

علم‌سنجی تولیدات علمی حوزه موضوعی هوش مصنوعی در کشاورزی

تحلیل روندها، شبکه‌های همکاری و ساختار مفهومی (۲۰۲۵-۲۰۲۱)

یگانه داستار^۱، محمدرضا خرم‌آبادی آرانی^۲، اسماعیل مصطفوی^۳

^۱.دانشجوی دکتری علم اطلاعات و دانششناسی، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران. yeganehd1999@gmail.com. **رایانامه:**

^۲.دانشجوی دکتری علم اطلاعات و دانش‌شناسی، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران. mr.khorramarani78@gmail.com. **رایانامه:**

^۳.دانشیار گروه علم اطلاعات و دانش‌شناسی، دانشگاه یزد، یزد، ایران (**نویسنده مسئول**). Mostafavi@yazd.ac.ir. **رایانامه:**

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۱۲/۲۷

تاریخ ویرایش: ۱۴۰۵/۳/۲۸

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۵/۴/۱

تاریخ چاپ: ۱۴۰۵/۰۶/۲۹

صص: ۴۵-۵۶

چکیده

این پژوهش با هدف واکاوی علم‌سنجی ساختار شبکه‌های موضوعی، روندها و همکاری‌های علمی در حوزه هوش مصنوعی در کشاورزی در طول سال‌های

۲۰۲۱ تا ۲۰۲۵ انجام شده است. این مطالعه توصیفی-علم‌سنجی است که بر روی ۱۲۲۳۰ مقاله بازبایی‌شده از پایگاه وب‌آوساینس با استفاده از نرم‌افزارهای

وس ویوور و بسته بیبلیومتریکس در محیط آر انجام شد. یافته‌ها نشان داد که تولیدات این حوزه با نرخ رشد سالانه ۳/۵۳ درصد، از ۵۶۷ مورد در سال ۲۰۲۱

به ۳۱۲۸ مورد در سال ۲۰۲۵ رسیده است. چین، هند و آمریکا پیشتاز تولید دانش بوده‌اند. تحلیل هم‌رخدادی کلیدواژه‌ها، یادگیری ماشین، یادگیری عمیق و

کشاورزی دقیق را به‌عنوان مفاهیم محوری؛ و پنج خوشه موضوعی شامل مدل‌سازی عملکرد، سنجش‌ازدور، تغییرات اقلیمی، آبرزی‌پروری هوشمند و آلودگی‌های

زیست‌محیطی را شناسایی کرد. در مجموع، این حوزه در مرحله رشد سریع قرار دارد و تمرکز دانش بر همگرایی یادگیری ماشین با چالش‌هایی نظیر تغییرات

اقلیمی است. درحالی‌که مباحث مرتبط با تغییر اقلیم و عملکرد محصول در موقعیت محوری شبکه قرار دارند، الگوریتم‌های طبقه‌بندی، ماهیتی نوظهور داشته و

افق پژوهش‌های آینده را شکل می‌دهند. تقویت زیرساخت‌های داده‌ای و بومی‌سازی راهکارهای هوش مصنوعی متناسب با شرایط بوم‌شناختی، برای بهره‌برداری

بهبه از این ظرفیت ضروری است.

کلیدواژه‌ها: علم‌سنجی، هوش مصنوعی، کشاورزی هوشمند، یادگیری ماشین، تحلیل شبکه‌های علمی، نگاشت دانش.

مقدمه

تأمین امنیت غذایی برای جمعیت روبه‌رشد جهان در سایه محدودیت فزاینده منابع طبیعی و تغییرات اقلیمی، گذار به کشاورزی هوشمند را به ضرورتی اجتناب‌ناپذیر بدل کرده است. در این میان، هوش مصنوعی^۱ به‌عنوان موتور محرکه کشاورزی نسل چهارم، با ادغام الگوریتم‌های پیشرفته نظیر شبکه‌های عصبی مصنوعی^۲ و بینایی ماشین^۳، قابلیت‌های بی‌سابقه‌ای را در پایش بلادرنگ سلامت گیاه، پیش‌بینی دقیق عملکرد و مدیریت بهینه نهاده‌ها ایجاد کرده است (عزیزنیا و عطایی، ۱۴۰۴). این تحول بنیادین، توجه جامعه علمی جهانی را به خود جلب کرده و ماهیت ذاتاً میان‌رشته‌ای آن (تقاطع علوم رایانه، مهندسی کشاورزی و علوم محیطی) به رشد نمایی و انفجار اطلاعات در قالب تولیدات علمی طی سال‌های اخیر منجر شده است (تقی‌ملایی و همکاران، ۱۴۰۴).

گسترش سریع دانش در این حوزه، اگرچه نشان‌دهنده پویایی آن است، اما برای پژوهشگران و سیاست‌گذاران پیچیدگی‌های ساختاری را ایجاد کرده است. پایش دستی این حجم عظیم از اطلاعات و استخراج روندهای نوظهور بدون ابزارهای تحلیل کلان‌داده عملاً ناممکن و بسیار زمان‌بر است. ازاین‌رو، رویکردهای علم‌سنجی و ترسیم نقشه‌های دانش به‌عنوان راهکاری نظام‌مند برای توصیف کمی علم، شناسایی الگوهای ارتباطی و درک ژرفای ساختار فکری این حوزه نوظهور مطرح می‌شود (کوشال^۴ و همکاران، ۲۰۲۴).

پژوهش‌های پیشین در این حوزه مانند مولانا^۵ و همکاران (۲۰۲۲)، پانگ^۶ و همکاران (۲۰۲۳)، ژانگ^۷ و همکاران (۲۰۲۴) و مطالعات زمانی (۱۳۹۵)، شکریه‌زاده و همکاران (۱۳۹۶) و صادقی و کاظم (۱۴۰۴) اگرچه ارزشمند هستند، اما واکاوی دقیق آن‌ها نشان‌دهنده چند شکاف اساسی است. نخست، اکثر این مطالعات به بازه‌های زمانی قدیمی‌تر محدود شده‌اند و دوران جهش فناوری‌های هوش مصنوعی مولد (۲۰۲۱ تا ۲۰۲۵) را نادیده گرفته‌اند. دوم، رویکرد غالب در این مطالعات، توصیفی و

مبتنی بر شاخص‌های ساده عملکردی است و از تحلیل‌های عمیق شبکه‌ای غافل مانده‌اند. سوم، نبود تحلیلی جامع که با استفاده از شاخص‌های پیشرفته‌ای نظیر «تراکم و مرکزیت»، هم‌زمان شبکه‌های همکاری و تحلیل ساختار مفهومی را واکاوی کند به شدت احساس می‌شود. نبود چنین نگاهی به‌روزی، درک روشنی از بلوغ علمی این حوزه و جهت‌گیری‌های راهبردی آینده را برای برنامه‌ریزان کلان دشوار کرده است.

بنابراین، با هدف پرکردن این شکاف اطلاعاتی، پژوهش حاضر تولیدات علمی این حوزه را عمیقاً تحلیل می‌کند تا تصویری شفاف و مستند از وضعیت کنونی و آینده ارائه دهد. براین‌اساس، سؤال اصلی پژوهش این است که ساختار کمی و کیفی، روندهای تکاملی و شبکه‌های همکاری در تولیدات علمی هوش مصنوعی در کشاورزی در سال‌های ۲۰۲۱ تا ۲۰۲۵ چه ویژگی‌ها و الگوهایی را نشان می‌دهند؟ در همین راستا، پژوهش در پی پاسخ به این پرسش‌هاست: ۱) روند رشد سالیانه تولیدات علمی این حوزه چگونه است؟ ۲) پرتولیدترین مجلات و پراستادترین تولیدات علمی کدام‌اند؟ ۳) ارتباط میان کشورها، دانشگاه‌ها و کلیدواژه‌ها به چه صورت است؟ ۴) همکاری‌های ملی و بین‌المللی در چه وضعیتی قرار دارد؟ و ۵) متداول‌ترین خوشه‌های موضوعی از نظر میزان تراکم و مرکزیت در چه جایگاهی قرار دارند؟

این پژوهش از نظر هدف، کاربردی و از نظر ماهیت، توصیفی - علم‌سنجی است. ۱۲۲۳۰ مقاله علمی نمایه‌شده در پایگاه استنادی وب‌آوساینس^۸ در سال‌های ۲۰۲۱ تا ۲۰۲۵ جامعه آماری پژوهش را شکل داده است. با استفاده از راهبرد جستجوی ترکیبی، شامل کلیدواژه‌های مرتبط با حوزه هوش مصنوعی و حوزه کشاورزی

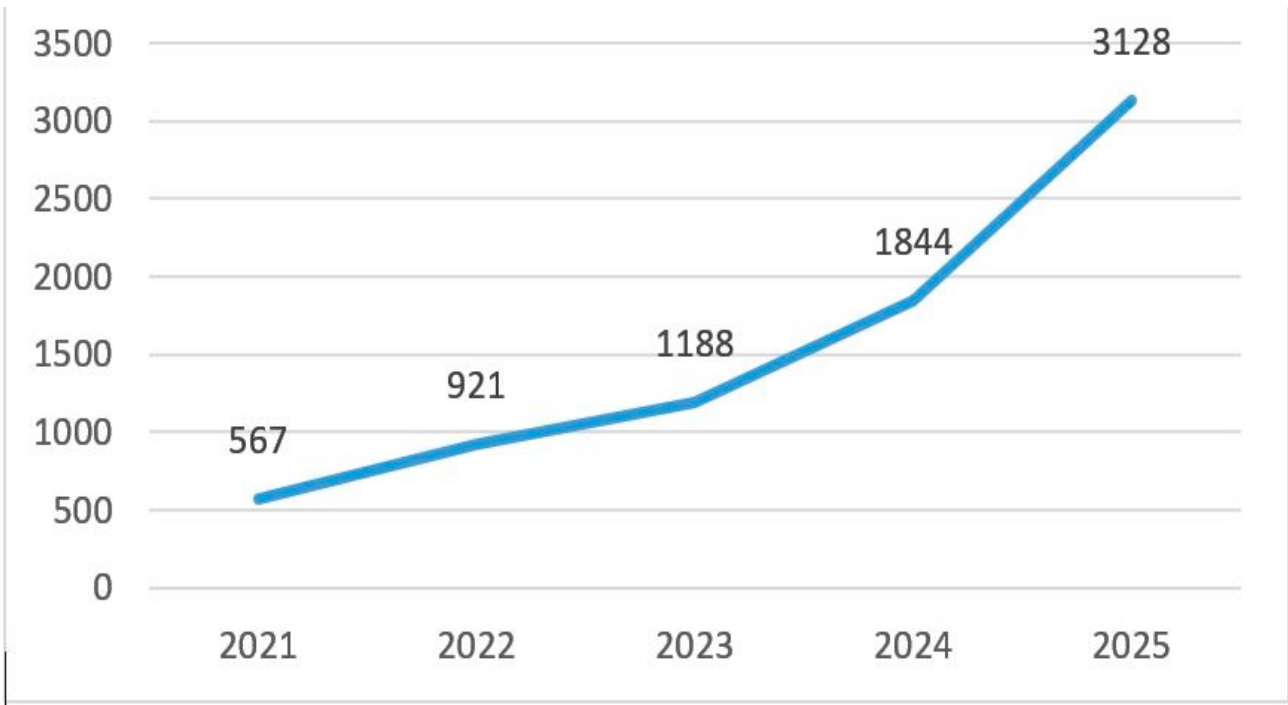
- Artificial Intelligence
- Artificial neural networks
- Machine Vision Networks
- Kaushal
- Maulana.
- Pang
- Zhang
- Web of Science

و با محدود کردن نوع مدرک و زبان بازیابی، این مقالات بازیابی شدند^۱. داده‌ها پس از استخراج، با استفاده از نرم‌افزارهای اکسل^۲، وس ویوور^۳ و بسته بیبلیومتریکس^۴ در محیط آر استودیو^۵ تحلیل شدند. در این پژوهش، علاوه بر شاخص‌های عملکردی و تحلیل همکاری‌ها، برای تبیین ساختار مفهومی و پویایی حوزه‌های پژوهشی از تحلیل هم‌رخدادی کلیدواژه‌ها و نقشه راهبردی مبتنی بر دو شاخص «مرکزیت»، میزان تعامل و اهمیت راهبردی یک خوشه و «تراکم» میزان انسجام و بلوغ درونی خوشه استفاده شده است.

دستاورد

روند رشد سالیانه تولیدات علمی هوش مصنوعی در حوزه کشاورزی

همان‌گونه که در نمودار ۱ ترسیم شده است، تولیدات علمی حوزه هوش مصنوعی در کشاورزی در بازه زمانی موردبررسی، رشد کمی چشمگیری داشته است به‌طوری‌که تعداد انتشارات سالانه از ۵۶۷ مورد در سال ۲۰۲۱ به ۳۱۲۸ مورد در سال ۲۰۲۵ افزایش یافته است. این افزایش با نرخ رشد سالانه ۳/۵۳ درصد همراه بوده که مؤید روندی صعودی و شتابان در تولید دانش در این حوزه میان‌رشته‌ای است.



نمودار ۱. روند رشد سالیانه تولیدات علمی حوزه موضوعی هوش مصنوعی در کشاورزی (۲۰۲۱–۲۰۲۵)

1. TS = (("artificial intelligence" OR "AI" OR "machine learning" OR "deep learning" OR "neural network") AND ("agriculture" OR "farming" OR "precision agriculture" OR "smart farming" OR "smart agriculture")) AND PY = (2021-2025) AND DT = (Article) AND LA = (English)
2. Excel
3. VOSviewer
4. bibliometrix
5. RStudio

مجلات منتشرکننده مقالات هوش مصنوعی در حوزه کشاورزی

براساس یافته‌های جدول ۱، مجلات فناوری کشاورزی هوشمند^۱ با فراوانی ۳۹۰، کشاورزی – بازل^۲ با فراوانی ۳۶۰ و زراعت – بازل^۳ با فراوانی ۲۸۷، به ترتیب بیشترین فراوانی تولیدات علمی را به خود اختصاص داده‌اند. از نظر تأثیرگذاری علمی نیز مجله کشاورزی – بازل با شاخص اچ^۴ ۳۱ در رتبه نخست قرار دارد. مجلات فناوری کشاورزی هوشمند و زراعت – بازل هر یک با شاخص اچ ۲۹ در رده بعدی قرار می‌گیرند. این ارقام نشان‌دهنده آن است که مجلات یادشده، علاوه بر کمیت بالا، از نظر کیفیت و تأثیرگذاری علمی نیز عملکرد مطلوبی داشته و پیشران توسعه مرزهای دانش در این حوزه بوده‌اند.

تجزیه و تحلیل مجلات براساس قانون برادفورد^۵ نشان داد که ۱۴ مجله در ناحیه ۱ (مجلات هسته و اصلی) طبقه‌بندی شده‌اند که ده مجله برتر آن در جدول ۱ ارائه شد. این مجلات به‌عنوان فعال‌ترین و معتبرترین بسترهای انتشار دانش هوش مصنوعی در کشاورزی شناخته می‌شوند.

جدول ۱. رتبه‌بندی مجلات برتر هوش مصنوعی در حوزه کشاورزی براساس شمار انتشارات در بازه زمانی ۲۰۲۱–۲۰۲۵

ناحیه	سال انتشار	تعداد انتشارات	شاخص M	شاخص G	شاخص H	رتبه	مجله
ناحیه ۱	۲۰۲۱	۳۹۰	۴/۸۳۳	۴۲	۲۹	۱	Smart Agricultural Technology
ناحیه ۱	۲۰۲۱	۳۶۰	۵/۱۶۷	۴۵	۳۱	۲	Agriculture-Basel
ناحیه ۱	۲۰۲۱	۲۸۷	۴/۸۳۳	۴۴	۲۹	۳	Agronomy-Basel
ناحیه ۱	۲۰۲۱	۲۸۲	۴/۱۶۷	۳۴	۲۵	۴	Scientific Reports
ناحیه ۱	۲۰۲۱	۲۵۸	۴/۳۳۳	۳۶	۲۶	۵	Frontiers in Plant Science
ناحیه ۱	۲۰۲۱	۱۹۵	۴	۴۲	۲۴	۶	Sustainability
ناحیه ۱	۲۰۲۱	۱۶۲	۲/۵	۲۱	۱۵	۷	Data in Brief
ناحیه ۱	۲۰۲۱	۱۲۸	۲	۲۶	۱۲	۸	AgriEngineering
ناحیه ۱	۲۰۲۱	۱۲۰	۳/۶۶۷	۳۰	۲۲	۹	Animals
ناحیه ۱	۲۰۲۱	۸۴	۲/۸۳۳	۲۵	۱۷	۱۰	Plants-Basel

پراستنادترین تولیدات علمی هوش مصنوعی در حوزه کشاورزی

براساس تحلیل‌های انجام‌شده بر روی داده‌های استنادی، میانگین استناد به‌ازای هر مدرک ۲۲/۱۰ و میانگین استناد سالانه هر مدرک ۶۱/۲ برآورد شده است. در جدول ۲، ده مقاله پراستناد این حوزه نشان داده شده است. بررسی عناوین مقالات پراستناد نشان می‌دهد که این پژوهش‌ها عمدتاً بر موضوعات کلانی همچون سازگاری با تغییرات اقلیمی^۶ (رتبه اول)، فناوری بلاکچین در زنجیره تأمین پایدار غذایی (رتبه دوم) و کاربردهای نوین هوش مصنوعی در کشاورزی^۷ (رتبه سوم) متمرکز هستند. این یافته بیانگر آن است که دغدغه‌های کلان

1. Smart Agricultural Technology
2. Agriculture-Basel
3. Agronomy-Basel
4. H
5. Bradford law
6. A systematic global stocktake of evidence on human adaptation to climate cha
7. Understanding the potential applications of Artificial Intelligence in Agriculture Sector

زیست‌محیطی، پایداری و امنیت غذایی، در کانون توجه پژوهشگران پیشرو این حوزه قرار دارد و مقالاتی که رویکردی حل مسئله‌ای به این چالش‌های جهانی داشته‌اند، بیشترین اقبال علمی را دریافت کرده‌اند. به‌طور کلی، تحلیل استنادها نه‌تنها میزان پویایی دانش در این حوزه را نشان می‌دهد، بلکه جهت‌گیری‌های کلیدی پژوهشی برای توسعه آینده را نیز ترسیم می‌کند.

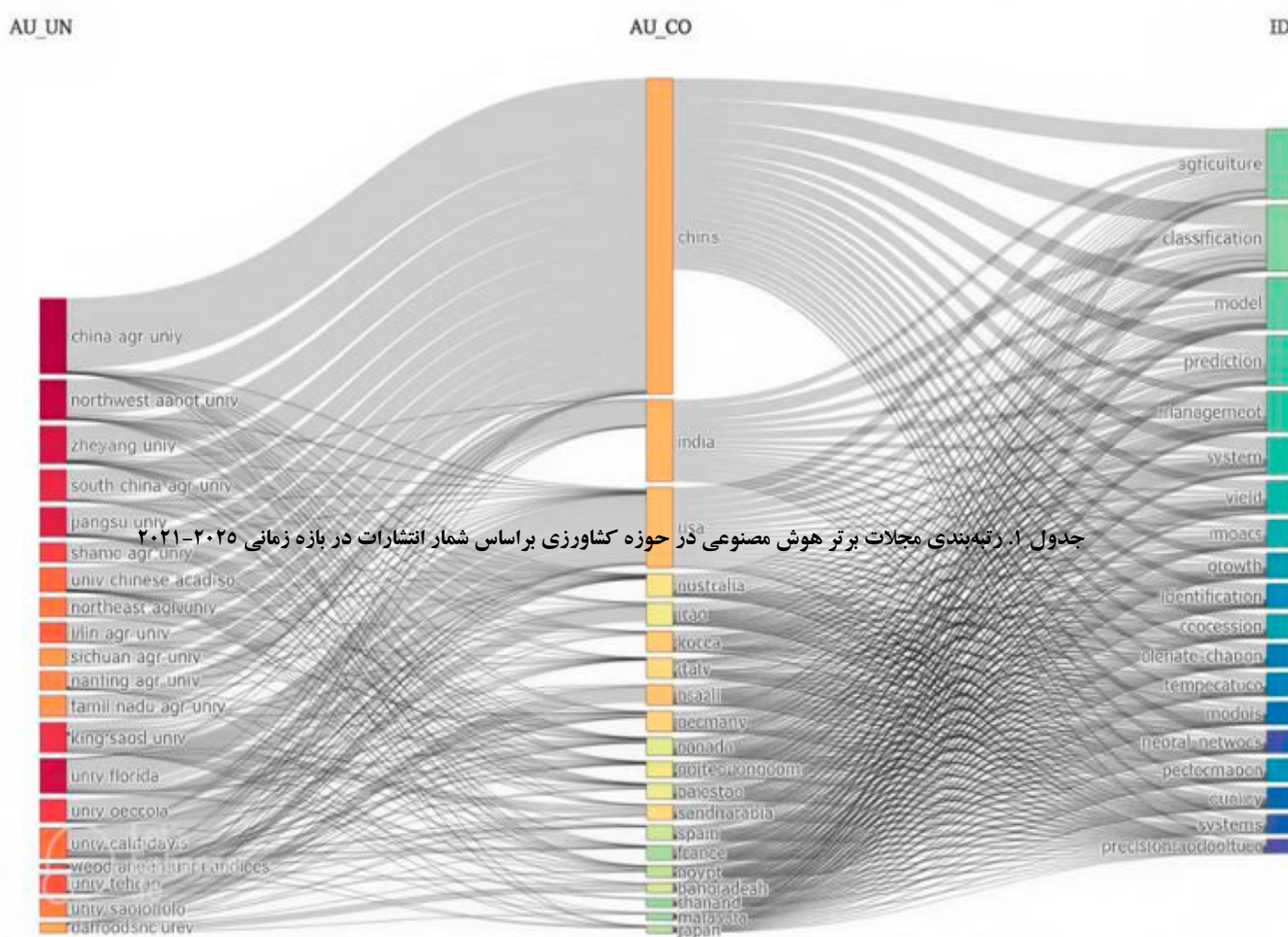
جدول ۲. پراستنادترین مقالات حوزه موضوعی هوش مصنوعی در کشاورزی (۲۰۲۱–۲۰۲۵)

استناد به‌ازای سال	فراوانی استناد	DOI	مدرک	ردیف
۵۸/۵	۳۵۱	https://doi.org/10.1038/s41558-021-01170-y	BERRANG-FORD L, 2021, NAT CLIM CHANG	۱
۵۳/۸۳	۳۲۳	https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.124731	SAURABH S, 2021, J CLEAN PROD	۲
۷۴	۲۹۶	https://doi.org/10.1016/j.aac.2022.10.001	JAVOID M, 2023, ADV AGROCHEM	۳
۱۴۵	۲۹۰	https://doi.org/10.1126/science.adr5214	HOU D, 2025, SCIENCE	۴
۵۷/۴	۲۸۷	https://doi.org/10.1126/scirobotics.abn0495	YU Y, 2022, SCI ROBOT	۵
۳۹/۳۳	۲۳۶	https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2021.101741	GALAZ V, 2021, TECHNOL SOC	۶
۳۹	۲۳۴	https://doi.org/10.1111/gcb.15854	CHEN Y, 2021, GLOB CHANGE BIOL	۷
۳۷/۳۳	۲۲۴	https://doi.org/10.1111/raq.12464	YANG X, 2021, REV AQUAC	۸
۳۵/۶۷	۲۱۴	https://doi.org/10.1016/j.jfutfo.2021.10.001	LANGE KW, 2021, J FUTURE FOODS	۹
۵۰	۲۰۰	https://doi.org/10.3390/su15031906	GULZAR Y, 2023, SUSTAINABILITY	۱۰

ارتباط میان کشورها، دانشگاه‌ها و کلیدواژه‌های هوش مصنوعی در کشاورزی

نمودار ۲ تحلیل شبکه هم‌رخدادی و همکاری‌های علمی را بر مبنای پیوندهای میان دانشگاه‌ها، کلیدواژه‌ها و کشورها ترسیم می‌کند. واکاوی دقیق الگوهای پیوند در این شبکه، بینش‌های فراتری را نسبت به صرفِ حضور کشورها آشکار می‌کند. تحلیل هم‌پیوندی‌ها نشان می‌دهد که این حوزه از مطالعات صرفاً زراعی و مفاهیم عمومی خارج شده و پیوندهای ساختاری عمیقی با الگوواره^۱ های تخصصی هوش مصنوعی برقرار کرده است. قرارگیری کلیدواژه‌هایی مثل طبقه‌بندی و الگو در کنار مفاهیم پایه، تأیید می‌کند که هوش مصنوعی در کشاورزی، بیش از آنکه یک مفهوم انتزاعی باشد، به شدت در پی حل مسائل عملی از طریق الگوریتم‌های پیشرفته محاسباتی و نشان‌دهنده بلوغ فناوری در این حوزه است. بعلاوه، بررسی جایگاه نهادها در شبکه نشان می‌دهد که دانشگاه‌هایی مثل دانشگاه کشاورزی چین^۲ و دانشگاه نورث‌وست ای انداف^۳، تنها به‌دلیل حجم بالای تولیدات در مرکزیت قرار نگرفته‌اند، بلکه این نهادها نقش حلقه‌های واسط دارند. آن‌ها با ایجاد پل‌های ارتباطی میان خوشه‌های علوم رایانه و علوم زراعی، گسست میان‌رشته‌ای را کاهش داده و به تکامل مفهومی این حوزه شتاب بخشیده‌اند.

1. Paradigm
2. China Agricultural University
3. Northwest A&F University



نمودار ۲. نمودار مفهومی کشورها، دانشگاه‌ها و کلیدواژه‌های حوزه موضوعی هوش مصنوعی در کشاورزی (۲۰۲۵-۲۰۲۱)

وضعیت تولیدات علمی هوش مصنوعی در کشاورزی از نظر همکاری‌های ملی و بین‌المللی

جدول ۳ الگوهای همکاری علمی پژوهشگران در دو سطح ملی و بین‌المللی را نشان می‌دهد. براساس داده‌های این جدول، اگرچه چین با ۲۰۰۵ مقاله، هند با ۱۰۴۲ مقاله و آمریکا با ۶۴۵ مقاله، پیش‌تازان مطلق تولید علم در این حوزه هستند، اما تحلیل نسبت همکاری‌ها الگوی متفاوتی را آشکار می‌کند. یافته‌ها نشان می‌دهد که کشورهای پیشرو در تولید (چین، هند و آمریکا) عمدتاً بر ظرفیت‌های عظیم درون‌مرزی خود متکی هستند طوری که سهم همکاری‌های بین‌المللی در چین و هند حدود ۲۰ تا ۲۱ درصد و در آمریکا حدود ۲۹ درصد است. در مقابل، کشورهایی نظیر عربستان سعودی (حدود ۶۰ درصد)، ایران (حدود ۴۵ درصد) و استرالیا (حدود ۴۲ درصد) با وجود تولیدات کمتر، بالاترین سهم همکاری‌های بین‌المللی را به خود اختصاص داده‌اند. این یافته نشان می‌دهد که کشورهای در حال توسعه و دارای محدودیت‌های زیرساختی، برای جبران خلأهای داخلی و دسترسی به لبه دانش، راهبرد برون‌گرایی علمی و شبکه‌سازی بین‌المللی را در پیش گرفته‌اند، درحالی‌که ابرقدرت‌های علمی این حوزه، از الگوی درون‌گرایی مبتنی بر ظرفیت داخلی پیروی می‌کنند.

جدول ۳. همکاری ملی و بین‌المللی پژوهشگران در انتشار بروندهای علمی در حوزه موضوعی هوش مصنوعی در کشاورزی (۲۰۲۵-۲۰۲۱)

ردیف	کشور	تعداد مقاله	همکاری ملی	همکاری بین‌المللی	ردیف	کشور	تعداد مقاله	همکاری ملی	همکاری بین‌المللی
۱	چین	۲۰۰۵	۱۵۹۴	۴۱۱	۶	ایتالیا	۲۰۱	۱۳۵	۶۶
۲	هند	۱۰۴۲	۸۱۴	۲۲۸	۷	ایران	۱۸۷	۱۰۲	۸۵
۳	آمریکا	۶۴۵	۴۵۵	۱۹۰	۸	آلمان	۱۵۷	۹۷	۶۰
۴	برزیل	۲۳۹	۱۷۹	۶۰	۹	استرالیا	۱۵۰	۸۷	۶۳
۵	کره جنوبی	۲۲۴	۱۴۵	۷۹	۱۰	عربستان سعودی	۱۳۹	۵۶	۸۳

متداول‌ترین کلیدواژه‌های و خوشه‌های موضوعی در هوش مصنوعی در حوزه کشاورزی از نظر میزان تراکم و مرکزیت

نقشه ۱، ساختار شبکه مفاهیم پرکاربرد در حوزه هوش مصنوعی در کشاورزی را براساس تحلیل هم‌رخدادی کلیدواژه‌ها و شاخص مرکزیت آن‌ها ترسیم می‌کند. در این مصورسازی، هر گره (دایره) معرف یک کلیدواژه، و اندازه آن بیانگر وزن یا فراوانی تکرار آن واژه در متون علمی موردبررسی است. بنابراین، هر چه گره بزرگ‌تر باشد، آن مفهوم از فراوانی بیشتری در میان تولیدات علمی حوزه برخوردار است. همچنین فاصله میان گره‌ها نشان‌دهنده شدت هم‌رخدادی و پیوند مفهومی میان کلیدواژه‌هاست. یعنی، نزدیکی بیشتر آن‌ها، از هم‌پیوندی معنایی قوی‌تر و هم‌ظهوری مکرر آن مفاهیم در مقالات حکایت دارد. این پیکربندی شبکه‌ای، امکان شناسایی خوشه‌های موضوعی و حوزه‌های دانشی کانونی را در این زمینه میان‌رشته‌ای فراهم می‌آورد.

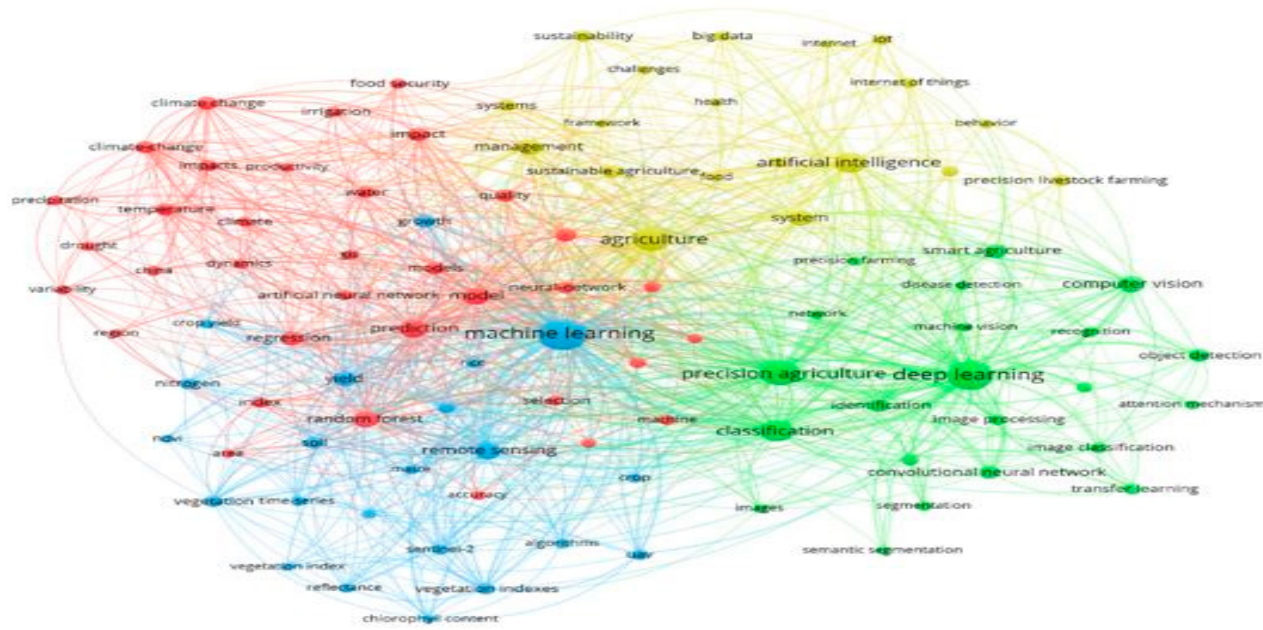
براساس این نقشه، کلیدواژه یادگیری ماشین^۱ با ۱۶۲۸ تکرار، در میان مفاهیم موردبررسی، بیشترین فراوانی را داراست که بیانگر نقش محوری این رویکرد در مطالعات مرتبط با کاربرد هوش مصنوعی در کشاورزی است. پس از آن، کلیدواژه‌های یادگیری عمیق^۲ و کشاورزی دقیق^۳ با فراوانی ۱۳۷۶ و ۸۹۷ تکرار، به ترتیب در رتبه‌های دوم و سوم قرار دارند که نشان‌دهنده تمرکز پژوهش‌ها بر روش‌های یادگیری پیشرفته و کاربردهای دقیق و داده‌محور در مدیریت کشاورزی است. از نظر شاخص قدرت ارتباط نیز یادگیری ماشین با قدرت ارتباط ۳۹۶۲، بالاترین میزان ارتباط را با سایر کلیدواژه‌ها داراست و به‌عنوان هسته مرکزی شبکه شناخته می‌شود. این امر حاکی از آن است که اغلب موضوعات و زیرحوزه‌های پژوهشی در این قلمرو، به‌نوعی با رویکردهای یادگیری ماشین در پیوند هستند. پس از آن، یادگیری عمیق با قدرت ارتباط^۴ ۲۶۶۵ و کشاورزی با ۲۴۹۴ در رتبه‌های بعدی قرار دارند که نشان می‌دهد فناوری‌های مبتنی بر یادگیری عمیق و همچنین بستر کاربردی کشاورزی، نقش قابل‌توجهی در انسجام و ساختار شبکه دانشی این حوزه ایفا می‌کنند.

۱. Machine learning

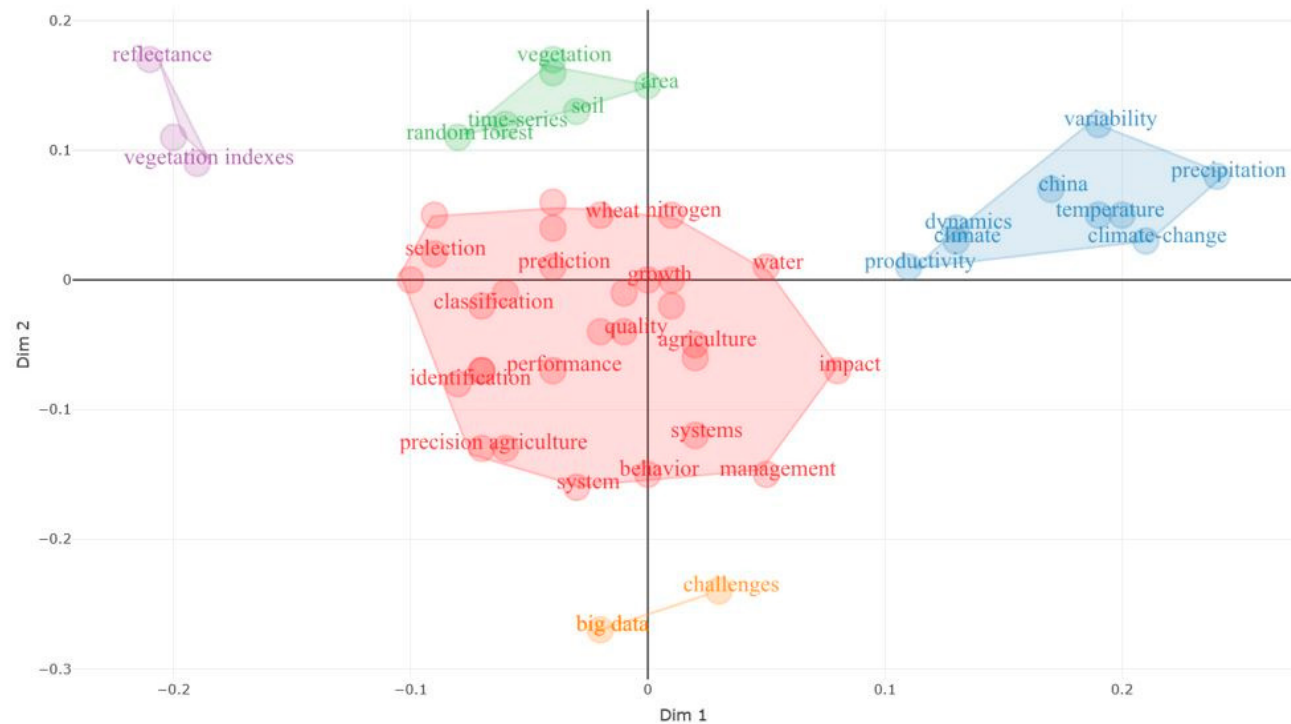
۲. Deep learning

۳. Precision agriculture

4. Total Link Strength



نقشه ۱. نقشه علمی واژگان به کاررفته در بروندهای علمی در حوزه موضوعی هوش مصنوعی در کشاورزی (۲۰۲۱-۲۰۲۵)



نمودار ۳. نقشه ساختار مفهومی بروندهای علمی در حوزه موضوعی هوش مصنوعی در کشاورزی (۲۰۲۱-۲۰۲۵)

بررسی ساختار مفهومی از طریق تحلیل نمودار ۳، پنج خوشه موضوعی اصلی را در این بوم سازگان^۱ علمی آشکار می کند که هر یک

نمایانگر یک جبهه پژوهشی مشخص هستند:

1.Ecosystem

و بیشترین ارتباط با سایر حوزه ها برخوردارند و به عنوان

ستون های فقرات و موتورهای محرک پژوهش های کنونی

شناخته می شوند؛

● موضوعات تخصصی و در حال گذار (چارک دوم و مرزها):

مفاهیمی مانند مدیریت سامانه های کشاورزی با وجود

اهمیت، هنوز انسجام نظری کامل را کسب نکرده اند و در

مرحله گذار از یک مضمون نوظهور به یک حوزه تخصصی

و پایدار هستند؛

● موضوعات نوظهور و دارای توان بالقوه رشد (چارک سوم):

خوشه های مرتبط با الگوریتم های طبقه بندی و تشخیص

اگرچه در حال حاضر توسعه یافتگی کمتری دارند، اما

به شدت نوظهور بوده و برای شکل دهی به پژوهش های آینده

(خاصه در پیوند با بینایی ماشین و آدمواره های کشاورزی)

ظرفیت بالایی دارند.

این ساختار راهبردی نشان می دهد که حوزه هوش مصنوعی

در کشاورزی از مرحله کشف و آزمون ابزار عبور کرده و اکنون

در حال حل مسائل پیچیده و کلان زیست محیطی و اقلیمی با

استفاده از ابزارهای بالغ یادگیری ماشین است.

● خوشه مدل سازی و پیش بینی عملکرد (قرمز): هسته اصلی

پژوهش ها که بر کاربرد الگوریتم های یادگیری ماشین در

بهینه سازی مدیریت مزرعه، پیش بینی رشد و مدیریت منابع

آب تمرکز دارد؛

● خوشه سنجش ازدور و پایش (سبز): متمرکز بر تحلیل

داده های طیفی، شاخص های پوشش گیاهی و الگوریتم هایی

نظیر جنگل تصادفی برای ارزیابی سلامت گیاهان؛

● خوشه تاب آوری اقلیمی (آبی): واکاوی اثر متغیرهای اقلیمی

(دما، بارش) بر بهره وری کشاورزی در مقیاس های کلان؛

● خوشه آبی پرووری هوشمند (بنفش): حوزه ای تخصصی که

فیزیولوژی، سلامت و مقاومت به بیماری در ماهی ها را پایش

می کند؛

● خوشه پایش زیست محیطی (نارنجی): ردیابی تجمع آلاینده ها

و فلزات سنگین در بوم سازگان های آبی و رسوبات.

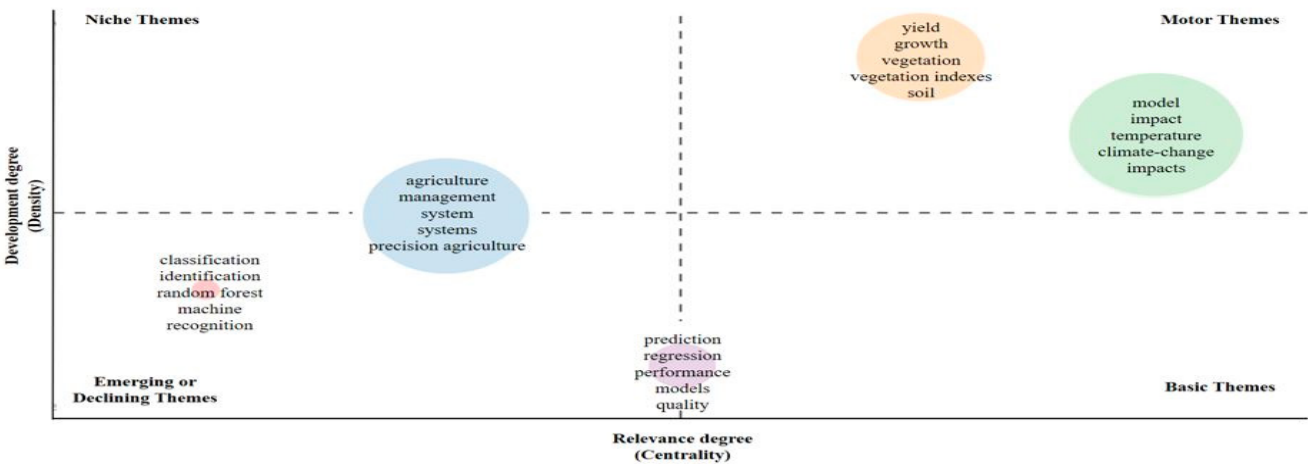
● در نهایت، ترسیم نقشه راهبردی نمودار ۴ بر اساس دو شاخص

مرکزیت و تراکم، پویایی و آینده این حوزه را تبیین می کند:

● موضوعات محرک و بالغ (چارک اول): خوشه های مرتبط با

تغییر اقلیم، عملکرد محصول و پایش پوشش گیاهی در این

ناحیه قرار دارند. این موضوعات از بالاترین انسجام درونی



نمودار ۴. نمودار راهبردی تولیدات علمی در حوزه موضوعی هوش مصنوعی در کشاورزی (۲۰۲۱-۲۰۲۵)

یافته‌های ترویجی

یافته‌های پژوهش حاضر پیامدهای کاربردی مهمی برای ذی‌نفعان مختلف این حوزه دارد. شناسایی کانون‌های پیشرو و خوشه‌های با مرکزیت بالا (مانند یادگیری عمیق) می‌تواند مبنای همکاری‌های بین‌المللی هدفمند و تخصیص بهینه منابع برای سیاست‌گذاران باشد. پژوهشگران نیز می‌توانند با شناسایی مجلات برتر و خوشه‌های نوظهور با تراکم پایین، مسیر ورود به حوزه و فرصت‌های بکر پژوهشی را بیابند. همچنین، فناوری‌های شناسایی‌شده در خوشه‌های بالغ (مانند بینایی ماشین و پیش‌لحظه‌ای) برای پیاده‌سازی عملی در مزارع آماده‌اند و فعالان بخش کشاورزی می‌توانند از آن‌ها استفاده کنند. در مجموع، همکاری میان‌رشته‌ای بین علوم رایانه، علم اطلاعات و کشاورزی، رمز موفقیت در توسعه راه‌حل‌های عملی است.

بحث و نتیجه‌گیری

این پژوهش با هدف واکاوی علم‌سنجی تولیدات علمی حوزه هوش مصنوعی در کشاورزی (۲۰۲۵-۲۰۲۱) انجام شد. رشد نمایی تولیدات (با نرخ ۳/۵۳ درصد) نشان می‌دهد که این حوزه در مرحله رشد سریع چرخه حیات علمی قرار دارد. این انفجار علمی، همسو با مطالعات پیشین (مولانا و همکاران، ۲۰۲۲؛ پانگ و همکاران، ۲۰۲۳)، ناشی از ضرورت تأمین امنیت غذایی و پیشرفت الگوریتم‌های یادگیری عمیق است. تحلیل مجلات و استنادات نشان داد که جامعه علمی، هوش مصنوعی را نه صرفاً به‌عنوان یک ابزار فنی، بلکه به‌عنوان راهکاری راهبردی برای حل چالش‌های کلان زیست‌محیطی (نظیر تغییرات اقلیمی) و اقتصادی (زنجیره تأمین) می‌نگرد. همچنین، الگوهای همکاری بین‌المللی نشان داد که کشورهای درحال‌توسعه (نظیر ایران و عربستان) برای جبران محدودیت‌های زیرساختی، راهبرد همکاری برون‌مرزی را در پیش گرفته‌اند. تمایز اصلی این پژوهش نسبت به مطالعات پیشین، تمرکز بر بازه زمانی ۲۰۲۵-۲۰۲۱ (دوران گذار به هوش مصنوعی مولد) و ترکیب هم‌زمان تحلیل‌های عملکردی،

شبکه‌ای و مفهومی است. تحلیل ساختار مفهومی نشان داد که موضوعاتی مثل تغییر اقلیم و عملکرد محصول در وضعیت بلوغ و محوریت قرار دارند، درحالی‌که الگوریتم‌های طبقه‌بندی ماهیتی نوظهور داشته و ظرفیت بالایی برای پژوهش‌های آینده دارند. این پژوهش با محدودیت‌هایی نظیر تمرکز بر پایگاه وب‌آوساینس، محدودیت زبانی و پویایی سریع حوزه هوش مصنوعی همراه بود. براین‌اساس، پیشنهاد می‌شود پژوهش‌های آتی به تحلیل‌های چندپایگاهی، واکاوی کیفی مضامین نوظهور، مطالعات تطبیقی بین مناطق جغرافیایی و آینده‌پژوهی این حوزه تمرکز یابند. درمجموع، حوزه هوش مصنوعی در کشاورزی در مرحله‌ای پویا و به‌شدت میان‌رشته‌ای قرار دارد. برای بهره‌برداری حداکثری از این ظرفیت، تقویت زیرساخت‌های داده‌ای، توسعه همکاری‌های بین‌المللی و بومی‌سازی راهکارهای هوش مصنوعی متناسب با شرایط بوم‌شناختی مناطق مختلف ضروری است. این مطالعه به‌عنوان نقشه‌ای راهبردی، می‌تواند مبنایی برای جهت‌دهی به پژوهش‌های آتی و سیاست‌گذاری‌های علمی در مسیر تحقق کشاورزی هوشمند و پایدار قرار گیرد.

منابع

تقی ملایی، یوسف، بردبار، کاظم، و نگهدار صابر، محمدرضا (۵۰۴۱). استفاده از هوش مصنوعی و سنجش‌ازدور در نقشه اراضی. علوم و فناوری اطلاعات کشاورزی، ۹(۱): ۶۱-۷۳. DOI: 10.22092/jaist.2025.370872.1152

زمانی، غلامحسین (۱۳۹۵). مطالعه‌های تطبیقی در مقایسه تولیدهای علمی کشورها: راهبردی برای شاخص‌گذاری توسعه علوم کشاورزی. مجله پژوهش‌های راهبردی در علوم کشاورزی و منابع https://srj.asnr.ias.ac.ir/article_110539.html

شکریه‌زاده، پریسا، زال‌زاده، ابراهیم، و سهیلی، فرامرز (۱۳۹۶). ترسیم ساختار حوزه‌های علمی با استفاده از روش هم‌واژگانی: مطالعه موردی تحقیقات کشاورزی استان کرمانشاه. پژوهش‌نامه علم‌سنجی، ۳(۱)، ۸۵-۹۶. https://doi.org/10.22070/rsci.2017.795

- A strategy for benchmarking in agricultural science development. *Strategic Research Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources*, 1(2), 119–132. https://doi.org/10.22047/srjasnr.2016.110539 [In Persian]
- Zhang, R., Wu, X., Li, J., Zhao, P., Zhang, Q., Wuri, L., Zhang, D., Zhang, Z., & Yang, L. (2025). A bibliometric review of deep learning in crop monitoring: Trends, challenges, and future perspectives. *Frontiers in Artificial Intelligence*, 8, Article 1636898. https://doi.org/10.3389/frai.2025.1636898p.
- صادقی، کمال، و کاظم، امیرعلی. (۱۴۰۴). تحلیل علم‌سنجی روندهای مدیریت نوآوری در کشاورزی دیجیتال. *مطالعات کارآفرینی و توسعه پایدار کشاورزی*، ۱۲(۳)، ۳۹-۵۴. https://doi.org/10.22069/jead.2025.23699.1913
- عزیزنیا، سمیه، و عطائی، رضا. (۱۴۰۴). کاربرد هوش مصنوعی در زنجیره تأمین غذا. *علوم و فناوری اطلاعات کشاورزی*، ۸(۲)، ۴۹-۵۸. https://doi.org/10.22092/jaist.2025.369622.1145
- Aziznia, S., & Ataei, R. (2025). Artificial intelligence in the food supply chain. *Agricultural Information Sciences and Technology*, 8(2), 49–58. https://doi.org/10.22092/jaist.2025.369622.1145 [In Persian]
- Kaushal, S. (2024). Frontiers of artificial intelligence in agricultural sector: Trends and transformations. *Journal of Scientific Research and Reports*, 30(10), 970–980. https://doi.org/10.9734/jsrr/2024/v30i102518
- Maulana, F. I., Pramono, A., Hamim, M., Prihatin, S. Y., & Arifuddin, R. (2022, November). Scientometric analysis of artificial intelligence research in agriculture. In *2022 International Conference on Informatics, Multimedia, Cyber and Information System (ICIMCIS)* (pp. 136–141). IEEE. https://doi.org/10.1109/ICIMCIS56303.2022.10017948
- Pang, Y., Marinello, F., Tang, P., Li, H., & Liang, Q. (2023). Bibliometric analysis of trends in smart irrigation for smart agriculture. *Sustainability*, 15(23), Article 16420. https://doi.org/10.3390/su152316420
- 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. https://doi.org/10.22069/jead.2025.23699.1913 [In Persian]
- Shokriehzadeh, P., Zalzadeh, E., & Soheili, F. (2017). Drawing the structure of scientific domains using co-word method: A case study of Kermanshah Province agricultural studies. *Scientometrics Research Journal*, 3(1), 85–96. https://doi.org/10.22070/rsci.2017.795 [In Persian]
- Taghi Mollaei, Y., Bordbar, S. K., & Negahdar Saber, M. (2026). Using artificial intelligence and remote sensing in land mapping. *Agricultural Information Sciences and Technology*, 9(1): 61-73. https://doi.org/10.22092/jaist.2025.370872.1152 [In Persian]
- Zamani, G. H. (2016). Comparative scientometric study:

Scientometric Analysis of Scientific Outputs of Artificial Intelligence in Agricultural
Subject Area: Analysis of Trends, Collaboration Networks, and Conceptual
Structure (2021-2025)

Yeganeh Dastar¹, Mohammadreza Khorramabadi arani², Ismael Mostafavi^{3*}

1.Department of Knowledge and Information Science, Faculty of Psychology and Educational Sciences, University of Isfahan, Isfahan, Iran. **Email:** yeganehd1999@gmail.com
2.Department of Knowledge and Information Science, Faculty of Psychology and Educational Sciences, University of Isfahan, Isfahan, Iran. **Email:** mr.khorramarani78@gmail.com
3.Department of Knowledge and Information Science, Faculty of Psychology and Educational Sciences, Yazd University, Yazd, Iran (**Corresponding author**). **Email:** mostafavi@yazd.ac.ir

Abstract

The present study aimed to scientometrically analyze the structure of thematic networks, trends, and scientific collaborations in the field of artificial intelligence in agriculture during the years 2021 to 2025. This descriptive-scientometric study was conducted on 12,230 articles retrieved from the Web of Science database using Web Viewer and the Bibliometrics package in the R environment. The findings showed that the production of this field has increased from 567 items in 2021 to 3,128 items in 2025 at an annual growth rate of 53.3%. China, India, and the United States were the leaders in knowledge production. Co-occurrence analysis of the keywords identified “machine learning,” “deep learning,” and “precision agriculture” as central concepts and five thematic clusters including yield modeling, remote sensing, climate change, smart aquaculture, and environmental pollution. Overall, the field is in a “rapid growth” phase, with the focus of knowledge on the convergence of machine learning with challenges such as climate change. While topics related to climate change and crop performance are at the core of the network, classification algorithms are emerging in nature and shape the horizon of future research. Strengthening data infrastructures and localizing AI solutions appropriate to ecological conditions are essential to optimally exploit this potential.

Keywords: Scientometrics, Artificial Intelligence, Smart Agriculture, Machine Learning, Scientific Network Analysis, Knowledge Mapping.