

Freshteh Avatefi  
Akmal<sup>1</sup>

Yaser Mohammadi<sup>2\*</sup>

1. PhD Student, Department of Agricultural Extension and Education, Bu-Ali Sina University, Hamadan, Iran

2\*. Associate Professor, Department of Agricultural Extension and Education, Bu-Ali Sina University, Hamadan, Iran. (Corresponding Author)

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

## Abstract

**Purpose:** This study employs a scientometric approach to analyze the body of research concerning remote sensing and Geographic Information Systems (GIS) applications in sustainable land management. Given the rising significance of these technologies in optimizing natural resource utilization and advancing sustainable development, the primary goal is to examine the growth in published literature and the evolving research patterns within this domain.

**Methodology:** This research adopts a descriptive, applied approach within a scientometric framework, which enables the quantitative and visual mapping of scientific literature. The dataset comprises 749 research articles indexed in the Scopus database, covering publications from the year 2000 through 2024. To ensure a comprehensive and targeted collection of relevant literature, a systematic search strategy was employed. This involved the development of 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, such as 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, as well as visualizing the intellectual structure of the field. The software reveals collaboration networks among authors and institutions, highlights influential publications, and uncovers interconnected themes, thus 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 trajectory 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 correlates with rapid technological developments, declining 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 of 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 like 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 and its role in integrating environmental, social, and economic perspectives. The findings of this study emphasize Remote sensing and GIS technologies’ capacity to enhance decision-making, optimize land use, and facilitate early warning systems for environmental hazards. The continuous 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—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 the research and development of geospatial technologies should be prioritized in 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 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, with more publications indicating a focus on practical applications. Network analysis revealed five clusters linked to key areas like spatial data analysis, environmental monitoring, and agriculture, highlighting their role in decision-making and resource management. The findings emphasize the need for interdisciplinary and international collaboration to address global challenges such as climate change and resource depletion. Combining diverse expertise can foster innovation and sustainable solutions. Overall, integrating these technologies enhances our ability 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

Receive:

.././....

Acceptance:

.././....

## تحلیل علم‌سنجی و نگاشت دانش روندها و الگوهای پژوهشی در حوزه کاربردهای سنجش از دور و GIS برای توسعه پایدار مدیریت اراضی

فرشته عوافی اکمل<sup>1</sup>

یاسر محمدی<sup>2\*</sup>

### چکیده

هدف: این پژوهش با هدف تحلیل علمی روندها و الگوهای پژوهشی در حوزه کاربردهای سنجش از دور و سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی (GIS) در توسعه پایدار اراضی انجام شده است.

روش‌شناسی: پژوهش حاضر از نوع کاربردی و با رویکرد علم‌سنجی انجام شد. جامعه آماری این پژوهش شامل ۷۴۹ مقاله نمایه‌شده در پایگاه اسکوپوس، طی سال‌های ۲۰۰۰ تا ابتدای سال ۲۰۲۵ بود. جستجوهای دقیق توسط واژگان کلیدی مانند "سنجش از دور"، "سامانه اطلاعات جغرافیایی"، "مدیریت پایدار اراضی" و دیگر عبارات مرتبط انجام شد. داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار و س‌ویور تحلیل و بصری‌سازی شد تا شبکه‌های هم‌اژگانی، روندهای همبستگی و خوشه‌های موضوعی شناسایی گردد.

یافته‌ها: نتایج نشان داد که فراوانی مقالات در این حوزه از ۵۰ مورد در سال ۲۰۰۰، به ۲۹۹ مورد در سال ۲۰۲۴ رسیده است. بر اساس نتایج تحلیل شبکه واژگان پژوهش، پنج خوشه اصلی شامل "GIS"، "سنجش از دور"، "کشاورزی دقیق"، "مدیریت آب و کیفیت آن"، و "مدیریت پایدار اراضی" بود. بر اساس نتایج "GIS" در تحلیل داده‌های فضایی، "سنجش از دور" در نظارت بر تغییرات محیطی و "کشاورزی دقیق" در افزایش بهره‌وری و کاهش تأثیرات منفی شیوه‌های کشاورزی مورد استفاده قرار می‌گیرند.

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

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

دانشجوی دکتری گروه ترویج و آموزش کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران.  
Email: f.avatefi28@gmail.com  
۲. دانشیار گروه ترویج و آموزش کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران.  
(مسئول)  
Email: y.mohammadi@basu.ac.ir  
(نویسنده مسئول)

دریافت: ۰۰۰/۰۰/۰۰  
پذیرش: ۰۰۰/۰۰/۰۰

تحلیل علم‌سنجی و نگاشت دانش روندها و الگوهای پژوهشی در حوزه کاربردهای سنجش از دور و GIS برای توسعه پایدار مدیریت اراضی  
ویرایش نشده

## مقدمه و بیان مسئله

توسعه فناوری مشاهدات زمینی، به ویژه سنجش از دور ماهواره‌ای، داده‌های عظیمی را برای پژوهش 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 و تعدادی از این ماهواره‌ها برای سنجش از دور طراحی شده‌اند. ماهواره‌ها معمولاً با یک یا چند حسگر یا ابزار بسته به هدف خود تجهیز شده‌اند. حسگرهای مختلفی در این ماهواره‌ها برای جمع‌آوری داده‌های مشاهداتی از سطح زمین، شامل زمین، آب و جو، به کار می‌روند (Ye et al., 2024). این ماهواره‌ها با حسگرهای خود معمولاً تصاویر سطح زمین را به طور مداوم در دقت‌های فضایی و زمانی متفاوتی به دست می‌آورند. به این ترتیب، حجم عظیمی از تصاویر سنجش از دور در بسیاری از کشورها و سازمان‌های بین‌المللی در دسترس است و این حجم هر روز، هر ساعت و حتی هر ثانیه در حال افزایش است (Huang et al., 2018; Rosenqvist et al., 2003).

کشاورزی دقیق از دهه 1980 به عنوان یک انقلاب در عملیات کشاورزی شکل گرفته است که بر اساس ماشینی کردن کشاورزی و با ادغام سیستم موقعیت‌یابی جهانی (GPS)، سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) و فناوری‌های سنجش از دور توسعه یافته است (Zhang et al., 2002). در طول سی سال گذشته، کشاورزی دقیق از نظارت استراتژیک با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای برای تصمیم‌گیری‌های منطقه‌ای بهره گرفته است. اکنون علم داده و فناوری داده‌های کلان به تدریج در طرح‌های کشاورزی دقیق ادغام شده‌اند تا داده‌ها به سرعت برای تصمیم‌گیری تحلیل شوند (Bendre et al., 2015; Wolfert et al., 2017)، هرچند که پژوهش‌های بیشتری برای نحوه مدیریت داده‌های کلان و تبدیل آن‌ها به داده‌های "کوچک" برای مسائل یا زمینه‌های خاص به منظور عملیات دقیق کشاورزی وجود دارد (Sabarina & Priya, 2015).

سنجش از دور کشاورزی یک فناوری کلیدی است که با داده‌های موقعیت‌یابی جهانی، داده‌ها و اطلاعات متنوع فضایی را برای برنامه‌ریزی کشاورزی و تجویز عملیات کشاورزی دقیق با سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی تولید می‌کند (Yao & Huang, 2013). داده‌های سنجش از دور کشاورزی در اشکال مختلفی ظاهر می‌شوند و از حسگرهای مختلف و در فواصل و مقیاس‌های مختلف 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 کشاورزی برای موفقیت کشاورزی دقیق حیاتی است. با پیشرفت‌های اخیر و آینده در فناوری‌های اطلاعات و الکترونیک و پشتیبانی داده‌های کلان سنجش از دور، کشاورزی دقیق به سمت کشاورزی هوشمند و هوشمندتر توسعه خواهد یافت (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 (Manna et al., 2024; Saha 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 پژوهش همچنین به بررسی الگوهای توزیع مکانی و عوامل محرک تضادهای استفاده از زمین می‌پردازد. 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 روزافزون به منابع غذایی، مدیریت پایدار اراضی به یکی از چالش‌های اساسی در کشاورزی و توسعه پایدار تبدیل شده است. فناوری سنجش از دور به عنوان 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 به بررسی و شناسایی الگوها، روندها و چالش‌های موجود در استفاده از سنجش از دور در مدیریت اراضی پرداخته شود. این تحلیل می‌تواند به شناسایی نقاط قوت و ضعف پژوهش‌های گذشته، همچنین به شناسایی حوزه‌های نوظهور و نیازهای پژوهشی آینده کمک کند (آزادی احمد آبادی، 1403). بنابراین، این پژوهش به دنبال پاسخ به این سوال کلی است که پژوهش‌های مرتبط با حوزه کاربردهای سنجش از دور و سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی در توسعه پایدار اراضی در دهه‌های اخیر از چه روندها و الگوهای تبعیت می‌کنند؟

## پرسش های پژوهش/فرضیه های پژوهش

- 1- روند و وضعیت مطالعات بین المللی در زمینه کاربردهای سنجش از دور و سیستم های اطلاعات جغرافیایی در مدیریت پایدار اراضی چگونه است؟
- 2- واژگان پرکاربرد در مطالعات مرتبط با سیستم های اطلاعات جغرافیایی و سنجش از دور در زمینه مدیریت پایدار اراضی چه هستند؟
- 3- خوشه های اصلی و ارتباطات بین واژگان کلیدی در پژوهش های مرتبط با سیستم های اطلاعات جغرافیایی و سنجش از دور در مدیریت پایدار اراضی چه هستند؟
- 4- کدام مراجع علمی و نشریات بیشترین تعداد مقالات و تولیدات علمی را در زمینه کاربردهای سنجش از دور و سیستم های اطلاعات جغرافیایی در مدیریت پایدار اراضی منتشر کرده اند؟
- 5- کشور های پیشرو تولیدکننده منابع علمی در زمینه کاربردهای سنجش از دور در مدیریت پایدار اراضی کدامند و روابط و همکاری های علمی و آنان چگونه است؟

## چارچوب نظری

علم سنجی به عنوان یک حوزه ی پژوهشی نوین، به بررسی و تجزیه و تحلیل متون علمی و ارزیابی تأثیرات و روندهای پژوهشی می پردازد. این حوزه به ویژه در دو دهه اخیر با پیشرفت های فناوری اطلاعات و داده کاوی، به سرعت گسترش یافته است. استفاده از الگوریتم های یادگیری ماشین در علم سنجی، ابزاری قدرتمند برای پیش بینی تأثیرگذاری پژوهش های علمی و بهبود فرآیندهای تصمیم گیری در حوزه های مختلف علمی به شمار می آید (ازادی احمدآبادی، 1404).

پژوهش های اخیر نشان می دهند که علم سنجی می تواند به تجزیه و تحلیل کاربری اراضی و تخصیص بهینه منابع در سیستم های اطلاعات مکانی کمک شایانی کند. استفاده از رویکردهای علم سنجی در مطالعات زیست فناوری و مدیریت منابع طبیعی، امکان درک دقیق تری از روندهای پژوهشی و تأثیرات آن ها بر توسعه پایدار را فراهم می آورد (زلفی گل و همکاران، 1403). به طور کلی، چارچوب نظری علم سنجی به بررسی معیار های مختلفی مانند تعداد ارجاعات، ضریب تأثیر نشریات، و تحلیل شبکه های همکارانه بین پژوهشگران می پردازد. این معیارها می توانند به شناسایی نقاط قوت و ضعف در پژوهش های علمی و همچنین بهبود کیفیت و کارایی آن ها کمک کنند. با توجه به این نکات، علم سنجی به عنوان ابزاری مؤثر برای بهینه سازی سیاست های پژوهشی و تخصیص منابع در حوزه های مختلف علمی، از جمله زیست فناوری و مدیریت محیط زیست، نقش مهمی ایفا می کند.

فناوری سنجش از دور به عنوان ابزاری حیاتی در مدیریت پایدار اراضی، به ویژه در شناسایی و تحلیل تغییرات کاربری اراضی و پوشش زمین، شناخته می شود. این فناوری با استفاده از حسگرهای پیشرفته و پلتفرم های مختلف، داده های فضایی و زمانی ارزشمندی را جمع آوری می کند که به بهبود تصمیم گیری های مدیریتی در زمینه استفاده از اراضی کمک می کند (Anand & Deb, 2024; Shaikh & Birajdar, 2024). حسگرها عمدتاً برای تصویربرداری و جمع آوری داده های چندطیفی با باند وسیع یا هیپراسپکتری با باند باریک طراحی شده اند (Sharma et al., 2024; Whig et al., 2024). این حسگرها می توانند بر روی پلتفرم های مختلفی مانند ماهواره ها، هواپیماهای سرنشین دار و بدون سرنشین و همچنین حسگرهای زمینی نصب شوند (Jasim et al., 2024).

سنجش از دور معمولاً بر روی باندهای مرئی، مادون قرمز و میکروویو در طیف الکترومغناطیسی عمل می کند (Nizamani et al., 2024). با استفاده از این داده ها، می توان به تحلیل های مختلفی در زمینه های گوناگون از جمله مدیریت منابع طبیعی و پایش اکوسیستم ها پرداخت و ابزارهای قدرتمندی برای بهبود تصمیم گیری های مدیریتی فراهم آورد (Nizamani et al., 2024; Sharma et al., 2024).

در حوزه کشاورزی، سنجش از دور به منظور نظارت بر ویژگی های خاک و استرس گیاهی برای پشتیبانی از تصمیم گیری در زمینه های کوددهی، آبیاری و مدیریت آفات به کار می رود. سیستم های متداول سنجش از دور کشاورزی شامل حسگرهای مرئی-NIR و SWIR هستند که به تحلیل وضعیت پوشش گیاهی و رطوبت خاک کمک می کنند. همچنین، فناوری های LiDAR و SAR برای اندازه گیری ساختار گیاهی در اراضی کشاورزی به کار رفته اند (Bastiaanssen et al., 2000; Moran et al., 1997; Mulla, 2013; Pinter Jr et al., 2003).

با توسعه سریع فناوری سنجش از دور، حجم داده های سنجش از دور به طرز چشمگیری افزایش یافته و پیچیدگی آن نیز بیشتر شده است. این داده ها به عنوان داده های کلان شناخته می شوند و بنابراین، استخراج اطلاعات مؤثر از این داده ها به یک چالش بزرگ تبدیل شده است (Ma et al., 2015). در این راستا، داده های سنجش از دور می توانند به صورت کیفی و کمی تحلیل شوند. تحلیل کیفی داده های سنجش از دور معمولاً مبتنی بر طبقه بندی است. و تحلیل کمی آن بر اساس مدل سازی ویژگی های بیوفیزیکی و بیوشیمیایی است (Huang, 2009; Huang et al., 2009).



تحلیل علم‌سنجی و نگاشت دانش روندها و الگوهای پژوهشی در حوزه کاربردهای سنجش از دور و GIS برای توسعه پایدار مدیریت اراضی  
**ویرایش نشده**  
**زودآیند**

(al., 2010). ادغام داده‌های سنجش از دور با سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی (GIS) در دو دهه گذشته توسعه یافته و تکنیک‌هایی مانند یادگیری ماشین و یادگیری عمیق، پتانسیل زیادی برای استخراج بهتر اطلاعات جغرافیایی از داده‌ها و تصاویر سنجش از دور ارائه می‌دهند (Chen & Zhang, 2014; Wilkinson, 1996). سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی (GIS) به عنوان یک پلتفرم برای تجزیه و تحلیل داده‌های سنجش از دور در چهار جنبه اساسی توسعه یافته است: مدولاسازی، وب‌محور بودن، کوچک‌سازی و تحرک، و مدیریت داده‌های فضایی (Blaschke, 2010; Walter, 2004). تکنیک‌های نوین مانند یادگیری عمیق از یادگیری ماشین برای طبقه‌بندی تصاویر سنجش از دور، به طور فزاینده‌ای مورد توجه قرار گرفته‌اند و به عنوان ابزاری حیاتی در تحلیل داده‌های سنجش از دور شناخته می‌شوند (Mohanty et al., 2016; Sladojevic et al., 2016). این تکنیک‌ها می‌توانند به طور مؤثری به استخراج ویژگی‌های عمیق و تحلیل‌های دقیق‌تر کمک کنند. فناوری سنجش از دور به محققان این امکان را می‌دهد که به تحلیل و مقایسه داده‌های مختلف در زمینه‌های مدیریتی، از جمله منابع طبیعی و خدمات اکوسیستمی بپردازند (Anand & Deb, 2024; Shaikh & Birajdar, 2024). به ویژه، با پیشرفت‌های سریع در فناوری‌های اطلاعات و ارتباطات، امکان جمع‌آوری و تجزیه و تحلیل داده‌های بزرگ در زمینه سنجش از دور فراهم شده است که می‌تواند به بهبود دقت و سرعت تصمیم‌گیری‌ها کمک کند (Liu, 2025; Yuan et al., 2025). در نهایت، سنجش از دور می‌تواند به عنوان ابزاری مؤثر در تسهیل تصمیم‌گیری‌های پایدار و بهینه‌سازی استفاده از منابع زمین مطرح شود (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 نماید.

#### پیشینه پژوهش

در سال‌های اخیر، فناوری سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی و سنجش از دور نقش قابل توجهی در ارزیابی، نظارت و مدیریت کاربری اراضی ایفا کرده است. 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 مورد استفاده قرار گرفته‌اند. پژوهش‌های متعددی 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 دارند. یکی از مطالعات مهم در این زمینه، پژوهش زلفی‌گل و همکاران (1403) است که به بررسی کاربرد سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی (GIS) در بهینه‌سازی تخصیص کاربری اراضی پرداخته است. این مطالعه با هدف تحلیل و بررسی وضعیت مقالات علمی منتشر شده در این حوزه، از رویکرد علم‌سنجی استفاده کرده و به شناسایی روندها، مفاهیم کلیدی و روش‌های پرکاربرد در این زمینه پرداخته است. پژوهش‌های نشان می‌دهد که از سال 2010 به بعد، تولید مقالات در زمینه بهینه‌سازی تخصیص کاربری اراضی به طرز قابل‌توجهی افزایش یافته و به‌خصوص کشورهای چین، ایالات متحده و ایران بیشترین سهم را در تولید علم در این زمینه داشته‌اند. همچنین، انتشارات Elsevier به عنوان ناشر پیشرو در این حوزه با انتشار بیش از 38 درصد مقالات، نقش مهمی ایفا کرده است (زلفی‌گل و همکاران، 1403). عواطفی اکمل و محمدی (1404) طی پژوهشی تحت عنوان "ترسیم نقشه علمی محرک‌های تغییر کاربری اراضی کشاورزی با رویکرد علم‌سنجی" به تحلیل علم‌سنجی تغییرات کاربری اراضی کشاورزی بین سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۴ پرداختند. نتایج پژوهش آنان نشان داد که توجه به حوزه تغییر کاربری اراضی کشاورزی در سال‌های اخیر به ویژه از سال ۲۰۱۵ به شدت افزایش یافته است و کشورهایی مانند چین و آمریکا بیشترین مقالات منتشر شده در این زمینه را دارا هستند. تحلیل شبکه واژگان نیز نشان داد که عوامل محیطی، تأثیرات انسانی و جنبه‌های فناوری‌ها 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 ( $p < 0.01$ ) مشاهده شد. نتایج تحلیل عاملی نیز نشان داد که ۵ محرک اقتصادی، اجتماعی، محیطی، کالبدی و قانونی، نقش مهمی در تغییرات کاربری زمین کشاورزی دارند و در بین آنها محرک‌های اقتصادی و محیطی بیشترین تأثیر را داشتند.

وی و همکاران (Wei et al., 2015) در مقاله‌ای تحت عنوان «اکتشاف حوزه دانش GIS با استفاده از CiteSpace» به بررسی توسعه و کاربرد سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی (GIS) از دهه 1980 پرداخته‌اند. در این مقاله، نویسندگان با استفاده از روش‌های علم‌سنجی و کتاب‌سنجی، به شناسایی و ارزیابی مهم‌ترین و پر استنادترین مقالات در این حوزه پرداخته‌اند. با توجه به رشد سریع GIS 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 GIS 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).

بیلژکی (Biljecki, 2016) در مقاله‌ای تحت عنوان «یک تحلیل علم‌سنجی از مجلات منتخب علوم GIS» به بررسی مجموعه‌ای از 12,436 مقاله منتشر شده در 20 مجله GIScience در بازه زمانی 2000 تا 2014 پرداخته است. این مطالعه علم‌سنجی جامع بر جنبه‌های متعددی تمرکز دارد، از جمله حجم انتشار، استنادها، خروجی ملی و کارایی (خروجی تعدیل‌شده با شاخص‌های اقتصادی)، همکاری‌ها، دگرسنجی‌ها (نمره دگرسنجی، ذکر در توپیتر 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 سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی اشاره کند. از جمله مشاهدات قابل توجه این مطالعه، این است که 5% از کشورهای جهان 76% از خروجی جهانی علم اطلاعات مکانی را تولید کرده‌اند؛ یک مقاله منتشر شده در 15 سال پیش به طور متوسط 12 استناد دریافت کرده است؛ و سهم همکاری‌های بین‌المللی در GIScience از سال 2000 بیش از سه برابر شده است (31% مقالات در سال 2014 دارای نویسندگانی از چندین کشور بودند، در حالی که این نسبت در سال 2000 تنها 10% بود). این تحلیل به محققان کمک می‌کند تا روندهای انتشار و همکاری در حوزه GIScience را درک کرده و به بررسی تحولات علمی در این زمینه بپردازند (Biljecki, 2016).

روان و همکاران (Ruan et al, 2024) به تحلیل پیشرفت‌ها و روندهای فناوری‌های مهندسی تجمیع اراضی در چین پرداختند. این پژوهش بر اساس تجزیه و تحلیل 3,439 اختراع ثبت‌شده و 3,392 مرجع مرتبط با مهندسی تجمیع اراضی انجام شده و با استفاده از روش‌های علم‌سنجی و تحلیل معنایی، موضوعات تحقیق و توسعه را بررسی کرده است. نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که تجمیع اراضی در چین از مرحله 1.0 به مرحله 4.0 انتقال یافته است و تعداد اختراعات ثبت‌شده در این حوزه به‌طور سالیانه افزایش یافته و روندی نمای را نشان می‌دهد. این تحقیق همچنین به بررسی شبکه‌های همکاری بین مخترعان و موسسات اختراعات پرداخته و نشان می‌دهد که اگرچه برخی از پژوهشگران و موسسات تأثیرگذار در این حوزه وجود دارند، اما اختراعات مرتبط با تجمیع اراضی همچنان پراکنده و نامنظم هستند. پژوهش مزبور سه مسیر اصلی توسعه فناوری تجمیع اراضی را شناسایی کرده است: (1) تحقیق و توسعه روش‌ها و تجهیزات اجرای تجمیع خاک؛ (2) تحقیق و توسعه فناوری‌های بهبود خاک؛ و (3) توجه به احیای اراضی و بهبود کیفیت محیط زیست. نتایج نشان می‌دهد که با گذشت زمان، کلمات کلیدی مرتبط با فناوری‌های مهندسی تجمیع اراضی از حالت تک‌بعدی به چندبعدی 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).

لونیس اوسکونا-گامارا و همکاران (Oscanoa-Gamarra et al, 2025) به تحلیل علم‌سنجی تولیدات علمی در زمینه فناوری‌های کشاورزی پیش‌هیسپانیک پرداخته و بر پتانسیل این فناوری‌ها برای مقابله با چالش‌های معاصر مرتبط با امنیت غذایی و پایداری پرداختند. در این پژوهش، 584 مدرک از پایگاه SCOPUS بین سال‌های 1932 تا 2024 مورد بررسی قرار گرفت و از نرم‌افزارهای VOSviewer و CiteSpace برای ترسیم شبکه‌های هم‌نویسندگی، واژه‌های کلیدی و همکاری‌های نهادی استفاده شد. نتایج این تحلیل نشان‌دهنده افزایش قابل توجهی در تعداد انتشارات از دهه 1980 به بعد، به ویژه رشد شتابان از دهه 2000 بوده است. ایالات متحده آمریکا با بیشترین حجم انتشارات در صدر این حوزه قرار دارد، در حالی که کشورهای دیگری مانند بریتانیا، چین، هند و فرانسه نیز در این زمینه فعال هستند. تحلیل واژه‌های کلیدی در این مطالعه بر اهمیت سیستم‌های کشاورزی سنتی (مانند زمین‌های مرتفع، ترس‌های کشاورزی و چینامپاس) و ادغام روش‌های مدرن (مانند ژنومیک و سنجش از دور) برای تقویت کاربرد این فناوری‌ها در سناریوهای تغییرات اقلیمی تأکید می‌کند. به‌طور کلی، توجه روزافزون به این فناوری‌ها نمایانگر ارزش آن‌ها به‌عنوان گزینه‌های پایدار و قابل‌اجرا است که ریشه در

تحلیل علم‌سنجی و نگاشت دانش روندها و الگوهای پژوهشی در حوزه کاربردهای سنجش از دور و GIS برای توسعه پایدار مدیریت اراضی  
**ویرایش نشده**  
**زودآیند**

تنوع کشاورزی اکولوژیک دارند و می‌توانند به تقویت امنیت غذایی و افزایش تاب‌آوری سیستم‌های کشاورزی مدرن کمک کنند (Oscanoa-Gamarra et al, 2025).

در سال‌های اخیر، پژوهش‌های متعددی در حوزه فناوری سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی و سنجش از دور به بررسی نقش این ابزارها در مدیریت و نظارت بر کاربری اراضی پرداخته‌اند. زلفی‌گل و همکاران (1403) به تحلیل وضعیت مقالات علمی در زمینه بهینه‌سازی تخصیص کاربری اراضی پرداخته و نشان داده‌اند که از سال 2010 به بعد، تولید مقالات در این حوزه به طرز قابل توجهی افزایش یافته است. همچنین، عوافی اکمل و محمدی (1404) به بررسی تغییرات کاربری اراضی کشاورزی با رویکرد علم‌سنجی پرداختند و تأکید کردند که عوامل محیطی و اقتصادی نقش مهمی در این تغییرات دارند. روان و همکاران (Ruan et al, 2024) به تحلیل پیشرفت‌های فناوری‌های مهندسی تجمیع اراضی در چین پرداختند و روندهای نوظهور در این حوزه را شناسایی کردند.

پژوهش حاضر به‌طور خاص از یک رویکرد علم‌سنجی برای تحلیل و بررسی کاربردهای سنجش از دور و سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی در مدیریت پایدار اراضی استفاده کرده است، که این امر آن را از مطالعات پیشین مانند پژوهش زلفی‌گلی (1403)، وی و همکاران (Wei et al., 2015) و بیلژیکی (Biljecki, 2016) متمایز می‌کند. در حالی که پژوهش زلفی‌گلی به بررسی وضعیت مقالات علمی منتشر شده و روندها در تخصیص بهینه کاربری اراضی پرداخته است، پژوهش حاضر تمرکز بیشتری بر روی رشد و الگوهای پژوهشی کلی در زمینه کاربردهای سنجش از دور و GIS در مدیریت پایدار اراضی دارد. همچنین، در حالی که وی و همکاران (Wei et al., 2015) به شناسایی مقالات پر استناد در حوزه سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی پرداخته‌اند، این مطالعه با استفاده از نرم‌افزار VOSviewer به تحلیل شبکه‌های هم‌اژگانی، شناسایی خوشه‌های موضوعی و بررسی همکاری‌های بین‌المللی پرداخته و به درک عمیق‌تری از ساختار علمی این حوزه می‌پردازد. این پژوهش، این تحقیق تلاش دارد تا یک نمای کلی از کاربردهای این فناوری‌ها در مدیریت پایدار اراضی ارائه دهد. برخلاف مطالعات پیشین که بیشتر بر روی جنبه‌های خاصی از فناوری‌های GIS و سنجش از دور تمرکز کرده‌اند، پژوهش حاضر به تحلیل شبکه‌های هم‌اژگانی و خوشه‌های موضوعی مرتبط با این حوزه می‌پردازد 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، سنجش از دور و مدیریت پایدار اراضی است.

### روش‌شناسی پژوهش

پژوهش حاضر به تحلیل علم‌سنجی کاربردهای فناوری سنجش از دور در مدیریت پایدار اراضی می‌پردازد. این پژوهش با هدف کاربردی و به‌صورت توصیفی انجام شده و رویکرد آن علم‌سنجی است. جامعه آماری این پژوهش شامل مطالعات مرتبط با سنجش از دور و مدیریت پایدار اراضی است که در پایگاه اسکوپوس در بازه زمانی 2000 تا 2024 نمایه شده‌اند. برای جستجوی مقالات مرتبط، از یک استراتژی جستجوی سیستماتیک و هدفمند استفاده شد. که شامل مراحل زیر بود:

**1- تعیین کلمات کلیدی:** ابتدا کلمات کلیدی مرتبط با موضوع پژوهش شناسایی و انتخاب شدند. این کلمات شامل:

سنجش از دور<sup>1</sup>، سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی<sup>2</sup>، مدیریت پایدار اراضی<sup>3</sup>، کشاورزی دقیق<sup>4</sup>، پایش منابع طبیعی<sup>5</sup>، تغییرات اقلیمی<sup>6</sup>، داده‌های فضایی<sup>7</sup>، مدیریت آب<sup>8</sup>، توسعه پایدار<sup>9</sup> بود.

### 2- استراتژی جستجو:

در این پژوهش، از یک استراتژی جستجوی سیستماتیک برای شناسایی مقالات مرتبط با موضوعات پژوهش در پایگاه اطلاعاتی Scopus استفاده شد. ابتدا با بهره‌گیری از عملگر بولین OR، مقالاتی که به هر یک از

<sup>1</sup> Remote Sensing

<sup>2</sup> Geographic Information Systems - GIS

<sup>3</sup> Sustainable Land Management

<sup>4</sup> Precision Agriculture

<sup>5</sup> Natural Resource Monitoring

<sup>6</sup> Climate Change

<sup>7</sup> Spatial Data

<sup>8</sup> Water Management

<sup>9</sup> Sustainable Development



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 به طور همزمان به چندین موضوع مرتبط پرداخته‌اند، از عملگر AND استفاده شد. به عنوان مثال، جستجوهای مانند:

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

انجام گرفت. این رویکرد به گونه‌ای طراحی شد که ترکیب هوشمندانه عملگرهای OR و AND نه تنها تناقضی ایجاد نمی‌کند، بلکه به عنوان مکمل یکدیگر، دقت و جامعیت نتایج جستجو را افزایش می‌دهد. علاوه بر این، محدوده زمانی انتشار مقالات به سال‌های 2000 تا 2024 محدود شد تا تنها پژوهش‌های جدید و مرتبط با موضوع مطالعه مورد بررسی قرار گیرند. همچنین، با توجه به قابلیت پایگاه Scopus در جستجوی تودرتو، جستجوهای مبتنی بر عملگر AND در نتایج حاصل از جستجوی OR انجام شدند. این ویژگی امکان فیلتر کردن دقیق‌تر مقالات و دستیابی به نتایج با کیفیت بالاتر را فراهم کرد.

#### 4- جستجو در پایگاه داده:

کلمات و ترکیب‌های اشاره شده در مرحله قبل با در نظر گرفتن بازه زمانی 2000 تا 2024، در پایگاه اسکوپوس جستجو شدند.

پس از انجام جستجو، مقالات شناسایی‌شده به دقت بررسی شدند تا اطمینان حاصل شود که به موضوع پژوهش مرتبط هستند و در نهایت، تعداد 749 مقاله به عنوان جامعه آماری نهایی انتخاب گردید. در این مرحله، تنها مقالات اصلی و پژوهشی وارد تحلیل شدند و از جمله مطالعات مروری و نامه‌های به سردبیر که معمولاً به بررسی عمیق و سیستماتیک موضوعات نمی‌پردازند، صرف‌نظر شد. 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 سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی (GIS) کمک می‌کند. به‌طور خاص، مقالات انتخاب‌شده شامل پژوهش‌های کیفی و کمی بودند که به بررسی متغیرهای مرتبط با علم‌سنجی (Scientometric Analysis) و نقشه‌برداری دانش (Knowledge Mapping) در کاربردهای سنجش از دور و GIS برای مدیریت پایدار اراضی پرداخته‌اند.

برای آماده‌سازی داده‌ها جهت ورود به نرم‌افزار VOSviewer، ابتدا مقالات شناسایی‌شده از پایگاه Scopus با استفاده از فرمت مناسب (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 علم‌سنجی 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. به‌منظور افزایش روایی، از روش‌های دلفی و نظرسنجی از متخصصان در زمینه سنجش از دور و مدیریت پایدار اراضی استفاده شد تا اطمینان حاصل شود که کلیدواژه‌ها به‌طور جامع و کامل نمایانگر موضوعات پژوهش هستند.

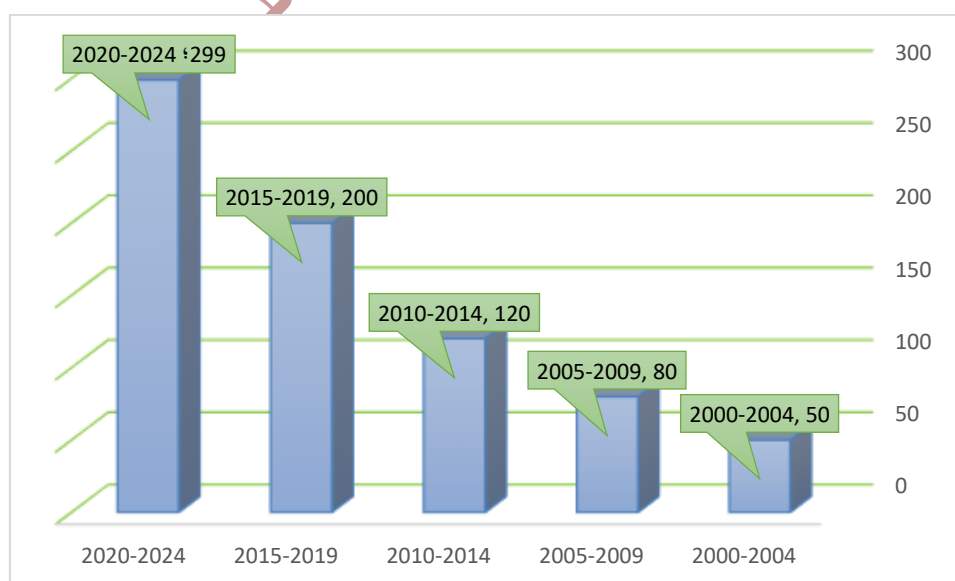
در این پژوهش، برای شناسایی خوشه‌ها و تحلیل داده‌ها از نرم‌افزار VOSviewer استفاده شده است، که به عنوان ابزاری قدرتمند برای تحلیل علم‌سنجی و بصری‌سازی شبکه‌های تحقیقاتی شناخته می‌شود. مراحل اصلی استفاده از این نرم‌افزار شامل ورود داده‌ها، ایجاد شبکه، محاسبه فراوانی و پیوندها، شناسایی خوشه‌ها، تحلیل و 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 به VOSviewer وارد می‌شوند. پس از وارد کردن داده‌ها، نرم‌افزار یک شبکه از واژگان کلیدی ایجاد می‌کند که در آن، گره‌ها نمایانگر واژگان کلیدی و لبه‌ها نمایانگر ارتباطات بین آن‌ها هستند. VOSviewer به طور 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 پیش‌فرض نرم‌افزار به‌صورت 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

تحلیل علم‌سنجی و نگاشت دانش روندها و الگوهای پژوهشی در حوزه کاربردهای سنجش از دور و GIS برای توسعه پایدار مدیریت اراضی  
**ویرایش نشده**  
**ژودآیند**

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، VOSviewer 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 می‌دهد. با استفاده از این روش‌شناسی، پژوهش حاضر به شناسایی خوشه‌های اصلی و ارتباطات بین واژگان کلیدی در زمینه کاربردهای سنجش از دور و GIS در مدیریت پایدار اراضی پرداخته 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 سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی در مدیریت پایدار اراضی طی سالهای 2000 تا 2024 چگونه است؟ شکل (1) روند مطالعات منتشر شده در زمینه کاربردهای سنجش از دور در مدیریت پایدار اراضی را نشان می‌دهد. بر اساس نتایج روند مطالعات منتشر شده در زمینه کاربرد سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی و سنجش از دور برای مدیریت پایدار اراضی در بازه زمانی 2000 تا 2024 نشان‌دهنده افزایش چشمگیر توجه پژوهشگران به این حوزه است. در دوره 2004-2000، تعداد مقالات منتشر شده تنها 50 مورد بود که به دلیل نوپا بودن فناوری‌های سنجش از دور و GIS و عدم آگاهی کافی از کاربردهای آن‌ها در مدیریت اراضی، طبیعی به نظر می‌رسد. با گذشت زمان و رشد فناوری، در دوره 2005-2009، تعداد مقالات به 80 مورد افزایش یافت. روند مطالعات منتشر شده در زمینه کاربردهای سنجش از دور در مدیریت پایدار اراضی در دوره 2010-2014 به 120 مقاله رسید. این افزایش نشان‌دهنده گسترش پژوهش‌ها و توسعه فناوری‌های مربوط به سنجش از دور و سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی است، که به محققان این امکان را می‌دهد تا به تحلیل‌های دقیق‌تری در زمینه مدیریت پایدار اراضی بپردازند. در دوره 2015-2019، تعداد مقالات به 200 مورد رسید، که نشان‌دهنده یک جهش قابل توجه در تولید دانش و پژوهش‌های کاربردی در این حوزه است. این افزایش می‌تواند به دلیل رشد روزافزون چالش‌های محیطی و نیاز به راحل‌های پایدار در مدیریت اراضی باشد. سرانجام، در دوره 2020-2024، تعداد مقالات به 299 مورد رسید که نشان‌دهنده اوج توجه به این حوزه و افزایش پژوهش‌های مرتبط با کاربردهای نوآورانه سنجش از دور و GIS در مدیریت پایدار اراضی است.



## شکل 1. روند مطالعات منتشر شده

پاسخ به پرسش دوم پژوهش: واژگان کاربرد در مطالعات مرتبط با سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی و سنجش از دور در زمینه مدیریت پایدار اراضی طی سالهای 2000 تا 2024 چه هستند؟

جدول (1) به بررسی واژگان کاربرد در مطالعات مرتبط با جی‌آی‌اس (GIS) و سنجش از دور در زمینه مدیریت پایدار اراضی پرداخته است. این جدول شامل 20 واژه کلیدی است که نشان‌دهنده روندهای پژوهشی و موضوعات مورد توجه پژوهشگران در این حوزه است.

واژه "جی‌آی‌اس (GIS)" با ۱۰۳۴ وقوع و قدرت لینک کل ۹۸۷۴، به عنوان پرکاربردترین واژه در این مطالعات شناخته می‌شود. این نشان‌دهنده اهمیت بالای این سیستم در تحلیل داده‌های جغرافیایی و تصمیم‌گیری‌های مرتبط با مدیریت اراضی است. پس از آن، واژه "کشاورزی" با ۸۷۴ وقوع و ۹۴۱۲ قدرت لینک، نشان‌دهنده ارتباط نزدیک میان فناوری‌های جی‌آی‌اس و کاربردهای آن در بهینه‌سازی فرآیندهای کشاورزی است.

واژه "سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی" (۷۷۴ وقوع) و "سنجش از دور" (۵۰۰ وقوع) نیز به خوبی نمایانگر تمرکز پژوهشگران بر روی ابزارهای تحلیلی و فناوری‌های نوین در این زمینه هستند. از دیگر واژگان کلیدی می‌توان به "تغییر کاربری زمین" و "هوش مصنوعی" اشاره کرد که به ترتیب ۳۱۸ و ۱۹۷ وقوع دارند و نشان‌دهنده توجه به تغییرات محیطی و استفاده از روش‌های نوین تحلیل داده‌ها در این حوزه است.

در این جدول، واژه‌های مربوط به منابع طبیعی و محیط زیست نیز به چشم می‌خورد. برای مثال، "کیفیت آب"، "آب‌های زیرزمینی"، "آلودگی آب" و "مدیریت آب" به وضوح نشان‌دهنده نگرانی‌ها و چالش‌های مرتبط با منابع آبی و تأثیرات آن بر کشاورزی و محیط زیست هستند.

همچنین، واژه "ارزیابی ریسک" با ۱۰۵ وقوع، اهمیت ارزیابی و مدیریت ریسک‌های زیست‌محیطی را در تصمیم‌گیری‌ها و سیاست‌گذاری‌ها نمایان می‌سازد.

جدول 1. رتبه‌بندی واژگان کاربرد در حوزه مورد مطالعه بر اساس فراوانی و شدت ارتباط با سایر مفاهیم

| مفاهیم کاربرد               | تعداد وقوع‌ها | قدرت پیوند کل |
|-----------------------------|---------------|---------------|
| جی‌آی‌اس (GIS)              | ۱۰۳۴          | ۹۸۷۴          |
| کشاورزی                     | ۸۷۴           | ۹۴۱۲          |
| سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی | ۷۷۴           | ۸۶۸۳          |
| سنجش از دور                 | ۵۰۰           | ۴۲۹۸          |
| تغییر کاربری زمین           | ۳۱۸           | ۴۰۶۲          |
| هوش مصنوعی                  | ۱۹۷           | ۳۸۴۳          |
| سیستم 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          |
| آب‌های زیرزمینی             | ۱۲۲           | ۱۷۴۳          |
| مدیریت آب                   | ۱۱۴           | ۱۷۱۸          |
| ارزیابی ریسک                | ۱۰۵           | ۱۷۱۱          |
| حوزه‌های آبخیز              | ۱۰۸           | ۱۶۲۱          |
| خاک                         | ۸۵            | ۱۵۳۹          |
| آلودگی آب                   | ۸۰            | ۱۵۲۹          |

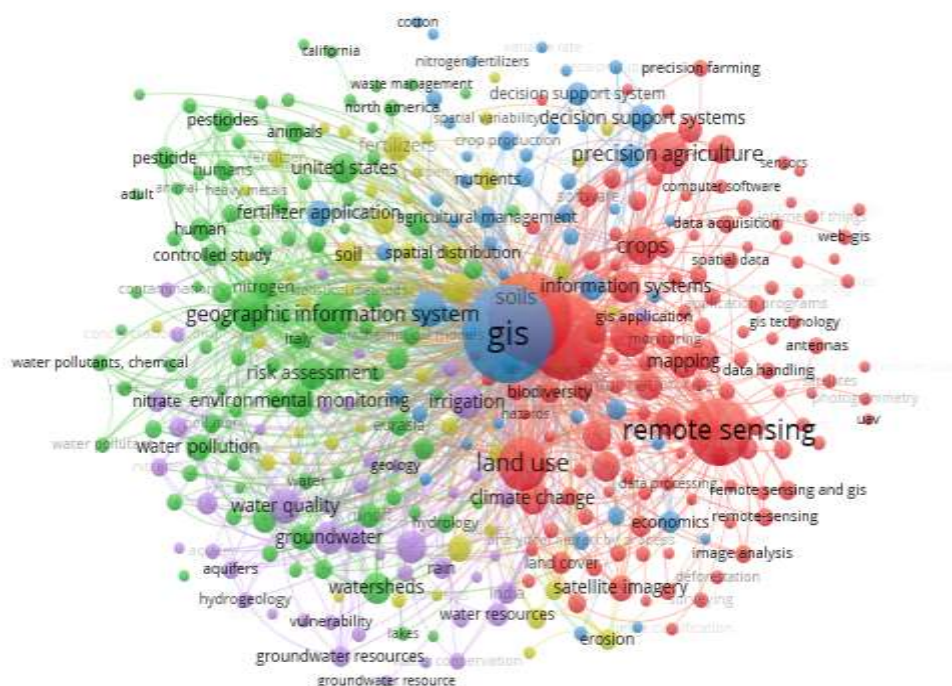
تحلیل علم‌سنجی و نگاشت دانش روندها و الگوهای پژوهشی در حوزه کاربردهای سنجش از دور و GIS برای توسعه پایدار مدیریت اراضی  
ویرایش نشده  
ژودآیند

|          |    |      |
|----------|----|------|
| تأمین آب | 79 | 1515 |
|----------|----|------|

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 2000 تا 2024 چه هستند؟  
جدول (2) به بررسی خوشه‌های اصلی و واژگان کلیدی مرتبط با مطالعات سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی و سنجش از دور در مدیریت پایدار اراضی پرداخته است. مهم‌ترین خوشه، «سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی» است که بالاترین تعداد وقوع‌ها و قدرت لینک را دارد، نشان‌دهنده اهمیت این فناوری در جمع‌آوری و تحلیل داده‌های جغرافیایی است. خوشه دوم، «سنجش از دور»، به فرآیند جمع‌آوری داده‌ها از فواصل دور اشاره دارد و بر اهمیت تصویرسازی ماهواره‌ای تأکید می‌کند. همچنین، خوشه «کشاورزی دقیق» به ارتباط نزدیک میان فناوری سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی و سنجش از دور در بهینه‌سازی فرآیندهای کشاورزی اشاره دارد. خوشه «آب و کیفیت آن» به مدیریت منابع آبی و تأثیرات آن‌ها بر محیط زیست پرداخته و خوشه «مدیریت اراضی» بر اهمیت بهینه‌سازی منابع طبیعی و استراتژی‌های پایدار تأکید دارد. برای جزئیات بیشتر به جدول (2) مراجعه شود.

جدول 2. خوشه‌های اصلی، واژگان مرتبط در هر خوشه، تعداد وقوع‌ها و قدرت پیوند

| شماره خوشه | نام خوشه                             | واژگان کلیدی                                                     | تعداد وقوع‌ها | قدرت پیوند کل |
|------------|--------------------------------------|------------------------------------------------------------------|---------------|---------------|
| 1          | سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی (GIS)    | سازمان‌های اطلاعاتی، کشاورزی دقیق، مدیریت آب                     | 1034          | 9874          |
| 2          | سنجش از دور (Remote Sensing)         | تصویرسازی ماهواره‌ای، پردازش داده‌ها، تجزیه و تحلیل اقتصاد       | 500           | 4298          |
| 3          | کشاورزی دقیق (Precision Agriculture) | رديابي محصولات، مدیریت خاک، کشت، داده‌های فضایی                  | 874           | 9412          |
| 4          | آب و کیفیت آن                        | آب زیرزمینی، آلودگی آب، مدیریت آب و خطرات زیست‌محیطی             | 134           | 2256          |
| 5          | مدیریت اراضی                         | استفاده از زمین، آبیاری، مدیریت خاک، توزیع مکانی، روش‌های پایدار | 140           | 1934          |
| 6          | سایر خوشه‌ها                         | تغییر اقلیم، ارزیابی آسیب‌پذیری، پراکنش مکانی و تنوع زیستی       | -             | -             |



شکل 2

پڙ و هڻنا مه علم سنڌ جي

شاهد زود آئند

ژ و هشی د انشگاه

ملنامہ علمی - ہفت روزہ

د و ف



تحلیل علم‌سنجی و نگاشت دانش روندها و الگوهای پژوهشی در حوزه کاربردهای سنجش از دور و GIS برای توسعه پایدار مدیریت اراضی  
**ویرایش نشده**  
**زودآیند**

تحقیقاتی، از جمله سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی و سنجش از دور، مرتبط است. سیستم‌های 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 استفاده از داده‌های فضایی به بهینه‌سازی کشت و برداشت کمک می‌کند. به‌طور کلی، خوشه مدیریت اراضی نقش مهمی در تحقق مدیریت پایدار اراضی و بهبود کیفیت و بهره‌وری منابع طبیعی دارد.



شکل 3. 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 سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی در مدیریت پایدار اراضی منتشر کرده‌اند؟ جدول 3 به بررسی مراجع علمی منتشرکننده مقالات در زمینه کاربردهای سنجش از دور و سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی در مدیریت پایدار اراضی می‌پردازد و اطلاعات مهمی در مورد تعداد مستندات (تعداد مقالات منتشر شده) و ارجاعات (تعداد ارجاع به مقالات منتشر شده) هر منبع ارائه می‌دهد. در این جدول، مشاهده می‌شود که نشریه "Computers and Electronics in Agriculture" با ۳۵ مستند و ۳۲۱۰ ارجاع، به‌طور چشمگیری پیشتر است و نشان‌دهنده اهمیت این نشریه در انتشار مقالات مرتبط با کاربردهای فناوری‌های نوین در 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 سیستم‌های کشاورزی شناخته می‌شوند. نتایج بیشتر در جدول (3) قابل مشاهده است.

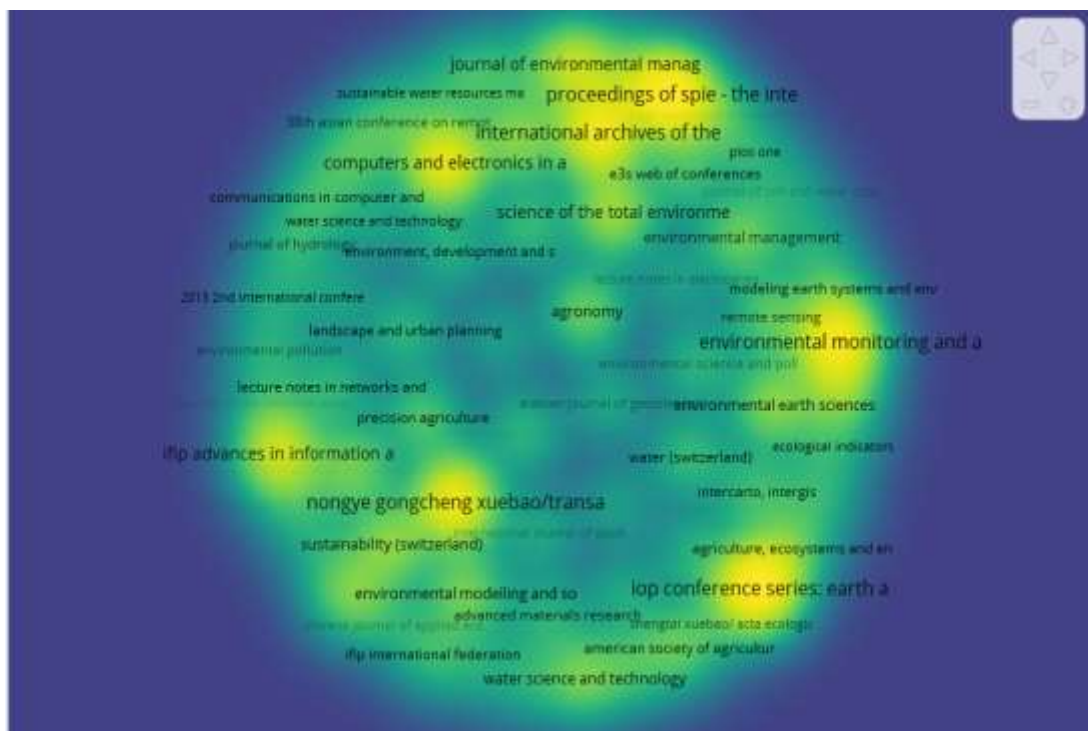
| جدول 3. مراجع علمی منتشرکننده مقالات در زمینه کاربردهای سنجش از دور و GIS در مدیریت پایدار اراضی |                       |               |              |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|---------------|--------------|
| 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            |

|      |    |                       |                                                           |
|------|----|-----------------------|-----------------------------------------------------------|
| ۱۹۹  | ۶  | مجله                  | Ecological Indicators                                     |
| ۱۰۱  | ۶  | مجله                  | Arabian Journal of Geosciences                            |
| ۱۵   | ۷  | مجله                  | Acta Horticulturae                                        |
| ۷    | ۷  | مجله                  | Advanced Materials Research                               |
| ۲۲۱  | ۸  | مجله                  | Applied Engineering in Agriculture                        |
| ۳۲   | ۹  | مجموعه مقالات کنفرانس | E3S Web of Conferences                                    |
| ۳    | ۹  | مجموعه مقالات کنفرانس | Asian Conference on Remote Sensing                        |
| ۱۳   | ۱۰ | مجله                  | CEUR Workshop Proceedings                                 |
| ۵۰۸  | ۱۱ | مجله                  | Agriculture, Ecosystems and Environment                   |
| ۵    | ۱۲ | مجله                  | American Society of Agricultural and Biological Engineers |
| ۲۴۸  | ۱۴ | مجله                  | Agronomy                                                  |
| ۵۹۷  | ۱۷ | مجموعه مقالات کنفرانس | Agricultural Water Management                             |
| ۰    | ۱۸ | مجله                  | Communications in Computer and Information Science        |
| ۳۲۱۰ | ۳۵ | مجموعه مقالات کنفرانس | Computers and Electronics in Agriculture                  |

شکل (3) شبکه مراجع علمی منتشر کننده مقالات در زمینه سنجش از دور و سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی در مدیریت پایدار اراضی را نمایش می‌دهد. این نمودار، یک شبکه پیچیده و غیرخطی است که مجموعه مراجع علمی و ناشران مقالات منتشر شده در حوزه سنجش از دور و سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی در مدیریت پایدار اراضی را نشان می‌دهد. ساختار پراکنده و در هم تنیده این شبکه، نماد تعامل چندوجهی و چندسطحی بین منابع مختلف علمی است، که نشان می‌دهد این حوزه در حال توسعه، تبادل دانش و همکاری‌های بین‌المللی گسترده‌ای دارد. اندازه‌های بزرگتر و برجسته‌تر در نمادهای مربوط به مراجع، بیانگر اهمیت، تأثیرگذاری یا میزان استنادهای بالاتر هر مرجع است، که نشان‌دهنده نقش کلیدی آنها در توسعه و ترویج مفاهیم سنجش از دور و سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی در مدیریت اراضی پایدار است. این شبکه از مراجع‌های مختلف شامل کنفرانس‌ها، مجلات، همایش‌ها تشکیل شده است. نزدیکی زیاد و فاصله کم میان این مراجع‌ها، نشان‌دهنده تمرکز بر موضوعات مشترک، همکاری‌های علمی و همپوشانی در اهداف است. به‌طور خاص، مراجع‌هایی مانند "iflup international"، "proceedings of spie"، "2013 2nd international confr، federation" نقش‌های محوری در برگزاری همایش‌ها، انتشار مقالات و ترویج فناوری‌های نوین دارند که در تقویت ساختار علمی و توسعه ابزارهای نوآورانه مؤثرند.

نشانده

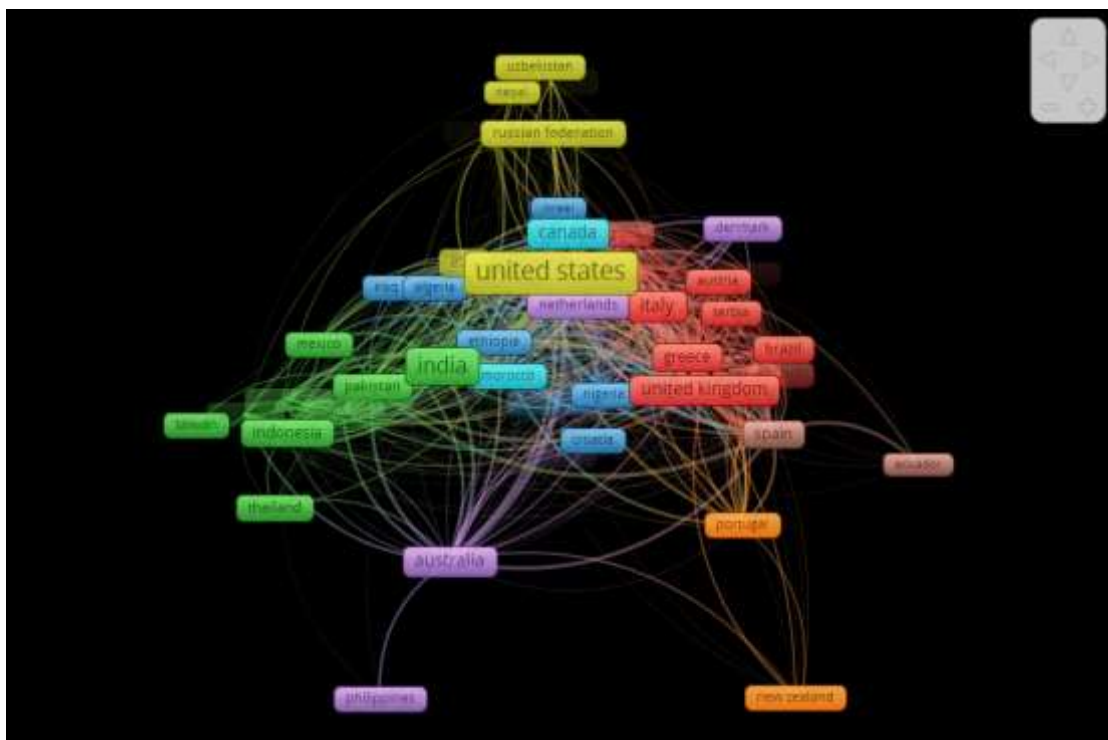
تحلیل علم‌سنجی و نگاشت دانش روندها و الگوهای پژوهشی در حوزه کاربردهای سنجش از دور و GIS برای توسعه پایدار مدیریت اراضی  
ویرایش نشده



شکل 4. شبکه مراجع علمی منتشر کننده مقالات در زمینه سنجش از دور و GIS در مدیریت پایدار اراضی

پاسخ به پرسش پنجم پژوهش: کشورهای پیشرو تولید کننده در زمینه کاربردهای سنجش از دور در مدیریت پایدار اراضی کدامند و روابط و همکاری‌های علمی و آنان چگونه است؟

شکل (5) شبکه کشورهای پیشرو تولید کننده در زمینه کاربردهای سنجش از دور در مدیریت پایدار اراضی را نمایش می‌دهد. تحلیل این شبکه نشان می‌دهد که ایالات متحده به عنوان یکی از نقاط مرکزی با ارتباطات گسترده و متنوع با کشورهای مختلف، نقش کلیدی را ایفا می‌کند. هند نیز به عنوان یک کشور مهم در این شبکه، ارتباطات قوی‌ای با دیگر کشورها دارد. خوشه‌های جغرافیایی در این شبکه به وضوح قابل مشاهده‌اند؛ به عنوان مثال، کشورهایی در آسیا مانند هند، اندونزی و تایلند، و کشورهای اروپایی همچون ایتالیا، بریتانیا و پرتغال، در دسته‌های خاصی قرار گرفته‌اند که نشان‌دهنده روابط اقتصادی، فرهنگی و علمی میان آن‌هاست. ارتباطات بین کشورها از طریق خطوط متصل‌کننده نمایانگر نوعی همکاری و تبادل اطلاعات است و به ویژه کشورهای شمالی اروپا نظیر دانمارک و هلند ارتباطات معناداری با ایالات متحده و بریتانیا دارند. در مقابل، کشورهایی مانند تایلند و فیلیپین که نسبت به دیگر کشورها ارتباطات کمتری دارند.



شکل 4. شبکه کشورهای پیشرو تولید کننده در زمینه کاربردهای سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی و سنجش از دور در مدیریت پایدار اراضی

جدول (4) به بررسی کشورهای پیشرو در مطالعه کاربردهای سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی و سنجش از دور در مدیریت پایدار اراضی می‌پردازد. ایالات متحده با ۵۶ مستند و ۱۸۹۰ استناد، به‌وضوح در صدر این جدول قرار دارد و نشان‌دهنده نقش برجسته این کشور در تولید علم و تحقیقات مرتبط با فناوری‌های نوین در مدیریت اراضی است. هند و استرالیا به‌ترتیب با ۲۸ و ۲۱ مستند و ۵۴۴ و ۳۴۲ استناد در مقام‌های بعدی قرار دارند، که حاکی از توجه و سرمایه‌گذاری این کشورها در زمینه سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی و سنجش از دور است. همچنین، کانادا و چین با ۱۹ و ۱۰ مستند و به‌ترتیب ۳۰۱ و ۲۵۶ استناد، نشان‌دهنده فعالیت‌های علمی مؤثر در این حوزه هستند. کشورهای آلمان، هلند، و انگلیس نیز با مستندات و استنادهای قابل توجه، به‌ویژه در زمینه‌های مرتبط با فناوری‌های جغرافیایی و محیط زیست، در این جدول حضور دارند. ایران و برزیل با ۵ مستند و استنادهای ۱۲۰ و ۱۰۰ به‌ترتیب، نمایانگر تلاش‌های در حال رشد در زمینه سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی و سنجش از دور هستند. به‌طور کلی، این جدول نشان‌دهنده تنوع و توزیع فعالیت‌های تحقیقاتی در حوزه‌های سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی و سنجش از دور در سطح جهانی است و اهمیت این فناوری‌ها در مدیریت پایدار اراضی را به تصویر می‌کشد.

تحلیل علم‌سنجی و نگاشت دانش روندها و الگوهای پژوهشی در حوزه کاربردهای سنجش از دور و GIS برای توسعه پایدار مدیریت اراضی  
ویرایش نشده

جدول 4. کشورهای پیشرو تولید کننده در زمینه کاربردهای GIS و سنجش از دور در مدیریت پایدار اراضی

| نام منبع     | تعداد مستندات | تعداد استناد |
|--------------|---------------|--------------|
| ایالات متحده | 56            | 1890         |
| هند          | 28            | 544          |
| استرالیا     | 21            | 342          |
| کانادا       | 19            | 301          |
| چین          | ۱۰            | 256          |
| آلمان        | ۸             | 230          |
| هلند         | ۷             | 210          |
| انگلیس       | ۷             | 201          |
| ایران        | ۵             | 120          |
| برزیل        | ۵             | 100          |
| ایالات متحده | 56            | 1890         |
| هند          | 28            | 544          |
| استرالیا     | 21            | 342          |
| کانادا       | 19            | 301          |
| چین          | ۱۰            | 256          |
| آلمان        | ۸             | 230          |
| هلند         | ۷             | 210          |
| انگلیس       | ۷             | 201          |
| ایران        | ۵             | 120          |
| برزیل        | ۵             | 100          |

#### بحث و نتیجه‌گیری

پژوهش حاضر به تحلیل علم‌سنجی و نگاشت دانش روندها و الگوهای پژوهشی در حوزه کاربردهای سنجش از دور و سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی برای توسعه پایدار مدیریت اراضی طی سالهای 2000 تا 2024 پرداخت. تحلیل روند مطالعات منتشر شده در زمینه سنجش از دور و سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی در مدیریت پایدار اراضی، نشان‌دهنده افزایش چشمگیر توجه پژوهشگران به این حوزه در سال‌های اخیر است. از سال 2000 تا 2024، تعداد مقالات منتشر شده از 50 مورد در سال 2000 به 299 مورد در سال 2024 افزایش یافته است. این روند افزایشی، به‌ویژه در دوره‌های 2010-2014 و 2015-2019، نشان‌دهنده گسترش پژوهش‌ها و توسعه فناوری‌های مرتبط با سنجش از دور و سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی است. نتایج به‌دست‌آمده در این مطالعه به‌طور کلی هم‌راستا با یافته‌های مطالعات قبلی می‌باشد و نشان‌دهنده رشد و توجه فزاینده به این حوزه در سال‌های اخیر است. به عنوان مثال، پژوهش زلفی‌گل و همکاران (1403) نیز به افزایش تولید مقالات در زمینه بهینه‌سازی تخصیص کاربری اراضی از سال 2010 به بعد اشاره کرده است. این نتایج نشان‌دهنده یک روند مشابه در دو مطالعه است که به افزایش توجه پژوهشگران به کاربردهای سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی و سنجش از دور در مدیریت پایدار اراضی اشاره دارند. همچنین، عوافی اکمل و محمدی (1404) نیز به افزایش توجه به پژوهش‌ها در زمینه تغییرات کاربری اراضی کشاورزی از سال 2015 به بعد پرداخته‌اند که این نیز تأییدکننده روند رو به رشد در این حوزه است.

نتایج تحلیل واژگان پرکاربرد نشان می‌دهد که واژه "GIS" با 1034 وقوع، پرکاربردترین واژه در این مطالعات است. این یافته‌ها نشان‌دهنده اهمیت بالای سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی در تحلیل داده‌های جغرافیایی و تصمیم‌گیری‌های مرتبط با مدیریت اراضی است. واژه‌های دیگری مانند "کشاورزی"، "سنجش از دور" و "تغییر کاربری زمین" 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 است که نشان‌دهنده هم‌راستایی در توجه به این فناوری در دو مطالعه است.

خوشه‌های اصلی شناسایی شده در این پژوهش، شامل "سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی"، "حسگری از دور"، "کشاورزی دقیق" و "مدیریت اراضی" است. این خوشه‌ها نشان‌دهنده ارتباطات عمیق بین فناوری سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی و سنجش از دور و کاربردهای آن‌ها در مدیریت پایدار اراضی هستند.



نتایج تحلیل مراجع علمی در این حوزه، نمایانگر 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 زمینه شناخته می‌شوند. این یافته‌ها نشان‌دهنده اهمیت این نشریات در انتشار مقالات معتبر و کاربردی است که می‌تواند به مدیران و برنامه‌ریزان در راستای سیاست‌گذاری و مدیریت بهینه کاربری اراضی کمک کند.

تحلیل شبکه کشورهای پیشرو نشان می‌دهد که ایالات متحده 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 زمینه شبکه‌های همکاری و ارتباطات بین‌المللی، نتایج این مطالعه با یافته‌های بیلژی (Biljecki, 2016) نیز هم‌راستا است که به افزایش همکاری‌های بین‌المللی در حوزه GIScience اشاره می‌کند. 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 سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی و سنجش از دور به‌عنوان ابزارهای استراتژیک 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 سنجش از دور و سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی در حوزه‌های مختلف از جمله کشاورزی دقیق، مدیریت منابع آبی، و برنامه‌ریزی شهری به طور 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. به عنوان مثال، استفاده از داده‌های سنجش 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.

سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی فراهم کردن داده‌های دقیق و به‌روز، به محققان و تصمیم‌گیرندگان این امکان را می‌دهند که به شناسایی الگوهای فضایی و زمانی، مدل‌سازی تغییرات کاربری زمین، و پایش وضعیت منابع طبیعی بپردازند. این اطلاعات می‌تواند در اتخاذ تصمیمات بهتر و سیاست‌گذاری‌های مؤثرتر در راستای مدیریت پایدار اراضی کمک کند. به عنوان مثال، در برنامه‌ریزی شهری، سیستم‌های 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 بدست آمده 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 سنجش از دور و سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی کمک کند.
  - برگزاری کارگاه‌های آموزشی: برگزاری کارگاه‌ها و دوره‌های آموزشی برای پژوهشگران و کارشناسان در حوزه‌های سنجش از دور و سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی با هدف افزایش آگاهی و به‌روز رسانی اطلاعات فنی و علمی آن‌ها در این زمینه، می‌تواند به ارتقاء ظرفیت‌های علمی و عملی آن‌ها کمک کند. این کارگاه‌ها با ارائه محتوای آموزشی متنوع و کاربردی، شامل مباحثی نظیر تحلیل داده‌های سنجش از دور، استفاده از نرم‌افزارهای GIS، روش‌های نوین در مدیریت پایدار منابع طبیعی و تکنیک‌های تحلیل فضایی، فرصتی برای تبادل تجربیات و بهترین شیوه‌ها را فراهم می‌آورد.
  - ایجاد بانک‌های اطلاعاتی ملی: با توجه به اهمیت کلان‌داده‌ها و رشد تکنیک‌های داده‌کاو، توسعه بانک‌های اطلاعاتی ملی برای ذخیره‌سازی و مدیریت داده‌های سنجش از دور و سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی، به عنوان منبعی برای محققان، سیاست‌گذاران و تصمیم‌گیرندگان در راستای انجام مطالعات آینده‌پژوهی بسیار ضروری به‌نظر می‌رسد.
  - لزوم همکاری‌های بین رشته‌ای و بین تخصصی: با توجه به نتایج این پژوهش و دست‌یابی به این واقعیت که کارایی فناوری‌های سنجش از دور و سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی بر مبنای داده‌های حوزه‌های مختلف هستند، لذا پیشنهاد می‌گردد پژوهشگران رشته‌ها و تخصص‌های مختلف با یکدیگر همکاری‌های پژوهشی داشته باشند تا بتوانند مطالعات کارآتر و کاربردی‌تری ارائه دهند.

پیشنهاد برای پژوهش‌های آتی

- پیشنهاد می‌شود محورهای مطالعاتی زیر در برنامه پژوهشگران آتی قرار گیرد:
- مدل‌سازی کلان‌داده‌ها: با توجه به افزایش حجم داده‌ها و رشد تکنیک‌های داده‌کاوی از یکسو و اهمیت مباحث آینده‌پژوهی بر مبنای تحلیل روندها از سوی دیگر، لذا مدل‌سازی و تحلیل کلان‌داده‌های سنجش از دور به کمک روش‌های پیشرفته مانند یادگیری عمیق و یادگیری ماشین، با هدف ارتقای دقت و کارایی تحلیل‌ها، می‌تواند حوزه پژوهشی جذابی باشد.
  - کاربردهای جدید سنجش از دور: نظر به پیدایش زمینه‌های جدید بکارگیری سنجش از دور در رشته‌ها و زمینه‌های مختلف، پژوهش در حوزه‌های نو از کاربردهای سنجش از دور مانند سنجش از دور هیپراسپکتری و LiDAR در مدیریت منابع طبیعی و کشاورزی دقیق برای پژوهش‌های آتی پیشنهاد می‌گردد.

#### تقدیر و تشکر (Acknowledgments and Funding)

این مقاله برگرفته از رساله دکتری در دانشگاه بوعلی‌سینا است که 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. (1404). پیش‌بینی تأثیرگذاری پژوهش‌های علمی حوزه زیست‌فناوری با استفاده از الگوریتم‌های یادگیری ماشین. پژوهش نامه علم سنجی، 11(1)، 24-11.  
<https://doi.org/10.22070/rsci.2024.18868.1719>

زلفی گل، م.، عباس زاده طهرانی، ن.، و جانعلی پور، م. (1403). به‌کارگیری رویکرد علم‌سنجی به‌منظور تجزیه و تحلیل مطالعات تخصیص بهینه کاربری اراضی در سیستم اطلاعات مکانی. مطالعات کاربردی علم سنجی، 1(3)، 7-18.  
<https://doi.org/10.22091/apss.2024.11827.1022>

عواطفی اکمل، ف؛ محمدی، ی. (1404) ترسیم نقشه علمی محرک‌های تغییر کاربری اراضی کشاورزی با رویکرد علم‌سنجی. مجله علم سنجی کاسپین. ۱۲ (۱)، ۱۰-۱۳.  
<http://cjs.mubabol.ac.ir/article.13-10>

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].

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. <https://doi.org/10.22091/cjs.2025.12345.1045> [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). Big data in precision agriculture: Weather forecasting for future farming. Paper presented at the 2015 1st international conference on next generation computing technologies (NGCT).

- Biljecki, F. (2016). A scientometric analysis of selected GIScience journals. *International Journal of Geographical Information Science*, 30(7), 1302-1335. [https://doi: 10.1080/13658816.2015.1130831](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: 10.1016/j.isprsjprs.2009.06.004](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: 10.1016/j.ins.2014.01.015](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:10.1109/JPROC.2016.2598228](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: 10.3390/algor2030973](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: 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: 10.1016/j.compag.2010.01.001](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. Paper presented at the AIP Conference Proceedings. [https://doi: 10.1063/5.0199654](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: 10.3389/fenvs.2015.00045](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: 10.1016/j.landusepol.2024.107455](https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2024.107455)
- Linlin, R. U. A. N., Wu, X. I. A. O., Hangyu, C. H. E. N., Yiming, Y. U. A. N., & Changli, H. O. U. (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.
- 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: 10.1016/j.future.2014.10.029](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: 10.3389/fpls.2016.01419](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: 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: 10.1016/j.biosystemseng.2012.08.009](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., . . . Wang, Y. (2024). Application of GIS and remote-sensing technology in ecosystem services and biodiversity conservation 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., ... & 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.
- Pourakarmi, S.; Sahebi Vaighan, S.; Mohammadi, Z. (2016), Application of remote sensing in investigating land use changes resulting from physical development of Tabriz city, Fourth International Congress of Civil Engineering, Architecture and Urban Development, Tehran, Iran. <https://civilica.com/doc/619685> [In persian].
- 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: 10.1016/j.procs.2015.04.134](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: 10.1016/j.cscee.2023.100560](https://doi.org/10.1016/j.cscee.2023.100560)
- Sharma, S., Beslity, J. O., Rustad, L., Shelby, L. J., Manos, P. T., Khanal, P., . . . 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: 10.3390/rs16224161](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: 10.1155/2016/3289801](https://doi.org/10.1155/2016/3289801)

- 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: 10.1080/00330124.2014.983588](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 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](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/abs/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: /10.1016/j.agsy.2017.01.023](https://doi:/10.1016/j.agsy.2017.01.023)
- Yao, H., & Huang, Y. (2013). Remote sensing applications to precision farming. *Remote sensing of natural resources*, 333-352.
- Ye, S., Ren, S., Song, C., Du, Z., Wang, K., Du, B., . . . Zhu, D. (2024). Spatial pattern of cultivated land fragmentation in mainland China: Characteristics, dominant factors, and countermeasures. *Land Use Policy*, 139, 107070. <https://doi: 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: 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: 10.1016/S0168-1699\(00\)0096-02](https://doi: 10.1016/S0168-1699(00)0096-02)
- Zolfigol, M., Abbaszadeh Tehrani, N., and 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: 10.22091/apss.2024.11827.1022> [In Persian].