



Bibliometric Analysis and Knowledge Mapping of Research Trends and Patterns in the Application of Remote Sensing and GIS for Sustainable Land Management

Freshteh
Avatefi Akmal¹

Yaser Mohammadi^{2*}

-  1. Ph.D. Student, Department of Agricultural Extension and Education, Bu-Ali Sina University, Hamadan, Iran.
Email: f.avatefi28@gmail.com
-  2. Associate Professor, Department of Agricultural Extension and Education, Bu-Ali Sina University, Hamadan, Iran, (Corresponding author).

Email: y.mohammadi@basu.ac.ir

Abstract

Purpose: This study employs a scientometric approach to analyze research on remote sensing and Geographic Information Systems (GIS) applications in sustainable land management. Given the increasing importance of these technologies in optimizing natural resource utilization and advancing sustainable development, the primary goal is to examine the growth of published literature and evolving research trends in this field.

Methodology: This research employs a descriptive, applied approach within a scientometric framework, enabling the quantitative and visual mapping of scientific literature. The dataset consists of 749 research articles indexed in the Scopus database, covering publications from 2000 to 2024. To ensure a comprehensive and targeted collection of relevant literature, a systematic search strategy was implemented. This involved developing specific, carefully crafted keywords such as “remote sensing,” “GIS,” “sustainable land management,” “precision agriculture,” and “natural resource management,” combined using Boolean operators to refine search results and maximize relevance. The search results were further curated through an inclusion-exclusion process based on established criteria, including publication type, language, and subject relevance. For data analysis and visualization, the study utilizes VOSviewer, a sophisticated software tool designed to map scientific networks. VOSviewer effectively identifies significant research trends, keyword co-occurrences, and thematic clusters, while visualizing the intellectual structure of the field. The software reveals collaboration networks among authors and institutions, highlights influential publications, and uncovers interconnected themes, providing a holistic understanding of the dynamics within this research landscape. The integration of bibliometric indicators—such as citation counts and publication frequencies—with visualization techniques allows for an insightful assessment of the evolution and current state of remote sensing and GIS applications.

Findings: The analysis demonstrates a remarkable and consistent upward trend in scholarly interest and publication output related to remote sensing and GIS in sustainable land management from 2000 to 2024. Specifically, the number of publications increased from approximately 50 in the early 2000s to over 299 in 2024, indicating a significant escalation in research activity. This growth corre-

Received:
08/05/2025

Final revision:
03/08/2025

Accepted:
04/08/2025

Early online access:
04/08/2025

Published:
01/04/2026



Freshteh
*Avatefi Akmal*¹

Yaser Mohammadi^{2*}

Received:
08/05/2025

Final revision:
03/08/2025

Accepted:
04/08/2025

Early online access:
04/08/2025

Published:
01/04/2026



lates with rapid technological advancements, decreasing costs for remote sensing data acquisition, and the proliferation of open-access data repositories, which have collectively democratized access to critical geospatial information. Additionally, increased recognition among researchers and policymakers of the vital role these technologies play in achieving sustainability goals has driven a surge in scholarly output. The keyword analysis highlights dominant research themes and evolving focal points. Terms such as “GIS,” “remote sensing,” “agriculture,” “water quality,” and “land management” appear frequently and form interconnected networks, illustrating the multidisciplinary and application-oriented nature of this research field. These clusters address critical issues such as spatial data analysis, environmental monitoring, resource efficiency, water pollution, and sustainable land use. The network analysis reveals extensive international collaboration, underlining the global nature of these challenges. Researchers from different countries work synergistically, sharing data and methodologies to develop innovative solutions. The interconnectivity among clusters signifies the interdisciplinary nature of remote sensing and GIS research, emphasizing its role in integrating environmental, social, and economic perspectives. The findings of this study highlight the capacity of remote sensing and GIS technologies to enhance decision-making, optimize land use, and facilitate early warning systems for environmental hazards. The ongoing development of these technologies—including higher-resolution sensors, real-time data transmission, and advanced analytical algorithms—promises to further amplify their impact. Policymakers and stakeholders across sectors such as agriculture, urban planning, environmental conservation, and water resource management can leverage the insights gained from this comprehensive scientometric analysis to formulate strategic actions aligned with sustainability objectives. Investment in research and development of geospatial technologies should be prioritized within national and international frameworks to accelerate innovation and implementation. The integration of emerging technologies such as artificial intelligence (AI), machine learning, and big data analytics with remote sensing and geographic information systems (GIS) heralds a new era of predictive modeling and adaptive management. These advancements will enable more precise forecasts of environmental changes and resource demands, supporting proactive rather than reactive strategies.

Conclusion: This study shows increasing scientific interest in remote sensing and GIS over the past two decades, as evidenced by an increasing number of publications focused on practical applications. Network analysis identified five clusters associated with key areas such as spatial data analysis, environmental monitoring, and agriculture, highlighting their importance in decision-making and resource management. The findings emphasize the necessity of interdisciplinary and international collaboration to address global challenges such as climate change and resource depletion. By combining diverse expertise, innovation and sustainable solutions can be fostered. Overall, integrating these technologies enhances our capacity to understand and manage environmental systems, promoting resilience and sustainability through cross-disciplinary efforts.

Keywords: Scientometrics, Remote sensing, Geographic Information Systems (GIS), Land use, Sustainable development, Sustainable land management, Precision agriculture.

تحلیل علم‌سنجی و نگاشت دانش روندها و الگوهای پژوهشی در حوزه کاربردهای سنجش از دور و سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی (GIS) برای توسعه پایدار مدیریت اراضی

فرشته عوافتی اکمل^۱

۱. دانشجوی دکتری، گروه ترویج و آموزش کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران.

Email: f.avatefi28@gmail.com

یاسر محمدی^{۲*}

۲. دانشیار، گروه ترویج و آموزش کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران، (نویسنده مسئول).

Email: y.mohammadi@basu.ac.ir

چکیده

هدف: این پژوهش باهدف تحلیل علمی روندها و الگوهای پژوهشی در حوزه کاربردهای سنجش از دور و سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی (GIS) در توسعه پایدار اراضی انجام شد.

روش‌شناسی: پژوهش حاضر از نوع کاربردی و با رویکرد علم‌سنجی است. جامعه آماری این پژوهش شامل ۷۴۹ مقاله نمایه‌شده در پایگاه اسکوپوس طی سال‌های ۲۰۰۰ تا ابتدای ۲۰۲۵ بود. جست‌وجو با استفاده از واژگان کلیدی مانند «سنجش از دور»، «سامانه اطلاعات جغرافیایی»، «مدیریت پایدار اراضی» و عبارات مرتبط انجام شد. داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار ووس ویور تحلیل و بصری‌سازی شد تا شبکه‌های هم‌واژگانی، روندهای همبستگی و خوشه‌های موضوعی شناسایی گردند.

یافته‌ها: نتایج نشان داد که فراوانی مقالات در این حوزه از ۵۰ مقاله در سال ۲۰۰۰ به ۲۹۹ مقاله در سال ۲۰۲۴ افزایش یافته است. تحلیل شبکه واژگان پژوهش پنج خوشه اصلی را شناسایی کرد: «GIS»، «سنجش از دور»، «کشاورزی دقیق»، «مدیریت آب و کیفیت آن» و «مدیریت پایدار اراضی». بر اساس نتایج «GIS» در تحلیل داده‌های فضایی، «سنجش از دور» در نظارت بر تغییرات محیطی و «کشاورزی دقیق» در افزایش بهره‌وری و کاهش اثرات منفی شیوه‌های کشاورزی کاربرد دارد.

نتیجه‌گیری: نتایج این پژوهش نشان‌دهنده توجه فزاینده جامعه علمی به فناوری‌های مرتبط با سنجش از دور و GIS در دو دهه اخیر است. رشد تعداد مقالات، نشان می‌دهد که پژوهشگران به کاربردهای عملی این فناوری‌ها اهمیت بیشتری می‌دهند. تحلیل شبکه‌های واژگانی پنج خوشه اصلی را شناسایی کرد که هر یک به موضوعات کلیدی خاصی مرتبط هستند و بر اهمیت آن‌ها در تحلیل داده‌های فضایی، نظارت بر تغییرات محیطی و بهبود شیوه‌های کشاورزی تأکید دارد. این یافته‌ها ضرورت همکاری‌های بین‌رشته‌ای و بین‌المللی را در مواجهه با چالش‌های زیست‌محیطی و مدیریت منابع طبیعی را برجسته می‌سازد.

واژگان کلیدی: علم‌سنجی، سنجش از دور، سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی (GIS)، کاربری اراضی، توسعه پایدار، مدیریت پایدار اراضی، کشاورزی دقیق.

صفحه ۱۹۰-۱۶۷

دریافت: ۱۴۰۴/۰۲/۱۸

بازنگری نهایی: ۱۴۰۴/۰۵/۱۲

پذیرش: ۱۴۰۴/۰۵/۱۳

زودآیند: ۱۴۰۴/۰۵/۱۳

انتشار: ۱۴۰۵/۰۱/۱۲





مقدمه و بیان مسئله

توسعه فناوری مشاهدات زمینی، به‌ویژه سنجش از دور ماهواره‌ای، داده‌های عظیمی را برای پژوهش‌ها و کاربردهای مختلف در دسترس قرار داده است (Chi et al., 2016; Liu, 2015). امروزه بیش از هزار ماهواره فعال در مدار زمین وجود دارد که تعدادی از آن‌ها برای سنجش از دور طراحی شده‌اند. این ماهواره‌ها بسته به هدف خود با یک یا چند حسگر تجهیز شده‌اند. حسگرهای مختلف به جمع‌آوری داده‌های مشاهداتی از سطح زمین، شامل زمین، آب و جو، می‌پردازند (Ye et al., 2024). با این حسگرها، تصاویر سطح زمین با دقت‌های فضایی و زمانی متفاوت به‌طور مداوم دست می‌آیند. به‌این‌ترتیب، حجم عظیمی از تصاویر سنجش از دور در بسیاری از کشورها و سازمان‌های بین‌المللی موجود است و این حجم روزانه، ساعتی و حتی ثانیه‌ای در حال افزایش است (Huang et al., 2018; Rosenqvist et al., 2003).

کشاورزی دقیق از دهه ۱۹۸۰ به‌عنوان یک انقلاب در عملیات کشاورزی شکل گرفت. این مفهوم بر اساس ماشینی شدن کشاورزی و با ادغام سامانه موقعیت‌یابی جهانی (GPS)، سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS) و فناوری‌های سنجش از دور توسعه یافته است (Zhang et al., 2002). طی سه دهه گذشته، کشاورزی دقیق از نظارت استراتژیک با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای برای تصمیم‌گیری‌های منطقه‌ای بهره برده است. اکنون علم داده و فناوری داده‌های کلان به تدریج در طرح‌های کشاورزی دقیق ادغام شده‌اند تا داده‌ها به‌سرعت برای تصمیم‌گیری مورد استفاده قرار گیرند (Bendre et al., 2015; Wolfert et al., 2017). با این حال، پژوهش‌های بیشتری برای مدیریت داده‌های کلان و تبدیل آن‌ها به داده‌های «کوچک» و کاربردی برای مسائل یا زمینه‌های خاص به‌منظور عملیات دقیق کشاورزی موردنیاز است (Sabarina & Priya, 2015).

سنجش از دور کشاورزی، یک فناوری کلیدی است که با داده‌های موقعیت‌یابی جهانی، داده‌ها و اطلاعات فضایی متنوع را برای برنامه‌ریزی و تجویز عملیات دقیق کشاورزی فراهم می‌کند (Yao & Huang, 2013). داده‌های سنجش از دور کشاورزی در اشکال گوناگون ظاهر می‌شوند و از حسگرهای مختلف در فواصل و مقیاس‌های متنوع به دست می‌آیند. داده‌های سنجش از دور کشاورزی همگی ویژگی‌های داده‌های کلان را دارند. جمع‌آوری، پردازش، ذخیره‌سازی، تحلیل و تجسم داده‌های کلان سنجش از دور برای موفقیت کشاورزی دقیق حیاتی است. با پیشرفت‌های اخیر در حوزه‌های فناوری اطلاعات و الکترونیک و نیز پشتیبانی داده‌های کلان سنجش از دور، کشاورزی دقیق به سمت کشاورزی هوشمند و هوشمندتر در حال توسعه است (Wolfert et al., 2017). در این راستا، پژوهش‌های اخیر نشان داده‌اند که تجزیه و تحلیل فضایی و زمانی تغییرات کاربری زمین و پوشش زمین با استفاده از داده‌های سنجش از دور می‌تواند به بهبود تصمیم‌گیری‌ها در کشاورزی دقیق کمک کند (Saha et al., 2024; Sarkar et al., 2024). همچنین، مطالعاتی درباره الگوهای فضایی تکه‌تکه شدن زمین‌های زراعی و عوامل مؤثر بر آن انجام شده است که می‌تواند به بهبود مدیریت زمین و کشاورزی کمک کند (Ye et al., 2024). این پژوهش‌ها به بررسی الگوهای توزیع مکانی و عوامل محرک تضادهای استفاده از زمین نیز می‌پردازند. نتایج این بررسی می‌تواند به توسعه استراتژی‌های پایدار برای مدیریت بهینه زمین کمک کند (Zong et al., 2025).

با توجه به رشد سریع جمعیت و نیاز فزاینده به منابع غذایی، مدیریت پایدار اراضی به یکی از چالش‌های اساسی در کشاورزی و توسعه پایدار تبدیل شده است. فناوری سنجش از دور، به‌عنوان ابزاری کلیدی در جمع‌آوری داده‌های فضایی و زمانی، می‌تواند نقش مهمی در بهبود روش‌های مدیریت اراضی ایفا کند. با این حال، هنوز درک کاملی از

روندهای پژوهشی و کاربردهای عملی این فناوری در مدیریت پایدار اراضی وجود ندارد. تجزیه و تحلیل علم‌سنجی، این امکان را فراهم می‌آورد که تا الگوها، روندها و چالش‌های موجود در استفاده از سنجش از دور در مدیریت اراضی شناسایی شوند. این تحلیل به شناسایی نقاط قوت و ضعف پژوهش‌های گذشته و همچنین حوزه‌های نوظهور و نیازهای پژوهشی آینده کمک کند (آزادی احمدآبادی، ۱۴۰۴). بنابراین، این پژوهش به دنبال پاسخ به این سؤال کلی است که پژوهش‌های مرتبط با حوزه کاربردهای سنجش از دور و سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی در توسعه پایدار اراضی در دهه‌های اخیر از چه روندها و الگوهای تبعیت می‌کنند؟

پرسش‌های پژوهش

۱. روند و وضعیت مطالعات بین‌المللی در زمینه کاربردهای سنجش از دور و سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی در مدیریت پایدار اراضی چگونه است؟
۲. واژگان پرکاربرد در مطالعات مرتبط با سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی و سنجش از دور در زمینه مدیریت پایدار اراضی چه هستند؟
۳. خوشه‌های اصلی و ارتباطات بین واژگان کلیدی در پژوهش‌های مرتبط با سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی و سنجش از دور در مدیریت پایدار اراضی چه هستند؟
۴. کدام مراجع علمی و نشریات بیشترین تعداد مقالات و تولیدات علمی را در زمینه کاربردهای سنجش از دور و سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی در مدیریت پایدار اراضی منتشر کرده‌اند؟
۵. کشورهای پیشرو تولیدکننده منابع علمی در زمینه کاربردهای سنجش از دور در مدیریت پایدار اراضی کدام‌اند و روابط و همکاری‌های علمی و آنان چگونه است؟

چارچوب نظری

علم‌سنجی به‌عنوان یک حوزه پژوهشی نوین، به بررسی و تجزیه و تحلیل متون علمی و ارزیابی تأثیرات و روندهای پژوهشی می‌پردازد. این حوزه به‌ویژه در دو دهه اخیر با پیشرفت‌های فناوری اطلاعات و داده‌کاوی، به‌سرعت گسترش یافته است. استفاده از الگوریتم‌های یادگیری ماشین در علم‌سنجی، ابزاری قدرتمند برای پیش‌بینی تأثیر پژوهش‌های علمی و بهبود فرایندهای تصمیم‌گیری در حوزه‌های مختلف علمی به‌شمار می‌آید (آزادی احمدآبادی، ۱۴۰۴). پژوهش‌های اخیر نشان می‌دهند که علم‌سنجی می‌تواند در تجزیه و تحلیل کاربری اراضی و تخصیص بهینه منابع در سامانه‌های اطلاعات مکانی مؤثر باشد. به‌کارگیری رویکردهای علم‌سنجی در مطالعات زیست‌فناوری و مدیریت منابع طبیعی، امکان درک دقیق‌تری از روندهای پژوهشی و تأثیرات آن‌ها بر توسعه پایدار را فراهم می‌کند (زلفی گل و همکاران، ۱۴۰۳). به‌طورکلی، چارچوب نظری علم‌سنجی معیارهایی مانند تعداد ارجاعات، ضریب تأثیر نشریات و تحلیل شبکه‌های همکارانه بین پژوهشگران را بررسی می‌کند. این معیارها می‌توانند نقاط قوت و ضعف پژوهش‌های علمی را شناسایی و کیفیت و کارایی آن‌ها را ارتقا دهند. از این‌رو، علم‌سنجی به‌عنوان ابزاری مؤثر برای بهینه‌سازی سیاست‌های پژوهشی و تخصیص منابع در حوزه‌های مختلف علمی، از جمله زیست‌فناوری و مدیریت محیط‌زیست، نقش مهمی ایفا می‌کند.

فناوری سنجش از دور به‌عنوان ابزاری حیاتی در مدیریت پایدار اراضی، به‌ویژه در شناسایی و تحلیل تغییرات کاربری اراضی و پوشش زمین، شناخته می‌شود. این فناوری با استفاده از حسگرهای پیشرفته و پلتفرم‌های مختلف،

تحلیل علم‌سنجی و نگاشت دانش روندها و الگوهای پژوهشی در حوزه کاربردهای سنسجش از دور ...

داده‌های فضایی و زمانی ارزشمندی جمع‌آوری می‌کند که به بهبود تصمیم‌گیری‌های مدیریتی در زمینه استفاده از اراضی کمک می‌کند (Anand et al., 2024; Shaikh & Birajdar, 2024). حسگرها عمدتاً برای تصویربرداری و جمع‌آوری داده‌های چندطیفی با باند وسیع یا هیپراسپکتري با باند باریک طراحی شده‌اند (Sharma et al., 2024; Whig et al., 2024). این حسگرها می‌توانند بر روی پلتفرم‌هایی مانند ماهواره‌ها، هواپیماهای سرنشین‌دار و بدون سرنشین و همچنین حسگرهای زمینی نصب شوند (Jasim et al., 2024).

سنسجش از دور معمولاً در باندهای مرئی، مادون قرمز و میکروویو در طیف الکترومغناطیسی عمل می‌کند (Nizamani et al., 2024). با استفاده از این داده‌ها، می‌توان به تحلیل‌های مختلفی در زمینه‌های گوناگون از جمله مدیریت منابع طبیعی و پایش اکوسیستم‌ها پرداخت و ابزارهای قدرتمندی برای بهبود تصمیم‌گیری‌های مدیریتی فراهم آورد (Nizamani et al., 2024; Sharma et al., 2024).

در حوزه کشاورزی، سنسجش از دور برای نظارت بر ویژگی‌های خاک و استرس گیاهی به‌منظور پشتیبانی از تصمیم‌گیری در زمینه کوددهی، آبیاری و مدیریت آفات استفاده می‌شود. سامانه‌های متداول سنسجش از دور کشاورزی شامل حسگرهای مرئی-NIR و SWIR هستند که برای تحلیل وضعیت پوشش گیاهی و رطوبت خاک به کار می‌روند. همچنین، فناوری‌های LiDAR و SAR برای اندازه‌گیری ساختار گیاهی در اراضی کشاورزی به‌کاررفته‌اند (Bastiaanssen et al., 2000; Moran et al., 1997; Mulla, 2013; Pinter Jr. et al., 2003).

با توسعه سریع فناوری سنسجش از دور، حجم داده‌های تولیدشده به طرز چشمگیری افزایش یافته و پیچیدگی آن‌ها نیز بیشتر شده است. این داده‌ها به‌عنوان داده‌های کلان شناخته می‌شوند و استخراج اطلاعات مؤثر از آن‌ها چالشی اساسی محسوب می‌شود (Ma et al., 2015). در این راستا، داده‌های سنسجش از دور می‌توانند به‌صورت کیفی و کمی تحلیل شوند. تحلیل کیفی داده‌های سنسجش از دور معمولاً مبتنی بر طبقه‌بندی و تحلیل کمی بر اساس مدل‌سازی ویژگی‌های بیوفیزیکی و بیوشیمیایی است (Huang, 2009; Huang et al., 2010).

ادغام داده‌های سنسجش از دور با سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی (GIS) در دو دهه گذشته توسعه یافته و فونونی مانند یادگیری ماشین و یادگیری عمیق، پتانسیل زیادی برای استخراج دقیق‌تر اطلاعات جغرافیایی از داده‌ها و تصاویر سنسجش از دور را فراهم کرده‌اند (Chen & Zhang, 2014; Wilkinson, 1996). سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی به‌عنوان پلتفرمی برای تجزیه و تحلیل داده‌های سنسجش از دور در چهار جنبه اساسی توسعه یافته‌اند: مدولارسازی، وب‌محور بودن، کوچک‌سازی و تحرک و مدیریت داده‌های فضایی (Blaschke, 2010; Walter, 2004).

فنون نوین مانند یادگیری عمیق، به‌طور فزاینده‌ای در یادگیری ماشین برای طبقه‌بندی تصاویر سنسجش از دور، موردتوجه قرار گرفته و ابزاری حیاتی برای استخراج ویژگی‌های عمیق‌تر و تحلیل‌های دقیق‌تر محسوب می‌شوند (Mohanty et al., 2016; Sladojevic et al., 2016).

فناوری سنسجش از دور به پژوهشگران امکان تحلیل و مقایسه داده‌های مختلف در زمینه‌های مدیریتی، از جمله منابع طبیعی و خدمات اکوسیستمی را می‌دهد (Anand et al., 2024; Shaikh & Birajdar, 2024). پیشرفت‌های فناوری‌های اطلاعات و ارتباطات نیز امکان جمع‌آوری و تجزیه و تحلیل داده‌های کلان سنسجش از دور را فراهم کرده و دقت و سرعت تصمیم‌گیری‌ها را بهبود می‌بخشد (Liu, 2025; Yuan et al., 2025).

درنهایت، سنسجش از دور به‌عنوان ابزاری مؤثر برای تسهیل تصمیم‌گیری‌های پایدار و بهینه‌سازی استفاده از منابع زمین مطرح است (Jasim et al., 2024; Whig et al., 2024). با توجه به چالش‌های جهانی مانند تغییرات اقلیمی

و نیاز به حفظ تنوع زیستی، سنجش از دور می‌تواند نقش مهمی در توسعه راهکارهای پایدار و پاسخ‌گو به نیازهای انسانی ایفا کند. به این ترتیب، سرمایه‌گذاری در پژوهش‌ها و توسعه فناوری‌های سنجش از دور می‌تواند به دستیابی به اهداف توسعه پایدار در سطوح محلی و جهانی کمک کند.

پیشینه پژوهش

در سال‌های اخیر، فناوری سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی و سنجش از دور نقش قابل توجهی در ارزیابی، نظارت و مدیریت کاربری اراضی ایفا کرده‌اند. این ابزارهای نوین به عنوان فناوری‌های پیشرفته برای جمع‌آوری، تجزیه و تحلیل و تفسیر داده‌های فضایی و تصویری، در تصمیم‌گیری‌های مرتبط با برنامه‌ریزی شهری و توسعه پایدار به کار گرفته شده‌اند. پژوهش‌ها در این حوزه نشان می‌دهند که این فناوری‌ها به دلیل توانایی در کاهش خطاهای انسانی، افزایش سرعت تحلیل‌ها و فراهم آوردن داده‌های زمانی و مکانی دقیق، ارزش افزوده قابل توجهی در مدیریت اراضی ایجاد می‌کنند. یکی از مطالعات مهم در این زمینه، پژوهش زلفی گل و همکاران (۱۴۰۳) است که کاربرد سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی در بهینه‌سازی تخصیص کاربری اراضی را بررسی است. این مطالعه باهدف تحلیل و بررسی وضعیت مقالات علمی منتشر شده در این حوزه، از رویکرد علم‌سنجی استفاده کرده و ب‌شناسایی روندها، مفاهیم کلیدی و روش‌های پرکاربرد در این زمینه پرداخته است. نتایج نشان می‌دهد که از سال ۲۰۱۰ به بعد، تولید مقالات در زمینه بهینه‌سازی تخصیص کاربری اراضی به‌طور چشمگیری افزایش یافته و به‌ویژه کشورهای چین، ایالات متحده و ایران بیشترین سهم را در تولید علم داشته‌اند. همچنین، انتشارات Elsevier با انتشار بیش از ۳۸ درصد مقالات، نقش مهمی در توسعه این حوزه ایفا کرده است.

عوافی اکمل و محمدی (۱۴۰۴) در پژوهشی با عنوان ترسیم نقشه علمی محرک‌های تغییر کاربری اراضی کشاورزی با رویکرد علم‌سنجی به تحلیل علم‌سنجی تغییرات کاربری اراضی کشاورزی در بازه زمانی ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۴ پرداختند. نتایج پژوهش آنان نشان داد که توجه به حوزه تغییر کاربری اراضی کشاورزی در سال‌های اخیر، به‌ویژه از ۲۰۱۵ به شدت افزایش یافته است و کشورهایمانند چین و آمریکا بیشترین مقالات را در این زمینه منتشر کرده‌اند. تحلیل شبکه واژگان نیز نشان داد که عوامل محیطی، تأثیرات انسانی و جنبه‌های فناورانه و روش‌شناختی از واژگان اصلی مرتبط با موضوع تغییر کاربری اراضی هستند. بر اساس نتایج آزمون همبستگی، بین تعداد مقالات منتشر شده و سال انتشار رابطه مثبت و معنی‌دار در سطح یک درصد ($P < 0.1/0$) مشاهده شد. تحلیل عاملی نیز پنج محرک اقتصادی، اجتماعی، محیطی، کالبدی و قانونی را در تغییرات کاربری زمین کشاورزی مؤثر دانست که بیشترین تأثیر متعلق به محرک‌های اقتصادی و محیطی بود.

ویی و همکاران (Wei et al., 2015) در مقاله‌ای با عنوان اکتشاف حوزه دانش GIS با استفاده از CiteSpace به بررسی توسعه و کاربرد سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی (GIS) از دهه ۱۹۸۰ پرداخته‌اند. در این مقاله، نویسندگان با استفاده از روش‌های علم‌سنجی و کتاب‌سنجی، به شناسایی و ارزیابی مهم‌ترین و پر استنادترین مقالات این حوزه پرداخته‌اند. با توجه به رشد سریع سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی و انتشار هزاران مقاله در زمینه‌های مختلف اجتماعی، طبیعی و فضایی، این پژوهش به دنبال ارائه بینش‌هایی درباره تم‌های پژوهشی و نویسندگان برجسته در جامعه سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی بود. نتایج این مطالعه نشان داد که چندین نشریه کلیدی در شکل‌گیری این حوزه و تسهیل روندهای جدید در ادبیات مربوط به GIS نقش داشته‌اند و همچنین به تغییرات و تحولاتی که در علاقه‌مندی‌های پژوهشی در طول زمان به وقوع پیوسته، اشاره می‌کند (Wei et al., 2015).

تحلیل علم‌سنجی و نگاشت دانش روندها و الگوهای پژوهشی در حوزه کاربردهای سنجش از دور ...

بیلژکی (Biljecki, 2016) در مقاله‌ای با عنوان یک تحلیل علم‌سنجی از مجلات منتخب علوم GIS به بررسی مجموعه‌ای از ۱۲۴۳۶ مقاله منتشر شده در ۲۰ مجله GIScience در بازه زمانی ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۴ پرداخته است. این مطالعه علم‌سنجی جامع بر جنبه‌های متعددی تمرکز دارد، از جمله حجم انتشار، استنادها، خروجی ملی و کارایی (خروجی تعدیل شده با شاخص‌های اقتصادسنجی)، همکاری‌ها، دگرسنجی‌ها (نمره دگرسنجی)، ذکر در توییت و نشانه‌گذاری در مندلی، نویسندگی و طول مقالات. نشانه‌گذاری در مندلی به معنای ذخیره و سازماندهی مقالات علمی و منابع در این نرم‌افزار است که به پژوهشگران کمک می‌کند تا منابع را بهتر مدیریت کنند و به تسهیل در فرایند پژوهش بپردازند. همچنین، نویسندگی به تعداد نویسندگان یک مقاله اشاره دارد که می‌تواند نشان‌دهنده همکاری‌های علمی و شبکه‌های پژوهشی باشد. با توجه به اینکه مطالعات اندکی در این حوزه به صورت علم‌سنجی انجام شده است، این پژوهش می‌تواند به یافته‌های کلیدی بیشتری در مورد الگوهای پژوهشی، روندهای نوظهور و تأثیر نویسندگان برجسته در جامعه سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی اشاره کند از جمله مشاهدات قابل توجه این مطالعه، این است که ۵ درصد از کشورهای جهان، ۷۶ درصد از تولیدات علمی جهانی در حوزه علم اطلاعات مکانی را انجام داده‌اند؛ یک مقاله منتشر شده در ۱۵ سال پیش، به‌طور متوسط ۱۲ استناد دریافت کرده و سهم همکاری‌های بین‌المللی در GIScience از سال ۲۰۰۰، بیش از سه برابر شده است (۳۱ درصد مقالات در سال ۲۰۱۴ دارای نویسندگانی از چندین کشور بودند، در حالی که این نسبت در سال ۲۰۰۰ تنها ۱۰ درصد بود). این تحلیل به پژوهشگران کمک می‌کند تا روندهای انتشار و همکاری در حوزه GIScience را درک کرده و به بررسی تحولات علمی در این زمینه بپردازند.

روان و همکاران (Ruan et al, 2024) نیز پیشرفت‌ها و روندهای فناوری‌های مهندسی تجمیع اراضی در چین را بررسی کردند. این پژوهش بر اساس تجزیه و تحلیل ۳۴۳۹ اختراع ثبت شده و ۳۳۹۲ مرجع مرتبط با مهندسی تجمیع اراضی انجام شد و با استفاده از روش‌های علم‌سنجی و تحلیل معنایی، موضوعات پژوهش و توسعه را شناسایی کرد. نتایج این تحقیق نشان داد که تجمیع اراضی در چین از مرحله ۱.۰ به مرحله ۴.۰ رسیده و تعداد اختراعات ثبت شده در این حوزه به‌طور سالیانه افزایش یافته و روندی نمایی را نشان می‌دهد. پژوهش همچنین شبکه‌های همکاری بین مخترعان و مؤسسات را بررسی کرده و نشان داد گرچه برخی از پژوهشگران و مؤسسات تأثیرگذار در این حوزه وجود دارند، اما اختراعات مرتبط با تجمیع اراضی همچنان پراکنده و نامنظم هستند. افزون بر این، پژوهش سه مسیر اصلی توسعه فناوری تجمیع اراضی را شناسایی کرده است: ۱. تحقیق و توسعه روش‌ها و تجهیزات اجرای تجمیع خاک ۲. تحقیق و توسعه فناوری‌های بهبود خاک ۳. توجه به احیای اراضی و بهبود کیفیت محیط زیست. نتایج نشان داد با گذشت زمان، کلمات کلیدی مرتبط با فناوری‌های مهندسی تجمیع اراضی از حالت تک‌بعدی به چندبُعدی تغییر کرده و زمینه‌های تحقیق و توسعه از روش‌های آماده‌سازی زمین و کاربردهای کشاورزی به مطالعاتی مانند تثبیت شن و بهبود خاک توسعه یافته است (Ruan et al, 2024).

لوئیس اوسکونا-گامارا و همکاران (Oscanoa-Gamarra et al., 2025) به تحلیل علم‌سنجی تولیدات علمی در زمینه فناوری‌های کشاورزی پیش‌هیسپانیک پرداخته و پتانسیل این فناوری‌ها در مواجهه با چالش‌های معاصر مرتبط با امنیت غذایی و پایداری را مورد بررسی قرار دادند. در این پژوهش، ۵۸۴ مدرک از پایگاه اسکوپوس بین سال‌های ۱۹۳۲ تا ۲۰۲۴ مورد بررسی قرار گرفت و از نرم‌افزارهای ووس و یور و CiteSpace برای ترسیم شبکه‌های هم‌نویسندگی، واژه‌های کلیدی و همکاری‌های نهادی استفاده شد. نتایج نشان‌دهنده افزایش قابل توجه تعداد انتشارات از دهه ۱۹۸۰ به بعد، به‌ویژه رشد شتابان آن از دهه ۲۰۰۰ بود. ایالات متحده آمریکا با بیشترین حجم انتشارات در صدر

این حوزه قرار دارد، درحالی که کشورهای دیگری مانند بریتانیا، چین، هند و فرانسه نیز در این زمینه فعال هستند. تحلیل واژه‌های کلیدی اهمیت سیستم‌های کشاورزی سنتی (مانند زمین‌های مرتفع، ترس‌های کشاورزی و چینامپاس) و ادغام روش‌های مدرن (مانند ژنومیک و سنسجس از دور) را برای تقویت کاربرد این فناوری‌ها در سناریوهای تغییرات اقلیمی برجسته می‌کند. به‌طور کلی، توجه روزافزون به این فناوری‌ها نمایانگر ارزش آن‌ها به‌عنوان گزینه‌های پایدار و قابل اجرا است که با تنوع کشاورزی اکولوژیک همسو بوده و می‌توانند امنیت غذایی و تاب‌آوری سیستم‌های کشاورزی مدرن را افزایش دهند.

در سال‌های اخیر، پژوهش‌های متعددی به بررسی نقش فناوری‌های سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی و سنسجس از دور در مدیریت و نظارت بر کاربری اراضی پرداخته‌اند. زلفی گل و همکاران (۱۴۰۳) وضعیت مقالات علمی در زمینه بهینه‌سازی تخصیص کاربری اراضی را تحلیل کرده و نشان دادند که از سال ۲۰۱۰ به بعد، تولید مقالات در این حوزه به‌طور چشمگیری افزایش یافته است. همچنین، عوافی اکمل و محمدی (۱۴۰۴) با رویکرد علم‌سنجی تغییرات کاربری اراضی کشاورزی را بررسی و تأکید کردند که عوامل محیطی و اقتصادی نقش مهمی در این تغییرات دارند. روان و همکاران (Ruan et al, 2024) نیز به تحلیل پیشرفت‌های فناوری‌های مهندسی تجمیع اراضی در چین پرداخته و روندهای نوظهور در این حوزه را شناسایی کردند.

پژوهش حاضر به‌طور خاص از رویکرد علم‌سنجی برای تحلیل کاربردهای سنسجس از دور و سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی در مدیریت پایدار اراضی بهره گرفته است که از این نظر با مطالعات پیشین مانند پژوهش زلفی گلی و همکاران (۱۴۰۳)، ویی و همکاران (Wei et al., 2015) و بیلژکی (Biljecki, 2016) متفاوت است. درحالی که پژوهش زلفی گلی و همکاران (۱۴۰۳) به بررسی وضعیت مقالات علمی منتشرشده و روندهای تخصیص بهینه کاربری اراضی پرداخته‌اند، پژوهش حاضر بر رشد و الگوهای پژوهشی کلی در زمینه کاربردهای سنسجس از دور و سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی در مدیریت پایدار اراضی تمرکز دارد. همچنین، درحالی که ویی و همکاران (Wei et al., 2015) به شناسایی مقالات پر استناد در حوزه سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی پرداخته‌اند، این مطالعه با استفاده از نرم‌افزار ووس و یور شبکه‌های هم‌واژگانی، خوشه‌های موضوعی و همکاری‌های بین‌المللی را تحلیل کرده و ساختار علمی این حوزه را به‌طور عمیق و جامع بررسی می‌کند. این پژوهش تلاش داشته نمایی کلی از کاربردهای این فناوری‌ها در مدیریت پایدار اراضی ارائه دهد و برخلاف مطالعات پیشین که بیشتر بر جنبه‌های خاصی از فناوری‌های GIS و سنسجس از دور تمرکز کرده‌اند، پژوهش حاضر به تحلیل شبکه‌های هم‌واژگانی و خوشه‌های موضوعی مرتبط با این حوزه پرداخته و بر اهمیت همکاری‌های بین‌رشته‌ای و بین‌المللی در مواجهه با چالش‌های زیست‌محیطی تأکید می‌کند. این تفاوت‌ها نشان‌دهنده نیاز به یک رویکرد جامع‌تر در بررسی ارتباطات و تعاملات بین فناوری‌های GIS، سنسجس از دور و مدیریت پایدار اراضی است.

روش‌شناسی پژوهش

پژوهش حاضر به تحلیل علم‌سنجی کاربردهای فناوری سنسجس از دور در مدیریت پایدار اراضی می‌پردازد. این مطالعه از نوع کاربردی و توصیفی بوده و رویکرد آن علم‌سنجی است. جامعه آماری پژوهش شامل مقالات مرتبط با سنسجس از دور و مدیریت پایدار اراضی است که در بازه زمانی ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۴ در پایگاه اسکوپوس نمایه شده‌اند. برای شناسایی مقالات مرتبط، از یک راهبرد جست‌وجوی سامانمند و هدفمند استفاده شد که مراحل آن به شرح زیر است:

تحلیل علم‌سنجی و نگاشت دانش روندها و الگوهای پژوهشی در حوزه کاربردهای سنجش از دور ...

۱. تعیین کلمات کلیدی:

ابتدا کلمات کلیدی مرتبط با موضوع پژوهش شناسایی و انتخاب شدند. این کلمات شامل: سنجش از دور^۱، سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی^۲، مدیریت پایدار اراضی^۳، کشاورزی دقیق^۴، پایش منابع طبیعی^۵، تغییرات اقلیمی^۶، داده‌های فضایی^۷، مدیریت آب^۸، توسعه پایدار^۹ بود.

۲. راهبرد جست‌وجو:

در این پژوهش، از یک راهبرد جست‌وجوی سامانمند برای شناسایی مقالات مرتبط با موضوعات پژوهش در پایگاه اطلاعاتی اسکوپوس استفاده شد. نخست با بهره‌گیری از عملگر بولین OR، مقالاتی که به هر یک از موضوعات کلیدی پژوهش اشاره داشتند، شناسایی شدند. این موضوعات شامل موارد زیر بودند:

- "Remote Sensing"
- "Geographic Information Systems"
- "Sustainable Land Management"
- "Precision Agriculture"
- "Natural Resource Monitoring"
- "Climate Change"
- "Spatial Data"
- "Water Management"
- "Sustainable Development"

در مرحله بعد، برای محدود کردن نتایج به مقالاتی که به‌طور هم‌زمان به چندین موضوع مرتبط پرداخته‌اند، از عملگر AND استفاده شد. به‌عنوان مثال، جست‌و‌جوهایی مانند:

- ("Remote Sensing" AND "Sustainable Land Management")
- ("Geographic Information Systems" AND "Precision Agriculture")

انجام گرفت. این رویکرد به‌گونه‌ای طراحی شد که ترکیب هوشمندانه عملگرهای OR و AND نه تنها تناقضی ایجاد نمی‌کند، بلکه به‌عنوان مکمل یکدیگر، دقت و جامعیت نتایج جست‌وجو را افزایش می‌دهد.

علاوه بر این، محدوده زمانی انتشار مقالات به سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۴ محدود شد تا پژوهش‌های جدیدتر و مرتبط با موضوع مطالعه بررسی شوند. همچنین، با توجه به قابلیت پایگاه اسکوپوس در جست‌وجوی تودرتو، جست‌و‌جوهایی مبتنی بر عملگر AND در نتایج حاصل از جست‌وجوی OR انجام شدند. این ویژگی امکان فیلتر کردن دقیق‌تر مقالات و دستیابی به نتایج با کیفیت بالاتر را فراهم کرد.

۳. جست‌وجو در پایگاه داده:

کلمات و ترکیب‌های اشاره‌شده در مرحله قبل با در نظر گرفتن بازه زمانی ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۴، در پایگاه اسکوپوس جست‌وجو شدند. پس از این کار، مقالات شناسایی شده به‌دقت بررسی شدند تا اطمینان حاصل گردد که به موضوع

¹ Remote sensing

² Geographic Information Systems - GIS

³ Sustainable land management

⁴ Precision agriculture

⁵ Natural resource monitoring

⁶ Climate change

⁷ Spatial data

⁸ Water management

⁹ Sustainable development

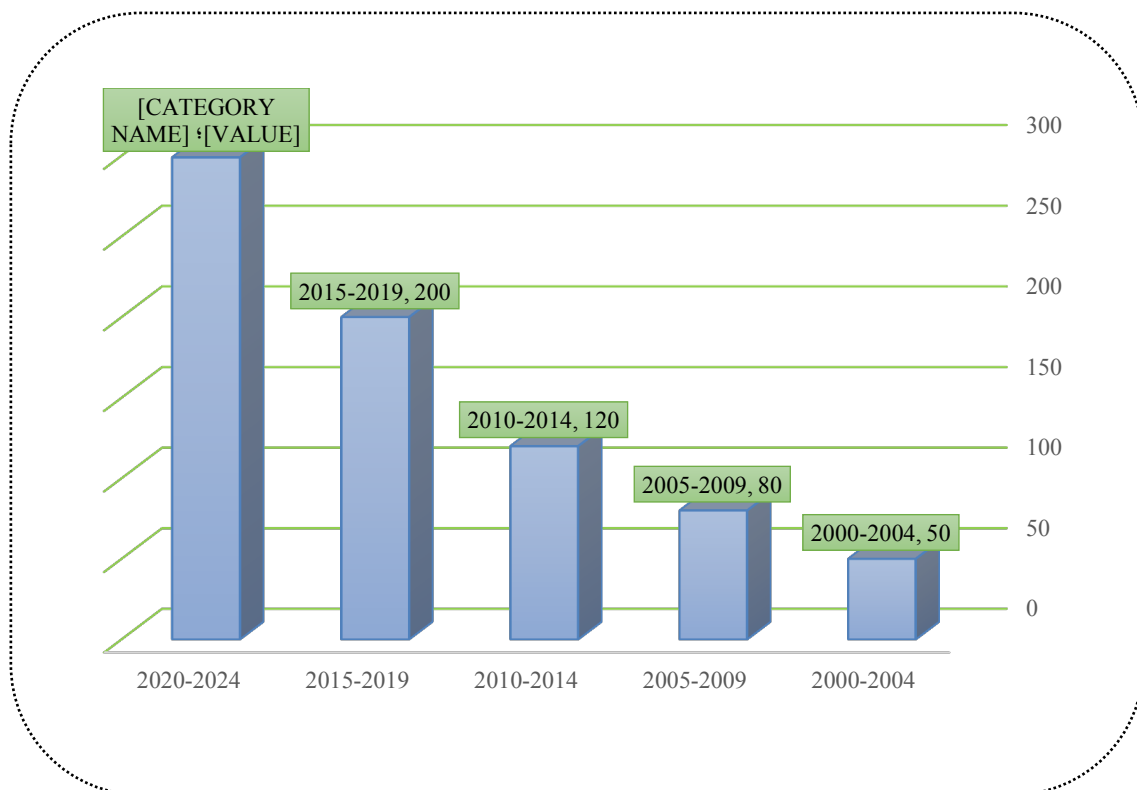
پژوهش مرتبط هستند و در نهایت، تعداد ۷۴۹ مقاله به عنوان جامعه آماری نهایی انتخاب شد. در این مرحله، تنها مقالات اصلی و پژوهشی وارد تحلیل شدند و مطالعات مروری و نامه‌های به سردبیر که معمولاً به بررسی عمیق و سامانمند موضوعات نمی‌پردازند، حذف شدند. این اقدام به منظور تمرکز بر پژوهش‌های تجربی و اصلی انجام شد که به درک بهتر روندها و نوآوری‌ها در زمینه سنجش از دور و سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی کمک می‌کند. به‌طور خاص، مقالات انتخاب شده شامل پژوهش‌های کیفی و کمی بودند که به بررسی متغیرهای مرتبط با علم سنجی (Scientometric Analysis) و ترسیم نقشه دانش (Knowledge Mapping) در کاربردهای سنجش از دور و سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی برای مدیریت پایدار اراضی می‌پرداختند.

به منظور آماده‌سازی داده‌ها برای ورود به نرم‌افزار ووس و یور، ابتدا مقالات شناسایی شده از پایگاه اسکوپوس با استفاده از فرمت مناسب (م CSV) استخراج شدند. در مرحله بعد، داده‌های مربوط به نام نویسندگان، سال انتشار، عنوان مقالات و کلیدواژه‌ها به دقت بررسی شدند تا اطمینان حاصل شود که تمامی اطلاعات لازم برای تحلیل علم سنجی در نرم‌افزار موجود است. برای اطمینان از صحت و روایی کلیدواژه‌ها، این کلمات بر اساس مرور متون علمی و تحقیقات پیشین انتخاب شدند و سپس با مشاوره با کارشناسان حوزه مرتبط و بررسی مقالات معتبر، تأیید شدند. به منظور افزایش روایی، از روش‌های دلفی و نظر سنجی از متخصصان در زمینه سنجش از دور و مدیریت پایدار اراضی استفاده شد تا اطمینان حاصل گردد که کلیدواژه‌ها به‌طور جامع و کامل نمایانگر موضوعات پژوهش هستند.

برای شناسایی خوشه‌ها و تحلیل داده‌ها از نرم‌افزار ووس و یور استفاده شد که به عنوان ابزاری قدرتمند برای تحلیل علم سنجی و بصری‌سازی شبکه‌های تحقیقاتی شناخته می‌شود. مراحل اصلی استفاده از این نرم‌افزار شامل ورود داده‌ها، ایجاد شبکه، محاسبه فراوانی و پیوندها، شناسایی خوشه‌ها، تحلیل و تفسیر خوشه‌ها و بصری‌سازی نتایج است. داده‌های مورد نیاز شامل مقالات علمی، واژگان کلیدی، عناوین و چکیده‌ها به صورت فایل‌های CSV یا BibTeX از پایگاه‌های داده علمی استخراج و وارد نرم‌افزار ووس و یور شدند. پس از این کار، نرم‌افزار یک شبکه از واژگان کلیدی ایجاد می‌کند که در آن، گره‌ها نمایانگر واژگان کلیدی و لبه‌ها نمایانگر ارتباطات بین آن‌ها هستند. نرم‌افزار ووس و یور به‌طور خودکار فراوانی هر واژه و قدرت پیوند آن را با سایر واژه‌ها محاسبه می‌کند که قدرت پیوند به معنای شدت ارتباط یک واژه با دیگر واژگان در شبکه است. تعداد خوشه‌ها بر اساس تنظیمات پیش فرض نرم‌افزار به صورت خودکار تعیین می‌شود و هر خوشه با رنگی متفاوت نمایش داده می‌شود که نمایانگر یک خوشه مستقل است و این رنگ‌بندی به بصری‌سازی ساختار و ارتباطات درون شبکه کمک می‌کند. پس از شناسایی خوشه‌ها، پژوهشگران می‌توانند به تحلیل و تفسیر این خوشه‌ها پرداخته و ارتباطات بین مفاهیم مختلف را شناسایی کنند. همچنین، نرم‌افزار ووس و یور به کاربران این امکان را می‌دهد که نتایج را به صورت بصری نمایش دهند که در این نمایش بصری، رنگ‌ها نقش کلیدی ایفا می‌کنند. برای تعیین میزان ارتباطات و شدت روابط درون خوشه‌ها، قدرت پیوند کل در هر عنصر به عنوان یک معیار کمی مورد استفاده قرار می‌گیرد که نشان‌دهنده مجموع وزن‌های پیوندهای هر عنصر با سایر عناصر در شبکه است. در نهایت، این رویکرد به‌طور علمی، هم ساختار کلی شبکه را توضیح می‌دهد و هم میزان وابستگی و تأثیرگذاری عناصر مختلف را در قالب معیارهای کمی ارائه می‌کند. با به‌کارگیری این روش‌شناسی، پژوهش حاضر به شناسایی خوشه‌های اصلی و ارتباطات بین واژگان کلیدی در زمینه کاربردهای سنجش از دور و سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی در مدیریت پایدار اراضی پرداخته است و نتایج آن می‌تواند به درک بهتر ساختار و روندهای تحقیقاتی در این حوزه کمک کند.

یافته‌های پژوهش

پاسخ به پرسش اول پژوهش. روند و وضعیت مطالعات بین‌المللی در زمینه کاربردهای سنجش از دور و سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی در مدیریت پایدار اراضی طی سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۴ چگونه است؟ شکل ۱، روند مطالعات منتشرشده در این حوزه را نشان می‌دهد. بر اساس نتایج، کاربرد سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی و سنجش از دور برای مدیریت پایدار اراضی در بازه زمانی ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۴، افزایش چشمگیری داشته است. در دوره ۲۰۰۰ تا ۲۰۰۴، تعداد مقالات منتشرشده تنها ۵۰ مورد بود که به دلیل نوپا بودن فناوری‌های سنجش از دور و سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی و عدم آگاهی کافی از کاربردهای آن‌ها در مدیریت اراضی، طبیعی به نظر می‌رسد. با گذشت زمان و رشد فناوری، در دوره ۲۰۰۵ تا ۲۰۰۹، تعداد مقالات به ۸۰ مورد افزایش یافت و این روند در دوره ۲۰۱۰ تا ۲۰۱۴ به ۱۲۰ مقاله رسید. این افزایش نشان‌دهنده گسترش پژوهش‌ها و توسعه فناوری‌های مرتبط با سنجش از دور و سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی است که به پژوهشگران امکان می‌دهد تا تحلیل‌های دقیق‌تری در زمینه مدیریت پایدار اراضی انجام دهند. در دوره ۲۰۱۵ تا ۲۰۱۹، تعداد مقالات به ۲۰۰ مورد رسید که حاکی از یک جهش قابل توجه در تولید دانش و پژوهش‌های کاربردی در این حوزه است. این افزایش می‌تواند ناشی از رشد روزافزون چالش‌های محیطی و نیاز به راه‌حل‌های پایدار در مدیریت اراضی باشد. سرانجام، در دوره ۲۰۲۰ تا ۲۰۲۴، تعداد مقالات به ۲۹۹ مورد رسید که بیانگر اوج توجه به این حوزه و افزایش پژوهش‌های مرتبط با کاربردهای نوآورانه سنجش از دور و سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی در مدیریت پایدار اراضی است.



شکل ۱. روند مطالعات منتشرشده

پاسخ به پرسش دوم پژوهش. واژگان پرکاربرد در مطالعات مرتبط با سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی و سنجش از دور در زمینه مدیریت پایدار اراضی طی سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۴ چه هستند؟

جدول ۱، به بررسی و تحلیل واژگان پرکاربرد در مطالعات مرتبط با سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی و سنجش از دور در حوزه مدیریت پایدار اراضی می‌پردازد. این جدول شامل ۲۰ واژه کلیدی است که بیانگر روندهای غالب پژوهشی و موضوعات مورد توجه پژوهشگران در حوزه مورد بررسی است.

بر اساس نتایج، عبارت سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی (GIS) با ۱۰۳۴ وقوع و قدرت پیوند کل ۹۸۷۴، به‌عنوان پرکاربردترین واژه شناسایی شده است. این یافته نشان‌دهنده نقش محوری و اهمیت بالای این سامانه در تحلیل داده‌های جغرافیایی و پشتیبانی از تصمیم‌گیری‌های مرتبط با مدیریت اراضی است. پس از آن، واژه «کشاورزی» با ۸۷۴ وقوع و قدرت پیوند ۹۴۱۲، بیانگر ارتباط نزدیک میان فناوری‌های GIS و کاربردهای آن در بهینه‌سازی فرایندهای کشاورزی است.

همچنین تکرار بالای واژه‌های سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی (۷۷۴ وقوع) و سنجش از دور (۵۰۰ وقوع) مؤید تمرکز پژوهشگران بر ابزارهای تحلیلی و فناوری‌های نوین در مطالعات مدیریت اراضی است. از سوی دیگر، واژگان تغییر کاربری زمین و هوش مصنوعی که به ترتیب ۳۱۸ و ۱۹۷ وقوع داشته‌اند، نشان‌دهنده توجه فزاینده به تغییرات محیطی و به‌کارگیری روش‌های نوین تحلیل داده‌ها در این حوزه پژوهشی هستند.

در این میان، واژه‌های مرتبط با منابع طبیعی و محیط‌زیست نیز سهم قابل توجهی دارند. مفاهیمی همچون کیفیت آب، آب‌های زیرزمینی، آلودگی آب و مدیریت آب به‌روشنی بیانگر نگرانی‌ها و چالش‌های مربوط به منابع آبی و تأثیر آن‌ها بر کشاورزی و پایداری محیط‌زیست است.

همچنین، واژه ارزیابی ریسک با ۱۰۵ بار وقوع، بر اهمیت شناسایی، ارزیابی و مدیریت ریسک‌های زیست‌محیطی در فرایند تصمیم‌گیری‌ها و سیاست‌گذاری‌ها مرتبط با مدیریت پایدار اراضی تأکید دارد.

جدول ۱. رتبه‌بندی واژگان پرکاربرد در حوزه مورد مطالعه بر اساس فراوانی و شدت ارتباط با سایر مفاهیم

مفاهیم پرکاربرد	تعداد وقوع‌ها	قدرت پیوند کل
جی‌آی‌اس (GIS)	۱۰۳۴	۹۸۷۴
کشاورزی	۸۷۴	۹۴۱۲
سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی	۷۷۴	۸۶۸۳
سنجش از دور	۵۰۰	۴۲۹۸
تغییر کاربری زمین	۳۱۸	۴۰۶۲
هوش مصنوعی	۱۹۷	۳۸۴۳
سامانه اطلاعات جغرافیایی	۲۰۷	۳۲۳۵
تصمیم‌گیری	۱۹۰	۲۳۵۹
خاک‌ها	۱۷۸	۲۳۲۹
پایش محیطی	۱۱۵	۲۲۸۷
کیفیت آب	۱۳۴	۲۲۵۶
اراضی کشاورزی	۱۴۰	۱۹۳۴
محصولات	۱۶۰	۱۸۹۲

ادامه جدول ۱. رتبه‌بندی واژگان پرکاربرد در حوزه مورد مطالعه بر اساس فراوانی و شدت ارتباط با سایر مفاهیم

مفاهیم پرکاربرد	تعداد وقوعها	قدرت پیوند کل
آب‌های زیرزمینی	۱۲۲	۱۷۴۳
مدیریت آب	۱۱۴	۱۷۱۸
ارزیابی ریسک	۱۰۵	۱۷۱۱
حوزه‌های آبخیز	۱۰۸	۱۶۲۱
خاک	۸۵	۱۵۳۹
آلودگی آب	۸۰	۱۵۲۹
تأمین آب	۷۹	۱۵۱۵

پاسخ به پرسش سوم پژوهش: خوشه‌های اصلی و ارتباطات بین واژگان کلیدی در پژوهش‌های مرتبط با GIS و سنجش از دور در مدیریت پایدار اراضی طی سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۴ چه هستند؟

جدول ۲ خوشه‌های اصلی و واژگان کلیدی مرتبط با پژوهش‌های حوزه سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی و سنجش از دور در مدیریت پایدار اراضی را نشان می‌دهد. نتایج حاکی از آن است که مهم‌ترین خوشه، «سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی» است که با بالاترین تعداد وقوع و بیشترین قدرت پیوند، نقش محوری این فناوری را در جمع‌آوری و تحلیل داده‌های جغرافیایی برجسته می‌سازد. خوشه دوم، «سنجش از دور»، به فرایند جمع‌آوری داده‌ها از فواصل دور اشاره دارد و بر اهمیت تصویرسازی ماهواره‌ای تأکید می‌کند. همچنین، خوشه «کشاورزی دقیق» به ارتباط نزدیک میان فناوری سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی و سنجش از دور در بهینه‌سازی فرایندهای کشاورزی اشاره دارد. خوشه «آب و کیفیت آن» بر مدیریت منابع آبی و تأثیرات آن‌ها بر محیط‌زیست تمرکز دارد و در نهایت، خوشه «مدیریت اراضی» بر ضرورت بهینه‌سازی استفاده از منابع طبیعی و تدوین راهبردهای پایدار تأکید می‌کند. برای آگاهی از جزئیات بیشتر، به جدول ۲، مراجعه شود.

جدول ۲. خوشه‌های اصلی، واژگان مرتبط در هر خوشه، تعداد وقوعها و قدرت پیوند

شماره خوشه	نام خوشه	واژگان کلیدی	تعداد وقوعها	قدرت پیوند کل
۱	سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی (GIS)	سامانه‌های اطلاعاتی، کشاورزی دقیق، مدیریت آب	۱۰۳۴	۹۸۷۴
۲	سنجش از دور (Remote Sensing)	تصویرسازی ماهواره‌ای، پردازش داده‌ها، تجزیه و تحلیل اقتصاد	۵۰۰	۴۲۹۸
۳	کشاورزی دقیق (Precision Agriculture)	ردیابی محصولات، مدیریت خاک، کشت، داده‌های فضایی	۸۷۴	۹۴۱۲
۴	آب و کیفیت آن	آب زیرزمینی، آلودگی آب، مدیریت آب و خطرات زیست‌محیطی	۱۳۴	۲۲۵۶
۵	مدیریت اراضی	استفاده از زمین، آبیاری، مدیریت خاک، توزیع مکانی، روش‌های پایدار	۱۴۰	۱۹۳۴
۶	سایر خوشه‌ها	تغییر اقلیم، ارزیابی آسیب‌پذیری، پراکنش مکانی و تنوع زیستی	-	-

تحلیل علم‌سنجی و نگاشت دانش روندها و الگوهای پژوهشی در حوزه کاربردهای سنجش از دور ...

و منابع طبیعی برای تأمین نیازهای انسانی و حفظ محیط‌زیست است. مفاهیم کلیدی این خوشه شامل «استفاده از زمین» (تخصیص و مدیریت زمین‌ها برای فعالیت‌های مختلف)، «آبیاری» (تأمین آب برای محصولات کشاورزی و بهبود بهره‌وری)، «مدیریت خاک» (حفظ و بهبود کیفیت خاک و افزایش باروری)، «توزیع مکانی» (الگوهای فضایی و توزیع منابع) و «روش‌های پایدار» (فنون و استراتژی‌هایی برای حفظ منابع طبیعی و کاهش تأثیرات منفی بر محیط‌زیست) است. این خوشه به‌طور مستقیم با سایر خوشه‌های پژوهشی، از جمله سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی و سنجش از دور، مرتبط است. سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی به تحلیل داده‌های فضایی و بهینه‌سازی استفاده از زمین کمک می‌کند و سنجش از دور امکان نظارت بر تغییرات زمین و منابع طبیعی را فراهم می‌آورد. همچنین، کشاورزی دقیق با اتکا به داده‌های فضایی، نقش مؤثری در بهینه‌سازی فرایندهای کشت و برداشت ایفا می‌کند. در مجموع، خوشه مدیریت اراضی نقشی مهم در تحقق مدیریت پایدار اراضی و ارتقای کیفیت و بهره‌وری منابع طبیعی دارد.



شکل ۳. مفاهیم اصلی در خوشه مدیریت اراضی

پاسخ به پرسش چهارم پژوهش. کدام مراجع علمی و نشریات بیشترین تعداد مقالات و تولیدات علمی را در زمینه کاربردهای سنجش از دور و سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی در مدیریت پایدار اراضی منتشر کرده‌اند؟

جدول ۳ به بررسی مراجع علمی منتشرکننده مقالات در حوزه کاربردهای سنجش از دور و سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی در مدیریت پایدار اراضی می‌پردازد و اطلاعات مهمی درباره تعداد مستندات (تعداد مقالات منتشرشده) و میزان ارجاعات (تعداد ارجاع به مقالات منتشرشده) هر منبع ارائه می‌دهد. در این جدول، مشاهده می‌شود که نشریه "Computers and Electronics in Agriculture" با ۳۵ مستند و ۳۲۱۰ ارجاع، به‌طور چشمگیری پیش‌تاز است که بیانگر نقش محوری این نشریه در انتشار مقالات مرتبط با کاربردهای فناوری‌های نوین در حوزه کشاورزی و مدیریت اراضی است. همچنین، "Agricultural Water Management" و "Agricultural Systems" به ترتیب با ۱۷ و ۵ مستند و ارجاعات ۵۹۷ و ۴۳۳، به‌عنوان منابع معتبر در زمینه مدیریت آب و سامانه‌های کشاورزی محسوب می‌شوند. نتایج بیشتر در جدول ۳ ارائه شده است.

جدول ۳. مراجع علمی منتشرکننده مقالات در زمینه کاربردهای سنجش از دور و GIS در مدیریت پایدار اراضی

نام منبع	نوع منبع	تعداد مستندات	تعداد استناد
International Conference 2013	مجموعه مقالات کنفرانس	۵	۱۹
Agricultural Systems	مجله	۵	۴۳۳
Chinese Journal of Applied Ecology	مجله	۵	۴۱
Agris Online Papers in Economics	مجله	۵	۱۲
AIP Conference Proceedings	مجموعه مقالات کنفرانس	۵	۵
Asian Conference on Remote Sensing	مجموعه مقالات کنفرانس	۵	۰
Ecological Indicators	مجله	۶	۱۹۹
Arabian Journal of Geosciences	مجله	۶	۱۰۱
Acta Horticulturae	مجله	۷	۱۵
Advanced Materials Research	مجله	۷	۷
Applied Engineering in Agriculture	مجله	۸	۲۲۱
E3S Web of Conferences	مجموعه مقالات کنفرانس	۹	۳۲
Asian Conference on Remote Sensing	مجموعه مقالات کنفرانس	۹	۳
CEUR Workshop Proceedings	مجله	۱۰	۱۳
Agriculture, Ecosystems and Environment	مجله	۱۱	۵۰۸
American Society of Agricultural and Biological Engineers	مجله	۱۲	۵
Agronomy	مجله	۱۴	۲۴۸
Agricultural Water Management	مجموعه مقالات کنفرانس	۱۷	۵۹۷
Communications in Computer and Information Science	مجله	۱۸	۰
Computers and Electronics in Agriculture	مجموعه مقالات کنفرانس	۳۵	۳۲۱۰

شکل ۳، شبکه مراجع علمی منتشرکننده مقالات در حوزه سنجش از دور و سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی در مدیریت پایدار اراضی را نشان می‌دهد. این نمودار، بیانگر یک شبکه پیچیده و غیرخطی است که مجموعه‌ای از مراجع علمی و ناشران فعال در حوزه سنجش از دور و سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی در مدیریت پایدار اراضی را نشان می‌دهد. ساختار پراکنده و درهم‌تنیده شبکه، بیانگر تعامل چندوجهی و چندسطحی میان منابع مختلف علمی است و نشان می‌دهد این حوزه پژوهشی در حال توسعه، از تبادل دانش و همکاری‌های علمی گسترده، به‌ویژه در سطح بین‌المللی برخوردار است. اندازه‌های بزرگ‌تر و برجسته‌تر بودن نمادهای مربوط به برخی مراجع، بیانگر اهمیت، میزان تأثیرگذاری یا تعداد استنادهای بالاتر آن‌هاست که حاکی از نقش کلیدی این منابع در توسعه و ترویج مفاهیم مرتبط با سنجش از دور و سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی در مدیریت اراضی پایدار است. این شبکه شامل انواع مختلفی از مراجع علمی، از جمله مجلات، کنفرانس‌ها و همایش‌هاست. نزدیکی زیاد و فاصله کم میان این مراجع، بیانگر تمرکز

تحلیل علم‌سنجی و نگاشت دانش روندها و الگوهای پژوهشی در حوزه کاربردهای سنجش از دور ...

فعالیت‌های تحقیقاتی در حوزه‌های سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی و سنجش از دور در سطح جهانی را نشان می‌دهد و اهمیت این فناوری‌ها در مدیریت پایدار اراضی را به تصویر می‌کشد.

بحث و نتیجه‌گیری

پژوهش حاضر به تحلیل علم‌سنجی و نگاشت دانش روندها و الگوهای پژوهشی در حوزه کاربردهای سنجش از دور و سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی برای توسعه پایدار مدیریت اراضی طی سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۴ پرداخت. تحلیل روند مطالعات منتشرشده نشان‌دهنده افزایش چشمگیر توجه پژوهشگران به این حوزه در سال‌های اخیر است. از سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۴، تعداد مقالات منتشرشده از ۵۰ مورد در سال ۲۰۰۰ به ۲۹۹ مورد در سال ۲۰۲۴ افزایش یافته است. این روند افزایشی، به‌ویژه در دوره‌های ۲۰۱۰ تا ۲۰۱۴ و ۲۰۱۵ تا ۲۰۱۹، بیانگر گسترش پژوهش‌ها و توسعه فناوری‌های مرتبط با سنجش از دور و سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی است. به‌طورکلی، یافته‌های این مطالعه هم‌راستا با نتایج پژوهش‌های پیشین است و نشان‌دهنده رشد و توجه فزاینده به این حوزه در سال‌های اخیر است. به‌عنوان مثال، زلفی‌گل و همکاران (۱۴۰۳) به افزایش تولید مقالات در زمینه بهینه‌سازی تخصیص کاربری اراضی از سال ۲۰۱۰ به بعد اشاره کرده‌اند. این نتایج نمایانگر روندی مشابه در دو مطالعه است که به افزایش توجه پژوهشگران به کاربردهای سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی و سنجش از دور در مدیریت پایدار اراضی اشاره کرده‌اند. همچنین، عوافی‌اکمل و محمدی (۱۴۰۴) به افزایش توجه به پژوهش‌ها در زمینه تغییرات کاربری اراضی کشاورزی از سال ۲۰۱۵ به بعد پرداخته‌اند که یافته آن‌ها نیز تأییدکننده روند رو به رشد در این حوزه است.

نتایج تحلیل واژگان پرکاربرد نشان می‌دهد که واژه "GIS" با ۱۰۳۴ وقوع، پرکاربردترین واژه در این مطالعات است. این یافته اهمیت بالای سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی در تحلیل داده‌های جغرافیایی و تصمیم‌گیری‌های مرتبط با مدیریت اراضی را نشان می‌دهد. واژه‌های دیگری مانند «کشاورزی»، «سنجش از دور» و «تغییر کاربری زمین» نیز جز واژگان پرکاربرد بودند. نتایج تحلیل واژگان پرکاربرد در این پژوهش، مانند واژه "GIS"، با یافته‌های پژوهش‌های پیشین همخوانی دارد. در پژوهش وی و همکاران (Wei et al., 2015) نیز بر اهمیت GIS در تحلیل داده‌های جغرافیایی تأکید شده که نشان‌دهنده هم‌راستایی در توجه به این فناوری در هر دو مطالعه است.

خوشه‌های اصلی شناسایی‌شده در این پژوهش، شامل «سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی»، «حسگری از دور»، «کشاورزی دقیق» و «مدیریت اراضی» است. این خوشه‌ها ارتباطات عمیق بین فناوری سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی و سنجش از دور و کاربردهای آن‌ها در مدیریت پایدار اراضی را نشان می‌دهند.

تحلیل مراجع علمی بیانگر تنوع و گستردگی منابع علمی در حوزه‌های مختلف کشاورزی و مدیریت منابع آب است. نشریات پیشرو مانند "Computers and Electronics in Agriculture" و "Agricultural Water Management" به‌عنوان منابع معتبر در این حوزه شناخته می‌شوند. این یافته‌ها نشان‌دهنده اهمیت این نشریات در انتشار مقالات معتبر و کاربردی است که می‌توانند به مدیران و برنامه‌ریزان در سیاست‌گذاری و مدیریت بهینه کاربری اراضی کمک کنند.

تحلیل شبکه کشورهای پیشرو نشان می‌دهد که ایالات متحده آمریکا و هند به‌عنوان دو کشور کلیدی، نقش مهمی در این حوزه ایفا می‌کنند. ارتباطات قوی بین کشورها، به‌ویژه بین کشورهای شمالی اروپا و ایالات متحده، نشان‌دهنده همکاری‌های علمی و تبادل اطلاعات در این زمینه است. در حوزه شبکه‌های همکاری و ارتباطات بین‌المللی، نتایج

این مطالعه با یافته‌های بیلژکی (Biljecki, 2016) نیز هم‌راستا است که به افزایش همکاری‌های بین‌المللی در حوزه GIScience اشاره دارد. پژوهش حاضر نیز به ارتباطات قوی بین کشورهای مختلف و همکاری‌های علمی در این زمینه تأکید دارد.

در مجموع، این پژوهش نشان می‌دهد که فناوری سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی و سنسجش از دور به‌عنوان ابزارهای راهبردی در مدیریت پایدار اراضی، اهمیت بالایی دارند. نتایج این مطالعه می‌تواند راهنمایی برای سیاست‌گذاری در بخش‌های مختلف کشاورزی، برنامه‌ریزی شهری و مدیریت منابع طبیعی باشد.

نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که در سال‌های اخیر، توجه پژوهشگران به کاربردهای سنسجش از دور و سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی در حوزه‌های مختلف، از جمله کشاورزی دقیق، مدیریت منابع آبی و برنامه‌ریزی شهری به‌طور چشمگیری افزایش یافته است. روند رو به رشد تعداد مقالات منتشر شده در این زمینه، گواهی بر این واقعیت است که این فناوری‌ها به ابزاری کلیدی در تحلیل و مدیریت منابع طبیعی تبدیل شده‌اند. برای نمونه، استفاده از داده‌های سنسجش از دور برای پایش وضعیت پوشش گیاهی و کیفیت آب، به کشاورزان و مدیران کمک می‌کند تا تصمیمات بهتری در زمینه مدیریت آبیاری و کوددهی اتخاذ کنند.

سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی با فراهم کردن داده‌های دقیق و به‌روز، امکان شناسایی الگوهای فضایی و زمانی، مدل‌سازی تغییرات کاربری زمین و پایش وضعیت منابع طبیعی را برای پژوهشگران و تصمیم‌گیرندگان فراهم می‌کند. این اطلاعات می‌تواند در اتخاذ تصمیمات بهتر و سیاست‌گذاری‌های مؤثرتر در مدیریت پایدار اراضی مؤثر باشد. برای نمونه، در برنامه‌ریزی شهری، سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی می‌تواند به شناسایی مناطق آسیب‌پذیر در برابر تغییرات اقلیمی و ارائه راهکارهای مناسب برای بهبود زیرساخت‌ها و خدمات عمومی کمک کند.

پیشنهاد‌های اجرایی پژوهش

با توجه به نتایج به‌دست‌آمده از این مطالعه، زمینه‌های زیر جهت پژوهش بیشتر پیشنهاد می‌شود:

- **تقویت همکاری‌های بین‌نهادی:** با توجه به نتایج پژوهش، ایجاد شبکه‌های همکاری میان دانشگاه‌ها، مراکز پژوهشی و سازمان‌های دولتی و خصوصی برای تبادل داده‌ها و نتایج پژوهش‌ها می‌تواند به بهبود کیفیت و کارایی پژوهش‌ها در زمینه سنسجش از دور و سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی کمک کند.
- **برگزاری کارگاه‌های آموزشی:** برگزاری کارگاه‌ها و دوره‌های آموزشی برای پژوهشگران و کارشناسان در حوزه‌های سنسجش از دور و سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی باهدف افزایش آگاهی و به‌روزرسانی اطلاعات فنی و علمی آن‌ها در این زمینه، می‌تواند به ارتقای ظرفیت‌های علمی و عملی آن‌ها کمک کند. این کارگاه‌ها با ارائه محتوای آموزشی متنوع و کاربردی، شامل مباحثی نظیر تحلیل داده‌های سنسجش از دور، استفاده از نرم‌افزار سامانه اطلاعات جغرافیایی، روش‌های نوین در مدیریت پایدار منابع طبیعی و فنون تحلیل فضایی، فرصتی برای تبادل تجربیات و بهترین شیوه‌ها را فراهم می‌آورد.
- **ایجاد بانک‌های اطلاعاتی ملی:** با توجه به اهمیت کلان‌داده‌ها و رشد فنون داده‌کاوی، توسعه بانک‌های اطلاعاتی ملی برای ذخیره‌سازی و مدیریت داده‌های سنسجش از دور و سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی، به‌عنوان منبعی برای پژوهشگران، سیاست‌گذاران و تصمیم‌گیرندگان در راستای انجام مطالعات آینده‌پژوهی بسیار ضروری به نظر می‌رسد.

تحلیل علم‌سنجی و نگاشت دانش روندها و الگوهای پژوهشی در حوزه کاربردهای سنجش از دور ...

- **ضرورت همکاری‌های بین‌رشته‌ای و بین‌تخصصی:** با توجه به نتایج این پژوهش و دستیابی به این واقعیت که کارایی فناوری‌های سنجش از دور و سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی وابسته به داده‌های حوزه‌های مختلف است، پیشنهاد می‌شود پژوهشگران رشته‌ها و تخصص‌های مختلف با یکدیگر همکاری‌های پژوهشی داشته باشند تا بتوانند مطالعات کارا تر و کاربردی‌تری ارائه دهند.

پیشنهاد برای پژوهش‌های آتی

- محورهای مطالعاتی زیر برای پژوهشگران آینده توصیه می‌شود:
- **مدل‌سازی کلان‌داده‌ها:** با توجه به افزایش حجم داده‌ها و رشد فنون داده‌کاوی از یک‌سو و اهمیت مباحث آینده‌پژوهی بر مبنای تحلیل روندها از سوی دیگر، از این‌رو، مدل‌سازی و تحلیل کلان‌داده‌های سنجش از دور به کمک روش‌های پیشرفته مانند یادگیری عمیق و یادگیری ماشین، باهدف ارتقای دقت و کارایی تحلیل‌ها، می‌تواند حوزه پژوهشی جذابی باشد.
- **کاربردهای نوین سنجش از دور:** با توجه به ظهور زمینه‌های جدید در به‌کارگیری سنجش از دور در رشته‌ها و حوزه‌های مختلف، پژوهش در کاربردهای نوین مانند سنجش از دور هیپراسپکتري و LiDAR در مدیریت منابع طبیعی و کشاورزی دقیق برای مطالعات آتی پیشنهاد می‌شود.

تقدیر و تشکر (Acknowledgement)

این مقاله برگرفته از رساله دکتری در دانشگاه بوعلی سینا است و بدین‌وسیله، از حمایت مالی معاونت پژوهش و فناوری آن دانشگاه سپاسگزاری می‌شود.

تعارض منافع (Conflict of Interest)

نویسندگان اعلام می‌دارند که در خصوص انتشار این مقاله تضاد منافع وجود ندارد. علاوه بر این، موضوعات اخلاقی، از جمله سرقت ادبی، رضایت آگاهانه، سوء رفتار، جعل داده‌ها، انتشار و ارسال مجدد و مکرر و همچنین، سیاست مجله در قبال استفاده از هوش مصنوعی از سوی نویسندگان رعایت شده است.

فهرست منابع

- آزادی احمدآبادی، ق. (۱۴۰۴). پیش‌بینی تأثیرگذاری پژوهش‌های علمی حوزه زیست‌فناوری با استفاده از الگوریتم‌های یادگیری ماشین. *پژوهش‌نامه علم‌سنجی*، ۱۱(۱)، ۱-۲۴.
<https://doi.org/10.22070/rsci.2024.18868.1719>
- زلفی گل، م.، عباس زاده طهرانی، ن.، و جانعلی پور، م. (۱۴۰۳). به‌کارگیری رویکرد علم‌سنجی به‌منظور تجزیه و تحلیل مطالعات تخصیص بهینه کاربری اراضی در سیستم اطلاعات مکانی. *مطالعات کاربردی علم‌سنجی*، ۱(۳)، ۱۸-۷.
<https://doi.org/10.22091/apss.2024.11827.1022>
- عواطفی اکمل، ف.، و محمدی، ی. (۱۴۰۴). ترسیم نقشه علمی محرک‌های تغییر کاربری اراضی کشاورزی با رویکرد علم‌سنجی. *مجله علم‌سنجی کاسپین*، ۱۲(۱)، ۱-۱۳.
<http://dx.doi.org/10.22088/cjs.12.1.1.13>

- Aavatefi Akmal, F., & Mohammadi, Y. (2025). Mapping the scientific drivers of agricultural land use change using a scientometric approach. *Caspian Journal of Scientometrics*, 12(1), 1-13. <http://dx.doi.org/10.22088/cjs.12.1.1> [In Persian].
- Anand, B., Mariyappan, S., Rekha, R. S., Durai, P., Akila, S., Maniyammai, V., & Ramaswamy, K. (2024). Long-term shoreline and LULC change computational analysis in part of the east coast of Tamilnadu using geoinformation tools. *Journal of Sedimentary Environments*, 9(3), 707-726. <https://doi.org/10.1007/s43217-024-00191-9>
- Azadi Ahmadabadi, Q. (2025). Predicting the impact of scientific research in the field of biotechnology using machine learning algorithms. *Journal of Science Measurement*, 11(1), 1-24. <https://doi.org/10.22070/rsci.2024.18868.1719> [In Persian].
- Bastiaanssen, W. G., Molden, D. J., & Makin, I. W. (2000). Remote sensing for irrigated agriculture: examples from research and possible applications. *Agricultural Water Management*, 46(2), 137-155. [https://doi.org/10.1016/S0378-3774\(00\)00080-9](https://doi.org/10.1016/S0378-3774(00)00080-9)
- Bendre, M., Thool, R., & Thool, V. (2015, September 4-5). *Big data in precision agriculture: Weather forecasting for future farming* [Conference presentation]. 1st international Conference on Next Generation Computing Technologies (NGCT), Dehradun, India. IEEE Xplore. <https://doi.org/10.1109/NGCT.2015.7375220>
- Biljecki, F. (2016). A scientometric analysis of selected GIScience journals. *International Journal of Geographical Information Science*, 30(7), 1302-1335. <https://doi.org/10.1080/13658816.2015.1130831>
- Blaschke, T. (2010). Object based image analysis for remote sensing. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 65(1), 2-16. <https://doi.org/10.1016/j.isprsjprs.2009.06.004>
- Chen, C. P., & Zhang, C.-Y. (2014). Data-intensive applications, challenges, techniques and technologies: A survey on Big Data. *Information sciences*, 275, 314-347. <https://doi.org/10.1016/j.ins.2014.01.015>
- Chi, M., Plaza, A., Benediktsson, J. A., Sun, Z., Shen, J., & Zhu, Y. (2016). Big data for remote sensing: Challenges and opportunities. *Proceedings of the IEEE*, 104(11), 2207-2219. <https://doi.org/10.1109/JPROC.2016.2598228>
- Huang, Y. (2009). Advances in artificial neural networks—methodological development and application. *Algorithms*, 2(3), 973-1007. <https://doi.org/10.3390/algor2030973>
- Huang, Y., Chen, Z.-x., Tao, Y., Huang, X.-z., & Gu, X.-f. (2018). Agricultural remote sensing big data: Management and applications. *Journal of Integrative Agriculture*, 17(9), 1915-1931. [https://doi.org/10.1016/S2095-3119\(17\)61859-8](https://doi.org/10.1016/S2095-3119(17)61859-8)
- Huang, Y., Lan, Y., Thomson, S. J., Fang, A., Hoffmann, W. C., & Lacey, R. E. (2010). Development of soft computing and applications in agricultural and biological engineering. *Computers and Electronics in Agriculture*, 71(2), 107-127. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2010.01.001>
- Jasim, B. S., Al-Saedi, A. S. J., & Kadhum, Z. M. (2024). *Using remote sensing application for verification of thematic maps produced based on high-resolution satellite images* [Conference presentation]. AIP Conference Proceedings. <https://doi.org/10.1063/5.0199654>
- Liu, P. (2015). A survey of remote-sensing big data. *Frontiers in Environmental Science*, 3, 45. <https://doi.org/10.3389/fenvs.2015.00045>

- Liu, Z. (2025). Rural land sustainability development planning and use by considering land multifunction values: A case study of analysis and simulation. *Land Use Policy*, 150, 107455. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2024.107455>
- Ma, Y., Wu, H., Wang, L., Huang, B., Ranjan, R., Zomaya, A., & Jie, W. (2015). Remote sensing big data computing: Challenges and opportunities. *Future Generation Computer Systems*, 51, 47-60. <https://doi.org/10.1016/j.future.2014.10.029>
- Mohanty, S. P., Hughes, D. P., & Salathé, M. (2016). Using deep learning for image-based plant disease detection. *Frontiers in Plant Science*, 7, 215232. <https://doi.org/10.3389/fpls.2016.01419>
- Moran, M. S., Inoue, Y., & Barnes, E. (1997). Opportunities and limitations for image-based remote sensing in precision crop management. *Remote Sensing of Environment*, 61(3), 319-346. [https://doi.org/10.1016/S0034-4257\(97\)00045-X](https://doi.org/10.1016/S0034-4257(97)00045-X)
- Mulla, D. J. (2013). Twenty five years of remote sensing in precision agriculture: Key advances and remaining knowledge gaps. *Biosystems Engineering*, 114(4), 358-371. <https://doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2012.08.009>
- Nizamani, M. M., Zhang, Q., Muhae-Ud-Din, G., Awais, M., Qayyum, M., Farhan, M., Jabran, M., & Wang, Y. (2024). Application of GIS and remote-sensing technology in ecosystem services and biodiversity conservation. In U. A. Bhatti, H. Mengxing, J. Li, S. U. Bazai, & M. Aamir (Eds.). *Deep Learning for Multimedia Processing Applications* (pp. 284-321). CRC Press.
- Oscanoa-Gamarra, L., Olivera-Vilca, S., Cuellar-Condori, N., Arroyo-Paz, A., Osso-Arriz, O., Leon-Manrique, B., Leon-Manrique, B., Dextre-Mendoza, R., Virú-Vásquez, P., Rodríguez-Flores, R., Gabriel-Gaspar, M., & Bravo-Toledo, L. (2025). Rein vindication of pre-hispanic agricultural technologies for a future food crisis: A scientometric study of the high fields based on Citespace and VOSviewer [Preprint]. *Preprints*. Retrieved April 24, 2025, from <https://doi.org/10.20944/preprints202504.0271.v1>
- Pinter Jr., P. J., Hatfield, J. L., Schepers, J. S., Barnes, E. M., Moran, M. S., Daughtry, C. S., & Upchurch, D. R. (2003). Remote sensing for crop management. *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*, 69(6), 647-664. <https://doi.org/10.14358/PERS.69.6.647>
- Pourakarmi, S., Sahebi Vaighan, S., & Mohammadi, Z. (2016). *Application of remote sensing in investigating land use changes resulting from physical development of Tabriz city* [Conference presentation]. Fourth International Congress of Civil Engineering, Architecture and Urban Development, Tehran, Iran. <https://civilica.com/doc/619685> [In Persian].
- Ruan, L., Xiao, W., Chen, H., Jiang, Z., Yuan, Y., Zhang, H., & Hou, C. (2024). Progress and trends of China's land consolidation engineering technologies based on patentometrics and bibliometrics analysis. *Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering*, 40(21), 242-252. <https://www.sciopen.com/article/10.11975/j.issn.1002-6819.202404184#:~:text=Linlin%20RUAN1%2C%2%A0,HOU4%2C5>
- Rosenqvist, Å., Milne, A., Lucas, R., Imhoff, M., & Dobson, C. (2003). A review of remote sensing technology in support of the Kyoto Protocol. *Environmental Science & Policy*, 6(5), 441-455. [https://doi.org/10.1016/S1462-9011\(03\)00070-4](https://doi.org/10.1016/S1462-9011(03)00070-4)

- Sabarina, K., & Priya, N. (2015). Lowering data dimensionality in big data for the benefit of precision agriculture. *Procedia Computer Science*, 48, 548-554. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2015.04.134>
- Saha, J., Ria, S. S., Sultana, J., Shima, U. A., Seyam, M. M. H., & Rahman, M. M. (2024). Assessing seasonal dynamics of land surface temperature (LST) and land use land cover (LULC) in Bhairab, Kishoreganj, Bangladesh: A geospatial analysis from 2008 to 2023. *Case Studies in Chemical and Environmental Engineering*, 9, 100560. <https://doi.org/10.1016/j.cscee.2023.100560>
- Sarkar, S., Manna, H., Roy, S. K., Dolui, M., & Hossain, M. (2024). Synergizing remote sensing and ecological indicators (RSEIs) for evaluating ecological environmental quality (EEQ) in Asansol Municipal Corporation: an integrated approach. *Environmental Monitoring and Assessment*, 196(7), 631. <https://doi.org/10.1007/s10661-024-12793-x>
- Shaikh, M., & Birajdar, F. (2024). Advancements in remote sensing and GIS for sustainable groundwater monitoring: applications, challenges, and future directions. *International Journal of Research in Engineering, Science and Management*, 7(3), 16-24. Retrieved January 19, 2025, from https://www.researchgate.net/publication/378867543_Advancements_in_Remote_Sensing_and_GIS_for_Sustainable_Groundwater_Monitoring_Applications_Challenges_and_Future_Directions
- Sharma, S., Beslity, J. O., Rustad, L., Shelby, L. J., Manos, P. T., Khanal, P., Reinmann, A. B., & Khanal, C. (2024). Remote sensing and GIS in natural resource management: Comparing tools and emphasizing the importance of in-situ data. *Remote Sensing*, 16(22), 4161. <https://doi.org/10.3390/rs16224161>
- Sladojevic, S., Arsenovic, M., Anderla, A., Culibrk, D., & Stefanovic, D. (2016). Deep neural networks based recognition of plant diseases by leaf image classification. *Computational Intelligence and Neuroscience*, 2016(1), 3289801. <https://doi.org/10.1155/2016/3289801>
- Walter, V. (2004). Object-based classification of remote sensing data for change detection. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 58(3-4), 225-238. <https://doi.org/10.1016/j.isprsjprs.2003.09.007>
- Wei, F., Grubestic, T. H., & Bishop, B. W. (2015). Exploring the GIS knowledge domain using CiteSpace. *The Professional Geographer*, 67(3), 374-384. <https://doi.org/10.1080/00330124.2014.983588>
- Whig, P., Bhatia, A. B., Nadikatu, R. R., Alkali, Y., & Sharma, P. (2024). GIS and remote sensing application for vegetation mapping. In T. houdhury, B. Koley, A. Nath, J.S. Um, & A.K. Patidar (Eds.), *Geo-Environmental Hazards Using Ai-Enabled Geospatial Techniques and Earth Observation Systems* (pp. 17-39). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-031-53763-9_2
- Wilkinson, G. (1996). A review of current issues in the integration of GIS and remote sensing data. *International Journal of Geographical Information Science*, 10(1), 85-101. <https://doi.org/10.1080/02693799608902068>
- Wolfert, S., Ge, L., Verdouw, C., & Bogaardt, M.-J. (2017). Big data in smart farming—a review. *Agricultural Systems*, 153, 69-80. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2017.01.023>

- Yao, H., & Huang, Y. (2013). Remote sensing applications to precision farming. In G. Wang, & Q. Weng (Eds.), *Remote Sensing of Natural Resources* (pp. 333-352). CRC Press. <https://www.taylorfrancis.com/chapters/edit/10.1201/b15159-23/remote-sensing-applications-precision-farming-haibo-yao-yanbo-huang>
- Ye, S., Ren, S., Song, C., Du, Z., Wang, K., Du, B., Cheng, F., & Zhu, D. (2024). Spatial pattern of cultivated land fragmentation in mainland China: Characteristics, dominant factors, and countermeasures. *Land Use Policy*, 139, 107070. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2024.107070>
- Yuan, C., Liu, Y., Lu, J., Guo, C., Quan, T., & Su, W. (2025). Spatial analysis of carbon metabolism in different economic divisions based on land use and cover change (LUCC) in China. *Atmosphere*, 16(2), 148. <https://doi.org/10.3390/atmos16020148>
- Zhang, N., Wang, M., & Wang, N. (2002). Precision agriculture-a worldwide overview. *Computers and Electronics in Agriculture*, 36(2-3), 113-132. [https://doi.org/10.1016/S0168-1699\(02\)00096-0](https://doi.org/10.1016/S0168-1699(02)00096-0)
- Zolfigol, M., Abbaszadeh Tehrani, N., & Janalipour, M. (2024). Applying a scientometric approach to analyze studies of optimal land use allocation in spatial information systems. *Applied Scientometric Studies*, 1(3), 7-18. <https://doi.org/10.22091/apss.2024.11827.1022> **[In Persian].**
- Zong, S., Xu, S., Huang, J., Ren, Y., & Song, C. (2025). Distribution patterns and driving mechanisms of land use spatial conflicts: Empirical analysis from counties in China. *Habitat International*, 156, 103268. <https://doi.org/10.1016/j.habitatint.2024.103268>