



<https://gep.ui.ac.ir/?lang=fa>

Geography and Environmental Planning

E-ISSN: 2252- 0910

Document Type: Research Paper

Vol. 36, Issue 4, No.100, 2025, pp. 95- 124

Received: 18/11/2025 Accepted: 17/02/2026

A Bibliometric Review of Artificial Intelligence Technology in Smart City Planning: Lessons from the Past, Research Directions for the Future in Iran

Shaghayegh Parhizgar

Ph.D. student, Department of Geography and Urban Planning, Faculty of Geographical Sciences and Planning, University of Isfahan, Isfahan, Iran
shaghayeghparhizgar8498@gmail.com

Amirreza Khavarian Garmsir  *

Assistant professor, Department of Geography and Urban Planning, Faculty of Geographical Sciences and Planning, University of Isfahan, Isfahan, Iran
a.khavarian@geo.ui.ac.ir

Ali Sadeghi

Assistant professor, Department of Geography and Urban Planning, Faculty of Geographical Sciences and Planning, University of Isfahan, Isfahan, Iran
Alisadeghi@geo.ui.ac.ir

Hamid Reza Varesi

Ph.D., Department of Geography and Urban Planning, Faculty of Geographical Sciences and Planning, University of Isfahan, Isfahan, Iran
h.varesi@geo.ui.ac.ir

Abstract

This study aimed to conduct a systematic review and bibliometric analysis of the global and Iranian scientific literature concerning the application of Artificial Intelligence (AI) in smart city planning. It sought to identify international research trends, key thematic clusters, and prominent scientific collaborations, while also performing a comparative analysis to pinpoint specific research gaps and future directions for Iran. The research methodology employed a dual-pronged approach. For the international scope, a bibliometric analysis of publications was performed by using the Web of Science database. In the Iranian context, a systematic review of relevant Farsi studies indexed in national databases—including Noormags, SID, Elmnet, and IranDoc—was conducted. A total of 271 studies were analyzed and thematically categorized. The findings indicated substantial global growth in this field, with China emerging as a leading scientific hub. Key international research clusters

*Corresponding Author

Parhizgar, S , Khavarian-Garmsir, A. R. , Sadeghi, A. and Varesi, H. (2026). A Systematic Review of Artificial Intelligence Technology in Smart City Planning: Lessons from the Past, Research Pathways for the Future in Iran. *Geography and Environmental Planning*, 36 (4), 95 - 124 .



2252-0910 © 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/gep.2026.147459.1758

identified included urban modeling, smart transportation, technological infrastructure, cybersecurity, and governance. In contrast, the analysis of domestic Iranian research revealed a predominant focus on conceptual and infrastructural discussions, leading to significant blind spots in practical, data-driven applications and the development of essential governance, legal, and ethical frameworks. To enhance the future trajectory of AI in smart city research within Iran, it is crucial to strategically address these identified gaps. There must be a shift toward localized model development, practical implementation studies, and strategic foresight. This approach will enable successful and contextually relevant implementations, bridging the current divide between Iran's research output and global advancements in the field.

Keywords: Artificial Intelligence (AI), Smart City, Iran, bibliographic Analysis.

Introduction

The accelerating pace of global urbanization has intensified critical challenges, such as excessive energy consumption, environmental pollution, and significant pressure on natural resources, making the transformation of urban management and development of innovative models an imperative necessity (Salman & Hesar, 2023). In this context, the smart city paradigm has emerged as a technological and forward-looking response. By harnessing foundational technologies, such as the Internet of Things (IoT), Artificial Intelligence (AI), and big data analytics, smart cities aim to optimize energy usage, enhance urban resilience, improve citizens' quality of life, and advance sustainability (Biberi, 2021). Despite significant technological advancements and the integration of concepts like smart homes, intelligent transportation, and environmental monitoring, persistent challenges—including concerns over data security, issues of social acceptance, and a lack of precise evaluation metrics—continue to hinder their development. At the same time, researchers are working to leverage predictive analytics, machine learning algorithms, and deep neural networks to elevate urban performance to unprecedented levels of efficiency and autonomy (dos Santos et al., 2025; Javid et al., 2023). A key component of a smart city is urban sustainability. Studies indicate that smart cities systematically employ innovative technologies to manage urban services, aiming to minimize natural resource consumption, harness renewable energy, and enhance environmental quality. These cities operate as technologically advanced, community-oriented, and environmentally compatible spaces, optimizing urban operations through digital infrastructure and intelligent systems.

Although the smart city concept is well-established in scientific literature, policymaking, and urban planning, a universally accepted definition remains elusive. Variations in implementation approaches and geographical contexts mean that each city engages with the concept in a unique manner. In the 2000s, the idea was predominantly driven by global IT corporations, gradually evolving from a purely technological vision into a multidimensional urban policy (Fistola & Roca, 2025). Key enabling technologies include 5G networks, IoT, and AI algorithms, which are applied across various sectors, such as energy, traffic, security, spatial planning, and healthcare. By collecting precise data and providing predictive insights, these technologies facilitate optimal decision-making at multiple urban levels (Ning Ma, 2024; Sepehri et al., 2024). The recent emergence of "Urban AI" focuses on the structural integration of AI into urban subsystems, including governance, social services, and urban economy. This transformation not only reshapes traditional urban planning, but also enhances the potential for achieving the UN's Sustainable Development Goals within cities. However, the ethical and responsible development and application of AI in urban environments remains a critically important and debated topic (Fistola & Roca, 2025). Accordingly, this study employed a systematic review and bibliometric analysis of both international and domestic literature (from Iran) to illuminate future research pathways for AI-based smart city development. The research was guided by 3 central questions:

1. Which countries lead in knowledge production related to AI in smart cities and how are international collaboration networks structured?
2. Which scientific sources and documents have most significantly influenced the field of AI in smart cities and what attributes account for their impact?
3. Given the existing global knowledge structure and research trends, what specific gaps and opportunities exist for research on AI-based smart city development in Iran?

Materials & Methods

This research employed a dual-method approach, combining quantitative bibliometric analysis with a qualitative systematic review to provide a comprehensive overview of the research landscape. For the international analysis, data were systematically retrieved from the Web of Science (WoS) Core Collection database on July 8, 2025. A thorough search query was formulated by using key terms related to "Artificial Intelligence", "Internet of Things", and "Smart City*" to identify relevant publications from 2020 to 2025. The initial search yielded 1,752 documents, which were meticulously screened based on predefined inclusion criteria—focusing on relevance to AI/IoT applications in urban environments, smart city concepts, urban sustainability, and operational or managerial aspects of urban systems. This process resulted in a final corpus of 271 high-quality, relevant documents for in-depth analysis. For the bibliometric analysis, complete records and cited references were exported and analyzed using specialized scientometric software (VOSviewer). Techniques like co-authorship analysis (of countries and authors), co-citation analysis (of sources and documents), and keyword co-occurrence analysis were employed to map the intellectual structure, identify leading entities, and visualize thematic clusters.

In the Iranian context, a systematic review of domestic scholarly output was conducted. Major national databases, including Noormags, SID, IranDoc, and Elmnnet, were searched by using equivalent Persian keywords (e.g., "smart city", "Artificial Intelligence", etc.). The retrieved studies were screened for relevance, duplicates were removed, and the final selection was subjected to content analysis and thematic clustering. This approach facilitated a robust comparative analysis between international trends and the characteristics of Iran's domestic research, allowing for the identification of specific national research gaps and opportunities.

Research Findings

The analysis of publication trends revealed a significant growth in the field, particularly between 2021 and 2024, highlighting a period of increasing scientific output and influence. Original research articles dominated the literature, comprising 58.67% of total publications and indicating a strong focus on applied problem-solving. Additionally, the substantial share of conference papers (22.88%) reflected the dynamic nature of the field and the need for rapid knowledge exchange. The growing number of review articles (14.02%) signaled a shift towards the consolidation and synthesis of the expanding knowledge base. Geographically, China emerged as the undisputed leader in knowledge production, a status attributed to extensive R&D funding, supportive national policies, and active international scientific collaborations. Other notable contributors included India, Saudi Arabia, and South Korea, indicating a gradual shift of knowledge production hubs towards Asia. Saudi Arabia's impressive performance could be linked to its recent digital transformation agendas, while South Korea retained a strong position due to its advanced technological infrastructure.

The co-occurrence analysis of keywords revealed a complex conceptual structure organized around 6 distinct but interconnected thematic clusters: 1) Modeling and Theoretical Frameworks (the conceptual core); 2) Smart Transportation; 3) Technological Infrastructure (IoT, 5G); 4) Data-Driven Sustainability; 5) Smart Governance; and 6) Cybersecurity and Privacy. The centrality of the modeling cluster and its interaction with the other clusters highlighted efforts to develop integrated models for managing the inherent complexity of urban intelligent systems. The prominence of applied clusters, such as smart transportation and infrastructure, demonstrated a strong commitment to addressing practical urban challenges. Concurrently, the emergence of sustainability and governance clusters reflected increasing concerns regarding the socio-political dimensions of smart cities. The recurring themes of cybersecurity and privacy across multiple clusters underscored the significant ethical and legal challenges posed by urban digitalization.

The systematic review of Iranian studies drawn from databases, such as Noormags and SID, revealed a contrasting focus. Domestic research predominantly centered on "novel technologies and smart infrastructure", as well as the "conceptual foundations of smart cities". In contrast, internationally prominent themes like "smart transportation", "cybersecurity", and "data-driven sustainability" received considerably less attention in Iranian literature. This suggested that Iran's scientific outputs remained largely in the conceptual and foundational stages, while international research had progressively shifted towards practical, cross-disciplinary applications and strategic governance frameworks. This misalignment had created specific "research blind spots" within the Iranian context, particularly in empirical, data-driven studies that addressed local urban issues (e.g., traffic congestion and air pollution) using AI and in the development of tailored ethical, legal, and governance frameworks for Urban AI.

Discussion of Results & Conclusion

This study provided a comprehensive mapping of the intellectual structure and research trends in AI for smart cities, juxtaposing the global landscape with the specific context of Iran. It concluded that the international domain was characterized by dynamic growth, a clear maturation toward application-oriented and socio-technically aware research, and distinct thematic clusters. In contrast, the findings for Iran highlighted a critical gap between conceptual discourse and practical, context-driven AI applications. To bridge this gap and align with global advancements, future research in Iran should strategically focus on 3 primary areas. First, a transition from theory to practice is essential, emphasizing original, data-driven research that addresses specific Iranian urban challenges—such as employing digital twins for urban simulation, utilizing AI for modeling air pollution and land subsidence, and optimizing traffic management systems. Second, there is an urgent need to develop tailored governance and ethical and legal frameworks that address organizational, financial, and political barriers to AI adoption, while establishing robust protocols for cybersecurity and citizen data privacy. Finally, focusing on localizing models and conducting strategic foresight is crucial. This involves adapting successful global models to Iran's unique cultural, economic, and social contexts, as well as engaging in futures studies to anticipate technological trends and prepare strategic scenarios for the evolution of Iranian cities. By concentrating on these strategic pathways, Iranian researchers and policymakers can facilitate the effective, sustainable, and contextually appropriate implementation of AI in urban development, transforming Iran from a consumer of global knowledge into an active contributor.

مقاله پژوهشی

مرور کتاب‌سنجی بر فناوری هوش مصنوعی در برنامه‌ریزی شهر هوشمند: درس‌هایی از گذشته، مسیرهای تحقیقاتی برای آینده در ایران

شقایق پرهیزگار، دانشجوی دکتری گروه جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشکده علوم جغرافیایی و برنامه‌ریزی، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران

shaghayeghparhizgar8498@gmail.com

امیررضا خاوریان گرمسیر*، استادیار گروه جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشکده علوم جغرافیایی و برنامه‌ریزی، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران

a.khavarian@geo.ui.ac.ir

علی صادقی، استادیار گروه جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشکده علوم جغرافیایی و برنامه‌ریزی، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران

Alisadeghi@geo.ui.ac.ir

حمیدرضا وارثی، استاد گروه جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشکده علوم جغرافیایی و برنامه‌ریزی، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران

h.varesi@geo.ui.ac.ir

چکیده

شهرهای هوشمند مبتنی بر هوش مصنوعی به عنوان یک حوزه میان‌رشته‌ای، نقش کلیدی در تحول برنامه‌ریزی شهری، بهبود کیفیت زندگی و توسعه پایدار ایفا می‌کنند. با گسترش سریع تحقیقات در این زمینه، استفاده از تحلیل کتاب‌سنجی به منظور شناسایی روندهای علمی، ساختار دانشی و نقشه‌های همکاری بین‌المللی ضروری به نظر می‌رسد. این مطالعه با بهره‌گیری از پایگاه داده وب آو ساینس و ابزارهای تحلیل‌های بیبلیومتریک (نرم‌افزار VOSviewer)، روند انتشار مقالات، کشورها و منابع پیشرو، حوزه‌های موضوعی کلیدی و چالش‌ها و فرصت‌های پژوهشی مرتبط با هوش مصنوعی در شهرهای هوشمند را بررسی می‌کند. علاوه بر این، مرور کتاب‌شناسی برای پژوهش‌های داخلی نمایه‌شده در پایگاه‌های نورمگز، SID، علم نت و ایرانداک نیز انجام شد و مقاله فارسی مرتبط را تحلیل و خوشه‌بندی شدند. یافته‌های حاصل از تحلیل ۲۷۱ پژوهش نشان می‌دهد که این حوزه در سال‌های اخیر رشد درخور توجهی داشته و چین به عنوان یک قطب علمی در این حیطه موضوعی ظهور کرده است. همچنین، تحلیل خوشه‌های موضوعی، ابعاد مختلفی از جمله مدل‌سازی شهری، حمل‌ونقل هوشمند، زیرساخت‌های فناوریانه، امنیت سایبری و حکمرانی را نمایان می‌سازد. تحلیل تطبیقی پژوهش‌های داخل و خارج از کشور نشان می‌دهد که مطالعات داخلی در حوزه هوش مصنوعی و شهر هوشمند، برخلاف روند جهانی، عمدتاً در مرحله مفهومی و زیرساختی باقی مانده‌اند. این امر منجر به ایجاد نقاط کور پژوهشی در حوزه‌های کلیدی نظیر کاربردهای عملی و داده‌محور (مانند مدل‌سازی مسائل شهری) و همچنین توسعه چارچوب‌های ضروری حکمرانی، حقوقی و اخلاقی شده است؛ بنابراین، جهت‌گیری آتی پژوهش‌ها در ایران باید بر پرکردن این شکاف‌ها از طریق بومی‌سازی الگوها و آینده‌پژوهی راهبردی متمرکز شود تا زمینه برای پیاده‌سازی موفق و متناسب با زمینه داخلی فراهم شود.

واژه‌های کلیدی: هوش مصنوعی، شهر هوشمند، ایران، تحلیل کتاب‌شناختی

*نویسنده مسئول

پرهیزگار، شقایق، خاوریان گرمسیر، امیر رضا، صادقی، علی و وارثی، حمیدرضا. (۱۴۰۴). مروری سیستماتیک بر فناوری هوش مصنوعی در برنامه‌ریزی شهر هوشمند: درس‌هایی از گذشته، مسیرهای تحقیقاتی برای آینده در ایران، *جغرافیا و برنامه‌ریزی محیطی*، ۳۶ (۴)، ۹۵-۱۲۴.



مقدمه

رشد فزاینده شهرنشینی و افزایش چالش‌هایی نظیر مصرف بی‌رویه انرژی، آلودگی محیط زیست و فشار بر منابع طبیعی، ضرورت تحول در مدیریت شهری و توسعه مدل‌های نوین را بیش از پیش آشکار ساخته است (Salman & Hesar, 2023, p.94). در چنین شرایطی، حرکت به‌سوی رویکردهای نوین و فناورانه در برنامه‌ریزی و اداره شهرها به‌عنوان یک الزام جهانی مطرح شده است. در این میان، مفهوم شهر هوشمند به‌عنوان پاسخی فناورانه و آینده‌نگر به این چالش‌ها مطرح شده است. شهرهای هوشمند با بهره‌گیری از فناوری‌هایی نظیر اینترنت اشیا، هوش مصنوعی و تحلیل کلان‌داده‌ها، اهدافی چون بهینه‌سازی مصرف انرژی، افزایش تاب‌آوری شهری، ارتقای کیفیت زندگی شهروندان و حرکت به‌سوی پایداری را دنبال می‌کنند (Bibri, 2021, p.3). با وجود پیشرفت‌های فناورانه و ادغام مفاهیمی چون خانه‌های هوشمند، حمل‌ونقل هوشمند و نظارت محیطی، همچنان موانعی نظیر امنیت داده‌ها، پذیرش اجتماعی و نبود شاخص‌های دقیق ارزیابی، روند توسعه این شهرها را با چالش مواجه کرده است؛ این در حالی است که پژوهشگران کوشیده‌اند با به‌کارگیری تحلیل‌های پیش‌بینانه، الگوریتم‌های یادگیری ماشین و شبکه‌های عصبی عمیق، عملکرد شهری را به سطحی جدید از کارایی و خودمختاری ارتقا دهند (Santos et al., 2025, p.81; Javed et al., 2023, p.1020).

با وجود گسترش کاربرد مفهوم شهر هوشمند در ادبیات علمی و سیاست‌گذاری شهری، هنوز تعریف واحد و اجماعی از این مفهوم ارائه نشده است (Guo & Cugurullo, 2025, p. 296). تفاوت در شیوه‌های اجرا و بسترهای جغرافیایی موجب شده است هر شهر با رویکرد خاص خود به این مفهوم بپردازد. در دهه ۲۰۰۰، این ایده عمدتاً توسط شرکت‌های فناوری اطلاعات جهانی توسعه یافت و به تدریج از یک چشم‌انداز فناورانه به سیاستی شهری با اهداف چندبعدی بدل شد (Fistola & La Rocca, 2024, p. 411). در این چارچوب، فناوری‌هایی نظیر شبکه‌های 5G، اینترنت اشیا و الگوریتم‌های هوش مصنوعی نقش محوری در حوزه‌هایی مانند انرژی، حمل‌ونقل، امنیت، برنامه‌ریزی فضایی و بهداشت شهری ایفا می‌کنند. این فناوری‌ها از طریق گردآوری داده‌های دقیق و ارائه تحلیل‌های پیش‌نگر، امکان اتخاذ تصمیم‌های بهینه در سطوح مختلف مدیریت شهری را فراهم می‌سازند (Ning, 2024; Sepehri et al., 2024, P.20).

در سال‌های اخیر، مفهوم «هوش مصنوعی شهری» به‌عنوان مرحله‌ای فراتر از شهر هوشمند مطرح شده است که به‌جای اتکای صرف بر دیجیتالی‌سازی و سامانه‌های داده‌محور، بر ادغام ساختاری و نظام‌مند هوش مصنوعی در زیرسیستم‌های کلیدی شهر از جمله حکمرانی شهری، خدمات اجتماعی، مدیریت زیرساخت‌ها و اقتصاد شهری تأکید دارد. در این رویکرد، هوش مصنوعی نه تنها ابزاری فناورانه، عنصری مؤثر در بازتعریف فرآیندهای تصمیم‌گیری، تخصیص منابع و تعامل میان نهادهای شهری و شهروندان محسوب می‌شود. چنین تحولی با فراهم‌سازی امکان تحلیل پیش‌بینانه، تصمیم‌سازی هوشمند و ارتقای کارایی خدمات عمومی، ظرفیت شهرها را برای تحقق اهداف توسعه پایدار سازمان ملل، به‌ویژه در حوزه‌هایی مانند کاهش نابرابری، بهبود کیفیت زندگی، پایداری زیست‌محیطی و حکمرانی فراگیر افزایش می‌دهد؛ با این حال، استقرار گسترده هوش مصنوعی در فضاهای شهری با چالش‌های جدی اخلاقی، نهادی و اجتماعی همراه است؛ از جمله مخاطرات مرتبط با شفافیت الگوریتمی، سوگیری داده‌ها، نقض حریم خصوصی، تمرکز قدرت تصمیم‌گیری و تضعیف پاسخ‌گویی نهادی؛ ازاین‌رو، پژوهشگران بر ضرورت توسعه

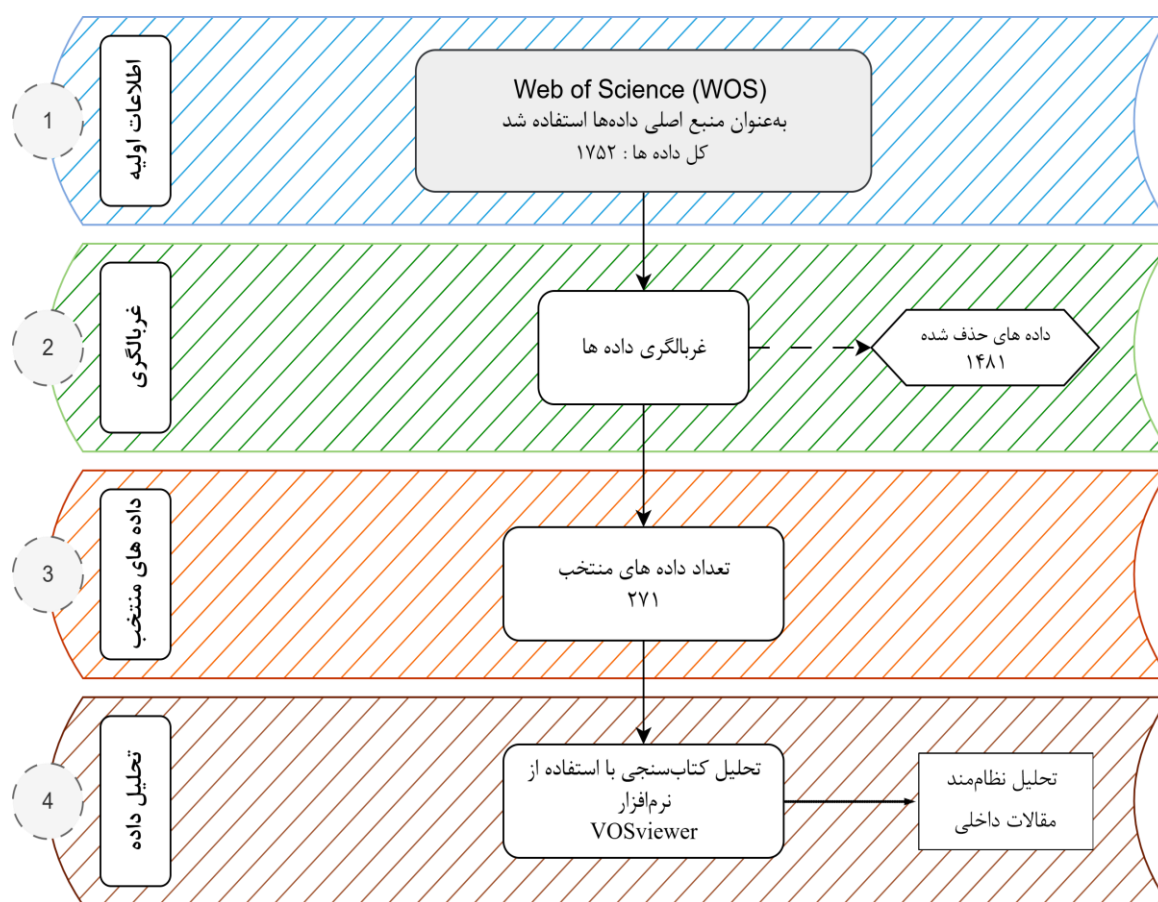
چارچوب‌های اخلاق‌محور، مسئولانه و شفاف برای طراحی، پیاده‌سازی و حکمرانی هوش مصنوعی شهری تأکید دارند؛ چارچوب‌هایی که بتوانند همزمان نوآوری فناورانه را تسهیل کرده و از حقوق شهروندی و عدالت فضایی در بستر شهرهای هوشمند آینده صیانت کنند (Fistola & La Rocca, 2024, p. 411; Guo & Cugurullo, 2025 p. 296).

با وجود رشد شایان توجه پژوهش‌ها در زمینه شهرهای هوشمند و کاربرد هوش مصنوعی در سامانه‌های شهری، بررسی ادبیات موجود نشان می‌دهد که مطالعاتی که به صورت نظام‌مند و کتاب‌سنجی، شبکه‌های تولید دانش، الگوهای همکاری علمی و مسیرهای پژوهشی آینده را با رویکردی تطبیقی میان مطالعات داخلی و بین‌المللی تحلیل کرده باشند، محدود و پراکنده‌اند. این خلأ پژوهشی به‌ویژه در زمینه تحلیل جایگاه ایران مشهود است؛ زیرا ایران به‌عنوان کشوری در حال گذار به‌سوی هوشمندسازی شهری، با شرایط نهادی، مدیریتی و برنامه‌ای متفاوتی نسبت به کشورهای پیشرو مواجه است. ساختار متمرکز حکمرانی شهری، وابستگی بالای شهرداری‌ها به منابع مالی ناپایدار، محدودیت در دسترسی و یکپارچگی داده‌های شهری، و چالش‌های مرتبط با زیرساخت‌های دیجیتال، از جمله عواملی هستند که مسیر توسعه شهرهای هوشمند مبتنی بر هوش مصنوعی در ایران را با پیچیدگی‌های خاصی همراه ساخته‌اند. در چنین بستری، تحلیل تطبیقی ادبیات داخلی با جریان‌های پژوهشی بین‌المللی می‌تواند به شناسایی شکاف‌های دانشی، عدم تطابق‌های نهادی و فرصت‌های بومی‌سازی رویکردهای فناورانه کمک کند. در این راستا، مقاله حاضر با انجام مرور کتاب‌شناسی تحقیقات موجود و مقایسه تطبیقی مطالعات داخلی و خارجی، تلاش دارد با استخراج تجارب جهانی و بررسی شبکه‌های تولید دانش در سطح بین‌المللی، مسیرهای پژوهشی آینده در زمینه توسعه شهرهای هوشمند مبتنی بر هوش مصنوعی را روشن سازد. در همین چارچوب، مقاله به سه پرسش محوری زیر پاسخ می‌دهد:

۱. کشورهای پیشرو در تولید دانش هوش مصنوعی مرتبط با شهرهای هوشمند کدام‌اند و الگوهای همکاری و شبکه‌های بین‌المللی پژوهشی چگونه شکل گرفته است؟
۲. کدام منابع و اسناد علمی بیشترین تأثیر را در توسعه حوزه هوش مصنوعی در شهر هوشمند داشته‌اند و چه ویژگی‌هایی باعث برجستگی آنها شده است؟
۳. با توجه به ساختار دانشی موجود و روندهای پژوهشی بین‌المللی، چه خلأها و فرصت‌هایی برای تحقیق در زمینه توسعه شهرهای هوشمند مبتنی بر هوش مصنوعی در ایران وجود دارد؟

روش تحقیق

پژوهش حاضر با رویکردی ترکیبی (Mixed-Method) و در دو مرحله مکمل انجام شده است. در مرحله نخست، تحلیل کتاب‌سنجی با استفاده از پایگاه داده وب آو ساینس به‌منظور ترسیم ساختار دانشی، شناسایی روندهای پژوهشی و بازیگران کلیدی در حوزه هوش مصنوعی و شهرهای هوشمند انجام شد. در مرحله دوم، مرور نظام‌مند مطالعات داخلی با هدف استخراج الگوهای موضوعی و انجام مقایسه تطبیقی با یافته‌های بین‌المللی صورت گرفت. در ادامه خلاصه مسیر انجام شده در شکل (۱) نمایش داده شده است:



شکل (۱). مراحل پژوهش (منبع: نگارندگان)

Figure (1). Research stages (Source: Authors)

تحلیل کتاب‌سنجی مبتنی بر پایگاه Web of Science

در این مرحله، پایگاه استنادی Web of Science (WOS) به‌عنوان منبع اصلی گردآوری داده‌های بین‌المللی انتخاب شد که به دلیل برخورداری از جامعیت و اعتبار علمی بالا، همواره در مطالعات معتبر بین‌المللی به آن استناد شده است. این پایگاه با در اختیار داشتن ارتباط استنادی و حجم گسترده‌ای از داده‌های کتاب‌سنجی دقیق که طی چند دهه گذشته به صورت نظام‌مند گردآوری شده‌اند، امکان انجام تحلیل‌های پیشرفته را در نرم‌افزارهای تخصصی فراهم می‌آورد. فرآیند جست‌وجوی نظام‌مند در تاریخ ۱۷ تیر ۱۴۰۴ (۸ جولای ۲۰۲۵) و در بازه زمانی ۲۰۲۰ تا ۲۰۲۵ انجام شد. عبارت جست‌وجو با استفاده از ترکیب کلیدواژه‌های مرتبط با «هوش مصنوعی» و «شهر هوشمند» و به‌کارگیری عملگرهای پیشرفته و ترکیب عملگرهای «یا» و «و» طراحی شد و در بخش‌های عنوان، چکیده و کلیدواژه‌ها اعمال شد. این رویکرد روش‌شناختی دقیق نه تنها امکان پوشش حداکثری مقالات مرتبط را فراهم آورد، با کاهش احتمال حذف مطالعات کلیدی و تضمین تکرارپذیری پژوهش، دستیابی به جدیدترین و معتبرترین یافته‌های علمی در این حوزه را ممکن ساخت.

در نهایت ۱۷۵۲ مدرک پژوهشی مرتبط را شناسایی کرد. در مرحله بعد، کلیه مدارک بازیابی‌شده از طریق بررسی دقیق عناوین و چکیده‌ها ارزیابی شدند تا براساس معیارهای از پیش تعیین شده گزینش شوند. معیارهای اصلی شمول

در این پژوهش شامل: (۱) ارتباط مستقیم با کاربردهای هوش مصنوعی و اینترنت اشیا در محیط‌های شهری، (۲) تمرکز بر مفاهیم شهر هوشمند و ابعاد مختلف پایداری شهری، و (۳) پرداختن به جنبه‌های مدیریتی، برنامه‌ریزی و حکمرانی شهری، برنامه‌ریزی و حکمرانی بود. همچنین کلیه مطالعاتی که خارج از چارچوب موضوعی پژوهش حاضر قرار داشتند - از جمله تحقیقات حوزه پزشکی و کشاورزی که باوجود بهره‌گیری از فناوری‌های هوشمند، ارتباط مستقیمی با کاربردهای هوش مصنوعی در شهرهای هوشمند نداشتند - حذف شدند. درنهایت، تعداد ۲۷۱ مقاله علمی واجد شرایط برای تحلیل کتاب‌سنجی انتخاب شد.

برای انجام تحلیل‌های کتاب‌سنجی، اطلاعات کامل هر سند شامل داده‌های کتابشناختی و شبکه استنادات از پایگاه داده استخراج و با انتخاب گزینه «سوابق کامل و منابع ذکرشده» در قالب فایل‌های قابل پردازش با نرم‌افزار داندلود شد. امکان انجام تحلیل‌های چندبعدی از جمله بررسی هم‌رخدادی واژگان، تحلیل شبکه استنادات، تحلیل هم‌استنادی و ترسیم پیوندهای کتابشناختی، از جمله مهم‌ترین قابلیت‌های نرم‌افزارهای علم‌سنجی به‌شمار می‌روند که به درک دقیق‌تر ساختار مفهومی و ارتباطات علمی یک حوزه کمک می‌کنند. در تحلیل هم‌رخدادی واژگان، تکرار هم‌زمان واژه‌ها یا اصطلاحات در عنوان، چکیده و کلیدواژه‌های مقالات بررسی می‌شود تا شبکه‌ای از مفاهیم پرتکرار و مرتبط شکل گیرد و ساختار موضوعی حوزه پژوهش آشکار شود. تحلیل شبکه استنادات نیز با تمرکز بر روابط ارجاعی میان اسناد علمی، به شناسایی منابع تأثیرگذار، روندهای فکری و مسیرهای انتقال دانش در یک حوزه خاص کمک می‌کند. همچنین، تحلیل هم‌استنادی با بررسی منابعی که به‌طور مشترک توسط مقالات مختلف مورد استناد قرار گرفته‌اند، امکان شناسایی خوشه‌های دانشی و رویکردهای نظری همسو را فراهم می‌آورد (جدول ۱). در کنار آن، تحلیل پیوندهای کتابشناختی با تمرکز بر اشتراک منابع مورد استناد در مقالات گوناگون، به شناسایی قرابت مفهومی میان پژوهش‌های نوین می‌پردازد. در این مطالعه، از ترکیب این تحلیل‌ها برای ترسیم نقشه‌های علمی و شناسایی خوشه‌های موضوعی پیشرو در حوزه هوش مصنوعی و شهرهای هوشمند استفاده شد تا ضمن تبیین ساختار دانشی حوزه، مسیرهای تحقیقاتی آینده نیز آشکار شود (Van Eck & Waltman, 2010, P. 523).

جدول (۱). خلاصه انتشارات (منبع: نگارندگان)

Table (1). Publication summary (Source: Authors)

گروه‌ها	تعداد	درصد
انتشارات	۲۷۱	۱۰۰٪
انواع سند		
مقاله پژوهشی	۱۵۹	۵۸٫۶۷٪
مقاله کنفرانسی	۶۲	۲۲٫۸۸٪
مقاله مروری	۳۸	۱۴٫۰۲٪
دسترسی زود هنگام (نسخه پیش‌انتشار)	۹	۳٫۳۲٪
فصل کتاب	۳	۱٫۱۱٪
سال انتشار		

گروه‌ها	تعداد	درصد
۲۰۲۵	۲۷	٪۹٫۹۶۳
۲۰۲۴	۳۸	٪۱۴٫۰۲۲
۲۰۲۳	۴۰	٪۱۴٫۷۶
۲۰۲۲	۴۹	٪۱۸٫۰۸
۲۰۲۱	۷۹	٪۲۹٫۱۵
۲۰۲۰	۳۸	٪۱۴٫۰۲۲
کشورها		
چین	۳۶	٪۳۰
هند	۱۱	٪۹٫۱۷
عربستان سعودی	۱۰	٪۸٫۳۳
کره جنوبی	۹	٪۷٫۵
ایران	۶	٪۵
نویسندگان با بیشترین انتشار		
Yigitcanlar et al., 2020	۵	
Bokhari, S.A.A	۴	
Corchado, J.M.	۴	
Myeong, S.	۴	

مرور کتابشناسی مطالعات داخلی

در مرحله دوم پژوهش، به منظور بررسی وضعیت پژوهش‌های داخلی و انجام مقایسه تطبیقی، مرور نظام‌مند مطالعات فارسی انجام شد. برای این منظور، پایگاه‌های علمی معتبر فارسی شامل نورمگز، SID (پایگاه اطلاعات علمی جهاد دانشگاهی)، ایرانداک (پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران)، علم‌نت و همچنین مجموعه مقالات کنفرانس‌های ملی و بین‌المللی مرتبط بررسی شدند. فرایند جست‌وجو براساس کلیدواژه‌های اصلی «شهر هوشمند» و «هوش مصنوعی» انجام گرفت. پس از بازیابی اولیه، اسناد تکراری حذف و سپس غربالگری براساس معیارهای اصلی در این پژوهش شامل: (۱) تمرکز بر کاربرد هوش مصنوعی در شهرهای هوشمند، (۲) ارتباط با برنامه ریزی، مدیریت یا حکمرانی شهری، و (۳) انتشار در مجلات علمی - پژوهشی یا کنفرانس‌های معتبر داخلی انجام شد. در نهایت، مجموعه مقالات داخلی واجد شرایط انتخاب و صرفاً از طریق تحلیل محتوایی و خوشه‌بندی موضوعی بررسی شدند. نتایج این مرحله برای مقایسه تطبیقی با یافته‌های تحلیل کتاب‌سنجی بین‌المللی استفاده شد.

یافته‌ها

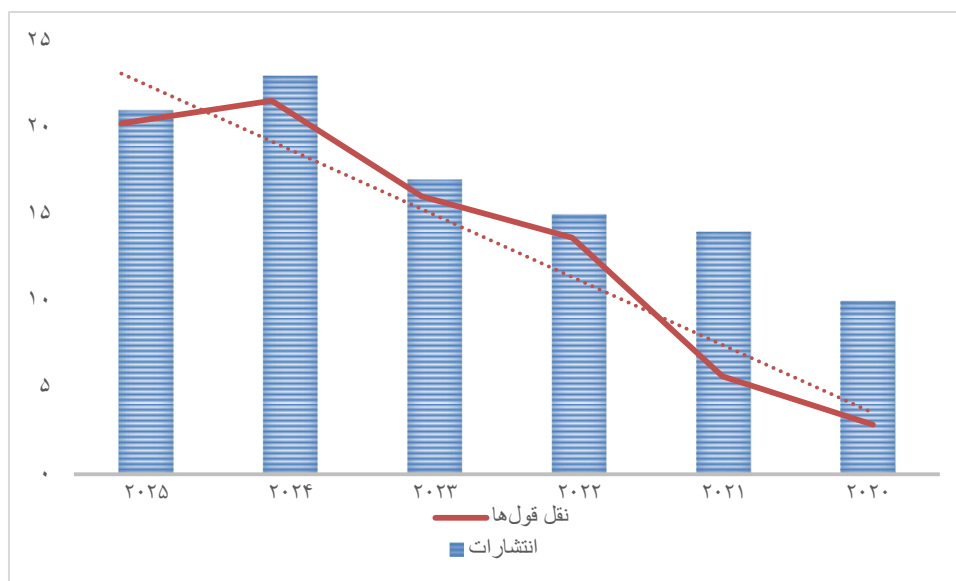
روندهای انتشار

شکل (۲)، روند زمانی مقالات منتشرشده و میزان استناد به آنها را در بازه زمانی ۲۰۲۰ تا ۲۰۲۵ به تصویر می‌کشد.

این تحلیل دو محور اساسی دارد: تعداد انتشارات علمی به‌عنوان نمایانگر کمی تولید دانش، و تعداد استنادها به‌عنوان شاخصی از تأثیرگذاری علمی. از سال ۲۰۲۰، آغاز یک رشد تدریجی قابل توجه مشاهده می‌شود؛ به‌طوری‌که با ثبت حدود ۲۷ مقاله، نقطه شروع حرکت به سوی بلوغ علمی در این زمینه رقم خورد. این رشد در سال‌های ۲۰۲۱ و ۲۰۲۲ ادامه یافت و به ترتیب با انتشار حدود ۳۸ و ۴۱ مقاله همراه شد. این روند افزایشی احتمالاً ناشی از رشد توجه بین‌المللی به مفاهیم مرتبط با دیجیتالی‌شدن خدمات شهری، بهره‌برداری از داده‌های کلان در مدیریت شهر و چرخش سیاست‌های مدیریت شهری به سمت داده‌محوری و اتوماسیون بوده است.

نقطه عطف این روند در سال ۲۰۲۴ قابل مشاهده است؛ جایی که بیشترین تعداد انتشارات (بیش از ۶۰ مقاله) و بالاترین میزان استناد (نزدیک به ۱۹۰۰ استناد) ثبت شده است. این اوج‌گیری در کمیت و کیفیت می‌تواند از چند منظر مورد توجه قرار گیرد. نخست، تثبیت موضوع «هوش مصنوعی در شهر هوشمند» به‌عنوان یکی از حوزه‌های راهبردی در تحقیقات علوم میان‌رشته‌ای، به‌ویژه در تقاطع مهندسی فناوری، برنامه‌ریزی شهری، داده‌کاوی و علوم اجتماعی. دوم، افزایش سرمایه‌گذاری و حمایت دولتی و بین‌المللی از پروژه‌های شهری فناورمحور در دوران پساکرونا که خود زمینه‌ساز بروز نوآوری‌های پژوهشی و راهکارهای عملیاتی در شهرهای بزرگ بوده است. سوم، رشد چشمگیر مجلات علمی تخصصی در حوزه هوش مصنوعی و شهر هوشمند که امکان انتشار و تبادل گسترده‌تر دانش را فراهم ساخته است؛ با این حال، در سال ۲۰۲۵، هر دو شاخص انتشار و استناد با افت همراه بوده‌اند. تعداد مقالات به حدود ۵۷ مقاله کاهش یافته و میزان استنادها نیز نسبت به سال پیش از آن افت دارد. این کاهش را می‌توان به عوامل متعددی نسبت داد. از جمله مهم‌ترین آن‌ها، تغییر واژگان کلیدی در این حوزه است؛ برای نمونه، موضوعاتی مانند «دوقلوی دیجیتالی، شهرهای متاورس، یادگیری فدرال، هوش مصنوعی لبه‌ای و سیستم‌های هوشمند انعطاف‌پذیر» که به‌تازگی در ادبیات علمی مورد توجه قرار گرفته‌اند. همچنین، تأخیر زمانی در ثبت و نمایه‌سازی استنادهای مقالات سال جاری، یکی از عوامل شناخته‌شده در تحلیل‌های کتاب‌سنجی است که می‌تواند منجر به کاهش موقتی داده‌ها شود. علاوه بر آن، ممکن است موضوعات جایگزین یا مکمل، مانند شهرهای مبتنی بر بلاک چین یا مدیریت شهری با کمک فناوری‌های وب، توجه پژوهشگران را به خود جلب کند و تمرکز بر «هوش مصنوعی و شهر هوشمند» به‌صورت محدودتری ادامه یافته باشد.

تحلیل هم‌زمان دو شاخص انتشار و استناد نشان می‌دهد که بیشترین بهره‌وری علمی در فاصله زمانی ۲۰۲۱ تا ۲۰۲۴ رخ داده است. در این سال‌ها نه تنها تعداد مقالات افزایش یافته، کیفیت آن‌ها نیز به‌واسطه میزان بالای استنادها قابل توجه است. این موضوع نشان می‌دهد که تحقیقات منتشرشده در این بازه زمانی دارای نوآوری علمی، عمق مفهومی و ارتباط کاربردی بیشتری بوده‌اند؛ در نتیجه، می‌توان این سال‌ها را دوره «بلوغ پژوهشی» این حوزه قلمداد کرد.



شکل (۲). روند زمانی انتشارات و استنادها (منبع: نگارندگان)

Figure (2). Time trend of publications and citations (Source: Authors)

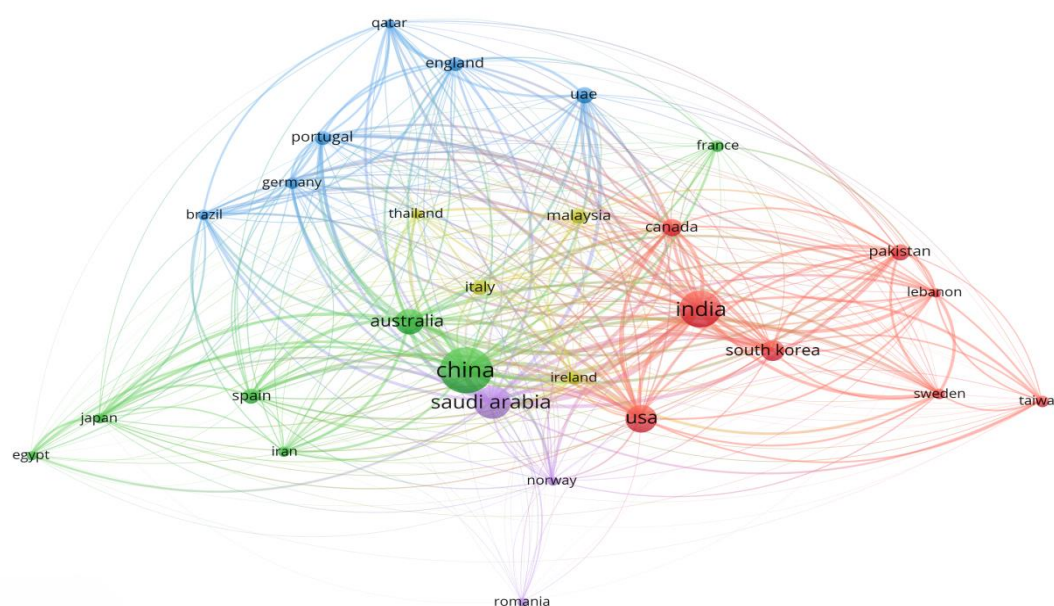
از منظر راهبردی، بررسی این روند برای پژوهشگران، تصمیم‌گیران شهری، و سیاست‌گذاران علم و فناوری حائز اهمیت است. روند فعلی نشان می‌دهد که «هوش مصنوعی در مدیریت شهری» به یکی از محورهای مهم تحول دیجیتال تبدیل می‌شود و ظرفیت بالایی برای پژوهش‌های آینده دارد.

تحلیل نوع اسناد و کشورها

ساختار انتشارات علمی در این حوزه از الگوی خاصی پیروی می‌کند که بازتاب‌دهنده مراحل مختلف تکامل این حوزه پژوهشی است. مقالات پژوهشی با سهم ۵۸,۶۷ درصدی (مورد ۱۵۹) به‌وضوح جایگاه مسلطی در ادبیات این حوزه دارند. این برتری قابل توجه نشان‌دهنده آن است که محققان عمدتاً بر توسعه راهکارهای عملی و حل چالش‌های ملموس شهرهای هوشمند از طریق فناوری‌های هوش مصنوعی تمرکز کرده‌اند. چنین تمرکزی طبیعی به نظر می‌رسد؛ زیرا شهرهای هوشمند به‌عنوان محیط‌های پیچیده و چندبعدی، نیاز مبرمی به راهکارهای فناورانه و کاربردی دارند. در کنار این حجم گسترده از پژوهش‌های اصیل، مقالات کنفرانسی با سهم ۲۲,۸۸ درصدی (مورد ۶۲) نشانگر پویایی و تحول سریع این حوزه است. سرعت بالای پیشرفت‌های فناورانه در زمینه هوش مصنوعی و نیاز به تبادل سریع یافته‌ها، محققان را ترغیب می‌کند تا نتایج اولیه تحقیقات خود را در مجامع علمی تخصصی ارائه دهند. این امر به ویژه در حوزه‌های فناورانه که سرعت تحولات بسیار بالا است، امری رایج و ضروری محسوب می‌شود. سهم ۱۴,۰۲ درصدی مقالات مروری (مورد ۳۸) نشانه دیگری از بلوغ نسبی این حوزه پژوهشی است. با انباشت حجم درخور توجهی از پژوهش‌های تجربی، نیاز به سنتز و یکپارچه‌سازی یافته‌های پراکنده به تدریج احساس شده است. مقالات مروری با ارائه دیدگاه‌های تحلیلی و انتقادی، به تدوین چارچوب‌های مفهومی جامع‌تر کمک می‌کنند.

وجود ۹ مورد پیش انتشار (۳,۳۲٪) نیز بیانگر شتاب روزافزون در تولید دانش و رقابت شدید محققان برای انتشار سریع‌ترین یافته‌ها در این حوزه استراتژیک است. این امر به‌ویژه در زمینه‌های فناورانه که سرعت تحولات بسیار بالا است، پدیده‌ای قابل انتظار محسوب می‌شود. درمقابل، سهم نسبتاً محدود فصول کتاب (۱,۱۱٪) نشان می‌دهد که این حوزه هنوز در مراحل اولیه تدوین مبانی نظری جامع قرار دارد. چنین الگویی در حوزه‌های نوظهور کاملاً طبیعی است؛ زیرا معمولاً ابتدا حجم زیادی از پژوهش‌های تجربی انجام می‌شود و سپس به تدریج چارچوب‌های نظری قوی‌تری شکل می‌گیرد.

داده‌های ارائه‌شده از توزیع جغرافیایی تولیدات علمی در پایگاه وب آو ساینس نشان‌دهنده الگوی جالب و درخور تأملی از قدرت‌های علمی نوظهور و سنتی است (شکل ۳). چین با سهم ۳۰ درصدی (۳۶ مقاله) به‌وضوح جایگاه خود را به‌عنوان ابرقدرت علمی جهان تثبیت کرده است. این برتری قابل توجه احتمالاً نتیجه ترکیبی از عوامل مختلفی شامل سرمایه‌گذاری کلان در تحقیق و توسعه، سیاست‌های حمایتی دولت، و شبکه گسترده همکاری‌های بین‌المللی علمی است. هند با ۹,۱۷٪ سهم (۱۱ مقاله) اگرچه در جایگاه دوم قرار دارد، فاصله معناداری با چین نشان می‌دهد که بیانگر چالش‌های ساختاری این کشور در تبدیل پتانسیل علمی به تولیدات پژوهشی باکیفیت است. عملکرد مطلوب عربستان سعودی با ۸,۳۳٪ سهم (۱۰ مقاله) است. کره جنوبی نیز با ۷,۵٪ سهم (۹ مقاله) حضور پررنگی دارد که همخوان با سنت قوی این کشور در سرمایه‌گذاری بر فناوری‌های پیشرفته است. همچنین، ایران با مشارکت در انتشار ۶ مقاله (معادل ۵ درصد)، حضوری نسبتاً معنادار در تولید دانش مرتبط با شهر هوشمند مبتنی بر هوش مصنوعی از خود نشان داده است. اگرچه این میزان کمتر از کشورهای پیشرو آسیایی است، نشان‌دهنده تلاش مستمر و جهت‌گیری نظام علمی کشور به‌سوی توسعه پژوهش‌های فناورمحور و میان‌رشته‌ای در حوزه‌های نوظهور شهری است. این حضور می‌تواند مبنایی برای ارتقای جایگاه علمی ایران در عرصه بین‌المللی باشد؛ مشروط بر آنکه موانعی نظیر محدودیت تعاملات علمی بین‌المللی، کمبود منابع مالی پایدار مرتفع شود. از این منظر، تقویت همکاری‌های علمی بین‌المللی، تمرکز بر پروژه‌های کاربردی در حوزه هوش مصنوعی شهری، و ایجاد سازوکارهای پشتیبان برای ارتقای کیفیت تولیدات علمی می‌تواند راهبردی مؤثر برای ارتقای سهم و تأثیرگذاری ایران در این حوزه باشد. این توزیع جغرافیایی به‌وضوح نشان‌دهنده تغییر مراکز ثقل علمی جهان به سمت آسیا و کاهش نسبی سهم کشورهای غربی سنتی در تولید علم است.

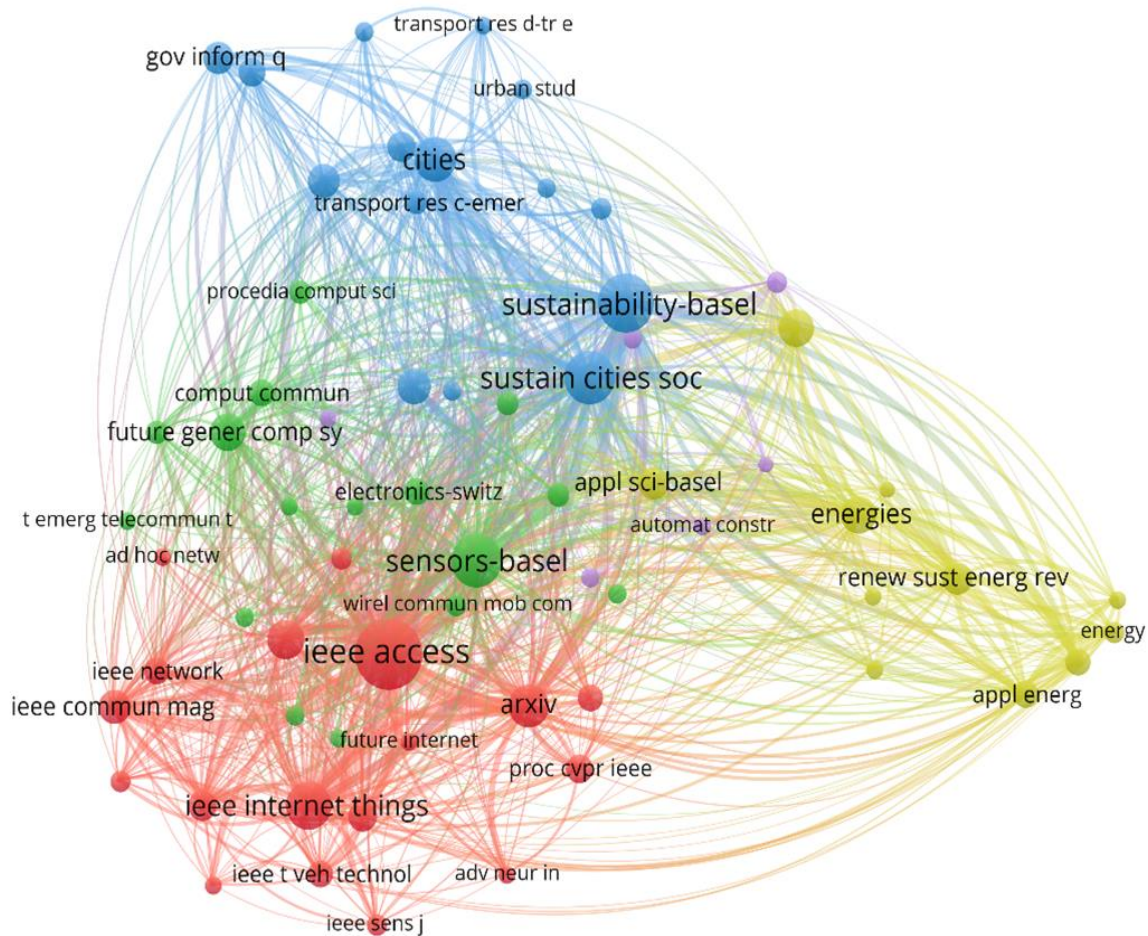


شکل (۳). کشورهای پیشرو در توسعه ادبیات تحقیق و ارتباطات متقابل آنها (منبع: نگارندگان)

Figure (3). Leading countries in the development of research literature and their mutual connections
(Source: Authors)

مجلات پیشرو

در این مطالعه به منظور شناسایی و تحلیل بنیان‌های دانشی شکل‌دهنده به حوزه «هوش مصنوعی در شهر هوشمند»، از تکنیک تحلیل هم‌استنادی منابع (تحلیل هم‌استنادی) بهره گرفته شد. این روش تحلیلی یکی از ابزارهای رایج در علم‌سنجی و تحلیل علم است که با بررسی میزان استناد منابع علمی در مقالات، به شناسایی پیوندهای مفهومی و تاریخی میان آثار کلیدی در یک حوزه می‌پردازد. به عبارت دیگر، این تحلیل به ما کمک می‌کند تا دریابیم چه منابعی بیشترین تأثیر را در شکل‌گیری گفتمان علمی درباره کاربردهای هوش مصنوعی در توسعه شهرهای هوشمند داشته‌اند و این منابع چگونه به صورت شبکه‌ای در کنار یکدیگر بنیان‌های نظری و تجربی این حوزه را شکل داده‌اند. برای انجام این تحلیل، از گزینه‌ی «استناد شده» در نرم‌افزار تخصصی استفاده شد که یکی از ابزارهای پیشرفته در تحلیل هم‌استنادی و ترسیم نقشه‌های علم‌سنجی محسوب می‌شود. آستانه نمایش منابع براساس تعداد دفعات استناد، روی عدد ۲۸ تنظیم شد که در نتیجه، ۶۶ منبع پر ارجاع در تحلیل نهایی لحاظ شدند. تحلیل هم‌استنادی حاصل، شبکه‌ای از مجلات علمی، گزارش‌ها و منابع مرجع را به نمایش می‌گذارد که هر یک، به‌طور مستقیم یا غیرمستقیم در توسعه گفتمان‌های علمی مرتبط با هوش مصنوعی، زیرساخت‌های فناورانه، حکمرانی شهری، پایداری، و شهرهای هوشمند نقش ایفا کرده‌اند. نقشه خروجی که در شکل ۴ ارائه شده است، به‌وضوح ارتباطات مفهومی میان منابع کلیدی را در قالب گره‌ها و پیوندهای هم‌استنادی نمایش می‌دهد. هر گره معرف یک منبع است و اندازه‌ی آن با میزان استناد دریافتی تناسب دارد؛ ضخامت پیوندها نیز نمایانگر قدرت ارتباط میان منابع است؛ درحالی‌که رنگ‌بندی خوشه‌ها نشان‌دهنده گروه‌های موضوعی متمایز در ساختار دانشی این حوزه است.



شکل (۴). منابع پیشرو (منبع: نگارندگان)

Figure (4). Leading sources (Source: Authors)

در قلب این نقشه، پنج خوشه موضوعی اصلی تفکیک پذیرند که هر یک به یکی از زیرحوزه‌های مهم این رشته میان‌رشته‌ای اشاره دارند. خوشه نخست، با رنگ قرمز، متشکل از مجلاتی چون IEEE Internet of Things Journal، IEEE Access، IEEE Communications Magazine و IEEE Network است. این مجلات عموماً در حوزه‌های فناوری اطلاعات، مخابرات هوشمند، زیرساخت‌های اینترنت اشیاء و ارتباطات بی‌سیم فعالیت دارند. حضور پررنگ این مجلات در نقشه نشان‌دهنده جایگاه محوری فناوری‌های زیرساختی در توسعه هوشمندسازی شهری و به‌کارگیری الگوریتم‌های هوش مصنوعی در مدیریت داده‌های شهری است. این خوشه بازتاب‌دهنده بنیان‌های فنی پروژه‌های شهر هوشمند و بستر پیاده‌سازی سیستم‌های خودکار و یادگیری ماشین در مقیاس شهری است. خوشه دوم، با رنگ آبی، بر مجلات حوزه برنامه‌ریزی شهری، حمل‌ونقل و مطالعات شهری تمرکز دارد. مجلاتی همچون Urban Studies، Transportation Research Part D و Government Information Quarterly در این گروه جای گرفته‌اند. این خوشه بیانگر پیوند مفهومی میان مطالعات شهری و سیاست‌گذاری با فناوری‌های هوشمند است. وجود استادهای مشترک میان این مجلات و خوشه قرمز، بیانگر اهمیت فزاینده ارتباط میان دو حوزه «فناوری» و «برنامه‌ریزی شهری»

است. درواقع، برای تحقق شهر هوشمند، نه تنها به الگوریتم‌ها و داده‌کاوی نیاز است، فهم عمیق از رفتارهای شهری، پایداری، عدالت فضایی و سیاست‌گذاری نیز ضروری است.

خوشه سوم با رنگ زرد، نماینده‌ی حوزه‌ی پایداری، انرژی و محیط‌زیست در بستر شهری است. مجلات شاخصی مانند (Renewable & Sustainable Energies, Sustainable Cities and Society, Sustainability (Basel) در این گروه قرار دارند. تمرکز این منابع بر تحلیل‌های بین‌رشته‌ای در حوزه انرژی، منابع تجدیدپذیر، بهره‌وری انرژی و پایداری زیست‌محیطی است. این خوشه به وضوح نشان می‌دهد که در ادبیات علمی مربوط به شهر هوشمند، جنبه‌های زیست‌محیطی به یک دغدغه بنیادین بدل شده‌اند و پیاده‌سازی هوش مصنوعی در مدیریت انرژی، ساختمان‌های سبز، شبکه‌های توزیع انرژی هوشمند و سیستم‌های پایش محیطی یکی از اولویت‌های اصلی پژوهشگران است. خوشه چهارم، با رنگ سبز، ماهیتی میان‌رشته‌ای و محاسباتی دارد و مجلاتی مانند Future Electronics, Ad Hoc Networks, Computer Communications, Generation Computer Systems (Switzerland) را در بر می‌گیرد. این خوشه به موضوعاتی چون رایانش ابری، سیستم‌های پردازش توزیع‌شده، ارتباطات محلی درون شبکه‌ای و معماری‌های نرم‌افزاری می‌پردازد. این مجلات، نقش مکملی برای خوشه قرمز ایفا می‌کنند و عمدتاً زیرساخت‌های پردازشی لازم برای کاربردهای هوش مصنوعی در بستر شهری را فراهم می‌کنند. پژوهش‌هایی که در مرزهای مشترک میان علوم کامپیوتر و شهرسازی حرکت می‌کنند، عمدتاً به این منابع ارجاع داده‌اند. درنهایت، خوشه بنفش که مجلاتی مانند Automation in Construction, Applied Sciences (Basel) و Electronics را شامل می‌شود، به بررسی کاربردهای مهندسی و ساختاری هوش مصنوعی در شهر هوشمند می‌پردازد. این خوشه گرایش مشخصی به کاربردهای عملی و مهندسی‌شده دارد و بیش از سایر گروه‌ها، پیوند میان طراحی شهری، ساخت‌وساز هوشمند و سیستم‌های خودکار مبتنی بر یادگیری ماشین را منعکس می‌کند.

در نگاه کلان، مجلاتی همچون IEEE Access, Sustainability (Basel) و Sustainable Cities and Society به‌عنوان گره‌های مرکزی شبکه ظاهر شده‌اند. این گره‌ها نه تنها دارای بیشترین تعداد پیوندها هستند، به‌عنوان منابعی با استاندارد بالا و هم‌رخدادی زیاد در پژوهش‌های میان‌رشته‌ای شناخته می‌شوند. این مسئله نشان‌دهنده موقعیت استراتژیک این منابع در فضای علمی و پیشنهاد منطقی برای پژوهشگران در انتخاب محل انتشار مقالات آینده است. همچنین، تحلیل خطوط ارتباطی میان خوشه‌ها (یعنی پیوندهای بین رنگی در گراف هم‌رخدادی) حاکی از همگرایی علمی بین حوزه‌های مختلف است؛ به‌ویژه، ارتباط میان خوشه قرمز (فناوری اطلاعات و ارتباطات) و خوشه زرد (پایداری و انرژی) بیانگر تلاش گسترده پژوهشگران برای ادغام فناوری‌های هوش مصنوعی با ملاحظات زیست‌محیطی و انرژی محور در شهرهای آینده است. از سوی دیگر، ارتباط معنادار بین خوشه آبی (مطالعات شهری و حمل‌ونقل) و خوشه قرمز نیز گواهی بر تمرکز روزافزون بر کاربرد هوش مصنوعی در تحلیل الگوهای رفتاری شهری، مدیریت حمل‌ونقل هوشمند، برنامه‌ریزی مبتنی بر داده و حکمرانی دیجیتال است. خلاصه موارد مطرح‌شده به شرح جدول (۲) است:

جدول (۲). خلاصه منابع پیشرو (منبع: نگارندگان)

Table (2). Summary of leading sources (Source: Authors)

رنگ خوشه	عنوان موضوعی خوشه	مجلات شاخص	حوزه تخصصی/میان‌رشته‌ای	نقش در مطالعات شهر هوشمند و AI
قرمز	فناوری اطلاعات، اینترنت اشیا و مخابرات هوشمند	IEEE Access IEEE Internet of Things IEEE Communications Magazine	IoT، IT، مخابرات، زیرساخت دیجیتال	پشتیبانی از زیرساخت‌های هوشمند، ارتباطات شهری
آبی	برنامه‌ریزی شهری، حمل‌ونقل و مطالعات شهری	Cities Urban Studies، Transportation Res D، Government Information Quarterly	شهرسازی، سیاست‌گذاری، مطالعات شهری، حمل‌ونقل هوشمند	کاربرد AI در برنامه‌ریزی و حکمرانی شهری
سبز	رایانش توزیع‌شده، شبکه‌ها و سیستم‌های محاسباتی	Future Generation Computer Systems، Computer Communications، Electronics (Switzerland)	علوم رایانه، ارتباطات، سیستم‌های نرم‌افزاری	تأمین توان محاسباتی برای پیاده‌سازی الگوریتم‌های AI
زرد	پایداری، انرژی و محیط زیست	Sustainability، Sustainable Cities & Society, Energies	انرژی، توسعه پایدار، محیط زیست شهری	بهینه‌سازی مصرف انرژی، ارتقاء تاب‌آوری زیست‌محیطی
بنفش	کاربردهای مهندسی، ساخت‌وساز هوشمند	Applied Sciences، Automation in Construction	مهندسی عمران، ساخت‌وساز هوشمند، مدل‌سازی	اجرای AI در زیرساخت‌سازی و ساخت‌وساز شهری

نتایج تحلیل داده‌های علمی و دسته‌بندی نشریات و کنفرانس‌های معتبر داخلی نشان می‌دهد که ادبیات پژوهشی ایران در حوزه «شهر هوشمند و هوش مصنوعی» در قالب پنج خوشه اصلی نام‌گذاری شده این پژوهش قابل سازمان‌دهی است. در خوشه «فناوری اطلاعات، اینترنت اشیا و مخابرات هوشمند»، نشریاتی مانند فصلنامه سیستم‌های فازی و کاربردها و فصلنامه هوش مصنوعی و داده‌کاوی به همراه کنفرانس‌هایی همچون کنفرانس بین‌المللی مخابرات ایران (IST) و کنفرانس برق ایران (ICEE) نقش مهمی در پوشش مباحث زیرساختی، امنیت شبکه و ارتباطات هوشمند ایفا می‌کنند. در مقابل، خوشه «برنامه‌ریزی شهری، حمل‌ونقل و مطالعات شهری» بیشتر در نشریاتی نظیر مطالعات مدیریت شهری، مطالعات شهر ایرانی – اسلامی و برنامه‌ریزی شهری و منطقه‌ای منعکس شده و محور اصلی آن، استفاده از فناوری‌های نوین برای تصمیم‌گیری داده‌محور و توسعه حمل‌ونقل هوشمند است.

سایر خوشه‌ها نیز ابعاد مکمل این حوزه را شکل می‌دهند؛ به‌طور مثال، در خوشه «رایانش توزیع‌شده و شبکه‌های محاسباتی» مجلاتی مانند مهندسی برق و کامپیوتر ایران و کنفرانس‌هایی نظیر کنفرانس داده‌کاوی ایران بیشتر بر جنبه‌های فنی و محاسباتی شهر هوشمند تمرکز دارند. در خوشه «پایداری، انرژی و محیط زیست» نشریاتی از جمله پژوهش‌های محیط زیست و انرژی‌های تجدیدپذیر و نو جایگاه برجسته‌ای دارند که بیانگر اهمیت تاب‌آوری

زیست محیطی و مدیریت انرژی در شهرهای آینده است. در نهایت، خوشه «کاربردهای مهندسی و ساخت و ساز هوشمند» در مجلاتی چون مهندسی عمران ایران، مهندسی سازه و ساخت و معماری و شهرسازی نمود پیدا کرده و با کنفرانس‌هایی مانند کنفرانس ملی مهندسی عمران، معماری و توسعه شهری همراه است. این گستره موضوعی نشان می‌دهد که ادبیات علمی ایران در حوزه شهر هوشمند ماهیتی میان‌رشته‌ای دارد و از فناوری اطلاعات تا محیط زیست و عمران، اجزای مختلف یک اکوسیستم شهری هوشمند را پوشش می‌دهد.

اسناد پیشرو

تحلیل پیوند کتابشناختی به‌عنوان یکی از روش‌های کلیدی در مطالعات علم‌سنجی به‌کار گرفته شد تا شبکه روابط میان آثار علمی تأثیرگذار در این حوزه را بررسی کند. این روش با تمرکز بر اسناد پژوهشی، امکان شناسایی الگوهای ارتباطی و خوشه‌های موضوعی را فراهم می‌کند. در تنظیمات تحلیلی، آستانه‌های مناسبی برای ورود اسناد در نظر گرفته شد تا از یکسو جامعیت تحلیل حفظ شود و از سوی دیگر تنها آثار با بیشترین تأثیر در شبکه استنادی مورد بررسی قرار گیرند. (جدول ۳)

جدول (۳). اسناد پیشرو (منبع: نگارندگان)

Table (3). Leading documents (Source: Authors)

هدف	اصطلاحات برجسته	سال	نویسندگان	اسناد تأثیرگذار
مدیریت شهری، بهینه‌سازی خدمات	هوش مصنوعی، یادگیری ماشینی، شهرهای هوشمند	2020	Zaib Ullah, Fadi Al-Turjman, Leonardo Mostarda, Roberto Gagliardi	کاربردهای هوش مصنوعی و یادگیری ماشین در شهرهای هوشمند
زیرساخت شهری، حکمرانی پایدار	شهرهای پایدار، فناوری‌های توانمندساز، زیرساخت هوشمند	2020	MA Ahad, S Paiva, G Tripathi, N Feroz	فناوری‌های توانمندساز و شهرهای هوشمند پایدار
امنیت داده‌ها، زیرساخت دیجیتال	بلاکچین، اینترنت اشیا، هوش مصنوعی	2020	Sushil Kumar Singh, Shailendra Rathore, Jong Hyuk Park	هوش بلوکی اینترنت اشیا: معماری هوشمند اینترنت اشیا مبتنی بر بلاکچین با هوش مصنوعی
ساختار حکمرانی، شبکه‌های هوشمند	بلاکچین، هوش مصنوعی، اینترنت اشیا، پایداری	2020	Saurabh Singh, Pradip Kumar Sharma, Byungun Yoon, Mohammad Shojafar, Gi Hwan Cho, In-Ho Ra	همگرایی بلاکچین و هوش مصنوعی در شبکه اینترنت اشیا برای شهر هوشمند پایدار
مدیریت ریسک، چارچوب‌های سیاست‌گذاری اخلاق‌محور	اخلاق هوش مصنوعی، شهرهای هوشمند، مدیریت ریسک، بررسی سیستماتیک	2021	Tan Yigitcanlar, Kevin. Desouza, Luke Butler, Farnoosh Roozkhosh	مشارکت‌ها و خطرات هوش مصنوعی در ساخت شهرهای هوشمندتر: بینش‌هایی از یک بررسی سیستماتیک از ادبیات

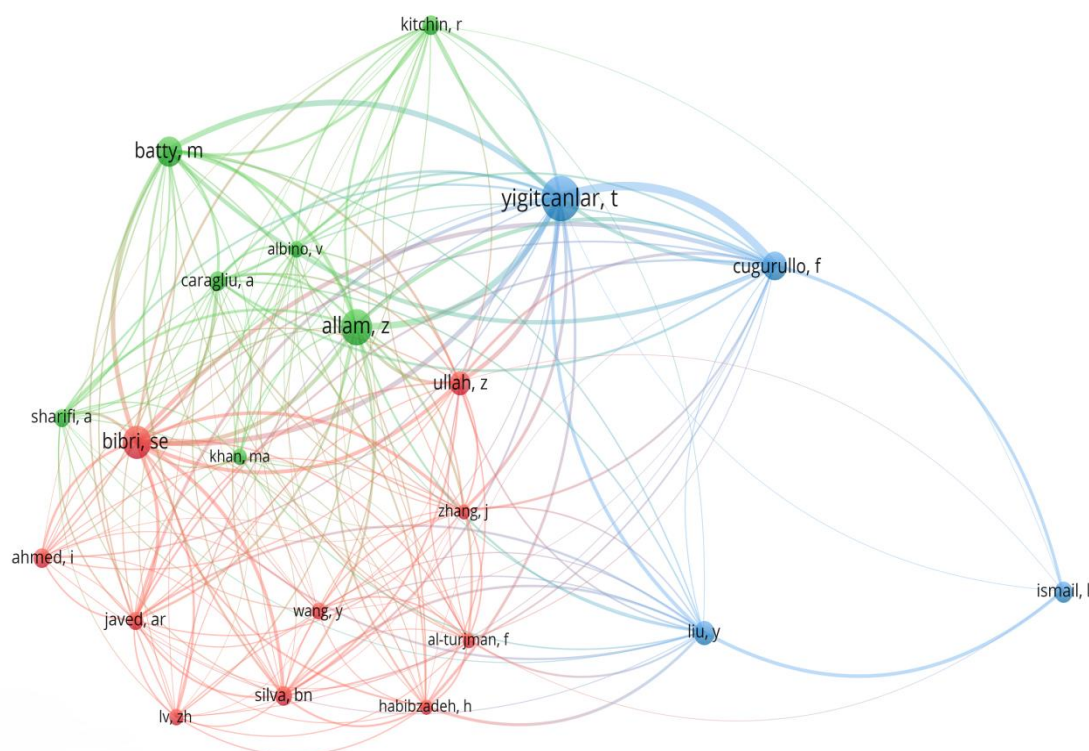
بررسی محتوای این اسناد نشان می‌دهد که بخش چشمگیری از مطالعات پیشرو بر کاربردهای عملی هوش مصنوعی و یادگیری ماشین در مدیریت و بهینه‌سازی خدمات شهری تمرکز داشته‌اند؛ به‌ویژه مقاله یولا و همکاران با تأکید بر استفاده از الگوریتم‌های یادگیری ماشین در بهبود کارایی سیستم‌های شهری، نقش مهمی در جهت‌دهی به پژوهش‌های کاربردمحور این حوزه ایفا کرده است. در کنار این رویکرد، خوشه‌ای از اسناد پیشرو به زیرساخت‌های فناورانه و معماری‌های نوین شهر هوشمند پایدار پرداخته‌اند (Ullah et al., 2020). مطالعات احد و همکاران و همچنین سینگ و همکاران نشان می‌دهند همگرایی فناوری‌هایی نظیر اینترنت اشیا، بلاکچین و هوش مصنوعی به‌عنوان بسترهای توانمندساز، نقش کلیدی در ارتقای امنیت داده‌ها، تاب‌آوری زیرساخت‌ها و حکمرانی پایدار شهری ایفا می‌کند. تکرار مفاهیمی مانند «زیرساخت هوشمند»، «امنیت داده‌ها» و «پایداری» در این اسناد، بیانگر جهت‌گیری فناورانه - ساختاری غالب در ادبیات اولیه این حوزه است (Singh et al., 2020؛ Ahad et al., 2020). از سوی دیگر، حضور مقاله یگیتکنلر و همکاران در میان اسناد پیشرو، نشان‌دهنده چرخش تدریجی ادبیات از رویکرد صرفاً فناورانه به سوی ملاحظات نهادی، اخلاقی و سیاست‌گذاری است. تمرکز این مطالعه بر خطرات، ریسک‌ها و الزامات اخلاق محور هوش مصنوعی در شهرهای هوشمند، بیانگر بلوغ مفهومی حوزه و گسترش دامنه تحلیل‌ها فراتر از کارایی فنی است (Yigitcanlar et al., 2021).

درمجموع، یافته‌های **جدول (۳)** نشان می‌دهد که اسناد پیشرو در حوزه هوش مصنوعی و شهرهای هوشمند، از یک سو بر توسعه و همگرایی فناوری‌های نوین برای بهینه‌سازی سیستم‌های شهری تأکید داشته‌اند و از سوی دیگر، به تدریج به سمت بررسی پیامدهای حکمرانی، پایداری و اخلاقی این فناوری‌ها حرکت کرده‌اند. این الگوی دوگانه، مبنای شکل‌گیری جریان‌های پژوهشی معاصر در این حوزه بوده و چارچوبی مفهومی برای تحلیل شکاف‌های پژوهشی و مسیرهای آینده فراهم می‌سازد.

نویسندگان پیشرو

در این بخش، به بررسی مؤثرترین و پیشگام‌ترین نویسندگان در فرآیند بنیانگذاری و دگرگونی این حوزه پژوهشی پرداخته شد. برای دستیابی به این هدف، از روش تحلیل هم‌استنادی به‌عنوان یک ابزار قدرتمند در مطالعات کتاب‌سنجی استفاده شد. با تعیین حداقل تعداد ۱۸ استناد به‌عنوان معیار ورود پژوهشگران به تحلیل، این روش توانست ۲۱ نویسنده تأثیرگذار را که نقش محوری در شکل‌گیری و تحول این رشته داشته‌اند، شناسایی کند. نتایج این تحلیل که در **شکل ۵** نمایش داده شده است، نشان می‌دهد که این نویسندگان برجسته در سه خوشه اصلی قابل دسته‌بندی هستند. در این نقشه، هر گره نمایانگر یک نویسنده است و خطوط میان گره‌ها میزان هم‌استنادی آنها در مقالات دیگر را نشان می‌دهد. به عبارت دیگر، اگر دو نویسنده به‌طور مکرر در فهرست منابع مقالات دیگر با هم ظاهر شوند، ارتباطی میان آنها ترسیم شده است. این تحلیل به‌ویژه برای کشف ساختار دانشی حوزه، تشخیص اندیشمندان مرجع، و تفکیک مکاتب فکری مختلف بسیار ارزشمند است.

نویسنده اصلی خوشه قرمز، سیمون الیاس بیبری (Simon Elias Bibri) است که به‌عنوان یکی از ارجاع‌شده‌ترین و پرنفوذترین پژوهشگران در حوزه شهر هوشمند پایدار شناخته می‌شود. در کنار او، نویسندگانی چون باگیا ناتالی سیلوا (Bhagya Nathali Silva)، وقاص احمد (Waqas Ahmed)، عبدالرحمن جاوید (Abdul Rehman Javed)، ذیب الله (Zaib Ullah). و جی ژنگ (Zhang, J.) قرار دارند. تمرکز مفهومی این خوشه بیشتر بر استفاده از هوش مصنوعی، اینترنت اشیا و تحلیل داده‌ها برای پایداری زیست‌محیطی، کارایی انرژی، حمل‌ونقل هوشمند و سیاست‌گذاری فناوریانه در مقیاس شهری است. تکرار بالای هم‌استنادی این نویسندگان در مقالات مختلف نشان می‌دهد که آنها مرجع کلیدی برای پژوهش‌هایی با رویکرد تکنولوژیک - کاربردی به شهر هوشمند هستند. در خوشه سبز، نویسندگانی چون مایکل بتی (Michael Batty)، ظهیر علام (Zaheer Allam)، آندره‌آ کاراگلیو (Andrea Caragliu)، راب کیچین (Rob Kitchin)، و ویتو آلبینو (Vito Albino) به‌صورت هم‌استناد مکرر در منابع ظاهر شده‌اند. تمرکز این نویسندگان عمدتاً بر ابعاد مفهومی و نظری شهر هوشمند است؛ از جمله تئوری‌های توسعه شهری هوشمند، شهرهای هوشمند در بستر عدالت اجتماعی، سیاست‌های نوآورانه در طراحی شهری، و کاربرد داده‌های کلان در تحلیل شهری. گره‌های این خوشه معمولاً به‌عنوان منابع نظری پایه در تحقیقات مربوط به مدل‌سازی داده‌محور و چارچوب‌های شهر هوشمند استفاده می‌شوند.



شکل (۵). نویسندگان پیشرو (منبع: نگارندگان)

Figure (5). Leading authors (Source: Authors)

خوشه آبی با نویسنده برجسته تان ییگیتجانلار (Tan Yigitcanlar) در مرکز آن شناخته می‌شود. به سایر نویسندگان این خوشه، از جمله فدریکو کوگورولو (Federico Cugurullo)، یی‌هنگ لیو (Yiheng Liu) و لایلا اسماعیل (Leila Ismail) بیشتر در مقالاتی به صورت هم‌زمان استناد شده است که بر آینده‌پژوهی شهری، ارزیابی انتقادی از مفهوم شهر هوشمند، ریسک‌های اجتماعی فناوری‌های شهری و همگرایی پایداری با نوآوری‌های دیجیتال تمرکز دارند. این خوشه به‌نوعی پل میان دیدگاه‌های انتقادی و سیاست‌گذاری آینده‌محور در شهرهای هوشمند محسوب می‌شود.

حوزه‌های موضوعی پژوهش و تحول آنها

تحلیل مطالعات بین‌المللی

تحلیل هم‌رخدادی، تکنیکی است که از اصطلاحات به‌کاررفته در عنوان، چکیده و کلیدواژه‌ها بهره می‌برد تا موضوعات اصلی و پیوندهای میان آنها را در یک حوزه مطالعاتی مشخص نشان دهد. از طرفی با بهره‌گیری از قابلیت تحلیل هم‌رخدادی اصطلاحات در نرم‌افزار تخصصی، به استخراج و شناسایی نظام‌مند مهم‌ترین حوزه‌های موضوعی و روندهای اصلی پژوهشی پرداخته شد که در متون علمی مرتبط با هوش مصنوعی در بستر شهر هوشمند تکرار و برجسته شده‌اند. این تحلیل کمک کرد تا شبکه‌ای از مفاهیم کلیدی، پیوندهای میان آنها و اولویت‌های تحقیقاتی نوظهور را در این حوزه میان‌رشته‌ای شناسایی و تبیین شود. چگونگی چینش و ارتباط میان اصطلاحات غالب، این امکان را فراهم می‌سازد تا مفاهیم هم‌بسته و مرتبط در متون منتخب شناسایی، تحلیل و به‌صورت خوشه‌های مفهومی گروه‌بندی شوند. نتایج این تحلیل منجر به شناسایی شش خوشه اصلی پژوهشی در حوزه مورد بررسی شد (شکل ۶). در این نمودار، اندازه هر گره نشان‌دهنده فراوانی به‌کارگیری آن واژه یا کلیدواژه در مقالات است؛ درحالی‌که ضخامت پیوندهای میان گره‌ها بیانگر میزان شدت و قدرت هم‌رخدادی یا ارتباط مفهومی بین آنها در ادبیات علمی منتخب است. این ساختار بصری، درک عمیق‌تری از ساختار دانش و پیوندهای موضوعی در حوزه هوش مصنوعی و شهر هوشمند ارائه می‌دهد.

با بررسی دقیق نقشه هم‌رخدادی مفاهیم کلیدی در ادبیات مرتبط، می‌توان شش خوشه مفهومی متمایز را شناسایی کرد. این خوشه‌ها که هرکدام با رنگی متفاوت مشخص شده‌اند، نمایانگر ساختار مفهومی، پژوهشی و فناورانه حوزه هوش مصنوعی در بافت شهری هوشمند هستند. هر خوشه با تمرکز بر دسته‌ای از مفاهیم هم‌پدیدار، به یکی از ابعاد کلیدی شهر هوشمند و نقش فناوری‌های نوین در شکل‌دهی آن اشاره دارد.

هسته اصلی شبکه با خوشه‌ای به رنگ آبی تیره مشخص شده است که مفاهیمی چون «شهر هوشمند»، «مدل»، «شهر» و «شبکه‌ها» را در بر دارد. این خوشه را می‌توان به‌عنوان «هسته مفهومی شهر هوشمند» معرفی کرد. مفاهیم موجود در این بخش، به‌نوعی بنیان‌گذار سایر خوشه‌ها هستند و ماهیتی مفهومی، ساختاری و نظری دارند. در این بخش، تعریف شهر هوشمند، ساختارهای مدل‌سازی، چارچوب‌های شبکه‌ای و جایگاه داده‌ها به‌عنوان عناصر کلیدی توسعه شهری نوین، بررسی می‌شود. این خوشه در مرکز نقشه قرار دارد و با سایر خوشه‌ها پیوندهای گسترده‌ای دارد که نشان‌دهنده نقش محوری آن در ادبیات شهر هوشمند است.

در سمت پایین تصویر، خوشه‌ای با طیف آبی روشن دیده می‌شود که حول مفاهیمی چون «حمل‌ونقل»، «مدیریت ترافیک»، «برنامه‌ریزی»، «خودروها» و «سیستم‌های بلادرنگ» شکل گرفته است. این خوشه بیانگر کاربردهای عملی هوش مصنوعی در حوزه حمل‌ونقل و برنامه‌ریزی شهری است و با عنوان «حمل‌ونقل هوشمند و سیستم‌های بلادرنگ» قابل معرفی است. تمرکز این بخش بر بهره‌گیری از الگوریتم‌های هوشمند برای بهینه‌سازی جریان ترافیک، کاهش زمان سفر، طراحی مسیرها و همچنین تحلیل و پیش‌بینی در زمان واقعی است. این خوشه نشان می‌دهد که زیرساخت حمل‌ونقل یکی از نخستین بسترهایی است که پذیرای فناوری‌های هوشمند شده و زمینه‌ای برای تجربه عملی هوش مصنوعی در سطح شهر فراهم کرده است.

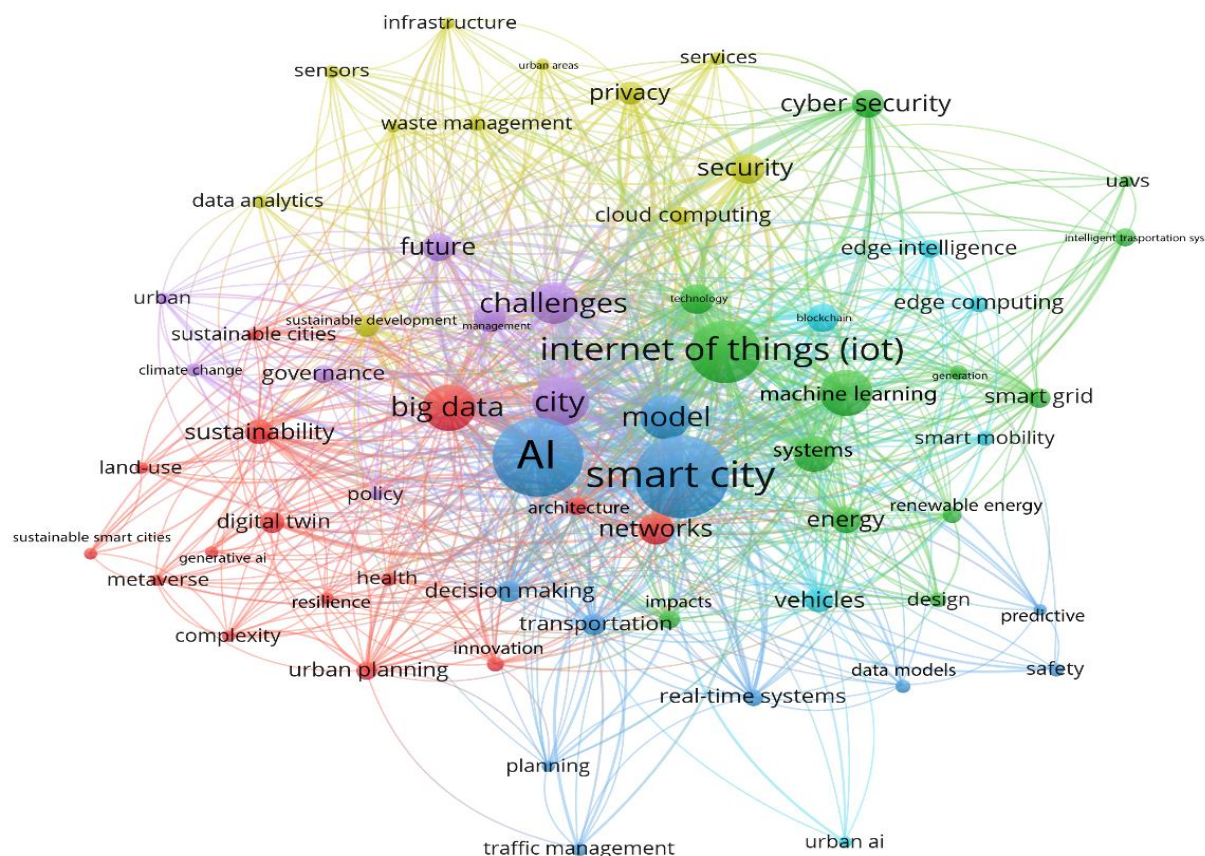
در سمت راست تصویر، خوشه‌ای با رنگ سبز نمایان است که شامل مفاهیمی چون «اینترنت اشیا»، «امنیت سایبری»، «فضای ابری»، «شبکه هوشمند» و «تحرك هوشمند» است. این خوشه را می‌توان «فناوری‌های نوین و زیرساخت‌های هوشمند» نامید. این بخش، بازتابی از زیرساخت‌های فناورانه‌ای است که امکان شکل‌گیری شهر هوشمند را فراهم کرده‌اند. حضور مفاهیمی مانند اینترنت اشیا و محاسبات لبه‌ای نشان‌دهنده تحولی در شیوه جمع‌آوری، انتقال و پردازش داده‌هاست، که در تعامل مستقیم با سیستم‌های حمل‌ونقل، انرژی و ارتباطات قرار دارد. همچنین، مفهوم امنیت سایبری در این خوشه برجسته است؛ زیرا افزایش سطح هوشمندی شهرها، نیاز به حفاظت از داده‌ها و زیرساخت‌های حیاتی را افزایش داده است.

در سمت چپ تصویر، خوشه‌ای با رنگ قرمز قرار دارد که مفاهیمی نظیر «کلان‌داده»، «پایداری»، «کاربری زمین»، «سلامت» و «سیاست‌گذاری» را شامل می‌شود. این خوشه با عنوان «پایداری داده‌محور و مدل‌سازی شهری» قابل تعریف است و بر پیوند بین تحلیل‌های داده‌محور، سیاست‌گذاری هوشمند و پایداری محیطی تأکید دارد. مفهوم «دوقلوی دیجیتال» در این بخش نقشی کلیدی ایفا می‌کند؛ به این معنا که با ساخت نسخه‌های دیجیتالی از سیستم‌های شهری، امکان تحلیل، شبیه‌سازی و پیش‌بینی مسائل مختلف در بستر شهر فراهم می‌شود. همچنین، توجه به سیاست‌گذاری شهری مبتنی بر داده و برنامه‌ریزی پایدار از دیگر ویژگی‌های این خوشه است که آن را به یکی از بخش‌های مهم برای حکمرانی هوشمند بدل می‌سازد.

در بخش فوقانی تصویر، خوشه‌ای به رنگ زرد دیده می‌شود که دربرگیرنده مفاهیمی چون «امنیت سایبری»، «حریم خصوصی»، «زیرساخت»، «سرویس‌ها»، «حسگرها» و «تحلیل داده‌ها» است. این خوشه با عنوان «امنیت سایبری و حاکمیت داده» شناخته می‌شود و بُعد حقوقی، اخلاقی و امنیتی شهر هوشمند را بازتاب می‌دهد. با گسترش سنسورها و حجم بالای داده‌های جمع‌آوری‌شده، حفاظت از اطلاعات شخصی شهروندان به یکی از مهم‌ترین چالش‌های پیش‌روی توسعه شهرهای هوشمند تبدیل شده است. این خوشه نشان می‌دهد که رشد فناوری نیازمند پشتیبانی از سوی چارچوب‌های حقوقی، سیاستی و اخلاقی نیز هست تا اعتماد عمومی به پروژه‌های هوشمندسازی حفظ شود.

درنهایت، خوشه‌ای به رنگ بنفش در بخش بالای نقشه دیده می‌شود که مفاهیمی همچون «چالش‌ها»، «حکمرانی»، «آینده»، «شهر پایدار» و «شهری» را شامل می‌شود. این خوشه را می‌توان «آینده‌پژوهی و حکمرانی هوشمند» نامید. تمرکز این بخش بر نگاهی راهبردی و بلندمدت به مسائل شهر هوشمند است؛ نگاهی که چالش‌های اجرایی،

ظرفیت‌های نهادی، و سیاست‌های آینده‌نگر را بررسی می‌کند. واژگانی مانند «آینده» و «چالش‌ها» بازتاب‌دهنده دغدغه‌های پژوهشگران نسبت به تداوم‌پذیری پروژه‌های شهر هوشمند در بلندمدت است. حکمرانی چندسطحی، مشارکت شهروندی، و تطابق‌پذیری سیاست‌ها با تغییرات فناورانه از دیگر ابعاد مهم این خوشه هستند.



شکل (۶). نقشه خروجی تحلیل هم‌رخدادی اصطلاحات (منبع: نگارندگان)

Figure (6). Output map of term co-occurrence analysis (Source: Authors)

تحليل مطالعات داخل کشور

در ادامه برای بررسی مطالعات و مقالات فارسی و مقایسه و تطبیق آنها با خوشه‌های تحلیل هم‌رخدادی تعداد ۱۲ مقاله داخلی منتشر شده از سال ۱۴۰۰ تا ۱۴۰۴ در جدولی تدوین شد. این مقالات از نظر محتوایی، ساختار پژوهش و حیطه‌های کاربردی هوش مصنوعی در شهر هوشمند تحلیل شده‌اند. **جدول ۴** تلاش دارد تا با ارائه اطلاعات کلیدی همچون سال انتشار، نویسندگان، عنوان مقاله، منبع انتشار و دسته‌بندی موضوعی، تصویری جامع از وضعیت پژوهش‌های داخلی در حوزه «شهر هوشمند مبتنی بر هوش مصنوعی» ارائه دهد. در این جدول، تطبیق هر مقاله با یکی از محورهای اصلی شامل: فناوری‌های نوین و زیرساخت‌های هوشمند، آینده‌پژوهی و حکمرانی هوشمند، حمل‌ونقل هوشمند، امنیت سایبری، مدل‌سازی داده‌محور و هسته مفهومی شهر هوشمند انجام شده است.

جدول (۴). تطبیق مقالات فارسی با حوزه‌های تحلیل هم‌رخدادی (منبع: نگارندگان)

Table (4). Matching Persian articles with co-occurrence analysis areas (Source: Authors)

ردیف	عنوان مقاله	سال	نویسندگان	منبع (ژورنال یا کنفرانس)	خوشه موضوعی
۱.	پیش‌بینی اثرات هوش مصنوعی بر برنامه‌ریزی شهری با روش آینده‌پژوهی	۱۴۰۴	سیدجعفر اندرزا	کنفرانس حکمرانی نوین	آینده‌پژوهی و حکمرانی هوشمند
۲.	بررسی تأثیر هوش مصنوعی در برنامه‌ریزی شهری و شهر هوشمند	۱۴۰۴	قیصری و سالورزی‌زاده	کنفرانس چشم‌انداز آینده شهرها	فناوری‌های نوین و زیرساخت‌های هوشمند
۳.	هوش مصنوعی برای خودمختاری شهری اراک	۱۴۰۴	گودرزی و میرزایی	نشریه پژوهش‌های جغرافیای برنامه‌ریزی شهری	امنیت سایبری و حکمرانی هوشمند
۴.	کاربرد هوش مصنوعی در شهرهای هوشمند: یک مرور نظام‌مند با استفاده از روش ترتیبی	۱۴۰۴	انتظاریان و مهرآیین	پژوهشنامه پردازش و مدیریت اطلاعات	فناوری‌های نوین و زیرساخت‌های هوشمند
۵.	نقش فناوری‌های دیجیتال (اینترنت اشیا و هوش مصنوعی) در توسعه شهرهای هوشمند و لجستیک پایدار	۱۴۰۳	علی‌یاری	کنفرانس بین‌المللی عمران، معماری، هنر و طراحی شهری	فناوری‌های نوین و زیرساخت‌های هوشمند
۶.	مروری بر کاربرد هوش مصنوعی در حمل و نقل شهری و مدیریت ترافیک	۱۴۰۳	حمیدی	کنفرانس بین‌المللی پژوهش‌های کاربردی در علوم و مهندسی	حمل و نقل هوشمند و سیستم‌های بلادرنگ
۷.	تبیین نقش و جایگاه هوش مصنوعی در برنامه‌ریزی و طرح‌های توسعه شهری	۱۴۰۳	رضایی‌راد و خضری	نشریه پژوهش و برنامه‌ریزی شهری	هسته مفهومی شهر هوشمند
۸.	کاربرد هوش مصنوعی در برنامه‌ریزی شهری	۱۴۰۳	بهزادی‌نژاد	نشریه پژوهش و برنامه‌ریزی شهری	حمل و نقل هوشمند و سیستم‌های بلادرنگ
۹.	به سوی یک تهران هوشمند: استفاده از ماشین لرنینگ برای توسعه پایدار، رشد متوازن و تاب‌آوری	۱۴۰۲	بهدادفر و سمائی	نشریه پژوهش‌های نوین در شهر هوشمند	پایداری داده‌محور و مدل‌سازی شهری
۱۰.	نقش هوش مصنوعی در توسعه شهر هوشمند	۱۴۰۲	رضائیان‌راد و کاظمی	پژوهشنامه شهر هوشمند	هسته مفهومی شهر هوشمند
۱۱.	حوزه‌های کاربردی حاکمیت امنیت داده اینترنت اشیا در شهر هوشمند	۱۴۰۲	غریبی، قرایی، فرجی‌پور، هلیلی	نشریه شهر ایمن	امنیت سایبری و حاکمیت داده
۱۲.	جایگاه هوش مصنوعی در فضاهای شهری	۱۴۰۰	گراوند	نشریه مطالعات کاربردی فنی و مهندسی	هسته مفهومی شهر هوشمند

مرور **جدول ۴** نشان می‌دهد بیشترین تمرکز پژوهش‌ها در سال‌های اخیر بر دو محور «فناوری‌های نوین و زیرساخت‌های هوشمند» و «هسته مفهومی شهر هوشمند» بوده است. این امر بیانگر آن است که ادبیات پژوهشی داخلی همچنان در مرحله نظریه‌پردازی و شناسایی ظرفیت‌های زیرساختی هوش مصنوعی در حوزه شهرسازی قرار دارد. از سوی دیگر، مقالاتی که به موضوعاتی چون حمل و نقل هوشمند، امنیت سایبری و پایداری داده‌محور پرداخته‌اند، نسبتاً کمتر هستند؛ اما می‌توان آنها را نشانگر آغاز حرکت به سوی کاربردهای تخصصی‌تر و اجرایی‌تر هوش مصنوعی در فضای شهری تلقی کرد. نکته مهم دیگر این است که پراکندگی مقالات در منابع مختلف و نبود تمرکز بر یک یا چند ژورنال تخصصی در این زمینه، حاکی از آن است که حوزه «هوش مصنوعی در شهر هوشمند» هنوز به طور کامل در نظام دانشگاهی و نشریات علمی داخلی نهادینه نشده است و نیاز به تقویت و انسجام بیشتری دارد.

نتیجه‌گیری

این مقاله با بهره‌گیری از مرور نظام‌مند پژوهش‌های موجود و تحلیل کتاب‌سنجی، به بررسی روندهای توسعه دانش هوش مصنوعی در زمینه شهرهای هوشمند پرداخته و درس‌های کلیدی از تجارب جهانی را استخراج کرده است. هدف اصلی مطالعه، تبیین ساختار دانش، شناسایی حوزه‌های موضوعی مهم، نویسندگان کلیدی و روندهای پژوهشی در این عرصه بوده است تا بتوان مسیرهای تحقیقاتی آتی را با تمرکز بر توسعه شهرهای هوشمند مبتنی بر هوش مصنوعی روشن ساخت. تحلیل روندهای انتشار و استنادها نشان داد که بیشترین رشد علمی در این حوزه طی سال‌های ۲۰۲۱ تا ۲۰۲۴ رخ داده است. این بازه زمانی نه تنها شاهد افزایش کمی مقالات بوده، کیفیت و تأثیرگذاری علمی آثار نیز به واسطه میزان بالای استنادها به شدت افزایش یافته است. این نکته نشان‌دهنده بلوغ نسبی حوزه پژوهشی و نوآوری‌های علمی قابل توجه در این دوره است که به توسعه عملیاتی شهرهای هوشمند کمک شایانی کرده‌اند.

از منظر جغرافیایی، چین به‌عنوان پیشروی بی‌بدیل در عرصه پژوهش‌های هوش مصنوعی مرتبط با شهرهای هوشمند ظاهر شده است. این برتری مرهون ترکیبی از عوامل ساختاری شامل تخصیص منابع مالی گسترده به تحقیق و توسعه، اتخاذ سیاست‌های کلان حمایتی و توسعه روابط علمی فرامرزی است. در این میان، شماری از اقتصادهای نوظهور آسیایی از جمله هند، عربستان سعودی و کره جنوبی نیز حضوری قابل توجه دارند، هرچند هنوز نتوانسته‌اند به سطح چین نزدیک شوند. این تحولات گویای تغییر تدریجی کانون‌های تولید دانش به سمت شرق جهانی است؛ پدیده‌ای که با نظریه‌های جدید توسعه علمی و فناوریانه همخوانی دارد. عملکرد درخشان عربستان سعودی به‌ویژه بازتابی از برنامه‌های تحول‌آفرین اخیر این کشور در عرصه دیجیتال‌سازی است، حال آنکه کره جنوبی با تکیه بر پیشینه غنی خود در عرصه فناوری‌های پیشرفته، جایگاه شایسته‌ای را حفظ کرده است. این یافته‌ها در مجموع بر اهمیت راهبردهای کلان علمی، سطح سرمایه‌گذاری‌های زیرساختی و پیوند با شبکه‌های جهانی دانش در تعیین سهم کشورها در تولید دانش فناوریانه تأکید می‌ورزد.

تحلیل الگوی انتشارات علمی در حوزه هوش مصنوعی و شهرهای هوشمند نشان می‌دهد که این حوزه مسیر تکاملی مشخصی را طی می‌کند و در مرحله‌ای از بلوغ تدریجی قرار دارد. غلبه مقالات پژوهشی اصیل و کنفرانسی

بیانگر تمرکز غالب بر توسعه راهکارهای کاربردی، حل مسائل عملی شهری و تبادل سریع یافته‌ها در یک حوزه با نرخ تغییرات بالا است. در عین حال، افزایش تدریجی مقالات مروری نشان می‌دهد که پس از انباشت دانش تجربی، نیاز به سنتز مفاهیم و شکل‌گیری چارچوب‌های نظری جامع‌تر در حال ظهور است. سهم اندک فصول کتاب نیز مؤید آن است که این حوزه، مشابه بسیاری از حوزه‌های میان‌رشته‌ای نوظهور، هنوز در مراحل اولیه تثبیت مبانی نظری عمیق قرار دارد. تحلیل هم‌رخدادی مفاهیم در حوزه هوش مصنوعی و شهر هوشمند نشان می‌دهد که این حوزه دارای ساختاری مفهومی چندخوشه‌ای و به هم پیوسته است که بیانگر بلوغ نسبی و ماهیت میان‌رشته‌ای آن است. خوشه مرکزی مرتبط با مدل‌سازی و چارچوب‌های نظری نقش پیونددهنده میان حوزه‌های مختلف را ایفا می‌کند و نشان‌دهنده تلاش پژوهشگران برای یکپارچه‌سازی پیچیدگی‌های سیستم‌های شهری هوشمند است. هم‌زمان، حضور خوشه‌های کاربردی و حکمرانی محور بیانگر تمرکز هم‌زمان بر حل مسائل عملی شهری و توجه به ابعاد اجتماعی، امنیتی و حقوقی، از جمله امنیت سایبری و حریم خصوصی، است. شناسایی خوشه‌های متنوع منابع پیشرو نیز نشان می‌دهد که توسعه شهرهای هوشمند مبتنی بر هوش مصنوعی مستلزم هم‌افزایی میان حوزه‌های فنی، مدیریتی و زیست‌محیطی و توسعه چارچوب‌های نظری جامع‌تر در آینده است.

در کنار این یافته‌های بین‌المللی، مرور پژوهش‌های داخلی نمایه‌شده در پایگاه‌های نورمگز، SID، ایرانداک و علم‌نت نشان داد که تمرکز عمده مقالات ایرانی طی سال‌های اخیر بر حوزه‌های «فناوری‌های نوین و زیرساخت‌های هوشمند» و «هسته مفهومی شهر هوشمند» قرار داشته است. درمقابل، به موضوعاتی همچون «حمل و نقل هوشمند»، «امنیت سایبری» و «پایداری داده‌محور» کمتر توجه شده است. این امر حاکی از آن است که ادبیات علمی داخل کشور هنوز بیشتر در مرحله نظریه‌پردازی و شناسایی ظرفیت‌های کلی قرار دارد؛ درحالی‌که پژوهش‌های بین‌المللی به‌طور فزاینده به سمت کاربردهای اجرایی و میان‌رشته‌ای حرکت کرده‌اند. بدین ترتیب، مطالعه حاضر بر ضرورت پرکردن این شکاف و بهره‌گیری از تجارب جهانی در جهت ارتقای سطح تحقیقات داخلی و توسعه عملیاتی شهرهای هوشمند مبتنی بر هوش مصنوعی تأکید می‌کند.

محدودیت‌های تحقیق

با وجود دستاوردهای شایان توجه، این مطالعه با چند محدودیت مهم همراه است که باید در تفسیر نتایج لحاظ شود. نخست، دامنه اسناد انتخاب‌شده محدود به مقالات انگلیسی و در کنار آن فارسی زبان بوده که ممکن است برخی پژوهش‌های مهم به زبان‌های دیگر یا در حوزه‌های مرتبط ولی متفاوت نادیده گرفته شده باشند. علاوه بر این، داده‌ها از پایگاه وب آو ساینس استخراج شده‌اند که با معیارهای خاص و تحت تأثیر علایق پژوهشگر انتخاب شده‌اند و ممکن است حوزه‌های بین‌رشته‌ای گسترده‌تری را به‌طور کامل نمایان نسازند. درنهایت، با توجه به رشد سریع این حوزه، انتظار می‌رود در سال‌های آینده، تمرکز پژوهشی به سمت هوش مصنوعی زمینه‌ای، سیستم‌های چندعاملی خودمختار، الگوریتم‌های تصمیم‌یار در مدیریت بحران، و زیرساخت‌های تعاملی در شهر هوشمند سوق یابد. در چنین بستری، فرصت‌های مناسبی برای توسعه پژوهش در شاخه‌هایی مانند حکمرانی هوشمند شهری، تاب‌آوری دیجیتال،

حمل‌ونقل خودران، انرژی پایدار با کمک هوش مصنوعی و سلامت شهری مبتنی بر یادگیری ماشین فراهم خواهد بود؛ بنابراین، تحلیل فعلی نه تنها نمایانگر روند گذشته است، چراغ راهی برای برنامه‌ریزی پژوهش‌های آینده در این حوزه راهبردی محسوب می‌شود.

پیشنهاداتی برای تحقیقات آینده

این مطالعه بایلیومتریک به بررسی هم‌زمان پیشرفت‌های علمی و حیطه‌های موضوعی مورد توجه از محققان در داخل و خارج کشور پرداخت تا بتواند در گرو آن موضوعات پژوهش محبوب و در مقابل نقاط کور پژوهشی در کشور را آشکار کند. بدین ترتیب، پژوهشگران مطالعات شهری می‌توانند از نتایج این مطالعه برای پایه‌ریزی تحقیقات آتی خود استفاده کنند. درمجموع، تحلیل تطبیقی مطالعات مرتبط پیشرفت‌های اولیه‌ای توسط محققان ایرانی آشکار ساخت؛ برای مثال، پژوهش‌های داخلی عموماً بر بعد مفهومی و شناسایی ظرفیت‌های زیرساختی هوش مصنوعی در شهرها متمرکز شده‌اند؛ در حالی که ادبیات بین‌المللی از این مرحله گذر کرده است و کاربردهای عملی، تحلیل‌های داده‌محور و چارچوب‌های استراتژیک برای حکمرانی این فناوری بیشتر مورد توجه قرار گرفته است. بر این اساس، توصیه می‌شود پژوهش‌های آینده بر سه محور موضوعی مهم در ایران متمرکز شوند:

۱. گذار از نظریه به عمل

یکی از مهم‌ترین نقاط کور پژوهشی در کشور ایران در ارتباط با هوش مصنوعی و شهر هوشمند فقدان مطالعات اصیل پژوهشی است که با کمک داده‌های واقعی به حل مسائل کشور بپردازند. درواقع، این بستر مفهومی تاکنون فراهم شده است که پیاده‌سازی هوش مصنوعی نیازمند توجه به چه ملاحظات است؛ اما به پژوهش‌های عملیاتی که به‌طور مثال با کمک داده‌های واقعی مسائلی مانند ترافیک شهری را بررسی کند، کمتر توجه شده است.

در کنار آن، مدلسازی شهری یکی دیگر از موضوعاتی است که نیازمند توجه لازم است. پژوهشگران ایرانی می‌توانند با استفاده از مفاهیمی همچون دوقلوی دیجیتال، مدل‌های شبیه‌سازی را برای مناطق شهری ایجاد کنند و به تحلیل و مدیریت بهینه شهر، پیش‌بینی تأثیر پروژه‌های عمرانی بر محیط و به‌طور کل سیاست‌گذاری بپردازند. درنهایت، برخی از مسائل زیست‌محیطی همچون آلودگی هوا و فرونشست که این روزها در شهرها منجر به تهدیدات زیادی از جمله سلامت شهروندان شده است، می‌توانند با کمک هوش مصنوعی مدلسازی و تحلیل شوند و سیستم‌های هشدار سریع بهینه‌سازی شوند. این یک موضوع پژوهشی مهم است که برنامه‌ریزان شهری می‌توانند به آن ورود کنند.

۲. توسعه چارچوب‌های حکمرانی، اخلاقی و حقوقی

گذار از شهر دیجیتال به شهر هوشمند، دست‌کم این موضوع را آشکار ساخت که فناوری‌ها به‌تنهایی نمی‌توانند راهگشا باشند؛ بلکه آنها باید در یک ساختار مدیریتی، قانونی و اخلاقی کارآمدی قرار گیرند. این موضوع درباره کاربرد هوش مصنوعی در شهرهای ایرانی صدق می‌کند. پژوهش‌های داخل کشور نیاز دارند ابتدا موانع سازمانی، مالی و سیاسی پیش روی به‌کارگیری هوش مصنوعی در شهرهای ایرانی هوشمند را شناسایی کنند و سپس مدل‌های حکمرانی هوشمندی که با ساختار مدیریتی و اداری در کشور سازگار باشد ارائه کنند.

پژوهشگران در زمینه حقوق و قوانین شهری می‌توانند به مسئله امنیت سایبری و حریم خصوصی در عصر هوش مصنوعی به صورت ویژه‌ای نگاه کنند. وجود سنسورها، کلان داده‌ها و جمع‌آوری اطلاعات گسترده در شهرها همراه با برخی نگرانی‌ها درباره امنیت و حریم خصوصی می‌تواند باشد؛ در نتیجه، نیاز است چارچوب‌های حقوقی و پروتکل‌های فنی برای حفاظت از داده شهروندان تنظیم ارائه شود.

۳. بومی‌سازی مدل‌ها و آینده‌پژوهی راهبردی

تقلید صرف از الگوهای موفق جهانی بدون بومی‌سازی آنها نمی‌تواند منجر به پروژه‌های موفق شهر هوشمند شود. زمینه‌های فرهنگی، اقتصادی و اجتماعی همواره باید مدنظر مدیران و سیاست‌گذاران شهری در کشور باشد. پژوهشگران مطالعات شهری در ایران باید دانش لازم درباره چالش‌ها و موانعی را ارائه کنند که می‌توانند تلاش برنامه‌ریزان و مدیران را برای اجرای شهرهای هوش مصنوعی محور به شکست برساند. در نهایت، جهان کنونی در زمینه فناوری ایستا و ثابت نیست. آنچه در این مطالعه ارائه شد پیشرفت‌های فناورانه و برنامه‌ریزی شهری تا سال ۲۰۲۵ بود و گام برداشتن در این عرصه نیازمند در نظر گرفتن تحولات جدید و آینده‌پژوهی تحولات فناورانه آینده است. برنامه‌ریزان شهری نیاز دارند روندهای نوظهور در این زمینه را شناسایی و سناریوهای مختلفی برای آینده شهرهای ایرانی ارائه کنند.

منابع

- اندرزا، سیدجعفر (۱۴۰۳). *پیش‌بینی اثرات هوش مصنوعی بر برنامه‌ریزی شهری با استفاده از روش آینده‌پژوهی*. کنفرانس بین‌المللی معماری، شهرسازی، هنر، طراحی صنعتی، ساخت و فناوری حکمت بنیان.
<https://civilica.com/doc/2236079>
- انتظاریان، ناهید، و مهرآیین، محمد (۱۴۰۳). کاربرد هوش مصنوعی در شهرهای هوشمند: یک مرور نظام‌مند با استفاده از روش ترتیبی. *پژوهشنامه پردازش و مدیریت اطلاعات*، ۴۰(۱)، ۵-۳۵.
<https://doi.org/10.22034/jipm.2024.715630>
- بهدادفر، الهام، و سمائی، سیدرضا (۱۴۰۲). به سوی یک تهران هوشمند: استفاده از ماشین لرنینگ برای توسعه پایدار، رشد متوازن و تاب‌آوری. *پژوهش‌های نوین در شهر هوشمند*، ۲(۲)، ۵۳-۶۷.
<https://www.magiran.com/paper/2796365>
- بهزادی‌نژاد، فرشته (۱۴۰۳). کاربرد هوش مصنوعی در برنامه‌ریزی شهری. کنفرانس بین‌المللی معماری، شهرسازی، هنر، طراحی صنعتی، ساخت و فناوری حکمت بنیان.
<https://civilica.com/doc/2235867>
- حمیدی، محمدمهدی (۱۴۰۳). مروری بر کاربرد هوش مصنوعی در حمل و نقل شهری و مدیریت ترافیک. هشتمین کنفرانس بین‌المللی پژوهش‌های کاربردی در علوم و مهندسی.
<https://civilica.com/doc/2143621>
- رضایی‌راد، هادی، و خضری، بهنیا (۱۴۰۳). تبیین نقش و جایگاه هوش مصنوعی در برنامه‌ریزی و طرح‌های توسعه شهری. کنفرانس بین‌المللی معماری، شهرسازی، هنر، طراحی صنعتی، ساخت و فناوری حکمت بنیان.
<https://civilica.com/doc/2236155>

علی یاری، مهدی (۱۴۰۳). نقش فناوری‌های دیجیتال (اینترنت اشیا و هوش مصنوعی) در توسعه شهرهای هوشمند و لجستیک پایدار. ششمین کنفرانس بین‌المللی و هفتمین کنفرانس ملی عمران، معماری، هنر و طراحی شهری.

<https://civilica.com/doc/2043150>

غریبی، جواد، قرایی، حسین، فرجی‌پور، محمدرضا، و هلیلی، خداداد (۱۴۰۲). حوزه‌های کاربردی حاکمیت امنیت داده اینترنت اشیا در شهر هوشمند. شهر/ایمن، ۶(۱)، ۷۲-۵۹.

<https://doi.org/10.22034/ispdrc.2023.2001432.1028>

قیصری، محسن، و سالورزی‌زاده، محمد (۱۴۰۴). بررسی تأثیر هوش مصنوعی در برنامه‌ریزی شهری و شهر هوشمند. اولین کنفرانس ملی چشم‌انداز آینده شهرها با محوریت توسعه فرهنگی پایدار و شهرهای خلاق.

<https://civilica.com/doc/2308249>

کاظمی، حسین، و رضائیان راد، نوشین (۱۴۰۲). نقش هوش مصنوعی در توسعه شهر هوشمند. نهمین کنفرانس بین‌المللی تحقیقات بین‌رشته‌ای در مهندسی برق، کامپیوتر، مکانیک و مکترونیک در ایران و جهان اسلام.

<https://civilica.com/doc/1994944>

گودرزی، مجید، و میرزایی، علی (۱۴۰۴). هوش مصنوعی برای خودمختاری شهری؛ به سمت شهر خودمختار اراک. پژوهش‌های جغرافیای برنامه‌ریزی شهری، ۱۳(۲)، ۱-۱۷.

<https://doi.org/10.22059/jurbangeo.2024.383661.2000>

گراوند، عذرا (۱۴۰۰). جایگاه هوش مصنوعی و تأثیر آن در فضاهای شهری. فصلنامه پژوهش‌های کاربردی در فنی و مهندسی، ۳(۲۵)، ۶۵-۵۱.

<https://civilica.com/doc/1765007>

References

- Ahad, M. A., Paiva, S., Tripathi, G., & Feroz, N. (2020). Enabling technologies and sustainable smart cities. *Sustainable Cities and Society*, 61, 102301. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2020.102301>
- Aliyari, M. (2024). *The role of digital technologies (internet of things and artificial intelligence) in the development of smart cities and sustainable logistics*. The 6th International and 7th National Conference on Civil Engineering, Architecture, Art and Urban Design. <https://civilica.com/doc/2043150> [In Persian].
- Andarza, S. J. (2024). *Predicting the effects of artificial intelligence on urban planning using futures studies method*. International Conference on Architecture, Urban Planning, Art, Industrial Design, Construction and Wisdom-Based Technology. <https://civilica.com/doc/2236079> [In Persian]
- Behdadfar, A., & Samaei, S. R. (2023). Towards a smart Tehran: Using machine learning for sustainable development, balanced growth, and resilience. *New Research in Smart City*, 2(2), 53-67. <https://www.magiran.com/paper/2796365> [In Persian]
- Behzadi Nejad, F. (2024). *The application of artificial intelligence in urban planning*. International Conference on Architecture, Urban Planning, Art, Industrial Design, Construction and Wisdom-Based Technology. <https://civilica.com/doc/2235867> [In Persian]
- Bibri, S. E. (2021). Data-driven smart sustainable cities of the future: An evidence synthesis approach to a comprehensive state-of-the-art literature review. *Sustainable Futures*, 3, 100047. <https://doi.org/10.1016/j.sftr.2021.100047>
- Entezarian, N., & Mehraein, M. (2024). The application of artificial intelligence in smart cities: A systematic review using a sequential method. *Information Processing and Management Journal*, 40(1), 5-35. <https://doi.org/10.22034/jipm.2024.715630> [In Persian]
- Fistola, R., & La Rocca, R. A. (2024). From smart city to artificial intelligence city: Envisaging the future of urban planning. *TeMA - Journal of Land Use, Mobility and Environment*, 17(3), 411-422. <https://doi.org/10.6093/1970-9870/11081>

- Geravand, A. (2021). The role of artificial intelligence and its impact on urban spaces. *Journal of Applied Research in Engineering and Technology*, 3(25), 51-65.
<https://civilica.com/doc/1765007> [In Persian]
- Gharibi, J., Gharaei, H., Farajipour, M. R., & Halili, K. (2023). Applied domains of IoT data security governance in smart city. *Safe City*, 6(1), 59-72.
<https://doi.org/10.22034/ispdrc.2023.2001432.1028> [In Persian]
- Goodarzi, M., & Mirzaei, A. (2025). Artificial intelligence for urban autonomy: Towards the autonomous city of Arak. *Geographical Research in Urban Planning*, 13(2), 1-17.
<https://doi.org/10.22059/jurbangeo.2024.383661.2000> [In Persian]
- Guo, Z., & Cugurullo, F. (2025). Smart urbanism through artificial intelligence (AI)-megaprojects: The case of China's healthcare services. *Public Administration and Development*, 45(3), 296-312
<https://doi.org/10.1002/pad.2111>
- Hamidi, M. M. (2024). *A review of the application of artificial intelligence in urban transportation and traffic management*. The 8th International Conference on Applied Research in Science and Engineering. <https://civilica.com/doc/2143621> [In Persian]
- Javed, A. R., Ahmed, W., Pandya, S., Maddikunta, P. K. R., Alazab, M., & Gadekallu, T. R. (2023). A survey of explainable artificial intelligence for smart cities. *Electronics*, 12(4), 1020.
<https://doi.org/10.3390/electronics12041020>
- Kazemi, H., & Rezaeian Rad, N. (2023). *The role of artificial intelligence in smart city development*. The 9th International Conference on Interdisciplinary Research in Electrical, Computer, Mechanical and Mechatronics Engineering in Iran and the Islamic World. <https://civilica.com/doc/1994944> [In Persian]
- Ning, M. A. (2024). Artificial intelligence-driven decision support systems for sustainable energy management in smart cities. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, 15(9). <https://doi.org/10.14569/IJACSA.2024.0150953>
- Qeysari, M., & Saloorzadeh, M. (2025). *Investigating the impact of artificial intelligence in urban planning and smart city*. The First National Conference on the Future Vision of Cities with a Focus on Sustainable Cultural Development and Creative Cities. <https://civilica.com/doc/2308249> [In Persian]
- Rezaei Rad, H., & Khazri, B. (2024). *Explaining the role and position of artificial intelligence in urban development planning and plans*. International Conference on Architecture, Urban Planning, Art, Industrial Design, Construction and Wisdom-Based Technology. <https://civilica.com/doc/2236155> [In Persian]
- Salman, M. Y., & Hasar, H. (2023). Review on environmental aspects in smart city concept: Water, waste, air pollution and transportation smart applications using IoT techniques. *Sustainable Cities and Society*, 94, 104567. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2023.104567>
- Santos, J. P. F., Matos, C. A., & Groznik, A. (2025). The role of artificial intelligence in smart city systems usage: Drivers, barriers, and behavioural outcomes. *Technology in Society*, 81, 102867.
<https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2025.102867>
- Sepehri, B., Almulhim, A., Adibhesami, M., Makaremi, S., & Ejazi, F. (2024). Artificial intelligence role in promoting Saudi Arabia's smart cities: Addressing SDGs for socio-cultural challenges. *The Russian Sociological Review*, 23(4), 20-47. <https://doi.org/10.17323/1728-192x-2024-4-20-47>
- Singh, S. K., Rathore, S., & Park, J. H. (2020). BlockIoTIntelligence: A blockchain-enabled intelligent IoT architecture with artificial intelligence. *Future Generation Computer Systems*, 110, 721-743.
<https://doi.org/10.1016/j.future.2019.09.002>
- Singh, S., Sharma, P. K., Yoon, B., Shojafar, M., Cho, G. H., & Ra, I.-H. (2020). Convergence of blockchain and artificial intelligence in IoT network for the sustainable smart city. *Sustainable Cities and Society*, 63, 102364. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2020.102364>
- Ullah, Z., Al-Turjman, F., Mostarda, L., & Gagliardi, R. (2020). Applications of artificial intelligence and machine learning in smart cities. *Computer Communications*, 154, 313-323.
<https://doi.org/10.1016/j.comcom.2020.02.069>
- Van Eck, N. J., & Waltman, L. (2010). Software survey: VOSviewer, a computer program for bibliometric mapping. *Scientometrics*, 84(2), 523-538. <https://doi.org/10.1007/s11192-009-0146-3>
- Yigitcanlar, T., Desouza, K. C., Butler, L., & Roozkhosh, F. (2020). Contributions and risks of artificial intelligence (AI) in building smarter cities: Insights from a systematic review of the literature. *Energies*, 13(6), 1473. <https://doi.org/10.3390/en13061473>