



## Science mapping on blockchain in the agriculture sector based on international research

Elham Faham<sup>1</sup> 

1. Research Institute for Information and Communication Technology, ACECR, Tehran, Iran. E-mail: [faham@ictrc.ac.ir](mailto:faham@ictrc.ac.ir)

Article Info	ABSTRACT
<b>Article type:</b> Research Article	<p>In the contemporary world, agricultural digitalization — including the application of blockchain technology — can serve as a transformative solution for enhancing productivity and sustainability in agricultural systems. This study aims to map and analyze the scientific landscape of blockchain development in agriculture based on international research. It is a quantitative, applied research that employs scientometric methods, utilizing bibliometric analysis and the biblioshiny tool in RStudio. To achieve the research objective, a systematic review was first conducted to identify blockchain applications in agriculture. Then, a search strategy was designed and finalized for the Scopus citation database, and relevant data were extracted. Based on the systematic review, blockchain applications in agriculture were categorized into four domains: 1. Agricultural and food supply chain management; 2. Data transparency and security; 3. Financial services and smart contracts; 4. Sustainable development. The bibliometric analysis reveals that attention to blockchain in agriculture has expanded significantly in recent years, with a clear shift toward smart and innovative applications. India and China emerge as leading, influential countries with a pivotal mediating role in scientific development and international collaboration. Furthermore, the integration of the Internet of Things with blockchain has been identified as an emerging and important topic. Considering the key thematic clusters identified, greater emphasis should be placed on data security and sustainable development in future blockchain research in agriculture.</p>
<b>Article history:</b> Received: 17 May 2025 Received in revised form: 23 November 2025 Accepted: 22 December 2025 Published online: Winter 2025	
<b>Keywords:</b> <i>Agriculture,</i> <i>Bibliometric,</i> <i>Blockchain,</i> <i>International research,</i> <i>Scopus.</i>	

**Cite this article:** Faham, E. (2025). Science mapping on blockchain in the agriculture sector based on international research. *Iranian Journal of Agricultural Economics and Development Research*, 56-2 (4), 329-355. DOI: <https://doi.org/10.22059/ijaedr.2025.395265.669374>



© The Author(s).

**Publisher:** The University of Tehran Press.

DOI: <https://doi.org/10.22059/ijaedr.2025.395265.669374>

## Extended Abstract

### Introduction

#### Objectives

In today's world, the digitalization of agriculture can address part of the challenges this sector is currently facing. To this end, emerging technologies of the Fourth Industrial Revolution—particularly blockchain—have been introduced as transformative solutions aimed at enhancing productivity and sustainability in the agricultural sector. This study aims to map and analyze the scientific landscape of blockchain in the agricultural sector based on the international research.

#### Method

This research is a quantitative and applied research. It has been conducted using scientometric methods and bibliometric analysis with the help of RStudio software and the biblioshiny tool. The systematic review and literature review were carried out to identify the applications of blockchain in agriculture, facilitate the development of search strategies for conducting the bibliometric analysis in the domain under investigation, and support the interpretation of the bibliometric findings. Subsequently, for bibliometric analysis, search strategy was developed and finalized in the Scopus citation database. Strategy was executed separately, and data were extracted. The resulting records were refined for preparation to be imported into RStudio. Following this, bibliometric analyses were conducted using the biblioshiny tool, employing citation analysis, co-word analysis, co-occurrence analysis, social structure analysis, and ownership structure analysis.

#### Results

According to the systematic review, blockchain applications in agriculture were identified in four domains: agricultural supply chain management; data transparency and security; financial services and smart contracts; and sustainable development. Based on the bibliometric analysis, the growth trends of scientific production, highly influential sources, the most frequently used keywords and their co-occurrence patterns, major thematic clusters, the social and ownership structure of published research, and the network of international collaborations were extracted. The findings indicate a significant increase in attention to blockchain technologies in agriculture in recent years, with a shift from traditional models toward intelligent and innovative applications. Based on the key thematic clusters and systematic review findings, certain research areas in blockchain in agriculture remain underexplored and require further attention such as data security and sustainable development that need to be prioritized in future studies. Additionally, the integration of artificial intelligent and internet of things in blockchain research remains a crucial and evolving research area that warrants further investigation. Domain examined in this study offers considerable potential for research and technological advancements at the international level. India and China are among the leading and influential countries in blockchain in agriculture, playing a key intermediary role in scientific development and international collaborations while also being knowledge producers.

#### Conclusion

Researchers and technologists can leverage the results of the systematic review to identify and select the core research and technological themes for their studies. To enhance the visibility of Iranian research findings, researchers should focus on publishing in the recommended journals in this research, and efforts should be made to facilitate their access to these resources by Iranian higher education and research institutions. Also, it is also recommended that intermediary and supporting institutions—such as the Vice President for Science, Technology and Knowledge-Based Economy, the Innovation and Prosperity Fund, and the Iran National Science Foundation—enhance the motivation for conducting joint international research through collaborative calls with leading countries such as India, China, and United Kingdom by providing research and development grants. Considering the gradual maturation of blockchain in agriculture and its growing impact on sustainability, traceability, data security, and supply chain management, it is recommended that farmers be regarded not merely as end-users, but as active contributors to research and technology development.

#### *Author Contributions*

The author solely conducted all stages of the study, including conceptualization, methodology, data collection, analysis, writing, and editing.

#### *Data Availability Statement*

Not applicable

#### *Acknowledgements*

This study is derived from a research project entitled “Science mapping on emerging digital technologies (AI, IoT, and Blockchain) in the agriculture sector based on the international research”, with the project code 4026137. The study was funded by Iran National Science Foundation (INSF) and conducted at the Research Institute for Information and Communication Technology, ACECR.

***Ethical considerations***

The author avoided data fabrication, falsification, plagiarism, and misconduct.

***Conflict of interest***

The author declares no conflict of interest.



## ترسیم و تحلیل نقشه علمی توسعه بلاکچین در بخش کشاورزی بر اساس تحقیقات بین‌المللی

الهام فهام<sup>۱</sup> ✉

۱. پژوهشکده فناوری اطلاعات و ارتباطات جهاد دانشگاهی، تهران، ایران. رایانامه: [faham@ictrc.ac.ir](mailto:faham@ictrc.ac.ir)

اطلاعات مقاله	چکیده
<p>نوع مقاله:</p> <p>مقاله پژوهشی</p> <p>تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۲/۲۷</p> <p>تاریخ بازنگری: ۱۴۰۴/۰۹/۰۲</p> <p>تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۱۰/۰۱</p> <p>تاریخ انتشار: زمستان ۱۴۰۴</p> <p>کلیدواژه‌ها:</p> <p>کشاورزی، علم‌سنجی، تحقیقات بین‌المللی، بلاکچین، اسکوپوس.</p>	<p>در جهان امروز، هوشمندسازی کشاورزی از جمله کاربرد فناوری بلاکچین می‌تواند راه‌حلی تحول‌آفرین برای افزایش بهره‌وری و پایداری در نظام‌های کشاورزی باشد. پژوهش حاضر با هدف ترسیم و تحلیل نقشه علمی توسعه فناوری بلاکچین در بخش کشاورزی بر اساس تحقیقات بین‌المللی انجام شده است. مطالعه‌ی حاضر از نظر ماهیت کمی و از نظر هدف کاربردی است و با استفاده از روش علم‌سنجی و بهره‌گیری از نرم‌افزار Rstudio، تحلیل بیبلیومتریک و ابزار بیبلیوشاپی انجام شده است. برای دستیابی به هدف پژوهش، ابتدا با مرور نظام‌مند، کاربردهای بلاکچین در کشاورزی شناسایی شد. سپس، راهبرد جستجو در پایگاه استنادی اسکوپوس تدوین و نهایی‌سازی شد و با اجرای آن داده‌های مربوطه استخراج شدند. بر اساس نتایج مرور نظام‌مند، کاربردهای بلاکچین در کشاورزی در چهار حوزه (شامل مدیریت زنجیره‌ی تأمین کشاورزی- مواد غذایی؛ شفافیت و امنیت داده‌ها؛ خدمات مالی و قراردادهای هوشمند؛ و توسعه پایدار) شناسایی شدند. یافته‌های تحلیل بیبلیومتریک نشان می‌دهد که توجه به بلاکچین در کشاورزی در سال‌های اخیر گسترش چشم‌گیری یافته و روندی از حرکت به سمت کاربردهای هوشمند و نوین مشهود است. هند و چین به‌عنوان کشورهای پیشرو، تأثیرگذار و دارای نقش واسطه‌ای مهم در توسعه علمی و همکاری‌های بین‌المللی این حوزه ظاهر شده‌اند. همچنین تلفیق اینترنت اشیا با بلاکچین از موضوعات نو و مهم شناسایی شد. با توجه به خوشه‌های موضوعی مشخص شده، لازم است موضوعات امنیت داده‌ها و توسعه پایدار در تحقیقات آتی حوزه‌ی بلاکچین در کشاورزی موردتوجه جدی قرار گیرند.</p>

استناد: فهام، الهام (۱۴۰۴). ترسیم و تحلیل نقشه علمی توسعه بلاکچین در بخش کشاورزی بر اساس تحقیقات بین‌المللی. *مجله تحقیقات اقتصاد و توسعه کشاورزی ایران*، ۵۶-۲ (۴)، ۳۲۹-۳۵۵. DOI: <https://doi.org/10.22059/ijaedr.2025.395265.669374>



© نویسندگان.

DOI: <https://doi.org/10.22059/ijaedr.2025.395265.669374>

ناشر: مؤسسه انشارات دانشگاه تهران.

## مقدمه

رشد سریع جمعیت جهانی و افزایش تقاضا برای مواد غذایی، بخش کشاورزی را با چالش‌های بی‌سابقه‌ای مواجه کرده است. پیش‌بینی‌ها نشان می‌دهد که جمعیت جهان تا سال ۲۰۵۰ به ۹/۹ میلیارد نفر خواهد رسید؛ این در حالی است که هم اکنون بیش از ۸۲۱ میلیون نفر از گرسنگی رنج می‌برند. بر اساس تخمین سازمان غذا و کشاورزی (فائو)، تولیدات کشاورزی باید تا سال ۲۰۵۰ حدود ۷۰ درصد افزایش یابد تا پاسخ‌گوی نیاز جمعیت آینده باشد (Bhat & Huang, 2021; Mohammadian et al., 2020). با این حال، محدودیت‌هایی مانند کاهش منابع آبی، فرسایش خاک، تغییرات اقلیمی، نیاز به پایداری زنجیره‌های تأمین و شفافیت در زنجیره‌ی ارزش محصولات کشاورزی و غذایی، دستیابی به این هدف را دشوار می‌سازد (Bhat & Huang, 2021). در این میان، هوشمندسازی بخش کشاورزی می‌تواند پاسخی به بخشی از مسائل پیش‌روی این حوزه باشد (Sinaiee et al., 2024). به همین منظور، فناوری‌های نوظهور انقلاب صنعتی چهارم<sup>۱</sup> از جمله اینترنت اشیاء، هوش مصنوعی و بلاکچین - به‌عنوان راه‌حلی‌هایی تحول‌ساز برای افزایش بهره‌وری و پایداری در بخش کشاورزی مطرح شده‌اند (Zhang, 2023). کشاورزی ۴/۰، با بهره‌گیری از فناوری‌های پیشرفته، بهره‌وری بالاتر و مدیریت دقیق‌تر کشاورزی را برای پاسخ به تقاضای فرآیندهای غذا ممکن می‌سازد (Yousaf et al., 2023). ظرفیت دگرگون‌ساز این فناوری‌ها توجه زیادی را به خود جلب کرده است. برخی مطالعات روند توسعه کشاورزی ۴/۰ را بررسی کرده‌اند (Klerkx et al., 2019; Liu, 2020) و برخی دیگر به نقش آن در تغییر پارادایم توسعه کشاورزی پرداختند (Klerkx & Rose, 2020). همچنین پژوهش‌هایی به کاربردهای فناوری‌های نوظهور در فرآیندهای کشاورزی توجه نشان داده‌اند (Sugandh et al., 2023; Farooq et al., 2019). با رشد سریع انتشارات در این زمینه، نیاز به مطالعاتی که بتوانند دانش موجود را یکپارچه و حوزه‌های پژوهشی آتی را استخراج کنند، بیش از پیش احساس می‌شود. این نیاز، انگیزه اصلی انجام پژوهش علم‌سنجی حاضر را در خصوص فناوری بلاکچین شکل داده است. فناوری بلاکچین قابلیت ردیابی و پایداری در زنجیره‌ی تأمین کشاورزی (Mohapatra et al., 2025) و همچنین شفافیت و اعتماد در طول این زنجیره را افزایش می‌دهد (Tian, 2017). این ادغام پارادایمی، با امکان نظارت و کنترل پیشرفته بر منابع و فرآیندهای تولید تا توزیع، بهره‌وری و پایداری بخش کشاورزی را بهبود خواهد بخشید (Dayioğlu et al., 2021). از سوی دیگر، مطالعات علم‌سنجی به‌عنوان ابزاری کارآمد، می‌توانند به تحلیل حجم گسترده‌ای از انتشارات علمی، تصویری جامع از روندها، بازیگران کلیدی و حوزه‌های نوظهور در یک رشته پژوهشی ارائه دهند (Donthu et al., 2021). این پژوهش‌ها نه تنها به شناسایی شکاف‌های دانشی کمک می‌کنند، بلکه برای سیاست‌گذاران در تدوین راهبردهای علم و فناوری نیز سودمند هستند (Fasciolo et al., 2024). به‌طور کلی، مطالعات علم‌سنجی شواهدمحور بوده و کارکرد اصلی آن‌ها ارائه شواهد برای سیاست‌گذاری در حوزه علم، فناوری و نوآوری<sup>۲</sup> است (Ramezani et al., 2014). با توجه به فقدان نظام مشخص علم، فناوری و نوآوری در بخش کشاورزی کشور (Faham & Safdari Ranjbar, 2023) و ضرورت تولید شواهد برای سیاست‌گذاری در این حوزه، پژوهش حاضر با هدف کمک به توسعه علمی و پژوهشی کشاورزی ۴/۰، فناوری بلاکچین را مدنظر قرار داده و در پی ترسیم و تحلیل نقشه علمی این حوزه بر اساس تحقیقات بین‌المللی است. این تحلیل نه تنها درک بهتری از تأثیر بلاکچین بر کشاورزی ارائه می‌دهد، بلکه با شناسایی جریان‌های اصلی تحقیق، بازیگران مؤثر و حوزه‌های کمتر مطالعه‌شده در ادبیات موضوع، می‌تواند مبنایی برای سیاست‌گذاری آینده در حوزه علم و فناوری کشاورزی قرار گیرد. همچنین، با توجه به رشد سریع پژوهش‌ها در این عرصه، نتایج این مطالعه می‌تواند به هدایت تحقیقات آتی و تخصیص بهینه منابع پژوهشی در سطح ملی و بین‌المللی یاری رساند. در پژوهش‌های علم‌سنجی، عواملی مانند بازه زمانی انتشارات گردآوری‌شده، راهبرد جستجو و انتخاب پایگاه‌های استنادی

1. Industry 4.0

2. Science, Technology & Innovation (STI)

سبب تمایز پژوهش‌های هر حوزه می‌شوند. بر این اساس، نوآوری این پژوهش در مقایسه با پژوهش‌های پیشین ( Srivastava et al., 2021; Pandey et al., 2022; Niknejad et al., 2023) عبارت است از:

- بازه‌ی زمانی جامع: این پژوهش کلیه انتشارات تا ژانویه ۲۰۲۵ را دربرمی‌گیرد و از این نظر بازه‌ی زمانی جدیدی را نسبت به پژوهش‌های قبلی پوشش می‌دهد. الگوریتم جستجوی نظام‌مند و گسترده: علاوه بر تفاوت در بازه زمانی و پایگاه داده (که به خودی خود منجر به تمایز نتایج می‌شود، مانند پژوهش Srivastava et al. (2023) که از پایگاه وب‌آوساینس و بازه ۲۰۱۵ تا ۲۰۲۰ استفاده کرده است)، این پژوهش از گستره واژگانی جامع‌تر و الگوریتم جستجوی پیشرفته‌تری بهره می‌برد. با به‌کارگیری مرور نظام‌مند ادبیات و استخراج کلیدواژه‌های پژوهش‌های پیشین، راهبرد جستجو به گونه‌ای طراحی شده که دامنه وسیع‌تری از انتشارات مرتبط را پوشش دهد. این رویکرد، بینش‌ها و یافته‌های جدیدی را در مقایسه با پژوهش‌های گذشته فراهم می‌آورد.

## پیشینه پژوهش

### پیشینه نظری

#### بلاکچین در بخش کشاورزی

بلاکچین عمدتاً به‌عنوان سازوکار زیرساختی برای تضمین تغییرناپذیری تراکنش‌های دیجیتال در قالب ارزهای دیجیتال مانند بیت‌کوین شناخته می‌شود (Ordonez et al., 2023). در این فناوری، هر تراکنش در قالب یک «بلوک» داده ثبت شده و این بلوک‌ها با تشکیل یک زنجیره (بلاکچین)، به صورت امن و زنجیره‌ای به یکدیگر متصل می‌شوند. هر بلوک علاوه بر ثبت زمان و جزئیات تراکنش، بلوک قبلی را تأیید کرده و با کل زنجیره مطابقت داده می‌شود؛ به گونه‌ای که قرارگیری یا جابه‌جایی هر بلوک در میان بلوک‌های دیگر غیرممکن می‌شود (Goyal et al., 2023). اگرچه ارزهای دیجیتال شناخته‌شده‌ترین کاربرد بلاکچین هستند، اما این فناوری در طیف گسترده‌ای از حوزه‌ها — از مدیریت انرژی تا ردیابی محصولات در زنجیره تأمین بخش‌های تولیدی و کشاورزی — قابلیت بهره‌برداری دارد (Ordonez et al., 2023). بلاکچین امکان ایجاد زنجیره تأمین هوشمند و امن را فراهم می‌کند و مسیری شفاف و قابل حسابرسی برای ردیابی محصولات در زمان واقعی ارائه می‌دهد. اطلاعات مربوط به منشأ محصول، مواد آله‌ری‌زا یا افزودنی‌های خاص می‌توانند در شبکه بلاکچین به صورت امن، تغییرناپذیر و اشتراکی بین کشاورزان، تولیدکنندگان و توزیع‌کنندگان ذخیره و مبادله شوند. چنین شبکه‌هایی می‌توانند در مقیاس جهانی و در چندین کشور یا سازمان گسترش یابند و جریان اطلاعات معتبری را بر اساس توافقات مشخص داده‌ای برقرار کنند. این قابلیت به‌ویژه در حوزه‌ی کشاورزی و غذا مشهود است، جایی که بلاکچین شفافیت و اصالت محصول را در تمام مراحل «از مزرعه تا چنگال» تضمین می‌کند (Demestichas et al., 2020).

#### کاربردهای بلاکچین در بخش کشاورزی

با توجه به ماهیت علم‌سنجی و تحلیل بیلیومتریکی این پژوهش، بخش مبانی نظری و پیشینه معمولاً به بیان کلیاتی از موضوع و معرفی پژوهش‌های بیلیومتریکی پیشین محدود می‌شود. ولی به‌منظور افزایش غنای نظری پژوهش، شناسایی کاربردهای بلاکچین در بخش کشاورزی و همچنین استفاده از نتایج این بخش در طراحی الگوریتم جستجو، در تدوین مبانی نظری، از روش مرور نظام‌مند استفاده شد که جزئیات روش‌شناختی آن در بخش مربوطه ارائه شده است. در جدول (۱)، مشخصات کلی و تحلیل محتوای مقالات منتخب این مرور نمایش داده شده است.

جدول ۱. نتایج حاصل از بررسی منابع منتخب در خصوص کاربردهای بلاکچین در بخش کشاورزی

Table 1. Results of the review of selected literature on blockchain applications in the agricultural sector

زیر موضوعات Sub-themes	موضوع کلی Main Theme	سال Year	پژوهشگر Researcher
ردیابی زنجیره تأمین کشاورزی-مواد غذایی؛ امنیت اطلاعات زنجیره تأمین کشاورزی-مواد غذایی؛ قراردادهای هوشمند میان تولیدکنندگان Agri-food supply chain traceability; information security in agri-food supply chains; smart contracts among producers	مدیریت زنجیره تأمین کشاورزی-مواد غذایی Agri-food supply chain management	2019	Zhao et al.
قرارداد هوشمند؛ امنیت سایبری Smart contracts; cybersecurity	-	2021a	Liu et al.
دفتر کل مشترک و قراردادهای هوشمند؛ قابلیت ردیابی؛ شفافیت روابط ذینفعان Distributed ledger and smart contracts; traceability; transparency of stakeholder relationships	زنجیره تأمین Supply chain		
جمع‌آوری اطلاعات زنجیره تأمین؛ تصمیم‌گیری Supply chain data collection; decision-making	تولید Production		
شفافیت جزئیات حمل و نقل؛ شفافیت شرایط انبارداری؛ سوابق تراکنش‌های مالی Transparency of transportation details; transparency of storage conditions; financial transaction	لجستیک Logistics	2021b	Liu et al.
آگاهی مصرف‌کننده از جزئیات محصول؛ قیمت‌گذاری منصفانه Consumer awareness of product details; fair pricing	مصرف Consumption		
شفافیت داده‌ها در میان ذینفعان زنجیره تأمین Data transparency among supply chain stakeholders	شفافیت داده‌ها Data transparency		
اطلاعات مورد نیاز مصرف‌کننده و کشاورز؛ اطلاعات مورد نیاز بسته‌بندی‌کننده و فرآوری‌کننده؛ اطلاعات مورد نیاز حمل و نقل‌کننده و خرده‌فروش Information required by consumers and farmers; information required by packers and processors; information required by transporters and retailer	ردیابی داده‌ها Data traceability		
شفافیت اطلاعات در ایمنی تولید و فرآوری Transparency of information related to production and processing	ایمنی غذا و مدیریت کیفیت Food safety and quality management	2020	Xu et al.
پرداخت‌های سریع و بلادرنگ؛ استفاده از ارز دیجیتال در زنجیره تأمین کشاورزی Fast and real-time payments; use of digital currencies in agri-food supply chains	خدمات مالی Financial services		
ردیابی و پیگیری محصولات کشاورزی؛ نظارت بر ایمنی و کیفیت غذا؛ اطمینان از اصالت و مشروعیت محصول Tracking and monitoring agricultural products; monitoring food safety and quality; ensuring product authenticity and legitimacy	قابلیت ردیابی و شفافیت Traceability and transparency		
سیستم‌های پرداخت مبتنی بر قراردادهای هوشمند برای تراکنش‌های بلادرنگ؛ تراکنش خودکار Smart contract-based payment systems for real-time transactions; automated transactions	کارایی مالی Financial efficiency		
دسترسی کشاورزان کوچک به بازارهای بزرگ؛ ارتباط مستقیم تولیدکننده و مصرف‌کننده Smallholder farmers' access to large markets; direct producer-consumer	تعامل میان تولیدکننده و مصرف‌کننده Producer-consumer interaction	2023	Chandan et al.
تبادل امن اطلاعات در مورد وضعیت مزرعه و موجودی محصولات و .. Secure exchange of information related to farm conditions and product inventories, etc	امنیت داده‌ها Data security		
انطباق با مقررات از طریق حساسی شفاف؛ ردیابی کربن در مراحل مختلف زنجیره تأمین Regulatory compliance through transparent auditing; carbon footprint tracking across different supply chain stages	پایداری و انطباق Sustainability and compliance		
پایگاه داده غیرمتمرکز؛ سیستم نظارت Decentralized databases; monitoring systems	سیاست‌گذاری غذا Food policy making		
ذخیره و به اشتراک‌گذاری داده‌ها؛ تجارت اخلاقی و منصفانه؛ شفافیت مراحل زنجیره تأمین برای همه ذینفعان؛ امنیت داده‌ها Data storage and sharing; ethical and fair trade; transparency of supply chain stages for all stakeholders; data security	-	2022	Wünsche & Fernqvist
ردیابی منشأ محصولات از خریدار تا تولیدکننده؛ اعتبارسنجی و ممیزی گواهی‌ها Product origin traceability from buyer to producer; certification validation and auditing	-	2021	Mavilia & Pisani
تأیید اصالت مواد اولیه خریداری شده و محصولات نهایی؛ ثبت سوابق کارآمد؛ ذخیره ایمن اطلاعات مربوط به ورودی‌ها، موجودی و فروش، ...؛ پرداخت‌های به‌موقع؛ قراردادهای هوشمند؛ شناسایی منابع آلودگی و مسائل ایمنی مواد غذایی؛ شفافیت در اطلاعات تمام مراحل زنجیره	-	2025	Mohapatra et al.

زیر موضوعات Sub-themes	موضوع کلی Main Theme	سال Year	پژوهشگر Researcher
تأمین مواد غذایی؛ قابلیت ردیابی؛ ردیابی کامل محصولات غذایی از مزرعه تا چنگال؛ شناسایی تقلبها و دستکاریها Authentication of purchased raw materials and final products; efficient record-keeping: secure storage of information related to inputs, inventory, and sales; timely payments; smart contracts; identification of contamination sources and food safety issues; transparency of information across all stages of the food supply chain; traceability: end-to-end tracking of food products from farm to fork; detection of fraud and tampering			
تراکنش‌های ایمن؛ ایجاد رکوردهای تغییرناپذیر و ردیابی؛ ثبت سوابق زمین و تضمین شفافیت؛ قراردادهای هوشمند؛ شناسایی تقلبها و تضمین ایمنی غذایی Secure transactions; creation of immutable and traceable records; land record management and transparency assurance; smart contracts; fraud detection and food safety assurance	-	2023	Panwar et al.
قابلیت ردیابی زنجیره تأمین؛ ایمنی و کیفیت محصولات Supply chain traceability; product safety and quality	-	2024	Vern et al.
ایمنی مواد غذایی؛ قرارداد هوشمند؛ قابلیت ردیابی محصولات؛ تراکنش‌های مالی؛ ذخیره‌سازی داده‌ها؛ مدیریت زنجیره تأمین؛ شناسایی تقلبها Food safety; smart contracts; product traceability; financial transactions; data storage; supply chain management; fraud detection	-	2024	Elias et al.
تاب‌آوری زنجیره تأمین Supply chain resilience	توسعه پایدار در مدیریت زنجیره تأمین Sustainable development in supply chain management		
قراردادهای هوشمند Smart contracts	هماهنگی زنجیره تأمین مواد غذایی Agri-food supply chain coordination	2024	Gonzalez-Mendes et al.
مدیریت لجستیک؛ ردیابی محصولات از مبدأ؛ کنترل کیفیت و ایمنی Sustainable development in supply chain management	طراحی مدیریت زنجیره تأمین Supply chain management design		
خودکارسازی قراردادهای زنجیره تأمین؛ اشتراک‌گذاری اطلاعات؛ کیفیت جریان‌های اطلاعاتی در زنجیره تأمین Automation of supply chain contracts; information sharing; quality of information flows within the supply chain	روابط در زنجیره تأمین Supply chain relationships	2024	Silvestri et al.

منبع: یافته‌های پژوهش (Source: research findings)

### پیشینه تجربی

Srivastava et al. (2023)، با تحلیل بیلبیومتریک ۱۳۲۲ مقاله از پایگاه وب‌آوساینس (۲۰۲۰-۲۰۱۵)، مضامین نوظهور تحقیقات آینده در حوزه بلاکچین با تأکید بر کشاورزی و مدیریت زنجیره تأمین را شناسایی کردند. یافته‌ها نشان داد که انتشارات در پنج خوشه اصلی قابل دسته‌بندی هستند: خوشه نخست (پژوهش‌های غالب) به کاربرد بلاکچین در کشاورزی و مدیریت زنجیره تأمین اختصاص دارد؛ خوشه دوم (متراکم‌ترین خوشه) شامل مطالعات امنیت اینترنت، داده‌ها، رمزنگاری، کنترل دسترسی و احراز هویت است؛ خوشه سوم به دفتر کل توزیع‌شده، ارز دیجیتال و اتوماسیون می‌پردازد؛ خوشه چهارم به عنوان حوزه نوظهور، تأثیر هوش مصنوعی را بررسی می‌کند؛ و خوشه پنجم (با دامنه محدود) پژوهش‌های مرتبط با شهر هوشمند و پایداری را دربرمی‌گیرد. نویسندگان پیش‌بینی کردند که خوشه‌های یک تا سه روند گسترشی خود را ادامه خواهند داد، خوشه چهارم به عنوان قلمروی در حال ظهور مطرح است و خوشه پنجم عمدتاً در قالب پژوهش‌های میان‌رشته‌ای با دیگر خوشه‌ها تلفیق می‌شود. Pandey et al. (2022)، با مرور پایگاه وب‌آوساینس، دامنه و اهمیت بلاکچین در زنجیره‌ی تأمین مواد غذایی را بررسی کردند. یافته‌ها نشان داد که تمرکز اصلی پژوهش‌ها بر کاربرد بلاکچین در احراز هویت محصول، امور مالی و تدارکات بوده و این فناوری به‌عنوان ابزاری کلیدی برای افزایش شفافیت، قابلیت ردیابی، کاهش ریسک و تقویت اعتماد میان ذی‌نفعان زنجیره‌ی تأمین مواد غذایی در حال تبدیل شدن به فناوری غالب است. Niknezhad et al. (2021)، با تحلیل مقالات، نویسندگان، کشورها و کلیدواژه‌های مهم در پایگاه اسکوپوس (۲۰۱۶-۲۰۱۹)، گرایش‌ها و مضامین برجسته بلاکچین در

صنایع غذایی و کشاورزی را شناسایی کردند. نتایج بیانگر سه خوشه اصلی پژوهشی بود و پرتکرارترین اصطلاحات در عنوان و چکیده مقالات، ردیابی، تراکنش، اینترنت اشیا، ایمنی و زنجیره تأمین مواد غذایی بود. در یک جمع‌بندی، با توجه به نتایج مرور سیستماتیک (جدول ۱) و پیشینه پژوهش، در این پژوهش کاربردهای بلاکچین در بخش کشاورزی به شرح زیر شناسایی و طبقه‌بندی شدند:

- مدیریت زنجیره‌ی تأمین کشاورزی - مواد غذایی
  - شفافیت اطلاعات در طول زنجیره‌ی تأمین: ردیابی محصولات از مزرعه تا چنگال؛ شفافیت جزئیات حمل و نقل و شرایط انبارداری
  - ردیابی اطلاعات در طول زنجیره تأمین: ردیابی محصولات از مزرعه تا چنگال؛ ردیابی اطلاعات مورد نیاز هر یک از ذی‌نفعان (اطلاعات مورد نیاز کشاورز، فرآوری‌کننده، بسته‌بندی‌کننده، مصرف‌کننده، حمل و نقل‌کننده، خرده‌فروش و مصرف‌کننده)
  - تضمین کیفیت: شناسایی تقلب‌ها؛ شناسایی منابع آلودگی و مسائل ایمنی و کیفیت مواد غذایی؛ اطمینان از اصالت و مشروعیت محصول
  - شفافیت روابط و تعاملات میان ذی‌نفعان زنجیره تأمین: دسترسی کشاورزان کوچک به بازارهای بزرگ؛ ارتباط مستقیم تولیدکننده و مصرف‌کننده و انطباق با مقررات از طریق حسابرسی شفاف در طول زنجیره‌ی تأمین.
- شفافیت و امنیت داده‌ها
  - ثبت سوابق ایمن و تغییرناپذیر: ثبت سوابق زمین؛ ثبت سوابق تراکنش‌های مالی؛ ایجاد رکوردهای تغییرناپذیر
  - تأمین امنیت سایبری اطلاعات: تراکنش‌های ایمن؛ تبادل امن اطلاعات در طول زنجیره‌ی تأمین
  - اشتراک‌گذاری داده‌ها و شفافیت برای ذی‌نفعان: شفافیت داده‌ها در میان ذی‌نفعان مختلف زنجیره‌ی تأمین؛ اشتراک‌گذاری اطلاعات؛ کیفیت جریان‌های اطلاعاتی در زنجیره‌ی تأمین؛ آگاهی مصرف‌کننده از جزئیات محصول و اعتبارسنجی و ممیزی گواهی‌ها.
- خدمات مالی و قراردادهای هوشمند
  - پرداخت‌های بلادرنگ و استفاده از ارز دیجیتال؛ سیستم‌های مالی مبتنی بر قراردادهای هوشمند و خودکارسازی تراکنش‌ها و قراردادهای زنجیره‌ی تأمین.
- توسعه پایدار
  - تاب‌آوری زنجیره‌ی تأمین؛ ردیابی ردپای کربن در طول زنجیره‌ی تأمین و پایگاه‌های داده غیرمتمرکز برای سیاست‌گذاری پایدار.

## روش‌شناسی پژوهش

این پژوهش از نظر ماهیت کمی و از نظر هدف کاربردی است که با استفاده از روش علم‌سنجی و بهره‌گیری از نرم‌افزار RStudio و ابزار بایبلوشاینی، به تحلیل بیبلیومتریک پرداخته است. در بخش مبانی نظری، از مرور نظام‌مند استفاده شد تا هم بر غنای پژوهشی افزوده شود و هم نتایج آن در تحلیل بیبلیومتریک مورد استفاده قرار گیرد.

مرور نظام‌مند پیشینه‌ی پژوهش، با هدف تسهیل فرایند توسعه الگوریتم‌های جستجو برای اجرای تحلیل بیبلیومتریک در حوزه مورد مطالعه و همچنین کمک به تفسیر نتایج بیبلیومتریک انجام شده است. این بخش در تحقق اهداف پژوهش نقش تسهیل‌کننده داشته که به شرح زیر است:

- نتایج مرور نظام‌مند شامل کاربردهای فناوری بلاکچین در کشاورزی، به‌عنوان کلیدواژه‌های جستجوی مستندات در تحلیل بیبلیومتریک استفاده شدند تا دامنه جستجو به منابع مرتبط محدود شده و اهداف پژوهش با دقت بیشتری محقق شود.
- نتایج مرور نظام‌مند به‌عنوان مبنایی اولیه برای تعیین خوشه‌های موضوعی در حوزه‌ی پژوهش - که یکی از اهداف اصلی مطالعه است - به کار گرفته شد.
- بر اساس یافته‌های مرور نظام‌مند، بازه‌ی زمانی جستجوی مستندات در تحلیل بیبلیومتریک برای موضوع بلاکچین در کشاورزی از سال ۲۰۱۶ تاکنون در نظر گرفته شد.

مرور نظام‌مند از نظر ماهیت کیفی، از نظر هدف کاربردی و به‌عنوان یک مطالعه ثانویه شناخته می‌شود. این روش به معنای بررسی و تحلیل ثانویه‌ی مطالعات پیشین و منابع ساختاریافته است که با تمرکز بر پرسش‌های مشخص، از طریق فرآیندهای سازمان‌یافته و شفاف، به ارائه پاسخ مبتنی بر شواهد معتبر می‌پردازد (Ghazi Tabatabaei & Vedadhir, 2010). این رویکرد برای شناسایی، انتخاب و ارزیابی پژوهش‌های مرتبط با موضوعی خاص به کار می‌رود و اطلاعات یکپارچه و نتایج حاصل از آن، مبنای مهمی برای تصمیم‌گیری‌های منطقی محسوب می‌شود (Petticrew & Roberts, 2008). برای اجرای مرور نظام‌مند، از چارچوب پیکو - یکی از چارچوب‌های رایج در مرور نظام‌مند - استفاده شد. این چارچوب بر سه رکن استوار است:

۱. P (Population/Problem): جامعه / مسئله؛ I (Phenomenon of Interest): پدیده مورد علاقه و Co (Context): زمینه (Stern et al., 2014). با توجه به این ارکان، پرسش اصلی مرور به این شکل تنظیم شد: «کاربردهای (مسئله) بلاکچین در بخش کشاورزی (پدیده مورد علاقه) بر اساس مطالعات بین‌المللی (زمینه) کدام‌اند؟»

برای انجام مرور نظام‌مند از پروتکل پریسما استفاده شد (شکل ۱). جامعه‌ی آماری این بخش، شامل کلیه منابع استنادی در پایگاه اسکوپوس بود. نخستین الگوریتم جستجو منجر به بازیابی ۴۰۸ مدرک شد. از بین انواع مستندات بازیابی شده، تنها مقالات مجلات و مقالات کنفرانس انتخاب شد. همچنین مقالات حوزه‌های غیرمرتبط (مانند ریاضیات، فیزیک، مهندسی شیمی و موارد مشابه) از جستجوی نهایی حذف شدند. اولین مقاله بازیابی شده بر اساس الگوریتم جستجو مربوط به سال ۲۰۱۶ بود و جستجو به مقالات انگلیسی زبان محدود شد. با اعمال معیار فوق، ۱۹۹ مقاله برای بررسی بیشتر باقی ماند. در شکل (۱) مراحل بازیابی و انتخاب مقالات نهایی که محتوای آن‌ها تحلیل شده، نمایش داده شده است. همان‌طور که در شکل آمده، دو مرحله غربالگری روی ۱۹۹ مقاله انجام شد و در نهایت ۱۳ مقاله برای بررسی نهایی انتخاب شدند.



شکل ۱. مراحل باز یابی و انتخاب منابع منتخب جهت مرور نظام‌مند کاربردهای بلاکچین در بخش کشاورزی

**Fig 1.** Stages of retrieval and selection of relevant sources for a systematic review of blockchain applications in the agricultural sector

در ادامه، گام‌های انجام شده برای تحلیل بیبلیومتریک ارائه می‌شود.

۱. تعریف اهداف و وسعت مطالعه: این پژوهش، با هدف ترسیم نقشه علمی توسعه بلاکچین در بخش کشاورزی، اهدافی همچون تحلیل روند رشد تولیدات علمی، شناسایی آثار شاخص، تعیین کلیدواژه‌های پرتکرار و الگوهای هم‌رخدادی واژگان، استخراج خوشه‌های موضوعی اصلی، بررسی ساختار اجتماعی و مالکیتی انتشارات و ترسیم شبکه‌ی همکاری بین‌المللی با تأکید بر توزیع جغرافیایی را دنبال می‌کند. با توجه به گستردگی حوزه‌ی مطالعاتی بلاکچین در کشاورزی - که پیشینه‌ی پژوهش نیز آن را تأیید می‌کند - استفاده از تحلیل بیبلیومتریک در این پژوهش توجیه می‌یابد. تعداد رکوردهای به‌دست‌آمده (که در ادامه گزارش شده) نیز گواهی بر این وسعت و ضرورت به‌کارگیری روش مذکور است.
۲. انتخاب فنون تحلیل بیبلیومتریک: بر اساس اهداف فوق، تکنیک‌فنون بکار گرفته شده شامل تحلیل استنادی، تحلیل هم‌واژگانی، تحلیل هم‌رخدادی، تحلیل ساختار اجتماعی و تحلیل ساختار مالکیتی است.
۳. جمع‌آوری داده‌ها: برای انتخاب کلیدواژگان جستجو از نتایج مرور نظام‌مند پیشینه پژوهش و همچنین شهود پژوهشگر استفاده شد. در پژوهش‌های علم‌سنجی، جمع‌آوری داده‌ها از طریق جستجو در پایگاه‌های استنادی معتبر انجام می‌شود

(Zohoorian Nadali et al., 2023; Sing et al., 2021). توصیه می‌شود مطالعه بر روی یک پایگاه داده متمرکز شود تا از اقدامات غیرضروری کاسته و خطاهای انسانی احتمالی کاهش یابد. همچنین پالایش داده‌ها ضروری است، زیرا این پایگاه‌ها عمدتاً برای تحلیل بیلیومتریک طراحی نشده‌اند و پژوهشگر باید مدارک تکراری و ورودی‌های نادرست را حذف کند (Donthu et al., 2021). در این پژوهش، پایگاه اطلاعاتی «اسکوپوس» انتخاب شد. این پایگاه نسبت به وب‌آوساینس طیف گسترده‌تری از مقالات را پوشش می‌دهد (Zohoorian Nadali et al., 2023; Sing et al., 2021). وب‌آوساینس با معیارهای گزینشی سخت‌گیرانه‌تر، مجلات کم‌تعداد اما معتبرتری را نمایه می‌کند؛ بنابراین انتخاب اسکوپوس اگرچه پالایش داده‌ها را زمان‌برتر می‌سازد، اما باعث کاهش از دست‌دادن انتشارات مرتبط می‌شود. جامعه آماری پژوهش شامل کلیه مستندات نمایه‌شده در اسکوپوس در حوزه‌ی بلاکچین در کشاورزی است که شامل مقالات مجله‌ای، مقالات کنفرانسی و مروری، کتاب‌ها، فصول کتاب و یادداشت‌ها است. جستجو با کلیدواژه‌های آغازین در زمینه‌ی «عنوان، چکیده و کلیدواژگان» انجام شد. کلیدواژگان انتخابی بلاکچین، کشاورزی، مزرعه، کشاورزی-مواد غذایی، محصولات کشاورزی، ردیابی، زنجیره‌ی تأمین، داده، حسابرسی، تضمین کیفیت، معامله، قرارداد هوشمند، ردیابی کربن، تقلب، ایمنی غذا، ایمنی محصولات کشاورزی، ذی‌نفعان و روابط بودند. سپس یک راهبرد جستجو برای پوشش کلیدواژگان فوق طراحی و با تغییر زمینه‌های جستجو، جایگزینی عملگرها، تنظیم ترتیب کوئری‌ها، تعداد رکوردها و بررسی ارتباط نتایج با موضوع چندین بار آزمون شد. بعد از اطمینان اولیه، تحلیل کلیدواژگان مقدماتی با ابزار بیلیوشاینی انجام و کلیدواژه‌های غیرمرتبط شناسایی شدند. این کلیدواژگان با افزودن عملگر «و نه» به راهبرد جستجو حذف شدند. راهبرد نهایی منجر به استخراج داده‌ها شد. مستندات جستجو شده شامل مقالات مجله‌ای، کنفرانسی و مروری، کتاب‌ها، فصول کتاب و یادداشت‌ها به زبان انگلیسی در بازه ۲۰۱۶ تا ۲۰۲۵ بودند. از این راهبرد، ۲۲۲۶ رکورد به دست آمد. پس از حذف ۱۵۳ رکورد تکراری یا نادرست، در نهایت ۲۰۷۳ رکورد برای تحلیل با ابزار بیلیوشاینی آماده شدند.

۴. *انجام تحلیل بیلیومتریک و گزارش یافته‌ها:* اگر چه در بُعد نظری این مرحله به صورت مرحله جداگانه در نظر گرفته می‌شود، ولی در عمل با توجه به نتایج تحلیل، امکان بازگشت به مراحل پیشین وجود دارد (Donthu et al., 2021). در این پژوهش، علاوه بر تحلیل نهایی، دو تحلیل مقدماتی برای اصلاح راهبرد جستجو انجام شد. از آنجایی که پژوهش‌های علم‌سنجی شواهدمحور هستند، بحث روایی و پایایی ابزار در آن‌ها مطرح نیست. داده‌های مورد استفاده کمی بوده و قضاوت‌های ذهنی در آن دخالتی ندارند؛ این ویژگی قابلیت تکرارپذیری نتایج را افزایش می‌دهد (Zohoorian Nadali et al., 2023).

## یافته‌ها و بحث

### توصیف داده‌های خام مورد تحلیل

در جدول (۲)، ویژگی‌های داده‌های مورد تحلیل در حوزه‌ی بلاکچین در بخش کشاورزی بر اساس خروجی تحلیل بیلیومتریک با ابزار بیلیوشاینی ارائه شده است. یکی از شاخص‌های مهم در این جدول، میانگین سنی مستندات است که از تفاضل سال جاری با سال انتشار هر سند و تقسیم بر تعداد کل اسناد به دست می‌آید. پایین بودن این شاخص، نشان می‌دهد که انتشارات حوزه بلاکچین در کشاورزی تازه و به‌روز هستند که احتمالاً به دلیل رشد سریع پژوهش‌ها در این عرصه است. از سوی دیگر، میانگین تعداد ارجاعات به هر مستند حاکی از آن است که با وجود حجم محدود انتشارات در این حوزه، تأثیر علمی آن‌ها قابل توجه است. در مقابل، تعداد کلیدواژه‌های منحصر به فرد این حوزه نشان می‌دهد که تنوع موضوعی در ادبیات پژوهش چندان گسترده نیست.

1. Scopus
2. Article Title, Abstract, Keywords
3. And Not

جدول ۲. شاخص‌های توصیفی داده‌های مورد تحلیل بر اساس خروجی تحلیل بیبلیومتریک

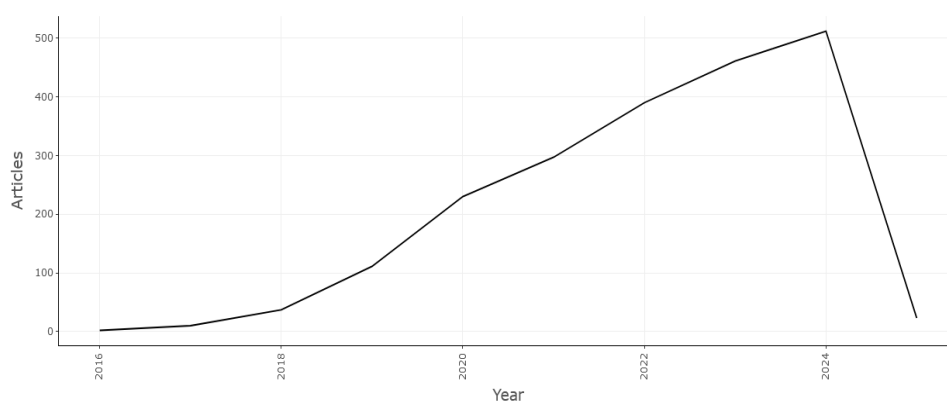
Table 2. Descriptive indicators of the analyzed data based on the outputs of bibliometric analysis

شاخص‌های توصیفی	
<b>اطلاعات اصلی در مورد داده‌ها (Main Information About Data)</b>	
2016:2025	بازه زمانی (Timespan)
1076	منابع (ژورنال‌ها، کتاب‌ها و غیره) (Sources (Journals, Books, etc.))
2073	تعداد مستندات (Documents)
2.88	میانگین سنی مستندات (سال) (Document Average Age)
20.93	میانگین ارجاعات هر مستند (Average citations per doc)
<b>محتوای مستندات (Document Contents)</b>	
6722	کلیدواژه‌گان دیگر (Keywords Plus (ID))
3891	کلیدواژه‌گان نویسنده (Author's Keywords (DE))
<b>نویسندگان (Authors)</b>	
5993	تعداد کل نویسندگان (Authors)
135	نویسندگان مستندات تک نویسنده (Authors of single-authored docs)
<b>همکاری نویسندگان (Authors Collaboration)</b>	
145	مستندات تک نویسنده (Single-authored docs)
3.8	هم‌نویسندگی در هر مستند (Co-Authors per Doc)
22.19	هم‌نویسندگی بین‌المللی (درصد) (International co-authorships %)
<b>نوع مستندات (Document Types)</b>	
825	مقاله (Article)
16	کتاب (Book)
217	فصل کتاب (Book Chapter)
864	مقاله کنفرانس (Conference Paper)
2	یادداشت (Note)
149	مرور (Review)

(منبع: یافته‌های پژوهش) (Source: research findings)

### رشد سالانه تولیدات علمی

رشد سالانه تولیدات علمی در حوزه بلاکچین در بخش کشاورزی (شکل ۲)، نشان می‌دهد که تعداد انتشارات از سال ۲۰۱۶ تا ۲۰۲۴ رشد نمایی داشته است. این امر بیانگر گرایش فزاینده‌ی پژوهشگران به این حوزه‌ی مطالعاتی است.



شکل ۲. رشد تولیدات علمی در حوزه بلاکچین در بخش کشاورزی (منبع: یافته‌های پژوهش)

Fig 2. Growth of scientific publications in the field of blockchain in the agricultural sector (Source: research findings)

### شناسایی آثار مهم در تولیدات علمی

بررسی منابع منتشرکننده مستندات حوزه‌ی بلاکچین در کشاورزی بر اساس قانون برادفورد نشان داد که ۵۳ منبع در منطقه‌ی هسته، ۳۳۹ منبع در منطقه‌ی دوم و ۶۸۴ منبع در منطقه‌ی سوم قرار دارند. در مجموع ۱۰۷۶ منبع - مطابق با عدد ذکر شده در جدول (۲)- در این تحلیل حضور داشتند. حجم بالای منابع در منطقه سوم، حاکی از گسترش تدریجی حوزه به مجلات و منابع متنوع‌تر و پراکندگی نسبی انتشارات در دامنه وسیع‌تری از کانال‌های علمی است. در جدول (۳)، ۲۰ منبع برتر منطقه‌ی هسته ارائه شده‌اند که به‌عنوان پایه‌ای‌ترین، مهم‌ترین و تأثیرگذارترین منابع در حوزه‌ی بلاکچین در کشاورزی شناخته می‌شوند و از مرجعیت علمی بالایی در این زمینه برخوردارند.

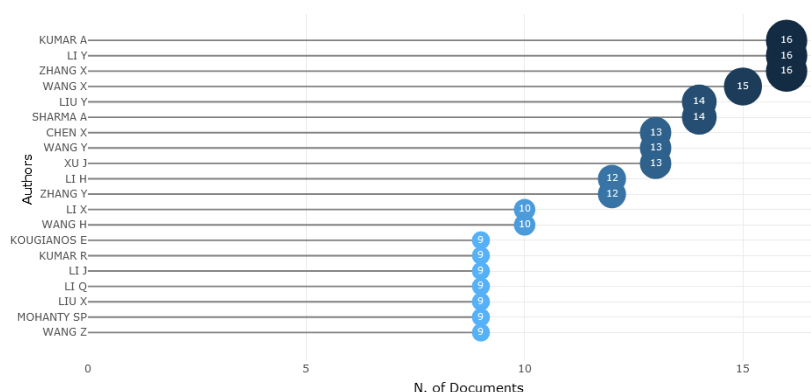
جدول ۳. مرتبط‌ترین منابع مستندات موردبازایی در حوزه بلاکچین در بخش کشاورزی بر اساس قانون برادفورد

**Table 3.** The most relevant sources of the retrieved documents in the field of blockchain in the agricultural sector based on Bradford's Law

اولویت Rank	منابع Resources	فراوانی مستندات Frequency of Documents	اولویت Rank	منابع Resources	فراوانی مستندات Frequency of Documents
1	Sustainability (Switzerland)	19	11	Lecture Notes in Computer Science	48
2	Lecture Notes in Networks and Systems	18	12	Foods	45
3	ACM International Conference Proceeding Series	17	13	E3s Web of Conferences	43
4	IEEE Access	17	14	Sensors	43
5	IOP Conference Series: Earth and Environmental Science	13	15	Smart Innovation, Systems and Technologies	27
6	Journal of Cleaner Production	12	16	Applied Sciences (Switzerland)	26
7	Lecture Notes in Electrical Engineering	12	17	Procedia Computer Science	21
8	Advances in Intelligent Systems and Computing	11	18	AIP Conference Proceedings	20
9	Communications in Computer and Information Science	11	19	CEUR Workshop Proceedings	20
10	Computers and Electronics in Agriculture	11	20	International Journal of Advanced Computer Science and Applications	20

(منبع: یافته‌های پژوهش) (Source: research findings)

در شکل (۳)، فهرست ۲۰ نویسنده برتر - بر مبنای تعداد مستندات منتشرشده در حوزه بلاکچین در کشاورزی - ارائه شده است.

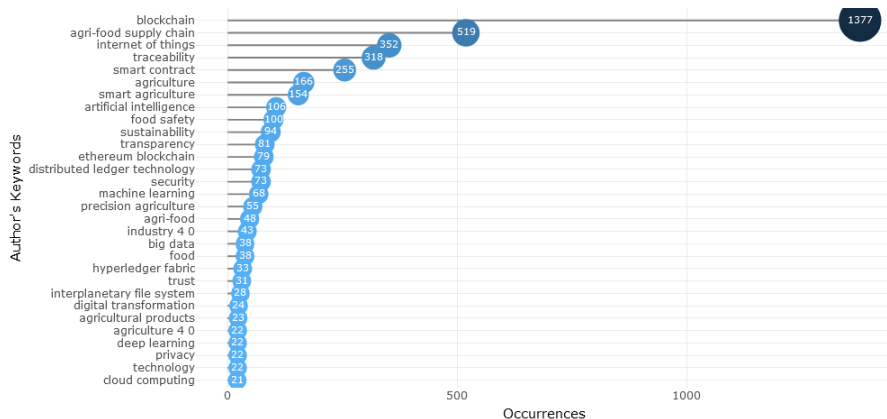


شکل ۳. مرتبط‌ترین نویسندگان بر اساس تعداد مستندات منتشرشده در حوزه بلاکچین در بخش کشاورزی (منبع: یافته‌های پژوهش)

**Fig 3.** The most relevant authors based on the number of published documents in the field of blockchain in the agricultural sector (Source: research findings)

### شناسایی پرتکرارترین کلیدواژگان و هم‌خدای واژگان در حوزه‌ی بلاکچین در بخش کشاورزی

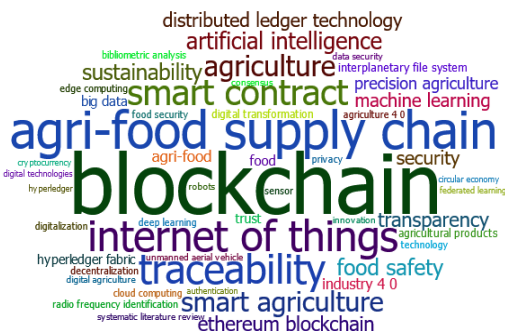
برای انجام تحلیل‌های این بخش، ابتدا کلیدواژه‌هایی که متون به شکل‌های مختلف (مانند blockchain, blockchain technology, bct) یا به صورت هم‌ریشه و مترادف (مانند agricultural supply chain و agri-food supply chain) به کار رفته بودند، شناسایی و با استفاده از قابلیت‌های نرم‌افزار یکسان‌سازی شدند. سپس تحلیل‌های مربوطه انجام گرفت. شکل (۴)، کلیدواژه‌های دارای بیشترین تکرار در مستندات این حوزه را نشان می‌دهد. بلاکچین پرتکرارترین کلیدواژه است و پس از آن با فاصله، زنجیره تأمین کشاورزی-مواد غذایی در جایگاه بعدی قرار دارد. از دیگر کلیدواژه‌های پرتکرار می‌توان به اینترنت اشیاء، ردیابی، قرارداد هوشمند، کشاورزی و کشاورزی هوشمند اشاره کرد. نکته قابل توجه، حضور کلیدواژه‌های هوش مصنوعی، یادگیری ماشین و یادگیری عمیق در فهرست پرتکرارترین‌هاست که نشان از تداخل موضوعی و همگرایی فناوری‌های نوظهور در این حوزه دارد.



**شکل ۴.** پرتکرارترین کلیدواژگان به کاررفته از سوی نویسندگان در مستندات حوزه بلاکچین در بخش کشاورزی (منبع: یافته‌های پژوهش)

**Fig 4.** The most frequently used author keywords in documents on blockchain in the agricultural sector (Source: research findings)

برای نمایش دیداری کلیدواژه‌های تأثیرگذار در حوزه‌ی بلاکچین در کشاورزی، از ابر کلیدواژه استفاده شده است (شکل ۵). به‌منظور متعادل‌سازی اهمیت واژگان پرتکرار و کم‌تکرار، برای ایجاد ابر واژگان به جای تکیه صرف بر فراوانی، از ریشه دوم فراوانی بهره گرفته شد تا توزیع به حالت نرمال نزدیک‌تر شده و تفاوت بین واژه‌های بسیار پرتکرار و کم‌تکرار متوازن شود. بر این اساس، کلیدواژه‌های بلاکچین، زنجیره ارزش کشاورزی-مواد غذایی، اینترنت اشیاء، ردیابی، قرارداد هوشمند، کشاورزی هوشمند، کشاورزی، پایداری، هوش مصنوعی، دفتر کل توزیع‌شده، یادگیری ماشین و کشاورزی دقیق از جمله کلیدواژه‌های تأثیرگذار این حوزه به شمار می‌روند.



**شکل ۵.** ابر کلیدواژگان تأثیرگذار در مستندات حوزه بلاکچین در بخش کشاورزی (منبع: یافته‌های پژوهش)

**Fig 5.** Influential keyword cloud in documents on blockchain in the agricultural sector (Source: research findings)

شکل (۶) روابط درونی و بیرونی بین کلیدواژه‌های به‌کاررفته در مستندات حوزه بلاکچین در کشاورزی را نشان می‌دهد که امکان کشف الگوهای مفهومی جدید را فراهم می‌کند. خروجی این تحلیل شامل شاخص‌های مرکزیت بینابینی، مرکزیت نزدیکی و رتبه در شبکه برای هر کلیدواژه است. بر اساس شاخص رتبه در شبکه، کلیدواژه‌ای که بالاترین مقدار را دارد، نقش کلیدی‌ترین گره را ایفا می‌کند. در این شبکه، بلاکچین با مقدار  $0/241$  کلیدی‌ترین کلیدواژه است و پس از آن به ترتیب زنجیره تأمین کشاورزی-مواد غذایی ( $0/098$ )، اینترنت اشیا ( $0/07$ )، ردیابی ( $0/064$ )، قرارداد هوشمند ( $0/049$ )، کشاورزی هوشمند ( $0/03$ )، کشاورزی ( $0/029$ )، هوش مصنوعی ( $0/022$ )، ایمنی غذا ( $0/019$ )، پایداری ( $0/018$ )، شفافیت ( $0/018$ )، امنیت ( $0/016$ )، بلاکچین اتریوم ( $0/016$ )، یادگیری ماشین ( $0/015$ )، فناوری دفتر توزیع‌شده ( $0/013$ ) و کشاورزی دقیق ( $0/013$ ) قرار دارند.

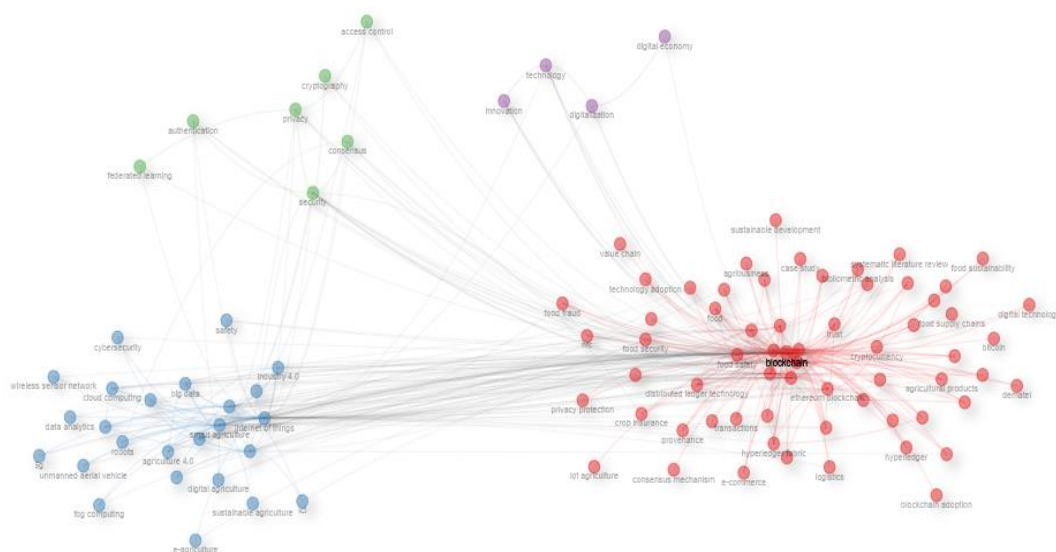
مقادیر مرکزیت نزدیکی برای تمام واژگان پایین (بین  $0/01$  تا  $0/004$ ) است که نشان می‌دهد شبکه بسیار گسترده و فاصله بین گره‌ها زیاد است. از نظر مرکزیت بینابینی، کلیدواژه‌های بلاکچین ( $3947/2$ )، زنجیره تأمین کشاورزی-مواد غذایی ( $318/6$ )، اینترنت اشیا ( $123/8$ )، کشاورزی هوشمند ( $118/9$ )، ردیابی ( $68/8$ )، قرارداد هوشمند ( $34/7$ )، کشاورزی ( $12/6$ )، هوش مصنوعی ( $6/62$ )، پایداری ( $5/1$ ) و یادگیری ماشین ( $3/6$ ) بیشترین مقدار را دارند که بیانگر نقش واسطه‌ای مهم آن‌ها در ارتباط بین کلیدواژه‌های شبکه است.

#### **خوشه‌بندی شبکه هم‌خدادی واژگان**

خوشه بنفش: شامل کلیدواژه‌های فناوری، دیجیتالی‌سازی، نوآوری و اقتصاد دیجیتال است. کلیدی‌ترین و واسطه‌ای‌ترین کلیدواژه‌های این خوشه فناوری و دیجیتالی‌سازی هستند و ارتباط اصلی این خوشه با خوشه قرمز برقرار است. خوشه سبز: با محوریت امنیت، شامل کلیدواژه‌هایی مانند امنیت، حریم خصوصی، احراز هویت، اجماع، کنترل دسترسی و رمزنگاری است.

خوشه آبی: با عنوان «تلفیق فناوری‌های هوشمند با بلاکچین در کشاورزی»، شامل کلیدواژه‌هایی چون اینترنت اشیا، کشاورزی هوشمند، هوش مصنوعی، یادگیری ماشین، کشاورزی دقیق، صنعت  $4/0$ ، کلان‌داده، پردازش لبه، پردازش ابری، ربات‌ها، یادگیری عمیق، حسگر، وسایل نقلیه بدون سرنشین، کشاورزی دیجیتال، شبکه حسگر بی‌سیم، تحلیل داده، فناوری‌های دیجیتال، کشاورزی الکترونیکی، ایمنی و کشاورزی پایدار است. کلیدی‌ترین گره‌های این خوشه اینترنت اشیا و کشاورزی هوشمند و در رده‌های بعدی هوش مصنوعی و یادگیری ماشین هستند.

خوشه قرمز (گسترده‌ترین خوشه با  $64$  کلیدواژه): بر اساس شاخص مرکزیت بینابینی، کلیدواژه‌های واسطه‌ای اصلی این خوشه عبارت‌اند از: بلاکچین، زنجیره تأمین کشاورزی-مواد غذایی، ردیابی، قرارداد هوشمند، کشاورزی، پایداری، بلاکچین اتریوم، شفافیت، ایمنی غذا، فناوری دفتر توزیع‌شده، مرور نظام‌مند، کشاورزی-مواد غذایی، کیفیت غذا و امنیت غذایی. نکته قابل توجه در این خوشه، حضور کلیدواژه‌های مرتبط با روش‌شناسی مانند «مرور نظام‌مند» و «مطالعه موردی» است.



شکل ۶. شبکه هم‌رخدای واژگان در حوزه بلاکچین در بخش کشاورزی (منبع: یافته‌های پژوهش)

Fig 6. Co-occurrence network of keywords in the field of blockchain in the agricultural sector (Source: research findings)

### تعیین خوشه‌های مهم موضوعی

شکل (۷) خوشه‌های موضوعی اصلی در حوزه بلاکچین در بخش کشاورزی را بر اساس تحلیل هم‌رخدای کلیدواژگان نشان می‌دهد. این خوشه‌بندی با بررسی روابط بین کلیدواژگان در مستندات پژوهش و گروه‌بندی آن‌ها بر اساس میزان هم‌رخدای شکل گرفته است. تفسیر خوشه‌ها به شرح زیر است:

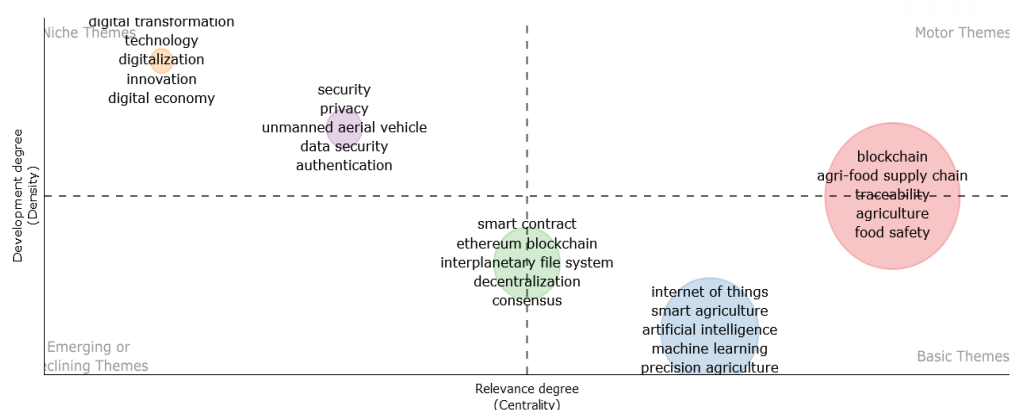
خوشه قرمز: در دو ربع موضوعات محرک و موضوعات پایه قرار دارد. کلیدواژه‌های این خوشه (شامل بلاکچین، زنجیره تأمین کشاورزی-مواد غذایی، ردیابی، کشاورزی و ایمنی غذا) از سویی موضوعات مهم و پایه‌ای حوزه هستند و از سوی دیگر ارتباط قوی با دیگر موضوعات پژوهشی دارند؛ اما هنوز نیاز به توسعه و بلوغ بیشتری دارند.

خوشه آبی: در ربع موضوعات پایه جای گرفته و شامل کلیدواژه‌های اینترنت اشیا، کشاورزی هوشمند، هوش مصنوعی، یادگیری ماشین و کشاورزی دقیق است.

خوشه سبز: بین دو ربع موضوعات در حال ظهور/در حال افول و موضوعات پایه قرار دارد. کلیدواژه‌های آن عبارت‌اند از: قرارداد هوشمند، بلاکچین اتریوم، سیستم فایل بین‌سیاره‌ای (IPFS)، تمرکززدایی و اجماع. این موضوعات هم جنبه پایه‌ای و هم نوظهور دارند و برای پیشرفت نیازمند تحقیقات پیشرفته‌تری هستند.

خوشه نارنجی و بنفش: هر دو در ربع موضوعات حاشیه‌ای قرار دارند که نشان‌دهنده تخصصی و پیرامونی بودن آن‌هاست. خوشه نارنجی شامل: دگرگونی دیجیتال، فناوری، دیجیتالی‌سازی، نوآوری و اقتصاد دیجیتال.

خوشه بنفش (که نسبت به خوشه نارنجی توسعه‌یافتگی کمتر اما پیوند بیشتری با دیگر موضوعات دارد) شامل: امنیت، حریم خصوصی، پهباد، امنیت داده و احراز هویت.

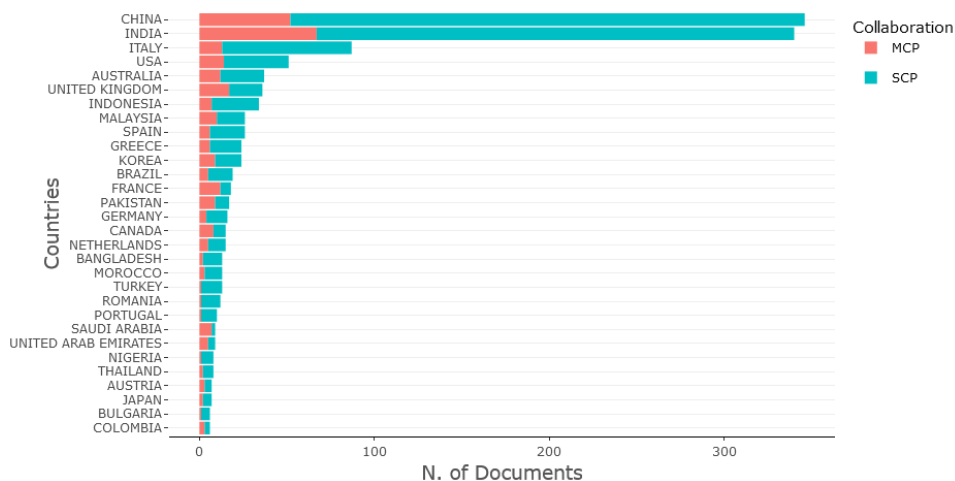


شکل ۷. خوشه‌های مهم موضوعی در حوزه بلاکچین در بخش کشاورزی (منبع: یافته‌های پژوهش)

Fig 7. Major thematic clusters in the field of blockchain in the agricultural sector (Source: research findings)

### تعیین ساختار اجتماعی و مالکیتی مستندات مورد بررسی

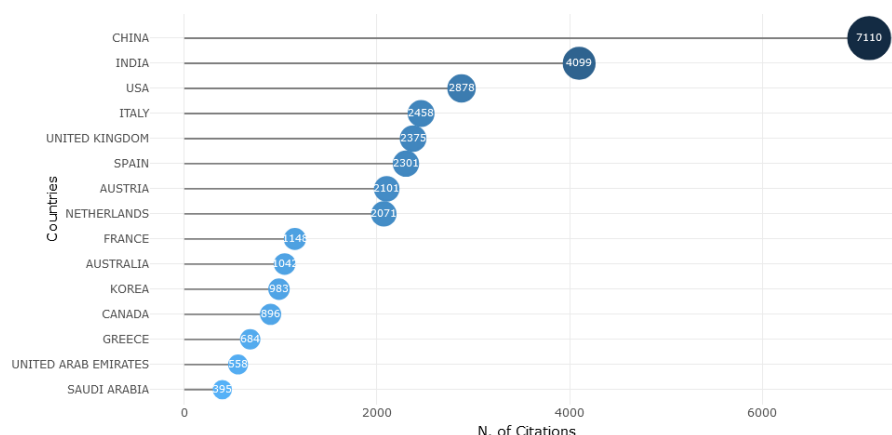
شکل (۸) ۳۰ کشور دارای نویسندگان مسئول را بر اساس دو نوع مشارکت نشان می‌دهد: مستندات با نویسندگان چندکشوری (بین‌المللی) و مستندات با نویسندگان تک‌کشوری (داخلی). بر این اساس، چین و هند با اختلاف قابل توجهی در صدر کشورهای دارای بیشترین همکاری بین‌المللی قرار دارند. از نظر نسبت همکاری‌های بین‌المللی به داخلی، کشورهای فرانسه، پاکستان و کانادا وضعیت جالب توجهی دارند: با وجود تعداد محدود انتشارات، سهم همکاری بین‌المللی آن‌ها به ترتیب ۶۶/۷، ۵۳/۳ و ۵۲/۹ درصد است. در مقابل، این سهم برای چین ۱۵، آمریکا ۲۷/۵ و هند ۱۹/۷ است. یادآور می‌شود که این درصدها بر اساس کل مقالات منتشر شده هر کشور محاسبه شده‌اند.



شکل ۸. کشورهای نویسندگان مسئول مستندات مورد بررسی در حوزه بلاکچین در بخش کشاورزی (منبع: یافته‌های پژوهش)

Fig 8. Countries of publications based on corresponding authors in the field of blockchain in the agricultural sector (Source: research findings)

۱۵ کشور دارای بیشترین استنادات در حوزه‌ی بلاکچین در کشاورزی در شکل (۹) ارائه شده است. بر اساس این داده‌ها، چین بیشترین تأثیرگذاری علمی را در توسعه بلاکچین در بخش کشاورزی داراست. پس از آن به ترتیب هند، آمریکا و ایتالیا قرار دارند.



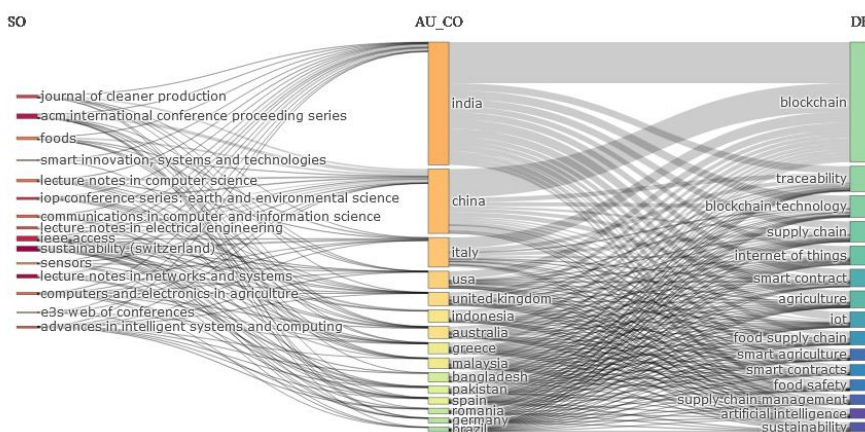
شکل ۹. کشورهای دارای بیشترین استنادات کلی در حوزه بلاکچین در بخش کشاورزی (منبع: یافته‌های پژوهش)

Fig 9. Countries with the highest total citations in the field of blockchain in the agricultural sector (Source: research findings)

شکل (۱۰) نشان می‌دهد که هر کشور در حوزه بلاکچین در کشاورزی بر کدام کلیدواژه‌ها تمرکز داشته و با کدام منابع علمی ارتباط بیشتری برقرار کرده است. در این نمودار، ارتباط قوی یک کشور با چندین منبع، بیانگر آن است که انتشارات آن کشور عمدتاً در آن مجلات متمرکز است. همچنین، کشورهایی که منابع مشترک دارند، احتمالاً حوزه‌های پژوهشی مشابهی را دنبال می‌کنند.

ارتباط بین کشورها و کلیدواژگان نیز نشان می‌دهد که هر کشور بر چه موضوعاتی تمرکز دارد. ارتباط یک کشور با چندین کلیدواژه، نشان از دامنه پژوهشی گسترده آن کشور در حوزه مورد بررسی دارد، در حالی که اتصال چندین کشور به یک کلیدواژه خاص، حاکی از گرایش علمی بین‌المللی به آن موضوع است. همچنین، اگر کشوری با کلیدواژگان زیادی مرتبط باشد اما ارتباط کمی با منابع علمی داشته باشد، احتمالاً بیشتر نقش مصرف‌کننده دانش را ایفا می‌کند تا تولیدکننده آن.

مطابق با نتایج شکل (۱۰)، هند و چین بیشترین حجم ارتباط را با منابع علمی و کلیدواژگان دارند که نشان می‌دهد این دو کشور پیشروترین نقش را در تولید پژوهش‌های حوزه بلاکچین در کشاورزی ایفا کرده‌اند. هند با تقریباً تمامی کلیدواژگان مرتبط است، اما توجه کمتری به ایمنی غذا و پایداری نشان داده است. از سوی دیگر، چین با وجود گستردگی ارتباط، تمرکز کمتری بر کلیدواژه‌های اینترنت اشیا، هوش مصنوعی و پایداری داشته است. دیگر کشورهای حاضر در نمودار نیز با اکثر کلیدواژگان در ارتباط هستند، اما شدت این ارتباط در میان آن‌ها متفاوت است. از سوی دیگر، به دلیل ارتباط کشورهای مانند هند و چین با تعداد زیادی از منابع علمی، می‌توان آن‌ها را تولیدکننده دانش در نظر گرفت. همچنین، کشورهایی مانند ایتالیا، آمریکا، انگلستان و استرالیا، هم تولیدکننده و هم مصرف‌کننده دانش هستند. سایر کشورها را نیز می‌توان مصرف‌کننده دانش دانست. منابعی مانند Sustainability، Computers and Electronics in Agriculture، و IEEE Access از مهم‌ترین مجلات این حوزه به شمار می‌روند که با طیف گسترده‌ای از کشورها در ارتباط هستند.

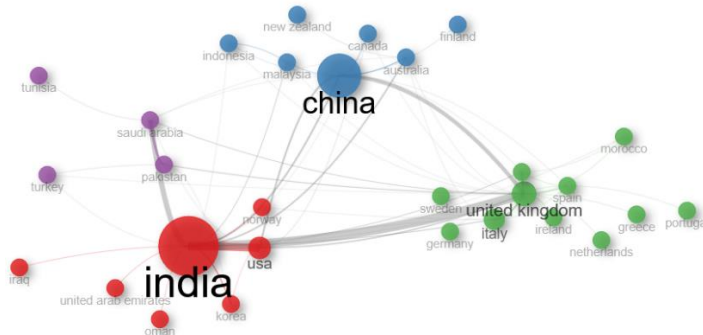


شکل ۱۰. روابط میان سه ستون کلیدواژگان، کشورها و منابع در حوزه بلاکچین در بخش کشاورزی (منبع: یافته‌های پژوهش)

Fig 10. Relationships among the three columns of keywords, countries, and sources in the field of blockchain in the agricultural sector (Source: research findings)

### ترسیم شبکه همکاری بین‌المللی در توسعه علمی حوزه بلاکچین در بخش کشاورزی با تأکید بر نواحی جغرافیایی

شکل (۱۱) مهم‌ترین همکاری‌های بین‌المللی کشورها در توسعه علمی بلاکچین در کشاورزی را نشان می‌دهد. بر این اساس، هند و چین پیشگام پژوهش‌های این حوزه هستند و آمریکا در رده بعدی قرار دارد. همکاری علمی هند و انگلستان بسیار قوی است. همچنین همکاری هند با آمریکا (که در یک خوشه قرار دارند) و هند با عربستان سعودی قابل توجه است. عربستان سعودی و پاکستان نیز همکاری نزدیکی دارند. در خوشه آسی، چین با استرالیا و کانادا و نیز با انگلستان و آمریکا (در خوشه‌های دیگر) ارتباط مؤثر دارد. در خوشه سبز، انگلستان و ایتالیا پیشرو بوده و با کشورهای سایر خوشه‌ها همکاری دارند.



شکل ۱۱. نقشه بیشترین همکاری‌های بین‌المللی کشورها در توسعه علمی حوزه بلاکچین در کشاورزی (منبع: یافته‌های پژوهش)

Fig 11. Map of the highest international collaborations among countries in the scientific development of blockchain in agriculture (Source: research findings)

در جدول (۴)، کشورها بر اساس شاخص مرکزیت بینابینی در شبکه همکاری بین‌المللی توسعه علمی بلاکچین در کشاورزی رتبه‌بندی شده‌اند. نتایج نشان می‌دهد که هند و انگلستان به ترتیب مهم‌ترین کشورهای واسطه‌ای در جریان اطلاعات و دانش این حوزه هستند. پس از آن‌ها با اختلاف قابل توجه، اسپانیا، چین، عربستان سعودی و استرالیا در جایگاه‌های بعدی قرار دارند.

جدول ۴. رتبه‌بندی کشورها بر اساس نقش میانجی‌گر آن‌ها در شبکه همکاری بین‌المللی کشورها در توسعه علمی بلاکچین در بخش کشاورزی

**Table 4.** Ranking of countries based on their betweenness centrality in the international collaboration network in the scientific development of blockchain in the agricultural sector

مرکزیت نزدیکی Closeness centrality	مرکزیت بینیت Betweenness centrality	خوشه Cluster	کشور Node	رتبه Rank
0.026	156.57	1	هند India	1
0.026	140.21	3	انگلستان United Kingdom	2
0.02	54.55	3	اسپانیا Spain	3
0.022	39.43	2	چین China	4
0.02	31.50	4	عربستان سعودی Saudi Arabia	5
0.019	27.32	2	استرالیا Australia	6
0.02	4.63	3	ایتالیا Italy	7
0.019	2.93	1	آمریکا United States	8
0.017	1.92	4	پاکستان Pakistan	9
0.019	1.30	3	فرانسه France	10
0.016	0.51	1	کره جنوبی South Korea	11
0.017	0.15	4	ترکیه Turkey	12

(منبع: یافته‌های پژوهش) (Source: research findings)

### نتیجه‌گیری و پیشنهادها

پژوهش حاضر با هدف ترسیم و تحلیل نقشه علمی توسعه فناوری بلاکچین در بخش کشاورزی بر اساس تحقیقات بین‌المللی انجام شده است. این پژوهش از نظر ماهیت کمی و از نظر هدف، کاربردی است که با بهره‌گیری از روش علم‌سنجی و نرم‌افزار RStudio و انجام تحلیل بیبلیومتریک و ابزار بیبلیوشایی انجام شده است. در این پژوهش در پرداختن به مبانی نظری از مرور نظام‌مند استفاده شد که از نتایج آن برای انجام تحلیل بیبلیومتریک بهره گرفته شد. در ادامه این بخش، با توجه به نتایج مرور نظام‌مند و همچنین، نتایج تحلیل بیبلیومتریک، به نتیجه‌گیری و ارائه پیشنهادها برای دستور کار تحقیقاتی توسعه علمی و پژوهشی حوزه بلاکچین در بخش کشاورزی در ایران پرداخته شده است.

نتایج مرور نظام‌مند در خصوص کاربردهای بلاکچین در بخش کشاورزی بیانگر آن است که می‌توان این کاربردها را به چهار دسته طبقه‌بندی نمود: ۱. مدیریت زنجیره تأمین کشاورزی - مواد غذایی ۲. شفافیت و امنیت داده‌ها ۳. خدمات مالی و قراردادهای هوشمند و ۴. توسعه پایدار. بر اساس کاربردهای مذکور که جزئیات هر یک نیز در بخش پیشینه‌ی پژوهش ارائه شده است، پیشنهاد می‌شود پژوهشگران و فناوران هسته اصلی موضوعات پژوهشی و فناورانه خود را در گستره‌ی موضوعات این طبقات جستجو و انتخاب کنند. این نتیجه با نتیجه حاصل از تحلیل بیبلیومتریک که نشان‌دهنده‌ی تنوع پایین موضوعی

بلاکچین در بخش کشاورزی است هم‌راستا است. از سوی دیگر، پیشنهاد می‌شود در سرفصل‌های آموزشی رشته‌های کشاورزی محتوای مربوط به کاربرد بلاکچین در مدیریت زنجیره تأمین، شفافیت داده‌های کشاورزی از تأمین نهاده تا مصرف‌کننده نهایی و همچنین تحقق اهداف توسعه پایدار در بخش کشاورزی از طریق بلاکچین، گنجانده شود. همچنین، برای کاهش شکاف میان توسعه فناوری و پذیرش آن، لازم است همزمان با توسعه فناوری بلاکچین در بخش کشاورزی، زیرساخت‌های لازم برای عملیاتی‌سازی پروژه‌ها فراهم شود. علاوه بر این، باید راهبردهای ترویجی برای افزایش آگاهی، بینش و دانش بهره‌برداران کشاورزی تدوین و اجرا شود.

روند رشد تولیدات علمی در این حوزه نشان می‌دهد که تعداد مستندات منتشرشده در بازه‌ی زمانی مورد بررسی، افزایشی‌نمایی داشته است؛ موضوعی که بیانگر افزایش قابل‌توجه توجه و گرایش پژوهشگران به فناوری بلاکچین در بخش کشاورزی است. این روند روبه‌رشد نشان می‌دهد که بلاکچین در کشاورزی، حوزه‌ای جذاب و در حال بلوغ برای انجام تحقیقات پژوهشی و فناورانه در سطح بین‌المللی به شمار می‌آید. در این مرحله، پرسش مهمی بدین صورت مطرح می‌شود که پژوهشگران باید بر چه موضوعاتی تمرکز کنند؟ با توجه به نتایج تحلیل کلیدواژگان و تحلیل‌های هم‌رخدادی، حضور پررنگ واژگانی مانند امنیت غذایی، ایمنی غذا، پایداری، کیفیت غذا، کشاورزی پایدار و شفافیت در شبکه هم‌رخدادی واژگان نشان می‌دهد که موضوعات مرتبط با توسعه پایدار در بخش کشاورزی از مهم‌ترین حوزه‌هایی هستند که می‌توانند به‌عنوان کاربردهای کلیدی بلاکچین مورد توجه پژوهشگران قرار گیرند. مطالعه‌ی Srivastava et al. (2023) که مستندات مربوط به سال‌های ۲۰۱۵ تا ۲۰۲۰ را بررسی کرده است، بر اهمیت پرداختن به موضوعات مرتبط با پایداری تأکید دارد. بر این اساس، پیشنهاد می‌شود در تدوین دستورکارهای تحقیقاتی و تعیین اولویت‌های پژوهشی، این دسته از موضوعات در مرکز توجه قرار گیرند. علاوه بر این، بر اساس خوشه‌های موضوعی شناسایی‌شده در مستندات، موضوعاتی مانند زنجیره‌ی تأمین کشاورزی-مواد غذایی، ردیابی، کشاورزی و ایمنی غذا از جمله موضوعات پایه‌ای و محرک به شمار می‌آیند که با سایر حوزه‌های پژوهشی ارتباطی قوی دارند، اما همچنان نیازمند توسعه و تعمیق بیشتر هستند. در کنار این موارد، موضوعاتی همچون امنیت، حریم خصوصی، پیمان، امنیت داده و احراز هویت در زمره‌ی موضوعات پیرامونی قرار می‌گیرند که لازم است به‌صورت تخصصی‌تر مورد مطالعه قرار گیرند. همچنین، حوزه‌های کشاورزی هوشمند، هوش مصنوعی، یادگیری ماشین و کشاورزی دقیق به دلیل ماهیت میان‌رشته‌ای و نقش زیربنایی خود، نیازمند تحقیقات گسترده‌تری در پیوند با بلاکچین در بخش کشاورزی هستند. موضوعات مرتبط با قراردادهای هوشمند، بلاکچین اتریوم، سیستم فایل بین‌سیاره‌ای، تمرکززدایی و سازوکارهای اجماع نیز در گروه موضوعات در حال ظهور و پایه‌ای قرار می‌گیرند که انجام پژوهش‌های پیشرفته در آن‌ها ضرورت دارد. اهمیت توجه به این حوزه‌ها با نتایج مطالعه‌ی Pandey et al. (2022) نیز تقویت می‌شود؛ مطالعه‌ای که نشان می‌دهد تمرکز بخش قابل‌توجهی از تحقیقات بلاکچین تاکنون بر احراز هویت محصول، امور مالی و تدارکات بوده است. یکی از نکات مهمی که در نتایج تحلیل بیلیومتریکی مشاهده شد، روند روبه‌رشد تلفیق فناوری‌های هوشمند-از جمله اینترنت اشیا و هوش مصنوعی- با بلاکچین در بخش کشاورزی است. این روند نشان می‌دهد که هر یک از فناوری‌های هوشمند، به‌منظور افزایش کارایی و گسترش کاربردهای خود، به‌دنبال یکپارچه‌سازی و هم‌افزایی با سایر فناوری‌ها هستند. بر این اساس، پیشنهاد می‌شود پژوهشگران و فناوران، جهت‌گیری‌های آینده‌ی پژوهش‌ها و فعالیت‌های تحقیق و توسعه در حوزه بلاکچین کشاورزی را به‌سمت تلفیق با فناوری‌های اینترنت اشیا و هوش مصنوعی هدایت کنند. یافته‌های پژوهش Niknezhad et al. (2021) نیز که مستندات سال‌های ۲۰۱۶ تا ۲۰۱۹ را بررسی کرده است، این موضوع را تأیید می‌کند؛ به‌گونه‌ای که اینترنت اشیا به‌عنوان یکی از مضامین برجسته در کاربرد بلاکچین در صنایع غذایی و کشاورزی معرفی شده است. بر اساس نتایج، منابعی مانند Sustainability, Computers and Electronics in Agriculture, and Systems, Lecture Notes in Networks می‌توانند برای انجام مطالعات خود از مستندات منتشرشده در این منابع بهره‌بردارند. علاوه بر این، در پژوهش حاضر فهرست

۲۰ منبع با بیشترین ارتباط با این حوزه ارائه شده است که می‌تواند به‌عنوان مجموعه‌ای راهبردی برای انتخاب منابع معتبر مورد استفاده قرار گیرد. همچنین، تمرکز بر انتشار نتایج پژوهش‌ها در این مجلات می‌تواند به افزایش رؤیت‌پذیری علمی و ارتقای جایگاه پژوهشگران کمک کند. پیشنهاد می‌شود مراکز علمی و پژوهشی کشور با فراهم کردن دسترسی پژوهشگران به این منابع از طریق خرید اشتراک و نیز تعریف تسهیلات حمایتی برای انتشار در این مجلات، زمینه‌ی توسعه فعالیت‌های علمی را تقویت کنند. از سوی دیگر، با توجه به اینکه این مجلات به گزارش‌های مطالعات موردی نیز توجه ویژه دارند، پژوهشگران و فناوران می‌توانند با همکاری بهره‌برداران و ذی‌نفعان پیشرو در زنجیره‌ی ارزش بخش کشاورزی، پابلیت طرح‌های خود را اجرا کرده و نتایج آن را در سطح بین‌المللی منتشر کنند. این رویکرد می‌تواند به ارتقای جایگاه علمی کشور و معرفی دستاوردهای فناورانه در ابعاد جهانی کمک کند. در بررسی ساختار اجتماعی و مالکیتی پژوهش‌های مرتبط با بلاکچین در بخش کشاورزی، نتایج نشان می‌دهد که هند بیشترین تأثیرگذاری را در توسعه علمی این حوزه دارد و پس از آن، چین، آمریکا و ایتالیا قرار می‌گیرند. همچنین، بیشترین میزان همکاری علمی بر اساس کشورهای نویسندگان مسئول مستندات، با اختلاف، به چین و هند اختصاص دارد. از منظر نسبت همکاری‌های بین‌المللی به همکاری‌های داخلی، کشورهای فرانسه، پاکستان و کانادا مورد توجه هستند؛ زیرا با وجود تعداد محدود مستندات، بیش از ۵۰ درصد از تولیدات علمی آن‌ها حاصل همکاری‌های بین‌المللی است. این در حالی است که سهم همکاری‌های بین‌المللی در کشورهای چین، آمریکا و هند پایین‌تر است. با توجه به اینکه ایران روابط سیاسی مناسبی با هند و چین دارد، می‌تواند از این ظرفیت برای تعریف برنامه‌های مشترک تحقیقاتی و فناورانه بهره‌گیرد و از این طریق، سهم همکاری‌های بین‌المللی پژوهشگران ایرانی در حوزه بلاکچین کشاورزی را افزایش دهد. در این راستا، پیشنهاد می‌شود نهادهای واسطه‌ای و حمایت‌گر-از جمله معاونت علمی، فناوری و اقتصاد دانش‌بنیان، صندوق نوآوری و شکوفایی و بنیاد ملی علم ایران-با انتشار فراخوان‌های مشترک و اعطای گرنت‌های پژوهشی و توسعه‌ای، انگیزه انجام تحقیقات بین‌المللی مشترک با کشورهای پیشرو به‌ویژه هند و چین را تقویت کنند. علاوه بر این، با توجه به تأثیرگذاری قابل‌توجه مستندات کشور ایتالیا و نقش دوگانه آن به‌عنوان تولیدکننده و مصرف‌کننده دانش در این حوزه، همکاری علمی با این کشور نیز می‌تواند در دستور کار ایران قرار گیرد. بررسی شبکه همکاری‌های بین‌المللی در حوزه‌ی بلاکچین کشاورزی نشان می‌دهد که هند و انگلستان مهم‌ترین کشورهای واسطه در جریان اطلاعات و دانش علمی این حوزه هستند. پس از آن، کشورهایی مانند اسپانیا، چین، عربستان سعودی و استرالیا در جایگاه‌های بعدی قرار دارند و نقش واسطه‌ای قابل‌توجهی ایفا می‌کنند. در این میان، همکاری علمی میان هند و انگلستان بسیار قوی است و روابط علمی هند با آمریکا و عربستان سعودی نیز اهمیت بالایی دارد. هند در سال‌های اخیر، توسعه کشاورزی هوشمند را به‌عنوان یکی از اولویت‌های سیاستی خود مطرح کرده است. کشورهای خاورمیانه از جمله عربستان سعودی، امارات و عمان نیز علاقه‌مند به تحقیقات بلاکچین در حوزه‌ی زنجیره‌ی تأمین کشاورزی و امنیت غذایی هستند. در مقابل، کشورهای غربی بیشتر بر شفافیت در زنجیره‌ی تأمین و کشاورزی پایدار تمرکز دارند. با توجه به نقش واسطه‌ای پررنگ این کشورها، همکاری ایران با آن‌ها می‌تواند زمینه‌ساز گسترش روابط علمی ایران با سایر کشورهایی باشد که با این کشورها در ارتباط هستند. این همکاری‌ها می‌تواند از طریق تعریف برنامه‌های مشترک پژوهشی و فناورانه توسط سازمان توسعه همکاری‌های علمی و فناورانه بین‌المللی و همچنین حمایت‌های صندوق نوآوری و شکوفایی عملیاتی شود. بر اساس شناسایی مرتبط‌ترین نویسندگان از نظر تعداد مستندات منتشرشده در حوزه بلاکچین در بخش کشاورزی، پژوهشگران ایرانی می‌توانند برای تقویت همکاری‌های بین‌المللی، از فهرست پژوهشگران برجسته‌ای که در یافته‌های این پژوهش معرفی شده‌اند، بهره‌گیرند و زمینه ارتباطات علمی مؤثرتر را فراهم کنند. در نهایت، با توجه به اینکه نتایج نشان‌دهنده بلوغ تدریجی حوزه بلاکچین در بخش کشاورزی و نقش فزاینده آن در موضوعاتی مانند پایداری، ردیابی، امنیت داده و زنجیره تأمین است، پیشنهاد می‌شود در تحقیقات آینده، بهره‌برداران کشاورزی تنها به‌عنوان کاربران نهایی فناوری تلقی نشوند؛ بلکه به‌عنوان مشارکت‌کنندگان فعال در فرایند پژوهش و توسعه فناوری در نظر گرفته شوند. مشارکت دادن آن‌ها در مراحل مختلف پژوهش—از تعریف مسئله و طراحی راه‌حل مبتنی بر بلاکچین تا آزمون فناوری و ارائه بازخورد—می‌تواند

به افزایش دقت و اثربخشی کاربردهای بلاکچین در بخش کشاورزی، ارتقای قابلیت پذیرش و به کارگیری نتایج در سطح مزرعه، و تقویت هم‌افزایی میان پژوهشگران، فناوران و ذی‌نفعان اصلی زنجیره تولید منجر شود. بر این اساس، در چارچوب پروژه‌های پژوهشی آتی، استفاده از مدل‌های پژوهش مشارکتی و رویکردهای هم‌آفرینی می‌تواند رویکردی موثر و کارآمد باشد.

### سپاسگزاری

این مقاله مستخرج از طرحی با عنوان «ترسیم و تحلیل نقشه علمی توسعه فناوری‌های نوظهور دیجیتال (هوش مصنوعی، اینترنت اشیا، بلاکچین) در بخش کشاورزی بر اساس تحقیقات بین‌المللی» با کد ۴۰۲۶۱۳۷ است که با حمایت مالی بنیاد ملی علم ایران و در پژوهشکده فناوری اطلاعات و ارتباطات جهاد دانشگاهی انجام یافته است.

## REFERENCES

- Bhat, S.A. & Huang, N.F. (2021). Big data and AI revolution in precision agriculture: Survey and challenges. *IEEE Access*, 9, 110209-110222, <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2021.310222710>
- Chandan, A., John, M. & Potdar, V. (2023). Achieving UN SDGs in food supply chain using blockchain technology. *Sustainability*, 2023, 15, 2109. <https://doi.org/10.3390/su15032109>
- Dayioğlu, M.A. & Türker, U. (2021). Digital transformation for sustainable future-agriculture 4.0: A review. *The Journal of Agricultural Science*, 27, 373-399. <https://doi.org/10.1080/23270012.2023.2207184>
- Demestichas, K., Peppas, n., alexakis, t. & adamopoulou, e. (2020). blockchain in agriculture traceability systems: A review. *Applied Sciences*, 10, 4113. <https://doi.org/10.3390/app10124113>
- Donthu, N., Kumar, S., Mukherjee, D., Pandey, N. & Lim, V.M. (2021). How to conduct a bibliometric analysis: An overview and guidelines. *Journal of Business Research*, 133, 285-296, <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2021.04.070>.
- Elias, S.K.N.H., Usman, S. & Chuprat, S. (2024). Discovering the global landscape of agri-food and blockchain: A bibliometric review. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, 15(4), 2024. <http://dx.doi.org/10.14569/IJACSA.2024.0150458>
- Faham, E. & Safdari Ranjbar, M. (2023). Transition policies to knowledge-intensive agriculture in Iran. *Strategic Studies of public policy*, 12(45), 60-88. <https://doi.org/10.22034/sspp.2023.554893.3220>. (In Persian)
- Farooq, Sh., Riaz, Sh., Abid, A., & Naeem, M.A. (2019). A Survey on the role of IoT in agriculture for the implementation of smart farming. *IEEE Access*, 7, 156237- 156271. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2019.2949703>
- Fasciolo, B., Panza, L. & Lombardi, F. (2024). Exploring the integration of industry 4.0 technologies in agriculture: A comprehensive bibliometric review. *Sustainability*, 16, 8948. <https://doi.org/10.3390/su16208948>
- Ghazi Tabatabaei, M. & Vedadhir, A. (2010). *Meta-analysis in social and behavioral research*. Tehran: Sociologists Publication. (In Persian)
- González-Mendes, S., Alonso-Muñoz, S., García-Muiña, F.E. & González-Sánchez, R. (2024). Discovering the conceptual building blocks of blockchain technology applications in the agri-food supply chain: a review and research agenda. *British Food Journal*, 126(13), 182-206. <https://doi.org/10.1108/BFJ-06-2023-0517>
- Goyal, A., Kanyal, H.S. & Sharma, B. (2023). Analysis of IoT and blockchain technology for agricultural food supply chain transactions. *International Journal on Recent and Innovation Trends in Computing and Communication*, 11(3), 234-241. <https://doi.org/10.17762/ijritcc.v11i3.6342>.
- Klerkx, L. & Rose, D. (2020). Dealing with the game-changing technologies of Agriculture 4.0: How do we manage diversity and responsibility in food system transition pathways? *Global Food Security*, 24, 100347. <https://doi.org/10.1016/j.gfs.2019.100347>
- 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, 100315, <https://doi.org/10.1016/j.njas.2019.100315>
- Liu, W., Shao, X.F., Wu, C.H. & Qiao, P. (2021b). A systematic literature review on applications of information and communication technologies and blockchain technologies for precision agriculture development. *Journal of Cleaner Production*, 298, 126763. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.126763>.
- Liu, Y., Ma, X., Shu, L., Hancke, G.P. & Abu-Mahfouz, A.M. (2021a). 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>
- Mavilia, R. & Pisani, R. (2021). Blockchain for agricultural sector: The case of South Africa. *African Journal of Science, Technology, Innovation and Development*, 14(3), 845–851. <https://doi.org/10.1080/20421338.2021.1908660>
- Mohammadian, A., Heidaridehooie, J. & Qorbani, A. (2020). Prioritizing the Applications of Internet of Things in the Agriculture by Using Sustainable Development Indicators. *Iranian Journal of Agricultural Economics and Development Research*, 51(4), 745-759. <https://doi.org/10.22059/ijaedr.2020.282000.668759>. (In Persian)
- Mohapatra, S., Sainath, B., K.C., A., Lal, H., Raj K., N., Bhandari, G., Nyika, J. and R., S. (2025). Application of blockchain technology in the agri-food system: a systematic bibliometric visualization analysis and policy imperatives. *Journal of Agribusiness in Developing and Emerging Economies*, 15(2), 288-310. <https://doi.org/10.1108/JADEE-10-2022-0237>
- Niknejad, N., Ismail, W., Bahari, M., Hendradi, R. & Zaki Salleh, A. (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>
- Ordonez, J., Alexopoulos, A., Koutras, K., Kalogeras, A., Stefanidis K. & Martos, V. (2023). Blockchain in agriculture: a PESTELS analysis. *IEEE Access*, 11, 73647-73679. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2023.3295889>
- 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>
- Panwar, A., Khari, M., Misra, S. & Sugandh, U. (2023). Blockchain in agriculture to ensure trust, effectiveness, and traceability from farm fields to groceries. *Future Internet*, 15, 404. <https://doi.org/10.3390/fi15120404>
- Petticrew, M. & Roberts, H. (2008). *Systematic reviews in the social sciences: A practical guide*. John Wiley & Sons.
- Ramezani, H., Alipour-Hafezi, M. & Momeni, E. (2014). Scientific maps: Methods and techniques. *Journal of the Popularization of Science*, 5(1), 53-84. (In Persian)
- Silvestri, R., Carloni, E., Morrone, D. & Santovito, S. (2024). The role of blockchain technology in supply chain relationships: Balancing efficiency and relational dynamics. *Journal of Purchasing and Supply Management*, 100967, <https://doi.org/10.1016/j.pursup.2024.100967>
- Sinaiee Rad, Z. , Shafiee, F. and Jamshidi, O. (2024). Challenges of eco-based emerging and knowledge-based technologies development in the agricultural sector of Mazandaran province. *Iranian Journal of Agricultural Economics and Development Research*, 55(4), 611-629. <https://doi.org/10.22059/ijaedr.2024.367468.669265>. (In Persian)
- Singh, V.K., Singh, P., Karmakar, M., Leta, J. & Mayr, P. (2021). The journal coverage of Web of Science, Scopus and dimensions: A comparative analysis. *Scientometrics*, 126(6), 5113-5142. <https://doi.org/10.1007/s11192-021-03948-5>
- Srivastava, P.R., Zhang, J.Z. & Eachempati, P. (2023). Blockchain technology and its applications in agriculture and supply chain management: a retrospective overview and analysis. *Enterprise Information Systems*, 17(5), 1995783. <https://doi.org/10.1080/17517575.2021.1995783>
- Stern, C, Jordan, Z. & McArthur, A. (2014). Developing the review question and inclusion criteria. *American Journal of Nursing*, 114(4), 53-56. <https://doi.org/10.1097/01.NAJ.0000445689.67800.86>
- Sugandh, U., Nigam, S., Misra, S., & Khari, M. (2023). A Bibliometric analysis of the evolution of state-of-the-art blockchain technology in the agrifood sector from 2014 to 2022. *Sensors*, 23, 6278. <https://doi.org/10.3390/s23146278>
- Tian, F. (2017). A supply chain traceability system for food safety based on HACCP, blockchain & Internet of things. In Proceedings of the 2017 International Conference on Service Systems and Service Management, Dalian, China, 16–18 June 2017; pp.1–6.

- Vern, P., Panghal, A., Mor, R. S., Kumar, V. & Sarwar, D. (2024). Unlocking the potential: leveraging blockchain technology for agri-food supply chain performance and sustainability. *International Journal of Logistics Management*, <https://doi.org/10.1108/IJLM-09-2023-0364>
- Wünsche, J.F.; Fernqvist, F. (2022). The potential of blockchain technology in the transition towards sustainable food systems. *Sustainability*, 2022, 14, 7739. <https://doi.org/10.3390/su14137739>
- Xu, J., Guo, Sh., Xie, D., Yan, Y. (2020). Blockchain: A new safeguard for agri-foods. *Artificial Intelligence in Agriculture*, 4, 153-161, <https://doi.org/10.1016/j.aiia.2020.08.002>
- Yousaf, A., Kayvanfar, V., Mazzoni, A. & Elomri, A. (2023). Artificial intelligence-based decision support systems in smart agriculture: Bibliometric analysis for operational insights and future directions. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 6, 1053921. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2022.105392>
- Zhang, Q. (2023). Opinion paper: Precision agriculture, smart agriculture, or digital agriculture. *Computers and Electronics in Agriculture*, 211(Aug), 107982. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2023.107982>
- Zhao, G., Liu, Sh., Lopez, C., Lu, H., Elgueta, S., Chen, H. & B.M. Boshkoska. (2019). Blockchain technology in agri-food value chain management: A synthesis of applications, challenges and future research direction. *Computers in Industry*, 109, 83-99. <https://doi.org/10.1016/j.compind.2019.04.002>
- Zohoorian Nadali, I., Soleimani Roozbahani, F. & Ojaghi, H. (2023). Iranian artificial intelligence research map based on scopus citation database (1978-2022). *Scientometrics Research Journal*, 9(1), 469-506. <https://doi.org/10.22070/rsci.2022.15866.1565>. (In Persian)