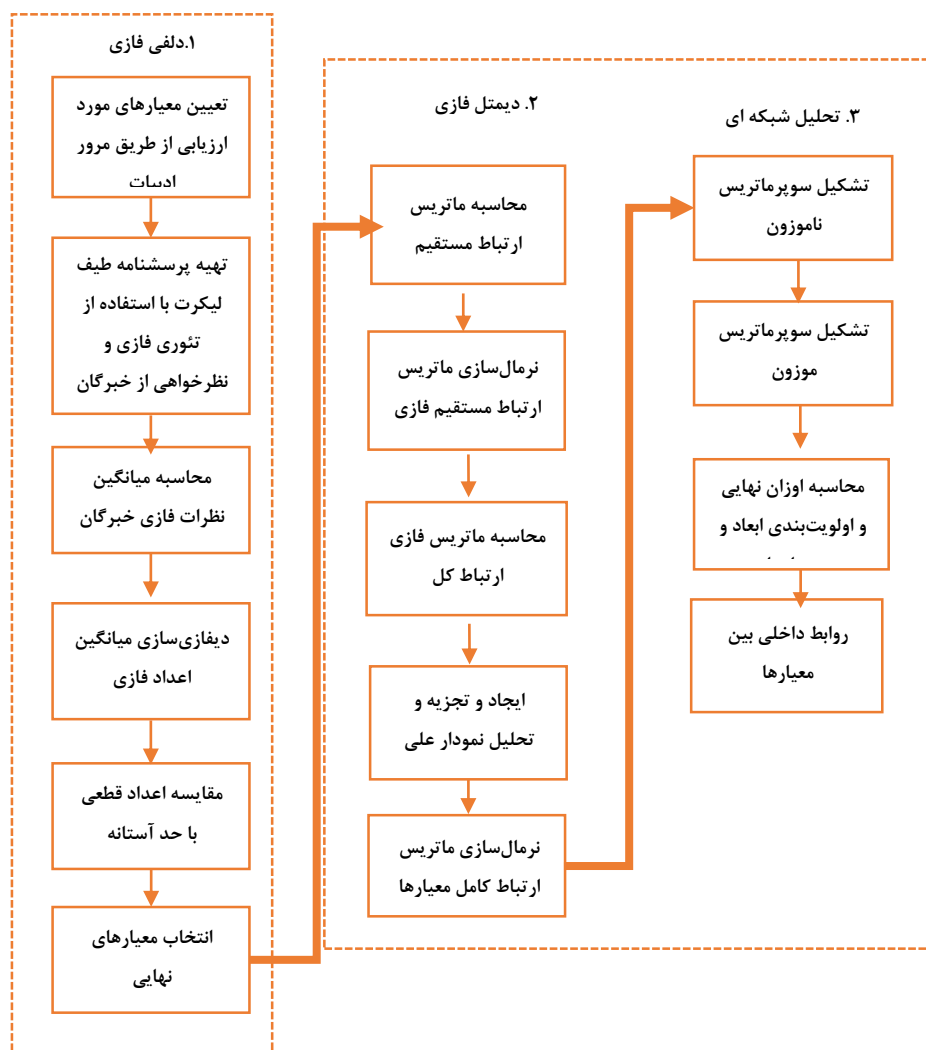
۳-۲-۶- نرمال سازی ماتریس ارتباط کامل معیارها (T_C^{α}) و

تشکیل سوپرماتریس موزون

ماتریس T_C با استفاده از روابط ۱۶ تا ۱۸ نرمال می‌شوند؛ به این طریق که در این گام مجموع هر سطر T_C^{ij} را با توجه به بعد مربوطه محاسبه و سپس در هر T_C^{ij} ، هر عنصر بر مجموع عناصر سطر مربوط به خود تقسیم می‌گردد. برای مثال اگر هر T_C^{α} را شامل مجموعه‌ای از $T_C^{\alpha ij}$ بدانیم، $T_C^{\alpha 11}$ از نرمال سازی T_C^{11} به دست می‌آید. با ترانسپوز ماتریس T_C^{α} ، سوپر ماتریس موزون حاصل می‌شود.

$$T_C^{\alpha} = \begin{matrix} & \begin{matrix} D_1 & D_j & D_n \\ c_{11}, c_{1m_1} & \dots & c_{j1}, c_{jm_j} & \dots & c_{n1}, c_{nm_n} \end{matrix} \\ \begin{matrix} D_1 \\ c_{11} \\ c_{12} \\ \vdots \\ c_{1m_1} \end{matrix} & \begin{bmatrix} T_c^{\alpha 11} & \dots & T_c^{\alpha 1j} & \dots & T_c^{\alpha 1n} \\ \vdots & & \vdots & & \vdots \\ T_c^{\alpha i1} & \dots & T_c^{\alpha ij} & \dots & T_c^{\alpha in} \\ \vdots & & \vdots & & \vdots \\ T_c^{\alpha n1} & \dots & T_c^{\alpha nj} & \dots & T_c^{\alpha nn} \end{bmatrix} \end{matrix} \quad (16)$$

$$d_{ci}^{11} = \sum_{j=1}^{m_1} t_{cij}^{11}, i = 1, 2, \dots, m_1 \quad (17)$$



شکل ۴. چارچوب تحقیق

شد. این پژوهش تلفیقی از روش‌های دلفی فازی و ترکیب دیمتل و تحلیل شبکه‌ای فازی، به دنبال بهینه‌سازی فرایندها و تصمیم‌گیری‌ها در زنجیره تامین باتوجه به عدم قطعیت‌ها و پیچیدگی‌های موجود در محیط کسب و کار است.

۵-۲- روایی پرسشنامه

منظور از روایی این است که مقیاس و محتوای ابزار یا سوالات مندرج در ابزار گردآوری اطلاعات دقیقاً متغیرها و موضوع مورد مطالعه را بسنجد؛ یعنی اینکه هم داده‌های گردآوری شده از طریق ابزار مازاد بر نیاز تحقیق نباشد و هم اینکه بخشی از داده‌های مورد نیاز در رابطه با سنجش متغیرها در محتوای ابزار حذف نشده باشد یا به عبارت دیگر، عین واقعیت را به خوبی نشان دهد. در این پژوهش

۵-۱- ابزارهای جمع‌آوری داده‌های پژوهش

در پژوهش پیمایشی حاضر جهت جمع‌آوری داده‌ها از دو پرسشنامه استفاده شده است. پرسشنامه بر اساس طیف لیکرت جهت تایید و غربالگری شاخص‌ها و نیز پرسشنامه دیمتل بر اساس طیف ۰ تا ۴ جهت بررسی تاثیرگذاری و تاثیرپذیری است. جامعه آماری پژوهش حاضر عبارت است از شرکت‌های کوچک و متوسط ایران که حداقل دارای سابقه کار بالای ۱۰ سال هستند و روش نمونه‌گیری گلوله برفی است که با استفاده از آن، تعداد ۳۰ متخصص بلاکچین در زمینه توسعه و یا برنامه نویسی و یا مدیریت پروژه‌ها انتخاب شدند. در ابتدای مبحث مبانی نظری به تعاریف بلاکچین، مدیریت زنجیره تامین و زنجیره تامین پایدار و اهمیت بلاکچین در بهبود آن‌ها اشاره

هر مانع در قالب متغیرهای کلامی مندرج در پرسشنامه بیان کنند. نتایج اولیه از نظرات خبرگان در جدول ۴ آورده شده است.

در جدول ۵ شمارش نظرات خبرگان به شاخص‌های پژوهش آورده شده است. برای فازی‌سازی اعداد، ابتدا بر اساس طیف جدول ۱، به عدد فازی تبدیل می‌کنیم سپس بر اساس روابط ۲ تا ۴ میانگین فازی از امتیازات اخذ می‌شود و سپس توسط رابطه ۲۰ میانگین فازی به عدد قطعی تبدیل می‌شود نتایج کلیه محاسبات فازی‌سازی در مرحله اول دلفی، در جدول ۴ آورده شده است. به عنوان مثال معیار ردیف ۱ محاسبات دلفی فازی به صورت زیر می‌باشد:

صفر خبره امتیاز خیلی کم، صفر خبره امتیاز کم، ۹ خبره امتیاز متوسط، ۱۲ خبره امتیاز زیاد و ۹ خبره امتیاز خیلی زیاد داده‌اند. بنابراین امتیاز فازی و غیرفازی (قطعی) به صورت فرمول ۲۰ محاسبه می‌گردد.

پرسشنامه از لحاظ روایی ظاهری به تایید خبرگان پژوهش رسیده شده است.

۵-۳- پایایی پرسشنامه

پایایی یکی از ویژگی‌های فنی ابزار اندازه‌گیری است و با این امر سروکار دارد که ابزار اندازه‌گیری در شرایط یکسان تا چه اندازه نتایج یکسانی بدست می‌آورد. در این پژوهش برای بدست آوردن پایایی پرسشنامه از ضریب آلفای کرونباخ سوالات پرسش نامه عدد ۰,۸۵۵ شده است که بیش از ۰,۷ است و قابل قبول می‌باشد.

۵-۴- عوامل پژوهش

در این بخش، پرسشنامه ای شامل ۲۲ مانع پذیرش بلاکچین در زنجیره تامین پایدار با استفاده از روش دلفی فازی در اختیار اعضای گروه خبره قرار گرفت و از آنها درخواست شد نظرشان را درباره‌ی

جدول ۱. نتایج نظرات خبرگان

ردیف	معیار	میزان اهمیت				
		خیلی کم	کم	متوسط	زیاد	خیلی زیاد
۱	عدم آگاهی مشتری در مورد تاثیر فناوری بلاکچین در پایداری زنجیره تامین	۰	۰	۹	۱۲	۹
۲	هزینه انرژی بالا	۱	۴	۱۴	۱۱	۰
۳	کمبود آموزش	۰	۷	۹	۱۴	۰
۴	ابهام در اهداف سازمانی	۰	۰	۱۴	۱۲	۴
۵	چالش رعایت حریم خصوصی در به کارگیری فناوری بلاکچین در زنجیره تامین	۰	۳	۸	۶	۱۳
۶	چالش در ادغام فناوری بلاکچین و زنجیره تامین پایدار	۰	۰	۱۱	۷	۱۲
۷	استفاده در فعالیتهای غیر قانونی	۰	۰	۱۶	۱۴	۰
۸	کیفیت پایین اینترنت	۰	۸	۱۱	۱۱	۰
۹	فقدان پشتیبانی مدیریت عالی و منابع انسانی	۸	۴	۱۰	۴	۴
۱۰	عدم شفافیت قوانین و مقررات مربوط به فناوری بلاکچین	۰	۰	۸	۱۰	۱۲
۱۱	روش‌های حسابداری سنتی	۰	۴	۱۱	۱۵	۰
۱۲	مغایرت قوانین و استانداردهای زنجیره تامین با فناوری بلاکچین	۰	۳	۷	۴	۱۶
۱۳	رقابت بر سر میزان سرمایه‌گذاری شرکت‌ها در بکارگیری فناوری بلاکچین	۰	۰	۱۰	۱۲	۸
۱۴	عدم توافق کلیه شرکا و ذینفعان زنجیره تامین در بکارگیری فناوری بلاکچین	۰	۰	۰	۴	۲۶
۱۵	کمبود تقاضا برای محصولات پایدار	۱	۸	۱۲	۹	۰
۱۶	چالش‌های مالیاتی	۰	۵	۱۴	۱۱	۰
۱۷	عدم توجه به استانداردهای زیست محیطی	۳	۱۰	۵	۱۲	۰
۱۸	عدم اعتماد به توانمندی امنیتی فناوری بلاکچین در بکارگیری آن در زنجیره تامین	۰	۰	۴	۱۱	۱۵
۱۹	فقدان نیروی متخصص کافی در فناوری بلاکچین	۰	۴	۴	۷	۱۵
۲۰	مقاومت شرکای سنتی زنجیره تامین در اجرای فناوری بلاکچین	۰	۰	۱	۱۱	۱۸
۲۱	عدم وجود ابزار برای اجرای فناوری بلاکچین در زنجیره تامین پایدار	۰	۶	۰	۱۱	۱۳
۲۲	عدم توجیه اقتصادی در توسعه پایداری زنجیره تامین بر بستر فناوری بلاکچین	۰	۰	۴	۱۸	۸

$$\text{امتیاز فازی} = \frac{0 \times (0,0,0,25) + 0 \times (0,0,25,0,5) + 9 \times (0,25,0,5,0,75) + 12 \times (0,5,0,75,1) + 9 \times (0,75,1,1)}{30}$$

$$= (0,5,0,75,0,925)$$

$$\text{امتیاز قطعی} = \frac{0,5 + 0,75 + 0,925}{3} = 0,725$$

در این پژوهش عدد آستانه ۰,۷ در نظر گرفته می‌شود که نتایج در جدول ۵ آورده شده است.

جدول ۲. نتایج دلفی فازی

ردیف	معیار	میانگین فازی	میانگین غیرفازی	وضعیت
۱	عدم آگاهی مشتری در مورد تاثیر فناوری بلاکچین در پایداری زنجیره تامین	(۰,۵۰,۷۵۰,۹۲۵)	۰,۷۲۵	تایید
۲	هزینه انرژی بالا	(۰,۳۰,۵۴۲,۰,۷۹۲)	۰,۵۴۴	رد
۳	کمبود آموزش	(۰,۳۰۸۰,۵۵۸,۰,۸۰۸)	۰,۵۵۸	رد
۴	ابهام در اهداف سازمانی	(۰,۴۱۷۰,۶۶۷,۰,۸۸۳)	۰,۶۵۶	رد
۵	چالش رعایت حریم خصوصی در بکارگیری فناوری بلاکچین در زنجیره تامین	(۰,۴۹۲۰,۷۴۲,۰,۸۸۳)	۰,۷۰۶	تایید
۶	چالش در ادغام فناوری بلاکچین و زنجیره تامین پایدار	(۰,۵۰۸۰,۷۵۸,۰,۹۰۸)	۰,۷۲۵	تایید
۷	استفاده در فعالیتهای غیر قانونی	(۰,۳۶۷۰,۶۱۷,۰,۸۶۷)	۰,۶۱۷	رد
۸	کیفیت پایین اینترنت	(۰,۲۷۵۰,۵۲۵,۰,۷۷۵)	۰,۵۲۵	رد
۹	فقدان پشتیبانی مدیریت عالی و منابع انسانی	(۰,۲۵۰,۴۳۳,۰,۶۵)	۰,۴۴۴	رد
۱۰	عدم شفافیت قوانین و مقررات مربوط به فناوری بلاکچین	(۰,۵۳۳۰,۷۸۳,۰,۹۳۳)	۰,۷۵۰	تایید
۱۱	روش‌های حسابداری سنتی	(۰,۳۴۲۰,۵۹۲,۰,۸۴۲)	۰,۵۹۲	رد
۱۲	مغایرت قوانین و استانداردهای زنجیره تامین با فناوری بلاکچین	(۰,۵۲۵۰,۷۷۵,۰,۸۹۲)	۰,۷۳۱	تایید
۱۳	رقابت بر سر میزان سرمایه‌گذاری شرکت‌ها در بکارگیری فناوری بلاکچین	(۰,۴۸۳۰,۷۳۳,۰,۹۱۷)	۰,۷۱۱	تایید
۱۴	عدم توافق کلیه شرکا و ذینفعان زنجیره تامین در بکارگیری فناوری بلاکچین	(۰,۷۱۷۰,۹۶۷,۰,۱)	۰,۸۹۴	تایید
۱۵	کمبود تقاضا برای محصولات پایدار	(۰,۲۵۰,۴۹۲,۰,۷۴۲)	۰,۴۹۴	رد
۱۶	چالش‌های مالیاتی	(۰,۳۰,۵۵۰,۰,۸)	۰,۵۵۰	رد
۱۷	عدم توجه به استانداردهای زیست محیطی	(۰,۲۴۲۰,۴۶۷,۰,۷۱۷)	۰,۴۷۵	رد
۱۸	عدم اعتماد به توانمندی امنیتی فناوری بلاکچین در بکارگیری آن در زنجیره تامین	(۰,۵۹۲۰,۸۴۲,۰,۹۶۷)	۰,۸۰۰	تایید
۱۹	فقدان نیروی متخصص کافی در فناوری بلاکچین	(۰,۵۲۵۰,۷۷۵,۰,۹)	۰,۷۳۳	تایید
۲۰	مقاومت شرکای سنتی زنجیره تامین در اجرای فناوری بلاکچین	(۰,۶۴۲۰,۸۹۲,۰,۹۹۲)	۰,۸۴۲	تایید
۲۱	عدم وجود ابزار برای اجرای فناوری بلاکچین در زنجیره تامین پایدار	(۰,۵۰۸۰,۷۵۸,۰,۹)	۰,۷۲۲	تایید
۲۲	عدم توجه اقتصادی در توسعه پایداری زنجیره تامین بر بستر فناوری بلاکچین	(۰,۵۳۳۰,۷۸۳,۰,۹۶۷)	۰,۷۶۱	تایید

با توجه به نتایج روش دلفی فازی، ۱۰ مانع میانگین غیرفازی کمتر از ۰,۷ کسب کرده‌اند و حذف می‌شوند و ۱۲ مانع تایید نهایی می‌شوند که در جدول ۶ به صورت کد بندی آورده شده‌اند.

جدول ۳. موانع پذیرش بلاکچین در زنجیره تامین پایدار(نهایی)

ردیف	معیار	کد
۱	عدم آگاهی مشتری در مورد تاثیر فناوری بلاکچین در زنجیره تامین	C1
۲	چالش رعایت حریم خصوصی در بکارگیری فناوری بلاکچین در زنجیره تامین	C2
۳	چالش در ادغام فناوری بلاکچین و زنجیره تامین	C3
۴	عدم شفافیت قوانین و مقررات مربوط به فناوری بلاکچین	C4
۵	مغایرت قوانین و استانداردهای زنجیره تامین با فناوری بلاکچین	C5
۶	رقابت بر سر میزان سرمایه‌گذاری شرکت‌ها در بکارگیری فناوری بلاکچین	C6
۷	عدم توافق کلیه شرکا و ذینفعان زنجیره تامین در بکارگیری فناوری بلاکچین	C7
۸	عدم اعتماد به توانمندی امنیتی فناوری بلاکچین در بکارگیری آن در زنجیره تامین	C8
۹	فقدان نیروی متخصص کافی در فناوری بلاکچین	C9
۱۰	مقاومت شرکای سنتی زنجیره تامین در اجرای فناوری بلاکچین	C10
۱۱	عدم وجود ابزار برای اجرای فناوری بلاکچین در زنجیره تامین	C11
۱۲	عدم توجه اقتصادی در توسعه زنجیره تامین بر بستر فناوری بلاکچین	C12

۵-۵-۵- دیمتل فازی

ابتدا ماتریس همانی ($I_{12 \times 12}$) تشکیل شده است. سپس ماتریس همانی منهای ماتریس نرمال شده و ماتریس حاصل معکوس می‌گردد. در نهایت ماتریس نرمال در ماتریس معکوس ضرب می‌شود که در پیوست ۳ آورده شده است.

در این بخش به پیاده‌سازی تکنیک دیمتل فازی برای ۱۲ شاخص تایید شده پرداخته می‌شود.

۵-۵-۴- ایجاد و تجزیه تحلیل نمودار علی

در این مرحله بر اساس روابط ۱۳ و ۱۴ جمع سطر (D) و جمع ستون (R) ماتریس ارتباطات کامل (پیوست ۳) را بدست آورده و سپس مقدار $D+R$ و $D-R$ محاسبه شده است. در این مرحله جهت دیفازی کردن مقادیر از رابطه ۱۵ استفاده شده است. نتایج در جدول ۷ آورده شده است.

در جدول ۶، جمع عناصر هر سطر (D) نشانگر میزان تاثیرگذاری آن عامل بر سایر عامل‌های سیستم است. براین اساس مانع «عدم وجود ابزار برای اجرای فناوری بلاکچین در زنجیره تامین» از بیشترین تاثیرگذاری برخوردار است. برخی دلایل تاثیر این مانع در پذیرش بلاکچین در زنجیره تامین عبارت است از:

۱. پیچیدگی فنی: بلاکچین، یک فناوری پیچیده تخصصی است که برای اجرای موثر آن در زنجیره تامین، توانایی و مهارت فنی خاص خود را می‌طلبد. عدم وجود این توانمندی‌ها می‌تواند باعث تردید و مخالفت سازمان‌ها شود.

۵-۵-۱- تشکیل ماتریس ارتباط مستقیم

در این بخش ماتریس دیمتل در اختیار ۳۰ نفر از خبرگان قرار داده شد تا بر اساس طیف ۰ تا ۴ جدول دیمتل فازی، تاثیرگذاری هر معیار بر روی دیگر معیارها مشخص شود. سپس با استفاده از رابطه ۶ نظرات پاسخ‌دهندگان ادغام شد. نتایج در پیوست ۱ آورده شده است.

۵-۵-۲- نرمال کردن ماتریس ارتباط مستقیم

در این مرحله با استفاده از رابطه ۷ و ۸ ماتریس ارتباط مستقیم معیارها (پیوست ۱) نرمال می‌گردد. جهت نرمال‌سازی باید ماکزیمم مجموع سطری حدهای بالای ماتریس ارتباطات مستقیم را بدست آورد (در اینجا ۸,۷۲۲). سپس تمامی اعداد ماتریس ارتباطات مستقیم (پیوست ۱) بر این عدد تقسیم شود. نتیجه در پیوست ۲ آورده شده است.

۵-۵-۳- تشکیل ماتریس ارتباط کامل (T)

در این مرحله با استفاده از رابطه ۱۰ و ۱۱ و ۱۲ ماتریس ارتباطات کامل (T) را تشکیل می‌دهیم برای محاسبه ماتریس ارتباط کامل

جدول ۴. جدول مقادیر R و D معیارها

نام معیار	کد	Di	Ri	(Di) ^{defuzzy}	(Ri) ^{defuzz}	Di+Ri	Di-Ri	نوع معیار
عدم آگاهی مشتری در مورد تاثیر فناوری بلاکچین در زنجیره تامین	C1	(۰,۴۴۲,۰,۳۴۵,۸,۹۷۲)	(۰,۳۲۶,۰,۱۳۱,۸,۲۳۶)	۳,۵۸۶	۳,۲۳۱	۶,۸۱۷	۰,۳۵۵	تاثیرگذار
چالش رعایت حریم خصوصی در بکارگیری فناوری بلاکچین در زنجیره تامین	C2	(۰,۴۶۵,۰,۴۳۳,۹,۴۹)	(۰,۴۴۹,۰,۴۰۳,۹,۱۳۴)	۳,۷۹۶	۳,۶۶۲	۷,۴۵۸	۰,۱۳۴	تاثیرگذار
چالش در ادغام فناوری بلاکچین و زنجیره تامین	C3	(۰,۶۷۳,۰,۱,۸۵۲,۰,۷۶۵)	(۰,۶۵۸,۰,۱,۱۱۰,۰,۶۶۷)	۴,۴۳۰	۴,۳۷۹	۸,۸۰۹	۰,۰۵۲	تاثیرگذار
عدم شفافیت قوانین و مقررات مربوط به فناوری بلاکچین	C4	(۰,۵۵۷,۰,۶۱۵,۹,۸۸۷)	(۰,۴۶۸,۰,۴۰۷,۹,۱۵)	۴,۰۱۹	۳,۶۷۵	۷,۶۹۴	۰,۳۴۴	تاثیرگذار
مغایرت قوانین و استانداردهای زنجیره تامین با فناوری بلاکچین	C5	(۰,۵۷۲,۰,۱,۶۸۴,۰,۳۰۷)	(۰,۳۸۳,۰,۲۲۸,۸,۴۳۵)	۴,۱۸۸	۳,۳۴۹	۷,۵۳۶	۰,۸۳۹	تاثیرگذار
رقابت بر سر میزان سرمایه‌گذاری شرکت‌ها در بکارگیری فناوری بلاکچین	C6	(۰,۴۹۴,۰,۱,۴۶۲,۹,۳۹۲)	(۰,۵۲۴,۰,۱,۵۷۸,۹,۹۸۸)	۳,۷۸۳	۴,۰۳۰	۷,۸۱۳	-۰,۲۴۸	تاثیرپذیر
عدم توافق کلیه شرکا و ذینفعان زنجیره تامین در بکارگیری فناوری بلاکچین	C7	(۰,۶۰۲,۰,۱,۶۸۳,۰,۲۲۵)	(۰,۸۸۴,۰,۲,۲۲۷,۰,۱۱,۸۰۱)	۴,۱۷۰	۴,۹۷۱	۹,۱۴۱	-۰,۸۰۱	تاثیرپذیر
عدم اعتماد به توانمندی امنیتی فناوری بلاکچین در بکارگیری آن در زنجیره تامین	C8	(۰,۵۹۳,۰,۱,۷۰۴,۰,۱۸۶)	(۰,۷۴۳,۰,۱,۹۸۳,۰,۱۱,۲۵۲)	۴,۱۶۱	۴,۶۵۹	۸,۸۲۰	-۰,۴۹۸	تاثیرپذیر
فقدان نیروی متخصص کافی در فناوری بلاکچین	C9	(۰,۶۴۵,۰,۱,۷۷۸,۰,۴۸۲)	(۰,۴۶۰,۰,۱,۴۱۳,۹,۳۷۴)	۴,۳۰۲	۳,۷۴۹	۸,۰۵۱	۰,۵۵۳	تاثیرگذار
مقاومت شرکای سنتی زنجیره تامین در اجرای فناوری بلاکچین	C10	(۰,۵۷۶,۰,۱,۵۸۳,۹,۶۴۹)	(۰,۸۳۹,۰,۲,۱۶۶,۰,۱۱,۶۹۵)	۳,۹۳۶	۴,۹۰۰	۸,۸۳۶	-۰,۹۶۴	تاثیرپذیر
عدم وجود ابزار برای اجرای فناوری بلاکچین در زنجیره تامین	C11	(۰,۷۴۲,۰,۱,۹۵,۰,۹۷)	(۰,۴۴۷,۰,۱,۳۹۲,۹,۲۸۲)	۴,۵۵۴	۳,۷۰۷	۸,۲۶۱	۰,۸۴۷	تاثیرگذار
عدم توجه اقتصادی در توسعه زنجیره تامین بر بستر فناوری بلاکچین	C12	(۰,۵۳۵,۰,۱,۵۲۸,۹,۵۱۲)	(۰,۷۱۶,۰,۱,۸۷۷,۰,۱۰,۸۲۳)	۳,۸۵۸	۴,۴۷۲	۸,۳۳۰	-۰,۶۱۴	تاثیرپذیر

در زنجیره تامین شود.

بنابراین، عدم وجود ابزارهای مناسب برای اجرای بلاکچین در زنجیره تامین می‌تواند باعث تردید و مخالفت شرکت‌ها و سازمان‌ها شود و تأثیر بسیار زیادی در پذیرش این فناوری داشته باشد.

جمع عناصر ستون (R) برای هر عامل نشان‌گر میزان تأثیرپذیری آن عامل از سایر عوامل سیستم است. براین اساس مانع «عدم توافق کلیه شرکا و ذینفعان زنجیره تامین در به کارگیری فناوری بلاکچین» از میزان تأثیرپذیری زیادی برخوردار است. بردار عمودی (D-R)، قدرت تأثیرگذاری هر عامل را نشان می‌دهد. بطور کلی اگر D-R مثبت باشد، متغیر، یک متغیر علت محسوب می‌شود و اگر منفی باشد، معلول محسوب می‌شود. همان‌طور که از ستون آخر جدول ۶ مشخص است، معیارهایی که زیر خط افقی قرار گرفته‌اند، معیارهای معلول یا تأثیرپذیر هستند و معیارهایی که در بالای محور افقی هستند جنبه علت و تأثیرگذاری دارند. برای مثال معیارهای شماره C6، C8، C12، C7 و C10 معیارهای تأثیرپذیر هستند و

۲. هزینه و زمان: راه‌اندازی یک سیستم بلاکچین در زنجیره تامین نیاز به سرمایه‌گذاری قابل توجه مالی و زمانی دارد که این امر ممکن است سبب تاخیر در تصمیم‌گیری‌ها شود.

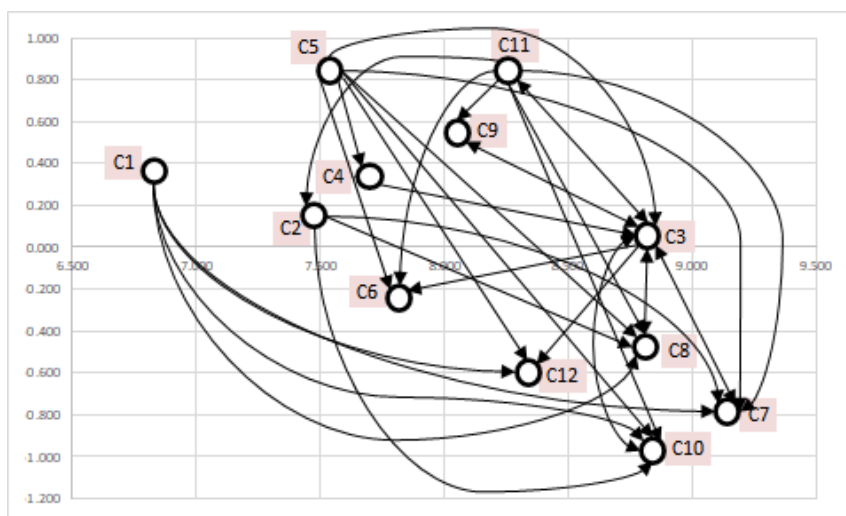
۳. نگرانی از امنیت: بلاکچین به عنوان یک سیستم عمومی و شفاف شناخته شده است، اما امنیت اطلاعات و داده‌های زنجیره تامین نیز بسیار حائز اهمیت است. اگر ابزارهای امنیتی مورد نیاز برای محافظت از داده‌ها در بلاکچین فراهم نشود، ممکن است بروز مشکلات امنیتی مانع انتقال سازمان‌ها به این فناوری شود.

۴. تغییر فرهنگ سازمانی: پذیرش بلاکچین نیازمند تغییراتی در فرهنگ و فرآیندهای داخلی سازمان است. این تغییرات ممکن است مقاومت و مخالفت درون سازمانی را به همراه داشته باشد.

۵. ابهام نسبت به قوانین و مقررات: بسیاری از کشورها و صنایع قوانین مخصوص خود را دارد. عدم تطابق با این قوانین ممکن است باعث نگرانی‌های حقوقی شود و مانع از پذیرش بلاکچین

توسعه زنجیره تامین بر بستر فناوری بلاکچین) تاثیرپذیرتر است. در شکل ۵ نمودار علی معیارها نشان داده شده است.

معیار شماره C10) مقاومت شرکای سنتی زنجیره تامین در اجرای فناوری بلاکچین)، نسبت به معیار C12 (عدم توجیه اقتصادی در



شکل ۱. نمودار علی معیارها

زنجیره تامین در به کارگیری فناوری بلاکچین» با وزن ۰,۱۱۳۵ رتبه اول را کسب کرده است. «مقاومت شرکای سنتی زنجیره تامین در اجرای فناوری بلاکچین» با وزن ۰,۱۰۹۵ رتبه دوم و «عدم اعتماد به توانمندی امنیتی فناوری بلاکچین در به کارگیری آن در زنجیره تامین» با وزن ۰,۱۰۰۳ رتبه سوم را کسب کرده است. در شکل ۶ وزن معیارها آورده شده است.

در واقع این رتبه‌بندی به دلایل زیر می‌باشد:

۱. عدم توافق کلیه شرکا و ذینفعان زنجیره تامین: موفقیت بلاکچین در یک زنجیره تامین، نیاز به توافق و همکاری تمام شرکا و ذینفعان در زنجیره تامین دارد. اگر تمامی اعضای زنجیره تامین با بلاکچین موافقت نکنند، پیاده‌سازی بلاکچین موفق نخواهد بود.
۲. مقاومت شرکای سنتی زنجیره تامین در اجرای فناوری بلاکچین: شرکای سنتی ممکن است به دلیل عادت به فرآیندهای گذشته و سنتی و ترس از تغییر، هزینه‌های اجرای بلاکچین یا دیگر دلایل، مقاومت نشان دهند. این مقاومت می‌تواند مانع مهمی در مسیر پذیرش بلاکچین تلقی گردد.
۳. عدم اعتماد به توانمندی امنیتی فناوری بلاکچین: با توجه به اهمیت امنیت اطلاعات، اگر ذینفعان زنجیره تامین به توانمندی امنیتی بلاکچین در حفاظت از داده‌ها و فرآیندها اعتماد نکنند، پذیرش این فناوری دشوار خواهد بود.

۵-۶- نرمال‌سازی ماتریس ارتباط کامل معیارها (T_C^α) و

تشکیل سوپرماتریس ناموزون

در ماتریس (TC) که در جدول ۱۲ آورده شده است، مجموع هر سطر T_C^{ij} ، با توجه به سطر مربوطه محاسبه و سپس در هر T_C^{ij} ، هر عنصر بر مجموع عناصر سطر مربوط به خود تقسیم می‌گردد. برای مثال اگر هر T_C^α را شامل مجموعه‌ای از $T_C^{\alpha ij}$ بدانیم، $T_C^{\alpha 11}$ از نرمال‌سازی T_C^{11} به دست آمده است و با ترانسپوز ماتریس T_C^α ، سوپر ماتریس ناموزون است که در جدول ۸ آورده شده است.

۵-۷- تشکیل سوپرماتریس موزون

با ترانسپوز کردن سوپرماتریس ناموزون که در جدول ۸ آورده شده است سوپرماتریس موزون تشکیل می‌شود که نتایج در پیوست ۴ آورده شده است.

۵-۷-۱- تشکیل سوپرماتریس حدی

مطابق با رابطه ۱۹، سوپرماتریس موزون را آنقدر به توان (متوالی اعداد فرد) رسانیده تا تمامی اعداد هر سطر همگرا شوند. سوپرماتریس موزون در این پژوهش در توان ۵ به همگرایی رسید، که در پیوست ۵ آورده شده است.

۵-۷-۲- استخراج اوزان و اولویت‌بندی عوامل

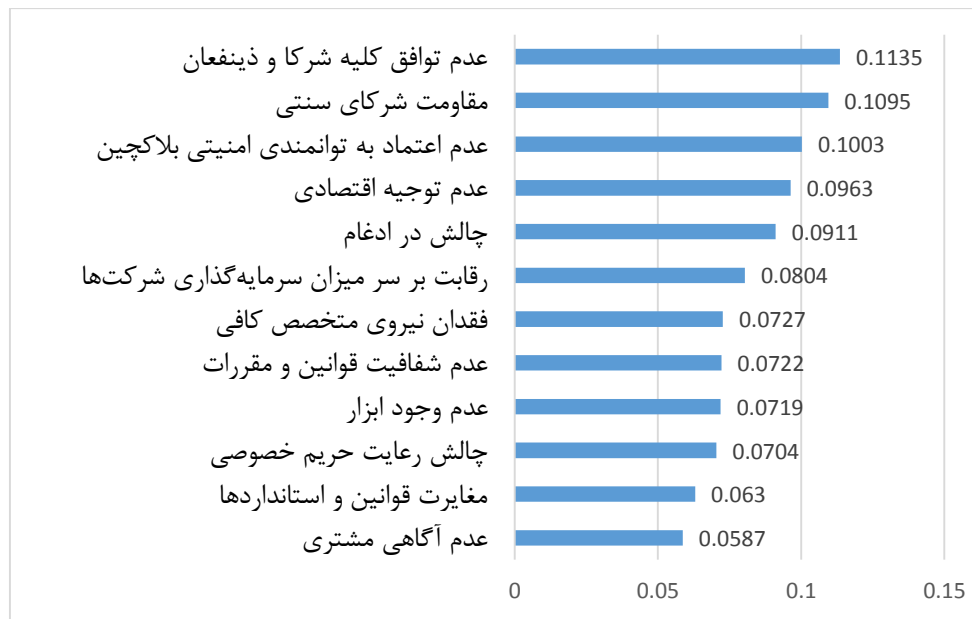
در این گام با استفاده از رابطه ۱۴ اوزانی که از سوپرماتریس حددار استخراج شده است تبدیل به عدد قطعی می‌شود، نتایج در جدول ۹ آورده شده است. بر این اساس «عدم توافق کلیه شرکا و ذینفعان

جدول ۸. سوپرماتریس ناموزون

	C1	C2	C3	C4	....	C11	C12
C1	(۰,۰۱۹,۰,۰۳۷,۰,۰۶۶)	(۰,۰۴۶,۰,۰۶۴,۰,۰۷۵)	(۰,۰۷۹,۰,۰۹۱,۰,۰۸۹)	(۰,۰۶,۰,۰۷۲,۰,۰۷۶)	.....	(۰,۰۸۸,۰,۰۸۴,۰,۰۷۹)	(۰,۱۳۳,۰,۱۰۷,۰,۰۹۲)
C2	(۰,۰۵۳,۰,۰۶۳,۰,۰۰۷)	(۰,۰۲۷,۰,۰۴۷,۰,۰۷۳)	(۰,۰۹۱,۰,۰۹۱,۰,۰۸۹)	(۰,۱۰۷,۰,۰۸۷,۰,۰۷۸)	.....	(۰,۰۶۴,۰,۰۷۳,۰,۰۷۸)	(۰,۰۵۳,۰,۰۷۵,۰,۰۸۷)
C3	(۰,۰۵۱,۰,۰۶۰,۰,۰۶۹)	(۰,۰۷۲,۰,۰۷۴,۰,۰۷۷)	(۰,۰۳۷,۰,۰۵۹,۰,۰۸۴)	(۰,۰۷۲,۰,۰۷۴,۰,۰۷۶)	.....	(۰,۰۸۴,۰,۰۷۹,۰,۰۷۹)	(۰,۰۹۶,۰,۰۹۶,۰,۰۰۹)
C4	(۰,۰۵۸,۰,۰۶۲,۰,۰۰۶۹)	(۰,۱۰۴,۰,۰۸۷,۰,۰۷۹)	(۰,۱۰۸,۰,۰۹۶,۰,۰۰۹)	(۰,۰۲۸,۰,۰۴۷,۰,۰۷۳)	.....	(۰,۰۴۸,۰,۰۶۶,۰,۰۷۷)	(۰,۰۷۲,۰,۰۸۳,۰,۰۸۹)
C5	(۰,۰۴۱,۰,۰۵۷,۰,۰۰۶۹)	(۰,۰۹۶,۰,۰۸۵,۰,۰۷۸)	(۰,۱۱۶,۰,۱۰۱,۰,۰۰۹)	(۰,۱۱۳,۰,۰۸۹,۰,۰۷۸)	.....	(۰,۰۶۳,۰,۰۷۴,۰,۰۷۸)	(۰,۰۹۲,۰,۰۹۱,۰,۰۰۹)
C6	(۰,۰۳۱,۰,۰۵۲,۰,۰۰۶۸)	(۰,۰۴۵,۰,۰۶۹,۰,۰۷۶)	(۰,۱۰۶,۰,۰۹۶,۰,۰۸۹)	(۰,۰۷۶,۰,۰۷۵,۰,۰۷۷)	.....	(۰,۰۷۶,۰,۰۷۵,۰,۰۷۸)	(۰,۱۲۸,۰,۱۰۷,۰,۰۹۲)
C7	(۰,۰۵,۰,۰۶۱,۰,۰۰۶۹)	(۰,۰۷۶,۰,۰۷۶,۰,۰۷۷)	(۰,۰۹۲,۰,۰۹۳,۰,۰۸۹)	(۰,۰۷۷,۰,۰۷۶,۰,۰۷۷)	.....	(۰,۰۷۱,۰,۰۷۲,۰,۰۷۸)	(۰,۱۲۱,۰,۱۰۲,۰,۰۰۹۱)
C8	(۰,۰۶۱,۰,۰۶۲,۰,۰۰۶۹)	(۰,۰۸۲,۰,۰۷۹,۰,۰۷۷)	(۰,۱۱۳,۰,۱۰۱,۰,۰۰۹)	(۰,۰۷۳,۰,۰۷۶,۰,۰۷۷)	.....	(۰,۰۶۲,۰,۰۷۰,۰,۰۷۷)	(۰,۰۸۸,۰,۰۰۹,۰,۰۰۸۹)
C9	(۰,۰۴۷,۰,۰۵۹,۰,۰۰۶۹)	(۰,۰۴۴,۰,۰۶۷,۰,۰۷۶)	(۰,۱۳,۰,۱۰۷,۰,۰۰۹۱)	(۰,۰۵۴,۰,۰۶۶,۰,۰۷۶)	.....	(۰,۰۷,۰,۰۷۳,۰,۰۷۸)	(۰,۱۳۶,۰,۱۱,۰,۰۰۹۳)
C10	(۰,۰۷۲,۰,۰۶۹,۰,۰۰۷)	(۰,۰۵۲,۰,۰۶۵,۰,۰۷۵)	(۰,۰۸۳,۰,۰۸۷,۰,۰۰۸۸)	(۰,۰۶۳,۰,۰۶۹,۰,۰۷۶)	.....	(۰,۰۵۸,۰,۰۶۷,۰,۰۷۷)	(۰,۱۴۶,۰,۱۱۴,۰,۰۰۹۳)
C11	(۰,۰۴,۰,۰۵۳,۰,۰۰۶۸)	(۰,۰۷۴,۰,۰۷۶,۰,۰۷۷)	(۰,۱۱۴,۰,۱۰۱,۰,۰۰۹۱)	(۰,۰۴۷,۰,۰۶۳,۰,۰۷۵)	.....	(۰,۰۲۶,۰,۰۴۶,۰,۰۷۳)	(۰,۱۲۳,۰,۱۰۶,۰,۰۰۹۲)
C12	(۰,۰۳۷,۰,۰۵۲,۰,۰۰۶۸)	(۰,۰۴۷,۰,۰۶۲,۰,۰۷۵)	(۰,۰۷۱,۰,۰۸۵,۰,۰۰۸۸)	(۰,۰۵۴,۰,۰۶۹,۰,۰۷۶)	.....	(۰,۰۸۳,۰,۰۷۹,۰,۰۷۹)	(۰,۰۴۵,۰,۰۶۳,۰,۰۰۸۶)

جدول ۵. اوزان نسبی و نهایی عوامل

نام معیار	کد	وزن	رتبه
عدم آگاهی مشتری در مورد تاثیر فناوری بلاکچین در زنجیره تامین	C1	۰,۰۵۸۷	۱۲
چالش رعایت حریم خصوصی در به کارگیری فناوری بلاکچین در زنجیره تامین	C2	۰,۰۷۰۴	۱۰
چالش در ادغام فناوری بلاکچین و زنجیره تامین	C3	۰,۰۹۱۱	۵
عدم شفافیت قوانین و مقررات مربوط به فناوری بلاکچین	C4	۰,۰۷۲۲	۸
مغایرت قوانین و استانداردهای زنجیره تامین با فناوری بلاکچین	C5	۰,۰۶۳۰	۱۱
رقابت بر سر میزان سرمایه‌گذاری شرکت‌ها در بکارگیری فناوری بلاکچین	C6	۰,۰۸۰۴	۶
عدم توافق کلیه شرکا و ذینفعان زنجیره تامین در به کارگیری فناوری بلاکچین	C7	۰,۱۱۳۵	۱
عدم اعتماد به توانمندی امنیتی فناوری بلاکچین در به کارگیری آن در زنجیره تامین	C8	۰,۱۰۰۳	۳
فقدان نیروی متخصص کافی در فناوری بلاکچین	C9	۰,۰۷۲۷	۷
مقاومت شرکای سنتی زنجیره تامین در اجرای فناوری بلاکچین	C10	۰,۱۰۹۵	۲
عدم وجود ابزار برای اجرای فناوری بلاکچین در زنجیره تامین	C11	۰,۰۷۱۹	۹
عدم توجه اقتصادی در توسعه زنجیره تامین بر بستر فناوری بلاکچین	C12	۰,۰۹۶۳	۴



شکل ۲. وزن معیارها

دارد. مقدار آستانه بر این بخش برابر با ۳۳۹/۰ می‌باشد بنابراین درایه‌هایی که از عدد ۳۳۹/۰ بیشتر هستند با علامت ستاره (*) مشخص شده‌اند که نشان از ارتباط معنادار دارند که در جدول ۱۰ آورده شده است. به عنوان مثال در سطر اول که معیار C1 است در ستون‌های مربوط به C7، C8، C10 و C12 ستاره دار است که نشان داده است که معیار C1 بر روی این ۴ معیار تاثیر دارد.

۵-۷-۳- روابط داخلی بین معیارها

در این مرحله برای ترسیم روابط قابل اعتنا، ماتریس فازی ارتباطات کل دیفازی شد (پیوست ۳) و سپس حدآستانه (میانگین حسابی درایه‌ها) مشخص شد. چنان چه هر یک از اعداد از حد آستانه بیشتر بود نشان از ارتباط معنادار بین معیار سطر i و ستون j آن سلول

جدول ۱۰ ماتریس غیرفازی ارتباطات کل معیارها

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12
C1	۰,۲۱۶	۰,۲۶۱	۰,۳۱۹	۰,۲۷۰	۰,۲۳۴	۰,۲۹۳	۰,۳۴۴*	۰,۳۵۱*	۰,۲۸۴	۰,۳۶۴*	۰,۲۸۷	۰,۳۴۳*
C2	۰,۲۵۹	۰,۲۵۶	۰,۳۳۸	۰,۳۰۶	۰,۲۸۶	۰,۳۱۲	۰,۳۸۴*	۰,۳۷۵*	۰,۲۸۸	۰,۳۷۹*	۰,۲۹۱	۰,۳۲۰
C3	۰,۲۹۶	۰,۳۳۷	۰,۳۴۶*	۰,۳۳۵	۰,۳۱۸	۰,۳۵۸*	۰,۴۵۹*	۰,۴۲۷*	۰,۳۴۶*	۰,۴۵۲*	۰,۳۵۱*	۰,۴۰۵*
C4	۰,۲۷۳	۰,۳۲۵	۰,۳۶۷*	۰,۲۷۰	۰,۳۰۷	۰,۳۱۶	۰,۴۰۷*	۰,۳۹۹*	۰,۳۰۳	۰,۴۰۴*	۰,۲۹۸	۰,۳۵۱*
C5	۰,۲۷۶	۰,۳۳۵	۰,۳۸۸*	۰,۳۴۴*	۰,۲۵۸	۰,۳۵۵*	۰,۴۲۳*	۰,۳۹۳*	۰,۳۰۳	۰,۴۲۳*	۰,۳۲۲	۰,۳۷۷*
C6	۰,۲۴۳	۰,۲۷۹	۰,۳۴۴*	۰,۲۹۰	۰,۲۶۷	۰,۲۷۹	۰,۳۹۶*	۰,۳۵۳*	۰,۳۰۶	۰,۳۷۳*	۰,۲۹۲	۰,۳۶۱*
C7	۰,۲۸۰	۰,۳۱۹	۰,۳۷۳*	۰,۳۲۱	۰,۲۸۹	۰,۳۴۶*	۰,۳۶۸*	۰,۴۰۹*	۰,۳۱۹	۰,۴۳۵*	۰,۳۱۹	۰,۳۹۳*
C8	۰,۲۸۳	۰,۳۲۴	۰,۳۸۶*	۰,۳۱۹	۰,۲۸۴	۰,۳۴۱*	۰,۴۳۶*	۰,۳۴۶*	۰,۳۲۸	۰,۴۲۶*	۰,۳۱۵	۰,۳۷۲*
C9	۰,۲۸۷	۰,۳۱۴	۰,۴۰۹*	۰,۳۱۶	۰,۲۸۱	۰,۳۷۳*	۰,۴۳۶*	۰,۴۱۹*	۰,۲۹۳	۰,۴۲۵*	۰,۳۳۱	۰,۴۱۸*
C10	۰,۲۷۶	۰,۲۸۶	۰,۳۴۷*	۰,۲۹۳	۰,۲۶۵	۰,۳۳۱	۰,۴۲۱*	۰,۳۹۲*	۰,۳۰۰	۰,۳۴۳*	۰,۲۹۴	۰,۳۸۷*
C11	۰,۲۹۳	۰,۳۴۸*	۰,۴۲۵*	۰,۳۲۸	۰,۳۱۰	۰,۳۷۷*	۰,۴۶۲*	۰,۴۳۸*	۰,۳۷۲*	۰,۴۶۲*	۰,۳۰۴	۰,۴۳۴*
C12	۰,۲۴۸	۰,۲۷۸	۰,۳۳۶	۰,۲۸۷	۰,۲۵۰	۰,۳۵۴*	۰,۴۱۵*	۰,۳۵۷*	۰,۳۰۵	۰,۴۱۴*	۰,۳۰۴	۰,۳۱۲

بلاکچین در زنجیره تامین ارائه شده است. برای پذیرش بلاکچین در زنجیره تامین، لازم است تغییرات استراتژیک شامل به‌روزرسانی فناوری‌ها و افزایش شفافیت اعمال شود. ایجاد نقشه‌راه مدیریت

۶- توصیه‌های مدیریتی

در این بخش راهکارهای مدیریتی برای غلبه بر موانع پذیرش

تیم رهبری، ارتقاء برنامه‌های آموزشی، ارتقاء ابتکارات و... را پوشش می‌دهد.

در پایان، برگزاری جلسات بازخورد، ایجاد فرهنگ کنترل کیفیت، و تنظیم بهینه فرآیندهای جاری پیشنهاد می‌شود. تحقیقات در زمینه به‌کارگیری بلاکچین در مدیریت زنجیره تامین ارائه شده است و موانع اصلی از جمله عدم توافق شرکا، مقاومت شرکای سنتی، و عدم اعتماد به امنیت بلاکچین مورد بررسی قرار گرفته‌اند. برای حل این موانع، راهکارهایی از قبیل رمزنگاری مطمئن، اطلاع‌رسانی فعال در زمینه امنیت بلاکچین و استفاده از استانداردهای امنیتی معین ارائه شده است. این تدابیر، بهبود شفافیت، اعتماد و کارآمدی در زنجیره تامین را افزایش می‌دهد و نتایج نشان می‌دهد که به‌کارگیری بلاکچین در زنجیره تامین می‌تواند باعث بهبود عملکرد و اطمینان در فرآیندها گردد و نقاط ضعف موجود در سیستم‌های فعلی را اصلاح نماید.

۷- نتیجه‌گیری

در سال‌های اخیر، بلاکچین به عنوان یک ابزار قدرتمند برای بهبود زنجیره تامین مورد توجه سازمان‌ها در سراسر جهان قرار گرفته است. این تکنولوژی نه تنها موانع معمول در فرآیندهای زنجیره تامین را رفع می‌کند، بلکه شفافیت بیشتر، افزایش اطمینان، و بهبود کارایی را نیز فراهم می‌سازد. یکی از چالش‌های اصلی در پذیرش بلاکچین در زنجیره تامین، شناسایی و برطرف کردن موانع مختلف است. در این پژوهش بر اساس پیشینه تحقیقات تعداد ۲۲ مانع فناوری بلاکچین در زنجیره تامین استخراج شد که بر اساس روش دلفی فازی ۱۰ مانع حذف و ۱۲ مانع تایید شدند. سپس با استفاده از روش ترکیب دیمتل و تحلیل شبکه‌ای فازی تاثیرگذاری و تاثیرپذیری این شاخص‌ها انجام شد. نتایج روش ترکیب دیمتل و تحلیل شبکه‌ای نشان داد که در بین ۱۲ مانع، عدم توافق کلیه شرکا و ذینفعان زنجیره تامین در به‌کارگیری فناوری بلاکچین با وزن ۰,۱۱۳۵، رتبه اول را کسب کرده است. مقاومت شرکای سنتی زنجیره تامین در اجرای فناوری بلاکچین با وزن ۰,۱۰۹۵، رتبه دوم و عدم اعتماد به توانمندی امنیتی فناوری بلاکچین در به‌کارگیری آن در زنجیره تامین با وزن ۰,۱۰۰۳، رتبه سوم را کسب کرده است.

بخش اعتبارسنجی این تحقیق به تفکیک موانع بر پایه ادبیات موجود در زمینه فناوری بلاکچین پرداخته است. نظرات و تحلیل‌های ارائه شده توسط محققان باعث تعیین و توضیح درستی اطلاعات و مواردی شده اند که در نتیجه‌گیری نهایی مورد استفاده

تغییر حائز اهمیت است که شامل ایجاد آگاهی، تمایل و حمایت، دانش فنی، توانمندسازی و تقویت تغییر است. نقش مدیریت ارشد در این فرآیند بسیار مهم است و با ایجاد اراده و تعهد در سطح بالا، اعضای تیم را به هماهنگی با اهداف بلاکچین هدایت می‌کند تا موفقیت فرآیند تغییرات تضمین شود. طبق تحقیقات انجام شده در این پژوهش اهم موانع پذیرش بلاکچین به ترتیب اولویت همراه با ارائه راهکار برای ازمیان برداشتن این موانع در ادامه مورد بحث قرار گرفته است:

«عدم توافق کلیه شرکا و ذینفعان زنجیره تامین» نشان‌دهنده نقص در توافق و هماهنگی بین اعضای زنجیره است. برای حل اختلافات و عدم توافق در استفاده از بلاکچین در زنجیره تامین، ایجاد فرآیندهای مذاکره موثر اساسی است. همچنین، اعضا باید از مزایای بلاکچین آگاه شوند و آموزش‌های همگانی برای آشنایی با این فناوری ارائه شود. تشویق به توسعه استانداردها و قوانین مشترک همچنین می‌تواند به ایجاد فرهنگ همکاری و ارتقاء شفافیت در زنجیره تامین کمک کند.

«مقاومت شرکای سنتی در استفاده از بلاکچین در زنجیره تامین» به عدم تمایل یا ناتوانی آنها در پذیرش این تکنولوژی اشاره دارد. برای مقابله با این موانع، ارائه اطلاعات درباره مزایا و اثرات مثبت بلاکچین، آگاهی از بهبودهای ممکن، کاهش هزینه‌ها و افزایش شفافیت می‌تواند مفید باشد. همچنین، ارتقاء توانمندی‌ها از طریق دوره‌های آموزشی و مشاوره و ارائه نمونه‌های موفق از استفاده از بلاکچین می‌تواند به پذیرش این فناوری توسط شرکای سنتی کمک کند.

«عدم اعتماد به توانمندی‌های امنیتی بلاکچین در زنجیره تامین» به ناکارآمدی راهکارهای امنیتی برای مدیریت زنجیره تامین اشاره دارد. برای حل این مشکل، نیاز است که استانداردهای امنیتی بلاکچین شفافاً توضیح داده شوند و اطلاع‌رسانی در مورد الگوهای رمزنگاری و تکنولوژی‌های امنیتی مورد استفاده صورت بگیرد. همچنین، استانداردهای بین‌المللی برای بلاکچین و زنجیره تامین باید به وضوح ارائه شوند تا اعتماد به امنیت بلاکچین در زنجیره تامین برای کاربران تضمین شود.

برای برداشتن موانع و اجرای تغییرات به شکل کارآمد، می‌توان از مدل‌های معتبر مدیریت تغییر همچون آدکار^۱ و کاتر^۲ بهره گرفت. مدل آدکار، بر روی ایجاد آگاهی، تمایل، دانش، توانمندی، و تقویت تغییر تأکید دارد، در حالی که مدل کاتر مراحل تعیین ضرورت، ایجاد

² Kotter

¹ ADKAR

- The International Journal of Logistics Management. <https://doi.org/10.1108/IJLM-02-2022-0040>
- [4] Hosseini Dehshiri, S. J., & Amiri, M. (2024). Evaluation of blockchain implementation solutions in the sustainable supply chain: A novel hybrid decision approach based on Z-numbers. *Expert Systems with Applications*, 235, 121123. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2023.121123>.
- [5] Su, C.-M., et al. (2015). Improving sustainable supply chain management using a novel hierarchical grey-DEMATEL approach. *Journal of Cleaner Production*. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.05.080>.
- [6] Lee, K. L., & Zhang, T. (2023). Revolutionizing supply chains: Unveiling the power of blockchain technology for enhanced transparency and performance. *International Journal of Technology and Innovation Management*, 3, 19–27.
- [7] Purwaningsih, E., Muslikh, M., Suhaeri, S., & Basrowi, B. (2024). Utilizing blockchain technology in enhancing supply chain efficiency and export performance, and its implications on the financial performance of SMEs. *Uncertain Supply Chain Management*, 12, 449–460.
- [8] Nayak, G., & Dhaigude, A. S. (2019). A conceptual model of sustainable supply chain management in small and medium enterprises using blockchain technology. *Cogent Economics & Finance*, 7, 1667184.
- [9] Appinventiv, "The Real Impact of Blockchain Technology on the Economy," Aug. 31, 2024. [Online]. Available: <https://appinventiv.com/blog/real-impact-of-blockchain-technology-on-economy/>. [Accessed: Oct. 12, 2024].
- [۱۰] / معمارپور غیائی، علی، عباسی، مرتضی، پیری، مرتضی، و اخوان، پیمان. (۱۴۰۳). موانع پیاده‌سازی تکنولوژی بلاکچین در لجستیک بشردوستانه در شرایط عدم قطعیت. *مطالعات مدیریت کسب و کار هوشمند*, 12(47), 153-184. doi: 10.22054/ims.2023.72916.2304.
- [۱۱] / فرهادی، فرهاد، فتحی، محمد رضا، و کیانی هرچگانی، مرتضی. (۱۴۰۲). شناسایی و اولویت‌بندی موانع به‌کارگیری تکنولوژی بلاکچین در زنجیره تأمین پایدار (مورد مطالعه: شرکت‌های بسته‌بندی صنایع غذایی شهرکرد). *علوم و فنون بسته‌بندی*.
- [۱۲] / رحیمی، اکبر، تقی‌زاده، قاسم، و محمودآبادی، سمیرا. (۱۴۰۱). ارائه مدل ساختاری تفسیری موانع به‌کارگیری فناوری بلاکچین در زنجیره تأمین صنایع غذایی. *مدیریت تولید و عملیات*, 13, ۱۰۴-۷۹. (پیاپی) ۲۸. <https://sid.ir/paper/1039909/fa>.
- [13] Quayson, M., Bai, C., Sarkis, J., et al. (2024). Evaluating barriers to blockchain technology for sustainable agricultural supply chain: A fuzzy hierarchical group DEMATEL approach. *Operational Management Research*. <https://doi.org/10.1007/s12063-024-00443-x>.
- [14] Yuan, H., Du, W., Zuo, J., & Ma, X. (2024). Paving a traceable green pathway towards sustainable construction: A fuzzy ISM-DEMATEL analysis of blockchain technology adoption barriers in construction waste management. *Ain Shams Engineering Journal*, 15(4), 102627. <https://doi.org/10.1016/j.asej.2024.102627>.
- [15] Sahoo, S., Kumar, S., Sivarajah, U., Lim, W. M., Westland, J. C., & Kumar, A. (2022). Blockchain for sustainable supply chain management: Trends and ways forward. *Electronic Commerce Research*. <https://doi.org/10.1007/s10660-022-09569-1>.
- [16] Boutkhoul, O., Hanine, M., Nabil, M., El Barakaz, F., Lee, E., Rustam, F., & Ashraf, I. (2021). Analysis and evaluation of barriers influencing blockchain implementation in Moroccan sustainable supply chain management: An integrated IFAHP-DEMATEL framework. *Mathematics*, 9, 1601. <https://doi.org/10.3390/math9141601>.
- [17] Kouhizadeh, M., Saberi, S., & Sarkis, J. (2020). Blockchain technology and the sustainable supply chain: Theoretically exploring adoption barriers. *International Journal of Production*
- قرار گرفته‌اند. پژوهش یان [11] موانع پذیرش بلاکچین را به دو دسته اصلی موانع داخلی سازمانی و چالش‌های سیستم تقسیم کرده‌اند. «مقاومت شرکای سنتی زنجیره تأمین» در پژوهش حاضر به موانع داخلی سازمانی در پژوهش یان مرتبط است. این تطابق نشان‌دهنده وجود چالش‌های مشابه در پذیرش بلاکچین از سوی شرکای سنتی در هر دو پژوهش است.
- صابری [15] معتقدند که موانع پذیرش بلاکچین بر روابط بین شرکای زنجیره تأمین تاثیر گذاشته و همچنین به موانع تکنولوژیکی و سیستمی به عنوان موانع مهم اشاره شده است. کوهی‌زاده [16] بیشترین موانع را در دسته موانع تکنولوژیکی و خارجی یافته است با توجه به جدول ۱ و ۲ عدم اعتماد به مسائل امنیتی بلاکچین در دسته موانع تکنولوژیکی و عدم توافق کلیه شرکا و ذینفعان زنجیره تأمین در بکارگیری فناوری بلاکچین و مقاومت شرکای سنتی در بکارگیری فناوری بلاکچین در زنجیره تأمین در دسته موانع خارجی قرار گرفته است.
- ## ۸- محدودیت‌ها و پیشنهادات برای تحقیقات آینده
- پژوهش حاضر با محدودیت‌هایی مواجه بوده است که تاثیر بر دقت و جامعیت آن داشته‌اند. از جمله دسترسی محدود به اطلاعات شرکای تجاری موجب کاهش توانمندی در جمع‌آوری داده‌ها و تجزیه و تحلیل برخی از جنبه‌های تحقیق گردیده است. همچنین محدودیت در دسترسی به پایگاه‌های داده و اطلاعات مهم برخی از موضوعات تحقیقاتی، ممکن است نقاط ضعفی را در جمع‌آوری اطلاعات ایجاد کرده باشد. مطالعه حاضر نشان می‌دهد که مانع "عدم توافق کلیه شرکا و ذینفعان" از جهات مختلف برتری دارد. مواردی مانند مقاومت شرکای سنتی و ناکافی بودن اعتماد به توانمندی امنیتی بلاکچین نیز معرفی شده‌اند. پیشنهادات برای تحقیقات آینده شامل توسعه راهکارهای حل مسائل، تحلیل اقتصادی، تاثیرات حقوقی و استانداردها و مقایسه با سایر صنایع است.
- ## مراجع
- [1] Yadegari, M., Mohammadi, S., & Masoumi, A. H. (2022). Technology adoption: an analysis of the major models and theories. *Technology Analysis & Strategic Management*. <https://doi.org/10.1080/09537325.2022.2071255>
- [2] Chavoshi, A., & Hamidi, H. (2019). Social, individual, technological and pedagogical factors influencing mobile learning acceptance in higher education: A case from Iran. *Telematics and Informatics*, 38, 111-122. <https://doi.org/10.1016/j.tele.2018.09.007>
- [3] Khan, A., Khokhar, M. A., & Zafar, A. (2023). The role of supply chain integration between integrated information technology and financial performance – a disaggregated framework and findings.

- [33] Park, A., & Li, H. (2021). The effect of blockchain technology on supply chain sustainability performances. *Sustainability*, 13(4), 1726. <https://doi.org/10.3390/su13041726>.
- [34] Shekarian, E., Ijadi, B., Zare, A., & Majava, J. (2022). Sustainable supply chain management: A comprehensive systematic review of industrial practices. *Sustainability*, 14, 7892. <https://doi.org/10.3390/su14137892>.
- [35] Breque, M., De Nul, L., & Petridis, A. (2021). Industry 5.0 – Towards a sustainable, human-centric and resilient European industry. Publications Office of the European Union. <https://data.europa.eu/doi/10.2777/308407>.
- [36] Jamil, M. A., Mustofa, R., Hossain, N. U. I., Rahman, S. M. A., & Chowdhury, S. (2024). A structural equation modeling framework for exploring the industry 5.0 and sustainable supply chain determinants. *Supply Chain Analytics*, 6, 100060. <https://doi.org/10.1016/j.sca.2024.100060>.
- [37] Sternberg, H. S., Hoffmann, E., & Roeck, D. (2021). The struggle is real: A blockchain supply chain case study review. *Journal of Business Logistics*, 42(1), 71-87. <https://doi.org/10.1111/jbl.12240>.
- [38] Bahramand, H., Maqsoodi, A., & Koupi, J. (2021). Exploring blockchain applications in humanitarian supply chains: Findings from a blockchain supply chain pilot project. *International Journal of Operations & Production Management*, 41(9), 1522-1543. <https://doi.org/10.1108/IJOPM-12-2020-0884>.
- [39] van Hoek, R. (2020). Developing a framework for considering blockchain pilots in the supply chain – Lessons from early industry adopters. *Supply Chain Management*, 25(1), 115-121. <https://doi.org/10.1108/SCM-05-2019-0206>.
- [40] Sharma, M., Patidar, A., Anchlia, N., et al. (2023). Blockchain adoption in the food supply chain for new business opportunities: An integrated approach. *Operations Management Research*, 16, 1949-1967. <https://doi.org/10.1007/s12063-023-00416-6>.
- [41] Patil S. and Kant R., (2014). "A fuzzy AHP-TOPSIS framework for ranking the solutions of Knowledge Management adoption in Supply Chain to overcome its barriers," *Expert Systems with Applications*, vol. 41, no. 2, pp. 679-693.
- [۴۲] موسوی، پ.، یوسفی‌زنوز، ر.، و حسن‌پور، ا. (۱۳۹۴). شناسایی ریسک‌های اطلاعاتی سازمانی با استفاده از روش دلفی فازی در صنعت بانکداری. مدیریت فناوری اطلاعات، ۱۷(۱)، ۱۶۳-۱۸۴. <https://sid.ir/paper/140465/fa>.
- [۴۳] میرسپاسی، ن.، طلوعی اشلقی، ع.، معمارزاده، غ.، و پیدایی، م. (۱۳۸۹). طراحی مدل تعالی منابع انسانی در سازمان‌های دولتی ایران با استفاده از تکنیک دلفی فازی. آینده‌پژوهی مدیریت، ۲۱(۴)، ۱-۲۲.
- [۴۴] راهداری، ع. و نصر، م. (۱۳۹۶). چالش‌های اتاق فکر در ایران. فصلنامه علمی - پژوهشی فرآیند مدیریت و توسعه، ۳۰(۲)، ۲۳-۵۴.
- [۴۵] صیف‌الدین‌اسل، ا.، صفقی، ف.، زلفقاری‌زاده، م.، محمدی‌حمیدی، م.، حمیدی، م.، و اسکاریان، م. (۱۳۹۵). استخراج شاخص‌های کلیدی توسعه تحقیقاتی با استفاده از روش دلفی فازی ایشیکوا برای بخش بهداشت. رهبرد، ۲۵(۸۱)، ۵-۲۶. doi:10.10283102.10001.1.10283102.
- [46] Hu, Y., Wen, J., & Yan, Y. (2015). Measuring the performance of knowledge resources using a value perspective: integrating BSC and ANP. *Journal of Knowledge Management*, 19, 1250-1272.
- Economics. Advanced online publication. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2020.107831>.
- [18] Saberi, S., Kouhizadeh, M., Sarkis, J., & Shen, L. (2019). Blockchain technology and its relationships to sustainable supply chain management. *International Journal of Production Research*, 57(7), 2117-2135. <https://doi.org/10.1080/00207543.2018.1533261>.
- [19] Elkorany, A., Shaaban, E., Haggag, M., & Elshaer, I. A. (2025). Assessing adoption challenges of blockchain technology in agri-food supply chain. *Logistics*, 4(1), 5. <https://doi.org/10.3390/logistics4010005>.
- [20] زمانی باب‌گهری، ا.، حسینی، م. (۲۰۲۴). ارائه روشی مبتنی بر بلاکچین برای فصلنامه فناوری اطلاعات و حفظ حریم خصوصی کاربران در شبکه‌های اجتماعی ۱۶، ۲۰۵-۲۱۷. (61) ارتباطات ایران، ۱۶.
- [21] 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>.
- [22] Naseem, M. H., Yang, J., Zhang, T., & Alam, W. (2023). Utilizing fuzzy ahp in the evaluation of barriers to blockchain implementation in reverse logistics. *Sustainability*, 15(10), 7961. <https://doi.org/10.3390/su15107961>.
- [۲۲] کیانی هرچگانی، م. (۱۴۰۱). شناسایی موانع تکنولوژی بلاکچین در زنجیره تأمین پایدار (مورد مطالعه: شرکت ورق خودرو چهارمحال و بختیاری). نشریه علمی رویکردهای پژوهشی نوین مدیریت و حسابداری 6(23), 880-893. Retrieved from <https://majournal.ir/index.php/ma/article/view/1752>
- [24] Kafeel, Huzaifa, Kumar, Vikas, & Duong, Linh. (2023). Blockchain in supply chain management: A synthesis of barriers and enablers for managers. *International Journal of Mathematical, Engineering and Management Sciences*, 8(1), 15-42. ISSN 2455-7749.
- [25] Maddikonta, P. K. R., Fam, K. - V., Prabadoi, B., Deepa, N., Doi, K., Gadkalo, T. R., Ruby, R., & Liyanage, M. (2022). Industry 5.0: Exploring enabling technologies and potential applications. *Journal of Industrial Integration Information*, 26, 100257. <https://doi.org/10.1016/j.jii.2021.100257>.
- [26] Akomea, S. Y., Agyapong, A., Aidoo, S. O., & Kyei, S. M. (2023). The roles of social capital, entrepreneurial orientation and competitive intensity in managerial capability and performance relationship: Evidence from an emerging market economy. *Journal of Strategy and Management*, 16(2), 341-361. <https://doi.org/10.1108/jsma-04-2022-0073>.
- [27] Bettiol, M., Capestro, M., Maria, E. D., & Grandinetti, R. (2023). Leveraging on intra- and inter-organizational collaboration in Industry 4.0 adoption for knowledge creation and innovation. *European Journal of Innovation Management*, 26(7), 328-352. <https://doi.org/10.1108/ejim-10-2022-0593>.
- [28] Yang, Q., Geng, R., Feng, T., & Li, T. (2023). Impacts of supply chain integration on product- and service-oriented mass customisation capability: The role of customer need. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 53(3), 354-377. <https://doi.org/10.1108/ijpdlm-02-2022-0051>.
- [29] Hu, Y., Wen, J., & Yan, Y. (2015). Measuring the performance of knowledge resources using a value perspective: Integrating BSC and ANP. *Journal of Knowledge Management*, 19, 1250-1272.
- [30] Moosavi, N., & Taherdoost, H. (2024, January 30). Blockchain technology, structure, and applications: A survey. *Authorea*. <https://doi.org/10.22541/au.170663631.17372632/v1>.
- [31] Tapscott, D. (2018). 2018 Blockchain regulation roundtable: Addressing the regulatory challenges of disruptive innovation.
- [32] Blog.solistica.com, "Blockchain and Supply Chain Sustainability," April 2, 2022. [Online]. Available: <https://blog.solistica.com>. [Accessed: Oct. 12, 2024].

پیوست 1. ماتریس ارتباط مستقیم معیارها

	C1	C2	C3	C4	....	C11	C12
C1	(۰,۰۰۰,۰۲۵)	(۰,۰۸۳,۰,۲۲۲,۰,۴۷۲)	(۰,۱۶۷,۰,۳۸۹,۰,۶۳۹)	(۰,۱۳۹,۰,۳۳۳,۰,۵۵۶)	.....	(۰,۲۵۰,۰,۴۷۲,۰,۶۹۴)	(۰,۳۶۱,۰,۵۵۶,۰,۷۷۸)
C2	(۰,۱۳۹,۰,۳۳۳,۰,۵۵۶)	(۰,۰۰۰,۰۲۵)	(۰,۲۲۲,۰,۴۱۷,۰,۶۳۹)	(۰,۳۳۳,۰,۵۲۸,۰,۷۵)	.....	(۰,۱۶۷,۰,۳۶۱,۰,۶۱۱)	(۰,۰۵۶,۰,۱۶۷,۰,۴۱۷)
C3	(۰,۱۶۷,۰,۳۸۹,۰,۶۱۱)	(۰,۲۲۲,۰,۴۱۷,۰,۶۳۹)	(۰,۰۰۰,۰۲۵)	(۰,۲۷۸,۰,۴۷۲,۰,۶۳۹)	.....	(۰,۳۶۱,۰,۵۸۳,۰,۸۰۶)	(۰,۳۳۳,۰,۵۸۳,۰,۷۷۸)
C4	(۰,۱۳۹,۰,۳۳۳,۰,۵۵۶)	(۰,۳۳۳,۰,۵۲۸,۰,۷۵)	(۰,۲۷۸,۰,۴۷۲,۰,۶۳۹)	(۰,۰۰۰,۰۲۵)	.....	(۰,۱۱۱,۰,۳۰۶,۰,۵۵۶)	(۰,۱۶۷,۰,۳۳۳,۰,۵۸۳)
C5	(۰,۱۱۱,۰,۳۰۶,۰,۵۵۶)	(۰,۳۶۱,۰,۵۸۳,۰,۸۰۶)	(۰,۳۳۳,۰,۵۸۳,۰,۸۰۶)	(۰,۴۴۴,۰,۶۶۷,۰,۸۰۶)	.....	(۰,۱۹۴,۰,۴۴۴,۰,۶۹۴)	(۰,۲۷۸,۰,۴۷۲,۰,۶۹۴)
C6	(۰,۰۵۶,۰,۱۶۷,۰,۴۱۷)	(۰,۰۸۳,۰,۳۰۶,۰,۵۵۶)	(۰,۳۰۶,۰,۵۰۰,۰,۶۹۴)	(۰,۲۲۲,۰,۳۸۹,۰,۶۱۱)	.....	(۰,۲۲۲,۰,۳۸۹,۰,۵۸۳)	(۰,۳۸۹,۰,۶۱۱,۰,۸۰۶)
C7	(۰,۱۶۷,۰,۳۶۱,۰,۵۸۳)	(۰,۲۷۸,۰,۴۷۲,۰,۶۹۴)	(۰,۳۰۶,۰,۵۲۸,۰,۷۲۲)	(۰,۲۷۸,۰,۴۷۲,۰,۶۹۴)	.....	(۰,۲۵۰,۰,۴۱۷,۰,۶۳۹)	(۰,۴۴۴,۰,۶۳۹,۰,۸۳۳)
C8	(۰,۲۲۲,۰,۳۸۹,۰,۶۱۱)	(۰,۳۰۶,۰,۵۲۸,۰,۷۲۲)	(۰,۴۱۷,۰,۶۶۷,۰,۸۶۱)	(۰,۲۵۰,۰,۴۷۲,۰,۶۶۷)	.....	(۰,۱۹۴,۰,۳۸۹,۰,۶۱۱)	(۰,۲۵۰,۰,۴۴۴,۰,۶۳۹)
C9	(۰,۱۶۷,۰,۳۶۱,۰,۶۱۱)	(۰,۱۱۱,۰,۳۶۱,۰,۵۸۳)	(۰,۵۵۶,۰,۸۰۶,۰,۹۴۴)	(۰,۱۶۷,۰,۳۳۳,۰,۵۸۳)	.....	(۰,۲۵۰,۰,۴۴۴,۰,۶۹۴)	(۰,۵۵۶,۰,۸۰۶,۰,۹۷۲)
C10	(۰,۲۷۸,۰,۴۷۲,۰,۶۹۴)	(۰,۱۳۹,۰,۲۷۸,۰,۵)	(۰,۲۵۰,۰,۴۱۷,۰,۶۳۹)	(۰,۱۹۴,۰,۳۳۳,۰,۵۵۶)	.....	(۰,۱۶۷,۰,۳۰۶,۰,۵۲۸)	(۰,۵۵۶,۰,۷۷۸,۰,۹۱۷)
C11	(۰,۱۳۹,۰,۲۷۸,۰,۵۲۸)	(۰,۳۳۳,۰,۵۵۶,۰,۷۲۲)	(۰,۵۲۸,۰,۷۷۸,۰,۹۴۴)	(۰,۱۳۹,۰,۳۰۶,۰,۵۵۶)	.....	(۰,۰۰۰,۰۲۵)	(۰,۵۵۶,۰,۸۰۶,۰,۹۱۷)
C12	(۰,۰۸۳,۰,۱۹۴,۰,۴۴۴)	(۰,۱۱۱,۰,۲۲۲,۰,۴۷۲)	(۰,۱۶۷,۰,۳۶۱,۰,۶۱۱)	(۰,۱۳۹,۰,۳۳۳,۰,۵۸۳)	.....	(۰,۲۷۸,۰,۴۷۲,۰,۶۹۴)	(۰,۰۰۰,۰۲۵)

پیوست 2. ماتریس نرمال شده ارتباط مستقیم معیارها

	C1	C2	C3	C4	....	C11	C12
C1	(۰,۰۰۰,۰۲۹)	(۰,۰۱۰,۰۲۵,۰,۵۴)	(۰,۰۱۹,۰,۴۵,۰,۷۳)	(۰,۰۱۶,۰,۳۸,۰,۶۴)	.....	(۰,۰۲۹,۰,۵۴,۰,۰۸)	(۰,۰۴۱,۰,۰۶۴,۰,۰۸۹)
C2	(۰,۰۱۶,۰,۰۳۸,۰,۰۶۷)	(۰,۰۰۰,۰۲۹)	(۰,۰۲۵,۰,۰۴۸,۰,۰۷۳)	(۰,۰۳۸,۰,۰۶۱,۰,۰۸۶)	.....	(۰,۰۱۹,۰,۰۴۱,۰,۰۰۷)	(۰,۰۰۶,۰,۰۱۹,۰,۰۴۸)
C3	(۰,۰۲۲,۰,۰۴۵,۰,۰۰۷)	(۰,۰۳۲,۰,۰۵۴,۰,۰۰۸)	(۰,۰۰۰,۰۲۹)	(۰,۰۳۲,۰,۰۵۴,۰,۰۷۳)	.....	(۰,۰۴۱,۰,۰۶۷,۰,۰۹۲)	(۰,۰۳۸,۰,۰۶۷,۰,۰۸۹)
C4	(۰,۰۲۲,۰,۰۴۱,۰,۰۰۶۷)	(۰,۰۴۵,۰,۰۰۷,۰,۰۹۲)	(۰,۰۴۱,۰,۰۰۶۴,۰,۰۰۸۶)	(۰,۰۰۰,۰۲۹)	.....	(۰,۰۱۳,۰,۰۳۵,۰,۰۰۶۴)	(۰,۰۱۹,۰,۰۳۸,۰,۰۰۶۷)
C5	(۰,۰۱۳,۰,۰۳۵,۰,۰۰۶۴)	(۰,۰۴۱,۰,۰۰۷,۰,۰۹۲)	(۰,۰۴۸,۰,۰۰۷۶,۰,۰۰۹۶)	(۰,۰۵۱,۰,۰۷۶,۰,۰۰۹۲)	.....	(۰,۰۲۲,۰,۰۵۱,۰,۰۰۸)	(۰,۰۳۲,۰,۰۵۴,۰,۰۰۸)
C6	(۰,۰۰۶,۰,۰۲۲,۰,۰۰۵۱)	(۰,۰۱۰,۰,۰۳۵,۰,۰۰۶۴)	(۰,۰۳۵,۰,۰۵۷,۰,۰۰۸)	(۰,۰۲۵,۰,۰۴۵,۰,۰۰۷)	.....	(۰,۰۲۵,۰,۰۴۵,۰,۰۰۶۷)	(۰,۰۴۵,۰,۰۰۷,۰,۰۰۹۲)
C7	(۰,۰۱۹,۰,۰۴۱,۰,۰۰۶۷)	(۰,۰۳۲,۰,۰۵۴,۰,۰۰۷۶)	(۰,۰۳۵,۰,۰۶۱,۰,۰۰۸۳)	(۰,۰۳۲,۰,۰۵۴,۰,۰۰۸)	.....	(۰,۰۲۹,۰,۰۴۸,۰,۰۰۷۳)	(۰,۰۵۱,۰,۰۷۳,۰,۰۰۹۶)
C8	(۰,۰۲۵,۰,۰۴۵,۰,۰۰۷)	(۰,۰۳۵,۰,۰۶۱,۰,۰۰۸۳)	(۰,۰۴۸,۰,۰۰۷۶,۰,۰۰۹۹)	(۰,۰۲۹,۰,۰۵۴,۰,۰۰۷۶)	.....	(۰,۰۲۲,۰,۰۴۵,۰,۰۰۷)	(۰,۰۲۹,۰,۰۵۱,۰,۰۰۷۳)
C9	(۰,۰۱۹,۰,۰۴۱,۰,۰۰۰۷)	(۰,۰۱۳,۰,۰۴۱,۰,۰۰۶۷)	(۰,۰۶۴,۰,۰۹۲,۰,۰۰۱۰۸)	(۰,۰۱۹,۰,۰۳۸,۰,۰۰۶۷)	.....	(۰,۰۲۹,۰,۰۵۱,۰,۰۰۸)	(۰,۰۶۴,۰,۰۹۲,۰,۰۱۱۱)
C10	(۰,۰۳۲,۰,۰۵۴,۰,۰۰۷۶)	(۰,۰۱۶,۰,۰۳۲,۰,۰۰۵۷)	(۰,۰۲۹,۰,۰۴۸,۰,۰۰۷۳)	(۰,۰۲۲,۰,۰۳۸,۰,۰۰۶۴)	.....	(۰,۰۱۹,۰,۰۳۵,۰,۰۰۶۱)	(۰,۰۶۴,۰,۰۸۹,۰,۰۱۰۵)
C11	(۰,۰۱۶,۰,۰۳۲,۰,۰۰۶۱)	(۰,۰۳۸,۰,۰۶۴,۰,۰۰۸۳)	(۰,۰۶۱,۰,۰۸۹,۰,۰۰۱۰۸)	(۰,۰۱۶,۰,۰۳۵,۰,۰۰۶۴)	.....	(۰,۰۰۰,۰۲۹)	(۰,۰۶۴,۰,۰۹۲,۰,۰۱۰۵)
C12	(۰,۰۱۰,۰,۰۲۲,۰,۰۰۵۱)	(۰,۰۱۳,۰,۰۲۵,۰,۰۰۵۴)	(۰,۰۱۹,۰,۰۴۱,۰,۰۰۰۷)	(۰,۰۱۶,۰,۰۳۸,۰,۰۰۶۷)	.....	(۰,۰۳۲,۰,۰۵۴,۰,۰۰۸)	(۰,۰۰۰,۰۲۹)

پیوست 3. ماتریس ارتباطات کامل معیارها

	C1	C2	C3	C4	....	C11	C12
C1	(۰,۰۰۸,۰,۵۰,۵۹۱)	(۰,۰۲۰,۰,۸۶,۰,۶۷۶)	(۰,۰۳۵,۰,۱۲۲,۰,۷۹۹)	(۰,۰۲۶,۰,۰۹۷,۰,۶۸۶)	.....	(۰,۰۳۹,۰,۱۱۳,۰,۷۱۱)	(۰,۰۵۹,۰,۱۴۴,۰,۸۲۶)
C2	(۰,۰۲۵,۰,۰۹۱,۰,۰۰۶۶)	(۰,۰۱۳,۰,۰,۶۷,۰,۶۸۹)	(۰,۰۴۲,۰,۱۳۱,۰,۰۸۴۲)	(۰,۰۵۰,۰,۱۲۴,۰,۰۷۴۴)	.....	(۰,۰۳۰,۰,۱۰۴,۰,۰۷۳۸)	(۰,۰۲۵,۰,۰,۱۰۷,۰,۰۸۲۹)
C3	(۰,۰۳۴,۰,۱۱۲,۰,۰۷۴۳)	(۰,۰۴۸,۰,۱۳۷,۰,۰۸۲۵)	(۰,۰۲۵,۰,۱۱۰,۰,۰۹۰۳)	(۰,۰۴۹,۰,۱۳۷,۰,۰۸۲۱)	.....	(۰,۰۵۷,۰,۱۴۷,۰,۰۸۴۹)	(۰,۰۶۴,۰,۱۷۷,۰,۰۹۷۳)
C4	(۰,۰۳۳,۰,۱۰,۰۰۸۵)	(۰,۰۵۸,۰,۱۴۱,۰,۰۷۷۷)	(۰,۰۶۰,۰,۱۵۵,۰,۰۸۸۵)	(۰,۰۱۶,۰,۰۷۶,۰,۰۷۱۸)	.....	(۰,۰۲۶,۰,۱۰۷,۰,۰۷۶۱)	(۰,۰۴۰,۰,۱۳۴,۰,۰۸۷۹)
C5	(۰,۰۲۳,۰,۰۰۹۷,۰,۰۰۷۰۸)	(۰,۰۵۵,۰,۱۴۴,۰,۰۸۰۵)	(۰,۰۶۶,۰,۱۷۰,۰,۰۹۲۷)	(۰,۰۶۴,۰,۱۵۰,۰,۰۸۰۷)	.....	(۰,۰۳۶,۰,۱۲۵,۰,۰۸۰۵)	(۰,۰۵۳,۰,۱۵۳,۰,۰۹۲۵)
C6	(۰,۰۱۶,۰,۰۰۷۶,۰,۰۰۶۳۹)	(۰,۰۲۲,۰,۱۰۱,۰,۰۷۱۵)	(۰,۰۵۲,۰,۱۴۱,۰,۰۸۳۹)	(۰,۰۳۸,۰,۱۱۰,۰,۰۷۲۲)	.....	(۰,۰۳۸,۰,۱۰۹,۰,۰۷۲۹)	(۰,۰۶۳,۰,۱۵۶,۰,۰۸۶۳)
C7	(۰,۰۳۰,۱۰۲,۰,۰۷۰۶)	(۰,۰۴۶,۰,۱۲۸,۰,۰۷۸۴)	(۰,۰۵۵,۰,۱۵۶,۰,۰۹۰۹)	(۰,۰۴۶,۰,۱۲۸,۰,۰۷۸۹)	.....	(۰,۰۴۳,۰,۱۲۲,۰,۰۷۹۳)	(۰,۰۷۳,۰,۱۷۲,۰,۰۹۳۴)
C8	(۰,۰۳۶,۰,۱۰۶,۰,۰۰۷۰۷)	(۰,۰۴۹,۰,۱۳۵,۰,۰۷۸۸)	(۰,۰۶۷,۰,۱۷۱,۰,۰۹۲۱)	(۰,۰۴۳,۰,۱۳۰,۰,۰۷۸۳)	.....	(۰,۰۳۷,۰,۱۲۰,۰,۰۷۸۸)	(۰,۰۵۲,۰,۱۵۴,۰,۰۹۱۱)
C9	(۰,۰۳۱,۰,۱۰۵,۰,۰۷۲۵)	(۰,۰۲۸,۰,۱۲۰,۰,۰۷۹۳)	(۰,۰۸۴,۰,۱۹۰,۰,۰۹۵۳)	(۰,۰۳۵,۰,۱۱۸,۰,۰۷۹۵)	.....	(۰,۰۴۵,۰,۱۳۰,۰,۰۸۱۸)	(۰,۰۸۷,۰,۱۹۶,۰,۰۰۹۷)
C10	(۰,۰۴۱,۰,۱۱۰,۰,۰۶۷۸)	(۰,۰۳۰,۱۰۳,۰,۰۷۲۶)	(۰,۰۴۸,۰,۱۳۸,۰,۰۸۵۴)	(۰,۰۳۶,۰,۱۰۹,۰,۰۷۳۴)	.....	(۰,۰۳۴,۰,۱۰۶,۰,۰۷۴۱)	(۰,۰۸۴,۰,۱۸۰,۰,۰۸۹۵)
C11	(۰,۰۳۰,۱۰۳,۰,۰۷۴۷)	(۰,۰۵۵,۰,۱۴۸,۰,۰۸۴۲)	(۰,۰۸۵,۰,۱۹۸,۰,۰۹۹۳)	(۰,۰۳۵,۰,۱۲۳,۰,۰۸۲۶)	.....	(۰,۰۱۹,۰,۰۸۹,۰,۰۸۰۴)	(۰,۰۹۱,۰,۲۰۷,۰,۰۰۰۵)
C12	(۰,۰۲۰,۰۰۷۹,۰,۰۰۶۴۶)	(۰,۰۲۵,۰,۰۰۹۴,۰,۰۷۱۴)	(۰,۰۳۸,۰,۱۳۰,۰,۰۸۴)	(۰,۰۲۹,۰,۱۰۶,۰,۰۷۲۷)	.....	(۰,۰۴۴,۰,۱۲۰,۰,۰۷۴۸)	(۰,۰۲۴,۰,۰۰۹۷,۰,۰۸۱۴)

پیوست 4. سوپرماتریس موزون

	C1	C2	C3	C4	....	C11	C12
C1	(۰,۰۱۹۰,۰۳۷,۰۰۶۶)	(۰,۰۵۳۰,۰۶۳,۰۰۷)	(۰,۰۵۱۰,۰۶۰,۰۰۶۹)	(۰,۰۵۸۰,۰۶۲,۰۰۶۹)	.....	(۰,۰۴۰,۰۵۳,۰۰۶۸)	(۰,۰۳۷۰,۰۵۲,۰۰۶۸)
C2	(۰,۰۴۶۰,۰۰۶۴,۰۰۷۵)	(۰,۰۲۷۰,۰۰۴۷,۰۰۷۳)	(۰,۰۷۲۰,۰۰۷۴,۰۰۷۷)	(۰,۰۴۰,۰۰۸۷,۰۰۷۹)	.....	(۰,۰۷۴۰,۰۰۷۶,۰۰۷۷)	(۰,۰۴۷۰,۰۰۶۲,۰۰۷۵)
C3	(۰,۰۷۹۰,۰۰۹۱,۰۰۸۹)	(۰,۰۹۱۰,۰۰۹۱,۰۰۸۹)	(۰,۰۳۷۰,۰۰۵۹,۰۰۸۴)	(۰,۰۱۰۸,۰۰۹۶,۰۰۰۹)	.....	(۰,۰۱۴۰,۰۰۱۰,۰۰۰۹۱)	(۰,۰۷۱۰,۰۰۸۵,۰۰۸۸)
C4	(۰,۰۶۰,۰۰۷۲,۰۰۰۷۶)	(۰,۰۱۰۷,۰۰۰۸۷,۰۰۰۷۸)	(۰,۰۷۲۰,۰۰۷۴,۰۰۰۷۶)	(۰,۰۲۸۰,۰۰۴۷,۰۰۰۷۳)	.....	(۰,۰۴۷۰,۰۰۶۳,۰۰۰۷۵)	(۰,۰۵۴۰,۰۰۶۹,۰۰۰۷۶)
C5	(۰,۰۳۴۰,۰۰۵۱,۰۰۰۶۹)	(۰,۰۹۶۰,۰۰۸۳,۰۰۰۷۳)	(۰,۰۷۶۰,۰۰۷۲,۰۰۰۷۲)	(۰,۰۱۰۵,۰۰۰۸۵,۰۰۰۷۳)	.....	(۰,۰۵۰,۰۰۶۲,۰۰۰۰۷)	(۰,۰۲۲۰,۰۰۵۲,۰۰۰۶۹)
C6	(۰,۰۶۷۰,۰۰۷۷,۰۰۰۸۳)	(۰,۰۷۴۰,۰۰۷۸,۰۰۰۸۳)	(۰,۰۶۶۰,۰۰۷۵,۰۰۰۸۳)	(۰,۰۴۵۰,۰۰۰۷۰,۰۰۰۸۲)	.....	(۰,۰۷۷۰,۰۰۸۲,۰۰۰۸۳)	(۰,۰۴۴۰,۰۰۱۰۷,۰۰۰۸۶)
C7	(۰,۰۱۲۸,۰۰۱۱۴,۰۰۰۹۸)	(۰,۰۱۲۲,۰۰۱۱۲,۰۰۰۹۹)	(۰,۰۱۳۶,۰۰۱۱۸,۰۰۰۹۹)	(۰,۰۱۲۶,۰۰۱۱۲,۰۰۰۹۸)	.....	(۰,۰۱۲۱,۰۰۱۱۲,۰۰۰۹۸)	(۰,۰۱۷۰,۰۰۱۳,۰۰۰۰۱)
C8	(۰,۰۱۳۲,۰۰۱۱,۰۰۰۹۵)	(۰,۰۱۳۴,۰۰۱۱۱,۰۰۰۹۵)	(۰,۰۱۱۰,۰۰۰۴۰,۰۰۰۹۴)	(۰,۰۱۲۹,۰۰۱۱۱,۰۰۰۹۶)	.....	(۰,۰۱۱۰,۰۰۰۳۰,۰۰۰۹۴)	(۰,۰۷۸۰,۰۰۹۳,۰۰۰۹۳)
C9	(۰,۰۸۳۰,۰۰۷۹,۰۰۰۷۹)	(۰,۰۵۸۰,۰۰۶۹,۰۰۰۷۸)	(۰,۰۰۷۱,۰۰۰۷۵,۰۰۰۷۹)	(۰,۰۵۲۰,۰۰۰۶۸,۰۰۰۷۸)	.....	(۰,۰۹۶۰,۰۰۰۸۵,۰۰۰۰۸)	(۰,۰۷۹۰,۰۰۷۹,۰۰۰۷۹)
C10	(۰,۰۱۳۲,۰۰۱۱۴,۰۰۰۹۸)	(۰,۰۱۱۹,۰۰۱۱,۰۰۰۹۷)	(۰,۰۱۲۹,۰۰۱۱۴,۰۰۰۹۸)	(۰,۰۱۲۴,۰۰۱۱۱,۰۰۰۹۷)	.....	(۰,۰۱۲۲,۰۰۱۱۲,۰۰۰۹۸)	(۰,۰۱۷۱,۰۰۱۳,۰۰۰۰۱)
C11	(۰,۰۸۸۰,۰۰۸۴,۰۰۰۷۹)	(۰,۰۰۶۴,۰۰۰۷۳,۰۰۰۷۸)	(۰,۰۰۸۴,۰۰۰۷۹,۰۰۰۷۹)	(۰,۰۰۴۸,۰۰۰۶۶,۰۰۰۷۷)	.....	(۰,۰۲۶۰,۰۰۰۶۶,۰۰۰۷۳)	(۰,۰۸۳۰,۰۰۷۹,۰۰۰۷۹)
C12	(۰,۰۱۳۳,۰۰۱۰۷,۰۰۰۹۲)	(۰,۰۰۵۳,۰۰۰۷۵,۰۰۰۸۷)	(۰,۰۰۹۶,۰۰۰۹۶,۰۰۰۰۹)	(۰,۰۰۷۲,۰۰۰۸۳,۰۰۰۸۹)	.....	(۰,۰۱۲۳,۰۰۱۰۶,۰۰۰۹۲)	(۰,۰۰۴۵,۰۰۰۶۳,۰۰۰۰۸۶)

پیوست 5. سوپرماتریس حدی

	C1	C2	C3	C4	....	C11	C12
C1	(۰,۰۴۹۰,۰۰۵۸,۰۰۰۶۹)	(۰,۰۴۹۰,۰۰۵۸,۰۰۰۶۹)	(۰,۰۴۹۰,۰۰۵۸,۰۰۰۶۹)	(۰,۰۴۹۰,۰۰۵۸,۰۰۰۶۹)	.....	(۰,۰۴۹۰,۰۰۵۸,۰۰۰۶۹)	(۰,۰۴۹۰,۰۰۵۸,۰۰۰۶۹)
C2	(۰,۰۶۴۰,۰۰۷۱,۰۰۰۷۶)	(۰,۰۶۴۰,۰۰۷۱,۰۰۰۷۶)	(۰,۰۶۴۰,۰۰۷۱,۰۰۰۷۶)	(۰,۰۶۴۰,۰۰۷۱,۰۰۰۷۶)	.....	(۰,۰۶۴۰,۰۰۷۱,۰۰۰۷۶)	(۰,۰۶۴۰,۰۰۷۱,۰۰۰۷۶)
C3	(۰,۰۹۳۰,۰۰۹۲,۰۰۰۸۹)	(۰,۰۹۳۰,۰۰۹۲,۰۰۰۸۹)	(۰,۰۹۳۰,۰۰۹۲,۰۰۰۸۹)	(۰,۰۹۳۰,۰۰۹۲,۰۰۰۸۹)	.....	(۰,۰۹۳۰,۰۰۹۲,۰۰۰۸۹)	(۰,۰۹۳۰,۰۰۹۲,۰۰۰۸۹)
C4	(۰,۰۶۸۰,۰۰۷۲,۰۰۰۷۶)	(۰,۰۶۸۰,۰۰۷۲,۰۰۰۷۶)	(۰,۰۶۸۰,۰۰۷۲,۰۰۰۷۶)	(۰,۰۶۸۰,۰۰۷۲,۰۰۰۷۶)	.....	(۰,۰۶۸۰,۰۰۷۲,۰۰۰۷۶)	(۰,۰۶۸۰,۰۰۷۲,۰۰۰۷۶)
C5	(۰,۰۵۶۰,۰۰۶۳,۰۰۰۰۷)	(۰,۰۵۶۰,۰۰۶۳,۰۰۰۰۷)	(۰,۰۵۶۰,۰۰۶۳,۰۰۰۰۷)	(۰,۰۵۶۰,۰۰۶۳,۰۰۰۰۷)	.....	(۰,۰۵۶۰,۰۰۶۳,۰۰۰۰۷)	(۰,۰۵۶۰,۰۰۶۳,۰۰۰۰۷)
C6	(۰,۰۷۷۰,۰۰۸۱,۰۰۰۸۳)	(۰,۰۷۷۰,۰۰۸۱,۰۰۰۸۳)	(۰,۰۷۷۰,۰۰۸۱,۰۰۰۸۳)	(۰,۰۷۷۰,۰۰۸۱,۰۰۰۸۳)	.....	(۰,۰۷۷۰,۰۰۸۱,۰۰۰۸۳)	(۰,۰۷۷۰,۰۰۸۱,۰۰۰۸۳)
C7	(۰,۰۱۲۹,۰۰۱۱۳,۰۰۰۹۸)	(۰,۰۱۲۹,۰۰۱۱۳,۰۰۰۹۸)	(۰,۰۱۲۹,۰۰۱۱۳,۰۰۰۹۸)	(۰,۰۱۲۹,۰۰۱۱۳,۰۰۰۹۸)	.....	(۰,۰۱۲۹,۰۰۱۱۳,۰۰۰۹۸)	(۰,۰۱۲۹,۰۰۱۱۳,۰۰۰۹۸)
C8	(۰,۰۱۰۶,۰۰۱۰۱,۰۰۰۰۹۴)	(۰,۰۱۰۶,۰۰۱۰۱,۰۰۰۰۹۴)	(۰,۰۱۰۶,۰۰۱۰۱,۰۰۰۰۹۴)	(۰,۰۱۰۶,۰۰۱۰۱,۰۰۰۰۹۴)	.....	(۰,۰۱۰۶,۰۰۱۰۱,۰۰۰۰۹۴)	(۰,۰۱۰۶,۰۰۱۰۱,۰۰۰۰۹۴)
C9	(۰,۰۶۷۰,۰۰۷۳,۰۰۰۷۸)	(۰,۰۶۷۰,۰۰۷۳,۰۰۰۷۸)	(۰,۰۶۷۰,۰۰۷۳,۰۰۰۷۸)	(۰,۰۶۷۰,۰۰۷۳,۰۰۰۷۸)	.....	(۰,۰۶۷۰,۰۰۷۳,۰۰۰۷۸)	(۰,۰۶۷۰,۰۰۷۳,۰۰۰۷۸)
C10	(۰,۰۱۲۱,۰۰۱۱,۰۰۰۰۹۸)	(۰,۰۱۲۱,۰۰۱۱,۰۰۰۰۹۸)	(۰,۰۱۲۱,۰۰۱۱,۰۰۰۰۹۸)	(۰,۰۱۲۱,۰۰۱۱,۰۰۰۰۹۸)	.....	(۰,۰۱۲۱,۰۰۱۱,۰۰۰۰۹۸)	(۰,۰۱۲۱,۰۰۱۱,۰۰۰۰۹۸)
C11	(۰,۰۶۷۰,۰۰۷۲,۰۰۰۷۷)	(۰,۰۶۷۰,۰۰۷۲,۰۰۰۷۷)	(۰,۰۶۷۰,۰۰۷۲,۰۰۰۷۷)	(۰,۰۶۷۰,۰۰۷۲,۰۰۰۷۷)	.....	(۰,۰۶۷۰,۰۰۷۲,۰۰۰۷۷)	(۰,۰۶۷۰,۰۰۷۲,۰۰۰۷۷)
C12	(۰,۰۱۰۳,۰۰۰۹۵,۰۰۰۰۹)	(۰,۰۱۰۳,۰۰۰۹۵,۰۰۰۰۹)	(۰,۰۱۰۳,۰۰۰۹۵,۰۰۰۰۹)	(۰,۰۱۰۳,۰۰۰۹۵,۰۰۰۰۹)	.....	(۰,۰۱۰۳,۰۰۰۹۵,۰۰۰۰۹)	(۰,۰۱۰۳,۰۰۰۹۵,۰۰۰۰۹)