

رویکرد همه جانبه در تحقق هوشمند سازی شهری مطالعه موردی کلان شهر اصفهان

مسعود تقوائی (نویسنده مسئول)، استاد تمام جغرافیا و برنامه ریزی شهری، دانشکده علوم جغرافیایی و برنامه ریزی،

دانشگاه اصفهان، m.taghvaei@geo.ui.ac.ir

مرجان شفیعی، دانشجوی دکتری برنامه ریزی شهری دانشگاه اصفهان، marjansh566@gmail.com

امیررضا تفوائی، دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی معماری دانشگاه هنر اصفهان، ar.taghvaei@au.ac.ir

چکیده

با توجه به روند رشد شهرنشینی در کلانشهرهای ایران از جمله اصفهان و چالش‌های پدیدآمده در عرصه‌های مختلف شهری، هوشمندسازی می‌تواند رویکردی مؤثر برای دستیابی به توسعه پایدار شهری محسوب شود. هدف پژوهش حاضر، بررسی و ارزیابی مناطق شهر اصفهان بر اساس شاخص‌های هوشمندسازی شهری است. این پژوهش از نظر هدف کاربردی-توسعه‌ای و از نظر روش توصیفی-تحلیلی و پیمایشی می‌باشد. جامعه آماری را کارشناسان حوزه برنامه‌ریزی شهری تشکیل می‌دهند که با استفاده از روش اشباع نظری و گلوله برفی، ۵۱ نفر به عنوان نمونه انتخاب شدند. داده‌ها با بهره‌گیری از منابع کتابخانه‌ای-اسنادی و مطالعات میدانی گردآوری و شاخص‌ها بر اساس متون نظری و پژوهش‌های پیشین استخراج و در قالب پنج بعد دسته‌بندی شدند. تجزیه و تحلیل اطلاعات با روش‌های AHP و WASPAS انجام گرفت. یافته‌ها نشان داد که در بعد کالبدی منطقه ۶، در بعد محیطی-اکولوژیکی مناطق ۵ و ۶، در بعد اقتصادی مناطق ۶ و ۸، در بعد اجتماعی منطقه ۳ و در بعد مدیریتی-سیاسی منطقه ۴ در رتبه اول قرار دارند. در پایان، مهم‌ترین پیشنهادها پژوهش به طور خلاصه عبارتند از: توسعه زیرساخت‌های IoT و بازآفرینی بافت‌های فرسوده (کالبدی)، استفاده از سیستم‌های نوین کاهش آلودگی و فضاهای سبز چندمنظوره (محیطی)، حمایت از کارآفرینی و سرمایه‌گذاری محلی (اقتصادی)، جلب مشارکت شهروندی و رعایت عدالت (اجتماعی)، بهبود خدمات الکترونیک و مدیریت یکپارچه با حمایت از نوآوری و مشوق‌های مناطق کم‌برخوردار (مدیریتی-سیاسی).

کلید واژه‌ها: رویکرد همه‌جانبه، هوشمندسازی، کلانشهر، اصفهان

۱. مقدمه

جهان در طی ۶ دهه اخیر فرآیند شهرنشینی سریعی را تجربه کرده است (نظم فر، عشقی چهاربرج و اسمعیلی، ۱۳۹۷، ص. ۳۶) و شهرهای امروزی هسته اصلی وجود انسانها هستند (آدمیرال و کورنارو^۱، ۲۰۱۹، ص. ۱) به گونه ای که بیش از ۵۵ درصد جمعیت جهان در مناطق شهری زندگی می کنند (کو، لیونگ و یان^۲، ۲۰۲۰، ص. ۱) و افزایش جمعیت شهرها، سبب شده تا شمار زیادی از شهرها به کلان شهر تبدیل شوند (گرن، کلادینگ، برگاوزر-پونت و مارکوس^۳، ۲۰۱۸، ص. ۱، تقوایی و همکاران، ۲۰۲۵، ص. ۵۴) که رشد آنها، تأثیرات چشمگیری بر محیط اطراف و فراتر از آن می گذارد، بطوریکه حدود ۷۵٪ از منابع طبیعی جهان را مصرف می کنند، ۷۰٪ از کل زباله ها را تولید، و حدود ۷۰٪ از انتشار گازهای گلخانه ای را در سطح جهان منتشر می کنند (خان و زمان^۴، ۲۰۱۷، ص. ۱). گسترش کلان شهرها و فشارهایی که بر زیرساخت های شهری وارد می شود، اکنون یک چالش بزرگ بین المللی است و شهرها در سرتاسر جهان با عواقب تغییرات جمعیتی و سیاست هایی که نتوانسته اند به طور مؤثر ارتباط بین کاربری اراضی، تحرک و سلامت جمعیت را مدیریت کنند، مواجه هستند (کمیسون اقتصادی و اجتماعی سازمان ملل متحد برای آسیا و اقیانوسیه^۵، ۲۰۲۵، ص. ۱). این افزایش جمعیت، مشکلات فراوانی را در ابعاد مختلف همچون آلودگی های زیست محیطی، انهدام محیط زیست و فضای سبز، ترافیک و مسائل امنیتی (بنیاد اجتماعی بخارست^۶، ۲۰۲۵، ص. ۴) نگرانی های مربوط به سلامت انسان، زیرساخت های نامناسب رو به زوال و مشکلات فنی (مارتین-مورنو^۷ و همکاران، ۲۰۲۵، ص. ۲)، فیزیکی و نابرابری اجتماعی (برنامه اسکان بشر سازمان ملل متحد^۸، ۲۰۲۵، ص. ۵) و ... ایجاد کرده است و با توجه به روند بی سابقه افزایش شهرنشینی، شکل گیری بحران های شهری در

^۱ Admiraal & Cornaro

^۲ Kuo, Leung & Yan

^۳ Gren, Colding, Berghauser-Pont & Marcus

^۴ Khan & Zaman

^۵ ESCAP

^۶ Bucharest Community Foundation

^۷ Martin-Moreno

^۸ Habitat

آینده انکارناپذیر است (چن^۱ و همکاران، ۲۰۲۴، ص. ۱)، که به دنبال آن تغییر و تحولات اساسی در مدیریت و هدایت شهرها (شی^۲، ۲۰۲۵، ص. ۶)، یافتن راه‌حل برای مشکلات مناطق شهری (مازی^۳ و همکاران، ۲۰۲۵، ص. ۳)، ایجاد چشم‌اندازهای شهر به عنوان مکانی با عملکرد خوب، ایمن و پایدار برای زندگی و کار در برنامه‌ریزی شهری مهم است (جان^۴ و همکاران، ۲۰۲۵، ص. ۲). و این امر بر سیاستگذاری و تصمیم‌گیری‌های شهر تأثیر می‌گذارد (هudson و رونبلوم^۵، ۲۰۲۰، ص. ۱). در طول قرن بیستم شهرنشینی که محصول انقلاب صنعتی بود، به فرآیندی جهانی تبدیل شده است (جلالیان، پاشازاده و نامداری، ۱۳۹۵، ص. ۳۴) و شهرنشینی سریع، فرصت‌هایی را برای انواع مختلف اشکال توسعه شهری فراهم می‌کند. پراکندگی شهری، شهر فشرده، رشد هوشمند شهری، شهر الکترونیک، و هوشمندسازی شهری از جمله نظریات توسعه شهری می‌باشند که در طول زمان، در جهت رفع نواقص و کاستی‌های یکدیگر شکل گرفته و تکمیل کننده یکدیگر بوده‌اند. با ادامه تسلط جمعیت شهری در سطح جهانی، افزایش روندهای تغییر اوضاع و پیش‌بینی‌های سازمان ملل، برنامه‌ریزان شهر، مبتکران و محققان شهری به طور فزاینده‌ای در حال کار بر روی ابتکارات مشترک برای بررسی جنبه‌های فیزیکی، فناوری، اجتماعی، سیاسی و زندگی هماهنگ شهری هستند و هدف ایجاد شهرهایی با عملکرد خوب، مرفه، پایدار، مقاوم و قابل زندگی است (بریکر، بنکس، گالیک، تپیت و جونز^۶، ۲۰۱۷، ص. ۶۱۹، تقوایی و همکاران، ۲۰۲۵، ص. ۳۳). از دیدگاه برنامه‌ریزان شهری یکی از روشهای دستیابی به توسعه پایدار و ارتقای کیفیت محیط‌زیست شهری، الهام‌گیری از بنیان‌های علمی توسعه پایدار و رویکردهای جدید برای پایدار کردن شهرها می‌باشد (سیف‌الدینی، پوراحمد، زیاری و دهقانی الوار، ۱۳۹۲، ص. ۲۴۳) با توجه به چالش‌های ناشی از رشد جمعیت، محدودیت منابع و تخریب محیط زیست، ناکارآمدی الگوهای سنتی مدیریت شهری به مسئله‌ای اساسی تبدیل شده است. در این راستا، رویکردهای نوینی همچون هوشمندسازی شهرها به عنوان راهکاری جامع برای ارتقای کیفیت زندگی شهری مورد توجه قرار گرفته‌اند (یانگ و همکاران^۷، ۲۰۲۲، ص. ۲). این رویکرد که در بسیاری از کشورها در حال اجراست، زمینه‌ای برای پیاده‌سازی راه‌حل‌های نوآورانه فراهم کرده و بر جنبه‌های متعددی از زندگی شهری تأثیر می‌گذارد (گاورووا، ۲۰۲۲، ص. ۱). پیش‌بینی‌ها حاکی از آن

¹ Chen

² Shi

³ Masi

⁴ John

⁵ Hudson & Rönblom

⁶ Bricker, Banks, Galik, Tapete & Jones

⁷ Yang et al

است که تا سال ۲۰۲۴، تعداد زیرساخت‌های هوشمند به حدود ۱,۳ میلیارد رسیده باشد (بی، ژانگ و ژائو^۱، ۲۰۲۳: ۱). این زیرساخت‌ها ظرفیت ایجاد همزیستی میان فناوری و جامعه را دارند و می‌توانند تحولات عمیقی در کاهش هزینه‌های زندگی، ارتقای ایمنی، پایداری محیطی و بهبود کیفیت زندگی در سطح جهانی ایجاد کنند (بروگان، باربر، کورنت و بولم^۲، ۲۰۲۳: ۱۴۸). از این رو، شهر هوشمند به عنوان مفهومی کلیدی در توسعه زندگی برای تمامی اقشار، در پی تلفیق کاربری‌ها، فشرده‌سازی شهری، حفظ محیط زیست، تقویت پیاده‌محروری و باززنده‌سازی مراکز شهری است (آموویچ و همکاران^۳، ۲۰۲۱: ۱). همچنین، این رویکرد با هدف پاسخ به الگوهای ناپایدار رشد شهری، به دنبال تدوین راهکارهایی نوین در برنامه‌ریزی فضایی در مقیاس منطقه‌ای و فرامنطقه‌ای است (سیارا^۴، ۲۰۲۰: ۱)؛ تا همزمان با افزایش کیفیت زندگی ساکنان، توان رقابتی و ظرفیت اقتصادی شهرها نیز ارتقا یابد (باربا-سانچز، آریاس-آنتونز و اوروزکو-باربوسا^۵، ۲۰۲۰: ۳۰). در نهایت، شهر هوشمند ابزاری برای تحقق آرمان‌شهرهای مدرن در ابعاد مختلف رفاه فردی، اجتماعی، فرهنگی، اقتصادی، زیست‌محیطی و جسمی به شمار می‌رود (عبدالاحد، پایوا، تریپاتی و فیروز^۶، ۲۰۲۰: ۵) و با کاهش اثرات منفی چالش‌های زیست‌محیطی، اجتماعی و اقتصادی، گامی مؤثر در مسیر تحقق اهداف توسعه پایدار محسوب می‌شود (شریفی^۷، ۲۰۱۹: ۲). مفهوم هوشمندسازی فقط در مورد کاربرد فناوری نیست. بلکه جنبه‌های مختلف دیگری مانند جنبه‌های اجتماعی، اقتصادی و پایداری را نیز در بر می‌گیرد، اطلاعات را به زیرساخت‌های فیزیکی خود تزریق می‌کند تا راحتی را بهبود بخشد، تحرک را تسهیل کند، کارایی را افزایش دهد، همچنین سبب صرفه‌جویی در انرژی، بهبود کیفیت هوا و آب، شناسایی مشکلات و رفع سریع آنها، بهبودی سریع پس از بلایا، جمع‌آوری داده‌ها برای تصمیم‌گیری بهتر، استقرار منابع به طور مؤثر و به اشتراک گذاری داده‌ها برای فعال کردن همکاری بین موجودیت‌ها و دامنه‌ها می‌شود (کوسوماستوتی، نورمالا جولیان، رولی و هردیانسیا^۸، ۲۰۲۲: ص ۱). همچنین با استفاده از فن‌آوری اطلاعات و ارتباطات برای تقویت روابط بین مردم و محیط ساخته‌شده، بهبود در حکمرانی هم در عملکرد و هم در شکل ممکن می‌سازد (لی، بابکوک، فام، بیو و

¹ Ye, Zhuang& Qiao

² Brogan, Barber, Cornett& Bolme

³ Amovi'c,

⁴ Sciarra

⁵ Barba-Sánchez, Arias-Antúnez& Orozco-Barbosa

⁶ Abdul Ahad, Paiva, Tripathi& Feroz

⁷ Sharifi

⁸ Kusumastuti, NurmalaJuliana, Rouli& Herdiansyah

کانگ^۱، ۲۰۲۳، ص. ۷۶) و با توجه به تمرکز اولیه شهرهای هوشمند بر شهروندان خود، توسعه شهرهای هوشمند باید ابزاری برای پیشرفت رفاه شهروندان از طریق رسیدگی به مسائل و بی‌عدالتی‌های شهری باشد (لیونگ و لی^۲، ۲۰۲۱، ص. ۲).

در شرایط کنونی، رقابت ملی و بین‌المللی میان شهرها در حال افزایش است و کلان‌شهر اصفهان، با برخورداری از جایگاه اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی ویژه، نقش مؤثری در سطح ملی و گاه بین‌المللی ایفا می‌کند. این شهر، به واسطه ظرفیت‌های تاریخی، مذهبی، فرهنگی، زیست‌محیطی، توسعه صنعتی، سابقه اقتصادی، زیرساخت‌های حمل‌ونقل عمومی و خصوصی و نیز ارتباطات فراملی، زمینه مناسبی برای رشد فعالیت‌های نوآورانه دارد. در صورت بهره‌گیری از راهبردهای مدیریتی مناسب، می‌تواند با شتابی بیشتر مسیر توسعه و شکوفایی را طی کند. با توجه به روند فزاینده شهرنشینی در کلان‌شهرهایی مانند اصفهان و چالش‌های ناشی از آن در حوزه‌های اقتصادی، زیست‌محیطی و فناوریانه، به‌ویژه فشارهای وارد بر زیرساخت‌ها و کیفیت زندگی شهری (تقوایی وارثی و نیرمائی، ۱۳۹۴: ۳۴۰)، هوشمندسازی شهری می‌تواند با تکیه بر راهکارهای نوآورانه، به عنوان رویکردی کارآمد برای دستیابی به توسعه پایدار و مدیریت پیچیدگی‌های زندگی شهری ایفای نقش کند (تقوایی، حسینی‌خواه و شاکرمی، ۱۳۹۸: ۱۳۴) و آثار منفی ناشی از تحولات شهری را کاهش دهد. نظر به اهمیت مسائلی که مطرح شد، پژوهش حاضر با هدف بررسی و تحلیل وضعیت مناطق شهری کلان‌شهر اصفهان نسبت به شاخص‌های هوشمندسازی شکل گرفته است.

۲. پیشینه

پیشینه پژوهش در حوزه هوشمندسازی شهری بیانگر آن است که مطالعات انجام‌شده را می‌توان در دو گروه کلی «پژوهش‌های بین‌المللی» و «پژوهش‌های داخلی» دسته‌بندی کرد. در ادامه، مهم‌ترین یافته‌های هر گروه به صورت تحلیلی و دسته‌بندی موضوعی ارائه می‌شود.

۲-۱. مطالعات بین‌المللی:

رشد هوشمند و پیامدهای زیست‌محیطی: سوسانتی و همکاران^۳ (۲۰۱۶) در اندونزی به دنبال شاخص‌های بهینه تراکم مسکونی مبتنی بر رشد هوشمند بودند. یافته‌های آن‌ها نشان داد مدیریت مصرف منابع طبیعی از طریق رشد هوشمند، کیفیت زندگی را ارتقا می‌دهد. دیلمی و کامروزامان^۴

¹ Lee, Babcock, Pham, Bui& Kang

² Leung & Lee

³ Susanti et al

⁴ Deilami & Kamruzzaman

(۲۰۱۷) در بریزبن با استفاده از تصاویر لندست (۱۹۹۱، ۲۰۰۴، ۲۰۱۳) و مدل رگرسیون وزنی جغرافیایی، دو عامل تراکم جمعیت و تخلخل را به عنوان تأثیرگذارترین متغیرها بر شدت جزیره گرمایی شهری شناسایی کردند. نتیجه آن‌ها حاکی از آن بود که سناریوی توسعه درون‌زا (به عنوان مصداق رشد هوشمند) در مقایسه با توسعه پراکنده، پتانسیل بیشتری برای کاهش اثر جزیره گرمایی تا سال ۲۰۲۳ دارد.

ارزیابی تطبیقی و الگوهای توسعه: لی و همکاران^۱ (۲۰۱۹) با استفاده از تحلیل مؤلفه‌های اصلی (PCA) و شبکه عصبی انتشار عقگرد (BP) به ارزیابی ۳۵ شهر هوشمند چین پرداختند. نتایج نشان داد که انگیزه شهرها از عامل محوری به نوآوری محوری تغییر یافته و فاصله میان گروه‌های پیشرو و متوسط کاهش یافته است. بیشترین نابرابری میان شهرها در شاخص «تحرک هوشمند» و کمترین نابرابری در شاخص «محیط هوشمند» مشاهده شد.

رفاه شهروندی و رفت‌وآمد: شا و همکاران^۲ (۲۰۱۹) در هنگ‌کنگ با بررسی ۹۹۰ مسافر، ارتباط معناداری میان زمان رفت‌وآمد و رضایت از زندگی یافتند. زمان سفر بالای ۶۰ دقیقه با کاهش رضایت از زندگی، و بالای ۹۰ دقیقه با افزایش خطر چاقی همراه بود. این یافته برای سیاست‌گذاران شهرهای فشرده با حمل‌ونقل پیشرفته هشدار جدی است.

حکمرانی و کیفیت زندگی: گیمار و همکاران^۳ (۲۰۲۰) در برزیل با نمونه‌ای ۸۲۹ نفره، تأثیر شفافیت، همکاری، مشارکت، ارتباطات و پاسخگویی (به عنوان مؤلفه‌های حکمرانی هوشمند) بر کیفیت زندگی را تأیید کردند. دیگان و همکاران^۴ (۲۰۲۱) در سوئیس با بررسی ۲۲ شهر دریافتند که پیکربندی «سهم بالای خدمات، وجود مؤسسات تحقیقاتی و تراکم شهری بالا» برای توسعه شهر هوشمند کافی است؛ در حالی که اندازه جمعیت و توسعه مسکونی جدید نقش کمتری دارند.

نقش هوش مصنوعی: جان^۵ و همکاران (۲۰۲۵) در یک مطالعه مروری، تأثیر هوش مصنوعی را در شش رکن شهر هوشمند (حکمرانی، تحرک، انرژی، محیط، زندگی و اقتصاد) بررسی کردند. یافته‌ها نشان داد تحلیل پیش‌بینانه در خدمات الکترونیک، یادگیری ماشین در مدیریت انرژی تجدیدپذیر و سیستم‌های خودران، تحول اساسی ایجاد کرده‌اند؛ اما چالش‌هایی مانند هم‌کاری داده‌ها، شفافیت الگوریتمی و اخلاق همچنان پابرجاست.

¹ Li et al

² Sha et al

³ Guimaraes et al

⁴ Duygan et al

⁵ John

۲-۲. مطالعات داخلی:

لطفی و همکاران (۱۳۹۶) در ساری نشان دادند منطقه ۲ بالاترین و منطقه ۳ پایین‌ترین برخورداری از شاخص‌های شهر هوشمند را دارند. همچنین رابطه معناداری بین جنس، تحصیلات، سن و اشتغال با هوشمندی مشاهده شد، اما وضعیت تأهل تأثیری نداشت. روستایی و همکاران (۱۳۹۷) در تبریز، «حکمرمایی خوب شهری» را به عنوان مهم‌ترین استراتژی ایجاد زیرساخت شهر هوشمند معرفی کردند. رهنما و همکاران (۱۳۹۹) در اهواز با مدل پرومپته، شاخص «تحرك و پویایی هوشمند» را با اهمیت‌ترین و «شهروند هوشمند» را کم‌اهمیت‌ترین شاخص ارزیابی کردند؛ مناطق ۲ و ۳ مطلوب‌ترین و مناطق ۱ و ۵ نامطلوب‌ترین وضعیت را داشتند. افضل‌ی و همکاران (۱۴۰۰) در کرمان به لزوم توسعه یک پلتفرم مرجع نوین متشکل از چهار مؤلفه سامانه‌های سایبری-فیزیکی (CPS)، اینترنت اشیا (IoT)، داده‌های بزرگ (BD) و رایانش ابری اشاره کردند. خشنود و یحیی‌پور (۱۴۰۴) در میدان شهرداری رشت با روش کمی، رابطه مثبت و معناداری میان هوشمندسازی عناصر شهری (به‌ویژه مبلمان و جداره هوشمند) با انسجام اجتماعی یافتند.

۲-۳. شکاف تحقیقاتی و نوآوری پژوهش حاضر

بررسی پیشینه نشان می‌دهد که بیشتر پژوهش‌های پیشین یا صرفاً بر یک رویکرد (مثلاً رشد هوشمند یا شهر هوشمند) متمرکز بوده‌اند، یا حتی در چارچوب یک رویکرد نیز همه ابعاد را پوشش نداده‌اند. حال آنکه هوشمندسازی شهری ماهیتی چندبعدی و ترکیبی از نظریه‌های گوناگون دارد. از سوی دیگر، شهر به عنوان پدیده‌ای پیچیده دارای ابعاد کالبدی، اکولوژیکی، اقتصادی، اجتماعی و مدیریتی است و برنامه‌ریزی برای هوشمندسازی باید همزمان تمامی این ابعاد را مد نظر قرار دهد. بر این اساس، پژوهش حاضر با در نظر گرفتن ۳۱ شاخص در پنج بعد مذکور، برای اولین بار به ارزیابی جامع هوشمندسازی شهر اصفهان می‌پردازد.

۳. روش شناسی تحقیق

۳.۱. روش تحقیق

هر پژوهشی برای دستیابی به نتایج معتبر، نیازمند یک فرآیند منسجم و نظام‌مند است (گونداری^۱، ۲۰۱۲، ص. ۱۳). پژوهش حاضر با هدف «بررسی و ارزیابی مناطق کلانشهر اصفهان بر اساس شاخص‌های هوشمندسازی شهری» طراحی شده است. از نظر هدف، در زمره پژوهش‌های کاربردی-

^۱ Goundar

توسعه‌ای قرار می‌گیرد (چراکه هم به حل مسئله عینی هوشمندسازی کمک می‌کند و هم به بسط دانش نظری در این حوزه می‌پردازد) و از نظر روش، توصیفی-تحلیلی و پیمایشی است. در این پژوهش، فرآیند شش‌گانه نظام‌مند تدوین شاخص‌ها است که ترکیبی از مرور نظام‌مند ادبیات، تحلیل محتوای کیفی، تکنیک‌های اجماع‌سازی و سپس امتیازدهی توسط خبرگان می‌باشد. در ادامه هر گام به زبان ساده اما علمی توضیح داده می‌شود.

گام اول: مرور نظام‌مند ادبیات

پایگاه‌های معتبر علمی شامل Science Direct، Web of Science، Scopus و Science Direct با کلیدواژه‌های «شهر فشرده»، «رشد هوشمند»، «شهر هوشمند»، «شاخص‌های شهر هوشمند» و «هوشمندسازی شهری» جستجو شد. پس از حذف مقالات تکراری و نامرتبط با حوزه شاخص‌سازی، در نهایت منابع کلیدی که بیشترین همخوانی را با موضوع داشتند، برای تحلیل نهایی انتخاب شدند.

گام دوم: استخراج شاخص‌های اولیه با استفاده از تحلیل محتوای کیفی

در این مرحله، تمام شاخص‌هایی که در منابع منتخب توسط نظریه‌پردازان و محققان مطرح شده بودند، استخراج و کدگذاری شدند. تحلیل محتوای کیفی به ما اجازه داد تا بدون پیش‌داوری، مفاهیم پنهان در متون را شناسایی کنیم.

گام سوم: ادغام و حذف شاخص‌های تکراری یا مشابه

بسیاری از شاخص‌ها با عبارت‌بندی متفاوت اما محتوای یکسان (مانند «دسترسی به حمل‌ونقل عمومی» و «نزدیکی به ایستگاه‌های حمل‌ونقل همگانی») بارها تکرار شده بودند. این شاخص‌ها شناسایی و در یک عنوان واحد ادغام شدند. این کار از سنگین شدن بی‌جهت پرسشنامه جلوگیری کرد.

گام چهارم: شناسایی شاخص‌های پرتکرار در هر نظریه

برای هر یک از سه نظریه پایه (شهر فشرده، رشد هوشمند و شهر هوشمند)، فراوانی تکرار هر شاخص در میان منابع مرتبط محاسبه شد. شاخص‌هایی که کمتر از آستانه معین تکرار داشتند، کنار گذاشته شدند تا فقط معتبرترین و پربسامدترین شاخص‌ها باقی بمانند.

گام پنجم: دسته‌بندی در ابعاد پنج‌گانه و تلفیق اولیه

شاخص‌های پرتکرار هر نظریه، در پنج بعد اصلی کالبدی، اقتصادی، اجتماعی، مدیریتی و اکولوژیک دسته‌بندی شدند. سپس شاخص‌هایی که به طور مشترک در بیش از یک نظریه ظاهر شده بودند، به

عنوان «شاخص‌های تلفیقی پیشنهادی برای هوشمندسازی شهری» ثبت شدند. این گام نقطه‌قوت روش‌شناسی ماست، زیرا بیشتر پژوهش‌های پیشین تنها بر یک نظریه تمرکز کرده بودند.

گام ششم: امتیاز دهی به شاخص‌ها

در نهایت، شاخص‌های نهایی در قالب یک پرسشنامه طراحی و در اختیار جامعه آماری قرار گرفت. هر خبره به هر شاخص بر اساس اهمیت آن در هوشمندسازی شهر اصفهان امتیاز داد. این امتیازات بعداً در تحلیل‌های کمی (AHP و WASPAS) مورد استفاده قرار گرفت.

جامعه آماری این پژوهش را همه متخصصان، مدیران و کارشناسان ارشد شاغل در دستگاه‌های متولی برنامه‌ریزی شهری، توسعه فناوری اطلاعات، حمل‌ونقل هوشمند و عمران شهری در کلانشهر اصفهان تشکیل می‌دهند.

با توجه به ماهیت اکتشافی پژوهش و هدف دستیابی به اجماع خبرگان، از روش نمونه‌گیری هدفمند قضاوتی همراه با تکنیک گلوله برفی استفاده شد. فرآیند به این صورت بود که ابتدا فهرستی از خبرگان صاحب‌نظر تهیه شد، سپس از هر خبره خواسته شد تا دیگر افراد متخصص را معرفی کند. این چرخه تا رسیدن به اشباع نظری ادامه یافت. اشباع نظری زمانی حاصل می‌شود که پاسخ‌های جدید اطلاعات تازه‌ای به پژوهش اضافه نکنند. در این پژوهش، پس از نفر ۴۵ پاسخ‌ها تکراری شدند؛ اما برای اطمینان بیشتر، نمونه‌گیری تا ۵۱ نفر ادامه پیدا کرد.

ترکیب تخصصی و سازمانی خبرگان (۵۱ نفر): برای شفافیت و اعتباربخشی به نتایج، ترکیب خبرگان به تفکیک سازمان و تخصص در زیر آمده است:

بر اساس سازمان محل خدمت:

- شهرداری اصفهان (شامل مناطق ۱۵ گانه و سازمان‌های تابعه مانند سازمان شهرسازی و معماری، سازمان حمل‌ونقل شهری، سازمان فناوری اطلاعات و ارتباطات، سازمان برنامه و توسعه انسانی): ۲۶ نفر (۵۱٪)

- اداره کل راه و شهرسازی استان اصفهان: ۸ نفر (۱۶٪)

- مرکز مطالعات و برنامه‌ریزی شهری اصفهان: ۷ نفر (۱۴٪)

- اساتید دانشگاه‌های صنعتی اصفهان و هنر اصفهان (با تخصص شهرسازی و برنامه‌ریزی شهری): ۵ نفر (۱۰٪)

- شرکت ارتباطات زیرساخت استان اصفهان: ۳ نفر (۶٪)

- مشاوران ارشد حوزه هوشمندسازی شهری: ۲ نفر (۴٪)

• بر اساس تخصص حرفه‌ای:

• متخصصان شهرسازی و برنامه‌ریزی شهری: ۱۸ نفر (۳۵٪)

• متخصصان حمل‌ونقل شهری و ترافیک: ۱۳ نفر (۲۵٪)

• متخصصان فناوری اطلاعات و ارتباطات و هوشمندسازی: ۱۰ نفر (۲۰٪)

• مدیران ارشد اجرایی با سابقه برنامه‌ریزی شهری: ۱۰ نفر (۲۰٪)

این تنوع سازمانی و تخصصی نشان می‌دهد که در پژوهش سعی شده‌است دیدگاه‌های چندوجهی (از سیاست‌گذاری تا اجرا و از شهرسازی تا فناوری) را پوشش دهد که خود عاملی کلیدی در اعتبار یافته‌های پژوهش است.

جدول ۱. ابعاد و شاخص‌های پژوهش

منبع: نگارندگان

ابعاد	شاخص	منابع
۱- کالبدی	۱-۱- پیوستگی، اتصال و انسجام فضاهای شهری، ۲-۱- تنوع طراحی شهری و کاربری اراضی، ۳-۱- ساماندهی وضعیت حمل و نقل عمومی، ۴-۱- بازآفرینی شهری و بهینه‌سازی زیرساخت‌های سستی، ۵-۱- عملکرد پارک‌ها و فضاهای باز شهری، ۶-۱- ساماندهی شبکه‌های ارتباطی و معابر	شا و همکاران ^۱ ۲۰۱۹، پیرسال ^۲ ۲۰۱۷، تقوایی وارثی و نریمانی ^۳ ۱۳۹۴، لطفی و همکاران ^۴ ۱۳۹۶، رهنما و همکاران ^۵ (۱۳۹۹)،
۲- محیطی	۱-۲- آلودگی‌های شهری، ۲-۲- وجود تنوع محیطی و زیستی، ۳-۲- ساماندهی وضعیت فضای سبز و باغات، ۴-۲- دفع زیاله و بازیافت، ۵-۲- ارتباط پایدار و جذاب با طبیعت	گرن، کلادینگ، برگاوزر-پونت و مارکوس ^۳ ۲۰۱۸، تقوایی وارثی و نریمانی ^۳ ۱۳۹۴، رهنما و همکاران ^۵ (۱۳۹۹)،
۳- اقتصادی	۱-۳- ایجاد فرصت اشتغال و کارآفرینی، ۲-۳- مصرف انرژی، ۳-۳- بازآرایی و تقویت رقابت تجاری شهر، ۴-۳- حفظ منابع مالی و اقتصاد محلی، ۵-۳- دسترسی شهروندان به تسهیلات و خدمات، ۶-۳- رشد اقتصادی و اجتماعی مراکز شهری	سانچز، آنتونز و باربوسا ^۴ ۲۰۲۰، شریفی ^۵ ۲۰۱۹، تقوایی وارثی و نریمانی ^۳ ۱۳۹۴،
۴- اجتماعی	۱-۴- سرزندگی، تنوع، و نشاط شهری، ۲-۴- مشارکت شهروندان، ۳-۴- حس مکان و تقویت هویت شهری، ۴-۴- آگاهی شهروندان نسبت به مسائل شهری، ۵-۴- استفاده از فضای مجازی و شبکه‌های اجتماعی، ۶-۴- آرامش و امنیت شهروندان، ۷-۴- اعتماد شهروندان به سازمان‌های خدمات محور	عبدالاحد، پایوا، تریپاتی و فیروز ^۶ ۲۰۲۰، لی، بابکوک، فام، یو و کانگ ^۷ ۲۰۲۳، تقوایی، حسینی خواه و شاکرمی، ^۷ ۱۳۹۸،

¹ Sha etal

² Pearsall

³ Gren, Colding, Berghauser-Pont& Marcus

⁴ Sánchez, Antúnez& Barbosa

⁵ Sharifi

⁶ Abdul Ahad, Paiva, Tripathi& Feroz

⁷ Lee, Babcock, Pham, Bui& Kang

۵- مدیریتی	۵-۱-خلاقیت و بکارگیری تکنولوژی‌های جدید در مدیریت امور اداری، ۵-۲-وجود حاکمیت شفاف و قوی، ۵-۳-مدیریت جامع در مواقع بحران و واکنش اضطراری، ۵-۴-مشوق‌هایی برای توسعه‌های در اولویت، ۵-۵-سرعت بخشیدن به انجام امور اداری، ۵-۶-اشتراک دانش و تجربیات و بکارگیری ابتکارات موفق در مناطق، ۵-۷-همکاری بخشی (بین سازمانی) و موفقیت سیاسی - اداری	دیلمی و کامروزامان ^۱ ۲۰۱۷، لی و همکاران ^۲ ۲۰۱۹، روستایی و همکاران ۱۳۹۷، افضلی نیز و همکاران ۱۴۰۰، تقوایی، حسینی خواه و شاکرمی ۱۳۹۸
---------------	--	--

همانطور که جدول (۲) نشان می‌دهد ضریب آلفای کرونباخ پرسشنامه ۰.۹۶۸. به دست آمده است و نشان می‌دهد که آزمون از پایایی قابل قبولی برخوردار است.

جدول ۲. درصد آلفای کرونباخ

منبع: نگارندگان

Reliability Statistics		
Cronbach's Alpha	Cronbach's Alpha Based on Standardized Items	N of Items
.968	.968	31

برای تحلیل داده‌ها، ترکیبی از روش تحلیل سلسله‌مراتبی (AHP) و تکنیک چندمعیاره WASPAS به کار گرفته شد. ابتدا با استفاده از AHP، وزن نسبی ۳۱ شاخص نهایی (در پنج بعد کالبدی، اقتصادی، اجتماعی، مدیریتی و اکولوژیک) تعیین گردید. فرآیند شامل مراحل زیر بود:

- طراحی ساختار سلسله‌مراتبی در سه سطح: هدف (هوشمندسازی کلاشهر اصفهان)، ابعاد پنج‌گانه، و ۳۱ شاخص.
- طراحی پرسشنامه مقایسات زوجی: شامل یک ماتریس ۵×۵ برای ابعاد و پنج ماتریس برای شاخص‌های درون هر بعد، بر اساس مقیاس ۹ درجه‌ای ساعتی.
- تجمیع نظرات ۵۱ خبره با استفاده از میانگین هندسی (به دلیل حفظ خاصیت معکوس‌پذیری ماتریس‌ها، برخلاف میانگین حسابی).
- محاسبه نرخ ناسازگاری (CR): میانگین CR برای ماتریس تجمیع‌شده ابعاد ۰.۰۶۸ بود (کمتر از ۰.۱) که بیانگر قابلیت اعتماد مقایسه‌هاست.
- محاسبه وزن نهایی هر شاخص پس از تأیید سازگاری ماتریس تجمیع‌شده

¹ Deilami & Kamruzzaman

² Li et al

در نهایت با توجه به هدف پژوهش، بررسی و رتبه بندی جایگاه مهمترین محورهای مرتبط با توسعه هوشمندسازی در شهر اصفهان نسبت به شاخص های هوشمندسازی، از مدل واسپاس استفاده شد. مدل Waspas از جمله روش های جدید تصمیم گیری است که در سال ۲۰۱۲ توسط زوادواسکاس ارائه شده است و ترکیبی از دو مدل مجموع وزنی (WSM) و مدل حاصل ضرب وزین (WPM)، می باشد (زاوادواسکاس، کالیباتاس و کالیباتین^۱، ۲۰۱۶، ص. ۸۱) و نتایج حاصل از این مدل از دقت بالایی برخوردار است. یکی از پارامترهایی که می تواند در انتخاب روش تصمیم گیری چندمعیاره مورد توجه قرار گیرد میزان دقت این مدل هاست. همچنین محققان پیشنهاد می کنند ترکیب دو مدل می تواند میزان دقت آن را بالا ببرد. نتایج بررسی های محققان تایید کرده است میزان دقت مدل های ترکیبی در مقایسه با میزان دقت این مدل ها قبل از ترکیب شدن خیلی بالاتر است و مدل WASPAS از جمله مدل هایی است که می تواند در مسائل پیچیده تصمیم گیری کارایی بالایی داشته باشد (ملکی و شنبه پور، ۱۳۹۸، ص. ۸۱) و بهترین گزینه آن است که بیشترین مقدار (WPM) و (WSM) را داشته باشد (زینی و مجتبی زاده، ۱۳۹۹، ص. ۱۷۱). در روش جمع وزن دار (WSM) وزن هر معیار باید در عناصر ستون خود در ماتریس نرمال ضرب شود:

$$Q^{(1)}_i = \sum_{j=1}^n \bar{x}_{ij} w_j$$

همچنین در مدل ضرب وزن دار (WPM) رابطه به شرح زیر است:

$$Q^{(2)}_i = \prod_{j=1}^n (\bar{x}_{ij})^{w_j}$$

سومین معیار بر اساس فرمول زاواداسکاس محاسبه می شود:

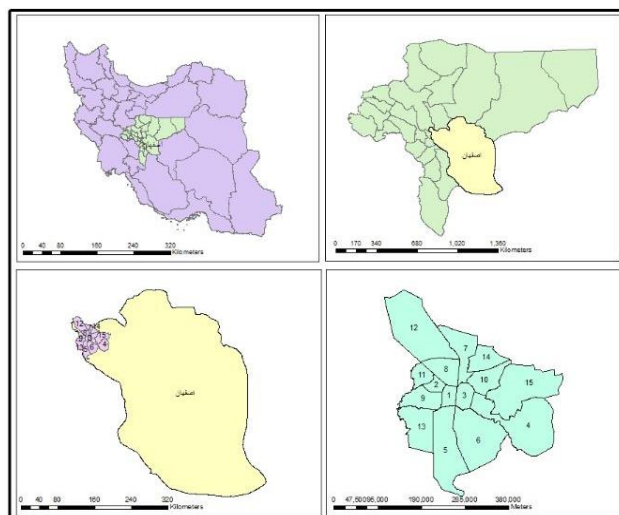
$$Q_i = 0.5_i^{(1)} + 0.5_i^{(2)}$$

۳.۲. محدوده مورد مطالعه

محدوده مورد مطالعه پژوهش حاضر، کلانشهر اصفهان است که با جمعیت ۱۹۶۱۲۶۰ (صابری و دانشور، ۱۳۹۷، ص. ۸۷) به عنوان سومین کلانشهر کشور در قلب ایران واقع شده است. این شهر در جایگاه حساس و مهمی در سلسله مراتب شهری ایران قرار دارد. محدوده شهری اصفهان طبق سالنامه

¹ Zavadskas, Kalibatas & Kalibatiene

آماري شهر اصفهان (سال ۱۳۹۵) داراي ۱۵ منطقه شهري (تقوايي و علي اکبري، ۱۳۹۷، ص. ۱۴۵) و شامل ۱۹۹ محله مي باشد (تقوايي، وارثي و خيام باشي، ۱۳۹۸، ص. ۲۴). اين کلانشهر در خارج از محدوده شهري از غرب به خميني شهر و نجف آباد، از جنوب به کوه صفه و سپاهان شهر، از شمال به شاهين شهر و از سمت شرق نيز به منطقه بياباني ختم شده است (تقوايي، باليده و رحيمي، ۱۳۹۹: ۸).



شکل ۱. موقعيت شهر اصفهان؛ مأخذ: سازمان تقسيمات سياسي کشور، بازترسيم: نگارندگان

۴. مباني نظري

شهرهاي امروزي، چه در کشورهاي توسعه يافته و چه در حال توسعه، ناگزير با واقعيت هاي تازه و پيچيده اي روبه رو هستند (جو^۱، ۲۰۲۱، ص. ۳). برنامه ريزي شهري در قرن بيستم مسيري تکاملي را پيموده که حاصل آن ظهور الگوهاي گوناگون و گاه متضاد توسعه شهري بوده است (حسيني و قدمي، ۱۳۹۲، ص. ۲۲۱). در اين ميان، شهرها براي پاسخگويي به نيازهاي نوظهور شهروندان ناچار از بازتعريف نقش و ساختار خود هستند (پيمان^۲ و همکاران، ۲۰۲۳، ص. ۱).

يکي از چالش هاي بنيادي که شهرها با آن دست به گريبان اند، پراکندگي شهري است. پديده اي که به گسترش بي رويه و کم تراکم شهرها در حومه ها و زمين هاي پيراموني منجر مي شود (مندونکا^۳، ۲۰۲۰، ص. ۱۰). در واکنش به اين معضل، رويکردهاي بديلي شکل گرفتند که بر تراکم بالا، کاربري مختلط،

¹ Joo

² Peyman

³ Mendonca

تعاملات اجتماعی-اقتصادی و حمل و نقل چندحالتی تأکید داشتند. از مهم ترین این رویکردها می توان به شهر فشرده، رشد هوشمند و شهرسازی نوین اشاره کرد (پیرسال^۱، ۲۰۱۷، ص. ۸۴).

شهر فشرده با بهره گیری از ظرفیت های درونی شهر در مقیاسی محدودتر از رشد هوشمند، راهکاری کارآمد برای مدیریت بهینه زمین و مهار پراکندگی محسوب می شود (داداش پور و همکاران، ۱۳۹۳، ص. ۶۵). در ادامه این رویکرد، الگوی رشد هوشمند گامی فراتر می گذارد و افزون بر فشردگی، بر حفاظت از اکوسیستم های طبیعی در برابر تبدیل شدن به زمین شهری تأکید دارد (گرن^۲ و همکاران، ۲۰۱۸، ص. ۱). این الگو با تشویق توسعه فشرده و کاربری مختلط، یکپارچگی حمل و نقل و کاربری زمین را دنبال می کند و در تضاد آشکار با توسعه خودرو-محور و پراکنده قرار دارد. پیامدهای آن بهبود دسترسی، افزایش زیست پذیری و کاهش هزینه های خدمات عمومی است (لیتمن^۳، ۲۰۰۵، ص. ۵).

در ادامه این زنجیره تکاملی، مفهوم شهر هوشمند پا به عرصه گذاشت. این مفهوم نه صرفاً یک ابزار فناورانه، بلکه بستری برای تحول و نوسازی بنیادین برنامه ریزی شهری تلقی می شود (پوراحمد و همکاران، ۱۳۹۷، ص. ۹). شهر هوشمند در راستای اهداف توسعه پایدار و در امتداد شهر الکترونیک و شهرسازی جدید تعریف شده و ابعادی چون اقتصاد، تحرک، حکمرانی، مردم، محیط زیست و کیفیت زندگی را در بر می گیرد (روستایی و همکاران، ۱۳۹۷، ص. ۱۹۹).

در دهه های اخیر، جذابیت روزافزون زندگی شهری و رشد بی سابقه جمعیت شهرها، بازاندیشی در نگرش های سنتی برنامه ریزی را ضروری ساخته است. دیگر تمرکز صرف بر ساخت و ساز کفایت نمی کند؛ بلکه چشم اندازهایی جامع با محوریت کیفیت زندگی، عدالت اجتماعی و پاسخگویی به نیازهای متنوع شهروندان لازم است (ماتونی^۴ و همکاران، ۲۰۲۰، ص. ۳). در چنین بستری، هوشمندسازی شهری پاسخی فعالانه به چالش های نوظهور محسوب می شود (گابریل، فاریا و موگلن^۵، ۲۰۰۶، ص. ۲۱۳). فناوری های هوشمند با تسهیل تعاملات انسانی و غیرانسانی به شکلی سریع، خودکار و شهودی، نقشی کلیدی در این دگردیسی ایفا می کنند (بوهالیس، اوکانر و لیونگ^۶، ۲۰۲۳، ص. ۲).

¹ Pearsall

² Gren, Colding, Berghauser-Pont & Marcus

³ Litman

⁴ Mattoni, Pompei, Losilla & Bisegna

⁵ Gabriel, Faria & Moglen

⁶ Buhalis, O'Connor & Leung

از این زاویه، هوشمندسازی شهری تجلی عینی شهر پایدار است؛ چرا که با ارائه خدمات و مزایای متنوع، نه تنها کیفیت زندگی ساکنان را ارتقا می‌دهد، بلکه توان رقابت‌پذیری و رشد اقتصادی شهر را نیز افزایش می‌دهد (باربا-سانچز، آریاس-آنتونز و اوروزکو-باربوسا^۱، ۲۰۲۰، ص. ۲). این رویکرد راهکارهایی عملی برای مقابله با مسائل مزمن شهرنشینی، از ترافیک و آلودگی گرفته تا نابرابری و ناکارآمدی اداری، فراهم می‌آورد (پراساد^۲ و علیزاده، ۲۰۲۰، ص. ۳).

اصول هوشمندسازی شهری به‌عنوان یک نظریه در برنامه‌ریزی شهری، مشارکت شهروندان را تقویت، هزینه‌های اداری را کاهش و سرعت ارائه خدمات را افزایش می‌دهد (ویسی و قیسوندی، ۱۳۹۰، ص. ۴۰). همچنین در بعد اقتصادی، کاهش زمان سفر، مدیریت هوشمند ترافیک، صرفه‌جویی در هزینه‌های خدمات و توسعه، افزایش اشتغال و کاهش مصرف انرژی را به همراه دارد (کلمنت و کراتزن^۳، ۲۰۲۱، ص. ۳). هوشمندسازی حاصل تعامل سه‌وجه نوآوری‌های فناورانه، سازمانی و سیاسی است و پاسخی هوشمندانه به چالش‌های پایداری در حوزه‌های حکمرانی، اقتصاد، تحرک، محیط زیست و زندگی روزمره مردم محسوب می‌شود. این روند دولت‌ها را به سمت شفافیت بیشتر و دسترسی آزاد به اطلاعات سوق می‌دهد و بستری برای تحول اجتماعی و اقتصادی می‌گشاید (ترینیداد نوس^۴ و همکاران، ۲۰۲۰، ص. ۱). در نهایت، هدف غایی تمام برنامه‌های هوشمندسازی، ارتقای پایداری شهری و بهینه‌سازی مصرف منابع به نفع همه ذی‌نفعان است (لوئیس و لاکونا، ۲۰۲۰، ص. ۳؛ جراروه^۵ و همکاران، ۲۰۲۰، ص. ۴).

بررسی تاریخی و نظری الگوهای توسعه شهری نشان می‌دهد که برنامه‌ریزی شهری در چند دهه اخیر شاهد ظهور پارادایم‌های متوالی بوده است. هر پارادایم جدید در واکنش به کاستی‌های پارادایم پیشین شکل گرفته و سعی در تکمیل و فراتر رفتن از آن داشته است. مفاهیمی همچون شهر پایدار، شهر فشرده، رشد هوشمند و شهر هوشمند را نمی‌توان پارادایم‌هایی کاملاً مستقل و رقیب در نظر گرفت؛ بلکه آن‌ها یک زنجیره تکاملی را تشکیل می‌دهند که در آن هر حلقه ضمن حفظ دستاوردهای حلقه‌های قبلی، به حل چالش‌های حل‌نشده آن‌ها می‌پردازد (کونزمن^۶، ۲۰۱۴). اگرچه برخی پژوهشگران میان این مفاهیم تمایزهای ماهوی قائل می‌شوند (کاراگلیو^۷ و همکاران، ۲۰۱۱)، اما

¹ Barba-Sánchez, Arias-Antúnez & Orozco-Barbosa

² Prasad & Alizadeh

³ Clement & Crutzen

⁴ Trindade Neves, Castro Neto & Aparicio

⁵ Lluïsa & Llacuna, Jararweh, Otoum & Ridhawi

⁶ Kunzmann

⁷ Caragliu

بسیاری از صاحب نظران بر این باورند که «شهر هوشمند» آخرین حلقه از زنجیره‌ای است که شامل شهر پایدار، شهر اکولوژیک، شهر فشرده، شهر تاب‌آور و شهر هوشمند می‌شود (کومیتا و کروتزن^۱، ۲۰۱۷). از این منظر، هوشمندسازی شهری فرآیندی تحول‌آفرین است که با بهره‌گیری از فناوری‌های اطلاعاتی و ارتباطی، به دنبال تحقق اهدافی است که در پارادایم‌های پیشین – مانند فشرده‌گی، پایداری زیست‌محیطی، مشارکت شهروندی و عدالت اجتماعی – به‌طور کامل محقق نشده بودند (کومینوس^۲ و همکاران، ۲۰۱۹).

پژوهش‌های اخیر نیز بر این نکته تأکید دارند که ارزیابی پروژه‌های شهر هوشمند نیازمند چارچوبی جامع و چندبعدی است؛ چارچوبی که ابعاد گوناگون کالبدی، اقتصادی، اجتماعی، مدیریتی و زیست‌محیطی شهر را پوشش دهد (ماسی^۳ و همکاران، ۲۰۲۵). اهمیت این رویکرد همه‌جانبه از آنجا ناشی می‌شود که مفاهیم پیشین عمدتاً بر یک یا دو بعد خاص متمرکز بودند (برای نمونه، شهر فشرده عمدتاً بر بعد کالبدی-اکولوژیک و رشد هوشمند بر ابعاد مدیریتی-اجتماعی تأکید داشت)، در حالی که هوشمندسازی موفق نیازمند تعادل میان تمامی ابعاد است (آلبینو و همکاران^۴، ۲۰۱۵). بر اساس این چارچوب نظری منسجم، در پژوهش حاضر هوشمندسازی شهری چنین تعریف می‌شود: فرایند برنامه‌ریزی و مدیریت یکپارچه شهر که با بهره‌گیری از فناوری‌های اطلاعاتی و ارتباطی، ضمن حفظ دستاوردهای کیفی پارادایم‌های پیشین (شهر فشرده، رشد هوشمند) و جبران کاستی‌های آن‌ها، به بهبود همزمان ابعاد پنج‌گانه کالبدی، اقتصادی، اجتماعی، مدیریتی و اکولوژیک شهر می‌پردازد.

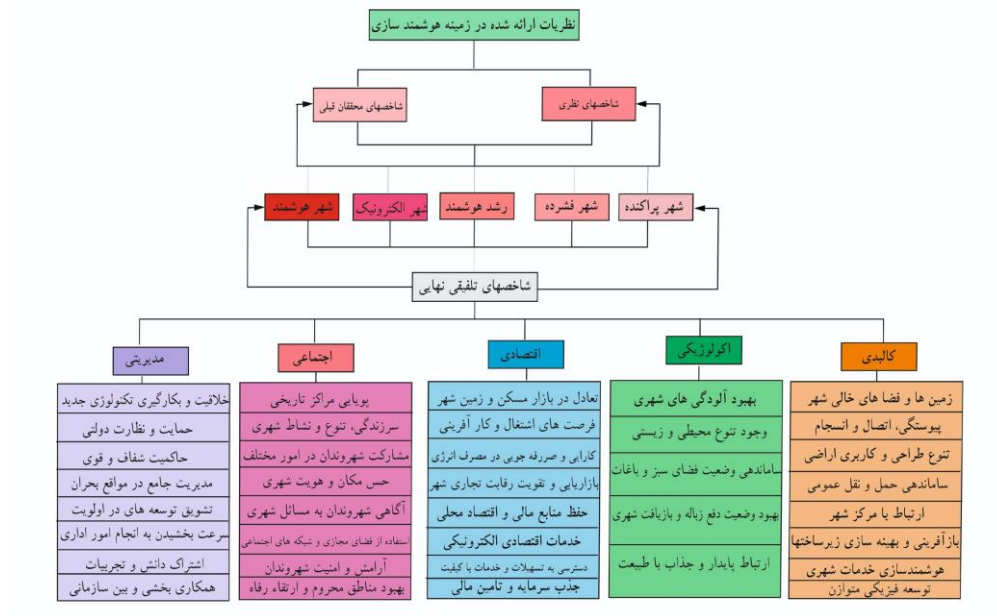
همان‌طور که از چارچوب نظری یادشده برمی‌آید، شهرها در طول زمان اشکال مختلف توسعه (از پراکنده تا فشرده، رشد هوشمند، الکترونیک و هوشمند) را تجربه کرده‌اند و هر یک نقاط قوت و ضعف خاص خود را داشته است. هوشمندسازی شهری رویکردی است که در ادامه این مسیر شکل گرفته و می‌کوشد با به‌کارگیری نقاط قوت رویکردهای پیشین و رفع نواقص آن‌ها، شهر را به وضعیتی بهتر و متعادل‌تر هدایت کند. در پژوهش حاضر، مطابق با همین چارچوب نظری منسجم، پس از مطالعه و دسته‌بندی نظریات مرتبط با هر یک از این رویکردها، شاخص‌های هر نظریه در قالب پنج بعد (کالبدی، محیطی، اقتصادی، اجتماعی و مدیریتی) استخراج شد. سپس شاخص‌های ابعاد مختلف در میان نظریات با یکدیگر مقایسه و شاخص‌های مشترک و پرتکرار تلفیق گردیدند. در ادامه مدل مفهومی پژوهش ارائه شده است (شکل ۲):

¹ Kummitha & Crutzen

² Kominos

³ Masi

⁴ Albino



شکل ۲. مدل مفهومی پژوهش، منبع نگارندگان

۵. یافته های تحقیق

ارزیابی هوشمندسازی شهری مستلزم تعریف شاخص های چندبعدی و به کارگیری روش های تصمیم گیری قوی مانند AHP و WASPAS است (تقوایی و کیومرثی، ۱۳۹۱). بر اساس مبانی نظری (کونزمن، ۲۰۱۴؛ کومیتا و کروتزن، ۲۰۱۷)، هوشمندسازی شهری حلقه تکاملی پارادایم های پیشین (شهر فشرده، رشد هوشمند، شهر الکترونیک) محسوب می شود و باید ابعاد کالبدی، زیست محیطی، اقتصادی، اجتماعی و مدیریتی را به طور همزمان پوشش دهد. کلانشهر اصفهان با وجود ظرفیت های تاریخی و طبیعی، در دهه های اخیر با چالش های رشد سریع شهری مواجه بوده و نیازمند برنامه ریزی هوشمندانه است (مهدنژاد و غلامی، ۱۴۰۰). در ادامه، پس از وزن دهی ۳۱ شاخص (جدول ۳) با روش AHP، پانزده منطقه شهرداری اصفهان با مدل WASPAS رتبه بندی شده اند.

جدول ۳. وزن دهی به شاخص های هوشمندسازی شهری در روش AHP

منبع: نگارنده گان

ابعاد	شاخص	AHP وزن در	ابعاد	شاخص	AHP وزن در

۰/۲۷	سرزندگی، تنوع، و نشاط شهری	d1	کالبدی	۰/۲۹	پیوستگی، اتصال و انسجام فضاهای شهری	a1	کالبدی
۰/۲۲	مشارکت شهروندان	d2		۰/۲۵	تنوع طراحی شهری و کاربری اراضی	a2	
۰/۱۷	حس مکان و تقویت هویت شهری	d3		۰/۱۸	ساماندهی وضعیت حمل و نقل عمومی	a3	
۰/۱۵	آگاهی شهروندان نسبت به مسائل شهری	d4		۰/۱۷	باز آفرینی شهری و بهینه‌سازی زیرساختهای سستی	a4	
۰/۰۷	استفاده از فضای مجازی و شبکه‌های اجتماعی	d5		۰/۰۴	عملکرد پارک‌ها و فضاهای باز شهری	a5	
۰/۰۶	آرامش و امنیت شهروندان	d6		۰/۰۸	ساماندهی شبکه‌های ارتباطی و معابر	a6	
۰/۰۲	اعتماد شهروندان به سازمان‌های خدمات محور	d7		۰/۴۱	آلودگی‌های شهری	b1	محیطی
۰/۳۷	خلاقیت و بکارگیری تکنولوژی‌های جدید در مدیریت امور اداری	e1	محیطی	۰/۲۴	وجود تنوع محیطی و زیستی	b2	
۰/۲۱	وجود حاکمیت شفاف و قوی	e2		۰/۱۸	ساماندهی وضعیت فضای سبز و باغات	b3	
۰/۲	مدیریت جامع در مواقع بحران و واکنش اضطراری	e3		۰/۱۲	دفع زباله و بازیافت	b4	
۰/۱۴	مشوق‌هایی برای توسعه‌های در اولویت	e4		۰/۰۴	ارتباط پایدار و جذاب با طبیعت	b5	
۰/۰۹	سرعت بخشیدن به انجام امور اداری	e5		۰/۳۴	ایجاد فرصت اشتغال و کارآفرینی	c1	اقتصادی
۰/۰۶	اشتراک دانش و تجربیات و بکارگیری ابتکارات موفق در مناطق	e6		۰/۲۳	مصرف انرژی	c2	
۰/۰۳	همکاری بخشی (بین سازمانی) و موفقیت سیاسی - اداری	e7		۰/۱۸	بازاریابی و تقویت رقابت تجاری شهر	c3	
				۰/۱۴	حفظ منابع مالی و اقتصاد محلی	c4	
				۰/۰۹	دسترسی شهروندان به تسهیلات و خدمات	c5	
				۰/۰۳	رشد اقتصادی و اجتماعی مراکز شهری	c6	

معیار کالبدی

بعد کالبدی زیربنای ادراک شهروندان از فضای شهری است. شش زیرمعیار شامل پیوستگی فضاهای شهری، تنوع طراحی و کاربری اراضی، ساماندهی حمل‌ونقل عمومی، بازآفرینی شهری، عملکرد پارک‌ها و فضاهای باز، و ساماندهی شبکه معابر مورد بررسی قرار گرفت. منطقه ۶ (با امتیاز ۰/۱۶) در رتبه اول، منطقه ۳ (۰/۱۴) دوم و منطقه ۵ (۰/۱۳) سوم قرار دارد. منطقه ۶ به دلیل ساختار برنامه‌ریزی شده، شبکه معابر منظم و دسترسی مطلوب به حمل‌ونقل عمومی، که تجسم عینی اصول رشد هوشمند (توسعه فشرده و کاربری مختلط) است، بالاترین امتیاز را کسب کرده است. منطقه ۳ علیرغم بافت فرسوده و معابر تنگ، با تکیه بر تراکم بالای کاربری‌های تجاری و فضاهای شاخص

تاریخی (مشابه الگوی شهر فشرده)، رتبه دوم را به خود اختصاص داده است. در نقطه مقابل، مناطق حاشیه‌ای ۱۴ و ۱۵ با بافت غیررسمی، کمبود فضاهای باز و دسترسی ضعیف به حمل‌ونقل، مصداق توسعه پراکنده (مندونکا، ۲۰۲۰)، در رتبه‌های پایانی قرار دارند. این شکاف مکانی، نابرابری توزیع زیرساخت‌های کالبدی را آشکار می‌سازد و ضرورت بازآفرینی عادلانه را یادآور می‌شود.

جدول ۴. رتبه مناطق پانزده‌گانه شهر اصفهان نسبت به زیرمعیارهای کالبدی

منبع: نگارنده گان

رتبه	Qi	Qi ⁽²⁾	Qi ⁽¹⁾	WPM	WSM	مناطق
۴	0/12	0/06	0/06	0/12	0/12	یک
۸	0/04	0/02	0/02	0/04	0/04	دو
۲	0/14	0/07	0/07	0/14	0/14	سه
۷	0/06	0/03	0/03	0/06	0/06	چهار
۳	0/13	0/07	0/07	0/13	0/13	پنج
۱	0/16	0/08	0/08	0/16	0/16	شش
۶	0/07	0/04	0/04	0/07	0/07	هفت
۷	0/06	0/03	0/03	0/06	0/06	هشت
۹	0/03	0/02	0/02	0/03	0/03	نه
۸	0/04	0/02	0/02	0/04	0/04	ده
۱۰	0/02	0/01	0/01	0/02	0/02	یازده
۱۰	0/02	0/01	0/01	0/02	0/02	دوازده
۵	0/08	0/04	0/04	0/08	0/08	سیزده
۱۲	0/00	0/00	0/00	0/00	0/01	چهارده
۱۱	0/01	0/01	0/01	0/01	0/01	پانزده

معیار محیطی - اکولوژیکی

پایداری محیط شهری، هدف محوری هوشمندسازی است (باربا-سانچز و همکاران، ۲۰۲۰). این بعد شامل پنج زیرمعیار: آلودگی‌های شهری، تنوع محیطی و زیستی، ساماندهی فضای سبز و باغات، دفع زباله و بازیافت، و ارتباط پایدار با طبیعت می‌شود. مناطق ۵ و ۶ با امتیاز مشترک ۰/۱۲ در رتبه اول، منطقه ۲ با ۰/۱۰ دوم و منطقه ۴ با ۰/۰۹ سوم قرار دارند. مناطق ۵ و ۶ به‌لحاظ برخورداری از

سرانه بالای فضای سبز، باغات تاریخی (مانند باغ‌های مسیر زاینده‌رود) و فاصله نسبی از مراکز آلاینده صنعتی، شرایط مطلوب‌تری دارند؛ این وضعیت با اصول رشد هوشمند در حفاظت از اکوسیستم‌های طبیعی (گرن و همکاران، ۲۰۱۸) همسو است. در مقابل، مناطق شرقی و حاشیه‌ای (مانند ۱۰، ۱۴، ۱۵) با کمبود شدید فضای سبز، مجاورت با آلاینده‌های صنعتی و نبود سیستم کارآمد دفع زباله، در رتبه‌های پایانی قرار گرفته‌اند. این الگو نشان‌دهنده تمرکز سرمایه طبیعی در شمال غرب و غرب اصفهان و محرومیت شرق و جنوب شرق است؛ پدیده‌ای که ناقض عدالت فضایی در هوشمندسازی اکولوژیک بوده و نیازمند مداخلات هدفمند شهری است.

جدول ۵. رتبه مناطق پانزده‌گانه شهر اصفهان نسبت به زیرمعیارهای محیطی - اکولوژیکی

منبع: نگارنده گان

مناطق	WSM	WPM	$Q_i^{(1)}$	$Q_i^{(2)}$	Q_i	رتبه
یک	0/10	0/07	0/05	0/03	0/08	۴
دو	0/03	0/03	0/01	0/01	0/03	۸
سه	0/11	0/09	0/06	0/05	0/10	۲
چهار	0/09	0/08	0/05	0/04	0/09	۳
پنج	0/12	0/12	0/06	0/06	0/12	۱
شش	0/12	0/12	0/06	0/06	0/12	۱
هفت	0/07	0/07	0/03	0/04	0/07	۵
هشت	0/07	0/07	0/04	0/03	0/07	۵
نه	0/03	0/03	0/02	0/02	0/03	۷
ده	0/06	0/05	0/03	0/03	0/06	۶
یازده	0/01	0/01	0/01	0/01	0/01	۹
دوازده	0/04	0/03	0/02	0/02	0/03	۷
سیزده	0/09	0/09	0/04	0/04	0/09	۴
چهارده	0/02	0/02	0/01	0/01	0/02	۸
پانزده	0/03	0/03	0/01	0/01	0/03	۷

معیار اقتصادی

عملکرد اقتصادی شهر نقشی تعیین‌کننده در توسعه پایدار دارد. شش زیرمعیار: فرصت اشتغال و کارآفرینی، مصرف انرژی، بازاریابی و رقابت تجاری، حفظ منابع مالی محلی، دسترسی به تسهیلات و

خدمات، و رشد اقتصادی مراکز شهری بررسی شد. منطقه ۶ با امتیاز ۰۰۱۰ در رتبه اول، مناطق ۱۰ و ۱۳ با ۰۰۰۹ مشترکاً دوم، و مناطق ۵ و ۷ با ۰۰۰۸ سوم هستند. منطقه ۶ به دلیل تمرکز مراکز تجاری و اداری بزرگ، دفاتر مالی و زیرساخت‌های کسب‌وکارهای نوین، تجسم عینی اقتصاد هوشمند مبتنی بر بهره‌وری و نوآوری (کلمنت و کراتزن، ۲۰۲۱) است. مناطق ۱۰ و ۱۳ نیز با استقرار صنایع کوچک و متوسط، از ظرفیت نسبی برخوردارند. در مقابل، مناطق حاشیه‌ای ۱۴ و ۱۵ با نرخ بیکاری بالاتر، دسترسی محدود به تسهیلات بانکی، مصرف انرژی ناکارآمد و ضعف زیرساخت‌های کسب‌وکار دیجیتال، در رتبه‌های پایانی قرار دارند. این شکاف اقتصادی نشان می‌دهد که مزایای هوشمندسازی (مانند اقتصاد دیجیتال و اشتغال نوین) عمدتاً به مناطق مرکزی و برخوردار اختصاص یافته و توانمندسازی مناطق محروم از طریق توسعه زیرساخت‌های دیجیتال و حمایت از کارآفرینی محلی یک ضرورت است.

جدول ۶. رتبه مناطق پانزده‌گانه شهر اصفهان نسبت به زیرمعیارهای اقتصادی

منبع: نگارنده گان

مناطق	WSM	WPM	$Q_i^{(1)}$	$Q_i^{(2)}$	Q_i	رتبه
یک	0/06	0/05	0/03	0/02	0/06	۵
دو	0/03	0/02	0/02	0/01	0/03	۷
سه	0/09	0/06	0/04	0/03	0/07	۴
چهار	0/06	0/06	0/03	0/03	0/06	۵
پنج	0/09	0/08	0/04	0/04	0/08	۳
شش	0/11	0/09	0/06	0/05	0/10	۱
هفت	0/08	0/08	0/04	0/04	0/08	۳
هشت	0/11	0/09	0/06	0/05	0/10	۱
نه	0/03	0/03	0/01	0/01	0/03	۷
ده	0/10	0/09	0/05	0/04	0/09	۲
یازده	0/03	0/02	0/01	0/01	0/02	۸
دوازده	0/04	0/03	0/02	0/02	0/04	۶
سیزده	0/09	0/08	0/04	0/04	0/09	۲
چهارده	0/05	0/03	0/02	0/02	0/04	۶
پانزده	0/04	0/03	0/02	0/02	0/04	۶

معیار اجتماعی

بعد اجتماعی هم‌پای ویژگی‌های کالبدی، مبنای زیست‌پذیری شهر است (ماتونی و همکاران، ۲۰۲۰). هفت زیرمعیار: سرزندگی، تنوع و نشاط شهری؛ مشارکت شهروندان؛ حس مکان و هویت شهری؛ آگاهی شهروندان؛ استفاده از فضای مجازی؛ آرامش و امنیت؛ و اعتماد به سازمان‌های خدمات‌محور ارزیابی شد. منطقه ۳ با امتیاز ۰/۱۲ در رتبه اول، منطقه ۶ با ۰/۱۱ دوم و منطقه ۵ با ۰/۱۰ سوم است. منطقه ۳ (میدان نقش جهان و بافت تاریخی) به لحاظ فضاهای جمعی پویا، تنوع کاربری‌های فرهنگی، حس مکان قوی و مشارکت بالای شهروندان، که با تأکید رشد هوشمند بر تعاملات اجتماعی-اقتصادی (پیرسال، ۲۰۱۷) همخوانی دارد، رتبه نخست را کسب کرده است. منطقه ۶ با سطح تحصیلات بالاتر و دسترسی بهتر به شبکه‌های اجتماعی در رتبه دوم قرار دارد. در مقابل، مناطق حاشیه‌ای ۱۴ و ۱۵ با ضعف حس مکان، مشارکت پایین، اعتماد کم به نهادهای شهری و دسترسی ناکافی به زیرساخت‌های مجازی، در رتبه‌های پایانی هستند. این وضعیت نشان از شکاف عمیق سرمایه اجتماعی میان مرکز-تاریخ و حاشیه دارد، چالشی که هوشمندسازی بدون توانمندسازی دیجیتال و ایجاد فضاهای جمعی در مناطق محروم نمی‌تواند آن را حل کند.

جدول ۷. رتبه مناطق پانزده‌گانه شهر اصفهان نسبت به زیرمعیارهای اجتماعی

منبع: نگارنده گان

رتبه	Qi	Qi ⁽²⁾	Qi ⁽¹⁾	WPM	WSM	مناطق
۵	0/09	0/04	0/05	0/09	0/09	یک
۹	0/04	0/02	0/02	0/04	0/04	دو
۱	0/12	0/06	0/06	0/12	0/11	سه
۶	0/07	0/04	0/03	0/08	0/07	چهار
۳	0/10	0/05	0/05	0/10	0/09	پنج
۲	0/11	0/06	0/05	0/11	0/11	شش
۷	0/06	0/03	0/03	0/06	0/05	هفت
۴	0/09	0/05	0/04	0/09	0/08	هشت
۸	0/05	0/03	0/03	0/05	0/05	نه
۷	0/06	0/03	0/03	0/06	0/06	ده
۱۱	0/02	0/01	0/01	0/02	0/03	یازده
۹	0/04	0/02	0/02	0/04	0/04	دوازده

سیزده	0/05	0/06	0/03	0/03	0/06	۷
چهارده	0/04	0/03	0/02	0/01	0/03	۱۰
پانزده	0/04	0/04	0/02	0/02	0/04	۹

بعد مدیریتی

مدیریت شهری در مواجهه با پیچیدگی‌های امروزی، نیازمند شفافیت، یکپارچگی و فناوری است (ترینداد نوس و همکاران، ۲۰۲۰). هفت زیرمعیار: خلاقیت و فناوری در امور اداری، حاکمیت شفاف و قوی، مدیریت بحران، مشوق‌های توسعه اولویت‌دار، سرعت امور اداری، اشتراک دانش و ابتکارات موفق، و همکاری بین‌سازمانی سنجیده شد. منطقه ۴ با امتیاز ۰/۱۰ در رتبه اول، مناطق ۲ و ۸ با ۰/۰۹ مشترکاً دوم، و مناطق ۵ و ۶ با ۰/۰۸ سوم هستند. منطقه ۴ به دلیل استقرار دفاتر ستادی، نیروی متخصص، زیرساخت‌های فناوری اطلاعات و تجارب موفق در همکاری بین‌سازمانی (مثل پنجره واحد خدمات شهری)، نماد حاکمیت هوشمند است. مناطق ۲ و ۸ نیز از ساختار اداری نسبتاً منظم و شفافیت نسبی برخوردارند. در مقابل، مناطق ۱۴ و ۱۵ با ضعف حاکمیت محلی، نبود شفافیت، فقدان زیرساخت‌های فناوری اداری و همکاری ضعیف بین‌سازمانی در رتبه‌های پایانی قرار دارند. این شکاف مدیریتی نشان می‌دهد که موفقیت در هوشمندسازی مدیریتی به تمرکز امکانات در مناطق خاص وابسته است، امری که با هدف مدیریت یکپارچه و عادلانه در رویکرد تکاملی هوشمندسازی (کومینوس و همکاران، ۲۰۱۹) مغایرت دارد.

جدول ۸. رتبه مناطق پانزده‌گانه شهر اصفهان نسبت به زیرمعیارهای مدیریتی

منبع: نگارنده گان

مناطق	WSM	WPM	$Q_i^{(1)}$	$Q_i^{(2)}$	Q_i	رتبه
یک	0/07	0/06	0/04	0/03	0/07	۴
دو	0/10	0/09	0/05	0/05	0/09	۲
سه	0/06	0/05	0/03	0/02	0/05	۶
چهار	0/12	0/09	0/06	0/05	0/10	۱
پنج	0/09	0/08	0/04	0/04	0/08	۳
شش	0/09	0/07	0/05	0/04	0/08	۳
هفت	0/07	0/07	0/04	0/03	0/07	۴
هشت	0/09	0/09	0/05	0/04	0/09	۲

۸	0/03	0/01	0/02	0/03	0/03	نه
۶	0/05	0/02	0/03	0/05	0/05	ده
۸	0/03	0/01	0/02	0/02	0/03	یازده
۵	0/06	0/03	0/03	0/06	0/06	دوازده
۷	0/04	0/02	0/02	0/04	0/05	سیزده
۷	0/04	0/02	0/02	0/03	0/04	چهارده
۷	0/04	0/02	0/02	0/04	0/05	پانزده

یافته‌های فوق به روشنی نشان می‌دهد که هوشمندسازی شهری در اصفهان، مشابه آنچه در مبانی نظری (کونزمن، ۲۰۱۴؛ کومیتا و کروتزن، ۲۰۱۷) بیان شد، نه یک وضعیت یکسان در همه مناطق، بلکه مسیری تکاملی و نابرابر است. مناطق مرکزی و شمال غربی (به‌ویژه ۶، ۵، ۳، ۴) در اغلب ابعاد عملکرد بهتری دارند که ریشه در میراث شهر فشرده (تراکم و کاربری مختلط) و رشد هوشمند (حمل‌ونقل عمومی، فضاهای سبز، مشارکت) دارد. در مقابل، مناطق حاشیه‌ای شرق و جنوب شرق همچنان در شرایط توسعه پراکنده و کم‌برخورداري به سر می‌برند که خود گویای شکاف فضایی در تحقق اهداف هوشمندسازی است. این امر ضرورت رویکرد همه‌جانبه و عادلانه (آلینو و همکاران، ۲۰۱۵؛ ماسی و همکاران، ۲۰۲۵) را که در تعریف مفهومی این پژوهش نیز بدان اشاره شد، بیش از پیش آشکار می‌سازد. هوشمندسازی واقعی زمانی محقق می‌شود که مزایای آن (از زیرساخت‌های دیجیتال گرفته تا فرصت‌های اشتغال و فضای سبز) به تمام شهروندان، صرف‌نظر از منطقه سکونتشان، برسد.

۶. بحث

محیط شهری آمیزه‌ای از ابعاد اقتصادی، اجتماعی، مدیریتی و کالبدی است که رفع چالش‌های هر یک نیازمند راهکارهایی جامع و یکپارچه می‌باشد. هوشمندسازی شهری به‌عنوان رویکردی نوین، با ارتقای کارایی شهر می‌تواند نقشی کلیدی در دستیابی به پایداری ایفا کند. رشد سریع شهرها و ظهور نوآوری‌های برنامه‌ریزی شهری، توجه به ترکیب عوامل انسانی، زیست‌محیطی، اقتصادی، انرژی و اطلاعات را ضروری ساخته است. این رویکرد در امتداد و تکمیل جریان‌هایی نظیر پراکندگی شهری، شهر فشرده، رشد هوشمند، شهر الکترونیک و شهر هوشمند قرار دارد. وجه تمایز پژوهش حاضر، بررسی پیوسته‌ی پنج رویکرد اصلی و استخراج شاخص‌های مشترک آن‌ها در قالب پنج بعد کالبدی، اکولوژیکی، اقتصادی، اجتماعی و مدیریتی است.

نتایج پژوهش حاضر نشان داد که در بعد کالبدی، زیرمعیار «پیوستگی، اتصال و انسجام فضاهای شهری» با وزن ۰.۲۹ در اولویت اول قرار دارد. این یافته با نتایج دیگان و همکاران (۲۰۲۱) همسو است که «تراکم شهری بالا» را به عنوان یکی از پیکربندی‌های کافی برای توسعه شهر هوشمند معرفی کردند. همچنین منطقه ۶ (با بالاترین رتبه در بعد کالبدی) به دلیل شبکه معابر منظم و دسترسی مطلوب به حمل و نقل عمومی، تجسم عینی اصول رشد هوشمند (توسعه فشرده و کاربری مختلط) است که پیشتر سوسانتی و همکاران (۲۰۱۶) آن را مروج کیفیت زندگی دانسته‌اند. در مقابل، مناطق حاشیه‌ای ۱۴ و ۱۵ با بافت غیررسمی و کمبود زیرساخت‌های کالبدی در رتبه‌های پایانی قرار دارند که مصداق توسعه پراکنده (مندونکا، ۲۰۲۰) است و با یافته‌های لی و همکاران (۲۰۱۹) مبنی بر وجود نابرابری معنادار در شاخص «تحرک هوشمند» میان شهرهای چین همخوانی دارد.

در بعد محیطی-اکولوژیکی، زیرمعیار «آلودگی‌های شهری» با وزن ۰.۴۱ در اولویت اول قرار گرفت. این نتیجه با پژوهش دیلمی و کامروزامان (۲۰۱۷) که تراکم جمعیت و تداخل را مؤثرترین عوامل بر شدت جزیره گرمایی شهری معرفی کردند، کاملاً همسو است. همچنین مناطق ۵ و ۶ که بالاترین رتبه محیطی را کسب کردند، به دلیل برخورداری از باغات تاریخی و فاصله نسبی از مراکز آلاینده صنعتی، نشان می‌دهند که توسعه درون‌زا (مصادیق رشد هوشمند) پتانسیل بیشتری برای کاهش آلودگی دارد - یافته‌ای که با شبیه‌سازی دیلمی و کامروزامان (۲۰۱۷) برای بریزبن مطابقت دارد. از سوی دیگر، مناطق شرقی (۱۰، ۱۴) با کمبود فضای سبز و مجاورت با آلاینده‌ها در رتبه‌های پایین قرار دارند که بیانگر شکاف فضایی مشابه آنچه لی و همکاران (۲۰۱۹) در شاخص محیط هوشمند (با کمترین نابرابری در مطالعه آن‌ها) گزارش کردند، اما در اصفهان نابرابری محیطی قابل توجه است - این تفاوت می‌تواند ناشی از ساختار صنعتی و الگوی استقرار آلودگی در اصفهان باشد.

در بعد اقتصادی، زیرمعیار «ایجاد فرصت اشتغال و کارآفرینی» با وزن ۰.۳۴ در اولویت قرار دارد. این نتیجه با تأکید سوسانتی و همکاران (۲۰۱۶) بر نقش رشد هوشمند در مدیریت منابع و ارتقای کیفیت زندگی (که اشتغال جزئی از آن است) همسو است. منطقه ۶ با تمرکز مراکز تجاری و اداری، بالاترین رتبه اقتصادی را کسب کرده که مشابه یافته لطفی و همکاران (۱۳۹۶) در شهر ساری بود (منطقه ۲ به عنوان برترین). با این حال، در پژوهش لطفی رابطه معناداری میان جنس، تحصیلات و سن با هوشمندی مشاهده شد، درحالی‌که پژوهش حاضر به روابط جمعیت‌شناختی نپرداخته است، این یک تفاوت در سطح تحلیل محسوب می‌شود. همچنین در مطالعه رهنما و همکاران (۱۳۹۹) در اهواز، شاخص «تحرک و پویایی هوشمند» بیشترین اهمیت را داشت، اما در پژوهش ما شاخص اقتصادی

اشتغال محور در اولویت است که نشان دهنده تفاوت زمینه های اقتصادی دو کلانشهر (اصفهان با پایگاه صنعتی-خدماتی در مقابل اهواز با اقتصاد نفتی) می باشد.

در بعد اجتماعی، زیرمعیار «سرزندگی، تنوع و نشاط شهری» با وزن ۰.۲۷ در اولویت اول است. منطقه ۳ (بافت تاریخی میدان نقش جهان) بالاترین رتبه را در این بعد کسب کرده است. این یافته با نتایج خشنود و یحیی پور (۱۴۰۴) در رشت همسو است که نشان دادند هوشمندسازی عناصر شهری (به ویژه مبلمان و جداره هوشمند) تأثیر مثبت و معناداری بر انسجام اجتماعی دارد؛ چراکه منطقه ۳ به دلیل هویت تاریخی و فضاهای جمعی پویا، از بالاترین حس مکان و مشارکت برخوردار است. همچنین گیمار و همکاران (۲۰۲۰) در برزیل نشان دادند شفافیت، همکاری و مشارکت (مؤلفه های حکمرانی هوشمند) بر کیفیت زندگی تأثیر مثبت دارند که با اولویت سرزندگی و مشارکت در پژوهش ما همخوانی دارد. مغایرت با پژوهش رهنما و همکاران (۱۳۹۹) در اهواز دیده می شود: آن ها شاخص «شهروند هوشمند» را کم اهمیت ترین شاخص ارزیابی کردند، در حالی که در پژوهش ما بعد اجتماعی (که شهروند هوشمند جزئی از آن است) از اهمیت بالایی برخوردار است. این مغایرت می تواند ناشی از تفاوت در سطح توسعه اجتماعی و سرمایه اجتماعی شهروندان در اصفهان (با پیشینه تاریخی و فرهنگی قوی) در مقایسه با اهواز باشد.

در بعد مدیریتی-سیاسی، زیرمعیار «خلاقیت و بکارگیری تکنولوژی های جدید در مدیریت امور اداری» با وزن ۰.۲۷ در اولویت اول است. منطقه ۴ (به دلیل استقرار دفاتر ستادی و زیرساخت های فناوری اطلاعات) بالاترین رتبه را کسب کرده است. این یافته با پژوهش افضل و همکاران (۱۴۰۰) در کرمان که بر لزوم توسعه پلتفرم مرجع متشکل از IoT، CPS، داده های بزرگ و رایانش ابری تأکید داشتند، کاملاً همسو است. همچنین روستایی و همکاران (۱۳۹۷) در تبریز، «حکمرانی خوب شهری» را مهم ترین استراتژی ایجاد شهر هوشمند معرفی کردند که با اولویت خلاقیت و فناوری در پژوهش ما (به عنوان ابزار تحقق حکمرانی خوب) هماهنگ است. علاوه بر این، جان و همکاران (۲۰۲۵) در مطالعه مروری خود به چالش های همکاری داده ها، شفافیت الگوریتمی و اخلاق در هوش مصنوعی اشاره کردند؛ پژوهش ما نیز نشان داد که در مناطق پایین رتبه (۱۴، ۱۵) ضعف در همکاری بین سازمانی و نبود شفافیت اداری وجود دارد که تأییدکننده چالش های مذکور در سطح محلی است.

در مجموع، یافته های پژوهش حاضر از یک سو با اکثر مطالعات پیشین (سوسانتی، ۲۰۱۶؛ دیلمی، ۲۰۱۷؛ لی، ۲۰۱۹؛ گیمار، ۲۰۲۰؛ روستایی، ۱۳۹۷؛ افضل، ۱۴۰۰؛ خشنود، ۱۴۰۴) همسویی دارد و بر اهمیت تراکم فشرده، کاهش آلودگی، اشتغال زایی، سرزندگی شهری و فناوری های نوین در

هوشمندسازی صحنه می‌گذارد. از سوی دیگر، مغایرت‌هایی با پژوهش رهنما و همکاران (۱۳۹۹) در مورد اهمیت شاخص شهروند هوشمند و با پژوهش لطفی و همکاران (۱۳۹۶) از نظر سطح تحلیل جمعیت‌شناختی مشاهده شد که به تفاوت‌های زمینه‌ای (فرهنگی، اقتصادی و ساختار شهری) بین شهرهای مورد مطالعه قابل نسبت است. مهم‌ترین نوآوری پژوهش حاضر نسبت به پیشینه، رویکرد تلفیقی (در نظر گرفتن همزمان پنج نظریه و پنج بعد) و ارزیابی جامع ۳۱ شاخص در شهر اصفهان است که پیش از این سابقه نداشته است. این امر نشان می‌دهد که هوشمندسازی شهری یک فرایند تکاملی و زمینه‌مند است و نمی‌توان نتایج یک شهر را بی‌درنگ به شهر دیگر تعمیم داد.

۷. نتیجه‌گیری و پیشنهادات:

کلانشهر اصفهان در سال‌های اخیر، همچون بسیاری از کلانشهرهای کشور، با مشکلاتی چندلایه از جمله رشد شتابان جمعیت، آلودگی هوا و آب، تخریب بافت‌های طبیعی و تاریخی، ترافیک سنگین، تولید پسماند، کاهش سلامت شهروندی، و نابرابری‌های اجتماعی و فضایی روبه‌رو بوده است. از آنجا که این شهر از یک سو فرصت‌های اقتصادی، اشتغال و خدماتی جذاب را فراهم می‌کند، اما از سوی دیگر به یکی از منابع عمده مصرف انرژی و انتشار گازهای گلخانه‌ای تبدیل شده است، ضرورت بازاندیشی در الگوهای برنامه‌ریزی و مدیریت شهری کاملاً احساس می‌شود. در چنین شرایطی، هوشمندسازی شهری به‌عنوان یک رویکرد تحول‌آفرین، می‌تواند مسیر گذار از وضعیت کنونی به سوی شهری پایدار، زیست‌پذیر، و عادلانه را هموار سازد. این رویکرد با هدف ارتقای کیفیت زندگی، تقویت اقتصاد محلی، حل مسئله حمل‌ونقل و ترافیک، حمایت از محیط زیست پاک، تسهیل تعامل شهروندان با نهادهای مدیریتی، و ایجاد یک سیستم یکپارچه خدمات شهری شکل گرفته است.

پژوهش حاضر با هدف رتبه‌بندی پانزده منطقه شهر اصفهان بر اساس شاخص‌های هوشمندسازی شهری (در پنج بعد کالبدی، محیطی-اکولوژیکی، اقتصادی، اجتماعی و مدیریتی-سیاسی) انجام شد. برای این منظور، ابتدا با استفاده از روش تحلیل سلسله‌مراتبی (AHP) به وزن‌دهی ۳۱ زیرمعیار پرداخته شد، سپس مناطق با بهره‌گیری از مدل WASPAS رتبه‌بندی گردیدند. یافته‌های اصلی به ترتیب اولویت هر بعد به صورت زیر تفسیر می‌شوند:

❖ بعد کالبدی: زیرمعیار «پیوستگی، اتصال و انسجام فضاهای شهری» با ضریب ۰,۲۹ بیشترین وزن را دارد. منطقه ۶ در این بعد رتبه اول و مناطق ۱۴ و ۱۵ در رتبه‌های پایانی قرار گرفته‌اند.

❖ بعد محیطی-اکولوژیکی: زیرمعیار «بهبود وضعیت آلودگی‌های شهری» با ضریب ۰,۴۱ بیشترین اهمیت را دارد. مناطق ۵ و ۶ (به‌طور مشترک) رتبه اول و مناطق شرقی (۱۰، ۱۴) در رتبه‌های آخر هستند.

❖ بعد اقتصادی: زیرمعیار «اشتغال‌زایی و کارآفرینی» با ضریب ۰,۳۴ در اولویت اول است. منطقه ۶ بالاترین و مناطق ۱۴ و ۱۵ پایین‌ترین رتبه را دارند.

❖ بعد اجتماعی: زیرمعیار «سرزندگی، تنوع و نشاط شهری» با ضریب ۰,۲۷ بیشترین وزن را کسب کرد. منطقه ۳ (بافت تاریخی) رتبه اول، و مناطق حاشیه‌ای ۱۴ و ۱۵ در رتبه‌های پایانی قرار دارند.

❖ بعد مدیریتی-سیاسی: زیرمعیار «خلاقیت و بکارگیری فناوری‌های جدید در مدیریت امور اداری» با ضریب ۰,۲۷ در اولویت است. منطقه ۴ رتبه اول و مناطق ۱۴ و ۱۵ رتبه‌های آخر را به خود اختصاص داده‌اند.

در نتیجه شاخص‌های هوشمندسازی در مناطق مختلف شهر اصفهان تأثیرگذاری یکسانی ندارند و شکاف معناداری میان مناطق مرکزی-شمال غربی (برخورد از زیرساخت‌های کالبدی، فضای سبز، فرصت‌های اقتصادی، سرمایه اجتماعی، و مدیریت کارآمد) و مناطق حاشیه‌ای شرقی و جنوب شرقی (با کمبود زیرساخت، آلودگی، نرخ بالای بیکاری، مشارکت اجتماعی پایین، و ضعف مدیریت محلی) مشاهده می‌شود. این نابرابری فضایی خود یکی از موانع اصلی تحقق هوشمندسازی فراگیر است. پیاده‌سازی موفق این رویکرد نیازمند سرمایه‌گذاری هدفمند، تأمین منابع مالی، تربیت نیروی انسانی متخصص، همراهی شهروندان، به‌روزرسانی مستمر سیستم‌ها، و حمایت فرابخشی از سوی نهادهای بالادست است. آنچه این پژوهش را از مطالعات پیشین متمایز می‌کند، بررسی همزمان پنج نظریه توسعه شهری (پراکنده، فشرده، رشد هوشمند، شهر الکترونیک، شهر هوشمند) و استخراج شاخص‌های مشترک در قالب پنج بعد جامع است که در پژوهش‌های داخلی تاکنون مشابه آن انجام نشده بود.

پیشنهادهای اجرایی (بر اساس ابعاد پنج‌گانه با اولویت مناطق)

بعد کالبدی:

- ارائه خدمات عمومی مبتنی بر اینترنت اشیا (IoT) در حوزه‌های کنترل ترافیک، پایش محیط، ایمنی و ... با اولویت مناطق ۱۴، ۱۵، ۱۱، ۱۲.
- طراحی زیرساخت‌های بصری جذاب، پیاده‌روهای زیبا و پر جنب و جوش به منظور تشویق پیاده‌روی، افزایش سلامت و نشاط - اولویت: مناطق ۹، ۱۲، ۱۱، ۱۴، ۱۵.
- بازآفرینی بافت‌های فرسوده و سیستم‌های سنتی برای بازگرداندن زیست‌پذیری و کاهش نابرابری فضایی - اولویت: مناطق ۱، ۳، ۹.
- ساماندهی بهینه کاربری‌ها بر اساس نیازهای جامعه، ایجاد زیرساخت حمل و نقل یکپارچه و پیشرفته، ارتقای ایمنی معابر، و استفاده از روشنایی هوشمند متناسب با شرایط آب و هوایی و ترافیک - اولویت (به ترتیب): مناطق ۹، ۱۴، ۱۵، ۱۱، ۱۲، ۲، ۴.

بعد محیطی-اکولوژیکی:

- به‌کارگیری سیستم‌های نوین کاهش آلودگی (مانند مکش زباله از زیر کف برای حفظ زیبایی محیط) - اولویت: مناطق ۱۱، ۲، ۱۴، ۹، ۱۲، ۱۵.
- ایجاد ایستگاه‌های سبز بزرگ به عنوان سایه‌بان‌های پالایش هوا، طراحی فضاهای سبز و پارک‌های شهری با عملکرد تلفیقی - اولویت: مناطق ۱۱، ۲، ۱۴.
- استفاده از زمین‌های قهوه‌ای (بایر و متروکه) برای گسترش فضای سبز و اتصال بافت‌های شهری با طبیعت (تبدیل گذرگاه‌های بی‌استفاده به پارک‌ها و باغ‌های کوچک) - اولویت: مناطق ۱۱، ۲، ۱۴، ۹، ۱۲، ۱۵.

بعد اقتصادی:

- کارآفرینی و حمایت از آن با ترویج کشاورزی شهری به عنوان منبع اشتغال خلاق - اولویت: مناطق ۱۱، ۹، ۲.
- جلب مشارکت سرمایه‌گذاران در سطوح محلی برای اجرای برنامه‌های توسعه - اولویت: مناطق ۹، ۲، ۱۱، ۱۲، ۱۴، ۱۵.
- اعمال سیاست‌های تشویقی و تنبیهی برای انتقال مشاغل آلاینده - اولویت: مناطق ۱۱، ۲، ۹.
- افزایش کمیت و کیفیت خدمات‌دهی مناطق به منظور کاهش سفرهای درون‌شهری و ارائه خدمات ۲۴ ساعته برای کاهش زمان انتظار - اولویت: مناطق ۹، ۲، ۱۱، ۱۲، ۱۴، ۱۵.

بعد اجتماعی:

- جلب مشارکت شهروندان از طریق وب و رسانه‌های اجتماعی - در تمام مناطق.
- زمینه‌سازی برای رشد افراد و گروه‌های مختلف در تصمیم‌گیری‌ها و برخورداری از آموزش همگانی - اولویت: مناطق ۱۱، ۱۴، ۱۵، ۲، ۹، ۷، ۱۰.
- رعایت برابری و عدالت در تخصیص امکانات، بازآفرینی زیرساخت‌های قدیمی و تشویق شهروندان به استفاده از آن‌ها - اولویت: مناطق ۱۱، ۱۴، ۱۵، ۲، ۹، ۷، ۱۰.
- ایجاد تجارب چندرسانه‌ای برای همه شهروندان (بازدید مجازی از موزه‌ها، سالن‌های کنسرت، و تورهای شهری) - تمام مناطق.

بعد مدیریتی-سیاسی:

- بهبود مستمر کیفیت خدمات الکترونیک شهرداری، آموزش و فرهنگ‌سازی برای استفاده از خدمات، ارائه اطلاعات شفاف از امکانات و برنامه‌های شهری برای پایداری مشارکت و تقویت مسئولیت‌پذیری شهروندان - اولویت: مناطق ۹ و ۱۱.
- همکاری مشترک برنامه‌ریزان شهری با متخصصان حوزه‌های زیست‌محیطی، اجتماعی، اقتصادی و سیاسی؛ نصب فناوری‌های نوین اطلاعاتی؛ و اجرای مدیریت استراتژیک در تمام مناطق.
- ایجاد ساختار مدیریتی منسجم برای توسعه همکاری بخشی و جلوگیری از موازی‌کاری سازمان‌ها - تمام مناطق.
- حمایت گسترده از فعالیت‌های نوآورانه و خلاقانه فردی و گروهی برای استفاده از ایده‌های جدید در پروژه‌ها - اولویت: مناطق ۹، ۱۱، ۱۳، ۱۴، ۱۵.
- شناسایی نواحی کم‌برخوردار و ارائه مشوق‌های درون‌طرحی و برنامه‌ای برای افزایش سرمایه‌گذاری در آن مناطق به منظور برقراری توازن و افزایش کیفیت زندگی - اولویت: مناطق ۹، ۱۱، ۱۳، ۱۴، ۱۵، ۳، ۱۰.
- استفاده از فناوری‌های ارتباطی و اطلاعاتی کارآمد در امور اداری برای صرفه‌جویی در هزینه و زمان شهروندان - قابلیت اجرا در تمام مناطق.

منابع

۱. افضل‌ی‌نیز، م.؛ مدیری، م.؛ فرهودی، ر. (۱۴۰۰). تحلیل الزامات و مشکلات توسعه پلتفرم مرجع برای توسعه هوشمندسازی شهرها (مطالعه موردی: شهر کرمان). فصلنامه علمی-پژوهشی جغرافیا و برنامه ریزی منطقه ای، ۱۱ (۳)، صص ۱-۱۸.
۲. پوراحمد، ا.؛ زیاری، ک.؛ حاتمی نژاد، ح.؛ پارسا، ش. (۱۳۹۷). شهر هوشمند: تبیین ضرورت‌ها و الزامات شهر تهران برای هوشمندی. نگرش‌های نو در جغرافیای انسانی، ۱۰، (۲)، صص ۱-۲۲.
۳. تقوایی، م.؛ وارثی، ح.ر.؛ نریمانی، م. (۱۳۹۴). استراتژی توسعه فیزیکی و شکل پایدار شهر اصفهان با رویکرد رشد هوشمند و شهر فشرده. مدیریت شهری، ۴۱، ۳۵۸-۳۳۹.
۴. تقوایی، م.؛ حسنی نژاد، ا. (۱۳۹۴). ارزیابی آسیب‌پذیری کالبدی-عملکردی سازمان‌های متولی مدیریت بحران شهر شیراز. شهر پایدار، ۲، (۲)، صص. ۱۷۶-۱۹۹.
۵. تقوایی، م.؛ علی‌اکبری، ع. (۱۳۹۷). ارزیابی میزان رضایت‌مندی از مسکن‌های سازمانی شهر اصفهان. نشریه جغرافیا، ۱۶، (۵۹)، صص. ۱۶۰-۱۳۹.

۶. تقوایی، م؛ حسینی خواه، ح؛ شاکرمی، ک. (۱۳۹۸). سنجش و ارزیابی عوامل موثر بر تحقق شهر الکترونیک و تحلیل فضایی شکاف دیجیتال در شهر های متوسط اندام (مورد پژوهی: شهر یاسوج). مجله جغرافیا و توسعه ناحیه ای، ۱۷، (۱)، صص. ۱۵۴-۱۲۵.
۷. تقوایی، م؛ وارثی، ح.ر؛ خیام باشی، ا. (۱۳۹۸). مدل پیش بین تاب آوری کلانشهر اصفهان در بحران ها و حوادث غیر مترقبه. تحقیقات جغرافیایی، ۳۵، (۱۳۵)، صص. ۳۰-۱۹.
۸. تقوایی، م؛ بالیده، ا. ا؛ رحیمی، ح. (۱۳۹۹). تحلیلی بر میزان اهمیت مولفه های کیفیت محیطی از دیدگاه گردشگران (مطالعه موردی: کلان شهر اصفهان). مطالعات توسعه پایدار شهری و منطقه ای، ۱، (۱)، صص ۲۱-۱.
۹. جلالیان، ح؛ پاشازاده، ا؛ نامداری، ف. (۱۳۹۵). عوامل موثر در تحولات جمعیتی و کالبدی سکونتگاه های پیرامون کلان شهرها و پیامدهای آن. فصلنامه علمی پژوهش های بوم شناسی شهری، ۷، (۱۳)، صص. ۵۰-۳۳.
۱۰. حسینی، ه؛ قدمی، م. (۱۳۹۲). تحلیل الگوی توسعه کالبدی فضایی شهر سبزوار. فضای جغرافیایی، ۱۳، (۱۴)، صص. ۲۴۰-۲۱۹.
۱۱. خوشنود، ف، یحیی پور، م. (۱۴۰۴). بررسی اثر هوشمندسازی زیرساخت های شهری بر انسجام اجتماعی در فضا های جمعی (نمونه موردی: میدان شهرداری رشت)، نشریه پژوهش های جغرافیای اجتماعی، پیاپی، صص ۵۱-۸۸.
۱۲. داداش پور، ه؛ تقوایی، ع.ا؛ قانع، ن. (۱۳۹۳). بررسی ظرفیت توسعه میام افزا در فضا های موقوفه شهری مطالعه موردی: ناحیه ۳ منطقه ۲ شهر یزد. فصلنامه مطالعات شهر ایرانی اسلامی، (۱۵)، صص ۷۸-۶۳.
۱۳. رهنما، م؛ حسینی، م؛ محمدی، ح. (۱۳۹۹). سنجش و ارزیابی شاخص های شهر هوشمند در کلان شهر اهواز، پژوهش های جغرافیای انسانی، ۵۲، (۲)، صص ۶۱۱-۵۸۹.
۱۴. زینی، م؛ مجتبی زاده خاقانی، ح. (۱۳۹۹). مطالعه تطبیقی شاخص های زیست پذیری مناطق شهری اسلامشهر. فصلنامه علمی پژوهش و برنامه ریزی شهری، ۱۱، (۴۳)، صص ۱۶۵-۱۷۷.
۱۵. سیف الدینی، ف؛ پوراحمد، ا؛ زیاری، ک؛ دهقانی الوار، ع.ن. (۱۳۹۲). بررسی بسترها و موانع رشد شهر هوشمند در شهرهای میانی مطالعه موردی: خرم آباد، آمایش سرزمین. ۵، (۲)، صص. ۲۶۰-۲۴۱.

۱۶. صابری، ح. دانشور، ف. (۱۳۹۷). تحلیل فضایی و مکان‌گزینی ایستگاه‌های آتش‌نشانی کلانشهر اصفهان. مجله کاربرد سیستم اطلاعات جغرافیایی و سنجش از دور در برنامه ریزی، ۹، (۲)، صص ۸۳-۹۹.

۱۷. ملکی، س.؛ شنبه‌پور، ف. (۱۳۹۸). سنجش میزان برخورداری مناطق شهری اهواز از شاخص‌های شهر خلاق. مطالعات محیطی هفت حصار، ۸، (۲۹)، صص ۷۷-۸۸.

۱۸. مهدنژاد، ح.؛ غلامی، ع. ر. (۱۴۰۰). تحلیل جغرافیایی قطبش اجتماعی در کلانشهر اصفهان. فصلنامه جغرافیا، ۶۹، صص ۱۱۵-۱۳۰.

۱۹. نظم‌فر، ح.؛ عشقی چهاربرج، ع.؛ اسماعیلی، ا. (۱۳۹۷). تحلیل شاخص‌های رشد هوشمند شهر در مناطق شهر ارومیه. پژوهش‌های بوم‌شناسی شهری، ۹، (۱۷)، صص ۳۵-۴۸.

۲۰. ویسی، ا.؛ قیسوندی، آ. (۱۳۹۰). شهر هوشمند، تکوین انقلاب شهری نوین، شهر الکترونیک واقعیت شهرهای فردا. کتاب ماه هنر، ۱۵۵، صص ۳۶-۴۵.

21. Admiraal, H, Cornaro, A. (2019). Future cities, resilient cities – The role of underground space in achieving urban resilience, *Underground Space*.
22. Albino, V., Berardi, U., & Dangelico, R. M. (2015). Smart cities: Definitions, dimensions, performance, and initiatives. *Journal of Urban Technology*, 22(1), 3–21.
23. Amović, M., Govedarica, M., Radulović, A., Janković, I., (2021), Big Data in Smart City: Management Challenges, *Applied sciences*, pp.1-27.
24. Barba-Sánchez, V, Arias-Antúnez, E, Orozco-Barbosa, L, (2020), Smart cities as a source for entrepreneurial opportunities: Evidence for Spain, *Technological Forecasting & Social Change*, 148, 1-10.
25. Bricker, S, Banks, V, Galik, G, Tapete, D, Jones, R. (2020), Accounting for groundwater in future city visions, *Land Use Policy* (69), 618-630.
26. Brogan, J., Barber, N., Cornett, D., Bolme, D., (2023), VDiSC: An Open Source Framework for Distributed Smart City Vision and Biometric Surveillance Networks, *Computer Vision Foundation*, pp.148-154.
27. Bucharest Community Foundation. (2025). *State of the environment in Bucharest 2025: Air pollution, green spaces and climate challenges*. Bucharest: Environmental Platform for Bucharest.
28. Buhalis, D., O'Connor, P. and Leung, R., (2023), Smart hospitality: from smart cities and smart tourism towards agile business ecosystems in networked destinations. *International Journal of Contemporary Hospitality Management*, 35 (1), pp.369-393.
29. Caragliu, A., Del Bo, C., & Nijkamp, P. (2011). Smart cities in Europe. *Journal of Urban Technology*, 18(2), 65–82.

30. Chen, F., She, W., Zeng, F., Gao, M., Wen, C., Liu, G., Wu, L., Wu, Y., & Zhang, C. (2024). Optimization strategy of community planning for environmental health and public health in smart city under multi-objectives. *Frontiers in Public Health*, 12, 1347122.
31. Clement, J, Crutzen, N, (2021), How Local Policy Priorities Set the Smart City Agenda, *Technological Forecasting & Social Change*, 171, 1-11.
32. ESCAP (United Nations Economic and Social Commission for Asia and the Pacific). (2025). *Asia's megacities at a crossroads: Climate and population challenges*. Bangkok: United Nations.
33. Gabriel, S, Faria, J, Moglen, G. (2006). A multiobjective optimization approach to smart growth in land development, *Socio-Economic Planning Sciences* 40. 212-248.
34. Gavurova, B, Kelemen, M, Polishchuk, V, (2022), Expert model of risk assessment for the selected components of smart city concept: From safe time to pandemics as COVID-19, *Socio-Economic Planning Sciences*, 1-12.
35. Gils, B. A. M. v., Bailey, A., (2023), Revisiting inclusion in smart cities: infrastructural hybridization and the institutionalization of citizen participation in Bengaluru's peripheries, *INTERNATIONAL JOURNAL OF URBAN SCIENCES*, VOL. 27, NO. S1, pp. 29–49.
36. Gren, A, Colding, J, Berghauser-Pont, M, Marcus, L. (2018). How smart is smart growth? Examining the environmental validation behind city compaction, *Royal Swedish Academy of Sciences*, 1-9.
37. Hudson, Ch, Rönnblom, M. (2020). Is an 'other' city possible? Using feminist utopias in creating a more inclusive vision of the future city, *Futures*, 121, 1-10.
38. Jararweh, Y, Otoum, S, Ridhawi, I, (2020), Trustworthy and Sustainable Smart City Services at the Edge, *Sustainable Cities and Society*, 1-29.
39. John, J., Amar Raj, R. D., Karimi, M., Nazari, R., Yanamala, R. M. R., & Pallakonda, A. (2025). Artificial intelligence for smart cities: A comprehensive review across six pillars and global case studies. *Urban Science*, 9(7), 249. <https://doi.org/10.3390/urbansci9070249>
40. John, J., Amar Raj, R. D., Karimi, M., Nazari, R., Yanamala, R. M. R., & Pallakonda, A. (2025). Artificial intelligence for smart cities: A comprehensive review across six pillars and global case studies. *Urban Science*, 9(7), 249.
41. Joo, Y. M., (2021), Developmentalist smart cities? the cases of Singapore and Seoul, *INTERNATIONAL JOURNAL OF URBAN SCIENCES*, pp. 1-11.
42. Khan, Sh. Zaman, A. (2017). Future cities: Conceptualizing the future based on a critical examination of existing notions of cities. Contents lists available at ScienceDirect, 7, 217-225.

43. Komninos, N., Kakderi, C., Panori, A., & Tsarchopoulos, P. (2019). Smart city planning from an evolutionary perspective. *Journal of Urban Technology*, 26(2), 3–18.
44. Kummitha, R. K. R., & Crutzen, N. (2017). How do we understand smart cities? An evolutionary perspective. *Cities*, 67, 43–52.
45. Kunzmann, K. R. (2014). Smart cities: A new paradigm of urban development. *Crios*, 7(1), 9 -20.
46. Kuo, Y.H, Leung, J. M. Y., Yan Yimo, (2022), Public transport for smart cities: Recent innovations and future challenges, *European Journal of Operational Research*, pp. 1-26.
47. Kusumastuti, R, NurmalaJuliana, n, Rouli, j, Herdiansyah, H, (2022), Analyzing the factors that influence the seeking and sharing of information on the smart city digital platform: Empirical evidence from Indonesia, *Technology in Society*, 68, 1-13.
48. Lee, J., Babcock, J., Pham, T. S., Bui, T. H., Kang, M., (2023), Smart city as a social transition towards inclusive development through technology: a tale of four smart cities, *International Journal of Urban Sciences*, 27:sup1, pp. 75-100.
49. Leung, K. Y. K., Lee, H. Y., (2021), Implementing the smart city: who has a say? Some insights from Hong Kong, *International Journal of Urban Sciences*, pp. 1-25.
50. Litman, T. (2005). Evaluating Criticism Of Smart Growth, Victoria Transport Policy Institute. (www.vtpi.org).
51. Lluïsa, M, Llacuna, M, (2020), The people's smart city dashboard (PSCD): Delivering on community-led governance with blockchain, *Technological Forecasting & Social Change*, 158, 1-11.
52. Martin-Moreno, J. M., Garcia-Lopez, E., Guerrero-Fernandez, M., Alfonso-Sanchez, J. L., & Barach, P. (2025). Devastating "DANA" floods in Valencia: Insights on resilience, challenges, and strategies addressing future disasters. *Public Health Reviews*, 46, 1608297.
53. Masi, D., & others (2025). Evaluating smart and sustainable city projects: An integrated framework of impact and performance indicators. *Smart Cities*, 8(5), 172.
54. Masi, D., et al. (2025). Evaluating smart and sustainable city projects: An integrated framework of impact and performance indicators. *Smart Cities*, 8(5), 172.
55. Mattoni, B. Pompei, L. Losilla, J. Bisegna. F. (2020), Planning Smart cities: comparison of two quantitative multicriteria methods applied to real case studies, *Sustainable Cities and Society*, 60, 1-29.
56. Pearsall, H, (2017), Staying cool in the compact city: Vacant land and urban heating in Philadelphia, Pennsylvania, *Applied Geography*, 79, 84-92.

57. Peyman, M., Fluechter, T, Panadero, J, Serrat, C, Xhafa, F, Juan A. A., (2023), Optimization of Vehicular Networks in Smart Cities: From Agile Optimization to Learnheuristics and Simheuristics, 23,499, pp.1-25.
58. Prasad, D, Alizadeh, T, (2020), What makes Indian Cities Smart? - A Policy Analysis of Smart Cities Mission, Telematics and Informatics, 1-32.
59. Saberi, H, Daneshvar, F, (2019), Spatial analysis and location selection of fire stations in Isfahan metropolis, Application of geographic information system and remote sensing in planning, 10, (2), 83-99.
60. Sciara, G. (2020), Implementing regional smart growth without regional authority: The limits of information for nudging local land use, Cities, 103, 1-10.
61. Shahbazi, M, Chobgin, H, Nohesara, M, (2013), Electronic city (Concept to Application), INTERDISCIPLINARY JOURNAL OF CONTEMPORARY RESEARCH IN BUSINESS, 5 (3), 889-909.
62. Sharifi, A. (2020), A typology of smart city assessment tools and indicator sets, Sustainable Cities and Society, 1-37.
63. Shi, M. (2025). [Deepening urban governance to promote sustainable urban development]. *China Environment News*, August 12, 2025.
64. Susanti, R, Soetomo, S, Buchori, I, Brotosunaryo, P. (2016), Smart growth, smart city and density: in search of the appropriate indicator for residential density in Indonesia, Procedia - Social and Behavioral Sciences, 227, 194-201.
65. Taghvaei, M, Shafiei, M, Taghvaei, A. (2025), Smart growth : principles and strategies for sustainable cities, Negarkhaneh Publications.
66. Taghvaei, M, Shafiei, M, Taghvaei, A. (2025), Smart cities[Book] : participatory planning for resilient urbanism, Negarkhaneh Publications.
67. Trindade Neves, F, Castro Neto, M, Aparicio, M. (2020). The impacts of open data initiatives on smart cities: A framework for evaluation and monitoring, Cities, 106, 1-15.
68. UN-Habitat. (2025). *Monitoring smart inclusive transition for equitable urban futures*. Nairobi: United Nations Human Settlements Programme.
69. Yang, Ch, Liang, P, Fu, L, Cui, G, Huang, F, Teng, F, Abbas Bangash, Y. (2022). Using 5G in smart cities: A systematic mapping study, Intelligent Systems with Applications, 14, 1-23.
70. Ye, T, Zhuang, Y, Qiao, G, (2023), SCKPISec: A KPI-Guided Model-Based Approach to Realize Security by Design for Smart City Systems, 15, 1884, pp. 1-44.
71. Zavadskas, E,K, Kalibatas, D, Kalibatiene, D. (2016). A multi-attribute assessment using WASPAS for choosing an optimal indoor environment, Archives of Civil and Mechanical Engineering, 16, 76-85.