

Scientometric Analysis of Innovation Management Trends in Digital Agriculture

Seyed Kamal Sadeghi^{1*}, Ameera Ali Kadhim²

¹Department of Economic Development and Planning, Faculty of Economics and Management, University of Tabriz, Tabriz, Iran. Email: sadeghiseyedkamal@gmail.com

²Department of Development Economics and Planning, Faculty of Economics and Management, University of Tabriz, Tabriz, Iran

Article Info

Article type:

Research Full Paper

Article history:

Received: 30.05.2025

Revised: 03.10.2025

Accepted: 29.11.2025

Keywords:

Digital Agriculture

Innovation

Innovation Management

Scientometrics

Artificial Intelligence

ABSTRACT

Digitalization is emerging as a key factor in transforming production processes and innovation in agriculture, particularly in the realm of digital agriculture. This research analyzes the trends in innovation management within digital agriculture. Its objective is to identify patterns, opportunities, and research threats in this field. To achieve this, published data from the Scopus database from 2000 to 2025 has been examined. The bibliometric tool VOSviewer version 1.6.20 was used for data analysis. In this study, 1,247 articles were selected as the statistical population. Based on the results, the number of articles published in this area has been continuously increasing, with approximately 49.4% of the articles published in the period from 2020 to 2025. This study also identifies the main keywords in this field, showing that “precision agriculture,” with 62 occurrences and a connection strength of 160, holds the highest significance. Four main clusters have been identified, including emerging technologies in agriculture, sustainability and climate change, digital economy, and innovation and entrepreneurship. The United States and the United Kingdom are recognized as the primary countries for scientific research and innovation, while China and India have emerged as active players in this domain. The results of this research emphasize the necessity for increased investment in new technologies and the development of effective strategies to advance digital agriculture and achieve sustainability.

Cite this article: Sadeghi, S.K., Kadhim, A.A. 2025. Scientometric Analysis of Innovation Management Trends in Digital Agriculture. *Journal of Studies in Entrepreneurship and Sustainable Agricultural Development*, 12 (3), 39-54.



© The author(s)



[10.22069/jead.2025.23699.1913](https://doi.org/10.22069/jead.2025.23699.1913)

Publisher: Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

تحلیل علم‌سنجی روندهای مدیریت نوآوری در کشاورزی دیجیتال

سیدکمال صادقی^۱، امیره علی کاظم^۲

^۱ گروه توسعه اقتصادی و برنامه‌ریزی، دانشکده اقتصاد و مدیریت، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران، رایانامه: sadeghiseyedikamal@gmail.com
^۲ گروه اقتصاد توسعه و برنامه‌ریزی، دانشکده اقتصاد و مدیریت، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران.

اطلاعات مقاله	چکیده
نوع مقاله: مقاله کامل علمی- پژوهشی	دیجیتالی‌سازی به‌عنوان یک عامل کلیدی در تحول فرآیندهای تولید و نوآوری در کشاورزی، به ویژه در زمینه کشاورزی دیجیتال، در حال رشد است. این پژوهش به تحلیل روندهای مدیریت نوآوری در کشاورزی دیجیتال می‌پردازد. هدف آن شناسایی الگوها، فرصت‌ها و تهدیدهای پژوهشی در این حوزه است. برای این منظور، داده‌های منتشرشده در پایگاه داده اسکوپوس از سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۵ مورد بررسی قرار گرفته‌اند. ابزار علم‌سنجی VOSviewer نسخه ۱.۶.۲۰ نیز برای تحلیل داده‌ها استفاده شده است. در این پژوهش، ۱۲۴۷ مقاله به‌عنوان جامعه آماری انتخاب شد. بر اساس نتایج این پژوهش تعداد مقالات منتشر شده در این زمینه به‌طور پیوسته در حال افزایش است، به‌طوری‌که حدود ۴۹/۴ درصد از مقالات در بازه ۲۰۲۰-۲۰۲۵ منتشر شده‌اند. این مطالعه همچنین به شناسایی کلیدواژه‌های اصلی در این حوزه پرداخته و نشان می‌دهد که “کشاورزی دقیق” با ۶۲ وقوع و قدرت ارتباط ۱۶۰، بالاترین اهمیت را دارد. چهار خوشه اصلی شامل فناوری‌های نوین در کشاورزی، پایداری و تغییرات اقلیمی، اقتصاد دیجیتال و نوآوری و کارآفرینی شناسایی شده‌اند. کشورهای ایالات متحده و بریتانیا به‌عنوان کشورهای اصلی تحقیقات علمی و نوآوری شناخته می‌شوند، در حالی که چین و هند به‌عنوان بازیگران فعال در این زمینه ظهور کرده‌اند. نتایج این پژوهش ضرورت سرمایه‌گذاری بیشتر در فناوری‌های نوین و توسعه استراتژی‌های مؤثر برای پیشبرد کشاورزی دیجیتال و دستیابی به هوش مصنوعی را تأکید می‌کند.
واژه‌های کلیدی: کشاورزی دیجیتال نوآوری مدیریت نوآوری علم‌سنجی هوش مصنوعی	

استناد: صادقی، سیدکمال؛ کاظم، امیره علی. (۱۴۰۴). تحلیل علم‌سنجی روندهای مدیریت نوآوری در کشاورزی دیجیتال. *مطالعات کارآفرینی و توسعه پایدار کشاورزی*، ۱۲ (۳)، ۵۴-۳۹.



[10.22069/jead.2025.23699.1913](https://doi.org/10.22069/jead.2025.23699.1913)

© نویسندگان

ناشر: دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان



مقدمه

دیجیتالی‌سازی به‌طور بنیادینی در حال تحول تولید کشاورزی و فرآیند نوآوری فناوری در کشاورزی است (Feng et al., 2025; Lioutas et al., 2022) و نشانه‌های اولیه این تحول به تدریج در حال نمایان شدن است (Loukatos et al., 2023; Martinho et al., 2021). به‌عنوان یک نتیجه کلیدی از توسعه فناوری‌های دیجیتال، کشاورزی دیجیتال در حال تسریع نفوذ، ادغام و اختلال در صنایع مرتبط با کشاورزی است و تأثیر انقلابی بر نوآوری فناوری کشاورزی دارد. به‌عنوان یک نتیجه کلیدی از توسعه فناوری‌های دیجیتال، کشاورزی دیجیتال در حال تسریع نفوذ، ادغام و اختلال در صنایع مرتبط با کشاورزی است و تأثیر انقلابی بر نوآوری فناوری کشاورزی دارد. این تغییرات نشان‌دهنده پتانسیل الگوی جدید توسعه در کشاورزی هستند. برای بهره‌برداری از این پتانسیل، نیاز به حمایت بیشتر از فناوری دیجیتال کشاورزی و ایجاد یک چرخه اقتصادی هموارتر بین مناطق شهری و روستایی وجود دارد (عزیزی، ۱۴۰۴). دیجیتالی‌سازی اطلاعات کشاورزی به‌طور فزاینده‌ای به‌عنوان یک روند رایج در تحول دیجیتال کشاورزی ظاهر می‌شود (باشکوه اجیر لو و همکاران، ۱۴۰۳). اشکال مختلف دیجیتالی‌سازی در طول زنجیره ارزش و زنجیره نوآوری کشاورزی تجلی یافته است (Leviäkangas, 2016; Rotz et al., 2019). این زنجیره‌ها شامل کشاورزی هوشمند (Blok and Gremmen, 2018; Wolfert et al., 2017)، کشاورزی دقیق یا کشاورزی ریز (Eastwood et al., 2019; Zheng et al., 2019)، کشاورزی تصمیم‌گیری (Leonard et al., 2017)، کشاورزی دیجیتال (Shepherd et al., 2020) و کشاورزی ۴.۰ (Araújo et al., 2021; Javaid et al., 2022; Rose and Chilvers, 2018) می‌باشد. کشاورزی با استفاده

از فناوری‌های پیشرفته دیجیتال به نسل جدید کشاورزی گفته می‌شود که با بهره‌گیری از فناوری‌های پیشرفته دیجیتال، اینترنت اشیا (IoT¹)، هوش مصنوعی (AI²)، داده‌کاوی، رباتیک، سنسورها، پهپادها و سیستم‌های خودکار، فرآیندهای کشاورزی را بهینه‌سازی و هوشمندسازی می‌کند. هدف اصلی کشاورزی ۴.۰ افزایش بهره‌وری، کاهش مصرف منابع (مانند آب و کود)، بهبود کیفیت محصولات و کاهش اثرات زیست‌محیطی است (Feng et al., 2025).

در تلاش برای پیشبرد نوآوری کشاورزی از طریق دیجیتالی‌سازی، مطالعات در چندین مرحله پیشرفت کرده‌اند. ادبیات مرتبط اولیه، که به دو دهه یا حتی بیشتر برمی‌گردد، به‌طور انتقادی تأثیر دیجیتالی‌سازی کشاورزی بر افراد، نهادها و سیستم‌های اکولوژیکی را بررسی کرده است (Wolf and Buttel, 1996; Wolf and Wood, 1997; Wolf et al., 2001). سپس، ادبیات به اصلاح شیوه‌های کشاورزی و افزایش بهره‌وری از طریق فناوری دیجیتال متمرکز شد (Rutten et al., 2018; Wathes et al., 2008; Yoo, 2010) و در نتیجه شناخت از اجتناب‌ناپذیری و نظم دیجیتالی‌سازی کشاورزی را عمیق‌تر کرد. با توجه به اهمیت فناوری دیجیتال کشاورزی در حوزه‌های مختلف اجتماعی (Scholz et al., 2018) و ادغام عمیق فناوری دیجیتال با اقتصاد واقعی کشاورزی، مطالعات به‌طور فزاینده‌ای توجه خود را به ابعاد اجتماعی، اقتصادی و نهادی دیجیتالی‌سازی کشاورزی معطوف کرده‌اند.

اگرچه ادبیات گسترده‌ای در مورد کشاورزی دیجیتال از منظر علوم طبیعی یا علوم فناوری، مانند داده‌های کلان، اینترنت اشیا، واقعیت افزوده، ربات‌ها، سنسورها، چاپ سه‌بعدی، ادغام سیستم‌ها، اتصال

¹. Internet of Things

². Artificial Intelligenc

مورد تعداد مقالات پوشش داده شده و مدت زمان تحلیل محدودیت‌هایی دارند و به‌طور قابل توجهی به دلیل این که معمولاً در دامنه‌ای بسیار باریک قرار دارند (Yu et al., 2020) و همچنین به سوگیری‌های تخصص پژوهشگران در این زمینه، آسیب‌پذیر هستند (Huang et al., 2019).

برای رفع این خلاءها، تحلیل سیستماتیک ادبیات مدیریت نوآوری کشاورزی دیجیتال و شناسایی فرصت‌های تحقیقاتی آینده ضروری است. در این راستا، مطالعه حاضر از علم‌سنجی برای توصیف کمی، ارزیابی و نظارت بر تحقیقات منتشر شده در این زمینه استفاده می‌کند. این رویکرد به کشف ساختارهای دانش، شبکه‌های اجتماعی و علایق موضوعی در حوزه مدیریت نوآوری کشاورزی دیجیتال کمک می‌کند (Bernatović et al., 2022; Koseoglu et al., 2015; Zupic and Cater, 2016). این مطالعه با هدف بررسی و تحلیل روندهای نوآوری در مدیریت کشاورزی دیجیتال، به شناسایی الگوها، فرصت‌ها و تهدیدهای پژوهشی در این زمینه می‌پردازد. به این ترتیب، این پژوهش می‌تواند به سیاست‌گذاران، محققان و فعالان صنعت کشاورزی کمک کند تا استراتژی‌های مؤثرتری را برای پیاده‌سازی کشاورزی دیجیتال و مدیریت نوآوری در این حوزه طراحی کنند.

این مطالعه بر اساس رویکرد علم‌سنجی به بررسی و تحلیل روندهای مدیریت نوآوری در کشاورزی دیجیتال می‌پردازد و هدف آن شناسایی الگوها، فرصت‌ها و چالش‌های موجود در این حوزه است. به‌ویژه، این پژوهش به شکاف‌های موجود در ادبیات مدیریت نوآوری کشاورزی دیجیتال از منظر علوم اجتماعی می‌پردازد و به دنبال شناسایی و تحلیل کمبودهای تحقیقاتی، به‌ویژه در زمینه استراتژی‌ها و شیوه‌های خاص مدیریت نوآوری در این حوزه است.

همگانی، هوش مصنوعی، دوقلوی دیجیتال و بلاک‌چین وجود دارد، این مطالعات عمدتاً بر علوم طبیعی و علوم طراحی تمرکز دارند (Wolfert et al., 2017). با این حال، کمبود نسبی تحقیق در مدیریت نوآوری در کشاورزی دیجیتال از منظر علوم اجتماعی وجود دارد. مرورهای ادبیات سیستماتیک در مورد جنبه‌های مختلف کشاورزی دیجیتال، از جمله توسعه و پذیرش فناوری‌های کشاورزی دیجیتال (Hackfort et al., 2021)، بازی‌های دیجیتال و کاربردهای بالقوه آن‌ها در کشاورزی (Vigoroso et al., 2021)، سیاست‌ها و استراتژی‌های کشاورزی دیجیتال (Degila et al., 2023)، چالش‌ها و فرصت‌ها برای کشاورزان (Gumbi et al., 2023) و روندهای عرضه (Birner et al., 2021) انجام شده است. با این حال، این مطالعات (Hackfort et al., 2021; Vigoroso et al., 2021; Birner et al., 2021; Degila et al., 2023; Gumbi et al., 2023) این پژوهش‌ها تمرکز محدودی بر استراتژی‌ها و شیوه‌های خاص مدیریت نوآوری در کشاورزی دیجیتال دارند. آن‌ها به بررسی این موضوع نمی‌پردازند که چگونه شرکت‌های کشاورزی بر دینامیک‌های مدیریت نوآوری تأثیر می‌گذارند و همچنین از ابزارهای علم‌سنجی یا نقشه‌برداری دانش برای تحلیل روندها و شناسایی فرصت‌های تحقیق استفاده نشده است. شایان ذکر است که ادبیات نتوانسته است مطالعاتی را که به تحلیل تکامل بلندمدت و پایدار مدیریت نوآوری کشاورزی دیجیتال از یک منظر سیستماتیک و جامع پرداخته‌اند، شناسایی کند؛ علاوه بر این، مقایسه‌ای با استفاده از روش‌های علم‌سنجی از مشارکت‌های علمی در کشاورزی دیجیتال انجام نشده است. علاوه بر این، مطالعات مرور/نظرسنجی قبلی در مورد کاربرد دیجیتالی‌سازی در کشاورزی غالباً به انتخاب‌های ذهنی و تحلیل‌های استقرایی تکیه کرده‌اند. این مرورهای ادبیات سنتی در

با استفاده از ابزارهای علم‌سنجی، این مطالعه به کشف ساختارهای دانش، شبکه‌های اجتماعی و علایق موضوعی در مدیریت نوآوری کشاورزی دیجیتال کمک می‌کند و به سیاست‌گذاران، محققان و فعالان صنعت کشاورزی این امکان را می‌دهد که استراتژی‌های مؤثرتری را برای پیاده‌سازی کشاورزی دیجیتال و مدیریت نوآوری در این حوزه طراحی کنند.

مبانی نظری و پیشینه تحقیق

کشاورزی دیجیتال به عنوان یک رویکرد نوین در بهبود بهره‌وری و پایداری در بخش کشاورزی در سال‌های اخیر به شدت مورد توجه قرار گرفته است (Wolfert et al., 2017). با پیشرفت فناوری‌های اطلاعاتی و ارتباطاتی، کشاورزی دیجیتال فرصتی برای استفاده بهینه از منابع و بهبود فرآیندهای کشاورزی فراهم کرده است. این رویکرد از ترکیب فناوری‌های نوین مانند اینترنت اشیا (IoT)، داده‌کاوی، هوش مصنوعی و تجزیه و تحلیل داده‌ها بهره‌برداری می‌کند (Feng et al., 2025). به‌ویژه، استفاده از داده‌های بزرگ¹ در کشاورزی دیجیتال می‌تواند به کشاورزان کمک کند تا اطلاعات دقیق‌تری از وضعیت مزارع و نیازهای محصولات به‌دست آورند (Wolfert et al., 2017). در این راستا، تحلیل علم‌سنجی به عنوان یک ابزار کارآمد برای شناسایی روندها، چالش‌ها و فرصت‌های نوآوری در این حوزه مطرح می‌شود (Zupic and Cater, 2015). با استفاده از این ابزار، می‌توان به درک عمیق‌تری از فرآیندهای تحقیقاتی و نوآوری در کشاورزی دیجیتال دست یافت و زمینه‌های جدید پژوهشی را شناسایی کرد (McAllister et al., 2022).

کشاورزی دیجیتال به مجموعه‌ای از فناوری‌های نوین اطلاق می‌شود که به کشاورزان کمک می‌کند تا داده‌های دقیقی از زمین‌های زراعی خود به دست آورند و تصمیمات بهتری در زمینه کاشت، برداشت و مدیریت منابع اتخاذ کنند (Blok and Gremmen, 2018). به‌عنوان مثال، فناوری‌هایی نظیر اینترنت اشیا (IoT) که به حسگرها و دستگاه‌ها اجازه می‌دهد تا به صورت آنلاین و در زمان واقعی داده‌ها را جمع‌آوری و تحلیل کنند، به کشاورزان این امکان را می‌دهد که به صورت هوشمندانه‌تری اقدام کنند (Feng et al., 2025). این فناوری‌ها همچنین به بهبود کیفیت محصولات و کاهش هزینه‌های تولید کمک می‌کنند (Wolf et al., 2017). به علاوه، استفاده از داده‌های جمع‌آوری شده از حسگرها و نرم‌افزارهای هوشمند می‌تواند به کشاورزان در پیش‌بینی شرایط جوی و بهینه‌سازی زمان‌های آبیاری و برداشت کمک کند (Leonard et al., 2017).

مدیریت نوآوری به فرآیندها و استراتژی‌هایی اشاره دارد که سازمان‌ها برای ایجاد، توسعه و پیاده‌سازی نوآوری‌ها به کار می‌برند (Birner et al., 2021). در کشاورزی دیجیتال، مدیریت نوآوری می‌تواند شامل شناسایی و پیاده‌سازی فناوری‌های جدید، بهبود فرآیندهای موجود و توسعه مدل‌های کسب‌وکار جدید باشد (Martinho and Guiné, 2021). به‌طور خاص، استفاده از مدل‌های پیش‌بینی برای بهینه‌سازی تولید و کاهش ریسک‌ها می‌تواند به کشاورزان در اتخاذ تصمیمات مبتنی بر داده‌ها کمک کند (Javaid et al., 2022). این مدیریت باید بر اساس تحلیل‌های علمی و داده‌های واقعی انجام شود تا بتواند به بهبود عملکرد کشاورزان و افزایش بهره‌وری منجر شود (Feder et al., 2004). در واقع، نوآوری در کشاورزی دیجیتال نیازمند همکاری نزدیک بین پژوهشگران، کشاورزان و ذینفعان دیگر

¹ . Big Data

Hackfort (2021) به بررسی نابرابری‌های موجود در دسترسی به فناوری‌های دیجیتال پرداخته و نشان داده است که کمبود آموزش و مهارت‌های لازم در میان کشاورزان می‌تواند مانع اصلی در پذیرش فناوری‌های نوین باشد. در همین راستا پژوهش‌هایی مانند McAllister et al. (2022) و Gumbi et al. (2023) به تحلیل علم‌سنجی و بررسی شبکه‌های همکاری علمی پرداخته و به شناسایی نویسندگان و مؤسسات کلیدی در حوزه کشاورزی دیجیتال کمک کرده‌اند.

علاوه بر این، مطالعه‌ای توسط Degila et al. (2020) نشان داده که سیاست‌های حمایتی می‌توانند تأثیر مثبتی بر نوآوری‌های کشاورزی داشته باشند و به بهبود دسترسی کشاورزان به فناوری‌های دیجیتال و افزایش بهره‌وری محصولات کمک کنند. علاوه بر این، در نهایت، این یافته‌ها بر ضرورت برنامه‌های آموزشی و سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌های فناوری تأکید می‌کند و نشان می‌دهد که برای پیشبرد کشاورزی دیجیتال، توجه به این چالش‌ها و فرصت‌ها ضروری است.

مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر از نظر هدف، کاربردی و از نظر روش گردآوری داده‌ها، توصیفی است که با رویکرد علم‌سنجی انجام شده است. رویکرد علم‌سنجی به مطالعه و تحلیل کمی علم، فناوری و نوآوری اشاره دارد. این رویکرد شامل بررسی الگوهای تولید علمی، ارزیابی تأثیر و کیفیت تحقیقات، و تحلیل روابط بین محققان، نهادها و کشورهای مختلف است. علم‌سنجی به‌ویژه با استفاده از داده‌های مربوط به انتشارات علمی، استنادات و نمایه‌های علمی، به بررسی روندهای علمی و شناسایی نقاط قوت و ضعف در حوزه‌های مختلف علمی می‌پردازد. Gumbi et al. (2023) به این رویکرد به عنوان ابزاری مؤثر برای

است تا بتواند به نتایج قابل قبولی منجر شود (Klerkx et al., 2012).

تحقیقات نشان می‌دهد که روندهای نوآوری در کشاورزی دیجیتال تحت تأثیر عوامل متعددی قرار دارد، از جمله سیاست‌های دولتی، دسترسی به زیرساخت‌های فناوری و فرهنگ سازمانی (Degila et al., 2023). به‌طور خاص، سیاست‌های حمایتی دولت‌ها می‌تواند به تسهیل فرآیندهای نوآوری کمک کند. همچنین، چالش‌هایی همچون عدم آموزش و مهارت‌های کافی در میان کشاورزان، مشکلات مالی و نبود همکاری میان ذینفعان نیز می‌تواند مانع از پیشرفت کشاورزی دیجیتال شود (Hackfort, 2021). به عنوان مثال، کشاورزانی که به فناوری‌های نوین دسترسی ندارند، نمی‌توانند از مزایای کشاورزی دیجیتال بهره‌مند شوند، که این موضوع می‌تواند منجر به ایجاد نابرابری‌های بیشتری در بخش کشاورزی شود (Araújo et al., 2021). مطالعات متعددی به بررسی جنبه‌های مختلف کشاورزی دیجیتال و نوآوری در این حوزه پرداخته‌اند و نتایج قابل توجهی به دست آورده‌اند. به‌عنوان مثال (Araújo et al., 2021) در مطالعه‌ای به شناسایی روندهای نوین در کشاورزی ۴۰ ساله‌ها و فرصت‌های موجود در این زمینه پرداخته و نشان داده‌اند که با وجود پیشرفت‌های چشمگیر، عدم زیرساخت‌های مناسب و سیاست‌های حمایتی ناکافی به‌عنوان موانع اصلی در مسیر پیشرفت کشاورزی دیجیتال باقی مانده‌اند. همچنین، Birner et al. (2021) بر اهمیت فناوری‌های نوین مانند اینترنت اشیاء و داده‌کاوی تأکید کرده و بیان کرده‌اند که این فناوری‌ها می‌توانند به بهبود کارایی کشاورزی کمک کنند، اما پیاده‌سازی آن‌ها نیازمند حمایت‌های مالی و آموزشی از سوی دولت‌ها و مؤسسات آموزشی است.

تجزیه و تحلیل وضعیت علمی و فناوری در زمینه‌های مختلف اشاره کرده‌اند و بر اهمیت آن در تصمیم‌گیری‌های علمی و سیاست‌گذاری تأکید نموده‌اند.

جامعه آماری این مطالعه، شامل کلیه مطالعات مرتبط با مدیریت نوآوری در کشاورزی دیجیتال است که در پایگاه داده اسکوپوس در بازه زمانی ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۵ نمایه شده‌اند. برای دستیابی به مقالات مرتبط، از یک استراتژی جستجوی سیستماتیک و جامع استفاده شد. به این منظور، کلمات کلیدی متنوع و مرتبط شامل “کشاورزی دیجیتال”، “نوآوری کشاورزی”، “فناوری‌های هوشمند کشاورزی” و “تحول دیجیتال در کشاورزی” در پایگاه داده اسکوپوس جستجو شدند. این کلمات کلیدی با در نظر گرفتن نوع فناوری‌ها و رویکردهای نوآورانه در کشاورزی طراحی شده‌اند تا دامنه جستجو وسیع و در عین حال مرتبط با موضوع پژوهش باشد. برای ترسیم شبکه موضوعی مطالعات انجام‌گرفته در حوزه مدیریت نوآوری کشاورزی دیجیتال، از نرم‌افزار VOSviewer نسخه ۱.۶.۲۰ بهره گرفته شد.

برای اطمینان از روایی و پایایی داده‌های گردآوری‌شده، چندین مرحله کلیدی انجام شد. نخست، تحلیل محتوا بر اساس دو بخش اطلاعات کلی و واژه‌های مرتبط با مدیریت نوآوری در کشاورزی دیجیتال صورت گرفت. این بررسی شامل جستجو و مستندسازی واژه‌های مورد نظر در سرعنوان‌های موضوعی فارسی و سایت‌های معتبر علمی بود. به منظور کاهش خطا و افزایش اعتبار نتایج، تحلیل محتوا توسط سه پژوهشگر مستقل انجام شد و خطاهای موجود در هر مرحله شناسایی و حذف گردید.

علاوه بر این، داده‌های گردآوری‌شده به‌طور مکرر توسط تیم پژوهشی مورد بازبینی قرار گرفتند تا میزان

خطای شناسایی مقالات به حداقل برسد. این فرآیند شامل ارزیابی دقیق مقالات انتخاب‌شده و اطمینان از تطابق آن‌ها با معیارهای پژوهش بود. این مراحل به‌طور کلی به تضمین کیفیت و اعتبار داده‌های گردآوری‌شده کمک کرد و امکان دستیابی به نتایج معتبر و قابل اعتماد را فراهم ساخت.

پس از گردآوری داده‌ها، از قابلیت‌های VOSviewer برای ترسیم نقشه‌های موضوعی استفاده شد. این نقشه‌ها به‌صورت بصری نمایش‌دهنده روابط بین کلمات کلیدی، تکرار آن‌ها و همچنین همکاری‌های بین نویسندگان مختلف هستند.

قدرت ارتباط بین کلیدواژه‌ها با استفاده از چندین معیار کلیدی محاسبه می‌شود. نخستین معیار، فراوانی وقوع است که به تعداد دفعاتی اشاره دارد که یک کلیدواژه در مقالات مختلف استفاده شده است؛ هرچه یک کلیدواژه بیشتر در متون علمی به کار رود، قدرت ارتباط آن نیز افزایش می‌یابد. دومین معیار، هم‌همی نام دارد که به تعداد مقالاتی می‌پردازد که دو یا چند کلیدواژه به‌طور همزمان در آن‌ها ذکر شده‌اند. اگر دو کلیدواژه در بسیاری از مقالات مشترک باشند، این امر نشان‌دهنده ارتباط قوی بین آن‌هاست. همچنین، استناد به تعداد استنادات به مقالاتی اشاره دارد که شامل یک کلیدواژه خاص هستند؛ مقالاتی که به‌طور مکرر استناد می‌شوند، نشان‌دهنده اهمیت و تأثیر آن کلیدواژه در حوزه علمی مربوطه هستند. در نهایت، تحلیل شبکه با استفاده از نرم‌افزارهایی مانند VOSviewer امکان‌پذیر است که در آن شبکه‌ای از کلیدواژه‌ها ترسیم می‌شود و قدرت ارتباط بین آن‌ها با ضخامت خطوط و نزدیکی‌شان به یکدیگر نمایش داده می‌شود.

یافته‌ها

جدول (۱) نشان‌دهنده توزیع مقالات منتشر شده در حوزه مدیریت نوآوری کشاورزی دیجیتال در

بازه‌های پنج‌ساله است. همان‌طور که در جدول (۱) مشاهده می‌شود، تعداد مقالات به‌طور پیوسته در حال افزایش است و این روند به‌ویژه در سال‌های اخیر شدت بیشتری پیدا کرده است. در بازه ۲۰۲۰-۲۰۲۵، حدود نیمی از مقالات (۴۹/۴۵) منتشر شده‌اند که نشان‌دهنده توجه روزافزون به این حوزه و اهمیت آن در تحقیقات علمی است. در مقابل، بازه ۲۰۰۰-۲۰۰۴ تنها ۴/۰۱٪ از کل مقالات را شامل می‌شود که به وضوح نشان‌دهنده آغاز کند این حوزه در اوایل قرن ۲۱ است. با افزایش تعداد مقالات در بازه‌های بعدی، به‌ویژه از ۲۰۱۵ به بعد، می‌توان نتیجه گرفت که کشاورزی دیجیتال به یکی از موضوعات کلیدی در مدیریت نوآوری تبدیل شده و پژوهشگران به دنبال شناسایی الگوها، فرصت‌ها و تهدیدهای پژوهشی با آن هستند. این روند صعودی می‌تواند به نوبه خود به بهبود روش‌ها و فناوری‌های کشاورزی کمک کند و بر بهره‌وری و پایداری در این حوزه تأثیر مثبت بگذارد (جدول ۱).

جدول ۱- روند چاپ مقالات

بازه زمانی	تعداد مقالات	درصد فراوانی
۲۰۰۰-۲۰۰۴	۵۰	۴/۰۱
۲۰۰۵-۲۰۰۹	۸۰	۶/۴۱
۲۰۱۰-۲۰۱۴	۱۵۰	۱۲/۰۲
۲۰۱۵-۲۰۱۹	۳۵۰	۲۸/۰۹
۲۰۲۰-۲۰۲۵	۶۱۷	۴۹/۴۵
مجموع	۱۲۴۷	۱۰۰٪

(جدول ۲) نمایی از کلیدواژه‌های کلیدی مرتبط با کشاورزی دیجیتال و نوآوری در این حوزه را به تصویر می‌کشد. این کلیدواژه‌ها بر اساس تعداد وقوع و قدرت ارتباط آن‌ها به‌طور سیستماتیک دسته‌بندی

شده‌اند. از میان این کلیدواژه‌ها، "کشاورزی دقیق" با ۶۲ وقوع و قدرت ارتباط ۱۶۰ بالاترین جایگاه را به خود اختصاص داده است، که نشان‌دهنده اهمیت و تمرکز بالای تحقیقات بر روی این موضوع است.

پس از آن، "دیجیتال‌سازی" و "تحول دیجیتال" به ترتیب با ۶۳ و ۶۲ وقوع و قدرت ارتباط ۱۴۶ و ۱۲۲، به وضوح نشان می‌دهند که روندهای دیجیتال و تحول در فرآیندهای کشاورزی از اهمیت بالایی برخوردارند. "پایداری" و "هوش مصنوعی" نیز با ۵۸ وقوع و قدرت ارتباط ۱۵۲ و ۱۴۸، به‌عنوان دو کلیدواژه دیگر با اهمیت بالا، نمایانگر رویکردهای نوین در کشاورزی دیجیتال و ارتباط آن‌ها با اهداف پایداری هستند.

علاوه بر این، کلیدواژه‌هایی مانند "داده‌های کلان" و "یادگیری ماشین" نیز نشان‌دهنده گرایش به استفاده از تحلیل داده‌ها و فناوری‌های پیشرفته برای بهینه‌سازی تولید و تصمیم‌گیری‌های زراعی هستند. با توجه به این داده‌ها، می‌توان نتیجه گرفت که فناوری‌های دیجیتال و نوآوری‌های مرتبط با آن، به‌ویژه در زمینه‌های هوش مصنوعی، اینترنت اشیاء و بلاک‌چین، نقشی کلیدی در تحول و بهبود کشاورزی مدرن ایفا می‌کنند.

در نهایت، کلیدواژه‌های مربوط به "امنیت غذایی"، "رباتیک" و "اقتصاد دیجیتال" نیز نشان‌دهنده این است که توجه به جنبه‌های اقتصادی و اجتماعی در کنار فناوری‌های نوین، به تحقق اهداف توسعه پایدار کمک می‌کند. این تحلیل نشان‌دهنده نیاز به سرمایه‌گذاری بیشتر در فناوری‌های نوین و توسعه استراتژی‌های مؤثر برای پیشبرد کشاورزی دیجیتال و دستیابی به پایداری در این حوزه است.

جدول ۲- واژگان اصلی و قدرت پیوند

کل قدرت ارتباط	تعداد وقوع	کلیدواژه
۱۶۰	۶۲	کشاورزی دقیق
۱۵۲	۵۸	پایداری
۱۴۸	۵۸	هوش مصنوعی
۱۴۶	۶۳	دیجیتال‌سازی
۱۳۵	۵۲	کشاورزی هوشمند
۱۲۲	۶۲	تحول دیجیتال
۱۰۱	۳۷	داده‌های کلان
۹۷	۳۸	کشاورزی ۴.۰
۹۲	۴۲	یادگیری ماشین
۸۸	۲۸	تکنولوژی
۷۶	۲۵	فناوری‌های دیجیتال
۷۴	۳۰	صنعت ۴.۰
۷۲	۲۱	اینترنت اشیاء
۶۴	۲۸	بلاک‌چین
۶۳	۲۶	امنیت غذایی
۶۳	۲۷	رباتیک
۶۳	۱۴	اقتصاد دیجیتال
۶۰	۲۴	کشاورزی هوشمند
۵۱	۲۳	توسعه پایدار

از داده‌کاوی و تحلیل‌های هوشمند برای بهبود عملکرد و بهره‌وری استفاده کنند. در این راستا، کاربرد هوش مصنوعی و یادگیری عمیق در فرآیندهای کشاورزی، به‌ویژه در زمینه پیش‌بینی شرایط آب و هوایی، مدیریت آفات و بیماری‌ها، و بهینه‌سازی مصرف آب و کود، نقش بسزایی ایفا می‌کند.

این ترکیب از فناوری‌ها نه تنها به افزایش کارایی و تولید در کشاورزی کمک می‌کند، بلکه می‌تواند به کاهش هزینه‌ها و بهبود پایداری در این بخش نیز منجر شود. در نتیجه، ادغام این دو بخش به یک تصویر جامع‌تر از آینده کشاورزی و چگونگی بهره‌برداری از فناوری‌های نوین برای تحقق کشاورزی هوشمند و پایدار کمک می‌کند.

۲. پایداری و تغییرات اقلیمی

واژه‌های مرتبط با تغییرات اقلیمی و کشاورزی پایدار در این خوشه وجود دارد. این مفاهیم بر اهمیت استفاده از فناوری‌ها برای مقابله با چالش‌های محیطی و حفظ منابع طبیعی تأکید دارند.

۳. اقتصاد دیجیتال

مفاهیم نشأت گرفته از اقتصاد دیجیتال به تبادل اطلاعات و خدمات در چارچوب کشاورزی دیجیتال اشاره دارند. این خوشه به استفاده از پلتفرم‌های دیجیتال و تجارت الکترونیک در کشاورزی پرداخته است.

۴. نوآوری و کارآفرینی

این خوشه بر نقش نوآوری و کارآفرینی در این حوزه تأکید دارد. مفاهیم مربوط به مدل‌های کسب‌وکار و ایجاد ارزش افزوده در کشاورزی دیجیتال در این خوشه ساده‌سازی شده‌اند.

خوشه اول، تحت عنوان “کشاورزی ۴.۰ و دیجیتالیزاسیون”، به تکنولوژی‌های پیشرفته و تحولات دیجیتال در کشاورزی اشاره دارد و بر اهمیت استفاده از فناوری‌هایی مانند داده‌کاوی و اینترنت اشیاء (IoT)

(شکل ۱) شبکه واژگان پژوهش را نشان می‌دهد. بر اساس نتایج تحلیل این شبکه دارای چهار خوشه اصلی است.

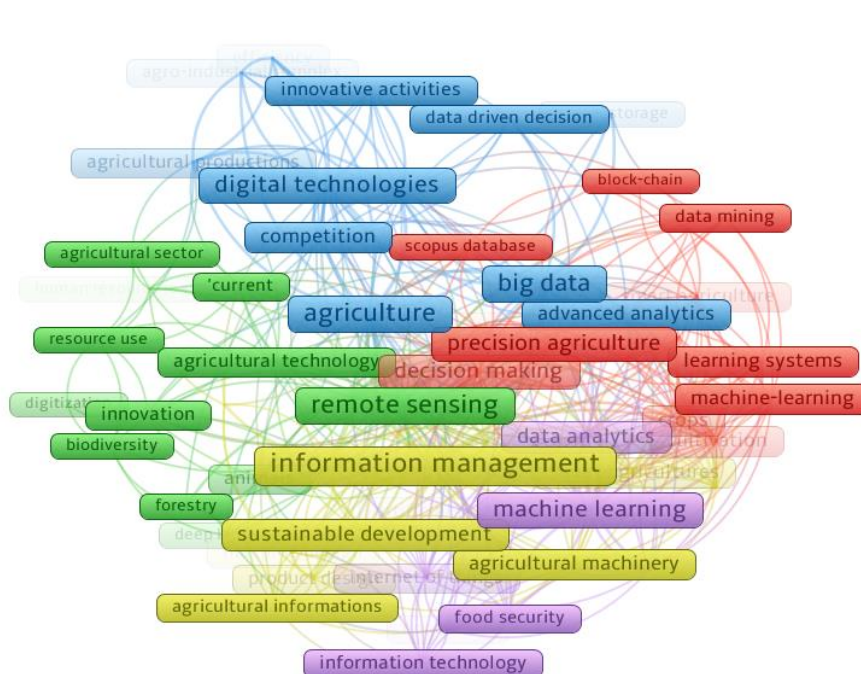
۱. فناوری‌های نوین در کشاورزی

این خوشه به تکنولوژی‌های پیشرفته و تحول دیجیتال در کشاورزی اشاره دارد و شامل مفاهیمی همچون دیجیتالیزاسیون و کشاورزی هوشمند است. در این زمینه، فناوری‌های نوینی مانند اینترنت اشیاء (IoT)، یادگیری ماشین و هوش مصنوعی به‌کار گرفته می‌شوند تا به بهینه‌سازی تولید، مدیریت منابع و تصمیم‌گیری‌های زراعی کمک کنند.

کشاورزی مبتنی بر فناوری‌های نوین به‌عنوان یک رویکرد نوین، با ادغام فناوری‌های پیشرفته و دیجیتالیزاسیون، به کشاورزان این امکان را می‌دهد که

نقش کلیدی نوآوری و مدل‌های کسب‌وکار در ایجاد ارزش افزوده در کشاورزی دیجیتال تأکید دارد. این شبکه همچنین نشان‌دهنده همبستگی‌های موجود بین خوشه‌ها است، به‌طوری که ارتباط معنایی بین هوش مصنوعی و دیجیتالیزاسیون و نیز پیوند بین توسعه پایدار و تغییرات اقلیمی نمایان می‌شود. به‌طور کلی، این تحلیل به درک بهتری از روندها و مفاهیم موجود در کشاورزی دیجیتال کمک می‌کند و ضرورت سرمایه‌گذاری در فناوری‌های نو ظهور را به‌منظور دستیابی به پایداری و توسعه کشاورزی اثبات می‌نماید.

تأکید می‌کند. خوشه دوم، متمرکز بر “هوش مصنوعی و یادگیری عمیق” است که کاربرد این فناوری‌ها در بهینه‌سازی تولید، مدیریت منابع و تصمیم‌گیری‌های زراعی را به وضوح نشان می‌دهد. همچنین، خوشه‌ای تحت عنوان “پایداری و تغییرات اقلیمی” وجود دارد که به مفاهیم مرتبط با کشاورزی پایدار و استفاده از فناوری‌ها برای مقابله با چالش‌های محیطی می‌پردازد. در کنار این‌ها، خوشه “اقتصاد دیجیتال” به تبادل اطلاعات و خدمات در چارچوب کشاورزی دیجیتال و استفاده از پلتفرم‌های دیجیتال و تجارت الکترونیک می‌پردازد. در نهایت، خوشه “نوآوری و کارآفرینی” بر



شکل ۱: شبکه واژگان پژوهش

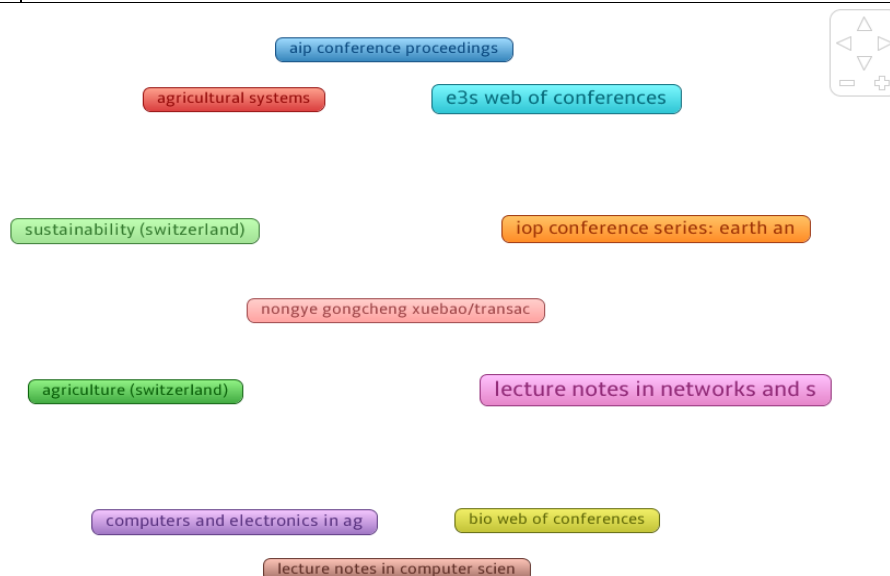
Production با تمرکز بر راهکارهای نوین و پایدار در تولید، به تحلیل چالش‌ها و فرصت‌های موجود در فرآیندهای تولید و مدیریت منابع طبیعی می‌پردازد. این نشریه به محققان و تصمیم‌گیرندگان کمک می‌کند تا بهترین شیوه‌های مدیریت پایدار را شناسایی و به کار گیرند و در نتیجه به بهبود کیفیت و کاهش اثرات زیست‌محیطی در کشاورزی بپردازند.

(شکل ۲) مراجع علمی معتبر منتشره کننده مقالات در زمینه مدیریت نوآوری در کشاورزی دیجیتال را نمایش می‌دهد. بر اساس نتایج نشریاتی مانند Journal of Cleaner Production و Global Food Security به‌عنوان مراجع معتبر در حوزه کشاورزی دیجیتال، نقش بسزایی در انتشار و ترویج تحقیقات علمی دارند. Journal of Cleaner

جدول (۳) به تحلیل منابع مختلف در حوزه کشاورزی دیجیتال و نوآوری‌های مرتبط می‌پردازد و شامل اطلاعاتی در مورد تعداد اسناد و ارجاعات هر منبع است. از این جدول مشخص می‌شود که “Lecture Notes in Networks and Systems” با ۱۹ سند و ۲۷ ارجاع، به عنوان یکی از منابع اصلی در این حوزه شناخته می‌شود. این منبع نشان‌دهنده توجه پژوهشگران به مباحث مرتبط با شبکه‌ها و سیستم‌ها در کشاورزی دیجیتال است. “E3S Web of Conferences” نیز با ۱۶ سند و ۷۵ ارجاع، جایگاه قابل توجهی دارد و نشان‌دهنده اهمیت کنفرانس‌های علمی در انتشار نتایج تحقیقات در این زمینه است. از سوی دیگر، “Computers and Electronics in Agriculture” با ۹ سند و ۹۶۳ ارجاع، به وضوح نشان‌دهنده تأثیر عمیق این مجله در حوزه کشاورزی دیجیتال و استفاده از فناوری‌های نوین در این صنعت است. این میزان ارجاع به این منبع می‌تواند به اعتبار و کیفیت بالای مقالات منتشر شده در آن اشاره داشته باشد.

جدول ۳: مراجع علمی معتبر

ارجاعات	اسناد	منبع
۲۷	۱۹	lecture notes in networks and systems
۷۵	۱۶	e3s web of conferences
۱۵	۱۱	iop conference series: earth and environmental science
۹۶۳	۹	computers and electronics in agriculture
۱۳۹	۷	sustainability (switzerland)
۱۳۴	۶	agriculture (switzerland)
۲	۶	bio web of conferences
۱۵۵	۶	nongye gongcheng xuebao/transactions of the chinese society of agricultural engineering
۱۲۱	۵	agricultural systems
۹	۵	aip conference proceedings
۵	۵	lecture notes in computer science



شکل ۲: مراجع علمی معتبر

و دانش کشورهای دیگر بهره‌برداری کنند و زمینه‌ساز نوآوری و توسعه پایدار در کشاورزی شوند.

جدول ۴: فعالیت‌های علمی در حوزه مدیریت نوآوری در کشاورزی دیجیتال در کشورهای مختلف

کشور	مدارک	استنادات	کل قدرت ارتباط
ایالات متحده	۱۱۴	۲۹۰۴	۵۸.۰۰
بریتانیا	۶۰	۱۸۷۲	۴۵.۰۰
هند	۱۵۵	۱۳۸۵	۴۵.۰۰
هلند	۴۷	۴۰۸۰	۳۹.۰۰
آلمان	۶۹	۱۹۵۵	۳۶.۰۰
فرانسه	۵۰	۱۸۹۸	۳۰.۰۰
استرالیا	۴۸	۲۷۹۳	۳۰.۰۰
ایتالیا	۸۸	۲۴۳۷	۲۷.۰۰
چین	۱۸۱	۲۱۱۵	۲۷.۰۰
کانادا	۵۱	۲۱۸۸	۲۳.۰۰
اسپانیا	۳۸	۱۲۳۷	۱۸.۰۰
نروژ	۱۷	۴۱۳	۱۳.۰۰
کلمبیا	۱۹	۳۲۹	۱۳.۰۰
بلژیک	۱۵	۴۲۳	۱۳.۰۰
برزیل	۳۶	۱۳۶۴	۱۲.۰۰
یونان	۲۶	۶۷۱	۱۱.۰۰
اندونزی	۳۴	۸۶	۱۱.۰۰
نیوزلند	۱۳	۱۲۱۰	۱۰.۰۰
سوئیس	۱۳	۲۶۳	۱۰.۰۰
ایرلند	۱۹	۵۷۹	۱۰.۰۰

(شکل ۳) شبکه فعالیت‌های علمی در حوزه مدیریت نوآوری در کشاورزی دیجیتال در کشورهای مختلف و ارتباطات آنها را نمایش می‌دهد.

این شبکه به بررسی ارتباطات علمی میان کشورهای مختلف پرداخته و نقش هر کشور در تبادل اطلاعات و تحقیقات را نشان می‌دهد. تجزیه و تحلیل این شبکه می‌تواند به شناخت الگوی همکاری‌ها و روابط علمی در سطح جهانی کمک کند.

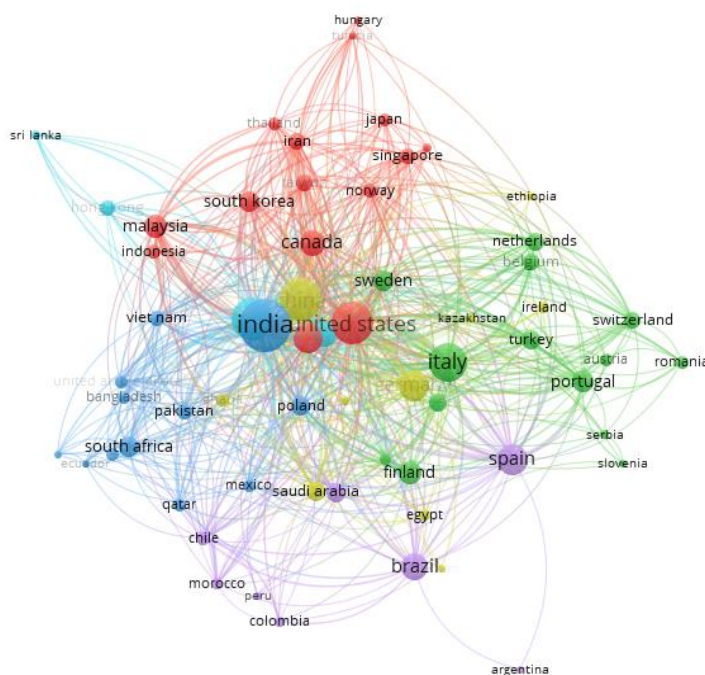
جدول (۴) به نمای کلی از فعالیت‌های علمی در حوزه کشاورزی و پایداری در کشورهای مختلف می‌پردازد و به بررسی تعداد مدارک، استنادات و قدرت ارتباط هر کشور می‌پردازد. ایالات متحده با ۱۱۴ مدرک و ۲۹۰۴ استناد، بالاترین تعداد مدارک و قدرت ارتباط را دارد که نشان‌دهنده تسلط این کشور در زمینه تحقیق و توسعه در حوزه‌های مرتبط با کشاورزی و پایداری است. بریتانیا و هند هر دو با ۶۰ و ۱۵۵ مدرک به ترتیب، به عنوان کشورهای مهم دیگری در این حوزه شناخته می‌شوند و با داشتن ۱۸۷۲ و ۱۳۸۵ استناد، از نظر علمی جایگاه بالایی دارند.

هلند، با ۴۷ مدرک و ۴۰۸۰ استناد، نشان‌دهنده تمرکز بالای تحقیقاتی و تأثیرگذاری در زمینه کشاورزی پایدار است، به طوری که تعداد استنادات این کشور نسبت به مدارک آن به طور قابل توجهی بالاست. آلمان و فرانسه نیز با مدارک و استنادات قابل توجه خود، همچنان در زمره کشورهای پیشرو در این حوزه قرار دارند.

چین، با ۱۸۱ مدرک، نشان‌دهنده افزایش توجه این کشور به فناوری‌های نوین و کشاورزی هوشمند است. کشورهای دیگر مانند کانادا، اسپانیا، و برزیل نیز در این جدول حضور دارند، اگرچه با اعداد کمتری نسبت به کشورهای پیشرو. به طور کلی، این جدول نمایانگر تنوع و گستردگی تحقیقات علمی در زمینه کشاورزی و پایداری در سطح جهانی است و نشان می‌دهد که کشورهای مختلف چگونه با توجه به منابع و زیرساخت‌های خود، در تلاش برای پیشبرد این حوزه مهم هستند.

اهمیت داده‌ها و استنادات در این جدول نشان‌دهنده تأثیرات و ارتباطات علمی بین کشورهاست و بر ضرورت همکاری‌های بین‌المللی در زمینه کشاورزی پایدار تأکید دارد. این تحلیل می‌تواند به سیاست‌گذاران و محققان کمک کند تا از تجربیات

۱. کشورهای کلیدی
 - ایالات متحده و بریتانیا: این دو کشور به‌عنوان هاب‌های اصلی تحقیقات علمی و نوآوری در شبکه دیده می‌شوند، با تعداد بالای ارتباطات و همکاری‌ها با کشورهای مختلف.
 - چین و هند: با توجه به توزیع گسترده‌تری در شبکه، این کشورها به‌وضوح در زمینه‌های علمی و تحقیقاتی فعال هستند و نشان‌دهنده توجه روزافزون به تحقیق و توسعه در حوزه‌های مختلف می‌باشند.
۲. تعاملات منطقه‌ای
 - اروپا: کشورهای اروپایی مانند آلمان، فرانسه، ایتالیا، و هلند در مرکز شبکه قرار دارند و ارتباطات مستقیمی با یکدیگر دارند. این نشان می‌دهد که همکاری‌های علمی و تحقیقاتی میان کشورهای اروپایی به شدت توسعه یافته است.
۳. تنوع جهانی
 - شبکه شامل کشورهای مختلف از قاره‌های مختلف مانند آفریقا (کنیا و آفریقای جنوبی) و آسیا (ژاپن، فیلیپین، و ایران) است. این امر نشان‌دهنده تنوع محتوای علمی و رویکردهای مختلف در کشورهای در حال توسعه و توسعه‌یافته است.
۴. ارتباطات با روسیه
 - روسیه و کشورهای همسایه‌اش مانند ایران و ترکیه نیز در این شبکه دیده می‌شوند. این نشان‌دهنده وجود تبادل اطلاعات و تحقیقات مشترک در میان این کشورهاست.



شکل ۳: شبکه فعالیت‌های علمی در حوزه مدیریت نوآوری در کشاورزی دیجیتال

بحث، نتیجه‌گیری و پیشنهادها

نتایج تحلیل علم‌سنجی روندهای مدیریت نوآوری در کشاورزی دیجیتال نشان‌دهنده تحولات چشمگیر در این حوزه است. افزایش مداوم تعداد مقالات منتشرشده، به‌ویژه در سال‌های اخیر، نمایانگر توجه روزافزون پژوهشگران به کشاورزی دیجیتال و نوآوری‌های مرتبط با آن است. به‌طور خاص، داده‌ها نشان می‌دهند که از سال ۲۰۲۰ تا ۲۰۲۵، نزدیک به نیمی از مقالات منتشرشده در این زمینه به چاپ رسیده‌اند، که این امر به وضوح اهمیت و ضرورت تحقیق در این حوزه را بیان می‌کند. تحلیل کلیدواژه‌ها و خوشه‌های شناسایی‌شده در این پژوهش نیز تأکید بر الگوهای کلیدی در تحقیقات کشاورزی دیجیتال دارد. خوشه‌هایی فناوری‌های نوین برای بهینه‌سازی تولید و مدیریت منابع در کشاورزی هستند. همچنین، تأکید بر پایداری و تغییرات اقلیمی به‌عنوان یکی از چالش‌های اساسی در این حوزه، ضرورت استفاده از فناوری‌های دیجیتال را برای مقابله با این چالش‌ها روشن می‌کند. علاوه بر این، تجزیه و تحلیل فعالیت‌های علمی در کشورهای مختلف نشان می‌دهد که ایالات متحده، بریتانیا و چین به‌عنوان کشورهای پیشرو در تحقیقات کشاورزی دیجیتال شناخته می‌شوند. این امر نه‌تنها به تأکید بر اهمیت این کشورها در حوزه تحقیق و توسعه اشاره دارد، بلکه ضرورت همکاری‌های بین‌المللی در این زمینه را نیز نشان می‌دهد. در نهایت، این تحقیق ضرورت سرمایه‌گذاری در فناوری‌های نوظهور و توجه به چالش‌های اجتماعی و اقتصادی در کشاورزی دیجیتال را تأکید می‌کند. با توجه به اهمیت روزافزون این حوزه، یافته‌های این پژوهش می‌تواند به‌عنوان یک نقطه شروع برای تحقیقات آتی در زمینه کشاورزی دیجیتال و نوآوری‌های مرتبط با آن عمل کند.

با توجه به نتایج به‌دست‌آمده از این تحقیق، چندین پیشنهاد پژوهشی مطرح می‌شود. نخست، پژوهشگران می‌توانند به بررسی تأثیر سیاست‌های حمایتی بر پذیرش فناوری‌های دیجیتال در کشاورزی دیجیتال بپردازند. این تحقیق می‌تواند به شناخت بهتر موانع و فرصت‌های موجود در پذیرش این فناوری‌ها کمک کند و به‌ویژه به تصمیم‌گیرندگان کمک کند تا سیاست‌های مؤثرتری را طراحی نمایند. همچنین، تحقیق در زمینه طراحی و ارزیابی مدل‌های کسب‌وکار نوین در کشاورزی دیجیتال می‌تواند به شناسایی راهکارهای مؤثر برای ایجاد ارزش افزوده در این حوزه و بهبود پایداری و کارایی کمک کند. در نهایت، تحلیل چالش‌های اجتماعی و اقتصادی مرتبط با پذیرش فناوری‌های دیجیتال در کشاورزی نیز از اهمیت بالایی برخوردار است، زیرا این تحلیل می‌تواند به شناسایی نیازهای آموزشی و مهارتی کشاورزان کمک کند و به طراحی برنامه‌های آموزشی مؤثر منجر شود.

این پژوهش با محدودیت‌هایی مواجه است که توجه به آن‌ها برای تحقیقات آینده ضروری است. یکی از مهم‌ترین محدودیت‌ها، وابستگی به داده‌های گردآوری‌شده از پایگاه‌های علمی است که ممکن است برخی از تحقیقات مهم در این حوزه که در منابع دیگر منتشر شده‌اند، نادیده گرفته شوند. علاوه بر این، تمرکز بر داده‌های کمی ممکن است به این معنا باشد که جنبه‌های کیفی و تجربی مرتبط با مدیریت نوآوری در کشاورزی دیجیتال به‌طور کامل مورد بررسی قرار نگرفته باشد. بنابراین، پیشنهاد می‌شود پژوهش‌های آتی به بررسی جامع‌تری از جنبه‌های کیفی و تجربی در این حوزه بپردازند و از روش‌های تحقیق متنوع‌تری استفاده کنند.

- عزیزی، ب. (۱۴۰۴). رونمایی از ساختار مفهومی و اجتماعی آموزش کشاورزی در جهان: رویکرد کتاب‌سنجی. مطالعات کارآفرینی و توسعه پایدار کشاورزی، ۱۲(۱)، ۴۳-۶۸.
- Araújo, S. O., Peres, R. S., Barata, J., Lidon, F., and Ramalho, J. C. (2021). Characterising the agriculture 4.0 landscape—emerging trends, challenges and opportunities. *Agronomy*, 11(4), 667.
- Bernatović, I., Slavec Gomez, A., and Černe, M. (2022). Mapping the knowledge-hiding field and its future prospects: a bibliometric co-citation, co-word, and coupling analysis. *Knowledge Management Research & Practice*, 20(3), 394-409.
- Birner, R., Daum, T., and Pray, C. (2021). Who drives the digital revolution in agriculture? A review of supply-side trends, players and challenges. *Applied Economic Perspectives and Policy*, 43(4), 1260-1285.
- Blok, V., and Gremmen, B. (2018). Agricultural technologies as living machines: toward a biomimetic conceptualization of smart farming technologies. *Ethics, Policy & Environment*, 21(2), 246-263.
- Degila, J., Sodedji, F. A. K., Avakoudjo, H. G. G., Tahi, S. P. G., Houetohossou, S. C. A., Honfoga, A. C., and Assogbadjo, A. E. (2023). Digital agriculture policies and strategies for innovations in the agri-food systems—cases of five West African countries. *Sustainability*, 15(12), 9192.
- Eastwood, C., Ayre, M., Nettle, R., and Rue, B. D. (2019). Making sense in the cloud: Farm advisory services in a smart farming future. *NJAS-Wageningen Journal of Life Sciences*, 90, 100298.
- Feder, G., Murgai, R., and Quizon, J. B. (2004). Sending farmers back to school: The impact of farmer field schools in Indonesia. *Applied Economic Perspectives and Policy*, 26(1), 45-62.
- Feng, L., Yang, W., Hu, J., Wu, K., and Li, H. (2025). Exploring the nexus between rural economic digitalization and agricultural carbon emissions: A multi-scale analysis across 1607 counties in China. *Journal of Environmental Management*, 373, 123497.
- Gumbi, N., Gumbi, L., and Twinomurinzi, H. (2023). Towards sustainable digital agriculture for smallholder farmers: A systematic literature review. *Sustainability*, 15(16), 12530.
- Hackfort, S. (2021). Patterns of inequalities in digital agriculture: A systematic literature review. *Sustainability*, 13(22), 12345.
- Huang, L., Kelly, S., Lv, K., and Giurco, D. (2019). A systematic review of empirical methods for modelling sectoral carbon emissions in China. *Journal of Cleaner Production*, 215, 1382-1401.
- Javaid, M., Haleem, A., Singh, R. P., and Suman, R. (2022). Enhancing smart farming through the applications of Agriculture 4.0 technologies. *International Journal of Intelligent Networks*, 3, 150-164.
- Klerkx, L., Van Mierlo, B., and Leeuwis, C. (2012). Evolution of systems approaches to agricultural innovation: concepts, analysis and interventions. *Farming Systems Research into the 21st century: The new dynamic*, 457-483.
- Koseoglu, M. A. (2016). Mapping the institutional collaboration network of strategic management research: 1980–2014. *Scientometrics*, 109(1), 203-226.
- Leonard, E., Rainbow, R., Laurie, A., Lamb, D., Llewellyn, R., Perrett, E., and Jakku, E. (2017). Accelerating precision agriculture to decision agriculture: Enabling digital agriculture in Australia. *Griffith Univ.* 1959(11), 22748.
- Leviäkangas, P. (2016). Digitalisation of Finland's transport sector. *Technology in Society*, 47, 1-15.
- Lioutas, E. D., and Charatsari, C. (2022). Innovating digitally: The new texture of practices in agriculture 4.0. *Sociologia Ruralis*, 62(2), 250-278.
- Loukatos, D., Kondoyanni, M., Alexopoulos, G., Maraveas, C., and

- Arvanitis, K. G. (2023). On-device intelligence for malfunction detection of water pump equipment in agricultural premises: feasibility and experimentation. *Sensors*, 23(2), 839.
- Martinho, V. J. P. D., and Guine, R. D. P. F. (2021). Integrated-smart agriculture: Contexts and assumptions for a broader concept. *Agronomy*, 11(8), 1568.
- McAllister, J. T., Lennertz, L., and Atencio Mojica, Z. (2022). Mapping a discipline: a guide to using VOSviewer for bibliometric and visual analysis. *Science & Technology Libraries*, 41(3), 319-348.
- Rose, D. C., and Chilvers, J. (2018). Agriculture 4.0: Broadening responsible innovation in an era of smart farming. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 2, 87.
- Rotz, S., Gravely, E., Mosby, I., Duncan, E., Finnis, E., Horgan, M., and Fraser, E. (2019). Automated pastures and the digital divide: How agricultural technologies are shaping labour and rural communities. *Journal of Rural Studies*, 68, 112-122.
- Rutten, C. J., Steeneveld, W., Oude Lansink, A. G. J. M., and Hogeveen, H. (2018). Delaying investments in sensor technology: The rationality of dairy farmers' investment decisions illustrated within the framework of real options theory. *Journal of Dairy Science*, 101(8), 7650-7660.
- Scholz, J., De Meyer, A., Marques, A. S., Pinho, T. M., Boaventura-Cunha, J., Van Orshoven, J., and Nummila, K. (2018). Digital technologies for forest supply chain optimization: existing solutions and future trends. *Environmental Management*, 62, 1108-1133.
- Shepherd, M., Turner, J. A., Small, B., and Wheeler, D. (2020). Priorities for science to overcome hurdles thwarting the full promise of the 'digital agriculture' revolution. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 100(14), 5083-5092.
- Vigoroso, L., Caffaro, F., Micheletti Cremasco, M., and Cavallo, E. (2021). Innovating occupational safety training: a scoping review on digital games and possible applications in agriculture. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(4), 1868.
- Wathes, C. M., Kristensen, H. H., Aerts, J. M., and Berckmans, D. (2008). Is precision livestock farming an engineer's daydream or nightmare, an animal's friend or foe, and a farmer's panacea or pitfall? *Computers and Electronics in Agriculture*, 64(1), 2-10.
- Wolf, S. A., and Buttel, F. H. (1996). The political economy of precision farming. *American Journal of Agricultural Economics*, 78(5), 1269-1274.
- Wolf, S. A., and Wood, S. D. (1997). Precision farming: Environmental legitimization, commodification of information, and industrial coordination 1. *Rural Sociology*, 62(2), 180-206.
- Wolf, S., Just, D., and Zilberman, D. (2001). Between data and decisions: the organization of agricultural economic information systems. *Research Policy*, 30(1), 121-141.
- Wolfert, S., Ge, L., Verdouw, C., and Bogaardt, M. J. (2017). Big data in smart farming—a review. *Agricultural Systems*, 153, 69-80.
- Yoo, Y. (2010). Computing in everyday life: A call for research on experiential computing. *MIS Quarterly*, 34(2), 213-231.
- Yu, Y., Jiang, T., Li, S., Li, X., and Gao, D. (2020). Energy-related CO2 emissions and structural emissions' reduction in China's agriculture: An input-output perspective. *Journal of Cleaner Production*, 276, 124169.
- Zheng, Y. Y., Kong, J. L., Jin, X. B., Wang, X. Y., Su, T. L., and Zuo, M. (2019). CropDeep: The crop vision dataset for deep-learning-based classification and detection in precision agriculture. *Sensors*, 19(5), 1058.
- Zupic, I., and Čater, T. (2015). Bibliometric methods in management and organization. *Organizational Research Methods*, 18(3), 429-472.