

بررسی نقش فناوری‌های شهر هوشمند در ارتقای کیفیت زندگی شهروندان و دستیابی به توسعه پایدار شهری

فریبا قربانی خوشنود

کارشناس ارشد برنامه‌ریزی شهری و منطقه‌ای دانشگاه علامه طباطبائی، کارشناس شهرسازی و معماری
شهرداری فردیس

نام نویسنده مسئول:

فریبا قربانی خوشنود

چکیده

پژوهش حاضر با هدف تبیین نقش فناوری‌های شهر هوشمند در ارتقای کیفیت زندگی شهروندان و دستیابی به توسعه پایدار شهری انجام شده است. در مدل پیشنهادی، اینترنت اشیا و زیرساخت‌های ارتباطی، هوش مصنوعی و تحلیل کلان‌داده، حکمرانی و خدمات الکترونیکی، حمل‌ونقل هوشمند، مدیریت هوشمند انرژی و محیط‌زیست و مشارکت دیجیتال شهروندان به عنوان ابعاد فناوری‌های شهر هوشمند در نظر گرفته شده‌اند. کیفیت زندگی شهری نیز براساس دسترسی به خدمات، سلامت و ایمنی، کیفیت محیط، تحرک، رفاه اقتصادی، مشارکت اجتماعی و رضایت از زندگی بررسی می‌شود. پژوهش از نظر هدف کاربردی و از نظر روش، کمی، توصیفی-پیمایشی و مقطعی است. جامعه آماری شامل شهروندان ۱۸ سال و بالاتر ساکن هشت کلان‌شهر ایران است و حجم نمونه با استفاده از فرمول کوکران، ۳۸۴ نفر تعیین شده است. ابزار گردآوری داده‌ها پرسشنامه محقق‌ساخته مبتنی بر مطالعات معتبر داخلی و خارجی است. تحلیل داده‌ها با استفاده از آمار توصیفی و مدل‌سازی معادلات ساختاری حداقل مربعات جزئی انجام می‌شود. مدل پژوهش افزون بر سنجش اثر مستقیم فناوری‌های شهر هوشمند بر کیفیت زندگی و توسعه پایدار، نقش میانجی کیفیت زندگی را نیز ارزیابی می‌کند. نوآوری پژوهش در تلفیق ابعاد فناورانه، انسانی، حکمرانی، عدالت دیجیتال و پیامدهای اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی در یک چارچوب شهروندمحور و قابل اندازه‌گیری است.

واژگان کلیدی: شهر هوشمند، فناوری‌های شهری، کیفیت زندگی، توسعه پایدار شهری، حکمرانی هوشمند، هوش مصنوعی، اینترنت اشیا.

مقدمه

رشد شهرنشینی، افزایش تراکم جمعیت، گسترش سفرهای شهری، مصرف فزاینده انرژی، آلودگی‌های محیطی و افزایش تقاضا برای خدمات عمومی، مدیریت شهرهای معاصر را با مسائل پیچیده و چندبعدی مواجه ساخته است. در چنین شرایطی، روش‌های سنتی مدیریت شهری که بر اطلاعات پراکنده، تصمیم‌گیری بخشی و واکنش پس از وقوع مسئله استوارند، توانایی محدودی برای پاسخ‌گویی سریع، هماهنگ و مؤثر به نیازهای شهروندان دارند. فناوری‌های شهر هوشمند با فراهم کردن امکان جمع‌آوری، پردازش و تحلیل داده‌های شهری، زمینه حرکت از مدیریت واکنشی به مدیریت پیش‌نگر، یکپارچه و داده‌محور را فراهم می‌کنند.

شهر هوشمند صرفاً به معنای استفاده گسترده از تجهیزات الکترونیکی، حسگرها و شبکه‌های ارتباطی نیست. هوشمندی زمانی ارزش واقعی پیدا می‌کند که فناوری به افزایش شفافیت، پاسخ‌گویی، دسترسی به خدمات، مشارکت عمومی و بهبود کیفیت زندگی منجر شود. رودریگز بولیوار و لوپز کوئیلز (۲۰۱۸) در پژوهشی تجربی درباره شهرهای هوشمند اروپایی نشان دادند که تحقق کیفیت زندگی مطلوب صرفاً به عضویت شهرها در شبکه‌ها و برنامه‌های هوشمندسازی وابسته نیست، بلکه به نتایج واقعی سیاست‌های شهری، تأثیر آن‌ها بر زندگی شهروندان و مشارکت عمومی در تصمیم‌گیری‌ها ارتباط دارد (Rodríguez Bolívar & López-Quiles, 2018).

در کشورهای درحال توسعه، تحقق شهر هوشمند با توسعه زیرساخت‌های فنی به‌تنهایی امکان‌پذیر نیست. ضعف نهادهای مدیریتی، نابرابری در دسترسی به فناوری، محدودیت سرمایه انسانی، پایین بودن سواد دیجیتال و نبود سازوکارهای مشارکت شهروندی می‌تواند اثربخشی پروژه‌های هوشمندسازی را کاهش دهد. مرور نظام‌مند روحلان (۲۰۱۸) نشان داد که حکمرانی شهر هوشمند تحت تأثیر عوامل زمینه‌ای و نهادی قرار دارد و شیوه‌های سنجش و پیامدهای مورد انتظار آن در شرایط مختلف یکسان نیست. بنابراین، توسعه زیرساخت فناوری باید با توجه به ظرفیت نهادی و شرایط اجتماعی و مدیریتی شهرها همراه شود (Ruhlandt, 2018).

در رویکرد شهر هوشمند پایدار، فناوری هدف نهایی توسعه نیست، بلکه ابزاری برای افزایش بهره‌وری، کاهش مصرف منابع، بهبود خدمات، حفاظت از محیط‌زیست و ارتقای رفاه شهروندان است. پوراحمد و همکاران (۱۳۹۷) با بررسی مفهوم و ویژگی‌های شهر هوشمند نشان دادند که با وجود گسترش ادبیات علمی، تعریف واحدی از این مفهوم وجود ندارد و شهر هوشمند دارای ماهیتی چندبعدی است. آنان تأکید کردند که بهره‌گیری از فناوری به‌تنهایی برای تحقق هوشمندی شهری کافی نیست و فناوری‌ها باید متناسب با نیازهای واقعی شهروندان و شرایط زمینه‌ای شهرها به کار گرفته شوند. از این منظر، تحقق شهر هوشمند مستلزم توجه هم‌زمان به ابعاد فناورانه، اجتماعی و مدیریتی توسعه شهری است (پوراحمد و همکاران، ۱۳۹۷).

جایگاه موضوع پژوهش حاضر در نقطه اتصال سه حوزه فناوری شهری، کیفیت زندگی و توسعه پایدار قرار دارد. بخشی از مطالعات پیشین بر زیرساخت دیجیتال و کارایی فنی تمرکز داشته‌اند، درحالی‌که برخی دیگر کیفیت زندگی یا پایداری را مستقل از فرایند هوشمندسازی بررسی کرده‌اند. مکی و همکاران (۲۰۱۸) در مطالعه‌ای درباره کیفیت زندگی در شهر هوشمند کوریتیا در برزیل، با بررسی دیدگاه ۴۰۰ شهروند، چهار حوزه روابط اجتماعی و ساختاری، رفاه محیطی، رفاه مادی و یکپارچگی اجتماعی را شناسایی کردند. نتایج نشان داد که ارزیابی کیفیت زندگی در شهر هوشمند باید علاوه بر ویژگی‌های فناورانه، رضایت و تجربه واقعی شهروندان را نیز در بر گیرد (Macke et al., 2018).

مسئله اصلی پژوهش آن است که توسعه فناوری‌های هوشمند تحت چه شرایطی و از طریق چه سازوکاری به ارتقای کیفیت زندگی و توسعه پایدار شهری منجر می‌شود. سرمایه‌گذاری در سامانه‌های دیجیتال، هوش مصنوعی یا اینترنت اشیا به‌تنهایی تضمین نمی‌کند که شهروندان از خدمات بهتر، محیط سالم‌تر یا فرصت‌های برابرتر برخوردار شوند. یک فناوری ممکن است از نظر فنی کارآمد باشد، اما به دلیل نبود اعتماد، نگرانی‌های امنیتی، طراحی پیچیده، پوشش نابرابر یا ناهماهنگی با نیازهای واقعی شهروندان، آثار اجتماعی محدودی ایجاد کند.

مطالعات پیشین نیز بر ضرورت توجه به ابعاد اجتماعی و زیست‌محیطی هوشمندسازی تأکید دارند. انگلبرت و همکاران (۲۰۱۹) نشان دادند که تمرکز برخی برنامه‌های شهر هوشمند اروپایی بر رقابت‌پذیری و کسب عنوان هوشمندی می‌تواند به نادیده گرفتن دیدگاه‌ها و منافع شهروندان منجر شود. همچنین، بیگیتجانلار و کامروزمان (۲۰۱۸) در پژوهشی مبتنی بر داده‌های

تابلویی ۱۵ شهر بریتانیا نشان دادند که رابطه میان هوشمندی شهری و انتشار دی‌اکسیدکربن خطی نیست و توسعه فناوری لزوماً به پیامدهای زیست‌محیطی مطلوب و یکسان منجر نمی‌شود. بنابراین، موفقیت برنامه‌های هوشمندسازی به هماهنگی سیاست‌های فناوریانه با مشارکت واقعی شهروندان و اهداف توسعه پایدار وابسته است (Engelbert et al., 2019; Yigitcanlar & Kamruzzaman, 2018).

ضرورت انجام پژوهش حاضر از آنجا ناشی می‌شود که مدیریت شهری برای تخصیص منابع محدود خود به شواهدی نیاز دارد که مشخص کند کدام فناوری‌ها بیشترین تأثیر را بر زندگی شهروندان دارند. ممکن است یک پروژه هوشمندسازی از نظر تعداد کاربران یا تجهیزات موفق باشد، اما تأثیر قابل توجهی بر کاهش زمان سفر، دسترسی عادلانه، سلامت، رضایت عمومی یا مصرف منابع نداشته باشد. از این رو، ارزیابی شهر هوشمند باید براساس پیامدهای انسانی، اجتماعی و محیط‌زیستی انجام شود.

در ایران نیز مطالعاتی درباره شاخص‌ها، زیرساخت‌ها و مدل‌های شهر هوشمند انجام شده است. حسینی و همکاران (۱۳۹۸) زیرساخت‌های نرم‌افزاری و سخت‌افزاری، ایجاد پایگاه داده، نوآوری سازمانی و تبادل اطلاعات میان ذی‌نفعان را از عوامل مهم تحقق مدیریت هوشمند شهری معرفی کرده‌اند. اسماعیل‌زاده و همکاران (۱۳۹۸) نیز در مطالعه منطقه ۶ تهران، ارتباط مستقیم میان هوشمندی و پایداری شهری را گزارش کردند و نشان دادند که مؤلفه‌های زندگی هوشمند، تحرک هوشمند و مردم هوشمند در تبیین پایداری شهری اهمیت دارند. با وجود این، همچنان به مدلی نیاز است که تأثیر ابعاد متمایز فناوری را بر کیفیت زندگی و پایداری و همچنین نقش عدالت و مشارکت دیجیتال را به صورت هم‌زمان بررسی کند.

نوآوری پژوهش حاضر در آن است که فناوری شهر هوشمند به عنوان یک متغیر کلی و یک‌بعدی بررسی نمی‌شود، بلکه به شش بعد مشخص و قابل اندازه‌گیری تقسیم می‌شود. افزون بر این، کیفیت زندگی هم به عنوان پیامد مستقیم فناوری و هم به عنوان متغیر میانجی میان فناوری و توسعه پایدار وارد مدل می‌شود. مشارکت الکترونیکی، عدالت دیجیتال، اعتماد عمومی و حفاظت از داده‌ها نیز در کنار ابعاد فنی مورد توجه قرار می‌گیرند.

بر این اساس، هدف اصلی پژوهش بررسی نقش فناوری‌های شهر هوشمند در ارتقای کیفیت زندگی شهروندان و دستیابی به توسعه پایدار شهری است. اهداف فرعی شامل شناسایی ابعاد اصلی فناوری‌های شهر هوشمند، سنجش تأثیر هر بعد بر کیفیت زندگی، بررسی تأثیر کیفیت زندگی بر پایداری اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی، ارزیابی نقش میانجی کیفیت زندگی و ارائه چارچوبی برای اولویت‌بندی سرمایه‌گذاری‌های هوشمند شهری است.

مرور ادبیات و پیشینه پژوهش

پژوهش‌های داخلی

پوراحمد و همکاران در سال ۱۳۹۷ با روش توصیفی-تحلیلی، مفهوم و ویژگی‌های شهر هوشمند را بررسی کردند. نتایج نشان داد که با وجود گسترش ادبیات علمی، تعریف واحدی از شهر هوشمند وجود ندارد و هوشمندی شهری مفهومی چندبعدی است. آنان تأکید کردند که توسعه فناوری به تنهایی برای تحقق شهر هوشمند کافی نیست و راهکارهای فناوریانه باید با نیازهای شهروندان و شرایط زمینه‌ای شهرها سازگار باشند (پوراحمد و همکاران، ۱۳۹۷).

حسینی، لعلی‌نیت و حیدری‌نیا در سال ۱۳۹۸ با روش توصیفی-تبیینی و بهره‌گیری از مطالعات کتابخانه‌ای، مصاحبه، روش دلفی و نرم‌افزار MicMac، الگوی مدیریت هوشمند شهری را بررسی کردند. نتایج نشان داد که از میان ۳۳ شاخص بررسی‌شده، ۹ شاخص از جمله زیرساخت‌های نرم‌افزاری و سخت‌افزاری، ایجاد پایگاه داده، نوآوری سازمانی و تبادل اطلاعات میان ذی‌نفعان برای اجرای موفق مدیریت هوشمند شهری اولویت دارند (حسینی و همکاران، ۱۳۹۸).

اسماعیل‌زاده، فنی و عبدلی در سال ۱۳۹۸ با روش پیمایشی و استفاده از پرسشنامه و تحلیل رگرسیونی، نقش مؤلفه‌های شهر هوشمند را در تحقق توسعه پایدار شهری در منطقه ۶ تهران بررسی کردند. نتایج نشان داد که میان هوشمندی و پایداری شهری رابطه مستقیمی وجود دارد و زندگی هوشمند، تحرک هوشمند و مردم هوشمند از مهم‌ترین مؤلفه‌های مؤثر بر پایداری شهری هستند (اسماعیل‌زاده و همکاران، ۱۳۹۸).

پژوهش‌های خارجی

رودریگز بولیوار و لویز کونیلز در سال ۲۰۱۸ با انجام پژوهشی تجربی درباره شهرهای هوشمند اروپایی، ارتباط هوشمندسازی با کیفیت زندگی شهروندان را بررسی کردند. نتایج نشان داد که تحقق اهداف کیفیت زندگی در شهرهای هوشمند بیش از آنکه به حضور شهرها در شبکه‌ها و برنامه‌های هوشمندسازی وابسته باشد، به پیامدهای واقعی اقدامات شهری و مشارکت شهروندان در سیاست‌ها و تصمیم‌گیری‌ها ارتباط دارد. (Rodríguez Bolívar & López-Quiles, 2018)

روحانیت در سال ۲۰۱۸ با مرور نظام‌مند ادبیات حکمرانی شهر هوشمند، مؤلفه‌ها، روش‌های سنجش و پیامدهای مورد انتظار حکمرانی هوشمند را بررسی کرد. نتایج نشان داد که تعاریف مختلفی از حکمرانی شهر هوشمند وجود دارد و عوامل زمینه‌ای، شیوه‌های ارزیابی و پیامدهای حکمرانی در مدل‌های موجود متفاوت هستند. (Ruhlandt, 2018)

یه در سال ۲۰۱۷ با بررسی دیدگاه شهروندان درباره خدمات هوشمند مبتنی بر فناوری اطلاعات و ارتباطات، عوامل مؤثر بر پذیرش این خدمات و ارتباط آن‌ها با کیفیت زندگی را مطالعه کرد. نتایج نشان داد که کیفیت خدمات، نوآوری و حفاظت از حریم خصوصی در پذیرش خدمات هوشمند اهمیت دارند و استفاده بیشتر از این خدمات با کیفیت زندگی بالاتر شهروندان همراه است. (Yeh, 2017).

شین و کو در سال ۲۰۱۹ با استفاده از داده‌های تابلویی ۲۰۰ شهر چین طی سال‌های ۲۰۰۷ تا ۲۰۱۶ و روش تفاضل در تفاضل همراه با تطبیق نمره تمایل، تأثیر سیاست‌های شهر هوشمند بر بهره‌وری کل عوامل سبز را بررسی کردند. نتایج نشان داد که اجرای این سیاست‌ها با افزایش معنادار بهره‌وری سبز شهری همراه بوده و میزان تأثیرگذاری آن‌ها در شهرهای مختلف متفاوت است. (Xin & Qu, 2019).

مکی و همکاران در سال ۲۰۱۸ با مطالعه شهر کوریتیا در برزیل و مصاحبه با ۴۰۰ شهروند، ابعاد کیفیت زندگی را در چارچوب شهر هوشمند بررسی کردند. نتایج چهار حوزه اصلی روابط اجتماعی و ساختاری، رفاه محیطی، رفاه مادی و یکپارچگی اجتماعی را شناسایی کرد. همچنین، ارزیابی پاسخ‌دهندگان نشان‌دهنده رضایت پایین آنان از برخی ویژگی‌های اصلی شهر هوشمند کوریتیا بود. (Macke et al., 2018)

تومور و همکاران در سال ۲۰۱۹ با مرور نظام‌مند ادبیات، رابطه میان حکمرانی هوشمند و توسعه پایدار شهری را بررسی کردند. آنان حکمرانی هوشمند را در قالب همکاری مبتنی بر فناوری میان شهروندان و دولت‌های محلی مطالعه کردند. نتایج نشان داد که شواهد تجربی درباره پیامدهای مثبت حکمرانی هوشمند بر پایداری محدود و گاه متناقض است و شرایط زمینه‌ای در تبیین این پیامدها اهمیت دارد. (Tomor et al., 2019)

ببیری و کروگستی در سال ۲۰۱۷ با مرور جامع و میان‌رشته‌ای ادبیات، مفاهیم، ابعاد و رویکردهای توسعه شهرهای هوشمند پایدار را بررسی کردند. نتایج نشان داد که با وجود پیشرفت مطالعات، مسائل نظری و کاربردی متعددی در این حوزه همچنان حل نشده باقی مانده است و توسعه چارچوب‌های یکپارچه برای پیوند فناوری‌های هوشمند با برنامه‌ریزی و توسعه پایدار شهری ضرورت دارد. (Bibri & Krogstie, 2017)

مورا، بولیچی و دیکین در سال ۲۰۱۷ با استفاده از تحلیل کتاب‌سنجی، روند تحول پژوهش‌های شهر هوشمند را در دوره ۱۹۹۲ تا ۲۰۱۲ بررسی کردند. یافته‌ها نشان داد که ادبیات شهر هوشمند با پراکندگی مفهومی همراه بوده و در دو جریان اصلی فناوری‌محور و جامع‌نگر توسعه یافته است. (Mora et al., 2017)

یگیتجانلار و همکاران در سال ۲۰۱۹ با مرور نظام‌مند ادبیات شهرهای هوشمند و پایدار، رابطه میان توسعه فناوری و تحقق پایداری شهری را بررسی کردند. نتایج نشان داد که فناوری‌محوری افراطی، پیچیدگی اجرای برنامه‌های هوشمندسازی و مفهوم‌پردازی نامنسجم از موانع دستیابی به اهداف پایداری هستند. آنان بر ضرورت هماهنگی سیاست‌های شهر هوشمند با اهداف واقعی توسعه پایدار تأکید کردند. (Yigitcanlar et al., 2019)

اودوایر و همکاران در سال ۲۰۱۹ با مرور تحولات سامانه‌های هوشمند انرژی، نقش معماری سامانه‌ها، روش‌های کنترل، هوش محاسباتی و یادگیری ماشین را در مدیریت یکپارچه انرژی شهری بررسی کردند. نتایج نشان داد که استفاده از حسگرها و روش‌های محاسباتی هوشمند می‌تواند به هماهنگی عرضه و تقاضای انرژی و توسعه سامانه‌های پایدار انرژی در شهرهای هوشمند کمک کند. (O'Dwyer et al., 2019)

لیتراس و ویسویزی در سال ۲۰۱۸ با بررسی ادراک و تجربه کاربران خدمات شهر هوشمند و تحلیل داده‌های یک مطالعه مقدماتی بین‌المللی، میزان آگاهی، توانایی استفاده و نگرانی‌های کاربران را بررسی کردند. نتایج نشان داد که حتی کاربران برخوردار از تحصیلات بالا و مهارت فناوریانه، درباره کاربردپذیری، امنیت، دسترسی و کارایی خدمات هوشمند نگرانی‌هایی دارند. پژوهش همچنین سه گروه کلی از کاربران شامل کاربران حامی، نگران و بی تفاوت را شناسایی کرد. (Lytras & Visvizi, 2018)

یگیتجانلار و کامروزمان در سال ۲۰۱۸ با استفاده از داده‌های تابلویی ۱۵ شهر بریتانیا طی دوره ۲۰۰۵ تا ۲۰۱۳، رابطه میان هوشمندی شهری و انتشار دی‌اکسیدکربن را بررسی کردند. نتایج نشان داد که این رابطه غیرخطی است و تأثیر هوشمندی بر انتشار دی‌اکسیدکربن در طول دوره مطالعه تغییر معناداری نداشته است. این یافته بر ضرورت ارزیابی پیامدهای واقعی برنامه‌های شهر هوشمند در تحقق پایداری تأکید دارد. (Yigitcanlar & Kamruzzaman, 2018)

لیتراس، ویسویزی و سریرت در سال ۲۰۱۹ با مرور خدمات شهر هوشمند و تحلیل داده‌های یک پیمایش مقدماتی بین‌المللی، ادراک و انتظارات کاربران از خدمات فناوریانه شهری را بررسی کردند. آنان با شناسایی و دسته‌بندی خدمات هوشمند، بر ضرورت توجه به نیازها و انتظارات کاربران نهایی و هماهنگی میان عرضه‌کنندگان فناوری، سیاست‌گذاران و شهروندان تأکید کردند. (Lytras et al., 2019)

انگلبرت و همکاران در سال ۲۰۱۹ با بررسی گفتمان و سازوکارهای توسعه برنامه‌های شهر هوشمند اروپایی، جایگاه مشارکت شهروندان را تحلیل کردند. نتایج نشان داد که تأکید برخی برنامه‌های هوشمندسازی بر رقابت‌پذیری شهری و دریافت حمایت‌های مالی می‌تواند به کنار گذاشته شدن دیدگاه‌ها و منافع شهروندان منجر شود. آنان بر ضرورت توجه جدی‌تر به مشارکت و فراگیری اجتماعی در سیاست‌های شهر هوشمند تأکید کردند. (Engelbert et al., 2019)

جدول ۱. مرور پژوهش‌های داخلی و خارجی

سال	نویسنده / نویسندگان	روش پژوهش	مهم‌ترین دستاورد
۲۰۱۷	Yeh	بررسی تجربی خدمات هوشمند از دیدگاه شهروندان	ارتباط کیفیت خدمات، پذیرش فناوری و کیفیت زندگی
۲۰۱۷	Krogstie و Bibri	مرور جامع میان‌رشته‌ای	ضرورت تدوین چارچوب یکپارچه شهر هوشمند پایدار
۲۰۱۷	Mora و همکاران	تحلیل کتاب‌سنجی	شناسایی رویکردهای فناوری‌محور و جامع‌نگر در پژوهش‌های شهر هوشمند
۲۰۱۷	Hair و همکاران	کتاب تخصصی روش‌شناسی PLS-SEM	تبیین روش مدل‌سازی معادلات ساختاری و معیارهای ارزیابی روایی، پایایی و مدل ساختاری
۲۰۱۸	Rodríguez Bolívar López-Quiles و	پژوهش تجربی درباره شهرهای هوشمند اروپایی	اهمیت نتایج واقعی سیاست‌ها و مشارکت شهروندان در کیفیت زندگی
۲۰۱۸	Ruhlandt	مرور نظام‌مند ادبیات	شناسایی عوامل زمینه‌ای و روش‌های سنجش حکمرانی هوشمند
۲۰۱۸	Macke و همکاران	مصاحبه با ۴۰۰ شهروند	شناسایی چهار حوزه اصلی کیفیت زندگی شهری
۲۰۱۸	Visvizi و Lytras	مطالعه مقدماتی بین‌المللی و تحلیل کاربران	شناسایی نگرانی کاربران درباره امنیت، دسترسی و کارایی خدمات هوشمند
۲۰۱۸	Yigitcanlar و Kamruzzaman	داده‌های تابلویی ۱۵ شهر بریتانیا	شناسایی رابطه غیرخطی میان هوشمندی شهری و انتشار دی‌اکسیدکربن
۱۳۹۷	پوراحمد و همکاران	توصیفی-تحلیلی	تبیین ماهیت چندبعدی شهر هوشمند و ضرورت فراتر رفتن از فناوری‌محوری

تأثیر مثبت سیاست‌های شهر هوشمند بر بهره‌وری سبز شهری	داده‌های ۲۰۰ شهر چین و روش PSM-DID	Qu و Xin	۲۰۱۹
محدود و مختلط بودن شواهد تأثیر حکمرانی هوشمند بر توسعه پایدار	مرور نظام‌مند	Tomor و همکاران	۲۰۱۹
نقد فناوری محوری افراطی و مفهوم‌پردازی پراکنده در شهرهای هوشمند	مرور نظام‌مند	Yigitcanlar و همکاران	۲۰۱۹
تبیین نقش یادگیری ماشین و هوش محاسباتی در مدیریت انرژی شهری	مرور سامانه‌های هوشمند انرژی	O'Dwyer و همکاران	۲۰۱۹
دسته‌بندی خدمات هوشمند براساس ادراک و انتظارات کاربران	مرور خدمات و پیمایش مقدماتی	Lytras و همکاران	۲۰۱۹
شناسایی خطر کنار گذاشته شدن دیدگاه‌ها و منافع شهروندان در برنامه‌های هوشمندسازی	تحلیل گفتمان و سیاست شهری	Engelbert و همکاران	۲۰۱۹
اولویت‌بندی ۹ شاخص کلیدی مدیریت هوشمند شهری از میان ۳۳ شاخص	روش دلفی و تحلیل ساختاری MicMac	حسینی و همکاران	۱۳۹۸
تبیین ارتباط هوشمندی با پایداری شهری در منطقه ۶ تهران	پیمایش و تحلیل رگرسیون	اسماعیل‌زاده و همکاران	۱۳۹۸

شکاف پژوهشی

مرور مطالعات نشان می‌دهد که ادبیات موجود با وجود پیشرفت‌های نظری و تجربی، همچنان با چند کمبود روبه‌رو است. نخست، در بسیاری از پژوهش‌ها فناوری شهر هوشمند به عنوان یک سازه کلی در نظر گرفته شده و اثر مستقل فناوری‌هایی مانند اینترنت اشیا، هوش مصنوعی، خدمات الکترونیکی، حمل‌ونقل هوشمند و مدیریت محیط‌زیست مشخص نشده است. دوم، کیفیت زندگی و توسعه پایدار اغلب جداگانه بررسی شده‌اند و پژوهش‌های محدودی زنجیره کامل اثرگذاری فناوری بر کیفیت زندگی و سپس توسعه پایدار را آزمون کرده‌اند. سوم، عدالت دیجیتال، اعتماد شهروندان، حریم خصوصی و مشارکت الکترونیکی در بسیاری از مدل‌ها جایگاه محدودی دارند. چهارم، بخش مهمی از مطالعات داخلی بر دیدگاه مدیران و کارشناسان متمرکز بوده و تجربه مستقیم شهروندان کمتر مورد سنجش قرار گرفته است. پژوهش حاضر با تفکیک فناوری‌های هوشمند به شش بعد، بررسی نقش میانجی کیفیت زندگی و وارد کردن عدالت و مشارکت دیجیتال در مدل، درصدد پوشش این کمبودهاست.

روش تحقیق

نوع و طرح پژوهش

پژوهش حاضر از نظر هدف کاربردی و از نظر روش، کمی، توصیفی-پیمایشی و مقطعی است. روش توصیفی برای تبیین وضعیت فناوری‌های هوشمند، کیفیت زندگی و توسعه پایدار و روش پیمایشی برای گردآوری دیدگاه شهروندان به کار گرفته می‌شود.

جامعه آماری شامل شهروندان ۱۸ سال و بالاتر ساکن کلان‌شهرهای تهران، مشهد، اصفهان، شیراز، تبریز، کرج، اهواز و قم است. ورود افراد به نمونه مستلزم حداقل سه سال سابقه سکونت و تجربه استفاده از حداقل یکی از خدمات الکترونیکی یا هوشمند شهری است.

حجم نمونه و شیوه نمونه‌گیری

با توجه به گستردگی جامعه آماری، حجم نمونه با استفاده از فرمول کوکران برای جامعه نامحدود (بزرگ) محاسبه می‌شود:

$$n_0 = \frac{Z^2 \cdot p \cdot q}{d^2} \quad (1)$$

در این رابطه:

$Z = 1.96$ (مقدار بحرانی در سطح اطمینان ۹۵٪)؛

$p = 0.5$ (نسبت موفقیت یا توزیع متغیر)؛

$q = 1 - p = 0.5$ (نسبت عدم موفقیت)؛

$d = 0.05$ (سطح خطای مجاز یا دقت برآورد).

بنابراین، جای گذاری مقادیر به صورت زیر انجام می پذیرد:

$$n_0 = \frac{(1.96)^2 \times (0.5) \times (0.5)}{(0.05)^2} = \frac{3.8416 \times 0.25}{0.0025} = \frac{0.9604}{0.0025} = 384.16 \approx 384 \quad (2)$$

در نتیجه، حجم نمونه کل پژوهش برابر با ۳۸۴ نفر تعیین می شود. جهت ایجاد امکان مقایسه متوازن میان هشت کلان شهر، تخصیص نمونه به صورت طبقه ای مساوی انجام می شود:

$$n_h = \frac{n}{H} \quad (3)$$

که در آن، n_h حجم نمونه هر طبقه، n حجم کل نمونه و H تعداد کلان شهرهاست:

$$n_h = \frac{384}{8} = 48 \quad (4)$$

بنابراین، از هر کلان شهر ۴۸ شهروند انتخاب می شود. نمونه گیری در هر شهر به صورت طبقه ای چندمرحله ای انجام می گیرد؛ به این ترتیب که مناطق شهری به عنوان طبقات اولیه و محله ها به عنوان طبقات ثانویه در نظر گرفته می شوند.

ابزار گردآوری داده ها

ابزار اصلی گردآوری داده ها، پرسشنامه محقق ساخته است. این پرسشنامه شامل اطلاعات جمعیت شناختی و ۴۵ گویه اصلی است که بر اساس طیف پنج درجه ای لیکرت (از «کاملاً مخالفم = ۱» تا «کاملاً موافقم = ۵») تنظیم شده است:

فناوری های شهر هوشمند (۲۴ گویه) در ۶ بعد:

اینترنت اشیا و زیرساخت دیجیتال؛

هوش مصنوعی و تحلیل کلان داده؛

حکمرانی و خدمات الکترونیکی؛

حمل و نقل و تحرک هوشمند؛

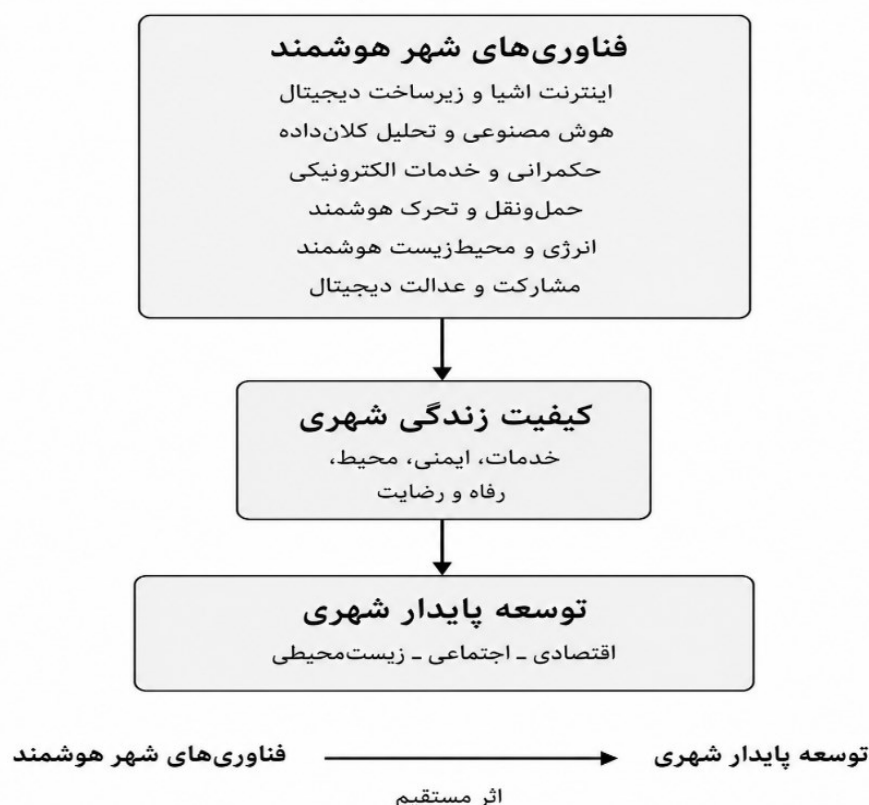
مدیریت هوشمند انرژی و محیط زیست؛

مشارکت الکترونیکی و عدالت دیجیتال.

کیفیت زندگی شهری (۱۲ گویه): شامل دسترسی به خدمات، سلامت و ایمنی، کیفیت محیط، تحرک، رفاه اقتصادی، روابط اجتماعی و رضایت کلی از زندگی.

توسعه پایدار شهری (۹ گویه): در ابعاد اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی.

مدل مفهومی پژوهش



شکل (۱). چارچوب مفهومی ساختاری پژوهش

فرضیه‌های پژوهش

فرضیه اصلی اول: فناوری‌های شهر هوشمند بر کیفیت زندگی شهروندان تأثیر مثبت و معناداری دارند.
فرضیه اصلی دوم: کیفیت زندگی شهروندان بر توسعه پایدار شهری تأثیر مثبت و معناداری دارد.
فرضیه اصلی سوم: فناوری‌های شهر هوشمند بر توسعه پایدار شهری تأثیر مثبت و معناداری دارند.
فرضیه اصلی چهارم: کیفیت زندگی در رابطه میان فناوری‌های شهر هوشمند و توسعه پایدار شهری نقش میانجی دارد.
فرضیه‌های فرعی: بررسی تأثیر جداگانه ابعاد شش‌گانه شهر هوشمند (اینترنت اشیا، هوش مصنوعی، حکمرانی الکترونیک، حمل‌ونقل هوشمند، محیط‌زیست هوشمند و مشارکت دیجیتال) بر کیفیت زندگی شهری.

معادلات ساختاری پژوهش

مدل رگرسیونی ساختاری تأثیر فناوری‌های شهر هوشمند بر کیفیت زندگی به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$QOL = \beta_0 + \beta_1 IOT + \beta_2 AI + \beta_3 EGOV + \beta_4 MOB + \beta_5 ENV + \beta_6 EPART + \varepsilon_1 \quad (5)$$

در این معادله:

QOL : کیفیت زندگی شهری؛

IOT : اینترنت اشیا و زیرساخت دیجیتال؛

AI : هوش مصنوعی و تحلیل کلان‌داده؛

$EGOV$: حکمرانی و خدمات الکترونیکی؛

MOB : حمل‌ونقل هوشمند؛

ENV: مدیریت هوشمند انرژی و محیط زیست؛

EPART: مشارکت و عدالت دیجیتال؛

β_0 : مقدار ثابت؛

β_1 تا β_6 : ضرایب مسیر (وزن های رگرسیونی)؛

ε_1 : جمله خطای مدل.

مدل ساختاری توسعه پایدار شهری به صورت زیر بیان می شود:

$$SUD = \gamma_0 + \gamma_1 QOL + \gamma_2 TECH + \gamma_3 GOV + \varepsilon_2 \quad (6)$$

در این معادله:

SUD: توسعه پایدار شهری؛

QOL: کیفیت زندگی؛

TECH: ظرفیت کلی فناوری های شهر هوشمند؛

GOV: حکمرانی هوشمند؛

γ_0 : مقدار ثابت؛

γ_1 تا γ_3 : ضرایب مسیر؛

ε_2 : جمله خطای مدل.

اثر غیرمستقیم (IE) فناوری های شهر هوشمند بر توسعه پایدار از طریق کیفیت زندگی برابر است با:

$$IE = \beta_{TECH \rightarrow QOL} \times \gamma_{QOL \rightarrow SUD} \quad (7)$$

اثر کل (TE) فناوری های شهر هوشمند بر توسعه پایدار نیز از مجموع اثر مستقیم (DE) و غیرمستقیم (IE) محاسبه می شود:

$$TE = DE + IE \quad (8)$$

ارزیابی روایی و پایایی ابزار

۱. روایی محتوایی

برای ارزیابی روایی محتوا از نظر ۱۲ نفر از متخصصان ($N = 12$) استفاده می شود. نسبت روایی محتوایی (CVR) بر اساس فرمول لاوشه محاسبه می گردد:

$$CVR = \frac{n_e - \frac{N}{2}}{\frac{N}{2}} \quad (9)$$

که در آن، n_e تعداد متخصصانی است که گویه را «ضروری» تشخیص داده اند و N تعداد کل متخصصان است.

شاخص روایی محتوایی (CVI) نیز از رابطه زیر محاسبه می شود:

$$CVI = \frac{N_A}{N} \quad (10)$$

که در آن، N_A تعداد متخصصانی است که گویه را از نظر ارتباط، وضوح و سادگی مناسب ارزیابی کرده اند.

۲. پایایی ابزار

پایایی درونی پرسشنامه با استفاده از ضریب آلفای کرونباخ ارزیابی می شود:

$$\alpha = \frac{k}{k-1} \left(1 - \frac{\sum_{i=1}^k \sigma_i^2}{\sigma_T^2} \right) \quad (11)$$

که در آن k تعداد گویه ها، σ_i^2 واریانس گویه i ام و σ_T^2 واریانس کل آزمون است.

پایایی ترکیبی (CR) نیز به صورت زیر محاسبه می شود:

$$CR = \frac{(\sum_{i=1}^k \lambda_i)^2}{(\sum_{i=1}^k \lambda_i)^2 + \sum_{i=1}^k (1 - \lambda_i^2)} \quad (12)$$

که در آن، λ_i بار عاملی مربوط به هر گویه است. مقادیر آلفای کرونباخ و پایایی ترکیبی بالاتر از ۰/۷ نشان‌دهنده پایایی ساختاری مناسب هستند (Hair et al., 2017).

۳. روایی همگرا و واگرا

روایی همگرا با شاخص میانگین واریانس استخراج‌شده (AVE) سنجیده می‌شود:

$$AVE = \frac{\sum_{i=1}^k \lambda_i^2}{k} \quad (13)$$

مقدار $AVE > 0.5$ نشان‌دهنده روایی همگرایی مناسب است. روایی واگرا نیز با معیار فورنل-لارکر و نسبت HTMT (کمتر از ۰/۸۵) ارزیابی می‌شود.

روش تحلیل داده‌ها

در سطح توصیفی، از شاخص‌های میانگین و انحراف معیار استفاده می‌شود:

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} \quad (14)$$

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}} \quad (15)$$

در سطح استنباطی، تحلیل عاملی تأییدی و مدل‌سازی معادلات ساختاری حداقل مربعات جزئی (PLS-SEM) با نرم‌افزار SmartPLS و روش بوت‌استرپ (۵۰۰۰ بازنمونه) انجام می‌پذیرد.

معیار تصمیم‌گیری معناداری ضرایب عبارت است از:

$$|t| > 1.96 \text{ و } p < 0.05 \quad (16)$$

ضریب تعیین مدل (R^2) به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$R^2 = 1 - \frac{SS_{\text{res}}}{SS_{\text{tot}}} \quad (17)$$

که در آن SS_{res} مجموع مربعات باقی‌مانده‌ها و SS_{tot} مجموع کل مربعات است.

اندازه اثر (f^2) هر متغیر مستقل از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$f^2 = \frac{R_{\text{included}}^2 - R_{\text{excluded}}^2}{1 - R_{\text{included}}^2} \quad (18)$$

قدرت پیش‌بینی مدل خارج از نمونه نیز با شاخص استون-گایزر (Q^2) سنجیده می‌شود:

$$Q^2 = 1 - \frac{SSE}{SSO} \quad (19)$$

که در آن،

(SSE): مجموع مجذورات خطای پیش‌بینی؛

(SSO): مجموع مجذورات مشاهدات است.

مثبت بودن مقدار (Q^2) نشان می‌دهد که مدل از قابلیت پیش‌بینی برخوردار است.

نتایج تحلیلی پژوهش

نقش فناوری‌های هوشمند در کیفیت زندگی

تحلیل مدل مفهومی نشان می‌دهد که فناوری‌های شهر هوشمند از چند مسیر بر کیفیت زندگی شهروندان اثر می‌گذارند. خدمات الکترونیکی می‌توانند زمان و هزینه دریافت خدمات را کاهش دهند و دسترسی شهروندان را به خدمات عمومی افزایش دهند. یکپارچه‌سازی سامانه‌ها نیز از تکرار ثبت اطلاعات، مراجعات متعدد و سردرگمی شهروندان جلوگیری می‌کند.

حمل‌ونقل هوشمند با مدیریت هماهنگ تقاطع‌ها، ارائه اطلاعات لحظه‌ای، مسیریابی، مدیریت پارکینگ و یکپارچه‌سازی پرداخت، زمان سفر و تنش ناشی از ترافیک را کاهش می‌دهد. بهبود تحرک شهری دسترسی افراد به آموزش، اشتغال، درمان و فعالیت‌های اجتماعی را نیز افزایش می‌دهد.

حسگرهای محیطی و سامانه‌های هوشمند انرژی امکان پایش مستمر کیفیت هوا، آلودگی صوتی، مصرف آب و انرژی و وضعیت پسماند را فراهم می‌کنند. تبدیل داده‌های لحظه‌ای به تصمیم‌های اجرایی می‌تواند سرعت واکنش مدیریت شهری به مسائل محیط‌زیستی را افزایش دهد.

هوش مصنوعی و تحلیل کلان‌داده نیز امکان پیش‌بینی تقاضای خدمات، شناسایی مناطق پرخطر، مدیریت بحران، بهینه‌سازی منابع و تشخیص الگوهای غیرعادی را فراهم می‌کند. باین‌حال، میزان اثرگذاری این فناوری‌ها به کیفیت داده‌ها، توان تخصصی سازمان‌ها و شفافیت الگوریتم‌ها وابسته است.

نقش کیفیت زندگی در توسعه پایدار

کیفیت زندگی سازوکاری است که منافع فناوری را به پیامدهای پایدار تبدیل می‌کند. کاهش زمان سفر، افزایش ایمنی، بهبود دسترسی، کاهش آلودگی و افزایش رضایت شهروندان می‌تواند پایداری اجتماعی را تقویت کند. کاهش هزینه‌های عملیاتی، صرفه‌جویی در انرژی و افزایش بهره‌وری نیز به پایداری اقتصادی منجر می‌شود.

بهبود کیفیت محیط شهری، کاهش مصرف منابع، مدیریت پسماند و کاهش انتشار آلاینده‌ها نیز بعد زیست‌محیطی پایداری را تقویت می‌کند. بنابراین، توسعه فناوری زمانی به توسعه پایدار منجر می‌شود که آثار آن در زندگی روزمره شهروندان قابل‌مشاهده باشد.

نقش عدالت و مشارکت دیجیتال

توسعه خدمات هوشمند بدون توجه به عدالت دیجیتال ممکن است موجب افزایش نابرابری شود. سالمندان، افراد دارای معلولیت، خانوارهای کم‌درآمد و افراد دارای مهارت دیجیتال محدود ممکن است امکان استفاده کامل از خدمات را نداشته باشند. به همین دلیل، ارائه خدمات باید به صورت چندکاناله و همراه با آموزش و پشتیبانی انجام شود.

مشارکت دیجیتال نیز زمانی مؤثر است که شهروندان بتوانند نتیجه نظرات، گزارش‌ها و پیشنهادهای خود را مشاهده کنند. سامانه‌ای که صرفاً داده‌های شهروندان را دریافت کند اما پاسخ روشن یا نتیجه قابل‌پیگیری ارائه ندهد، به افزایش اعتماد عمومی منجر نخواهد شد.

بهبود مدل پیشنهادی نسبت به مطالعات موجود

مدل پژوهش حاضر نسبت به رویکردهای پیشین چند بهبود اساسی دارد. نخست، فناوری شهر هوشمند را به شش بعد مستقل تقسیم می‌کند و امکان مقایسه میزان اثرگذاری هر بعد را فراهم می‌سازد. در نتیجه، مدیران شهری می‌توانند تشخیص دهند کدام حوزه برای سرمایه‌گذاری اولویت بیشتری دارد.

دوم، کیفیت زندگی در مدل تنها یک پیامد نهایی نیست، بلکه نقش آن در تبدیل ظرفیت فناوری به توسعه پایدار نیز بررسی می‌شود. این رویکرد سازوکار اثرگذاری فناوری را روشن‌تر می‌کند.

سوم، متغیرهای عدالت دیجیتال، مشارکت، اعتماد و حفاظت از داده‌ها در کنار زیرساخت و کارایی فنی وارد مدل شده‌اند. بنابراین، موفقیت شهر هوشمند صرفاً با تعداد حسگرها، نرم‌افزارها یا خدمات دیجیتال سنجیده نمی‌شود.

چهارم، جامعه پژوهش به یک شهر محدود نیست و هشت کلان‌شهر ایران را در بر می‌گیرد. تخصیص برابر نمونه به شهرها امکان مقایسه شرایط مدیریتی، اجتماعی و زیرساختی را فراهم می‌کند.

پنجم، مدل قابلیت تبدیل نتایج آماری به اولویت‌های اجرایی را دارد. ضرایب مسیر، اندازه اثر و قدرت پیش‌بینی می‌توانند نشان دهند که کدام فناوری بیشترین اثر اجتماعی و محیط‌زیستی را ایجاد می‌کند.

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

فناوری‌های شهر هوشمند از ظرفیت قابل توجهی برای ارتقای کیفیت زندگی و تحقق توسعه پایدار شهری برخوردارند، اما برخورداری از فناوری به‌تنهایی نشان‌دهنده هوشمندی شهر نیست. شهر هوشمند زمانی موفق است که فناوری به حل مسائل واقعی شهروندان، بهبود خدمات، کاهش هزینه، صرفه‌جویی در زمان، افزایش ایمنی و حفاظت از محیط‌زیست منجر شود.

چارچوب پژوهش نشان می‌دهد که اینترنت اشیا، هوش مصنوعی، خدمات الکترونیکی، حمل‌ونقل هوشمند، مدیریت محیط‌زیست و مشارکت دیجیتال اجزای مکمل یک نظام یکپارچه‌اند. ضعف در حکمرانی داده، نبود هماهنگی نهادی یا دسترسی نابرابر می‌تواند اثربخشی سرمایه‌گذاری‌های فناورانه را کاهش دهد.

کیفیت زندگی در این چارچوب، حلقه واسط میان فناوری و پایداری است. اگر شهروندان بهبود ملموسی در دسترسی، سلامت، ایمنی، تحرک، محیط و رضایت از زندگی تجربه نکنند، افزایش تعداد تجهیزات یا سامانه‌های دیجیتال نمی‌تواند نشانه موفقیت سیاست هوشمندسازی باشد.

بر این اساس، پیشنهاد می‌شود مدیریت شهری سامانه‌های اطلاعاتی پراکنده را در قالب یک زیرساخت داده‌ای یکپارچه سامان‌دهی کند. استانداردهای مشخصی برای کیفیت، امنیت، مالکیت، تبادل و نگهداری داده‌ها باید تدوین شود و دسترسی سازمان‌های مختلف به داده‌های شهری براساس سطح مسئولیت تنظیم گردد.

خدمات الکترونیکی باید با بازطراحی فرایندهای اداری همراه شوند. تبدیل فرم کاغذی به فرم دیجیتال، بدون حذف مراحل زائد، کاهش زمان پاسخ‌گویی و افزایش شفافیت، هوشمندسازی واقعی محسوب نمی‌شود.

در حوزه حمل‌ونقل، توسعه اطلاعات لحظه‌ای، پرداخت یکپارچه، مدیریت هوشمند تقاطع‌ها، پارکینگ هوشمند و تحلیل الگوهای سفر پیشنهاد می‌شود. اولویت سیاست‌گذاری باید تقویت حمل‌ونقل عمومی و کاهش وابستگی به خودروی شخصی باشد. در حوزه محیط‌زیست، ایجاد شبکه حسگرهای پایش آلودگی هوا، صدا، آب، انرژی و پسماند باید با سازوکار پاسخ سریع و انتشار عمومی اطلاعات همراه شود. داده‌ای که به اقدام اجرایی منجر نشود، ارزش محدودی برای پایداری شهری دارد.

استفاده از هوش مصنوعی باید با شفافیت الگوریتمی، نظارت انسانی و حفاظت از حریم خصوصی همراه باشد. شهروندان باید بدانند چه اطلاعاتی گردآوری می‌شود، هدف استفاده از داده چیست و چگونه می‌توانند درباره اطلاعات شخصی خود تصمیم‌گیری کنند.

برای کاهش شکاف دیجیتال، خدمات شهری باید به‌صورت حضوری، تلفنی و دیجیتال در دسترس باشند. طراحی ساده سامانه‌ها، آموزش سواد دیجیتال، رعایت نیازهای سالمندان و افراد دارای معلولیت و تقویت زیرساخت در مناطق کم‌برخوردار ضروری است.

در نهایت، ارزیابی پروژه‌های هوشمند باید از شاخص‌های فنی فراتر رود و معیارهایی مانند رضایت شهروندان، کاهش زمان سفر، کاهش هزینه خدمات، افزایش دسترسی، کاهش مصرف انرژی، بهبود کیفیت هوا، افزایش اعتماد عمومی و توزیع عادلانه منافع را در بر گیرد.

منابع و مراجع

- [۱] اسماعیل‌زاده، ح.، فنی، ز.، و عبدلی، س. ف. (۱۳۹۸). هوشمندسازی، رویکردی در تحقق توسعه پایدار شهری (مطالعه موردی: منطقه ۶ تهران). پژوهش‌های جغرافیای انسانی، ۵۱(۱)، ۱۴۵-۱۵۷.
- [۲] پوراحمد، ا.، زیاری، ک.، حاتمی‌نژاد، ح.، و پارسا‌پناه‌آبادی، ش. (۱۳۹۷). تبیین مفهوم و ویژگی‌های شهر هوشمند. باغ نظر، ۱۵(۵۸)، ۵-۲۶.
- [۳] حسینی، س. ا.، لعلی‌نیت، ا.، و حیدری‌نیا، س. (۱۳۹۸). تبیین الگوی مدیریت هوشمند شهری، راهکاری نوین برای بهبود حکمرانی شهری. پژوهش‌های جغرافیایی برنامه‌ریزی شهری، ۷(۴)، ۷۴۳-۷۶۲.
- [4] Tomor, Z., Meijer, A., Michels, A., & Geertman, S. (2019). Smart governance for sustainable cities: Findings from a systematic literature review. *Journal of Urban Technology*, 26(4), 3-27. doi: 10.1080/10630732.2019.1651178.
- [5] Yigitcanlar, T., Kamruzzaman, M., Foth, M., Sabatini-Marques, J., da Costa, E., & Ioppolo, G. (2019). Can cities become smart without being sustainable? A systematic review of the literature. *Sustainable Cities and Society*, 45, 348-365. doi: 10.1016/j.scs.2018.11.033.
- [6] Macke, J., Casagrande, R. M., Sarate, J. A. R., & Silva, K. A. (2018). Smart city and quality of life: Citizens' perception in a Brazilian case study. *Journal of Cleaner Production*, 182, 717-726. doi: 10.1016/j.jclepro.2018.02.078.
- [7] Rodríguez Bolívar, M. P., & López-Quiles, J. M. (2018). The quest for the quality of life in European smart cities: An empirical research. *Proceedings of the 19th Annual International Conference on Digital Government Research*, Article 24, 1-15. doi: 10.1145/3209281.3209296.
- [8] Bibri, S. E., & Krogstie, J. (2017). Smart sustainable cities of the future: An extensive interdisciplinary literature review. *Sustainable Cities and Society*, 31, 183-212. doi: 10.1016/j.scs.2017.02.016.
- [9] Hair, J. F., Hult, G. T. M., Ringle, C. M., & Sarstedt, M. (2017). *A primer on partial least squares structural equation modeling (PLS-SEM)* (2nd ed.). SAGE Publications.
- [10] Yigitcanlar, T., & Kamruzzaman, M. (2018). Does smart city policy lead to sustainability of cities? *Land Use Policy*, 73, 49-58. doi: 10.1016/j.landusepol.2018.01.034.
- [11] Yeh, H. (2017). The effects of successful ICT-based smart city services: From citizens' perspectives. *Government Information Quarterly*, 34(3), 556-565. doi: 10.1016/j.giq.2017.05.001.
- [12] Lytras, M. D., & Visvizi, A. (2018). Who uses smart city services and what to make of it: Toward interdisciplinary smart cities research. *Sustainability*, 10(6), 1998. <https://doi.org/10.3390/su10061998>
- [13] Lytras, M. D., Visvizi, A., & Sarirete, A. (2019). Clustering smart city services: Perceptions, expectations, responses. *Sustainability*, 11(6), 1669. <https://doi.org/10.3390/su11061669>
- [14] O'Dwyer, E., Pan, I., Acha, S., & Shah, N. (2019). Smart energy systems for sustainable smart cities: Current developments, trends and future directions. *Applied Energy*, 237, 581-597. doi: 10.1016/j.apenergy.2019.01.024.
- [15] Engelbert, J., van Zoonen, L., & Hirzalla, F. (2019). Excluding citizens from the European smart city: The discourse practices of pursuing and granting smartness. *Technological Forecasting and Social Change*, 142, 347-353. doi: 10.1016/j.techfore.2018.08.020.
- [16] Ruhlandt, R. W. S. (2018). The governance of smart cities: A systematic literature review. *Cities*, 81, 1-23. doi: 10.1016/j.cities.2018.02.014.
- [17] Mora, L., Bolici, R., & Deakin, M. (2017). The first two decades of smart-city research: A bibliometric analysis. *Journal of Urban Technology*, 24(1), 3-27. doi: 10.1080/10630732.2017.1285123.
- [18] Xin, B., & Qu, Y. (2019). Effects of smart city policies on green total factor productivity: Evidence from a quasi-natural experiment in China. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16(13), 2396. doi: 10.3390/ijerph16132396.