Urban Economics
Vol. 10, No. 2, (2025)
http://ue.ui.ac.ir
10.22108/ue.2025.145253.1317

اقتصاد شهری
دوره ۱۰، شماره ۲، توالی ۱۸، سال ۱٤۰٤
صص: ۵۰- ۳۵
مقاله پژوهشی

Smart City Knowledge Mapping: An Analytical Approach Using VOSviewer

Hafez Mahdnejad*

Associate Professor, Department of Geography and Urban Planning, Faculty of Humanities, Said Jamaldin University of Asadabadi, Asadabad, Iran

Abstract: Analyzing the Smart City Knowledge Map with VOSviewer is necessary because it helps identify research patterns, thematic clusters, and emerging trends in this field. This tool visualizes the complex connections between interdisciplinary topics (such as technology, urban planning, and sustainability) and helps decision-makers and researchers identify knowledge gaps or overlaps. The statistical population of the present study comprises all articles related to smart cities published between 2020 and 2025 in English, indexed in the Scopus citation database. The collected articles were analyzed using Vosviewer software. Based on the study's findings, active researchers in the field of smart cities include Yigitkanlar, Motambik, Bibri, Sharifi, Adas, Burns, Kurtz, Mahmud, Myung, and Sharma. China, India, the United States, the United Kingdom, Italy, Spain, South Korea, Poland, and Australia have published the most articles in the field of smart cities. The visualization of the co-occurrence network of smart city terms shows that 825 items are classified into 8 clusters. The first cluster has 194 items, the second cluster has 169 items, the third cluster has 112 items, the fourth cluster has 107 items, the fifth cluster has 84 items, the sixth cluster has 81 items, the seventh cluster has 76 items, and the eighth cluster has 2 items. Based on the visualization of word occurrence density, the topic of smart cities is shifting towards focusing on components such as sustainable development, zero carbon, resilience, circular economy, human capital, and energy efficiency, etc.
Key Words: Smart city, scientific map, Vosviewer software.

نقشه‌برداری از دانش شهر هوشمند: رویکردی تحلیلی با استفاده از VOSviewer

حافظ مهدنژاد *

دانشیار گروه جغرافیا و برنامه ریزی شهری، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه سیدجمال الدین اسدآبادی، اسدآباد، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۲/۲۳ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۴/۲۴

چکیده

تحلیل نقشهٔ دانش شهر هوشمند با VOSviewer ضرورت دارد، زیرا به شناسایی الگوهای پژوهشی، خوشه‌های موضوعی و روندهای نوظهور در این حوزه کمک می‌کند. این ابزار ارتباطات پیچیده بین مباحث میان‌رشته‌ای (مانند فناوری، برنامه‌ریزی شهری و پایداری) را تصویرسازی و به تصمیم‌گیرندگان و پژوهشگران کمک می‌کند تا شکاف‌ها یا همپوشانی‌های دانشی را شناسایی کنند. جامعهٔ آماری پژوهش حاضر مشتمل بر تمام مقاله‌های مربوط به شهر هوشمند در بازهٔ زمانی ۲۰۲۰ تا ۲۰۲۵ به زبان انگلیسی است که در پایگاه استنادی Scopus نمایه شده‌اند. مقاله¬های جمع‌آوری‌شده با استفاده از نرم‌افزار Vosviewer تجزیه‌وتحلیل شدند. بر مبنای یافته‌های حاصل از پژوهش، پژوهشگران فعال در حوزهٔ شهر هوشمند مشتمل بر یگیتکنلار، موتامبیک، بیبری، شریفی، آداس، برنز، کورتز، محمود، میونگ و شارما هستند. کشورهای چین، هند، ایالات متحدهٔ آمریکا، بریتانیا، ایتالیا، اسپانیا، کرهٔ جنوبی، لهستان و استرالیا، بیشترین مقاله را در حوزهٔ شهر هوشمند منتشر کرده‌اند. تصویرسازی شبکهٔ هم‌رخدادی واژگان شهر هوشمند بیانگر آن است که ۸۲۵ آیتم در ۸ خوشه طبقه‌بندی شده‌اند. خوشهٔ نخست دارای ۱۹٤ آیتم، خوشهٔ دوم دارای ۱٦۹ آیتم، خوشهٔ سوم دارای ۱۱۲ آیتم، خوشهٔ چهارم دارای ۱۰۷ آیتم، خوشهٔ پنجم دارای ۸٤ آیتم، خوشهٔ ششم دارای ۸۱ آیتم، خوشهٔ هفتم دارای ۷٦ آیتم و خوشهٔ هشتم دارای ۲ آیتم است. بر مبنای تصویرسازی تراکم رخداد واژگان، موضوع شهر هوشمند به سمت توجه به مؤلفه‌هایی مانند توسعهٔ پایدار، کربن صفر، تاب‌آوری، اقتصاد دایره‌ای، سرمایهٔ انسانی، کارآمدی انرژی و غیره حرکت می‌کند.

واژه‌های کلیدی: شهر هوشمند، نقشهٔ علمی، نرم‌افزار Vosviewer.

*** Corresponding Author**: Hafez Mahdnejad
E-mail address: h.mahdnejad@sjau.ac.ir

2588-4867/ © 2025 University of Isfahan
This is an open access article under the CC BY-NC-ND/4.0/ License (https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/).

مقدمه

شهر هوشمند مفهومی نوین در مدیریت شهری است که از فناوری‌های پیشرفته مانند اینترنت اشیاء، داده‌های بزرگ، هوش مصنوعی و سیستم‌های اطلاعاتی جامع برای بهبود کیفیت زندگی شهروندان، بهینه‌سازی منابع و تقویت پایداری محیطی بهره می‌گیرد. این شهرها با ادغام زیرساخت‌های دیجیتالی در حوزه‌هایی همچون حمل‌ونقل، انرژی، خدمات عمومی و امنیت، به دنبال ایجاد تعامل هوشمند بین انسان‌ها، دستگاه‌ها و محیط‌زیست هستند. برای مثال، سیستم‌های ترافیک هوشمند با کاهش زمان توقف خودروها، آلودگی هوا را کاهش می‌دهند و انرژی را صرفه‌جویی می‌کنند، در حالی که شبکه‌های هوشمند برق به بهترشدن توزیع انرژی کمک می‌کنند. شهرهایی مانند بارسلونا و سنگاپور نمونه‌هایی برجسته از توسعهٔ شهر هوشمند هستند که با استفاده از داده‌های واقعی زمان، خدمات شهری را به شکلی پویا ارائه می‌دهند. اما شهر هوشمند فقط به فناوری محدود نمی‌شود، بلکه دربرگیرندهٔ رویکردی یکپارچه است که شهروندان را به عنوان محور اصلی برنامه‌ریزی قرار می‌دهد. این مدل شهری بر شفافیت، مشارکت عمومی و دسترسی عادلانه به خدمات تأکید دارد. برای موفقیت این مدل، همکاری بین بخش‌های دولتی، خصوصی و آکادمی ضروری است. با این حال، چالش‌هایی مانند نگرانی‌های امنیتی دربارهٔ داده‌های شهروندان، نیاز به زیرساخت‌های پهنای باند زیاد و جلوگیری از ایجاد شکاف دیجیتال بین گروه‌های مختلف جامعه باید مورد توجه قرار گیرند. بنابراین، شهر هوشمند نه فقط یک تحول فناورانه، بلکه یک تحول اجتماعی–اقتصادی است که نیازمند برنامه‌ریزی دقیق و بلندمدت است.

شهرهای هوشمند به عنوان پاسخی نوین به چالش‌های روزافزون شهرنشینی، مدیریت منابع و کیفیت زندگی، به یک ضرورت جهانی تبدیل شده‌اند. سنگاپور با اجرای سیستم‌های حمل‌ونقل هوشمند و شبکه‌های داده‌محور از راه شبکه‌های حسگر و تحلیل داده‌ها، ترافیک را بهینه‌سازی کرده و آلودگی هوا را کاهش داده است. بارسلون نیز با معرفی پروژه‌هایی مانند «سنسورهای هوشمند» در فضای عمومی، نشان داد مدیریت انرژی و کاهش آلودگی چقدر می‌تواند در ارتقای پایداری شهری مؤثر باشد. همچنین، تورنتو با طراحی محله‌های هوشمند، اثبات کرد هماهنگی بین فناوری، طراحی شهری و نیازهای اجتماعی می‌تواند الگوهایی نوین برای آیندهٔ شهرها ایجاد کند. این تجربیات نشان می‌دهند توسعهٔ شهرهای هوشمند نه فقط به حل مشکلات فعلی کمک می‌کند، بلکه پایه‌ای برای آینده‌ای پایدارتر و مقاوم‌تر خواهد بود.

بنابراین، توجه به این الگوها و به‌کارگیری آنها در برنامه‌ریزی‌های شهری، گامی اساسی در راستای تضمین ارتقای کیفیت زندگی و توسعهٔ پایدار است.

تحلیل نقشهٔ دانش شهر هوشمند با استفاده از ابزار VOSviewer اهمیتی به‌سزا در شناسایی و تجسم روابط پیچیده میان حوزه‌های مختلف دارد که به توسعه و مدیریت شهر هوشمند کمک می‌کند. این ابزار قابلیت تحلیل شبکه‌های علمی، شناسایی گرایش‌های پژوهشی و مفاهیم کلیدی را فراهم می‌کند و ارتباطات میان موضوع‌های مختلف مرتبط با شهر هوشمند را تصویرسازی می‌کند. با استفاده از VOSviewer، پژوهشگران و برنامه‌ریزان شهری می‌توانند الگوهای هم‌نویسی و موضوع‌های روندساز را شناسایی و بر اساس آن، راهبردهایی دقیق‌تر برای بهبود زیرساخت‌ها، خدمات شهری و پایداری محیطی طراحی کنند. این رویکرد نه فقط به درکی عمیق‌تر از وضعیت فعلی پژوهش‌ها کمک می‌کند، بلکه زمینه‌های نوآوری و همکاری بین‌رشته‌ای را نیز تسهیل می‌کند. پرسش اصلی پژوهش حاضر عبارت است از: ساختار موضوعی و روابط بین مفاهیم کلیدی در حوزهٔ شهر هوشمند بر اساس منابع علمی چگونه است و چگونه می‌توان آن را با استفاده از نرم‌افزار VOSviewer تحلیل کرد؟

مبانی نظری

تکامل شهرهای هوشمند را می‌توان در آمستردام در آغاز قرن هفدهم مشاهده کرد. آنها از آن فقط برای تجارت و تبادل اطلاعات استفاده می‌کردند. بحران اقتصادی سال ۱۸۵۷ دلیل انقلاب صنعتی بود که باعث تولد شهرهای صنعتی شد. «شهر مجازی» اصطلاح اولیه‌ای بود که توسط گراهام و اوریگی [i] استفاده شد. بعداً اصطلاح «شهر دیجیتال یا اطلاعاتی» رواج یافت. ادبیات مربوط به مفهوم شهر هوشمند در دهه‌های ۱۹۸۰–۱۹۹۰ یافت می‌شود. پس از آمستردام، تا سال ۲۰۱۰، ایالات متحدهٔ آمریکا، امارات متحدهٔ عربی، سنگاپور، کرهٔ جنوبی، اتحادیهٔ اروپا، چین، ژاپن و اسپانیا کشورهای پیشرو در توسعهٔ شهرهای هوشمند بودند. در سال ۲۰۱۱، ۵۰ کشور در سراسر جهان در اولین «کنگرهٔ جهانی نمایشگاه شهر هوشمند» شرکت کردند که در بارسلونا در اسپانیا برگزار شد، و پس از آن، مفهوم شهرهای هوشمند توسط کشورهای مختلف توسعه‌یافته و در حال توسعه مانند چین، هند، انگلستان، کانادا، فرانسه، نروژ و هلند پذیرفته شد (Kumar et al., 2022). با وجود این، توسعهٔ شهرهای هوشمند را می‌توان به اواسط دههٔ ۱۹۷۰ میلادی نسبت داد. در آن زمان، لس‌آنجلس اولین پروژهٔ داده‌های شهری در مقیاس

بزرگ را راه‌اندازی کرد. در سال ۱۹۷٤، مفهوم اولیهٔ شهر هوشمند که در لس‌آنجلس اتخاذ شد، برای بهبود فقر شهری و مشکلات مسکونی با استفاده از دوربین مادون قرمز هوایی بود. با گذشت زمان، از طریق پیشرفت‌های فناوری، همگرایی و پذیرش فناوری‌های متنوع‌تر، چشم‌انداز شهر هوشمند را گسترش داده است (Kong et al., 2025). پس از آن، کشورهای مختلف سیاست‌های ساخت شهر هوشمند را در بُعد شهری تدوین کردند تا توسعهٔ شهرهای هوشمند را ارتقا دهند، راحتی زندگی ساکنان را افزایش دهند و محیط زندگی را بهبود بخشند. نمونه‌هایی از این سیاست‌ها شامل ابتکار شهر هوشمند بارسلونا، شهرهای هوشمند توزیع‌شده در آمریکای شمالی، آمریکای جنوبی، اروپا، آفریقا، اقیانوسیه و آسیا، سیاست‌های شهر هوشمند در ایتالیا و شهرهای هوشمند استرالیاست. دولت چین به منظور تغییر مدل توسعهٔ شهری گستردهٔ سنتی، سیاست ملی شهر هوشمند را در سال ۲۰۱۲ راه‌اندازی کرد که مبتنی بر شهرهای آزمایشی است و مفاهیمی مانند فشردگی، کم‌کربن، اکولوژیک و هوشمند، را در ساخت محیط شهری ادغام می‌کند (Yang et al., 2024). بر این اساس، در طول دو دههٔ گذشته، شهر هوشمند به عنوان مفهوم پیشرو در برنامه‌ریزی شهری ظهور کرده است (Ibæanescu et al., 2022). مفهوم شهر هوشمند توسط پژوهشگران مختلف و از جنبه‌های گوناگون مانند اینترنت اشیاء (Samih, 2019)، دوقلوی دیجیتال (Deren et al., 2021)، مدیریت شهری نوآورانه (Jacques et al., 2024)، فضای عمومی (Wagner, 2025)، شکاف دیجیتال و افراد سالمند (Kolotouchkina et al., 2022)، توسعهٔ پایدار (Shao & Min, 2025)، یکپارچگی منابع طبیعی و فناوری‌های شهر هوشمند (Hui et al., 2023) و غیره مورد توجه قرار گرفته است.

مفهوم شهرهای هوشمند به عنوان یک راه‌حل بالقوه برای چالش‌های شهری در دوران معاصر، به ویژه در حوزهٔ برنامه‌ریزی و توسعهٔ شهری، مطرح شده است. این رویکرد به برنامه‌ریزی شهری شامل ترکیب قابلیت‌های هر دو دنیای فیزیکی و دیجیتال برای رسیدگی به مسائل شهری است. استفاده از فناوری‌های پیشرفتهٔ اطلاعات و ارتباطات، همراه با حجم عظیم داده‌های تولیدشده در مناطق شهری، چشم‌اندازهایی بی‌نظیر را برای رسیدگی به چالش‌های مهم شهری ارائه می‌دهد. یکی از اجزای کلیدی یک شهر هوشمند توانایی دسترسی به اطلاعات بلادرنگ دربارهٔ اقدامات و ترجیحات شهروندان است. این دسترسی شناسایی و تشخیص الگوهای رفتاری و هنجاری را برای درک آنچه در سطح شهر و سطح فردی اتفاق می‌افتد، امکان‌پذیر می‌کند. در حال حاضر، بسیاری از کشورهای جهان رویکردها و راه‌حل‌های دنیای مجازی را برای حل مشکلات شهری بررسی می‌کنند. با این حال، به دلیل دیدگاه‌های مختلف در زمینه‌های علمی مختلف، مفهوم شهر هوشمند فاقد تعریف رسمی است (Hui et al., 2023; Cole et al., 2023; Silva et al., 2018; Yin et al., 2015). یک شهر هوشمند به عنوان یک توانایی فکری ویژه درک می‌شود که به چندین جنبهٔ نوآورانه اجتماعی–فنی و اجتماعی–اقتصادی رشد توجه دارد. این جنبه‌ها به مفاهیم شهر هوشمند مانند «سبز» که به زیرساخت‌های شهری برای حفاظت از محیط‌زیست و کاهش انتشار دی‌اکسید کربن اشاره دارد، «به‌هم‌پیوسته» که به انقلاب اقتصاد پهنای باند مربوط می‌شود و «باهوش» که ظرفیت تولید اطلاعات ارزش افزوده از پردازش داده‌های بلادرنگ شهر از حسگرها و فعال‌کننده‌ها را نشان می‌دهد، منجر می‌شوند، در حالی که اصطلاحات شهرهای «نوآور» و «دانش» به طور متناوب به توانایی شهر در افزایش نوآوری بر اساس سرمایهٔ انسانی آگاه و خلاق اشاره دارند (Zygiaris et al., 2012).

مفهوم شهر هوشمند، به عنوان ترکیبی از ایده‌هایی در رابطه با چگونگی بهبود عملکرد شهرها توسط فناوری‌های اطلاعات و ارتباطات، پدیدار شد. از این رو، مفهوم شهر هوشمند از ترکیب دانش جامعه و شهر دیجیتال حاصل می‌شود (Camero & Alba, 2019). شهر هوشمند به عنوان یک سیستم چندلایهٔ نوآوری تعریف می‌شود که در آن نیروهای مختلف برای بهبود سیستم گرد هم می‌آیند. این نیروها شامل شبکه‌های دیجیتال، هوش فردی و سرمایهٔ اجتماعی شهر هستند که در کنار هم لایه‌ای از هوش جمعی را به وجود می‌آورند (Yigitcanlar et al., 2020). به طور ویژه، یک شهر زمانی هوشمند تلقی می‌شود که به رقابت اقتصادی و نوآوری حاصل از ترکیب دانش و مهارت دست یابد. به ویژه برای دست‌یابی به این هدف، ابتکار شهر هوشمند باید دارای ارکانی باشد. این ارکان شامل زیرساخت، اجتماعی، اقتصادی، مدیریتی، حقوقی و فناوری هستند (Daouda, 2024). یک «شهر هوشمند» فراتر از اجرای صرف فناوری‌ها و راهبردها برای برآوردن نیازهای فعلی بدون به خطر انداختن توانایی نسل‌های آینده در برآوردن نیازهایشان است. این امر شامل درک هویت، اهداف، ذی‌نفعان و اولویت‌های شهر است. بنابراین، تعریف آن ریشه در ارتباط و تمایز دارد و بر بهبود کیفیت زندگی و تقویت پایداری از طریق فناوری و ارتباطات تأکید دارد (Al Nasrawi et al., 2016). هدف اصلی شهرهای هوشمند افزایش پایداری از طریق ابزارهای فناوری است (Ahvenniemi et al., 2017). شهری را می‌توان هوشمند دانست

که اتصال و جریان اطلاعات را در زیرساخت‌های ضروری بهبود بخشد، بتواند شرایط زیرساخت‌های حیاتی (مانند آب، برق، ارتباطات، جاده‌ها، راه‌آهن، بنادر و فرودگاه‌ها) را به طور کامل رصد و کنترل کند و در عین حال که خدمات را برای شهروندان خود بهبود می‌بخشد، منابع را بهینه کند. شهر هوشمند به عنوان کاربرد فناوری‌های محاسبات هوشمند برای هوشمندتر، متصل‌تر و کارآمدتر کردن اجزای زیرساختی و خدمات کلیدی یک شهر – مانند مدیریت، آموزش، مراقبت‌های بهداشتی، امنیت عمومی، املاک و مستغلات، حمل‌ونقل و خدمات رفاهی – تعریف شده است (Alqahtany, 2025). ابتکارات شهرهای هوشمند تلاش می‌کنند تا با استفاده از داده‌ها، اطلاعات و فناوری‌های اطلاعات، عملکرد شهری را بهبود بخشند تا خدماتی کارآمدتر را به شهروندان ارائه دهند، زیرساخت‌های موجود را رصد و بهینه‌سازی کنند، همکاری بین بازیگران اقتصادی مختلف را افزایش دهند و مدل‌های کسب‌وکار نوآورانه را در بخش‌های خصوصی و دولتی تشویق کنند (Marsal-Llacuna et al., 2015). چهار عنصر کلیدی در ساخت یک شهر هوشمند، یعنی دستگاه‌ها، خدمات، داده‌ها و زیرساخت‌ها، پیشنهاد شده‌اند و این عوامل باید در دو مرحلهٔ مجزا در نظر گرفته شوند: مرحلهٔ ساخت و مرحلهٔ بهره‌برداری (Kim, 2022).

شهر هوشمند کاربردی از مفهوم اینترنت اشیاء است. به طور کلی، شهر هوشمند یک محیط شهری است که از فناوری اطلاعات و ارتباطات و سایر فناوری‌های مرتبط برای افزایش کارایی عملکرد عملیات منظم شهری و کیفیت خدمات ارائه‌شده به شهروندان شهری استفاده می‌کند. به طور رسمی، کارشناسان شهر هوشمند را با توجه به جنبه‌ها و دیدگاه‌های مختلف تعریف کرده‌اند. یک تعریف رایج بیان می‌کند یک شهر هوشمند، زیرساخت‌های فیزیکی، اجتماعی، تجاری و فناوری اطلاعات و ارتباطات را برای ارتقای هوش شهر به هم متصل می‌کند. در تعریف جامع دیگری، شهر هوشمند به عنوان یک شهر مدرن پیشرفته تعریف می‌شود که از فناوری اطلاعات و ارتباطات و سایر فناوری‌ها برای بهبود کیفیت زندگی، رقابت‌پذیری و اثربخشی عملیاتی خدمات شهری استفاده می‌کند، ضمن اینکه در دسترس بودن منابع برای نسل‌های حال و آینده را از نظر جنبه‌های اجتماعی، اقتصادی و زیست‌محیطی تضمین می‌کند. هدف نهایی شهرهای هوشمند اولیه ارتقای کیفیت زندگی شهروندان شهری با کاهش تضاد بین تقاضا و عرضه در عملکردهای مختلف است. شهرهای هوشمند مدرن با در نظر گرفتن تقاضاهای کیفیت زندگی، به ویژه بر راه‌حل‌های پایدار و کارآمد برای مدیریت انرژی، حمل‌ونقل، مراقبت‌های بهداشتی، حکومتداری و بسیاری موارد دیگر تمرکز می‌کنند تا بتوانند نیازهای شدید شهرنشینی را برآورده کنند (Silva et al., 2018). شهرهای هوشمند مناطق کلان‌شهری هستند که از فناوری برای بهبود مدیریت و کارایی محیط‌های ساخته‌شدهٔ خود استفاده می‌کنند. در یک شهر هوشمند، فناوری‌های دیجیتال و ارتباطات کارایی شبکه‌ها و خدمات مرسوم را به نفع مردم و شرکت‌ها بهبود می‌بخشند (Yıldız, 2024). هنگام توسعهٔ یک شهر هوشمند، فناوری اطلاعات و ارتباطات پیشرفته به ویژه در بین فناوری‌های مختلف اهمیت دارد (Stratigea et al., 2015)؛ چنانچه شهر هوشمند از فناوری‌های اطلاعات و ارتباطات نوظهور برای تحریک خلاقیت در برنامه‌ریزی شهری استفاده می‌کند و با هدف اصلی افزایش رفاه، کارایی و کیفیت زندگی ساکنان، هوش را به محیط‌هایی می‌آورد که مردم در آن زندگی و کار می‌کنند (Shao & Min, 2025). برای مثال، ادغام هوش مصنوعی با راهبردهای هوشمند مصرف انرژی مبتنی بر الگوهای رفتاری انسان و ردیابی مصرف انرژی می‌تواند مصرف انرژی را بهینه کند (Abdulla et al., 2024). به طور مشابه، بهینه‌سازی سیستم‌های مدیریت ترافیک از طریق کاربرد فناوری‌های هوشمند نظارت بر ترافیک می‌تواند به جریان ترافیک کارآمدتر، دسترسی بیشتر به پارکینگ و تشخیص سرقت خودرو منجر شود (Kong et al., 2025). از این رو، شهر هوشمند با انتظار کیفیت بهتر زندگی در محیط‌های شهری از طریق ارتباط بین نهادهای محلی، شرکت‌ها و شهروندان مرتبط است. به طور مشابه، شهرهای هوشمند به دنبال توسعهٔ توانایی تعامل با جامعه و ارائهٔ خدمات هوشمند به شهروندان هستند که به زندگی روزمرهٔ آنها کمک می‌کند (Jacques et al., 2024).

در عین حال، کشورهای در حال توسعه با چالش‌های انسانی و سازمانی مانند زیرساخت‌های توسعه‌نیافتهٔ فناوری اطلاعات و ارتباطات، بی‌سوادی دیجیتال و محدودیت‌های بودجه‌ای برای تحقق‌پذیری شهر هوشمند مواجه هستند. این چالش‌ها را می‌توان از طریق بلوک‌هایی سازنده مانند سرمایه‌گذاری در توسعهٔ زیرساخت‌های فناوری، تدوین سیاست‌های ویژهٔ شهر هوشمند، افزایش آگاهی شهروندان و همکاری با ذی‌نفعان محلی و بین‌المللی برای بسیج منابع مورد نیاز کاهش داد (Poshai & Intauno, 2025).

نوآوری پژوهش حاضر به کاربرد ابزار VOSviewer برای ترسیم و تحلیل بصری شبکه‌های دانش در حوزهٔ شهرهای هوشمند اشاره دارد. این پژوهش با بهره‌گیری از تکنیک کلان‌داده، ساختار

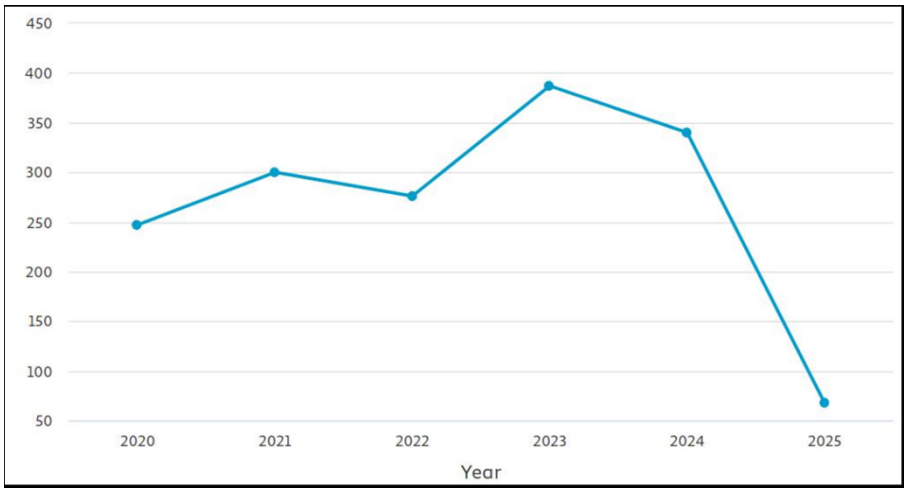
موضوعی، روندها و نقاط کلیدی در پژوهش‌های مرتبط با شهر هوشمند را شناسایی می‌کند و به صورت چشم‌انداز بصری نمایش می‌دهد. این رویکرد نه فقط به درک بهتر ارتباطات بین مفاهیم و زمینه‌های پژوهشی کمک می‌کند، بلکه زمینه را برای برنامه‌ریزی راهبردی و هدایت آینده‌پژوهی در توسعهٔ شهرهای هوشمند فراهم می‌آورد.

روش پژوهش

پژوهش حاضر از نوع کاربردی است و با رویکرد علم‌سنجی انجام شده است. جامعهٔ آماری پژوهش متشکل از ۱۶۱۸ مقاله است که در رابطه با شهر هوشمند در مجلات پایگاه اسکوپوس در بازهٔ زمانی ۲۰۲۰–۲۰۲۵ نمایه شده‌اند. داده‌های مربوط به شهر هوشمند از پایگاه اسکوپوس استخراج و در نرم‌افزار VOSviewer تجزیه‌وتحلیل شده‌اند. در واقع، برای تحلیل داده‌ها و مصورسازی داده‌های استخراج‌شده، از نرم‌افزار Vosviewer استفاده شده است. در فرایند جست‌وجو، عنوان، چکیده و کلمات کلیدی مقاله‌های مربوط به شهر هوشمند استخراج شدند. از این رو، در این پژوهش با استفاده از رویکرد علم‌سنجی، تحلیل استنادی و هم‌رخدادی واژگان صورت گرفته است. هدف این روش تعیین اثرگذارترین واژگان منابع در رابطه با موضوع پژوهش بر اساس استفاده از نرم‌افزار VOSviewer است. خروجی نرم‌افزار بر مبنای تجزیه‌وتحلیل عناوین، چکیدهٔ مقاله‌ها و کلید واژگان مهم آنها به دست آمده است. افزون بر این، با استفاده از مصاحبه با ۱۰ نفر از خبرگان در حوزهٔ شهرسازی، برنامه‌ریزی شهری، محیط‌زیست شهری، مدیریت شهری و توسعهٔ پایدار، اقدام به شناسایی و استخراج ابعاد، مؤلفه‌ها و شاخص‌های تشکیل‌دهندهٔ شهر هوشمند شده است. ابتدا با مرور ادبیات و مطالعات پیشین، مجموعه‌ای اولیه از معیارها و شاخص‌ها جمع‌آوری شد؛ سپس با انجام مصاحبه‌های نیمه‌ساختاریافته با خبرگان، این عناصر بررسی و اعتبارسنجی شدند. در نهایت، با استفاده از تحلیل محتوا، ابعاد کلی، مؤلفه‌ها و شاخص‌های عملیاتی آنها استخراج و ساختارمند شدند. گفتنی است، علت انتخاب این تعداد خبرگان آن است که اشباع داده‌ها حاصل شد و ابعاد مختلف موضوع پوشش داده شدند.

بحث و یافته‌ها

تعداد منابع برای سال‌های ۲۰۲۰، ۲۰۲۱، ۲۰۲۲، ۲۰۲۳، ۲۰۲۴ و ۲۰۲۵ به‌ترتیب برابر ۲۴۷، ۳۰۰، ۲۷۶، ۳۸۷، ۳۴۰ و ۶۸ مقاله است. شکل (۱) توزیع زمانی منابع را نشان داده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود، بیشترین تعداد منابع مربوط به سال ۲۰۲۳ است و پس از آن، سال‌های ۲۰۲۴ و ۲۰۲۱ بیشترین تعداد منابع را به خود اختصاص داده‌اند.

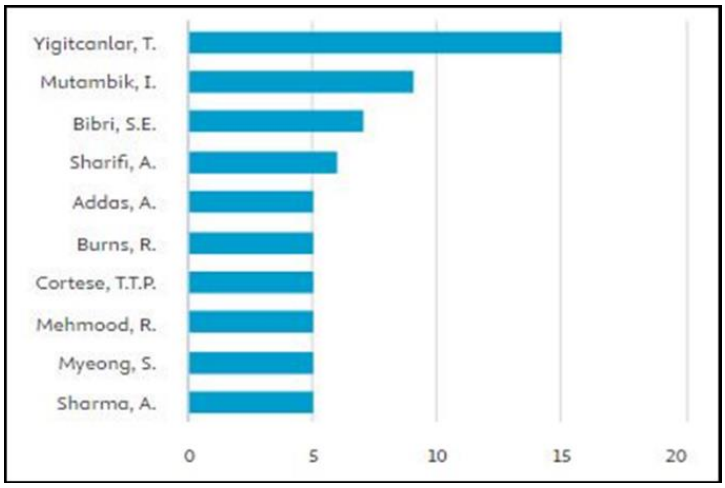


شکل ۱- نمودار بازهٔ زمانی منابع شهر هوشمند (یافته‌های پژوهش، ۱۴۰۴)

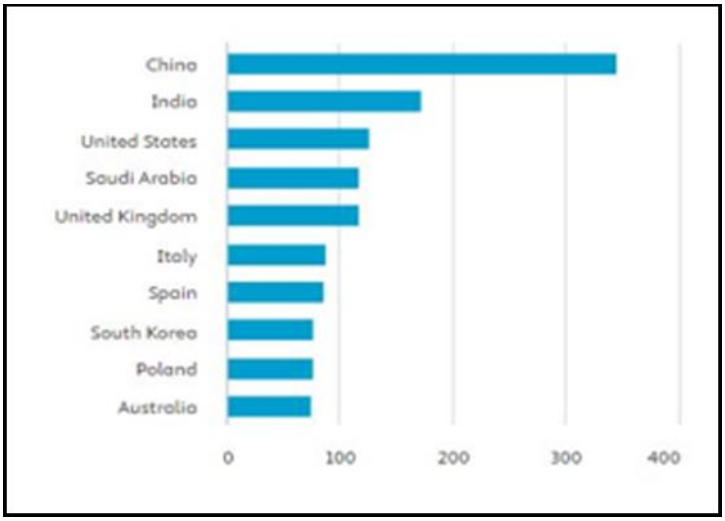
از این رو، بر اساس نتایج به‌دست‌آمده، فراوانی انتشار منابع مرتبط با شهر هوشمند همچنان سیر صعودی دارد. در واقع، در دهه‌های اخیر، با توجه به رشد سریع شهرنشینی و مسائل ناشی از آن مانند آلودگی محیط‌زیست، کمبود منابع انرژی و مشکلات حمل‌ونقل، توجه بسیاری از کشورها به مفهوم شهرهای هوشمند افزایش یافته است. پیشرفت‌های فناوری در حوزه‌های اینترنت اشیاء، هوش مصنوعی، داده‌های بزرگ و شبکه‌های ارتباطی پرسرعت، زمینه‌ساز توسعهٔ شهرهایی شده‌اند که بتوانند به شیوه‌ای کارآمدتر منابع را مدیریت کنند و کیفیت زندگی شهروندان را ارتقا دهند. این تحولات سبکی جدید از برنامه‌ریزی شهری را رقم زده‌اند که در آن تصمیم‌گیری‌ها بر پایهٔ داده‌های دقیق و تحلیل‌های علمی استوار هستند. پژوهش‌ها دربارهٔ شهرهای هوشمند از یک

رویکرد فناوری‌محور به سمت چشم‌اندازی چندبُعدی و جامع‌تر حرکت کرده‌اند. در گذشته، تمرکز اصلی بر بهره‌گیری از فناوری‌های پیشرفته بود؛ اما امروزه پژوهش‌ها بر نقش عوامل اجتماعی، اقتصادی و زیست‌محیطی در طراحی و توسعهٔ شهرهای هوشمند تأکید می‌کنند. این تحول منجر به ظهور مباحثی مانند «هوشمندی انسانی»، مشارکت شهروندی در تصمیم‌گیری‌های شهری و دسترسی عادلانه به خدمات هوشمند شده است. همچنین، توجه به مسائل اخلاقی، حریم خصوصی و امنیت داده‌ها نیز در مرکزیت پژوهش‌ها قرار گرفته است. این رویکرد باعث شده است تا پژوهش‌های علمی در حوزهٔ شهر هوشمند روزبه‌روز گسترش یابند و دانشگاه‌ها، مراکز پژوهشی و شرکت‌های فناوری سراسر جهان با همکاری یکدیگر، پروژه‌هایی متعدد را در زمینهٔ مدیریت انرژی، حمل‌ونقل هوشمند، خدمات شهری دیجیتال و شهروندی الکترونیکی آغاز کنند. همچنین، دولت‌ها نیز با تدوین راهبردهای ملی و شهری برای توسعهٔ شهرهای هوشمند، زمینه را برای اجرایی‌شدن نتایج این پژوهش‌ها فراهم کرده‌اند. بنابراین، سیر صعودی پژوهش‌ها در این حوزه نه فقط به جنبهٔ علمی و فناوری توجه دارد، بلکه انعکاسی از نیازهای واقعی شهرهای معاصر به سوی آینده‌ای پایدار و کارآمد است. از جملهٔ هدف‌های این پژوهش بررسی وضعیت نویسندگان فعال در حوزهٔ شهر هوشمند است. تحلیل نتایج بیانگر آن است که تعدادی از نویسندگان در حوزهٔ شهر هوشمند فعال هستند. پژوهشگران فعال در حوزهٔ شهر هوشمند مشتمل بر یگیتکنلار[ii]، موتامبیک[iii]، بیبری[iv]، شریفی[v]، آداس[vi]، برنز[vii]، کورتز[viii]، محمود[ix]، میونگ[x] و شارما[xi] هستند که در شکل (۲) به آنها اشاره شده است.

همچنین، مقاله‌های منتشرشده در رابطه با شهر هوشمند به‌ترتیب متعلق به کشورهای چین، هند، ایالات متحدهٔ آمریکا، بریتانیا، ایتالیا، اسپانیا، کرهٔ جنوبی، لهستان و استرالیا هستند که در شکل (۳) به آنها اشاه شده است.

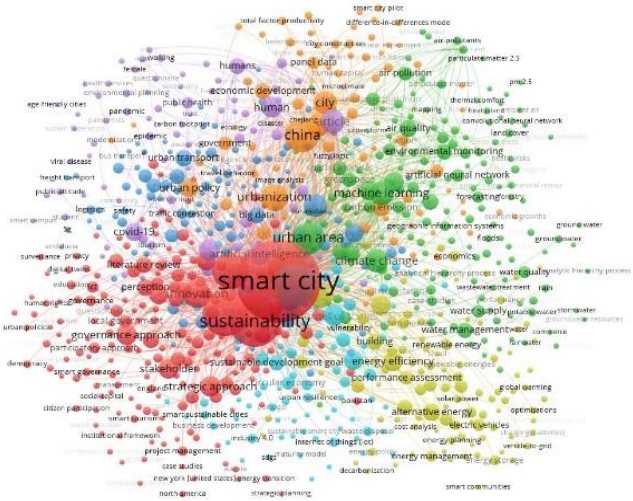


شکل ۲- نمودار پژوهشگران فعال در حوزهٔ شهر هوشمند (یافته‌های پژوهش، ۱۴۰۴)



شکل ۳- قلمرو جغرافیایی پژوهش‌های حوزهٔ شهر هوشمند (یافته‌های پژوهش، ۱۴۰۴)

پرتکرارترین واژگان شهر هوشمند عبارت‌اند از: شهر هوشمند (۱۱۷۸ مرتبه)، پایداری (۴۳۰ مرتبه)، توسعهٔ پایدار (۳۰۲ مرتبه)، برنامه‌ریزی شهری (۲۶۷ مرتبه)، توسعهٔ شهری (۲۳۳ مرتبه)، چین(۱۹۷ مرتبه)، منطقهٔ شهری (۱۷۳ مرتبه)، نوآوری (۱۳۱ مرتبه)، یادگیری ماشینی (۱۰۰ مرتبه)، تحلیل زمانی-فضایی(۹۳ مرتبه)، تغییر اقلیم (۹۱ مرتبه)، هوش مصنوعی (۸۲ مرتبه)، اینترنت اشیاء (۷۹ مرتبه)، اینترنت (۷۷ مرتبه)، رویکرد راهبردی (۷۴ مرتبه)، رویکرد حکمروایی (۷۲ مرتبه)، بهینه‌سازی(۷۰ مرتبه)، هند (۷۰ مرتبه)، بهره‌وری انرژی (۶۵ مرتبه)، رشد شهری (۶۳ مرتبه)، مدیریت پسماند (۵۹ مرتبه)، الگوریتم(۵۹ مرتبه)، سیاست‌گذاری شهری (۵۹ مرتبه)، فناوری اطلاعات و ارتباطات (۵۸ مرتبه)، کووید ۱۹ (۵۷ مرتبه)، کیفیت هوا (۵۲ مرتبه)، انرژی بدیل (۵۱ مرتبه)، انتشار کربن (۴۷ مرتبه)، حمل‌ونقل شهری (۴۷ مرتبه)، داده‌های بزرگ (۴۶ مرتبه)، یادگیری عمیق (۴۴ مرتبه)، توسعهٔ اقتصادی (۴۴ مرتبه)، دیجیتالی‌شدن (۴۳ مرتبه)، مدیریت آب (۴۱ مرتبه)، پایش زیست‌محیطی (۴۰ مرتبه)، فضای سبز (۳۷ مرتبه)، آلودگی هوا (۳۵ مرتبه)، مشارکت محلی (۳۵ مرتبه)، شهر پایدار (۳۴ مرتبه)، آلودگی جو (۳۳ مرتبه) و غیره (شکل ٤).



شکل ٤- تصویرسازی شبکهٔ هم‌رخدادی واژگان شهر هوشمند (یافته‌های پژوهش، ۱٤۰٤)

تصویرسازی شبکهٔ هم‌رخدادی واژگان شهر هوشمند (شکل ٤) بیانگر آن است که ۸۲۵ آیتم در ۸ خوشه طبقه‌بندی شده‌اند. خوشهٔ نخست دارای ۱۹٤ آیتم است که عبارت‌اند از: پژوهش دانشگاهی، برنامهٔ عملیاتی، فناوری پیشرفته، آمستردام، طراحی معماری، معماری، استرالیا، اتریش، بارسلونا، کاتالونیا، کتاب‌سنجی، تحلیل کتاب‌سنجی، مدل‌سازی اطلاعات ساختمان، رویکرد پایین به بالا، برزیل، ساخت‌وساز، کالیفرنیا، کانادا، مطالعات موردی، پایتخت، مطالعهٔ موردی، مشارکت شهروندان، شهروند، هم‌آفرینش، همکاری، توسعهٔ اجتماع، تعهد اجتماع، تحلیل رقابتی، مطالعهٔ تطبیقی، رقابت‌پذیری، پیچیدگی، چارچوب مفهومی، تحلیل محتوا، جرم، میراث فرهنگی، جمهوری چک، داده، مدیریت داده، پایگاه داده، مردم‌سالاری، طراحی، فناوری‌های دیجیتال، طراحی دیجیتال، دوقلوهای دیجیتال، دیجیتالی‌شدن، فعالیت اقتصادی، اکوتوریسم، آموزش، مدیریت بهره‌وری، تحلیل تجربی، تحول انرژی، انگلستان، کارآفرین، قوم‌نگاری، اروپا، اتحادیهٔ اروپا، اکتشاف، جهانی‌شدن، حکمروایی، رویکرد حکمروانی، ساختمان تاریخی، رویکرد تاریخی، حقوق انسانی، روش شناسایی، فرایندهای اجرایی، شاخص، اندونزی، فناوری اطلاعات و ارتباطات، مدیریت اطلاعات، توسعهٔ زیرساختی، زیرساخت، نوآوری، چارچوب نهادی، ژاپن، دانش، کرهٔ جنوبی، برنامه‌ریزی کاربری زمین، راهبری، یادگیری، مرور ادبیات، دولت محلی، مشارکت محلی، لندن، مالزی، مدیریت، روش مدیریت، روش‌شناسی، منطقهٔ کلان شهری، مکزیک، اپلیکیشن موبایل، نئولیبرالیسم، هلند، ولز جنوبی جدید، نیویورک، آمریکای شمالی، هلند شمالی، دادهٔ باز، پاکستان، مشارکت، رویکرد مشارکتی، رویکرد شراکتی، ادراک، روش برنامه‌ریزی، فرایند برنامه‌ریزی، رویکرد سیاست‌گذاری، اجرای سیاست‌گذاری، سیاست‌سازی، اقتصادسازی، خصوصی‌سازی، حریم خصوصی، بخش خصوصی، ارزیابی پروژه، مدیریت پروژه، استان‌گرایی، مشارکت عمومی، بخش عمومی، شراکت عمومی-خصوصی، تحلیل کمی، تحلیل کیفی، پیمایش پرسشنامه‌ای، چارچوب مقرراتی، روش پژوهشی، تاب‌آوری، رومانی، عربستان سعودی، فناوری و علم، سئول، سنگاپور، اسلواکی، شهرهای

هوشمند، شهر هوشمند، توسعهٔ شهر هوشمند، حکمروایی شهر هوشمند، حکمروایی هوشمند، دولت هوشمند، زیرساخت هوشمند، شهر پایدار هوشمند، گردشگری هوشمند، شهرگرایی هوشمند، دهکدهٔ هوشمند، سرمایهٔ اجتماعی، دربرگیرندگی اجتماعی، نوآوری اجتماعی، عدالت اجتماعی، مشارکت اجتماعی، نرم‌افزار، آفریقای جنوبی، اسپانیا، توزیع فضایی، برنامه‌ریزی فضایی، ذی‌نفعان، نقش دولت، رویکرد راهبردی، برنامه‌ریزی راهبردی، راهبرد، نظارت، پایداری، توسعهٔ شهری پایدار، سوئد، توسعهٔ فناورانه، نوآوری فناورانه، فناوری، پذیرش فناوری، شهرهای هوشمند/فناوری، تگزاس، مطالعهٔ نظری، توسعهٔ گردشگری، مقصد گردشگر، گذار، امارت متحدهٔ عربی، بریتانیا، ایالات متحدهٔ عربی، شهر، توسعهٔ شهری، اقتصاد شهری، حکمروایی شهری، نوآوری شهری، برنامه‌ریزی شهری، سیاست‌های شهری، جامعهٔ شهری، گذار شهری، شهرنشینی، وین و وب جهان‌گستر.

خوشهٔ دوم دارای ۱۶۹ آیتم است که عبارت‌اند از: درصد کاهش، جاری، مدیریت انطباقی، ای‌اچ‌پی، آلاینده‌ها، آلودگی هوا، آلاینده‌های هوا، کیفیت هوا، دمای هوا، هوای محیط، فرایند سلسله‌مراتبی تحلیلی، شبکهٔ عصبی مصنوعی، آلودگی جو، دمای جو، کالیبراسیون، تقاضای انرژی شیمیایی، طبقه‌بندی، اقلیم، تغییرات اقلیمی، بازرگانی، شبکهٔ ارتباطی، دینامیک سیالات محاسباتی، بینایی کامپیوتر، حفاظت از منابع طبیعی، مطالعهٔ کنترل‌شده، شبکهٔ عصبی کانولوشن، همبستگی، داده‌کاوی، درخت تصمیم، یادگیری عمیق، شبکه‌های عصبی عمیق، دلفی، نمک‌زدایی، کشورهای در حال توسعه، جهان در حال توسعه، مدیریت فاجعه، آب آشامیدنی، خشکسالی، اکوسیستم، شرایط زیست‌محیطی، عامل زیست‌محیطی، نظارت زیست‌محیطی، روش تخمین، رویداد بیرونی، مطالعهٔ امکان‌سنجی، استخراج ویژگی، کنترل سیل، وقوع سیل، سیل‌ها، آینده‌نگری، روش آینده‌پژوهی، چارچوب، سیستم اطلاعات جغرافیایی، زیرساخت سبز، فضای سبز، آب زیرزمینی، منابع آب زیرزمینی، ریسک‌های بهداشتی، جزیرهٔ گرمایی، هنگ‌کنگ، پردازش تصویر، روش شاخص، هند، رویکرد میان‌رشته‌ای، ایران، پوشش زمین، دمای سطح زمین، کاربری زمین، تغییر کاربری زمین، مکان دفن زباله، لندست، سیستم‌های یادگیری، حافظهٔ کوتاه‌مدت و بلندمدت، یادگیری ماشینی، نقشه‌برداری، کاهش، نظارت، سیستم‌های نظارت، تحلیل‌های چندمعیاره، محله، شبکه‌های عصبی، دی‌اکسید نیتروژن، مدل عددی، موضوع ویژه، شیوهٔ برنامه‌ریزی، در معرض آلودگی قرار داشتن، نظارت بر آلودگی، رشد جمعیت، آمارهای جمعیتی، آب شرب، فقر، پیش‌بینی، احتمال، رویه‌ها، کنترل کیفیت، باران، آب باران، جمع‌آوری آب باران، جنگل تصادفی، زمان واقعی، سیستم‌های زمان واقعی، سنجش از دور، ارزیابی ریسک، رواناب، دادهٔ ماهواره‌ای، تصویر ماهواره‌ای، تغییرات فصلی، تحلیل حساسیت، سنسور، شبکه‌های سنسور، فاضلاب، شرایط اقتصادی-اجتماعی، تحلیل فضایی، شهر اسفنجی، طوفان‌ها، آب طوفان، آب سطحی، شهرهای هوشمند پایدار، دما، تحلیل دما، آسایش محیطی، دوره‌های زمانی، تحلیل دوره‌های زمانی، منطقهٔ شهری، ترکیه، مناطق شهری، اقلیم شهری، محیط‌های شهری، جنگل شهری، شکل شهری، رشد شهری، جزیرهٔ گرمایی شهری، پراکنده‌رویی شهری، پوشش گیاهی، وسایط نقلیه، تصفیهٔ آب فاضلاب، حفاظت از آب، تقاضای آب، سیستم‌های توزیع آب، مدیریت آب، آلودگی آب، کیفیت آب، منابع آب، کمبود آب، عرضهٔ آب، تصفیهٔ آب و مدیریت آب‌ها.

خوشهٔ سوم دارای ۱۱۲ آیتم است که عبارت‌اند از: پنج‌جی، دسترسی‌پذیری، ارزیابی دقیق، الگوریتم، پکن، بلژیک، داده‌های بزرگ، تحلیل‌گران داده‌های بزرگ، حمل‌ونقل مبتنی بر اتوبوس، لجستیک شهری، تحلیل خوشه‌ای، آمدوشد، شبیه‌سازی کامپیوتری، جمع‌سپاری، امنیت سایبری، حمل‌ونقل مبتنی بر دوچرخه، اکتساب داده، تحلیل‌گران داده، پردازش داده، کیفیت داده، مجموعه داده، بصری‌سازی داده، روش تشخیص، شهر دیجیتال، دوقلوی دیجیتال، فجایع، شرایط اقتصادی، تجارت الکترونیک، آنتروپی، حمل‌ونقل باربری، آلمان، بازار مسکن، تحلیل تصویر، سیستم‌های باهوش، سیستم‌های حمل‌ونقل باهوش، اینترنت، مدیریت دانش، موقعیت، لجستیک، تولید، روش نقشه‌برداری، موبایل، تحرک، مدل‌سازی، حمل‌ونقل موتوری، پارکینگ، لهستان، حمل‌ونقل عمومی، کار پژوهشی، موقعیت مسکونی، مدیریت ریسک، ترافیک جاده، حمل‌ونقل جاده‌ای، خیابان‌ها و جاده‌ها، ایمنی، امنیت، تقسیم‌بندی، معناشناسی، سنسورها، کیفیت خدمات، شانگهای، اقتصاد به اشتراک‌گذاشته شده، شبیه‌سازی، تحرک هوشمند، حمل‌ونقل هوشمند، اثر اجتماعی، رسانهٔ اجتماعی، شبکهٔ اجتماعی، شبکه‌سازی اجتماعی (برخط)، پایداری اجتماعی، دادهٔ اجتماعی، وضوح مکانی، تحلیل مکانی-زمانی، مدیریت زنجیرهٔ عرضه، ماشین بردار پشتیبان، پیمایش، روش پیمایش، تحرک پایدار، حمل‌ونقل پایدار، تایلند، مدل‌سازی سه‌بُعدی، ردیابی، انبوهی ترافیک، آلاینده‌های حاصل از ترافیک، مدیریت ترافیک، حمل‌ونقل، وسایط نقلیهٔ حمل‌ونقل، توسعهٔ حمل‌ونقل، زیرساخت حمل‌ونقل، برنامه‌ریزی حمل‌ونقل، سیستم حمل‌ونقل، فناوری حمل‌ونقل، رفتار سفر، زمان سفر، وسیلهٔ نقلیهٔ بدون سرنشین، تحلیل‌گران شهری، امکانات شهری، متابولیسم

شهری، ناحیهٔ شهری، حمل‌ونقل شهری، ووهان، و ژجیانگ.

خوشهٔ چهارم دارای ۱۰۷ آیتم است که عبارت‌اند از: تهویهٔ هوا، انرژی بدیل، اتوماسیون، معیار ارزیابی، بلاک‌چین، ساختمان، دی‌اکسید کربن، شارژ باطری‌ها، فضای ابری، رفتار مصرف‌گرایانه، سرما، تحلیل هزینه، بهره‌وری هزینه، هزینه‌ها، کربن‌زدایی، تصمیم‌گیری، تحلیل تقاضا، پاسخ به تقاضا، مدیریت تقاضا، ذخیره‌سازی دیجیتال، منابع انرژی توزیع‌شده، سیستم توزیع، اقتصاد، ذخیره‌سازی انرژی الکتریکی، شبکه‌های انتقال برق الکتریکی، وسایط نقلیهٔ الکتریکی، الکتریسیته، تولید برق، عرضهٔ الکتریسیته، انرژی، حفاظت از انرژی، بهره‌وری انرژی، مدیریت انرژی، برنامه‌ریزی انرژی، سیاست‌گذاری انرژی، منابع انرژی، ذخیرهٔ انرژی، سیستم‌های انرژی، استفاده از انرژی، بهره‌برداری از انرژی، پژوهش تجربی، سوخت‌های فسیلی، فرانسه، انتشارات گاز، الگوریتم ژنتیکی، گرم‌شدن کرهٔ زمین، گازهای گلخانه‌ای، انتشارات گازهای گلخانه‌ای، گرمایش، مسکن، عایق‌بندی، برنامه‌ریزی عدد صحیح، رویکرد یکپارچه، ساختمان‌های باهوش، سرمایه‌گذاری، ایتالیا، ریزشبکه، اعتبارسنجی مدل، بهینه‌سازی چندموضوعی، بهینه‌سازی‌ها، عملکرد، ارزیابی عملکرد، فتوولتائیک، سیستم فتوولتائیک، تولید برق، بازآفرینی، تجدیدپذیر، انرژی‌های تجدیدپذیر، منابع انرژی تجدیدپذیر، ساختمان‌های هوشمند، گره‌های حسگر، ساختمان هوشمند، اجتماعات هوشمند، محیط هوشمند، شبکه‌های هوشمند، خانه‌های هوشمند، شبکه‌های برق هوشمند، فناوری هوشمند، انرژی خورشیدی، برق خورشیدی، تولید برق خورشیدی، تعهد ذی‌نفعان، پایدار، انرژی پایدار، تحلیل عدم قطعیت، سیستم‌های انرژی شهری، بازآفرینی شهری، پایداری شهری، نسبت وسیلهٔ نقلیه به شبکه، آسیب‌پذیری، آب، استفاده از آب، باد، و برق بادی.

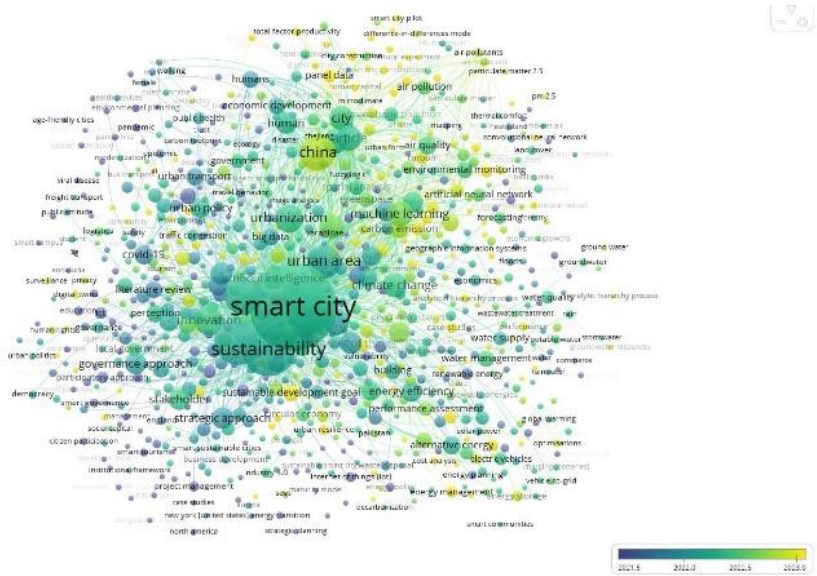
خوشهٔ پنجم دارای ۸٤ آیتم است که عبارت‌اند از: بزرگسالان، شهرهای دوستدار سالمندان، پیری، جمعیت رو به پیری، هوش مصنوعی، آگاهی، کتاب‌سنجی، محیط کالبدی، جاپای کربن، برنامه‌ریزی شهر، محاسبات ابری، اقدام جمعی، اجتماع، کرونا‌ویروس، بیماری کرونا‌ویروس ۲۰۱۹، کووید ۱۹، جمعیت‌شناختی، شکاف دیجیتال، جنبهٔ اقتصادی، مصر، مقتدرسازی، محیط‌زیست، طراحی محیط‌زیست، برنامه‌ریزی زیست‌محیطی، کیفیت زیست‌محیطی، همه‌گیری، زنان، چشم‌انداز آینده، منطق فازی، محاسبات فازی، شهر سبز، سلامت، مراقبت بهداشتی، اثر بهداشتی، سیاست بهداشتی، خدمات بهداشتی، انسانی، فعالیت انسانی، تجربهٔ انسانی، سبک زندگی، مردان، انسان‌ها، بازاریابی، خرده‌اقلیم، سروصدا، آلودگی صوتی، پاندومی، عابر پیاده، فعالیت فیزیکی، تراکم جمعیت، تحلیل مؤلفهٔ اصلی، نگرش عمومی، بهداشت عمومی، فضای عمومی، کیفیت زندگی، پرسشنامه، رتبه‌بندی، تحلیل رگرسیون، ادراک ریسک، فدراسیون روسیه، کمپ‌های هوشمند، رشد هوشمند، فناوری‌های هوشمند، تحرک اجتماعی، جایگاه اجتماعی-اقتصادی، مدل‌سازی معادلات ساختاری، دانشجویان، گردشگری، حمل‌ونقل و ترافیک، ایمنی حمل‌ونقل، اعتماد، توئیتر، بخش دانشگاهی، طراحی شهری، تحرک شهری، جمعیت شهری، بیماری‌های ویروسی، واقعیت مجازی، پیاده‌روگستری، پیاده‌روی و رفاه.

خوشهٔ ششم دارای ۸۱ آیتم است که عبارت‌اند از: سازگاری، روش ارزیابی، تنوع زیستی، کسب‌وکار، توسعهٔ کسب‌وکار، مدل کسب‌وکار، اقتصاد دایره‌ای، ارتباط، ارتباطات، سیستم‌های پشتیبانی تصمیم، تحلیل فایده-هزینه، تحلیل داده، سیستم پشتیبانی تصمیم، دانمارک، تحلیل اقتصادی، اثرات اجتماعی و اقتصادی، خدمات اکوسیستم، اثرات زیست‌محیطی، ارزیابی اثرات زیست‌محیطی، شاخص زیست‌محیطی، موضوع ویژهٔ زیست‌محیطی، مدیریت زیست‌محیطی، پایداری زیست‌محیطی، فناوری زیست‌محیطی، فنلاند، امنیت غذایی، نظریهٔ بازی، شاخص‌ها، توسعهٔ صنعتی، فناوری صنعتی، صنعت نسل چهارم، فناوری‌های اطلاعاتی و ارتباطی، برنامه‌ریزی زیرساخت، اینترنت اشیاء، سرمایه‌گذاری، چرخهٔ زندگی، مدل بلوغ، پسماند جامد شهری، راه‌حل‌های طبیعت‌محور، تحلیل‌های شبکه‌ای، برنامه‌ریزی، نروژ، توسعهٔ سیاست‌گذاری، پرتغال، احتمال‌پذیری، سیاست‌گذاری عمومی، بازیابی، بازیافت، پژوهش، استفاده از منابع، تحلیل سناریو، شهرهای پایدار هوشمند، مدیریت هوشمند پسماند، پسماند جامد، مدیریت پسماند جامد، استانداردسازی، تحلیل آماری، شهرهای پایدار، توسعهٔ پایدار، هدف‌های توسعهٔ پایدار، مدیریت پایدار پسماند، تحلیل روند، ملل متحد، کشاورزی شهری، اکوسیستم شهری، زیرساخت سبز شهری، مدیریت شهری، تاب‌آوری شهری، جمع آوری پسماند، انهدام پسماند، مدیریت پسماند و سیستم‌های مدیریت پسماند.

خوشهٔ هفتم دارای ۷٦ آیتم است که عبارت‌اند از: انباشت، کربن، جذب و بهره‌برداری کربن، انتشار کربن، انتشارهای حاصل از کربن، توقیف کربن، چین، شهرهای چین، شهرها، ساخت شهر، شهر، ساخت، صنعت ساخت، کربن‌زدایی، تفاوت در مدل‌های مختلف، اقتصاد دیجیتال، اکولوژی، توسعهٔ اقتصادی، رشد اقتصادی، کارآمدی، کنترل انتشارات، مصرف انرژی، شدت انرژی، مهندسی،

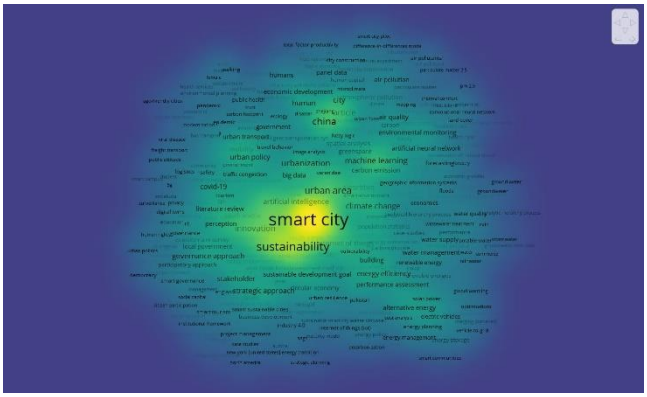
اقتصادهای زیست‌محیطی، سیاست زیست‌محیطی، آلودگی زیست‌محیطی، حفاظت زیست‌محیطی، مقررات زیست‌محیطی، دولت، توسعهٔ سبز، اقتصاد سبز، فناوری سبز، نوآوری فناوری سبز، تولید ناخالص ملی، گوانگدونگ، ناهمگونی، سرمایهٔ انسانی، انتشارات صنعتی، ساختار صنعتی، صنعت، سیستم اطلاعات، فناوری اطلاعات، مدل، مدرن‌شدن، تجربهٔ طبیعی، دادهٔ پنل، سیاست‌گذاری، آلودگی، سیاست‌گذاری آلودگی، کنترل آلودگی، کنترل و پیشگیری، بهره‌وری، حمل‌ونقل عمومی، تجربهٔ شبه‌تجربی، برنامه‌ریزی منطقه‌ای، توسعه و پژوهش، تخصیص منابع، مدیریت منابع، شنژن، ساخت شهر هوشمند، پایلوت شهر هوشمند، سیاست‌گذاری شهر هوشمند، پایلوت‌های شهر هوشمند، اثر سرریز، شهر پایدار، بهره‌وری عامل کلی، سیاست‌گذاری شهری، آلودگی شهری، باززنده‌سازی شهری، و کربن صفر.

در نهایت، خوشهٔ هشتم دارای ۲ آیتم است که عبارت‌اند از: بلایا و راهبرد سیاست‌گذاری (شکل ۵).



شکل ۵- تصویرسازی هم‌پوشانی واژگان حوزهٔ شهر هوشمند در سال‌های اخیر (یافته‌های پژوهش، ۱۴۰۴)

تصویرسازی تراکم رخداد واژگان حوزهٔ شهر هوشمند بیانگر آن است که موضوع شهر هوشمند در کنار توجه به دیجیتالی‌شدن، فناوری اطلاعات و ارتباطات، یادگیری ماشینی، هوش مصنوعی، داده‌های بزرگ و اینترنت اشیاء، به سمت توجه به مؤلفه‌هایی مانند پایداری، توسعهٔ پایدار، کربن صفر، مدیریت آب، مدیریت پسماند، آلودگی هوا، انرژی بدیل، تاب‌آوری، اقتصاد دایره‌ای، سرمایهٔ انسانی و کارآمدی انرژی حرکت می‌کند. در عین حال، شهرهای چین در این زمینه پیشرو هستند. به سخن بهتر، تراکم و تکرار واژگان بیانگر آن است که شهر هوشمند به سمت تلفیق فناوری و محیط‌زیست حرکت می‌کند و مسیر خود را بر این حوزه متمرکز کرده است. در واقع، فناوری در خدمت ارتقای کیفیت مکانی و زیستی مورد توجه اصلی شهر هوشمند است (شکل ٦).



شکل ٦- تصویرسازی تراکم رخداد واژگان حوزهٔ شهر هوشمند (یافته‌های پژوهش، ۱۴۰۴)

افزون بر این، با استفاده از مصاحبه با خبرگان، نسبت به استخراج مؤلفه‌های شهر هوشمند اقدام شده است (جدول ۱). شهرهای هوشمند مفاهیمی هستند که با بهره‌گیری از فناوری‌های پیشرفته، داده‌ها و زیرساخت‌های نوین، بهبود کیفیت زندگی شهروندان، مدیریت منابع طبیعی، بهینه‌سازی خدمات شهری و افزایش کارایی سیستم‌های عمرانی را هدف می‌گیرند. یک شهر هوشمند شامل چندین مؤلفهٔ اصلی است که به صورت یکپارچه و تعاملی عمل می‌کنند. مؤلفه‌های اصلی شهر هوشمند عبارت‌اند از: ۱) زیرساخت‌های هوشمند: این مؤلفه شامل شبکه‌های فیزیکی و دیجیتالی است که به عنوان پایه‌های شهر هوشمند عمل می‌کنند. ۲) انرژی پاک و هوشمند: مدیریت بهینهٔ مصرف انرژی و انتقال به سمت منابع انرژی تجدیدپذیر. ۳) حکمروایی هوشمند: دولت الکترونیکی و پاسخ‌گویی مؤثر به نیازهای شهروندان. ٤) امنیت و نظارت هوشمند: حفاظت از شهروندان و تسهیل مدیریت امرار امنیت. ۵) محیط‌زیست پایدار: کاهش آلودگی و ارتقای کیفیت محیط‌زیست. ٦) خدمات عمومی هوشمند: ارائهٔ خدمات شهری به شکلی کارآمد و قابل دسترس. ۷) اقتصاد هوشمند: تقویت فعالیت‌های اقتصادی مبتنی بر دانش و فناوری. ۸) شهروندان آگاه و مشارکتی: درگیرکردن شهروندان در فرایند توسعهٔ شهری. ۹) داده‌های بزرگ و تحلیل داده: استفاده از داده‌ها برای تصمیم‌گیری بهتر و برنامه‌ریزی دقیق‌تر. ۱۰) فناوری اینترنت اشیاء و هوش مصنوعی: این دو فناوری ستون اصلی پشت تمامی مؤلفه‌های قبلی هستند.

جدول ۱- ابعاد، مولفه‌ها و شاخص‌های شهر هوشمند

ابعاد	مؤلفه	شاخص
زیرساخت‌های هوشمند	شبکهٔ حمل‌ونقل هوشمند؛ سیستم مدیریت ترافیک؛ شبکهٔ اینترنت پرسرعت و پهنای باند زیاد؛ سیستم‌های مدیریت ساختمان و انرژی؛ زیرساخت‌های فیزیکی مقاوم و تاب‌آور	درصد دسترسی به اینترنت با سرعت زیاد؛ تعداد وسایل نقلیهٔ متصل به سیستم‌های هوشمند؛ تعداد نقاط اتصال عمومی به وای‌فای؛ درصد خودروهای الکتریکی و سوخت‌های جایگزین؛ درصد خودروهای برقی و خودران؛ درصد سیستم‌های بلیط‌دهی واحد و هوشمند؛ میزان استفاده از سیستم‌های هوشمند در مدیریت ترافیک؛ تعداد ساختمان‌های هوشمند؛ درصد استفاده از سنسورها برای مدیریت انرژی، روشنایی و امنیت؛ درصد سیستم‌های هواسازی، تهویه و تبرید هوشمند؛ میزان شناسایی نشتی در لوله‌ها با استفاده از سنسورها؛ درصد شبکه‌های هوشمند توزیع آب و انرژی
انرژی پاک و هوشمند	شبکهٔ برق هوشمند؛ استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر (خورشیدی، بادی، زمین‌گرمایی)؛ مدیریت مصرف انرژی در ساختمان‌ها؛ سیستم‌های ذخیره‌سازی انرژی؛ شبکه‌های توزیع انرژی متمرکز و غیرمتمرکز	میزان ردیابی و مدیریت مصرف انرژی در زمان واقعی؛ درصد روشنایی هوشمند معابر (روشنایی متغیر بر اساس وجود عبورومرور)؛ ؛ درصد استفاده از انرژی خورشیدی در معابر و ساختمان‌ها؛ درصد انرژی تولیدی از منابع تجدیدپذیر؛ متوسط مصرف انرژی در واحد GDP؛ تعداد کاربران متصل به شبکهٔ هوشمند؛ کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای؛ تعداد سیستم‌های خورشیدی نصب‌شده در سطح شهر
حکمروایی هوشمند	دولت الکترونیک و خدمات دیجیتال؛ شفافیت و دسترسی به اطلاعات عمومی؛ شرکت‌پذیری شهروندان در تصمیم‌گیری‌ها؛ سیستم‌های مدیریت مستندات و پرونده‌های دیجیتال؛ برنامه‌ریزی شهری داده‌محور	میزان ثبت‌نام آنلاین، پرداخت عوارض، دریافت مجوز و ...؛ میزان مشارکت شهروندان در تصمیم‌گیری‌ها از طریق اپلیکیشن‌ها و وب‌سایت‌ها؛ میزان خدمات الکترونیکی شهرداری و سازمان‌ها؛ درصد مشارکت الکترونیک؛ تعداد خدمات الکترونیکی در دسترس؛ میزان رضایت شهروندان از خدمات دولتی؛ درصد شهروندانی که از خدمات الکترونیکی استفاده کرده‌اند؛ تعداد شکایات حل‌شده از طریق سیستم‌های آنلاین؛ تعداد داده‌های عمومی منتشرشده توسط شهرداری
امنیت و نظارت هوشمند	سیستم‌های نظارتی با دوربین و تشخیص هوشمند؛ پلتفرم‌های اطلاع‌رسانی فوری؛ مدیریت حوادث و بلایا با استفاده از فناوری؛ شبکه‌های امنیتی هوشمند در حمل‌ونقل عمومی؛ تعامل بین نیروهای امنیتی و شهروندان	تعداد دستگاه‌های تشخیص چهره، حرکت مشکوک و حوادث امنیتی؛ تعداد سیستم‌های هشدار زودهنگام؛ تعداد آتش‌سوزی، سیل، زلزله و ... با اعلام خودکار؛ تعداد اپلیکیشن‌های امنیتی شخصی؛ تعداد تماس سریع با نیروهای انتظامی و خدمات اورژانسی؛ تعداد سیستم‌های نظارتی هوشمند؛ تعداد دوربین‌های هوشمند در شهر؛ میانگین زمان پاسخ به فوریت‌ها؛ درصد کاهش جرایم با استفاده از سیستم‌های نظارتی؛ تعداد سیستم‌های هشدار هوشمند در نقاط حساس؛ تعداد سیستم‌های ردیابی خودروهای سرقتی

ابعاد	مؤلفه	شاخص
محیط‌زیست پایدار	مدیریت پسماند هوشمند؛ کاهش آلاینده‌ها و کیفیت هوا؛ فضای سبز و توسعهٔ گیاهان شهری؛ سیستم‌های آبیاری هوشمند؛ برنامه‌های حفاظت از تنوع زیستی	تعداد ایستگاه‌های مجهز به سنسور برای اندازه‌گیری آلاینده‌ها؛ تعداد سیستم‌های هوشمند آبیاری در پارک‌ها و فضای سبز؛ تعداد سطل‌های زباله هوشمند با سیستم اخطار تخلیه؛ میزان آلاینده‌های هوایی؛ درصد فضای سبز در شهر؛ میزان بازیافت پسماندها؛ میزان کاهش مصرف آب در بخش عمومی
خدمات عمومی هوشمند	خدمات بهداشتی و درمانی هوشمند؛ آموزش هوشمند و فناوری‌های یادگیری؛ کتابخانه‌های دیجیتال و فرهنگی؛ خدمات اجتماعی دیجیتال؛ خدمات مراقبت از سالمندان و افراد نیازمند	تعداد مدارس دیجیتال، کلاس‌های مجازی، سیستم‌های یادگیری سازگار؛ میزان خدمات تلفنی پزشکی، رصد سلامت افراد از راه دور؛ تعداد سیستم‌های ناوبری درون‌شهری، تعداد سیستم‌های پارکینگ هوشمند؛ تعداد بیمارستان‌های دارای سیستم پروندهٔ الکترونیکی پزشکی؛ درصد دانش‌آموزانی که از آموزش الکترونیکی استفاده می‌کنند؛ تعداد کاربران خدمات اجتماعی الکترونیک؛ میزان دسترسی به خدمات بهداشتی در تمام نقاط شهر؛ تعداد مراکز خدمات دیجیتال در محله‌های مختلف
اقتصاد هوشمند	حمایت از استارت‌آپ‌ها و بنگاه‌های دانش‌بنیان؛ اقتصاد دیجیتال و تجارت الکترونیک؛ زیرساخت‌های لجستیکی و حمل‌ونقل هوشمند؛ سرمایه‌گذاری در فناوری‌های نوین؛ اشتغال فناوری و تحول ساختار شغلی	میزان جذب سرمایه‌گذاری در حوزهٔ فناوری و نوآوری؛ میزان ایجاد زیرساخت‌های دیجیتال برای کسب‌وکارهای آنلاین؛ میزان کارآفرینی شهری و اشتغال الکترونیکی؛ تعداد استارت‌آپ‌های ثبت‌شده در شهر؛ درصد رشد اقتصاد دیجیتال؛ میزان سرمایه‌گذاری در فناوری‌های نوین؛ تعداد شغل‌های جدید در حوزهٔ فناوری؛ درصد شهروندانی که از تجارت الکترونیک استفاده می‌کنند
شهروندان آگاه و مشارکتی	مشارکت عمومی در تصمیم‌گیری‌های شهری؛ افزایش سواد دیجیتال و فناوری؛ سیستم‌های بازخورد و شکایت هوشمند؛ انجمن‌ها و گروه‌های شهروندی فعال؛ افزایش تعاملات اجتماعی در فضای دیجیتال	تعداد اپلیکیشن‌های شهروندی؛ میزان گزارش مشکلات شهری، درخواست خدمات، شرکت در نظرسنجی‌ها؛ تعداد شبکه‌های اجتماعی شهری؛ میزان آموزش استفاده از خدمات هوشمند به تمامی گروه‌های سنی؛ میزان ایجاد ارتباط مستقیم میان شهروندان و شهروندان؛ درصد شهروندانی که در نظرسنجی‌های شهری شرکت کرده‌اند؛ میزان اعتماد شهروندان به مدیریت شهری؛ تعداد شکایات و پیشنهادات ثبت‌شده در سامانه‌های دیجیتال؛ درصد دسترسی شهروندان به آموزش‌های دیجیتال؛ تعداد انجمن‌های شهروندی فعال در شهر
داده‌های بزرگ و تحلیل داده	مرکز داده‌های شهری؛ تحلیل داده‌های زمان واقعی؛ استفاده از داده‌ها در برنامه‌ریزی شهری؛ سیستم‌های پیش‌بینی و تصمیم‌گیری مبتنی بر داده؛ امنیت و حریم خصوصی داده‌ها	درصد جمع‌آوری داده از سنسورها، دوربین‌ها و سیستم‌های مختلف؛ میزان پیش‌بینی وضعیت آیندهٔ شهر با استفاده از هوش مصنوعی؛ میزان اتخاذ تصمیمات مبتنی بر داده و نه فقط تجربه؛ میزان تحلیل الگوهای مصرف، ترافیک، آلودگی و غیره؛ حجم داده‌های جمع‌آوری‌شده از منابع مختلف شهری؛ تعداد تحلیل‌های داده انجام‌شده در سال؛ درصد استفاده از داده‌ها در تصمیم‌گیری‌های شهری؛ تعداد سیستم‌های تحلیل داده در بخش‌های مختلف؛ تعداد حملات سایبری و نحوهٔ مقابله با آنها
فناوری اینترنت اشیاء و هوش مصنوعی	دستگاه‌های اینترنت اشیاء در محیط شهری (سنسورها، سیستم‌های هوشمند)؛ استفاده از هوش مصنوعی در مدیریت شهر؛ اتوماسیون خدمات شهری؛ تلفیق داده‌های اینترنت اشیاء با سیستم‌های شهری؛ بهینه‌سازی فرایندها با استفاده از یادگیری ماشین	میزان اتصال دستگاه‌ها و اشیاء به اینترنت برای جمع‌آوری و انتقال داده مانند سنسورهای آب، انرژی، ترافیک، سلامتی؛ میزان تحلیل پیچیدهٔ داده‌ها؛ میزان اتوماسیون تصمیم‌گیری؛ میزان بهینه‌سازی منابع و فرایندها؛ تعداد دستگاه‌های اینترنت اشیاء در شهر؛ تعداد سیستم‌های هوشمند مبتنی بر هوش مصنوعی؛ میزان کاهش زمان پاسخ به خدمت با استفاده از هوش مصنوعی؛ تعداد پروژه‌های شهری با استفاده از فناوری اینترنت اشیاء؛ درصد استفاده از یادگیری ماشین در برنامه‌ریزی شهری

(منبع: یافته‌های پژوهش)

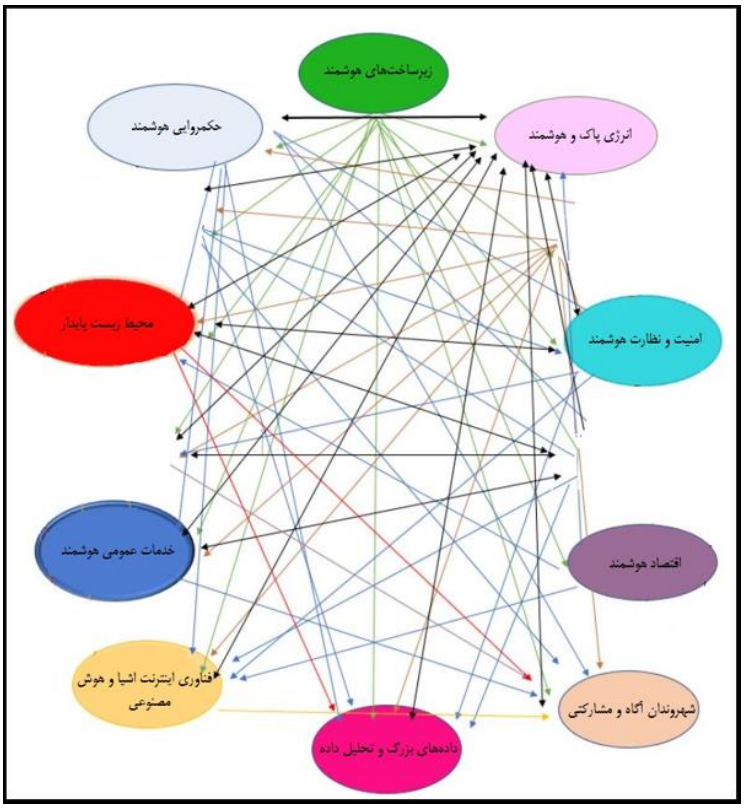
نتیجه‌گیری

پژوهش حاضر با استفاده از پایگاه دادهٔ اسکوپوس و استخراج ۱۶۱۸ مقاله به زبان انگلیسی در بازهٔ زمانی ۲۰۲۵-۲۰۲۰ اقدام به تحلیل بصری شهر هوشمند کرده است. با وجود اینکه مقاله‌های زیادی در خصوص شهر هوشمند و ابعاد آن منتشر شده‌اند، تا کنون پژوهش‌هایی اندک با رویکرد علم‌سنجی انجام شده‌اند. پژوهش حاضر با هدف پوشش این خلأ، روند انتشار سالانه، پژوهشگران فعال، کشورهای فعال در حوزهٔ شهر هوشمند، تصویرسازی شبکهٔ هم‌رخدادی واژگان شهر هوشمند، همپوشانی و تراکم هم‌رخدادی واژگان شهر هوشمند را تحلیل و در عین حال، به استخراج

مؤلفه‌های شهر هوشمند نیز توجه کرده است. مؤلفه‌های اصلی شهر هوشمند متشکل از زیرساخت‌های هوشمند، انرژی پاک و هوشمند، امنیت و نظارت هوشمند، محیط‌زیست پایدار، خدمات عمومی هوشمند، اقتصاد هوشمند، شهروندان آگاه و مشارکتی، داده‌های بزرگ و تحلیل داده، فناوری اینترنت اشیاء و هوش مصنوعی هستند (شکل ۷). زیرساخت‌های هوشمند پایهٔ فیزیکی و دیجیتال شهر هوشمند را تشکیل می‌دهند. این زیرساخت‌ها شامل شبکه‌های حمل‌ونقل هوشمند، سیستم‌های آب‌رسانی و فاضلاب با قابلیت نظارت لحظه‌ای، شبکه‌های اینترنت پرسرعت و زیرساخت‌های ارتباطی هستند که با استفاده از فناوری‌های نوین، کارایی و پاسخ‌گویی خدمات شهری را افزایش می‌دهند. انرژی پاک و هوشمند به بهینه‌سازی تولید، توزیع و مصرف انرژی با رویکرد بهره‌وری زیاد و کاهش آلاینده‌ها توجه دارد. استفاده از منابع انرژی تجدیدپذیر مانند خورشیدی و بادی، همراه با شبکه‌های هوشمند برق، به مدیریت بهتر تقاضای انرژی و کاهش هزینه‌ها کمک می‌کند. امنیت شهر هوشمند با استفاده از سیستم‌های نظارتی هوشمند، دوربین‌های تحت شبکه، سنسورها و تحلیل‌های داده‌ای ارتقا می‌یابد. این سیستم‌ها قادر هستند در زمان واقعی تهدیدات امنیتی را شناسایی کنند و واکنشی سریع نشان دهند و احساس امنیت در میان شهروندان را تقویت کنند. در شهر هوشمند، توسعه بدون توجه به محیط‌زیست امکان‌پذیر نیست. این مؤلفه بر کاهش آلودگی هوا و صوت، مدیریت مؤثر پسماند، افزایش سطح سبز و استفادهٔ بهینه از منابع طبیعی تمرکز دارد. استفاده از سیستم‌های هوشمند نظارت بر کیفیت هوا و آب نیز از اهداف این بخش است. خدمات شهرداری و دولتی با استفاده از فناوری‌های دیجیتال به صورت سریع‌تر، دقیق‌تر و کارآمدتر در اختیار شهروندان قرار می‌گیرند. این خدمات شامل ثبت‌نام الکترونیکی، خدمات بهداشتی در محل، سیستم‌های اعلام ناراحتی هوشمند و مدیریت بلایا با استفاده از داده‌های زنده هستند. اقتصاد هوشمند بر اساس نوآوری، کارآفرینی و استفاده از فناوری‌های پیشرفته شکل می‌گیرد. این مؤلفه به توسعهٔ مشاغل دانش‌بنیان، افزایش بهره‌وری و ایجاد فرصت‌های شغلی جدید در بستر دیجیتال کمک می‌کند و شهر را به مرکزی برای سرمایه‌گذاری و توسعهٔ اقتصادی تبدیل می‌کند. شهروندان در شهر هوشمند نقشی فعال دارند، با استفاده از اپلیکیشن‌ها و پلتفرم‌های دیجیتال، اطلاعات لازم را دریافت می‌کنند، در تصمیم‌گیری‌ها شرکت می‌کنند و مشکلات را گزارش می‌دهند و حتی در برنامه‌های شهری مشارکت می‌کنند. این موضوع شفافیت و پاسخ‌گویی دولت شهری را افزایش می‌دهد. جمع‌آوری و تحلیل داده‌هایی عظیم از تمامی بخش‌های شهری (مانند ترافیک، مصرف انرژی، امنیت و خدمات) به مدیریت بهتر شهر کمک می‌کند. این داده‌ها اساس تصمیم‌گیری‌های علمی و پیش‌بینی‌های هوشمند هستند و با استفاده از الگوریتم‌های پیشرفته، الگوهای مصرف و رفتار شهروندان شناسایی می‌شوند. فناوری اینترنت اشیاء و هوش مصنوعی ستون‌های اصلی شهر هوشمند محسوب می‌شوند. سنسورهای متصل به اینترنت اطلاعات لحظه‌ای را جمع‌آوری می‌کنند و هوش مصنوعی این داده‌ها را تحلیل و تصمیم‌گیری خودکار و بهینه را فراهم می‌کند. این فناوری‌ها در مدیریت ترافیک، نظارت هوشمند، ساختمان‌های هوشمند و خدمات بهداشتی کاربردی گسترده دارند.

افزون بر این، حاضر پژوهش می‌تواند به شهرهای ایران کمک کند تا با شناسایی روندها، مفاهیم کلیدی و پیوندهای بین‌موضوعی در حوزهٔ شهرهای هوشمند، تصمیم‌هایی آگاهانه‌تر در زمینهٔ توسعهٔ شهری پایدار و نوآورانه اتخاذ کنند. این نوع تحلیل با بهره‌گیری از ابزار VOSviewer به عنوان یک ابزار قدرتمند داده‌کاوی علمی، به سیاست‌گذاران، مدیران و برنامه‌ریزان شهری کمک می‌کند تا شکاف‌های دانشی، زمینه‌های همکاری پژوهشی و فرصت‌های نوظهور در توسعهٔ شهر هوشمند را به‌خوبی تشخیص دهند و در نتیجه، راهبردهایی مناسب‌تر برای بهره‌مندی از فناوری‌های دیجیتال، ارتقای کیفیت خدمات شهری و پاسخ‌گویی به نیازهای شهروندان طراحی کنند.

گفتنی است، یکی از محدودیت‌های اصلی این پژوهش وابستگی به داده‌های موجود در پایگاه اطلاعاتی اسکوپوس است که ممکن است تمام منابع فارسی یا محلی را پوشش ندهند و این امر می‌تواند تأثیری بر جامعیت یافته‌ها داشته باشد. همچنین، نرم‌افزار VOSviewer به عنوان ابزاری کمّی، فقط الگوهای کلی و کمّی نقشهٔ دانش را شناسایی می‌کند و ممکن است جنبه‌های کیفی و محتوایی زیربنایی را به‌خوبی در بر نگیرد. علاوه بر این، محدودیت‌های زمانی و دسترسی به برخی از منابع علمی غیرمعمول نیز ممکن است بر حجم و دقت داده‌های گردآوری‌شده تأثیرگذار باشند. در راستای پژوهش‌های آتی، پیشنهاد می‌شود تا مطالعات مشابه با استفاده از رویکردهای ترکیبی (کمّی و کیفی) و با بهره‌گیری از روش‌های تحلیل پیشرفته‌تر شبکه‌های علمی مانند یا تحلیل استناد به استناد، انجام شوند. همچنین، توسعهٔ مدل‌های هوشمندتر برای تحلیل نقشهٔ دانش شهر هوشمند با توجه به تحولات فناوری و نیازهای جدید شهری، می‌تواند زمینه را برای پژوهش‌های عمیق‌تر و کاربردی‌تر فراهم کند.



شکل ۷- ابعاد اصلی تشکیل دهندهٔ شهر هوشمند (یافته‌های پژوهش، ۱٤۰٤)

در ادامه، راهکارهای اجرایی برای هر یک از مؤلفه‌های اصلی شهر هوشمند آورده شده‌اند. برای توسعهٔ زیرساخت‌های هوشمند، باید شبکه‌های فیزیکی و دیجیتال شهری با یکدیگر ادغام شوند. این امر شامل نصب سنسورهای هوشمند در معابر، ساختمان‌ها، شبکه‌های آب و فاضلاب و تأسیسات عمومی است تا بتوان اطلاعات به‌روز و دقیق از عملکرد این سیستم‌ها داشت. همچنین، به‌روزرسانی زیرساخت‌های قدیمی با استفاده از مواد پایدار و مقاوم، توسعهٔ سیستم‌های حمل‌ونقل هوشمند و ایجاد شبکه‌های ارتباطی قوی مانند پهنای باند زیاد و اینترنت فیبر نوری ضروری است. راهکارهای اجرایی در حوزهٔ انرژی پاک و هوشمند شامل توسعهٔ منابع انرژی تجدیدپذیر مانند خورشیدی و بادی، ایجاد شبکه‌های برق هوشمند و مدیریت تقاضای انرژی با استفاده از سیستم‌های هوشمند هستند. همچنین، تشویق ساکنان به استفاده از پنل‌های خورشیدی خانگی، بهینه‌سازی مصرف انرژی در ساختمان‌ها و حمل‌ونقل عمومی الکتریکی از جملهٔ اقدامات موثر در این زمینه محسوب می‌شوند. برای تحقق حکمروایی هوشمند، لازم است خدمات دولتی به صورت دیجیتالی و در دسترس عموم قرار گیرند. این موضوع شامل توسعهٔ سامانه‌های دولت الکترونیک و مشارکت شهروندان در تصمیم‌گیری‌ها از طریق ابزارهای دیجیتال است. همچنین، شفافیت در فرایندهای مدیریت شهری، افزایش دسترسی به اطلاعات عمومی و ارتقای کارایی مدیریت شهری از طریق تحلیل داده‌ها و اتوماسیون فرایندها از دیگر راهکارهای مهم است. در حوزهٔ امنیت و نظارت هوشمند، استقرار سیستم‌های نظارتی مبتنی بر دوربین‌های هوشمند، تشخیص چهره و تحلیل رفتاری، همراه با مرکز کنترل یکپارچهٔ شهری ضروری است. همچنین، ایجاد شبکه‌های ارتباطی امن و پشتیبانی از سیستم‌های پلیس الکترونیکی (e-Policing) و مدیریت حوادث در زمان واقعی می‌تواند به افزایش سطح امنیت شهر کمک کند. حفظ حریم خصوصی شهروندان نیز در تمام این فرایندها باید مدنظر قرار گیرد. برای دست‌یابی به محیط‌زیست پایدار در شهرهای هوشمند، باید برنامه‌های مدیریت پسماند هوشمند، توسعهٔ فضای سبز شهری، کنترل آلودگی هوا و آب با استفاده از سنسورهای دیجیتال و تشویق به استفاده از وسایل نقلیه بدون دوده اجرا شوند. همچنین، برنامه‌ریزی برای مقابله با تغییرات اقلیمی و افزایش مقاومت شهر در برابر بلایای طبیعی از اهمیت زیادی برخوردار است. به منظور بهبود خدمات عمومی، باید سیستم‌های هوشمند در

حوزه‌هایی مختلف مانند بهداشت و درمان، آموزش، کتابخانه، حمل‌ونقل و خدمات شهری توسعه یابند. استفاده از داده‌های واقعی و به‌روز برای برنامه‌ریزی و تخصیص منابع، همراه با افزایش دسترسی شهروندان به این خدمات از طریق اپلیکیشن‌های موبایل و وب، می‌تواند به افزایش کارایی و رضایت شهروندان منجر شود. برای توسعهٔ اقتصاد هوشمند، باید یک محیط کسب‌وکار پویا و حمایت‌کننده از نوآوری ایجاد شود. این امر شامل تشویق شرکت‌های استارت‌آپ، توسعهٔ اقتصاد دیجیتال، ایجاد زیرساخت‌های مناسب برای تجارت الکترونیک و افزایش فرصت‌های شغلی مبتنی بر فناوری است. همچنین، ایجاد مناطق آزاد فناوری و حمایت از بنگاه‌های دانش‌بنیان از دیگر راهکارها هستند. ایجاد فرهنگ شهروندی دیجیتال، آموزش‌های مداوم شهروندان در زمینهٔ استفاده از خدمات هوشمند و فراهم‌کردن ابزارهای مشارکتی مانند پلتفرم‌های تصمیم‌گیری مشترک و ابزارهای شکایت و پیشنهاد الکترونیکی، از جملهٔ راهکارهای اصلی در این حوزه هستند. همچنین، تقویت اعتماد عمومی به دولت الکترونیک و افزایش شفافیت در تصمیم‌گیری‌ها نقشی مهم در این زمینه دارد. در حوزهٔ داده‌های بزرگ و تحلیل داده، لازم است زیرساخت‌های جمع‌آوری، ذخیره‌سازی و تحلیل داده‌های شهری ایجاد شوند. استفاده از تحلیل‌های پیش‌بینی‌کننده و توصیه‌گر در مدیریت شهری، ایجاد مجموعه داده‌های باز برای دسترسی عمومی و توسعهٔ الگوریتم‌های تحلیلی مبتنی بر هوش مصنوعی از جملهٔ راهکارهای مؤثر هستند. حفاظت از حریم خصوصی و امنیت داده‌ها نیز باید در اولویت قرار گیرد. استقرار سیستم‌های مبتنی بر اینترنت اشیاء در تمامی بخش‌های شهری از جمله ترافیک، انرژی، امنیت و خدمات شهری، همراه با استفاده از الگوریتم‌های هوش مصنوعی برای تحلیل داده‌ها و تصمیم‌گیری خودکار، یکی از راهکارهای کلیدی است. همچنین، توسعهٔ پلتفرم‌های یکپارچهٔ مدیریت شهری با استفاده از این فناوری‌ها و آموزش متخصصان در این حوزه نقشی مهم در پیشرفت شهرهای هوشمند ایفا می‌کند.

منابع

Abdulla, N., Demirci, M., & Ozdemir, S. (2024). Smart meter-based energy consumption forecasting for smart cities using adaptive federated learning. *Sustainable Energy, Grids and Networks*, *38*, 101342. https://doi.org/10.1016/j.segan.2024.101342

Ahvenniemi, H., Huovila, A., Pinto-Seppä, I., & Airaksinen, M. (2017). What are the differences between sustainable and smart cities? *Cities*, *60*, 234–245. https://doi.org/10.1016/j.cities.2016.09.009

Al Nasrawi, S. A., Adams, C., & El-Zaart, A. (2015). A Conceptual Multidimensional Model for Assessing Smart Sustainable Cities. *Journal of Information Systems and Technology Management*, *12*(3), 541–558. https://doi.org/10.4301/S1807177520150003000 03

Alqahtany, A. M. (2025). Smart Cities as a Pathway to Sustainable Urbanism in the Arab World: A Case Analysis of Saudi Cities. *Sustainability*, *17*, 1525. https://doi.org/10.3390/su17041525

Camero, A., & Alba, E. (2019). Smart City and information technology: A review. *Cities*, *93*, 84-94. https://doi.org/10.1016/j.cities.2019.04.01

Cole, A., Stivas, D., Tran, E., & Lai, C. (2023). The 'Smart City' between urban narrative and empty signifier: Hong Kong in focus. *Cogent Social Sciences*, *9*(1), 2231624. https://doi.org/10.1080/23311886.2023.2231624

Daouda, E. (2024). Overview of the Smart City initiatives and challenges in Middle East. *Emirati Journal of Civil Engineering and Applications*, *2*(2),83-89. https://doi.org/10.54878/0pgm4m83

Deren, L., Wenbo, Y., & Zhenfeng, S. (2021). Smart city based on digital twins. *Computational Urban Science*, *1*(4), 1-11. https://doi.org/10.1007/s43762-021-00005-y

Hui, C. X., Dan, G., Alamri, S., & Toghraie, D. (2023). Greening smart cities: An investigation of the integration of urban natural resources and smart city technologies for promoting environmental sustainability. *Sustainable Cities and Society*, *99*, 104985. https://doi.org/10.1016/j.scs.2023.104985

Ibæanescu, B. C., Pascariu, G. C., Bæanicæa, A., & Bejenaru, I. (2022). Smart city: A critical assessment of the concept and its implementation in Romanian urban strategies. *Journal of Urban Management*, *11*(2), 246-255. https://doi.org/10.1016/j.jum.2022.05.003

Jacques, E., Júnior, A. N., De Paris, S., Francescatto, M., & Siluk, J. (2024). Smart cities and innovative urban management: Perspectives of integrated technological solutions in urban environments. *Heliyon*, *10*(6), e27850. https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e27850

Kim, J. H. (2022). Smart city trends: A focus on 5 countries and 15 companies. *Cities*, *123*, 103551. https://doi.org/10.1016/j.cities.2021.103551

Kolotouchkina, O., Barroso, C. L., & Sánchez, J. L. M. (2022). Smart cities, the digital divide, and people with disabilities. *Cities*, *123*, 103613.

https://doi.org/10.1080/10630732.2020.1753483
Yin, C0., Xiong, Z., Chen, H., & Wang, J. (2015). A literature survey on smart cities. *Science China Information Sciences*, *58*(10). https://doi.org/10.1007/s11432-015-5397-4
Yıldız, B. (2024). The effect of smart city applications on smart city life intention: The moderating role of technology anxiety. *Iğdır Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, *13*, 95-116. https://doi.org/10.54600/igdirsosbilder.1438940
Zygiaris, S. (2012). Smart city reference model: assisting planners to conceptualize the building of smart city innovation ecosystems. *Journal of the Knowledge Economy*, *4*(2), 217–231. https://doi.org/10.1007/s13132-012-0089-4

[i] Graham & Aurigi
[ii] Yigitcanlar
[iii] Mutambik
[iv] Bibri
[v] Sharifi
[vi] Addas
[vii] Burns
[viii] Cortese
[ix] Mehmood
[x] Myeong
[xi] Sharma

https://doi.org/10.1016/j.cities.2022.103613
Kong., J., Hwang, J., & Kim, H. (2025). Building smarter cities together: Government-to-government partnerships in the development of smart cities. *Cities*, *156*, 105532. https://doi.org/10.1016/j.cities.2024.105532
Kumar, K., Saini, G., Nguyen, D. M., Kumar, N., & Shah, R. (Eds.) (2022). *Smart Cities Concepts, Practices, and Applications*. Boca Raton: CRC Press.
Marsal-Llacuna, M. L., Colomer-Llinàs, J., & MeléndezFrigola, J. (2015). Lessons in urban monitoring taken from sustainable and livable cities to better address the smart cities initiative. *Technological Forecasting and Social Change*, *90*(Part B), 611-622. https://doi.org/10.1016/j.techfore.2014.01.012
Poshai, L., & Intauno, K. (2025). Building blocks for smart cities adoption and associated implementation drawbacks in sub-Saharan Africa. *International Journal of Urban Sciences*, 1–27. https://doi.org/10.1080/12265934.2025.2452497
Samih, H. (2019). Smart cities and internet of things. *Journal of Information Technology Case and Application Research*, *21*(1), 3–12. https://doi.org/10.1080/15228053.2019.1587572
Shao, J., & Min, B. (2025). Sustainable development strategies for Smart Cities: Review and development framework. Cities, *158*, 105663. https://doi.org/10.1016/j.cities.2024.105663
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. https://doi.org/10.1016/j.scs.2018.01.053
Stratigea, A., Papadopoulou, C. A., & Panagiotopoulou, M. (2015). Tools and Technologies for Planning the Development of Smart Cities. *Journal of Urban Technology*, *22*(2), 43–62. https://doi.org/10.1080/10630732.2015.1018725
Wagner, C. (2025). The smart city concept and the expansion of public spaces The smart city concept and the expansion of public spaces. *Journal of Urban Design*, *30*(2),1-16 https://doi.org/10.1080/13574809.2025.2489995
Yang, S., Su, Y., & Yu, Q. (2024). Smart-City Policy in China: Opportunities for Innovation and Challenges to Sustainable Development. *Sustainability*, *16*, 6884. https://doi.org/10.3390/su16166884
Yigitcanlar, T., Kankanamge, N., & Vella, K. (2020). How are smart city concepts and technologies perceived and utilized? A systematic Geo-Twitter Analysis of smart cities in Australia. *Journal of Urban Technology*, *28*(1–2), 135–154.