# Identification and modeling of indicators affecting the transparency of the blockchain-based supply chain in the country's petrochemical industry

Hamed Alirezaei[1]- Mostafa Kazemi[2]
Mohammad Mehraeen[3]- Reza Ghanbari[4]

**Abstract**

The purpose of this research is to identification and modeling the indicators affecting the transparency of the blockchain-based supply chain in the country's petrochemical industry. In terms of its purpose, this research is placed in the category of applied research. The method of this research is experimental due to its analytical nature. Also, the data collection technique in this research is interview and questionnaire. In the first stage of the research, indicators affecting the transparency of the blockchain-based supply chain were extracted using the content analysis method. At this stage, 20 operational experts of the country's petrochemical industry were interviewed to obtain rich information in the field of blockchain-based supply chain transparency indicators. The output of this step is the extraction of 24 sub-indexes of blockchain-based supply chain transparency and 9 main factors of blockchain-based supply chain transparency. The main factors of blockchain-based supply chain transparency in the country's petrochemical industry, according to the results obtained from the interviews and the content analysis method, are location intelligence, integrated information management, supply chain intelligence, supply chain healthiness, financial management intelligence, supply chain trust, supply chain awareness, Real-time monitoring of changes and events, quality management intelligence. Then, in the next step of this research, by using the same experts from the

1. PhD student, Industrial management, Ferdowsi university of Mashhad, Iran. hamed.alirezaee@gmail.com
2. Full Professor, Management group, Ferdowsi university of Mashhad, Iran. kazami@um.ac.ir (Corresponding Author)
3. Full Professor, Management group, Ferdowsi university of Mashhad, Iran. Mehraeen@um.ac.ir
4. Associate Professor, Mathematic group, Ferdowsi university of Mashhad, Iran. rghanbari@um.ac.ir

previous step and by using the fuzzy DEMATEL technique, the causal relationships between the main factors were extracted, and the results of this step indicate that the factor of integrated information management is the most effective factor among others Factors and supply chain trust is the most adjective factor.

**Keywords**

Transparency, Blockchain-based Supply Chain, Content Analysis, Fuzzy DEMATEL, Petrochemical Industry.

مقاله علمی ـ پژوهشی

تاریخ دریافت ۱۴۰۳/۰۶/۳۰ تاریخ پذیرش ۱۴۰۳ /۰۸/۱۵

# احصا و مدل‌سازی شاخص‌های تأثیرگذار بر شفافیت زنجیره تأمین مبتنی بر بلاک‌چین در صنعت پتروشیمی کشور

حامد علیرضایی[۱] ـ مصطفی کاظمی[۲] ـ محمد مهرآئین[۳] ـ رضا قنبری[۴]

## چکیده

هدف از انجام این تحقیق شناسایی و مدل‌سازی شاخص‌های تأثیرگذار بر شفافیت زنجیره تأمین مبتنی بر بلاک‌چین در صنعت پتروشیمی کشور است. این تحقیق از حیث هدف، در دسته تحقیقات کاربردی قرار می‌گیرد. روش این پژوهش با توجه به ذات تحلیل محور آن، تجربی است. همچنین تکنیک جمع‌آوری داده‌ها در این تحقیق مصاحبه و پرسشنامه است. در مرحله اول این مطالعه، عوامل و شاخص‌های تأثیرگذار بر شفافیت زنجیره تأمین مبتنی بر بلاک‌چین با استفاده از روش تحلیل محتوا و ابزار مصاحبه استخراج شدند. در این مرحله از ۲۰ خبره عملیاتی صنعت پتروشیمی کشور مصاحبه به عمل آمد تا اغنای اطلاعاتی در حوزه شاخص‌های شفافیت زنجیره تأمین مبتنی بر بلاک‌چین به‌دست آید. خروجی این مرحله استخراج ۲۴ شاخص فرعی شفافیت زنجیره تأمین مبتنی بر بلاک‌چین و ۹ عامل اصلی شفافیت زنجیره تأمین مبتنی بر بلاک‌چین است. عامل‌های اصلی شفافیت زنجیره تأمین مبتنی بر بلاک‌چین در صنعت پتروشیمی کشور با توجه به نتایج به‌دست آمده از مصاحبه‌ها و روش تحلیل محتوا در این مطالعه عبارت‌اند از مکان‌یابی هوشمند محصولات، مدیریت یکپارچه اطلاعاتی، هوشمندسازی زنجیره تأمین، سالم‌سازی زنجیره تأمین، مدیریت مالی هوشمند، اعتمادسازی زنجیره تأمین، آگاهی‌بخشی زنجیره تأمین، پایش لحظه‌ای تغییرات و رخدادها، مدیریت کیفیت هوشمند. سپس در گام بعدی این مطالعه با

۱. دانشجوی دکتری، مدیریت صنعتی، دانشکده علوم اداری و اقتصادی، دانشگاه فردوسی مشهد، ایران. hamed.alirezaee@gmail.com

۲. استاد گروه مدیریت، دانشکده علوم اداری و اقتصادی، دانشگاه فردوسی مشهد، ایران، (نویسنده مسئول). kazami@um.ac.ir

۳. استاد گروه مدیریت، دانشکده علوم اداری و اقتصادی، دانشگاه فردوسی مشهد، ایران Mehraeen@um.ac.ir

۴. دانشیار گروه ریاضی، دانشکده ریاضی، دانشگاه فردوسی مشهد، ایران rghanbari@um.ac.ir

استفاده از همان خبرگان مرحله قبل و با بهره‌گیری از تکنیک دیمتل فازی و پرسشنامه مرتبط با آن روابط علی مابین عامل‌های اصلی استخراج شد که نتایج این مرحله حاکی از آن است که عامل مدیریت یکپارچه اطلاعاتی تأثیرگذارترین عامل در بین سایر عامل‌ها و عامل اعتمادسازی زنجیره تأمین تأثیرپذیرترین عامل می‌باشد.

**واژگان کلیدی**: شفافیت، زنجیره تأمین مبتنی بر بلاک‌چین، تحلیل محتوا، دیمتل فازی، صنعت پتروشیمی.

## مقدمه

درحالی‌که مهم‌ترین استفاده از تکنولوژی بلاک‌چین در ارزهای دیجیتال است، اما واقعیت این است که بلاک‌چین اساساً یک دفتر دیجیتال توزیع‌شده است که دارای کاربردهای بسیاری است و می‌تواند برای هر مبادله، قرارداد، ردیابی و البته، پرداخت‌های مالی استفاده شود. بلاک‌چین یک دفتر مجازی مشترک از سوابق تغییرناپذیر، توزیع‌شده و غیرمتمرکز، قابل‌اعتماد و شفاف، همه‌جانبه و قابل‌اجرا است. (Wang et al, 2019). یکی از نوآوری‌های اساسی در فناوری اطلاعات غیرمتمرکز، فناوری زنجیره بلوکی است. (Abeyaratne & Monfared, 2016) فناوری‌های دفتر کل توزیع‌شده، به‌ویژه بلاک‌چین، از جمله فناوری‌های مهم و کلیدی در انقلاب صنعتی چهارم هستند. (Wamba & Queiroz, 2022) زنجیره بلوکی یک دفترچه دیجیتالی توزیع شده است که در چندین رایانه در یک شبکه خصوصی یا عمومی ذخیره می‌شود. (Carson et al, 2018) بلاک‌چین، با طیف گسترده‌ای از مزایای قدرتمند، این پتانسیل را دارد که عملکرد صنایع مختلف را تغییر دهد. (Aoun et al, 2021; Hughes et al, 2019; Khanfar et al, 2021) کسب‌وکارها با اندازه‌های مختلف برای همگام شدن با رقابت دیجیتالی‌سازی و به‌دست آوردن مزیت رقابتی در بازار پررقابت دنیای امروز، خواهان استفاده از مزایای بلاک‌چین هستند. (Maroufkhani et al, 2022; Morkunas et al, 2019; Ghobakhloo et al, 2021) بلاک‌چین سازمان‌ها را قادر می‌سازد تا از قابلیت‌های زنجیره تأمین خود برای کسب مزیت رقابتی استفاده کنند. (Rejeb & Rejeb, 2020; Sheel, 2019) یکی از مزایای اصلی این فناوری این است که قابلیت ردیابی کامل محصول را امکان‌پذیر می‌کند و شفافیت را از طریق مراحل مختلف زنجیره تأمین افزایش می‌دهد. (Casey & Wong, 2017; Babich & Hilary, 2020) علاوه‌بر ردیابی محصول، بلاک‌چین راه‌حل‌های قدرتمندی را برای به‌دست آوردن و جمع‌آوری اطلاعات دقیق محصول ارائه می‌کند که ممکن است برای احراز هویت محصولات و تأیید منشأ آن‌ها و همچنین برای اطمینان از کیفیت و یکپارچگی محصول

استفاده شود. (Montecchi et al, 2019) تکنولوژی بلاک‌چین می‌تواند شفافیت و کارایی زنجیره تأمین را افزایش دهد و روی همه بخش‌ها از انبارداری تا تحویل و پرداخت هزینه تأثیر مثبت بگذارد. (Queiroz et al, 2020) براندون جونز [1] و همکاران شفافیت زنجیره تأمین را به‌عنوان درجه‌ای تعریف کردند که اعضای زنجیره تأمین می‌توانند فعالیت‌های موجود و گذشته محصولات را در کل زنجیره پیگیری کنند. (Brandon-Jones et al, 2014) دوبی [2] و همکاران شفافیت زنجیره تأمین را به‌عنوان «قابلیت سازمان برای برقراری ارتباط فعالانه با سهامداران برای ایجاد مشاهده‌پذیری و قابلیت ردیابی در عملیات زنجیره تأمین بالادستی و پایین‌دستی» توصیف کردند. (Dubey et al, 2020) شفافیت زنجیره تأمین به ذینفعان کلیدی گزارش می‌دهد و با آن‌ها ارتباط برقرار می‌کند تا قابلیت ردیابی را درمورد تاریخچه محصول و قابلیت مشاهده درمورد فعالیت‌های جاری در سراسر زنجیره تأمین فراهم کند و در عین حال بازخورد سهامداران را برای بهبود زنجیره تأمین نیز در خود جای دهد. (Morgan et al, 2018)

صنعت پتروشیمی کشور در واقع یک صنعت مهم و استراتژیک در ایران به‌دلیل ارزآوری بسیار بالای آن است به‌طوری‌که منطقه ویژه انرژی اقتصادی پارس و منطقه ماهشهر از قطب‌های اصلی انرژی ـ اقتصادی کشور در صنعت پتروشیمی کشور محسوب می‌شوند. بسیاری از شرکت‌های بزرگ نفتی، گازی و پتروشیمی در دنیا بر روی زنجیره تأمین مبتنی بر بلاک‌چین در حال فعالیت هستند. بلاک‌چین می‌تواند بسیاری از فرصت‌ها را در صنعت پتروشیمی از جمله، کاهش هزینه‌های تراکنش‌ها، افزایش کارایی عملیاتی و از همه مهمتر افزایش شفافیت را در زنجیره تأمین به ارمغان آورد. اگرچه کاربرد این تکنولوژی در زنجیره تأمین در سراسر دنیا در مراحل ابتدایی خود قرار دارد و چالش‌های زیادی از جمله چالش‌های تکنولوژیکی، قانونی و سیستمی بر سر راه توسعه آن قرار دارد. صنعت پتروشیمی ایران برای حفظ جایگاه جهانی خود باید به سمت دیجیتالی شدن فرایندها به‌ویژه زنجیره تأمین و شفاف‌سازی آن حرکت کند تا مزیت رقابتی را در بازارهای جهانی از دست ندهد. بنابراین حرکت به سمت تکنولوژی‌های جدید و نوظهور از جمله بلاک‌چین یک الزام اجتناب‌ناپذیر در صنعت پتروشیمی است. لذا با توجه به موارد مطرح شده، تحقیقی که در حوزه شاخص‌های شفافیت زنجیره تأمین مبتنی بر بلاک‌چین به‌صورت ساختاریافته، نظام‌مند و جامع تاکنون در صنعت پتروشیمی کشور انجام نشده است. با توجه به نیاز صنعت پتروشیمی به این تکنولوژی

1. Brandon-Jones
2. Dubey

در سال‌های آتی، در این مطالعه برای اولین‌بار شاخص‌های شفافیت زنجیره تأمین مبتنی بر بلاک‌چین در صنعت پتروشیمی کشور با استفاده از رویکرد کیفی تحلیل محتوا شناسایی شده و پس از احصا شاخص‌های شفافیت زنجیره تأمین مبتنی بر بلاک‌چین با استفاده از تحلیل محتوا و ابزار مصاحبه، مدل علی بین شاخص‌ها و عوامل با استفاده از تکنیک دیمتل فازی مورد تحلیل و ارزیابی دقیق انجام گرفته است.

پژوهش‌های شاخصی که در خصوص شفافیت زنجیره تأمین و بلاک‌چین انجام شده است به‌صورت خلاصه در این بخش آورده شده است.

محمدحسین روشن (۱۴۰۱) پژوهشی را با عنوان «شناسایی و اولویت‌بندی شاخص‌های شفافیت زنجیره تأمین صادرات با رویکرد اعتماد مشتری» انجام دادند. براساس نتایج این پژوهش، از میان ۲۱ شاخص، بهبود تضمین کیفیت رتبه اول را کسب کرده است. قابلیت ردیابی و قابلیت مشاهده رتبه دوم و افزایش رضایت مشتری رتبه سوم را در شاخص‌های شفافیت زنجیره تأمین صادرات با رویکرد اعتماد مشتری کسب کرده‌اند. هاشم اسماعیلی (۱۳۹۹) پژوهشی را با عنوان «ارائه چارچوبی مبتنی بر فناوری بلاک‌چین جهت دستیابی به شفافیت در زنجیره تأمین» انجام دادند. در این تحقیق، هجده چالش پیش روی اتخاذ بلاک‌چین را در چهار دسته نیازمندی‌های سازمانی، میان‌سازمانی، بیرونی/ محیطی و تکنولوژیک ارائه شده است. سپس با توجه به این فاکتورها، به‌منظور فراهم آوردن درک مناسب جهت اتخاذ بلاک‌چین برای مدیران سازمان‌ها، مدل ساختاری تفسیری نیازمندی‌های اتخاذ بلاک‌چین در شش سطح ارائه شد. شیرمحمدی و همکاران (۱۴۰۲) پژوهشی را با عنوان «اثر شفافیت، اعتماد بازیگران و نفوذ اجتماعی در پذیرش فناوری بلاک‌چین در انقلاب چهارم صنعتی (مورد مطالعه گردشگران اروپایی)» انجام دادند. نتایج این تحقیق نشان می‌دهد انتظار عملکرد، تأثیر اجتماعی (نفوذ اجتماعی)، شرایط تسهیل‌کننده، اعتماد بین ذینفعان زنجیره تأمین و شفافیت بلاک‌چین به‌طور مثبتی بر قصد رفتاری برای استفاده از بلاک‌چین اثر مثبت و معناداری داشته است. مونتچی[1] و همکاران (۲۰۲۱) پژوهشی را با عنوان «شفافیت زنجیره تأمین: بررسی کتاب‌سنجی و دستور کار تحقیقی» انجام دادند. در این تحقیق با تجزیه‌وتحلیل نمونه‌ای بیش از ۳۰۰ مقاله بررسی شده از طریق روش‌های کتاب‌سنجی و متن‌کاوی، شش خوشه متمایز در خصوص شفافیت زنجیره تأمین شناسایی شد که عبارت است از: فناوری‌های شفافیت، یکپارچه‌سازی دانش، حاکمیت، پایداری، قابلیت

1. Montechi

ردیابی و انعطاف‌پذیری. قوده[1] و همکاران (۲۰۲۰) پژوهشی را با عنوان «معماری برای افزایش شفافیت در مدیریت زنجیره تأمین با استفاده از فناوری بلاک‌چین» انجام دادند. در این مقاله معماری بلاک‌چین با در نظر گرفتن تراکنش‌های بین تولیدکننده، توزیع‌کننده، خرده‌فروش و مشتری بررسی شده است تا شفافیت در زمان واقعی به‌دست آید. بر این اساس، مشاهده شده است که خطاهای تراکنش به حداقل رسیده، شفافیت در زنجیره تأمین صنعت تولید با استفاده از بلاک‌چین بهبود یافته است. سانی[2] و همکاران (۲۰۲۰) پژوهشی را با عنوان «شفافیت زنجیره تأمین از طریق قابلیت ردیابی مبتنی بر بلاک‌چین» انجام دادند. این تحقیق بینشی درمورد امکانات ردیابی بلاک‌چین در شفاف‌سازی زنجیره تأمین ارائه می‌دهد. همچنین چگونگی راه‌حل‌های ردیابی بلاک‌چین بر روی طرح‌های مختلف شبکه توزیع زنجیره تأمین موردبررسی قرار گرفت. ژو[3] و همکاران (۲۰۲۱) پژوهشی را با عنوان «بلاک‌چین به‌عنوان فناوری زنجیره تأمین: در نظر گرفتن شفافیت و امنیت» انجام دادند. این مقاله چگونگی تأثیرگذاری ویژگی‌های فناوری بلاک‌چین بر شفافیت زنجیره تأمین را از طریق سه‌گانه امنیت اطلاعات (محرمانه بودن، یکپارچگی و در دسترس بودن) موردبحث قرار می‌دهد. نتایج نشان می‌دهد که محرمانه بودن شفافیت زنجیره تأمین را محدود می‌کند، که باعث تنش بین شفافیت و امنیت می‌شود. یکپارچگی و در دسترس بودن، شفافیت زنجیره تأمین را ترویج می‌کند. ویژگی‌های بلاک‌چین علیرغم تنش بین محرمانگی و شفافیت. می‌توانند همزمان امنیت را حفظ کرده و شفافیت را افزایش دهند. سانمولا و برگس[4] (۲۰۲۳) پژوهشی را با عنوان «شفافیت با طراحی برای زنجیره‌های تأمین مبتنی بر بلاک‌چین» انجام دادند. این مقاله به بررسی شفافیت در زنجیره‌های تأمین مبتنی بر بلاک‌چین می‌پردازد تا اصول طراحی آن را درک کند. یک مرور سیستماتیک از ادبیات، همراه با تجزیه‌وتحلیل داده‌محور استفاده می‌شود. نتایج، اصول را در چارچوبی برای شفافیت با طراحی در زنجیره‌های تأمین مبتنی بر بلاک‌چین ارائه می‌کند. محدودیت‌ها و زمینه‌های کار آینده نیز ارائه شده است. مورگان[5] و همکاران (۲۰۲۳) پژوهشی را با عنوان «شفافیت زنجیره تأمین: دیدگاه‌های نظری برای تحقیقات آینده" انجام دادند. در این مقاله پیامدهای عملی برای آینده تحقیقات شفافیت زنجیره تأمین را از طریق

1. Ghode
2. Sunny
3. Xu
4. Sunmola & Burgess
5. Morgan

استفاده از ۹ نظریه بررسی می‌کنند: نظریه سهامداران؛ مدل پذیرش فناوری؛ تئوری هزینه معامله؛ نظریه کالا؛ تئوری ارزش‌های رقابتی؛ دوسوختگی؛ دیدگاه مبتنی بر منابع طبیعی از شرکت؛ نظریه کنشگر ـ شبکه و نظریه نو نهادی. نویسندگان همچنین ترکیب تئوری‌ها را برای ارائه بینش‌های بیشتر درمورد روش‌هایی که شرکت‌ها در شفافیت زنجیره تأمین مشارکت می‌دهند، در نظر می‌گیرند. بودلر[1] و همکاران (۲۰۲۳) پژوهشی را با عنوان «مروری بر تحقیقات شفافیت زنجیره تأمین: سوابق، فناوری‌ها، انواع و نتایج» انجام دادند. در این مقاله، مفاهیم مرتبط زیربنایی شفافیت زنجیره تأمین با هدف ایجاد یک چارچوب یکپارچه شناسایی شده است. سپس، با استفاده از مفهوم‌سازی یکپارچه، نتایج اولیه مانند مزایا و چالش‌های شفافیت زنجیره تأمین تعیین شده است. درنهایت، به‌طور سیستماتیک فرصت‌های تحقیقاتی آینده که از بلوک‌های سازنده شفافیت زنجیره تأمین ناشی می‌شوند، شناسایی و طبقه‌بندی شده است.

با توجه به مرور نظام‌مند پیشینه تحقیق در حوزه شفافیت زنجیره تأمین و تکنولوژی بلاک‌چین، اکثر پژوهش‌های انجام شده بیشتر بر روی شفافیت زنجیره تأمین به‌تنهایی و با در نظر گرفتن کاربرد شفافیت به‌عنوان یک پیشران و محرک در زنجیره تأمین مبتنی بر بلاک‌چین پرداخته است و تحقیق جامعی که منحصراً به استخراج شاخص‌ها و عوامل شفافیت در زنجیره تأمین مبتنی بر بلاک‌چین پرداخته باشد، انجام نشده است.

## روش‌شناسی

این تحقیق از حیث هدف، در دسته تحقیقات کاربردی قرار می‌گیرد. روش این پژوهش با توجه به ذات تحلیل‌محور آن، تجربی است. همچنین این تحقیق را می‌توان در زمره پژوهش‌های کیفی ـ کمی دانست. به‌طورکلی افق پژوهش در این تحقیق، مقطعی می‌باشد؛ و درنهایت تکنیک جمع‌آوری داده‌ها در این تحقیق مصاحبه عمیق و پرسشنامه است. این تحقیق در دو گام اصلی صورت می‌گیرد: گام اول، احصا شاخص شفافیت زنجیره تأمین مبتنی بر بلاک‌چین در صنعت پتروشیمی کشور با استفاده از تحلیل محتوا و گام دوم، طراحی مدل علی شفافیت زنجیره تأمین مبتنی بر بلاک‌چین در صنعت پتروشیمی کشور با استفاده از تکنیک دیمتل فازی است. در مرحله اول این تحقیق که احصا شاخص‌های شفافیت زنجیره تأمین مبتنی بر بلاک‌چین با استفاده از

1. Budler

تحلیل محتوا است از خبرگان عملیاتی صنعت پتروشیمی آگاه به تکنولوژی‌های نوین در زنجیره تأمین صنعت پتروشیمی کشور بهره‌گیری خواهد شد. خبرگان عملیاتی در این پژوهش عبارت است از: مدیران، مسئولان و کارشناسان خبره در پتروشیمی‌های کشور که آشنا و علاقه‌مند به تکنولوژی‌های نوین در زنجیره تأمین هستند که دارای شرایط حداقل ۱۰ سال سابقه کار در صنعت پتروشیمی کشور و مجتمع‌های شاخص تولیدی پتروشیمی، دارای حداقل مدرک کارشناسی در یکی از رشته‌های مهندسی و مدیریت، سابقه فعالیت در یکی از واحدهای نظیر بازرگانی، انبار، برنامه‌ریزی تولید، تدارکات، مهندسی، لجستیک و بازاریابی و فروش هستند. روش گردآوری اطلاعات در گام اول تحقیق مصاحبه است. مصاحبه‌ها به‌صورت نیمه‌ساختاریافته از خبرگان تحقیق انجام می‌پذیرد و تا زمانی ادامه می‌یابد که به اغنای اطلاعاتی رسیده باشیم. بنابراین در این تحقیق اغنای اطلاعاتی با ۲۰ خبره صنعت پتروشیمی به‌دست آمد. در مرحله دوم این تحقیق تعیین مدل علی با استفاده از روش دیمتل فازی است. ابزار جمع‌آوری اطلاعات در این مرحله پرسشنامه دیمتل می‌باشد. پرسشنامه عوامل اصلی شفافیت زنجیره تأمین مبتنی بر بلاک‌چین که از مرحله قبلی تحقیق (تحلیل محتوا) به‌دست آمده، توسط خبرگان مرحله قبل تکمیل و با استفاده از گام‌های روش دیمتل فازی درنهایت مدل علی شفافیت زنجیره تأمین مبتنی بر بلاک‌چین به‌دست آمد.

## یافته‌ها

در این تحقیق ابتدا محتوای کلیه مصاحبه‌ها به‌دقت مورد بازخوانی قرار گرفت و در فایل ورد مکتوب و سپس پس از تجزیه‌وتحلیل نوشته‌های موجود، کدهای باز ایجاد شد. کدگذاری محوری مرحله دوم تجزیه‌وتحلیل در روش‌های کیفی به‌ویژه تحلیل محتوا می‌باشد. هدف از این مرحله برقرای رابطه بین طبقات تولید شده در مرحله کدگذاری باز است. در کدگذاری محوری، کدهای تولید شده در گام قبلی، توسط ایجاد شبکه‌های ارتباطی میان این کدها به یکدیگر مرتبط می‌شوند. لذا درنهایت در این تحقیق ۲۴ کد محوری به‌عنوان شاخص‌های فرعی شفافیت در زنجیره تأمین مبتنی بر بلاک‌چین شناسایی شدند. کدگذاری انتخابی فرایند انتخاب یک مقوله، برای مقوله مرکزی و مرتبط ساختن تمام مقولات دیگر به آن مقوله مرکزی است. در این تحقیق ۹ کد انتخابی به‌عنوان عوامل اصلی شفافیت زنجیره تأمین مبتنی بر بلاک‌چین با توجه به کدهای محوری انتخاب شد. جدول ۱ خلاصه کدهای باز، کدهای محوری و کدهای انتخابی در این مطالعه را نشان می‌دهد.

**جدول ۱. کدهای باز، کدگذاری محوری و کدگذاری انتخابی شاخص‌های شفافیت زنجیره تأمین مبتنی بر بلاک‌چین در صنعت پتروشیمی کشور**

| کدگذاری انتخابی | کدگذاری محوری | کدهای باز |
|---|---|---|
| مکان‌یابی هوشمند | ردیابی در لحظه و آنی محصولات | ردیابی در لحظه محصولات، قطعات و قابلیت اطمینان در تحویل محصولات با استفاده از قابلیت ردیابی ـ اطلاع از وضعیت مکان یک محصول یا قطعه در هر لحظه ـ قابلیت رصد و ردیابی آنی تمامی کالا ها، قطعات و محصولات از مبدا تا مقصد نهایی ـ ردیابی فوری مواد اولیه از قبل از ورود به سایت تا رسیدن کالا دست مشتریان. |
| | قابلیت مسیریابی در سیستم‌های لجستیک و حمل‌ونقل | پیگیری در لحظه و آنی مسیرهای لجستیکی محصولات و رصد و پایش اطلاعات آن ـ امکان نظارت آنلاین و پیگیری مسیرهای حمل‌ونقل محصولات در سیستم لجستیک ـ دیجیتالی کردن کامل اسناد حمل‌ونقل و اتصال آن‌ها به سیستم IoT و ردیابی در لحظه آن‌ها و پایش داده‌های لجستیکی محصولات ـ قابلیت رصد و نظارت بر داده‌های لجستیکی در طول زنجیره تأمین ـ مشاهده و رصد جریان‌های فیزیکی کالاها و محصولات در سیستم لجستیک. |
| مدیریت یکپارچه اطلاعاتی | یکپارچگی داده‌ها و اطلاعات | یکپارچه‌سازی داده‌ها و اطلاعات فرایندهای کلیدی زنجیره تأمین در قالب یک پلتفرم مشترک ـ یکپارچگی و انسجام داده‌های زنجیره تأمین در سیستم زنجیره تأمین مبتنی بر بلاک‌چین و اشتراک آن در بین اعضای زنجیره تأمین. |
| | دسترسی اطلاعات در لحظه برای اعضای زنجیره تأمین | توانایی دسترسی در لحظه به اطلاعات جمع‌آوری شده از فرایندهای مختلف زنجیره تأمین توسط مشتریان کلیدی و استراتژیک از مرحله سفارش‌گذاری کالا گرفته تا تحویل محصولات ـ دسترسی باز به اطلاعات مربوط به فعالیت‌های اصلی و کلیدی زنجیره تأمین توسط تمامی اعضای زنجیره تأمین با تعریف سطوح مختلف دسترسی ـ دسترسی به اطلاعات لحظه‌ای درمورد مکان، زمان، |

| کدگذاری انتخابی | کدگذاری محوری | کدهای باز |
|---|---|---|
| مدیریت یکپارچه اطلاعاتی | | شرایط و کیفیت محصولات ـ دسترسی به اطلاعات در لحظه در قالب بلاک‌چین برای تمامی طرفین زنجیره تأمین. |
| | اخذ تصمیمات بهینه از طریق داده‌های در لحظه | اخذ تصمیمات آگاهانه براساس اطلاعات دریافتی از بلاک‌چین ـ اخذ تصمیمات کلیدی به‌طور سریع‌تر، آسان‌تر و بهینه‌تر از طریق بلاک‌چین ـ گرفتن تصمیمات بهینه از طریق داده‌های آنلاین و آنی در تمامی فرایند زنجیره تأمین. |
| | به اشتراک‌گذاری اطلاعات بین اعضای زنجیره تأمین | تبادل و به اشتراک‌گذاری اطلاعات و ایده‌ها و تقسیم دانش و انتقال تکنولوژی بین اعضای زنجیره تأمین با تعریف سطوح دسترسی ـ امکان تبادل برخی از اطلاعات طبقه‌بندی شده به‌صورت آنی و به اشتراک‌گذاری آن‌ها بین اعضای زنجیره تأمین ـ به اشتراک‌گذاری اطلاعات محصولات با طرفین زنجیره تأمین به‌ویژه مشتریان بین‌المللی ـ به اشتراک‌گذاری اسناد و اطلاعات بین طرفین زنجیره تأمین به‌صورت برنامه‌ریزی شده، دسته‌بندی شده و با قابلیت تعریف دسترسی بین آن‌ها ـ به اشتراک‌گذاری، به‌روز بودن، تغییر نکردن و ایمن بودن جریان‌های اطلاعاتی که در زنجیره تأمین شکل می‌گیرد. |
| هوشمندسازی زنجیره تأمین | یکپارچه‌سازی و استانداردسازی فرایندهای زنجیره تأمین | استانداردسازی و یکپارچه‌سازی فرایندهای کلیدی زنجیره تأمین در صنعت پتروشیمی بین تمامی طرفین زنجیره تأمین در قالب یک سیستم مشترک به‌نام بلاک‌چین ـ تغییر سازوکارهای دستی به ساختارهای دیجیتال در فرایندهای زنجیره تأمین و یکپارچگی‌سازی آن‌ها ـ یکپارچه‌سازی و استانداردسازی فرایندی زنجیره تأمین در قالب پلتفرم بلاک‌چین. |
| | ایجاد هویت دیجیتال بر روی قطعات و محصولات | ایجاد هویت الکترونیکی برای محصولات و ذخیره‌سازی اطلاعات آن‌ها با استفاده از تکنولوژی‌های اینترنت اشیا و بلاک‌چین ـ پیوند |

| کدگذاری انتخابی | کدگذاری محوری | کدهای باز |
|---|---|---|
| | | دادن کالاهای فیزیکی با شماره سریال، بارکد و تگ‌های دیجیتالی ـ ایجاد تگ‌های دیجیتال قابل‌ردیابی برای تمامی قطعات و محصولات از طریق بلاک‌چین و اینترنت اشیا ـ ارائه یک شناسه دیجیتال منحصربه‌فرد برای هر محصول ـ گذاشتن یک هویت دیجیتال برای تمامی قطعات و محصولات و اتصال آن‌ها با سیستم اینترنت اشیا و بلاک‌چین. |
| | بهینه‌سازی سطح موجودی | اتصال سیستم بلاک چین به انبار مکانیزه و هوشمند - پیاده سازی انبار مکانیزه و اطلاع از سطح بهینه موجودی‌ها با استفاده از سیستم‌های اینترنت اشیا و بلاک چین. |
| سلامت زنجیره تأمین | کاهش فساد ناشی از فساد مالی، فساد در محصولات تقلبی | کاهش کالاها و محصولات تقلبی از طریق ارائه شناسه دیجیتال منحصربه‌فرد به هر کالا و قطعه ـ با سیستم بلاک‌چین، به هر محصول می‌توان هویت دیجیتال منحصربه‌فرد داد که امکان وجود محصولات تقلبی و فیک را تقریبا غیرممکن می‌کند. |
| | شناسایی و کاهش خطاهای انسانی | کاهش خطاهای انسانی و بروکراسی‌های مرسوم و کاغذبازی مرتبط با زنجیره تأمین ـ شناسایی خطاها و باگ‌های زنجیره تأمین به‌صورت آنی و در لحظه ـ کاهش خطاهای انسانی و هزینه‌های اضافی ـ کاهش اشتباهات انسانی و افزایش شفافیت به‌دلیل حذف فرایندهای مبتنی بر کاغذ. |
| | کاهش و حدف واسطه‌ها | حذف مشکل واسطه‌گری از طریق شناسایی اصالت محصولات ـ حذف واسطه‌ها از فرایندهای مالی زنجیره تأمین به واسطه این تکنولوژی. |
| مدیریت مالی هوشمند | تسهیل و شفافیت در سیستم پرداخت | ساده‌سازی و شفافیت در معاملات و سیستم پرداخت مالی ـ شفافیت در سیستم‌های پرداخت مالی و حذف واسطه‌های مالی ـ کارآمدتر شدن، بهینه‌تر شدن و شفاف‌تر شدن سیستم‌های فایننس و تسهیل در دادوستدهای مالی. |
| | پیگیری تراکنش‌های | پیگیری تراکنش‌های مالی به‌صورت شفاف ـ ثبت و |

| کدگذاری انتخابی | کدگذاری محوری | کدهای باز |
|---|---|---|
| | مالی به‌صورت شفاف | پیگیری تمامی تراکنش‌های مالی بین طرفین زنجیره تأمین (تأمین‌کنندگان، شرکت‌های لجستیکی و مشتریان بین‌المللی) در جهت شفافیت مالی. |
| اعتمادسازی زنجیره تأمین | ارتباطات شفاف بین اعضای زنجیره تأمین | فرهنگ مبتنی بر اعتماد متقابل و ارتباطات شفاف بین تمامی اعضای زنجیره تأمین ـ ایجاد هماهنگی و ارتباطات شفاف بین طرفین زنجیره تأمین ـ ایجاد ارتباطات کارآمد و شفاف بین تمامی اعضای زنجیره تأمین، وندورها، تأمین‌کنندگان و مشتریان نهایی |
| | اعتماد و همکاری بین اعضای زنجیره تأمین | اعتماد در روابط و مراودات در طرفین زنجیره تأمین ـ فرهنگ مبتنی بر اعتماد متقابل ـ همکاری‌های چندجانبه مبتنی بر اعتماد بین اعضای زنجیره تأمین. |
| | افزایش اعتماد مشتریان | سرعت گرفتن تحویل محصولات به مشتریان و افزایش اعتماد آن‌ها از طریق رهگیری در لحظه محصولات ـ افزایش اعتماد مشتریان از طریق رهگیری و مشاهده آنی اطلاعات توسط مشتریان ـ اعتماد و تعهد مشتریان کلیدی در صنعت به محصولات شرکت از طریق شفافیت در بلاک‌چین. |
| آگاهی‌بخشی زنجیره تأمین | آگاهی از فرایندهای مختلف زنجیره تأمین | آگاهی اعضای زنجیره از فرایندهای زنجیره تأمین ـ آگاهی در لحظه و آنی درباره تمامی جنبه‌ها، رویدادها، و معاملات در زنجیره تأمین. |
| | آگاهی مشتریان از پروسه تولید | افزایش آگاهی مشتریان از طریق اطلاعات به اشتراک گذاشته شده ـ آگاهی مشتریان کلیدی و مهم از پروسه تولید کالاهای درخواستی و سفارشی آن‌ها. |
| | آگاهی از اعتبار و اصالت محصولات | قابلیت اطمینان از اصالت محصولات و رصد و پایش وضعیت آن‌ها توسط مشتریان کلیدی و استراتژیک صنعت ـ شناسایی منابع و اصالت محصولات از شناسه‌های دیجتال ـ آگاهی از اعتبار و اصالت محصولات به‌صورت لحظه‌ای در قالب پلتفرم بلاک‌چین. |

| کدگذاری انتخابی | کدگذاری محوری | کدهای باز |
|---|---|---|
| پایش لحظه‌ای تغییرات و رخدادها | امکان بررسی سریع به تغییر نیاز و تقاضای مشتریان | امکان بررسی سریع تغییر نیازهای مشتریان و تقاضا در بازارهای بین‌المللی از طریق بلاک‌چین ـ افزایش توانایی شرکت‌های پتروشیمی به پاسخ به تقاضا و نیازهای در حال تغییر مشتریان ـ تحلیل سریع تغییر نیازها و خواسته‌های مشتریان کلیدی صنعت |
| | مشاهده در لحظه تأخیرها و تنگناها | شناسایی و مدیریت آنی تأخیرها و بررسی علل و منشا آن‌ها ـ مشاهده در لحظه و آنی تأخیرات، مشکلات و تنگناها ـ رفع مشکل عدم امکان مشاهده بلادرنگ تنگناها، تأخیرها یا وقفه‌ها در زنجیره تأمین سنتی. |
| مدیریت کیفیت هوشمند | تضمین کیفیت کالا و مواد اولیه | تضمین کیفیت و اصالت محصولات در سراسر زنجیره تأمین ـ تضمین کیفیت مواد اولیه در پروسه تولید و پیگیری آنی و در لحظه آن از طریق پلتفرم مشترک بلاک‌چین. |
| | مدیریت و کنترل کیفیت جامع بر بستر بلاک‌چین | ایجاد پلتفرم مشترک برای پیاده‌سازی و اجرای بهینه مدیریت کیفیت جامع ـ پیاده‌سازی مدیریت کیفیت جامع بر بستر بلاک‌چین و به اشتراک‌گذاری آن بین تمامی طرفین زنجیره تأمین. |

در گام دوم تحقیق ابتدا پرسشنامه دیمتل که متشکل از ۹ عامل اصلی مکان‌یابی هوشمند، مدیریت یکپارچه اطلاعاتی، هوشمندسازی زنجیره تأمین، سلامت زنجیره تأمین، مدیریت مالی هوشمند، اعتمادسازی زنجیره تأمین، آگاهی‌بخشی زنجیره تأمین، پایش لحظه‌ای تغییرات و رخدادها و مدیریت کیفیت هوشمند است، بین خبرگان تحقیق توزیع شد. پس از تکمیل پاسخ خبرگان، پرسشنامه‌ها به‌صورت اعداد فازی تبدیل شدند و در گام بعدی میانگین نظرات فازی خبرگان محاسبه شدند. پس از این مرحله میانگین نظرات فازی خبرگان نرمالایز شد و روابط کل (مستقیم و غیرمستقیم) فازی آن‌ها طبق روابط دیمتل فازی محاسبه شدند. پس از محاسبه روابط کل فازی (مستقیم و غیرمستقیم)، این ماتریس‌ها دیفازی شدند و به شکل ماتریس قطعی تبدیل شدند. در جدول ۲ ماتریس روابط کل (مستقیم و غیرمستقیم) دیفازی شده (قطعی شده) ملاحظه می‌شود.

**جدول ۲. ماتریس قطعی شده روابط کل قطعی شده عوامل اصلی شفافیت زنجیره تأمین مبتنی بر بلاک‌چین**

| | مکان‌یابی هوشمند | مدیریت یکپارچه اطلاعاتی | هوشمندسازی زنجیره تأمین | سالم‌سازی زنجیره تأمین | مدیریت مالی هوشمند | اعتمادسازی زنجیره تأمین | آگاهی‌بخشی زنجیره تأمین | پایش لحظه‌ای تغییرات | مدیریت کیفیت هوشمند |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| مکان‌یابی هوشمند | ۰/۳۱ | ۰/۴۳ | ۰/۶۳ | ۰/۷۷ | ۰/۴۶ | ۰/۸۳ | ۰/۸۱ | ۰/۵۹ | ۰/۵۵ |
| مدیریت یکپارچه اطلاعاتی | ۰/۶ | ۰/۳۵ | ۰/۷۲ | ۰/۸۶ | ۰/۶۲ | ۰/۸۷ | ۰/۷۸ | ۰/۶۵ | ۰/۶ |
| هوشمند سازی زنجیره تأمین | ۰/۷۱ | ۰/۶۴ | ۰/۴۳ | ۰/۹۱ | ۰/۵۶ | ۰/۹۴ | ۰/۷۷ | ۰/۶۷ | ۰/۷۱ |
| سالم‌سازی زنجیره تأمین | ۰/۳۸ | ۰/۴۲ | ۰/۵۱ | ۰/۴ | ۰/۴۷ | ۰/۷۷ | ۰/۵۸ | ۰/۳۹ | ۰/۴۱ |
| مدیریت مالی هوشمند | ۰/۵ | ۰/۵۵ | ۰/۵۹ | ۰/۸۲ | ۰/۳۱ | ۰/۸۱ | ۰/۶۸ | ۰/۴۳ | ۰/۳۷ |
| اعتماد سازی زنجیره تأمین | ۰/۲۲ | ۰/۲۴ | ۰/۲۸ | ۰/۴۴ | ۰/۲۴ | ۰/۲۷ | ۰/۴۴ | ۰/۲۳ | ۰/۲ |
| آگاهی بخشی زنجیره تأمین | ۰/۲۶ | ۰/۲۶ | ۰/۳۱ | ۰/۵۵ | ۰/۳ | ۰/۶۴ | ۰/۲۷ | ۰/۲۶ | ۰/۲۴ |
| پایش لحظه‌ای تغییرات | ۰/۵۵ | ۰/۵۶ | ۰/۶۲ | ۰/۷۱ | ۰/۵۲ | ۰/۸۶ | ۰/۷۸ | ۰/۳۲ | ۰/۵۶ |
| مدیریت کیفیت هوشمند | ۰/۲۷ | ۰/۲۸ | ۰/۳۷ | ۰/۵۴ | ۰/۳۸ | ۰/۶۳ | ۰/۵۴ | ۰/۳ | ۰/۲ |

جدول ۳ میزان تأثیرگذاری و تأثیرپذیری و همچنین میزان تعامل عوامل با سایر عوامل دیگر را نشان می‌دهد. همان‌طور که در جدول زیر مشخص است عامل مدیریت یکپارچه اطلاعاتی تأثیرگذارترین عامل در بین سایر عامل‌ها و عامل اعتمادسازی زنجیره

تأمین تأثیرپذیرترین عامل است. همچنین عامل هوشمندسازی زنجیره تأمین عاملی است که بیشترین تعامل را با سایر عوامل دارد.

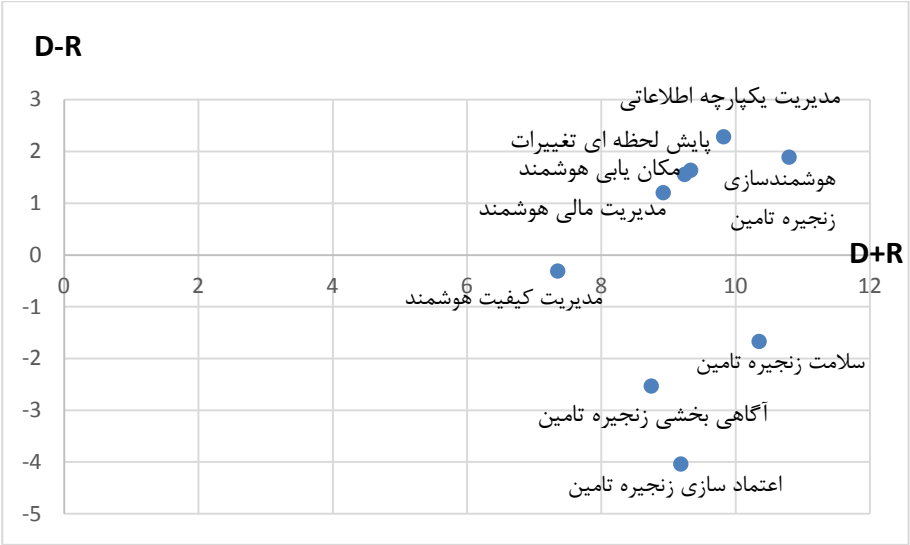
**جدول ۳. میزان تأثیرگذاری و تأثیرپذیری و تعامل شاخص‌ها با یکدیگر**

| | D | R | D+R | D-R |
|---|---|---|---|---|
| مکان‌یابی هوشمند | ۵/۳۹ | ۳/۸۴ | ۹/۲۴ | ۱/۵۵ |
| مدیریت یکپارچه اطلاعاتی | ۶/۰۵ | ۳/۷۷ | ۹/۸۲ | ۲/۲۸ |
| هوشمندسازی زنجیره تأمین | ۶/۳۴ | ۴/۴۶ | ۱۰/۸ | ۱/۸۸ |
| سالم‌سازی زنجیره تأمین | ۴/۳۴ | ۶/۰۱ | ۱۰/۴ | -۱/۶۷ |
| مدیریت مالی هوشمند | ۵/۰۶ | ۳/۸۶ | ۳/۹۲ | ۱/۲۰ |
| اعتمادسازی زنجیره تأمین | ۲/۵۷ | ۶/۶۱ | ۹/۱۹ | -۴/۰۴ |
| آگاهی‌بخشی زنجیره تأمین | ۳/۱۰ | ۵/۶۴ | ۸/۷۵ | -۲/۵۳ |
| پایش لحظه‌ای تغییرات | ۵/۴۸ | ۳/۸۵ | ۹/۳۳ | ۱/۶۳ |
| مدیریت کیفیت هوشمند | ۳/۵۲ | ۳/۸۳ | ۷/۳۵ | -۰/۳۱ |

ستون D+R میزان تعامل هر عامل با سایر عوامل را نشان می‌دهد هرچه D+R بزرگتر باشد نشانگر این است که با عوامل بیشتری در ارتباط است. همچنین D-R تأثیرگذاری و تأثیرپذیری عوامل را نشان می‌دهد. اگر D-R مثبت بود نشان‌دهنده تأثیرگذاری آن عامل بر روی سایر عوامل است و هرچه عدد بیشتر باشد نشان‌دهنده میزان بیشتری تأثیرگذاری است و اگر D-R منفی باشد تأثیرپذیری آن عامل از سایر عوامل را نشان می‌دهد و هرچه عدد بیشتر باشد نشان‌دهنده میزان تأثیرپذیری بیشتر است. همان‌طور که در جدول ۳ قابل‌مشاهده است، عامل مدیریت یکپارچه اطلاعاتی بیشترین مقدار D+R را دارد بنابراین بیشترین تأثیرگذاری را بر روی سایر عوامل دارد. همچنین عامل اعتمادسازی زنجیره تأمین بیشترین مقدار D-R را کسب کرده است بنابراین این عامل بیشترین تأثیرپذیری از سایر عوامل را دارند. به این ترتیب عامل‌های تأثیرگذار بر روی سایر عوامل به‌ترتیب میزان تأثیرگذاری عبارت‌اند از: مدیریت یکپارچه اطلاعاتی، هوشمندسازی زنجیره تأمین، پایش لحظه‌ای تغییرات، مکان‌یابی هوشمند و مدیریت مالی هوشمند. همچنین عامل‌های تأثیرپذیر از سایر عوامل به‌ترتیب میزان تأثیرگذاری عبارت‌اند از: اعتمادسازی زنجیره تأمین، آگاهی‌بخشی زنجیره تأمین،

سالم‌سازی زنجیره تأمین، مدیریت کیفیت هوشمند. شکل ۱ جایگاه عوامل شفافیت زنجیره تأمین مبتنی بر بلاک‌چین براساس میزان تأثیرگذاری و تأثیرپذیری و میزان تعامل را نشان می‌دهد.

**شکل ۱. جایگاه عوامل شفافیت زنجیره تأمین مبتنی بر بلاک‌چین براساس میزان تأثیرگذاری و تأثیرپذیری و میزان تعامل**




## بحث و نتیجه‌گیری

سیستم‌های کنونی مدیریت زنجیره تأمین اغلب بر سیستم‌های متمرکز و فرایندهای دستی تمرکز دارند و این امر می‌تواند باعث ناکارآمدی، عدم شفافیت در زنجیره تأمین شود. بلاک‌چین یک فناوری نوظهور است که دارای ویژگی‌های کلیدی و بسیار مهمی است که قادر به حل مشکلات مختلف موجود در حوزه مدیریت زنجیره تأمین است. یکی از این مشکلات در زنجیره تأمین بحث عدم شفافیت می‌باشد که بلاک‌چین می‌تواند با استفاده از ویژگی‌های اساسی و مهمی که دارد، این معضل در زنجیره تأمین را تا حدود بسیار زیادی برطرف کند. فناوری بلاک‌چین در سال‌های اخیر توجه بخش‌های مختلف صنعت به‌ویژه صنعت نفت، گاز و پتروشیمی را به‌دلیل وجود مشتریان بین‌المللی و ارزآوری بسیار بالا به خود جلب کرده است. در صنعت پتروشیمی به‌دلیل افزایش چشمگیر تقاضاهای مشتریان بین‌المللی برای شفافیت فرایندهای زنجیره تأمین نیاز به سیستمی که بتواند این مسئله رو بهبود دهد به‌شدت احساس می‌شود.

بنابراین در این مطالعه به احصا و مدل‌سازی علی شاخص‌های شفافیت زنجیره تأمین مبتنی بر فناوری بلاک‌چین پرداخته شده است و اینکه پس از شناسایی عامل‌های اصلی و شاخص‌های زیرمجموعه آن کدام عوامل بیشترین تأثیر را بر روی سایر عوامل دارد و مدل علی بین عوامل شفافیت در زنجیره تأمین مبتنی بر بلاک‌چین چگونه تبیین می‌شود.

در این تحقیق ابتدا شاخص‌ها و عوامل شفافیت در زنجیره تأمین مبتنی بر بلاک‌چین با استفاده از تکنیک تحلیل محتوا و مصاحبه از خبرگان عملیاتی صنعت پتروشیمی استخراج شد. در این تحقیق ۲۴ شاخص فرعی و ۹ عامل اصلی از مصاحبه با خبرگان استخراج شد. عوامل اصلی عبارت‌اند از: مکان‌یابی هوشمند، مدیریت یکپارچه اطلاعاتی، هوشمندسازی زنجیره تأمین، سالم‌سازی زنجیره تأمین، مدیریت مالی هوشمند، اعتمادسازی زنجیره تأمین، آگاهی‌بخشی زنجیره تأمین، پایش لحظه‌ای تغییرات، مدیریت کیفیت هوشمند. در ادامه با استفاده از تکنیک دیمتل روابط علت و معلولی مابین تمامی عوامل اصلی استخراج شد که نتایج تحقیق نشان داد عامل‌های مدیریت یکپارچه اطلاعاتی، پایش لحظه‌ای تغییرات، هوشمندسازی زنجیره تأمین، مکان‌یابی هوشمند و مدیریت مالی هوشمند عامل‌های تأثیرگذار بر سایر عامل‌ها و عامل‌های اعتمادسازی در زنجبیره تأمین، آگاهی‌بخشی زنجیره تأمین، سلامت زنجیره تأمین و مدیریت کیفیت هوشمند عامل‌های تأثیرپذیر از سایر عامل‌ها است. با توجه به اینکه فناوری بلاک‌چین در ایران هنوز در مراحل ابتدایی خود به سر می‌برد و کاربردهای آن بیشتر در حوزه‌های آکادمیک و دانشگاهی مورد بحث و بررسی قرار می‌گیرد، پیش‌بینی می‌شود در سال‌های آتی و پس از درک کاربردهای مختلف آن در زنجیره تأمین صنعت نفت، گاز و پتروشیمی به‌ویژه بحث شفافیت در زنجیره تأمین، استقبال شرکت‌های پتروشیمی در راستای اجرای آن افزایش یابد و سرمایه‌گذاری در بحث زیرساخت‌های نرم‌افزاری و سخت‌افزاری در بلاک‌چین با رویکرد شفافیت در زنجیره تأمین و همچنین آموزش‌های هدفمند در این حوزه به‌طور قابل‌توجهی افزایش یابد.

همچنین با توجه به شاخص‌ها و عوامل مستخرج از این مقاله و مدل‌سازی علی با روش دیمتل فازی پیشنهادات زیر در خصوص کاربرد بلاک‌چین در زنجیره تأمین صنعت پتروشیمی به‌منظور افزایش شفافیت ارائه می‌شود. با توجه به نتایج مدل‌سازی علی با روش دیمتل فازی پیشنهاد می‌شود به‌منظور توسعه زیرساخت‌های بلاک‌چین

در زنجیره تأمین صنعت پتروشیمی کشور با محوریت شفافیت، به عامل مدیریت یکپارچه اطلاعاتی و شاخص‌های آن که مهمترین عامل شفافیت در زنجیره تأمین مبتنی بر بلاک‌چین است و بیشترین تأثیرگذاری را بر روی سایر عوامل دارد توجه ویژه‌ای نسبت به سایر عوامل شود. ایجاد و توسعه فرهنگ سازمانی مناسب در خصوص استفاده از تکنولوژی‌های جدید نظیر بلاک‌چین در شرکت‌های پتروشیمی مطالعات تطبیقی و جامع به‌منظور یادگیری و الگوبرداری از شرکت‌ها و سازمان‌های موفقی که در سطح بین‌المللی بلاک‌چین را در زنجیره تأمین خود به‌منظور افزایش شفافیت به دست گرفته‌اند. اصلاح تدریجی ساختار معماری نرم‌افزارهای شرکت‌های پتروشیمی و سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌های سخت‌افزاری و نرم‌افزاری جهت آماده‌سازی شرکت‌ها برای استقرار بلاک‌چین به‌منظور افزایش شفافیت زنجیره تأمین. سرمایه‌گذاری در اکوسیستم مشترک صنعت پتروشیمی در خصوص توسعه زیرساخت‌های مشترک بلاک‌چین در صنعت پتروشیمی. آموزش هدفمند نیروی انسانی، برگزاری کارگاه‌های آموزشی، سرمایه‌گذاری در نیروی انسانی و برنامه‌های توسعه‌ای بلاک‌چین و شفافیت زنجیره تأمین. توصیه می‌شود زیرساخت‌های حقوقی و قانونی برای استفاده از تکنولوژی بلاک‌چین در جهت بهبود شفافیت در زنجیره تأمین صنعت پتروشیمی پس از تشکیل کارگروه‌های تخصصی زنجیره تأمین و بلاک‌چین فراهم شود. پیشنهاد می‌شود تمامی شاخص‌های شفافیت در زنجیره تأمین مبتنی بر بلاک‌چین به‌صورت جداگانه و ارتباط آن‌ها با عوامل سازمانی از قبیل عملکرد سازمان، بهره‌وری و... مورد بحث و تحلیل قرار گیرد. همچنین پیشنهاد می‌شود به‌منظور سرمایه‌گذاری در بحث آموزش بلاک‌چین در زنجیره تأمین، دوره‌ها و واحدهای دانشگاهی مرتبط با بلاک‌چین و زنجیره تأمین در رشته‌های دانشگاهی مرتبط با زنجیره تأمین در نظر گرفته شود. درنهایت پیشنهاد می‌شود تا این تحقیق در سایر صنایع کشور انجام شود و نتایج آن با نتایج این تحقیق مورد مقایسه قرار گیرد. همچنین پیشنهاد می‌شود تا در تحقیق‌های آتی بر روی ویژگی‌های کلیدی دیگر بلاک‌چین از جمله امنیت، تغییرناپذیری داده‌ها و... در زنجیره تأمین تمرکز شود؛ عوامل و شاخصه‌های آن‌ها نیز به‌صورت جداگانه استخراج شود.

## منابع

اسماعیلی؛ هاشم. (۱۳۹۹) ارائه چارچوبی مبتنی بر فناوری بلاک‌چین جهت دستیابی به

شفافیت در زنجیره تأمین. *پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه تربیت مدرس*، دانشکده مدیریت و اقتصاد.

روشن، محمد حسین. (۱۴۰۱) شناسایی و اولویت‌بندی شاخص‌های شفافیت زنجیره تأمین صادرات با رویکرد اعتماد مشتری. پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه مازندران، دانشکده علوم اقتصادی و اداری.

سینایی، سولماز. شیرمحمدی، یزدان. نیکویی، علیرضا. (۱۴۰۲) اثر شفافیت، اعتماد بازیگران و نفوذ اجتماعی در پذیرش فناوری بلاک‌چین در انقلاب چهارم صنعتی (مورد مطالعه گردشگران اروپایی). *نشریه رشد و فناوری*. دوره ۱۹. صص۴۳-۵۰.

Abeyaratne, S. A., & Monfared R. P., (2016). Blockchain Ready Manufacturing Supply Chain Using Distributed Ledger. *International Journal of Research in Engineering and Technology* 5 (9), 1-10.

Aoun, A., Ilinca, A., Ghandour, M., Ibrahim, H., (2021) A review of Industry 4.0 characteristics and challenges, with potential improvements using blockchain technology, *Computers & Industrial Engineering*, 162.

Babich, V., Hilary, G., (2020) Distributed ledgers and operations: what operations management researchers should know about blockchain technology, *Manufacturing & Service Operation Management*, 22 (2), 223-240.

Brandon-Jones, E., Squire, B., Chad, W., Autry, K., Petersen J., (2014) A contingent resource-based perspective of supply chain resilience and robustness, *Journal of Supply Chain Management*, 50 (3), 55-73.

Budler, M. Quiroga, B, F. Trkman, P. (2023), A review of supply chain transparency research: Antecedents, technologies, types, and outcomes, Journal of Business Logistics, 45 (1).

Casey, M.J, Wong P., (2017) Global supply chains are about to get better, thanks to blockchain *Harv. Bus. Rev*., 13, 1-6.

Carson, B., Romanelli, G., Walsh, P., Zhumaev, A., (2018). Blockchain beyond the hype: What is the strategic business value? *McKinsey & Company*.

Dnyaneshwar, J., Ghode A, Rakesh J, Gunjan S, Sunil K. Singh A, (2020), Architecture to Enhance Transparency in Supply Chain Management using Blockchain Technology, *Procedia Manufacturing* ,51 ,1614-1620.

Dubey, A., Gunasekaran, D. J, Bryde, Y.K, Dwivedi, T., (2020) Blockchain technology for enhancing swift-trust, collaboration and resilience within a humanitarian supply chain setting International *Journal of Production Research*, 58 (11), 3381-3398.

Ghobakhloo, M. Iranmanesh, M. Grybauskas, A. Vilkas, M. Petraitė M.

(2021) Industry 4.0, innovation, and sustainable development: A systematic review and a roadmap to sustainable innovation, *Business Strategy and the Environmen*t, 30 (8), 4237-4257.

Ghode, D. Jain, R. Soni, G. Singh, S. Yadav, V. (2020), Architecture to Enhance Transparency in Supply Chain Management using Blockchain Technology, Procedia Manufacturing, 51, 1614-1620.

Khanfar, A.A, Iranmanesh, M., Ghobakhloo, M., Senali, M.G, Fathi, M., (2021) Applications of blockchain technology in sustainable manufacturing and supply chain management: A systematic review, *sustainability* 13 (4).

Maroufkhani, P., Desouza, K.C, Perrons, R.K, Iranmanesh, M., (2022) Digital transformation in the resource and energy sectors: A systematic review, *Resources Policy*, 76.

Morkunas et al., V.J. Morkunas, J. Paschen, E. (2019) How blockchain technologies impact your business model, *Business Horizons*, 62 (3), 295-306.

Morgan, T. R., Richey, R. G., Jr., & Ellinger, A. E. (2018). Supplier transparency: Scale development and validation. International Journal of Logistics Management, 29(3), 959–984.

Morgan, T.R., Gabler, C.B, Manhart, P.S, (2023), "Supply chain transparency: theoretical perspectives for future research", *The International Journal of Logistics Management*, 34(5), 1422-1445.

Montechi, M., Plangger, K., Etter M., (2019) It's real, trust me! Establishing supply chain provenance using blockchain, *Business Horizon*, 62 (3), 283-293.

Montecchi, M., Plangger, K., Douglas C., (2021) Supply chain transparency: A bibliometric review and research agenda, *International Journal of Production Economics*, 238.

Queiroz, M.M, Telles, R., Bonilla S.H., (2020) Blockchain and supply chain management integration: a systematic review of the literature *Supply Chain Manag.: Int. J.*, 25 (2), 241-254.

Rejeb, K., Rejeb A., (2020) Blockchain and supply chain sustainability, *LogForum*, 16 (3).

Sunmola. F, Patrick Burgess, P. (2023) Transparency by Design for Blockchain-Based Supply Chains, *Procedia Computer Science*, 217, 1256-1265.

Sunny, J., Naveen Undralla, V., Pillai, M., (2020), Supply chain transparency through blockchain-based traceability: An overview with demonstration, *Computers & Industrial Engineering* 150.

Sheel, V. N., (2019) Effect of blockchain technology adoption on supply

chain adaptability, agility, alignment and performance Management, *Research Review*, 42 (12), 1353-1374.

Wamba, S.F, Queiroz. M.M, (2022) Industry 4.0 and the supply chain digitalization: A blockchain diffusion perspective, *Production Planning & Control*, 33 (2–3), 193-210.

Wang, Y., Singgih, M., Wang, J., Rit, M., (2019) Making sense of blockchain technology: how will it transform supply chains? *Int. J. Prod. Econ*., 211, 221-236.

Xu, P., Lee, J., Barth, J.R, and Richey, R.G, (2021), Blockchain as supply chain technology: considering transparency and security, *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 51(3), 305-324.