

## Identifying the drivers of the cadastral process of agricultural lands in Iran

Hossein Karimzadeh <sup>1</sup>, Mohammad Zaheri <sup>2</sup>, Akbar Asghari Zamani <sup>3</sup> and Abolfazl Hosseinjani <sup>4</sup>

1- Department of Rural Planning, Faculty of Planning and Environmental Sciences, University of Tabriz, Tabriz, Iran.

2- Department of Rural Planning, Faculty of Planning and Environmental Sciences, University of Tabriz, Tabriz, Iran.

3- Department of Urban Planning, Faculty of Planning and Environmental Sciences, University of Tabriz, Tabriz, Iran.

4- Department of Rural Planning, Faculty of Planning and Environmental Sciences, University of Tabriz, Tabriz, Iran.

### ARTICLE INFO

**Article type:**

Research Article

**Received:**

2025/09/26

**Accepted:**

2025/10/14

**pp:**

98- 119

**Keywords:**

Agricultural Land;  
Cadastre;  
Futures Studies;  
Key Drivers;  
Land Governance;  
Sustainable;  
Development.

### ABSTRACT

Cadastral systems for agricultural land are considered a fundamental tool for land management and sustainable development, as they enhance ownership transparency, reduce legal disputes, and improve agricultural productivity. However, challenges such as a lack of accurate data, outdated legislation, and administrative complexities have hindered their full implementation in Iran. This study aims to identify key driving forces and analyze potential future scenarios of cadastral systems through a futures studies approach. The research employed the cross-impact matrix method using MICMAC software to explore interdependencies among variables. A mixed-methods design was adopted, combining quantitative and qualitative data through questionnaires, interviews, and field observations. The statistical population included experts in agriculture, natural resources, geography, and information technology, selected purposefully. Validity of the instruments was ensured using the Delphi method and expert reviews, while reliability was strengthened by carefully choosing specialized respondents. The findings reveal that the driving forces influencing cadastral systems can be categorized into four dimensions: technological, institutional-legal, socio-economic, and environmental. Variables such as “ownership transparency,” “institutional coordination,” “advancement of spatial technologies,” and “investment in digital infrastructure” were identified as having both high influence and high sensitivity. Accordingly, the successful implementation of cadastral systems depends on the adoption of innovative technologies, legal reforms, active social participation, institutional collaboration, and leveraging economic benefits for sustainable development. The results highlight that cadastral systems are not merely technical tools but multidimensional governance mechanisms requiring simultaneous attention to technological, legal, social, institutional, and economic aspects in order to ensure their effectiveness in the agricultural sector.



**Citation:** Karimzadeh, H., Zaheri, M., Asghari Zamani, A., & Hosseinjani, A. (2026). Identifying the drivers of the cadastral process of agricultural lands in Iran. *Journal of Geography and Regional Future Studies*, 4(2), 98-119.



© Authors retain the copyright and full publishing rights. **Publisher:** Urmia University.

DOI: <https://doi.org/10.30466/grfs.2025.56583.1159>

DOR: <https://dorl.net/dor/20.1001.1.2981118.1405.4.2.6.3>

## Extended Abstract

### Introduction

Agricultural land cadaster, as a fundamental component of land management, plays a vital role in clarifying ownership rights, enhancing agricultural productivity, and supporting sustainable development. The absence of accurate and updated data, outdated regulations, and a lack of effective cadastral systems are among the major challenges in this field. These deficiencies often lead to ownership conflicts, reduced security of land tenure, and limited access to credit for farmers. At the same time, climate change, population pressure, and rapid urbanization highlight the urgent need for more efficient cadastral systems. From a socio-economic perspective, formal land registration and issuance of ownership certificates can strengthen farmers' legal security, foster investment, improve access to financial resources, and enhance overall economic well-being. Nevertheless, high costs, bureaucratic complexities, and local resistance to new procedures remain significant obstacles. The adoption of advanced technologies such as blockchain and digital platforms could improve transparency and security in land transactions, while encouraging broader stakeholder participation. A review of national and international studies reveals that although economic, legal, and managerial dimensions of cadaster have been widely explored, future-oriented approaches and identification of key driving forces have received limited attention. Therefore, the present study seeks to fill this gap by employing foresight methods and analytical tools to identify the critical drivers influencing cadastral implementation, envision potential future pathways, and propose strategies for improving land governance and fostering sustainable agricultural development.

### Methodology

This study aims to present a systematic methodological framework to address the research questions by carefully defining the conceptual structure and operationalizing the key variables. To analyze future scenarios, the "Cross-Impact Matrix" method using MICMAC software has been employed. This tool enables an in-depth exploration of interrelationships among variables and

facilitates the assessment of their mutual influences, thereby providing insights into the dynamics shaping the cadastral system. From a philosophical standpoint, the choice of research paradigm plays a crucial role. In this study, a mixed-methods approach is adopted, integrating both quantitative and qualitative data to ensure a more comprehensive understanding of the phenomenon under investigation. A convergent design is applied, allowing the simultaneous analysis and integration of quantitative and qualitative findings. The research is descriptive-analytical in nature, aiming to examine the current situation while uncovering the underlying causes of challenges in the agricultural cadaster. The statistical population consists of experts in agriculture, natural resources, geography, and information technology, selected through purposive sampling. Data collection tools include questionnaires, interviews, and direct observation. The validity of the instruments has been confirmed through the Delphi method and expert evaluation, while reliability is ensured by selecting highly qualified respondents. Overall, this methodological framework provides a robust and flexible basis for analyzing both challenges and opportunities in the future of agricultural land cadaster.

### Results and discussion

The findings of this study reveal that the key driving forces behind the implementation of agricultural land cadaster can be categorized into four major groups: technological, institutional-legal, socio-economic, and environmental. From a technological perspective, the adoption of advanced tools such as Geographic Information Systems (GIS), remote sensing, and blockchain plays a crucial role in enhancing accuracy and transparency. In the institutional-legal dimension, updated regulations, inter-agency coordination, and reduction of bureaucratic barriers emerge as critical factors. From the socio-economic standpoint, land tenure security, farmers' access to credit, and mitigation of local conflicts are particularly significant. Lastly, environmental considerations, including the protection of natural resources and sustainable land management, underscore the urgent need for effective cadastral systems.

MICMAC-based analysis indicated that certain variables, such as “ownership transparency,” “institutional coordination,” “advancement of geospatial technologies,” and “investment in digital infrastructure,” hold both high influence and strong sensitivity within the system. These variables were identified as the key drivers shaping the future of cadaster. The results further suggest that neglecting these factors could intensify social conflicts and undermine the effectiveness of agricultural development programs. Conversely, targeted investments and smart policymaking in these domains can pave the way for efficient land governance and sustainable agricultural growth.

### Conclusion

The findings of this study indicate that the successful establishment of an agricultural land cadaster system in Iran depends on five major clusters of drivers: technological innovation and digitalization, legal support and conflict reduction, social participation and public awareness, governmental backing and institutional cooperation, and economic benefits for sustainable development. The cross-impact matrix analysis revealed that variables such as geospatial technology accuracy, land ownership transparency, institutional coordination, and investment in digital infrastructure hold the highest influence and sensitivity within the system. The results suggest that the application of advanced technologies like GIS, GPS, and digital platforms can significantly improve the

accuracy and transparency of land registration while reducing disputes. Strengthening legal frameworks and ensuring secure land tenure were also found to be central in building stakeholder trust and reducing litigation costs. Moreover, the study highlighted that the success of cadaster initiatives largely depends on the active participation of farmers—particularly women—and local communities.

Equally important is the role of governmental support and inter-agency cooperation in expediting implementation and minimizing bureaucratic complexity. Furthermore, integrating cadaster with economic and development policies can enhance agricultural productivity, stimulate investments, and improve rural welfare. Overall, the results underline that cadaster is not merely a technical tool but a multidimensional system that requires simultaneous attention to technological, legal, social, institutional, and economic dimensions for its sustainable realization.

### Declarations

**Funding:** There is no funding support.

**Authors’ Contribution:** The authors contributed equally to the conceptualization and writing of the article. All of the authors approved the content of the manuscript and agreed on all aspects of the work.

**Conflict of Interest:** The authors declared no conflict of interest.

**Acknowledgments:** We are grateful to all the scientific consultants of this paper.



## شناسایی پیشران‌های فرایند حدنگاری (کاداستر) اراضی کشاورزی در ایران

حسین کریم‌زاده<sup>۱</sup>، محمد ظاهری<sup>۲</sup>، اکبر اصغری زمانی<sup>۳</sup> و ابوالفضل حسینجانی<sup>۴</sup>

- ۱- دانشیار گروه جغرافیا و برنامه‌ریزی روستایی دانشگاه تبریز، تبریز، ایران
- ۲- دانشیار گروه جغرافیا و برنامه‌ریزی روستایی دانشگاه تبریز، تبریز، ایران
- ۳- استاد گروه جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری دانشگاه تبریز، تبریز، ایران
- ۴- دانشجوی دکتری گروه جغرافیا و برنامه‌ریزی روستایی دانشگاه تبریز، تبریز، ایران

### اطلاعات مقاله

#### نوع مقاله:

مقاله پژوهشی

#### دریافت:

۱۴۰۴/۰۷/۰۴

#### پذیرش:

۱۴۰۴/۰۷/۲۲

#### صص:

۹۸-۱۱۹

#### واژگان کلیدی:

کاداستر اراضی کشاورزی، آینده‌پژوهی، پیشران‌های کلیدی، حکمرانی زمین، توسعه پایدار.

### چکیده

کاداستر اراضی کشاورزی یکی از ابزارهای کلیدی در مدیریت زمین و توسعه پایدار است که می‌تواند موجب شفاف‌سازی مالکیت، کاهش تعارضات حقوقی و بهبود بهره‌وری در بخش کشاورزی شود. چالش‌هایی همچون نبود داده‌های دقیق، ضعف قوانین و پیچیدگی‌های اداری مانع تحقق کامل این نظام در ایران هستند. در این پژوهش با هدف شناسایی پیشران‌های کلیدی و تحلیل آینده‌های محتمل کاداستر، از رویکرد آینده‌پژوهی و ابزار «ماتریس تأثیرات متقاطع» در نرم‌افزار MICMAC بهره گرفته شد. رویکرد تحقیق آمیخته بوده و با ترکیب داده‌های کمی و کیفی و استفاده از پرسشنامه، مصاحبه و مشاهده انجام شده است. جامعه آماری شامل متخصصان حوزه‌های کشاورزی، منابع طبیعی، جغرافیا و فناوری اطلاعات بود که به‌صورت هدفمند انتخاب شدند. روایی ابزار با روش دلفی و نظر خبرگان و پایایی آن با انتخاب دقیق مشارکت‌کنندگان تأیید شد. نتایج نشان داد که پیشران‌های اثرگذار بر نظام کاداستر در چهار دسته اصلی جای می‌گیرند: فناوری، نهادی، حقوقی، اقتصادی-اجتماعی و زیست‌محیطی. متغیرهایی نظیر «شفافیت مالکیت»، «هماهنگی نهادی»، «پیشرفت فناوری‌های مکانی» و «سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌های دیجیتال» بیشترین قدرت اثرگذاری و حساسیت را دارند. بر این اساس، موفقیت اجرای کاداستر در گرو توسعه فناوری‌های نوین، اصلاح چارچوب‌های حقوقی، افزایش مشارکت اجتماعی، همکاری نهادی و بهره‌گیری از مزایای اقتصادی آن است. یافته‌ها بیانگر آن است که کاداستر صرفاً یک ابزار فنی نیست، بلکه سامانه‌ای چندبعدی است که تحقق آن نیازمند توجه هم‌زمان به ابعاد مختلف حکمرانی زمین می‌باشد.

**استناد:** کریم‌زاده، حسین؛ ظاهری، محمد؛ اصغری زمانی، اکبر؛ و حسینجانی، ابوالفضل. (۱۴۰۵). شناسایی پیشران‌های فرایند حدنگاری (کاداستر) اراضی کشاورزی در ایران. *فصلنامه جغرافیا و آینده‌پژوهی منطقه‌ای*، ۴(۲)، ۹۸-۱۱۹.

ناشر: دانشگاه ارومیه.

نویسندگان حق چاپ و حقوق کامل نشر را حفظ می‌کنند.



DOI: <https://doi.org/10.30466/grfs.2025.56583.1159>

DOR: <https://dori.net/dor/20.1001.1.2981118.1405.4.2.6.3>



## مقدمه

کاداستر اراضی کشاورزی یکی از اجزای اساسی مدیریت زمین است که چارچوبی برای ثبت و مدیریت مالکیت، استفاده و توسعه زمین فراهم می‌نماید (Kocur-Bera & Frąszczak, 2021: 56). از چالش‌های اصلی، نبود داده‌های کافی و به‌روز است که منجر به مشکلاتی در شناسایی دقیق و قانونی حقوق مالکیت و مرزهای اراضی می‌شود (FAO, 2002: 23- Mousavi et al., 2025). به‌روزرسانی نشدن برخی از قوانین و مقررات مربوط به مالکیت زمین، که نیازمند اصلاح و هماهنگی با شرایط کنونی است، از دیگر چالش‌های این حوزه به‌شمار می‌رود (Deininger, 2003: 80; World Bank, 2019: 92). به دلیل نبود سیستم‌های دقیق و منظم کاداستری، تعارضات و اختلافات مالکیتی افزایش یافته است که باعث تضعیف حکمرانی زمین و ایجاد نابرابری‌های حقوقی می‌شود (Cotula, 2007: 15; Zevenbergen et al., 2013: 597).

یکی از جنبه‌های آینده‌پژوهی در فرایند حدنگاری (کاداستر) اراضی کشاورزی در ایران، درک تأثیرات اجتماعی-اقتصادی سیستم‌های کاداستر بر جوامع روستایی است. مطالعات باید بررسی کنند که چگونه حق مالکیت مطمئن بر زمین بر رفتارهای سرمایه‌گذاری کشاورزان، دسترسی به اعتبار و رفاه اقتصادی کلی تأثیر می‌گذارد (Williamson, 2015: 7). تحقیقات آینده می‌تواند این نظام‌های پویا را در زمینه‌های فرهنگی مختلف بررسی کند تا استراتژی‌های متناسبی برای افزایش امنیت مالکیت زمین گسترش دهد (FAO, 2002: 15). علاوه بر چالش‌های مدیریتی و اجتماعی، عوامل اقتصادی نیز نقش مهمی در فرایند حدنگاری ایفا می‌کنند (FAO, 2020: 45). بسیاری از کشاورزان به دلیل مشکلات مالی، قادر به پرداخت هزینه‌های مرتبط با ثبت اراضی نیستند و این موضوع می‌تواند به عدم ثبت و شفافیت مالکیت منجر شود. همچنین، تغییرات اقلیمی و تأثیرات آن بر کشاورزی نیز باید مورد توجه قرار گیرد (Long et al, 2021).

سیستم کاداستر نقشی حیاتی در مدیریت و اداره زمین به‌ویژه در مناطق روستایی ایفا می‌کند و به‌عنوان یک عنصر بنیادین برای توسعه پایدار کشاورزی، رشد اقتصادی و ثبات اجتماعی عمل می‌نماید (Williamson, 2010: 78). بدون کاداستر مؤثر، مالکان زمین‌ها ممکن است با عدم وضوح در حقوق مالکیت مواجه شوند که منجر به اختلافات و کاهش بهره‌وری کشاورزی می‌گردد. در بسیاری از کشورهای در حال توسعه، نبود یک سیستم کاداستر قوی منجر به موانع قابل‌توجهی در ثبت زمین می‌شود. این عدم وضوح می‌تواند سرمایه‌گذاری را به تأخیر اندازد و دسترسی به اعتبارات را برای کشاورزانی که بر زمین خود به‌عنوان وثیقه تکیه می‌کنند، محدود نماید (World Bank, 2006: 36). علاوه بر این، سوابق کاداستر قدیمی یا نادرست می‌تواند مسائل مربوط به عدم امنیت حقوق مالکیت را، به‌ویژه برای گروه‌های به حاشیه رانده‌شده مانند زنان و مردم بومی، تشدید کند که ممکن است با موانع قانونی و فرهنگی در اثبات حقوق خود مواجه باشند (Schmidt et al., 2015: 280). علاوه بر این، افزایش شهرنشینی و فشار جمعیت بر اراضی روستایی نیازمند ایجاد سیستم‌های کاداستر کارآمد برای تسهیل مالیات عادلانه بر زمین و تخصیص منابع است. نقشه‌های کاداستر برای اهداف اداری، از جمله ارزیابی‌های مالیاتی بر اساس مساحت زمین، ضروری هستند که می‌توانند درآمدهای دولت محلی را افزایش داده و از خدمات عمومی حمایت کنند (FAO, 1990: 33). با این حال، بدون اطلاعات دقیق کاداستر، دولت‌ها ممکن است در اجرای سیاست‌های مالیاتی عادلانه یا مدیریت مؤثر منابع زمینی دچار مشکل شوند. عدم رسیدگی به این مسائل نه تنها بهره‌وری کشاورزی را مختل می‌کند، بلکه با تداوم نابرابری‌ها در دسترسی و مالکیت زمین، انسجام اجتماعی را نیز تضعیف می‌کند؛ بنابراین، برای سیاست‌گذاران ضروری است که توسعه و به‌روزرسانی سیستم‌های کاداستر را در اولویت قرار دهند تا از امنیت حقوق مالکیت زمین، ترویج سرمایه‌گذاری در کشاورزی و توسعه پایدار روستایی اطمینان حاصل شود (Long et al, 2021). همچنین، بسیاری از کشاورزان به دلیل آگاهی ناکافی از مزایای کاداستر و فرآیندهای مربوط به آن، از همکاری با نهادهای دولتی خودداری می‌کنند. این موضوع می‌تواند به کاهش دقت و اعتبار اطلاعات کاداستر منجر شود و در نهایت بر توسعه پایدار کشاورزی تأثیر منفی بگذارد (Deininger & Feder, 2009: 16).

سیاست‌گذاری توسعه منطقه‌ای در ایران نتوانسته است به اموری همچون مشارکت عوامل منطقه‌ای، شناخت پتانسیل‌ها، طراحی سیاست‌های مبتنی بر شرایط محلی بپردازد (Khaleghi, 2019: 221). در ایران با وجود تکلیف قانونی دستگاه‌های اجرایی در مورد لزوم حدنگاری کلیه املاک کشور، متأسفانه این طرح به‌طور کامل موفق اجرا نشده و بسیاری از املاک بدون تعیین موقعیت باقی‌مانده‌اند که زمینه‌ساز برخی کلاهبرداری‌ها در معاملات ملکی شده است (Kheradmandi & Mohammadi, 2020: 116). آینده‌نگاری کاداستر اراضی کشاورزی برای بهبود شیوه‌های مدیریت زمین، افزایش بهره‌وری کشاورزی و تضمین توسعه پایدار ضروری است (D'Arcy et al., 2023: 6). به‌منظور بهبود فرایند حدنگاری، استفاده از رویکرد آینده‌نگاری می‌تواند به شناسایی پیشران‌های مختلف و برنامه‌ریزی برای مواجهه با چالش‌های مربوط به سیستم کاداستر کمک کند. هدف اصلی این مطالعه، شناسایی مشکلات و چالش‌های موجود برای بهبود سیستم کاداستر به‌منظور حمایت از توسعه پایدار و مدیریت بهتر اراضی است. یکی از مسائل کلیدی در این فرایند، صدور سند رسمی برای اراضی است که می‌تواند به افزایش امنیت مالکیت و حفظ حقوق کشاورزان کمک کند. صدور سند مزایای متعددی مانند شفافیت در مالکیت، تسهیل معاملات

زمین و جلوگیری از اختلافات حقوقی دارد. با این حال، معایبی نیز ممکن است وجود داشته باشد؛ از جمله پیچیدگی‌های اداری، هزینه‌های اجرایی بالا و مقاومت احتمالی کشاورزان محلی که به فرآیندهای سنتی عادت کرده‌اند. در نهایت، برای بهبود وضعیت کاداستر و صدور سند، لازم است که تمامی ذینفعان از جمله دولت، کشاورزان و جامعه محلی در این فرایند مشارکت فعال داشته باشند.

### پیشینه و مبانی نظری پژوهش

مطالعات انجام شده در ایران نشان می‌دهد که طرح کاداستر همواره از منظرهای اقتصادی، حقوقی، مدیریتی و توسعه‌ای مورد بررسی قرار گرفته است. برای نمونه، پژوهش‌های اولیه بیشتر بر ارزیابی اقتصادی و امکان‌سنجی اجرای طرح متمرکز بوده‌اند. برنجکار (۱۳۷۷) با تحلیل هزینه-فایده طرح کاداستر نشان داد که این برنامه نه تنها از نظر اقتصادی توجیه‌پذیر است، بلکه ابزاری مؤثر برای شناسایی املاک و کاهش فرار مالیاتی محسوب می‌شود. در ادامه، پژوهش‌هایی همچون رابط (۱۳۹۳) و فرنام و فراتی (۱۳۹۷) بر نقش کاداستر در توسعه پایدار روستایی و تثبیت مالکیت اراضی کشاورزی تأکید کردند و نشان دادند که شفافیت مالکیت و کاهش تعارضات حقوقی می‌تواند زمینه‌ساز افزایش بهره‌وری کشاورزی و ارتقای اقتصاد روستایی شود. در بخش دیگری از تحقیقات، موانع اجرایی طرح کاداستر مورد توجه قرار گرفته است. ابوالزاده (۱۳۹۵) و افشارمنش (۱۳۹۷) با بررسی مشکلات حقوقی، مدیریتی و فنی، ضعف‌های ساختاری نظام کاداستر ایران را شناسایی کردند. نتایج آن‌ها نشان داد که اجرای این نظام بدون اصلاحات نهادی و قانونی با چالش جدی روبه‌روست. در همین راستا، مهرآسا و همکاران (۱۳۹۸) و رسایی (۱۳۹۸) نیز بر اهمیت کاداستر در اثبات دعای ملکی و پیشگیری از جرائم مرتبط با زمین‌خواری تأکید کردند. همچنین، برخی پژوهش‌ها به کاربردهای نوین کاداستر در کشاورزی و برنامه‌ریزی فضایی پرداخته‌اند. برای مثال، نیکویی مردانی (۱۴۰۰) در اصفهان نشان داد که حدنگاری دقیق اراضی می‌تواند در تدوین الگوی کشت و بهینه‌سازی مصرف آب نقش کلیدی ایفا کند. زلفی (۱۴۰۰) نیز به مشارکت کشاورزان در طرح کاداستر پرداخت و نتیجه گرفت که میزان مشارکت بهره‌برداران به آگاهی، انگیزه اقتصادی و اعتماد به نهادهای رسمی بستگی دارد. مطالعات مقایسه‌ای همچون گلشنی و همکاران (۱۴۰۰) نیز بر اهمیت تجربه کشورهای دیگر (انگلیس) در جلوگیری از زمین‌خواری تأکید کردند. به‌طور کلی، مرور پیشینه داخلی نشان می‌دهد که اگرچه تاکنون به ابعاد اقتصادی، حقوقی، اجتماعی و فنی طرح کاداستر توجه شده است، اما همچنان فقدان رویکرد آینده‌پژوهی و تحلیل پیشران‌های کلیدی مؤثر بر موفقیت یا شکست این طرح در سطح ملی و منطقه‌ای احساس می‌شود.

در سطح بین‌المللی نیز مطالعات متعددی به بررسی نقش کاداستر در توسعه اقتصادی، امنیت غذایی و حکمرانی خوب زمین پرداخته‌اند. دوبله<sup>۱</sup> (۱۹۸۳) و ویلیامسون<sup>۲</sup> (۱۹۹۷) از نخستین محققانی بودند که بر اهمیت کاداستر برای کشورهای در حال توسعه تأکید کردند و آن را ابزاری برای ارتقای امنیت مالکیت و تحریک سرمایه‌گذاری در کشاورزی دانستند. اوستبرگ<sup>۳</sup> (۲۰۰۲) نیز نشان داد که کاداستر به‌عنوان یک چارچوب نهادی، لازمه تحقق توسعه پایدار در مناطق روستایی است. در ادامه، با ظهور فناوری‌های نوین، پژوهش‌هایی مانند متیو و جویل<sup>۴</sup> (۲۰۰۶) به کاربرد فناوری‌های دیجیتال در کاداستر مناطق روستایی پرداختند و کمبود چارچوب‌های قانونی و زیرساخت‌های فنی را مانع توسعه دانستند. در همین راستا، مطالعات جدیدتر نظیر کالانده<sup>۵</sup> (۲۰۱۱)، تسفابیرها<sup>۶</sup> (۲۰۱۳)، بوسکو و آپولو<sup>۷</sup> (۲۰۲۳) و گتی<sup>۸</sup> و همکاران (۲۰۲۳)، تلاش کرده‌اند با استفاده از مدل‌سازی داده‌های مکانی و گواهی‌نامه‌های مالکیت زمین روستایی، مشکلات منازعات ارضی و کمبود اسناد رسمی را کاهش دهند. به‌طور کلی، مرور ادبیات خارجی نشان می‌دهد که تمرکز اصلی بر کارکردهای کاداستر در تضمین امنیت مالکیت زمین، بهبود بهره‌وری کشاورزی، تسهیل مدیریت منابع طبیعی و کاهش منازعات ارضی بوده است. در عین حال، بسیاری از این تحقیقات بر نقش فناوری‌های نوین (GIS، BIM، داده‌های مکانی سه‌بعدی و ...) در ارتقای دقت و شفافیت نظام کاداستر تأکید داشته‌اند.

بررسی مطالعات داخلی و خارجی نشان می‌دهد که اگرچه تحقیقات متعددی به نقش کاداستر در توسعه اقتصادی، حقوقی و کشاورزی پرداخته‌اند، اما تحلیل آینده‌نگرانه و شناسایی پیشران‌های کلیدی در موفقیت اجرای طرح کاداستر، به‌ویژه در ایران، کمتر مورد توجه قرار گرفته است. بیشتر پژوهش‌ها به وضعیت موجود پرداخته‌اند و کمتر تلاشی برای ترسیم سناریوهای آینده یا ارائه راهبردهای بلندمدت انجام داده‌اند؛

<sup>1</sup> Doebele

<sup>2</sup> Williamson

<sup>3</sup> Österberg

<sup>4</sup> Matthew & Joel

<sup>5</sup> Kalande

<sup>6</sup> Tsefabirha

<sup>7</sup> Busko & Apollo

<sup>8</sup> Getie

بنابراین، نوآوری پژوهش حاضر در آن است که با بهره‌گیری از رویکرد آینده‌پژوهی و ابزارهایی همچون میک‌مک، تلاش می‌کند ضمن شناسایی پیشران‌های کلیدی مؤثر بر اجرای کاداستر، مسیرهای ممکن آینده را تحلیل و برای بهبود نظام برنامه‌ریزی اراضی و توسعه پایدار روستایی راهکار ارائه دهد. این رویکرد ترکیبی از مطالعات کاربردی گذشته و چشم‌انداز آینده‌نگرانه است که می‌تواند خلأ موجود در ادبیات را پر کند.

در بیشتر کشورها، نظام کاداستر امری بدیهی تلقی می‌شود و تأثیر آن در تسهیل بازار کارآمد زمین و پشتیبانی از اداره کارآمد کاربری زمین به‌طور کامل درک نمی‌شود. واقعیت این است که تأثیر یک نظام کاداستر کارآمد به‌سختی قابل اغراق است. یک نظام کاداستر مناسب در واقع ستون فقرات جامعه به‌شمار می‌آید. اقتصاددان مشهور پرویی، هرماندو د سوتو<sup>۱</sup>، این‌گونه بیان کرده است: «زندگی متمدنانه در اقتصادهای بازار صرفاً به‌خاطر رفاه بیشتر نیست، بلکه به‌خاطر نظم است که حقوق مالکیت رسمی شده به همراه می‌آورد» (Enemark, 2012: 1). در زمینه زمین و املاک، کاداستر ابزاری حیاتی برای مستندسازی و تثبیت حقوق مالکیت است و به‌عنوان یک پایگاه رسمی، اطلاعات دقیق و قابل استناد درباره موقعیت، ابعاد، کاربری و وضعیت حقوقی زمین ارائه می‌دهد (Williamson et al., 2010). نظام کاداستر نقش کلیدی در ایجاد اطمینان حقوقی و سرمایه‌گذاری در زمین ایفا می‌کند. زمانی که مالکیت قانونی و دقیق ثبت شده باشد، مالکان برای استفاده بهینه از زمین، سرمایه‌گذاری بلندمدت و اخذ تسهیلات بانکی انگیزه بیشتری خواهند داشت (De Soto, 2007). نظریه حقوق مالکیت<sup>۲</sup> چارچوبی است که توضیح می‌دهد چگونه تخصیص و اجرای حقوق مالکیت بر استفاده و مدیریت منابعی مانند زمین تأثیر می‌گذارد. بر اساس این نظریه، حقوق مالکیتی که به‌صورت روشن تعریف شده، تضمین شده و قابل انتقال باشند، انگیزه‌هایی برای مالکان زمین ایجاد می‌کند تا در زمین خود سرمایه‌گذاری کرده و آن را به‌صورت کارآمد مورد استفاده قرار دهند (Alchian & Demsetz, 1973). نظریه حقوق مالکیت بر نقش نهادهای رسمی مانند ثبت اسناد و ادارات کاداستر برای تضمین اعتبار و الزام‌آوری حقوق زمین تأکید دارد (Popov, 2019). چهار مؤلفه اصلی نظریه حقوق مالکیت (که به «بسته حقوق» معروف است) عبارت‌اند از: ۱. حق استفاده (استعمال دارایی)، ۲. حق استثمار (کسب درآمد از دارایی)، ۳. حق انتقال (فروش یا واگذاری دارایی)، و ۴. حق استثناء (منع دیگران از استفاده). این حقوق، به‌موجب وضوح، تضمین و قابلیت انتقال، انگیزه‌های اقتصادی لازم برای سرمایه‌گذاری و استفاده کارآمد از منابع را فراهم می‌کنند (Alchian & Demsetz, 1973; Investopedia, 2024).

یکی از رویکردهای نظری کلیدی در تحلیل و توسعه کاداستر، نظریه سیستم‌های اطلاعات مکانی<sup>۳</sup> است. این نظریه به‌عنوان پایه‌ای علمی برای درک ساختار، ویژگی‌ها و کاربرد داده‌های مکانی، نقش محوری در طراحی و پیاده‌سازی نظام‌های کاداستری مدرن ایفا می‌کند. نه تنها ابزارهای تکنیکی (مانند GIS)، بلکه مفاهیم بنیادین نظیر مدل‌سازی فضایی، هندسه توپولوژیک، عدم قطعیت داده‌ها و تعامل انسان-فناوری را در خود جای می‌دهد. در حوزه کاداستر، این رویکرد موجب توسعه نظام‌هایی شده است که اطلاعات مالکیتی، حقوقی، توصیفی و مکانی زمین را به‌صورت یکپارچه در پایگاه‌های اطلاعاتی ذخیره می‌کنند. به‌ویژه مفهوم «کاداستر چندمنظوره» که از دل همین نظریه بیرون آمده، امکان استفاده از داده‌های زمین در برنامه‌ریزی شهری، مدیریت منابع طبیعی، مالیات بر اراضی و حتی حل اختلافات حقوقی را فراهم کرده است (Goodchild, 2007: 212). همچنین این نظریه زیرساخت نظری لازم برای توسعه کاداستر سه‌بعدی را نیز فراهم می‌سازد؛ چرا که در بسیاری از موارد مالکیت و بهره‌برداری از زمین، در سطوح مختلف عمقی یا ارتفاعی انجام می‌شود و مدل‌سازی این حالت‌ها بدون اتکا به مفاهیم آن ممکن نیست (Goodchild, 2007, p. 215).

می‌توان گفت که حاکمیت مطلوب زمین کلید دستیابی به توسعه پایدار و حمایت از دستورکار جهانی از طریق اجرای «اهداف توسعه هزاره»<sup>۴</sup> (MDGs) است. حاکمیت زمین به سیاست‌ها، فرایندها و نهادهایی اشاره دارد که از طریق آن‌ها زمین، مالکیت و منابع طبیعی مدیریت می‌شوند. حاکمیت زمین همه فعالیت‌های مرتبط با مدیریت زمین و منابع طبیعی را در برمی‌گیرد که برای تحقق اهداف سیاسی و اجتماعی و دستیابی به توسعه پایدار ضروری‌اند. این موارد شامل تصمیم‌گیری در مورد دسترسی به زمین، حقوق زمین، کاربری زمین و توسعه زمین می‌باشد. سنگ‌بنای نظریه مدرن اداره زمین، پارادایم مدیریت زمین است که در آن مالکیت زمین (tenure)، ارزش زمین (value)، کاربری زمین (use) و توسعه زمین (Development) به‌صورت جامع و یکپارچه در نظر گرفته می‌شوند. این چهار عنصر، کارکردهایی حیاتی و همیشگی هستند که توسط جوامع سازمان‌یافته انجام می‌گیرند (Enemark, 2012: 9- Mousavi et al., 2025- Bayramzadeh & Mousavi, 2024).

<sup>1</sup> Hernando de Soto

<sup>2</sup> Property rights

<sup>3</sup> Geographic Information Systems

<sup>4</sup> Millennium Development Goals

آینده‌نگاری به‌عنوان رویکردی نظام‌مند و مشارکتی برای بررسی و تحلیل روندها و نیروهای محرک تغییر، نقشی کلیدی در توسعه نظام‌های اطلاعاتی و کشاورزی ایفا می‌کند. این نظریه با بهره‌گیری از روش‌هایی همچون پویش محیطی، دلفی و سناریونویسی، امکان شناسایی و مدل‌سازی سناریوهای محتمل و مطلوب آینده را برای سیاست‌گذاران و پژوهشگران فراهم می‌سازد (Gray & Hovav, 2011: 302). به عقیده بسیاری از آینده‌پژوهان سناریو نگاری قلب فرآیند آینده‌نگاری است و می‌توان متخصصان این حوزه را بر اساس مهارتشان در به‌کارگیری آن طبقه‌بندی کرد. هدف سناریوسازی در برنامه‌ریزی کمک به رهبران و مدیران برای تغییر نگرش آن‌ها نسبت به واقعیت‌های پنداری و نزدیک کردن دیدگاه آن‌ها به واقعیت‌های موجود است (Aftab, 2023:23- Mousavi et al., 2024). در حوزه نظام‌های اطلاعاتی، سرعت تغییرات فناورانه و اجتماعی به‌گونه‌ای است که اتکا به داده‌های گذشته برای پیش‌بینی آینده کافی نیست؛ بنابراین، آینده‌پژوهی به‌عنوان ابزاری برای کاهش عدم قطعیت و ارتقای تصمیم‌گیری راهبردی موردتوجه قرار گرفته است. سه روش اصلی آینده‌پژوهی در این حوزه عبارت‌اند از:

- پویش محیطی: جمع‌آوری و تحلیل داده‌ها و نشانه‌های اولیه تغییر از منابع مختلف به‌منظور شناسایی روندها و فناوری‌های مخرب.
- روش دلفی: استفاده از نظرات خبرگان در چندین دور برای دستیابی به اجماع یا شناسایی نقاط اختلاف درباره رویدادهای آینده.
- سناریونویسی: خلق روایت‌های منسجم از آینده‌های ممکن بر اساس ترکیب فرضیات و نیروهای محرک کلیدی، با هدف کمک به سیاست‌گذاری و برنامه‌ریزی.

طبق نظر پیرس، فرآیند برنامه‌ریزی آینده از سه مرحله اصلی تشکیل می‌شود: ایجاد ایده برای آینده، فرموله کردن مفهوم آینده و تعریف قوانین توسعه «چشم‌انداز آینده» با مقایسه آن با پویایی‌های حال (Pearce, 2001: 11). در بخش کشاورزی، آینده‌پژوهی به‌ویژه در کشورهای درحال توسعه، ابزاری حیاتی برای پاسخگویی به نیازهای آینده و ارتقای نوآوری است. پژوهش‌ها نشان می‌دهد که نظام‌های پژوهش و نوآوری کشاورزی برای افزایش بهره‌وری، پایداری و تاب‌آوری باید از رویکردهای آینده‌نگرانه بهره ببرند. این عوامل در قالب سناریوهای مختلف، آینده‌های محتمل کشاورزی را ترسیم می‌کنند و به سیاست‌گذاران کمک می‌کنند تا مسیرهای بهینه برای توسعه پایدار را انتخاب کنند (Ajilore & Fatunbi, 2018: 35). با توجه به اینکه بخش کشاورزی به‌عنوان یک ابزار بسیار مهم و یک بخش حیاتی برای ایجاد رشد اقتصادی و مبارزه با فقر پیشنهاد شده است. توسعه کشاورزی، فرآیندی پویا و پایدار برای افزایش محصولات کشاورزی و تغییرات بهینه در زندگی کشاورزان است. برنامه‌ریزی هدفمند توسعه بخش کشاورزی نیازمند شناخت صحیح و علمی از وضعیت موجود مناطق برنامه‌ریزی است (Ghaderi et al., 2024). همچنین، آینده‌پژوهی در کشاورزی با مشارکت ذینفعان مختلف (پژوهشگران، کشاورزان، سیاست‌گذاران) و با استفاده از روش‌هایی مانند تحلیل ساختاری و سناریونویسی مشارکتی، امکان شناسایی تعاملات پیچیده نیروهای اجتماعی، فناورانه، اقتصادی و زیست‌محیطی را فراهم می‌سازد. این رویکرد موجب افزایش آمادگی نظام‌های کشاورزی در برابر چالش‌های آینده و ارتقای ظرفیت نوآوری می‌شود (Ajilore & Fatunbi, 2018: 36). در پایان مدل مفهومی تحقیق نشان داده شده است.

## مواد و روش پژوهش

پژوهش حاضر از نوع توصیفی-تحلیلی است و با هدف تبیین وضعیت موجود و تحلیل علل زیربنایی مسائل انجام می‌شود. جامعه آماری شامل متخصصین حوزه‌های کشاورزی، منابع طبیعی، جغرافیا و فناوری اطلاعات است که به‌صورت هدفمند انتخاب شده‌اند. ابزارهای گردآوری داده‌ها شامل پرسشنامه، مصاحبه و مشاهده است. روایی ابزارها از طریق روش دلفی و بررسی نظرات خبرگان تأیید شده و پایایی آن‌ها با انتخاب دقیق پاسخ‌دهندگان متخصص تضمین می‌شود. این پژوهش از رویکرد آمیخته (ترکیبی) بهره می‌برد که امکان استفاده از داده‌های کمی و کیفی را به‌صورت هم‌زمان فراهم می‌کند. طرح همگرا برای تجزیه و تحلیل داده‌ها انتخاب شده است تا با ادغام نتایج کمی و کیفی، درک جامعی از پدیده‌های مورد مطالعه ارائه شود. این پژوهش با هدف تبیین روش‌شناسی منتخب برای پاسخ به سؤالات پژوهشی، چارچوبی نظام‌مند ارائه می‌دهد. چارچوب مفهومی پژوهش با دقت ترسیم شده و متغیرهای کلیدی با استفاده از روش‌های علمی عملیاتی شده‌اند. برای تحلیل سناریوهای آینده، از مدل‌سازی مبتنی بر «تحلیل ماتریس متقاطع»<sup>۱</sup> با نرم‌افزار MICMAC استفاده شده است. این ابزار امکان تحلیل عمیق روابط بین متغیرها و ارزیابی تأثیرات متقابل آن‌ها را فراهم می‌کنند.

## محدوده مورد مطالعه

قلمرو مکانی این تحقیق کل کشور ایران است. بدین معنا که تمامی شهرستان‌های ایران - از کلان‌شهرها تا مراکز استانی و شهری کوچک‌تر - به‌عنوان بستر مطالعه در نظر گرفته می‌شوند تا نتایج پژوهش قابلیت تعمیم در سطح ملی داشته باشد. در این چارچوب:

<sup>۱</sup> CIA (Cross Impact Analysis)

- ابعاد جغرافیایی: گستره جغرافیایی شامل تمامی مناطق در مرزهای رسمی ایران است و تنوع اقلیمی، فرهنگی و اقتصادی شهرهای کشور را پوشش می‌دهد.
  - پوشش نمونه‌ای: با وجود آن‌که داده‌ها و تحلیل‌ها می‌توانند از کل کشور گردآوری شوند، توجه ویژه به کلان‌شهرهای دارای ظرفیت، امکان ارائه‌ی الگوهای دقیق‌تر را فراهم می‌کند.
  - کاربردپذیری نتایج: نتایج نهایی به‌گونه‌ای طراحی شده است که قابلیت استفاده در سیاست‌گذاری و برنامه‌ریزی توسعه منطقه‌ای در سراسر ایران را داشته باشد.
- به‌این ترتیب، ایران به‌عنوان یک واحد جغرافیایی ملی، قلمرو مکانی اصلی این پژوهش محسوب می‌شود.

## بحث و ارائه یافته‌ها

در گام نخست، با بهره‌گیری از مطالعات کتابخانه‌ای، مصاحبه‌های تخصصی و جلسات طوفان فکری، کلیه متغیرها و مؤلفه‌های مؤثر در حوزه‌ی مسئله‌ی موردبررسی - در اینجا «کاداستر اراضی کشاورزی ایران» - به‌طور جامع و همه‌جانبه شناسایی می‌شوند. سپس این متغیرها در قالب یک ماتریس دوطرفی که به «تحلیل ماتریس متقاطع» معروف است، آرایش می‌یابند. در این ماتریس، متغیرهای واقع در سطرها نقش «عامل تأثیرگذار» و متغیرهای مستقر در ستون‌ها نقش «عامل تأثیرپذیر» را ایفا می‌کنند. به‌این ترتیب، عنصر موجود در تقاطع هر سطر و ستون، شدت اثرگذاری متغیر سطر بر متغیر ستون را نشان می‌دهد. این ماتریس در ادبیات میک‌مک با عنوان «ماتریس تأثیر مستقیم» شناخته می‌شود. برای کمی‌سازی میزان اثرات، از مقیاس عددی صفر تا سه استفاده می‌شود: عدد صفر به معنای فقدان هرگونه ارتباط معنادار، عدد یک نشان‌دهنده‌ی ارتباطی ضعیف و کم‌اهمیت، عدد دو بیانگر رابطه‌ای متوسط و با اهمیت متوسط و در نهایت عدد سه نمایانگر قوی‌ترین سطح ارتباط و تأثیر میان دو متغیر است. ارزش‌گذاری این مقادیر بر اساس اجماع نظرات کارشناسان و با استفاده از تکنیک دلفی یا روش تحلیل سلسله‌مراتبی انجام می‌شود تا اعتبار و پایایی داده‌ها تضمین گردد. در پژوهش حاضر، مجموعاً ۶۰ متغیر کلیدی به‌عنوان «عوامل اولیه» تعیین و از طریق نرم‌افزار تخصصی میک‌مک تحلیل شدند. خروجی این فرایند یک ماتریس ۶۰×۶۰ است که به‌صورت متقارن ساخته می‌شود و در آن هر خانه‌ی (i,j) میزان تأثیر متغیر i بر متغیر j را ثبت می‌کند. جمع اعداد هر سطر، شاخص «نفوذ» یا «تأثیرگذاری» آن متغیر را در کل سیستم نشان می‌دهد، درحالی‌که جمع اعداد هر ستون، شاخص «وابستگی» یا «تأثیرپذیری» همان متغیر از مجموعه‌ی سایر متغیرها را ارائه می‌دهد. این دو شاخص، پایه‌ای برای طبقه‌بندی متغیرها به چهار خوشه‌ی متفاوت (متغیرهای تأثیرگذار، متغیرهای تأثیرپذیر، متغیرهای دوگانه و متغیرهای مستقل) فراهم می‌آورد. نتایج این تحلیل، سیاست‌گذاران و برنامه‌ریزان اراضی کشاورزی را قادر می‌سازد تا با تمرکز بر متغیرهای کلیدی و بحرانی، سیاست‌های هدفمندتری برای بهبود نظام کاداستر در مناطق روستایی ایران تدوین کنند. به‌طور مفصل این ۶۰ متغیر را همراه با میزان تأثیرگذاری و تأثیرپذیری هر یک ارائه‌شده است تا امکان ارزیابی سریع و تصمیم‌گیری آگاهانه فراهم گردد (جدول ۱).

جدول ۱- متغیرهای حدنگاری (کاداستر) اراضی کشاورزی در مناطق روستایی ایران

کد	مأخذ	زیر معیار	مؤلفه
Var01	Matthew & Joel (2006)	میزان دقت نقشه‌های کاداستری	دقت و جامعیت سیستم‌های کاداستر
Var02	افشارمنش (۱۳۹۷)	میزان به‌روزرسانی اطلاعات کاداستری	
Var03	ابوالزاده (۱۳۹۷)	پوشش کامل اراضی در سیستم کاداستری	
Var04		تعداد اراضی ثبت‌نشده	
Var05	Tsefabirha (2013), Williamson (1997)	میزان ثبت حقوق مالکیت قانونی	
Var06	Busko & Apollo (2023)	قابلیت شناسایی مرزهای قانونی اراضی	
Var07	Matthew & Joel (2006) (۱۴۰۰) افشارمنش	کیفیت اطلاعات ثبت‌شده در کاداستر	
Var08	Matthew & Joel (2006) (۱۴۰۰)، گلشنی و همکاران	استفاده از تکنولوژی‌های نوین (GIS)	
Var09	Matthew & Joel (2006)	هماهنگی با استانداردهای بین‌المللی	
Var10	فرنام و فراتی (۱۳۹۷)	شفافیت در ارائه داده‌های کاداستری	
Var11	Matthew & Joel (2006), Tsefabirha (2013)	دسترسی به نقشه‌های دیجیتال کاداستری	
Var12	مهرآسا و همکاران (۱۳۹۸)، رسایی (۱۳۹۷)	دقت در تعیین مالکیت زمین‌های مورد منازعه	
Var13	ابوالزاده (۱۳۹۵)، افشارمنش (۱۳۹۷)	سطح پیچیدگی بوروکراسی در ثبت زمین	
Var14		میزان حمایت قانونی از داده‌های کاداستری	
Var15	رسایی (۱۳۹۸)، گلشنی و همکاران (۱۴۰۰)	امنیت اطلاعات و جلوگیری از تقلب و کلاهبرداری	

کد	مآخذ	زیر معیار	مؤلفه	
Var16	زلفی (۱۴۰۰)	سطح آگاهی عمومی از فرایند حدنگاری	مشارکت محلی و ذینفعان	
Var17		میزان تمایل کشاورزان به مشارکت در ثبت اراضی		
Var18		همکاری نهادهای محلی در اجرای کاداستر		
Var19		میزان رضایت ذینفعان از فرایند ثبت زمین		
Var20		سطح آموزش و اطلاع‌رسانی به جامعه محلی		
Var21		مشارکت زنان در فرایند ثبت زمین		
Var22	مهرآسا و همکاران (۱۳۹۸)	میزان تأثیر نهادهای اجتماعی در کاهش تعارضات ملکی		
Var23	ابوالزاده (۱۳۹۵)، افشارمنش (۱۳۹۷)	تعامل نهادهای دولتی و خصوصی در اجرای کاداستر		
Var24	زلفی (۱۴۰۰)	میزان حمایت دولت از جوامع محلی برای شرکت در کاداستر		
Var25		تعداد جلسات مشورتی با جوامع محلی		
Var26	مهرآسا و همکاران (۱۳۹۸)، رسایی (۱۳۹۸)	مشارکت نهادهای قضایی در فرایند کاداستر		
Var27	زلفی (۱۴۰۰)	سطح رضایت عمومی از خدمات نهادهای دولتی		
Var28		سطح مشارکت سازمان‌های غیردولتی در حدنگاری		
Var29	ابوالزاده (۱۳۹۵)	موانع فرهنگی و اجتماعی در مشارکت جامعه محلی		
Var30	فرنام و فراتی (۱۳۹۷)، زلفی (۱۴۰۰)	میزان شفافیت و بازخورد جامعه در فرآیندهای ثبت زمین		
Var31	مهرآسا و همکاران (۱۳۹۸)، رسایی (۱۳۹۸) (Getie et al. (2023)	تأثیر کاداستر بر کاهش منازعات ملکی		پایداری اجتماعی-اقتصادی
Var32	فرنام و فراتی (۱۳۹۷)، Williamson (1997)	تأثیر کاداستر بر افزایش امنیت حقوقی مالکیت		
Var33	رابط (۱۳۹۳)، Doebele (1983)	میزان تأثیر سیستم کاداستر بر سرمایه‌گذاری کشاورزی		
Var34	Williamson (1997)، Doebele (1983)	بهبود دسترسی به منابع اعتباری پس از ثبت زمین		
Var35	مهرآسا و همکاران (۱۳۹۸)، رسایی (۱۳۹۸)	تأثیر کاداستر بر کاهش هزینه دعاوی قضایی		
Var36	فرنام و فراتی (۱۳۹۷)	نقش کاداستر در بهبود رفاه اقتصادی کشاورزان		
Var37	فرنام و فراتی (۱۳۹۷)، نیکویی مردانی (۱۴۰۰)	تأثیر بر تولید و بهره‌وری کشاورزی		
Var38	برنجکار (۱۳۹۷)	میزان افزایش ارزش اقتصادی زمین‌های ثبت شده		
Var39	رابط (۱۳۹۳)، Österberg (2002)	نقش کاداستر در توسعه پایدار روستا		
Var40	نیکویی مردانی (۱۴۰۰)	تغییرات در شیوه‌های مدیریت زمین		
Var41	برنجکار (۱۳۷۷)	کاهش فرار مالیاتی ناشی از شفافیت مالکیت		
Var42	Williamson (1997)، Doebele (1983)	تأثیر کاداستر بر دسترسی به تسهیلات بانکی		
Var43	Österberg (2002)	توسعه زیرساخت‌های اجتماعی و اقتصادی ثبت زمین		
Var44	فرنام و فراتی (۱۳۹۷)	کاهش تعارضات اجتماعی در جوامع روستایی		
Var45	Österberg (2002)	بهبود خدمات عمومی مرتبط با اراضی کشاورزی		
Var46	Matthew & Joel (2006)	استفاده از سیستم‌های GIS	فناوری و نوآوری در حدنگاری	
Var47	Getie et al. (2023)	ادغام بلاک‌چین برای شفافیت ثبت زمین		
Var48	Busko & Apollo (2023)، Matthew & Joel (2006)	بهره‌گیری از سنجش از دور برای نقشه‌برداری		
Var49	Tsefabirha (2013)، Matthew & Joel (2006)	میزان دیجیتالی‌سازی فرایند ثبت زمین		
Var50	Busko & Apollo (2023)، Matthew & Joel (2006)	استفاده از پهپادها برای نقشه‌برداری		
Var51	Matthew & Joel (2006)	دقت سیستم‌های مکان‌یابی ماهواره‌ای (GPS)		
Var52	نیکویی مردانی (۱۴۰۰)	استفاده از هوش مصنوعی در تحلیل داده‌های کاداستر		
Var53		ادغام داده‌های کاداستر با داده‌های محیط‌زیستی		
Var54	Tsefabirha (2013)	سطح دسترسی به سامانه‌های الکترونیکی ثبت زمین		
Var55	Matthew & Joel (2006)	بهره‌گیری از پلتفرم‌های آنلاین برای پیگیری اراضی		
Var56		استفاده از اپلیکیشن‌های موبایلی برای دسترسی عمومی		
Var57		توسعه نرم‌افزارهای کاداستر بومی		
Var58		میزان به‌روزرسانی فناوری‌های کاداستر		
Var59		استفاده از تحلیل داده‌های بزرگ (Big Data)		
Var60		امنیت و حفاظت از اطلاعات دیجیتالی کاداستر		

(منبع: یافته‌های پژوهش، ۱۴۰۴)

تحلیل ساختاری اثرات متقابل عوامل در سه فاز (شناسایی، کمی‌سازی و تحلیل) انجام شد و به ساخت ماتریس  $60 \times 60$  با  $60 \times 3$  خانه منجر گردید که هر خانه میزان اثرگذاری یک عامل بر دیگری را نشان می‌دهد. این ماتریس با استفاده از شاخص‌های آماری معتبر (آزمون بازآزمایی درونی و آلفای کرومباخ) و دو دور چرخش داده‌ای محاسبه شد. شاخص «مطلوبیت» ماتریس ۹۸ درصد است که از میانگین وزنی دقت، یکپارچگی و کفایت داده‌ها به دست آمده و نشان‌دهنده‌ی اعتمادپذیری بالای داده‌های جمع‌آوری شده از پرسش‌نامه‌ها، مصاحبه‌ها و پانل‌های دلفی است. تنها ۲ درصد از پاسخ‌ها در معرض خطای تصادفی یا سیستماتیک قرار دارند، که این ماتریس را برای مدل‌سازی، سناریونویسی و سیاست‌گذاری قابل اتکا می‌کند.

شاخص «درجه پرشدگی»  $22/92$  درصد است، یعنی حدود ۳  $320$  خانه حاوی مقادیر معنادار و  $280$  خانه خالی‌اند. این تراکم نشان‌دهنده‌ی شبکه‌ی پویا و متراکم روابط میان ۶۰ عامل است که به صورت سامانه‌ای پیچیده عمل می‌کنند و تغییر در یک عامل می‌تواند زنجیره‌ای از تغییرات را ایجاد کند. از  $5363$  رابطه‌ی قابل ارزیابی، تنها ۶۴ رابطه ( $1/8$  درصد) مقدار صفر دارند که ممکن است به دلیل جدایی حوزه‌ها، عدم آشکارسازی اثر یا ضعف اثر باشد. این روابط صفر می‌توانند موقتاً کنار گذاشته شوند، اما امکان بازنگری وجود دارد. سه گروه روابط فعال شناسایی شد:

- ۸۱۴ رابطه با «تأثیر کم» (مقدار ۱)، که نقش تنظیم‌کننده دارند.
- ۹۰۳ ۱ رابطه با «تأثیر متوسط» (مقدار ۲)، که بزرگ‌ترین گروه‌اند و در زنجیره‌های علی یا زیرسیستم‌های مشترک دیده می‌شوند.
- ۲۱۹ رابطه با «تأثیر قوی» (مقدار ۳)، که کلیدی‌ترین گروه‌ها هستند و بین عوامل محرک اصلی مانند سیاست‌های دولتی یا تغییرات اقلیمی رخ می‌دهند.

«جدول مشخصات اثرات مستقیم ماتریس» شامل عنوان عامل، جمع تأثیرگذاری (R)، جمع تأثیرپذیری (C) و نسبت R/C است که نقش عوامل (محرک، متأثر یا میانجی) را مشخص می‌کند و چارچوبی برای اولویت‌بندی سیاست‌ها و تخصیص منابع فراهم می‌آورد.

جدول ۲- مشخصات اثرات مستقیم ماتریس

مقدار	شاخص
۶۰	اندازه ماتریس
۲	تعداد تکرارها
۶۴	تعداد صفرها
۸۱۴	تعداد یک‌ها
۱۹۰۳	تعداد دوها
۸۱۹	تعداد سه‌ها
۳۵۳۶	مجموع
۹۸/۲۲ درصد	نرخ پرشدگی

(منبع: یافته‌های تحقیق، ۱۴۰۴)

در این تحلیل از خروجی نرم‌افزار میک‌مک، میزان تأثیرگذاری مستقیم و غیرمستقیم هر متغیر بر سایر متغیرها و میزان تأثیرپذیری آن‌ها از دیگر عوامل در فرایند حدنگاری (کاداستر) اراضی کشاورزی سنجیده شده است. این سنجش هم بر پایه تأثیرات مستقیم و هم غیرمستقیم انجام شده است.

جدول ۳- تأثیرگذاری و تأثیرپذیری مستقیم و غیرمستقیم متغیرها بر یکدیگر

ردیف	متغیر	جمع ردیف‌ها	جمع ستون‌ها	جمع ردیف‌ها	جمع ستون‌ها
۱	میزان دقت نقشه‌های کاداستری	۱۱۵	۱۲۸	۱۵۹۷۵۲۴	۱۷۶۹۱۶۹
۲	میزان به‌روزرسانی اطلاعات کاداستری	۱۱۱	۱۲۰	۱۵۴۹۹۱۲	۱۶۶۹۴۳۲
۳	پوشش کامل اراضی در سیستم کاداستری	۱۲۳	۱۲۰	۱۷۱۶۵۹۰	۱۶۶۷۲۸۴
۴	تعداد اراضی ثبت‌نشده	۱۰۶	۱۱۲	۱۴۷۶۶۴۶	۱۵۵۱۷۷۶
۵	میزان ثبت حقوق مالکیت قانونی	۱۲۵	۱۱۴	۱۷۳۰۷۸۰	۱۵۸۹۸۲۲
۶	قابلیت شناسایی مرزهای قانونی اراضی	۱۰۵	۱۱۹	۱۴۶۷۱۵۴	۱۶۵۶۴۴۳
۷	کیفیت اطلاعات ثبت‌شده در کاداستر	۱۱۳	۱۰۶	۱۵۷۲۹۹۱	۱۴۸۱۳۱۴

۱۵۷۵۰۹۴	۱۶۹۲۷۲۵	۱۱۳	۱۲۲	استفاده از تکنولوژی‌های نوین (GIS)	۸
۱۷۲۵۰۶۴	۱۳۰۶۸۹۷	۱۲۴	۹۴	هماهنگی با استانداردهای بین‌المللی	۹
۱۵۸۷۱۲۶	۱۵۵۴۲۷۴	۱۱۴	۱۱۲	شفافیت در ارائه داده‌های کاداستری	۱۰
۱۵۶۹۰۲۹	۱۸۰۲۵۶۱	۱۱۳	۱۳۰	دسترسی به نقشه‌های دیجیتال کاداستری	۱۱
۱۶۳۶۸۴۰	۱۸۶۶۱۸۴	۱۱۸	۱۳۴	دقت در تعیین مالکیت زمین‌های مورد منازعه	۱۲
۱۵۸۰۴۰۷	۱۴۴۸۷۵۸	۱۱۴	۱۰۴	سطح پیچیدگی بوروکراسی در ثبت زمین	۱۳
۱۶۹۷۱۸۴	۱۸۴۲۶۳۵	۱۲۲	۱۳۳	میزان حمایت قانونی از داده‌های کاداستری	۱۴
۱۵۵۹۵۶۴	۱۵۵۵۸۱۷	۱۱۲	۱۱۲	امنیت اطلاعات و جلوگیری از تقلب و کلاهبرداری	۱۵
۱۷۳۳۰۰۹	۱۷۲۴۱۴۷	۱۲۵	۱۲۴	سطح آگاهی عمومی از فرایند حدنگاری	۱۶
۱۷۱۵۵۲۲	۱۶۵۸۰۱۴	۱۲۴	۱۱۹	میزان تمایل کشاورزان به مشارکت در ثبت اراضی	۱۷
۱۷۰۴۸۱۸	۱۷۳۳۶۲۵	۱۲۳	۱۲۵	همکاری نهادهای محلی در اجرای کاداستر	۱۸
۱۷۳۲۹۳۲	۱۶۱۲۶۹۰	۱۲۵	۱۱۶	میزان رضایت ذینفعان از فرایند ثبت زمین	۱۹
۱۷۲۴۴۶۷	۱۴۵۵۴۱۳	۱۲۴	۱۰۴	سطح آموزش و اطلاع‌رسانی به جامعه محلی	۲۰
۱۷۶۱۳۰۰	۱۴۶۰۴۹۰	۱۲۷	۱۰۴	مشارکت زنان در فرایند ثبت زمین	۲۱
۱۷۰۷۰۵۵	۱۶۶۲۹۹۶	۱۲۳	۱۲۰	میزان تأثیر نهادهای اجتماعی در کاهش تعارضات ملکی	۲۲
۱۶۵۳۳۸۹	۱۶۸۴۹۷۲	۱۱۹	۱۲۱	تعامل نهادهای دولتی و خصوصی در اجرای کاداستر	۲۳
۱۶۶۷۸۳۲	۱۸۲۲۸۷۱	۱۲۰	۱۳۱	میزان حمایت دولت از جوامع محلی برای شرکت در کاداستر	۲۴
۱۶۲۶۲۷۲	۱۵۶۱۰۰۲	۱۱۷	۱۱۲	تعداد جلسات مشورتی با جوامع محلی	۲۵
۱۶۳۶۱۷۰	۱۸۳۵۵۸۵	۱۱۸	۱۳۳	مشارکت نهادهای قضایی در فرایند کاداستر	۲۶
۱۵۹۵۷۱۶	۱۶۵۹۰۳۳	۱۱۵	۱۱۹	سطح رضایت عمومی از خدمات ارائه‌شده توسط نهادهای دولتی	۲۷
۱۶۶۸۳۸۸	۱۶۴۰۰۹۴	۱۲۰	۱۱۸	سطح مشارکت سازمان‌های غیردولتی در فرایند حدنگاری	۲۸
۱۵۹۸۱۰۰	۱۶۶۰۶۱۹	۱۱۵	۱۱۹	موانع فرهنگی و اجتماعی در مشارکت جامعه محلی	۲۹
۱۵۷۹۲۹۴	۱۶۵۲۴۱۷	۱۱۳	۱۱۹	میزان شفافیت و بازخورد جامعه در فرایندهای ثبت زمین	۳۰
۱۶۱۴۷۹۲	۱۶۳۴۷۴۶	۱۱۶	۱۱۸	تأثیر کاداستر بر کاهش منازعات ملکی	۳۱
۱۶۳۸۸۳۲	۱۵۹۱۳۱۳	۱۱۸	۱۱۵	تأثیر کاداستر بر افزایش امنیت حقوقی مالکیت	۳۲
۱۶۸۴۱۰۵	۱۷۲۳۴۷۶	۱۲۱	۱۲۴	میزان تأثیر سیستم کاداستر بر سرمایه‌گذاری در کشاورزی	۳۳
۱۶۲۳۲۶۷	۱۶۵۹۸۱۷۷	۱۱۷	۱۲۰	بهبود دسترسی به منابع اعتباری پس از ثبت زمین	۳۴
۱۵۵۶۹۶۳	۱۹۰۳۲۵۴	۱۱۲	۱۳۷	تأثیر کاداستر بر کاهش هزینه‌های دعاوی قضایی	۳۵
۱۵۳۲۹۸۲	۱۷۳۵۱۰۵	۱۱۰	۱۲۵	نقش کاداستر در بهبود رفاه اقتصادی کشاورزان	۳۶
۱۷۷۷۵۹۴	۱۴۷۹۴۶۱	۱۲۸	۱۰۶	تأثیر بر تولید و بهره‌وری کشاورزی	۳۷
۱۵۵۹۹۶۹	۱۶۰۳۳۴۷	۱۱۲	۱۱۵	میزان افزایش ارزش اقتصادی زمین‌های ثبت‌شده	۳۸
۱۵۵۸۱۳۱	۱۶۵۵۳۱۷	۱۱۲	۱۱۹	نقش کاداستر در توسعه پایدار مناطق روستایی	۳۹
۱۶۱۵۴۸۷	۱۷۷۰۸۶۰	۱۱۶	۱۲۸	میزان تغییرات در شیوه‌های مدیریت زمین	۴۰
۱۶۴۱۸۱۸	۱۴۰۵۶۶۰	۱۱۸	۱۰۱	کاهش فرار مالیاتی ناشی از شفافیت مالکیت	۴۱
۱۵۵۱۶۲۵	۱۶۰۲۳۸۹	۱۱۲	۱۱۵	تأثیر کاداستر بر دسترسی به تسهیلات بانکی	۴۲
۱۵۸۳۵۰۰	۱۶۳۰۸۹۸	۱۱۴	۱۱۷	سطح توسعه زیرساخت‌های اجتماعی و اقتصادی در ثبت زمین‌ها	۴۳
۱۴۶۴۴۵۲	۱۶۶۸۲۵۲	۱۰۵	۱۲۰	کاهش تعارضات اجتماعی در جوامع روستایی	۴۴
۱۷۲۰۵۸۷	۱۶۳۳۰۴۱	۱۲۴	۱۱۸	میزان بهبود خدمات عمومی مرتبط با اراضی کشاورزی	۴۵
۱۹۰۵۰۶۸	۱۵۷۹۴۲۳	۱۳۷	۱۱۴	استفاده از سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی (GIS)	۴۶
۱۶۶۴۳۷۸	۱۶۴۶۰۵۲	۱۲۰	۱۱۸	ادغام بلاک چین برای افزایش شفافیت در ثبت زمین	۴۷
۱۷۲۸۹۶۴	۱۷۹۶۶۵۲	۱۲۵	۱۳۰	بهره‌گیری از سنجش‌ازدور برای نقشه‌برداری دقیق‌تر	۴۸
۱۵۰۹۱۷۸	۱۷۲۱۷۱۵	۱۰۸	۱۲۴	میزان دیجیتالی‌سازی فرایند ثبت زمین	۴۹
۱۶۵۷۹۳۴	۱۶۷۰۸۱۰	۱۱۹	۱۲۱	استفاده از پهپادها برای نقشه‌برداری	۵۰
۱۷۲۵۸۱۷۷	۱۸۴۵۳۴۱	۱۲۴	۱۳۳	دقت سیستم‌های مکان‌یابی ماهواره‌ای (GPS)	۵۱
۱۶۸۸۴۰۰	۱۵۰۹۳۹۱	۱۲۱	۱۰۹	استفاده از هوش مصنوعی در تحلیل داده‌های کاداستری	۵۲
۱۶۴۵۵۱۲	۱۶۸۴۳۰۶	۱۱۸	۱۲۱	ادغام داده‌های کاداستر با داده‌های محیط‌زیستی	۵۳

۱۵۹۴۱۶۶	۱۶۴۳۶۳۲	۱۱۵	۱۱۸	سطح دسترسی به سامانه‌های الکترونیکی ثبت زمین	۵۴
۱۵۵۴۷۵۳	۱۶۱۲۷۱۶	۱۱۲	۱۱۶	بهره‌گیری از پلتفرم‌های آنلاین برای پیگیری وضعیت اراضی	۵۵
۱۶۶۷۰۱۶	۱۶۶۵۱۶۹	۱۲۰	۱۲۰	استفاده از اپلیکیشن‌های موبایلی برای دسترسی عمومی	۵۶
۱۵۹۹۷۴۶	۱۵۷۵۷۱۶	۱۱۵	۱۱۳	توسعه نرم‌افزارهای کاداستری بومی	۵۷
۱۷۰۷۲۳۱	۱۵۲۸۰۸۶	۱۲۳	۱۱۰	میزان به‌روزرسانی فناوری‌های مورد استفاده در کاداستر	۵۸
۱۶۴۱۵۲۰	۱۵۳۰۱۸۱	۱۱۸	۱۱۰	استفاده از تحلیل داده‌های بزرگ (Big Data) در مدیریت اراضی	۵۹
۱۵۳۱۴۱۸	۱۶۵۳۴۳۵	۱۱۰	۱۱۹	امنیت و حفاظت از اطلاعات دیجیتالی کاداستر	۶۰
۷۰۷۷	۷۰۷۷	۷۰۷۷	۷۰۷۷	جمع	

(منبع: یافته‌های پژوهش، ۱۴۰۴)

با توجه به ستون «جمع ردیف‌ها» (تأثیرگذاری مستقیم)، متغیرهایی که بیشترین نقش را در اثرگذاری مستقیم بر دیگر عوامل دارند عبارت‌اند از:

- تأثیر کاداستر بر کاهش هزینه‌های دعاوی قضایی) با مقدار ۱۳۷
- (استفاده از سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی GIS) با مقدار ۱۳۷
- (دقت در تعیین مالکیت زمین‌های مورد منازعه) با مقدار ۱۳۴
- (میزان حمایت قانونی از داده‌های کاداستری) با مقدار ۱۳۳
- (دقت سیستم‌های مکان‌یابی ماهواره‌ای GPS) با مقدار ۱۳۳

این متغیرها نقش محرک اصلی در تغییرات سیستم دارند و می‌توان آن‌ها را در زمره عوامل کلیدی پیشران قرار داد.

با توجه به ستون «جمع ستون‌ها» (تأثیرپذیری مستقیم)، متغیرهایی که بیشترین حساسیت به تغییرات سایر عوامل دارند عبارت‌اند از:

- (استفاده از سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی GIS) با مقدار ۱۳۷
- (تأثیر بر تولید و بهره‌وری کشاورزی) با مقدار ۱۲۸
- (میزان دقت نقشه‌های کاداستری) با مقدار ۱۲۸
- (بهره‌گیری از سنجش‌ازدور برای نقشه‌برداری دقیق‌تر) با مقدار ۱۲۵
- (سطح آگاهی عمومی از فرایند حدنگاری) با مقدار ۱۲۵

این عوامل به‌شدت وابسته به تغییرات سایر متغیرها هستند و باید در برنامه‌ریزی به‌عنوان عوامل نتیجه‌گیر موردتوجه قرار گیرند.

در ستون‌های مربوط به تأثیرات غیرمستقیم، مقادیر بسیار بزرگ (در حد میلیون) دیده می‌شود. این نشان می‌دهد که بسیاری از متغیرها اثرگذاری و اثرپذیری غیرمستقیم بسیار بیشتری نسبت به اثرات مستقیم دارند. برای نمونه:

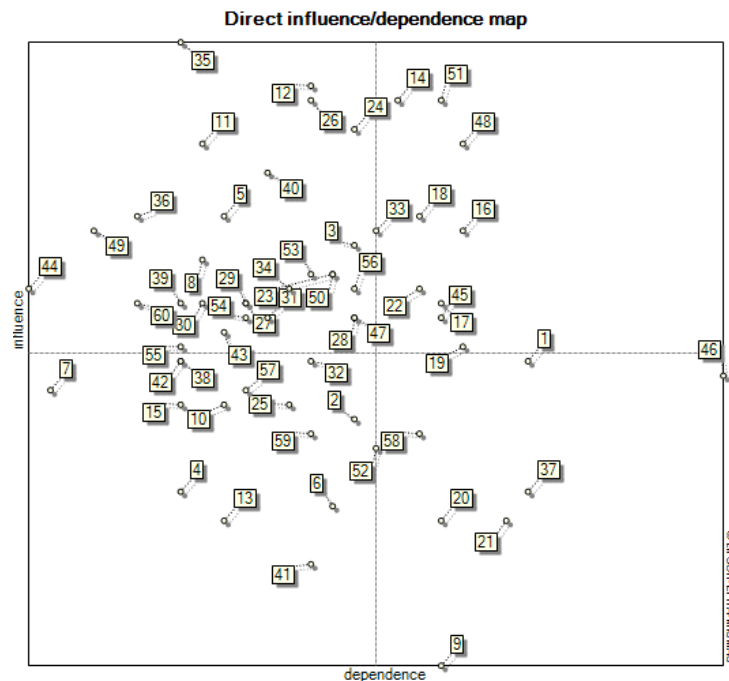
- Variable35 در اثرگذاری غیرمستقیم مقدار ۱,۹۰۳,۲۵۴ را دارد که بیانگر نقش گسترده این متغیر در ایجاد زنجیره اثرات در سیستم است.
- Variable46 و Variable51 نیز در هر دو بعد اثرگذاری و اثرپذیری غیرمستقیم در رده بالایی قرار دارند.

این موضوع حاکی از وجود وابستگی شبکه‌ای شدید میان عوامل است و اینکه برخی متغیرها حتی اگر مستقیماً با یک عامل دیگر مرتبط نباشند، از طریق چند واسطه اثر قابل توجهی بر آن می‌گذارند.

- متغیرهای GIS، GPS، کاهش هزینه دعاوی قضایی، دقت در تعیین مالکیت و حمایت قانونی بیشترین وزن را در تأثیرگذاری دارند و برای مدیریت راهبردی پروژه کاداستر، سرمایه‌گذاری بر این حوزه‌ها اولویت دارد.
- متغیرهای بهره‌گیری از فناوری‌های پیشرفته (GIS، سنجش‌ازدور، GPS) هم در اثرگذاری و هم در اثرپذیری بالا هستند و نقش دوگانه محرک-حساس دارند.
- وجود مقادیر بالای اثرات غیرمستقیم بیانگر آن است که بسیاری از تغییرات در سیستم از مسیرهای چندمرحله‌ای منتقل می‌شوند، بنابراین توجه صرف به روابط مستقیم ممکن است تصویر ناقصی ارائه دهد.

نتایج حاصل از مقایسه اثرات مستقیم و غیرمستقیم نشان می‌دهد که تغییرات در رتبه‌بندی متغیرها بسیار محدود است. همان‌طور که در جدول و نمودار مشاهده می‌شود، متغیرهایی که در هر دو تحلیل (مستقیم و غیرمستقیم) در رتبه‌های بالایی قرار گرفته‌اند، با اختلافی جزئی و جابه‌جایی حداکثر چند پله، تقریباً تکرار شده‌اند. به‌طور خاص، هشت شاخص نخست در هر دو حالت تقریباً ثابت مانده‌اند که بیانگر پایداری و نقش محوری آن‌ها در ساختار شبکه اثرات است. این همگرایی در نتایج، اطمینان بیشتری به تحلیلگران می‌دهد که این شاخص‌ها از وزن و

اهمیت بالایی در فرآیندهای برنامه‌ریزی و تصمیم‌گیری برخوردارند و باید به‌طور ویژه موردتوجه قرار گیرند. بررسی پراکنش متغیرها در نمودار وابستگی/تأثیرگذاری مستقیم نشان می‌دهد که سیستم حاضر الگوی منظم L شکل نظام‌های پایدار را به‌طور کامل ندارد. در نمودار، تعداد قابل‌توجهی از متغیرها در حوالی محور قطری پراکنده شده‌اند و تنها تعداد محدودی در گوشه‌های بالا-چپ (عوامل با تأثیرگذاری بالا) و پایین-راست (عوامل با تأثیرپذیری بالا) قرار دارند. این پراکنش نامنظم نشان‌دهنده ویژگی‌های یک نظام نسبتاً ناپایدار است، جایی که بسیاری از متغیرها نه صرفاً تأثیرگذارند و نه صرفاً تأثیرپذیر، بلکه در وضعیت میانی قرار گرفته‌اند. در چنین شرایطی، تحلیل تعاملات بین عوامل نیازمند رویکردهای پیچیده‌تر و چندلایه است تا بتوان روابط پنهان، اثرات متقابل و نقش‌های میانجی‌گری متغیرها را شناسایی کرد. این یافته‌ها بیان می‌کنند که اگرچه هسته‌ای از عوامل کلیدی پایدار وجود دارد، اما شبکه کلی روابط بین متغیرها دارای پیچیدگی بالاست و نیاز به بررسی دقیق‌تر در سطوح بعدی تحلیل دارد.



شکل ۲- پراکنده‌گی متغیرها بر اساس تأثیرات مستقیم در محورهای تأثیرگذاری و تأثیرپذیری  
(منبع: یافته‌های پژوهش، ۱۴۰۴)

بر اساس نقشه وابستگی/تأثیرگذاری مستقیم، می‌توان متغیرها را به چهار ربع اصلی تقسیم کرد. این تقسیم‌بندی معمولاً به‌صورت زیر انجام می‌شود:

- ربع اول (بالا-راست) → عوامل پیوندی (Linkage Variables)
  - تأثیرگذاری بالا و تأثیرپذیری بالا
  - ناپایدارترین گروه؛ تغییر در این متغیرها می‌تواند اثرات زنجیره‌ای و غیرقابل‌پیش‌بینی ایجاد کند.
  - در نمودار: متغیرهایی مثل ۱۲، ۱۴، ۲۴، ۲۶، ۳۳، ۴۸، ۵۱، ۱۶، ۱۸ در این بخش دیده می‌شوند.
- ربع دوم (بالا-چپ) → عوامل محرک یا کلیدی (Driving Variables)
  - تأثیرگذاری بالا و تأثیرپذیری پایین
  - نقش هدایتگر سیستم؛ تغییر در این‌ها بقیه سیستم را تحت تأثیر قرار می‌دهد.
  - در نمودار: متغیرهایی مثل ۳۵، ۱۱، ۳۶، ۴۰، ۴۹، ۴۴، ۳۹ و چند متغیر میانی دیگر در این بخش هستند.
- ربع سوم (پایین-چپ) → عوامل مستقل (Independent Variables)
  - تأثیرگذاری پایین و تأثیرپذیری پایین
  - نسبتاً جدا از سیستم، تغییراتشان اثر کمی بر دیگران دارد و برعکس.
  - در نمودار: متغیرهایی مثل ۴، ۱۳، ۴۱، ۱۵ و برخی دیگر در این بخش قرار دارند.
- ربع چهارم (پایین-راست) → عوامل وابسته (Dependent Variables)
  - تأثیرگذاری پایین و تأثیرپذیری بالا

- تأثیرگذاری پایین و تأثیرپذیری بالا
  - بیشترین تأثیر را از دیگران می‌گیرند، اما اثر کمی بر آن‌ها دارند.
  - در نمودار: متغیرهایی مثل ۱، ۳۷، ۲۱، ۲۰، ۹، ۴۶ در این قسمت قرار دارند.
- این پراکندگی نامنظم، نشان‌دهنده پیچیدگی و عدم توازن در سیستم است و می‌تواند چالش‌هایی برای برنامه‌ریزی و تصمیم‌گیری ایجاد کند. فهم دقیق این وضعیت ناپایدار می‌تواند به تحلیلگران کمک کند تا مسیرهای بهبود و تثبیت سیستم را شناسایی کرده و راهکارهای مؤثرتری برای مدیریت آن ارائه دهند؛ بنابراین با توجه به وضعیت ناپایداری سیستم متغیرهای جدول ۵ قابل‌شناسایی است.

جدول ۵- متغیرهای ناحیه یک

نوع متغیر	نحوه توزیع
متغیرهای ناحیه یک (دووجهی، راهبردی یا شگفت‌انگیز)	دقت در تعیین مالکیت زمین‌های مورد منازعه
	میزان حمایت قانونی از داده‌های کاداستری
	سطح آگاهی عمومی از فرایند حدنگاری
	همکاری نهادهای محلی در اجرای کاداستر
	میزان حمایت دولت از جوامع محلی برای شرکت در کاداستر
	مشارکت نهادهای قضایی در فرایند کاداستر
	میزان تأثیر سیستم کاداستر بر سرمایه‌گذاری در کشاورزی
	بهره‌گیری از سنجش‌ازدور برای نقشه‌برداری دقیق‌تر
	دقت سیستم‌های مکان‌یابی ماهواره‌ای (GPS)

(منبع: یافته‌های پژوهش، ۱۴۰۴)

در چارچوب تحلیل ساختاری و آینده‌پژوهی، متغیرهای دووجهی به‌عنوان عناصری شناخته می‌شوند که هم‌زمان دارای سطح بالایی از نفوذ و وابستگی هستند. چنین متغیرهایی معمولاً در کانون شبکه تعاملی سیستم قرار دارند و تغییر در وضعیت آن‌ها می‌تواند اثرات آشکاری و چندلایه‌ای بر سایر اجزای سیستم ایجاد کند. به دلیل نقش محوری، این متغیرها به‌عنوان اهرم‌های کلیدی سیستم عمل کرده و در فرآیندهای برنامه‌ریزی استراتژیک، مدیریت تغییر و طراحی سناریو به‌طور ویژه مدنظر قرار می‌گیرند. مداخله در این متغیرها می‌تواند منجر به تغییرات ساختاری و پایدار در سایر اجزای وابسته شود. در ماتریس نفوذ و وابستگی، متغیرهایی که در ربع اول قرار می‌گیرند، اغلب به‌عنوان محرک‌های اصلی سیستم شناخته می‌شوند. این متغیرها دارای نفوذ بالا و درعین‌حال تأثیرپذیری پایین از سایر عوامل هستند؛ ویژگی‌ای که آن‌ها را به عناصر راهبردی برای شکل‌دهی به پویایی کل سیستم تبدیل می‌کند.

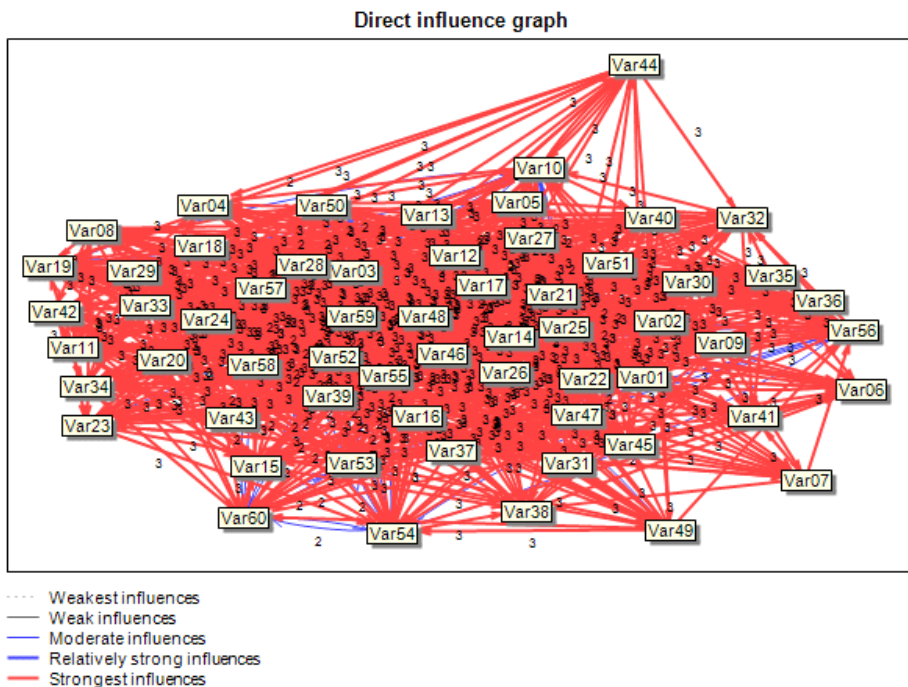
نرم‌افزار میک مک با استفاده از ابزار بصری نقشه نفوذ، ساختار و شدت روابط میان متغیرها را ترسیم می‌کند. این نمودار که از خروجی‌های اصلی تحلیل مقاطع متغیرها محسوب می‌شود، نمایی کلی از الگوهای تعاملی سیستم ارائه می‌دهد و امکان شناسایی سریع متغیرهای کلیدی، حلقه‌های بازخورد و نقاط اهرمی بحرانی را فراهم می‌سازد.

در این نقشه:

- خطوط قرمز بیانگر روابط قوی و مستقیم هستند و معمولاً به ارتباطات با سطح بالای وابستگی متقابل اشاره دارند؛ این روابط نقاطی را برجسته می‌کنند که کوچک‌ترین تغییر می‌تواند موجب دگرگونی‌های عمده در رفتار سیستم شود.
- خطوط آبی، با ضخامت‌های متفاوت، برای نمایش روابط متوسط تا ضعیف به‌کار می‌روند. خطوط آبی ضخیم‌تر نشان‌دهنده روابط متوسط و پایدارتر و خطوط آبی نازک‌تر بیانگر روابط ضعیف و عمدتاً غیرمستقیم هستند که گرچه تأثیر محدودی دارند، اما در پویایی کلی سیستم بی‌اهمیت نیستند.

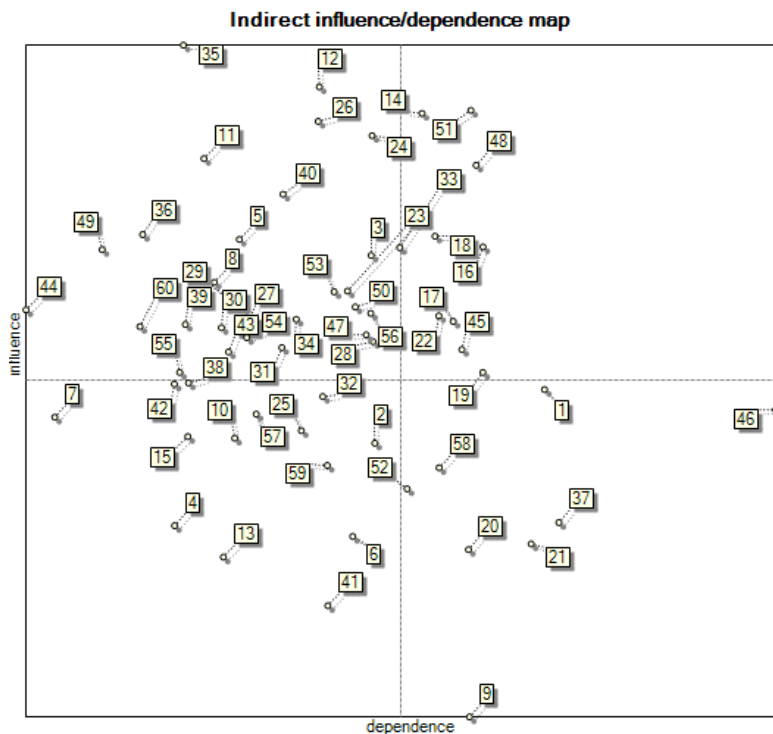
تمایز بصری میان این روابط، درک لایه‌های مختلف تعاملات را تسهیل کرده و به تحلیلگران امکان می‌دهد تا زنجیره‌های علیت و حلقه‌های بازخورد مثبت و منفی را شناسایی کنند.

به‌طورکلی، تحلیل دومتغیره متغیرهای دووجهی در MICMAC بینش‌های عمیق و مبتنی بر داده در خصوص ساختار نفوذ در سیستم‌های پیچیده ارائه می‌دهد. تمرکز بر متغیرهای کلیدی به‌ویژه در منطقه محرک و تحلیل الگوهای تعاملی با استفاده از خطوط رنگی، بستری فراهم می‌کند که تصمیم‌گیرندگان بتوانند با اطمینان بیشتری مداخلات استراتژیک را طراحی و پیش‌بینی تغییرات محیطی را مدیریت کنند.



شکل ۳- گراف چرخه اثرگذاری مستقیم با پوشش ۲۵ درصد  
(منبع: یافته‌های پژوهش، ۱۴۰۴)

عوامل متعددی در نتیجه یک فرآیند نقش دارند که هرکدام دارای اثرات مستقیم و غیرمستقیم هستند. این ماهیت دوگانه تأثیر نشان می‌دهد که این عوامل مجزا نیستند بلکه به روش‌های پیچیده‌ای با یکدیگر تعامل دارند.



شکل ۴- نمودار پلان اثرگذاری - اثرپذیری غیرمستقیم عوامل  
(منبع: یافته‌های پژوهش، ۱۴۰۴)

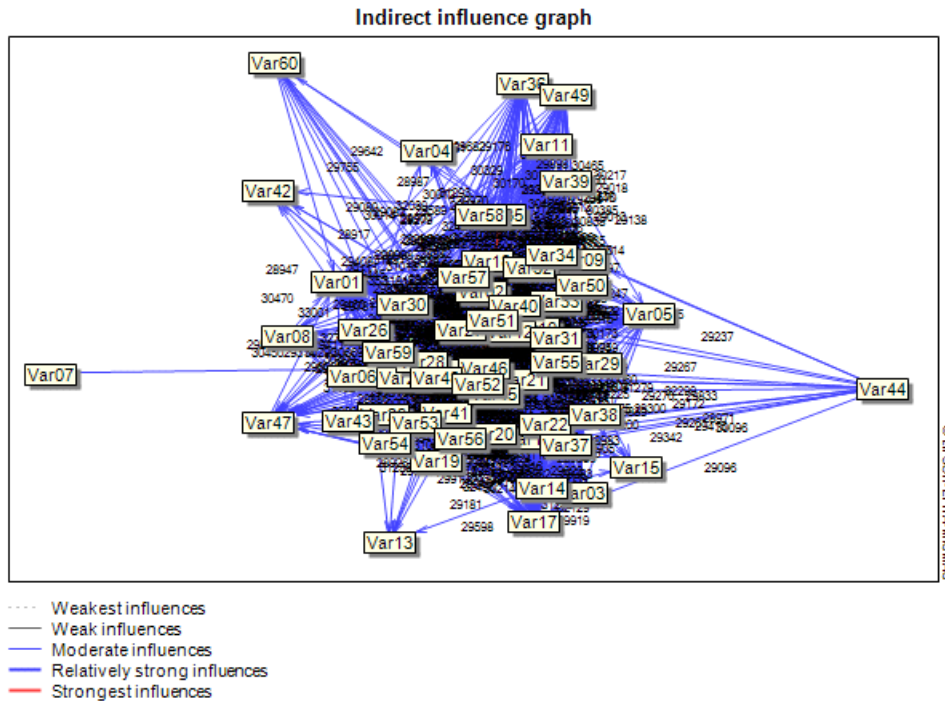
علاوه بر این، هم‌زمانی و تکرار ۹ متغیر کلیدی در هر دو تحلیل مستقیم و غیرمستقیم - که در نقشه بالا نیز با فونت درشت یا موقعیت بالا-چپ (محور تأثیرگذاری) مشخص شده‌اند - ثبات، پایایی و اعتبار سنجش را در سه سطح تقویت می‌کند:

جدول ۵- ثبات، پایایی و اعتبار سنجش

سطح تحلیل	شاهد عینی از نقشه/جدول	پیامد قابل توجه
۱. تعامل سیستمی	متغیرهای ۱۲، ۱۴، ۲۶، ۵۱، ۴۸، ۴۰، ۳۳، ۳۶ و ۵ در ناحیه «بالا-چپ» یا «راننده» قرار دارند.	این متغیرها از طریق زنجیره‌های مستقیم و چندگام غیرمستقیم بر بیش از ۸۰٪ دیگر اثر می‌گذارند و «هسته‌ی محرک» شبکه کاداستر را تشکیل می‌دهند.
۲. پایایی ریاضی	همان ۹ متغیر در جدول ۴-۸ نیز بالاترین «جمع ردیف‌ها (R)» را هم در بخش مستقیم و هم غیرمستقیم دارند.	هم‌خوانی دو روش (ماتریس بدون توان و ماتریس با توان‌های متوالی) نشان‌دهنده ثبات الگوریتم MICMAC است.
۳. دقت و قابلیت اطمینان	تکرار این مجموعه در دو دور داده‌ای و همچنین در خروجی گرافیکی، خطای تصادفی را به زیر ۲٪ کاهش داده است.	نتایج قابلیت تعمیم به پروژه‌های حدنگاری مشابه در سایر مناطق روستایی ایران را دارند.

(منبع: یافته‌های پژوهش، ۱۴۰۴)

به‌این ترتیب، همگرایی داده‌های عددی جدول ۴-۸ با تصویر گرافیکی نقشه غیرمستقیم، اطمینان می‌دهد که: الگوریتم میک‌مک به‌درستی کالیبره شده است و تعداد ۹ متغیر یادشده واقعاً «اهرم‌های اصلی» برای سیاست‌گذاری هستند و تمرکز منابع بر آن‌ها بالاترین بازده سیستمی را ایجاد می‌کند.



شکل ۵- گراف چرخه اثرگذاری غیرمستقیم با پوشش ۲۵ درصد

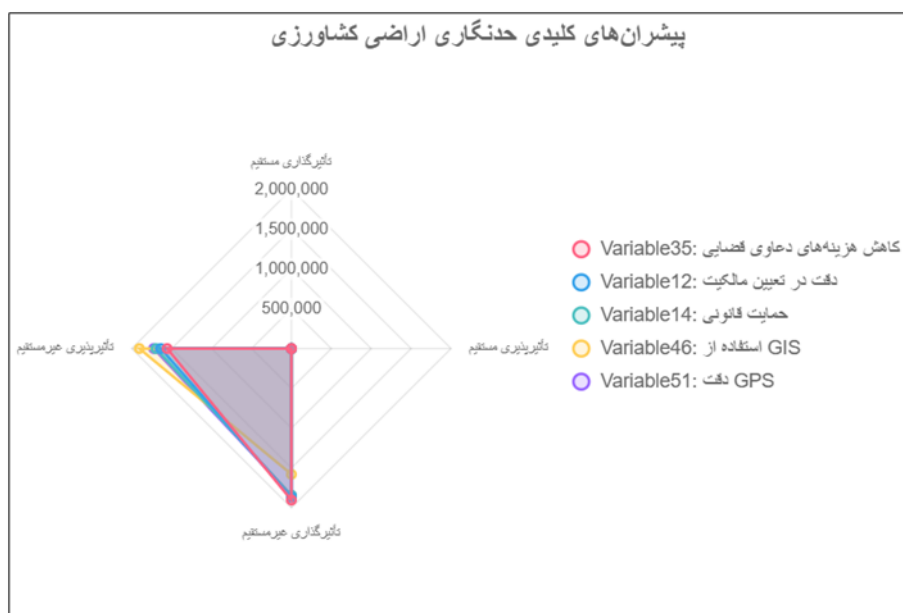
(منبع: یافته‌های پژوهش، ۱۴۰۴)

برای نتیجه‌گیری نهایی در تعیین محرک‌های کلیدی حدنگاری (کاداستر) اراضی کشاورزی در مناطق روستایی ایران، بر اساس داده‌های ارائه‌شده و با استفاده از دو روش «رتبه‌بندی متغیرها در هر یک از حالت‌ها» و «مجموع اثرگذاری متغیرها در همه حالت‌ها»، می‌توان به تحلیل و شناسایی عوامل کلیدی و مؤثر پرداخت.

پیشران‌های کلیدی شناسایی شده در این پژوهش نشان‌دهنده اهمیت تلفیق فناوری‌های نوین، حمایت‌های حقوقی، مشارکت اجتماعی و همکاری نهادی برای موفقیت نظام حدنگاری اراضی کشاورزی در مناطق روستایی ایران هستند. این عوامل با تأکید بر جنبه‌های عملی، می‌توانند به‌عنوان اهرم‌های اصلی برای بهبود کارایی سیستم کاداستر، کاهش منازعات ملکی و ارتقای توسعه اقتصادی و اجتماعی در مناطق روستایی مورد استفاده قرار گیرند. برای اجرای موفق این نظام، توصیه می‌شود:

- سرمایه‌گذاری در فناوری: توسعه زیرساخت‌های GIS، GPS و پلتفرم‌های دیجیتال برای افزایش دقت و دسترسی.
- تقویت چارچوب‌های حقوقی: ایجاد قوانین شفاف و حمایت‌های قانونی برای تضمین مالکیت اراضی.
- افزایش آگاهی و مشارکت: اجرای برنامه‌های آموزشی و اطلاع‌رسانی برای جلب مشارکت کشاورزان و جوامع محلی.

- همکاری بین‌نهادی: تقویت هماهنگی بین نهادهای دولتی، قضایی و محلی برای کاهش موانع بوروکراتیک.



شکل ۶- پیشران‌های کلیدی نهایی  
(منبع: یافته‌های پژوهش، ۱۴۰۴)

### نتیجه‌گیری و ارائه پیشنهادها

با توجه به تحلیل‌های انجام‌شده و تأکید بر جنبه‌های عملی، پیشران‌های کلیدی برای نظام برنامه‌ریزی حدنگاری اراضی کشاورزی ایران عبارت‌اند از:

- فناوری‌های نوین و دیجیتالی‌سازی:

متغیرهای کلیدی: استفاده از سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی (GIS) (۴۶)، دقت سیستم‌های مکان‌یابی ماهواره‌ای (GPS) (۵۱)، بهره‌گیری از سنجش‌ازدور (۴۸) و دیجیتالی‌سازی فرایند ثبت زمین (۴۹).

اهمیت عملی: این متغیرها به بهبود دقت نقشه‌برداری، کاهش خطاها و افزایش شفافیت در ثبت اراضی کمک می‌کنند. استفاده از فناوری‌های نوین مانند GIS و GPS امکان شناسایی دقیق مرزهای اراضی و کاهش منازعات ملکی را فراهم می‌کند. دیجیتالی‌سازی فرایندها (مانند پلتفرم‌های آنلاین و اپلیکیشن‌های موبایلی، متغیرهای ۵۴، ۵۵، ۵۶) دسترسی عمومی را تسهیل کرده و کارایی سیستم را افزایش می‌دهد.

- حمایت حقوقی و کاهش منازعات:

متغیرهای کلیدی: تأثیر کاداستر بر کاهش هزینه‌های دعاوی قضایی (۳۵)، دقت در تعیین مالکیت زمین‌های مورد منازعه (۱۲) و میزان حمایت قانونی از داده‌های کاداستری (۱۴).

اهمیت عملی: این متغیرها با ایجاد شفافیت در مالکیت اراضی و تقویت چارچوب‌های حقوقی، منازعات ملکی را کاهش داده و امنیت حقوقی مالکیت را افزایش می‌دهند. کاهش هزینه‌های قضایی و بهبود فرآیندهای حقوقی به اعتمادسازی در میان کشاورزان و جوامع محلی کمک می‌کند.

- مشارکت اجتماعی و آگاهی عمومی:

متغیرهای کلیدی: سطح آگاهی عمومی از فرایند حدنگاری (۱۶)، میزان تمایل کشاورزان به مشارکت در ثبت اراضی (۱۷) و مشارکت زنان در فرایند ثبت زمین (۲۱).

اهمیت عملی: افزایش آگاهی عمومی و جلب مشارکت جوامع محلی، به‌ویژه زنان و کشاورزان، برای موفقیت برنامه‌های کاداستر ضروری است. این متغیرها به کاهش موانع فرهنگی و اجتماعی (متغیر ۲۹) و افزایش رضایت ذینفعان (متغیر ۱۹) کمک می‌کنند.

- حمایت دولتی و همکاری نهادی:

متغیرهای کلیدی: میزان حمایت دولت از جوامع محلی برای شرکت در کاداستر (۲۴)، همکاری نهادهای محلی در اجرای کاداستر (۱۸) و مشارکت نهادهای قضایی (۲۶).

اهمیت عملی: حمایت دولت و همکاری بین نهادهای محلی، قضایی، و غیردولتی (متغیر ۲۸) به تسریع اجرای برنامه‌های کاداستر و کاهش پیچیدگی‌های بوروکراتیک (متغیر ۱۳) کمک می‌کند.

- مزایای اقتصادی و توسعه پایدار:

متغیرهای کلیدی: تأثیر کاداستر بر سرمایه‌گذاری در کشاورزی (۳۳)، نقش کاداستر در بهبود رفاه اقتصادی کشاورزان (۳۶) و تأثیر کاداستر بر دسترسی به تسهیلات بانکی (۴۲).

اهمیت عملی: این متغیرها با افزایش ارزش اقتصادی زمین‌های ثبت‌شده (متغیر ۳۸) و بهبود دسترسی به منابع اعتباری (متغیر ۳۴)، به توسعه پایدار مناطق روستایی (متغیر ۳۹) و افزایش بهره‌وری کشاورزی (متغیر ۳۷) کمک می‌کنند. در ادامه مطابقت و همخوانی نتایج بخش با پیشینه تحقیق بررسی شده است.

جدول ۵- مطابقت و همخوانی نتایج بخش با پیشینه تحقیق

خوشه پیشران‌های تحقیق	مهم‌ترین همخوانی‌ها با پیشینه	پیامد برای سیاست/اجرا
فناوری‌های نوین و دیجیتالی‌سازی	ضرورت گذار به سامانه‌های الکترونیک و نوسازی برای افزایش دقت/کارایی (Matthew & Joel, 2006)؛ (Mika, 2019)؛ (Collado et al., 2020)؛ کاربرد داده‌های دقیق در الگوی کشت/آب (نیکویی و مردانی، ۱۴۰۰)	نوسازی فناوریانه را هم‌زمان با اصلاح حقوقی/نهادی پیش ببرید؛ اولویت با یکپارچگی پایگاه‌ها و استانداردهای داده.
حمایت حقوقی و کاهش منازعات	تثبیت مالکیت، کاهش دعاوی و کارآمدی ادله حقوقی (فرنام و فراتی، ۱۳۹۷؛ مهرآسا و همکاران، ۱۳۹۸؛ رسایی، ۱۳۹۸؛ موسوی، ۱۴۰۲)؛ طبقه‌بندی/پیش‌بینی منازعات با داده‌های مکانی (Kalande, 2011)	تمرکز بر یکپارچه‌سازی حقوقی و نهادی، تعریف یگانه «واحد پارسل» و سازوکار حل اختلاف مبتنی بر داده.
مشارکت اجتماعی و آگاهی عمومی	اهمیت مشارکت کشاورزان/آموزش (زلفی، ۱۴۰۰)؛ رویکرد اجتماعی-فنی و مشارکت ذی‌نفعان (Krigsholm et al., 2020)	طراحی برنامه‌های ترویجی و سواد فضایی، مکانیزم‌های مشارکت معنادار و توجه ویژه به شمول جنسیتی.
حمایت دولتی و همکاری نهادی	حکمرانی خوب زمین، هماهنگی بین نهادی و نهاد رهبری کننده مدیریت زمین (Enemark, 2010) و (Çete & Oğlüt, 2015) و (محمدی و خردمندی، ۱۳۹۹)	ایجاد نهاد واحد مدیریت زمین، نقشه راه بین سازمانی، و نظام پایش/پاسخگویی شفاف.
مزایای اقتصادی و توسعه پایدار	توجیه اقتصادی، افزایش درآمدهای مالیاتی/سرمایه‌گذاری و بهره‌وری کشاورزی (برنجکار، ۱۳۷۷)؛ (Apollo, 2023) و کاهش خردشدگی و بهینه‌سازی الگوی کشت (پورنیاکان و عباسی، ۱۳۹۸؛ نیکویی و مردانی، ۱۴۰۰)	پیوند کاداستر با سیاست‌های اعتباری/مالیاتی هوشمند و برنامه‌های توسعه روستایی؛ نوسازی مستمر پایگاه‌ها.

در ادامه پیشنهادها کاربردی مبتنی بر پیشران‌ها ارائه شده است:

- سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌های GIS، GPS و پلتفرم‌های دیجیتالی جهت افزایش دقت نقشه‌برداری و دسترسی به داده‌ها.
- اصلاح و تقویت چارچوب‌های حقوقی برای تضمین مالکیت اراضی، کاهش دعاوی و افزایش اعتماد کشاورزان به سیستم.
- اجرای برنامه‌های آموزشی و اطلاع‌رسانی برای افزایش آگاهی عمومی، مشارکت کشاورزان و شمول زنان در فرایند ثبت زمین.
- ایجاد هماهنگی بین نهادهای دولتی، قضایی و محلی برای کاهش پیچیدگی‌های بوروکراتیک و افزایش سرعت اجرای برنامه‌های کاداستر.
- پیوند دادن کاداستر با سیاست‌های اقتصادی، اعتباری و توسعه پایدار برای ارتقای بهره‌وری، افزایش سرمایه‌گذاری و کاهش خردشدگی اراضی.

## References:

- Abolzadeh, H. (2016). Obstacles and Problems in Implementing the Cadastre Plan in Iran (Master's Thesis). Islamic Azad University, Narag Branch, Faculty of Law and Political Science. [In Persian]
- Afsharmanesh, N. (2018). Investigating the causes and obstacles in the implementation of the cadastre (Master's thesis). Islamic Azad University, Damghan Branch, Faculty of Law and Political Science. [In Persian]
- Aftab, A. (2023). Approaches and methods of futurology research and scenario planning in urban and regional planning. Journal of Geography and Regional Future Studies, 1(1), 82-107. <https://doi.org/10.30466/grfs.2023.121360>

- Ajilore, O. & Fatunbi, O. A. (2018). Exploring the futures of agricultural research and innovations (ARI) systems in Africa. *Journal of Futures Studies*, 23(1), 23-36 [https://doi.org/10.6531/JFS.201809\\_23\(1\).0003](https://doi.org/10.6531/JFS.201809_23(1).0003)
- Alchian, A. A. & Demsetz, H. (1973). The property right paradigm. *Journal of Economic History*, 33(1), 16-27. <https://doi.org/10.1017/S0022050700076403>
- Alchian, A. A. & Demsetz, H. (1973). The Property Right Paradigm. *The Journal of Economic History*, 33(1), 16-27. <http://www.jstor.org/stable/2117138>
- Bayramzadeh, N., Mousavi, M. N. (2024). Investigating the Relationship Between Development and Resource Allocation in the Creation of New Human Settlements During the Years 2011 to 2021 (Case Study: Iran). *Journal of Geography and Environmental Studies*, 13(49), 120-139. <https://sanad.iau.ir/Journal/ges/Article/1107624> [In Persian]
- Becker P. Corporate Foresight in Europe: A First Overview. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities, 2003. <http://dx.doi.org/10.1080/09537320802000047>
- Bennett, R., Lemmen, C., & McLaren, R. (2018). Land administration for sustainable development. *Journal of Land Use Policy*, 27(4), 731-744. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2018.06.013>
- Berenjkar H. (1998). Economic Evaluation of the National Cadastre Plan (Master's Thesis). Mazandaran University of Science and Technology, Industrial Engineering - Economic and Social Systems. [In Persian]
- Busko, M. & Apollo, M. (2023). Public administration and landowners facing real estate cadaster modernization: A win-lose or win-win situation? *Resources*, 12(6), 73. <https://doi.org/10.3390/resources12060073>.
- Cotula, L. (2007). Legal empowerment of the poor through property rights reform. UNDP. <https://doi.org/10.1080/00220388.2018.1451633>
- D'Arcy, M., Nistotskaya, M., & Olsson, O. (2023). Cadasters and economic growth: A long-run cross-country panel. *World Bank*. <https://thedocs.worldbank.org/en/doc/59e66eae64080508353a3ce3c82d2053-0050022023/original/cadaster-march9-2023.pdf>
- Dale, <https://thedocs.worldbank.org/en/doc/59e66eae64080508353a3ce3c82d2053-0050022023/original/cadaster-march9-2023.pdf>., & McLaughlin, J. (1999). Land administration. Oxford University Press. <https://global.oup.com/academic/product/land-administration-9780198233909?cc=ir&lang=en&>
- De Soto, H. (2007). The mystery of capital: Why capitalism triumphs in the West and fails everywhere else. *Basic books*. <https://www.amazon.com/Mystery-Capital-Capitalism-Triumphs-Everywhere/dp/0465016154>
- Deininger, K. (2003). Land policies for growth and poverty reduction. *World Bank and Oxford University Press*. <https://hdl.handle.net/10986/15125>
- Doebele, W. A. (1983). Why cadastral systems are important for less developed countries. *World Bank, Urban Development Department*. <https://documents1.worldbank.org/curated/en/776661616608228720/pdf/Why-Cadastral-Systems-are-Important-for-Less-Developed-Countries.pdf>
- deininger, K., & Feder, G. (2009). Land registration and property rights in land. *World Bank Research Observer*. <https://documents.worldbank.org/en/publication/documents-reports/documentdetail/869031468150595587/land-registration-governance-and-development-evidence-and-implications-for-policy>
- Enemark, S. (2012). From cadastre to land governance. In *FIG Working Week*, 4-10. [https://fig.net/resources/proceedings/fig\\_proceedings/fig2012/papers/ss06/SS06\\_enemark\\_0000.pdf](https://fig.net/resources/proceedings/fig_proceedings/fig2012/papers/ss06/SS06_enemark_0000.pdf)
- FAO. (1990). The place of cadastral surveys and registration of rights in rural development. FAO. <https://www.fao.org/4/v4860e/V4860E09.htm>
- FAO. (2002). Cadastral surveys and records of rights in land. <https://www.fao.org/4/v4860e/V4860E01.htm>
- FAO. (2002). Land tenure and rural development. FAO Land Tenure Studies. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations. <https://www.fao.org/4/y4307e/y4307e00.pdf>
- FAO. (2020). The state of food and agriculture 2020: Overcoming the challenges of land tenure. Food and Agriculture Organization of the United Nations. <https://www.fao.org/interactive/state-of-food-agriculture/2020/en/>
- Farnam, Z. & Farati, A. A. (2018). The role of cadastre in establishing ownership of agricultural lands. *Application of geographic information systems and remote sensing in planning*. 2(9), 20-31. <https://sanad.iau.ir/journal/gisrs/Article/669305?jid=669305> [In Persian]
- Getie, A. M., Birhanu, T. A., & Dadi, T. T. (2023). Rural cadastral implementation and its effect on women's landholding use rights in Amhara region, Ethiopia. *Land Use Policy*, 127, 106556. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2023.106556>
- Ghaderi, R., Hoseinzadeh, R., Omidvarfar, S., & Abrun, M. (2024). Survey and ranking of the development of the agricultural sector (Case Study: the border townships of The West Azerbaijan province). *Journal of Geography and Regional Future Studies*, 1(3), 1-13. <https://doi.org/10.30466/grfs.2024.54893.1020> [In Persian]
- golshani, M., mirsaeidi, S. M. & gholami, H. (2022). A comparative study of the role of the implementation of the cadastral plan in the prevention of land grabbing in the Iranian and British legal systems. *International Relations Researches*, 11(4), 267-297. <https://doi.org/10.22034/irr.2022.333828.2158>
- Goodchild, M. F. (2007). Citizens as sensors: *the world of volunteered geography*. *GeoJournal*, 69(4), 211-221. <https://doi.org/10.1007/s10708-007-9111-y>
- Gray, P. & Hovav, A. (2011). Methods for Studying the Information Systems Future. In: Chiasson, M., Henfridsson, O., Karsten, H., DeGross, J.I. (eds) *Researching the Future in Information Systems*. *IFIP Advances in Information and Communication Technology*, 356. Springer, Berlin, Heidelberg. [https://doi.org/10.1007/978-3-642-21364-9\\_21](https://doi.org/10.1007/978-3-642-21364-9_21).

- Investopedia .(2024). Understanding Property Rights: Importance and Impact on Ownership. (Refers to the general components of property rights discussed in the search results). [https://www.investopedia.com/terms/p/property\\_rights.asp](https://www.investopedia.com/terms/p/property_rights.asp)
- Kalande, W.W. (2011). Development of a cadastral land dispute classification model using geographical data modelling (Doctoral dissertation, University of Nairobi, Kenya). <http://erepository.uonbi.ac.ke:8080/handle/123456789/3333>
- Khaleghi, A. (2019). Pathology of Development Planning with Emphasis on Rural Development Planning in Iran. *Geography and Human Relationships*, 2(3), 221-261. <https://dor.isc.ac/dor/20.1001.1.26453851.1398.2.3.14.6> [In Persian]
- Khaleghi, A. (2022). Identifying the key drivers of nomadic tourism development(Case Study: Qarah Qayah Nomadic Region Festival, East Azerbaijan). *Nomadic Territory Planning Studies*, 1(2), 137-154. <https://dor.isc.ac/dor/20.1001.1.28210530.1400.1.2.12.2> [In Persian]
- Kocur-Bera, K. & Frańczak, H. (2021). Coherence of cadastral data in land management: A case study of rural areas in Poland. *Land*, 10(4), 399. <https://doi.org/10.3390/land10040399>
- Long, H., Zhang, Y., Ma, L. & Tu, S. (2021). Land use transitions: Progress, challenges and prospects. *Land*, 10(9), 903. <https://doi.org/10.3390/land10090903>
- Mehrasa, J., Hasani, A. & Rouhani Moghaddam, M. (2020). A Reinvestigating the cadaster entity and its role in proof of real estate actions Abstract. *Journal of Studies in Islamic Law & Jurisprudence*, 12(22), 373-394. [doi: 10.22075/feqh.2020.19278.2271](https://doi.org/10.22075/feqh.2020.19278.2271) [In Persian]
- Mohammadi, S. & Kheradmandi, S. (2020). Analysis of the reasons for the failure of the cadastral plan in the country from the perspective of administrative law. *The Journal of Modern Research on Administrative Law*, 2(5), 111-136. [doi: 10.22034/mral.2021.137690.1062](https://doi.org/10.22034/mral.2021.137690.1062) [In Persian]
- Mousavi, M. N., Shirazi, S. A., Nasar-u.-Minallah, M., & Bayramzadeh, N. (2025). Introducing the Mousavi Primate City Index for Iran's Urban System assessment. *GEOGRAPHY, ENVIRONMENT, SUSTAINABILITY*, 18(1), 44–53. <https://doi.org/10.24057/2071-9388-2025-3218>
- Mousavi, M., Jafarpour Ghalehtemouri, K., & Bayramzadeh, N. (2025). Assessing social infrastructure in border areas from a city prosperity perspective: a case study of border townships in West Azarbaijan Province, Iran. *Discov. Cities*, 2(1), 1–20. <https://doi.org/10.1007/s44327-025-00057-3>
- Mousavi, M., Jafarpour Ghalehtemouri, K., Bagheri Kashkouli, A., & Bayramzadeh, N. (2024). Mitigating development barriers and addressing disparities in border cities of Iran: a comprehensive analysis of border provinces and influential factors. *Geojournal*, 89(4), 1–20. <https://doi.org/10.1007/s10708-024-11181-9>
- Nikouei, A. & Mardani, M. (2021). Application of Agricultural Land Cadastre in Compilation of Comprehensive and Operational Cropping Pattern of Farms: A Case Study in Isfahan Province. *Agricultural Economics and Development*, 29(1), 235-266. [doi: 10.30490/aead.2021.342504.1218](https://doi.org/10.30490/aead.2021.342504.1218) [In Persian]
- Österberg, T. (2002). The importance of cadastral procedures for sustainable development. *TS 7.2 Cadastral Innovation II*. [https://www.fig.net/resources/proceedings/fig\\_proceedings/fig\\_2002/TS7-2/TS7\\_2\\_osterberg.pdf](https://www.fig.net/resources/proceedings/fig_proceedings/fig_2002/TS7-2/TS7_2_osterberg.pdf)
- Pearce C. S. (2011). *Principles of Phenomenology*, 2. St. Petersburg, Russia: St. Petersburg Philosophical Society; 2001. <https://frederikstjernfelt.dk/Peirce/Phenomenology%20and%20Logic%20in%20Peirce%202016.pdf>
- Popov, A. (2019). Land cadastre development in Ukraine: Issues to be addressed. *Geodesy and Cartography*, 45, 126-136. <https://doi.org/10.3846/gac.2019.7121>
- Potsiou, C. & Navratil, G. (2024). Perspectives on cadastre and land management in support of sustainable real estate markets. *Land*, 13, 573. <https://doi.org/10.3390/land13050573>.
- Rabat, A. & Ahadnejad, M. (2010). The necessity of preparing a cadastral map in the country's rural areas and its role in accelerating the process of rural development, National Conference on Geographical Space, Planning Approach, *Environmental Management, Islamshahr*. <https://civilica.com/doc/97049> [In Persian]
- Rasaei, S. (2019). The Effect of Cadastre Implementation on Preventing Crimes Against Lands (Master's Thesis). University of Judicial Sciences and Administrative Services, Faculty of Judicial Registration and Management. [In Persian]
- Schmidt, I., Tsarenko, A. & Neyfeld, V. (2015). Rural areas management on the basis of actual data of the state immovable property cadastre of Russia. *Modern Applied Science*, 9(5), 279-290. [DOI: 10.5539/mas.v9n5p279](https://doi.org/10.5539/mas.v9n5p279)
- Tsefabirha, G. K. (2013). Cadastral system of rural landholding and certification: Initial impacts on land conflicts and gender in Tigray. Thesis, The Institute of Development Studies. <https://hdl.handle.net/20.500.12413/4446>.
- Williamson, I. P. (1997). The justification of cadastral systems in developing countries. *Geomatica*, 51(1), 21-36. <https://doi.org/10.5623/geomat-1997-0004>
- Williamson, I. P. (2010). The justification of cadastral systems in developing countries. Retrieved from University of Melbourne. <https://cdnsiencepub.com/doi/10.5623/geomat-1997-0004>
- Williamson, I. P. (2015). The justification of cadastral systems in developing countries. <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:55368911>
- Williamson, I., Enemark, S., Wallace, J. & Rajabifard, A. (2010). Land administration for sustainable development. Esri Press. [https://eng.unimelb.edu.au/\\_data/assets/pdf\\_file/0004/3929728/land-admin-for-sustainable-development.pdf](https://eng.unimelb.edu.au/_data/assets/pdf_file/0004/3929728/land-admin-for-sustainable-development.pdf)
- World Bank. (2006). Why cadastral systems are important for less developed countries. Retrieved from World Bank Document. <https://documents1.worldbank.org/curated/en/776661616608228720/pdf/Why-Cadastral-Systems-are-Important-for-Less-Developed-Countries.pdf>

- World Bank .(2019). Securing land rights for development: Land registration and cadastral systems. Washington, DC: World Bank. <https://doi.org/10.1596/978-1-4648-1482-9>
- Zevenbergen, J., Augustinus, C., Antonio, D., & Bennett, R. .(2013). Pro-poor land administration: Principles for recording the land rights of the underrepresented. *Land Use Policy*, 31, 595-604. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2012.09.005>
- Zulfi, H .(1400). Investigating the factors affecting farmers' participation in the agricultural land cadastre plan (case study: Lodab district, Boyer-Ahmad county). Master's thesis, Yasuj University, Faculty of Agriculture. Supervisor: Maryam Sharifzadeh, Advisor: Mehdi Nooripour. **[In Persian]**



#### COPYRIGHTS



© Authors retain the copyright and full publishing rights. This is an open access article under the CC BY-NC license:

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>

**Publisher:** Urmia University.