Industrial Management Studies
Vol. 21, No. 71, Winter 2024; P 123-175
jims.atu.ac.ir
DOI: 10.22054/jims.2023.75193.2871

ATU PRESS

Original Research
Accepted: 02/12/2023
Revised: 26/10/2023
Received: 18/08/2023
eISSN: 2476-602X
ISSN: 2251/8029

Clustering the Application of Digital Technologies of Industry 4.0 in the Agri-Food Distribution Network: A Bibliometric Study

Allahyar Beigi Firoozi * — PhD candidate, Department of Business Administration, Faculty of Social Sciences, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran

Mohammad Bashokouh Ajirlou — Professor, Department of Business Administration, Faculty of Social Sciences, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran

Naser Seifollahi — Professor, Department of Business Administration, Faculty of Social Sciences, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran.

Ghasem Zarei — Associate prof, Department of Business Administration, Faculty of Social Sciences, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran.

Abstract

The current study aimed to cluster the application of digital technologies from Industry 4.0 in the agricultural food distribution network. To achieve this goal, a bibliometric technique was employed to identify prominent trends and themes in this field through the analysis of articles, authors, countries, and co-citations of authors and bibliographic pairs. Through an extensive search in the Scopus scientific database, bibliographic information for 331 valid and relevant scientific articles was acquired. This information was inputted into the bibliometric package in R software, and the most influential journal, author, university, country, and most cited authors were determined. To visualize the information, Vosviewer software was utilized for co-citation analysis of authors, cited references, and bibliographic pairs. The findings from the network analysis revealed that the studies on the application of digital technologies in the agricultural food distribution network can be categorized into five main clusters.

* Corresponding Author: Bashokouh@uma.ac.ir

How to Cite: Beigi Firoozi, A., Bashokouh Ajirlou, M., Seifollahi, N. Zarei, Gh. (2024). Clustering the Application of Digital Technologies of Industry 4.0 in the Agri-Food Distribution Network: A Bibliometric Study, *Industrial Management Studies, 21(71)*, 123-175.

Introduction

Industry 4.0, viewed as a new industrial stage, has introduced complex information and communication technologies that facilitate comprehensive connections across different parts of the supply chain. The digital technologies associated with Industry 4.0 allow production lines, business processes, and teams within a supply chain to collaborate seamlessly, irrespective of location, time zone, network constraints, or any other factors. Researchers highlight that the advent of digital technologies from the fourth industrial revolution, including radio frequency identification, big data, cloud computing, smart sensors, machine learning, robotics, augmented production, artificial intelligence, augmented reality, the Internet of Things, blockchain, and similar technologies, holds immense potential for significantly enhancing production productivity. These technologies could lead to substantial innovation, competitive growth, and may contribute to improving the sustainability of the current industrial system. To meet the escalating demand for food, agricultural marketing professionals and managers globally must maximize the efficiency of the agricultural distribution network, given the widespread adoption of digital technologies. The increasing significance of this goal has prompted marketing researchers to explore the use of digital technologies in the agricultural food distribution network, leading to a substantial number of studies in this research field since 2011. In this context, the present study aimed to cluster the utilization of digital technologies in Industry 4.0 within the agricultural food distribution network. A bibliometric study was conducted to identify existing gaps in research and propose future directions. The research focuses on the application of digital technologies in the distribution network.

Aligned with the research objective, fundamental questions are posed: Which publications, authors, and countries are most influential in the application of Industry 4.0 digital technologies in the agricultural food distribution network? Additionally, what scientific clusters exist in this domain?

Methodology

The objective of the current research is to conduct a bibliographic analysis of studies related to the application of digital technologies in Industry 4.0 within the agricultural food distribution network. Utilizing bibliometric techniques, a crucial measure for evaluating

scientific output, a comprehensive examination of scientific literature was carried out concerning the application of digital technologies in Industry 4.0 within the agricultural food distribution network.The search was conducted within the Scopus scientific database, which encompasses a significant array of diverse journals and authoritative articles globally. The search covered three sections: title, abstract, and keywords, yielding a list of studies that exclusively included English-language articles from journals (excluding conference studies and book chapters) published between 2011 (the inception year of Industry 4.0) and 2023. By imposing these criteria, 352 original pieces of data containing bibliographic information were obtained. Subsequently, the title and abstract of each article were meticulously scrutinized to identify information relevant to the agricultural food distribution networks. Among these, 6 articles pertaining to the halal supply chain and 15 articles conducted as systematic reviews were excluded from the bibliographic information collection. The final portfolio for analysis consisted of bibliographic information from 331 articles, which was then entered into the bibliometric software package. This analysis was carried out using R software and VOSviewer software. The bibliometric software package facilitated quantitative bibliographic analysis, while the VOSviewer software was employed for visualizing and analyzing citation networks.

Results

The quantitative findings indicate a significant increase in studies related to the adoption of digital technologies in the agricultural food distribution network, particularly after 2017. The most widely utilized digital technologies in the food distribution network include blockchain, the Internet of Things, simulation, artificial intelligence, big data, machine learning, 3D printers, sensors, and digital twins.

Through the analysis of bibliographic pairs, five primary clusters were identified concerning the application of digital technologies in the agricultural food distribution network. These clusters are associated with the use of digital technologies in ensuring food quality, enhancing distribution network flexibility, establishing modular architecture within the distribution network, implementing intelligent logistics systems, and promoting sustainable distribution networks.

Conclusion

Based on the themes of the clusters identified in Table 7, it can be concluded that the Internet of Things and blockchain play crucial roles in real-time tracking, tracing, and monitoring of food throughout the supply chain, thereby reducing wastage. RFID technologies and digital twins are highly effective in ensuring food safety and facilitating delivery to consumers, especially in the face of environmental changes and crises such as epidemics. Another application of digital technologies lies in the modular architecture of the food distribution network. Through the use of modular architecture, various technologies can modularize tasks and extensive operations within the food distribution network. Ultimately, all these components can be centralized under blockchain technology, with diverse data stored in a vast cloud space. Consistent implementation of digital technologies in the food distribution network has the potential to establish regional warehouses, resulting in reduced distribution and delivery costs, enhanced food safety and sustainability, and the possibility of customizing food for end consumers. This, in turn, will contribute to the stability of the food network.

Keywords: Industry 4.0, Digital Technologies, Distribution Network, Agricultural Food.

مقاله پژوهشی
تاریخ ارسال: ۱۴۰۲/۵/۲۷
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۲/۸/۴
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۹/۱۱
ISSN: 2251/8029
eISSN: 2476-602X

مطالعات مدیریت صنعتی
سال بیست و یکم، شماره ۷۱، زمستان ۱۴۰۲، ص ۱۲۳ تا ۱۷۵
jims.atu.ac.ir
DOI: 10.22054/jims.2023.75193.2871

خوشه‌بندی کاربرد فناوری‌های دیجیتال صنعت ۴/۰ در شبکه توزیع مواد غذایی کشاورزی: یک مطالعه کتاب‌سنجی

الله‌یار بیگی فیروزی * دانشجوی دکتری، گروه مدیریت بازرگانی، دانشکده علوم اجتماعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.

محمد باشکوه اجیرلو استاد، گروه مدیریت بازرگانی، دانشکده علوم اجتماعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران

ناصر سیف‌اللهی استاد، گروه مدیریت بازرگانی، دانشکده علوم اجتماعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران

قاسم زارعی دانشیار، گروه مدیریت بازرگانی، دانشکده علوم اجتماعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران

چکیده

پژوهش حاضر باهدف خوشه‌بندی کاربرد فناوری‌های دیجیتال صنعت ۴/۰ در شبکه توزیع مواد غذایی کشاورزی انجام شده است. برای این منظور، یک تکنیک کتاب‌سنجی برای شناسایی گرایش‌ها و مضامین برجسته در این حوزه از طریق تحلیل مقالات، نویسندگان، کشورها و هم‌استنادی نویسندگان و زوج‌های کتاب‌شناختی به کار گرفته شد. با جستجوی عمیق در پایگاه علمی اسکوپوس، اطلاعات کتاب‌شناسی تعداد ۳۳۱ مقاله علمی معتبر و مرتبط دریافت گردید. اطلاعات به‌دست‌آمده وارد بسته بیبلیومتریک در نرم‌افزار R گردید و مؤثرترین مجله، نویسنده، دانشگاه و کشور و پر استنادترین نویسندگان مشخص شدند. به‌منظور مصورسازی اطلاعات از نرم‌افزار Vosviewer جهت تحلیل‌های هم‌استنادی نویسندگان، مراجع مورد استناد و زوج‌های کتاب‌شناختی استفاده شد. یافته‌های تحلیل شبکه نشان داد که مطالعات کاربرد فناوری‌های دیجیتال در شبکه توزیع مواد غذایی کشاورزی در پنج خوشه اصلی قابل‌طبقه‌بندی هستند.

کلیدواژه‌ها: صنعت ۴/۰، فناوری‌های دیجیتال، شبکه توزیع، مواد غذایی کشاورزی.

* نویسنده مسئول: Bashokouh@uma.ac.ir

مقدمه

صنعت ۴/۰[1] معرف انقلاب صنعتی چهارم یا انقلاب صنعتی نسل ۴ است که برای اولین بار توسط دولت فدرال آلمان با همکاری دانشگاه‌ها و شرکت‌های خصوصی ابداع شد (Frank et al., 2019). این عصر که با تحولات گسترده صنایع تولیدی در عرصه فناوری‌های نوین همراه است (Dalenogare et al., 2018)، مدل‌های تجاری شرکت‌های تولیدی را تغییر داده است (Bai et al., 2020). ظهور فناوری‌های نوین و دیجیتال صنعت ۴/۰ منجر به ظهور مدل‌های کسب‌وکار جدیدی مانند «پلتفرم‌های دیجیتال چندوجهی»[2] شده است؛ کسب‌وکارهایی که به لطف پشتیبانی از یک پلتفرم دیجیتال قادر به اتصال دو یا چند گروه از کاربران هستند (Zheng et al., 2021). صنعت ۴/۰ که به‌عنوان یک مرحله صنعتی جدید درک می‌شود با فناوری‌های پیچیده اطلاعاتی و ارتباطی خود، امکان اتصال همه‌جانبه بین بخش‌های مختلف زنجیره تأمین را فراهم کرده است (Javaid et al., 2020). به بیان جاوید و همکاران (۲۰۲۲) فناوری‌های دیجیتال صنعت ۴/۰ خطوط تولید، فرآیندهای تجاری و تیم‌های یک زنجیره تأمین را قادر می‌سازد که بدون توجه به مکان، منطقه زمانی، شبکه و هر جنبه دیگری با یکدیگر همکاری کنند. محققان تأکید می‌کنند که ظهور فناوری‌های دیجیتال انقلاب صنعتی چهارم از قبیل شناسایی فرکانس رادیویی[3]، داده‌های بزرگ[4]، محاسبات ابری[5]، حسگرهای هوشمند[6]، یادگیری ماشین[7]، رباتیک[8]، تولید افزوده[9]، هوش مصنوعی[10]، واقعیت افزوده[11]، اینترنت اشیا[12]، بلاکچین و شبیه‌سازی پتانسیل بالایی در جهت افزایش قابل‌توجه بهره‌وری تولید ایجاد می‌کنند و می‌توانند به‌طور

1. Industry 4.0
2. Multi-sided digital platforms
3. Radio-Frequency Identification (RFID)
4. Big Data
5. Cloud Computing
6. Smart Sensors
7. Machine Learning
8. Robotics
9. Additive Manufacturing
10. Artificial Intelligence
11. Augmented Reality
12. Internet of Things (IOT)

بالقوه نوآوری و رشد رقابتی فوق‌العاده‌ای را ارائه دهند و همچنین ممکن است پایداری سیستم صنعتی فعلی را بهبود بخشند (Raj et al., 2020; Bai et al., 2020).

ادغام این فناوری‌ها در صنعت کشاورزی، نسل بعدی کشاورزی تحت عنوان کشاورزی ۴٫۰ که به آن کشاورزی هوشمند یا کشاورزی دیجیتال نیز گفته می‌شود را ایجاد کرده است (Liu et al., 2021). حضور فناوری‌های دیجیتال در زنجیره تأمین محصولات کشاورزی از این منظر اهمیت دارد که به دلیل عوامل انسانی متعددی مانند رشد سریع جمعیت، شهرنشینی، صنعتی شدن، از بین رفتن زمین‌های کشاورزی، کمبود آب شیرین و تخریب محیط‌زیست، امنیت غذایی در حال تبدیل‌شدن به یک مسئله جدی جهانی است (Arora et al., 2022)؛ زیرا این عوامل به‌طور مستقیم بر صنعت کشاورزی که منبع اصلی تولید محصولات کشاورزی در سراسر جهان است نیز تأثیر می‌گذارد (کفاش و همکاران، ۱۳۹۹). پیش‌بینی می‌شود تا سال ۲۰۵۰ جمعیت جهان از ۷٫۷ میلیارد فعلی به ۹٫۲ میلیارد نفر افزایش یابد، جمعیت شهری ۶۶ درصد افزایش یابد، زمین‌های زراعی تقریباً ۵۰ میلیون هکتار کاهش یابد، انتشار گازهای گلخانه‌ای جهانی و رشد بیماری و آفات تا ۵۰ درصد افزایش می‌یابد، تولید محصولات کشاورزی تا ۲۰ درصد کاهش می‌یابد و درنهایت، تقاضای غذا بین ۵۹ تا ۹۸ درصد افزایش می‌یابد - که تهدیدی قریب‌الوقوع برای امنیت غذایی و در دسترس بودن مواد غذایی کافی است (Abbasi et al., 2022).

از طرف دیگر تغییرات فناورانه در شبکه توزیع کشاورزی طی سال‌های اخیر با سرعت بیشتری همراه بوده است و با توسعه استفاده از فناوری، شکل‌های جدید به خود گرفته است (باشکوه و بیگی، ۱۴۰۰). تحویل با پهپاد و ربات‌های تحویل به نام اسکوت[1]، سیستم تحویل بدون حضور خریدار۲ در شرکت آمازون، اهتمام شرکت سامسونگ از طریق به‌کارگیری فناوری رادیو شناسه۳ در تحویل ۳ دقیقه‌ای نمونه‌های از این تغییرات سیستم توزیع هستند. استفاده گسترده از فناوری و جهان متصل، امکان جریان راحت و

1. Scout
2. Key Home Delivery
3. RFID

سریع اطلاعات را در سراسر سیستم توزیع ایجاد کرده‌اند و با پشتیبانی ۲۴/۷ از فرآیند توزیع، سفارش‌ها در زمان واقعی به فروش مبدل می‌شوند. توسعه نرم‌افزارهای تخصصی تجزیه‌وتحلیل حمل‌ونقل، سبب شده است که کامیون‌های حمل‌ونقل را بتوان در کارآمدترین مسیر بارگیری کرد. کالاهایی که برای آخرین تحویل برنامه‌ریزی شده‌اند ابتدا بارگیری شوند، به‌طوری‌که نیاز نباشد محصولات چندین بار در طول مسیر تا مقصد خود بارگیری شوند و به‌طور مرتب سیستم موجودی و انبار را نظارت نماید. این نه‌تنها سرعت تحویل را بهبود می‌بخشد، بلکه خطر آسیب در حین حمل‌ونقل را کاهش می‌دهد (Yang, 2018).

برای ارضای تقاضای فزاینده غذایی، متخصصان و مدیران بازاریابی کشاورزی در سراسر جهان باید بهره‌وری شبکه توزیع کشاورزی را با توجه به رشد فراگیر فناوری‌های دیجیتال به حداکثر برسانند (Mishra & Maheshwari, 2021). اهمیت روزافزون این هدف مهم، سبب توجه محققان بازاریابی به کاربرد فناوری‌های دیجیتال در شبکه توزیع مواد غذایی کشاورزی شد و حجم انبوهی از مطالعات از سال ۲۰۱۱ به بعد وارد این حوزه تحقیقاتی شده است (شکل ۴). لاتینو[1] و همکاران (۲۰۲۲) قابلیت ردیابی مواد غذایی در شبکه توزیع ماد غذایی را از طریق فناوری‌های دیجیتال مانند اینترنت اشیا و RFID را امکان‌پذیر می‌دانند. کاییکچی[2] و همکاران (۲۰۲۲) یک مدل قیمت‌گذاری پویا مبتنی بر داده‌های حسگر اینترنت اشیا برای تصمیم‌گیری قیمت‌گذاری در مراحل مختلف فصل فروش برای خرده‌فروشان استفاده کردند. این مطالعه یک استراتژی قیمت‌گذاری پویا بهینه مبتنی بر داده‌های چهار مرحله‌ای را برای محصولات فله برای کاهش ضایعات مواد غذایی برای خرده‌فروشان در کشورهای با درآمد کم و متوسط پیشنهاد کرد. پژوهش‌های دیگر کاربرد فناوری بلاکچین را در شفافیت جریان مواد غذایی و ردگیری آن در طول زنجیره تأمین را نشان دادند (Martínez-Castañeda & Feijoo, 2023; Köhler et al., 2022; Shahzad et al., 2023). واسنائر[3] و همکاران (۲۰۲۳) نشان دادند که چگونه توکن‌سازی

1. Latino
2. Kayikci
3. Wassenaer

می‌تواند از طریق جریان‌های اطلاعات و جریان‌های ارزش، در سیستم‌های توزیع کشاورزی - غذایی حمایت کند.

با توجه به بررسی‌های انجام‌شده و باوجود مطالعات گسترده اولیه پیرامون کاربرد فناوری دیجیتال در شبکه توزیع و لجستیک کشاورزی، هنوز مطالعه‌ای ثانویه‌ای که به تجمیع مطالعات پراکنده این حوزه از طریق کتاب‌سنجی بپردازد انجام‌نشده است، اگرچه مطالعات کتاب‌شناختی جداگانه‌ای به کاربرد فناوری بلاکچین در زنجیره تأمین مواد غذایی (Niknejad et al., 2021; Pandey et al., 2021)، اینترنت اشیا در زنجیره تأمین کشاورزی و مواد غذایی (Barbosa, 2021) پرداخته‌اند، ولی این مطالعات هرکدام بر یک حوزه تخصصی متمرکز بوده و از طرف دیگر دامنه‌ی زمانی مطالعات آن‌ها عموماً بین سال‌های ۲۰۱۵ تا ۲۰۲۱ و بر رشته‌های دیگر متمرکز بوده و از حوزه مطالعاتی تخصصی شبکه توزیع مواد غذایی نبوده‌اند. در این راستا پژوهش حاضر باهدف خوشه‌بندی کاربرد فناوری‌های دیجیتال صنعت ۴/۰ در شبکه توزیع مواد غذایی کشاورزی: یک مطالعه کتاب‌سنجی انجام گرفت تا از یک‌سو خلأهای مطالعاتی موجود را شناسایی کرده و جهت‌گیری‌های آینده تحقیقات کاربرد فناوری‌های دیجیتال در شبکه توزیع را مشخص نماید.

مبانی نظری و پیشینه پژوهش

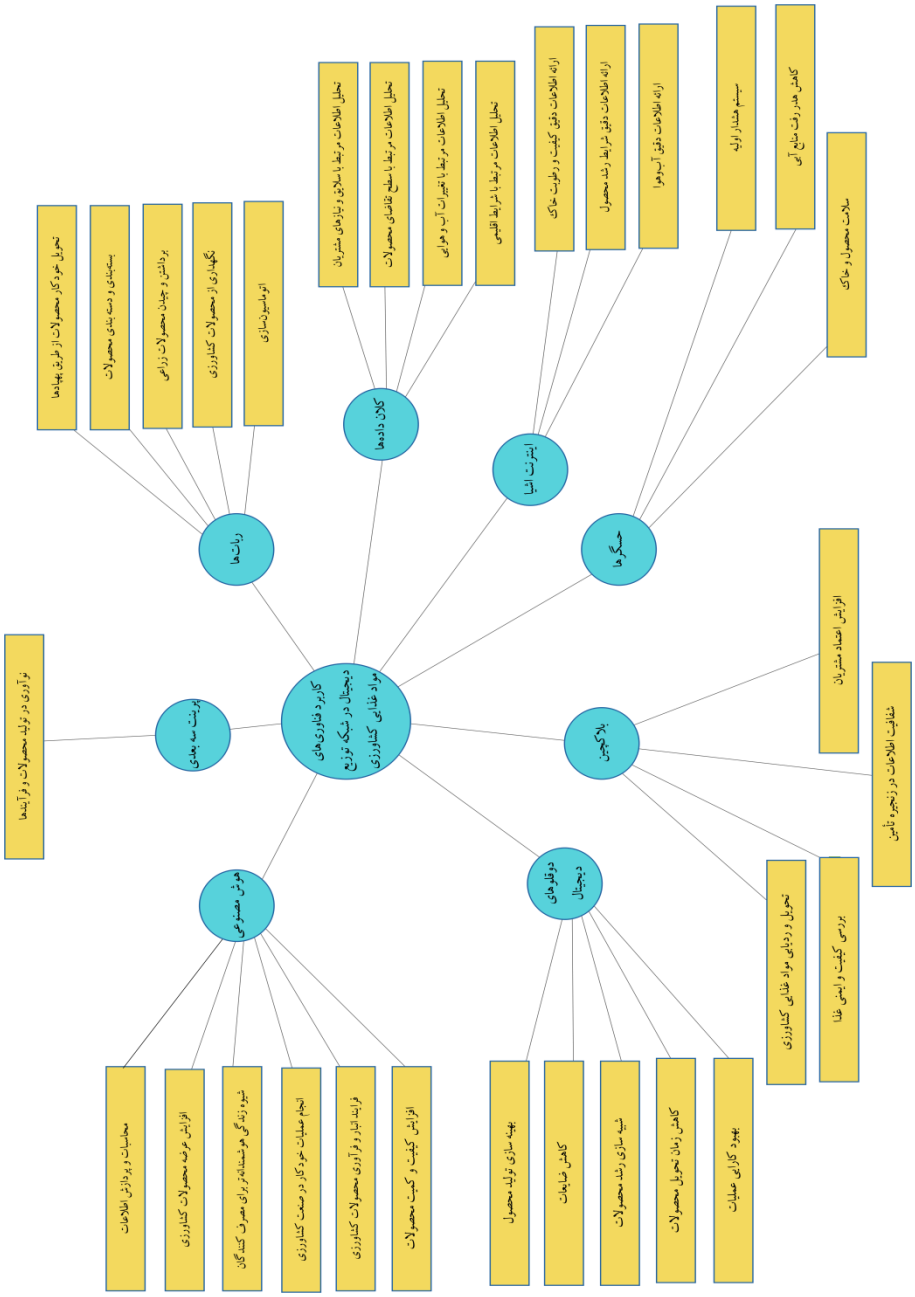
کاربرد فناورهای دیجیتال صنعت ٤/٠ در شبکه توزیع مواد غذایی کشاورزی

صنعت ۴/۰ در سال ۲۰۱۱ با ابتکار دولت فدرال آلمان با همکاری دانشگاه‌ها و شرکت‌های خصوصی ابداع شد که هدف آن توسعه سیستم‌های تولید پیشرفته باهدف افزایش بهره‌وری و کارایی صنعت ملی بود (Abbasi et al., 2022). صنعت ۴/۰ شامل فناوری‌هایی است که کاربرد فراگیر آن‌ها در صنایع مختلف، تغییرات انقلابی ایجاد کرده است (Javid et al., 2022). فناوری‌های صنعت ۴/۰ به دو دسته فناوری‌های فیزیکی و دیجیتالی تقسیم می‌شوند. فناوری‌های فیزیکی عمدتاً به فناوری‌های تولیدی مانند تولید افزوده، حسگرها و هواپیماهای بدون سرنشین اشاره دارد. فناوری‌های دیجیتال عمدتاً به فناوری‌های اطلاعات

و ارتباطات مدرن مانند محاسبات ابری، اینترنت اشیا، بلاکچین، تجزیه‌وتحلیل داده‌های بزرگ، ربات‌های مستقل، هوش مصنوعی و شبیه‌سازی اشاره دارند (Bai et al., 2020). کاربرد فناوری‌های دیجیتال در صنعت کشاورزی (شکل ۱)، نسل جدید کشاورزی ۴/۰ یا کشاورزی هوشمند[1] را ایجاد کرده است که چالش‌های مرتبط با نگرانی بشر از تأمین امنیت غذایی، مسائل مربوط به مصرف بهینه آب و کاهش انتشار میزان گازهای گلخانه‌ای را برطرف می‌کند (Silveira et al., 2021).

1. Smart Agriculture

شکل ۱. کاربرد فناوری‌های دیجیتال در شبکه توزیع مواد غذایی کشاورزی (منبع: نویسندگان)



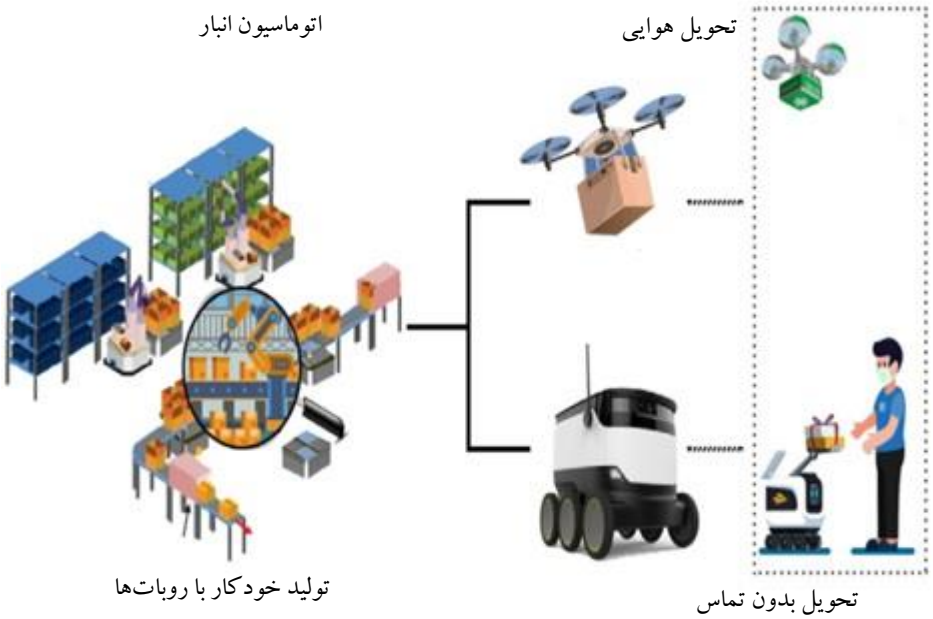
فناوری‌های دیجیتال در کشاورزی هوشمند به کاربرد حسگرها، هوش مصنوعی، اینترنت اشیا، داده‌های بزرگ، شبیه‌سازی و استفاده از ربات‌ها در زنجیره تأمین کشاورزی اشاره دارد (Klerkx et al., 2019). حسگرها در میان سایر فناوری‌ها، کشاورزان را قادر می‌سازد تا پارامترهای سلامت محصول و خاک را در مراحل مختلف تولید به‌سادگی و مقرون‌به‌صرفه جمع‌آوری، تجسم و تجزیه‌وتحلیل کنند. آن‌ها می‌توانند به‌عنوان یک سیستم هشدار اولیه عمل کنند و مسائل بالقوه را تشخیص دهند و راه‌حل‌های به‌موقع برای حل آن‌ها ارائه دهند (Ronaghi, 2021). الگوریتم‌های هوش مصنوعی می‌توانند عرضه محصولات کشاورزی را در کلان‌شهرها افزایش دهند و شیوه زندگی هوشمندانه‌تر و اجتماعی‌تر را در جوامع تقویت کنند (Olan et al., 2022).

فناوری مهم دیگر اینترنت اشیا است که قابلیت ارائه اطلاعات دقیقی نظیر آب‌وهوا، شرایط رشد محصول، کیفیت و رطوبت را دارند (Subeesh, 2021& Mehta,). اتوماسیون‌سازی یک تغییر مهم کشاورزی که می‌تواند با استفاده از ربات‌های بسیار بزرگ و یا بسیار کوچک به‌منظور بررسی محصولات کشاورزی یا نگهداری از آن‌ها، بکار گرفته شود (Ronaghi, 2021). فناوری بلاکچین در بخش کشاورزی می‌تواند در بخش تحویل و ردیابی مواد غذایی کشاورزی تحولات بسیاری ایجاد نماید. این فناوری همچنین امکان شفاف‌سازی زنجیره تأمین محصولات کشاورزی را فراهم می‌آورد (Cozzio et al., 2023). مورد مهم دیگر فناوری هوش مصنوعی است که می‌تواند در محاسبات و پردازش اطلاعات و انجام عملیات خودکار در صنعت کشاورزی، در مراحل مختلف کشت محصول ازجمله کاشت، داشت و برداشت، فرایند انبار و فرآوری محصولات کشاورزی مورداستفاده قرار گیرد. نسل پنجم ارتباطی و کلان داده در صنعت کشاورزی جایگاهی ویژه در آینده خواهند داشت. این دو تغییر مهم کمک می‌نماید که با تحلیل اطلاعات مرتبط با شرایط اقلیمی، تغییرات آب و هوایی، میزان تقاضا، قابلیت کشاورزان و سرمایه‌گذاری‌های به‌عمل‌آمده، بتوان سیاست‌های کلان کارآمدی در حوزه کشاورزی اتخاذ کرد که باعث افزایش بهره‌وری این حوزه گردد و با توجه به سلایق و شرایط

اقتصادی و نوع نیازها، مشتریان هدف را تقسیم‌بندی نمود (Mehta, 2021; Subeesh & Silveira et al., 2021; Klerkx et al., 2019).

سارکر[1] و همکاران (۲۰۲۱) سیستم تحویل در زمان واقعی توسط ربات‌ها را یکی از تحولات آینده در توزیع مواد غذایی کشاورزی می‌دانند. این ربات‌ها مجهز به دوربین‌های مادون‌قرمز و حسگرهای بسیار دقیق هستند و می‌توانند ۱۰ کیلوگرم بار را حمل کنند.

شکل ۱. ربات‌های مستقل در زنجیره تأمین و تحویل (Sarker et al, 2021)

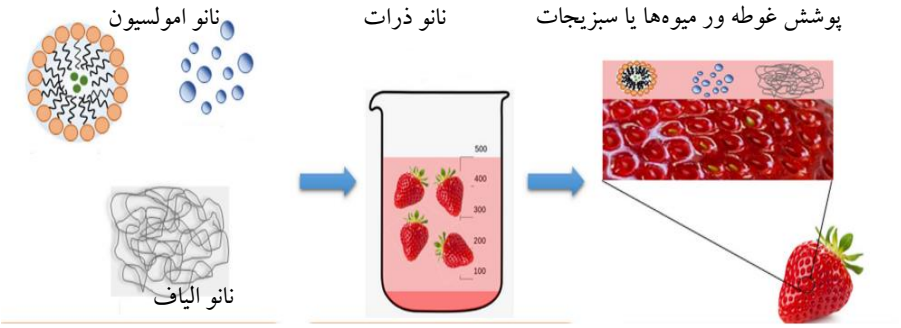


سمپاتکومار[2] و همکاران (۲۰۲۲) در پژوهش خود بر توسعه سیستم‌های تحویل نانو برای کاربردهای کشاورزی و مواد غذایی با پلیمرهای مشتق شده از طبیعت اشاره دارند. این پژوهشگران استفاده از پلیمرهای مشتق شده از طبیعت را برای مصرف انسان ایمن می‌دانند. به عقیده این پژوهشگران سیستم تحویل نانو ذرات ضمن نگهداری سالم و ایمن از مواد غذایی، نیازمند روش‌های جدیدی از توزیع مواد غذایی در آینده است.

1. Sarker
2. Sampathkumar

شکل ۲. ادغام سیستم‌های نانو تحویل در پوشش‌های خوراکی

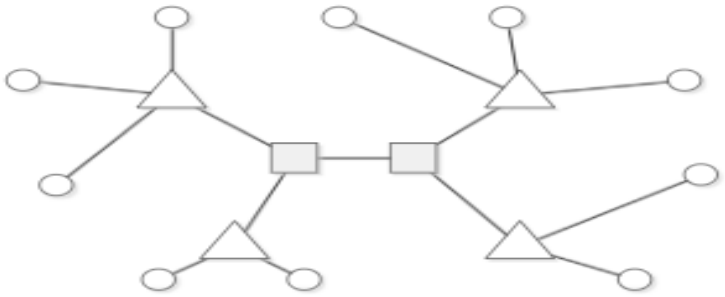
(Sampathkumar et al., 2022)



وانگ[1] و همکاران (۲۰۲۱) روش حمل‌ونقل محصولات کشاورزی با ایجاد یک شبکه توزیع هاب و اسپوک[2] (پره‌های چرخ) را بسیار کارآمد می‌دانند. این روش توزیع تضمین می‌کند تمام محصولات کشاورزی به‌موقع تحویل داده شوند و هزینه کل شبکه به حداقل برسد. این پژوهشگران بیان می‌کنند که توزیع مستقیم تولیدکننده به مصرف‌کننده سنتی است و باوجود مزایای ساختار و عملیات ساده، دارای هزینه بالایی است. استقرار سیستم توزیع محصولات کشاورزی از طریق ایجاد یک شبکه از هاب و اسپوک، روشی بهینه محسوب می‌گردد. به‌این‌ترتیب که شهر مرکزی را می‌توان مرکز چرخ با پره‌هایی به شهرهای تغذیه‌کننده دورافتاده در نظر گرفت. این روش، هزینه‌های مالی و زمانی حمل‌ونقل را تا حد زیادی کاهش می‌دهد. شکل ۳ یک شبکه هاب و اسپوک سلسله مراتبی خالص با هاب‌های دوسطحی (دایره نشان‌دهنده گره تقاضا، مثلث نشان‌دهنده هاب ثانویه و مربع نشان‌دهنده هاب اولیه) را نشان می‌دهد.

1. Wang
2. Hub and Spoke

شکل ۳. نمونه شبکه هاب و اسپوک دوسطحی سلسه‌مراتبی (wang et al., 2021)



یان[1] و همکاران (۲۰۱۶) در پژوهش خود استفاده از اینترنت اشیا را جهت بهبود شفافیت اطلاعات در زنجیره تأمین کشاورزی پیشنهاد می‌دهند. به بیان این محققان، اینترنت اشیا می‌تواند به اپراتورهای محصولات کشاورزی کمک کند تا سیستمی برای بازرسی و تحویل ایجاد کنند و از این طریق قادر خواهند بود تا علاوه بر تضمین امنیت گردش محصولات کشاورزی، جریان محصولات را ردیابی کرده و مشکلات تولید را به‌طور مؤثر مدیریت کنند.

دلینو[2] و همکاران (۲۰۱۸) یک سیستم پشتیبانی تصمیم را برای زنجیره تأمین محصولات فاسدشدنی پیشنهاد دادند. این سیستم پیشنهادی با ترکیب پیش‌بینی فروش و برنامه‌ریزی سفارش، کمک می‌نماید که محصولات تازه تولیدشده و تازه به مصرف برسند و ضایعات مواد غذایی کاهش یابد.

آنوسی[3] و همکاران (۲۰۲۱) یک مطالعه کیفی با تکیه بر هجده مصاحبه عمیق - از مدیران سازمان‌های بزرگ چندملیتی و محلی که نقش‌های مختلف و مرتبط در زنجیره تأمین غذای دیجیتال بر عهده داشتند به عمل آوردند. به پیشنهاد این محققان پیگیری و ردیابی مواد غذایی در طول زنجیره تأمین با استفاده از فناوری اینترنت اشیا امکان اعتماد مشتریان را افزایش می‌دهد و همچنین این فناوری کمک می‌کند که ضایعات مواد غذایی از طریق بهنگام سازی سفارش و تولید برطرف گردد. پیشنهاد دیگر این بود که در مواردی

1. Yan
2. Dellino
3. Annosi

که ضایعات مواد غذایی افزایش‌یافته است و داده‌های آن موجود است با کمک فناوری تحلیل کلان داده علل را شناسایی کنند و راه‌حل‌هایی جهت کاهش ارائه گردد.

شهزاد[1] و همکاران (۲۰۲۳) در پژوهش کمی خود اشاره کردند که فناوری بلاکچین بر شفافیت و اعتماد مصرف‌کنندگان تأثیر مستقیم دارد و این وظیفه از طریق به‌کارگیری فناوری بلاکچین در ردیابی موادغذایی امکان‌پذیر است.

روش‌شناسی تحقیق

هدف پژوهش حاضر تحلیل کتاب‌شناختی مطالعات مرتبط با کاربرد فناوری‌های دیجیتال صنعت ۴/۰ در شبکه توزیع مواد غذایی کشاورزی است. بدین منظور با استفاده از تکنیک-های کتاب‌سنجی که یکی از مهم‌ترین اقدامات برای ارزیابی خروجی علمی است، طیف وسیعی از ادبیات علمی در رابطه با کاربرد فناوری‌های دیجیتال صنعت ۴/۰ در شبکه توزیع مواد غذایی کشاورزی شناسایی و مورد تجزیه‌وتحلیل قرار گرفت. تجزیه‌وتحلیل کتاب‌سنجی مولدترین نویسندگان، تکامل نشریات در طول زمان، تأثیرگذارترین مقالات و نویسندگان در مجموعه‌ای از مطالعات خاص و موضوعاتی را که بیشترین ارتباط را با یک حوزه تحقیقاتی خاص دارند شناسایی می‌کند (Souza Vasconcelos & Hadad Júnior, 2023). تحلیل‌های کتاب‌شناختی مورداستفاده در این مطالعه شامل بررسی روندهای دیجیتالی شدن شبکه توزیع کشاورزی، مؤثرترین کشورها، نویسندگان، مؤسسات و نشریات، هم‌استنادی مراجع استناد شده[2]، هم‌زمانی واژگان کلیدی[3] و زوج‌های کتاب‌شناختی[4] است. به‌منظور دست‌یابی به اطلاعات موردنظر با استفاده از واژگان ترکیبی:

("connected device*" OR "industry 4.0 technology*" OR "simulation" OR "Robot*" OR "3D print*" OR "Augmented Reality" OR "digital technology*" OR "IOT" OR "blockchain" OR "RFID" OR "Artificial Intelligence" OR "cloud computing") AND ("logistics" OR "marketing network" OR "distribution network" OR "deliver*" OR "supply network" OR "supply chain" OR "value chain") AND ("food" OR "agri-food")

1. Shahzad
2. Co-citaion of cited references
3. Keywors co-occurrence
4. Bibliographic coupling

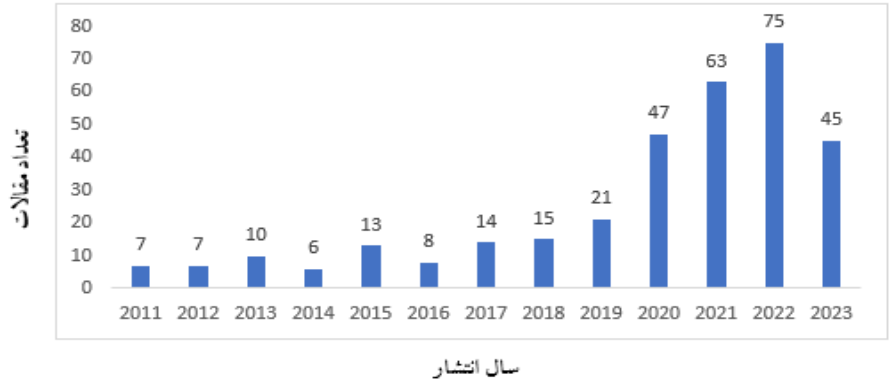
در پایگاه علمی اسکوپوس که دارای طیف قابل‌توجهی از مجلات مختلف و مقالات معتبر در سراسر جهان است (Nisa et al., 2022)، در سه بخش عنوان، چکیده و واژگان کلیدی جستجو شد و فهرستی از مطالعات به دست آمد که در این میان صرفاً مقالات انگلیسی‌زبان نشریات (حذف مطالعات کنفرانس‌ها و فصول کتاب) از سال ۲۰۱۱ (سالی که صنعت ۴/۰ مفهوم‌سازی شد) تا ۲۰۲۳ انتخاب شد. با اعمال این محدودیت‌ها تعداد ۳۵۲ داده اصلی حاوی اطلاعات کتاب‌شناسی مقالات به دست آمد. سپس عنوان و چکیده هر مقاله به‌منظور شناسایی اطلاعات مرتبط با حوزه شبکه توزیع مواد غذایی کشاورزی به‌طور دقیق بررسی شد. از این میان تعداد ۶ مقاله در حوزه زنجیره تأمین حلال و ۱۵ مقاله که با مرور سیستماتیک انجام شده بودند از مجموعه اطلاعات کتاب‌شناسی به‌دست‌آمده حذف گردید و اطلاعات کتاب‌شناسی تعداد ۳۳۱ مقاله به‌عنوان سبد نهایی تحلیل وارد بسته نرم‌افزاری بیبلیومتریک (کتاب‌سنجی) در نرم‌افزار R و نرم‌افزار VOSviewer گردید. از بسته نرم‌افزاری بیبلیومتریک جهت ارائه تحلیل‌های کمی کتاب‌شناختی و از نرم‌افزار VOSviewer جهت مصورسازی و تحلیل شبکه‌های استنادی استفاده می‌گردد.

یافته‌های کمی تحلیل‌های کتاب‌شناختی

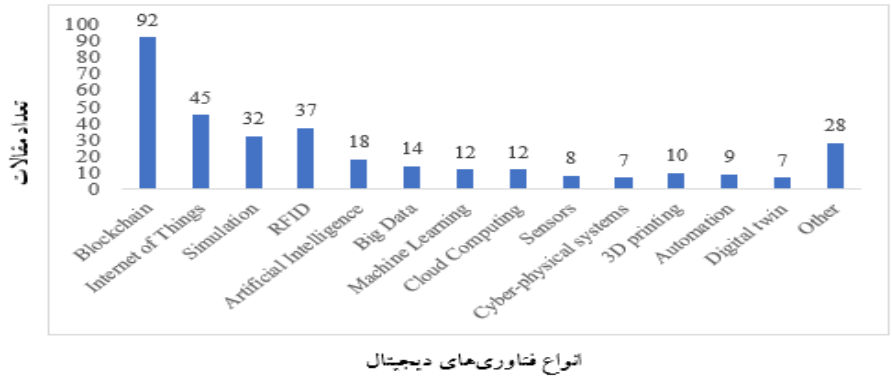
رشد سالیانه تولیدات علمی

توزیع سالانه ۳۳۱ مقاله از سال ۲۰۱۱ تا ۲۰۲۳ در شکل ۴ نشان داده شده است. حدود ۲۲/۶ درصد از انتشارات علمی در ۱۲ سال گذشته در سال ۲۰۲۲ منتشر شده است. با توجه به شکل ۴ مشخص است که رشد واقعی مطالعات مرتبط با کاربرد فناوری‌های دیجیتال در شبکه توزیع مواد غذایی کشاورزی از سال ۲۰۱۷ اتفاق افتاده است و تعداد انتشارات این حوزه مرتباً در حال افزایش است. تفکیک این انتشارات با توجه به کاربردهای انواع فناوری‌های دیجیتال در شبکه توزیع در شکل ۵ نشان داده شده است.

شکل ۴. رشد سالیانه تولیدات علمی حوزه پژوهش (منبع: نویسندگان)



شکل ۵. توزیع فناوری‌های دیجیتال در مقالات (منبع نویسندگان)



مؤثرترین مجلات، مقالات، مؤسسات و نویسندگان مرتبط

تجزیه‌وتحلیل کمی استناد کتاب‌سنجی مرتبط‌ترین مجلات، مقالات، مؤسسات مرتبط و نویسندگان تأثیرگذار را نشان می‌دهد. جدول ۱ مجلات برتری را نشان می‌دهد که مطالعاتی را در مورد کاربرد فناوری‌های دیجیتال صنعت ۴/۰ در شبکه توزیع مواد غذایی کشاورزی منتشر کرده‌اند. ازآنجایی‌که این حوزه مطالعاتی بین‌رشته‌ای است، مجلات به حوزه‌های مختلف دانشگاهی مانند کشاورزی، مدیریت، فناوری و اقتصاد تعلق دارند. از ۳۳۱ مجله، دو مجله بیش از بیست مقاله در مورد این موضوع منتشر کردند: JOURNAL OF CLEANER PRODUCTION و سیاست و INTERNATIONAL JOURNAL OF PRODUCTION ECONOMICS. ازنظر تأثیر (h-index)، این دو مجله بیشترین

تأثیر را داشتند و پس‌ازآن مجلات BRITISH FOOD JOURNAL و INDUSTRIAL MANAGEMENT AND DATA SYSTEMS قرار دارند.

جدول ۱. رتبه‌بندی ۲۰ مجله مهم و تأثیرگذار (مرتب‌شده بر اساس تعداد کل انتشارات).

مجلات	تعداد مقالات	رتبه	h-index	کل استنادات
JOURNAL OF CLEANER PRODUCTION	۳۹	۱	۲۳	۱۶۲۰
INTERNATIONAL JOURNAL OF PRODUCTION ECONOMICS	۲۱	۲	۱۳	۱۳۰۲
BRITISH FOOD JOURNAL	۱۵	۳	۸	۱۹۱
INDUSTRIAL MANAGEMENT AND DATA SYSTEMS	۱۱	۴	۸	۳۶۱
INTERNATIONAL JOURNAL OF RF TECHNOLOGIES: RESEARCH AND APPLICATIONS	۱۱	۵	۸	۶۷۶
TECHNOLOGICAL FORECASTING AND SOCIAL CHANGE	۹	۶	۷	۱۵۲
INTERNATIONAL JOURNAL OF PRODUCTION RESEARCH	۸	۷	۶	۲۶۱
SOCIO-ECONOMIC PLANNING SCIENCES	۷	۸	۶	۶۷۵
TRANSPORTATION RESEARCH PART E: LOGISTICS AND TRANSPORTATION REVIEW	۷	۹	۵	۹۳
INTERNATIONAL JOURNAL ON FOOD SYSTEM DYNAMICS	۶	۱۰	۵	۲۸۷
INTERNATIONAL JOURNAL OF LOGISTICS MANAGEMENT	۵	۱۱	۴	۸۸
INTERNATIONAL JOURNAL OF SCIENTIFIC AND TECHNOLOGY RESEARCH	۵	۱۲	۴	۲۸
INTERNET OF THINGS (NETHERLANDS)	۵	۱۳	۴	۸۰
LOGISTICS	۵	۱۴	۴	۹۵
PRODUCTION PLANNING AND CONTROL	۵	۱۵	۴	۵۸
TECHNOLOGY IN SOCIETY	۵	۱۶	۳	۶۷
BENCHMARKING	۴	۱۷	۳	۴۲
JOURNAL OF BUSINESS RESEARCH	۴	۱۸	۳	۲۶

مجلات	تعداد مقالات	رتبه	h-index	کل استنادات
JOURNAL OF HUMANITARIAN LOGISTICS AND SUPPLY CHAIN MANAGEMENT	۴	۱۹	۲	۲۸
INTERNATIONAL JOURNAL OF INDUSTRIAL ENGINEERING AND MANAGEMENT	۳	۲۰	۲	۳۰

جدول ۲ تعداد ۲۰ مقاله مرتبط در مورد کاربرد فناوری‌های دیجیتال صنعت ۴/۰ در شبکه توزیع مواد غذایی کشاورزی را گزارش می‌دهد. این مقالات دارای بیشترین استنادات نسبت به سایر مقالات هستند. تأثیرگذارترین مقاله در این پژوهش کوهی‌زاده و همکاران (۲۰۲۱) است. نویسندگان این مقاله در مورد پیاده‌سازی فناوری بلاکچین در زنجیره تأمین پایدار و کاربردهای بهداشتی و تدارکاتی آن در طول شبکه توزیع مواد غذایی بحث می‌کنند.

جدول ۲. رتبه‌بندی ۲۰ مقاله برتر و تأثیرگذار (مرتب‌شده بر اساس تعداد کل استنادات)

نویسنده و سال	کل استنادات	استنادات سالیانه	استنادات نرمال شده	رتبه
Kouhizadeh et al., 2021	۴۱۹	۱۳۹/۶۷	۱۲/۵۴	۱
Kim and Laskowski, 2018	۴۱۵	۶۹/۱۷	۶/۳۲	۲
Kamble et al., 2020	۴۱۴	۱۰۳/۵۰	۸/۰۸	۳
Dutta et al., 2020	۳۸۴	۹۶	۷/۴۹	۴
Singh et al., 2021	۳۸۲	۱۲۷/۳۳	۱۱/۴۳	۵
Saurabh and Dey, 2021	۱۷۶	۵۸/۶۷	۵/۲۷	۶
Kamble et al., 2019	۱۷۶	۳۵/۲۰	۴/۵۹	۷
Rogerson and Parry, 2020	۱۵۷	۳۹/۲۵	۳/۰۶	۸
Kumar et al., 2020	۱۵۷	۳۹/۲۵	۳/۰۶	۹
George et al., 2019	۱۳۵	۲۷	۳/۵۲	۱۰
Burgos and Ivanov, 2021	۱۳۳	۴۴/۳۳	۳/۹۸	۱۱
Köhler and Pizzol, 2020	۱۲۸	۳۲	۲/۵۰	۱۲
Kittipanya-ngam and Hua Tan, 2020	۱۲۸	۳۲	۲/۵۰	۱۳

نویسنده و سال	کل استنادات	استنادات سالیانه	استنادات نرمال شده	رتبه
Kayikci et al., 2022	۱۱۳	۵۶/۵۰	۱۱/۲۷	۱۴
Allaoui et al., 2019	۱۱۰	۲۲	۲/۸۷	۱۵
Casino et al., 2020	۱۰۶	۲۶/۵۰	۲/۰۷	۱۶
Garzoni et al., 2020	۱۰۵	۲۶/۲۵	۲/۰۵	۱۷
LI et al., 2017	۱۰۵	۱۵	۲/۸۷	۱۸
Mohammed and Wang, 2017	۱۰۴	۱۴/۸۶	۲/۸۴	۱۹
Grunow and Piramuthu, 2013	۱۰۴	۹/۴۵	۴/۴۶	۲۰

سه مؤسسه مرتبط که تحقیقاتی را در مورد کاربرد فناوری‌های دیجیتال صنعت ۴/۰ در شبکه توزیع مواد غذایی کشاورزی ازنظر تعداد مشارکت منتشر می‌کنند عبارت‌اند از: دانشگاه پارما ایتالیا (۲۱ مقاله)، دانشگاه واخنیگن هلند (۱۶ مقاله) و دانشگاه یاشار ترکیه (۱۲ مقاله). مقر اکثر مؤسساتی که در مورد این موضوع تحقیق می‌کنند در کشورهای توسعه‌یافته قرار دارند. بااین‌حال، تعدادی مؤسسه از کشورهای درحال‌توسعه و نوظهور نیز وجود دارد. در بین ۲۰ مؤسسه مرتبط (جدول ۳)، تعداد ۹ مؤسسه و دانشگاه از کشورهای نوظهور و درحال‌توسعه (چین، ترکیه، هندوستان و اندونزی) و ۱۱ مؤسسه و دانشگاه از کشورهای توسعه‌یافته هستند (ایالات‌متحده، انگلستان، هلند، استرالیا و دانمارک).

جدول ۳. تأثیرگذارترین مؤسسات مرتبط (مرتب‌شده بر اساس تعداد کل انتشارات)

مؤسسات	کل انتشارات	کشور
University Of Parma	۲۱	ایتالیا
Wageningen University	۱۶	هلند
Yasar University	۱۲	ترکیه
Hong Kong Polytechnic University	۱۱	چین
University of Salento	۱۱	ایتالیا
National Institute of Food Technology Entrepreneurship And Management	۱۰	هندوستان
National Institute of Technology	۱۰	آمریکا

مؤسسات	کل انتشارات	کشور
South China University of Technology	۱۰	چین
Henan Agricultural University	۹	چین
University of Cambridge	۹	انگلستان
National Institute of Industrial Engineering (Nitie)	۸	هندوستان
University of Portsmouth	۸	انگلستان
Western Sydney University	۸	استرالیا
Alma Mater Studiorum-Bologna University	۷	ایتالیا
Brunel University London	۷	انگلستان
Guangdong University of Technology	۷	چین
The University of Queensland	۷	استرالیا
Aalborg University	۶	دانمارک
Amrita Vishwa Vidyapeetham Amrita School of Engineering	۶	هندوستان
IPB University	۶	اندونزی

برجسته‌ترین کشورهای فعال در حوزه کاربرد فناوری دیجیتال در شبکه توزیع مواد غذایی کشاورزی شامل آمریکا (۱۶۰۴ استناد)، هندوستان (۱۴۳۷ مقاله)، انگلستان (۱۱۰۵) و ایتالیا (۷۱۰) هستند. این یافته نشان می‌دهد که مشارکت‌های بیشتری از سوی مؤسسات در کشورهای توسعه‌یافته وجود دارد، اگرچه ترکیه و چین به ترتیب رتبه‌های سوم و چهارم تعداد دانشگاه‌های مهم را در بین ۲۰ مؤسسه مرتبط دارند. از این منظر کشور آمریکا تحقیقات مرتبط این حوزه و نوآوری‌های آن را رهبری می‌کند. یافته مهم دیگر حضور کشور ایران در بین مؤثرترین تولیدکنندگان علمی این حوزه پژوهشی است که نشان از افزایش علاقه پژوهشگران ایرانی در توجه به کاربرد فناوری‌های دیجیتال در توزیع مواد غذایی کشاورزی است.

جدول ۴. مؤثرترین کشورهای جهان در حوزه کاربرد فناوری‌های دیجیتال در شبکه توزیع مواد غذایی کشاورزی

کشور	کل استنادات	میانگین استنادات مقاله
ایالات‌متحده آمریکا	۱۶۰۴	۶۹/۷۰
هندوستان	۱۴۳۷	۳۶/۸۰
انگلستان	۱۱۰۵	۳۶/۸۰
ایتالیا	۷۱۰	۲۴/۵۰
چین	۵۹۸	۱۹/۹۰
کانادا	۵۲۵	۱۳۱/۲۰
هلند	۴۱۵	۲۹/۶۰
آلمان	۳۸۱	۲۷/۲۰
فرانسه	۲۵۸	۳۲/۲۰
چین	۱۸۶	۳۷/۲۰
یونان	۱۶۵	۳۳
دانمارک	۱۳۷	۴۵/۷۰
استرالیا	۱۳۱	۱۴/۶۰
تایلند	۱۲۹	۶۴/۵۰
لیتوانی	۱۰۵	۵۲/۵۰
ترکیه	۷۱	۸/۹۰
استرالیا	۶۲	۳۱
ایران	۶۰	۱۲
پرتقال	۵۹	۵۹
قطر	۵۲	۵۲

جدول ۵ تأثیرگذارترین نویسندگان در این زمینه را نشان می‌دهد. کومار[1]، برتولینی[2]، بوتانی[3] و کاییکچی[4] نویسندگانی هستند که بیشترین مشارکت را داشته‌اند. این نویسندگان به ترتیب روی کاربرد فناوری بلاکچین، RFID و تحلیل داده‌های کلان در شبکه توزیع

1. Kumar
2. Bertolini
3. Bottani
4. Kayikci

مواد غذایی کشاورزی کار کرده‌اند.

جدول ۵. تأثیرگذارترین نویسندگان (مرتب‌شده بر اساس انتشارات)

نویسندگان	وابستگی	تعداد مقاله	h-index	کل استنادات	رتبه
Kumar A	دانشگاه متروپولیتن لندن	۷	۵	۲۱۳	۱
Bertolini M	دانشگاه پارما	۴	۴	۸۳	۲
Bottani E	دانشگاه پارما	۴	۴	۶۳	۳
Kayikci Y	دانشگاه شفلید	۴	۴	۱۴۸	۴
Mangla Sk	دانشگاه جهانی‌ای پی جیندال	۴	۴	۱۰۴	۵
Vignali G	دانشگاه پارما	۴	۴	۶۰	۶
Choy Kl	دانشگاه پلی‌تکنیک هنگ‌کنگ	۳	۳	۷۰	۷
Dora M	دانشگاه کویت	۳	۳	۲۲۳	۸
Haijema R	دانشگاه واخنینگن	۳	۳	۱۳۳	۹
Jenamani M	موسسه فناوری هند خاراگپور	۳	۳	۹۶	۱۰
Lau H	دانشگاه وسترن سیدنی	۳	۳	۷۲	۱۱
Luthra S	شورای آموزش فنی هند	۳	۳	۶۰	۱۲
Mohammed A	دانشگاه مجمع	۳	۳	۱۴۴	۱۳
Nakandala D	دانشگاه وسترن سیدنی	۳	۳	۷۲	۱۴
Rizzi A	دانشگاه پارما	۳	۳	۵۵	۱۵
Singh A	دانشگاه فناوری دهلی	۳	۳	۱۶۳	۱۶
Volpi A	دانشگاه پارما	۳	۳	۶۱	۱۷
Wang Q	دانشگاه اکستر	۳	۳	۱۴۴	۱۸
Zhang J	دانشگاه ایندیانا	۳	۳	۹۵	۱۹
Accorsi R	دانشگاه بولونیا	۲	۲	۸۸	۲۰

یافته‌های تحلیل شبکه کتاب‌شناختی

نرم‌افزار VOSviewer برای توسعه و ترسیم شبکه‌های استنادی با استفاده از داده‌های کتاب‌سنجی استفاده می‌شود. این نرم‌افزار یک نقشه دو بعدی از آیتم‌ها و پیوندها ایجاد می‌کند که در آن آیتم‌ها به واحدهای تجزیه‌وتحلیل اشاره دارد و دربرگیرنده‌ی مقالات، نویسندگان، کشورها، مجلات یا سازمان‌ها است (Pandey et al., 2022). اندازه هر آیتم و

فونت برچسب آن منعکس‌کننده دفعات وقوع است. هرچه اندازه آیتم‌ها و شکل برچسب برجسته‌تر باشد، تعداد دفعات بروز بیشتر است. آیتم‌ها از طریق پیوندها به هم متصل می‌شوند و در صورت وجود، نشان می‌دهند که رابطه‌ای بین آیتم‌ها وجود دارد. هر پیوند همچنین دارای قدرت خاصی است، یک مقدار مثبت که ممکن است بسته به میزان قوی بودن رابطه بین موارد متفاوت باشد. هرچه قدرت پیوند بیشتر باشد، هم‌نویسندگی[1]/هم‌رویدادی[2]/هم‌استنادی[3] قوی‌تر خواهد بود. آیتم‌هایی که نزدیک به یکدیگر قرار دارند، به‌شدت مرتبط هستند، درحالی‌که آیتم‌هایی که دور از یکدیگر قرار دارند، ارتباط ضعیفی دارند. آیتم‌های شبکه را می‌توان در خوشه‌ها دسته‌بندی کرد. آیتم‌های یک خوشه ارتباط و ویژگی‌های مشابه خود را نشان می‌دهند (Shashi et al., 2020). در این مطالعه از تحلیل هم‌استنادی با VOSviewer برای انجام نقشه‌برداری علمی استفاده می‌شود. ازآنجایی‌که اسناد علمی با استناد به کارهای علمی قبلی ایجاد می‌شوند، شبکه استنادها شواهدی از پایگاه فکری یک حوزه دانش ارائه می‌دهد. به‌طور خاص، فراوانی و الگوهای هم‌استنادی سرنخ‌هایی از حوزه‌های دانش ارائه می‌دهند، زیرا فراوانی‌های هم‌استنادی بزرگ‌تر بین مقالات نشان‌دهنده روابط قوی‌تر است و گروه‌هایی از مقالات با استناد زیاد دانش جمعی را نشان می‌دهند و آیتم‌های یک خوشه باهم استنادی بالا، موضوعات و علائق پژوهشی مشابهی دارند (Nisa et al., 2021).

این پژوهش مروری دو نوع گرایش هم‌استنادی را بررسی می‌کند: هم‌استنادی منابع مورد استناد[4] و هم‌استنادی نویسندگان مورد استناد[5]. تحلیل هم‌استنادی نویسندگان ممکن است به درک بهتر ساختار فکری کمک کند. مقالات استناد شده ساختار فکری یک حوزه تحقیقاتی، ساختار، پویایی و تکامل آن را ایجاد می‌کنند؛ بنابراین، تحلیل هم‌استنادی نویسندگان و مقالات برای شناسایی گروه‌هایی از موضوعات و نویسندگان و بررسی

1. Co-authorship
2. Co-occurrence
3. Co-citation
4. co-citations of cited references
5. co-citations of cited authors

چگونگی ارتباط آن‌ها اجرا می‌شود (Pandey et al., 2022).

٤,٣,١. تحلیل هم‌استنادی نویسندگان مورد استناد

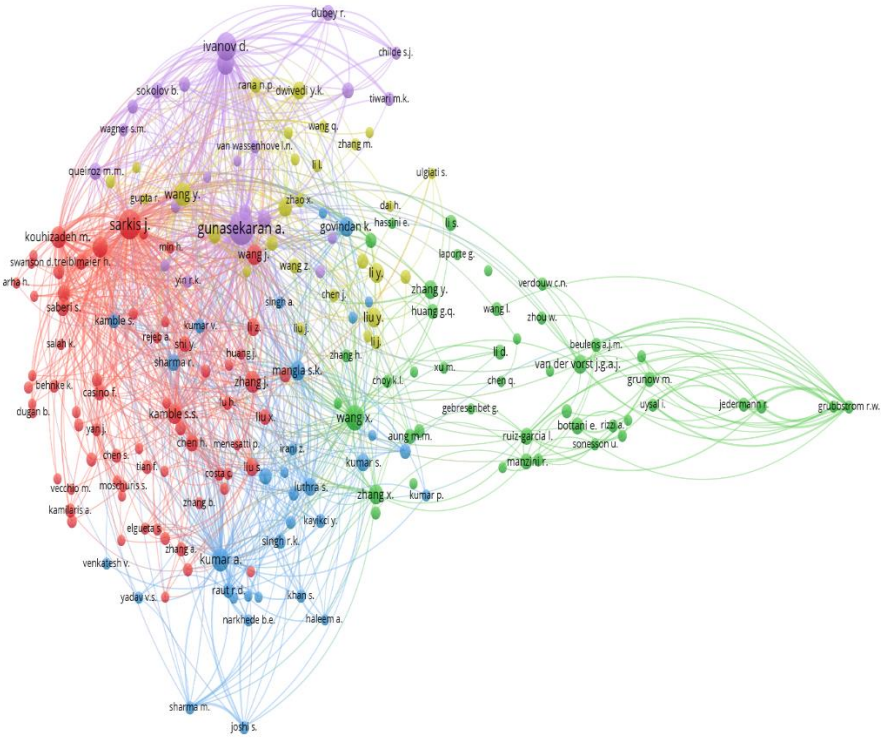
پس از پردازش داده‌های منابع مورد استناد بازیابی شده از ۳۳۱ مقاله متعلق به مجموعه داده‌ها، مجموعه‌ای از ۳۱۱۷۴ نویسنده استناد شده به دست آمد. این مجموعه به نویسندگانی با حداقل ۲۰ استناد کاهش یافت که درنتیجه ۱۹۵ نویسنده ۶۷۷۲ بار مورد استناد قرار گرفتند و مجموعه‌هایی از نویسندگان با ویژگی‌های مشابه کنار هم قرار گرفتند. شکل ۶ پنج خوشه اصلی شناسایی‌شده را نشان می‌دهد که در آن «گوناسکاران اف[1]»، «سارکیس جی[2]»، «ایوانوف دی[3]» و «وانگ ایکس[4]» نویسندگانی با بیشترین هم‌استنادی هستند. هر خوشه استخراج‌شده شامل چند محقق برجسته حوزه پژوهش است که ورودی‌هایشان نقش عمیقی در رشد تحقیقات کاربرد فناوری‌های دیجیتال در شبکه توزیع داشته است.

نویسندگان تأثیرگذار خوشه ۱ عبارت‌اند از آنتونوچی و سارکیس که در زنجیره تأمین پایدار مواد غذایی کشاورزی تخصص دارند و کاربرد فناوری‌های دیجیتال بلاکچین و سیستم پشتیانی تصمیمات مدیران را موردمطالعه قرار داده‌اند. در مقابل وانگ ایکس نویسنده اصلی خوشه ۲ و سایر اعضای این خوشه در حوزه پرینت سه‌بعدی مواد غذایی و شبیه‌سازی آن برای خرده‌فروشان تخصص دارند. تحقیق در مورد طراحی مجدد مواد غذایی کشاورزی و استفاده از قابلیت‌های شبیه‌سازی در کانال توزیع توسط وندروست[5] (نویسنده مهم دیگر این خوشه) دنبال می‌شود. خوشه ۳ که در ارتباط با انعطاف‌پذیری شبکه توزیع و لجستیک هوشمند مواد غذایی در مواجهه با بحران‌ها تخصص دارند و نقش فناوری‌های مهم دیجیتال بلاکچین و اینترنت اشیا را برای آن بررسی کردند. حوزه تخصصی خوشه ۴ کاربرد فناوری RFID جهت حفظ کیفیت و بهبود خدمات تحویل در

1. Gunasekaran F
2. Sarkis J
3. Ivanov D
4. Wang X
5. Van der Vost

شبکه توزیع مواد غذایی است و درنهایت در خوشه ۵ می‌توان به نویسنده «گوناسکاران اف» اشاره کرد که در کاربرد فناوری‌های دیجیتال بلاکچین در ردگیری مواد غذایی در شبکه توزیع مواد غذایی تخصص دارد و لجستیک شخص ثالث به‌منظور برون‌سپاری، افزایش اعتماد، همکاری و انعطاف‌پذیری در یک محیط زنجیره تأمین بشردوستانه و کمک به محیط‌زیست را مطالعه کرده است. نویسندگان زیادی همچون کمبل و شارما متأثر از کار او هستند و کاربرد فناوری‌های دیجیتال مانند بلاکچین و اینترنت اشیا را بر زنجیره پایدار را مطالعه کرده‌اند. گوناسکاران اف همچنین کاربرد فناوری یادگیری ماشین در پشتیبانی تصمیم برای مدیران را توسعه داد و توسط نویسندگان دیگر شارما (از نویسندگان پراستناد خوشه ۳) دنبال و به آن استناد شد.

شکل ٦. شبکه هم‌استنادی نویسندگان (منبع: نویسندگان)



جدول ٦. خوشه‌بندی برای نویسندگانی که بیشترین استناد دارند (تعداد نقل‌قول‌ها در پرانتز)

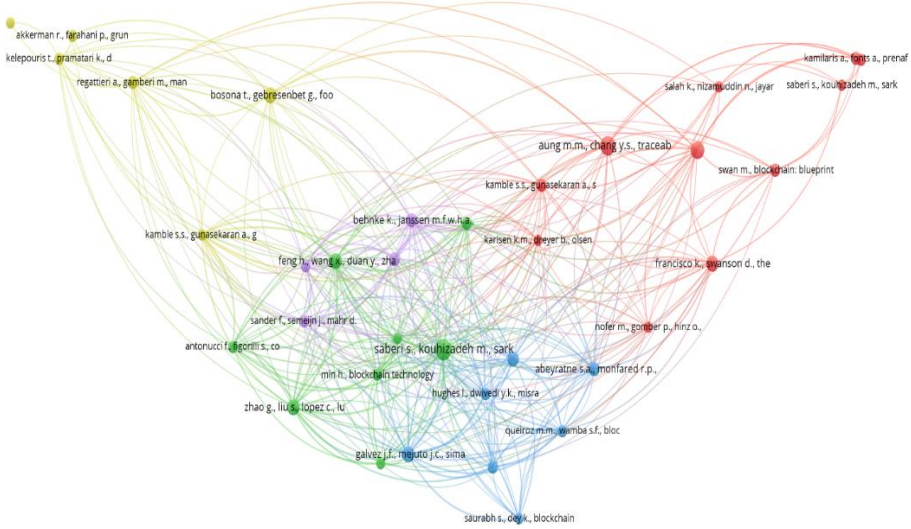
خوشه ۱ (قرمز)	خوشه ۲ (سبز)	خوشه ۳ (آبی)	خوشه ٤ (زرد)	خوشه ٥ (بنفش)
Antonucci, F. (25)	Wang, X. (102)	Kumar, A. (91)	Wang, Y (88)	Gunasekaran, A. (176)
Arha, H. (20)	Zhang, X. (64)	Govindan, K. (65)	Li, Y. (62)	Ivanov, D (130).
Behnke, k. (27)	Zhang, Y. (59)	Mangla, S.K. (62)	Liu, Y. (60)	Seuring, S. (52)
Sarkis, J. (146)	Van der Vorst, J.A. (58)	Kumar, S. (51)	Xu, x. (56)	Queiroz, M.M. (48)
Dolgui, A. (83)	Ruiz-Garcia, L. (47)	Luthra, S. (49)	Dwivedi, Y.K. (50)	Singh, S. (43)
Zhang, J. (77)	Bottan, E. (45)	Dora, M. (47)	li, z. (50).	Dubey, R. (42)
Kouhizadeh, M. (75)	Manzini, R. (42)	Sharma, R. (46)	Wang, H. (48)	Sokolov, B. (42).
Choi, T.M. (71)	Shankar, R. (39)	Raut, R.D. (39)	Chen, X. (38)	Papadopoulos, T. (41)
Wang, J. (69)	Li, D. (38)	Subramanian, N. (37)	Rana, N.P. (38)	Wamba, S.F. (39)
Kamble, S.S. (62)	Singh, R.K. (36)	Kamble, S. (35)	LI, X. (37)	Zhu, Q. (34).

تحلیل هم‌استنادی منابع مورد استناد

برای ایجاد درک بهتر در رابطه با ریشه‌های نظری مقالات نمونه، از تحلیل استنادی مشترک استفاده می‌گردد که در آن منابع استناد شده عنصر کلیدی تحلیل را تشکیل می‌دهند. در نمونه اصلی ۳۳۱ مقاله، درمجموع ۱۹۴۷۶ منبع استناد شده یافت شد و بیشتر به منابعی با حداقل ۶ استناد کاهش یافت که درنتیجه ۳۶ مقاله ۲۹۰ بار مورد استناد قرار گرفت. شکل ۷ نشان می‌دهد که چگونه مقالاتی که بیشترین هم‌استناد را دارند در یک خوشه به یکدیگر متصل می‌شوند و اندازه گره‌ها نشان‌دهنده فراوانی استناد به مقاله توسط مقالات دیگر در مجموعه داده‌های کاهش‌یافته است. فناوری بلاک چین و زنجیره تأمین پایدار: بررسی تئوری موانع پذیرش توسط کوهی‌زاده و همکاران (۲۰۲۱) به‌عنوان مقاله هم‌استناد برتر (۲۱ بار هم‌استناد شده) شناسایی شد و دومین مقاله هم‌استناد برتر مربوط به

مقاله تحت عنوان «قابلیت ردیابی در زنجیره تأمین مواد غذایی: چشم‌اندازهای ایمنی و کیفیت» توسط آنگ[1] و چانگ[2] (۲۰۱۴) است. این دو مقاله برتر در ارتباط با مراقبت‌های بهداشتی و پایداری مواد غذایی و عدم هدر رفت در طول سیستم توزیع آن است که نشان از اهمیت روزافزون پایداری زنجیره تأمین است.

شکل ۷. شبکه هم‌استنادی منابع مورد استناد (منبع: نویسندگان)



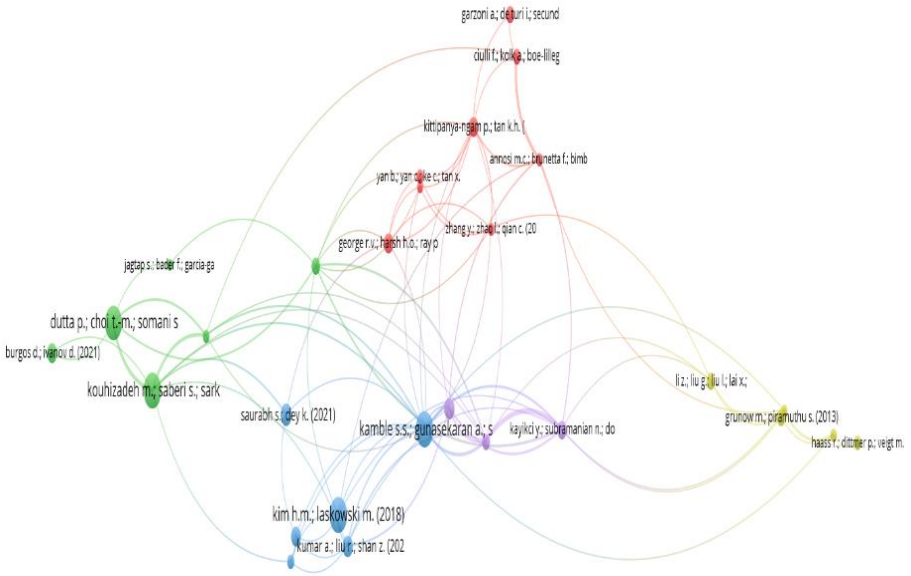
زوج‌های کتاب‌شناختی

درصورتی‌که حداقل یک منبع ذکرشده در هر دو فهرست منابع وجود داشته باشد، دو مقاله ازنظر کتاب‌شناختی زوج شناخته می‌شوند. تحلیل زوج‌های گرافیک نتیجه دقیق‌تری جهت خوشه‌بندی مطالعات نسبت به هم‌استنادی فراهم می‌کند (Souza Vasconcelos and Hadad Júnior, 2023). شبکه بصری زوج‌های کتاب‌شناختی در شکل ۸ نشان داده شده است که مقالاتی را با حداقل ۵۰ استناد در نظر می‌گیرد. در این شکل، یک گره نماد یک مقاله است، اندازه آن تعداد استنادها را نشان می‌دهد و یک پیوند نشان‌دهنده

1. Aung
2. Chang

پیوندهای کتاب‌شناختی است. ازآنجاکه، مقالات مرتبط، احتمال بیشتری برای اشتراک در حوزه موردعلاقه دارند. درنتیجه، تجزیه‌وتحلیل کامل مقالاتی که بخشی از یک خوشه هستند، حوزه پژوهشی آن خوشه را نشان می‌دهد (Nisa et al., 2022). شکل ۸ پنج خوشه مختلف را نشان می‌دهد و جزئیات آن‌ها در جدول ۷ آمده است. در این راستا حوزه‌های تحقیق و محتویات مقالات برجسته برای شناسایی حوزه تمرکز پژوهشی هر خوشه به‌طور عمیق مورد تجزیه‌وتحلیل قرار گرفت.

شکل ۷. شبکه بصری زوج‌های کتاب‌شناختی مقالات (منبع: نویسندگان)



جدول ۷. خوشه‌بندی کاربرد فناوری‌های دیجیتال در شبکه توزیع مواد غذایی کشاورزی

نام خوشه‌ها	مضامین	نوع کاربرد فناوری دیجیتال	منابع زوج‌های کتاب‌شناختی
تأمین کیفیت مواد غذایی	• طراحی دو هاب برای لجستیک مواد غذایی • انعطاف‌پذیری تولید و کاهش ضایعات • مراقبت بهداشتی از مواد غذایی • پیگیری و ردگیری مواد غذایی جهت اطمینان از کیفیت مواد غذایی • درجه‌بندی کیفیت غذا • اتصال همه‌جانبه اعضای زنجیره تأمین • تجسم نحوه جریان مواد در شبکه توزیع مواد غذایی • تقویت مدیریت کیفیت، شفافیت و اعتماد مشتریان	• استفاده از IOT به‌منظور دریافت اطلاعات در زمان واقعی از دو هاب • پیش‌بینی فروش مواد غذایی فاسدشدنی با استفاده از DSS • دریافت اطلاعات از مکان و زمان مواد غذایی با استفاده از IOT • ردیابی مواد غذایی با استفاده از بلاکچین • بهینه‌سازی مسیرهای تحویل کامیون با استفاده از داده‌های بزرگ • کاربرد IOT و بلاکچین برای تدارکاتچی‌های ثالث و دریافت اطلاعات به‌موقع جهت پشتیبانی از تصمیمات • تثبیت سفارش حمل‌ونقل برای بهبود پایداری زنجیره تأمین با استفاده از شبیه‌سازی • استفاده از واقعیت مجازی برای تجسم زمان فروش و تحویل	Yan et al. (2016); Yadav and Luthra, (2017); Annosi et al. (2021); Garzoni et al. (2020); Ciulli et al. (2020); Kittipanya-ngam and Tan, (2018); George et al. (2019);
انعطاف‌پذیری شبکه توزیع	• طراحی شبکه توزیع دیجیتال • سیستم حمل‌ونقل یکپارچه و	• کاربرد بلاکچین در افزایش شفافیت و امنیت معاملات، حفظ حریم خصوصی اطلاعات شرکت و	Kouhizadeh et al. (2021); Friedman and Ormiston, (2022); Dutta et al. (2020); Burgos and Ivanov, (2021); Burgos and Ivanov, (2021), Casino et al. (2020);

نام خوشه‌ها	مضامین	نوع کاربرد فناوری دیجیتال	منابع زوج‌های کتاب‌شناختی
	الکترونیک • سیستم لجستیک آخرین مایل • پرداخت آنلاین • تحویل دیجیتال • ارائه تجربه عالی تحویل به مشتریان	دستیابی به تخصیص مناسب منابع در بین همه ذی‌نفعان در بخش کشاورزی • ادغام بلاک چین با RFID و IoT جهت برنامه‌ریزی کارآمدتر لجستیک هوایی و حمل‌ونقل • سیستم داده به‌روز و کارآمد • حفظ کنترل کامل بر کل فرآیند تحویل با IOT و بلاکچین • کاربرد دوقلو دیجیتال در مواجهه با تغییرات ناگهانی	Jagtab et al. (2020)
معماری ماژولار شبکه توزیع	• ماژول سیستم همتا به همتا (P2P)[1] قابل‌اعتماد • ماژول ردیابی RFID و بلاک چین • ماژول مالکیت تراکنش و امنیت • ماژول ارائه‌دهنده شناسه منحصربه‌فرد (ثبت-کننده). • ماژول قرارداد هوشمند • ماژول	• معماری پیشنهادی مبتنی بر بلاک چین می‌تواند گره‌های زنجیره تأمین را با استفاده از سیستم P2P، اینترنت اشیا و سیستم مبتنی بر ابر یکپارچه کند. • مکانیسم انطباق تجاری را با استفاده از قراردادهای هوشمند و فناوری بلاک چین با تقویت اعتماد به سیستم بهبود می‌بخشد. • جامعیت و یکپارچگی شبکه توزیع از طریق فناوری بلاکچین	Saurabh and Dey, (2021); Mangla et al. (2021); Liu et al. (2020); Leduc et al. (2021); Köhler and Pizzol, (2021); Kumar et al. (2021); Kim and Laskowski, (2018)

1. Peer to Peer

نام خوشه‌ها	مضامین	نوع کاربرد فناوری دیجیتال	منابع زوج‌های کتاب‌شناختی
	تولیدکننده و مصرف‌کننده خودکار • ماژول گواهی‌کننده کیفیت و تصمیم‌گیری • ماژول حمل‌ونقل هوشمند	• لجستیک و سیستم حمل‌ونقل مبتنی بر GPS • بهره‌وری مصرف آب با استفاده از دستگاه‌های IoT یا حسگرها	
سیستم لجستیک هوشمند	• لجستیک هوشمند مواد غذایی فاسدشدنی • لجستیک هوشمند مواد غذایی از پیش بسته‌بندی‌شده • کاهش هزینه‌های حمل‌ونقل با استفاده از کانتینر هوشمند	• کاهش هدررفتن در زنجیره‌های تأمین مواد غذایی فاسدشدنی • استفاده از کدهای QR و RFID در مونتاژ مواد غذایی از پیش بسته‌بندی‌شده • کاربرد RFID در جداسازی مواد غذایی از پیش بسته‌بندی‌شده • کاربرد RFID در تراکنش‌های مواد غذایی از پیش بسته‌بندی‌شده • اسکن اطلاعات ایمنی مواد غذایی از پیش بسته‌بندی‌شده با استفاده از کد QR • استفاده از اینترنت اشیا و تدارکات مستقل با قابلیت شناسایی مسیر و مشتری	Grunow and Piramuthu, (2013); Haass et al. (2015); Li et al. (2017); Nakandala et al. (2016);A. Rijpkema et al. (2014)
شبکه توزیع پایدار	• سازگاری با تقاضای فعلی	• تولید و تحویل منعطف با استفاده از محاسبات ابری	Kayikci et al. (2022); Tsolakis et al. (2021); Rogerson and Parry, 2020;

نام خوشه‌ها	مضامین	نوع کاربرد فناوری دیجیتال	منابع زوج‌های کتاب‌شناختی
	مشتریان • تأمین مواد غذایی سفارشی شده • سازگاری با محیط‌زیست • کاهش هزینه-های توزیع و تحویل • ایمنی و پایداری مواد غذایی • به‌کارگیری انبارهای ادغام‌سازی	• استفاده از چاپ سه‌بعدی برای سفارشی کردن مواد غذایی • بهینه‌سازی حمل‌ونقل با استفاده از ربات‌های مستقل • استفاده از ربات‌های مستقل در شبکه توزیع	Gružauskas et al. (2018)

مطابق جدول ۷ نویسندگان خوشه ۱ بر استفاده از فناوری‌های دیجیتال در تأمین کیفیت مواد غذایی کشاورزی تأکید دارند. به اعتقاد این نویسندگان، یک شبکه توزیع می‌بایست نگران حوزه‌های اصلی مواد غذایی فاسدشدنی، شفافیت و اعتماد مشتریان و ایمنی و پایداری مواد غذایی باشد. کیتیپانیا-نگام[1] و هواتان[2] (۲۰۱۸) دیجیتالی شدن شبکه توزیع را فرصتی برای تسریع خدمات‌رسانی به مشتریان به‌خصوص برای مواد غذایی که سریع‌تر فاسد می‌شوند، پیشنهاد می‌دهند. این محققان هوش مصنوعی را به‌منظور ارزیابی کنترل کیفی ذهنی محصولات غذایی، حسگرها را برای پیش‌بینی ماندگاری محصولات غذایی به‌صورت خودآموز و در زمان واقعی، ربات‌های مستقل را برای ایمنی بالاتر مواد غذایی به دلیل تماس کمتر انسان در فراوری مواد غذایی و چاپ سه‌بعدی را برای سفارشی‌سازی مواد غذایی موردنظر مشتریان پیشنهاد می‌کنند. همچنین ژانگ[3] و همکاران (۲۰۱۷) جهت حفظ کیفیت مواد غذایی فاسدشدنی یک شبکه توزیع با دو هاب اصلی پایین‌دستی و بالادستی را پیشنهاد می‌دهند که امکان تسریع ارسال مواد غذایی را به مشتریان نهایی فراهم

1. Kittipanya-ngam
2. Hua Tan
3. Zhang

می‌آورد. در این روش پیشنهادی به‌جای ارسال مواد غذایی به‌صورت جداگانه از سوی هر تولیدکننده، هاب بالادستی این مواد غذایی را ذخیره کرده و آن را برای هاب پایین‌دستی که کار پردازش و بارگیری مواد غذایی را به عهده دارد، ارسال می‌کند. جهت هماهنگی بین این دو هاب و تولیدکننده‌ها و مشتریان، استفاده از فناوری دیجیتال IOT را پیشنهاد می‌دهد که اطلاعات را در زمان واقعی برای تمام اعضا فراهم کرده و به‌موقع در شبکه توزیع جابه‌جا می‌شود.

خوشه ۲ اساساً به کاربرد فناوری‌های دیجیتال در انعطاف‌پذیری شبکه توزیع به‌خصوص هنگام مواجهه با تغییرات محیطی اشاره دارد. جگتاب[1] و همکاران (۲۰۲۰) بیان می‌کنند که استفاده از روباتیک انعطاف‌پذیری تولید را برای کسب‌وکارها فراهم می‌کند، به‌ویژه در مواقعی که نیاز به تغییر ناگهانی برای برآورده کردن خواسته‌های مصرف‌کننده باشد، مهم است. بهینه‌سازی حمل‌ونقل کالا بزرگ‌ترین مزیت کاربرد رباتیک در لجستیک است. برنامه‌های رباتیک علاوه بر کاربرد در بسته‌بندی، امکان ردیابی بهینه مواد را در طول فرآیند لجستیک فراهم می‌آورند. رباتیک اغلب با حسگرها و فناوری‌های تصویربرداری ترکیب می‌شود. برگوس و ایوانوف[2] (۲۰۲۱) کاربرد فناوری دوقلو دیجیتال[3] (که نوعی شبیه‌سازی است) در انعطاف‌پذیری زنجیره تأمین ضروری می‌دانند. به اعتقاد این نویسندگان هنگامی یک تغییر اساسی مانند کاهش یا افزایش در تقاضای مشتریان ایجاد می‌شود، دوقلو دیجیتال کمک می‌کند تا راه‌های پویا و هوشمندانه‌ای برای مدل‌سازی تمام مراحل فرآیندهای زنجیره تأمین مواد غذایی ارائه شود. دوقلو دیجیتال به شرکای زنجیره تأمین اجازه می‌دهد تا فرآیندهای خود را در یک تنظیمات شبیه‌سازی‌شده مدل کنند تا امکان تست و آزمایش گزینه‌های جدید کار را فراهم کنند. دوقلو دیجیتال تنظیمات واقعی مانند خطوط تولید و کف را تقلید می‌کند که می‌تواند به‌طور مداوم برای شناسایی هر فرصتی برای بهبود بیشتر ارزیابی شود. شرکای زنجیره تأمین مواد غذایی می‌توانند از

1 .Jagtab
2. Burgos and Ivanov
3. Digta Twin

تأثیرات و نتایج آینده هر موقعیت بدون هیچ‌گونه خطری ازنظر هزینه‌ها و شهرت برند مطلع شوند (باشکوه و همکاران، ۱۳۹۹). سایر محققان کاربرد فناوری IOT را در شبکه توزیع مهم می‌دانند به این صورت که هنگام تحویل محصولات غذایی متصل به بلاک چین، زمان و شرایط تحویل به‌طور خودکار تأیید می‌شود (Kouhizadeh et al., 2021; Friedman and Ormiston, 2022). محصولات غذایی را می‌توان بر اساس شرایط و ضوابط موردتوافق مانند دما، بسته‌بندی سالم و غیره تأیید کرد و پرداخت‌های صحیح را به شرکای مناسب پرداخت و درنتیجه کارایی و قابلیت اطمینان را افزایش داد (Duta et al., 2020).

خوشه ۳ بر معماری ماژولار شبکه توزیع مواد غذایی کشاورزی متمرکز است. در این معماری واسطه‌های غیر مکمل در زنجیره تأمین را حذف می‌شوند (Kim and Laskowski, 2018). نوع پیشنهادی معماری مدولار در این تحقیقات ارائه سیستم P2P است که قابلیت جستجوی سیستم را برای مطابقت با تولیدکنندگان و مصرف‌کنندگان بالقوه بهبود می‌بخشد که می‌تواند پشتیبانی خلق ارزش، جذب ارزش و تخصیص ارزش را افزایش دهد. ماژول دوم پیشنهادی، ماژول خودکار تولیدکننده و مصرف‌کننده است که امکان کنترل خودکار موجودی مواد غذایی را فراهم می‌کند و از این طریق می‌توان عرضه را حفظ کرد و زمان تحویل را کاهش داد. ماژول سوم، ماژول مالکیت تراکنش و قرارداد هوشمند برای تقویت اعتماد در معاملات و تقویت تحمل خطا و منشأ سیستم برای اهداف حسابداری و حسابرسی است (Saurabh and Dey, 2021; Kumar et al., 2021). معماری ماژولار پیشنهادی مبتنی بر بلاک چین می‌تواند بخش‌های مختلف زنجیره تأمین را با استفاده از سیستم P2P، اینترنت اشیا و سیستم مبتنی بر ابر یکپارچه کند و هر یک از بخش‌های زنجیره تأمین را قادر می‌سازد تا با یکدیگر ارتباط برقرار کرده و هماهنگ شوند و یک سیستم همکاری ایجاد کنند. معماری پیشنهادی همچنین مکانیسم انطباق تجاری را با استفاده از قراردادهای هوشمند و فناوری بلاک چین با تقویت اعتماد به سیستم بهبود می‌بخشد. این معماری می‌تواند از طریق ماژول مالکیت تراکنش و امنیت جامعیت را به

شبکه زنجیره تأمین بیاورد (Saurabh and Dey, 2021; Köhler and Pizzol, 2021).

در خوشه ۴ سیستم لجستیک هوشمند مواد غذایی موردمطالعه قرار گرفته است. گرونو و پیراموتو[1] (۲۰۱۳) و راجیکما و همکاران (۲۰۱۴) به کاربرد RFID را در سیستم لجستیک مواد غذایی فاسدشدنی اشاره کرده‌اند: (الف) اخطار به مشتری هنگامی‌که ماده غذایی در مورد میزان خراب شدن مواد غذایی فاسدشدنی، حتی اگر «تاریخ انقضا» آن نگذشته باشد و (ب) ارائه اطلاعات در ارتباط با قرارگیری نادرست مواد غذایی فاسدشدنی مثلاً در خارج از بخش یخچالی فروشگاه برای مدت طولانی. لی[2] و همکاران (۲۰۱۷) لجستیک هوشمند مواد غذایی از پیش بسته‌بندی‌شده را در حوزه‌های مونتاژ هوشمند، جداسازی هوشمند، تراکنش هوشمند و خدمات پیگیری و ردیابی مطالعه کرده‌اند. در مونتاژ هوشمند مواد غذایی از پیش بسته‌بندی‌شده کدهای QR و تگ‌های RFID بر بسته مواد غذایی الصاق می‌شوند و در لایه داده ذخیره می‌شوند. سیستم جداسازی وظیفه جدا کردن مواد غذایی از پیش بسته‌بندی‌شده از بسته‌های سطح بالاتر به بسته‌های سطح متوسط و درنهایت به اقلام منفرد را بر عهده دارد. به‌طور مشابه، فرآیند جداسازی قطعات نیز توسط دستگاه‌های هوشمند ضبط‌شده و در لایه داده ذخیره می‌شود. سیستم تراکنش برای اتصال سیستم مونتاژ با سیستم جداسازی ساخته شده است که می‌تواند پلی بین تولیدکننده مواد غذایی پیش بسته‌بندی و توزیع‌کنندگان پایین‌دستی باشد. هنگامی‌که غذای بسته‌بندی‌شده باید به توزیع‌کنندگان منتقل شود، سیستم تراکنش اطلاعات دقیقی مانند تاریخ تحویل، مقصد و مقدار مواد غذایی مرتبط در سطوح مختلف بسته‌بندی را ثبت می‌کند. پس از رسیدن محصولات به مقصد، فعالیت‌های فرآیند جداسازی قطعات با اسکن RFID برچسب‌گذاری شده روی بسته‌ها انجام می‌شود؛ بنابراین، سیستم تراکنش به‌وضوح نشان می‌دهد که محصولات در کجا فروخته می‌شوند که اغلب موردتوجه تولیدکننده است و توزیع‌کنندگان دقیقاً چه نوع محصولاتی را دریافت می‌کنند. درنهایت خدمات ردیابی و پیگیری به‌عنوان خدمات کلیدی برای تولیدکنندگان مواد غذایی، ارائه‌دهندگان

1. Grunow and Piramuthu
2. Li

لجستیک و خرده‌فروشان است تا جریان مواد غذایی از پیش بسته‌بندی‌شده را در طول کل زنجیره تأمین ردیابی و پیگیری کنند. این اطلاعات همچنین برای مصرف‌کنندگان باز می‌شود تا روند تولید و تدارکات غذایی را که خریداری کرده‌اند ردیابی کنند.

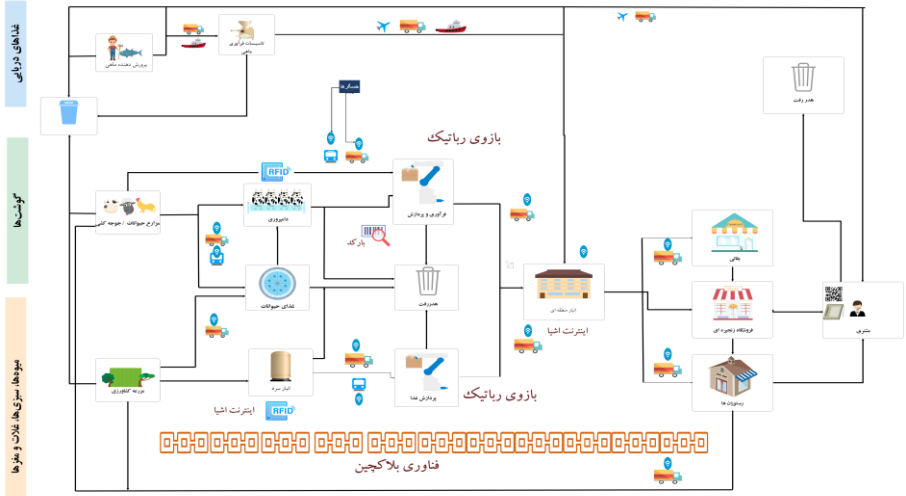
هاس[1] و همکاران (۲۰۱۵) نقش کانتینرهای هوشمند را در یک سیستم لجستیک هوشمند مواد غذایی را مطالعه کرده‌اند. به عقیده آن‌ها این دست از کانتینرها ضمن کاهش آلودگی هوا، می‌تواند کیفیت واقعی کالاهای حمل شده را محاسبه کند و این اطلاعات را به‌صورت آنلاین ارائه دهد تا کالا را با سفارش مشتری مطابقت دهد، درحالی‌که کانتینر هنوز در حال حمل است.

یافته‌های پژوهشگران خوشه ۵ نشان می‌دهد که شبکه توزیع پایدار از انبارهای ادغام‌شده استفاده می‌کند و در قیاس با استراتژی توزیع به‌موقع (JIT) ۱۹ درصد هزینه‌های حمل‌ونقل و ۵۵ درصد سطح انتشار CO2 آن کمتر است. این استراتژی برای بازارهایی که تمایل به کار با محموله‌های کمتری دارند مناسب است. بازارهای بزرگ‌تر با سفارش کمیت بالا باید بیشتر بر استراتژی توزیع به‌موقع متمرکز شوند، زیرا امکان بهتری برای بهینه‌سازی سیستم‌های توزیع با استراتژی توزیع جزئی بار وجود دارد؛ بنابراین، این استراتژی را می‌توان با استفاده از یک خوشه لجستیک و به اشتراک‌گذاری حمل‌ونقل بین اعضای شبکه توزیع پیاده‌سازی کرد. مشکل توزیع جزئی بار شامل دو عامل است. ازیک‌طرف، مسافت طی شده ممکن است به دلیل موقعیت محموله به‌طور چشمگیری افزایش یابد و برای به حداقل رساندن این محدودیت باید یک خوشه بزرگ ایجاد شود. از طرف دیگر، در طول حمل‌ونقل طولانی‌مدت و جمع‌آوری چندین سفارش، زمان کار نیز ممکن است افزایش یابد. به بیان محققان این خوشه، استفاده از ربات‌های مستقل در کاهش هزینه‌های حمل‌ونقل و حذف زمان استراحت مؤثر است (Kayikci et al., 2022; Tsolakis., 2021; Rogerson and Parry, 2020). به عقیده گروزاسکاس[2] و همکاران (۲۰۱۸) زنجیره تأمین باید تکامل یابد و از راه‌حل‌های سنتی به راه‌حل‌های پایدارتر تغییر

1. Haass
2. Gružauskas

کند. اینترنت اشیا، تجزیه‌وتحلیل داده‌های بزرگ، رایانش ابری، سیستم‌های فیزیکی سایبری به همراه وسایل نقلیه خودران و خوشه‌های لجستیکی می‌توانند به حفظ مزیت رقابتی در درازمدت کمک کنند (کریمی و همکاران، ۱۴۰۲).

شکل ۸. کاربرد فناوری‌های دیجیتال صنعت ٤ در شبکه توزیع مواد غذایی کشاورزی (منبع: نویسندگان)



همان‌گونه که در شکل ۸ مشخص است فناوری‌های دیجیتال صنعت ۴ در بخش‌های مختلف شبکه توزیع مواد غذایی کاربرد گسترده دارند. مشتری با اسکن بارکد، مواد غذایی موردنظر خود را از خرده‌فروش سفارش می‌دهد و خرده‌فروش که به سبب اینترنت اشیا اطلاعات دقیقی از زمان، مکان و نوع مواد غذایی دارد حجم مشخصی را تقاضا می‌کند. مواد غذایی از سوی تولیدکنندگان (صیادان، دام‌پروران و کشاورزان) جهت فراوری و پردازش و ذخیره در انبار سرد با کامیون‌هایی که مجهز به اینترنت اشیا و حسگرهای کیفیت مواد غذایی هستند ارسال می‌گردد تا در زمان واقعی (که به‌واسطه‌ی گسترش فناوری بلاکچین در سراسر شبکه‌ی توزیع کنترل می‌شود) به انبار منطقه‌ای و سپس خرده‌فروش ارسال گردد. همچنین در هر بخش سعی می‌گردد تا با استفاده از فناوری

RFID مواد غذایی تفکیک‌شده و هدر رفت مواد غذایی کاهش یابد.

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

پژوهش حاضر باهدف کاربرد فناوری‌های دیجیتال صنعت ۴/۰ در شبکه توزیع مواد غذایی کشاورزی از طریق مطالعه‌ی کتاب‌سنجی انجام شد. بدین منظور اطلاعات کتاب‌شناختی تعداد ۳۳۱ مقاله مرتبط و معتبر از پایگاه علمی اسکوپوس دریافت شد. سپس اطلاعات به‌دست‌آمده وارد بسته بیبلیومتریک در نرم‌افزار R (به‌منظور تحلیل اطلاعات کمی) و نرم‌افزار Vosviewer (به‌منظور تحلیل شبکه‌های کتاب‌شناختی) شد.

یافته‌های بخش کمی نشان داد که رشد واقعی مطالعات مرتبط با کاربرد فناوری‌های دیجیتال در شبکه توزیع مواد غذایی کشاورزی از سال ۲۰۱۷ اتفاق افتاده است و پرکاربردترین فناوری‌های دیجیتال در شبکه توزیع مواد غذایی بلاکچین، اینترنت اشیا، شبیه‌سازی، هوش مصنوعی، داده‌های کلان، یادگیری ماشین، چاپگر سه‌بعدی، حسگرها و دوقلوهای دیجیتال هستند. مؤثرترین مجله، نویسنده، دانشگاه و کشور به ترتیب Journal of cleaner production، کوهی زاده و همکاران (۲۰۲۱)، دانشگاه پارما و ایالات‌متحده آمریکا و پراستنادترین نویسنده در این حوزه کومار و همکاران (۲۰۲۰) بودند. در ادامه با تحلیل شبکه زوج‌های کتاب‌شناختی ۵ خوشه اصلی در ارتباط با کاربرد فناوری‌های دیجیتال در شبکه توزیع مواد غذایی کشاورزی شناسایی شد. خوشه‌های شناسایی‌شده به ترتیب به کاربرد فناوری‌های دیجیتال در تأمین کیفیت مواد غذایی، انعطاف‌پذیری شبکه توزیع، معماری ماژولار شبکه توزیع، سیستم لجستیک هوشمند و شبکه توزیع پایدار اشاره دارند. با توجه به مضامین خوشه‌ها در جدول ۷ می‌توان نتیجه گرفت که اینترنت اشیا و بلاکچین در ردیابی، پیگیری و دریافت مواد غذایی در زمان واقعی در طول زنجیره تأمین و کاهش هدر رفت کاربرد مؤثری دارند. فناوری‌های RFID و دوقلوهای دیجیتال به هنگام مواجهه با تغییرات و بحران‌های محیطی همانند بیماری‌های همه‌گیر در حفظ امنیت مواد غذایی و تحویل آن به مصرف‌کننده بسیار قابل هستند. کاربرد دیگر فناوری‌های دیجیتال استفاده جهت معماری ماژولار شبکه توزیع مواد غذایی است. با استفاده از معماری ماژولار

می‌توان وظایف و عملیات گسترده شبکه توزیع مواد غذایی را توسط فناوری‌های مختلف ماژول‌بندی کرد و درنهایت همه‌ی آن‌ها را تحت یک فناوری بلاکچین متمرکز و داده‌های مختلف را در یک فضای ابری بزرگ ذخیره کرد. کاربرد منسجم فناوری‌های دیجیتال در شبکه توزیع مواد غذایی به تأسیس انبارهای منطقه‌ای، کاهش هزینه‌های توزیع و تحویل، ایمنی و پایداری مواد غذایی و امکان سفارشی‌سازی مواد غذایی برای مصرف‌کنندگان نهایی منجر خواهد شد و پایداری شبکه مواد غذایی را به دنبال خواهد داشت.

در راستای نتایج پژوهش پیشنهادهایی به مدیران و سیاست گذران شبکه‌های توزیع مواد غذایی کشاورزی به شرح ذیل ارائه می‌شود:

به‌منظور حفظ تازگی و کیفیت مواد غذایی و کاهش هدر رفت مواد غذایی، استفاده از فناوری سیستم خنک‌کننده ضروری است. شرکت‌ها باید مرتباً کانال‌های توزیع و فعالیت‌های لجستیکی شبکه توزیع مواد غذایی را نظارت و بهبود بخشند. فناوری RFID ابزار بسیار مناسبی برای این مقصود است.

در هنگام بحران‌های محیطی همانند آنچه در دوران کرونا گذشت، انعطاف‌پذیری و پاسخگویی به‌موقع به تقاضای مشتریان با توجه به شرایط ضروری است. برای این منظور کاربرد برنامه‌های رباتیک و دوقلوهای دیجیتال برای بهینه‌سازی حمل‌ونقل و کاهش دخالت دست ضروری است.

کدهای QR به‌گونه‌ای طراحی شوند که حاوی تمامی اطلاعات مربوط به زمان تولید، تاریخ انقضا، مسیرهای حمل‌ونقل، نوع وسیله نقلیه، شرایط نگهداری در انبار، نوع بسته‌بندی، میزان ارگانیک بودن مواد غذایی و نوع سم استفاده‌شده در مزرعه را نشان دهد.

معماری ماژولار برای طراحی شبکه توزیع مواد غذایی اقدامی ضروری است. ماژول‌بندی فعالیت‌های مختلف شبکه توزیع مواد غذایی مبتنی بر فناوری بلاکچین و جمع‌آوری اطلاعات در یک فضای برای امن به‌سرعت گردش و تحویل مواد غذایی کمک می‌کند و رضایت حداکثری شرکای زنجیره تأمین و مصرف‌کننده نهایی را فراهم می‌آورد.

هم‌چین با توجه به بررسی ادبیات عمیق این حوزه، مشخص گردید که مرور سیستماتیک مطالعات مرتبط با کانال‌های توزیع و لجستیک شبکه توزیع مواد غذایی انجام نشده است و با توجه به حجم انبوه مطالعات این حوزه، تحلیل کتاب‌شناختی رویکردی مناسب برای انجام این پژوهش است.

تعارض منافع

تعارض منافع نداریم

ORCID

Allahyar Beigi Firoozi **https://orcid.org/0000-0003-3676-4400**

Mohammad Bashokouh Ajirlou **https://orcid.org/0000-0003-0367-3916**

Naser Seifollahi **https://orcid.org/0000-0003-3084-256X**

Ghasem Zarei **https://orcid.org/0000-0002-4949-5871**

منابع

۱. باشکوه، محمد و بیگی فیروزی، الله‌یار (۱۴۰۱). بررسی اثرات استراتژی‌های ترفیع رانش پایه‌ای و کیندر و جنتلر بر یکپارچگی تولیدکننده و اعضای کانال توزیع. *بررسی‌های بازرگانی*، ۲۰(۱۱۳)، ۸۵-۱۰۸. doi: 10.22034/bs.2022.247023

۲. باشکوه، محمد؛ سیف‌اللهی، ناصر و بیگی فیروزی، الله‌یار. (۱۳۹۹). تأثیر روابط مصرف‌کننده با نام تجاری بر وفاداری برند در بستر تجارت اجتماعی: نقش تعدیل‌گر ویژگی‌های مرتبط با تعامل شبه اجتماعی. *پژوهش‌های مدیریت عمومی*، ۱۳(۴۸)، ۱۶۷-۱۳۷. doi: 10.22111/jmr.2020.33162.4976

۳. حقیقی کفاش، مهدی؛ دهدشتی شاهرخ، زهره؛ خاشعی، وحید و هاجری، رضا (۱۳۹۹). عوامل مؤثر بر تصمیمات ساختاری شبکه توزیع و سیاستگذاری مدیریت توزیع در صنعت پخش مواد غذایی. *مطالعات مدیریت صنعتی*، ۱۸(۵۷)، ۲۴۷-۲۳۵. doi: 10.22054/jims.2020.44148.2339

۴. کریمی، حسین؛ جمشیدی، محمدجواد؛ بخشم، میلاد (۱۴۰۲). شناسایی مؤلفه‌ها و شاخص‌های پیشران در مدیریت زنجیره تأمین سبز مبتنی بر اینترنت اشیاء. *مطالعات مدیریت صنعتی*، *۲۱(۶۹)، ۱۶۰-۱۲۹*. doi: 10.22054/jims.2023.65741.2752

References

5. Rijpkema, W., Rossi, R., & G.A.J. van der Vorst, J. (2014). Effective sourcing strategies for perishable product supply chains. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, *44*(6), 494–510. https://doi.org/10.1108/IJPDLM-01-2013-0013.
6. Abbasi, R., Martinez, P., & Ahmad, R. (2022). The digitization of agricultural industry – a systematic literature review on agriculture 4.0. *Smart Agricultural Technology*, *2*, 100042. https://doi.org/10.1016/j.atech.2022.100042.
7. Akkerman, R., Farahani, P., & Grunow, M. (2010). Quality, safety and sustainability in food distribution: a review of quantitative operations management approaches and challenges. *OR Spectrum*, *32*(4), 863–904. https://doi.org/10.1007/s00291-010-0223-2.
8. Annosi, M. C., Brunetta, F., Bimbo, F., & Kostoula, M. (2021). Digitalization within food supply chains to prevent food waste. Drivers, barriers and collaboration practices. *Industrial Marketing Management*, *93*, 208–220. https://doi.org/10.1016/j.indmarman.2021.01.005.

9. Antonucci, F., Figorilli, S., Costa, C., Pallottino, F., Raso, L., & Menesatti, P. (2019). A review on blockchain applications in the agri- food sector. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, *99*(14), 6129–6138. https://doi.org/10.1002/jsfa.9912.
10. Arora, C., Kamat, A., Shanker, S., & Barve, A. (2022). Integrating agriculture and industry 4.0 under "agri-food 4.0" to analyze suitable technologies to overcome agronomical barriers. *British Food Journal*, *124*(7), 2061–2095. https://doi.org/10.1108/BFJ-08-2021-0934.
11. Azuara, G., Luis Tornos, J., & Luis Salazar, J. (2012). Improving RFID traceability systems with verifiable quality. *Industrial Management & Data Systems*, *112*(3), 340–359. https://doi.org/10.1108/02635571211210022.
12. Bai, C., Dallasega, P., Orzes, G., & Sarkis, J. (2020). Industry 4.0 technologies assessment: A sustainability perspective. *International Journal of Production Economics*, *229*, 107776. https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2020.107776.
13. Barbosa, M. W. (2021). Uncovering research streams on agri-food supply chain management: A bibliometric study. *Global Food Security*, *28*, 100517. https://doi.org/10.1016/j.gfs.2021.100517.
14. Behnke, K., & 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. https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2019.05.025.
15. Bogataj, D., Bogataj, M., & Hudoklin, D. (2017). Mitigating risks of perishable products in the cyber-physical systems based on the extended MRP model. *International Journal of Production Economics*, *193*, 51–62. https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2017.06.028.
16. Bosona, T., & Gebresenbet, G. (2013). Food traceability as an integral part of logistics management in food and agricultural supply chain. *Food Control*, *33*(1), 32–48. https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2013.02.004.
17. Bottani, E., Mannino, F., Vignali, G., & Montanari, R. (2018). A routing and location model for food waste recovery in the retail and distribution phase. *International Journal of Logistics Research and Applications*, *21*(6), 557–578. https://doi.org/10.1080/13675567.2018.1458826.
18. Bumblauskas, D., Mann, A., Dugan, B., & 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. https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2019.09.004.
19. Burgos, D., & Ivanov, D. (2021). Food retail supply chain resilience and the COVID-19 pandemic: A digital twin-based impact analysis and

improvement directions. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, *152*, 102412. https://doi.org/10.1016/j.tre.2021.102412.

20. Casino, F., Kanakaris, V., Dasaklis, T. K., Moschuris, S., Stachtiaris, S., Pagoni, M., & Rachaniotis, N. P. (2021). Blockchain-based food supply chain traceability: a case study in the dairy sector. *International Journal of Production Research*, *59*(19), 5758–5770. https://doi.org/10.1080/00207543.2020.1789238.
21. Ciulli, F., Kolk, A., & Boe-Lillegraven, S. (2020). Circularity Brokers: Digital Platform Organizations and Waste Recovery in Food Supply Chains. *Journal of Business Ethics*, *167*(2), 299–331. https://doi.org/10.1007/s10551-019-04160-5.
22. Cozzio, C., Viglia, G., Lemarie, L., & Cerutti, S. (2023). Toward an integration of blockchain technology in the food supply chain. *Journal of Business Research*, *162*, 113909. https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2023.113909.
23. Dalenogare, L. S., Benitez, G. B., Ayala, N. F., & Frank, A. G. (2018). The expected contribution of Industry 4.0 technologies for industrial performance. *International Journal of Production Economics*, *204*, 383–394. https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2018.08.019.
24. Danloup, N., Mirzabeiki, V., Allaoui, H., Goncalves, G., Julien, D., & Mena, C. (2015). Reducing transportation greenhouse gas emissions with collaborative distribution. *Management Research Review*, *38*(10), 1049–1067. https://doi.org/10.1108/MRR-11-2014-0262.
25. Dellino, G., Laudadio, T., Mari, R., Mastronardi, N., & Meloni, C. (2018). A reliable decision support system for fresh food supply chain management. *International Journal of Production Research*, *56*(4), 1458–1485. https://doi.org/10.1080/00207543.2017.1367106.
26. Dutta, P., Choi, T.-M., Somani, S., & Butala, R. (2020). Blockchain technology in supply chain operations: Applications, challenges and research opportunities. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, *142*, 102067. https://doi.org/10.1016/j.tre.2020.102067.
27. Erol, I., Ar, I. M., Ozdemir, A. I., Peker, I., Asgary, A., Medeni, I. T., & Medeni, T. (2021). Assessing the feasibility of blockchain technology in industries: evidence from Turkey. *Journal of Enterprise Information Management*, *34*(3), 746–769. https://doi.org/10.1108/JEIM-09-2019-0309.
28. Feng, Q., He, D., Zeadally, S., Khan, M. K., & Kumar, N. (2019). A survey on privacy protection in blockchain system. *Journal of Network and Computer Applications*, *126*, 45–58. https://doi.org/10.1016/j.jnca.2018.10.020.

29.Fikar, C., Hirsch, P., & Gronalt, M. (2018). A decision support system to investigate dynamic last-mile distribution facilitating cargo-bikes. *International Journal of Logistics Research and Applications*, *21*(3), 300–317. https://doi.org/10.1080/13675567.2017.1395830.

30.Frank, A. G., Dalenogare, L. S., & Ayala, N. F. (2019). Industry 4.0 technologies: Implementation patterns in manufacturing companies. *International Journal of Production Economics*, *210*, 15–26. https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2019.01.004.

31.Friedman, N., & Ormiston, J. (2022). Blockchain as a sustainability-oriented innovation?: Opportunities for and resistance to Blockchain technology as a driver of sustainability in global food supply chains. *Technological Forecasting and Social Change*, *175*, 121403. https://doi.org/10.1016/j.techfore.2021.121403.

32.Galvez, J. F., Mejuto, J. C., & Simal-Gandara, J. (2018). Future challenges on the use of blockchain for food traceability analysis. *TrAC Trends in Analytical Chemistry*, *107*, 222–232. https://doi.org/10.1016/j.trac.2018.08.011.

33.Garzoni, A., de Turi, I., Secundo, G., & del Vecchio, P. (2020). Fostering digital transformation of SMEs: a four levels approach. *Management Decision*, *58*(8), 1543–1562. https://doi.org/10.1108/MD-07-2019-0939.

34.George, R. V., Harsh, H. O., Ray, P., & Babu, A. K. (2019). Food quality traceability prototype for restaurants using blockchain and food quality data index. *Journal of Cleaner Production*, *240*, 118021. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.118021.

35.Grunow, M., & Piramuthu, S. (2013). RFID in highly perishable food supply chains – Remaining shelf life to supplant expiry date? *International Journal of Production Economics*, *146*(2), 717–727. https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2013.08.028.

36.Gružauskas, V., Baskutis, S., & Navickas, V. (2018). Minimizing the trade-off between sustainability and cost effective performance by using autonomous vehicles. *Journal of Cleaner Production*, *184*, 709–717. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.02.302.

37.Haass, R., Dittmer, P., Veigt, M., & Lütjen, M. (2015). Reducing food losses and carbon emission by using autonomous control – A simulation study of the intelligent container. *International Journal of Production Economics*, *164*, 400–408. https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2014.12.013.

38.Hastig, G. M., & Sodhi, M. S. (2020). Blockchain for Supply Chain Traceability: Business Requirements and Critical Success Factors. *Production and Operations Management*, *29*(4), 935–954. https://doi.org/10.1111/poms.13147.

39.Hughes, N., & Lonie, S. (2007). M-PESA: Mobile Money for the "Unbanked" Turning Cellphones into 24-Hour Tellers in Kenya. *Innovations: Technology, Governance, Globalization*, *2*(1–2), 63–81. https://doi.org/10.1162/itgg.2007.2.1-2.63.

40.Jagtap, S., Bader, F., Garcia-Garcia, G., Trollman, H., Fadiji, T., & Salonitis, K. (2020). Food Logistics 4.0: Opportunities and Challenges. *Logistics*, *5*(1), 2. https://doi.org/10.3390/logistics5010002.

41.Javaid, M., Haleem, A., Singh, R. P., Suman, R., & Gonzalez, E. S. (2022). Understanding the adoption of Industry 4.0 technologies in improving environmental sustainability. *Sustainable Operations and Computers*, *3*, 203–217. https://doi.org/10.1016/j.susoc.2022.01.008.

42.Kamble, S. S., Gunasekaran, A., & Gawankar, S. A. (2020). Achieving sustainable performance in a data-driven agriculture supply chain: A review for research and applications. *International Journal of Production Economics*, *219*, 179–194. https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2019.05.022.

43.Kamble, S. S., Gunasekaran, A., & Sharma, R. (2020). Modeling the blockchain enabled traceability in agriculture supply chain. *International Journal of Information Management*, *52*, 101967. https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2019.05.023.

44.Kamble, S., Gunasekaran, A., & Arha, H. (2019). Understanding the Blockchain technology adoption in supply chains-Indian context. *International Journal of Production Research*, *57*(7), 2009–2033. https://doi.org/10.1080/00207543.2018.1518610.

45.Kayikci, Y., Subramanian, N., Dora, M., & Bhatia, M. S. (2022). Food supply chain in the era of Industry 4.0: blockchain technology implementation opportunities and impediments from the perspective of people, process, performance, and technology. *Production Planning & Control*, *33*(2–3), 301–321. https://doi.org/10.1080/09537287.2020.1810757.

46.Kim, H. M., & Laskowski, M. (2018). Toward an ontology-driven blockchain design for supply-chain provenance. *Intelligent Systems in Accounting, Finance and Management*, *25*(1), 18–27. https://doi.org/10.1002/isaf.1424.

47.Kittipanya-ngam, P., & Tan, K. H. (2020). A framework for food supply chain digitalization: lessons from Thailand. *Production Planning & Control*, *31*(2–3), 158–172. https://doi.org/10.1080/09537287.2019.1631462.

48.Klerkx, L., Jakku, E., & Labarthe, P. (2019). A review of social science on digital agriculture, smart farming and agriculture 4.0: New contributions and a future research agenda. *NJAS: Wageningen*

Journal of Life Sciences, *90–91*(1), 1–16. https://doi.org/10.1016/j.njas.2019.100315.

49. Köhler, S., & Pizzol, M. (2020). Technology assessment of blockchain-based technologies in the food supply chain. *Journal of Cleaner Production*, *269*, 122193. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.122193.

50. Köhler, S., Bager, S., & Pizzol, M. (2022). Sustainability standards and blockchain in agro-food supply chains: Synergies and conflicts. *Technological Forecasting and Social Change*, *185*, 122094. https://doi.org/10.1016/j.techfore.2022.122094.

51. Kouhizadeh, M., Saberi, S., & Sarkis, J. (2021). Blockchain technology and the sustainable supply chain: Theoretically exploring adoption barriers. *International Journal of Production Economics*, *231*, 107831. https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2020.107831.

52. Kumar, A., Liu, R., & Shan, Z. (2020). Is Blockchain a Silver Bullet for Supply Chain Management? Technical Challenges and Research Opportunities. *Decision Sciences*, *51*(1), 8–37. https://doi.org/10.1111/deci.12396.

53. Latino, M. E., Menegoli, M., Lazoi, M., & Corallo, A. (2022). Voluntary traceability in food supply chain: a framework leading its implementation in Agriculture 4.0. *Technological Forecasting and Social Change*, *178*, 121564. https://doi.org/10.1016/j.techfore.2022.121564.

54. Leduc, G., Kubler, S., & Georges, J.-P. (2021). Innovative blockchain-based farming marketplace and smart contract performance evaluation. *Journal of Cleaner Production*, *306*, 127055. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.127055.

55. Li, Z., Liu, G., Liu, L., Lai, X., & Xu, G. (2017). IoT-based tracking and tracing platform for prepackaged food supply chain. *Industrial Management & Data Systems*, *117*(9), 1906–1916. https://doi.org/10.1108/IMDS-11-2016-0489.

56. Liu, P., Long, Y., Song, H.-C., & He, Y.-D. (2020). Investment decision and coordination of green agri-food supply chain considering information service based on blockchain and big data. *Journal of Cleaner Production*, *277*, 123646. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.123646.

57. Liu, Y., Ma, X., Shu, L., Hancke, G. P., & Abu-Mahfouz, A. M. (2021). From Industry 4.0 to Agriculture 4.0: Current Status, Enabling Technologies, and Research Challenges. *IEEE Transactions on Industrial Informatics*, *17*(6), 4322–4334. https://doi.org/10.1109/TII.2020.3003910.

58.Mangla, S. K., Kazancoglu, Y., Ekinci, E., Liu, M., Özbiltekin, M., & Sezer, M. D. (2021). Using system dynamics to analyze the societal impacts of blockchain technology in milk supply chainsrefer. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, *149*, 102289. https://doi.org/10.1016/j.tre.2021.102289.

59.Martínez-Castañeda, M., & Feijoo, C. (2023). Use of blockchain in the agri-food value chain: State of the art in Spain and some lessons from the perspective of public support. *Telecommunications Policy*, *47*(6), 102574. https://doi.org/10.1016/j.telpol.2023.102574.

60.Mishra, H., & Maheshwari, P. (2021). Blockchain in Indian Public Distribution System: a conceptual framework to prevent leakage of the supplies and its enablers and disablers. *Journal of Global Operations and Strategic Sourcing*, *14*(2), 312–335. https://doi.org/10.1108/JGOSS-07-2020-0044.

61.Nakandala, D., Lau, H., & Zhang, J. (2016). Cost-optimization modelling for fresh food quality and transportation. *Industrial Management & Data Systems*, *116*(3), 564–583. https://doi.org/10.1108/IMDS-04-2015-0151.

62.Niknejad, N., Ismail, W., Bahari, M., Hendradi, R., & Salleh, A. Z. (2021). Mapping the research trends on blockchain technology in food and agriculture industry: A bibliometric analysis. *Environmental Technology & Innovation*, *21*, 101272. https://doi.org/10.1016/j.eti.2020.101272.

63.Nisa, C., rita, V., & Chalid, D. A. (2022). Impact of competition on microfinance institutions: bibliometric analysis and systematic literature review. *Heliyon*, *8*(10), e10749. https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e10749.

64.Olan, F., Liu, S., Suklan, J., Jayawickrama, U., & Arakpogun, E. O. (2022). The role of Artificial Intelligence networks in sustainable supply chain finance for food *and drink industry*. *International Journal of Production Research*, *60*(14), 4418–4433. https://doi.org/10.1080/00207543.2021.1915510.

65.Pandey, V., Pant, M., & Snasel, V. (2022). Blockchain technology in food supply chains: Review and bibliometric analysis. *Technology in Society*, *69*, 101954. https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2022.101954.

66.Queiroz, M. M., & Fosso Wamba, S. (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. https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2018.11.021.

67.Raj, A., Dwivedi, G., Sharma, A., Lopes de Sousa Jabbour, A. B., & Rajak, S. (2020). Barriers to the adoption of industry 4.0 technologies

in the manufacturing sector: An inter-country comparative perspective. *International Journal of Production Economics*, *224*, 107546. https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2019.107546.

68. Rogerson, M., & Parry, G. C. (2020). Blockchain: case studies in food supply chain visibility. *Supply Chain Management: An International Journal*, *25*(5), 601–614. https://doi.org/10.1108/SCM-08-2019-0300.
69. Ronaghi, M. H. (2021). A blockchain maturity model in agricultural supply chain. Information Processing in Agriculture, 8(3), 398–408. https://doi.org/10.1016/J.INPA.2020.10.004.
70. Sampathkumar, K., Tan, K. X., & Loo, S. C. J. (2020). Developing Nano-Delivery Systems for Agriculture and Food Applications with Nature-Derived Polymers. IScience, 23(5), 101055. https://doi.org/10.1016/J.ISCI.2020.101055.
71. Sander, F., Semeijn, J., & Mahr, D. (2018). The acceptance of blockchain technology in meat traceability and transparency. *British Food Journal*, *120*(9), 2066–2079. https://doi.org/10.1108/BFJ-07-2017-0365.
72. Sarker, S., Jamal, L., Ahmed, S. F., & Irtisam, N. (2021). Robotics and artificial intelligence in healthcare during COVID-19 pandemic: A systematic review. Robotics and Autonomous Systems, 146, 103902. https://doi.org/10.1016/J.ROBOT.2021.103902.
73. 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.
74. Saveen A. Abeyratne. (2016). Blockchain ready manufacturing supply chain using distributed ledger. *International Journal of Research in Engineering and Technology*, *05*(09), 1–10. https://doi.org/10.15623/ijret.2016.0509001.
75. Shahzad, K., Zhang, Q., Zafar, A. U., Ashfaq, M., & Rehman, S. U. (2023). The role of blockchain-enabled traceability, task technology fit, and user self-efficacy in mobile food delivery applications. *Journal of Retailing and Consumer Services*, *73*, 103331. https://doi.org/10.1016/j.jretconser.2023.103331.
76. Shashi, Centobelli, P., Cerchione, R., & Ertz, M. (2020). Agile supply chain management: where did it come from and where will it go in the era of digital transformation? *Industrial Marketing Management*, *90*, 324–345. https://doi.org/10.1016/j.indmarman.2020.07.011.
77. Silveira, F., Lermen, F. H., & Amaral, F. G. (2021). An overview of agriculture 4.0 development: Systematic review of descriptions, technologies, barriers, advantages, and disadvantages. *Computers and*

Electronics in Agriculture, *189*, 106405. https://doi.org/10.1016/j.compag.2021.106405.

78. Sott, M. K., Furstenau, L. B., Kipper, L. M., Giraldo, F. D., Lopez-Robles, J. R., Cobo, M. J., Zahid, A., Abbasi, Q. H., & Imran, M. A. (2020). Precision Techniques and Agriculture 4.0 Technologies to Promote Sustainability in the Coffee Sector: State of the Art, Challenges and Future Trends. *IEEE Access*, *8*, 149854–149867. https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.3016325.
79. Souza Vasconcelos, C., & Hadad Júnior, E. (2023). Forecasting exchange rate: A bibliometric and content analysis. *International Review of Economics & Finance*, *83*, 607–628. https://doi.org/10.1016/j.iref.2022.09.006.
80. Subeesh, A., & Mehta, C. R. (2021). Automation and digitization of agriculture using artificial intelligence and internet of things. Artificial Intelligence in Agriculture. https://doi.org/10.1016/J.AIIA.2021.11.004.
81. Ting, S. L., Tse, Y. K., Ho, G. T. S., Chung, S. H., & Pang, G. (2014). Mining logistics data to assure the quality in a sustainable food supply chain: A case in the red wine industry. *International Journal of Production Economics*, *152*, 200–209. https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2013.12.010.
82. 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: An International Journal*, *23*(6), 545–559. https://doi.org/10.1108/SCM-01-2018-0029.
83. Tsang, Y. P., Wu, C. H., Lam, H. Y., Choy, K. L., & Ho, G. T. S. (2021). Integrating Internet of Things and multi-temperature delivery planning for perishable food E-commerce logistics: a model and application. *International Journal of Production Research*, *59*(5), 1534–1556. https://doi.org/10.1080/00207543.2020.1841315.
84. Tsolakis, N., Niedenzu, D., Simonetto, M., Dora, M., & Kumar, M. (2021). Supply network design to address United Nations Sustainable Development Goals: A case study of blockchain implementation in Thai fish industry. *Journal of Business Research*, *131*, 495–519. https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2020.08.003.
85. Wang, M., Cheng, Q., Huang, J., & Cheng, G. (2021). Research on optimal hub location of agricultural product transportation network based on hierarchical hub-and-spoke network model. Physica A: Statistical Mechanics and Its Applications, 566, 125412. https://doi.org/10.1016/J.PHYSA.2020.125412.
86. Wang, Y.-J., Deering, A. J., & Kim, H.-J. (2020). The Occurrence of Shiga Toxin-Producing E. coli in Aquaponic and Hydroponic

Systems. *Horticulturae*, *6*(1), 1. https://doi.org/10.3390/horticulturae6010001.

87. Wassenaer, L., Verdouw, C., Kassahun, A., van Hilten, M., van der Meij, K., & Tekinerdogan, B. (2023). Tokenizing circularity in agri-food systems: A conceptual framework and exploratory study. *Journal of Cleaner Production*, *413*, 137527. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.137527.
88. Yadav, S., Luthra, S., & Garg, D. (2022). Internet of things (IoT) based coordination system in Agri-food supply chain: development of an efficient framework using DEMATEL-ISM. *Operations Management Research*, *15*(1–2), 1–27. https://doi.org/10.1007/s12063-020-00164-x.
89. Yan, B., Yan, C., Ke, C., & Tan, X. (2016). Information sharing in supply chain of agricultural products based on the Internet of Things. *Industrial Management & Data Systems*, *116*(7), 1397–1416. https://doi.org/10.1108/IMDS-12-2015-0512.
90. Yang, T. (2019). ICT technologies standards and protocols for active distribution network. Smart Power Distribution Systems: Control, Communication, and Optimization, 205–230. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-812154-2.00010-9.
91. Zhang, Y., Zhao, L., & Qian, C. (2017). Modeling of an IoT-enabled supply chain for perishable food with two-echelon supply hubs. *Industrial Management & Data Systems*, *117*(9), 1890–1905. https://doi.org/10.1108/IMDS-10-2016-0456.
92. Zheng, T., Ardolino, M., Bacchetti, A., & Perona, M. (2021). The applications of Industry 4.0 technologies in manufacturing context: a systematic literature review. *International Journal of Production Research*, *59*(6), 1922–1954. https://doi.org/10.1080/00207543.2020.1824085.

References (In Persian)

1. Bashokouh, M., & beigi firoozi, A. (2022). Investigating the Effects of Base and Kinder and Gentler Push Promotion Strategies on Manufacturer Integration and Distribution Channel Members. *Commercial Surveys*, *20*(113), 85-108. doi: 10.22034/bs.2022.247023. (In Persian).
2. Bashokouh, M., Seifollahi, N., & beigi firoozi, A. (2020). The Impact of Brand Consumer Relationships on Brand Loyalty in Social Business: The Modifying Role of Characteristics Related to parasocial Interaction. *Public Management Researches*, *13*(48), 137-167. doi: 10.22111/jmr.2020.33162.4976. doi: 10.22111/jmr.2020.33162.4976. (In Persian).

3. Haghighi Kaffash, M., Dehdashtishahrokh, Z., Khashei, V., & Hajari, R. (2020). Factors Influencing Distribution Network Structural Decisions and Distribution Management Policies in the Food Distribution Industry. *Industrial Management Studies*, *18*(57), 235-274. doi: 10.22054/jims.2020.44148.2339. doi: 10.22054/ jims.2020.44148.2339. (In Persian).
4. karimi, H., Jamshidi, M., & Bakhsham, M. (2023). Identifying components and driving indicators in green supply chain management based on Internet of Things. *Industrial Management Studies*, *21*(69), 129-160. doi: 10.22054/jims.2023.65741.2752. doi: 10.22054/ jims.2023.65741.2752 (In Persian).

استناد به این مقاله: بیگی فیروزی، الله‌یار.، باشکوه اجیرلو، محمد.، سیف‌اللهی، ناصر.، زارعی، قاسم. (۱۴۰۲). خوشه‌بندی کاربرد فناوری‌های دیجیتال صنعت ۴/۰ در شبکه توزیع مواد غذایی کشاورزی: یک مطالعه کتاب‌سنجی، *مطالعات مدیریت صنعتی*، *۲۱(۷۱)*، ۱۲۳-۱۷۵. DOI: 10.22054/jims.2023.75193.2871

Industrial Management Studies is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License.