Application of Artificial Intelligence in Smart Cities: A Systematic Review Using the Methodi Ordinatio

Nahid Entezarian
PhD Candidate in Information Technology Management; Department of Management; Faculty of Economics and Administrative Sciences; Ferdowsi University of Mashhad; Mashhad, Iran Email: na.entezarian@mail.um.ac.ir

Mohammad Mehraeen*
PhD in Management Information Systems; Professor; Department of Management; Faculty of Economics and Administrative Sciences; Ferdowsi University of Mashhad; Mashhad, Iran;
Email: Mehraeen@um.ac.ir

Iranian Journal of Information Processing and Management

Received: 14, Aug. 2023 **Accepted: 07, Nov. 2023**

Abstract: Artificial intelligence offers highly suitable solutions for numerous challenges in urban transformation and development, such as ensuring an adequate water supply, energy management, waste management, and reducing traffic congestion, noise, and pollution. Given the social and technical nature of smart cities and the applications of artificial intelligence in this field, university research has seen a significant increase in recent years. Furthermore, an analysis of the popularity of keywords “smart city” and “artificial intelligence” on Google Trends indicates that these key terms have been increasingly popular from 2014 to the present. Therefore, this article systematically examines the current status and future directions of research on the application of artificial intelligence in smart cities through a sequential review method. To this end, the databases “Scopus” and “Google Scholar” were searched, identifying a total of 3384 articles. Following a systematic review and final screening process, 61 articles were selected for analysis. The findings show an increasing trend in research publications in this area from 2018 onwards. Additionally, an examination of the thematic scope of selected research indicates that the application of artificial intelligence in smart cities is predominantly focused on urban management and sustainable development (30%), smart living and intelligent infrastructures (28%), and intelligent environment (21%). The results also reveal that 64% of studies have employed qualitative methods, 21% quantitative methods, and 15% a combination of methods. As the application of artificial intelligence in smart cities is still in the conceptualization stage, the noticeable preference for qualitative methods among researchers in this

* Corresponding Author

Iranian Research Institute for Information Science and Technology (IranDoc)
ISSN 2251-8223
eISSN 2251-8231
Indexed by SCOPUS, ISC, & LISTA
Vol. 40 | No. 1 | pp. 05-36
Autumn 2024
https://doi.org/10.22034/jipm.2024.715630

field is evident. However, the advancement and expansion of artificial intelligence applications in smart cities have led to an increased use of experimental approaches and quantitative methods in the years 2023 and 2024. Furthermore, the analyses show that these selected studies are concentrated in three paradigmatic levels, namely specific theory with 46%, analytical methods with 29%, and empirical observations with 25% focus.

Keywords: Smart City, Artificial Intelligence, Urban Management, Smart Infrastructure, Sustainable Development

کاربرد هوش مصنوعی در شهرهای هوشمند:
یک مرور نظام‌مند با استفاده از روش ترتیبی

ناهید انتظاریان
دانشجوی دکتری مدیریت فناوری اطلاعات؛ دانشگاه فردوسی مشهد؛ مشهد، ایران؛
na.entezarian@mail.um.ac.ir

محمد مهرآیین
دکتری سیستم‌های اطلاعاتی مدیریت؛ استاد؛ گروه مدیریت؛ دانشگاه فردوسی مشهد؛ مشهد، ایران؛
پدیدآور رابط mehraeen@um.ac.ir

پژوهش‌نامهٔ پردازش و مدیریت اطلاعات

دریافت: ۱۴۰۲/۰۵/۲۳ | پذیرش: ۱۴۰۲/۰۸/۱۶ | مقاله برای اصلاح به مدت ۱۶ روز نزد پدیدآوران بوده است.

نشریهٔ علمی | رتبهٔ بین‌المللی
پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران
(ایرانداک)
شاپا (چاپی) ۸۲۲۳-۲۲۵۱
شاپا (الکترونیکی) ۸۲۳۱-۲۲۵۱
نمایه در LISTA، ISC، و SCOPUS
jipm.irandoc.ac.ir
دورهٔ ۴۰ | شمارهٔ ۱ | ص‌ص ۵-۳۶
پاییز ۱۴۰۳
https://doi.org/10.22034/jipm.2024.715630

چکیده: هوش مصنوعی با ایجاد نوآوری در مدل مدیریت شهری، راه‌حل‌های بسیار مناسبی برای مشکلات بی‌شمار تحول و توسعه شهری از جمله تأمین آب کافی، مدیریت انرژی، مدیریت زباله و کاهش تراکم ترافیک، صدا و آلودگی ارائه می‌دهد. با توجه به ماهیت اجتماعی و فنی شهرهای هوشمند و کاربردهای هوش مصنوعی در این زمینه، در سال‌های اخیر تحقیقات دانشگاهی افزایش قابل توجهی در این موضوع داشته است. علاوه بر این، تجزیه و تحلیل محبوبیت کلمات کلیدی «شهر هوشمند» و «هوش مصنوعی» در Google Trends نشان می‌دهد که این کلمات کلیدی از سال ۲۰۱۴ تاکنون به‌طور فزاینده‌ای محبوب شده‌اند. بنابراین، این مقاله به بررسی نظام‌مند وضعیت فعلی و جهت‌گیری‌های آینده تحقیقات کاربرد هوش مصنوعی در شهرهای هوشمند به روش مرور ترتیبی می‌پردازد. بلکه پس از انجام مراحل مرور نظام‌مند به روش ترتیبی و غربالگری نهایی تعداد ۶۱ مقاله، جهت تجزیه و تحلیل انتخاب شد. یافته‌ها نشان داد میزان انتشار پژوهش‌ها در این حوزه از سال ۲۰۱۸ به بعد روند افزایشی داشته است. همچنین بررسی دامنه موضوعی پژوهش‌های منتخب نشان داد که کاربرد هوش مصنوعی در شهرهای هوشمند بیشتر در حوزه مدیریت شهری و توسعه پایدار (۳۰ درصد)، زندگی هوشمند و زیرساخت‌های هوشمند (۲۸ درصد) و محیط هوشمند (۲۱ درصد) است. همچنین نتایج حاصل نشان داد که ۶۴ درصد مطالعات از روش کیفی، ۲۱ درصد از روش کمی و ۱۵ درصد از روش ترکیبی استفاده کرده‌اند. با توجه به اینکه کاربرد هوش مصنوعی در شهرهای هوشمند در مرحله مفهوم‌سازی است استفاده از روش کیفی به‌طور چشمگیری

بیش از سایر پژوهش‌ها مورد توجه محققان این حوزه بوده است. اما پیشرفت و توسعه کاربرد هوش مصنوعی در شهرهای هوشمند موجب افزایش استفاده از رویکردهای تجربی و روش‌های کمی در سال‌های ۲۰۲۳ و ۲۰۲۴ شده است. همچنین بررسی‌ها نشان داد که این پژوهش‌های منتخب روی سطح سه قیف پارادایمی یعنی نظریه خاص با ۴۶ درصد، روش‌های تحلیلی با ۲۹ درصد و مشاهدات تجربی با ۲۵ درصد تمرکز دارند.

کلیدواژه‌ها: شهر هوشمند، هوش مصنوعی، مدیریت شهری، زیرساخت هوشمند، توسعه پایدار

۱. مقدمه

امروزه شهرها دستخوش تغییرات و چالش‌های مختلفی شده‌اند که ناشی از ظهور و پذیرش مفاهیم متعددی مانند شهرهای پایدار، شهرهای فراگیر، شهرهای تاب‌آور و غیره است (Barns et al., 2016). این تغییرات توسط عوامل متعددی از جمله افزایش جمعیت[1]، پیشرفت در آموزش، افزایش تقاضا برای خدمات و محصولات شهری و از همه مهم‌تر پیشرفت فناوری‌های دیجیتالی، ایجاد شده است. گذار از مراکز شهری سنتی به مراکز شهری با فناوری پیشرفته، تغییرات زیادی را در نحوه مدیریت شهرها ایجاد کرده است. تکامل مداوم فناوری دیجیتالی موجب توسعه سیستم‌های هوشمند در حوزه‌های مختلف زندگی شهری و ظهور شهر هوشمند شده‌است (Mittal, 2022 and Herat).

یک شهر هوشمند از جمع‌آوری و پردازش داده‌ها - با استفاده از فناوری‌های مختلف اطلاعات و ارتباطات، شبکه و محاسبات- بهره‌برداری می‌کند و به نوبه خود منجر به نوآوری خدمات هوشمند در بخش‌های مختلف از جمله سلامت و مراقبت‌های بهداشتی، محیط زیست، مدیریت انرژی، حمل‌و نقل، امنیت، ارتباطات، دسترسی به امکانات و خدمات اجتماعی باکیفیت و ... می‌شود. شهر هوشمند همچنین می‌تواند به‌عنوان مرکزی برای فرصت‌های شغلی هوشمند، توسعه اقتصاد پویا و تضمین کیفیت عالی زندگی برای شهروندان خدمت کند. بنابراین ضرورت پذیرش سریع شهرهای هوشمند درک می‌شود زیرا ارتباط مستقیمی بین خروجی‌های اقتصادی بالاتر، کسب‌وکارهای هوشمند و عملکرد شهری هوشمند وجود دارد (Allam and Dhunny, 2019).

یکی از مشکلات بزرگ شهرهای هوشمند، چگونگی نحوه مدیریت مقادیر بی‌اندازه

---

۱. طبق گزارش دپارتمان امور اقتصادی و اجتماعی سازمان ملل متحد، ۵۵ درصد از جمعیت جهان در مناطق شهری ساکن هستند و انتظار می‌رود این میزان تا سال ۲۰۵۰ به ۶۸ درصد افزایش یابد و حدود ۵ میلیارد نفر در شهرها سکونت خواهند داشت (Nations, U., 2018).

اطلاعاتی است که هر روز توسط سازمان‌ها، سیستم‌ها و افراد تولید می‌شود (Lim et al., 2018). تجزیه و تحلیل مناسب این داده‌ها می‌تواند به اطلاعات مفیدی منجر شود که می‌تواند به فرایند ارتقاء شهر هوشمند کمک کند (Souza et al., 2019). استفاده از فناوری‌های دیجیتالی نوین به‌ویژه هوش مصنوعی و داده‌های بزرگ می‌تواند مدل‌های مدیریت شهری را متحول کند، زیرا آن‌ها امکان تولید و ذخیره‌سازی اطلاعات انبوه را فراهم می‌کنند که به مدیران شهری اجازه می‌دهد ورودی‌های پایدار را برای مطابقت با نیازهای شهروندان انتخاب کنند. پیش‌بینی شده هوش مصنوعی تا سال ۲۰۲۵ در بیش از ۳۰ درصد از برنامه‌های کاربردی شهر هوشمند مورد استفاده قرار خواهد گرفت و به‌طور قابل توجهی بر جامعه تأثیر می‌گذارد (Allam and Dhunny, 2019).

در سال‌های اخیر، کاربرد هوش مصنوعی در شهرهای هوشمند با انتشارات، استنادات و همکاری‌های متعدد به یک زمینه تحقیقاتی مهم تبدیل شده است. بنابراین برای ارزیابی پویایی دانش در زمینه هوش مصنوعی و کاربرد آن در شهرهای هوشمند، بررسی و مرور نظام‌مند مبانی نظری، روش‌ها و نتایج تحقیقات انجام شده و هدایت تحقیقات آینده مرتبط با این حوزه ضروری به نظر می‌رسد. پژوهش حاضر به این سؤالات پاسخ می‌دهد:

- ◇ بر اساس مطالعات انجام شده وضعیت دانش در حوزه کاربرد هوش مصنوعی در شهر هوشمند چگونه است؟
- ◇ مطالعات موجود بر روی چه موضوعات و زمینه‌های کلیدی در رابطه با کاربردهای هوش مصنوعی در شهر هوشمند تمرکز دارند؟

سازماندهی پژوهش مطابق با آنچه خواهد بود که در ادامه بیان می‌شود. بخش اول مقدمه و بخش دوم به مبانی نظری پژوهش در حوزه هوش مصنوعی و شهرهای هوشمند می‌پردازد. در بخش سوم، روش پژوهش که شامل مرور نظام‌مند و انتخاب پژوهش‌های منتخب به کمک روش ترتیبی و استفاده از نمودار پریزما است ارائه می‌شود. بخش چهارم، بررسی و تجزیه و تحلیل مطالعات منتخب و نتایج و یافته‌های پژوهش را ارائه می‌کند. در بخش پنجم، نتیجه‌گیری، فرصت‌های پژوهشی آینده و محدودیت‌های پژوهش ارائه می‌شود.

۲. مبانی نظری پژوهش

این بخش از سه بخش فرعی تشکیل شده است. ابتدا به مفهوم و تعاریف شهر

هوشمند، ویژگی‌ها، چالش‌ها و مدل شهر هوشمند پرداخته می‌شود. سپس تعریف هوش‌مصنوعی و دسته‌بندی فناوری‌های مختلف هوش مصنوعی در شهرهای هوشمند ارائه می‌شود و در انتها کاربردهای هوش مصنوعی در شهرهای هوشمند مورد بحث قرار می‌گیرد.

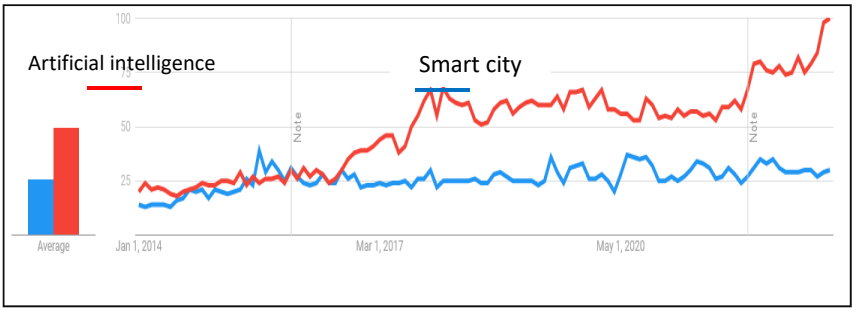
۲-۱. مفهوم شهر هوشمند

با توجه به ماهیت پیچیده اصطلاح شهر هوشمند، مفهوم «شهر هوشمند» همچنان یک مفهوم دشوار برای تعریف باقی مانده است (Voda and Radu, 2018) و هنوز مبهم می‌باشد (Solanas et al., 2014). در این زمینه، تعریف‌های متعددی از شهر هوشمند انجام شده است که برخی از مهم‌ترین آن‌ها در زیر آماده است:

- ◇ «شهر هوشمند» شهری است که از هوش جمعی جهت اتصال زیرساخت‌های فیزیکی شهر، زیرساخت فناوری اطلاعات، زیرساخت‌های اجتماعی و زیرساخت‌های تجاری استفاده می‌کند (Chourabi et al., 2012)؛
- ◇ «شهر هوشمند» مفهومی جامع است که زیرساخت‌های فیزیکی، مسائل انسانی و اجتماعی را دربرمی‌گیرد (Aguilera et al., 2013)؛
- ◇ «شهر هوشمند»، شهری است که درگیر حکومتداری و رویه‌های مشارکتی ارتقاء یافته فناوری اطلاعات و ارتباطات برای تعریف خدمات عمومی مناسب و سرمایه‌گذاری‌های حمل‌ونقل است که ممکن است بهبود کیفیت زندگی، مدیریت هوشمند منابع و رشد اقتصادی-اجتماعی پایدار را فراهم کند (Khan et al., 2013)؛
- ◇ عبارت «شهر هوشمند» به صنایع جدیدی اشاره دارد که از فناوری اطلاعات و ارتباطات و همچنین عملکردها و محیط‌های شهری استفاده می‌کنند (Sterbenz, 2017)؛
- ◇ ویژگی «شهر هوشمند» استفاده از فناوری برای پرداختن به مسائل پایداری، توسعه اقتصادی و رفاه شهروندان است (Scoblete, 2018).

این تعاریف کل‌نگر، تقاضاهای مختلف اقتصادی و اجتماعی را ادغام می‌کند و بر روی زیرساخت‌های فناوری برای تضمین توسعه شهری تمرکز دارد (Voda and Radu, 2018). از این تعاریف، می‌توان دید که «شهر هوشمند» شهری را نشان می‌دهد که فناوری را در سطوح مختلف مانند بهداشت و سلامت، حمل‌ونقل، انرژی، امنیت و محیط زیست دربرمی‌گیرد تا تغییراتی را در نحوه تعامل شهروندان با شهرها ایجاد کند (Scoblete, 2018).

برای این منظور، سرمایه‌گذاری‌های متعدد در چندین حوزه شهر هوشمند انجام شده است (Mathur and Modani, 2016)، و چندین فناوری برای اطمینان از هوشمندی تمام اجزای یک شهر هوشمند استفاده شده است. در میان این فناوری‌ها، فناوری هوش مصنوعی از عوامل کلیدی توسعه شهرهای هوشمند می‌باشد (Rjab and Mellouli, 2018) که در چند سال اخیر توجه فزاینده‌ای را به خود جلب کرده است. شکل ۱ روند کلمات کلیدی «شهر هوشمند» و «هوش‌مصنوعی» را در Google Trend از سال ۲۰۱۴ تا سال ۲۰۲۳ نشان می‌دهد.



شکل ۱. محبوبیت کلیدواژه‌های «شهر هوشمند» و «هوش مصنوعی» از سال ۲۰۱٤ تا ۲۰۲۳ (Google Trend)

۲-۱-۱. ویژگی‌ها و چالش‌های شهر هوشمند

به‌طور کلی شهر هوشمند به‌دنبال بهبود هوشمندی سیستم‌ها و برنامه‌های کاربردی شهر است و برخی از الزامات و ویژگی‌های آن عبارتند از (Martins, 2018):

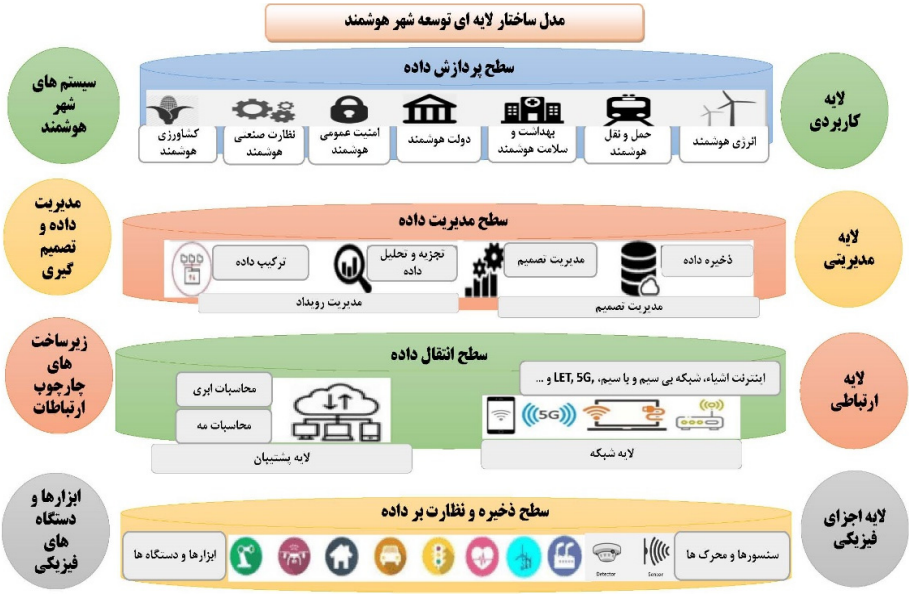
- یک چارچوب قوی و مقیاس‌پذیر همراه با دسترسی ایمن و باز دارد؛
- رویکرد معماری کاربرمحور یا شهروندمحور دارد؛
- دارای حجم عظیمی از داده‌های عمومی و خصوصی قابل ذخیره‌سازی، جستجو، اشتراک‌گذاری، و برچسب‌گذاری شده می‌باشد؛
- تحرک‌پذیری و پوشیدنی‌هایی دارد که شهروندان را قادر می‌سازد از هر کجا و در هر زمان به اطلاعات مورد نیازشان دسترسی داشته باشند؛
- یک سطح کاربردی و عملیاتی با قابلیت‌های تحلیلی و یکپارچه دارد؛
- و یک زیرساخت فیزیکی و شبکه هوشمند دارد که امکان انتقال حجم عظیمی از داده‌های ناهمگن را امکان‌پذیر می‌سازد و پشتیبانی از خدمات و برنامه‌های کاربردی پیچیده و توزیع شده و بستر عملیاتی را فراهم می‌کند.

ترکیب چندین ویژگی با هم که منجر به پایداری، کیفیت زندگی، شهرنشینی و هوشمندی می‌شود، یک شهر هوشمند را می‌سازد (Silva et al., 2018).

چالش‌های شهر هوشمند هم فنی و هم مدیریتی است. در واقع، پیچیدگی ذاتی پروژه‌های شهر هوشمند نیازمند راه‌حل‌های یکپارچه‌تر مدیریتی و سیستمی است. رویکرد چندرشته‌ای اغلب بهترین رویکرد برای پیاده‌سازی شهر هوشمند است و این یک چالش واقعی برای اکثر بخش‌های شهری است (Martins, 2018) که مدیران، دست‌اندرکاران و برنامه‌ریزان شهری می‌بایست نسبت به آن دقت نظر داشته باشند.

۲-۱-۲. مدل توسعه شهر هوشمند

پروژه‌های شهر هوشمند با دیدگاه چندرشته‌ای نیازمند چارچوبی است که بتواند اجزای اصلی، تعاملات و جریان داده‌ها را ساختاردهی و مدل‌سازی کند. چارچوب استقرار شهر هوشمند به‌طور کلی دارای ساختار لایه‌ای است که از چهار سطح تشکیل شده است. سطح فیزیکی و فنی[1]، سطح ارتباطات[2]، سطح مدیریت[3]، و سطح کاربردی[4] (شکل ۲).



شکل ۲. مدل ساختار لایه‌ای توسعه شهر هوشمند (Martins, 2018)

1. physical component layer
2. communication layer
3. management layer
4. application layer

«سطح فیزیکی و فنی» میزبان همه دستگاه‌ها، حسگرها، تجهیزات، دستگاه‌ها و مؤلفه‌های متعلق به سیستم‌ها، خدمات و برنامه‌های «هوشمند» مختلف است. «سطح ارتباطات» شامل تمام جایگزین‌های فناوری شبکه برای ارائه تسهیلات ارتباطی بین عناصر فیزیکی و برنامه‌های کاربردی است. «سطح مدیریت» تنوع گسترده‌ای از دستکاری داده‌ها، سازماندهی، تجزیه و تحلیل، ذخیره‌سازی و اقدامات تصمیم‌گیری را انجام می‌دهد. یک لایه مدیریت داده کارآمد پیش‌نیاز یک شهر هوشمند پایدار است زیرا عملکرد شهر هوشمند به مدیریت داده بستگی دارد. عملکرد اولیه لایه داده حفظ قدرت داده‌ها با تمرکز بر پاکسازی داده‌ها، توسعه، مشارکت و حفاظت است. این لایه را می‌توان به چندین زیرواحد از جمله یکپارچه‌سازی، پردازش، تجزیه و تحلیل، ذخیره‌سازی داده‌ها و در نهایت نظارت بر تصمیم‌گیری تقسیم کرد. «سطح کاربردی» شامل تمام سیستم‌ها و پیشرفت‌های «هوشمند» است که برای شهر هوشمند در نظر گرفته شده است. این سیستم‌ها توسط حجم عظیمی از داده‌ها تغذیه و پردازش می‌شوند (Martins, 2018). در سطح کاربردی نوآوری نقش مهمی ایفا می‌کند. در واقع، در سطح کاربردی است که ادغام ارائه شده توسط سطوح فیزیکی و ارتباطی باعث ایجاد اثر چندرشته‌ای می‌شود که بر کیفیت زندگی شهروندان تأثیر می‌گذارد (Santos et al, 2018).

۲-۲. هوش مصنوعی[1]

یک تعریف واحد و پذیرفته شده جهانی از هوش مصنوعی وجود ندارد (Clifton et al., 2020). هوش مصنوعی، به‌عبارت ساده، یک هوش غیرزیستی است که عملکردهای شناختی ذهن انسان، مانند یادگیری و حل مسئله را تقلید می‌کند (Russell and Norvig, 2016). به‌طور خاص، یک موجودیت باهوش مصنوعی باید دارای قابلیت‌های زیر باشد: توانایی یادگیری از طریق کسب اطلاعات در مورد محیط اطراف، ظرفیت درک داده‌ها و استخراج مفاهیم از آن، مهارت مدیریت عدم قطعیت، و قدرت تصمیم‌گیری و عمل بدون نظارت (Cugurullo, 2020).

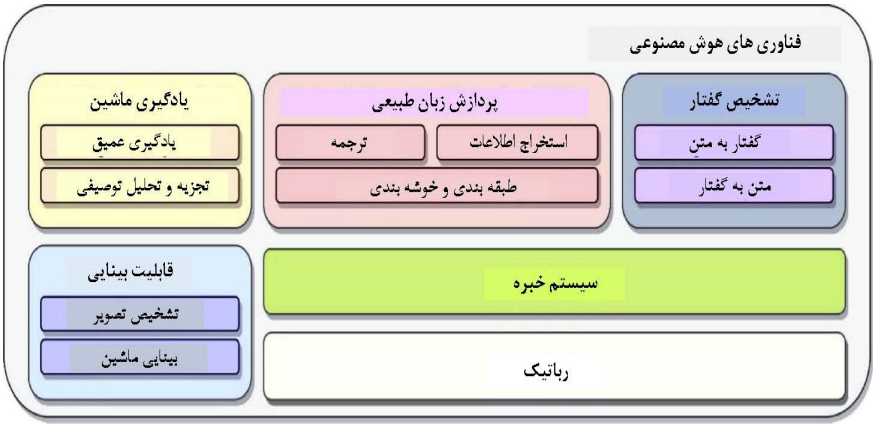
هوش مصنوعی با استفاده از منابع گسترده و فناوری‌های متعدد کارایی و کیفیت زندگی را برای شهرهای هوشمند آینده بهبود می‌بخشد. الگوریتم‌های هوش مصنوعی داده‌های ضروری را تولید و ذخیره می‌کنند و آن‌ها را پردازش می‌کنند تا راه‌حل‌های

1. Artificial intelligence (AI)

رضایتبخش برای مشکلات ارائه کنند (Ahmed et al., 2021). همان‌طور که در شکل ۳ نشان داده شده است، فناوری‌های هوش مصنوعی در شش دسته اصلی خلاصه می‌شوند:

۱. قابلیت‌های یادگیری ماشین مانند یادگیری عمیق، یادگیری تقویتی، الگوریتم‌های نظارتی، الگوریتم‌های غیرنظارتی، تجزیه و تحلیل، پیش‌بینی و ...؛
۲. قابلیت‌های پردازش زبان طبیعی مانند طبقه‌بندی و خوشه‌بندی، ترجمه ماشینی و استخراج دانش و اطلاعات؛
۳. قابلیت‌های گفتاری مانند گفتار به متن و متن به گفتار؛
۴. سیستم‌های خبره؛
۵. رباتیک مانند اتوماسیون؛
۶. قابلیت‌های بینایی مانند تشخیص تصویر یا دید ماشینی.

ترکیب مهارت‌های مدیریتی با روش‌ها فناوری‌های ذکر شده در بالا می‌تواند با سرمایه‌گذاری بر پتانسیل آن‌ها، برنامه‌ریزی و روند تبدیل شهرهای سنتی به شهر هوشمند را ممکن سازد.



شکل ۳. دسته‌بندی فناوری‌های هوش مصنوعی در شهرهای هوشمند (Herath and Mittal, 2022)

۲-۳. کاربردهای هوش مصنوعی در شهر هوشمند

فناوری‌های دیجیتال به‌طور فزاینده‌ای فرصت‌های جدیدی را برای شهرها در حرکت به سمت یک شهر هوشمند و پایدار، به‌ویژه در رابطه با موضوعات مشارکت جامعه و حکومت مشارکتی ارائه می‌دهند (Zhuravleva, 2019). امروزه تنوع زیادی از فناوری‌های شهری هوشمند و پایدار موجود است (Ullah et al., 2020; Chaurasia et al., 2020). مطالعات انجام شده در حوزه شهر هوشمند نشان داده است که

مفاهیم نوآوری و پایداری، و فناوری‌های اینترنت اشیاء[1] و هوش مصنوعی مفاهیم غالب هستند. بر اساس آمار جهانی، صنعت هوش مصنوعی تا سال ۲۰۲۵ به ارزش ۱۹۰ میلیارد دلار خواهد رسید. در سال ۲۰۲۱، سرمایه‌گذاری جهانی در سیستم‌های شناختی و هوش مصنوعی بالغ بر ۵۷,۶ میلیارد دلار بوده است و هوش مصنوعی در ۷۵ درصد برنامه‌های سازمانی مستقر شده است (New York smart schools commission report, 2018). فناوری‌ها و رویکردهای مدرن مختلف هوش مصنوعی به مدل‌های خدمات هوشمند اجازه می‌دهند تا کارایی و عملیات را در مراقبت‌های بهداشتی، حمل‌ونقل، انرژی، آموزش و بسیاری از حوزه‌های دیگر بهبود بخشند (Herath and Karunasena, 2021). اگر شهرها با معیارهای مشخص شده در جدول ۱ مطابقت داشته باشند، می‌توانند به‌عنوان «شهر هوشمند» طبقه‌بندی شوند.

جدول ۱. مشارکت هوش مصنوعی در حوزه‌های مختلف شهر هوشمند (Herath and Mittal, 2022)

ابعاد شهر هوشمند	تعریف	دامنه
اقتصاد هوشمند	اقتصاد هوشمند اقتصادی است که بر نوآوری فنی، پایداری، سطح بالای رفاه اجتماعی و بهره‌وری منابع به‌عنوان عوامل موفقیت متمرکز است.	کسب‌وکار هوشمند، تجارت الکترونیک، خرده‌فروشی، خرید هوشمند، بازار همتابه‌همتا، خدمات نیروی کار همتابه‌همتا، زنجیره تأمین هوشمند، خدمات اشتراک‌گذاری هوشمند
زندگی هوشمند (زیرساخت‌های هوشمند)	زندگی هوشمند رویکردی است که از زیرساخت‌های شهر استفاده می‌کند و همزمان کیفیت زندگی مردم را ارتقا می‌دهد.	ساختمان هوشمند، خانه هوشمند، آموزش هوشمند، گردشگری هوشمند، پلیس هوشمند
حکومت و دولت هوشمند	حکمرانی هوشمند به‌کارگیری فناوری و نوآوری برای بهبود تصمیم‌گیری و برنامه‌ریزی در سازمان‌های حاکم است.	حاکمیت الکترونیک، سیاست‌های تصمیم‌گیری، پیشگیری و مدیریت بلایا، برنامه‌ریزی شهری
محیط هوشمند	ایجاد محیطی با حسگرها، نمایشگرها و دستگاه‌های کامپیوتری یکپارچه برای درک بهتر و مدیریت محیط اطراف می‌باشد	پایش کیفیت هوا، پایش آب‌وهوا، مدیریت پسماند، مدیریت آب، آبیاری هوشمند، فناوری تبدیل (انرژی)
مراقبت‌های بهداشتی هوشمند	مراقبت‌های بهداشتی هوشمند یک روش ارائه مراقبت‌های بهداشتی است که از فناوری‌های پوشیدنی، اینترنت اشیا و اینترنت موبایل برای دسترسی مداوم به داده‌ها و اتصال افراد، منابع و مؤسسات استفاده می‌کند.	بیمارستان هوشمند، پزشکی از راه دور، پرستاری از راه دور، ردیابی هوشمند مراقبت‌های بهداشتی، پرونده سلامت الکترونیکی، نظارت بر بیمار، پیش‌بینی‌های همه‌گیر

1. Internet of things/ IoT

ابعاد شهر هوشمند	تعریف	دامنه
آموزش هوشمند	آموزش هوشمند یک الگوی یادگیری است که متناسب با نیازهای فناوری‌های دیجیتالی در حال ظهور است.	کلاس درس هوشمند، پلتفرم‌های یادگیری مبتنی بر واقعیت مجازی، مدیریت ردیابی دانش‌آموزان، ابزارهای یادگیری برای دانش‌آموزان با نیازهای ویژه، کتابخانه هوشمند
تحرک هوشمند	شبکه تحرک هوشمند یک شبکه حمل‌ونقل هوشمند و سیار است.	مدیریت ترافیک، تحرک مستقل و پایدار، زنجیره تأمین، مسیریابی و پارکینگ

۳. روش پژوهش

برای شناسایی دانش موجود مرتبط با کاربرد هوش مصنوعی در توسعه و پیشرفت شهر هوشمند یک مرور نظام‌مند در مطالعات اخیر با کمک پروتکل روش ترتیبی[1] انجام شد. روش ترتیبی، پروتکلی است که معیارهایی را برای انتخاب مقالات علمی ارائه می‌کند و شاخصی برای رتبه‌بندی آثار انتخاب‌شده بر اساس ارتباط است. ضریب تأثیر، سال انتشار و تعداد استنادها سه عامل اصلی مورد ارزیابی برای انتخاب یک مقاله و تعیین شاخص روش ترتیبی است روش ترتیبی که در شکل ۴ ارائه شده است (Pagani, Kovaleski and Resende, 2015; 2017).

مرحله ۱. تعیین هدف تحقیق: هدف از این تحقیق ترسیم وضعیت کاربرد فناوری هوش مصنوعی در توسعه شهرهای هوشمند بود.

مرحله ۲. جستجوی مقدماتی: کلمات کلیدی در پایگاه کتابشناختی به‌منظور ارزیابی کلی یافته‌ها، تعیین حدود زمانی، بررسی عبارت‌ها و ترکیب‌های آن‌ها، و همچنین بهترین عملگرهای بولی برای اصلاح جستجو استفاده شد.

مرحله ۳. تعریف ترکیب کلمات کلیدی، پایگاه‌های داده و تعیین حدود زمانی: ترکیب کلیدواژه‌ها و عملگرهای بولی تعریف شده «شهرهای هوشمند»[2] یا «شهر هوشمند»[3] و «هوش مصنوعی»[4] و «واژه اختصار هوش مصنوعی»[5] بودند. این دو ترکیب امکان دستیابی به تعداد بیشتری از آثار را ممکن می‌سازد، و جستجو برای یافتن تنها آثاری که عنوان

1. Methodi Ordinatio
2. Smart cities
3. Smart city
4. Artificial intelligence
5. AI

آن‌ها حاوی عبارات ترکیبی بود محدود شد. یک دوره زمانی را برای جستجو تعیین نشد تا موضوع مورد مطالعه بهتر ارزیابی گردد.

مرحله ٤. جستجوی نهایی در پایگاه داده: با استفاده از عناصر تعریف شده در مرحله ۳، جستجوی نهایی در پایگاه داده «اسکوپوس» و «گوگل اسکالر» را انجام شد.

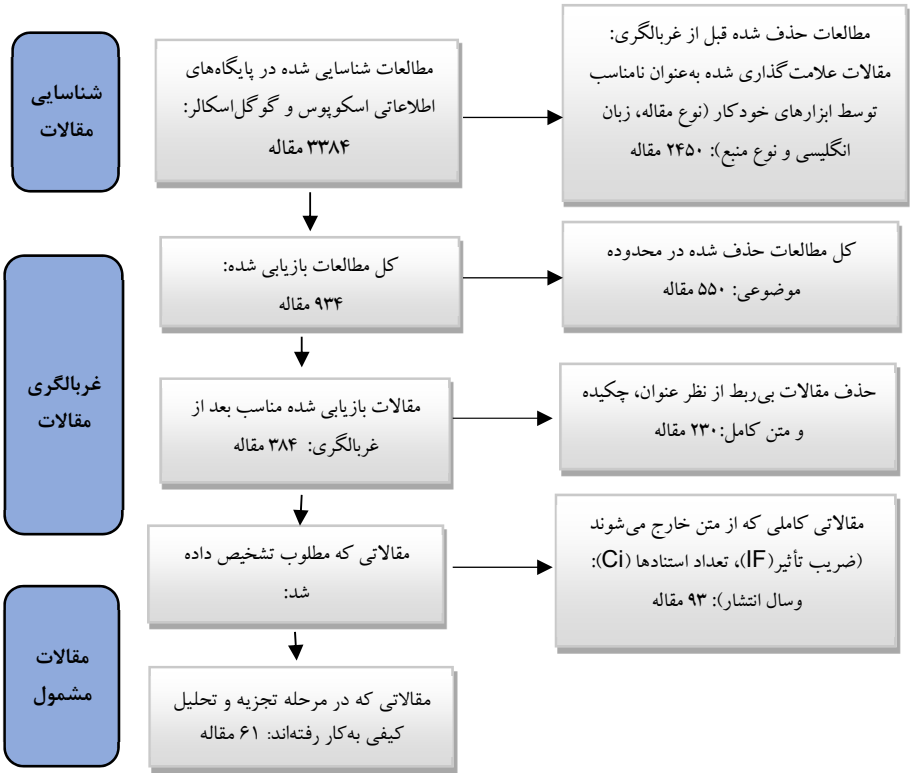
مرحله ٥. غربال کردن: به‌منظور انتخاب مقالات اولیه برای تحقیق، از روش‌های غربال کردن استفاده شد و معیارهای زیر اتخاذ گردید: الف. محدود کردن دامنه موضوعی تحقیق به مطالعاتی که در حوزه کاربرد هوش مصنوعی در شهرهای هوشمند انجام شده است. در این پژوهش، تحقیقاتی که به نقش هوش مصنوعی در چندین بخش، از جمله آموزش، مراقبت‌های بهداشتی، انرژی، فناوری اطلاعات، تحرک، امنیت، بومی‌سازی، مدیریت بلایا و شهر، محیط زیست و اقتصاد پرداختند محدود شد. ب. حذف مقالات منتشر شده در کنفرانس‌ها، یا به‌عنوان فصل‌های کتاب که فاقد ضریب تأثیر بودند، زیرا فقط نشریات دوره‌ای با ضریب تأثیر جستجو شد.ج. و حذف مقالات غیرمرتبط از نظر موضوع - عناوین و چکیده مقالات در ارتباط با موضوع تحقیق.

مرحله ٦ و ۷: این دو مرحله، به‌منظور غربال کردن مطالعات در مرحله ۵ ترکیب و ادغام شدند. مرحله ۶، شامل شناسایی ضریب تأثیر، تعداد استنادها و سال انتشار مقالات است که این موارد در انتخاب مقالات مد نظر قرار گرفت. مرحله ۷، شامل رتبه‌بندی مقالات با روش ترتیبی می‌باشد. پس از انجام مراحل ۱تا ۶، معادله InOrdinatio برای رتبه‌بندی مقالات منتخب استفاده شد:

IF ضریب تأثیر است، a یک ضریب وزنی از ۱ تا ۱۰ است که توسط محقق نسبت داده می‌شود. سال پژوهش سالی است که تحقیق در آن سال انجام شده است. سال نشر سالی است که مقاله در آن سال منتشر شده است و ∑Ci تعداد دفعاتی است که مقاله استناد شده است.

مراحل ۸ و ۹. یافتن مقالات و مطالعه نهایی و تجزیه و تحلیل نظامند مقالات: بر اساس نمودار پریزما (شکل ۵) و پس از تکمیل غربالگری، ۶۱ مقاله برای تجزیه و تحلیل انتخاب شد. رتبه‌بندی مقالات با توجه به روش ترتیبی بر اساس مرتبط بودن مقاله، سالی که مقاله در آن منتشر شده، تعداد استنادها، و ضریب تأثیر می‌باشد. نتایج نهایی مقالات منتخب در جدول ۲ ارائه شده است.

شکل ٤. مراحل روش ترتیبی (Pagani et al., 2015)



شکل ۵. نمودار پریزما شناسایی مقالات مرتبط در حوزه کاربرد فناوری هوش مصنوعی در شهرهای هوشمند

جدول ۲. مجموعه کتابشناختی مقالات شناسایی شده در حوزه کاربرد فناوری هوش مصنوعی در شهرهای هوشمند

حوزه موضوعی	عنوان مقاله	نویسنده	روش پژوهش	تمرکز پژوهش
مدیریت شهری و توسعه پایدار	در مورد کلان داده، هوش مصنوعی و شهرهای هوشمند	Allam & Dhunny (2019)	کیفی	نظریه خاص
مراقبت‌های بهداشتی و هوشمند	شیوع ویروس کرونا و شبکه شهر هوشمند: استانداردهای جهانی به اشتراک‌گذاری داده همراه با هوش مصنوعی به نفع نظارت و مدیریت سلامت شهری	Allam & Jones (2020)	کیفی	مشاهدات تجربی
تحرک هوشمند	هوش مصنوعی، حمل‌ونقل و شهر هوشمند: تعاریف و ابعاد یک عصر تحرک جدید	Nikitas et al. (2020)	کیفی	روش‌های تحلیلی

حوزه موضوعی	عنوان مقاله	نویسنده	روش پژوهش	تمرکز پژوهش
مدیریت شهری و توسعه پایدار	کاربردهای هوش مصنوعی و یادگیری ماشینی در شهرهای هوشمند	Ullah et al. (2020)	کیفی	نظریه خاص
مدیریت شهری و توسعه پایدار	همگرایی بلاک‌چین و هوش مصنوعی در شبکه اینترنت اشیا برای شهر هوشمند پایدار	Singh et al. (2020)	کیفی	نظریه خاص
مدیریت شهری و توسعه پایدار	سهم و ریسک هوش مصنوعی در ساخت شهرهای هوشمندتر	Yigitcanlar et al. (2020)	کیفی	روش‌های تحلیلی
مدیریت شهری و توسعه پایدار	هوش مصنوعی شهری: از اتوماسیون تا خودمختاری در شهر هوشمند	Cugurullo (2020)	کیفی	نظریه خاص
محیط و انرژی هوشمند	پایداری انرژی در شهرهای هوشمند: هوش مصنوعی، پایش هوشمند و بهینه‌سازی مصرف انرژی	Chui et al. (2018)	ترکیبی	نظریه خاص
زیرساخت‌های هوشمند	اینترنت اشیا در شهرهای هوشمند: بررسی فناوری‌ها، شیوه‌ها و چالش‌ها	Syed et al. (2021)	کیفی	روش‌های تحلیلی
مدیریت شهری و توسعه پایدار	پایداری هوش مصنوعی: دیدگاه شهری از دریچه شهرهای هوشمند و پایدار	Yigitcanlar & Cugurullo (2020)	کیفی	نظریه خاص
مدیریت شهری و توسعه پایدار	دوقلوهای دیجیتال و GIS برای بهبود اتصال و اندازه‌گیری تأثیر برنامه‌ریزی ساختن زیرساخت در شهرهای هوشمند	Shirowzhan, & Sepasgozar (2020)	کیفی	مشاهدات تجربی
مدیریت شهری و توسعه پایدار	تجزیه و تحلیل چالش‌های پذیرش اینترنت اشیاء و هوش مصنوعی برای شهرهای هوشمند در چین	Serban & Lytras (2020)	ترکیبی	روش‌های تحلیلی
زیرساخت‌های هوشمند	سیستم هشدار اولیه خطر آتش‌سوزی مبتنی بر داده‌های بزرگ و هوش مصنوعی برای شهرهای هوشمند	Zhang et al. (2021)	کیفی	نظریه خاص
زیرساخت‌های هوشمند	اینترنت معنایی اشیاء مبتنی بر هوش مصنوعی در شهر هوشمند کاربرمحور	Guo et al. (2018)	کیفی	نظریه خاص
زیرساخت‌های هوشمند	یادگیری ماشین در شبکه‌های حسگر بی سیم برای شهرهای هوشمند: یک بررسی	Sharma et al. (2021)	ترکیبی	نظریه خاص
زیرساخت‌های هوشمند	تجزیه و تحلیل رفتار رباتیک در یک شهر هوشمند با اجرای عمیق و یادگیری تقلیدی با استفاده از اینترنت اشیاء رباتیک	Liu et al. (2020)	کیفی	نظریه خاص

حوزه موضوعی	عنوان مقاله	نویسنده	روش پژوهش	تمرکز پژوهش
مراقبت‌های بهداشتی هوشمند	پیاده‌سازی اینترنت اشیا و هوش مصنوعی برای سیستم‌های نظارت از راه دور مراقبت‌های بهداشتی	Alshamrani (2022)	کیفی	نظریه خاص
مدیریت شهری و توسعه پایدار	هوش مصنوعی سبز: به سوی یک فناوری کارآمد، پایدار و عادلانه برای شهرهای هوشمند و آینده	Yigitcanlar et al. (2021)	کیفی	روش‌های تحلیلی
محیط و انرژی هوشمند	تخمین بار گرمایش ساختمان‌ها برای برنامه‌ریزی شهر هوشمند با استفاده از تکنیک جدید هوش مصنوعی PSO-XGBoost	Le et al. (2019)	کیفی	نظریه خاص
مدیریت شهری و توسعه پایدار	هوش مصنوعی و رباتیک در استراتژی‌های شهر هوشمند و توسعه هوشمند برنامه‌ریزی شده	Golubchikov & Thornbush (2020)	کیفی	روش‌های تحلیلی
محیط هوشمند	طراحی و پیاده‌سازی سیستم مدیریت بلایای ساختمان و شهرک مبتنی بر اینترنت اشیاء هوشمند در زیرساخت شهر هوشمند	Park et al. (2018)	ترکیبی	نظریه خاص
زیرساخت‌های هوشمند	استفاده از هوش مصنوعی در شهرهای هوشمند برای تصمیم‌گیری هوشمند: دیدگاه نوآوری اجتماعی	Bokhari & Myeong (2022)	کمّی	روش‌های تحلیلی
مدیریت شهری و توسعه پایدار	هوش مصنوعی در محیط شهری: شهرهای هوشمند به‌عنوان الگوهایی برای توسعه نوآوری و پایداری	Fernández et al. (2020)	ترکیبی	نظریه خاص
مدیریت شهری و توسعه پایدار	چارچوب اینترنت اشیاء هوشمند مبتنی بر بلاک‌چین و هوش مصنوعی برای شهر پایدار	Ahmed et al. (2022)	کیفی	نظریه خاص
تحرک هوشمند	خودسازی هوش مصنوعی و یادگیری ماشینی برای تقویت تجزیه و تحلیل داده‌های بزرگ در شهرهای هوشمند	Alahakoon (2020)	ترکیبی	نظریه خاص
زیرساخت‌های هوشمند	به سوی نوآوری شهر هوشمند از دیدگاه شبکه‌های نرم‌افزاری تعریف شده، هوش مصنوعی و داده‌های بزرگ	Martins (2018)	کیفی	نظریه خاص
مدیریت شهری و توسعه پایدار	پذیرش هوش مصنوعی در شهرهای هوشمند: بررسی جامع	Herath. & Mittal (2022)	کیفی	روش‌های تحلیلی

حوزه موضوعی	عنوان مقاله	نویسنده	روش پژوهش	تمرکز پژوهش
محیط هوشمند	کاهش تهدیدات آلودگی محیطی شرکت‌ها به سمت سلامت و ایمنی عمومی: نقش شهر هوشمند و هوش مصنوعی	Liu et al. (2021)	کمّی	مشاهدات تجربی
زیرساخت‌های هوشمند	نقش یادگیری ماشینی و یادگیری عمیق در ایمن‌سازی برنامه‌های صنعتی اینترنت اشیاء مبتنی بر G5	Shirowzhan et al. (2021)	کیفی	نظریه خاص
تحرک هوشمند	پیاده‌سازی مفهومی تحرک الکترونیکی مبتنی بر هوش مصنوعی در شهر هوشمند	Jayakumar et al. (2021)	کیفی	نظریه خاص
تحرک هوشمند	یک سیستم نظارت بر پارک هوشمند، کارآمد و قابل اعتماد با هوش مصنوعی لبه در دستگاه‌های اینترنت اشیاء	Ke et al. (2020)	کیفی	نظریه خاص
محیط هوشمند	هوش مصنوعی و دید هوشمند برای ساختمان و ساخت‌وساز ۴,۰: روش‌ها و کاربردهای یادگیری ماشینی و عمیق	Baduge et al. (2022)	کیفی	روش‌های تحلیلی
زیرساخت‌های هوشمند	یادگیری ماشین در شبکه‌های حسگر بی‌سیم برای شهرهای هوشمند: یک نظرسنجی	Sharma et al. (2022)	کمّی	مشاهدات تجربی
محیط هوشمند	تکنیک‌های هوش مصنوعی در شبکه هوشمند: یک بررسی	Omitaomu & Niu (2022)	کمّی	مشاهدات تجربی
زیرساخت‌های هوشمند	کل‌نگر کلان‌داده مدل‌سازی هوشمند مصنوعی یکپارچه برای بهبود حریم خصوصی و امنیت در مدیریت داده شهرهای هوشمند	Chen et al. (2021)	کیفی	نظریه خاص
زیرساخت‌های هوشمند	رویکرد هوش مصنوعی انسان‌محور برای حفاظت از حریم خصوصی کاربران سالمند برنامه در شهرهای هوشمند	Elahi et al. (2021)	کیفی	روش‌های تحلیلی
زیرساخت‌های هوشمند	به سوی شهرهای هوشمند پایدار: یک سیستم تجارت امن و مقیاس‌پذیر برای خانه‌های مسکونی با استفاده از بلاک‌چین و هوش مصنوعی	Samuel et al. (2022)	کیفی	روش‌های تحلیلی
مراقبت‌های بهداشتی هوشمند	سیستم فیزیکی سایبری بهداشت و درمان شهر هوشمند: ویژگی‌ها، فناوری‌ها و چالش‌ها	Verma (2022)	ترکیبی	نظریه خاص

حوزه موضوعی	عنوان مقاله	نویسنده	روش پژوهش	تمرکز پژوهش
زیرساخت‌های هوشمند	ادغام فناوری‌های مبتنی بر اینترنت اشیا و هوش مصنوعی برای سناریوی شهر هوشمند: پیشرفت‌های اخیر و روندهای آینده	Alahi et al. (2023)	کیفی	روش‌های تحلیلی
مدیریت شهری و توسعه پایدار	جهش عظیم برای شهرهای هوشمند: افزایش ابتکارات هوش مصنوعی اشیاء شهر هوشمند	Kuguoglu et al. (2022)	کیفی	روش‌های تحلیلی
مراقبت‌های بهداشتی هوشمند	تحلیل احساسات مبتنی بر هوش مصنوعی برای مدیریت بحران سلامت در شهرهای هوشمند	Hilal et al. (2022)	کیفی	نظریه خاص
محیط هوشمند	سیستم مدیریت و نظارت انرژی ساختمان هوشمند مبتنی بر هوش مصنوعی در شهر هوشمند	Selvaraj et al. (2023)	کیفی	نظریه خاص
زیرساخت‌های هوشمند	چشم‌انداز هوش مصنوعی در برنامه‌ریزی شهری	Sanchez et al. (2022)	کیفی	روش‌های تحلیلی
تحرک هوشمند	استفاده از هوش مصنوعی و شبکه باور عمیق برای پیش‌بینی عملکرد تخلیه ترافیک در شهرهای هوشمند	Chen & Zhang (2022)	ترکیبی	نظریه خاص
محیط هوشمند	چالش‌های پوشش، استقرار و بومی‌سازی در شبکه‌های حسگر بی‌سیم بر اساس تکنیک‌های هوش‌مصنوعی	Osamy et al. (2022)	کیفی	روش‌های تحلیلی
محیط هوشمند	تأثیر هوش مصنوعی در سیستم‌های تصفیه هوای شهر هوشمند	Lazirkha et al. (2022)	کمّی	مشاهدات تجربی
محیط هوشمند	نقش دوگانه هوش مصنوعی در توسعه شهرهای هوشمند	Zamponi & Barbierato (2022)	کیفی	نظریه خاص
زیرساخت‌های هوشمند	استفاده از هوش مصنوعی برای تصمیم‌گیری هوشمند در شهرهای هوشمند: مدلی تعدیل‌شده از اضطراب فناوری و تهدیدات داخلی اینترنت اشیاء	Alloulbi et al. (2022)	کیفی	نظریه خاص
محیط هوشمند	بهبود پیش‌بینی ذرات اتمسفر مبتنی بر شهرهای هوشمند با استفاده از تکنیک‌های یادگیری ماشین	Mengash et al. (2022)	ترکیبی	مشاهدات تجربی
زیرساخت‌های هوشمند	هوش مصنوعی برای توسعه پایدار شهرهای هوشمند و مدیریت کاربری اراضی شهری	Masoumi & van Genderen (2023)	کمّی	مشاهدات تجربی

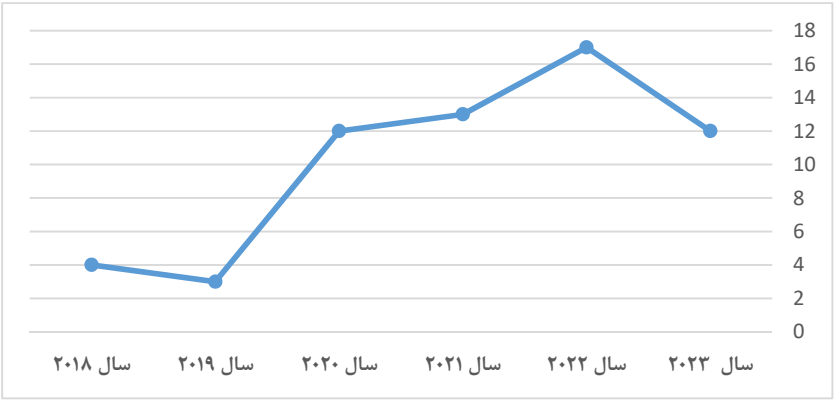
حوزه موضوعی	عنوان مقاله	نویسنده	روش پژوهش	تمرکز پژوهش
محیط هوشمند	نظارت بر کیفیت هوا به کمک هوش مصنوعی برای مدیریت شهر هوشمند	Neo et al. (2023)	کمّی	مشاهدات تجربی
تحرک هوشمند	هوش مصنوعی برای ارزیابی کیفیت جاده در شهرهای هوشمند	Jagatheesaperumal et al. (2023)	کمّی	مشاهدات تجربی
اقتصاد هوشمند	مدل بهینه‌سازی فراابتکاری هوشمند و قابل اعتماد برای شبکه کشاورزی قابل اعتماد	Rehman et al. (2024)	کمّی	مشاهدات تجربی
مراقبت‌های بهداشتی هوشمند	هوش مصنوعی و رباتیک در خط مقدم پاسخ به همه‌گیری: مدل‌های نظارتی برای پذیرش فناوری و توسعه سازمان‌های تاب‌آور در شهرهای هوشمند	Lauri et al. (2023)	کیفی	روش‌های تحلیلی
مدیریت شهری و توسعه پایدار	تأثیر هوش مصنوعی بر حاکمیت الکترونیک و امنیت سایبری در شهرهای هوشمند: دیدگاه ذی‌نفعان	Bokhari & Myeong (2023)	کیفی	روش‌های تحلیلی
مراقبت‌های بهداشتی هوشمند	پایش از راه دور سلامت با استفاده از هوش مصنوعی و اینترنت اشیا در شهرهای هوشمند	Lim (2023)	کمّی	مشاهدات تجربی
زیرساخت‌های هوشمند	چارچوبی ابری با استفاده از بلاک‌چین، یادگیری ماشینی و هوش مصنوعی برای مقابله با حملات فیشینگ در شهرهای هوشمند	Nayomi et al. (2024)	کمّی	مشاهدات تجربی
تحرک هوشمند	سیستم‌های هوشمند مصنوعی برای طبقه‌بندی وسایل نقلیه: یک بررسی	Tan et al. (2024)	کمّی	مشاهدات تجربی
تحرک هوشمند	افزایش تحرک شهری: ادغام داده‌های ترافیک جاده‌ای اینترنت اشیا و هوش مصنوعی در محیط شهر هوشمند	Moumen et al. (2023)	کمّی	مشاهدات تجربی

٤. نتایج و یافته‌های پژوهش

پس از بررسی‌ها انجام شده و غربالگری کیفی به روش ترتیبی، تعداد ۶۱ مقاله که بین سال‌های ۲۰۱۴ تا ۲۰۲۴ در نشریه‌های معتبر بین‌المللی منتشر شده بودند، برای تجزیه و تحلیل محتوا انتخاب شدند. مطابق با بررسی‌های انجام شده در پایگاه‌های داده «اسکوپوس» و «گوگل اسکالر» انتشارات مقالات در حوزه کاربرد هوش مصنوعی در شهر هوشمند از سال ۲۰۱۴ آغاز شده است. با وجود این، مقالاتی که در این پژوهش دارای شرایط کیفی مناسب و منطبق با

دستورالعمل روش ترتیبی شناسایی و انتخاب گردید از سال ۲۰۱۸ به بعد را دربرمی‌گیرد. در ادامه یافته‌های توصیفی حاصل از تحلیل مقاله‌های انتخاب شده شرح داده می‌شود:

در بخش اول، این پژوهش مقاله‌های منتخب بر اساس سال انتشار مورد بررسی قرار گرفت. بررسی‌ها صورت پذیرفته در پایگاه‌های داده مذکور نشان می‌دهد که انجام پژوهش‌ها در زمینه کاربرد هوش مصنوعی در شهرهای هوشمند روندی افزایشی را طی می‌کند (شکل ۶). مقالاتی که در نوبت انتشار سال ۲۰۲۴ می‌باشد در شکل زیر با سال ۲۰۲۳ آورده شده است. (تعداد مقالات کمتر در سال ۲۰۲۳ و ۲۰۲۴ به‌دلیل آن است که با توجه به اینکه مقالات به تازگی انتشار یافته‌اند هنوز چندان مورد استناد قرار نگرفته‌اند و امتیاز کمتری در معادله رتبه‌بندی InOrdinatio کسب کرده‌اند.)

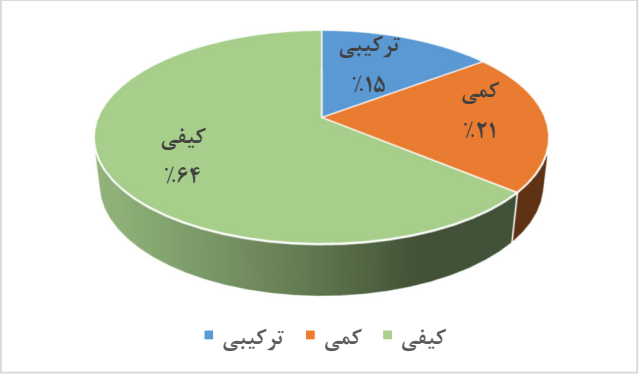


شکل ٦. روند افزایشی مقاله‌ها در زمینه کاربرد هوش مصنوعی در شهرهای هوشمند بر اساس سال انتشار

در بخش دیگر، مقاله‌های منتخب از نظر روش‌شناسی پژوهش (کمی، کیفی و ترکیبی) مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. پژوهش‌های کمی نشان‌دهنده آن دسته از مقالات است که از ابزارهای اندازه‌گیری مقیاسی استفاده می‌نمایند تا داده‌ها را به‌صورت عددی و قابل اندازه‌گیری تبدیل کند. این روش برای جمع‌آوری داده‌های بزرگ و تحلیل آماری استفاده می‌شود. مثال‌هایی از روش کمی شامل پرسشنامه‌ها، آزمون‌ها و مشاهده نظام‌مند هستند. پژوهش‌های کیفی نشان‌دهنده آن دسته از مقالات هستند که برای جمع‌آوری داده‌ها از روش‌هایی مانند مصاحبه، مشاهده غیرمستقیم و تحلیل محتوا استفاده می‌کنند. این روش برای درک عمیق‌تر و تفصیلی‌تر مسائل و پدیده‌ها استفاده می‌شود. مثال‌هایی از روش‌های کیفی شامل مصاحبه‌های عمیق، تحلیل مضمونی و تحلیل گفتمان

هستند. پژوهش‌های ترکیبی شامل دسته از مقالات می‌شوند که از ترکیب روش‌های کمی و کیفی برای جمع‌آوری و تحلیل داده‌ها استفاده می‌کنند. این روش برای بهبود دقت و کاملیت تحقیق و همچنین بررسی چند جنبه‌ای مسئله استفاده می‌شود. مثال‌هایی از روش‌های ترکیبی شامل تحلیل محتوا به‌صورت کمی و کیفی همزمان و استفاده از پرسشنامه‌های مصاحبه‌ای هستند (Bryman et al., 2008).

یافته‌های این تحقیق نشان داد که ۶۴ درصد مطالعات از روش‌های کیفی، ۲۱ درصد از روش کمی و ۱۵ درصد از روش ترکیبی استفاده کرده‌اند (شکل ۷). با توجه به اینکه کاربرد هوش مصنوعی در شهرهای هوشمند در مرحله مفهوم‌سازی می‌باشد استفاده از روش کیفی به‌طور چشمگیری بیش از سایر پژوهش‌ها مورد توجه محققان این حوزه بوده است. استفاده کمتر از رویکردهای تجربی در پژوهش‌های این حوزه موجب شده است انجام مطالعات به روش کمی در این زمینه موضوعی کم باشد، اما همان‌گونه که در جدول ۲ نیز مشاهده می‌شود پیشرفت و توسعه کاربرد هوش مصنوعی در شهرهای هوشمند موجب افزایش استفاده از رویکردهای تجربی و روش‌های کمی در سال‌های ۲۰۲۳ و ۲۰۲۴ شده است.



شکل ۷. روش‌های پژوهشی مورد استفاده در زمینه کاربرد هوش مصنوعی در شهرهای هوشمند در مقاله‌های منتخب

در بخش بعدی از قیف پارادایم برای دسته‌بندی، تجزیه و تحلیل و ترکیب یافته‌های مقالات انتخابی استفاده شد (جدول ۳). قیف پارادیم ابزاری است که به محققان جهت کاوش، طبقه‌بندی، و تجزیه و تحلیل پویایی تغییرات درون ساختار یک مقاله علمی کمک می‌کند. این روش، چارچوبی را برای دسته‌بندی تحقیقات بر اساس اهداف‌شان در چهار

سطح مختلف فراهم می‌کند: ۱) مشاهدات تجربی، ۲) روش‌های تحلیلی، ۳) نظریه خاص و ۴) فرضیه‌های عمیق (Kamdi et al., 2018).

سطح ۱ قیف «مشاهدات تجربی»، نشان‌دهنده آن دسته از مقالاتی است که برای تجزیه و تحلیل و شناسایی شکاف‌ها در ادبیات موجود از مشاهدات تجربی استفاده می‌کنند. مقالات این سطح شامل مطالعات تجربی، توصیف واقعیت‌های مختلف در حوزه شهرهوشمند و هوش مصنوعی، جمع‌آوری داده‌ها و تجزیه و تحلیل مطالعات موردی کاربرد هوش مصنوعی در شهر هوشمند هستند (Kamdi et al., 2018). نتایج تحلیل مقالات انتخابی نشان می‌دهد که ۲۵ درصد از مقالات (۱۵ مقاله) در این سطح قرار می‌گیرد (جدول ۳ و شکل ۸). بر خلاف قیف پارادایم که باید تعداد مقالات در دهانه قیف بیشتر باشد، به‌دلیل نوظهور بودن کاربردهای هوش مصنوعی در حوزه شهری، تعداد کمتری از پژوهش‌های انتخاب شده از رویکرد تجربی برای گردآوری داده‌ها استفاده کرده‌اند. در نتیجه مطالعات با رویکرد تجربی در این حوزه بسیار محدود انجام شده و بیشتر مطالعات بر مفهوم‌سازی اثرات هوش مصنوعی تمرکز کرده‌اند، اما در سال‌های ۲۰۲۳و ۲۰۲۴ با توسعه کاربرد هوش مصنوعی در شهرهای هوشمند میزان مطالعات با رویکرد تجربی افزایش یافته است.

سطح ۲ «روش‌های تحلیلی»، شامل مقالاتی است که به روش‌های تحلیلی می‌پردازند و سعی می‌کنند دیدگاه‌های جاری در مورد روش‌شناسی را تحلیل کنند. ۲۹ درصد (۱۸ مقاله) از مقالات انتخاب شده در سطح دوم قیف پارادایم قرار دارند. مقاله‌ها در این سطح بیشتر بر ساختار و دستکاری داده‌ها تمرکز دارند. هدف اصلی این مقالات انتخاب، ارزیابی یا مقایسه روش‌های مناسب برای مطالعه ارزش درک شده در زمینه کاربردهای هوش مصنوعی در شهرهای هوشمند است (Kamdi et al., 2018).

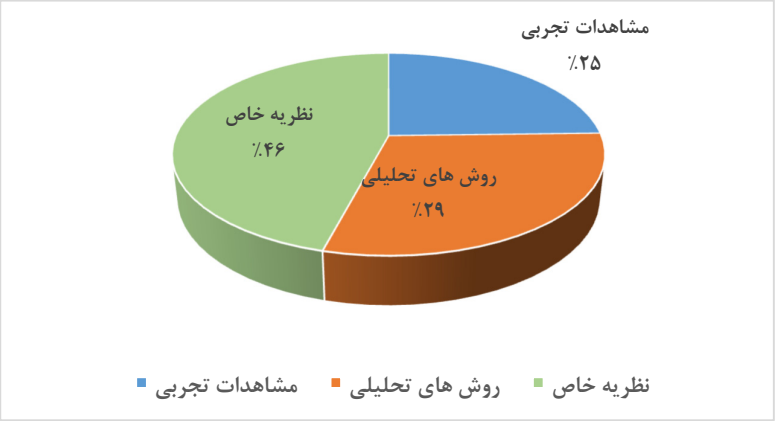
سطح ۳ «نظریه‌های خاص»، شامل مقالات دربردارنده نظریه‌های خاص با هدف ایجاد نظریه‌های پیشرفته است. این سطح مقالاتی را که به بررسی نظریه‌های خاص پرداخته‌اند و نویسندگانی که در ساخت نظریه مشارکت داشته‌اند، مشخص می‌کند (Kamdi et al., 2018). بر اساس یافته‌های این پژوهش، ۴۶ درصد (۲۸ مقاله) در سطح سوم قیف پارادایمی هستند. تحقیقات انجام شده در این سطح به معرفی اثرات و کاربرد هوش مصنوعی در شهرهای هوشمند، ارائه مدل برای کاربرد هوش مصنوعی در شهرهای هوشمند، بهبود مدیریت و خدمات شهرهای هوشمند با استفاده از هوش مصنوعی و ارائه چارچوب معماری شهر هوشمند در حوزه فناوری هوش مصنوعی می‌پردازد.

سطح ۴ (فرضیه‌های عمیق)، نمایانگر مقالاتی است که فرضیه‌های هستی شناختی، معرفت شناختی و روش شناختی را به چالش می‌کشند و با پیش‌فرض‌هایی که در مورد موضوع تحقیق بیان شده، مقایسه می‌کند (Kamdi et al., 2018). با بررسی مقالات منتخب مقاله‌ای که در این سطح قرار بگیرد مشاهده نشد.

مقالات منتخب با توجه به موضوع تمرکز پژوهشی، روش‌شناسی و مشارکت تحقیقاتی آن‌ها بر اساس سطوح قیف پارادایم کدگذاری شدند. برای هماهنگی، کدگذاری سطوح قیف پارادایم، این مطالعات توسط یکی از محققان انجام شده و توسط محقق دیگری تأیید شده است (جدول ۳).

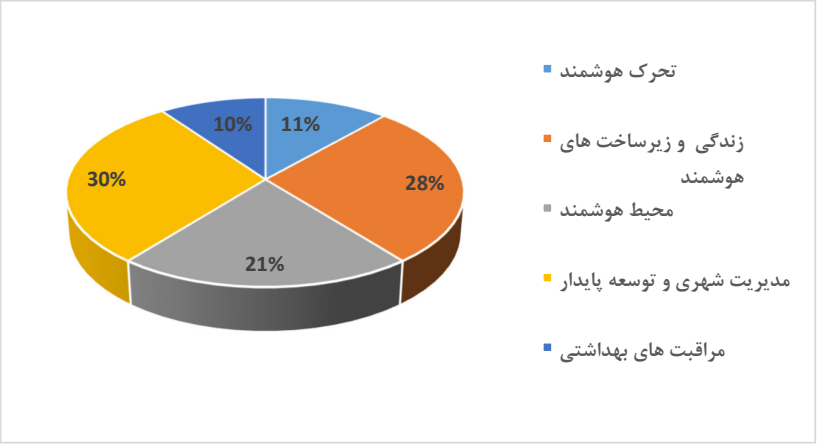
جدول ۳. مقاله‌های منتخب بر اساس سطوح قیف پارادایم

سطح و تمرکز پژوهش	تعداد و درصد مقاله‌ها	منابع
سطح ۱: مشاهدات تجربی	۱۵ (٪۲۵)	Allam & Jones 2020, hirowzhan & Sepasgozar 2020, Lui et al. 2021, chen et al. 2021, elahi et al. 2021, Alloulbi et al. 2022, Bokhari & Myeong 2022, Neo et al. 2023, Nayomi et al. 2024, Ten et al. 2024, Rehman et al. 2024, Masoumi & van Genderen 2023, Jagatheesaperumal et al. 2023, Moumen et al. 2023, Lim 2023
سطح ۲: روش‌های تحلیلی	۱۸ (٪۲۹)	Nikitas et al. 2020, Yigitcanlar et al. 2020 and 2021, Syed et al. 2021, Serban & Lytras 2020, Golubchikov & Thornbush 2020, Bokhari & Myeong 2022, Herath. & Mittal 2022, Sharma et al. 2021, Omitaomu & Niu 2021, Verma 2022, Kuguoglu et al. 2021, Sanchez et al. 2022, Osamy et al. 2022, Zamponi & Barbierato 2022. Alahi et al. 2023, Bokhari & Myeong 2023, Lauri et al. 2023
سطح ۳: نظریه‌های خاص	۲۸ (٪۶۴)	Allam & Dhunny 2019, Ullah et al. 2020, Singh et al. 2020, Cugurullo 2020, Chui et al. 2018, Yigitcanlar & Cugurullo 2020, Zhang et al. 2021, Guo et al. 2018, Sharma et al 2018, Liu et al. 2020, Alshamrani 2020, Le et al. 2019, Park et al. 2018, Fernández et al. 2020, Ahmed et al. 2022, Alahakoon 2020, Shirowzhan et al. 2021, Ke et al. 2019, Martins 2018, Jayakumar et al. 2021, Baduge et al. 2022, Samuel et al. 2022, Hilal et al. 2022, Chen & Zhang 2022, Lazirkha 2022, Mengash et al. 2022, Schintler & McNeely 2022, Selvaraj et al. 2023
سطح ۴: فرضیه‌های عمیق	۰ (٪۰)	–
جمع	۴۹ (٪۱۰۰)	–



شکل ۸. مقاله‌های منتخب بر اساس سطوح قیف پارادایم

در ادامه، مقاله‌های منتخب از نظر دامنه موضوعی کاربرد هوش مصنوعی در شهرهای هوشمند مورد بررسی قرار گرفتند. یافته‌های تحقیق نشان داد که بیشتر مقالات منتخب در این زمینه (۳۰ درصد) در دامنه موضوعی «مدیریت شهری و توسعه پایدار» قرار دارند، و شامل موضوعاتی مانند حاکمیت هوشمند، اقتصاد هوشمند، خدمات اجتماعی هوشمند، مدیریت شهری هوشمند، نوآوری و فناوری‌های هوشمند و ... می‌شوند. ۲۸ درصد از مقاله‌های منتخب در دامنه موضوعی «زندگی و زیرساخت‌های هوشمند» می‌باشد که شامل آموزش هوشمند، خانه و ساختمان هوشمند و ... می‌باشد. دامنه موضوعی «محیط هوشمند» که شامل انرژی هوشمند، مدیریت آلودگی هوا، مدیریت پسماند هوشمند و ... می‌باشد ۲۱ درصد مقالات منتخب را شامل می‌شود (شکل ۹). «تحرک و حمل‌ونقل هوشمند» ۱۱ درصد و «مراقبت‌های بهداشتی هوشمند» ۱۰ درصد از مقالات منتخب را دربرمی‌گیرد. با این وجود، بررسی مطالعات انجام شده نشان می‌دهد از زمان شیوع ویروس کرونا در شهرها در سال ۲۰۱۹، و در دوران پساکرونا، صنعت مراقبت‌های بهداشتی مبتنی بر هوش مصنوعی تا ۶۰ درصد پیشرفت نموده است (Herath and Mittal, 2022).



شکل ۹. دامنه موضوعی مقاله‌های منتخب در زمینه کاربرد هوش مصنوعی در شهرهای هوشمند

۵. بحث و نتیجه‌گیری

با پیشرفت فناوری‌های اطلاعات و ارتباطات، فناوری هوش مصنوعی تأثیر قابل توجهی بر روی مدیریت و برنامه‌ریزی شهرهای آینده خواهد داشت. این مقاله یافته‌های اولیه در مورد وضعیت فعلی کاربرد هوش مصنوعی در شهرهای هوشمند را ارائه می‌دهد. یافته‌های پژوهش حاکی از این است که فناوری هوش مصنوعی در شهرهای هوشمند در سال‌های اخیر به یکی از حوزه‌های محبوب پژوهشی تبدیل شده و نگارش مقاله در این حوزه از سال ۲۰۱۸ افزایش قابل توجهی یافته است. نتایج حاصل از تحلیل مقاله‌های منتخب نشان می‌دهد روش تحقیقات انجام شده با توجه به اینکه بیشتر مطالعات مفهومی می‌باشد کیفی است و رویکردهای تجربی و روش کمّی کمتر در مطالعات این حوزه پژوهشی مورد توجه قرار گرفته است. اما با توجه به گسترش دامنه کاربرد هوش مصنوعی در حوزه‌های مختلف شهر هوشمند، انجام تحقیقات کمّی، تجربی و عملی نیز می‌بایست مد نظر محققان این حوزه قرار گیرد.

همچنین به‌علت نوظهور بودن و مرحله مفهوم‌سازی کاربرد هوش مصنوعی در شهرهای هوشمند تمرکز پژوهش‌های انجام شده در سطح دوم و سوم قیف پارادایمی یعنی سطح روش‌های تحلیلی و نظریه خاص است. تحقیقات انجام شده از نوع تحقیقات توصیفی و مفهومی هستند و با استفاده از مشاهدات به تبیین نظریه و مدل می‌پردازند. با توجه به کمتر بودن پژوهش‌ها در سطح اول قیف پارادایمی (مشاهدات تجربی) و عدم

وجود پژوهش در سطح چهارم قیف پارادایمی (فرضیه‌های عمیق) انجام پژوهش‌ها در این دو سطح نیز به محققان توصیه می‌گردد.

نتایج مطالعات حاکی از آن است کاربردهای هوش مصنوعی در شهرهای هوشمند بیشتر در حوزه مدیریت شهری و توسعه پایدار و زندگی هوشمند و زیرساخت‌های هوشمند می‌باشد. به‌طور کلی، مطالعات در حوزه‌های عمده شهرهای هوشمند مانند مراقبت‌های بهداشتی، آموزش، محیط زیست و مدیریت پسماند، تحرک و حمل‌ونقل هوشمند، کشاورزی، مدیریت ریسک و امنیت همچنان در حال رشد و گسترش می‌باشد. شهرهای هوشمند از طریق خودکار کردن عملیات، کاهش خطای انسانی، اتخاذ تصمیم‌های مؤثر مبتنی بر داده، بهبود محیط زیست، پیاده‌سازی امکانات تجاری جدید و خودکارسازی فعالیت‌های مدیریت شهری کارآمد از قابلیت‌های هوش مصنوعی بهره‌مند شوند. اما از سوی دیگر، هوش مصنوعی چالش‌های نظارتی مانند تبعیض در ارائه خدمات، حفظ حریم خصوصی، ملاحظات قانونی و اخلاقی را در شهرهای هوشمند ایجاد می‌کند. علاوه بر این، در دسترس بودن داده‌ها، کمبود متخصصان واجد شرایط، هزینه و مدت زمان ابتکارات هوش مصنوعی، و نرخ بالای بیکاری همگی به‌عنوان تهدیدها و چالش‌های کاربرد هوش مصنوعی در شهرهای هوشمند شناخته می‌شود (Herath and Mittal, 2022). بر اساس یافته‌های این پژوهش، حاکمیت هوشمند، زندگی هوشمند، محیط هوشمند، تحرک هوشمند و مراقبت‌های بهداشتی هوشمند تأثیر بیشتری بر پذیرش هوش مصنوعی در شهرهای هوشمند دارند. علاوه بر این، کاربردهای هوش مصنوعی در زمینه شهرهای هوشمند عمدتاً بر کارایی کسب‌وکار، تجزیه و تحلیل داده‌ها، آموزش، انرژی، پایداری محیطی، سلامت، کاربری زمین، امنیت، و ... متمرکز است. بنابراین، هوش مصنوعی در صورتی که به‌طور مسئولانه استفاده شود، پتانسیل زیادی برای ایجاد یک تغییر مثبت در شهرها، جوامع و مشاغل از طریق تحول کارآمدتر، مؤثرتر و پایدارتر خواهد داشت. هوش مصنوعی با فناوری، الگوریتم‌ها و قابلیت‌های یادگیری، می‌تواند وسیله‌ای مفید در خودکارسازی فرایندهای حل مسئله و تصمیم‌گیری باشد که در مقابل، می‌تواند مناظر شهری را اصلاح کند و از توسعه شهرهای هوشمند حمایت کند.

با توجه به اینکه تحقیقات علمی محدودی برای بررسی خطرات استفاده گسترده از هوش مصنوعی در شهرهای هوشمند انجام شده است (Bokhari & Myeong, 2023) و چالش‌های آتی هوش مصنوعی در شهرها و جوامع به اندازه کافی در تحقیقات قبلی

بررسی نشده است یکی از جهت‌گیری‌های اصلی تحقیقات آینده می‌تواند به این سمت باشد. به‌طور کلی، تحقیقات آینده در حوزه هوش مصنوعی و شهرهای هوشمند باید بر روی مسائل مهم و اساسی شهری تمرکز کنند و راهکارهایی را برای بهبود کیفیت زندگی شهروندان، مدیریت بهتر شهرها و ایجاد رشد اقتصادی پایدار ارائه دهند.

References

Aguilera, G., Galán, J. L., Campos, J. C., & Rodríguez, P. 2013. “An accelerated-time simulation for traffic flow in a smart city”. FEMTEC, 26.

Ahmed, S., Hossain, M. F., Kaiser, M. S., Noor, M. B. T., Mahmud, M., & Chakraborty, C. 2021. “Artificial intelligence and machine learning for ensuring security in smart cities”. In Data-Driven Mining, Learning and Analytics for Secured Smart Cities: Trends and Advances (pp. 23-47). Cham: Springer International Publishing.

Ahmed, I., Zhang, Y., Jeon, G., Lin, W., Khosravi, M. R., & Qi, L. 2022. “A blockchain-and artificial intelligence-enabled smart IoT framework for sustainable city”. International Journal of Intelligent Systems, 37 (9): 6493-6507.

Alahakoon, D., Nawaratne, R., Xu, Y., De Silva, D., Sivarajah, U., & Gupta, B. 2020. “Self-building artificial intelligence and machine learning to empower big data analytics in smart cities”. Information Systems Frontiers: 1-20.

Alahi, M. E. E., Sukkuea, A., Tina, F. W., Nag, A., Kurdthongmee, W., Suwannarat, K., & Mukhopadhyay, S. C. 2023. “Integration of IoT-Enabled Technologies and Artificial Intelligence (AI) for Smart City Scenario: Recent Advancements and Future Trends”. Sensors, 23 (11): 5206.

Allam, Z., & Dhunny, Z. A. 2019. “On big data, artificial intelligence and smart cities”. Cities: 89, 80-91.

Allam, Z., & Jones, D. S. 2020. “On the coronavirus (COVID-19) outbreak and the smart city network: universal data sharing standards coupled with artificial intelligence (AI) to benefit urban health monitoring and management”. In Healthcare (Vol. 8, No. 1, p. 46). MDPI.

Alshamrani, M. 2022. “IoT and artificial intelligence implementations for remote healthcare monitoring systems: A survey”. Journal of King Saud University-Computer and Information Sciences, 34 (8): 4687-4701.

Baduge, S.K., Thilakarathna, S., Perera, J.S., Arashpour, M., Sharafi, P., Teodosio, B., Shringi, A. and Mendis, P., 2022. Artificial intelligence and smart vision for building and construction 4.0: Machine and deep learning methods and applications. Automation in Construction, 141, p.104440.

Barns, S., Cosgrave, E., Acuto, M., & Mcneill, D. 2016. “Digital infrastructures and urbangovernance”. Urban Policy and Research: 20–31.

Bokhari, S. A. A., & Myeong, S. 2022. “Use of artificial intelligence in smart cities for smart decision-making: A social innovation perspective”. Sustainability, 14 (2): 620.

Bokhari, S. A. A., & Myeong, S. 2022. “Artificial Intelligence-Based Technological-Oriented Knowledge Management, Innovation, and E-Service Delivery in Smart Cities: Moderating Role of E-Governance”. Applied Sciences, 12 (17):8732.

Bokhari, S. A. A., & Myeong, S. 2023. “The Influence of Artificial Intelligence on E-Governance and Cybersecurity in Smart Cities: A Stakeholder’s Perspective”. IEEE Access. Economics and Policy, (4), 287.

Chen, J., Ramanathan, L., & Alazab, M. 2021. “Holistic big data integrated artificial intelligent modeling to improve privacy and security in data management of smart cities”. Microprocessors and Microsystems, 81, 103722.

Bryman, A., Becker, S., & Sempik, J. 2008. “Quality criteria for quantitative, qualitative and mixed methods research: A view from social policy”. International journal of social research methodology, 11 (4): 261-276.

Chen, G., & Zhang, J. 2022. “Applying Artificial Intelligence and Deep Belief Network to predict traffic congestion evacuation performance in smart cities”. Applied Soft Computing, 121, 108692.

Chaurasia, V. K., Yunus, A., & Singh, M. 2020. “An overview of smart city: observation, technologies, challenges and blockchain applications”. Blockchain Technology for Smart Cities: 133-154.

Chourabi, H., Nam, T., Walker, S., Gil-Garcia, J. R., Mellouli, S., Nahon, K., & Scholl, H. J. 2012. “Understanding smart cities: An integrative framework”. In 2012 45th Hawaii international conference on system sciences (pp. 2289–2297). IEEE.

Chui, K. T., Lytras, M. D., & Visvizi, A. 2018. “Energy sustainability in smart cities: Artificial intelligence, smart monitoring, and optimization of energy consumption”. Energies, 11 (11): 2869.

Clifton, J., Glasmeier, A., & Gray, M. 2020. “When machines think for us: the consequences for work and place. Cambridge Journal of Regions”. Economy and Society, 13 (1): 3-23.

Cugurullo, F. 2020. “Urban artificial intelligence: From automation to autonomy in the smart city”. Frontiers in Sustainable Cities, 2, 38.

Elahi, H., Castiglione, A., Wang, G., & Geman, O. 2021. “A human-centered artificial intelligence approach for privacy protection of elderly App users in smart cities”. Neurocomputing, 444: 189-202.

Golubchikov, O., & Thornbush, M. 2020. “Artificial intelligence and robotics in smart city strategies and planned smart development”. Smart Cities, 3 (4).

Guo, K., Lu, Y., Gao, H., & Cao, R. 2018. “Artificial intelligence-based semantic internet of things in a user-centric smart city”. Sensors, 18 (5): 1341.

Herath, H. M. K. K. M. B., & Mittal, M. 2022. “Adoption of artificial intelligence in smart cities: A comprehensive review”. International Journal of Information Management Data Insights, 2 (1).

Herath, H. M. K. K. M. B., Karunasena, G. M. K. B., & Herath, H. M. W. T. 2021. “Development of an IoT based systems to mitigate the impact of COVID-19 pandemic in smart cities”. In Machine intelligence and data analytics for sustainable future smart cities (pp. 287-309). Cham: Springer International Publishing.

Hilal, A. M., Alfurhood, B. S., Al-Wesabi, F. N., Hamza, M. A., Al Duhayyim, M., & Iskandar, H. G. 2022. “Artificial intelligence based sentiment analysis for health crisis management in smart cities”. Computers, Materials and Continua: 143-157.

Jagatheesaperumal, S. K., Bibri, S. E., Ganesan, S., & Jeyaraman, P. 2023. “Artificial Intelligence for road quality assessment in smart cities: a machine learning approach to acoustic data analysis”. Computational Urban Science, 3 (1):28.

Jayakumar, J., Nagaraj, B., Chacko, S., & Ajay, P. 2021. “Conceptual implementation of artificial intelligent based E-mobility controller in smart city environment”. Wireless Communications and Mobile Computing: 1-8.

Kamdi, N., Jamal, S. A., & Anuar, F. I. 2018. A review of value dimensions in tourism service oriented field via paradigm funnel. Journal of Fundamental and Applied Sciences, 10 (6S): 1206-1228.

Ke, R., Zhuang, Y., Pu, Z., & Wang, Y. 2020. “A smart, efficient, and reliable parking surveillance system with edge artificial intelligence on IoT devices”. IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems, 22 (8): 4962-4974.

Khan, Z., Anjum, A., & Kiani, S. L. 2013. “Cloud based big data analytics for smart futurecities”. In 2013 IEEE/ ACM 6th International Conference on Utility and Cloud Computing (pp. 381–386). IEEE.

Lazirkha, D. P. 2022. “The impact of artificial intelligence in smart city air purifier systems”. Aptisi Transactions on Technopreneurship (ATT), 4 (2): 205-214.

Lauri, C., Shimpo, F., & Sokołowski, M. M. 2023. “Artificial intelligence and robotics on the frontlines of the pandemic response: the regulatory models for technology adoption and the development of resilient organisations in smart cities”. Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing: 1-12.

Le, L. T., Nguyen, H., Zhou, J., Dou, J., & Moayedi, H. 2019. “Estimating the heating load of buildings for smart city planning using a novel artificial intelligence technique PSO-XGBoost”. Applied Sciences, 9 (13): 2714.

Lim, C., Kim, K. J., & Maglio, P. P. 2018. “Smart cities with big data: Reference models, challenges, and considerations”. Cities, 82: 86-99.

Lim, S. J. 2023. “Remote Monitoring of Health Using Artificial Intelligence and Internet of Things in Smart Cities”. International Journal of Intelligent Systems and Applications in Engineering, 11 (7s): 649-654.

Liu, W., Xu, Y., Fan, D., Li, Y., Shao, X. F., & Zheng, J. 2021. “Alleviating corporate environmental pollution threats toward public health and safety: the role of smart city and artificial intelligence”. Safety Science, 143: 105433.

Liu, Y., Zhang, W., Pan, S., Li, Y., & Chen, Y. 2020. “Analyzing the robotic behavior in a smart city with deep enforcement and imitation learning using IoRT”. Computer Communications, 150: 346-356.

Mengash, H. A., Hussain, L., Mahgoub, H., Al-Qarafi, A., Nour, M. K., Marzouk, R. & Hilal, A. M. 2022. “Smart cities-based improving atmospheric particulate matters prediction using chi-square feature selection methods by employing machine learning techniques”. Applied Artificial Intelligence, 36 (1): 2067647.

Martins, J. S. 2018. “Towards smart city innovation under the perspective of software-defined networking, artificial intelligence big data”. ArXiv preprint arXiv: 1810.11665.

Masoumi, Z., & van Genderen, J. 2023. “Artificial intelligence for sustainable development of smart cities and urban land-use management”. Geo-spatial Information Science: 1-25.

Mathur, S., & Modani, U. S. 2016. “Smart City-a gateway for artificial intelligence in India”. In 2016 IEEE Students’ Conference on Electrical, Electronics and Computer Science (SCEECS) (pp. 1-3). IEEE.

Moumen, I., Abouchabaka, J., & Rafalia, N. 2023. “Enhancing urban mobility: integration of IoT road traffic data and artificial intelligence in smart city environment”. Indonesian Journal of Electrical Engineering and Computer Science, 32 (2): 985-993.

Nayomi, B. D. D., Mallika, S. S., Sowmya, T., Janardhan, G., Laxmikanth, P., & Bhavsingh, M. 2024. “A Cloud-Assisted Framework Utilizing Blockchain, Machine Learning, and Artificial Intelligence to Countermeasure Phishing Attacks in Smart Cities”. International Journal of Intelligent Systems and Applications in Engineering, 12 (1s): 313-327.

Neo, E. X., Hasikin, K., Lai, K. W., Mokhtar, M. I., Azizan, M. M., Hizaddin, H. F., & Razak, S. A. 2023. “Artificial intelligence-assisted air quality monitoring for smart city management”. PeerJ Computer Science, 9, e1306.

New York Smart Schools Commission Report 2018. Artificial Intelligence Market - 2025| available at:www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/artificial-intelligence-market-74851580.html.

Nikitas, A., Michalakopoulou, K., Njoya, E. T., & Karampatzakis, D. 2020. “Artificial intelligence, transport and the smart city: Definitions and dimensions of a new mobility era”. Sustainability, 12 (7): 2789.

Omitaomu, O. A., & Niu, H. 2021. “Artificial intelligence techniques in smart grid: A survey”. Smart Cities, 4 (2): 548-568.

Ortega-Fernández, A., Martín-Rojas, R., & García-Morales, V. J. 2020. “Artificial intelligence in the urban environment: Smart cities as models for developing innovation and sustainability”. Sustainability, 12 (19): 7860.

Osamy, W., Khedr, A. M., Salim, A., Al Ali, A. I., & El-Sawy, A. A. 2022. “Coverage, deployment and localization challenges in wireless sensor networks based on artificial intelligence techniques: a review”. IEEE Access.

Pagani, R. N., Kovaleski, J. L., & Resende, L. M. 2015. “Methodi Ordinatio: a proposed methodology to select and rank relevant scientific papers encompassing the impact factor, number of citation, and year of publication”. Scientometrics, 105: 2109-2135.

Pagani, R. N., Kovaleski, J. L., & de Resende, L. M. M. 2017. “Avanços na composição da Methodi Ordinatio para revisão sistemática de literature”. Ciência da Informação, 46 (2).

Park, S., Park, S. H., Park, L. W., Park, S., Lee, S., Lee, T. & Park, S. 2018. “Design and implementation of a smart IoT based building and town disaster management system in smart city infrastructure”. Applied Sciences, 8 (11): 2239.

Rehman, A., Abunadi, I., Haseeb, K., Saba, T., & Lloret, J. 2024. “Intelligent and trusted metaheuristic optimization model for reliable agricultural network”. Computer Standards & Interfaces, 87: 103768

Rjab, A. B., & Mellouli, S. 2018. “Smart cities in the era of artificial intelligence and internet of things: literature review from 1990 to 2017”. In Proceedings of the 19th annual international conference on digital government research: governance in the data age (pp. 1-10).

Russell, S. 2016. Artificial Intelligence: A Modern Approach, eBook, Global Edition. Pearson Education, Limited.

Samuel, O., Javaid, N., Alghamdi, T. A., & Kumar, N. 2022. “Towards sustainable smart cities: A secure and scalable trading system for residential homes using blockchain and artificial intelligence”. Sustainable Cities and Society, 76: 103371.

Sanchez, T. W., Shumway, H., Gordner, T., & Lim, T. (2022). “The prospects of artificial intelligence in urban planning”. International Journal of Urban Sciences: 1-16.

Santos, J., Vanhove, T., Sebrechts, M., Dupont, T., Kerckhove, W., Braem, B. & De Turck, F. 2018. “City of things: Enabling resource provisioning in smart cities”. IEEE Communications Magazine, 56 (7): 177-183.

Sanchez, T. W., Shumway, H., Gordner, T., & Lim, T. (2022). “The prospects of artificial intelligence in urban planning”. International Journal of Urban Sciences: 1-16.

Schintler, L. A., & McNeely, C. L. 2022. “Artificial intelligence, institutions, and resilience: Prospects and provocations for cities”. Journal of Urban Management, 11 (2): 256-268.

Scoblete, G. 2018. Welcome to The Age of Smart Cities: The city of the future uses technology across a wide range of services and infrastructure. And the future is n Shih ow. TWICE: This Week in Consumer Electronics, 39 (1): 40-41.

Selvaraj, R., Kuthadi, V. M., & Baskar, S. 2023. “Smart building energy management and monitoring system based on artificial intelligence in smart city”. Sustainable Energy Technologies and Assessments, 56: 103090.

Serban, A. C., & Lytras, M. D. 2020. “Artificial intelligence for smart renewable energy sector in Europe—smart energy infrastructures for next generation smart cities”. IEEE access, 8: 77364-77377.

Sharma, H., Haque, A., & Blaabjerg, F. 2021. “Machine learning in wireless sensor networks for smart cities: a survey”. Electronics, 10 (9): 1012.

Sharma, P., Jain, S., Gupta, S., & Chamola, V. 2021. “Role of machine learning and deep learning in securing 5G-driven industrial IoT applications”. Ad Hoc Networks, 123, 102685.

Shirowzhan, S., Tan, W., & Sepasgozar, S. M. 2020. “Digital twin and CyberGIS for improving connectivity and measuring the impact of infrastructure construction planning in smart cities”. ISPRS International Journal of Geo-Information, 9 (4): 240.

Silva, B. N., Khan, M., & Han, K. 2018. “Towards sustainable smart cities: A review of trends, architectures, components, and open challenges in smart cities”. Sustainable cities and society, 38: 697-713.

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

Solanas, A., Patsakis, C., Conti, M., Vlachos, I. S., Ramos, V., Falcone, F., & Martinez-Balleste, A. 2014. “Smart health: a context-aware health paradigm within smart cities”. IEEE Communications Magazine, 52 (8): 74-81.

Souza, J. T. D., Francisco, A. C. D., Piekarski, C. M., & Prado, G. F. D. 2019. “Data mining and machine learning to promote smart cities: A systematic review from 2000 to 2018”. Sustainability, 11 (4): 1077.

Sterbenz, J. P. 2017, September. “Smart city and IoT resilience, survivability, and disruption tolerance: Challenges, modelling, and a survey of research opportunities”. In 2017 9th International Workshop on Resilient Networks Design and Modeling (RNDM) (pp. 1-6). IEEE.

Syed, A. S., Sierra-Sosa, D., Kumar, A., & Elmaghraby, A. 2021. “IoT in smart cities: A survey of technologies, practices and challenges”. Smart Cities, 4 (2): 429-475.

Tan, S. H., Chuah, J. H., Chow, C. O., Kanesan, J., & Leong, H. Y. 2024. Artificial intelligent systems for vehicle classification: A survey. Engineering Applications of Artificial Intelligence, 129, 107497.

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.

Verma, R. 2022. “Smart city healthcare cyber physical system: characteristics, technologies and challenges”. Wireless personal communications, 122 (2): 1413-1433.

Voda, A. I., & Radu, L. D. (2018). “Artificial intelligence and the future of smart cities”. BRAIN. Broad Research in Artificial Intelligence and Neuroscience, 9 (2): 110-127.

Yigitcanlar, T., & Cugurullo, F. 2020. “The sustainability of artificial intelligence: An urbanistic viewpoint from the lens of smart and sustainable cities”. Sustainability, 12 (20): 8548.

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.

Yigitcanlar, T., Mehmood, R., & Corchado, J. M. 2021. “Green artificial intelligence: Towards an efficient, sustainable and equitable technology for smart cities and futures”. Sustainability, 13 (16): 8952.

Zamponi, M. E., & Barbierato, E. 2022. “The Dual Role of Artificial Intelligence in Developing Smart Cities” Smart Cities, 5 (2): 728-755.

Zhang, Y., Geng, P., Sivaparthipan, C. B., & Muthu, B. A. 2021. “Big data and artificial intelligence based early risk warning system of fire hazard for smart cities”. Sustainable Energy Technologies and Assessments, 45, 100986.

Zhuravleva, N. A., Nica, E., & Durana, P. 2019. “Sustainable smart cities: Networked digital technologies, ahecognitive big data analytics, and information technology-driven economy. Geopolitics, History, and International Relations”, 11 (2): 41-47.

ناهید انتظاریان

دانشجوی دکتری مدیریت فناوری اطلاعات گرایش کسب‌وکار هوشمند در دانشگاه فردوسی مشهد است.

متن‌کاوی، داده‌کاوی، NeurolS، هوش مصنوعی و یادگیری ماشین و روش‌شناسی پژوهش در سیستم‌های اطلاعاتی از جمله علایق پژوهشی وی است.

محمد مهرآیین

دارای مدرک تحصیلی دکتری در رشته سیستم‌های اطلاعات مدیریت از دانشگاه منچستر انگلستان است. ایشان هم‌اکنون استاد گروه مدیریت دانشگاه فردوسی مشهد است.

سیستم‌های اطلاعات مدیریت، دولت الکترونیک، مدیریت دانش، تحول دیجیتال و روش‌شناسی پژوهش در سیستم‌های اطلاعاتی از جمله علایق پژوهشی وی است.

پژوهش‌نامه

پردازش و مدیریت اطلاعات