https://sppl.ui.ac.ir/?lang=en
Spatial Planning
E-ISSN: 2476-3357
Document Type: Research Paper
Vol. 16, Issue 1, No.60, 2026, pp. 81- 106
Received: 25/02/2025 Accepted: 14/12/2025

Effective Drivers for the Future of Sustainable Rural Development: An AI-Focused Case Study of Ardabil County

Kiomars Khodapanah *
Assistant Professor, Department of Geography and Rural Planning, Payame Noor University, Tehran,
Iran.k_khodapanah@pnu.ac.ir

Arasto Yari
Professor of the Department of Geography and Urban and Rural Planning, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran
a_yari@uma.ac.ir

Abstract
This study employed a methodology of future studies to identify the key drivers of sustainable rural development in Ardabil County with a specific focus on the role of Artificial Intelligence (AI). As an exploratory and applied analytical study, it utilized a mixed-methods approach. Following a review of library and documentary sources, qualitative data were collected through open-ended questionnaires and document analysis, while quantitative data were gathered via a weighted Delphi survey. A set of rural development indicators was presented to a panel of 25 experts. Using a cross-impact matrix (scaled 0–3), they evaluated the impact and susceptibility of each factor to identify the most influential drivers. The analysis of factor dispersion revealed a currently unstable system with most variables scattered around the diagonal axis of the matrix. From an initial set of 22 factors, 12 AI-related drivers were identified as the most critical for the future of sustainable rural development in Ardabil County based on their high direct impacts and influence scores. Among these, 6 were found to be of paramount significance: 1) development of technological infrastructure; 2) implementation of pilot projects; 3) AI-enabled good rural governance; 4) allocation of dedicated research budgets; 5) alignment with global AI standards; and 6) promotion of AI-based startups in agriculture and related sectors. The study concluded that AI-driven rural development is a multifaceted phenomenon. Its realization depends not merely on technological investment but on a holistic ecosystem. This ecosystem must include robust hardware and software infrastructure, enhanced

*Corresponding Author
Khodapanah, K. and Yari, A. (2025). Explaining the effective drivers on the future of sustainable rural development with an emphasis on artificial intelligence Case study: Ardabil County. *Spatial Planning*, 16 (1), 81 - 106 .

2476-3357 © The Author(s). Published by University of Isfahan
This is an open access article under the CC BY-NC 4.0 License (https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0).

10.22108/sppl.2025.144505.1836

institutional capacity, smart governance models that foster inter-sectoral coordination, data transparency, targeted research funding, human capital development, and cultivation of social trust in technology.

Keywords*:* Artificial Intelligence (AI), Sustainable Rural Development, Future Studies, Driver, Ardabil County.

Introduction

Artificial Intelligence (AI) is rapidly transforming key sectors with an undeniable potential to reshape rural development. By driving revolutionary changes in healthcare, agriculture, education, tourism, and entrepreneurship, AI is poised to significantly enhance the quality of life in rural communities. However, harnessing this potential in the rural areas of Ardabil County requires a fundamental transition from traditional structures to intelligent, digitally-enabled platforms. This transition faces distinct challenges as rural regions typically encounter greater infrastructural and capacity-related obstacles in digital and AI adoption than their urban counterparts. Consequently, it is essential to identify and understand the critical factors and drivers that will influence its future trajectory to ensure that AI development proceeds on a suitable foundation. This study aimed to analyze these key drivers affecting the future of sustainable rural development with a specific emphasis on AI. In this context, raising awareness among policymakers, officials, and rural communities about the tangible benefits of AI is a vital step. Such understanding is crucial for fostering the necessary support and facilitating effective implementation across various fields of rural development.

This study was conducted to analyze these drivers affecting the future of rural development with a specific focus on artificial intelligence. Raising awareness among officials and the rural community about the benefits of leveraging AI is essential as it can effectively promote development across various rural sectors.

Materials & Methods

This applied study adopted an exploratory and analytical design by utilizing a mixed-methods approach within a futures research framework to identify the key drivers of sustainable rural development with a focus on Artificial Intelligence (AI). The study's expert panel consisted of 25 specialists and professionals in the field of rural development in Ardabil County. Data collection and analysis proceeded in 3 stages:

Stage 1: Factor Identification: To compile an initial list of key factors, structured interviews were conducted with the panel using a Delphi method. Indicators and components related to rural development across various dimensions were first compiled from a literature review and then presented to the experts. Based on their assessment, an initial set of 26 influential variables was identified.

Stage 2: Factor Refinement: Following a review of expert feedback in a subsequent Delphi round, this list was refined to a final set of 22 consensus-based variables.

Stage 3: Cross-Impact Analysis: These 22 factors were then incorporated into a cross-impact matrix. Experts were asked to score each pair of factors on a scale from 0 to 3, representing the perceived degree of direct influence and susceptibility between them. This quantitative data derived from the weighted Delphi questionnaire responses formed the basis for determining the relative impact and influence of each driver.

Research Findings

This study analyzed the opinions of 25 specialists to identify the key drivers affecting the future of sustainable rural development with an emphasis on Artificial Intelligence (AI) in Ardabil County. Based on the 22 final factors determined through the Delphi process, a 22x22 cross-impact matrix was constructed.

The results demonstrated strong methodological validity. After 3 iterations of data rotation, the analysis achieved 100% desirability. Furthermore, the matrix filling rate was 92.14%, indicating a high degree of perceived interdependence among the factors.

The dispersion of the 22 factors on the coordinate plane revealed that the future state of AI-based rural development at the county level was unstable. The majority of factors were scattered near the diagonal axis, suggesting they shared a similar systemic status while differing in their relative intensity of influence.

The distribution of variables across the matrix quadrants was as follows: 12 factors were classified as key, two-dimensional drivers; 1 factor was an influencing variable; 4 were influenced; 3 were independent; and 2

were regulatory. Following scoring and analysis using the MicMac model, 12 factors were ultimately selected as the key drivers. Among these, the following six were identified as the most significant:

1. Development of technological infrastructure
2. Implementation of pilot projects
3. AI-enabled development of good rural governance
4. Allocation of dedicated research funds
5. Alignment with and adherence to global standards
6. Promotion of AI startups in agriculture, handicrafts, and related sectors.

Discussion of Results & Conclusion

The findings indicated that multiple initiatives and projects were actively seeking to leverage Artificial Intelligence (AI) for rural development in Ardabil County. The primary objective of these efforts was to empower rural communities by facilitating access to AI technologies and equipping residents with the necessary skills and knowledge for their effective application. This focus on capacity-building was designed to enhance local competencies and create opportunities for skill development directly relevant to emerging industries and regional challenges. Notably, experts emphasized the importance of providing practical hands-on training to the rural community prior to the widespread adoption of AI technology. Such preparatory education was essential for fostering an informed understanding of AI's practical applications and benefits. The strategic implementation of new AI infrastructure and technologies was poised to serve as a foundational platform for county-wide rural development.

Beyond spurring local growth, this integration has the potential to reduce the development gap between urban and rural areas. With appropriate policy and planning, these advancements can significantly increase the attractiveness and vitality of rural centers. Furthermore, AI presents transformative opportunities for rural businesses, enabling them to develop, grow, and access new markets. The analysis highlighted the emergence of AI-enabled smart governance as a next-generation model for the study area. This approach termed good rural governance under AI offers a framework for ensuring equitable and sustainable prosperity. It provides a mechanism to systematically address and secure the interests of villagers, businesses, and rural management, thereby fostering a more holistic and resilient development pathway.

برنامه‌ریزی فضایی
سال شانزدهم، شماره اول، (پیاپی ٦٠)، ١٤٠٥، ص ١٠٦- ٨١
تاریخ وصول: ١٤٠٣/١٢/٧ تاریخ پذیرش: ١٤٠٤/٩/٢٣

مقاله پژوهشی

شناسایی پیشران‌های تأثیرگذار بر آینده توسعه پایدار روستایی با تأکید بر هوش مصنوعی مورد مطالعه: شهرستان اردبیل

کیومرث خداپناه * ، استادیار گروه جغرافیا و برنامه‌ریزی روستایی، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران
k_khodapanah@pnu.ac.ir
ارسطو یاری، استاد گروه جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری و روستایی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران
a_yari@uma.ac.ir

چکیده

پژوهش حاضر با هدف شناسایی پیشران‌های تأثیرگذار بر آینده توسعه پایدار روستایی با تأکید بر هوش مصنوعی در شهرستان اردبیل انجام شده است. این پژوهش از نظر ماهیت، براساس روش علم آینده‌پژوهی، تحلیلی و اکتشافی و براساس هدف، کاربردی است. شیوه گردآوری اطلاعات کتابخانه‌ای و اسنادی است. داده‌های کیفی با پرسشنامه باز و بررسی اسناد به کار گرفته شد و داده‌های کمی به‌صورت عددی و از طریق وزن‌دهی پرسشنامه‌های دلفی تهیه شد. شاخص‌ها و مؤلفه‌های توسعه روستایی در ابعاد مختلف جمع‌آوری شدند و در اختیار ٢٥ نفر از متخصصان قرار گرفتند. از آنان خواسته شد عوامل کلیدی را شناسایی و میزان تأثیرگذاری و تأثیرپذیری هر عامل را در چارچوب ماتریس اثرات متقاطع با امتیاز صفر تا سه ارزیابی کنند. یافته‌ها براساس وضعیت صفحه پراکندگی عوامل نشان داد، سیستم ناپایدار است و بیشتر عوامل در اطراف محور قطری صفحه پراکنده هستند. از بین ٢٢ عامل در نظر گرفته شده، با توجه به امتیاز بالای تأثیرگذار و تأثیرپذیری مستقیم ١٢ عامل هوش مصنوعی به‌عنوان خروجی نرم‌افزار، در آینده توسعه پایدار روستایی شهرستان اردبیل، بیشترین تأثیرگذاری را دارا بودند. نتایج نشان داد که از بین ١٢ پیشران کلیدی، ایجاد زیرساخت‌های فناوری، راه‌اندازی پروژه‌های پایلوت، هوش مصنوعی در راستای توسعه حکمرانی خوب روستایی، اختصاص بودجه‌های پژوهشی، مقایسه و توجه به استانداردهای جهانی، استارتاپ‌های هوش مصنوعی در کشاورزی و ... دارای تأثیرگذاری بیشتری بوده و اهمیت بیشتری داشته‌اند. درمجموع می‌توان بیان کرد توسعه روستایی مبتنی بر هوش مصنوعی، پدیده‌ای چندوجهی است و صرفاً با سرمایه‌گذاری فناورانه محقق نمی‌شود. تحقق این رویکرد نیازمند زیرساخت سخت‌افزاری و فناورانه، ظرفیت نهادی و حکمرانی هوشمند از طریق هماهنگی میان نهادهای دولتی و غیردولتی، شفافیت داده‌ای و تخصیص هدفمند بودجه پژوهشی و همچنین سرمایه انسانی و فرهنگی و ایجاد اعتماد اجتماعی نسبت به فناوری است.

واژه‌های کلیدی: هوش مصنوعی، توسعه پایدار روستایی، آینده‌پژوهی، پیشران، شهرستان اردبیل

---

*نویسنده مسؤول

خداپناه، کیومرث و یاری، ارسطو . (١٤٠٤). شناسایی پیشران‌های تأثیرگذار بر آینده توسعه پایدار روستایی با تأکید بر هوش مصنوعی مورد مطالعه :شهرستان اردبیل، *برنامه‌ریزی فضایی*، ١٦ (١)، ١٠٦- ٨١ .

2476-3357 © The Author(s). Published by University of Isfahan
This is an open access article under the CC BY-NC 4.0 License (https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0).

10.22108/sppl.2025.144505.1836

بیان مسئله

امروزه با ورود به عصر انقلاب صنعتی چهارم، شاهد ادغام بی‌سابقه‌ای از فناوری‌های فیزیکی، دیجیتال، بیولوژیکی و هستیم. این انقلاب نوین، با به‌کارگیری و استفاده از هوش مصنوعی، بلاک‌چین و اینترنت اشیا و سایر فناوری‌های نوین، علاوه بر آنکه روش‌های کسب‌وکار و تولید را دگرگون کرده، توانسته است تأثیرات عمیقی بر جنبه‌های مختلف زندگی انسان بر جای گذارد (شکری و همکاران، ۱۴۰۲، ص. ۱۲۲). این پدیده با تقلید فرایندهایی که در مغز انسان اتفاق می‌افتد، زندگی را به شکل‌های متنوعی از ساده تا پیچیده تحت تأثیر قرار می‌دهد (Pasichnyk & Dujkovic, 2023, p. 5)؛ از این رو، هوش مصنوعی یک مقوله صرف فناورانه نیست و ابعاد مختلف اجتماعی، فرهنگی، تمدنی و ... را در بر می‌گیرد (رجبی و نصرالهی، ۱۴۰۲، ص. ۹۶). از این فناوری در مشاغل و صنایع مختلف استفاده شده است. همچنین بسیاری از امور روزمره به‌صورت مستقیم و یا غیر مستقیم با هوش مصنوعی پیوند خورده است و هر روز بر اهمیت آن نیز افزوده می‌شود.

همانگونه که ذکر شد هوش مصنوعی (AI) به‌سرعت در حال تغییر بخش‌های مختلف است و تأثیر آن بر توسعه روستایی انکارناپذیر است و به‌طور فزاینده‌ای نیز در حال آشکارشدن است؛ به گونه‌ای که با ظرفیت ایجاد انقلاب در اموری مانند مراقبت‌های بهداشتی، کشاورزی، آموزش، صنایع دستی، کارآفرینی، گردشگری و ... نقش مهمی در افزایش کیفیت زندگی در مناطق روستایی ایفا می‌کند. همچنین می‌تواند باعث ایجاد و حفظ توانمندی‌ها برای نسل آینده شود و مدیریت بهینه منابع اقتصادی، اجتماعی و نیازهای اساسی را انجام دهد و موجب حفاظت از فرآیندهای ضروری طبیعی و توسعه شود (Kapera, 2018, p. 256). بر این مبنا رویکرد آینده‌پژوهی، برای تصمیم‌گیری دربارهٔ اینکه هوش مصنوعی در یک محدوده روستایی می‌تواند به‌عنوان راهبرد مناسبی برای توسعه روستا و روستائیان باشد، به کار گرفته شود (خداپناه، ۱۴۰۱، ص. ۹۴). از سوی دیگر داشتن نگرش نو به توسعه روستایی و مسائل آن، در چارچوب هدف‌های آشکار و سیاست‌های فناوری نوین، در بستر آینده‌نگری، این قابلیت را فراهم می‌سازد که مشکلات روستا و روستائیان حل شود و دستیابی به توسعه پایدار نیز مقدور شود؛ بنابراین توجه به توانایی‌ها و دارایی‌های کنونی و آینده، می‌تواند، نقاط روستایی را در بهره‌برداری بلند مدت از منابع، توانمند سازد و زمینه پیشرفت روستاها را تقویت کند (ابی‌زاده و باختر، ۱۴۰۲، ص. ۲۲۲)؛ به گونه‌ای که با بهره‌گیری از سیستم‌های مبتنی بر هوش مصنوعی، می‌توان راهکارهای بهینه‌ای برای برای پاسخگویی، تشخیص زودهنگام و پیشگیری از بحران‌ها ارائه کرد. از سوی دیگر در عرصه روستایی، هوش مصنوعی، این قابلیت را دارد که در حوزه‌های مختلف از جمله سیاست‌گذاری، مدیریت، توسعه و خدمات عمومی و ... با ارائه بینش داده‌محور، تصمیم‌گیری‌ها را شفاف، دقیق و کارآمدتر می‌سازد (Bianchini et al., 2022, p. 5).

کشور ایران در عصر حاضر، به شکل گسترده‌ای از هوش مصنوعی در حوزه‌های مختلف صنعتی، اقتصاد، تحقیقات، پزشکی و ... استفاده می‌کند؛ به گونه‌ای که ایران در میان ۱۰۰ کشور مجهز به هوش مصنوعی در جایگاه ۷۵ قرار دارد (عنابستانی و همکاران، ۱۴۰۳، ص. ۱۰). شهرستان اردبیل دارای حدود ۱۳ درصد جمعیت روستایی در استان است. یکی از اقدامات مهم، برای دستیابی به آینده مطلوب توسعه پایدار روستایی، برنامه‌ریزی و مدیریت پایدار

با تأکید بر هوش مصنوعی است. با توجه به وضعیت فعلی توسعه روستایی در شهرستان اردبیل، که با کمبود زیرساخت‌های فناورانه، مشارکت محدود جامعه محلی و دسترسی ناکافی به خدمات نوین همراه است، هوش مصنوعی این قابلیت را دارد که در آینده با ارائه راهکارهای کاربردی و نوآورانه، مسیر دستیابی به توسعه پایدار روستایی را تسهیل کند؛ بنابراین، بسترسازی لازم برای توسعه هوش مصنوعی در مناطق روستایی این شهرستان، نیازمند گذار از ساختارهای سنتی به فراهم‌سازی یک بستر هوشمند است. با توجه به ساختار مناطق روستایی این شهرستان، این مناطق در زمینه دیجیتال و جنبه‌های هوش مصنوعی، نسبت به نقاط شهری با چالش‌های بیشتری مواجه هستند؛ بنابراین، به منظور اینکه در نقاط روستایی شهرستان اردبیل، توسعه هوش مصنوعی در بستر مناسبی شکل گیرد، باید نسبت به عوامل و پیشران‌های مؤثر بر آن شناخت حاصل شود؛ از این رو، پژوهش حاضر با هدف واکاوی پیشران‌های تأثیرگذار بر آینده توسعه روستایی با تأکید بر هوش مصنوعی انجام شده است. در این راستا، آگاهی مسئولان و جامعه روستایی از مزیت‌های بهره‌برداری از هوش مصنوعی که در زمینه‌های مختلف می‌تواند برای توسعه روستایی کارآمد باشد، امری ضروری است؛ بنابراین پژوهش حاضر در راستای پاسخگویی به سؤال زیر انجام شده است:

مهم‌ترین پیشران‌های هوش مصنوعی تأثیرگذار بر آینده توسعه پایدار روستایی در شهرستان اردبیل کدام موارد هستند؟

مبانی نظری

در عصر حاضر، توسعه پایدار روستایی دیگر صرفاً روندی غیرفعال بر پایه گذشته نیست؛ بلکه فرآیندی پویا و چندبعدی است که به طراحی آگاهانه مسیرهای ممکن آینده نیاز دارد. شرایطی مانند تغییرات اقلیمی، تحولات فناوری، بازار جهانی محصولات کشاورزی و مهاجرت روستایی، منجر شده‌اند که برنامه‌ریزی روستایی در شرایط عدم قطعیت بالا قرار گیرد؛ از این‌رو، فناوری‌هایی مانند هوش مصنوعی که توان استخراج الگو تحلیل داده‌های پیچیده، پیش‌بینی روندها و پشتیبانی تصمیم‌گیری را فراهم می‌آورند، به‌عنوان پیشران‌های راهبردیِ میانیِ توسعه پایدار روستایی مطرح شده‌اند (Angayarkanni, 2025, p. 2). هوش مصنوعی می‌تواند به‌عنوان یک پیشران فناورانه، مسیر توسعه روستایی را دگرگون سازد. در بستر روستاها، این فناوری قادر است الگوهای مهاجرت، روندهای اقتصادی، وضعیت منابع طبیعی و تغییرات اقلیمی را به‌طور هم‌زمان تحلیل کند و اطلاعات حاصل را برای تصمیم‌گیری‌های دقیق‌تر به کار گیرد. افزون بر آن، هوش مصنوعی می‌تواند موجب تقویت تاب‌آوری اجتماعی و اقتصادی جوامع روستایی به‌ویژه در زمینه‌هایی مانند پیش‌بینی خشکسالی، کشاورزی هوشمند، مدیریت منابع آب، آموزش مجازی و تسهیل ارتباطات میان ذی‌نفعان محلی شود (Janssen & Helbig, 2018, p. 100).

یکی از چارچوب‌های نظری مهم، نظریه منابع پایه[1] است که بر این نکته تأکید دارد که توسعه پایدار هنگامی محقق می‌شود که منابع مادی و غیرمادی به‌صورت بهینه و مبتکرانه به‌کار گرفته شوند؛ و در این میان هوش مصنوعی می‌تواند به‌عنوان منبع شناختی و فناورانه عمل کند. در کنار آن، نظریه آینده‌پژوهی بر این نکته تأکید دارد که آینده قابل پیش‌بینی کامل نیست؛ ولی با شناخت نیروهای پیشران، طراحی سناریوها و مسیرها و می‌توان آن را شکل داد.

[1] Resource-Based Theory

ترکیب این دو نگاه منابع فناورانه و آینده‌پژوهی برای برنامه‌ریزی روستایی امری ضروری محسوب می‌شود (Godet, 2011)؛ به گونه‌ای در چارچوب آینده‌پژوهی، شناسایی پیشران‌های توسعه پایدار روستایی با تأکید بر هوش مصنوعی به معنای شناخت نیروهایی است که می‌توانند آینده این فضاها را شکل دهند. این پیشران‌ها شامل ابعاد فناورانه مانند ابعاد اجتماعی نظیر پذیرش فناوری و توانمندسازی، گسترش زیرساخت‌های دیجیتال و اینترنت اشیا و ابعاد سیاستی مانند حکمرانی داده‌ند و عدالت فناورانه هستند (Sarkar & George, 2022).

بر مبنای تحلیل ادبیات، پنج پیشران کلیدی که در تقاطع هوش مصنوعی و توسعه پایدار روستایی جای دارند، قابل شناسایی هستند. نخست، زیرساخت دیجیتال و اتصال فناورانه است؛ به گونه‌ای که بدون وجود اینترنت اشیا، شبکه‌های حسگری، داده‌های عظیم و پردازش هوشمند، امکان بهره‌گیری اثربخش از هوش مصنوعی در حوزه روستایی محدود خواهد بود و حتی ممکن است موجب تشدید شکاف دیجیتال شود (Liu & Li, 2024, p. 105). دوم، مدیریت هوشمند منابع طبیعی و بهینه‌سازی فرآیندها است، هوش مصنوعی این امکان را فراهم می‌سازد که مصرف خاک، آب، انرژی، کود و سم بهینه شود و از سوی دیگر علاوه بر ارتقا کارایی اقتصادی، فشار زیست‌محیطی نیز کاهش می‌یابد (Angayarkanni, 2025, p. 3). سوم، سرمایه انسانی، سواد دیجیتال و قدرت نوآوری نهادی است. پژوهش‌ها نشان داده‌اند که جذب و به‌کارگیری هوش مصنوعی در کشاورزی و توسعه روستایی، به میزان زیادی وابسته به سرمایه انسانی و نوآوری فناوری است (Regona et al., 2024, p. 4). چهارم، مدل‌های تجاری و زنجیره ارزش کشاورزی هوشمند هستند که هوش مصنوعی در این زمینه می‌تواند زنجیره ارزش از تولید تا بازاریابی را بازطراحی کند (Ganeshkumar, 2021). درنهایت عدالت فضایی، حکمرانی داده‌محور و مشارکت جامعه محلی است (Leveraging AI for Rural Development, 2024). بر این اساس، هوش مصنوعی می‌تواند در این میان نقش هماهنگ‌کننده‌ای ایفا کند؛ زیرا با تحلیل هم‌زمان داده‌های محیطی و اجتماعی و اقتصادی، به سیاست‌گذاران کمک می‌کند تا تصمیماتی اتخاذ کنند که هم از منظر پایداری و هم از منظر عدالت فضایی قابل دفاع باشند. بررسی‌ها نشان می‌دهد استفاده از هوش مصنوعی در فرایندهای توسعه روستایی، اگر با رویکردی مشارکتی و بومی همراه شود، می‌تواند به تحولی عمیق در نظام‌های تصمیم‌گیری و مدیریت منجر شود؛ برای نمونه، هوش مصنوعی در کشاورزی روستایی می‌تواند علاوه بر افزایش بهره‌وری، موجب کاهش نابرابری اطلاعاتی میان کشاورزان خرد و نهادهای بزرگ شود و درنهایت بهبود توسعه جوامع روستایی را به همراه داشته باشد (Rahman et al., 2024).

در چارچوب علّی، اثر هوش مصنوعی بر توسعه پایدار روستایی دارار دو مسیر کارایی منابع – پایداری محیط‌زیستی و مسیر اقتصادی – اجتماعی – توزیع منافع و عدالت است. مسیر اول بیان می‌کند که با بهینه‌سازی منابع طبیعی از طریق هوش مصنوعی، فشار بر محیط‌زیست، کاهش و کیفیت خاک، آب و پوشش گیاهی ارتقا می‌یابد. مسیر دوم معتقد است که با افزایش بهره‌وری، درآمد روستاییان و ایجاد اشتغال، سطح رفاه بالا می‌رود و عدالت فضایی محقق می‌شود؛ البته این مسیر مستلزم زیرساخت، سواد و حکمرانی مناسب است. اثرگذاری هوش مصنوعی در این مسیرها به متغیرهای زمینه‌ای مانند سطح سرمایه انسانی، نوآوری نهادی، زیرساخت ارتباطات و سیاست‌گذاری بستگی دارد. به عبارت دیگر، وجود هوش مصنوعی به‌تنهایی کافی نیست؛ بلکه طراحی راهبردی آن در بستر محلی

نیز ضروری است (Regona et al., 2024, p. 4). در این میان، کمبود سواد دیجیتال و پذیرش فناوری توسط کشاورزان، نقص زیرساخت دیجیتال در بسیاری از مناطق روستایی، نگرانی‌های اخلاقی مانند نابرابری دیجیتال و حریم خصوصی و نیز ریسک‌های زیست‌محیطی ناشی از مصرف انرژی فناوری‌های بزرگ از چالش‌های عمده در بهره‌گیری از هوش مصنوعی است (Younas et al., 2025, p. 1318)؛ بنابراین، برای سیاست‌گذاری، ضروری است که سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌های دیجیتال روستایی، برنامه‌های آموزش و ارتقای سواد دیجیتال، توسعه ظرفیت نهادی، و تدوین مقررات داده و فناوری، هم‌راستا با توسعه فناوری هوش مصنوعی مورد توجه قرار گیرد.

پیشینهٔ پژوهش

مرور پیشینه پژوهش نشان می‌دهد در رابطه با هوش مصنوعی مطالعات متعددی انجام گرفته است. هر یک از این مطالعات در زمینه‌ها و حوزه‌های مختلف هوش مصنوعی را بررسی کرده‌اند. در ادامه سعی شد عمده‌ترین، پژوهش‌ها را با موضوع پژوهش حاضر نزدیک باشد، بررسی شوند. ازجمله این پژوهش‌ها می‌توان به مطالعه حجی‌پور و اصفهانی (۱۴۰۲) اشاره کرد که نقش هوش مصنوعی در توانمندسازی اقتصادی زنان روستایی و عشایر را مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد نقش زنان کمتر مورد توجه برنامه‌ریزان و مسئولان قرار گرفته است. همچنین ایجاد و فراهم کردن زیرساخت‌های لازم برای توسعه هوش مصنوعی، تأثیر عمده‌ای در توانمندسازی زنان روستایی و عشایری می‌شود و پیشرفت و توسعه را به دنبال دارد. مختاری و همکاران (۱۴۰۲) چشم‌اندازهای روستاهای هوشمند را مطالعه و بررسی کردند. نتایج به‌دست‌آمده از تحلیل هم‌رویدادی کلمات کلیدی و خوشه‌های شناسایی‌شده، به نتایج مهمی در زمینه توسعه روستاهای هوشمند و توسعه پایدار سرزمینی منجر شده است. این نتایج مؤثرترین جهت‌های استراتژیک و تحقیقاتی برای روستاهای هوشمند را به تصویر می‌کشاند.

عنابستانی و جوانشیری (۱۳۹۵) شاخص‌های توسعه هوشمند روستایی را مورد مطالعه قرار دادند و به این نتیجه رسیدند شاخص‌های مختلف توسعه هوشمند در سطح روستاهای مورد مطالعه نشان دهنده نامناسبتر شاخص‌های کالبدی و زیست محیطی برای توسعه هوشمند است. همچنین براساس مدل تحلیل خاکستری نیز مشخص شد که روستای جاغرق شرایط بهتری از سه روستای ابرده حصار و ویرانی و روستای ویرانی در پایین‌ترین سطح توسعه دارد. مهتا و همکاران مفهوم روستاهای هوشمند آب و هوایی با استفاده از هوش مصنوعی – یادگیری ماشینی را مطالعه کردند. نتایج نشان داد استراتژی روستای هوشمند آب‌وهوایی به دنبال تأثیر مثبت بر جوامع وابسته به کشاورزی است؛ به ویژه شامل تضمین مشارکت زنان کشاورز و همه گروه‌های اجتماعی است. نتایج نشان داد این استراتژی برای مقابله با تغییرات اقلیمی و تنوع شامل آب و هوای هوشمند، آب هوشمند، کربن هوشمند، مواد مغذی هوشمند، بذر هوشمند و شیوه‌های هوشمند بازار است (Mehta et al., 2023). شی و همکاران در پژوهشی به بررسی تأثیر هوش مصنوعی برای تشخیص زیست توده، تولید و استفاده از انرژی در مناطق روستایی پرداختند. این مطالعه با تمرکز بر کاربردهای هوش مصنوعی در سیستم‌های بیوانرژی کشاورزی انجام شده است و پتانسیل فناوری‌های هوش مصنوعی را برای بخش انرژی زیستی برای بهبود کارایی و پایداری مؤثر تشخیص داد. تحقیقات آینده باید زمینه‌های جدیدی را برای کاربردهای هوش مصنوعی، مانند ذخیره‌سازی انرژی و مدیریت شبکه، انجام شود و از تجزیه و

تحلیل داده‌های بزرگ برای بهبود مدل‌های هوش مصنوعی استفاده شود (Shi et al., 2023). در پژوهشی دیگر، ژانگ همکاران تأثیر توسعه اقتصاد دیجیتال روستایی بر احیای مناطق روستایی، در چین را بررسی کردند. یافته‌های این پژوهش نشان داد که گسترش اقتصاد دیجیتال در مناطق روستایی سبب بهبود بهره‌وری و تقویت زنجیره‌های ارزش محلی و افزایش اشتغال غیرکشاورزی شده است. نتایج نشان داد هم‌افزایی نهادی میان بخش دولتی و خصوصی، سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌های دیجیتال و ترویج نوآوری فناورانه، عوامل مهمی برای توسعه هوش مصنوعی در مناطق روستایی محسوب می‌شوند (Zhang et al., 2023). ژانگ در پژوهشی که با هدف زیرساخت‌های دیجیتال و احیای مناطق روستایی: بر پایه زیرساخت‌های جدید آموزشی در چین انجام داد؛ به این نتیجه رسید که توسعه زیرساخت‌های دیجیتال، عاملی کلیدی در توانمندسازی اقتصادی، دسترسی برابر به خدمات و کاهش شکاف میان مناطق شهری و روستایی است. همچنین بدون فراهم‌سازی بسترهای فناورانه، سیاست‌های مرتبط با هوشمندسازی روستاها به نتایج پایدار منجر نمی‌شود (Zhang, 2024). لیو و همکاران نیز پژوهشی را با هدف توانمندسازی توسعه روستایی: شواهدی از چین درباره تأثیر ساخت روستاهای دیجیتال بر گسترش مقیاس اراضی کشاورزی انجام دادند. نتایج بیانگر این است که ترکیب آموزش جوامع محلی، سرمایه‌گذاری فناورانه و همچنین حمایت‌های مالی دولتی، زمینه ارتقای بهره‌وری کشاورزی، گسترش فعالیت‌های اقتصادی نو و تحول در الگوهای حکمرانی محلی را به دنبال دارد (Liu et al., 2024). بهاتی و همکاران نظارت بر کیفیت آب مناطق روستایی، مبتنی بر هوش مصنوعی کم هزینه را بررسی کردند. نتایج بیانگر ارائه یک روش کم‌هزینه و کم‌مصرف برای غربالگری ماهیت آب است که می‌تواند در همه شبکه‌ها و در هر جایی که مصرف آب به‌طور معمول با استفاده از چارچوب پراکندگی آب تأمین می‌شود، استفاده شود و گره‌های حسگر می‌توانند داده‌های مربوط به خواص الکتروشیمیایی آب را در سرور جمع‌آوری کنند. همچنین نتایج نشان می‌دهد که این روش تأثیر درخور توجهی در پیشگیری از عفونت‌های منتقله از آب در مناطق روستایی دارد (Bhati et al., 2024). لوپز-تاروویلا و همکاران پژوهشی را با هدف پیاده‌سازی هوش مصنوعی در مناطق روستایی با تأکید بر پوشش دیجیتال و عملکرد سرمایه فکری شرکت‌ها انجام دادند. نتایج این پژوهش نشان داد پذیرش این فناوری‌ها و هوش مصنوعی باعث افزایش کارایی عملیاتی، تصمیم‌گیری، گسترش بازار و همچنین نوآوری و رقابت در شرکت‌های روستایی شده است (López-Taravilla et al., 2024). در پژوهشی که ژانگ انجام داد تأثیر توسعه هوش مصنوعی بر شکاف درآمدی میان مناطق شهری و روستایی در چین بررسی شد. یافته‌های این مطالعه نشان داد که توسعه هوش مصنوعی می‌تواند شکاف درآمدی را کاهش دهد و به توسعه متوازن مناطق مختلف کمک کند. این تحقیق بر لزوم سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌های دیجیتال و آموزش نیروی کار محلی تأکید دارد (Zhang, 2025). درنهایت لیو و همکاران به بررسی تأثیر ساخت روستاهای دیجیتال بر توسعه کشاورزی سبز در چین پرداختند. نتایج بررسی آنها بیانگر این است که ایجاد و ساخت روستاهای دیجیتال می‌تواند بهره‌وری کشاورزی را افزایش دهد و به توسعه پایدار کشاورزی کمک کند (Liu et al., 2025).

پژوهش حاضر نسبت به مطالعات پیشین تفاوت اصلی خود را در رویکرد جامع و بومی‌سازی یافته‌ها نشان می‌دهد؛ در حالی که مطالعات قبلی عمدتاً به کاربردهای خاص هوش مصنوعی در حوزه‌هایی مانند کشاورزی، انرژی

یا توانمندسازی زنان پرداخته‌اند، این مطالعه با تمرکز بر شهرستان اردبیل، تعامل میان عوامل مختلف توسعه پایدار روستایی را بررسی کرده و پیشران‌های کلیدی مانند زیرساخت فناوری، پروژه‌های نوآورانه، توسعه حکمرانی هوشمند و مشارکت فعال جامعه محلی را شناسایی کرده است.

روش پژوهش

پژوهش حاضر براساس ماهیت، تحلیلی و اکتشافی و از لحاظ هدف، کاربردی است که با به‌کارگیری روش‌های کمی و کیفی و با تأکید بر رویکرد آینده‌پژوهی به‌منظور شناسایی پیشران‌های تأثیرگذار بر آینده توسعه پایدار روستایی با تأکید بر هوش مصنوعی انجام شده است. جامعه آماری پژوهش شامل ۲۵ نفر از متخصصین و کارشناسان، خبرگان و صاحب‌نظران عرصه روستایی شهرستان اردبیل است. جمع‌آوری اطلاعات به شیوه اسنادی و میدانی (بهره‌گیری از پرسشنامه ماتریس) انجام شد. ابتدا به‌منظور شناسایی عوامل کلیدی، مصاحبه ساختاریافته با متخصصین با بهره‌گیری از روش دلفی انجام گرفت، سپس با تجمیع عوامل حاصل از مصاحبه و اسناد مطالعه‌شده در بخش پیشینه پژوهش، پایایی و روایی عوامل شناسایی‌شده توسط متخصصین تأیید شد. داده‌های کمی به‌صورت عددی و از طریق وزن‌دهی پرسشنامه‌های دلفی تهیه شد؛ به گونه‌ای که در ابتدا شاخص‌ها و مؤلفه‌ها در ابعاد مختلف جمع‌آوری شد، سپس در اختیار متخصصین قرار داده شد و از آنها درخواست شد تا براساس تخصص خود عواملی که بیشتر از بقیه تأثیرگذار است را شناسایی کنند. بر این اساس در مرحله اول ۲۶ متغیر انتخاب‌شده در اختیار متخصصین قرار داده شد. پس از بررسی نظرات آنها در مرحله دوم، ۲۲ متغیر به‌عنوان فهرست نهایی انتخاب شد. در مرحله بعد، پس از شناسایی این عوامل از آنان خواسته شد در چارچوب ماتریس اثرات متقاطع بین عوامل، بر مبنای میزان تأثیرگذاری و تأثیرپذیری آنها با اعداد صفر تا سه امتیاز دهند. عدد صفر بیانگر عدم تأثیر، عدد یک بیانگر تأثیر ضعیف، عدد دو بیانگر تأثیر متوسط، عدد ۳ بیانگر تأثیر زیاد و حرف (p) نیز نشان دهنده وجود رابطه بالقوه بین متغیرها است. درنهایت امتیازهای اعضای پانل در ماتریس متقاطع وارد شد و در چارجوب نرم‌افزار آینده‌نگاری میک مک میزان تأثیرگذاری و تأثیرپذیری هر یک از عوامل نماگرهای آن سنجیده شد.

متغیرهای پژوهش از طریق مرور ادبیات نظری، بررسی تجارب جهانی و بومی، و تکمیل آن با نظرات خبرگان دانشگاهی و مدیران اجرایی شناسایی شدند. در ادامه، برای هر متغیر تعریف، بعد مرتبط در برنامه‌ریزی روستایی، و جایگاه آن در چارچوب پژوهش ارائه شده است. فرایند شناسایی متغیرهای پژوهش به‌صورت چندمرحله‌ای و ترکیبی از منابع نظری، تجارب عملی و نظر خبرگان انجام گرفت. در گام نخست، مجموعه‌ای از مطالعات نظری و پژوهش‌های مرتبط در حوزه آینده‌پژوهی، هوش مصنوعی و توسعه روستایی مرور شد. این مرور ادبیات به شناسایی شاخص‌ها و متغیرهایی انجامید که در پژوهش‌های پیشین به‌عنوان عوامل مؤثر در تحولات فناورانه و برنامه‌ریزی توسعه‌ای معرفی شده بودند. در گام دوم، تجارب جهانی مورد توجه قرار گرفت. نمونه‌های موفق و ناموفق بهره‌گیری از هوش مصنوعی در بخش‌های مختلف روستایی، از جمله کشاورزی هوشمند، مدیریت منابع آب، سلامت و آموزش از راه دور استخراج و بررسی شدند. این مرحله باعث شد تا متغیرهای استخراج‌شده از ادبیات نظری با شواهد عینی در سطح بین‌المللی مقایسه شوند و متغیرهای واجد اهمیت عملی مشخص شوند. در گام سوم، مطالعات بومی و

شرایط خاص مناطق روستایی ایران مورد توجه قرار گرفت. از آنجا که توسعه روستایی در ایران با ویژگی‌های جمعیتی، اقتصادی و زیست‌محیطی متفاوتی نسبت به سایر کشورها همراه است، لازم بود که متغیرهای جهانی با واقعیت‌های داخلی سازگار شوند. درنهایت در گام چهارم، نظرات خبرگان دانشگاهی و مدیران اجرایی جمع‌آوری شد. بدین منظور از ترکیب روش دلفی و جلسات گروهی استفاده شد تا دیدگاه‌های متنوع ذی‌نفعان در فرایند انتخاب و پالایش متغیرها لحاظ شود. در این مرحله، برخی متغیرهای کم‌اهمیت حذف و متغیرهای جدیدی که به‌طور خاص در بافت روستایی منطقه مورد مطالعه معنا داشتند، به فهرست اضافه شدند. درنهایت، فهرست نهایی متغیرها تنظیم شد و برای هر متغیر سه بعد اصلی مشخص شد که در جدول ۱ تعریف مفهومی و عملیاتی، ارتباط با برنامه‌ریزی روستایی و در نهایت جایگاه آن در چارچوب تحلیلی پژوهش مشخص شد، تا از این طریق امکان مقایسه، طبقه‌بندی و تحلیل متغیرها فراهم شد.

جدول ۱. تعریف مفهومی و عملیاتی متغیرهای پژوهش، ارتباط با برنامه‌ریزی روستایی و نهایت جایگاه آن در چارچوب پژوهش

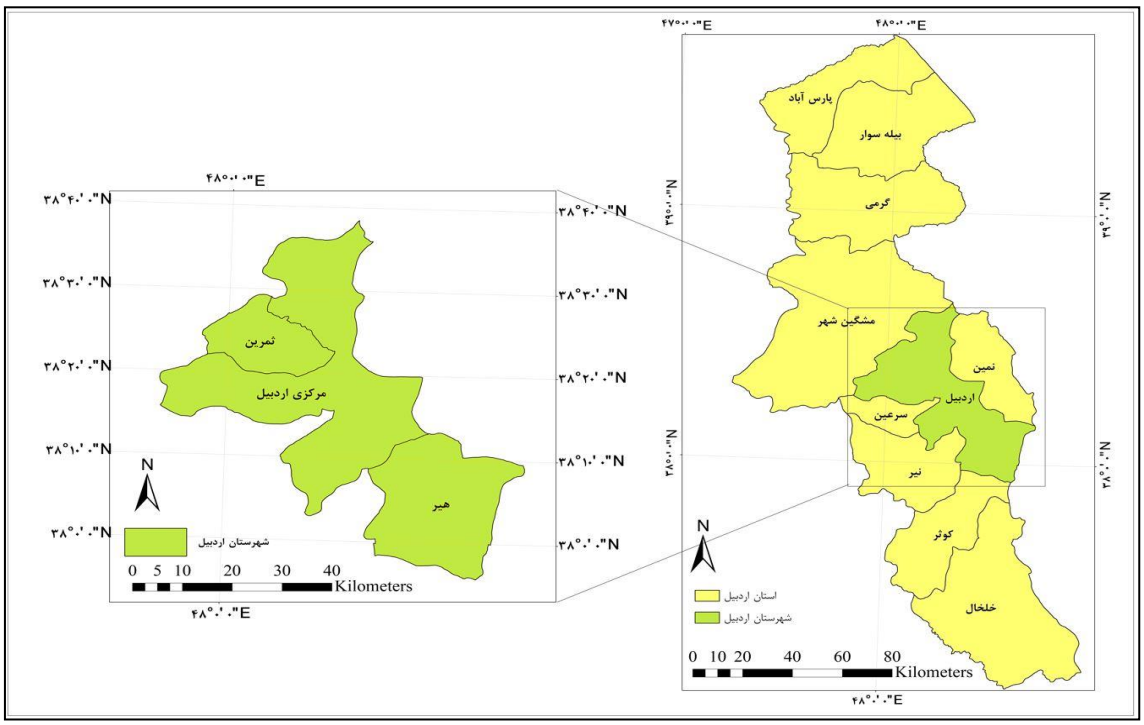
Table 1: Conceptual and operational definition of research variables, their relationship to rural planning, and their ultimate position in the research framework

کد	نام متغیر	تعریف و تبیین	بعد مرتبط در برنامه‌ریزی روستایی	جایگاه و اهمیت
AI1	آموزش و توانمندسازی جوامع انسانی	ارتقای مهارت‌های دیجیتال و دانش کاربردی هوش مصنوعی در میان روستاییان	اجتماعی ـ فرهنگی	پیش‌شرط اصلی پذیرش و بهره‌برداری از فناوری
AI2	فرهنگ‌پذیریش نوآوری	تغییر نگرش و پذیرش اجتماعی نسبت به نوآوری‌های فناورانه	اجتماعی ـ فرهنگی	عامل تنظیمی برای کاهش مقاومت فرهنگی
AI3	تأکید بر تخصص‌ها و نگرش‌های جدید	توسعه تخصص‌های نوین و ایجاد نگرش‌های آینده‌گرا در توسعه.	نهادی ـ انسانی	زمینه‌ساز ورود فناوری به بخش‌های کلیدی
AI4	تبلیغات هوش مصنوعی	معرفی مزایا و کاربردهای هوش مصنوعی از طریق رسانه‌ها و برنامه‌های ترویجی	فرهنگی ـ اطلاع‌رسانی	ابزار افزایش آگاهی عمومی و کاهش شکاف اطلاعاتی
AI5	اشتغال‌زایی و ایجاد زمینه‌های جدید کارآفرینی	ایجاد فرصت‌های شغلی نوین مبتنی بر فناوری‌های هوش مصنوعی	اقتصادی	راهکاری برای کاهش بیکاری و مهاجرت
AI6	هوش مصنوعی در توسعه حکمرانی خوب روستایی	به‌کارگیری ابزارهای هوش مصنوعی برای تصمیم‌سازی و ارتقای شفافیت و پاسخگویی	نهادی ـ مدیریتی	ارتقای کیفیت سیاست‌گذاری و حکمرانی محلی
AI7	مدیریت توسعه شبکه‌های هوشمند انرژی (آب، برق و ...)	استفاده از هوش مصنوعی برای پایش، بهینه‌سازی و مدیریت منابع انرژی	زیربنایی ـ محیطی	بهبود تاب‌آوری و بهره‌وری منابع حیاتی
AI8	تقویت آگاهی و فرهنگ بهره‌مندی از هوش مصنوعی	آموزش عمومی درباره کاربردهای روزمره فناوری در زندگی روستایی	فرهنگی ـ اجتماعی	افزایش سواد فناورانه در جامعه محلی

کد	نام متغیر	تعریف و تبیین	بعد مرتبط در برنامه‌ریزی روستایی	جایگاه و اهمیت
AI9	اجرای پروژه‌های توسعه روستایی با تمرکز بر هوش مصنوعی	طراحی و اجرای پروژه‌هایی که هوش مصنوعی در هسته آنها قرار دارد	برنامه‌ای ـ اجرایی	آزمون و خطای عملی برای بومی‌سازی فناوری
AI10	پذیرش و مشارکت فعال شهروندان	میزان آمادگی و مشارکت جامعه در به‌کارگیری فناوری‌های هوش مصنوعی	اجتماعی ـ مشارکتی	شرط موفقیت سیاست‌ها و برنامه‌ها.
AI11	دسترسی عادلانه به فناوری‌های هوشمند	فراهم‌سازی بسترهای برابر برای بهره‌مندی از امکانات فناورانه	عدالت فضایی ـ خدماتی	جلوگیری از تعمیق شکاف دیجیتال شهر و روستا
AI12	همکاری و هماهنگی میان بخش‌های دولتی و غیردولتی	هم‌افزایی بین نهادهای محلی، ملی و بخش خصوصی برای توسعه فناوری	نهادی ـ مدیریتی	افزایش کارایی و کاهش موازی‌کاری
AI13	استارتاپ‌های هوش مصنوعی در کشاورزی، صنایع دستی و ...	راه‌اندازی کسب‌وکارهای نوآورانه مبتنی بر هوش مصنوعی در بخش‌های بومی	اقتصادی ـ کارآفرینی	ایجاد اشتغال پایدار و متنوع‌سازی اقتصاد روستا
AI14	مدیریت ریسک و کنترل مشکلات	به‌کارگیری هوش مصنوعی برای پیش‌بینی و مدیریت بحران‌های طبیعی یا اقتصادی	زیست‌محیطی ـ مدیریتی	کاهش آسیب‌پذیری جوامع روستایی
AI15	اختصاص بودجه‌های پژوهشی	حمایت مالی از پروژه‌های تحقیقاتی مرتبط با هوش مصنوعی در حوزه روستایی	نهادی ـ مالی	ایجاد زیرساخت علمی و تقویت ظرفیت نوآوری
AI16	برگزاری نشست‌های توجیهی	اطلاع‌رسانی و تبادل نظر با ذی‌نفعان محلی درباره فرصت‌ها و تهدیدهای هوش مصنوعی	فرهنگی ـ آموزشی	افزایش آگاهی تصمیم‌گیران و مردم
AI17	برچسب هوش مصنوعی بر محصولات روستایی	معرفی و تمایز محصولات تولیدشده با بهره‌گیری از فناوری‌های هوشمند	اقتصادی ـ بازاریابی	ارتقای ارزش افزوده و قدرت رقابت محصولات
AI18	پایداری و تأثیرات بلندمدت	تضمین آثار مثبت پایدار هوش مصنوعی در توسعه روستایی	محیطی ـ توسعه پایدار	ایجاد بنیان توسعه مقاوم در برابر بحران‌ها
AI19	یکپارچه‌سازی سیستم‌ها و اطلاعات	اتصال داده‌ها و سامانه‌های مختلف با استفاده از ابزارهای هوش مصنوعی	مدیریتی ـ فناورانه	بهبود تصمیم‌گیری مبتنی بر داده
AI20	مقایسه و توجه به استانداردهای جهانی	تطبیق سیاست‌ها و پروژه‌ها با معیارهای بین‌المللی	نهادی ـ سیاستی	تضمین کیفیت و افزایش قابلیت رقابت
AI21	راه‌اندازی پروژه‌های پایلوت	اجرای پروژه‌های آزمایشی برای بررسی امکان‌سنجی و بومی‌سازی فناوری	اجرایی ـ برنامه‌ای	کاهش ریسک و یادگیری عملی
AI22	ایجاد زیرساخت‌های فناوری	توسعه شبکه‌های اینترنتی، مراکز داده و تجهیزات دیجیتال در مناطق روستایی	زیربنایی ـ فناورانه	بنیان اصلی برای همه تحولات بعدی

معرفی منطقه

شهرستان اردبیل با مساحت آن ۳۸۱۰ کیلومتر مربع، از شمال با مشگین شهر، از جنوب با گرمی، از شرق با نمین و از غرب با نیر همسایه است. طبق آخرین تقسیمات کشوری شهرستان اردبیل دارای ۳ بخش و ۱۰ دهستان است. براساس آمار موجود در سایت فرمانداری سه بخش ثمرین، مرکزی و هیر، در این شهرستان ۸۷ دهیاری وجود دارد. شهرستان اردبیل استان اردبیل دارای ٦٠٥٩٩٢ نفر جمعیت است که ٥٣١٤٥٤ نفر آن در مناطق شهری و ٧٤٥٣٦ شخص آن در مناطق روستایی ساکن هستند. شکل ۱ منطقه مورد مطالعه را نشان می‌دهد.



شکل ۱. موقعیت جغرافیایی ناحیه مورد مطالعه

Figure (1). Geographical location of the study area

یافته‌های پژوهش

در این تحقیق جامعه آماری همان‌گونه که در بخش روش پژوهش ذکر شد شامل متخصصین و کارشناسان بود. از بین ۲۵ نفر متخصص و کارشناس پاسخگو به پرسشنامه ۱۲ نفر (٤٨ درصد) را زنان و ۱۳ نفر (۵۲ درصد) را مردان تشکیل می‌دادند. از لحاظ سن ٤٦ درصد متخصصین و کارشناسان در رده سنی ۵۰-٤۱ سال قرار داشتند. از لحاظ میزان تحصیلات پاسخگویان، ۱۵ نفر از پاسخگویان در مقطع دکتری (٦٠ درصد)، کارشناسی‌ارشد شش نفر(٢٤ درصد) و کارشناسی چهار نفر (١٦ درصد) بودند. بیشترین میزان تحصیلات پاسخگویان در مقطع دکتری قرار داشت. در رابطه با سمت کاری پاسخگویان نیز ۱۱ نفر که ٤٤درصد را شامل می‌شد از اساتید دانشگاه بودند.

در پژوهش حاضر برای تحلیل موضوع و شناسایی پیشران‌های تأثیرگذار بر آینده توسعه روستایی با تأکید بر هوش مصنوعی ماتریس ۲۲*۲۲ تنظیم شد. نتایج پس از ۳ بار چرخش داده‌ای اثرات متقاطع از مطلوبیت ۱۰۰ درصد

برخوردار شد که بیانگر روایی مطلوب پرسشنامه است. میزان پرشدگی ماتریس ۹۲/۱٤ درصد است که نشان می‌دهد در بیش از ۹۲ درصد موارد، عوامل بر یکدیگر تأثیر داشته‌اند. از سوی دیگر، از مجموع ٤٤٦ رابطه که در این ماتریس قابلیت ارزیابی را داشتند، ۳۸ رابطه دارای اثرگذاری صفر بوده که نشان می‌دهد این عوامل بر یکدیگر تأثیرگذاری و تأثیرپذیری نداشته‌اند. همچنین عدد یک که به معنی تأثیرگذاری ضعیف است، ۸۷ رابطه را شامل می‌شد. تعداد ١٦٦ رابطه دارای عدد دو بوده که این عدد بیانگر تأثیر متوسط عوامل است و درنهایت ۱۹۳ رابطه عدد دارای سه بوده که این عدد نشان‌دهنده تأثیر زیاد عوامل است. این اطلاعات در جدول ۲ ارائه شده است.

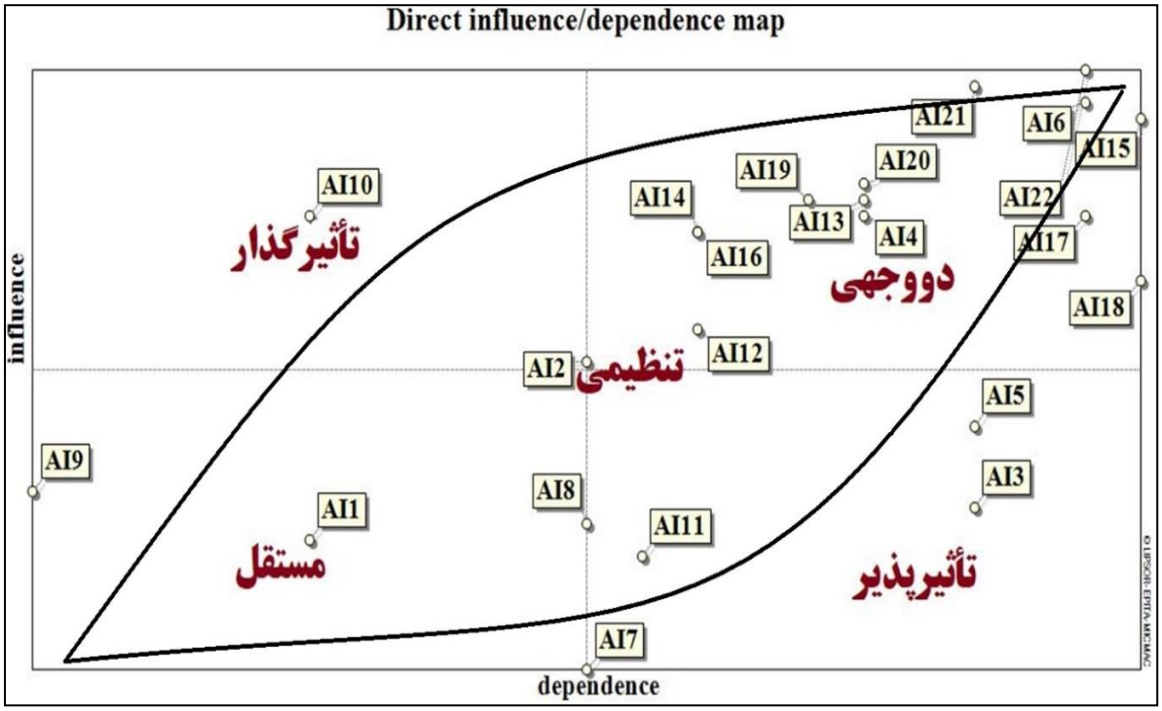
جدول ۲. تحلیل ماتریس اولیه داده‌ها و تأثیرات متقاطع آنها

Table (2). Initial matrix analysis of data and their cross-effects

شاخص	ماتریس	تعداد تکرار	تعداد صفر	تعداد یک	تعداد دو	تعداد سه	تعداد p	کل	درجه پرشدگی
مقدار	۲۲	۳	۳۸	۸۷	١٦٦	۱۹۳	۰	٤٤٦	٪۹۲/۱٤

منبع: یافته‌های پژوهش، ۱٤۰۳

مطابق با شکل ۲ که براساس وضعیت عوامل تأثیرگذار و تأثیرپذیر بر آینده توسعه روستایی با تأکید بر هوش مصنوعی در شهرستان اردبیل براساس دیدگاه کارشناسان این منطقه ترسیم شده است، می‌توان دریافت وضعیت توسعه روستایی بر مبنای هوش مصنوعی در آینده در سطح شهرستان در حالت ناپایدار قرار دارد و بیشتر عوامل اطراف محور قطری پراکنده شده‌اند و وضعیت مشابهی نسبت به همدیگر دارند و فقط ضعف و شدت آنها نسبت به یکدیگر تفاوت دارد. حالت ناپایداری و پایداری سیستم، براساس نحوه پراکندگی متغیرها در صفحه پراکندگی قابل بررسی است. در سیستم‌های ناپایدار، پراکندگی متغیرها اطراف محور قطری قرار دارد و وضعیت پیچیده‌ای برقرار است؛ به گونه‌ای که حالت بینابینی از تأثیرگذاری و تأثیرپذیری را نشان می‌دهد. این موضوع شناسایی عوامل کلیدی را با مشکل مواجه می‌سازد؛ ولی در سیستم پایدار، توزیع متغیرها به‌صورت L در زبان انگلیسی است و به این مفهوم است برخی از عوامل دارای تأثیرگذاری بالا و برخی دیگر نیز دارای تأثیرپذیری بالا هستند.



شکل ۲ . نمودار تاثیرگذاری و تاثیرپذیری عوامل کلیدی، یافته‌های پژوهش، ۱۴۰۳

Figure (2). Influence and impact diagram of key factors

جدول ۳ براساس پراکندگی متغیرها در صفحه مختصات ترسیم شده است. همان‌گونه که جدول نشان می‌دهد بیشترین تعداد عامل‌های کلیدی در بخش دووجهی قرار دارند که تعداد ۱۲ عامل را شامل می‌شود. این متغیرها دارای میزان تأثیرگذاری و تأثیرپذیری بالایی هستند؛ به گونه‌ای که هر گونه تغییری که روی این متغیرها صورت پذیرد، سایر متغیرها را نیز تحت تأثیر خود قرار می‌دهد. تبلیغات هوش مصنوعی (AI4)، هوش مصنوعی در راستای توسعه حکمرانی خوب روستایی (AI6)، استارتاپ‌های هوش مصنوعی در کشاورزی، صنایع دستی و ...، مدیریت ریسک و کنترل مشکلات و اختصاص بودجه‌های پژوهشی ازجمله این عوامل محسوب می‌گردند. در بخش متغیر تأثیرگذار تنها پذیرش و مشارکت فعال شهروندان در حوزه بهره‌برداری از هوش مصنوعی (AI10) قرار داشت. متغیر تأثیرگذار به‌عنوان متغیر ورودی مطرح هستند که در آنها تأثیرگذاری نسبت به تأثیرپذیری در سطحی بالاتر قرار دارد. نتایج بیانگر این است از بین ۲۲ متغیر مورد بررسی، چهار متغیر در سمت چپ و پایین صفحه قرار دادشتند که جایگاه متغیرهای تأثیرپذیر، محسوب می‌شود. این متغیرها دارای تأثیرپذیری بسیار بالا و تأثیرگذاری پایین هستند و نتیجه و عامل نیز محسوب می‌شوند. نوع دیگری از متغیرها در صفحه پراکندگی متغیر مستقل است. در دسته سه متغیر آموزش و توانمندسازی جوامع انسانی (AI1)، تقویت آگاهی و فرهنگ بهره‌مندی از هوش مصنوعی توسط مردم (AI8) و اجرای طرح‌ها و پروژه‌های توسعه روستایی با در رأس قرار دادن عامل‌های هوش مصنوعی (AI9) قرار دارد. این متغیرها هیچ واکنشی در دیگر متغیرها ایجاد نمی‌کنند و به‌عبارتی میزان تأثیرگذاری و تأثیرپذیری آنها در سطح پایینی قرار دارد. درنهایت نتایج نشان داد در ناحیه متغیر تنظیمی دو متغیر همکاری و هماهنگی بین بخش‌های غیردولتی، دولتی و مدیریت روستایی در راستای بهره‌وری (AI12) و فرهنگ پذیرش نوآوری (AI2) قرار دارد.

جدول ۳. پیشران‌های موجود در ناحیه‌های صفحه پراکندگی

Table (3). Propellants in the dispersion plane regions

ناحیه پیشران	انواع پیشران
تأثیرگذار	۱-پذیرش و مشارکت فعال شهروندان در حوزه بهره‌برداری از هوش مصنوعی (AI10).
تأثیرپذیر	۱-تأکید بر تخصص‌ها و نگرش‌های جدید (AI3)، ۲-اشتغال‌زایی و ایجاد زمینه‌های جدید در حوزه کارآفرینی روستایی توسط هوش مصنوعی (AI5)، ۳-مدیریت توسعه شبکه‌های هوشمند انرژی (آب، برق، و ...) (AI7)، ٤-دسترسی عادلانه و برابر شهروندان به فناوری‌های هوشمند (AI11).
دو وجهی	۱-تبلیغات هوش مصنوعی (AI4)، ۲-هوش مصنوعی در راستای توسعه حکمرانی خوب روستایی (AI6)، ۳-استارتاپ‌های هوش مصنوعی در کشاورزی، صنایع دستی و ... (AI13)، ٤-مدیریت ریسک و کنترل مشکلات (AI14)، ٥-اختصاص بودجه‌های پژوهشی (AI15)، ٦-برگزاری نشست‌های توجیهی (AI16)، ۷-برچسب هوش مصنوعی بر محصولات روستایی (AI17)، ۸-پایداری و تأثیرات بلند مدت (AI18)، ۹-یکپارچه‌سازی سیستم‌ها و اطلاعات (AI19)، ۱۰-مقایسه و توجه به استانداردهای جهانی (AI20)، ۱۱-راه‌اندازی پروژه‌های پایلوت (AI21)، ۱۲-ایجاد زیرساخت‌های فناوری (AI22).
تنظیمی	۱-همکاری و هماهنگی بین بخش‌های غیردولتی، دولتی و مدیریت روستایی در راستای بهره‌وری (AI12)، ۲-فرهنگ پذیریش نوآوری (AI2)
مستقل	۱-آموزش و توانمندسازی جوامع انسانی (AI1)، ۲-تقویت آگاهی و فرهنگ بهره‌مندی از هوش مصنوعی توسط مردم (AI8)، ۳-اجرای طرح‌ها و پروژه‌های توسعه روستایی با در رأس قرار دادن فاکتورهای هوش مصنوعی (AI9)

با توجه به آنچه ذکر شد برای محاسبات اثرهای مستقیم، نرم افزار ماتریس را چندبار به توان می‌رساند. از بین عوامل انتخاب‌شده، پس از امتیازدهی و تحلیل به‌وسیله مدل میک مک، ۱۲ عامل به‌عنوان عوامل کلیدی تأثیرگذار بر آینده توسعه روستایی با تأکید بر هوش مصنوعی در شهرستان اردبیل انتخاب شدند (جدول ٤). همان‌گونه که جدول نشان می‌دهد از بین ۱۲ عامل استخراج‌شده پیشران‌های هوش مصنوعی در شهرستان اردبیل، عوامل ایجاد زیرساخت‌های فناوری، راه‌اندازی پروژه‌های پایلوت، هوش مصنوعی در راستای توسعه حکمرانی خوب روستایی، اختصاص بودجه‌های پژوهشی، مقایسه و توجه به استانداردهای جهانی، استارتاپ‌های هوش مصنوعی در کشاورزی، صنایع دستی و ... و یکپارچه‌سازی سیستم‌ها و اطلاعات، دارای اهمیت بیشتری بودند و در بین تأثیرگذاری غیر مستقیم و مستقیم دارای اهمیت و میزان عددی بالاتری بودند. می‌توان بیان کرد هوش مصنوعی با ایجاد امکان پیشرفت در کشاورزی، سیاست، توانمندساز، کارآفرینی، آموزش ...، می‌تواند توسعه روستایی را متحول سازد. از طریق راه‌حل‌های مبتنی بر هوش مصنوعی، جوامع روستایی می‌توانند از دسترسی بهتر به خدمات، مراقبت‌های بهداشتی با کیفیت، شیوه‌های کشاورزی پیشرفته، سیستم‌های آموزشی مدرن و ... بهره ببرند. همان‌گونه که هوش مصنوعی به تکامل خود ادامه می‌دهد، پتانسیل آن برای تغییر توسعه روستایی و بهبود زندگی مردم در این عرصه امیدوارکننده تر خواهد شد. از سوی دیگر با پذیرش هوش مصنوعی، مناطق روستایی می‌توانند فرصت‌های جدیدی را باز کنند و راه را برای آینده‌ای مرفه هموار کنند.

جدول ٤. فهرست ١٢ عامل برتر با بیشترین میزان اثرگذاری مستقیم و غیر مستقیم

Table (4). List of the top 12 factors with the highest direct and indirect impact

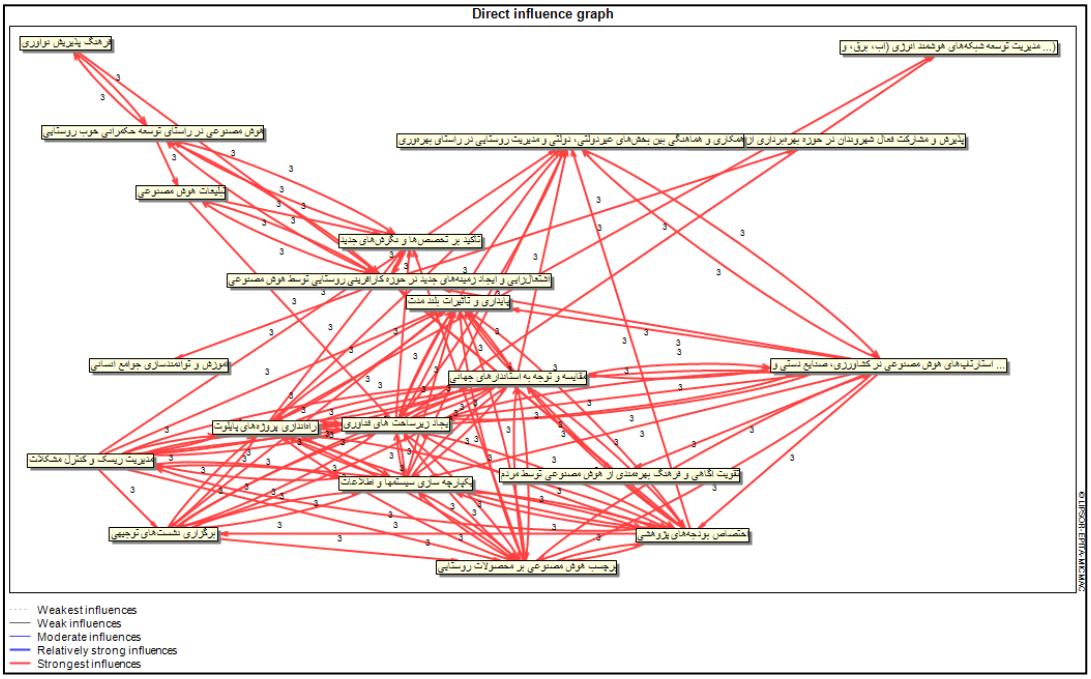
رتبه	پیشران	تأثیرگذاری مستقیم	پیشران	تأثیرگذاری غیر مستقیم
١	ایجاد زیرساخت‌های فناوری (AI22)	٦٠١	ایجاد زیرساخت‌های فناوری (AI22)	٥٨٩
٢	راه‌اندازی پروژه‌های پایلوت (AI21)	٥٩١	راه‌اندازی پروژه‌های پایلوت (AI21)	٥٧٨
٣	هوش مصنوعی در راستای توسعه حکمرانی خوب روستایی (AI6)	٥٨١	هوش مصنوعی در راستای توسعه حکمرانی خوب روستایی (AI6)	٥٧١
٤	اختصاص بودجه‌های پژوهشی (AI15)	٥٧١	اختصاص بودجه‌های پژوهشی (AI15)	٥٦٢
٥	مقایسه و توجه به استانداردهای جهانی (AI20)	٥٣١	مقایسه و توجه به استانداردهای جهانی (AI20)	٥٣٦
٦	استارتاپ‌های هوش مصنوعی در کشاورزی، صنایع دستی و ... (AI13)	٥٢١	یکپارچه‌سازی سیستم‌ها و اطلاعات (AI19)	٥٢٢
٧	یکپارچه‌سازی سیستم‌ها و اطلاعات (AI19)	٥٢١	پذیرش و مشارکت فعال شهروندان در حوزه بهره‌برداری از هوش مصنوعی (AI10)	٥١٦
٨	تبلیغات هوش مصنوعی (AI4)	٥١١	استارتاپ‌های هوش مصنوعی در کشاورزی، صنایع دستی و ... (AI13)	٥١٣
٩	پذیرش و مشارکت فعال شهروندان در حوزه بهره‌برداری از هوش مصنوعی (AI10)	٥١١	برچسب هوش مصنوعی بر محصولات روستایی (AI17)	٥١٣
١٠	برچسب هوش مصنوعی بر محصولات روستایی (AI17)	٥١١	مدیریت ریسک و کنترل مشکلات (AI14)	٥١٣
١١	مدیریت ریسک و کنترل مشکلات (AI14)	٥٠١	تبلیغات هوش مصنوعی (AI4)	٥١٢
١٢	برگزاری نشست‌های توجیهی (AI16)،	٥٠١	برگزاری نشست‌های توجیهی (AI16)،	٥١٠

مأخذ: یافته‌های پژوهش، ١٤٠٣

یافته‌ها نشان داد که ساختار عوامل مؤثر بر آینده توسعه پایدار روستایی با تأکید بر هوش مصنوعی در شهرستان اردبیل از پیچیدگی و پویایی درخور توجهی برخوردار است. شبکه تأثیر مستقیم و غیرمستقیم بیانگر آن هستند که روابط بین متغیرها به‌صورت چندسطحی و تعاملی عمل می‌کنند؛ به گونه‌ای که تغییر در هر پیشران می‌تواند به‌صورت زنجیره‌ای سایر عوامل را نیز تحت تأثیر قرار دهد. درواقع، این ساختار سیستمی نشان‌دهنده مرحله‌ای گذار در نظام توسعه روستایی است. مرحله‌ای که طی آن، جوامع روستایی از الگوهای سنتی و غیر فناورانه به سمت نظام‌های هوشمند، داده‌محور و آینده‌نگر حرکت می‌کنند. در تحلیل تأثیر مستقیم (شکل ٣)، پیشران پذیرش و مشارکت فعال شهروندان در بهره‌برداری از هوش مصنوعی بیشترین میزان تأثیرگذاری را بر سایر متغیرها دارد. این نتیجه نشان می‌دهد که هرگونه تحول فناورانه در روستاها بدون حضور و مشارکت مردم، پایداری نخواهد داشت. پذیرش فناوری توسط جامعه محلی علاوه بر آنکه سرعت نوآوری را افزایش می‌دهد، ارتقای سرمایه اجتماعی و اعتماد به ابزارهای دیجیتال را نیز به دنبال دارد. مشارکت فعال مردم در فرآیندهای فناورانه، امکان اجرای موفق پروژه‌های هوش مصنوعی در بخش‌هایی مانند کشاورزی، انرژی و خدمات اجتماعی را فراهم می‌سازد. یافته‌ها نشان می‌دهد که جوامع

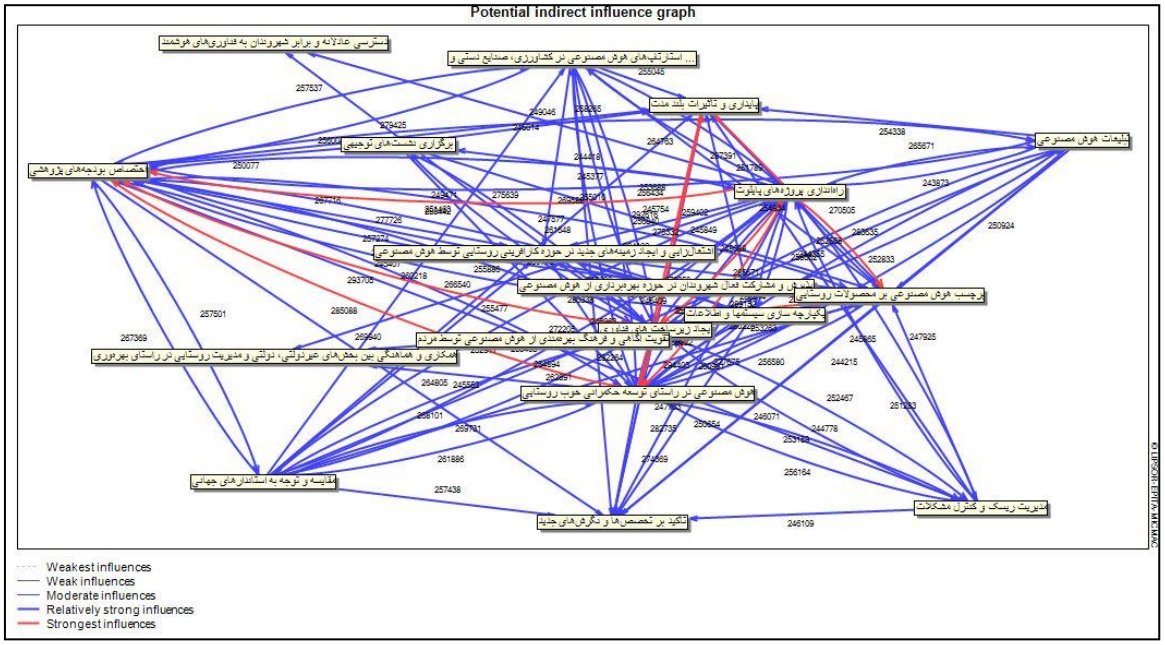
روستایی بدون برخورداری از سطح مناسب سواد دیجیتال و دانش فنی، قادر به استفاده پایدار و مؤثر از فناوری‌های نوین نخواهند بود؛ بنابراین، آموزش، در کنار یک سیاست جانبی، به‌عنوان رکن اصلی توسعه هوشمند باید در اولویت برنامه‌ریزان قرار گیرد. در تحلیل تأثیرات غیرمستقیم (شکل ٤) نیز همان‌طور که در شبکه روابط مشاهده می‌شود، تعاملات میان پیشران‌ها بسیار گسترده‌تر از تأثیرات مستقیم است؛ به‌طور مثال، ارتقای آموزش و فرهنگ فناوری و از طریق افزایش آگاهی اجتماعی، زمینه پذیرش شهروندان را فراهم می‌کند و درنتیجه، حکمرانی هوشمند و پروژه‌های فناورانه با موفقیت بیشتری اجرا می‌شوند. این الگو بیانگر اهمیت سیاست‌های تلفیقی است و بر اهمیت توسعه هوش مصنوعی در مناطق روستایی، از مسیر سرمایه‌گذاری در فناوری و همچنین تقویت هم‌زمان عوامل انسانی، نهادی و فناورانه توجه دارد.

بنابراین، با توجه به تأثیرگذاری‌های مستقیم و غیر مستقیم می‌توان بیان کرد که توسعه روستایی با تأکید بر هوش مصنوعی در شهرستان اردبیل وابسته به تعامل متوازن میان پنج گروه پیشران است. در این میان، پیشران‌های مستقل و تنظیمی نقش پایه‌ای در فعال‌سازی سایر گروه‌ها دارند و باید به‌عنوان نقطه شروع سیاست‌گذاری‌ها مدنظر قرار گیرند. از سوی دیگر، پیشران‌های دووجهی به‌عنوان حلقه اتصال فناوری و حکمرانی، ضامن پایداری کل سیستم‌اند؛ بنابراین، تقویت هماهنگی نهادی، آموزش فناورانه، سرمایه‌گذاری پژوهشی و ترویج فرهنگ نوآوری می‌تواند آینده‌ای پایدارتر، هوشمندتر و مشارکتی‌تر برای توسعه روستایی در منطقه فراهم آورد.



شکل ۳. اثرات مستقیم متغیرها (MDI) بر یکدیگر (تأثیرات بسیار قوی)، منبع: یافته‌های پژوهش، ۱٤۰۳

Figure (3). Direct effects of variables (MDI) on each other (very strong effects)



شکل ٤. اثرات غیرمستقیم متغیرها (MDI) بر یکدیگر (تأثیرات بسیار قوی)، منبع: یافته‌های پژوهش، ۱۴۰۳

Figure (4). Indirect effects of variables (MDI) on each other (very strong effects)

بحث

نتایج تحلیل میک‌مک نشان داد که وضعیت توسعه روستایی با تأکید بر هوش مصنوعی در شهرستان اردبیل در حال حاضر در مرحله‌ای گذار و ناپایدار قرار دارد. یافته‌ها بیانگر این است، توزیع متغیرها در اطراف محور قطری نشان‌دهنده عدم تعادل میان میزان تأثیرگذاری و تأثیرپذیری آنهاست. این وضعیت معمولاً در جوامعی رخ می‌دهد که از نظام‌های سنتی به نظام‌های فناورانه غلبه دارد و بلوغ نهادی، فرهنگی و فنی لازم برای تثبیت فناوری‌های نوین فراهم نشده است. چنین الگویی بیانگر این است که توسعه روستایی مبتنی بر هوش مصنوعی در اردبیل هنوز در مراحل اولیه خود قرار دارد و برای رسیدن به سطحی پایدار نیازمند سرمایه‌گذاری فناورانه، انسجام در سیاست‌ها و تقویت سرمایه انسانی است. نتایج تحلیل نشان داد که پیشران‌هایی مانند راه‌اندازی پروژه‌های پایلوت، ایجاد زیرساخت‌های فناوری، توسعه حکمرانی خوب روستایی بر پایه هوش مصنوعی، تخصیص بودجه‌های پژوهشی و یکپارچه‌سازی سیستم‌ها و اطلاعات بیشترین تأثیر را در شکل‌دهی آینده توسعه روستایی دارند. این عوامل، نقش مهمی در تغییر به سوی روستاهای هوشمند را دارند و نقش آنها در جهت‌دهی به سایر متغیرها بسیار برجسته است. در مقابل، پیشران‌هایی نظیر آموزش و توانمندسازی جوامع انسانی، تقویت فرهنگ بهره‌گیری از هوش مصنوعی و اجرای طرح‌های توسعه با محوریت فناوری به‌عنوان بسترهای اولیه و پیش‌شرط‌های تحول فناورانه عمل می‌کنند. در این میان، پیشران‌هایی مانند پذیرش و مشارکت فعال شهروندان در بهره‌برداری از هوش مصنوعی و هماهنگی بین نهادهای دولتی و غیردولتی نقش میانجی میان سیاست‌گذاری و اجرا را ایفا می‌کنند. این پیشران‌ها منجر می‌گردند که فناوری‌های نوین در بستر اجتماعی و نهادی روستاها نهادینه شوند. شکل ۳ به‌خوبی نشان می‌دهد که بخش درخور توجهی از متغیرها دارای روابط دوهستند؛ به این معنا که اثرگذاری و اثرپذیری آنها هم‌زمان در حال وقوع است. این

وضعیت نشانه‌ای از پیچیدگی ساختار توسعه هوشمند در مناطق روستایی است که در آن هیچ عامل منفردی قادر به ایجاد تغییر نیست و پایداری تنها از طریق تعامل هماهنگ میان فناوری، نهادها و مردم حاصل می‌شود. تفسیر یافته‌ها بیانگر آن است که توسعه مبتنی بر هوش مصنوعی صرفاً وابسته به ابزار و تجهیزات فناورانه نیست؛ بلکه به حکمرانی هوشمند، ظرفیت نهادی و سرمایه فرهنگی نیز نیاز دارد. درواقع، زمانی که نهادهای دولتی و محلی با بخش خصوصی همکاری مؤثری داشته باشند و تخصیص بودجه‌های پژوهشی هدفمند صورت گیرد، امکان شکل‌گیری زیست‌بومی از نوآوری فراهم می‌شود که می‌تواند به توسعه پایدار مناطق روستایی مورد مطالعه منجر شود.

مطالعات مشابه در سطح بین‌المللی نیز یافته‌های این پژوهش را تأیید می‌کنند. برای نمونه، پژوهش ژانگ در سال ۲۰۲٤ نشان داد که توسعه زیرساخت‌های دیجیتال در مناطق روستایی چین از طریق اینترنت اشیا، شبکه‌های ارتباطی و آموزش فناورانه، یکی از مهمترین عوامل نوسازی روستاها بوده است (Zhang et al., 2024). همچنین پژوهش ژانگ و همکاران در سال ۲۰۲۳ بر نقش همکاری نهادی و حمایت مالی دولت در توسعه اقتصاد دیجیتال روستایی تأکید کرده است که این موضوع با نتایج پژوهش حاضر درباره اهمیت هماهنگی نهادی و تخصیص هدفمند بودجه پژوهشی کاملاً همسو است (Zhang et al., 2023). در پژوهش لیو و همکاران در سال ۲۰۲۵ نیز ارتباط میان آموزش کاربران محلی، سیاست‌گذاری حمایتی و توسعه فناورانه به‌عنوان عامل اصلی موفقیت در پیاده‌سازی روستاهای دیجیتال مطرح شده است. یافته‌های حاضر نیز با تأکید بر آموزش، فرهنگ‌سازی و تقویت مشارکت مردمی، همین پیوند را در بستر محلی اردبیل تأیید می‌کند (Liu et al., 2025).

نتیجه‌گیری

بهره‌مندی از بسترهای فضای مجازی در عصر حاضر یک انتخاب نیست، بلکه یک الزام است. استفاده و بهره‌برداری از هوش مصنوعی می‌تواند باعث شفافیت عملکرد، تسهیل خدمات و بهره‌مندی مناسب از شبکه‌های ارتباطی و اطلاعاتی شود؛ از این رو، در این پژوهش اقدام به بررسی پیشران‌های تأثیرگذار بر توسعه پایدار روستایی با رویکرد هوش مصنوعی در شهرستان اردبیل شد. بر این اساس، اقدام به تشکیل یک ماتریس ۲۲*۲۲ شد و در اختیار متخصصان قرار داده شد. نتایج بررسی‌ها پس از ورود داده‌ها به نرم‌افزار نشان داد، از بین ۲۲ متغیر در نظر گرفته شده ۱۲ متغیر به‌عنوان کلیدی شناخته شدند.

نتایج نشان داد ابتکارات و پروژه‌های مختلفی برای استفاده از قدرت هوش مصنوعی برای توسعه روستایی در منطقه در حال انجام است. هدف این ابتکارات، توانمندسازی جوامع روستایی از طریق دسترسی به فناوری‌های هوش مصنوعی و مهارت‌ها و دانش لازم برای استفاده مؤثر از آنهاست. پذیرش جامعه همچنین در نحوه استفاده و پذیرش فناوری توسط شرکت‌های کوچک و متوسط نقش دارد. توسعه ظرفیت‌های محلی و ارائه فرصت‌های ارتقای مهارت محلی را که مرتبط با صنایع و چالش‌های پیش رو است، به همراه خواهد داشت. علاوه بر این، براساس نظر متخصصین، جامعه روستایی باید قبل از استفاده از فناوری هوش مصنوعی، آموزش‌های لازم را در این زمینه به‌صورت عملی فراگیرد، تا از این طریق بتواند نسبت به کاربرد آن آگاه شود.

یکی از پیشران‌های کلیدی در پژوهش حاضر استارتاپ‌های هوش مصنوعی در کشاورزی، صنایع دستی و ... بود؛ از این رو، با بهره‌گیری از این زیرساخت‌ها و فناوری‌های نوین، علاوه بر آنکه زمینه توسعه روستایی فراهم می‌شود، شکاف بین شهر و روستا نیز کمتر خواهد شد و جذابیت مراکز روستایی را با سیاستگذاری و برنامه‌ریزی متناسب افزایش دهد.

هوش مصنوعی فرصت‌های بسیاری ایجاد می‌کند تا به توسعه و ارتقای کسب‌وکارهای روستایی کمک کند تا به بازارهای جدید دست یابند. همچنین بهره‌گیری از هوش مصنوعی در صنایع دستی، کسب‌وکارها و کارآفرینی این امکان را فراهم می‌سازد تا علاوه بر آنکه عملیات اجرایی آنها بهینه‌سازی شود؛ بلکه به نوآوری در خدمات و محصولات و همچنین ارتقای تجربه خریدار نیز بپردازند؛ بنابراین، می‌توان بیان کرد توانایی هوش مصنوعی در پیش‌بینی و شناسایی ترجیحات مصرف‌کنندگان، به‌عنوان یک مزیت مهم برای کسب‌وکارهای روستایی عمل کند. ازجمله مزیت‌های که هوش مصنوعی در آینده کشاورزی خواهد داشت، می‌توان به نظارت و بهبود کیفیت مواد غذایی، نوآوری، صرفه‌جویی در کاهش هزینه تجهیزات، بهره‌وری و استراتژی‌های کارآمد بازار اشاره کرد. همچنین می‌تواند با استفاده کارآمد از نیروی کار و منابع، علاوه بر کاهش خطای انسانی، عمکرد اقتصادی را تقویت کند و تأثیر شگرفی بر تولید داشته باشد. آینده هوش مصنوعی در کشاورزی، صنایع دستی و ... نیازمند تمرکز درخور توجهی بر میزان دسترسی به اطلاعات در منطقه مورد مطالعه و استان را دارد؛ زیرا در حال حاضر فناوری‌های پیشرفته در منطقه در وضعیت مطلوبی وجود ندارد. کشاورزی مبتنی بر علم پردازش و تفسیر و یادگیری ماشین، با گسترش دسترسی و قابلیت پیوستگی زمین‌های کوچک تضمین می‌شود.

از دولت هوشمند در سایه هوش مصنوعی، به‌عنوان نسل جدیدی در نظام حکومتی نام برده می‌شود. در پژوهش حاضر نیز یکی از پیشران‌های کلیدی هوش مصنوعی در راستای توسعه حکمرانی خوب روستایی در منطقه مورد مطالعه بود که سومین متغیر با بیشترین میزان تأثیرگذاری شناسایی شد؛ به گونه‌ای که در حکمرانی خوب روستایی، این امکان فراهم می‌شود، رفاه برابر و پایدار مورد توجه قرار گیرد و از حل مسائل مرتبط با روستائیان، کسب‌وکار، مدیریت روستایی و ... اطمینان حاصل شود. بر این اساس، توجه و عمل به اصول حکمرانی خوب مانند وجود مدیریت روستایی مطلوب، مقررات، روش‌ها و فرایندهای توسعه‌یافته توسط دولت خلاق، ایجاد سیستم جدید مدیریت روستایی براساس پاسخگویی، شفاف‌بودن مسئولیت، ارزش‌های اخلاقی و بسیاری موارد دیگر مورد توجه است. با به‌کارگیری نظام هوش مصنوعی در ارتباطات و تجارت الکترونیک، دسترسی مناطق روستایی به بازار محلی، ملی و بین‌المللی افزایش می‌یابد و از این‌طریق هزینه کمتری برای فروش کالاهای تولیدی خود و نهادهای مصرفی متحمل خواهند شد. با ارتقای شبکه ارتباطات مجازی و نرم‌افزارهای متناسب دسترسی مردم نیز به خدمات و تسهیلات دولتی، افزایش و هزینه‌های زندگی روستایی کاهش می‌یابد و درنهایت جاذبه مناطق روستایی برای حفظ جمعیت خود و جذب بخشی از جمعیت شهری نیز افزایش پیدا می‌کند. با بهره‌گیری از شبکه‌های اطلاع‌رسانی محلی که پاسخگو و متناسب با نیاز و ماهیت فرهنگی منطقه است شاخصه فرهنگی نیز برجسته‌تر می‌شود و ضمن ایجاد همبستگی محلی، مردمسالاری و رضایت‌مندی مردم از دولت را نیز افزایش خواهد داد. این رضایت‌مندی میزان مشارکت مردم در اداره امور محلی را افزایش و بسیاری از هزینه خدمات دولتی را کاهش می‌دهد. توجه به زنان، جوانان و نیازهای سالمندان جوامع روستایی که سال‌هاست نسبت به شهرها تبعیض آمیزتر است نیز از این طریق بهبود می‌یابد.

استفاده از تبلیغات در هوش مصنوعی یکی دیگر از پیشران‌های کلیدی در آینده توسعه روستایی شناسایی شد. اساساً تبلیغات به‌عنوان راهی در نظر گرفته می‌شود تا مشتریان احتمالی محصولات روستایی، اعم از کشاورزی، صنایع دستی، گردشگری و ... با خدمات و محصولات مورد نیاز خود آشنا شوند؛ بنابراین، تبلیغات با هوش مصنوعی و یادگیری ماشین، اثربخشی تبلیغات را افزایش خواهد داد و بازاریابی برند را دقیق‌تر، انسانی‌تر و مؤثرتر انجام خواهد داد و اثربخشی تبلیغات و نرخ تماس اطلاعات را بهبود خواهد بخشید. همچنین تولید تبلیغات با بهره‌گیری از هوش مصنوعی در منطقه مورد مطالعه، ایجاد سریع ایده‌های جدید، ترکیب منابع اطلاعاتی، دسته‌بندی و اجرای بازاریابی را بهبود خواهد بخشید.

در یک جمع‌بندی کلی می‌توان چنین نتیجه گرفت هوش مصنوعی می‌تواند باعث عملکرد شفاف، کاهش هزینه‌ها و افزایش راندمان در مناطق روستایی شود. نکته حائز اهمیت در این حوزه لزوم مدیریت واحد تمامی سازمان‌ها و نهادهای متولی در حوزه توسعه روستایی است درواقع این رویکرد زمانی می‌تواند موفق واقع شود که تمامی سازمان‌ها مشتاقانه دخیل باشند.

درنهایت با توجه به یافته‌های پژوهش، ذکر پیشنهادهای زیر ضروری به نظر می‌رسد:

- آموزش و توانمندسازی فناورانه روستاییان از طریق برگزاری دوره‌های آموزشی کوتاه‌مدت برای دهیاران، کشاورزان و زنان روستایی درباره کاربردهای هوش مصنوعی در تولید، بازاریابی و مدیریت منابع.
- الگوبرداری از استانداردهای جهانی توسعه هوشمند روستایی از طریق استفاده از تجارب کشورهای موفق در دیجیتالی‌سازی خدمات و کشاورزی هوشمند و انطباق این الگوها با شرایط بومی اردبیل.
- ایجاد شبکه هوشمند توسعه روستایی در اردبیل با هدف یکپارچه‌سازی داده‌های مربوط به منابع آب، کشاورزی، انرژی و اطلاعات جمعیتی.
- ترویج فرهنگ پذیرش فناوری در جوامع روستایی از طریق برگزاری نشست‌های اطلاع‌رسانی، تبلیغات مثبت درباره کاربردهای هوش مصنوعی در زندگی روزمره و معرفی نمونه‌های موفق محلی.
- پایش و ارزیابی مداوم تأثیرات هوش مصنوعی بر توسعه پایدار روستایی با استفاده از مدل‌های داده‌محور برای سنجش اثرات اجتماعی، اقتصادی و زیست‌محیطی و اصلاح سیاست‌ها در طول زمان.
- افزایش اعتماد بازار و ارتقای برند منطقه‌ای، از طریق ایجاد برچسب محصولات هوشمند روستایی اردبیل برای محصولات کشاورزی و صنایع دستی که از فناوری هوش مصنوعی در فرایند تولید یا بازاریابی استفاده می‌کنند.

منابع

ابی‌زاده، الناز، و باختر، سهیلا (۱٤۰۲). شناسایی پیشران‌های مؤثر بر هویت و حس مکان با رویکرد آینده‌پژوهی، مورد مطالعه: روستای کندوان. *فصلنامه برنامه‌ریزی فضایی*، ۱۳ (۲)، ۲۱-٤٤.
https://doi.org/10.22108/sppl.2023.136123.1687

حجی‌پور، محمد، و اصفهانی، فاطمه سادات (۱٤۰۲). *هوش مصنوعی در توانمندسازی اقتصادی زنان روستایی و عشایری، کارکردها و استلزامات*. پنجمین همایش ملی زنان روستایی، ظرفیت‌ها و محدودیت‌های توانمندسازی زنان روستایی و عشایری. کلات نادری. https://civilica.com/doc/1928648

خداپناه، کیومرث (١٤٠١). شناسایی پیشران‌های اثرگذار بر توسعه پایدار گردشگری روستایی (مطالعه موردی: شهرستان نیر). *فصلنامه برنامه‌ریزی و توسعه کالبدی*، ۸(۱)، ۹۳-۱۰٦.
https://doi.org/10.30473/psp.2022.59895.2494

رجبی، محسن، و نصر الهی، محمدصادق (١٤٠٢). پیامدهای فرهنگی توسعه هوش مصنوعی در رسانه‌های اجتماعی ایران. *فصلنامه تحقیقات فرهنگی ایران*، ١٦(٢)، ٩٥-١٢٥.
https://doi.org/10.22035/jicr.2023.3178.3481

شکری، علی، رضائیان، علی، و کرامتی، محمدعلی (١٤٠٢). تحلیل عوامل مؤثر و میزان اثرگذاری و تأثیرپذیری مستقیم متغیرهای مدل پیشران توسعه حکمرانی هوش مصنوعی در دولت هوشمند با استفاده از تحلیل میک مک. *فصلنامه مدیریت پویا و تحلیل کسب‌وکار*، ۲(۱)، ۱۲۰-۱٤۱.
https://www.dmbaj.com/index.php/dmba/article/view/17/17

عنابستانی، علی اکبر، توکلی‌نیا، جمیله، و نیکنامی، نسیم (١٤٠٣). تبیین اثرگذاری هوش مصنوعی بر بهبود کیفیت زندگی شهروندان با رویکرد آینده‌پژوهی (مورد مطالعه: کلان‌شهر مشهد). *فصلنامه اقتصاد و برنامه‌ریزی شهری*، ۵(۱)، ٦-۲۱. https://doi.org/10.22034/uep.2024.442663.1461

عنابستانی، علی اکبر، و جوانشیری، مهدی (١٣٩٥). بررسی و تحلیل شاخص‌های توسعه هوشمند روستایی (مطالعه موردی: روستاهای شهرستان بینالود). *پژوهش و برنامه‌ریزی روستایی*، ۵(٤)، ۱۸۷-۲۱۲.
https://doi.org/10.22067/jrrp.v5i4.61113

مختاری، علی، توکلی، مرتضی، برزو، غلامرضا، و یاراحمدی، کیارش (١٤٠٢). چشم‌اندازهای روستاهای هوشمند و توسعه پایدار سرزمینی: یک تحلیل بیبلومتریک و مرور سیستماتیک. *فصلنامه آمایش و توسعه*، ۳(۱)، ١٦-۳۲.
https://doi.org/10.22034/jpd.2024.2023834.1051

References

Abizadeh, e., Bakhtar, s. (2023). Identifying Effective Drivers on Place Identity and Sense of Place with a Futurology Approach,Case Study of Kandovan Village. *Journal of spatial planning*, *13*(2), 21-44. https://doi.org/10.22108/sppl.2023.136123.1687 [In Persian]

Anabestani, A., Javanshiri, M. (2017). The Survey and Analysis of Rural Smart Development Indicators, Case Study: Villages in Binaloud County. *Journal of Research and Rural Planning*, *5*(16), 187-212. https://doi.org/10.22067/jrrp.v5i4.61113 [In Persian]

Anabestani, A., Tavakolinia, J., Niknami, N. (2024). The Role of Artificial Intelligence in Improving Citizens' Quality of Life with a Future Study Approach, Case Study: Mashhad Metropolis. *Journal of Urban Economics and Planning*, *5*(1), 6-21. https://doi.org/10.22034/uep.2024.442663.1461 [In Persian]

Angayarkanni, A. (2025). Role of Artificial Intelligence in Sustainable Agriculture–A Critical Concern to Ecosystem. In *Proceedings of Sustainability, Entrepreneurship, Equity and Digital Strategies (SEEDS 2024)* (pp. 288-307). Atlantis Press. https://doi.org/10.2991/978-94-6463-714-4_17

Bhati, A., Hiran, K. K., Vyas, A. K., Mijwil, M. M., Aljanabi, M., Metwally, A. S., Al-Asad F., Awang, M. Kh., Ahmad, H. (2024). Low-cost artificial intelligence Internet of Things based water quality monitoring for rural areas. *Journal of Internet of Things*, *27*, 101255. https://doi.org/10.1016/j.iot.2024.101255

Bianchini, S., Müller, M., Pelletier, P. (2022). Artificial intelligence in science: An emerging general method of invention. *Journal of Research Policy*, *51*(10), 104604. https://doi.org/10.1016/j.respol.2022.104604

Ganeshkumar, C., Jena, S. K., Sivakumar, A., & Nambirajan, T. (2023). Artificial intelligence in agricultural value chain: review and future directions. *Journal of Agribusiness in Developing and Emerging Economies*, *13*(3), 379-398. https://doi.org/10.1108/JADEE-07-2020-0140

Godet, M. (2011). Memory of the Future list of fundamental futures texts. *Technological Forecasting and Social Change*, *77*(9), 1457-1463. Http://En.Laprospective.Fr/Memory-Of-The-Future.Html.

Hajipur, M., & Esfahani, F. (2023). *Artificial Intelligence in the Economic Empowerment of Rural and Nomadic Women. Functions and Implications.* Fifth National Conference on Rural Women, Capacities and Limitations of Empowering Rural and Nomadic Women. Kalat Naderi. https://civilica.com/doc/1928648/ [In Persian]

Janssen, M., & Helbig, N. (2018). Innovating and changing the policy-cycle: Policy-makers be prepared. *Journal of Government Information*, *35*(4), S99-S105. https://doi.org/10.1016/j.giq.2015.11.009

Kapera, I. (2018), Sustainable tourism development efforts by local governments in Poland. *Journal of Sustainable Cities and Society*, *40*(3), 581-588. https://doi.org/10.1016/j.scs.2018.05.001

Khodapanah, K. (2022). Identifying Effective Drivers on the Sustainable Development of Rural Tourism, Case Study: Nir county. *Journal of Physical Development Planning*, *8*(1), 93-103. https://doi.org/10.30473/psp.2022.59895.2494 [In Persian]

Leveraging AI for Rural Development: Global Policy Report. (2024). *OECD Digital Economy Papers*, No. 359. OECD Publishing. https://doi.org/10.1787/1815199x

Liu, H., Zhang, Y., Wang, S., & Zhao, H. (2024). Empowering Rural Development: Evidence from China on the Impact of Digital Village Construction on Farmland Scale Operation. *Land*, *13*(7), 903. https://doi.org/10.3390/land13070903

Liu, J., & Li, F. (2024). Rural revitalization driven by digital infrastructure: Mechanisms and empirical verification. *Journal of Digital Economy*, *3*, 103-116. https://doi.org/10.1016/j.jdec.2025.01.002

Liu, X., Zhang, H., Ning, M., & Wang, L. (2025). Empowering rural revitalization in China with generative AI. *Journal of Rural Studies*, *85*, 45-58. https://doi.org/10.1080/23311932.2025.2502389

López-Taravilla, M. C., Manzaneque-Lizano, M., Santos-Peñalver, J. F., Machado, C. (2024). Chapter Five - A challenge for the implementation of artificial intelligence in rural areas. Digital coverage and performance of intellectual capital of firms, Artificial Intelligence in Production Engineering and Management. *Journal of Woodhead Publishing Reviews: Mechanical Engineering Series*, 83-114. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-819471-3.00004-5

Mehta, P., Dhaliwal, L. K., Baweja, P. K., Jangra, M. S., & Bhardwaj, S. K. (2023). Concept of climate smart villages using artificial intelligence/machine learning. In *Visualization Techniques for Climate Change with Machine Learning and Artificial Intelligence* (pp. 359-377). Elsevier. https://doi.org/10.1016/B978-0-323-99714-0.00010-8

Mokhtari, a., Tavakoli, m., borzu, gh., yarahmadi, k. (2024). Prospects for smart villages and sustainable territorial development: a bibliometric analysis and systematic review. *Journal of Planning and Development*, *3*(1), 16-32. https://doi.org/10.22034/jpd.2024.2023834.1051 [In Persian]

Pasichnyk, O., Dujkovic, B. (2023). impact of the artificial intelligence on society، developed within the project ai in stem education carried out by the European. *Wergeland Centre and IRIM (Croatia) and funded by the EEA and Norway Grants*, 1-18. https://theewc.org/content/uploads/2023/01/FINAL-Impact-of-AI-on-society.pdf

Rahman, M., Chowdhury, A., & Islam, S. (2024). Artificial intelligence for inclusive rural development: Opportunities and challenges in developing economies. *Technology in Society*, *80*, 102037. https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2024.102037

Rajabi, M., & Nasrollahi, M.S. (2023). The cultural impact of artificial intelligence development on social media in Iran. *Journal of Iranian Cultural Research*, *16*(2), 95-125. https://doi.org/10.22035/jicr.2023.3178.3481 [In Persian]

Regona, M., Yigitcanlar, T., Hon, C., & Teo, M. (2024). Artificial intelligence and sustainable development goals: Systematic literature review of the construction industry. *Sustainable Cities and Society*, *108*, 105499. https://doi.org/10.1016/j.scs.2024.105499

Sarkar, S., & George, B. (2022). AI and rural futures: The emerging dynamics of digital transformation and sustainable development. *Futures*, *138*, 102939. https://doi.org/10.1016/j.futures.2022.102939

Shi, Z., Ferrari, G., Ai, P., Marinello, F., Pezzuolo, A. (2023). Artificial Intelligence for Biomass Detection, Production and Energy Usage in Rural Areas: A review of Technologies and

Applications. *Journal of Sustainable Energy Technologies and Assessments*, *60*, 103548. https://doi.org/10.1016/j.seta.2023.103548

Shokri, A., Rezaeian, A., & Keramati, M. A. (2023). Analysis of the Effective Factors and the Degree of Influence and Direct Influence of the Variables of the Model Driving the Development of Artificial Intelligence Governance in the Smart Government by Using the Mic-Mak Analysis. *Journal of Dynamic Management in Business Analysis*, *2*(1), 120-141. https://www.dmbaj.com/index.php/dmba/article/view/17/17 [In Persian]

Younas, M., Akhtar, N., Batool, S., & Anum, W. (2025). The integration of artificial intelligence in agriculture: Emerging trends, benefits and challenges. *Journal of Asian Development Studies, 14*(1), 1316-1333. https://doi.org/10.62345/jads.2025.14.1.105

Zhang, B. (2024). Digital Infrastructure and Rural Revitalization: Based on the Context of New Infrastructure in Education. *Advances in Economics, Management and Political Sciences*, *132*, 25–33. https://doi.org/10.54254/2754-1169/2024.18439

Zhang, W. (2025). Inequality in the digital economy: The impact of artificial intelligence on the urban–rural income gap. In *2025 4th International Conference on Public Service, Economic Management and Sustainable Development (PESD 2025)* (pp. 41-48). Atlantis Press. https://www.atlantis-press.com/proceedings/pesd-25/126019368

Zhang, X., Li, Y., & Chen, J. (2023). Impact of Rural Digital Economy Development on Rural Revitalisation Evidence from China. *Sustainability, 16*(11), 4573. https://doi.org/10.3390/su16114573