Investigating the relationships between the influencing indicators of blockchain in the food industry

(Document Type: Research Paper)

Leila Rezaei
Department of Business Management, Faculty of Social Sciences and Economics, Alzahra University, Tehran, Iran, leilar115@gmail.com
Reza Babazadeh*
Faculty of Engineering, Urmia University, Urmia, West Azerbaijan Province, Iran, r.babazadeh@urmia.ac.ir

Purpose: This paper aims to study the intensity effect of the significant blockchain factors in the food industry. Also, it develops the application of blockchain technology in the food industry and identifies the relationship between the influencing indicators of blockchain in this area.

Design/methodology/approach: This paper is typically qualitative-descriptive research in which the fuzzy decision-making trial and evaluation laboratory (DEMATEL) method used for analysis. For this purpose, 950 questionnaires sent to the university professors and experts of blockchain technology in Iran and abroad. Among the received answers, only 19 respondents completed the questionnaires. The study population included academic experts who were aware of the blockchain field. The selected experts were from the research and social network of Researchgate, university faculty members and researchers with at least one published paper on the blockchain application. The relationships between the indicators and the effect intensity between them measured by the fuzzy DEMATEL method.

Findings: The literature reviewed comprehensively and resulted in 16 extracted influencing indicators of the blockchain in the food industry. After reviewing and merging, they reduced to 8. Finally, by the fuzzy DEMATEL method, their effective relationship determined. The influencing indicators identified included food waste prevention, smart contract, simplification of international transactions, rapid identification of organic products, supply chain coordination and cost reduction, tracking and prevention of fraud in the food industry, permanent and secure storage of information and balancing the pricing process. Research findings indicated that the traceability and fraud prevention index was the most influencing indicator. Also, food waste prevention had the most relationship with the other variables, and finally, the smart contract was the most influencing indicator.

Research limitations/implications: Blockchain technology has recently emerged in the food industry and supply chain. Blockchain is a solution that can increase integration and productivity in the food industry by having a positive impact on indicators such as traceability, fraud prevention, supply chain coordination, and cost reduction. Due to the various features of the emerging technology, the food and agriculture industries evolute significantly. Based on a comprehensive literature review, the conceptual model proposed and the extracted indicators and their effect on each other identified. The

* Corresponding author
Copyright © 2021, University of Isfahan. This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (http://creativecommons.org/licenses/BY-NC-ND/4.0/), which permits others to download this work and share it with others as long as they credit it, but they cannot change it in any way or use it commercially.

fuzzy DEMATEL method used and based on the viewpoints of experts, the cause-and-effect relationships identified. Also, there was no evidence of implementing blockchain in the country, and therefore it was not possible to test the model. Data gathering performed by questionnaires and created a limitation in the exact evaluation of the model.

Practical implications: This study outlined the role of a reliable tracking system in the food industry in improving the efficiency of other indicators in this area. Blockchain is also a way to solve traceability issues while achieving transparency. This study motivates the managers and decision-makers at the macro level to take advantage of blockchain technology to have a reliable tracking system.

Social implications: The food industry is highly critical and significant due to its direct relationship with human health. As a result, it is necessary that the food that reaches the consumer is of the highest safety and quality and has a reliable tracking system. We introduce blockchain as a technology that has great potential to achieve such benefits.

Originality/value: The literature review indicated that no study performed on blockchain technology in the food supply chain of Iran. Therefore, it is necessary to fill the existing literature gap by conducting this research and ultimately enrich the existing scientific resources in this field.

Keywords: Blockchain, Fuzzy DEMATEL, Causal relationships, Food supply chain, Traceability

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

مدیریت تولید و عملیات، دوره ۱۱، شماره ۳، پیاپی ۲۲، پاییز ۱۳۹۹
دریافت: ۱۳۹۹/۰۴/۲۹ پذیرش: ۱۳۹۹/۱۲/۱۱
صص: ۹۵- ۱۱۶ (نوع مقاله: پژوهشی)

بررسی روابط میان شاخص‌های مؤثر بلاکچین برای بهبود رقابت‌پذیری صنایع غذایی

لیلا رضائی[۱]، رضا بابازاده*[۲]

۱- کارشناس ارشد گروه مدیریت کسب و کار، دانشکده اقتصاد و علوم اجتماعی، دانشگاه الزهرا، تهران، ایران، leilar115@gmail.com
۲- استادیار گروه مهندسی صنایع، دانشکده فنی دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران، r.babazadeh@urmia.ac.ir

چکیده: ورود بلاکچین به صنایع غذایی، باعث بهبود ردیابی مواد غذایی و کسب مزیت رقابتی در این صنعت شده است. هدف این پژوهش، بررسی تأثیر شدت عوامل مهم بلاکچین در حوزهٔ صنایع غذایی است. بر این اساس، شاخص‌های اساسی در صنایع غذایی براساس فنّاوری بلاکچین شناسایی، سپس با استفاده از روش دیمتل فازی، روابط ساختاری و علت و معلولی بین هشت شاخص شناسایی شده براساس نظرات خبرگان مشخص می‌شود. برای این منظور ۹۵۰ پرسش‌نامه دربارهٔ بلاکچین به استادان دانشگاه و خبرگان در داخل و خارج کشور فرستاده شد. از بین پاسخنامه‌های دریافت‌شده، فقط تعداد ۱۹ نفر به‌طور کامل به پرسش‌نامه‌ها پاسخ دادند. یافته‌های پژوهش نشان داد شاخص قابلیت ردیابی و جلوگیری از تقلب، مؤثرترین شاخص است. همچنین، شاخص جلوگیری از ضایعات غذایی، بیشترین تعامل را با دیگر شاخص‌ها دارد و شاخص قرارداد هوشمند، تأثیرپذیرترین شاخص است. این پژوهش برای اولین بار در کشور ایران انجام شده است و نشان می‌دهد وجود یک سیستم ردیابی مطمئن در صنایع غذایی، تا چه میزان بر بهبود کارایی دیگر شاخص‌های این حوزه مؤثر است. همچنین، بلاکچین، روشی برای حل مسائل قابلیت ردیابی و در عین حال، دستیابی به شفافیت است. این مطالعه، برای مدیران و تصمیم‌گیرندگان در سطح کلان انگیزه ایجاد می‌کند که برای داشتن یک سیستم ردیابی مطمئن از مزایای فنّاوری بلاکچین بهره ببرند.

واژه‌های کلیدی: بلاکچین، دیمتل فازی، روابط علت و معلولی، زنجیره تأمین مواد غذایی، قابلیت ردیابی

---

*نویسنده مسؤول

۱. مقدمه

امروزه، براثر جهانی‌شدن تجارت مواد غذایی، مسافتی که غذا از تولیدکننده به مصرف‌کننده طی می‌کند، افزایش یافته است؛ بنابراین، حفظ ایمنی و کیفیت مواد غذایی، حساسیت زیادی دارد (آونگ و چانگ،[۱] ۲۰۱۴). جهانی‌سازی و برون‌سپاری، سیستم‌های غذا را با تأمین‌کنندگان و شرکت‌های بیشتری درگیر می‌کند که این امر، موجب پیچیده‌ترشدن سیستم غذا می‌شود. افزایش فاصلهٔ جغرافیایی بین تولیدکنندگان و مصرف‌کنندگان، چالش‌هایی دربارهٔ کیفیت غذا ایجاد می‌کند. همچنین، جهانی‌سازی زنجیره تأمین مواد غذایی، نیاز به اعتماد زیاد به اطلاعات ردوبدل‌شده را ایجاد می‌کند؛ بنابراین، به قابلیت ردیابی مواد غذایی باید توجه بیشتری داشت. پیشرفت در قابلیت ردیابی مواد غذایی با پیشرفت در سیستم های اطلاعاتی به وجود آمده است؛ اما شفافیت و اعتماد به اطلاعات، هنوز از مشکلات اساسی این حوزه است. سیستم‌های کنونی زنجیره تأمین، یکپارچگی اطلاعات یا شفافیت لازم را برای اطمینان از کیفیت و ایمنی مواد غذایی تضمین می‌کند (سیبل حسین و همکاران، ۲۰۱۹؛ ساندر و همکاران، ۲۰۱۸؛ دوان و همکاران،[۲] ۲۰۲۰).

یکی از ابزارهای مؤثر برای افزایش اعتماد مصرف‌کننده به ایمنی مواد غذایی و حمایت از مصرف کننده، قابلیت ردیابی است. سیستم ردیابی سنتی تا حد زیادی به سیستم‌های مبتنی بر کاغذ یا سیستم‌های رایانه‌ای داخلی متکی است. ثبت کاغذی، زمان‌بر و با خطا همراه است. همچنین، ردیابی داخلی ممکن است برای سایر شرکت‌ها قابل استفاده نباشد (دوان و همکاران، ۲۰۲۰؛ هولمبرگ و اگوست، ۲۰۱۸؛ تائو و همکاران،[۳] ۲۰۱۹). ساختن یک سیستم ردیابی زنجیره تأمین مواد غذایی به‌علت مطابق‌نبودن الگوی تدارکاتی سنتی محصولات غذایی با نیازهای بازار، ضروری است (تیان،[۴] ۲۰۱۸). همچنین، دانستن منبع و تاریخ مواد مصرفی، در مبارزه با محصولات تقلبی مهم است. بیشتر ذی‌نفعان در به دست آوردن تصویری کلی از تمام تراکنش‌ها و پیگیری منشأ محصولات، به‌ویژه مشتریان و تأمین‌کنندگان، که فقط اطلاعاتی در کل زنجیره تأمین دارند، مشکل دارند. این امر، موجب ظهور محصولات تقلبی، بحران کیفیت محصول و تقلب اطلاعات در زنجیره تأمین می‌شود (هلو و هائو،[۵] ۲۰۱۹). مشکلاتی مانند نبود زنجیرهٔ صنعت و وجود داده‌های جزیره‌ای، موجب بی‌نظمی و تأخیر در پاسخگویی سیستم سنتی نظارت بر مواد غذایی شده است (تائو و همکاران، ۲۰۱۹).

فنّاوری بلاکچین، تحولی دیجیتالی را در فضای زنجیره تأمین مواد غذایی نشان می دهد. این فنّاوری بر اهداف کلیدی زنجیره تأمین، مانند انعطاف‌پذیری، سرعت، کیفیت، هزینه و کاهش ریسک تأثیر می‌گذارد و باعث افزایش پاسخگویی و شفافیت می‌شود (بختیس و همکاران،[۶] ۲۰۱۹). یکی از جنبه‌های مهم فنّاوری بلاکچین، روش طراحی آن است که در آن، سایر کاربران، امکان تغییر، حذف یا افزودن بلوک‌ها یا اطلاعات در اطلاعات ذخیره‌شده را بدون شناسایی ندارند. این امر، منشأ و اصالت معاملات را تضمین می‌کند و از این طریق، شفافیت کلی و اعتماد را در هنگام اتصال به یک محصول خاص افزایش می‌دهد (هولمبرگ و اگوست، ۲۰۱۸).

بلاکچین به‌عنوان فنّاوری‌ای توزیع‌شده و غیرمتمرکز، دربردارندهٔ مجموعه‌ای از بلوک‌های دارای مهر زمان است که با یک هش رمزنگاری به یکدیگر متصل می‌شود. بلاکچین، فنّاوری‌ای همتا به همتاست که تجارت مواد غذایی را در محیط‌های غیرمتمرکز، شفاف و امن بازار امکان‌پذیر می‌کند. با کمک بلاکچین می‌توان اطلاعات محصول را در کل زنجیره تأمین مواد غذایی (از تأمین‌کنندگان مواد اولیه تا مشتریان) ثبت کرد. دیجیتالی شدن سوابق و اسناد، علاوه

بر صرفه‌جویی در زمان بررسی دستی کاغذ، خطرات ناشی از دستکاری داده‌ها و خطاها را نیز از بین می‌برد. ذی‌نفعان می‌توانند اطلاعات بیشتری از جریان محصولات به دست بیاورند و سریع‌تر به شرایط واکنش نشان دهند (فنگ و همکاران، ۲۰۲۰؛ دوان و همکاران، ۲۰۲۰؛ مائو و همکاران،[۷] ۲۰۱۸). همچنین، بلاکچین، نقش مهمی در جلوگیری از معاملات فریب‌آمیز دارد (وانگ و همکاران،[۸] ۲۰۱۹). این فنّاوری، قابلیت زیادی برای نفوذ در زنجیره تأمین کشاورزی دارد و با اجرای آن در زنجیره تأمین کشاورزی، ردیابی محصولات را در هر مرحله می‌توان انجام داد. این امر، باعث کاهش زمان و هزینهٔ گواهی تأیید محصول می‌شود و به کاهش فعالیت‌های کلاهبردانه و پاسخگویی فرایندها کمک می‌کند (کامبل و همکاران،[۹] ۲۰۲۰).

در این پژوهش، ابتدا، شاخص های مهم و مؤثر بلاکچین در حوزهٔ زنجیره تأمین صنایع غذایی با توجه به مبانی نظری موضوع و مطالعات کتابخانه‌ای شناسایی و در مرحلهٔ بعد، شدت اثر شاخص‌های شناسایی‌شده با استفاده از روش دیمتل فازی تعیین می‌شود. با توجه به اینکه داده‌های جمع‌آوری‌شده، نظرات خبرگان و از نوع متغیرهای بیانی است، روش دیمتل فازی به کار می‌رود. با این روش، شاخص‌های تأثیرگذار و تأثیرپذیر شناسایی می‌شود. هدف این پژوهش، تعیین شدت اثر شاخص های مؤثر بلاکچین در حوزهٔ صنایع غذایی است و هدف، تعیین روابط علت و معلولی بین این شاخص‌ها به‌صورت مدل‌سازی معادلات ساختاری نیست. هدف دیگر این پژوهش، توسعهٔ کاربرد بلاکچین در صنایع غذایی و شناسایی روابط بین شاخص های مؤثر بلاکچین در این حوزه است. تصمیم‌گیران و شرکت‌های فعال با تمرکز بر شاخص‌های تأثیرگذار، نقش عمده‌ای در توسعهٔ فنّاوری بلاکچین برای تضمین امنیت و قابلیت ردیابی در زنجیره تأمین صنایع غذایی دارند.

ساختار پژوهش به‌صورت ذیل دسته‌بندی می‌شود. در بخش بعدی، پیشینهٔ پژوهش؛ در بخش سوم، روش‌شناسی پژوهش؛ در بخش چهارم، یافته‌های پژوهش و مراحل گام‌به‌گام پیاده‌سازی روش دیمتل فازی؛ در بخش پنجم، یافته‌های پژوهش و در بخش ششم، نتیجه‌گیری حاصل از پژوهش و کارکردهای مدیریتی بررسی می‌شود.

۲. پیشینهٔ پژوهش

در این قسمت، پیشینهٔ پژوهش دربارهٔ نقش بلاکچین در حوزهٔ صنایع غذایی بررسی می‌شود. با توجه به‌تازگی حوزهٔ پژوهش، بیشتر مقالات مربوط به سال‌های بعد از ۲۰۱۷ است.

یاودا و همکاران[۱۰] (۲۰۲۰)، نقش مهم برخی از علت‌هایی را نشان می‌دهند که به ادغام بلاکچین با زنجیره تأمین و درنهایت، دستیابی به پایداری منجر می‌شود. ایمنی و متمرکزنبودن داده‌ها، قابلیت دسترسی، قوانین و سیاست‌ها، اسناد و مدارک، مدیریت داده‌ها و کیفیت، مواردی است که با بلاکچین به توسعهٔ استراتژی کمک می‌کند.

بهنکه و همکاران[۱۱] (۲۰۲۰) به این نتیجه رسیدند که بلاکچین، فنّاوری مفیدی است؛ زیرا به اشتراک‌گذاری داده های بیشتر میان اعضای زنجیره تأمین منجر می‌شود. با این حال، شرایط مرزی باید پیش از استفاده از فنّاوری بلاکچین برآورده شود. این یافته‌ها نشان می‌دهد زنجیره تأمین پیش از استفاده از بلاکچین باید سازمان‌دهی شود.

بمبلاوسکا و همکاران[۱۲] (۲۰۲۰)، پژوهشی را با هدف تبیین اجرای فنّاوری بلاکچین در سیستم تحویل زنجیرهٔ تولید و عرضهٔ تخم مرغ از مزرعه به مصرف‌کننده انجام دادند. آنها ورود بلاکچین در زنجیره تأمین مواد غذایی را سرآغاز انقلابی می‌دانند که به مصرف‌کنندگان، امکان می‌دهد به‌صورت دقیق، زنجیره مواد غذایی را ردیابی کنند.

پرشار و همکاران[۱۳] (۲۰۲۰)، در پژوهش خود بیان کردند به علت جهانی سازی صنعت زنجیره تأمین مواد غذایی، ایمنی مواد غذایی از مزرعه تا مصرف و صدور گواهینامهٔ کیفیت، بسیار مهم شده است. آنها راه حل مبتنی بر بلاکچین را پیشنهاد کرده‌اند که نیاز به یک ساختار متمرکز امن، واسطه‌ها و تبادل اطلاعات را برطرف می‌کند، عملکرد را بهینه می‌کند و از سطح قوی ایمنی و یکپارچگی پیروی می‌کند.

تیجان و همکاران[۱۴] (۲۰۱۹)، معتقدند بلاکچین، پتانسیل عظیمی برای توسعه در بخش کشاورزی و تدارکات دارد. در بخش تدارکات، این فنّاوری، تأخیر در زمان، هزینه‌های اضافی و خطاهای انسانی را به میزان زیادی کاهش می‌دهد. علاوه بر این، به اشتراک‌گذاری داده‌های معتبر محصولات کشاورزی، امنیت غذایی را تضمین می‌کند. همچنین، فنّاوری بلاکچین، به‌راحتی عملیات تجاری ایمن را در تدارکات فراهم می‌کند.

ژائو و همکاران[۱۵] (۲۰۱۹)، بیان کردند برای بهبود مدیریت زنجیرهٔ ارزش غذایی در چهار جنبهٔ اصلی، بلاکچین به همراه فنّاوری اطلاعات و ارتباطات پیشرفته و اینترنت اشیا تأثیرگذار است. آن چهار جنبه، قابلیت ردیابی، امنیت اطلاعات، تولید و مدیریت پایدار آب است. مشارکت را به کمک معاملات همتا به همتای بلاکچین می‌توان افزایش داد. قراردادهای هوشمند بلاکچین به شرکت‌ها و ارگان‌های دولتی، در دسترسی به زمان واقعی داده‌ها، سهام بازار و الگوی مصرف و مدیریت هزینه‌های مصرفی مشتریان کمک می‌کند.

موندال و همکاران[۱۶] (۲۰۱۹)، به این نتیجه رسیدند که هر مصرف‌کننده و خرده‌فروش با بررسی دفتر عمومی بلاکچین، اطلاعات مربوط به بسته‌های غذا را به دست می‌آورد. در این معماری، آدرس‌دهی دوگانه پیشنهاد می‌شود؛ آدرس فیزیکی و سایبری که باید به یکدیگر وصل شود.

جی و همکاران[۱۷] (۲۰۱۷)، به این نتیجه رسیدند که پشتیبانی و تحریک توسعهٔ برنامه‌های کاربردی فنّاوری بلاکچین، به‌عنوان بخشی از استراتژی دیجیتال‌سازی، برای بهبود شفافیت، کارایی، رقابت‌پذیری و پایداری بخش کشاورزی است. فنّاوری بلاکچین براساس موقعیت فعلی آنها در بازار و در زنجیرهٔ ارزش اطلاعات غذایی، فرصت‌ها و چالش‌های متفاوتی را برای ذی‌نفعان یا سازمان‌های مختلف ایجاد می‌کند.

با توجه به دانش و اطلاعات نویسندگان، تاکنون، پژوهشی دربارهٔ کاربرد فنّاوری بلاکچین در زنجیرهٔ تأمین مواد غذایی در ایران انجام نشده است؛ بنابراین، باید با انجام‌دادن این پژوهش، خلأ مطالعاتی موجود از بین برود و موجب غنی‌شدن منابع علمی موجود در این زمینه شود. همچنین، تاکنون، از شدت آثار بین شاخص‌های مهم بلاکچین در پژوهش‌ها بحث نشده است و بیشتر پژوهش‌ها، کاربرد این فنّاوری را در زمینه‌های مختلف معرفی کرده است. استفاده از بلاکچین در صنایع مواد غذایی، مزیت رقابتی برای آنها فراهم می‌کند. درحقیقت، مشتریان با استفاده از این فنّاوری به اطلاعات محصولات غذایی در سریع‌ترین زمان و به‌صورت ایمن دسترسی دارند. بررسی مبانی نظری نشان می‌دهد بلاکچین در بهبود زنجیرهٔ ارزش غذایی، افزایش شفافیت، کارایی، رقابت‌پذیری، پایداری و پشتیبانی از استراتژی‌های شرکت در بخش صنایع غذایی و کشاورزی، تأثیر زیادی دارد.

۳. روش‌شناسی پژوهش

پژوهش حاضر، پژوهشی کیفی-توصیفی است و روش پژوهش، روش دیمتل فازی است. روش دیمتل فازی با استفاده از متغیرهای زبانی فازی، تصمیم‌گیری در شرایط عدم اطمینان محیطی را آسان می‌کند. این تکنیک، مشکلات پیش روی سازمان‌ها را با به‌کارگیری تصمیم‌گیری گروهی در شرایط فازی حل می‌کند. این روش برای تجسم ساختار روابط علّی و معلولی پیچیده با ماتریس یا نمودار، ابزار کاربردی و مفیدی است. ماتریس‌ها یا نمودارها رابطهٔ زمینه‌ای بین عناصر سیستم را نشان می‌دهد که در آن، یک عدد نشان‌دهندهٔ قدرت نفوذ هر متغیر است. همچنین، این تکنیک، رابطهٔ علت‌ها و تأثیر معیارها را به مدل ساختاری قابل فهمی تبدیل می‌کند. در حال حاضر، تکنیک دیمتل، به‌طور گسترده در زمینه‌های کشاورزی، نوآوری در فنّاوری، بازاریابی و رفتار مصرف‌کننده، تصمیم‌گیری، مدیریت دانش، یادگیری الکترونیکی، تحقیق در عملیات و انتخاب سیستم‌ها استفاده شده است. این روش برپایهٔ گراف‌های جهت‌دار برای جداسازی عوامل علت و معلول است. همچنین، نسبت به نمودارهای بدون جهت برای نمایش روابط مستقیم سیستم‌های فرعی، مفیدتر است.

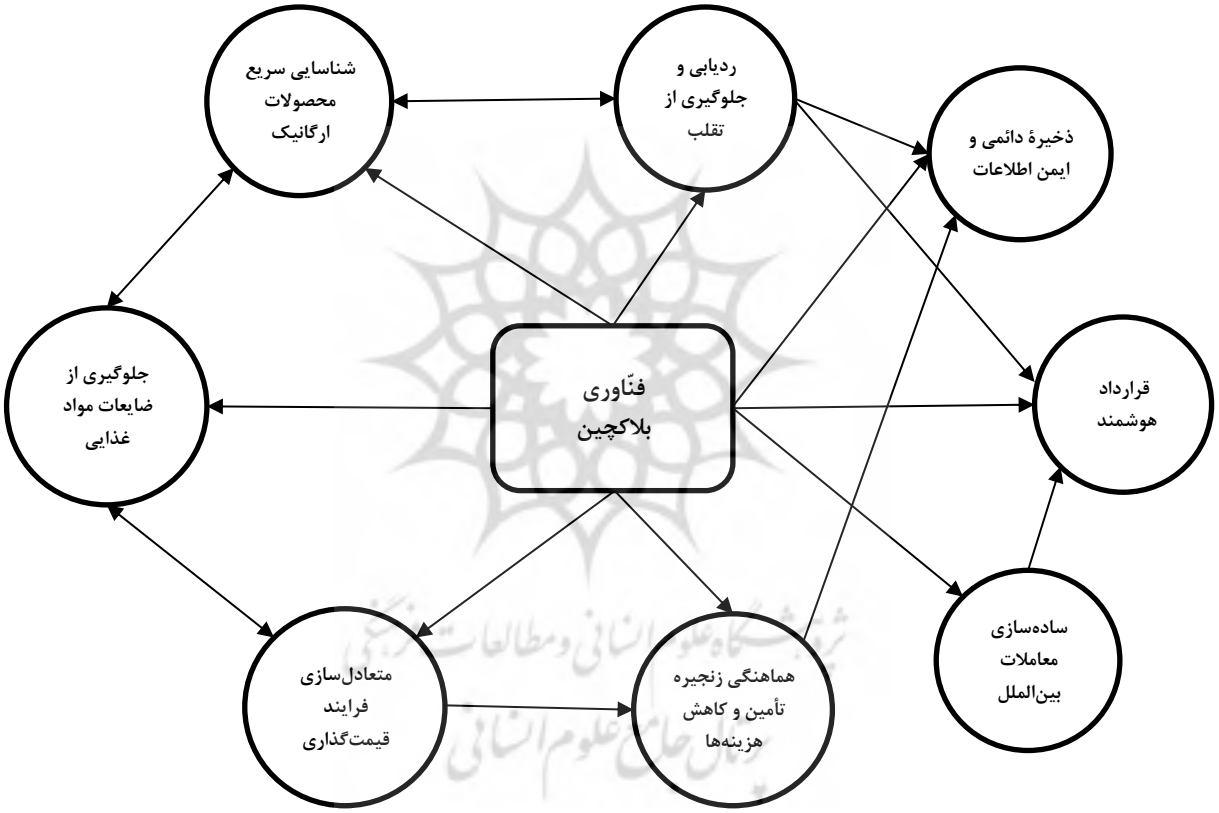
نظریهٔ مجموعه فازی در تصمیم‌گیری، به‌طور مؤثر با ابهام در اندیشه و بیان انسان مقابله می‌کند. اصطلاحات زبانی در تخمین برای مقابله با ابهام‌های موجود در روند تصمیم‌گیری مؤثر است. از متغیرهای زبانی به‌عنوان متغیرهایی استفاده می‌شود که مقادیر آنها عدد نیست؛ بلکه اصطلاحات زبانی است. یک راه طبیعی و مؤثر برای بیان ارزیابی تصمیم‌گیرندگان، رویکرد اصطلاحات زبانی است. معمولاً از اعداد فازی مثلثی برای نمایش ارزش‌های زبانی استفاده می‌کنند (جنگ و تسنگ، ۲۰۱۲؛ چانگ و همکاران،[۱۸] ۲۰۱۱).

برای تعیین متخصصان، از روش نمونه‌گیری غیراحتمالی هدفمند استفاده شده است. جامعهٔ مورد مطالعه از میان متخصصان دانشگاهی و کارشناسان آگاه به حوزهٔ بلاکچین انتخاب شد. خبرگان از شبکهٔ اجتماعی و پژوهشی Research gate، استادان دانشگاه‌ها و پژوهشگران دارای حداقل یک مقاله در زمینهٔ کاربرد بلاکچین در زنجیره تأمین انتخاب شده‌اند. برای این منظور، تعداد ۹۵۰ ایمیل حاوی پرسش‌نامه به استادان دانشگاه و متخصصان درزمینهٔ بلاکچین در داخل و خارج از کشور فرستاده شد. درمجموع، تعداد ۲۱ نفر به پرسش‌نامه‌ها پاسخ دادند که با حذف پرسش‌نامه‌های ناقص، درنهایت، تعداد ۱۹ پرسش‌نامه برای تحلیل داده‌ها انتخاب شد. پاسخ‌دهندگان، بیشتر استادان دانشگاه با مدرک دکتری هستند. جدول مشخصات پاسخ‌دهندگان در پیوست مقاله ارائه شده است.

با مرور جامع مبانی نظری، ابتدا ۱۶ شاخص مؤثر بلاکچین در حوزهٔ صنایع غذایی استخراج شد و پس از بررسی مجدد و ادغام تعداد آنها به ۸ مورد کاهش پیدا کرد. درنهایت، با روش دیمتل فازی، روابط تأثیرگذاری و تأثیرپذیری آنها مشخص شد. شاخص های نهایی شناسایی‌شده، شامل جلوگیری از ضایعات مواد غذایی، قرارداد هوشمند، ساده‌سازی معاملات بین‌الملل، شناسایی سریع محصولات ارگانیک، هماهنگی زنجیره تأمین و کاهش هزینه‌ها، ردیابی و جلوگیری از تقلب در صنایع غذایی، ذخیرهٔ دائمی و ایمن اطلاعات و متعادل‌سازی فرایند قیمت‌گذاری است. با توجه به پرسش‌نامه‌های جمع‌آوری‌شده، مراحل پیاده‌سازی گام‌به‌گام روش دیمتل فازی در بخش بعدی تشریح می‌شود.

۴. یافته‌های پژوهش

در این بخش، شاخص‌های مؤثر بر زنجیره تأمین مواد غذایی مبتنی بر فنّاوری بلاکچین شناسایی می‌شود. تمرکز بر این شاخص‌ها در صنایع غذایی، مزیت رقابتی ایجاد می‌کند. این شاخص‌ها با مطالعهٔ مبانی نظری موضوع، سایت‌های مرتبط و نظرات خبرگان در این حوزه به دست آمده است. شکل شمارهٔ ۱، مدل مفهومی پژوهش را به همراه شاخص های شناخته‌شده و تأثیر آنها بر یکدیگر نمایش می‌دهد. گفتنی است، مدل پیشنهادی با توجه به اکتشاف از مبانی نظری، مطالعات دقیق از مرور مبانی نظری و مشورت با متخصصان و استادان این حوزه استخراج و شدت اثر شاخص‌های مدل با نظر خبرگان و روش دیمتل فازی ارزیابی شده است. با توجه به اینکه پیاده‌سازی بلاکچین در کشور و در زنجیره تأمین مواد غذایی هنوز انجام نشده است، امکان برازش دقیق مدل با بررسی شرکت‌های صنایع مواد غذایی وجود ندارد. درادامه، هر شاخص، توصیف و نقش بلاکچین در بهبود آنها توضیح داده شده است.



شکل ۱- مدل مفهومی پژوهش

- **فنّاوری بلاکچین**

بلاکچین، فنّاوری جدیدی است که در بخش‌های مختلف، باعث افزایش بهره‌وری و جهانی‌سازی می‌شود (سادوسکایا و همکاران،[19] ۲۰۱۷). این فنّاوری، یک دفتر کل دیجیتالی رمزگذاری شده است که داده‌های معامله را در یک دفتر کل غیرمتمرکز ذخیره می‌کند. این بلوک‌ها برای ایجاد یک زنجیرهٔ تغییرناپذیر، به‌ترتیب زمانی به یکدیگر اضافه می‌شود که این زنجیره بین همهٔ افراد شرکت‌کننده به اشتراک گذاشته می‌شود. چنین معماری‌ای، مزایایی مانند بهبود قابلیت ردیابی و افزایش اعتماد در یک زنجیره تأمین را دارد (کامبل و همکاران، ۲۰۱۹؛ پربولی[20]

و همکاران، ۲۰۱۸). بلاکچین اتکا به شخص ثالث را با شبکه‌های همتا به همتا کاهش می‌دهد. این فنّاوری برای کاهش کلاهبرداری، اطلاعات را به‌صورت تغییرناپذیر در دسترس همهٔ شرکت‌کننده‌ها قرار می‌دهد (وانگ و همکاران، ۲۰۱۹).

فنّاوری بلاکچین، نقش واسطه‌ها را کاهش می‌دهد، یکپارچگی معاملات را حفظ و قابلیت ردیابی فعالیت‌های تولید و تدارکات را تقویت می‌کند. همچنین، به‌طور مداوم، معاملات با بلوک‌های دیجیتال تأیید و ذخیره و با بلوک‌های قبلی مرتبط می‌شود؛ درنتیجه، زنجیره‌ای را تشکیل می‌دهد که باعث تسهیل شفافیت اطلاعات می‌شود. توزیع اطلاعات یکسان در کل شبکه با ویژگی متمرکزنبودن بلاکچین امکان‌پذیر می‌شود و هیچ گره واحدی نمی‌تواند معامله‌ها را کنترل کند. این ساختار، مهر دائمی دارد و از هر گونه اقدامی برای تغییر و اصلاح اطلاعات بدون تأیید کلیّهٔ ذی‌نفعان جلوگیری می‌شود. همین امر، مسئولیت جمعی برای اطمینان از ایمنی و قابلیت اطمینان داده‌ها ایجاد می‌کند (ونکاتش و همکاران،[۲۱] ۲۰۲۰).

- **جلوگیری از ضایعات مواد غذایی**

ضایعات مواد غذایی، سبب افزایش تقاضا برای زمین کشاورزی و هدررفتن آب و افزایش فشار بر جنگل‌ها می‌شود و پیامدهایی منفی همچون تأثیر اجتماعی، اقتصادی و زیست‌محیطی دارد (گراهام-رو و همکاران،[۲۲] ۲۰۱۴). کاهش ضایعات مواد غذایی جهانی، وضعیتی برد-برد برای امنیت غذایی و پایداری محیط زیست است (چن و همکاران،[۲۳] ۲۰۲۰). یکی از راه‌های مقابله با ضایعات مواد غذایی، سیستم‌های مدیریت تولید غذا و مدیریت تدارکات است. ضایعات غذایی به‌علت‌های مختلفی، ازجمله نبود مدیریت ایمنی مواد غذایی به وجود آمده است (هولمبرگ و اگوست، ۲۰۱۸). علت‌های ضایعات غذایی در سراسر جهان متفاوت است و به شرایط خاص و محلی در یک کشور معین، بستگی زیادی دارد. به‌طور گسترده، ضایعات غذایی متأثر از انتخاب‌ها و الگوهای تولید محصولات، زیرساخت‌ها و ظرفیت داخلی، زنجیره‌های بازاریابی و کانال‌های توزیع و خریدهای مصرف‌کننده و شیوه‌های استفاده از مواد غذایی قرار می‌گیرد (گوستاوسون و همکاران،[۲۴] ۲۰۱۱: ۱۱).

فنّاوری بلاکچین با امکان ردیابی محصولات در هر زمان به کاهش ضایعات مواد غذایی کمک می‌کند (مائو و همکاران، ۲۰۱۸). ثبت اطلاعات محصولات در هر مرحله از زنجیره تأمین برای اطمینان از شرایط بهداشتی، محصولات آلوده، کلاهبرداری و شناسایی به‌موقع خطرها لازم است (کامیلاریس و همکاران،[۲۵] ۲۰۱۹). همچنین، قراردادهای هوشمندی که روی بلاکچین قرار دارد، راه حل مناسبی برای کاهش ضایعات غذایی، اطمینان از ایمنی مواد غذایی و افزایش ردیابی است (هولمبرگ و اگوست، ۲۰۱۸).

- **قرارداد هوشمند**

بیشتر قراردادها در زنجیره تأمین، شامل توافق‌های چندجانبه و محدودیت‌های نظارتی و لجستیکی است (دولگی و همکاران،[۲۶] ۲۰۲۰). در زنجیره‌های عرضهٔ سنتی، که با قراردادهای آنالوگ هدایت می‌شود، فاصلهٔ پرداختی بین تحویل واقعی محصول، تولید فاکتور و تصفیهٔ پرداخت نهایی وجود دارد (کامبل و همکاران، ۲۰۱۹).

یک قرارداد هوشمند را می‌توان نرم‌افزاری توصیف کرد که هنگام وقوع یک رویداد ازپیش‌تعیین‌شده، به‌طور خودکار عملکردهای خاصی را انجام می‌دهد. قرارداد هوشمند، ویژگی‌ای است که روی بلاکچین قرار دارد و جزئی از شیوه‌نامهٔ بلاکچین نیست و در پایگاه دادهٔ بلاکچین به‌صورت کاملاً توزیع‌شده ذخیره می‌شود. قراردادهای

هوشمند، هزینه‌ها را کاهش و با کاهش میزان درگیری انسان برای مدیریت یک قرارداد، اطمینان را افزایش می‌دهد (هولمبرگ و اگوست، ۲۰۱۸) و برای افزایش ایمنی در فروش و تحویل کالا استفاده می‌شود (کامیلاریس و همکاران، ۲۰۱۹). قراردادهای هوشمند، معاملات و توافق‌های معتبر بین طرفین ناشناس، بدون نیاز به مرجع مرکزی، سیستم حقوقی یا سازوکار اجرای خارجی و معاملات به‌صورت قابل ردیابی، شفاف و برگشت‌ناپذیر انجام می‌شود؛ بنابراین، به‌صورت ایمن و اثبات‌پذیر در انجام‌دادن تعهدات با ثبت تاریخچهٔ آنها یا به‌عنوان نگهبان خودکار دارایی‌های دیجیتال می‌تواند استفاده شود (مائو و همکاران، ۲۰۱۸؛ یو و ون،[۲۷] ۲۰۱۸).

نقش واسطه ها، مانند متخصصان مالی و افراد حقوقی درگیر در قراردادهای سنتی با استفاده از قراردادهای هوشمند به حداقل می‌رسد. تفکیک حاصل، کارایی را افزایش و هزینه‌های فعالیت‌های تجاری را کاهش می‌دهد. روند اعتبارسنجی معاملات توسط شرکت‌کنندگان در شبکه با قراردادهای هوشمند تسهیل می‌شود. به همین ترتیب، برای تغییر در معاملات می‌توان از مقررات خاصی پیروی کرد که در قراردادهای هوشمند ذخیره شده است (کوهی‌زاده و سارکیس،[۲۸] ۲۰۱۸).

- **ساده‌سازی معاملات بین‌الملل**

نگرانی‌های امنیتی و دشواری هماهنگ‌سازی جریان داده‌ها در مرزها و بین طرفین درگیر در یک معاملهٔ تجاری بین‌المللی، مانع کوشش برای تجارت دیجیتالی شده است (گان، ۲۰۱۸: ۱). رویّه‌های ناکارآمد مرزی، هزینه‌های زیادی برای مشاغل و درنهایت، برای مصرف‌کنندگان و اقتصاد دارد (گان، ۲۰۱۸: ۲۸). یکی از مهم‌ترین موانع تجاری در معاملات بین‌المللی برای شرکت‌های درگیر با نوسان‌های تقاضا، تأخیرات زمانی حمل‌ونقل است (یون و همکاران،[۲۹] ۲۰۲۰).

فنّاوری بلاکچین از مسافت های فرهنگی، فیزیکی و اجتماعی مستقل است که عدم تقارن اطلاعات را کاهش می‌دهد و همکاری‌های جهانی را ممکن می‌کند (هولمبرگ و اگوست، ۲۰۱۸). ساختار همتا به همتا، انجام‌دادن هر نوع معامله (مثلاً دارایی‌های فیزیکی، پول، دارایی فکری) را بدون واسطه تسهیل می‌کند (ساندر و همکاران،[۳۰] ۲۰۱۸).

ترکیب ویژگی‌های یک پایگاه دادهٔ غیرمتمرکز در بلاکچین، امکان انجام دادن معاملات در مقیاس جهانی و تفکیک فرایند و تمرکززدایی را فراهم می‌کند (صابری و همکاران،[۳۱] ۲۰۱۹). بلاکچین از امور مالی تجارت تا مراحل گمرکی و مالکیت معنوی یک تجارت بین‌المللی را متحول می‌کند. معاملات بازرگانی بین‌المللی همچنان به کاغذ متکی است و تعداد زیادی از عوامل را درگیر می‌کند (گان، ۲۰۱۸: ۱۷). برخی از شرکت‌ها و دولت‌ها به‌علت پیچیدگی و هزینه های مربوط به تجارت بین المللی کالاها به استفاده از بلاکچین برای تقویت فرایندهای درگیر صادرات از امور مالی تا رویّه‌های مرزی و حمل‌ونقل و حذف کاغذ می‌اندیشند (گان، ۲۰۱۸: ۱۹).

بلاکچین امکان ایجاد هویت دیجیتالی را به‌راحتی برای مشتریان ایجاد می‌کند، هزینه های پرداخت مرزی را کاهش می دهد و دسترسی افراد به خدمات مالی بدون بانک را ساده تر می‌کند (گان، ۲۰۱۸: ۴۷). سرعت معامله به‌علت نبود واسطه‌ها افزایش می‌یابد؛ به‌عنوان نمونه، به‌طور عادی، چند روز زمان می‌برد که سرویس انتقال بین‌المللی، وجوه را منتقل کند؛ در حالی که در بلاکچین، این کار را می توان در عرض چند دقیقه انجام داد (پربولی

و همکاران، ۲۰۱۸). بلاکچین، جریان اطلاعات را بهبود می‌دهد و انتقال داده را سرعت می‌بخشد (وایو و واریال،[۳۲] ۲۰۲۰؛ هولمبرگ و آگوست، ۲۰۱۸).

یکی از معروف‌ترین برنامه‌های بلاکچین، بیت‌کوین است (تیجان و همکاران، ۲۰۱۹). در بیت‌کوین، معاملات بدون واسطهٔ مستقر (یعنی بانک‌ها) به‌صورت شفاف‌تر و راحت‌تر انجام می‌شود. به‌عنوان جایگزینی برای بیت‌کوین، سیستم اتریوم معرفی شد که مبتنی بر الگوریتم متفاوتی است که به تجهیزات سخت‌افزاری ویژه نیاز ندارد، بسیار سریع‌تر است و بسیاری از معاملات ممکن را اجرا می‌کند (برک، ۲۰۱۹: ۱۳۴؛ کریدت و فیشر،[۳۳] ۲۰۱۹).

- **شناسایی سریع محصولات ارگانیک**

مشتریان خواستار دریافت اطلاعات بیشتر دربارهٔ محصولاتی هستند که در یک محیط جهانی و پیچیدهٔ زنجیره تأمین خریداری می‌کنند. مشتری نهایی به علت دید محدودی که به سفر محصول دارد، دربارهٔ مسائل مربوط به محیط زیست، اجتماعی و سیاسی نگرانی‌هایی پیدا می‌کند. نگرانی دربارهٔ درستی محصول هم در لایهٔ فیزیکی و هم در لایهٔ دیجیتال با اصالت محصول مرتبط است (وگاس،[۳۴] ۲۰۱۸).

به اشتراک گذاشتن کارآمدتر اطلاعات معتبر، پیش شرطی برای تأثیر مثبت و تقویت اعتماد در صدور گواهینامه و سیستم جهانی غذا است (وهنر،[۳۵] ۲۰۱۸). بلاکچین، قابلیت ایجاد اطمینان برای مصرف‌کنندگان دربارهٔ تناول مواد غذایی درست و معتبر را دارد. همچنین، باعث پایان‌دادن به اعمال غیراخلاقی و غیرقانونی می‌شود (کشتری،[۳۶] ۲۰۱۸). سابقهٔ مشخص از تاریخچهٔ محصول به خریدار اطمینان می‌دهد کالاهایی که خریداری می‌کند، از منابع معتبر است (صابری و همکاران، ۲۰۱۹). این تاریخچهٔ دیجیتال از محصولات کشت‌شدهٔ ارگانیک، باعث تضمین اصالت محصول برای مصرف‌کنندگان می‌شود و کیفیت مشاغل کشاورزی-غذایی را افزایش می‌دهد (گالوزو همکاران،[۳۷] ۲۰۱۸).

- **هماهنگی زنجیره تأمین و کاهش هزینه‌ها**

امروزه، بلاکچین برای حل همهٔ مشکلات در بخش‌های مختلف به یک پاسخ فنّاوری تبدیل شده است و شرکت‌ها برای به دست آوردن مزیت رقابتی، اجرای آن را آغاز کرده‌اند (سادوسکایا و همکاران، ۲۰۱۷). بلاکچین، هزینه‌های نیروی انسانی و هزینه‌های تأیید را با انجام‌دادن اعتبارسنجی معاملات با قدرت رایانه‌ای کاهش می‌دهد (وگاس، ۲۰۱۸). همچنین، به‌علت افزایش همکاری در بین اعضای زنجیره تأمین، راهکاری برای کاهش هزینه‌ها و افزایش بهره‌وری در زنجیره تأمین می‌شود (کی‌روز و همکاران،[۳۸] ۲۰۱۹). مراحل اصلی توصیف یک زنجیره تأمین مواد غذایی عمومی، شامل تولید، پردازش، توزیع، خرده‌فروشی و مصرف‌کننده است. این سیستم فعلی تا به امروز، ناکارآمد و اعتمادناپذیر بوده است (کامیلاریس و همکاران، ۲۰۱۹). مدیریت و کنترل زنجیره تأمین با جهانی‌شدن آن، دشوارتر شده است. بلاکچین به‌عنوان یک فنّاوری دیجیتال با داشتن ویژگی‌هایی مانند قابلیت ردیابی، امنیت و شفافیت، راه حلی برای رفع برخی از مشکلات مدیریت زنجیره تأمین است. زنجیره‌های تأمین مدرن، که برای خدمت به مصرف‌کنندگان رقابت می‌کنند، پیچیده و متشکل از چندین رده است که ازلحاظ جغرافیایی متمایز است.

ارزیابی اطلاعات و مدیریت ریسک در شبکهٔ پیچیدهٔ زنجیره تأمین به علت جهانی‌سازی، سیاست‌های متنوع نظارتی و رفتارهای متنوع فرهنگی و انسانی، تقریباً غیرممکن است. نبود اعتماد در زنجیره تأمین به علت کلاهبرداری، معاملات ناکارآمد و عملکرد ضعیف خود زنجیره به وجود آمده است؛ بنابراین، به تأیید صحت و به

اشتراک‌گذاری اطلاعات نیاز است (صابری و همکاران، ۲۰۱۹). از مزایای بلاکچین به ارائهٔ راه حل برای مدیریت هویت، سنجش مؤثر نتایج و تسهیل عملکرد فرایندهای کلیدی مدیریت زنجیره تأمین می‌توان اشاره کرد. با کمک بلاکچین به سطحی از یکپارچگی برای هماهنگ‌کردن تمام عناصر زنجیره تأمین (از تأمین‌کنندگان تا خرده‌فروشان) به‌عنوان یک مزیت رقابتی می‌توان دست یافت که در سیستم‌های لجستیک سنتی، این امکان فراهم نبوده است. این فنّاوری، این قابلیت را دارد که همهٔ عوامل زنجیره تأمین را برای مشخص‌کردن اینکه چه اقداماتی را چه کسی و در چه زمانی و در چه مکانی انجام می‌دهد، شناسایی می‌کند.

فنّاوری بلاکچین، روابط همهٔ بازیگران در زنجیره تأمین را تعریف مجدد، طراحی مجدد و بازسازی می‌کند (وایو و واریال، ۲۰۲۰). استفاده از این فنّاوری، بهبود مدیریت جریان اطلاعات و برقراری ارتباط بین شرکای مختلف درگیر در زنجیره را امکان‌پذیر می‌کند. موارد استفادهٔ بالقوهٔ بلاکچین در زنجیره تأمین، شامل امور مالی تجارت، گواهینامه‌ها، تعمیر و عملیات، مسیر و ردیابی زنجیره تأمین، مدیریت اسناد در حمل‌ونقل، نگهداری، مدیریت اطلاعات عملیاتی و قراردادهای هوشمند است (وگاس، ۲۰۱۸). ویژگی‌های ضد دستکاری بلاکچین، امکان معرفی دیدگاه جهانی دربارهٔ زنجیره‌های تأمین چندلایه را تسهیل می‌کند (وسترکامپ و همکاران،[۳۹] ۲۰۲۰).

- **ردیابی و جلوگیری از تقلب در صنایع غذایی**

از زمان رشد مسائل مربوط به ایمنی غذا و خطرات آلودگی، نیاز به داشتن یک سیستم ردیابی مؤثر، بیشتر شده است. ماهیت پویای اطلاعات در زنجیره تأمین محصولات مواد غذایی- که در آن، محصولات تولید و پردازش و با چندین واسطه فرستاده می‌شود- پیگیری و ردیابی را دشوار کرده است. بر قابلیت ردیابی، به‌عنوان ابزاری ضروری برای نظارت بر ایمنی و کیفیت غذا در زمان آلودگی محصول و داشتن پیامدهایی بر سلامت عمومی تأکید می‌شود. شیوهٔ فعلی ردیابی زنجیره تأمین کشاورزی، شامل داده‌های پراکنده و کنترل‌های متمرکز است (صلاح و همکاران،[۴۰] ۲۰۱۹).

در زنجیره تأمین و تدارکات، منظور از ردیابی، جریان فیزیکی محصولات است؛ اما در صنایع غذایی، بیشتر، قابلیت ردیابی در چارچوب ایمنی مواد غذایی مطرح است (مک‌کنتیر،[۴۱] ۲۰۱۹: ۲). نامرئی‌بودن داده‌ها و افشای اطلاعات حساس، موضوعاتی است که سیستم‌های ردیابی سنتی با آن درگیر است. بلاکچین، به‌علت ویژگی‌هایی مانند قرارداد هوشمند، زمان تغییرناپذیر و الگوریتم اجماع، فنّاوری امیدبخشی برای سیستم ردیابی ایمنی مواد غذایی است (لین و همکاران،[۴۲] ۲۰۱۹). فرایند تصمیم‌گیری با ردیابی با بلاکچین بهبود می‌یابد و برای کاربر نهایی یک سرویس، رضایت‌بخش‌تر است (تیجان و همکاران، ۲۰۱۹).

قابلیت ردیابی، این امکان را برای شرکت‌ها فراهم می‌کند تا با روشی پایدار فعالیت کرده، شفافیت کامل را در یک زنجیره تأمین فراهم کند. بلاکچین با ذخیره‌کردن داده‌ها در سطح واحد باعث می‌شود، حتی در غذاهای پیچیده، ردیابی تک‌تک عناصر تا منشأ امکان‌پذیر باشد (هولمبرگ و اگوست، ۲۰۱۸). به‌علت ردیابی در زمان واقعی، می‌توان به‌طور دقیق فهمید کالا در کجا قرار دارد و چه زمانی تحویل داده می‌شود (وایو و واریال، ۲۰۲۰). کاهش تولید و توزیع محصولات با کیفیت بد و بهبود برچسب، از اهداف سیستم ردیابی است (عزی و همکاران،[۴۳] ۲۰۱۹). فراتر از مسئلهٔ کیفیت، فنّاوری بلاکچین توسط شرکت‌ها نیز برای ردیابی مطالبات اخلاقی و شیوه‌های تجارت منصفانه استفاده می‌شود (گان، ۲۰۱۸: ۱۰).

فنّاوری بلاکچین، اعتماد به اطلاعات ثبت‌شده در دفترچه را افزایش می‌دهد (وگاس، ۲۰۱۸). ردیابی کالاها و مواد در زنجیره تأمین مبتنی بر فنّاوری بلاکچین، دقیق‌تر انجام می‌شود و از ورود محصولات تقلبی و یا جایگزینی محصولات با کیفیت بهتر با مواد درجه پایین جلوگیری می‌کند (پربولی و همکاران، ۲۰۱۸).

- **ذخیرهٔ دائمی و ایمن اطلاعات**

خطر از دست رفتن اطلاعات، زمانی به وجود می‌آید که اطلاعات مربوط به یک فرایند به سیستم ردیابی مرتبط نباشد (هولمبرگ و اگوست، ۲۰۱۸). فنّاوری بلاکچین، ابزاری برای اطمینان از ماندگاری سوابق است و به‌طور بالقوه، اشتراک‌گذاری اطلاعات بین بازیگران مختلف در یک زنجیرهٔ ارزش غذایی را آسان می‌کند. این قابلیت، شفافیت و اعتماد به زنجیره‌های غذایی و یکپارچگی مواد غذایی را تضمین می‌کند (جی و همکاران، ۲۰۱۷: ۷). ماهیت دائمی بلاکچین تضمین می‌کند که داده‌ها جعل‌شدنی نیست و در هر زمان در آینده نیز برای اهداف تحلیلی می‌توان از آن استفاده کرد (کامبل و همکاران، ۲۰۱۹).

- **متعادل‌سازی فرایند قیمت‌گذاری**

به‌علت افزایش نیاز به روش‌های جدید برای ارائهٔ اطلاعات به مصرف‌کنندگان، یک سیستم افشای قیمت توزیع در بسیاری از کشورها معرفی شده است. هرچند، قیمت‌های توزیع ناپایدار است. از آنجا که جزئیات قیمت حاشیه در کانال توزیع محصول مشخص نشده است، مصرف‌کنندگان فقط هنگام خرید محصول از قیمت و منشأ آن مطلع می‌شوند (یو و ون، ۲۰۱۸).

بلاکچین به ثبت قیمت، تاریخ، مکان، کیفیت، گواهی‌نامه و سایر اطلاعات مرتبط برای مدیریت مؤثرتر شبکهٔ عرضهٔ دیجیتال کمک می‌کند (وگاس، ۲۰۱۸). همچنین، برای کشاورزانی که ناچار هستند برای فروش کالاهای خود به تابلوهای بازاریابی اعتماد کنند، گزینهٔ مناسبی است.

با حذف واسطه‌ها توسط بلاکچین می‌توان قیمت‌ها را مناسب‌تر کرد (مائو و همکاران، ۲۰۱۸). علاوه بر این، هویت و شهرت تأمین‌کنندگان را می‌توان ردیابی کرد و قراردادهای هوشمند را به کار برد تا به‌طور خودکار، مذاکره دربارهٔ بهترین قیمت ها در زمان درست و با در نظر گرفتن شهرت فروشنده انجام شود (تریبلمیر[۴۴]، ۲۰۱۸). با استفاده از این فنّاوری از بروز مشکلات موجود، مانند قیمت گذاری ناعادلانه و تأثیر شرکت‌های بزرگ در قیمت‌گذاری جلوگیری می‌شود (کامیلاریس و همکاران، ۲۰۱۹)؛ بنابراین، اجرای مؤثر بلاکچین را می‌توان فرایندی دانست که در آن، قیمت‌های واقعی بالفعل می‌شود (دوا و همکاران،[۴۵] ۲۰۱۹). در مدیریت زنجیره تأمین مبتنی بر بلاکچین، سیستم ردیابی قیمت، اطلاعات شفاف و قابل اعتماد قیمت را در اختیار مصرف‌کنندگان قرار می‌دهد (یو و ون، ۲۰۱۸).

- **محاسبهٔ شدت اثر روابط بین شاخص‌های بلاکچین**

برای به دست آوردن نتایج مراحل ذیل مربوط به روش دیمتل فازی به‌ترتیب انجام شد. مرحلهٔ اول: ماتریس روابط اولیهٔ مستقیم فازی ایجاد شد. ابتدا، پرسش‌نامه، که با روش دیمتل در قالب هشت شاخص طراحی شده بود، در اختیار متخصصان حوزهٔ بلاکچین قرار گرفت. مقایسهٔ زوجی براساس پنج سطح انجام شد؛ به‌گونه‌ای که امتیازهای ۰،۱،۲،۳،۴ به‌ترتیب، برای عبارت‌های کلامی بدون تأثیر، تأثیر کم، تأثیر متوسط، تأثیر زیاد و تأثیر خیلی زیاد به کار رفت. برای تعیین رابطهٔ شاخص‌ها، از برخی خبرگان پرسش شد تا مجموعه‌ای از مقایسات زوجی

برحسب عبارت‌های کلامی به دست آمد. بعد از جمع‌آوری پرسش‌نامه‌ها از خبرگان، مقادیر آن به عبارت‌های کلامی فازی تبدیل شد و ماتریس روابط اولیهٔ مستقیم فازی به دست آمد. گفتنی است، در روش دیمتل فقط ارتباطات مشخص‌شده، مطابق با مدل مفهومی ارائه‌شده در نظر گرفته شد و بقیهٔ ارتباطات بین شاخص‌ها بررسی نشد و مقدار آن صفر لحاظ شد. عبارت‌های کلامی چانگ به‌عنوان عبارت‌های کلامی فازی (جدول آن در پیوست ارائه شده است) به کار رفت. برای راحتی در کار، شاخص‌ها با توجه به علامت اختصاری در جدول شمارهٔ ۱ در نظر گرفته شد.

جدول ۱- علامت اختصاری شاخص‌ها

شاخص	علامت اختصاری
جلوگیری از ضایعات مواد غذایی	A
قرارداد هوشمند	B
ساده‌سازی معاملات بین‌الملل	C
شناسایی سریع محصولات ارگانیک	D
هماهنگی زنجیره تأمین و کاهش هزینه‌ها	E
ردیابی و جلوگیری از تقلب در صنایع غذایی	F
ذخیرهٔ دائمی اطلاعات و ایمن اطلاعات	G
متعادل‌سازی فرایند قیمت‌گذاری	H

مرحلهٔ دوم: تعداد کارشناسانی که به پرسش‌نامه‌ها پاسخ داده بودند، بیشتر از یک نفر بود؛ بنابراین، ماتریسی از میانگین پاسخ‌ها تهیه شد. برای هر یک از مقادیر حد بالایی، میانه و پایینی میانگین براساس رابطهٔ (۱) محاسبه شد. P تعداد خبرگان، $\widetilde{X^1}$ ماتریس مقایسهٔ زوجی اول، $\widetilde{X^2}$ ماتریس مقایسهٔ زوجی دوم، $\widetilde{X^P}$ ماتریس مقایسهٔ زوجی خبره Pام و $\tilde{Z}$ عدد فازی مثلثی است. جدول محاسبات میانگین در پیوست مقاله ارائه شده است.

$$\widetilde{z_{ij}}=(\acute{l}_{ij},\acute{m}_{ij},\acute{u}_{ij})$$

$$\tilde{Z}=\frac{\widetilde{X^1}\oplus\widetilde{X^2}\oplus\cdots\oplus\widetilde{X^P}}{P} \qquad (۱)$$

مرحلهٔ سوم: در این مرحله، ماتریس میانگین با استفاده از روابط (۲) و (۳) نرمال‌سازی شد. جمع کران بالاهای هر سطر به دست آمد و ماکسیمم آن بر تمام کرانه‌های بالایی، میانه و پایینی ماتریس تقسیم شد (فو و همکاران،[۴۶] ۲۰۱۹). جدول در پیوست ارائه شده است.

$$S=\max_{1\le i\le n}\sum_{j=1}^{n}Z_{ij}^{u} \qquad (۲)$$

$$X=\frac{Z}{S} \qquad (۳)$$

مرحلهٔ چهارم: در این مرحله، ماتریس روابط کل فازی محاسبه شد. با استفاده از فرمول ذیل، یک ماتریس با رابطهٔ (۴) به دست آمد (چانگ و همکاران، ۲۰۱۱) که I ماتریس یکه (اعداد قطر اصلی ماتریس یک و بقیه درایه‌ها صفر) و X ماتریس کرانه های بالایی، میانه و پایینی است. جدول ماتریس روابط کل فازی در پیوست ارائه شده است.

$$M = X(I - X)^{-1} \quad (۴)$$

مرحلهٔ پنجم: اهمیت شاخص‌ها و روابط بین متغیرها محاسبه شد. ابتدا، درایه‌ها با جمع حد بالایی و پایینی به‌علاوهٔ دو برابر حد میانی تقسیم بر چهار دیفازی شد (جنگ و تسنگ، ۲۰۱۲)؛ سپس جمع سطرها و ستون‌ها به‌طور جداگانه حساب شد تا مقدار D و R به دست آمد. جدول ماتریس دیفازی‌شده به همراه محاسبهٔ مجموع سطرها (D) و ستون‌ها (R) در پیوست مقاله ارائه شده است.

$$D = \left[\sum_{j=1}^{n} t_{ij}\right]_{n\times 1} = [t_i]_{n\times 1} = [d_i]_{n\times 1} \quad (۵)$$

$$R = \left[\sum_{i=1}^{n} t_{ij}\right]_{1\times n} = [t_j]_{n\times 1} = [r_j]_{n\times 1} \quad (۶)$$

برای تعیین اهمیت شاخص‌ها و رابطهٔ معیارها، مقدار D+R و مقدار D-R محاسبه شد. اگر D-R> 0 باشد، شاخص تأثیرگذار است و اگر D-R<0 باشد، شاخص تأثیرپذیر است (چانگ و همکاران، ۲۰۱۱). در جدول شمارهٔ ۲، محاسبهٔ بردار برتری (D+R) و بردار ارتباط (D-R) نشان داده شده است.

جدول ۲- بردار برتری و بردار ارتباط

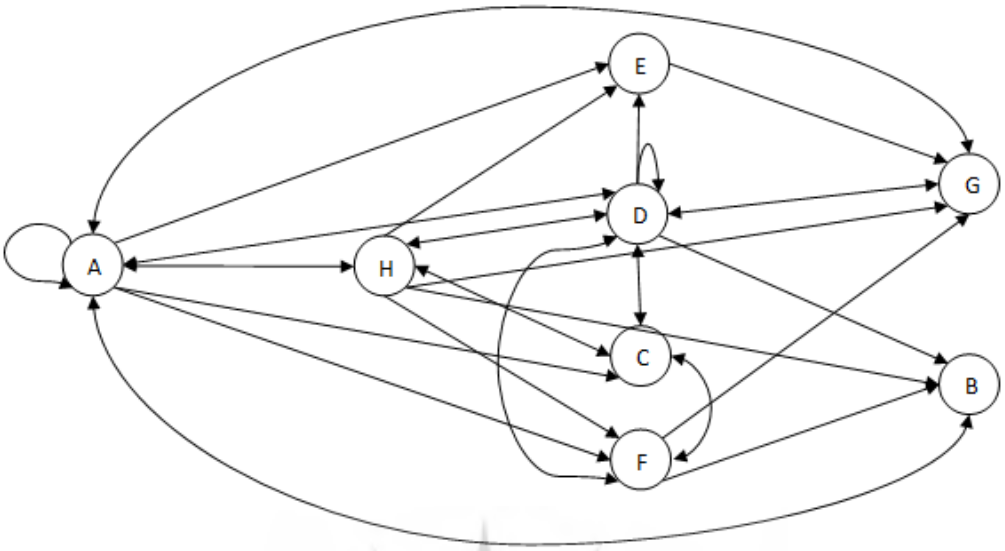
	A	B	C	D	E	F	G	H
D+R	-۵/۴۶۱	-۷/۱۳۳	-۶/۵۱۵	-۵/۶۰۴	-۷/۳۸۱	-۶/۹۳۶	-۶/۵۶۶	-۶/۱۳۴
D-R	۰/۸۴۴	-۰/۹۳۴	-۰/۰۸۸	۰/۳۰۸	-۰/۰۳۳	-۰/۰۶۸	-۰/۶۵۸	۰/۶۳۰

مرحلهٔ ششم: ماتریس روابط علت و معلولی محاسبه شد. ابتدا، ارزش آستانه با میانگین‌گیری کلی از ماتریس دیفازی محاسبه شد. مقدار ارزش آستانه، ۰/۴۰۴ است. در گام بعدی هر کدام از درایه‌های ماتریس دیفازی اگر بزرگ‌تر یا مساوی ارزش آستانه بود، به آن مقدار یک؛ در غیر این صورت، مقدار صفر تخصیص داده شد. جدول شمارهٔ ۳، ماتریس به‌دست‌آمده از روابط شاخص‌هاست.

جدول ۳- ماتریس روابط شاخص‌ها

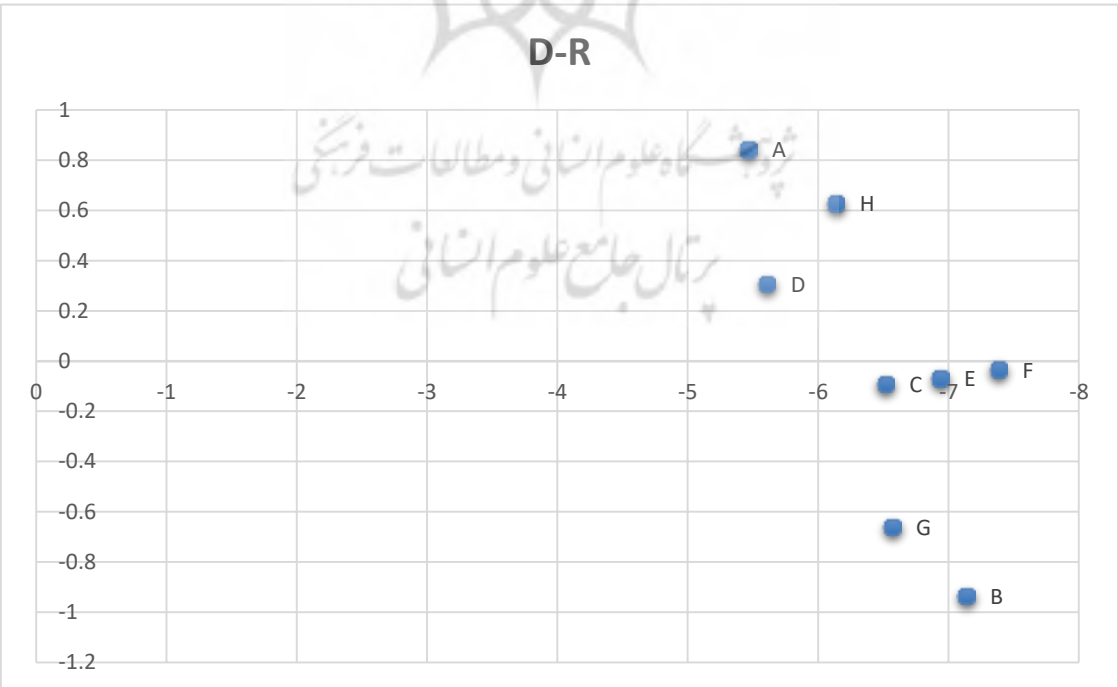
	A	B	C	D	E	F	G	H
A	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
B	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
C	۰	۱	۰	۱	۰	۰	۱	۱
D	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
E	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۰
F	۰	۱	۰	۱	۰	۰	۱	۰
G	۰	۰	۰	۱	۰	۰	۰	۰
H	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۰

مرحلهٔ هفتم: روابط علت و معلولی به‌صورت شکل شمارهٔ ۲ ترسیم شد. همچنین، گراف جهت تحلیل در شکل شمارهٔ ۳ نمایش داده شد. با توجه به شکل شمارهٔ ۳، شاخص A بیشترین تعامل را با دیگر شاخص‌ها داشت. همچنین، شاخص B تأثیرپذیرترین شاخص بود.



شکل ۲- مدل علت و معلولی استخراج‌شدهٔ شاخص‌ها با توجه به نظرات خبرگان

در نمودار ذیل، محور افقی (D-R)، نشان‌دهندهٔ اهمیت معیارها و محور عمودی (D+R)، نشان‌دهندهٔ تأثیرپذیری و تأثیرگذاری معیارهاست (جنگ و تسنگ، ۲۰۱۲).



شکل ۳- گراف نهایی ترتیب نفوذ عوامل بر یکدیگر

۵. بحث

گراف و مدل ساختاری به‌دست‌آمده از این پژوهش، روابط علت و معلولی، وابستگی و ارتباط متقابل بین هشت شاخص مؤثر در حوزهٔ صنایع غذایی را نشان می‌دهد. یافته‌ها، درک ما را از روابط ساختاری موجود بین این شاخص‌ها و تأثیر آنها بر یکدیگر، عمیق‌تر می‌کند. با توجه به گراف به‌دست‌آمده در پژوهش، شاخص جلوگیری از ضایعات مواد غذایی (A) به‌علت داشتن D+R بزرگ‌تر، بیشترین تعامل را با دیگر شاخص‌ها دارد. بر این اساس، گفتنی است شاخص جلوگیری از ضایعات مواد غذایی برای بهبود کارایی و بهره‌وری خود، نیازمند همکاری و هماهنگی دیگر شاخص‌هاست؛ مثلاً برای کاهش ضایعات مواد غذایی در زنجیره تأمین باید در هر زمان، بتوان محصول را ردیابی کرد. اگر شاخص ضایعات مواد غذایی، کارایی زیادی داشته باشد، وضعیت مؤثری برای امنیت غذایی و پایداری محیط زیست است. سه شاخص ضایعات مواد غذایی (A)، شناسایی سریع محصولات ارگانیک (D) و متعادل‌سازی فرایند قیمت‌گذاری (H)، به‌علت داشتن D+R بالاتر، شاخص تأثیرگذار (علت) محسوب می‌شود. این شاخص‌ها به‌علت ارتباط و تأثیرگذاری بیشتر بر دیگر شاخص‌ها، زمینه را برای تحقق شاخص‌های تأثیرپذیر (معلول) فراهم می‌کند.

شاخص قرارداد هوشمند (B) به‌علت داشتن کمترین مقدار D+R تأثیرپذیرترین شاخص است. قرارداد هوشمند، یک شیوه‌نامهٔ رایانه‌ای است که قراردادی واقعی را شبیه‌سازی می‌کند؛ به همین علت برای انجام‌دادن وظایف و دریافت اطلاعات خود به‌صورت ورودی باید با دیگر شاخص‌ها همکاری داشته باشد. بعد از شاخص قرارداد هوشمند، شاخص ذخیرهٔ دائمی و ایمن اطلاعات (G) نسبت به دیگر شاخص‌ها، تأثیرپذیرتر است. این شاخص نیز نیازمند دریافت داده و اطلاعات از دیگر شاخص‌هاست؛ بنابراین، تأثیرپذیری زیادی دارد. شاخص قابلیت ردیابی و جلوگیری از تقلب (F) به‌علت داشتن D-R بالاتر، مؤثرترین شاخص نسبت به شاخص‌های دیگر است و بعد از آن، شاخص هماهنگی زنجیره تأمین و کاهش هزینه‌ها (E) در رتبهٔ بعدی قرار دارد. این دو شاخص نسبت به دیگر شاخص‌ها، اهمیت بیشتری دارد. با توجه به یافته‌های این پژوهش و درخواست بیشتر مصرف‌کنندگان برای آگاهی از منشأ محصول و اهمیت زیاد این شاخص، صنایع غذایی نیازمند سیستم ردیابی مطمئنی است. این امر به کمک بلاکچین امکان‌پذیر می‌شود. یافته‌ها نشان می‌دهد شاخص ردیابی و جلوگیری از تقلب، محرکی اصلی برای پذیرش بلاکچین در حوزهٔ صنایع غذایی است. توانایی بلاکچین در قابلیت ردیابی محصول، اصالت و انجام دادن معاملات در زمان واقعی، باعث بهبود مؤثری در قابلیت ردیابی مواد غذایی می‌شود. قابلیت ردیابی، تأثیر مثبتی بر کیفیت، ایمنی و پایداری مواد غذایی دارد. برخورداری و دسترسی به اطلاعات معتبر، اطمینان و شفافیت را افزایش می‌دهد. بلاکچین، فنّاوری‌ای است که در این زمینه، قابلیت زیادی دارد. داده‌ها در بلاکچین در یک پایگاه دادهٔ مشترک و توزیع‌شده ذخیره می‌شود. همین امر، مشکلات مربوط به پایگاه داده‌های متمرکز را از بین می‌برد و دسترسی و شفافیت اطلاعات را بهبود می‌بخشد. این ویژگی‌ها باعث تقویت شاخص ذخیرهٔ دائمی و ایمن اطلاعات می‌شود. این پژوهش با مشخص‌کردن روابط ساختاری، متقابل و شاخص‌های تأثیرگذار و تأثیرپذیر و تأثیر مثبتی که هر کدام از این شاخص‌ها از بلاکچین دریافت می‌کند، مدیران را به اجرای بلاکچین در صنایع غذایی تشویق می‌کند. همچنین، این مطالعه اهمیت اجرای بلاکچین را برای تقویت این شاخص‌ها نشان می‌دهد. دستاوردهای این پژوهش نشان می‌دهد صنایع غذایی، مزایای زیادی از اجرای بلاکچین دریافت می‌کند. کامبل و همکاران (۲۰۲۰) در

پژوهشی، روابط علت و معلولی سیزده معیار برای اجرای بلاکچین را در زنجیره تأمین کشاورزی بررسی کردند. آنها به این نتیجه رسیدند که قابلیت ردیابی، مهم ترین علت برای اجرای بلاکچین در زنجیره تأمین کشاورزی است. این نتیجه گیری را پژوهش حاضر نیز تأیید کرد و براساس آن، شاخص ردیابی و جلوگیری از تقلب، مؤثرترین شاخص برای به‌کارگیری بلاکچین در صنایع غذایی است.

۶. نتیجه‌گیری

فنّاوری بلاکچین، به‌تازگی در حوزهٔ صنایع غذایی و زنجیره تأمین ظهور کرده است. حوزهٔ صنایع غذایی به‌علت ارتباط مستقیم با سلامتی انسان‌ها، حساسیت و اهمیت بسیاری دارد. بلاکچین، راه حلی است که با تأثیر مثبت بر شاخص‌هایی همچون قابلیت ردیابی و جلوگیری از تقلب و شاخص هماهنگی زنجیره تأمین و کاهش هزینه‌ها، به افزایش یکپارچگی و بهره‌وری در صنایع غذایی کمک می‌کند. همچنین، زنجیره تأمین با بهره‌بردن از ویژگی‌های بلاکچین برای ذی‌نفعان خود، مزیت رقابتی کسب می‌کند. براساس نظر کارشناسان، قابلیت ردیابی، یعنی یک قدم عقب‌تر و یک قدم جلوتر را بتوان ردیابی و کل تاریخچهٔ محصول را از مزرعه تا میز غذا بررسی کرد. سیستم ردیابی قابل اعتماد به بهبود کیفیت، ایمنی و جلوگیری از تقلب در مواد غذایی کمک زیادی می‌کند. صنایع غذایی، نیازمند یک سیستم ردیابی مطمئن با اطلاعات درست، مطمئن و شفاف است که این امر به کمک بلاکچین امکان‌پذیر می‌شود.

یافته‌ها نشان می‌دهد شاخص ردیابی و جلوگیری از تقلب، مؤثرترین معیار نسبت به دیگر شاخص‌های این پژوهش است و قدرت نفوذ زیادی بر دیگر شاخص‌ها دارد. همچنین، با تأثیر مثبتی که از بلاکچین دریافت می‌کند، حوزهٔ صنایع غذایی را ازلحاظ یک سیستم ردیابی ایمن و قابل اعتماد بی‌نیاز می‌کند. این پژوهش بیان می‌کند که وجود یک سیستم ردیابی مطمئن در صنایع غذایی چقدر بر بهبود کارایی دیگر شاخص‌های این حوزه مؤثر است. این مطالعه جزء نخستین کوشش‌ها برای بررسی روابط علت و معلولی چندین شاخص در حوزهٔ صنایع غذایی با کاربرد بلاکچین است. با توجه به نتایج، ردیابی، یک عنصر بسیار مهم و حیاتی در حوزهٔ صنایع غذایی و کشاورزی است؛ بنابراین، با کمک بلاکچین با تقویت این شاخص، حوزهٔ صنایع غذایی را می‌توان متحول و مطمئن‌تر کرد. با بهبود شاخص ردیابی، بازسازی تاریخچهٔ محصول در هر زمان و مکانی امکان‌پذیر می‌شود. این شاخص، قابلیت بهبود در کیفیت، ایمنی مواد غذایی و جلوگیری از ضایعات آن را دارد. همچنین، ازلحاظ اجتماعی و اقتصادی در این حوزه، بهبودهایی را امکان‌پذیر می‌کند؛ برای نمونه، به افزایش اعتماد به اصالت محصول و حمایت از مصرف‌کنندگان کمک می‌کند و در صورت وجود منبع آلوده با شناسایی سریع و پیوند شیوع به منبع بیماری، صدمات به زنجیرهٔ تأمین غذایی را محدود می‌کند؛ درنتیجه، از صدمه‌ها و افزایش هزینه‌های اضافی جلوگیری می‌کند. بلاکچین، جریان اطلاعات و انتقال داده را سرعت می‌بخشد و در کسری از ثانیه، تاریخچهٔ یک محصول را بررسی می‌کند. داشتن این قابلیت به افزایش امنیت مواد غذایی و کاهش تولید و توزیع محصول با کیفیت نامطلوب کمک می‌کند. همچنین، پیاده‌سازی بلاکچین در زنجیره تأمین مواد غذایی، مسئولیت‌پذیری و یکپارچگی داده‌ها را بهبود می‌بخشد. بلاکچین، روشی برای حل مسائل قابلیت ردیابی و در عین حال، دستیابی به شفافیت است؛ فنّاوری‌ای که داده‌ها را به‌ترتیب زمانی، ذخیره و دست‌کاری آن را غیرممکن می‌کند. علاوه بر این، فنّاوری مذکور،

این امکان را برای کلیّهٔ طرف‌های درگیر فراهم می‌کند که مکان فعلی محصول را بررسی کنند. همچنین، بـرای همـهٔ شرکت‌کنندگان، شفافیت ایجاد کند. با توجه به تکنیک تغییرناپذیری داده‌ها، این فنّاوری، سطح بی‌نظیری از اعتبـار را ایجاد می‌کند. نتایج این پژوهش با تمرکز بر روابط علت و معلولی شاخص‌ها و کاربرد بلاکچین در صنایع غذایی بـه کسب مزیت رقابتی کمک می‌کند.

از دیدگاه روش‌شناختی، این پژوهش به‌علت اندک‌بودن خبرگان آگاه به فنّاوری بلاکچـین در کشـور، بـه ارسـال پرسش‌نامه به چندین خبره محدود شد. بلاکچین در کشور پیاده‌سازی نشده است؛ بنابراین، انجام‌دادن آزمایش مـدل در کشور امکان‌پذیر نبود. همچنین اعتبار داده‌ها زیر نظر خبرگان محدود شد.

References

- Azzi, R., Chamoun, K., and Sokhn, M. (2019). "The Power of a Blockchain-Based Supply Chain". *Computers and Industrial Engineering*, 135: 582-592.
- Aung, M.M., and Chang, Y.S. (2014). "Traceability in a Food Supply Chain: Safety and Quality Perspectives". *Food Control*, 39: 172-184.
- Bechtsis, D., Tsolakis, N., Bizakis, A., and Vlachos, D. (2019). "A Blockchain Framework for Containerized Food Supply Chains". *Computer Aided Chemical Engineering*, l46: 1369-1374.
- Behnke, K., and Janssen, M.F.W.H.A. (2020). "Boundary Conditions For Traceability in Food Supply Chains Using Blockchain Technology". *International Journal of Information Management*, 52, 101969. doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2019.05.025.
- Bumblauskasa, D., Mann, A., Dugan, B., and Rittmer, J. (2020). "A Blockchain Use Case In Food Distribution: Do You Know Where Your Food Has Been". *International Journal of Information Management*, 52, 102008. Doi.Org/10.1016/J.Ijinfomgt.2019.09.004.
- Burke, T. (2019). "Blockchain in Food Traceability, Mcentire, J. Introducing the Drivers and Complexities to Tracing Foods". *Food Traceability from Binders to Blockchain.* Switzerland: Springer International Publishing. 133-143. https://doi.org/10.1007/978-3-030-10902-8.
- Chang, B., Chang, C.W. (2011). "Fuzzy Dematel Method for Developing Supplier Selection Criteria". *Expert Systems With Applications*, 38(3): 1850-1858.
- Chen, C., Chaudhary, A., and Mathys, A. (2020). "Nutritional And Environmental Losses Embedded in Global Food Waste". *Resources, Conservation and Recycling*, 160, 104912. doi.org/10.1016/j.resconrec.2020.104912.
- Perboli, G., Rosano D.M., and Colonna S. (2018) *Blockchain opportunities in automotive market-spare parts case study*. MS Thesis. POLITECNICO DI TORINO. webthesis.biblio.polito.it
- Creydt, M., and Fischer, M. (2019). "Blockchain and More-Algorithm Driven Food Traceability". *Food Control Journal*, 105: 45-51.
- Dolgui, A., Ivanov, D., Potryasaev, S., Sokolov, B., Ivanova, M., and Werner, F. (2020). "Blockchain-Oriented Dynamic Modelling Of Smart Contract Design And Execution In The Supply Chain". *International Journal of Production Research*, 58(7): 2184-2199.
- Dua, W.D., Panb, S.L., Leidnerc, D.E., and Yinga, W. (2019). "Affordances, Experimentation and Actualization Of Fintech: A Blockchain Implementation Study". *Journal of Strategic Information Systems*, 28(1): 50-65.
- Duan, J., Zhang, CH., Gong, Y., Brown, S., and Li, ZH. (2020). "A Content-Analysis Based Literature Review in Blockchain Adoption Within Food Supply Chain". *International Journal of Environmental Research and Public Health.* 17(5), 1784. Doi:10.3390/Ijerph17051784.
- 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". *Journal of Cleaner Production*, 260, 121031. Doi.Org/10.1016/J.Jclepro.2020.121031.

- Fu, X.M., Wang, N., Jiang, S.S., Yang, F., Li, J.M., and Wang. C.Y. (2019). "A Research on Influencing Factors on the International Cooperative Exploitation For Deep-Sea Bioresources Based on The Ternary Fuzzy Dematel Method". *Future Generation Computer Systems*, 172: 55-63.
- Galvez, J.F., Mejuto, J.C., and Gandara, S. (2018). "Future Challenges on the Use of Blockchain For Food Traceability Analysis". *Trac Trends in Analytical Chemistry*, 107, 222-232.
- Graham-Row, E., Jessop, D.C., and Sparks, P. (2014). "Identifying Motivations and Barriers to Minimising Household Food Waste". *Resources, Conservation and Recycling*, 84: 15-23.
- Ganne, E. (2018). *Can Blockchain Revolutionize International Trade?*. Geneva: World Trade Organization.
- Ge, L., Brewster ,C., Spek, J., Smeenk, A., Top, J., Van Diepen, F., Klaase, B., Conny, G., and De Wildt, M.D.R. (2017). Blockchain for Agriculture and Food :Findings from the Pilot Study. (No 112-2017). Wageningen: Wageningen Economic Research.
- Gustavsson, J., Cederberg, C., Sonesson, U., Van Otterdijk, R., and Meybeck, A. (2011). *Global food losses and food waste*. Extent, Causes and Prevention. FAO, Rome.
- Helo, P., and Hao, Y. (2019). "Blockchains in Operations and Supply Chains: A Model and Reference Implementation". *Computers and Industrial Engineering*, 136: 242-251.
- Holmberg, A., and Aquist, R. (2018). *Blockchain Technology in Food Supply Chains*. Master Thesis, Faculty of Health Science and Technology, Karlstad University.
- Jeng, D.J.F., and Tzeng, G.H. (2012). "Social Influence on the Use of Clinical Decision Support Systems: Revisiting the Unified Theory of Acceptance and Use of Technology by the Fuzzy Dematel Technique". *Computers and Industrial Engineering*, 62(3): 819-828.
- Kamble, S., Gunasekaran, A., and Arha, H. (2019). "Understanding the Blockchain Technology Adoption in Supply Chains-Indian Context". *International Journal of Production Research* , 57(7): 2009-2033.
- Kambel, S.S., Gunasekaran, A., and Sharma, R. (2020). "Modeling The Blockchain Enabled Traceability in Agriculture Supply Chain". *International Journal of Information Management*, 52, 101967. doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2019.05.023.
- Kamilaris, A., Fonts, A., and Prenafeta-Boldu, F.X. (2019). "The Rise of Blockchain Technology in Agriculture Food Supply Chains". *Trends in Food Science and Technology*, 91, 640-652.
- Kouhizadeh, M., and Sarkis, J. (2018). "Blockchain Practices, Potentials, and Perspectives in Greening Supply Chains. *Sustainability*, 10(10): 1-16.
- Kshetri, N. (2018). "Blockchain's Roles in Meeting Key Supply Chain Management Objectives". *International Journal of Information Management*, 39: 80-89.
- Lin, Q., Wang, H., Pei, X., and Wang, J. (2019). "Food Safety Traceability System Based on Blockchain and Epcis". *IEEE*, 7: 20698-20707.
- Mao, D., Hao, Z., Wang, F., and Li, H. (2018). "Innovative Blockchain-Based Approach for Sustainable and Credible Environment in Food Trade: A Case Study in Shandong Province, China". *Sustainability*, 10(9): 1-17.
- Mondal, S., Wijewardena, K., Karuppuswami, S., Kriti, N., Kumar, D., and Chahal, P. (2019). "Blockchain Inspired Rfid Based Information Architecture for Food Supply Chain". *IEEE Internet of Things Journal*, 6(3): 5803-5813.
- Perboli, G., Rosano D.M., and Colonna S. (2018) *Blockchain opportunities in automotive market-spare parts case study*. MS Thesis. POLITECNICO DI TORINO. webthesis.biblio.polito.it.
- Prashar, D., Jha, N., Jha, S., Lee, Y., and Prasad Joshi, G. (2020). "Blockchain-Based Traceability and Visibility for Agricultural Products: A Decentralized Way of Ensuring Food Safety in India". ***Sustainability***, ***12***(8): 3497. Doi.Org/10.3390/10/Su12083497.
- Queiroz, M.M., and Wamba, S.F. (2019). "Blockchain Adoption Challenges in Supply Chain: An Empirical Investigation of the Main Drivers in India and The Usa". *International Journal of Information Management*, 46: 70-82.

- Saberi, S., Kouhizadeh, M., Sarkis, J., and Shen, L. (2019). "Blockchain Technology and Its Relationships to Sustainable Supply Chain Management". *International Journal of Production Research*, 57(7): 2117-2135.
- Sander, F., Semeijn, J., and Mahr, D. (2018). "The Acceptance Of Blockchain Technology in Meat Traceability and Transparency". *British Food Journal*, 120(9): 2066-2079.
- Sadouskaya, K. (2017). *Adoption of Blockchain Technology in Supply Chain and Logistics*. Bachelor's Thesis, South-Eastern Finland University of Applied Sciences.
- Salah, K., Nizamuddin, N., Jayaraman, R., and Omar, M. (2019). "Blockchain-Based Soybean Traceability in Agricultural Supply Chain". *IEEE*, 7: 73295-73305.
- Sybele Hossain, S., Rapalis, G., and Kajtaz, M. (2019). *Traceability in the Food Industry, How Can Blockchain Technology Benefit Food Traceability Within the Supply Chain*. Master Thesis, Lund School of Economics and Management, Lund University.
- Tao, Q., Cui, X., Huang, X., Leigh, M.A., and Gu, H. (2019). "Food Safety Supervision System Based on Hierarchical Multi-Domain Blockchain Network". *IEEE*, 7: 51817-51826.
- Tian, F. (2018). *An Information System for Food Safety Monitoring in Supply Chains Based on Haccp, Blockchain And Internet Of Things*. Doctoral Thesis, University Of Economics and Business, Wu Vienna.
- Tijan, E., Aksentijevic, S., Ivanic, K., and Jardas, M. (2019). "Blockchain Technology Implementation in Logistics". *Sustainability*, 11(4): 1-13.
- Treiblmaier, H. (2018). "The Impact of the Blockchain on the Supply Chain: A Theory-Based Research Framework and A Call for Action". *Supply Chain Management*, 23(6): 545-559.
- Vaio, A., and Varriale, L. (2020). "Blockchain Technology In Supply Chain Management for Sustainable Performance: Evidence From the Airport Industry". *International Journal of Information Management*, 52, 102014. oi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2019.09.010.
- Vegas Villalmanzo, I. (2018). *Blockchain: Applications, Effects and Challenges in Supply Chains*. Master of Science Thesis, Industrial Engineering, Tampere University of Technology.
- Venkatesh, V.G., Kang, K., Wang, B., Zhong, Y.R., and Zhang, A. (2020). "System Architecture for Blockchain Based Transparency of Supply Chain Social Sustainability". *Robotics and Comouter-Integrated Manufacturing*. 63, 101896.
- Wang, Y., Singgih, M., Wang, J., and Rit, M. (2019). "Making Sense of Blockchain Technology: How Will It Transform Supply Chains?" *International Journal of Production Economics*, 211: 221-236.
- WEHNER, N. (2018). *SUSTAINABILITY CERTIFICATION GOES BLOCKCHAIN A CASE STUDY ON THE ADDED IMPACT OF BLOCKCHAIN ON THIRDPARTY SUSTAINABILITY CERTIFICATION*. IIIEE MASTER THESIS, LUND UNIVERSITY
- Westerkamp, M., Victor, F., and Kupper, A. (2020). "Tracing Manufacturing Processes Using Blockchain-Based Token Compositions". *Digital Communications and Networks*, 6(2): 167-176.
- Yadav, S., and Prakash Singh, S. (2020). "Blockchain Critical Success Factors For Sustainable Supply Chain. Resources", *Conservation and Recycling*, 152, 104505. doi.org/10.1016/j.resconrec.2019.104505.
- Yoo, M., and Won, Y. (2018). "A Study on the Transparent Price Tracing System in Supply Chain Management Based on Blockchain". *Sustainability*, 10(11): 1-15.
- Yoon, J., Talluri, S., Yildiz, H., and Chwen, S. (2020). "The value of Blockchain technology implementation in international trades under demand volatility risk". *International Journal of Production Research*, 58(7): 2163-2183.
- Zhao, G., Liu, SH., Lopes, C., Lu, H., Elgueta, S., Chen, H., and Boshkoska, B.M. (2019). "Blockchain Technology in Agri-Food Value Chain Management: A Synthesis ff Applications, Challenges and Future Research Directions". *Copputers in Industry*, 109, 83-99.

پیوست

جدول الف- مشخصات خبرگان و کارشناسان

متغیر	گروه	فراوانی	درصد
جنسیت	مرد	۱۸	%۹۴/۷
	زن	۱	%۵/۳
میزان تحصیلات	فرا دکتری	۱	%۵/۳
	دکتری	۱۳	%۶۸/۴
	کارشناسی ارشد	۵	%۲۶/۳
سابقهٔ خدمت	بالای ۱۰ سال	۴	%۲۱/۱
	بین۵ تا ۱۰	۵	%۲۶/۳
	کمتر از۵ سال	۶	%۳۱/۵
	نامشخص	۴	%۲۱/۱
پست سازمانی	استادان دانشگاه	۱۲	%۶۳/۱
	کارشناسان و مدیران	۴	%۲۱/۱
	نامعلوم	۳	%۱۵/۸
جمع کل		۱۹نفر	۱۰۰

جدول ب- عبارت کلامی فازی چانگ

عبارت‌های کلامی	مقدار تأثیر	اعداد فازی مثلثی
بدون تأثیر	۰	(۰/۲۵,۰,۰)
تأثیر کم	۱	(۰/۵,۰/۲۵,۰)
تأثیر متوسط	۲	(۰/۷۵,۰/۵,۰/۲۵)
تأثیر زیاد	۳	(۱,۰/۷۵,۰/۵)
تأثیر خیلی زیاد	۴	(۱,۱,۰/۷۵)

جدول پ- میانگین نظرات خبرگان

میانگین	A			B			C			D			E			F			G			H		
A	۰	۰	۰/۰۴۶	۰/۲۳۶	۰/۱۱۸	۰/۴۷۳	۰/۲۵	۰/۱۱۸	۰/۵۵۲	۰/۳۱۵	۰/۱۸۴	۰/۶۱۸	۰/۴۲۱	۰/۲۶۳	۰/۵۲۶	۰/۳۱۵	۰/۱۸۴	۰/۴۴۷	۰/۲۱۰	۰/۱۳۱	۰/۶۴۴	۰/۴۲۱	۰/۲۵
B	۰/۶۱	۰/۴۲	۰/۲	۰	۰	۰	۰/۸۹۴	۰/۷۶۳	۰/۵۳۹	۰/۷۵	۰/۵۵۲	۰/۳۴۲	۰/۸۹۴	۰/۷۷۶	۰/۵۲۶	۰/۸۲۸	۰/۶۵۷	۰/۴۳۴	۰/۷۷۶	۰/۵۷۸	۰/۳۶۸	۰/۷۷۶	۰/۵۵۲	۰/۳۲۸
C	۰/۵۶۵	۰/۳۴۲	۰/۱۷۱	۰/۵۹۲	۰/۷۶۳	۰/۳۹۴	۰	۰	۰	۰/۵۳۹	۰/۲۸۹	۰/۱۵۷	۰/۸۱۵	۰/۶۳۱	۰/۳۹۴	۰/۶۱۸	۰/۳۶۸	۰/۱۷۱	۰/۶۷۱	۰/۴۳۴	۰/۲۲۳	۰/۷۵	۰/۵۳۹	۰/۳۰۲
D	۰/۶۵۷	۰/۴۲۱	۰/۲۵	۰/۳۸۱	۰/۵۹۲	۰/۲۲۳	۰/۴۴۷	۰/۱۹۷	۰/۱۰۵	۰	۰	۰	۰/۵۹۲	۰/۳۴۲	۰/۱۷۱	۰/۷۲۳	۰/۵۳۹	۰/۳۵۵	۰/۵۱۳	۰/۲۷۶	۰/۱۳۱	۰/۶۰۵	۰/۳۵۵	۰/۱۴۴
E	۰/۷۷۶	۰/۶۱۸	۰/۴۰۷	۰/۵۲۶	۰/۷۲۳	۰/۳۲۸	۰/۸۰۲	۰/۵۹۲	۰/۳۴۲	۰/۶۵۷	۰/۴۳۴	۰/۲۵	۰	۰	۰	۰/۷۸۹	۰/۷۵	۰/۵۳۹	۰/۳۱۵	۰/۶۰۵	۰/۸۲۸	۰/۶۴۴	۰/۳۱۵	۰/۳۹۴
F	۰/۶۸۴	۰/۴۸۶	۰/۳۰۲	۰/۶۹۷	۰/۴۸۶	۰/۲۷۶	۰/۷۲۳	۰/۴۸۶	۰/۲۶۳	۰/۷۷۶	۰/۶۰۵	۰/۴۰۷	۰/۷۳۶	۰/۵۳۹	۰/۳۱۵	۰	۰	۰	۰/۷۷۶	۰/۵۹۲	۰/۳۸۱	۰/۶۷۱	۰/۴۲۱	۰/۲۲۳
G	۰/۶۳۱	۰/۴۰۷	۰/۲۶۳	۰/۶۷۱	۰/۴۸۶	۰/۲۸۹	۰/۷۱۰	۰/۴۷۳	۰/۲۳۶	۰/۶۹۷	۰/۵	۰/۲۸۹	۰/۷۸۹	۰/۶۰۵	۰/۳۸۱	۰/۹۴۷	۰/۷۸۹	۰/۵۵۲	۰	۰	۰	۰/۶۵۷	۰/۴۳۴	۰/۲۲۳
H	۰/۶۳۱	۰/۳۹۴	۰/۱۹۷	۰/۵۹۲	۰/۳۸۱	۰/۲۱۰	۰/۶۳۱	۰/۴۰۷	۰/۱۹۷	۰/۴۶۰	۰/۲۲۳	۰/۰۹۲	۰/۷۶۳	۰/۵۷۸	۰/۳۴۲	۰/۵۷۸	۰/۳۲۸	۰/۱۴۴	۰/۴۶۰	۰/۲۲۳	۰/۰۹۲	۰	۰	۰

جدول ه- ماتریس نرمالیزه

نرمالیزه	A			B			C			D			E			F			G			H		
A	۰	۰	۰	۰/۱۶۶	۰/۰۸۵	۰/۰۴۲	۰/۱۷۱	۰/۰۹۰	۰/۰۴۲	۰/۲	۰/۱۱۴	۰/۰۶۶	۰/۲۲۳	۰/۱۵۲	۰/۰۹۵	۰/۱۹۰	۰/۱۱۴	۰/۰۶۶	۰/۱۶۱	۰/۰۷۶	۰/۰۴۷	۰/۲۳۳	۰/۱۵۲	۰/۰۹۰
B	۰/۲۴۲	۰/۱۶۱	۰/۰۸۰	۰	۰	۰	۰/۳۲۳	۰/۲۷۶	۰/۱۹۵	۰/۲۷۱	۰/۲	۰/۱۲۳	۰/۳۲۳	۰/۲۸۰	۰/۱۹۰	۰/۳	۰/۲۳۸	۰/۱۵۷	۰/۲۸۰	۰/۲۰۹	۰/۱۳۳	۰/۲۸۰	۰/۲	۰/۱۱۹
C	۰/۲۰۴	۰/۱۲۳	۰/۰۶۱	۰/۲۷۶	۰/۲۱۴	۰/۱۴۲	۰	۰	۰	۰/۱۹۵	۰/۱۰۴	۰/۰۵۷	۰/۲۹۵	۰/۲۲۸	۰/۱۴۲	۰/۲۲۳	۰/۱۳۳	۰/۰۶۱	۰/۲۴۲	۰/۱۵۷	۰/۰۸۰	۰/۲۷۱	۰/۱۹۵	۰/۱۰۹
D	۰/۲۳۸	۰/۱۵۲	۰/۰۹۰	۰/۲۱۴	۰/۱۳۸	۰/۰۸۰	۰/۱۶۱	۰/۰۷۱	۰/۰۳۸	۰	۰	۰	۰/۲۱۴	۰/۱۲۳	۰/۰۶۱	۰/۲۶۱	۰/۱۹۵	۰/۱۲۸	۰/۱۸۵	۰/۱	۰/۰۴۷	۰/۲۱۹	۰/۱۲۸	۰/۰۵۲
E	۰/۲۸۰	۰/۲۲۳	۰/۱۴۷	۰/۲۶۱	۰/۱۹۰	۰/۱۱۹	۰/۲۹۰	۰/۲۱۴	۰/۱۲۳	۰/۲۳۸	۰/۱۵۷	۰/۰۹۰	۰	۰	۰	۰/۲۸۵	۰/۲۱۹	۰/۱۴۲	۰/۲۷۱	۰/۱۹۵	۰/۱۱۴	۰/۳	۰/۲۳۳	۰/۱۴۲
F	۰/۲۴۷	۰/۱۷۶	۰/۱۰۹	۰/۲۵۲	۰/۱۷۶	۰/۱	۰/۲۶۱	۰/۱۷۶	۰/۰۹۵	۰/۲۸۰	۰/۲۱۹	۰/۱۴۷	۰/۲۶۶	۰/۱۹۵	۰/۱۱۴	۰	۰	۰	۰/۲۸۰	۰/۲۱۴	۰/۱۳۸	۰/۲۴۲	۰/۱۵۲	۰/۰۸۰
G	۰/۲۲۸	۰/۱۴۷	/۰۹۵	۰/۲۴۲	۰/۱۷۶	۰/۱۰۴	۰/۲۵۷	۰/۱۷۱	۰/۰۸۵	۰/۲۵۲	۰/۱۸۰	۰/۱۰۴	۰/۲۸۵	۰/۲۱۹	۰/۱۳۸	۰/۳۴۲	۰/۲۸۵	۰/۲	۰	۰	۰	۰/۲۳۸	۰/۱۵۷	۰/۰۸۰
H	۰/۲۲۸	۰/۱۴۲	۰/۰۷۱	۰/۲۱۴	۰/۱۳۸	۰/۰۷۶	۰/۲۲۸	۰/۱۴۷	۰/۰۷۱	۰/۱۶۶	۰/۰۸۰	۰/۰۳۳	۰/۲۷۶	۰/۲۰۹	۰/۱۲۳	۰/۲۰۹	۰/۱۱۹	۰/۰۵۲	۰/۱۶۶	۰/۰۸۰	۰/۰۳۳	۰	۰	۰

جدول د- ماتریس روابط کل فازی

M	A			B			C			D			E			F			G			H		
A	۰/۱۳۴	-۰/۶۱۶	-۰/۳۷۷	۰/۱۷۴	-۰/۵۳۱	-۰/۲۲۷	۰/۱۷۱	-۰/۵۴۴	-۰/۲۳۷	۰/۱۸۶	-۰/۴۷۸	-۰/۲۰۰	۰/۲۵۲	-۰/۶۱۰	-۰/۲۳۴	۰/۲۱۸	-۰/۵۸۸	-۰/۲۴۳	۰/۱۶۶	-۰/۵۰۳	-۰/۲۲۵	۰/۲۱۹	-۰/۵۲۶	-۰/۲۱۰
B	۰/۳۶۲	-۱/۰۲۸	-۰/۳۴۰	۰/۲۹۲	-۱/۱۴۸	-۰/۵۲۱	۰/۴۵۴	-۰/۹۶۰	-۰/۲۹۳	۰/۳۸۲	-۰/۹۲۵	-۰/۳۰۲	۰/۵۲۶	-۱/۱۷۲	-۰/۳۴۱	۰/۴۷۷	-۱/۱۰۵	-۰/۳۳۶	۰/۳۸۴	-۰/۹۰۵	-۰/۲۹۲۵	۰/۴۰۱	-۱/۰۷۷	-۰/۳۴۴
C	۰/۲۵۸	-۰/۸۰۳	-۰/۲۹۹	۰/۳۲۸	-۰/۷۲۳	-۰/۲۴۱	۰/۲۰۴	-۰/۹۱۹	-۰/۴۷۱	۰/۲۴۲	-۰/۷۶۰	-۰/۲۸۹	۰/۳۸۲	-۰/۹۰۱	-۰/۲۸۵	۰/۲۹۷	-۰/۸۹۸	-۰/۳۱۴	۰/۲۶۰	-۰/۷۱۰	-۰/۲۵۴	۰/۳۰۶	-۰/۸۰۸	-۰/۲۸۰
D	۰/۲۳۳	-۰/۵۷۹	-۰/۲۲۰	۰/۲۲۲	-۰/۵۸۶	-۰/۲۳۱	۰/۱۸۵	-۰/۶۵۴	-۰/۲۷۹	۰/۱۴۵	-۰/۶۶۳	-۰/۳۹۷	۰/۲۴۶	-۰/۷۴۵	-۰/۲۸۰	۰/۲۹۲	-۰/۶۳۰	-۰/۲۳۳	۰/۱۸۵	-۰/۵۶۹	-۰/۲۴۱	۰/۲۰۱	-۰/۶۴۹	-۰/۲۵۸
E	۰/۳۷۷	-۰/۸۷۲	-۰/۲۹۱	۰/۳۵۴	-۰/۸۸۳	-۰/۲۹۲	۰/۳۵۵	-۰/۸۹۴	-۰/۲۹۰	۰/۳۱۶	-۰/۸۵۳	-۰/۳۰۰	۰/۳۱۳	-۱/۲۶۱	-۰/۵۵۹	۰/۴۱۷	-۰/۹۹۸	-۰/۳۲۰	۰/۳۲۹	-۰/۸۱۸	-۰/۲۷۷	۰/۳۷۹	-۰/۹۳۵	-۰/۳۰۶
F	۰/۳۲۴	-۰/۸۳۶	-۰/۲۹۳	۰/۳۱۶	-۰/۸۲۴	-۰/۲۷۹	۰/۳۰۷	-۰/۸۵۳	-۰/۲۹۱	۰/۳۴۵	-۰/۷۳۸	-۰/۲۵۲	۰/۳۸۴	-۱/۰۱۸	-۰/۳۳۰	۰/۲۷۱	-۱/۰۹۳	-۰/۵۲۰	۰/۳۲۸	-۰/۷۳۷	-۰/۲۵۲	۰/۳۰۳	-۰/۹۲۱	-۰/۳۲۴
G	۰/۳۲۶	-۰/۸۹۲	-۰/۳۱۱	۰/۳۳۲	-۰/۸۵۸	-۰/۲۹۰	۰/۳۱۴	-۰/۸۹۰	-۰/۲۹۸	۰/۳۲۴	-۰/۷۹۷	-۰/۲۷۵	۰/۴۱۹	-۱/۰۴۴	-۰/۳۲۵	۰/۴۵۶	-۰/۹۰۷	-۰/۲۶۸	۰/۲۲۲	-۰/۹۴۳	-۰/۴۷۵	۰/۳۱۶	-۰/۹۵۷	-۰/۳۳۳
H	۰/۲۰۹	-۰/۶۰۷	-۰/۲۲۹	۰/۲۱۳	-۰/۶۰۳	-۰/۲۳۱	۰/۲۰۹	-۰/۶۱۲	-۰/۲۳۳	۰/۱۶۶	-۰/۶۱۲	-۰/۲۵۸	۰/۲۹۰	-۰/۷۰۳	-۰/۲۴۰	۰/۲۱۶	-۰/۷۱۴	-۰/۲۷۱	۰/۱۶۴	-۰/۶۰۲	-۰/۲۵۴	۰/۱۴۸	-۰/۷۷۹	-۰/۴۳۷

جدول ل- ماتریس دیفازی و محاسبهٔ سطرها و ستون‌ها

دیفازی	A	B	C	D	E	F	G	H	D
A	-۰/۳۶۸	-۰/۲۷۹	-۰/۲۸۸	-۰/۲۴۲	-۰/۳۰۰	-۰/۳۰۰	-۰/۲۶۶	-۰/۲۶۱	-۲/۳۰۸
B	-۰/۵۰۸	-۰/۶۳۱	-۰/۴۳۹	-۰/۴۴۲	-۰/۵۳۹	-۰/۵۱۷	-۰/۴۲۹	-۰/۵۲۴	-۴/۰۳۳
C	-۰/۴۱۱	-۰/۳۴۰	-۰/۵۲۶	-۰/۳۹۲	-۰/۴۲۶	-۰/۴۵۳	-۰/۳۵۳	-۰/۳۹۷	-۳/۳۰۱
D	-۰/۲۸۶	-۰/۲۹۵	-۰/۳۵۰	-۰/۳۹۴	-۰/۳۸۱	-۰/۳۰۰	-۰/۲۹۸	-۰/۳۳۹	-۲/۶۴۸
E	-۰/۴۱۴	-۰/۴۲۶	-۰/۴۳۱	-۰/۴۲۲	-۰/۶۹۲	-۰/۴۷۵	-۰/۳۹۶	-۰/۴۴۹	-۳/۷۰۷
F	-۰/۴۱۰	-۰/۴۰۲	-۰/۴۲۲	-۰/۳۴۶	-۰/۴۹۵	-۰/۶۰۸	-۰/۳۴۹	-۰/۴۶۵	-۳/۵۰۲
G	-۰/۴۴۲	-۰/۴۱۸	-۰/۴۴۱	-۰/۳۸۶	-۰/۴۹۸	-۰/۴۰۶	-۰/۵۳۵	-۰/۴۸۳	-۳/۶۱۲
H	-۰/۳۰۸	-۰/۳۰۶	-۰/۳۱۲	-۰/۳۲۹	-۰/۳۳۹	-۰/۳۷۰	-۰/۳۲۳	-۰/۴۶۱	-۲/۷۵۲
R	-۳/۱۵۳	-۳/۰۹۹	-۳/۲۱۳	-۲/۹۵۶	-۳/۶۷۴	-۳/۴۳۴	-۲/۹۵۳	-۳/۳۸۲	

[1]. Aung and Chang
[2]. Sybele Hossain et al
[3]. Holmberg and Aquist Tao et al
[4]. Tian
[5]. Helo and Hao
[6]. Bechtsis et al
[7]. Feng et al: Mao et al
[8]. Wang et al
[9]. Kambel et al
[10]. Yavdav et al
[11]. Behnke et al
[12]. Bumblauskasa et al
[13]. Prashar et al
[14]. Tijan et al
[15]. Zhao et al
[16]. Mondal et al
[17]. Ge et al
[18]. Jeng And Tzeng; Chang et al
[19]. Sadouskaya et al
[20]. Perboli
[21]. Venkatesh et al
[22]. Graham-Rowe et al
[23]. Chen et al
[24]. Gustavsson et al
[25]. Kamilaris et al
[26]. Dolgui et al
[27]. Yoo And Won
[28]. Kouhizadeh And Sarkis
[29]. Yoon et al
[30]. Sander et al
[31]. Saberi et al
[32]. Vaio and Varriale
[33]. Creydt and Fischer
[34]. Vegas
[35]. Wehner
[36]. Kshetri
[37]. Galvez et al
[38]. Queiroz et al
[39]. Westerkamp et al
[40]. Salah et al
[41]. McEntire
[42]. Lin et al
[43]. Azzi et al
[44]. Treiblmaier
[45]. Dua et al
[46]. Fu et al

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی