رویکردهای نو در مطالعات انسان و محیط

دورهٔ ۲، شمارهٔ ۲، پاییز و زمستان ۱۴۰۴
شاپا الکترونیکی: ۱۸۱۲ـ۲۸۲۱

رشد هوشمند و پایدار شهرها با استفاده از فناوری‌های هوش مصنوعی در برنامه‌ریزی و مدیریت شهری

فرهاد خسروانی[۱]، یوسف رفیعی[۲] ✉، حسین نصیری[۳]

۱. دکترای تخصصی، مدیر مطالعات خدمات شهری و محیط زیست مرکز مطالعات و برنامه‌ریزی شهر تهران، تهران، ایران.
۲. دکترای تخصصی، برنامه‌ریزی محیط زیست، دانشگاه تهران، تهران، ایران. نویسنده مسئول: rafii.yusof@gmail.com
۳. دکترای تخصصی، جغرافیا و برنامه‌ریزی روستایی، دانشگاه تهران، تهران، ایران.

اطلاعات مقاله

تاریخ‌ها:
دریافت: ۱۴۰۴/۰۹/۲۶
پذیرش: ۱۴۰۴/۱۱/۱۸

واژگان کلیدی:
هوش مصنوعی
برنامه‌ریزی و مدیریت شهری
شهر پایدار و هوشمند
داده

چکیده

طی سال‌های اخیر، استفاده از هوش مصنوعی به‌طور گسترده، به‌ویژه در تحقیقات، برای مقابله با چالش‌های مختلف اجتماعی، اقتصادی، برنامه ریزی شهری و محیط زیستی توسعه پیدا کرده‌است. هوش مصنوعی با توجه به قابلیت های پیشرفته خود می تواند به یکی از ابزارهای اساسی برای دستیابی به توسعه هوشمند و پایدار در شهرها تبدیل شود. استفاده از هوش مصنوعی در برنامه‌ریزی و مدیریت شهری، حوزه‌ای نسبتا جدید محسوب می‌شود. این مطالعه مرور منابعی از حوزه‌های برنامه‌ریزی و مدیریت شهری است که هوش مصنوعی می تواند در آنها به‌کار گرفته‌شود و از توسعه هوشمند و پایدار در شهرها پشتیبانی کند. نتایج تاکید دارد که گسترش حوزه های تحقیقاتی هوش مصنوعی در برنامه‌ریزی شهری مسیر را برای پذیرش و استفاده واقعی و گسترده‌تر این فناوری توسط مدیران شهری هموارتر می‌کند. باید در نظر داشت که تهیه داده‌های اساسی و قابل اعتماد عنصری مهم برای استفاده مؤثر از هوش مصنوعی در برنامه‌ریزی و مدیریت شهری است. همچنین همسویی هوش مصنوعی و انسان برای مدیریت مناسب چالش‌های شهری و دستیابی به توسعه هوشمند و پایدار بسیار مهم است. این موارد ضرورت همکاری بین ذینفعان کلیدی در شهرها را به طور خاص در جهت دستیابی به پذیرش بیشتر هوش مصنوعی بیش از پیش آشکار می‌سازد.

استناد: خسروانی، فرهاد، رفیعی، یوسف، نصیری، حسین (۱۴۰۴). رشد هوشمند و پایدار شهرها با استفاده از فناوری‌های هوش مصنوعی در برنامه‌ریزی و مدیریت شهری. *رویکردهای نو در مطالعات انسان و محیط*، ۲ (۲). ۵۹ـ۷۰.

https://doi.org/10.30487/hmes.2025.2045893.1068

© ۱۴۰۴ (۲۰۲۶) نویسندگان مقاله، نشریهٔ رویکردهای نو در مطالعات انسان و محیط، ناشر: سازمان مطالعه و تدوین کتب دانشگاهی در علوم اسلامی و انسانی (سمت).

Innovative Approaches in Human – Environment Studies

Vol. 2, Issue 2
Autumn & Winter 2026
Online ISSN: 2821-1812

Smart and Sustainable Growth of Cities Using Artificial Intelligence Technologies in Urban Planning and Management

Farhad Khosravi [1], Yousef Rafii [2] ✉, Hossein Nasiri [3]

1. PhD, Director of Urban Services and Environment Studies, Center for Studies and Planning of Tehran City, Tehran, Iran.
2. PhD, Environmental Planning, University of Tehran, Tehran, Iran. Corresponding author: rafii.yusof@gmail.com
3. PhD, Geography and Rural Planning, University of Tehran, Tehran, Iran.

Article Info

History
Received: December 17, 2025
Accepted: February 07, 2026

Keywords
Artificial Intelligence
Urban Planning and management
Sustainable and Smart City
Data

Abstract

In recent years, the use of artificial intelligence has expanded widely, especially in research, to address various social, economic, urban planning, and environmental challenges. Given its advanced capabilities, artificial intelligence can become one of the essential tools for achieving smart and sustainable development in cities. The application of artificial intelligence in urban planning and management is considered a relatively new field. This study provides a review of resources from the areas of urban planning and management where artificial intelligence can be utilized to support smart and sustainable development in cities. The results emphasize that expanding the research areas of artificial intelligence in urban planning paves the way for greater acceptance and broader use of this technology by urban managers. It is important to note that the collection of fundamental and reliable data is a crucial element for the effective use of artificial intelligence in urban planning and management. Additionally, the alignment of artificial intelligence and human is vital for appropriately managing urban challenges and achieving smart and sustainable development. These factors particularly highlight the necessity for collaboration among key stakeholders in cities to enhance the acceptance of artificial intelligence.

Citation: Khosravi, F., Rafii, Y., & Nasiri, H. (2025). Smart and Sustainable Growth of Cities Using Artificial Intelligence Technologies in Urban Planning and Management. *Innovative Approaches in Human–Environment Studies*, *2*(2), 59-70. https://doi.org/10.30487/hmes.2025.2045893.1068

© 2025 Authors, Innovative Approaches in Human–Environment Studies.
Publisher: The Organization for Researching and Composing University Textbooks in the Islamic Science and Humanities (SAMT)

مقدمه

توسعه پایدار به‌عنوان تعادل بین رشد اقتصادی پایدار و شرایط اکولوژیکی تعریف می‌شود. این وعده‌ای است برای دستیابی به اهداف آینده بدون به خطر انداختن رفاه جامعه، کیفیت زندگی و محیط زیست (Berawi, 2019). در حال حاضر سومدیریت، افزایش جمعیت، پیامدهای تغییرات اقلیمی، تخریب محیط زیست، عدم توانایی در تأمین مسکن مناسب، امنیت و مشکلات مرتبط با تامین پایدار آب، غذا و انرژی موضوعات بحث بین محققان، برنامه‌ریزان شهری و سیاست‌گذاران است (Berawi, 2019). از زمان افزایش بی‌سابقه شهرنشینی در دنیا شهرها با فشارهای فزاینده‌ای در زمینه‌های اقتصادی، اجتماعی، مدیریتی و محیط زیستی مواجه هستند (Perveen et al., 2017). در پاسخ به این چالش‌ها، مفهوم توسعه پایدار، به امید ساختن آینده‌ای مطلوب برای شهرها، به کانون بحث‌های سیاست‌گذاری شهری گره خورده‌است (Yigitcanlar & Teriman, 2015). بر این اساس، در چند سال اخیر بسیاری از شهرهای جهان به مفهوم شهر هوشمند روی آورده‌اند و تلاش می‌کنند از فناوری‌های پیشرفته در برنامه‌ریزی شهری برای دستیابی به اهداف توسعه پایدار، در ارتباط با شهرها و همچنین شهر هوشمند استفاده کنند (Giuliani et al., 2020).

اگرچه استفاده از فناوری‌ها در برنامه‌ریزی و مدیریت شهرها مفهوم جدیدی نیست، اما امروزه هوش مصنوعی (AI)[1] نشان داده که به نقطه‌ای کانونی و نوآرانه رسیده که می‌تواند ایده ها را از متخصصین در رشته های مختلف گرفته و با استفاده از ابزارهای در اختیار خود؛ از جمله اینترنت اشیاء (IoT)[2] ، شبکه‌های عصبی مصنوعی، یادگیری ماشین، یادگیری عمیق، و غیره با استفاده از کلان داده‌ها، در سرتاسر جهان مورد استفاده قرار گرفته و نتایج شگفت انگیزی ارائه دهد (Milton, 2008). باید اشاره کرد که برای حل یک مشکل خاص، ممکن است یک یا چند رویکرد را انتخاب شود که به نوبه خود به معنای انتخاب یک یا چند فناوری است زیرا بسیاری از آنها ممکن است در بسیاری زمینه‌ها منحصر به فرد نباشند و مکمل یکدیگر به شمار بروند (Corea, 2019). از این رو، امروزه هوش مصنوعی به عنوان یک فناوری نوید دهنده در توسعه شهری هوشمند و پایدار نیز شناخته می‌شود (Sanchez, 2023).

امروز، تحلیل‌های کلان داده‌های شهری و فناوری‌های برنامه‌ریزی مبتنی بر داده به عنوان بنیادهای توسعه هوشمند و پایدار شهری مبتنی بر برنامه‌ریزی الگوریتمی در نظر گرفته و تعریف می‌شوند. این برنامه‌ریزی در شهر به استفاده از طیف متعدد الگوریتم‌های محاسباتی و تکنیک‌های تحلیل داده‌ها برای طراحی و بهینه‌سازی محیط‌های شهری اشاره دارد. هدف این رویکرد در برنامه‌ریزی شهری، بهبود زیست‌پذیری و عملکرد شهرها از طریق تصمیم‌گیری مبتنی بر شواهد و یکپارچه‌سازی بینش‌های مبتنی بر داده و در نتیجه بهبود پایداری شهری است (Urban planning society of china). این رویکرد، از مجموعه داده‌های بزرگ و ابزارهای مدل‌سازی پیشرفته برای ایجاد طرح‌های شهری کارآمد، پایدار و سازگار، با چالش‌های پیچیده مانند ترافیک، استفاده از زمین، تخصیص منابع و اثرات محیط زیستی بهره می‌برد (Lazaroiu & Harrison, 2021).

به‌عنوان مثال، هوش مصنوعی می‌تواند به برنامه‌ریزان شهری کمک کند تا بهترین و عادلانه‌ترین شبکه‌ها را برای مدیریت ترافیک و حمل‌ونقل عمومی فراهم کنند. همچنین می‌تواند به طراحان شهری کمک کند تا به نیازها برای طراحی محیط‌های خاص پاسخ دهند و آنها را بهتر طراحی کنند که مکان های کارآمدتری ایجاد شوند. علاوه بر این، هوش مصنوعی می‌تواند کیفیت هوا را درون شهرها پیش‌بینی و تحلیل کند و نتایج مربوط به سطوح آلودگی، چگالی ذرات و سطوح آلاینده را تحلیل کند؛ که این اطلاعات ورودی‌های ارزشمندی برای اطلاع‌رسانی به ادارات شهری و سیاست‌گذاران فراهم می‌آورد (Mahendra, 2021).

1. Artificial Intelligence
2. Internet of Things

با توجه به آنچه تا کنون گفته شد، این مقاله بررسی حوزه‌های برنامه‌ریزی و مدیریت شهری است که فناوری‌های هوش مصنوعی می‌تواند به‌کار گرفته شود و همچنین یک ارزیابی از چگونگی پشتیبانی این فناوری‌ها از توسعه هوشمند و پایدار شهری را ارائه می‌دهد. این مرور، ادبیات فعالیت‌های تحقیقاتی را مورد بررسی قرارمی‌دهد و فعالیت های اجرا شده در این زمینه را شامل نمی‌شود.

مبانی نظری و پیشینه پژوهش

هوش مصنوعی، در عصر حاضر نقش مهمی در برنامه‌ریزی شهری و توسعه شهر هوشمنددارد. این، به شهرها اجازه می‌دهد تا با استفاده از فناوری‌های محاسباتی هوشمندی که می‌توانند داده‌ها را تجزیه و تحلیل کنند، تصمیمات آگاهانه‌تری برای بهبود محیط‌های شهری بگیرند و رویکردی جامع‌تر و سازگارتر برای طراحی، مدیریت و ارائه خدمات شهری در راستای رشد هوشمند و پایدار شهری اتخاذ شود(Canada, 2024). یکی از تعاریف خوب هوش مصنوعی که درک بهتری از آن در عصر حاضر ارائه می‌دهد، هوش مصنوعی را به‌عنوان تقلید از ویژگی‌های شناختی انسانی مانند ارتباط، استدلال، دانش، درک و برنامه‌ریزی در یادگیری و حل مشکلات به صورت موثر تعریف می‌کند (Frankenfield, 2022). آنچه که توانایی‌های شناختی انسان را از هوش مصنوعی متمایز می‌کند، تفاوت‌ها در نحوه انجام وظایف است. درحالی‌که انسان‌ها وظایف را به‌صورت دستی اجرا می‌کنند، هوش مصنوعی می‌تواند وظایف با حجم بالا را اجرا کند. علاوه بر این، هوش مصنوعی می‌تواند مقادیر زیادی از داده‌ها را تجزیه و تحلیل کند و بنابراین به عنوان راه‌حل مناسب برای مقابله با محدودیت‌های حل مسائل پیچیده توصیه می‌شود (Testi, 2021).

کاربردهای هوش مصنوعی که در سال‌های اخیر توسعه یافته‌است، بسیار قابل‌توجه است. هر ساله هوش مصنوعی قابلیت‌های جدیدی کسب می‌کند، دسترسی به آن آسان‌تر می‌شود و تعمیم‌پذیری بیشتری پیدا می‌کند و فرصت‌ها و در عین حال برخی مخاطرات و حساسیت‌هایی را ایجاد می‌کند. در سال‌های اخیر، هوش مصنوعی در نهادهای دولت محلی و مدیریت شهری مورد استفاده قرار گرفته‌است. استفاده از هوش مصنوعی عمدتاً به دو حوزه متمایز اما مرتبط مربوط می‌شود: تصمیم‌گیری و وظایف برنامه‌ریزی (مانند برنامه‌ریزی استفاده از زمین) و عملیات خدمات شهری خدمات شهری (مانند کنترل ترافیک و جمع‌آوری زباله) (Samsurijan et al., 2022). به‌طور گسترده‌ای فرض می‌شود که کاربرد هوش مصنوعی و فناوری‌های مرتبط با آن، رشد اقتصادی و رفاه عمومی را در شهرهای هوشمند افزایش خواهد داد (Szorenyi, 2024). اخیرا با توجه به ظهور و در دسترس بودن هوش مصنوعی در کاربردهای شهری، شهرها در مسیر هوشمندسازی خود از این فناوری برای مقابله با چالش‌های شهری و توسعه پایدار به شیوه‌های موثرتر استفاده می‌کنند.

علاوه بر این، ابتکارات استفاده از هوش مصنوعی در حوزه برنامه‌ریزی و مدیریت شهری می‌توانند تحت عناوین کلی اقتصاد، جامعه، محیط زیست و مدیریت تقسیم‌بندی شوند. بر این اساس، توسعه شهرهای هوشمند از طریق برنامه‌ریزی شهری نیازمند یادگیری دیدگاه‌ها، بینش‌ها و کارایی‌های مختلف است (Allam & Dhunny, 2019). بنابراین، در زمینه شهرهای هوشمند، برنامه‌ریزی شهری می‌تواند از طریق به‌کارگیری یا ادغام هوش مصنوعی در عمل برنامه‌ریزی برای توسعه هوشمند و پایدار شهرها در راستای بهبود کیفیت زندگی شهروندان بهره‌مند شود (Nam & Pardo, 2011). امروزه، کاربرد برنامه‌های مرتبط با هوش مصنوعی در بخش‌های مختلف مشاهده می‌شود. به‌طوریکه مثلا حتی موتورهای جستجو در جستجوهای روزمره افراد بر اساس الگوها و نیازهای متفاوت آنها از این فناوری بهره می‌برند.

شهرهایی در اروپا، آمریکا و آسیا، از جمله آمستردام، وین، تورنتو، سنگاپور، هنگ کنگ و غیره از هوش مصنوعی برای دستیابی به نتایج پایدار در اهداف تحول شهرهای هوشمند خود استفاده کرده‌اند (Tekouabou et a,

2022).این کاربرها به‌عنوان مثال درتجزیه و تحلیل های پیشرفته، برنامه‌ریزی، مدیریت داده‌ها و بهبود عملیات در مدیریت بحران‌های شهری، مدیریت سیستم‌های ترافیکی، پایش آلودگی هوا، مدیریت بهینه انرژی و حتی سیستم‌های تشخیص نشت آب در زیر زمین استفاده کرده‌اند (Jha et al, 2021). اثبات شده است که برخی شبکه‌ها و الگوریتم‌ها، مانند شبکه‌های عصبی و ماشین بردار پشتیبان، خودکار سلولی، رگرسیون منطقی فضایی و مدل‌سازی و شبیه سازی مبتنی بر عامل ها به صورت مؤثری در طبقه‌بندی و تحلیل الگوهای داده‌های شهری و همچنین به عنوان بهترین گزینه‌ها برای مطالعه الگو و تغییرات رشد جمعیت شهری و تغییرات کاربری زمین شناسایی و استفاده شده‌اند و بر اساس نتایج، راه‌حل‌هایی نیز برای مسائل و چالش‌های موجود ارائه می‌دهند (Gulshad et al, 2022).

علاوه بر این، پیش‌بینی می‌شود که در آینده‌ای نه چندان دور، هوش مصنوعی و تأثیر آن بر چالش‌های محیط‌های شهری ابعاد چندوجهی بسیاری را در برگیرد. به عنوان مثال، در یک مطالعه که توسط Zou و همکاران (۲۰۱۹) انجام شد، استفاده از فناوری‌های مرتبط با هوش مصنوعی، پیش‌بینی رشد جمعیت و مدل‌سازی فضایی محیط‌های شهری را تا میزان ۵۰ درصد بهبود داد. در مطالعه دیگری، یک سیستم پشتیبان تصمیم گیری که مناسب بودن یک ساختمان یا فضای مشخص را با در نظر گرفتن مجموعه‌ای از ویژگی‌ها مانند توزیع و ترکیب جمعیت، دسترسی‌ها از جمله به حمل‌ونقل و زیرساخت‌ها و فرم شهری ارزیابی می‌کند، در محیط شهری لیون فرانسه به‌طور موفقیت‌آمیزی بررسی شد (Sideris et al., 2019). یک مطالعه موردی دیگر در چین نیز موفقیت هوش مصنوعی را در ترکیب سیستم‌های پشتیبان تصمیم گیری، سیستم‌های مبتنی بر دانش و شبکه‌های عصبی مصنوعی ارزیابی کرد (Feng and Xu, 1999).

نهایتا باید گفت افزایش دسترسی به داده‌های کلان در سال‌های اخیر، به ظهور گزینه‌های جدیدی در تحلیل داده‌های شهری برای برنامه‌ریزان منجر شده‌است که محاسبات پیشرفته‌ای برای پردازش و تحلیل هوشمند داده‌های جغرافیایی در مقیاس‌های مختلف ارائه می‌دهد. به‌علاوه اگر برنامه‌ریزان شهری به‌طور گسترده از هوش مصنوعی استفاده کنند، این فناوری پتانسیل قابل توجهی برای پشتیبانی از تصمیم‌گیری‌ها و سیاست‌گذاری ها را نیز دارد و قادر است به شرط در نظر گرفتن نواقص، وظایف جاری برنامه‌ریزی را تا حد زیادی اتوماتیک‌وار اجرا کند (Andrews et al, 2022).

روش پژوهش

این مطالعه، مرور مقاله‌های فناوری‌های هوش مصنوعی است که در برنامه‌ریزی و مدیریت شهری به‌کار گرفته شده‌اند. ادبیات موجود در حوزه کاربرد هوش مصنوعی در شهر غالبا به این دلیل که هنوز جدید است پراکنده است، اما این موضوع در بررسی روندی که در جریان است به‌سرعت در حال تغییر و تحول است. مرور ادبیات در مورد یک موضوع تحقیقاتی نوظهور، اهداف متعددی را دنبال می‌کند. یکی از دلایل مهم، شناسایی جایگاه فعلی دانش مورد بررسی در این حوزه است که به محققان و دست اندرکاران اجرا کمک می‌کند تا درک بهتری از نوآوری‌ها و یافته‌های موجود داشته باشند. این امر، همچنین زمینه‌ای برای تحقیقات و اقدامات بیشتر را فراهم می‌کند.

جستجو برای مقاله‌های مرتبط به کمک موتور جستجوی Google Scholar و در پایگاه‌های (WoS)[1] و Scopus انجام شد، زیرا این دو پایگاه دارای جدیدترین مقالات هستند و همچنین مبنایی برای کارهای علمی محسوب می‌شوند. مقاله‌های مورد بررسی بر اساس محدودیت‌های دسترسی، معیارها و کلیدواژه‌های مورد جستجو انتخاب شدند که این مقاله در ادامه به بررسی یافته‌های آنها پرداخته‌است.

1. Web of Science

یافته‌های پژوهش

انقلاب صنعتی و آغاز آن، تبدیل مناطق روستایی به شهرهای بزرگ، ایجاد شبکه‌های حمل‌ونقل گسترده، زیرساخت‌های گسترده در محیط شهری، توسعه روش‌های تحقیقاتی تکنولوژیکی، توسعه فناوری‌های پرسرعت و در پی آنها اثرات محیط زیستی تغییرات چنان گسترده ای در شهرها ایجاد کرده‌است که غیرقابل وصف بوده است (Ortega, 2020). این تغییرات و به دنبال آن مطالعات انجام شده دامنه گسترده‌ای از موضوعات را شامل می‌شوند. از این‌رو، مقاله‌هایی که متناسب با هدف پژوهش نهایی شده‌بودند با توجه به موضوع و زمینه مورد بررسی آنها و زمینه‌های برنامه‌ریزی شهری که در آن‌ها فناوری‌های هوش مصنوعی به‌کار برده شده‌اند، با لحاظ محدودیت های ذکر شده شامل دسترسی به آنها، معیارها و کلیدواژه های مورد جستجو، مورد تحلیل و در سه دسته بندی قرار گرفتند:

- مدیریت شهری، زیرساخت ها و توسعه شهری؛
- پشتیبانی از تصمیم‌گیری در برنامه‌ریزی شهری؛
- مدیریت بحران‌ها و محیط زیست شهرها

بررسی‌های اولیه منابع نشان داد که هوش مصنوعی در برنامه‌ریزی شهری با مفهوم شهر هوشمند و پایدار در زمینه استفاده از فناوری‌های پیشرفته برای بهبود عملکردها در شهرها داری ارتباط قوی است.

کاربرد هوش مصنوعی در مدیریت شهری، زیرساخت‌ها و توسعه شهری

هم‌زمان با افزایش مسائل شهری که به‌صورت روزانه نیز به‌وجود می‌آیند، برنامه‌ریزان و مدیران شهری ملزم به پاسخگویی مناسب و کارآمد به این مسائل هستند؛ با این حال، بسیاری از این مسائل بسیار پیچیده هستند و همیشه برای یک برنامه‌ریز شهری و یا تصمیم‌گیر امکان‌پذیر نیست که به‌تنهایی به حل مسئله بپردازد. انتظار می‌رود با ادامه رشد شهرها، محیط‌های شهری و زیرساخت‌های آنها به‌طور فزاینده‌ای برای برنامه‌ریزی، طراحی و درک مسائل آن بیش از پیش چالش‌برانگیزتر شود. مثلا استفاده مؤثر از زمین در شهرها می‌تواند از افزایش جمعیت پشتیبانی کند و به توسعه اقتصادی و پروژه‌های زیرساختی کمک کند. در این راستا، استفاده از هوش مصنوعی در برنامه‌ریزی استفاده از زمین نه تنها به بهبود کارایی برنامه‌ریزی شهری کمک می‌کند بلکه مهم‌تر از آن به بهبود کارایی مجموعه شهر کمک می‌کند. برنامه‌ریزی و مدیریت استفاده از زمین جنبه‌ای مهم از برنامه‌ریزی شهری است که به شدت به پردازش داده‌ها و دانش تخصصی وابسته است (Fang et al., 2022).

کنار این چالش‌ها، نتایج عمدتا نشان می‌دهند که ادغام و پیاده‌سازی فناوری‌های مبتنی بر هوش مصنوعی در شیوه‌های برنامه‌ریزی شهری می‌تواند به مدیریت آینده محیط‌ها و زیرساخت‌های شهری در راستای نیل به اهداف شهر هوشمند و پایدار کمک کند. دستیابی به یک شهر نه تنها هوشمند بلکه پایدار نیازمند همکاری ذینفعان است و پیاده‌سازی هوش مصنوعی به ایجاد ابتکارات در پیاده سازی شهر هوشمند، فرآیندهای مدیریتی و طراحی‌های خاص که به چالش‌های شهری و زیرساختی پاسخ می‌دهند، کمک خواهد کرد (Anthony, 2021). مطالعات زیادی (Ibrahim et al., 2021; Lee et al., 2022; Fang et al., 2022) نشان می‌دهند که چگونه هوش مصنوعی برای پشتیبانی از برنامه‌ریزی شهری در شهرهای هوشمند، به‌ویژه در فرآیندهای مدیریت شهری و زیرساخت‌ها و نظارت ها در شهر استفاده می‌شود.

همچنین مقالات بررسی‌شده در حوزه توسعه شهرها نشان دادند که کنترل گسترش شهر و پیش‌بینی اثرات آن می‌تواند دشوار باشد؛ بااین‌حال، هوش مصنوعی برای شبیه‌سازی رشد شهرها از طریق تحلیل الگوهای کاربری زمین و تحلیل مقایسه‌ای محیط‌های شهری می‌تواند برای شبیه‌سازی اثرات انواع سیاست‌های برنامه‌ریزی در بسیاری زمینه‌های شهری مورد استفاده قرار گیرد (Shen et al., 2020). بنابراین راه‌حل‌های نوآورانه به برنامه‌ریزان شهری در تحلیل‌های

سریع‌تر و بهتر از کاربری زمین در شهرها و درک بهتر از مجموعه عواملی که در تعیین کنترل‌های توسعه برای رشد شهری دخیل هستند، به‌عنوان عواملی که بدون استفاده از هوش مصنوعی قابل درک نیستند یا به‌سختی قابل درک هستند، کمک می‌کند(Cugurullo, 2020; Gray & Kovacova, 2021). در مقیاس‌های کوچکتر، هوش مصنوعی به‌عنوان مثال برای نظارت و پیش‌بینی نقاط کانونی جرم در شهرها نیز به‌کار رفته‌است (He & Zheng, 2021) که این امر امکان اجرای سیاست‌ها و تدابیری را برای افزایش ایمنی در مناطق مورد نگرانی فراهم می‌آورد. همچنین استفاده رایج‌تر از هوش مصنوعی، از طریق فناوری سنجش از دور برای کمک به نظارت و تحلیل‌های کاربری زمین و گسترش شهرها و همچنین مثلا برای نظارت و شناسایی نقاط مورد نیاز به بهبود مسیرها به کار رفته است (Lan et al., 2021).

یکی از مشکلات پیچیده‌ای که شهرها علاوه بر حوزه پشتیبانی از تصمیم سازی در حوزه اجرا نیز با آن مواجه هستند، مدیریت استفاده از زمین و حمل‌ونقل است. با تغییر محیط شهرها، این تغییرات بر مدیریت، سازماندهی و برنامه‌ریزی برای توسعه‌ها و زیرساخت‌های جدید مرتبط تأثیر می‌گذارد. به‌طور خلاصه، نتایج مطالعات در این حوزه نشان می‌دهد که هوش مصنوعی می‌تواند به‌طور مؤثر یاد بگیرد، پیش‌بینی و ارزیابی کند، ذخیره و مدیریت کند و داده‌های مربوط به ترافیک و همچنین برنامه‌های توسعه‌های مسکن در شهر را تحلیل کند (Azad & Wang, 2021). این رویکردها در استفاده از هوش مصنوعی به بهبود و کارآمدتر شدن روش‌های برنامه‌ریزی استفاده از زمین، برنامه‌ریزی حمل‌ونقل، توسعه و مدیریت منجر می‌شود. بررسی کاربرد هوش مصنوعی در این زمینه نشان داده‌است که می‌تواند به‌خوبی در حل مسائل مربوط به برنامه‌ریزی، طراحی شهری و مدل‌سازی زیرساخت‌های شهری با بکارگیری فناوری‌های مرتبط کمک کند (Anastasiou et al., 2019). در نهایت استفاده از هوش مصنوعی در حوزه مدیریت شهری، زیرساخت ها، کنترل بر توسعه شهر و نظارت ها پتانسیل‌های قابل توجهی در حوزه‌های ذکر شده نشان می‌دهد (Nikitas et al., 2020).

کاربرد هوش مصنوعی در پشتیبانی از تصمیم‌گیری در برنامه‌ریزی شهری

برنامه‌ریزی شهرهای هوشمند، در تئوری، عمدتا بر استفاده از فناوری مرتبط با هوش مصنوعی برای بهبود کارایی، اثربخشی، نوآوری و ساخت شهری پایدار و ایمن تر متمرکز است. مقالات این بخش با نمونه‌های استفاده از فناوری‌های هوش مصنوعی در ارائه خدمات شهری و عملیات و همچنین در برنامه ریزی ها و قانونگذاری های شهری، تصمیم‌گیری و وظایف برنامه‌ریزی ارتباط دارد. رایج‌ترین حوزه‌هایی که از هوش مصنوعی برای تحلیل و پشتیبانی از تصمیم‌گیری در آنها استفاده شده است شامل کیفیت هوا، بهینه‌سازی استفاده از زمین، بهداشت، حوزه‌های برنامه‌ریزی، مدیریت ترافیک، سیاستگذاری‌های شهری و پیشنهاد عملیات مرتبط با خدمات شهری مثل آتش‌نشانی است (Jha et al., 2021).

تعاملات یا فعالیت‌های ایده‌آل مرتبط با فرآیند تصمیم‌گیری در برنامه‌ریزی، اغلب به دلیل محدودیت‌های زمانی، کارایی و بودجه قابل دستیابی نیستند. بنابراین فناوری‌های مرتبط با هوش مصنوعی می‌تواند برخی از فرآیندهای برنامه‌ریزی را برای پشتیبانی از تصمیم‌گیری مورد حمایت قرار دهد. به عنوان مثال یادگیری عمیق می‌تواند به نگرانی‌های محیط زیستی ناشی از آلودگی ها در شهرها بپردازد (Ameer & Shah, 2018). مدیریت ترافیک در شهرها یکی دیگر از آن دسته مسائل پیچیده است که با مجموعه وسیعی از تحقیقات و کاربردهای هوش مصنوعی که سعی در بهبود ترافیک، و کاهش ازدحام و مدیریت آن دارند، مواجه است. در چندین مطالعه هوش مصنوعی برای تحلیل داده‌های کلان و درک استفاده فعلی از حمل‌ونقل و پیش‌بینی ترافیک شبکه‌های حمل و نقل پیچیده استفاده شده‌است. علاوه بر این، فناوری‌های یادگیری عمیق به الگوهای توزیع مکانی مشاغل و مسکن نیز کمک کرده‌اند (Yao et al., 2020). تمام این فرآیندها نیاز به جمع‌آوری، تحلیل و پردازش داده‌های گسترده ای دارند که با حمایت هوش مصنوعی، کارایی به مراتب بالاتری حاصل می‌شود.

باید اشاره کرد که تصمیمات برنامه‌ریزی سنتی‌تر نیز می‌توانند با حمایت هوش مصنوعی تقویت شوند. تحقیقات انجام شده نشان می‌دهد که هوش مصنوعی، به‌ویژه سیستم‌های خبره، برای تسهیل برنامه‌ریزی در سطح کلان می‌توانند با برنامه‌ریزی سنتی تلفیق شوند و از جمله در ایجاد نقشه‌ها و ارزیابی‌های مرتبط با قابلیت اجرایی طرح‌های جامع مورد استفاده قرار بگیرند. همچنین، پتانسیل زیادی برای بهبود برخی از تصمیمات برنامه‌ریزی با پشتیبانی هوش مصنوعی وجود دارد. نمونه‌های متعددی وجود دارد که نشان می‌دهد چگونه هوش مصنوعی می‌تواند از برنامه‌ریزی کاربری زمین و همچنین اثر ترافیک بر کاربری‌های مجاور به عنوان بخشی از شبکه حمل‌ونقل شهر هوشمند حمایت کند. با وجود این‌که نتایج نشان می‌دهد که ادغام سیستم‌های هوش مصنوعی با دانش انسان می‌تواند راه‌حل‌های بهتری در حوزه پشتیبانی از تصمیم‌گیری ارائه دهد (Chaturvedi & de Vries, 2021 و Yuan et al., 2022)، پیشنهاد می‌شود که همکاری‌های بین‌رشته‌ای نیز در به اشتراک‌گذاری و ادغام داده‌ها به منظور بهبود و تکمیل نتایج توسعه یابد.

کاربرد هوش مصنوعی در مدیریت بحران‌ها و محیط زیست شهرها

مسائلی از جمله اثرات توسعه شهری و یا مصرف انرژی یک شهر بر محیط طبیعی و مثلا رویدادهای جوی، باید در برنامه‌ریزی شهری یک شهر هوشمند با هدف حفظ توسعه پایدار و کیفیت محیط زیست مورد توجه قرار گیرد. این حوزه به بررسی چالش‌های محیط زیستی و پیامدها و وضعیت‌های اضطراری در شهرها می‌پردازد. بر اساس بررسی یافته‌های مطالعات، هوش مصنوعی به‌طور کاربردی برای حل بسیاری از چالش های محیط زیستی و مدیریت آنها استفاده شده‌است. آلودگی صوتی (Mrówczyńska et al., 2019)، مدیریت فضای سبز و پسماند (Conley et al., 2022)، پیش‌بینی رشد جمعیت (Mulligan, 2021)، و آلودگی هوا (Demmler et al., 2021) از جمله مسائلی هستند که هوش مصنوعی برای آنها راه‌حل‌هایی ارائه داده است. مدیریت بحران شهری از جمله مقاومت در برابر سیلاب و ارزیابی ریسک سیلاب برای مناطق شهری از دیگر کاربردهای پشتیبانی‌شده توسط هوش مصنوعی هستند(Pham et al., 2021 و Ye et al., 2021).

نتایج کاربرد هوش مصنوعی در ارتباط با بررسی مسائل مرتبط با حوزه محیط زیست در شهر نشان داده‌اند که قابل اعتماد بوده و تاثیر مثبتی بر افزایش استاندارد زندگی ساکنان شهری دارد. به عنوان مثال، مقالات بررسی شده نشان دادند که به‌طور خاص، برنامه‌های پشتیبانی‌شده توسط هوش مصنوعی برای بهبود استراتژی‌هایی که حجم زباله‌ها را در شهرها پیش بینی، اندازه‌گیری و مدیریت می‌کنند، معرفی شده‌اند که می‌تواند نتایج بهتری را با هزینه‌ای بسیار کمتر نسبت به شرایط معمول فراهم کند. این نتایج در نهایت به بهبود کیفیت محیط طبیعی و فیزیکی منجر می‌شود (Gupta et al, 2022). در کنار این مطالعات، هوش مصنوعی همچنین در مطالعات شهری و تحقیقات مرتبط با موضوع اندازه‌گیری اثرات جزایر حرارتی شهرها نیز به‌خوبی استفاده شده است (Feng et al, 2024). همچنین مطالعات نشان می‌دهد که هوش مصنوعی می‌تواند تحلیل‌های تاریخی و جاری را نیز در ارتباط با زمان‌های بحرانی در مورد نگرانی‌های محیط زیستی مورد بررسی قرار دهد (Dhamija & Bag, 2020).

می‌توان این‌گونه نتیجه‌گیری کرد که هدف هوش مصنوعی، بهبود شرایط محیط زیست طبیعی شهر برای شهروندان به منظور آسایش بیشتر و همچنین به عنوان مثال افزایش دسترسی‌ها به فضاهای شهری است. نتایج این بررسی ها همچنین بر استفاده از فناوری‌های پشتیبانی‌شده با هوش مصنوعی برای بهبود فرآیندهای مدیریتی شهری توصیه و حتی تأکید می‌کند.

بحث و نتیجه‌گیری

رشد فناوری و دیجیتال‌تر شدن شهرها و مواجهه مستمر آنها با پیچیدگی‌های اقتصادی، اجتماعی، محیط زیستی و مدیریتی، افزایش نیاز به هوش مصنوعی برای حمایت از برنامه‌ریزی شهری را بیش از پیش سبب می‌شود. چالش واقعی در کاربرد واقعی هوش مصنوعی در شهرها نه در فناوری های آن، بلکه در پیاده‌سازی آن در برنامه‌ریزی و طراحی

شهری است (Popelka et al, 2023). مطالعات مورد بررسی، طیفی از فناوری‌های حاضر و نوظهور را که می‌توان برای مواجهه با این چالش‌ها مورد استفاده قرار داد، پیشنهاد می‌دهند و تأکید می‌کنند که برنامه‌ریزی شهری مبتنی بر استفاده از فناوری های معتبر هوش مصنوعی می‌تواند از توسعه هوشمند و پایدار شهر حمایت کند. بااین‌حال، تعامل و همکاری میان محققان، برنامه‌ریزان، سازمان‌ها و جوامع که ذینفعان کلیدی تصمیم‌گیری در شهرها هستند، برای پذیرش بیشتر و همه جانبه تر هوش مصنوعی در شهرها مورد نیاز است.

همچنین باید در نظر داشت که نظریه و عمل هوش مصنوعی به‌ویژه در برنامه‌ریزی شهری، هنوز در مراحل ابتدایی خود به‌سر می‌برد. با این حال، جای امیدواری است که تمایل ها در سیاستگذاری‌ها و عمل منجر به پذیرش نسبی هوش مصنوعی در برنامه‌ریزی شهری و توسعه شهرهای هوشمند و پایدار شده‌است (Yigitcanlar et al., 2022). بنابراین به‌دلیل شکافی که فعلا بین تحقیق و عمل وجود دارد، دانش فعلی در مورد چگونگی پذیرش هوش مصنوعی در مکانیزم‌های اجرایی در برنامه‌ریزی شهری همچنان نامشخص است. بخش عمده‌ای از بحث‌های مرتبط با برنامه‌ریزی در مورد هوش مصنوعی به فناوری‌هایی مربوط می‌شود که برای جمع‌آوری و تحلیل داده‌ها به منظور ایجاد فرآیندهای بهینه‌سازی، مانند مدیریت ترافیک و مصرف انرژی مورد استفاده قرار می‌گیرند و توجه کمتری به استفاده از هوش مصنوعی در برنامه‌ریزی شهری و فعالیت‌های مرتبط با تصمیم‌گیری، از جمله برنامه‌ریزی و طراحی سناریوهای مولد معطوف شده‌است (Sanchez, 2023).

علاوه بر این، برنامه‌ریزان می‌توانند در نظر داشته باشند که چگونه داده‌هایی که از کارهای آنها تولید می‌شود، می‌تواند به‌طور بهینه جمع‌آوری و آماده شوند تا تجزیه و تحلیل‌های هوش مصنوعی را برای تصمیم‌گیری بهتر مبتنی بر داده های دقیق و شواهد در جهت دست‌یابی به نتایج پایدار تقویت کند. در عین حال، ما نباید تنها به اتصال فناوری های مختلف موجود هوش مصنوعی، به‌عنوان مثال یادگیری عمیق و اینترنت اشیاء، فکر کنیم، بلکه باید به اتصال موثر هوش مصنوعی و عملکرد انسان و توسعه دامنه کاربردهای آن بیاندیشیم که چگونه می‌تواند به حل مشکلات پیچیده برنامه‌ریزی شهری کمک کند (Yigitcanlar et al., 2022).

بنابراین، در حالی که هوش مصنوعی پتانسیل قابل توجهی در عمل برنامه‌ریزی شهری دارد، با افزایش داده‌های کلان و افزایش پیوسته مسائل پیچیده شهری ضروری است که فناوری‌های هوش مصنوعی هر چه زودتر به‌صورت رسمی‌تر پذیرفته شوند تا موفقیت در زمینه هوشمندسازی و پایداری شهرها هرچه بیشتر تضمین شود. از سوی دیگر، استفاده از هوش مصنوعی بدون در نظر گرفتن ملاحظات آن، مانند امنیت سایبری، حریم خصوصی، تامین داده‌های کلان و بکارگیری آنها، نقش متخصص امور شهری در آن و غیره از یک سو و بدون آموزش برنامه‌ریزان شهری برای درک این خطرات، می‌تواند تهدید به‌شمار آید. بنابراین، ضرورت توسعه فرآیندهای پذیرش نوآوری، ارتقاء مهارت‌های برنامه‌ریزان و آموزش آنها برای آشنا شدن با هوش مصنوعی از طریق آموزش‌های دانشگاهی و یا سایر دوره‌های رسمی وجود دارد (Exner et al., 202). همچنین، هنگام ایجاد توسعه هوشمند و پایدار در شهر از طریق برنامه‌ریزی شهری، درک جامع و انتقادی از فناوری‌های مورد استفاده اهمیت بالایی دارد. به این منظور، انجام بررسی جامع از دانش و عمل موجود در این زمینه نه تنها برای ارزیابی وضعیت فعلی بلکه به عنوان ابزاری برای بررسی خطرات، محدودیت‌ها و فرصت‌های آینده هوش مصنوعی در زمینه برنامه‌ریزی شهری اهمیت دارد (UNhabitat, 2022).

نهایتا باید گفت که برنامه‌ریزی شهری یک حوزه وسیع است. ممکن است این پژوهش نتوانسته باشد تمام زمینه‌های مورد استفاده یا پذیرش هوش مصنوعی در این حوزه را پوشش دهد. آنچه مهم است این است که ما باید دریابیم که چگونه می‌توانیم کاربرد هوش مصنوعی از سوی انسان و زمینه‌های اجرایی حوزه‌های مختلف برنامه‌ریزی و مدیریت شهری را هر چه بیشتر ادغام کنیم.

منابع

AI & Cities: Risks, Applications and Governance, https://unhabitat.org/ai-cities-risks-applications-and-governance.

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

Ameer, S., & Shah, M. A. (2018, August). Exploiting big data analytics for smart urban planning. In 2018 IEEE 88th Vehicular Technology Conference (VTC-Fall) (pp. 1-5). IEEE.

Anastasiou, C., Lin, J., He, C., Chiang, Y. Y., & Shahabi, C. (2019, November). Admsv2: A modern architecture for transportation data management and analysis. In Proceedings of the 2nd ACM SIGSPATIAL International Workshop on Advances on Resilient and Intelligent Cities (pp. 25-28).

Andrews, C., Cooke, K., Gomez, A., Hurtado, P., Sanchez, T., Shah, S., & Wright, N. (2022). AI in planning: opportunities and challenges and how to prepare. American Planning Association.

Anthony Jnr, B. (2021). A case-based reasoning recommender system for sustainable smart city development. AI & society, 36(1), 159-183.

Azad, A., & Wang, X. (2021). Land use change ontology and traffic prediction through recurrent neural networks: A case study in Calgary, Canada. ISPRS international Journal of Geo-information, 10(6), 358.

Berawi, M. A. (2019). The role of industry 4.0 in achieving Sustainable Development Goals. International Journal of Technology, 10(4), 644-647.

Canada, J. (2024). AI in Urban Planning and Smart City Development. https://medium.com/@jam.canda/ai-in-urban-planning-and-smart-city-development-6cefc3e87181

Chaturvedi, V., & de Vries, W. T. (2021). Machine learning algorithms for urban land use planning: A review. Urban Science, 5(3), 68.

Conley, G., Zinn, S. C., Hanson, T., McDonald, K., Beck, N., & Wen, H. (2022). Using a deep learning model to quantify trash accumulation for cleaner urban stormwater. Computers, Environment and Urban Systems, 93, 101752.

Corea, F. (2019). AI knowledge map: How to classify AI technologies. An introduction to data: Everything you need to know about AI, big data and data science, 25-29.

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

Demmler, J. C., Gosztonyi, Á, Du, Y., Leinonen, M., Ruotsalainen, L., Järvi, L., & Ala-Mantila, S. (2021). A novel approach of creating sustainable urban planning solutions that optimise the local air quality and environmental equity in Helsinki, Finland: The CouSCOUS study protocol. Plos one, 16(12), e0260009.

Dhamija, P., & Bag, S. (2020). Role of artificial intelligence in operations environment: a review and bibliometric analysis. The TQM Journal, 32(4), 869-896.

Exner, J. P., Nalbach, O., & Werth, D. (2020). Monitoring Street Infrastructures with Artificial Intelligence. REAL CORP 2020: SHAPING URBAN CHANGE LIVABLE CITY REGIONS FOR THE 21st CENTURYAt.

Fang, Z., Jin, Y., & Yang, T. (2022). Incorporating planning intelligence into deep learning: A planning support tool for street network design. Journal of urban technology, 29(2), 99-114.

Feng, F., Ren, Y., Xu, C., Jia, B., Wu, S., & Lafortezza, R. (2024). Exploring the non-linear impacts of urban features on land surface temperature using explainable artificial intelligence. Urban Climate, 56, 102045.

Feng, S., & Xu, L. (1999). An intelligent decision support system for fuzzy comprehensive evaluation of urban development. Expert Systems with Applications, 16(1), 21-32.

Frankenfield, J. (2022). Artificial Intelligence: What it is and how it is used. Investopedia.

Giuliani, G., Mazzetti, P., Santoro, M., Nativi, S., Van Bemmelen, J., Colangeli, G., & Lehmann, A. (2020). Knowledge generation using satellite earth observations to support sustainable development goals (SDG): A use case on Land degradation. International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation, 88, 102068.

Gray, M., & Kovacova, M. (2021). Internet of Things sensors and digital urban governance in data-driven smart sustainable cities. Geopolitics, History, and International Relations, 13(2), 107-120.

Gulshad, K., Wang, Y., Li, N., Wang, J., & Yu, Q. (2022). Likelihood of Transformation to Green Infrastructure Using Ensemble Machine Learning Techniques in Jinan, China. Land, 11(3), 317.

Gupta, T., Joshi, R., Mukhopadhyay, D., Sachdeva, K., Jain, N., Virmani, D., & Garcia-Hernandez, L. (2022). A deep learning approach based hardware solution to categorise garbage in environment. Complex & Intelligent Systems, 1-24.

He, J., & Zheng, H. (2021). Prediction of crime rate in urban neighborhoods based on machine learning. Engineering Applications of Artificial Intelligence, 106, 104460.

https://www.aiplusinfo.com/blog/artificial-intelligence-and-urban-design.

Ibrahim, M. R., Haworth, J., & Cheng, T. (2021). URBAN-i: From urban scenes to mapping slums, transport modes, and pedestrians in cities using deep learning and computer vision. Environment and Planning B: Urban Analytics and City Science, 48(1), 76-93.

Jha, A. K., Ghimire, A., Thapa, S., Jha, A. M., & Raj, R. (2021, January). A review of AI for urban planning: Towards building sustainable smart cities. In 2021 6th International Conference on Inventive Computation Technologies (ICICT) (pp. 937-944). IEEE.

Tekouabou, Koumetio, S. C., Diop, E. B., Azmi, R., & Chenal, J. (2023). Artificial intelligence based methods for smart and sustainable urban planning: a systematic survey. Archives of Computational Methods in Engineering, 30(2), 1421-1438.

Lan, H., Zheng, P., & Li, Z. (2021). Constructing urban sprawl measurement system of the Yangtze River economic belt zone for healthier lives and social changes in sustainable cities. Technological Forecasting and Social Change, 165, 120569.

Lăzăroiu, G., & Harrison, A. (2021). Internet of things sensing infrastructures and data-driven planning technologies in smart sustainable city governance and management. Geopolitics, History & International Relations, 13(2).

Lee, J., Kim, D., & Park, J. (2022). A machine learning and computer vision study of the environmental characteristics of streetscapes that affect pedestrian satisfaction. Sustainability, 14(9), 5730.

Mahendra, S. (2021). Artificial intelligence and urban design. Artificial Intelligence+.

Milton, N. R. (2008). Knowledge technologies (Vol. 3). Polimetrica sas.

Mrówcyzyńska, M., Sztubecka, M., Skiba, M., Bazan-Krzywoszańska, A., & Bejga, P. (2019). The use of artificial intelligence as a tool supporting sustainable development local policy. Sustainability, 11(15), 4199.

Mulligan, K. (2021). Computationally networked urbanism and advanced sustainability analytics in internet of things-enabled smart city governance. Geopolitics, History, and International Relations, 13(2), 121-134.

Nam, T., & Pardo, T. A. (2011, September). Smart city as urban innovation: Focusing on management, policy, and context. In Proceedings of the 5th international conference on theory and practice of electronic governance (pp. 185-194).

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.

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.

Perveen, S., Kamruzzaman, M., & Yigitcanlar, T. (2017). Developing policy scenarios for sustainable urban growth management: A Delphi approach. Sustainability, 9(10), 1787.

Pham, B. T., Luu, C., Van Phong, T., Nguyen, H. D., Van Le, H., Tran, T. Q. & Prakash, I. (2021). Flood risk assessment using hybrid artificial intelligence models integrated with multi-criteria decision analysis in Quang Nam Province, Vietnam. Journal of Hydrology, 592, 125815.

Popelka, S., Zertuche, L., & Beroche, H. (2023). Urban AI guide. Urban AI: Paris, France.

Samsurijan, M. S., Ebekozien, A., Azazi, N. A. N., Shaed, M. M., & Badaruddin, R. F. R. (2022). Artificial intelligence in urban services in Malaysia: a review. PSU Research Review, (ahead-of-print).

Sanchez, T. W., Shumway, H., Gordner, T., & Lim, T. (2023). The prospects of artificial intelligence in urban planning. International Journal of Urban Sciences, 27(2), 179-194.

Shen, J., Liu, C., Ren, Y., & Zheng, H. (2020, August). Machine learning assisted urban filling. In Proceedings of the 25th CAADRIA Conference, Bangkok, Thailand (pp. 5-6).

Sideris, N., Bardis, G., Voulodimos, A., Miaoulis, G., & Ghazanfarpour, D. (2019). Using random forests on real-world city data for urban planning in a visual semantic decision support system. Sensors, 19(10), 2266.

Szorenyi, A. (2024). The use of Artificial Intelligence in cities, Global cities hub, Geneva.

Testi, I. (2021). Computer vision for urban regeneration. https://medium.com/urban-ai/computervision-for-urban-regeneration-dca4594f6317.

Urban planning society of china, https://en.planning.org.cn/planning/view?id=1449,

Yao, Y., Qian, C., Hong, Y., Guan, Q., Chen, J., Dai, L. & Liang, X. (2020). Delineating Mixed Urban “Jobs-Housing” Patterns at a Fine Scale by Using High Spatial Resolution Remote-Sensing Imagery. Complexity, 2020(1), 8018629.

Ye, X., Wang, S., Lu, Z., Song, Y., & Yu, S. (2021). Towards an AI-driven framework for multi-scale urban flood resilience planning and design. Computational Urban Science, 1, 1-12.

Yigitcanlar, T., & Teriman, S. (2015). Rethinking sustainable urban development: towards an integrated planning and development process. International journal of environmental science and technology, 12, 341-352.

Yigitcanlar, T., Li, R. Y. M., Inkinen, T., & Paz, A. (2022). Public perceptions on application areas and adoption challenges of AI in urban services. Emerging Sciences Journal, 6(6), 1199-1236.

Yuan, J., Wang, S., Wu, C., & Xu, Y. (2022). Fine-grained classification of urban functional zones and landscape pattern analysis using hyperspectral satellite imagery: A case study of Wuhan. IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing, 15, 3972-3991.

Zou, Y., Zhang, S., & Min, Y. (2019). Exploring urban population forecasting and spatial distribution modeling with artificial intelligence technology. Computer Modeling in Engineering & Sciences, 119(2), 295-310.