Scientific Journal of Supply Chain Management
Vol. 24, No. 4, Winter 2023, Serial No. 77
ISSN: 2008-9198 , E-ISSN: 2717-1647

Examining the Factors Affecting the Sustainable Supply Chain with the Blockchain Approach Based on Cognitive Map

Seyed Rasol Hoseini* , Ghaffar Tari , Seyed Alireza Davodi, Morteza Shafiee
*Ph.D. Student of Business Management, Department of Management, Torbat-e-Heydarieh Branch, Islamic Azad University, Torbat-e-Heydarieh, Iran
(Received: 15/08/2022, Revised: 11/10/2022, Accepted: 19/12/2022, Published: 20/02/2023)
DOR: 20.1001.1.20089198.1401.24.77.3.6

ABSTRACT

In the present era, the management and control of sustainable supply chains, in the global dimension, seems difficult. Blockchain technology, as a digital computing technology that ensures transparency, traceability and security, can help in providing a sustainable supply chain management solution. The purpose of this research is to design a sustainable supply chain model based on the blockchain approach in the steel industry, which has been carried out in the steel factories of Kerman province. The current research is applied-developmental in terms of its purpose and descriptive-survey in terms of data collection. The statistical population of the current research is 18 experts of the steel industry. The sample was randomly selected by snowball method and semi-structured interview was used to collect the data. Indicators were also extracted based on previous studies in the field of blockchain effectiveness on sustainable supply chain and fuzzy cognitive mapping method was used. Therefore, 15 factors affecting the sustainable supply chain were identified and investigated based on the blockchain approach. The results showed that the environmental performance improvement factor has the highest centrality with 6.844 degrees and the transparency factor has the lowest centrality with 0.958 degrees. Also, improving the environmental performance had the most impact and the most effectiveness. According to the results of this research, managers are advised to pay special attention to the emerging blockchain technology for performance transparency, cost reduction, increased trust in transactions and better security.

Keywords: Sustainable Supply Chain, Blockchain, Cognitive Map, Steel Industry

This article is an open-access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license.

Publisher: Imam Hussein University © Authors

* Corresponding Author Email: rasol.h.88@gmail.com

نشریه علمی «مدیریت زنجیره تامین»
سال بیست و چهارم، شماره ۷۷، زمستان ۱۴۰۱؛ ص ۳۹- ۲۳
شاپای چاپی: ۲۰۰۸-۹۱۹۸| شاپای الکترونیکی: ۲۷۱۷-۱۶۴۷
علمی ـ پژوهشی

بررسی عوامل مؤثر بر زنجیره تأمین پایدار با رویکرد بلاک‌چین مبتنی بر نقشه‌شناختی

سید رسول حسینی[1*]، غفار تاری[2]، سید علیرضا داودی[2]، مرتضی شفیعی[4]

۱- دانشجوی دکتری مدیریت بازرگانی، گروه مدیریت، دانشکده علوم انسانی، واحد تربت حیدریه، دانشگاه آزاد اسلامی، تربت حیدریه، ایران، ۲- استادیار گروه مدیریت، واحد مرند، دانشگاه آزاد اسلامی، مرند، ایران، ۳- دانشیار گروه ریاضی، واحد نیشابور، دانشگاه آزاد اسلامی، نیشابور، ایران،

۴- دانشیار گروه مدیریت، دانشکده اقتصاد و مدیریت، واحد شیراز، دانشگاه آزاد اسلامی، شیراز، ایران

DOR: 20.1001.1.20089198.1401.24.77.3.6

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۵/۲۴ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۹/۲۸
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۱/۰۷/۱۹ تاریخ انتشار: ۱۴۰۱/۱۲/۰۱

چکیده

در عصر حاضر، مدیریت و کنترل زنجیره‌های تأمین پایدار، در بعد جهانی، دشوار به نظر می‌رسد. تکنولوژی بلاک‌چین به‌عنوان یک تکنولوژی محاسباتی دیجیتال که شفافیت، قابلیت ردیابی و امنیت را تضمین می‌کند؛ می‌تواند در ارائه راه‌حل مدیریت زنجیره تأمین پایدار کمک‌رسان باشد. هدف از این پژوهش، طراحی مدل زنجیره تأمین پایدار بر اساس رویکرد بلاک‌چین در صنعت فولاد می‌باشد که در کارخانه‌های فولاد استان کرمان انجام پذیرفته است. پژوهش حاضر بر مبنای هدف از نوع کاربردی توسعه‌ای و از نظر گردآوری داده‌ها از نوع توصیفی-پیمایشی است. جامعه آماری پژوهش حاضر، ۱۸ نفر از خبرگان صنعت فولاد می‌باشد. نمونه انتخابی به‌صورت غیراحتمالی و با روش گلوله برفی انتخاب گردید و جهت گردآوری داده‌ها، از مصاحبه نیمه‌ساختاریافته استفاده شد. همچنین شاخص‌ها بر اساس مطالعات پیشین در حوزه اثربخشی بلاک‌چین بر زنجیره تأمین پایدار استخراج و از روش نقشه‌شناختی فازی استفاده شد. براین‌اساس، ۱۵ عامل از متغیرهای مؤثر بر زنجیره تأمین پایدار، بر اساس رویکرد بلاک‌چین شناسایی و موردبررسی واقع شد. نتایج نشان داد که عامل ارتقای عملکرد محیطی با ۶/۸۴۴ درجه بالاترین مرکزیت و عامل شفافیت با ۰/۹۵۸ درجه پایین‌ترین مرکزیت را دارند. همچنین ارتقای عملکرد محیطی بیشترین تأثیرگذاری و نیز بیشترین اثرپذیری را داشت. با توجه به نتایج این پژوهش به مدیران توصیه می‌گردد برای شفافیت عملکرد، کاهش هزینه و افزایش اعتماد در معاملات و نیز افزایش امنیت به فناوری نوظهور بلاک‌چین توجه ویژه‌ای داشته باشند.

واژه‌های کلیدی: زنجیره تأمین پایدار، بلاک‌چین، نقشه‌شناختی، صنعت فولاد

۱- مقدمه

زنجیره تأمین مدرن به‌طور ذاتی، دربرگیرنده پیچیدگی چندمرتبه‌ای[1] هستند که برای خدمات‌رسانی به مصرف‌کنندگان رقابت می‌کنند [۱ و ۲] و فراگیر شدن سیاست‌های تنظیم‌شده گوناگون و تنوع فرهنگی و اجتماعی در شبکه زنجیره تأمین، ارزیابی اطلاعات و مدیریت ریسک در این شبکه پیچیده را تقریباً امکان‌ناپذیر ساخته است [۳]. زنجیره تأمین یک فرآیند کسب‌وکار حیاتی شامل برون‌سپاری مواد خام و قطعات، تولید و مونتاژ محصولات، انبار، ثبت و پیگیری سفارش توزیع از کانال‌های مختلف و سرانجام تحویل به مشتری است. زنجیره تأمین شامل تأمین‌کنندگان، فروشندگان، تولیدکنندگان و خرده‌فروشان است که توسط زیرساخت حمل‌ونقل اطلاعات و مالی با هم تعامل دارند [۴ و ۵]. در بسیاری از مباحث زنجیره تأمین، یک مبانی متفاوت و الزام‌آور، رو به فزونی است و گستره آن در صنایع مختلف مانند صنایع غذایی [۶]، داروسازی، دستاوردهای پزشکی [۷] و به‌طورکلی اقلام باارزش و خدمات [۴]، نمود پیدا کرده است. روش و استراتژی زنجیره تأمین بدین گونه است که در نهایت منجر به پایداری در زنجیره تأمین می‌گردد. زنجیره‌های تأمین فعلی به‌شدت به سیستم‌های مدیریت اطلاعات خوداتکای مرکزی و بعضی اوقات از هم جدا بستگی دارند که درون سازمان‌ها مستقر می‌باشند؛ برای مثال، سیستم‌های برنامه‌ریزی منابع شرکت که مشکلات خودش را دارد [۳ و ۸]. موجودیت‌های زنجیره تأمین برای اعتماد به یک سازمان یا دلال برای ذخیره کردن اطلاعات حساس و ارزشمندشان به اعتماد قابل‌توجهی نیاز دارند [۹ و ۱۰]. این در حالی است که خرابی تک نقطه‌ای یک عیب دیگر سیستم‌های اطلاعاتی متمرکز است که کل سیستم را در برابر خطا، هک شدن، فساد، یا حمله آسیب‌پذیر می‌کند [۱۱]. قابلیت پایداری به‌وسیله مفهوم ارکان سه‌گانه توسعه پایدار تعریف

* رایانامه نویسنده مسئول: rasol.h.88@gmail.com

[1] Multiple complexity

* این مقاله یک مقاله با دسترسی آزاد است که تحت شرایط و ضوابط مجوز Creative Commons Attribution (CC BY) توزیع شده است.
ناشر: دانشگاه جامع امام حسین (ع) © نویسندگان

شده است که شامل یک تعادل زیست‌محیطی، اجتماعی و ابعاد کسب‌وکار هنگام مدیریت زنجیره تأمین می‌شود [۱۲].

یک استراتژی مهم در پایداری زنجیره تأمین، مزیت رقابتی آن است و تأییدیه و بازبینی که در طی آن بر روی پردازش‌ها، محصولات و فعالیت‌ها انجام می‌پذیرد و معیارها و مصادیق اجرای پایداری را در زنجیره تأمین مفهوم می‌بخشد [۱۳ و ۱۴]. چالش اصلی سیستم‌های اطلاعاتی زمانی مطرح می‌شود که جریان عرضه زنجیره تأمین پایدار بتواند از زمان و محل عرضه کالا و خدمات بر پایه اعتماد و اطمینان، شفافیت، امنیت و ماندگاری، مطلع و پاسخگو باشد. پاسخ این چالش، در فناوری بلاک‌چین تعریف شده است. پیشرفت‌ها و کاربردهای تکنولوژی بلاک‌چین، این اهداف بهسازی را از نظر سازمانی، تکنولوژیکی و اقتصادی عملی‌تر می‌کند [۱۵و ۹].

فناوری بلاک‌چین، پایگاه داده‌ای از اطلاعات ثبت‌شده و توزیع‌شده خصوصی - عمومی است که تمام وقایع دیجیتال را ذخیره و برای تسهیم مشارکتی، به اشتراک می‌گذارد [۱۶ و ۱۷]. اگرچه استفاده از فناوری بلاک‌چین در حال افزایش است، اما درست مانند هر سیستم و تکنولوژی جدید، موانعی در زمان اجرای آن در شبکه‌های زنجیره تأمین پدیدار می‌شود. بلاک‌چین هنوز در مراحل اولیه رشد و توسعه قرار دارد و به‌طور یقین با مشکلات مختلف سازمانی مواجه است [۱۸، ۱۹ و ۱۶].

بلاک‌چین اندازه‌گیری معتبر و مؤثر نتایج و عملکرد فرآیندهای کلیدی مدیریت زنجیره تأمین را تسهیل می‌کند. پس از ورود اطلاعات ردیابی در دفترچه بلاک‌چین، آن‌ها غیرقابل‌تغییر خواهند بود. سایر عرضه‌کنندگان در زنجیره نیز می‌توانند محموله‌ها، تحویلات و پیشرفت را ردیابی کنند [۲۰]. به‌این‌ترتیب، بلاک‌چین در میان تأمین‌کنندگان، اعتماد را به وجود می‌آورد، با حذف حسابرسان واسطه، می‌توان کارایی را افزایش داد و هزینه‌ها را کاهش داد. تأمین‌کنندگان انفرادی می‌توانند بر اساس پایه نزدیک به زمان واقعی، کنترل و توازن خود را انجام دهند [۲۱].

بلاک‌چین همچنین روش دقیقی جهت اندازه‌گیری کیفیت محصول در حین حمل‌ونقل را فراهم می‌کند. به‌این‌ترتیب، راه‌حل‌های مبتنی بر بلاک‌چین می‌تواند مشتری را راجع به اصالت و کیفیت محصولات خاطرنشان کرده و باعث تمایل بیشتر آن‌ها به خرید از برند شود. پیشرفت تکنولوژی جدید و لزوم استفاده از برنامه‌های کاربردی با مفهوم فناوری بلاک‌چین، اهداف زنجیره تأمین پایدار را از نظر محیطی، اقتصادی و اجتماعی بهبود می‌بخشد [۹ و ۱۵].

بلاک‌چین در زنجیره تأمین، فرآیندهای مبتنی بر کاغذ و اسنادی که انسان حامل آن‌ها است، همانند هزینه پیک هوایی را حذف کرده است. می‌توان تمام اسناد و مدارک را دیجیتالی کرده و آن‌ها را ردیابی نمود. با کمک بلاک‌چین می‌توان فرآیند صدور در زنجیره تأمین را آسان‌تر کرد و امکان اختصاص منبع به میزان کافی جهت انجام حمل‌ونقل و فعالیت‌های دیگر را فراهم کرد [۲۲ و ۲۳]. شرکت‌ها می‌توانند با استفاده از این فناوری نوین، از هزینه نهایی اقتصادی صفر و یا بسیار کم در امور خود بهره ببرند [۲۲ و ۲۴].

درصورتی‌که از فناوری‌هایی مانند اینترنت اشیا جهت تشخیص، اندازه‌گیری و پیگیری فرآیندهای کلیدی مدیریت زنجیره تأمین استفاده شود، هزینه‌های حاشیه‌ای مرتبط با بلاک‌چین صفر یا بسیار ناچیز خواهد بود [۲۵]. بلاک‌چین می‌تواند در تضمین کیفیت محصولات با داده‌های مرتبط کمک کند و همچنین با اعمال فشار بر شرکای زنجیره تأمین جهت پذیرش مسئولیت و پاسخگویی بیشتر برای اعمال خود، قابلیت اعتماد زنجیره تأمین را بهبود بخشد [۲۶]؛ بنابراین با استفاده از بلاک‌چین، می‌توان شاخص‌های مربوط به پایداری را سنجش‌پذیرتر و معنی‌دارتر کرد [۲۷]. برخی افراد بلاک‌چین را به‌عنوان بزرگ‌ترین نوآوری در علوم کامپیوتری بشمار می‌آورند [۲۸ و ۲]، انجمن جهانی اقتصاد، بلاک‌چین را جز شش «ابر روند»ی که به‌احتمال زیاد جهان را در دهه آینده شکل می‌دهد، برمی‌شمارد [۲۹].

استفاده وسیع‌تر از تکنولوژی بلاک‌چین برای اهداف کسب‌وکار قبلاً شروع شده و به‌وسیله بعضی از شرکت‌های پیشرو مانند IBM، بوئینگ؛ مایکروسافت و SAP[1] پشتیبانی شده است. بررسی‌هایی برای ارزیابی مطالعات موردی و برنامه‌های مقیاس کوچک لازم هستند و این بررسی‌ها، اطلاعات عملی باارزشی را برای ارتقای اجرای بلاک‌چین موجب می‌شوند [۳۰]؛ بنابراین، شرکت‌کنندگان زنجیره تأمین باید برای استفاده از آن به‌عنوان یک فرصت و نه به‌عنوان یک تهدید، استقبال کنند و ازآنجایی‌که بلاک‌چین ممکن است روابط را از طریق زنجیره تأمین به چالش بکشد، پتانسیل اثرات (پایداری) اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی می‌توانند در یک زنجیره تأمین مبتنی بر بلاک‌چین مدیریت شوند [۲۰، ۳۱ و ۳۲].

با توجه به تمامی مزایای گفته‌شده در رابطه بلاک‌چین و اثرات مثبت آن بر فرآیندهای مبتنی بر زنجیره تأمین پایدار، پیاده‌سازی آن در صنایع خصوصاً صنایع فولاد که پارامترهای

[1] Systems, Applications, and Products

زیادی در آن مهم و قابل‌توجه هستند، همچون زمان ارسال سنگ‌آهن از معدن به کارخانه کنسانتره، فرآیند کیفیت و بررسی کمیت آن برای ساخت گندله و ادامه مراحل تا تبدیل به شمش فولادی و ارسال به بازار، ضروری به نظر می‌رسد و اثرات این فناوری بر سه اصل مهم اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی زنجیره تأمین فولاد قابل‌توجه می‌باشد. با این تفاسیر، ضروری است که صنایع تولیدی و خدماتی به‌منظور افزایش بهره‌وری و حرکت در جهت زنجیره تأمین پایدار و دستیابی به اهداف اجتماعی، اقتصادی و زیست‌محیطی به سمت به‌کارگیری فناوری بلاک‌چین گام بردارند.

براین‌اساس سؤال اصلی این پژوهش، بدین‌صورت مطرح می‌گردد: چه عواملی بر زنجیره تأمین پایدار اثر دارند و چه مدل‌های علی بر اساس بلاک‌چین برای زنجیره تأمین پایدار می‌توان تعریف نمود؟

۲- مبانی نظری

۲-۱- زنجیره تأمین

زنجیره تأمین[1] (SC) یک جنبه ضروری از هر کسب‌وکار است که متشکل از فعالیت‌های پایین‌دست و بالادست بین ذینفعان مختلف سازمانی در سراسر عمودی عملکردی، تولید ارزش از طریق تحویل مؤثر و کارآمد از محصولات (به‌عنوان مانند، کالا، خدمات) [۳۳، ۳۴ و ۲]. بااین‌حال، فعالیت‌های زنجیره تأمین می‌تواند نه‌تنها موردنظر بلکه عواقب نامطلوب [۳۵ و ۵]. تولید، افزایش نگرانی در مورد پایداری آن در طیف وسیعی از مسائل اقتصادی، زیست‌محیطی، نظارتی و اجتماعی [۲۰، ۱۰ و ۸]. علاوه بر این، مشتریان ممکن است اعتماد خود را به یک بنگاه از دست بدهند و اگر احساس کنند که بنگاه، خود را به‌اندازه کافی در برابر حفظ تنوع فرهنگی، محیط‌زیست و دیگر انتظارات اجتماعی [۳۴، ۳۵ و ۳۶] پاسخگو نگه نداشته است، سرمایه‌گذاری در آن را متوقف می‌کنند. در این راستا، بنگاه‌ها به‌طور فزاینده‌ای درگیر شیوه های پایداری هستند و تمایل دارند که در برابر شرکای زنجیره تأمین، به‌منظور ارضای مسئولیت اجتماعی و حفظ رقابت‌پذیری در بازار [۵، ۳۷ و ۳۸] یکسان عمل کنند.

۲-۲- زنجیره تأمین پایدار

زنجیره تأمین پایدار، مجموعه‌ای از تمامی عواملی است که در تولید و مصرف یک محصول نقش‌آفرینی می‌کنند [۳۹]. فرآیند مدیریت زنجیره تأمین با در نظر گرفتن مسائل زیست‌محیطی، اقتصادی و اجتماعی برای افزایش اهداف اقتصادی بلندمدت شرکت‌ها و زنجیره تأمینشان است [۴۰]. زنجیره تأمین پایدار به مدیریت جریان مواد، اطلاعات و منابع مالی اشاره می‌کند، به‌علاوه همکاری بین شرکت‌ها در طول زنجیره تأمین که به‌طور هم‌زمان در سه بعد توسعه پایدار: زیست‌محیطی، اجتماعی و اقتصادی در نظر می‌گیرد [۴۱، ۱۴ و ۲]. همچنین با توجه به اینکه زنجیره‌های تأمین پایدار توجهات زیادی را در میان دانشگاهیان و کارورزان به دست آورده‌اند [۴۲]؛ نه‌تنها ابعاد کسب‌وکار زنجیره تأمین برای زنجیره تأمین پایدار مهم است، بلکه توسعه توجه به ابعاد زیست‌محیطی و اجتماعی یک چشم‌انداز قابل‌تعمیم‌تر را در زنجیره تأمین تولید کرده است [۴۳ و ۴۴].

۲-۳- بلاک‌چین

بلاک‌چین یک سیستم محاسباتی توزیع‌شده با اجرای تراکنش خودکار است که برای حفظ داده‌های روبه‌رشد استفاده می‌شود [۴۵ و ۲۰]. ویژگی‌های اصلی آن سازگاری بالا، صحت داده‌ها، قابلیت ردیابی و امنیت سایبری است. بلاک‌چین به‌عنوان یک فناوری در نظر گرفته می‌شود که موفقیت در زنجیره تأمین به ارمغان می‌آورد زیرا یک سیستم شفاف و مقاوم است که سیستم ردیابی را بهبود می‌بخشد [۴۶، ۴۵، ۴۷، ۴۸، ۴۹، ۲۳، ۲۱، ۵۰ و ۵۱]. بلاک‌چین می‌تواند برای زنجیره تأمین مواد، در بسیاری از جنبه‌ها مانند حفظ کیفیت، جلوگیری از تقلب، مبارزه با جعل و کاهش هزینه مفید باشد [۵۲]؛ بنابراین ردیابی مؤثر در یک زنجیره ارزش کامل موردنیاز است زیرا عدم شفافیت در یک شرکت بر کل زنجیره تأمین تأثیر می‌گذارد [۵۳ و ۲۰]. عوامل دیگری که منجر به پذیرش بلاک‌چین می‌شوند عبارت‌اند از اعتماد مصرف‌کننده، شیوه‌های مدیریت ریسک، الزامات قانونی، ثبات بالا و صحت داده‌ها [۵۴]. بلاک‌چین «اقتصاد مبتنی بر محصول» را به «اقتصاد مبتنی بر اطلاعات» تغییر خواهد داد [۵۵ و ۲].

۳- پیشینه تحقیق

عادل منیز و همکاران (۲۰۲۲) در پژوهشی پذیرش بلاک‌چین برای مدیریت زنجیره تأمین پایدار با توجه به دیدگاه‌های اقتصادی، زیست‌محیطی و اجتماعی را موردبررسی قرار دادند. تمرکز این بررسی بر پایداری زنجیره تأمین مبتنی بر بلاک‌چین در رابطه با حفاظت از محیط‌زیست، برابری اجتماعی و اثربخشی حاکمیت است. با استفاده از یک مرور ادبیات سیستماتیک، در مجموع ۱۳۶ مقاله با توجه به جنبه‌های سه‌گانه پایانی پایداری ارزیابی و طبقه‌بندی شدند. این مطالعه نه‌تنها اثرات اقتصادی، زیست‌محیطی و اجتماعی بلاک‌چین را موردبررسی قرار داده است، بلکه روندهای نوظهور در زنجیره تأمین دایره‌ای را با پیشرفت‌های فعلی فناوری‌های پیشرفته همراه با عوامل موفقیت

[1] Supply chain

حیاتی آن‌ها برجسته کرده است. یافته‌های این مطالعه نشان می‌دهد که بلاک‌چین این پتانسیل را دارد که کل زنجیره تأمین را از منظر پایداری متحول کند. بلاک‌چین نه‌تنها پایداری اقتصادی زنجیره تأمین را از طریق قابلیت ردیابی مؤثر، افزایش دید از طریق به اشتراک‌گذاری اطلاعات، شفافیت در فرآیندها و تمرکززدایی کل ساختار بهبود می‌بخشد، بلکه به دستیابی به پایداری زیست‌محیطی و اجتماعی از طریق بهره‌وری منابع، مسئولیت‌پذیری، قراردادهای هوشمند، توسعه اعتماد و جلوگیری از تقلب کمک می‌کند [۲۰].

پالیوال و همکاران (۲۰۲۰) پژوهشی با عنوان «فناوری بلاک‌چین برای مدیریت زنجیره تأمین پایدار: مروری بر ادبیات سیستماتیک و چارچوب طبقه‌بندی» انجام دادند. این مقاله از طریق بررسی سیستماتیک انتشارات در مجلات معتبر، نقش فناوری بلاک‌چین را در مدیریت زنجیره تأمین پایدار بررسی می‌کند. این بررسی، انتشارات را از سال ۲۰۱۵ در نظر می‌گیرد و شامل ۱۸۷ مقاله منتشرشده در سال‌های ۲۰۱۷، ۲۰۱۸، ۲۰۱۹ و اوایل سال ۲۰۲۰ است، زیرا در سال ۲۰۱۵ یا ۲۰۱۶ هیچ انتشار قابل‌توجهی در این زمینه یافت نشد. نتایج، ردیابی و شفافیت را به‌عنوان مزایای کلیدی استفاده از فناوری بلاک‌چین نشان می‌دهد. مقالات موردبررسی همچنین نشان‌دهنده علاقه شدید به سیستم‌های اطلاعاتی مبتنی بر بلاک‌چین برای مدیریت زنجیره تأمین پایدار از سال ۲۰۱۷ هستند. این مقاله بینش‌های ارزشمندی را برای مدیران و رهبرانی ارائه می‌دهد که پایداری را به‌عنوان یک مؤلفه اساسی کسب‌وکار خود تصور می‌کنند [۱۴].

آدامز و همکاران[1] (۲۰۱۸)، در پژوهشی بلاک‌چین‌ها را به‌عنوان پایگاه‌های داده توزیع‌شده، تغییرناپذیر، شفاف و قابل‌اعتماد که به‌وسیله یک جامعه به اشتراک گذاشته شدند، معرفی کرده است که می‌توانند روی شبکه‌های زنجیره تأمین پایدار تأثیر بگذارند. ردیابی شرایط زیست‌محیطی و اجتماعی بالقوه که ممکن است نگرانی‌های زیست‌محیطی، سلامتی و ایمنی را تحمیل کند، یک تمرکز کاربردی مهم برای بلاک‌چین است [۵۶].

همچنین ایوانف و همکاران (۲۰۱۸)، به‌کارگیری تکنولوژی بلاک‌چین را از نظر اقتصادی، به یک شرکت و زنجیره تأمین آن از ابعاد مختلف کسب‌وکار که روی عملکرد اقتصادی‌شان اثر می‌گذارند سودآور می‌داند. تکنولوژی بلاک‌چین می‌تواند هر اصلاح داده را فوراً به اشتراک بگذارد که امکان استقرار به‌طور بالقوه سریع محصولات و فرآیندها و به‌طور هم‌زمان به حداقل رساندن خطاهای انسانی و زمان‌های معامله را فراهم می‌کند. همچنین ایمنی و اعتبار داده‌ها را تضمین کند که هزینه جلوگیری از اصلاح عمدی و هوسبازانه که ریسک‌های زنجیره تأمین را افزایش می‌دهد و قابلیت اعتماد کسب‌وکار را کاهش می‌دهد را کاهش خواهد داد [۳].

هافمن[2] و همکاران (۲۰۱۸)، در تحقیقی اثرگذاری بلاک‌چین هم روی فرآیند زنجیره تأمین و مدیریت محصول و هم معاملات مالی بین طرف‌های شبکه مختلف را عنوان کرده است [۵۷].

همچنین ژو و همکاران[3] (۲۰۱۸)، در پژوهشی این‌چنین عنوان کرده‌اند که اگرچه یک مجموعه وسیع از کاربردهای تکنولوژی بلاک‌چین در زنجیره تأمین می‌تواند وجود داشته باشد، آن‌ها روی صنعت، محصول یا خدمات، یا طرز مدیریت تمرکز می‌کنند [۵۸].

د سوسا جبور و همکاران[4] (۲۰۱۸)، در پژوهشی یک مثال پایداری زنجیره تأمین زیست‌محیطی دیگر به مالیات بر کربن مرتبط است را عنوان کرده است. در سیستم‌های سنتی، اندازه‌گیری اثر کربنی هر محصولی دشوار است. با تکنولوژی بلاک‌چین، ردیابی اثر محصولات یک شرکت خاص آسان‌تر می‌شود؛ که می‌تواند به تعیین مقدار مالیات کربنی که باید از یک شرکت اخذ شود کمک کند؛ بنابراین تکنولوژی بلاک‌چین می‌تواند به‌وسیله فراهم کردن اساسی برای نگاشت زنجیره تأمین و اجرای طراحی، تولید، حمل‌ونقل محصول با کربن پایین، به کاهش انتشارات کربن در انتقال محصولات کمک کند [۵۹].

همین‌طور تاپ اسکات و تاپ اسکات (۲۰۱۷)، عنوان کرده که یک مزیت کلیدی و بالقوه زنجیره تأمین بلاک‌چین، تعیین واسطه‌های مالی است، از جمله شبکه‌های پرداخت، مبادله سهام و سرویس‌های انتقال پول [۶۰].

مندلینگ[5] و همکاران (۲۰۱۷)، در پژوهشی استفاده از تکنولوژی بلاک‌چین به‌عنوان یک مکانیزم مدیریت اطلاعات و شیوه مدیریت زنجیره تأمین را چالش‌برانگیز دانسته. مخصوصاً در یک شبکه پایدار. تکنولوژی‌های مختل شونده معمولاً با چالش‌هایی روبرو می‌شوند، چه در کوتاه‌مدت چه در بلندمدت [۶۱].

فیوچرتینکرز[6] (۲۰۱۷)، عنوان کرده است که تکنولوژی بلاک‌چین همچنین به پایداری زیست‌محیطی زنجیره تأمین کمک می‌کند. آن می‌تواند این کار را از طریق چشم‌اندازهای مختلف انجام دهد. بلاک‌چین با ردیابی کردن محصولات استاندارد و شناسایی معاملات بیشتر محصولات می‌تواند به

[1] Adams et al

[2] Hofmann et al
[3] Zhu et al
[4] De Sousa Jabbour et al
[5] Mendling et al
[6] Futurethinkers

کاهش کار مجدد و فراخوانی کمک کند که در نتیجه به کاهش مصرف منابع و کاهش گازهای گلخانه‌ای کمک می‌کند و نیز می‌تواند برای تضمین این‌که محصولات سبز با محیط‌زیست سازگار هستند استفاده شوند و نیز بلاک‌چین می‌تواند بازیافت را بهبود دهد و با ارتقای بازده طرح‌های تجارت انتشارات (ETS) به فرآیند تجارت انتشار سود می‌رساند [۶۲].

۳-۱- شکاف پژوهش

در پژوهش حاضر به‌دلیل جدید بودن مفهوم بلاک‌چین و عدم وجود مدلی برای اقتباس و بهره‌گیری، مشکلاتی به جهت تفهیم و جمع‌آوری منابع لازم خصوصاً منابع فارسی، در زنجیره تأمین پایدار وجود داشت. ضمن اینکه کاربرد و طراحی بلاک‌چین در صنعت، خصوصاً صنعت فولاد و حتی بررسی اثربخشی یا تأثیر آن، در هیچ مقاله فارسی و لاتین، در بررسی نویسنده یافت نگردید و نیز با توجه به اینکه در کشور ایران زیرساخت‌های اساسی بلاک‌چین فراهم نیست این پژوهش می‌تواند به توسعه مفاهیم و دانش بلاک‌چین در ایران کمک نماید.

۴- روش تحقیق

پژوهش حاضر بر مبنای هدف از نوع کاربردی توسعه‌ای و از نظر گردآوری داده‌ها از نوع توصیفی-پیمایشی است. جامعه آماری پژوهش حاضر، کارخانه‌های فولادسازی و نمونه آن در بین تمامی افراد درگیر، خبرگانی هستند که به‌طور مستقیم مسئولیت مدیریت را داشته و تعداد آن‌ها ۱۸ نفر می‌باشد و نمونه انتخابی به‌صورت غیراحتمالی و با روش گلوله برفی گرفته شده است و جهت گردآوری داده‌ها، از مصاحبه نیمه‌ساختاریافته استفاده گردید. در این پژوهش شاخص‌ها بر اساس مطالعات پیشین در حوزه اثربخشی بلاک‌چین بر زنجیره تأمین پایدار استخراج و از روش ایجاد نقشه‌شناختی فازی و نرم‌افزارهای Fc mapper، Pajek و Excel استفاده گردید.

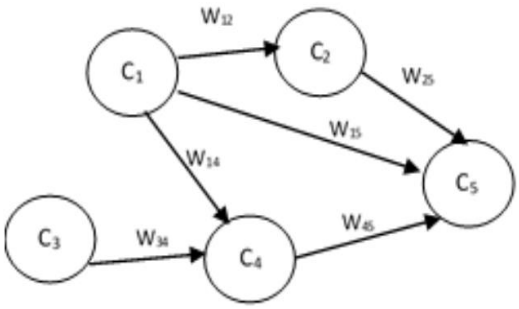
جدول (۱). نمونه آماری

کارخانه	تعداد
فولاد بردسیر	۳
فولاد زرند	۵
کنسانتره و گندله‌سازی زرند	۲
کنسانتره و گندله‌سازی سیرجان	۳
فولاد بوتیا	۳
زغال‌شویی پابدانا	۱
کک‌سازی زرند	۱

۴-۱- نقشه‌شناختی

نقشه‌شناختی یا همان مدل گرافیکی علت و معلولی توسط رابرت اکسلورد در سال ۱۹۷۶ در حوزه علوم سیاسی معرفی شد. کوسکو در سال ۱۹۸۶ برای اولین بار ابزارهای فازی را برای ترسیم این مدل‌ها مورداستفاده قرار داد و مدل‌های نقشه‌شناختی فازی (FCM) را برای اولین بار معرفی نمود. نقشه‌های شناختی فازی روش‌های ترکیبی هستند که از لحاظ بعضی مفاهیم بین سیستم‌های فازی و شبکه‌های عصبی قرار دارند. آن‌ها دانش را از حالت نمادین و وضعیت‌های مرتبط به آن مانند فرآیندها، خط‌مشی‌ها و رخدادها در حالتی قابل قیاس بیان می‌کنند [۶۳].

شکل زیر مثالی از نقشه‌شناختی فازی را نشان می‌دهد.



شکل (۱). مثالی از نقشه‌شناختی فازی

روابط بین متغیرهای مفهومی، Ci و Cj می‌تواند یکی از سه نوع مختلف: مثبت؛ منفی؛ و بدون رابطه باشد. ارزش Wij نشان می‌دهد که چقدر متغیر مفهومی Ci بر متغیر مفهومی Cj تأثیر می‌گذارد [۶۴]؛ بنابراین وجود یک رابطه علی مثبت (منفی) بین دو مفهوم Ci و Cj بدین معنی است که افزایش سطح فعال‌سازی مفهوم Ci باعث افزایش (کاهش) Cj و همچنین کاهش مفهوم Ci، کاهش (افزایش) Cj را در پی دارد [۶۵]. با توجه به نظریه گراف، نقشه‌های شناختی می‌توانند به ماتریس‌های مجاورت در فرم W = [wij] تبدیل شوند، جایی که متغیرهای Ci در محور عمودی و Cj در محور افقی به شکل یک ماتریس مربع شکل می‌گیرند. هنگامی‌که یک اتصال بین دو متغیر وجود دارد مقدار آن در ماتریس مربع (بین ۱ و ۱-) کدگذاری می‌شود [۶۶]. همچنین این روش با استفاده از نظریه گراف توان تأثیرگذاری، ظرفیت تأثیرپذیری و میزان مرکزیت هر شاخص را محاسبه می‌کند.

توان تأثیرگذاری، مجموع مقادیر مطلق ردیف یک متغیر در ماتریس مجاورت است [۶۷]؛ جایی که N تعداد کل متغیرها باشد، توان تأثیرگذاری از رابطه زیر محاسبه می‌گردد.

$$out(C_i) = \sum_{K=1}^{N} W_{iK} \qquad (۱)$$

ظرفیت تأثیرپذیری مجموع مقادیر مطلق ستون یک متغیر است. این نشان‌دهنده استحکام تجمعی متغیرهایی است که وارد متغیر می‌شوند [۶۶]. ظرفیت تأثیرپذیری از رابطه ۲-۳ به دست می‌آید.

$$In(C_i) = \sum_{K=1}^{N} W_{ki} \quad (۲)$$

جایی که در $In(C_i)$ تعداد یال‌های ورودی گره (C_i) و $out(C_i)$ تعداد یال‌های خروجی گره (C_i) باشد، شاخص محور (مرکزی) از رابطه ۳-۳ به دست می‌آید.

$$In(C_i) + out(C_i) = in\ Imp \quad (۳)$$

اندازه‌گیری مقدار محوریت گره مرکزی، میزان اهمیت گره یا مفهوم را در FCM نشان می‌دهد [۶۸].

پس از ترسیم نقشه‌شناختی کشیده شده و کدگذاری ماتریس مجاورت، مدل اجرا می‌گردد تا مشاهده شود که در کجا سیستم همگرا خواهد شد. اگر این عمل اتفاق افتد، به معنای تعیین حالت پایدار سیستم است. این محاسبات با استفاده از روش شبکه عصبی خودکار محاسبه می‌شود [۶۹ و ۷۰].

$$A_i^t = f(\sum_{j=1}^{n} A_j^{t-1} . w_{ji} + A_i^{t-1}) \quad (۴)$$

رابطه ۳-۴ ارزش متغیر مفهومی (Ai) برای هر متغیر مفهومی را محاسبه می‌کند. A_i^tمقدار متغیر مفهومی Ci را در زمان t به دست می‌آورد. A_i^{t-1} مقدار Cj را در زمان (t-1) می‌دهد، w_{ji} مقدار تأثیرپذیری Ci از متغیر مفهومی Cj است؛ که ارزش متغیرهای مفهومی مقداری را در محدوده $\|0، 1\|$ می‌گیرد. رابطه ۳-۵ تابع آستانه (f) را نشان می‌دهد که بیشترین کاربرد را در نقشه‌شناختی فازی دارد [۶۴]. این تغییر نامنفی اجازه درک بهتر و نشان دادن سطح فعال‌سازی متغیرها را می‌دهد؛ همچنین یک مقایسه کیفی میان علت بازده (برونداد) متغیرها را فراهم می‌کند. در نتیجه بردار تبدیل‌شده حاصل، به‌طور مکرر توسط ماتریس مجاورت ضرب شده و تبدیل می‌شود تا سیستم به یک نقطه ثابت برسد. این تغییر نامنفی اجازه درک بهتر و نشان دادن سطح فعال‌سازی متغیرها را می‌دهد [۶۶].

$$f(x) = \frac{1}{1 + e^{-x}} \quad (۵)$$

همچنین، نقشه‌شناختی فازی امکان تحلیل بر مبنای اگر آنگاه را ارائه می‌کند و اجازه می‌دهد هرکسی فکر و احساس خود را در تصویر ریاضی از بعضی از قسمت‌های جهان داشته باشد و نتایج را پیش‌بینی نماید. نقشه‌شناختی فازی روش الگوسازی سیستم‌های پیچیده هستند که منشأ آن منطق فازی و شبکه عصبی است. در این سیستم امکان رسیدن و همگرا شدن به یک نقطه و همچنین رسیدن به حالت تعادل امکان‌پذیر است. ارزش به‌کارگیری نقشه‌شناختی فازی زمانی به‌خوبی درک می‌شود که مدیران می‌توانند تغییرات راهبردی خود را به‌وسیله آن آزمایش کنند و نتایج تغییرات مفاهیم الگو را مشاهده کنند و تحلیل نقشه‌شناختی فازی و طراحی سناریوهای گوناگون به مدیران و کارشناسان این امکان را می‌دهد تا بتوانند به پرسش‌های زیر پاسخ دهند [۷۱].

۱. روش‌های گوناگون دستیابی به یک هدف مشخص چیست؟

۲. کدام‌یک از راه‌ها بالاترین میزان باور درباره امکان‌پذیری را میان خبرگان دارد؟

۴-۲- منطق فازی

در این تحقیق، جهت جمع‌آوری داده‌ها از پرسش‌نامه محقق ساخته استفاده گردید که برای گردآوری نظر پاسخ‌دهندگان برای نوع اثرگذاری از طریق عبارات کلامی «مثبت، منفی و بدون رابطه» و برای شدت اثرگذاری از طیف پنج‌تایی لیکرت استفاده گردید. پس از تکمیل پرسش‌نامه‌ها توسط تصمیم‌گیرندگان، جهت انجام محاسبات شدت اثرگذاری، متغیرهای زبانی (عبارات کلامی)، شدت تأثیرگذاری به اعداد فازی تبدیل گردیدند. بدین منظور، در پژوهش حاضر برای محاسبه شدت اثرگذاری از طیف فازی استفاده شد [۷۲].

جدول (۲). جدول پنج‌تایی لیکرت و اعداد فازی معادل آن

متغیر زبانی	خیلی زیاد	زیاد	متوسط	کم	خیلی کم
اعداد فازی	(۰/۷۵ ،۱ ،۱)	(۰/۵ ،۰/۷۵ ،۱)	(۰/۲۵ ،۰/۵ ،۰/۷۵)	(۰ ،۰/۲۵ ،۰/۵)	(۰ ،۰ ،۰/۲۵)

در این مرحله می‌بایست بر اساس فراوانی پاسخ‌ها، واژگان کلامی را به اعداد فازی تبدیل نموده و برای آن‌ها میانگین فازی را طبق فرمول زیر محاسبه کرد که در این فرمول n تعداد پاسخ‌دهندگان می‌باشد.

$$A = \left(a_l^{(i)}, a_m^{(i)}, a_u^{(i)}\right) \qquad i = 1,2,\dots,n \qquad (۶)$$

$$A_{avf} = \frac{\sum_{i=1}^{n}(a_l^{(i)}, a_m^{(i)}, a_u^{(i)})}{n} \qquad (۷)$$

مرحله بعد، مرحله فازی‌زدایی می‌باشد که در این پژوهش از روش میانگین فازی (رابطه ۳-۸) برای فازی‌زدایی استفاده شده است.

$$x_{max} = \frac{m_l + 2m_m + m_u}{4} \qquad (۸)$$

۴-۲-۱- نمایش گرافیکی نقشه‌شناختی فازی

نمایش گرافیکی ماتریس نهایی موفقیت به‌صورت نقشه‌شناختی فازی، یک نقشه‌شناختی فازی هدفمند را برای ترسیم عوامل کلیدی موفقیت ترسیم می‌کند. در نمایش نهایی، هر فلش عوامل i و j دارای وزن علامت‌دار است. این ارزش نشان‌دهنده قدرت مستقیم یا معکوس علیت میان هر دو عامل و ارزش مندرج در ماتریس نهایی موفقیت در سلول ارائه‌شده در ردیف i و ستون j است [۶۷].

برای تشکیل ماتریس نهایی، دو جلسه با حضور ۱۸ خبره و گروه کانونی برگزار گردید که هرکدام از جلسات حدود ۵ ساعت در زمینه موضوع تبادل‌نظر گردید؛ و در جلسه دوم نسبت به اهمیت رابطه بین عوامل نظرخواهی گردید و طبق نظر اکثریت اعضا، ارتباطات بی‌معنا میان عوامل تحقیق حذف و جهت علی روابط نیز تعیین گردید. در ماتریس قدرت روابط به علت این‌که برخی از روابط کاذب و غیرواقعی می‌باشند با کمک خبرگان بازنگری می‌شود و روابط واقعی مشخص می‌گردند. ماتریس نهایی میزان رابطه علی هر مفهوم با مفهوم دیگر را نشان می‌دهد.

۵- یافته‌ها

جهت بررسی نتایج در ابتدا متغیرهای مؤثر بر زنجیره تأمین پایدار، بر اساس رویکرد بلاک‌چین مطابق جدول زیر تشکیل و به هر یک از آن‌ها کد اختصاصی جهت درج در ماتریس اولیه تخصیص داده شد.

جدول (۳). متغیرهای مؤثر بر زنجیره تأمین پایدار بر اساس بلاک‌چین

کد	متغیر	منابع
C1	شفافیت	[۳۲، ۲۰، ۲، ۴۸، ۵۰]
C2	پایداری اجتماعی	[۱۴، ۴۹، ۵۰، ۵۱]
C3	تغییرناپذیری اطلاعات	[۱۴، ۵۰]
C4	سودرسانی	[۱۰، ۴۴، ۵۵]

ادامه جدول (۳). متغیرهای مؤثر بر زنجیره تأمین پایدار بر اساس بلاک‌چین

C5	واسطه زدایی	[۱۶، ۲۰، ۴۹، ۵۵، ۵۷]
C6	کاهش رفتار فرصت‌طلبانه شرکت‌های رقیب	[۸، ۱۶، ۳۴]
C7	کاهش هزینه	[۱۵،۱۶، ۲۰، ۳۴، ۴۹، ۵۷]
C8	اعتمادسازی	[۱۶، ۷۷، ۷۸، ۷۹]
C9	پایدار کردن اطلاعات	[۱۰، ۲۰، ۳۴]
C10	جلوگیری از فساد	[۸، ۱۴، ۴۹]
C11	تضمین حقوق انسانی	[۲، ۴۴]
C12	کاهش کار مجدد	[۱۶، ۳۴، ۴۷]
C13	صرفه‌جویی در منابع	[۱۰، ۱۶، ۵۷، ۷۹]
C14	ردیابی اثر محصول	[۱۵، ۵۵، ۷۸]
C15	ارتقاء عملکرد محیطی	[۲، ۸، ۵۰].

در رابطه با متغیرهای نام برده در جدول فوق، می‌توان به منابع زیر استناد نمود.

بعضی ساختارهای سنتی در تئوری‌های موجود، ممکن است برای تعیین برخی جنبه‌های کاربردی‌شان مجدداً مورد بازبینی واقع شوند؛ بنابراین، تکنولوژی بلاک‌چین ممکن است به‌عنوان یک تئوری جدید در آینده برای درک کامل‌تر به بازنگری نیاز داشته باشد. یک تئوری جدید می‌تواند به‌طور عملی دانش این حوزه را جلو ببرد، تحقیق را راهنمایی کند و جهت‌گیری‌های تحقیق را شفاف‌سازی کند [۷۳]. به عبارت بهتر یکی از مهم‌ترین دستاوردهای بلاک‌چین، شفافیت است [۳۲، ۲۰، ۲، ۴۸ و ۵۰].

پایدار کردن و تغییرناپذیر کردن اطلاعات، یکی از روش‌های ایجاد پایداری اجتماعی زنجیره تأمین است [۱۴]. با توجه به اینکه اطلاعات نمی‌توانند بدون رضایت عوامل مجاز اصلاح شوند، بلاک‌چین می‌توانند از اینکه افراد، حکومت‌ها یا سازمان‌های فاسد دارایی مردم را به‌طور غیرمنصفانه ضبط کنند، جلوگیری کنند. همچنین، تکنولوژی بلاک‌چین می‌تواند عوامل بدکار را مسدود کند و افراد فاسد را هم برای جرم‌های اجتماعی و هم فردی پاسخگو نگه دارد. قابلیت ردیابی بلاک‌چین از طریق تضمین بهتر حقوق انسانی و اقدامات کاری منصفانه و ایمن به پایداری کمک می‌کند. تکنولوژی بلاک‌چین همچنین به پایداری زیست‌محیطی زنجیره تأمین کمک می‌کند [۲۰]. آن می‌تواند این کار را از طریق چشم‌اندازهای مختلف انجام دهد. به‌درستی ردیابی کردن محصولات استاندارد و شناسایی کردن معاملات بیشتر محصولات می‌تواند به کاهش کار مجدد و فراخوانی کمک کند که در نتیجه به کاهش مصرف منابع و کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای کمک می‌کند [۶۲ و ۷۴]. بلاک‌چین به‌وسیله ارتقای بازده طرح‌های تجارت انتشارات (ETS) به فرآیند تجارت انتشار، سود می‌رساند.

با کاربرد تکنولوژی بلاک‌چین، به علت وفاداری و شفافیت بلاک‌چین، می‌توان از کلاه‌برداری جلوگیری کرد. در نتیجه، یک سیستم مبتنی بر شهرت ایجاد می‌شود که مسئله بی‌کفایتی ETS را حل می‌کند و تمام شرکت‌کنندگان را به پیدا کردن یک راه‌حل بلندمدت برای کاهش انتشارات تشویق می‌کند، بنابراین شرکت‌کنندگان به‌وسیله مزایای اقتصادی تشویق می‌شوند [۷۵ و ۷۶]. فرصت‌طلبی شرکت‌ها کاهش می‌دهد این امر هزینه معامله را برای شرکت کاهش می‌دهد. تکنولوژی بلاک‌چین شفافیت به وجود می‌آورد و دست واسطه‌ها را از معاملات قطع می‌کند [۱۶، ۲۰ و ۴۴]. زمینه تکنولوژی بلاک‌چین، تجارت در یک محیط بدون اعتماد را تسهیل می‌کند. معاملات به‌وسیله اکثر شرکت‌کنندگان زنجیره تأمین که قوانین را تعریف می‌کنند تأیید می‌شوند و نیاز کمتری به اعتمادسازی بین شرکت‌کنندگان زنجیره تأمین است [۱۶، ۷۷، ۷۸ و ۷۹]. همچنین بلاک‌چین پتانسیل ارتقای بازده را از طریق استفاده از قراردادهای هوشمند دارد. تنظیمات، قراردادها و سیاست‌ها که می‌توانند زنجیره تأمین و فعالیت‌های راهبردی را به تأخیر بیندازند، می‌توانند به‌صورت خودکار به‌وسیله قراردادهای هوشمند اجرا شوند. این کاربرد نوآورانه به صرفه‌جویی در زمان و کاهش ریسک در زنجیره تأمین کمک می‌کند [۳ و ۲].

همچنین امنیت داده‌ها و نگرانی‌های حریم خصوصی و نیز چالش‌های استفاده از تکنولوژی‌های بلاک‌چین هستند [۸۰ و ۸۱]. تغییرناپذیری اطلاعات یک ویژگی مهم دیگر تکنولوژی بلاک‌چین است؛ یعنی اینکه اطلاعات در بلاک‌چین بدون توافق نمی‌توانند تغییر یابند و حذف شوند. این امر از دست‌کاری و تقلب در داده‌ها جلوگیری می‌کند [۸۲].

۵-۱- طراحی مدل علّی

بر اساس فرآیند ایجاد نقشه‌شناختی فازی، با توجه به پاسخ خبرگان در خصوص امتیاز هر کدام از عوامل، ماتریس اولیه موفقیت شکل می‌گیرد (جدول ۴). در این جدول امتیاز برحسب طیف ۵ تایی لیکرت (بی‌تأثیر، تأثیر کم، تأثیر متوسط، تأثیر زیاد، تأثیر خیلی زیاد) به سؤالات تخصیص داده می‌شود.

جدول (۴). ماتریس اولیه موفقیت

خبرگان / شاخص‌ها	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵	۱۶	۱۷	۱۸
C1	۵	۵	۴	۴	۳	۵	۵	۴	۳	۵	۳	۳	۵	۵	۴	۳	۵	۳
C2	۱	۳	۳	۲	۲	۲	۳	۱	۲	۲	۲	۳	۱	۳	۴	۳	۲	۲
C3	۴	۴	۴	۴	۵	۴	۵	۳	۵	۵	۴	۳	۳	۲	۵	۵	۴	۵
C4	۴	۳	۳	۵	۴	۵	۳	۲	۴	۴	۲	۲	۳	۳	۳	۴	۴	۵
C5	۵	۴	۴	۴	۵	۳	۵	۵	۵	۳	۳	۴	۳	۴	۵	۵	۵	۴
C6	۵	۵	۳	۵	۴	۲	۵	۴	۴	۴	۵	۴	۴	۴	۵	۳	۳	۵
C7	۲	۲	۲	۳	۳	۲	۳	۳	۱	۲	۲	۳	۳	۲	۲	۲	۱	۳
C8	۳	۲	۲	۳	۳	۱	۱	۲	۴	۳	۱	۳	۲	۳	۴	۳	۳	۲
C9	۵	۴	۵	۵	۴	۴	۴	۴	۵	۵	۵	۴	۴	۳	۵	۵	۵	۴
C10	۱	۱	۲	۳	۴		۲	۲	۲	۳	۴	۳۴	۳	۲	۳	۳	۲	۲
C11	۲	۱	۳	۴	۵	۱	۱	۲	۴	۵	۳	۳	۲	۲	۳	۴	۳	۴
C12	۳	۳	۳	۴	۴	۵	۳	۴	۵	۳	۵	۴	۴	۴	۳	۲	۳	۵
C13	۴	۳	۳	۴	۵	۲	۴	۳	۴	۵	۴	۵	۵	۳	۳	۳	۲	۴
C14	۵	۴	۵	۵	۳	۲	۵	۴	۳	۴	۵	۵	۵	۴	۴	۵	۳	۵
C15	۵	۴	۴	۳	۳	۳	۲	۲	۳	۲	۳	۴	۵	۵	۴	۴	۴	۵

در مرحله بعد باید این ماتریس به ماتریس فازی تبدیل گردد (جدول ۵). هر عنصر در این ماتریس نشان‌دهنده درجه عضویت هر عامل است.

جدول (۵). ماتریس موفقیت بی مقیاس ۱۸

	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵	۱۶	۱۷	
C1	۱/۰۰	۱/۰۰	۰/۶۷	۱/۰۰	۰/۳۳	۱/۰۰	۱/۰۰	۰/۷۵	۰/۵۰	۱/۰۰	۰/۵۰	۰/۳۳	۱/۰۰	۱/۰۰	۰/۶۷	۰/۳۳	۱/۰۰	۰/۰۰
C2	۰/۰۰	۰/۵۰	۰/۳۳	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۲۵	۰/۵۰	۰/۰۰	۰/۲۵	۰/۰۰	۰/۲۵	۰/۳۳	۰/۰۰	۰/۳۳	۰/۶۷	۰/۳۳	۰/۰۰	۰/۰۰
C3	۰/۷۵	۰/۷۵	۰/۶۷	۰/۶۷	۱/۰۰	۰/۷۵	۱/۰۰	۰/۵۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۰/۷۵	۰/۳۳	۰/۵۰	۰/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰
C4	۰/۷۵	۰/۷۵	۰/۶۷	۰/۶۷	۱/۰۰	۰/۷۵	۱/۰۰	۰/۵۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۰/۷۵	۰/۳۳	۰/۵۰	۰/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰
C5	۰/۷۵	۰/۵۰	۰/۳۳	۱/۰۰	۰/۶۷	۱/۰۰	۰/۵۰	۰/۲۵	۰/۷۵	۰/۶۷	۰/۲۵	۰/۰۰	۰/۵۰	۰/۳۳	۰/۳۳	۰/۶۷	۱/۰۰	۱/۰۰
C6	۱/۰۰	۰/۷۵	۰/۶۷	۰/۶۷	۱/۰۰	۰/۵۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۰/۳۳	۰/۵۰	۰/۶۷	۰/۵۰	۰/۶۷	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰
C7	۱/۰۰	۱/۰۰	۰/۳۳	۱/۰۰	۰/۶۷	۰/۲۵	۱/۰۰	۰/۷۵	۰/۷۵	۰/۶۷	۱/۰۰	۰/۶۷	۰/۷۵	۰/۶۷	۱/۰۰	۰/۳۳	۱/۰۰	۱/۰۰
C8	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۰۰	۰/۳۳	۰/۶۷	۰/۲۵	۰/۵۰	۰/۵۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۲۵	۰/۳۳	۰/۵۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰
C9	۰/۵۰	۰/۲۵	۰/۰۰	۰/۳۳	۰/۶۷	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۲۵	۰/۷۵	۰/۳۳	۰/۰۰	۰/۳۳	۰/۲۵	۰/۳۳	۰/۶۷	۰/۳۳	۱/۰۰	۰/۰۰
C10	۱/۰۰	۰/۷۵	۱/۰۰	۱/۰۰	۰/۶۷	۰/۷۵	۰/۷۵	۰/۷۵	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۰/۶۷	۰/۷۵	۰/۳۳	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰
C11	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۳۳	۰/۶۷	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۵۰	۰/۶۷	۰/۵۰	۰/۶۷	۰/۵۰	۰/۰۰	۰/۳۳	۰/۳۳	۰/۰۰	۰/۰۰
C12	۰/۲۵	۰/۰۰	۰/۳۳	۰/۶۷	۱/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۲۵	۰/۷۵	۱/۰۰	۰/۵۰	۰/۳۳	۰/۲۵	۰/۰۰	۰/۳۳	۰/۶۷	۱/۰۰	۱/۰۰
C13	۰/۵۰	۰/۵۰	۰/۳۳	۰/۶۷	۰/۶۷	۱/۰۰	۰/۵۰	۰/۷۵	۱/۰۰	۰/۳۳	۱/۰۰	۰/۶۷	۰/۷۵	۰/۶۷	۰/۳۳	۰/۰۰	۰/۰۰	۱/۰۰
C14	۰/۷۵	۰/۵۰	۰/۳۳	۰/۶۷	۱/۰۰	۰/۲۵	۰/۷۵	۰/۵۰	۰/۷۵	۱/۰۰	۰/۷۵	۱/۰۰	۱/۰۰	۰/۳۳	۰/۶۷	۰/۳۳	۰/۰۰	۱/۰۰
C15	۱/۰۰	۰/۷۵	۱/۰۰	۱/۰۰	۰/۳۳	۰/۲۵	۱/۰۰	۰/۷۵	۰/۵۰	۰/۶۷	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۰/۶۷	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰

در ادامه فرآیند، ماتریس قدرت روابط محاسبه می‌شود (جدول ۶). در این ماتریس ارتباط هر یک از عوامل تحقیق با یکدیگر نشان داده می‌شود.

جدول (۶). ماتریس قدرت روابط C15

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14	
C1		۰/۵۳۷	۰/۴۲۱	۰/۶۵۷	۰/۶۴۸	۰/۶۸۵	۰/۷۳	۰/۴۶۸	۰/۵۱۴	۰/۷۲۲	۰/۴۶۸	۰/۵	۰/۶۱۶	۰/۶۳۴	۰/۷۲
C2	۰/۵۳۷		۰/۴۴	۰/۷۸۴	۰/۶۹	۰/۶۰۲	۰/۶۹	۰/۵۷۸	۰/۶۹۵	۰/۴۶۹	۰/۶۸۶	۰/۶	۰/۶۹۹	۰/۵۳۲	۰/۶
C3	۰/۴۲۱	۰/۸۸		۱	۰/۶۴۸	۰/۶۴۸	۰/۶۶	۰/۵۸۴	۰/۵۷۹	۰/۳۸	۰/۷۳۷	۰/۵۴	۰/۵۸۴	۰/۴۵۴	۰/۶۵

ادامه جدول (۶). ماتریس قدرت روابط C15

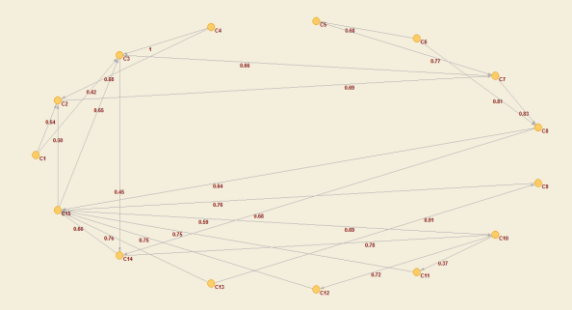
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14	
C4	۰/۴۲۲	۰/۷	۱		۰/۴۸۶	۰/۵۶	۰/۶	۰/۵۸۴	۰/۵۷۹	۰/۳۸	۰/۷۳۷	۰/۵۴	۰/۵۵۸	۰/۴۵۴	۰/۶۵
C5	۰/۷۴۸	۰/۶۰۹	۰/۶۵	۰/۷۴۸		۰/۶۷۶	۰/۸۷	۰/۸۵	۰/۷۹۲	۰/۶۴۹	۰/۶۳۴	۰/۷	۰/۷۶۹	۰/۷۲۳	۰/۷۵
C6	۰/۷۶۶	۰/۶۰	۰/۶۵	۰/۶۵	۰/۶۸۷		۰/۷۶	۰/۷۱	۰/۷۴۱	۰/۷۹۲	۰/۵۴۷	۰/۵۴۷	۰/۸۳۷	۰/۸۵۵	۰/۶۹
C7	۰/۴۱۲	۰/۶۰۹	۰/۶۶	۰/۶۸۴	۰/۶۸۹	۰/۶۸۱		۰/۸۳۳	۰/۷۶۳	۰/۶۲۱	۰/۶۳۵	۰/۷	۰/۷۴۱	۰/۶۹۵	۰/۸۲
C8	۰/۴۷۷	۰/۵۵۹	۰/۵۸۷	۰/۵۷۵۴	۰/۷۵	۰/۷۱	۰/۸۳		۰/۶۹	۰/۸۳۱	۰/۵۳۳	۰/۶۵	۰/۶۷۶	۰/۶۷۶	۰/۶۴
C9	۰/۵۳۷	۰/۸۰	۰/۷۵۸	۰/۵۷۹	۰/۷۹۲	۰/۷۴۱	۰/۸۶	۰/۶۹		۰/۶۹	۰/۶۹۴	۰/۸۴	۰/۹۱۲	۰/۷۲۷	۰/۷۶
C10	۰/۶۲۵	۰/۵۰	۰/۳۸۸	۰/۳۸	۰/۶۴۹	۰/۷۹۲	۰/۶۲	۰/۸۳۱	۰/۶۹		۰/۳۶۶	۰/۷۱۸	۰/۶۵۸	۰/۷۷۸	۰/۵۸۸
C11	۰/۳۹۷	۰/۶۰۹	۰/۷۴	۰/۷۳۷	۰/۶۳۴	۰/۵۴۷	۰/۶۰۴	۰/۵۳۳	۰/۶۹۴	۰/۶۴۷		۰/۶۰۴	۰/۶۹۹	۰/۴۰۴	۰/۷۵
C12	۰/۵۱۹	۰/۶۰	۰/۵۴	۰/۵۴۲	۰/۸۰	۰/۷۰۴	۰/۸۰	۰/۶۵۳	۰/۸۴۳	۰/۷۱۸	۰/۶۳۹		۰/۷۹۴	۰/۷۴۵	۰/۷۵
C13	۰/۵۳۲	۰/۸۰	۰/۵۸۷	۰/۵۸۴	۰/۷۶۹	۰/۷۳۷	۰/۷۴	۰/۶۷۶	۰/۹۱۲	۰/۶۷۵	۰/۶۹۹	۰/۸۹		۰/۶۹۴	۰/۷۶
C14	۰/۵۵۱	۰/۵۳۰	۰/۴۵۰	۰/۴۵۴	۰/۸۲۳	۰/۷۵۵	۰/۸۰	۰/۷۶۷	۰/۷۶۳	۰/۷۷۸	۰/۴۰۴	۰/۸۵	۰/۶۹۴		۰/۶۶
C15	۰/۳۵۲	۰/۶۰	۰/۶۵۰	۰/۶۵۳	۰/۸۴۶	۰/۶۷۶	۰/۸۲	۰/۴۶۴	۰/۷۵۹	۰/۶۷۶	۰/۸۵۰	۰/۸۵۰	۰/۸۵۵	۰/۶۶۲	

پس‌ازآن برای تشکیل ماتریس نهایی، اقدام به تشکیل گروه کانونی با حضور هجده تن از خبرگان صنعت فولاد شد. بر اساس نظر آنان، ارتباطات بی‌معنا میان عوامل تحقیق حذف و جهت علی روابط نیز تعیین گردید که نتیجه بررسی در جدول (۷) و نمودار شناخت فازی در شکل (۲) نشان داده شده است.

جدول (۷). ماتریس نهایی C15

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14	
C1		۰/۵۳۷	۰/۴۲۱												
C2							۰/۶۹								
C3														۰/۴۵۴	
C4		۰/۸۸	۱												
C5							۰/۷۷								
C6					۰/۶۷۶			۰/۸۱							
C7			۰/۶۶					۰/۸۳۳							
C8														۰/۶۷۶	۰/۶۴
C9															۰/۷۶
C10											۰/۳۶۶	۰/۷۱۸			۰/۵۸۸
C11															۰/۷۵
C12															۰/۷۵
C13									۰/۹۱۲						۰/۷۶
C14										۰/۷۷۸					۰/۶۶
C15		۰/۶	۰/۶۵							۰/۶۸۶					

در نهایت نقشه‌شناختی فازی بر اساس ماتریس نهایی، مطابق شکل زیر حاصل می‌شود.



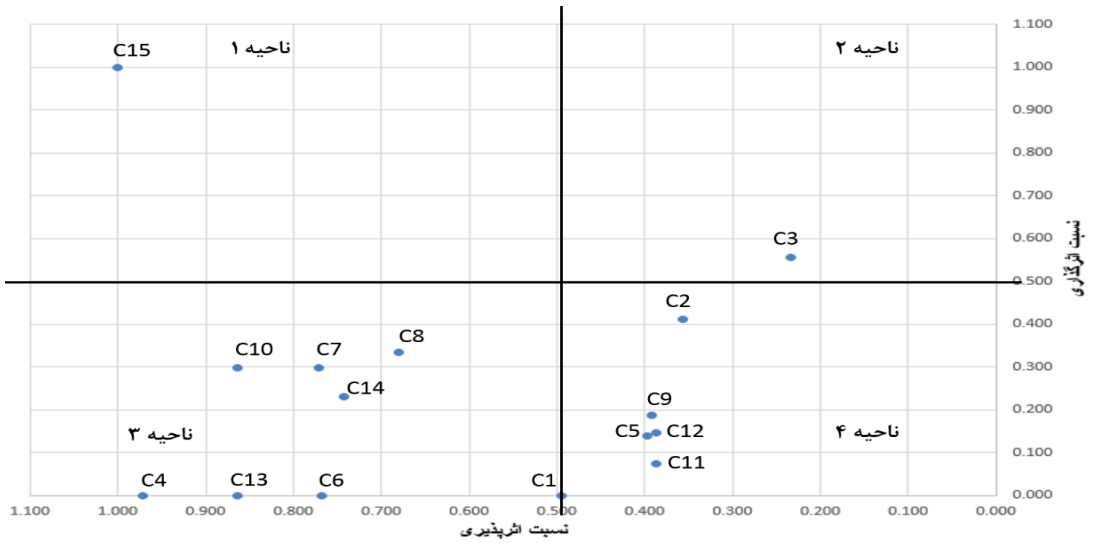
شکل (۲). نمودار علی نقشه‌شناختی فازی

با توجه به نمودار فوق، می‌توان درجه تأثیرگذاری، تأثیرپذیری و درجه مرکزیت مفاهیم را نشان داد. تأثیرگذاری، مجموع قدر مطلق روابط خروجی از گره می‌باشد و اثرپذیری مجموع قدر مطلق روابط ورودی به گره است.

مرکزیت گره‌ها نیز بر اساس مجموع تأثیرگذاری و تأثیرپذیری مفاهیم (گره) تعریف می‌شود؛ و با تقسیم درجه عوامل بر درجه ارتقای عملکرد محیطی (۱/۹۳۶) در ستون اثرگذاری، مقادیر نسبت اثرگذاری و تقسیم درجه عوامل بر درجه ارتقای عملکرد محیطی (۴/۹۰۸) در ستون اثرپذیری، مقادیر نسبت اثرپذیری به دست می‌آید (جدول ۸).

جدول (۸). تأثیرگذاری، تأثیرپذیری و مرکزیت مفاهیم

متغیرها	اثرگذاری	اثرپذیری	مرکزیت	نسبت اثرگذاری	نسبت اثرپذیری
شفافیت	۰/۹۵۸	۰/۰۰۰	۰/۹۵۸	۰/۴۹۵	۰/۰۰۰
پایداری اجتماعی	۰/۶۹۰	۲/۰۱۷	۲/۷۰۷	۰/۳۵۶	۰/۴۱۱
تغییرناپذیری اطلاعات	۰/۴۵۴	۲/۷۳۱	۳/۱۸۵	۰/۲۳۵	۰/۵۵۶
سودرسانی	۱/۸۸۰	۰/۰۰۰	۱/۸۸۰	۰/۹۷۱	۰/۰۰۰
واسطه‌زدایی	۰/۷۷۰	۰/۶۷۶	۱/۴۴۶	۰/۳۹۸	۰/۱۳۸
کاهش رفتار فرصت‌طلبانه شرکت‌های رقیب	۱/۴۸۶	۰/۰۰۰	۱/۴۸۶	۰/۷۶۸	۰/۰۰۰
کاهش هزینه	۱/۴۹۳	۱/۴۶۰	۲/۹۵۳	۰/۷۷۱	۰/۲۹۷
اعتمادسازی	۱/۳۱۶	۱/۶۴۳	۲/۹۵۹	۰/۶۸۰	۰/۳۳۵
پایدار کردن اطلاعات	۰/۷۶۰	۰/۹۱۲	۱/۶۷۲	۰/۳۹۳	۰/۱۸۶
جلوگیری از فساد	۱/۶۷۲	۱/۴۶۴	۳/۱۳۶	۰/۸۶۴	۰/۲۹۸
تضمین حقوق انسانی	۰/۷۵۰	۰/۳۶۶	۱/۱۱۶	۰/۳۸۷	۰/۰۷۵
کاهش کار مجدد	۰/۷۵۰	۰/۷۱۸	۱/۴۶۸	۰/۳۸۷	۰/۱۴۶
صرفه‌جویی در منابع	۱/۶۷۲	۰/۰۰۰	۱/۶۷۲	۰/۸۶۴	۰/۰۰۰
ردیابی اثر محصول	۱/۴۳۸	۱/۱۳۰	۲/۵۶۸	۰/۷۴۳	۰/۲۳۰
ارتقای عملکرد محیطی	۱/۹۳۶	۴/۹۰۸	۶/۸۴۴	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰



شکل (۳). نسبت اثرگذاری و اثرپذیری مفاهیم

برای درک بهتر تأثیر نسبت اثرگذاری و نسبت اثرپذیری، نموداری تشکیل و به چهار ناحیه تقسیم گردید (شکل ۳). نتیجه‌ای که از این نمودار حاصل گردید بدین‌صورت می‌باشد:

ناحیه اول: عامل ارتقا عملکرد محیطی در ناحیه اول قرار دارد. این عوامل در این ناحیه تأثیرپذیری و تأثیرگذاری بالایی دارند. با مدیریت این عوامل می‌توان به زنجیره تأمین پایدار مؤثرتری بر اساس بلاک‌چین رسید.

ناحیه دوم: عوامل موجود در این ناحیه تأثیرگذاری کم و تأثیرپذیری بالایی دارند. تغییرناپذیری اطلاعات در این ناحیه جای دارد. مدیریت این عوامل مشکل است زیرا عوامل زیادی علت آن می‌باشند.

ناحیه سوم: عواملی که تأثیرگذاری بالا اما تأثیرپذیری کم دارند. اهمیت این عامل‌ها در وقوع تغییرات بالاست. لذا باید به این عامل‌ها توجه خاصی صورت بگیرد. عوامل شفافیت، سودرسانی، کاهش رفتار فرصت‌طلبانه شرکت‌های رقیب، کاهش هزینه، اعتمادسازی، جلوگیری از فساد و صرفه‌جویی در منابع در این ناحیه قرار دارند.

ناحیه چهارم: عوامل پایداری اجتماعی، واسطه زدایی، پایدار کردن اطلاعات و کاهش کار مجدد در این ناحیه قرار دارند که هم تأثیرگذاری و هم تأثیرپذیری کمی دارند. اهمیت این عوامل نسبت به سایرین در مدیریت تغییرات کمتر می‌باشد.

۶- بحث و نتیجه‌گیری

هدف از این پژوهش، طراحی مدل زنجیره تأمین پایدار بر اساس رویکرد بلاک‌چین در صنعت فولاد بود. در این پژوهش ابتدا ۱۵ عامل از متغیرهای مؤثر بر طراحی زنجیره تأمین پایدار بر اساس رویکرد بلاک‌چین شناسایی و دسته‌بندی شد. سپس در رابطه با تأثیر هر یک، از هجده خبره در صنعت فولاد نظرسنجی شد و داده‌های آن در جدول ماتریس اولیه موفقیت گردآوری گردید. در مرحله بعد ماتریس موفقیت فازی بر اساس نمودار علی تشکیل شد. در گام بعد، با کمک جدول ماتریس قدرت روابط، ارتباط هر یک از عوامل پانزده‌گانه تحقیق با یکدیگر نشان داده شد. برای تشکیل ماتریس نهایی، اقدام به تشکیل گروه کانونی با حضور هجده تن از اعضا گردید. در این مرحله ارتباطات بی‌معنا میان عوامل تحقیق توسط خبرگان حذف و جهت علی روابط نیز تعیین گردید و ماتریس نهایی به دست آمد. در مرحله آخر، پیکره حاصل از نقشه‌شناختی فازی بر اساس ماتریس نهایی و ارتباط بین عامل‌ها به همراه وزن آن‌ها نشان داده شد که در آن میزان تأثیرگذاری، تأثیرپذیری و مرکزیت هر عامل نشان داده شده است. بر اساس نتایج، عامل ارتقا عملکرد محیطی با میزان ۱/۹۳۶ بیشترین تأثیرگذاری و تغییرناپذیری اطلاعات با میزان ۰/۴۵۴ کمترین تأثیرگذاری را داشتند. همچنین از نظر تأثیرپذیری، ا ارتقا عملکرد محیطی با میزان ۴/۹۰۸ بیشترین و شفافیت، سودرسانی، کاهش رفتار فرصت‌طلبانه و صرفه‌جویی در منابع با میزان صفر، کمترین اثرپذیری را به خود اختصاص دادند. از نظر مرکزیت، عامل ارتقا عملکرد محیطی با مقدار ۶/۸۴۴ بیشترین درجه مرکزیت و عامل شفافیت با ۰/۹۵۸ کمترین درجه مرکزیت را نشان دادند.

در ادامه، با تقسیم درجه عوامل بر درجه ارتقا عملکرد محیطی (۱/۹۳۶) در ستون اثرگذاری، مقادیر نسبت اثرگذاری حاصل شد و نیز با تقسیم درجه سایر عوامل بر درجه ارتقا عملکرد محیطی (۴/۹۰۸) در ستون اثرپذیری، مقادیر نسبت اثرپذیری به دست آمد.

در رابطه با موضوع موردبررسی، تعداد کمی از پژوهش‌ها به تکنولوژی بلاک‌چین و زنجیره تأمین پرداخته‌اند. پالیوال و همکاران [۱۴] با بررسی سیستماتیک انتشارات در مجلات معتبر، نقش فناوری بلاک‌چین را در مدیریت زنجیره تأمین پایدار بررسی می‌کنند. این بررسی، انتشارات را از سال ۲۰۱۵ تا ۲۰۲۰ در نظر می‌گیرد و شامل ۱۸۷ مقاله منتشرشده است. نتایج، ردیابی و شفافیت را به‌عنوان مزایای کلیدی استفاده از فناوری بلاک‌چین نشان می‌دهد و با توجه به این‌که این عوامل در پژوهش حاضر استفاده گردیده است؛ بنابراین با پژوهش حاضر در انطباق قرار دارد. عادل منیز و همکاران [۲۰] در پژوهشی پذیرش بلاک‌چین برای مدیریت زنجیره تأمین پایدار با توجه به دیدگاه‌های اقتصادی، زیست‌محیطی و اجتماعی را موردبررسی قرار دادند. این مطالعه نه‌تنها اثرات اقتصادی، زیست‌محیطی و اجتماعی بلاک‌چین را موردبررسی قرار داده است، بلکه روندهای نوظهور در زنجیره تأمین دایره‌ای را با پیشرفت‌های فعلی فناوری‌های پیشرفته همراه با عوامل موفقیت حیاتی آن‌ها برجسته کرده است. یافته‌های این مطالعه نشان می‌دهد که بلاک‌چین این پتانسیل را دارد که کل زنجیره تأمین را از منظر پایداری متحول کند. بلاک‌چین نه‌تنها پایداری اقتصادی زنجیره تأمین را از طریق قابلیت ردیابی مؤثر، افزایش دید از طریق به اشتراک‌گذاری اطلاعات، شفافیت در فرآیندها و تمرکززدایی کل ساختار بهبود می‌بخشد، بلکه به دستیابی به پایداری زیست‌محیطی و اجتماعی از طریق بهره‌وری منابع، مسئولیت‌پذیری، قراردادهای هوشمند، توسعه اعتماد و جلوگیری از تقلب کمک می‌کند؛ که بیشتر این عوامل در بررسی حاضر مورداستفاده قرار گرفته است و با پژوهش حاضر در انطباق قرار دارد. صابری و همکاران [۸۹] ضمن بررسی تکنولوژی بلاک‌چین و قراردادهای هوشمند همراه با کاربرد بالقوه آن‌ها در مدیریت

زنجیره تأمین، فشارهای محلی و جهانی از طرف حکومت، جامعه و مصرف‌کننده برای برآورده کردن اهداف قابلیت پایداری را تعیین و بیان می‌کنند، چطور بلاک‌چین که یک تکنولوژی به‌طور بالقوه مختل‌شونده تازه در حال تکامل است، می‌تواند بر بسیاری از موانع غلبه کند. با توجه به این‌که قابلیت پایداری در پژوهش حاضر موردبررسی قرار گرفته است؛ بنابراین از این نظر با پژوهش حاضر در انطباق قرار دارد. کشتری [۹۰]، به بررسی نحوه تأثیر احتمالی بلاک‌چین بر اهداف مدیریت زنجیره تأمین مانند هزینه، کیفیت، سرعت، قابلیت اطمینان، کاهش خطر، پایداری و انعطاف‌پذیری می‌پردازد و مین [۹۱]، ضمن بررسی تکنولوژی بلاک‌چین، مزایا و معایب آن بر روی زنجیره تأمین را بررسی می‌نماید. در پژوهش‌های فوق، یک دیدگاه مبنی بر این است که راه‌اندازی بلاک‌چین متمرکز اختصاصی برای اهداف مالی که نسبت به پایگاه داده‌ای موجود کم‌اثرتر هستند، ارزش زیادی ندارد. با توجه به عدم وجود گزینه‌های دیگر برای حل ارتباطات در باربری، بلاک‌چین به‌احتمال زیاد گزینه مناسب و مقرون‌به‌صرفه‌ای خواهد بود [۹۲]. یک کاربرد اصلی بلاک‌چین به‌احتمال زیاد تصدیق پایداری است. مصرف‌کنندگان هر چه بیشتر نسبت به منابع غذایی و نوشیدنی خود حساس شده‌اند [۹۳ و ۲]. با استفاده از بلاک‌چین، می‌توان شاخص‌های مربوط به پایداری را سنجش‌پذیرتر و معنی‌دارتر کرد [۷۹]. به‌این‌ترتیب، بلاک‌چین توانایی خاتمه دادن به شیوه‌های غیراخلاقی و غیرقانونی را دارد. بلاک‌چین همچنین می‌تواند به تضمین اعتبار مواد در حال مصرف نیز کمک کند [۹۴]؛ بنابراین با توجه به پژوهش‌های ذکرشده می‌توان گفت که این پژوهش با پژوهش‌های انجام‌شده در انطباق می‌باشد.

در مورد پیشنهادهای تئوری، تحقیقات تکنیکی و مهندسی در رابطه با طرح‌های زنجیره تأمین مختلف همچنین لازم است. برای مثال هماهنگی زنجیره تأمین توزیع‌شده [۹۵ و ۷۵]، هماهنگی جریان ماده و اطلاعات [۹۶]، شرکت‌های مجازی [۹۷ و ۹۸]، مدیریت زنجیره تأمین چابک [۹۹ و ۱۰۰]، انعطاف‌پذیری در زنجیره‌های تأمین [۳]، اندازه‌گیری عملکرد زنجیره تأمین [۱۰]، انعطاف‌پذیری زنجیره تأمین، پیامدهای چندگانه و ریسک [۱۰]، زنجیره‌های تأمین مبتنی بر سرویس و کنترل بلادرنگ [۱۰۳]، همه موضوعات تکنیکی بالقوه‌ای هستند که می‌توانند با پیشبرد تحقیقات زنجیره تأمین و بلاک‌چین‌ها مرتبط شوند. بر اساس پژوهش انجام‌شده، موارد زیر می‌تواند به‌عنوان پیشنهادهای کاربردی مطرح گردند:

۱- پیشنهاد می‌گردد با تمرکز بر روی مفاهیمی چون ارتقای عملکرد محیطی، کارخانه‌های فولاد تمرکز اصلی خود را جهت پیاده‌سازی بلاک‌چین بر این عامل بگذارند.

۲- با توجه به نقش مؤثری که بلاک‌چین بر روی ابعاد زنجیره تأمین پایدار دارد، پیشنهاد می‌گردد صنایع فولاد به‌واسطه منابع مالی و ارتباطی گسترده‌ای که در اختیار دارند، آن را پیاده‌سازی کنند.

۳- پیشنهاد می‌گردد مؤلفه‌ها و ابعاد مختلف طراحی بلاک‌چین در صنایع مختلف موردبررسی قرار گیرد.

۴- پیشنهاد می‌گردد سناریوهای دیگری برای مشاهده رفتار متغیرها با استفاده از سایر عوامل شناخته‌شده در این پژوهش در کارخانه‌های فولاد موردبررسی قرار گیرد.

۵- به‌منظور بررسی تأثیر بلاک‌چین پیشنهاد می‌گردد این پژوهش در ابعاد کوچک و در یک بخش خاص مثل فرآیند باسکول و حمل بار پیاده‌سازی و سپس در سایر بخش‌ها اجرا گردد.

۶- سایر ابعاد اثرگذاری و اثرپذیری در رابطه با عوامل کاهش رفتار فرصت‌طلبانه و پایدار کردن اطلاعات موردبررسی و پژوهش قرار گیرد.

۷- پیشنهاد می‌گردد پژوهش‌هایی در مورد غلبه بر موانع و به‌کارگیری تکنولوژی بلاک‌چین برای مدیریت زنجیره تأمین در صنایع فولاد انجام پذیرد.

۷- مراجع

[1] Lambert, D. M., and M. G. Enz. (2017). Issues in Supply Chain Management: Progress and Potential. Industrial Marketing Management 62 (Supplement C): 1–16. doi:10.1016/j.indmarman.2016.12.002.

[2] Sahoo, Saumyaranjan ., Kumar, Satish ., Sivarajah, Uthayasankar ., Lim, Weng Marc ., Westland, J. & Kumar, Ashwani. (2022). Blockchain for Sustainable Supply Chain Management: Trends and Ways Forward. Electronic Commerce Research. 10.1007/s10660-022-09569-1.

[3] Ivanov, D., A. Dolgui, and B. Sokolov. (2018). The Impact of Digital Technology and Industry 4.0 on the Ripple Effect and Supply Chain Risk Analytics. International Journal of Production Research, 1–18.

[4] Maurer, B. (2017). Blockchains Are a Diamond's Best Friend: Zelizer for the Bitcoinmoment. In Money Talks: Explaining How Money Really Works, edited by F. F. W. Nina Bandelj and Viviana A. Zelizer, 215–230. Princeton: Princeton University Press.

[5] Munny, A. A., Ali, S. M., Kabir, G., Moktadir, M. A., Rahman, T., & Mahtab, Z. (2019). Enablers of social sustainability in the supply chain: An example of footwear industry from an emerging economy. Sustainable Production and Consumption, 20, 230–242. https://doi.org/10.1016/j.spc.2019.07.003

[6] Costa, C., F. Antonucci, F. Pallottino, J. Aguzzi, D. Sarriá, and P. Menesatti. (2013). A Review on Agri-Food Supply Chain Traceability by Means of RFID Technology. Food and Bioprocess Technology 6 (2): 53–366.

[7] Rotunno, R., V. Cesarotti, A. Bellman, V. Introna, & M. Benedetti. (2014). Impact of Track and Trace Integration on Pharmaceutical Production Systems. International Journal of Engineering Business agement 6: 25. doi:10.5772/58934.

[8] Paul, T., Mondal, S., Islam, N., and Rakshit, S. (2021). The Impact of Blockchain Technology on the Tea Supply Chain and its Sustainable Performance. Technol. Forecast. Soc. Change 173, 121163. doi:10.1016/j.techfore.2021.121163.

[9] Abeyratne, 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.

[10] Govindan, K., Shaw, M., & Majumdar, A. (2021). Social sustainability tensions in multi-tier supply chain: A systematic literature review towards conceptual framework development. Journal of Cleaner Production, 279, 123075. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.123075.

[11] Dong, F., P. Zhou, Z. Liu, D. Shen, Z. Xu, and J. Luo. (2017). Towards a Fast and Secure Design for Enterprise-Oriented Cloud Storage Systems. Concurrency and Computation: Practice and Experience 29 (19): e4177.

[12] Seuring, S., J. Sarkis, M. Müller, & P. Rao. (2008). Sustainability and Supply Chain Management – An Introduction to the Special Issue. Journal of Cleaner Production 16 (15): 1545–1551.

[13] Grimm, J. H., J. S. Hofstetter, and J. Sarkis. (2016). Exploring Sub-Suppliers' Compliance with Corporate Sustainability Standards. Journal of Cleaner Production, 112: 1971–1984.

[14] Paliwal, Vineet ., Chandra, Shalini & Sharma, Suneel. (2020). Blockchain Technology for Sustainable Supply Chain Management: A Systematic Literature Review and a Classification Framework. Sustainability. 12. 7638. 10.3390/su12187638.

[15] Swan, M. (2015). Blockchain: Blueprint for a new economy. O'Reilly Media, Inc.

[16] Crosby, M., P. Pattanayak, S. Verma, & V. Kalyanaraman. (2016). Blockchain Technology: Beyond Bitcoin. Applied Innovation 2: 6–9.

[17] Liu, Zi-Yu ., Guo, Peng-Tao. (2021). Supply Chain Decision Model Based on Blockchain: A Case Study of Fresh Food E-Commerce Supply Chain Performance Improvement, Discrete Dynamics in Nature and Society, vol. 2021, Article ID 5795547, 14 pages, 2021. https://doi.org/10.1155/2021/5795547.

[18] Lemieux, V. L., and V. L. Lemieux. (2016). Trusting Records: Is Blockchain Technology the Answer? Records Management Journal 26 (2): 110–139.

[19] Yli-Huumo, J., D. Ko, S. Choi, S. Park, & K. Smolander. (2016). Where Is Current Research on Blockchain Technology? A Systematic Review. PLOS ONE 11 (10): e0163477.

[20] Munir. Adel, Muhammad ., Habib, Salman ., Hussain, Amjad ., Shahbaz, Muhammad ., Qamar, Adnan ., Masood, Tariq ., Sultan, Muhammad ., Abbas, Muhammad Mujtaba ., Imran, S., Hasan, Mudassir ., Akhtar, Muhammad ., Ayub, Hafiz Muhammad Uzair & Salman, Chaudhary Awais. (2022). Blockchain Adoption for Sustainable Supply Chain Management: Economic, Environmental, and Social Perspectives Citation. Frontiers in Energy Research. 10. 899632. 10.3389/fenrg.2022.899632.

[21] Ozdemir, A. I., Erol, I., Ar, I. M., Peker, I., Asgary, A., Medeni, T. D., et al. (2020). The Role of Blockchain in Reducing the Impact of Barriers to Humanitarian Supply Chain Management. *Ijlm* 32 (2), 454–478. doi:10.1108/ijlm-01-2020-0058.

[22] O'Marah, K. (2017). Blockchain: Enormous potential demands your attention. Supply Chain Digital. Retrieved from http://www.supplychaindigital.com/technology/blockchainenormous-potential-demands-your-attention.

[23] Feng, H., Wang, X., Duan, Y., Zhang, J., and Zhang, X. (2020). Applying Blockchain Technology to Improve Agri-Food Traceability: A Review of Development Methods, Benefits and Challenges. J. Clean. Prod. 260, 121031. doi:10.1016/j.jclepro.2020.121031.

[24] Niknejad, N., Ismail, W., Bahari, M., Hendradi, R., and Salleh, A. Z. (2021). Mapping the Research Trends on Blockchain Technology in Food and Agriculture Industry: A Bibliometric Analysis. Environ. Technol. Innovation 21, 101272. doi:10.1016/j.eti.2020.101272.

[25] Alleven, M. (2017). Walmart looks to take on Amazon in the IoT. (May 5) Retrieved from http://www.fiercewireless.com/wireless/walmart-looks-to-take-amazon-iot.

[26] Liu, W., Shao, X.-F., Wu, C.-H., and Qiao, P. (2021). A Systematic Literature Review on Applications of Information and Communication Technologies and Blockchain Technologies for Precision Agriculture Development. J. Clean. Prod. 298, 126763. doi:10.1016/j.jclepro.2021.126763.

[27] Grant, S. (2017). Blockchain and secured lending in Canada. JDSupra. Retrieved from http://www.jdsupra.com/legalnews/blockchain-and-secured-lending-in-canada-66699/.

[28] Tapscott, D. (2016). How will blockchain change banking? How won't it? http://www.huffingtonpost.com/don-tapscott/how-will-blockchain-chang_b_9998348.html.

[29] Wamba, S. F., and Queiroz, M. M. (2020). Blockchain in the Operations and Supply Chain Management: Benefits, Challenges and Future Research Opportunities. Int. J. Inf. Manag. 52, 102064. doi:10.1016/j.ijinfomgt.2019.102064.

[30] Tsai, F. M., Bui, T.-D., Tseng, M.-L., Ali, M. H., Lim, M. K., and Chiu, A. S. (2021). Sustainable Supply Chain Management Trends in World Regions: A Data-Driven Analysis. Resour. Conservation Recycl. 167, 105421. doi:10.1016/j.resconrec.2021.105421

[31] Lim, M. K., Li, Y., Wang, C., and Tseng, M.-L. (2021). A Literature Review of Blockchain Technology Applications in Supply Chains: A Comprehensive Analysis of Themes, Methodologies and Industries. Comput. Industrial Eng. 154, 107133. doi:10.1016/j.cie.2021.107133

[32] Kamilaris, A., Fonts, A., and Prenafeta-Boldú, F. X. (2019). The Rise of Blockchain Technology in Agriculture and Food Supply Chains. Trends Food Sci. Technol. 91, 640–652. doi:10.1016/j.tifs.2019.07.034

[33] Taghizadeh, Houshang & Hafezi, Ehsan. (2012). The investigation of supply chain's reliability measure: A case study. Journal of Industrial Engineering International. 8. 10.1186/2251-712X-8-22.

[34] Venkatesh, V. G., Kang, K., Wang, B., Zhong, R. Y., & Zhang, A. (2020). System architecture for blockchain based transparency of supply chain social sustainability. Robotics and Computer-Integrated Manufacturing, 63, 101896. https://doi.org/10.1016/j.rcim.2019.101896.

[35] Dou, Y., Zhu, Q., & Sarkis, J. (2018). Green multi-tier supply chain management: An enabler investigation. Journal of Purchasing and Supply Management, 24(2), 95–107. https://doi.org/10.1016/j.pursup.2017.07.001.

[36] Tuni, A., Rentizelas, A., & Chinese, D. (2020). An integrative approach to assess environmental and economic sustainability in multi-tier supply chains. Production Planning & Control, 31(11–12), 861–882. https://doi.org/10.1080/09537287.2019.1695922.

[37] Chan, H.-L., Wei, X., Guo, S., & Leung, W.-H. (2020). Corporate social responsibility (CSR) in fashion supply chains: A multi-methodological study. Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review, 142(April), 102063. https://doi.org/10.1016/j.tre.2020.102063

[38] Saurabh, S., & Dey, K. (2021). Blockchain technology adoption, architecture, and sustainable agri-food supply chains. Journal of Cleaner Production, 284, 124731. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.124731

[۳۹] زرقی رستمی، علیرضا؛ حسینی، مریم؛ عسگری، الهه؛ فرشیدی، علی. (۱۳۹۶). نقش نوآوری تکنولوژیک بر عملکرد زنجیره تأمین پایدار با تکیه بر نوع فعالیت شرکت. فصلنامه مهندسی تصمیم، سال دوم، شماره ۵، ۱-۱۵.

[40] Al-Odeh, m., & Smallwood, J. (2012). Sustainable Supply Chain Management: Literature Review, Trends , and Framework , vol. 15 Issue 1,2230-7893. IJCEM International journal of omputational Engineering & anagement, 15(1.2230-7893).

[41] Eskandarpour, M., Dejax, P., Miemczyk, J., & Péton, O. (2015). Sustainable supply chain network design: an optimization-oriented review. Omega, 54, 11-32.

[42] Fahimnia, B., J. Sarkis, & H. Davarzani. (2015). Green Supply Chain Management: A Review and Bibliometric Analysis. International Journal of Production Economics, 162, 101–114.

[43] Galvez, J. F., Mejuto, J. C., and Simal-Gandara, J. (2018). Future Challenges on the Use of Blockchain for Food Traceability Analysis. TrAC Trends Anal. Chem. 107, 222–232. doi:10.1016/j.trac.2018.08.011.

[44] Khanfar, A. A. A., Iranmanesh, M., Ghobakhloo, M., Senali, M. G., and Fathi, M. (2021). Applications of Blockchain Technology in Sustainable Manufacturing and Supply Chain Management: A Systematic Review. Sustainability 13 (14), 7870. https://www.mdpi.com/2071-1050/13/14/7870. doi:10.3390/su13147870

[45] Wu, H., Li, Z., King, B., Ben Miled, Z., Wassick, J., and Tazelaar, J. (2017). A Distributed Ledger for Supply Chain Physical Distribution Visibility. Information 8 (4), 137. doi:10.3390/info8040137.

[46] Badia-Melis, R., Mishra, P., and Ruiz-García, L. (2015). Food Traceability: New Trends and Recent Advances. A Review. Food control. 57, 393–401. doi:10.1016/j.foodcont.2015.05.005

[47] Wang, Y., Han, J. H., and Beynon-Davies, P. (2019). Understanding Blockchain Technology for Future Supply Chains: a Systematic Literature Review and Research Agenda. Scm 24 (1), 62–84. doi:10.1108/scm-03-2018-0148.

[48] Pournader, M., Shi, Y., Seuring, S., and Koh, S. C. L. (2019). Blockchain Applications in Supply Chains, Transport and Logistics: a Systematic Review of the Literature. Int. J. Prod. Res. 58 (7), 2063–2081. doi:10.1080/00207543.2019.1650976.

[49] Behnke, K., and Janssen, M. F. W. H. A. (2020). Boundary Conditions for Traceability in Food Supply Chains Using Blockchain Technology. Int. J. Inf. Manag. 52, 101969. doi:10.1016/j.ijinfomgt.2019.05.025.

[50] Zhou, Y., Soh, Y. S., Loh, H. S., and Yuen, K. F. (2020). The Key Challenges and Critical Success Factors of Blockchain Implementation: Policy Implications for Singapore's Maritime Industry. Mar. Policy 122, 104265. doi:10.1016/j.marpol.2020.104265

[51] Garaus, M., and Treiblmaier, H. (2021). The Influence of Blockchain-Based Food Traceability on Retailer Choice: The Mediating Role of Trust. Food control. 129, 108082. doi:10.1016/j.foodcont.2021.108082.

[52] Coronado Mondragon, A. E., Coronado Mondragon, C. E., and Coronado, E. S. (2020). Managing the Food Supply Chain in the Age of Digitalisation: a Conceptual Approach in the Fisheries Sector. Prod. Plan. Control 32 (3), 242–255. doi:10.1080/09537287.2020.1733123.

[53] Hu, J., Zhang, X., Moga, L. M., and Neculita, M. (2013). Modeling and Implementation of the Vegetable Supply Chain Traceability System. Food control. 30 (1), 341–353. doi:10.1016/j.foodcont.2012.06.037.

[54] Bosona, T., and Gebresenbet, G. (2013). Food Traceability as an Integral Part of Logistics Management in Food and Agricultural Supply Chain. Food control. 33 (1), 32–48. doi:10.1016/j.foodcont.2013.02.004.

[55] Pazaitis, A., P. De Filippi, & V. Kostakis. (2017). Blockchain and Value Systems in the Sharing Economy: The Illustrative Case of Backfeed. Technological Forecasting and Social Change 125: 105–115.

[56] Adams, R., B. Kewell, & G. Parry. (2018). Blockchain for Good? Digital Ledger Technology and Sustainable Development Goals. In Handbook of Sustainability and Social Science Research, 127–140. Cham: Springer.

[57] Hofmann, E., U. M. Strewe, and N. Bosia. (2017). Supply Chain Finance and Blockchain Technology: The Case of Reverse Securitisation. Cham: Springer.

[58] Zhu, Q., J. Sarkis, & K.-H. Lai. (2018). Regulatory Policy Awareness and Environmental Supply Chain Cooperation in China: A Regulatory-Exchange-Theoretic Perspective. IEEE Transactions on Engineering Management 65 (1): 46–58.

[59] de Sousa Jabbour, A. B. L., C. J. Chiappetta Jabbour, J. Sarkis, A. Gunasekaran, M. W. Furlan Matos Alves, & D. A. Ribeiro. (2018). Decarbonisation of Operations Management – Looking Back, Moving Forward: A Review and Implications for the Production Research Community. International Journal of Production Research 1–23. doi:10.1080/00207543.2017.1421790.

[60] Tapscott, D., & A. Tapscott. (2017). How Blockchain Will Change Organizations. MIT Sloan Management Review 58 (2): 10.

[61] Mendling, J., I. Weber, W. van der Aalst, J. V. Brocke, C. Cabanillas, F. Daniel, & S. Dustdar. (2017). Blockchains for Business Process Management-Challenges and Opportunities. ACM Transactions on Management Information Systems (TMIS) 9 (1): 1–16. arXiv Preprint ArXiv:1704.03610.

[62] futurethinkers. (2017). 7 Ways The Blockchain Can Save The Environment and Stop Climate Change. http://futurethinkers.org/blockchain-environment-climate-change/.

[63] Ghasemi, A.R. And. Ghobadian, M.R. (2015). Drawing and ranking of future energy scenarios of Iran using fuzzy cognitive map and scenario analysis. Journal of Technology Management and Development, 2(4).

[64] Bag˘datlı, M. E., Akbıyıklı, R., & Papageorgiou, E. (2017). A Fuzzy Cognitive Map Approach Applied in Cost–Benefit Analysis for Highway Projects. International Journal of Fuzzy Systems, 19(5), 1512-1527.

[65] Tsadiras, A., & Zitopoulos, G. (2017). Fuzzy cognitive maps as a decision support tool for container transport logistics. Evolving Systems, 8(1), 19-33.

[66] Özesmi, U., & Özesmi, S. (2004). Ecological models based on people's knowledge: a multi-step fuzzy cognitive mapping approach. Ecological Modelling, 176, 43–64.

[۶۷] مهرگان، محمد رضا؛ سید کلالی، نادر. (۱۳۹۱). بررسی ارتباط میان عوامل مؤثر بر ترک خدمت دانشگران ICT در صنعت ارتباطات همراه ایران با استفاده از متدولوژی نقشه‌های شناختی فازی. پژوهش های مدیریت عمومی، ۵(۱۸)، ۲۵-۴۴.

[۶۸] میرغفوری، سید حبیب الله؛ مروتی شریف آبادی، علی؛ کریمی تکلو، سلیم.(۱۳۹۷). پیکره بندی زنجیره تأمین پایدار بخش خدمات درمانی با استفاده از روش نقشه‌شناختی فازی (مطالعه موردی: بیمارستان‌های شهرستان کرمان).نشریه مدیریت ارتقای سلامت، ۷(۲)، ۹- ۱۷.

[69] Rodriguez-Repiso, L. (2005). Indicators of Success for IT Projects.CaseStudy. MSc Systems Engineering with IT Applications. Cardiff University.

[70] Schneider, M., Shnaider, E., Kandel, A., Chew, G. (1998). Automaticconstruction of FCMs. Fuzzy Sets and Systems, 93, 161–172.

[71] Valmohammadi, Ch., Movahedi, M.M., soufiabadi, J., kolahi, B. (2015). Using of fuzzy cognitive strategy map in determining the organizational success path. Journal of Productivity management ,34, 201-231.

[72] Kanga, Inwon and Leeb, Sangjae and Choia, Jiho. (2004). Using fuzzy cognitive map for the relationship management in airline service. Expert Systems with Applications, Vol. 26, pp 545–555.

[73] Van de Ven, A. H. (1989). Nothing Is Quite So Practical as a Good Theory. Academy of Management Review 14 (4): 486–489.

[74] Esmaeilian, B., Sarkis, J., Lewis, K., and Behdad, S. (2020). Blockchain for the Future of Sustainable Supply Chain Management in Industry 4.0. Resour. Conservation Recycl. 163, 105064. doi:10.1016/j.resconrec.2020.105064.

[75] Ivanov, D., A. Dolgui, B. Sokolov, F.Werner, & M. Ivanova. (2016). A Dynamic Model and an Algorithm for Short-Term Supply Chain Scheduling in the Smart Factory Industry 4.0. International Journal of Production Research 54 (2): 386–402.

[76] Khaqqi, K. N., J. J. Sikorski, K. Hadinoto, & M. Kraft. (2018). Incorporating Seller/Buyer Reputation-Based System in Blockchain-Enabled Emission Trading Application. Applied Energy 209: 8–19. doi:10.1016/j.apenergy.2017.10.070.

[77] English, M., S. Auer, & J. Domingue. (2016). Block Chain Technologies & The Semantic Web: A Framework for Symbiotic Development. Computer Science Conference for University of Bonn Students, J. Lehmann, H. Thakkar, L. Halilaj, and R. Asmat,Eds.

[78] Rubio, M. A., Tarazona, G. M., and Contreras, L. (2018). "Big Data and Blockchain Basis for Operating a New Archetype of Supply Chain," in Data Mining and Big Data. Editors Y. Tan, Y. Shi, and Q. Tang (Cham: Springer), 10943, 659–669. DMBD 2018. Lecture Notes in Computer Science. doi:10.1007/978-3-319-93803-5_62.

[79] Rodríguez-Espíndola, O., Chowdhury, S., Beltagui, A., and Albores, P. (2020). The Potential of Emergent Disruptive Technologies for Humanitarian Supply Chains: the Integration of Blockchain, Artificial Intelligence and 3D Printing. Int. J. Prod. Res. 58 (15), 4610–4630. doi:10.1080/00207543.2020.1761565.

[80] Mougayar,W. (2016). The Business Blockchain: Promise, Practice, and Application of the Next Internet Technology. Hoboken: JohnWiley & Sons.

[81] Viriyasitavat, W., Da Xu, L., Bi, Z., and Sapsomboon, A. (2018). Blockchain-based Business Process Management (BPM) Framework for Service Composition in Industry 4.0. J. Intell. Manuf. 31 (7), 1737–1748. doi:10.1007/s10845-018-1422-y.

[82] Tian, F. (2017). A Supply Chain Traceability System for Food Safety Based on HACCP, Blockchain & Internet of Things. 2017 International Conference on Service Systems and Service Management (ICSSSM).

[83] Varsei, M., C. Soosay, B. Fahimnia, & J. Sarkis. (2014). Framing Sustainability Performance of Supply Chains with Multidimensional Indicators. Supply Chain Management: An International Journal 19 (3): 242–257.

[84] Thakur, S., and Breslin, J. G. (2020). Scalable and Secure Product Serialization for Multi-Party Perishable Good Supply Chains Using Blockchain. Internet Things 11, 100253. doi:10.1016/j.iot.2020.100253

[85] Anderson, J. C., & J. A. Narus. (1990). A Model of Distributor Firm and Manufacturer FirmWorking Partnerships. Journal of Marketing 54 (1): 42–58.

[86] La Londe, B. (2002). Insights: Who Can You Trust These Days? Supply Chain Management Review 6 (3): 9–12.

[87] Kwon, I.-W. G., and T. Suh. (2005). Trust, Commitment and Relationships in Supply Chain Management: A Path Analysis. Supply Chain Management: an International Journal 10 (1): 26–33.

[88] Ireland, R. D., and J. W. Webb. (2007). A Multi-Theoretic Perspective on Trust and Power in Strategic Supply Chains. Journal of Operations Management 25 (2): 482–497.

[89] Saberi, S., M. Kouhizadeh, & J. Sarkis. (2018). Blockchain Technology: A Panacea or Pariah for Resources Conservation and Recycling?. Resources, Conservation and Recycling 130: 80–81.

[90] Kshetri, N. (2018). Blockchain's roles in meeting key supply chain management objectives. International Journal of Information Management 39 (2018) 80–89.

[91] Min, H. (2019). Blockchain Technology for Enhancing Supply Chain Resilience. Bus. Horizons 62 (1), 35–45. doi:10.1016/j.bushor.2018.08.012

[92] Levine, M. (2017). Cargo blockchains and Deutsche bank. Retrieved from https://www.bloomberg.com/view/articles/2017-03-06/cargo-blockchains-and-deutsche-bank.

[93] Scott, M. (2017). Innovation percolates when coffee meets the blockchain. Nasdaqhttp://www.nasdaq.com/article/innovation-percolates-when-coffee-meets-the-blockchaincm774790.

[94] Kestenbaum, R. (2017). Why Bitcoin is important for your business. Forbes. Retrieved from https://www.forbes.com/sites/richardkestenbaum/2017/03/14/why-bitcoin-isimportant-for-your-business/3/#2da6d4c72b3b.

[95] Chan, H. K., and F. T. Chan. (2017). A Review of Coordination Studies in the Context of Supply Chain Dynamics. International Journal of Production Research 48 (10): 2793–2819.

[96] Ivanov, D., B. Sokolov, & E. A. D. Raguinia. (2014). Integrated Dynamic Scheduling of Material Flows and Distributed Information Services in Collaborative Cyber-Physical Supply Networks. International Journal of Systems Science: Operations & Logistics 1 (1): 18–26.

[97] Sarkis, J., S. Talluri, & A. Gunasekaran. (2007). A Strategic Model for Agile Virtual Enterprise Partner Selection. International Journal of Operations & Production Management 27 (11): 1213–1234.

[98] Crispim, J. A., & J. P. de Sousa. (2010). Partner Selection in Virtual Enterprises. International Journal of Production Research 48 (3):683–707.

[99] Sarkis, J., & S. Talluri. (2001). Agile Supply Chain Management. In Agile Manufacturing: The 21st Century Competitive Strategy, edited by A. Gunasekaran, 359–376. Oxford: Elsevier Science Ltd.

[100] Cabral, I., A. Grilo, and V. Cruz-Machado. (2012). A Decision-Making Model for Lean, Agile, Resilient and Green Supply Chain Management. International Journal of Production Research 50 (17): 4830–4845.

[101] Arzu Akyuz, G., & T. Erman Erkan. (2010). Supply Chain Performance Measurement: A Literature Review. International Journal of Production Research 48 (17): 5137–5155.

[102] Dolgui, A., D. Ivanov, and B. Sokolov. (2018). Ripple Effect in the Supply Chain: An Analysis and Recent Literature. International Journal of Production Research 56 (1–2): 414–430.

[103] Xu, L. D. (2011). Information Architecture for Supply Chain Quality Management. International Journal of Production Research 49 (1):183–198