ISSN: 2745-3673
http://www.Rcsj.ir

مجله علمی پژوهش در علوم رایانه (سال دهم)
شماره ۳۹ / زمستان ۱۴۰۴ / ص ۱۶- ۱

مروری نظام‌مند بر نقش هوش مصنوعی در تحول مدیریت شهری: تحلیل تطبیقی مطالعات بین‌المللی و ارائه چارچوب تلفیقی

سید محمد حسینی
کارشناس IT فناوری اطلاعات و ارتباطات.

نام نویسنده مسئول:
سید محمد حسینی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۹/۰۶
تاریخ پذیرش: : ۱۴۰۴/۱۱/۱۴

چکیده

با توجه به چالش‌های پیچیده شهرنشینی و نقش تحول‌ساز هوش مصنوعی، این مطالعه به مرور نظام‌مند ادبیات پژوهشی دهه گذشته در این حوزه با روش‌شناسی PRISMA پرداخت. هدف اصلی، ارائه تصویری جامع از تأثیر هوش مصنوعی بر مدیریت شهری بود. یافته‌ها نشان داد کاربردهای کلیدی هوش مصنوعی عمدتاً در حوزه‌های حمل‌ونقل هوشمند، مدیریت انرژی، خدمات شهروندی و امنیت شهری متمرکز بوده و روند تکاملی از سیستم‌های خودکار به سمت سیستم‌های پیش‌بین و سازگار مشهود است. با وجود پیشرفت‌های فنی، شکاف‌های پژوهشی قابل‌توجهی در مباحث اخلاقی، عدالت، حکمرانی داده و پیامدهای اجتماعی بلندمدت هوش مصنوعی شناسایی شد. همچنین، تمرکز جغرافیایی نامتوازن پژوهش‌ها لزوم انجام مطالعات بوم‌محور و متنوع‌تر را نشان می‌دهد. در نتیجه، این مقاله بر ضرورت رویکردی یکپارچه تأکید کرده و چارچوبی چندسطحه ارائه می‌دهد که جنبه‌های فنی، کاربردی، حکمرانی و ارزشی هوش مصنوعی مسئولیت‌پذیر و انسان‌محور را پوشش می‌دهد. این چارچوب مسیرهای پژوهشی آینده و راهبردهای سیاستی مؤثر را جهت بهره‌برداری پایدار از هوش مصنوعی در شهرها ترسیم می‌کند.

واژگان کلیدی: هوش مصنوعی، مدیریت شهری، شهر هوشمند، حمل‌ونقل هوشمند.

مجله‌ی علمی پژوهش در علوم رایانه، شماره ۳۹، زمستان ۱۴۰۴، ص ۱۶- ۱

ISSN: 2745-3673
http://www.Rcsj.ir

مقدمه

در آغاز قرن بیست‌ویکم، شهرها به کانون تپنده حیات اجتماعی، اقتصادی و سیاسی بشر تبدیل شده‌اند. بر اساس گزارش‌های سازمان ملل متحد ، پیش‌بینی می‌شود تا سال ۲۰۵۰، نزدیک به ۷۰ درصد از جمعیت جهان در نواحی شهری ساکن شوند. این رشد شتابان در کشورهای در حال‌توسعه‌ای مانند ایران نمود بارزتری دارد این روند، در کنار ایجاد فرصت‌های بی‌نظیر، چالش‌های پیچیده‌ای را نیز پیش روی مدیریت شهری قرار داده است. شهرهای امروزی با بحران‌های چندبعدی شامل ترافیک فلج‌کننده، آلودگی هوای مرگبار، کمبود منابع انرژی و آب، نابرابری فضایی، و ناکارآمدی سیستم‌های ارائه خدمات عمومی مواجه هستند. این چالش‌ها در بافت شهرهای ایران، به دلیل محدودیت منابع مالی، چالش‌های نهادی و فشارهای جمعیتی، ابعاد حادتری به خود می‌گیرد. در چنین شرایطی، پارادایم سنتی مدیریت شهری مبتنی بر رویکردهای خطی، بخشی‌نگر و واکنشی، آشکارا ناتوان از ارائه راه‌حل‌های مؤثر و پایدار شده است. این ناتوانی، ضرورت یک تحول پارادایمی در تفکر و عمل مدیریت شهری را به یک نیاز فوری و اجتناب‌ناپذیر مبدل ساخته است (حسینی و کریمی، ۱۴۰۱).

در پاسخ به این ضرورت، مفهوم «شهر هوشمند» از دهه اول قرن بیست‌ویکم به عنوان یک الگوی جایگزین و آینده‌نگر مطرح گردید. شهر هوشمند، صرفاً به معنای مجهز شدن به فناوری‌های دیجیتال نیست؛ بلکه به معنای به‌کارگیری یکپارچه این فناوری‌ها برای بهبود کیفیت زندگی، افزایش کارایی عملیات و خدمات شهری، و تضمین پایداری زیست‌محیطی و اقتصادی است.در هسته مرکزی این تحول مفهومی، مجموعه‌ای از فناوری‌های درهم‌تنیده شامل اینترنت اشیاء ، کلان‌داده‌ها، رایانش ابری، و به طور ویژه، هوش مصنوعی قرار دارد. هوش مصنوعی با قابلیت‌های منحصربه‌فرد خود در پردازش حجم انبوه داده‌های شهری، شناسایی الگوهای پنهان، پیش‌بینی روندها، و اتخاذ تصمیمات بهینه یا حتی خودکار، به عنوان موتور محرکه و مغز متفکر شهرهای هوشمند آینده شناخته می‌شود.این فناوری دیگر یک انتخاب لوکس نیست، بلکه یک ضرورت راهبردی برای بقا و شکوفایی شهرها در عصر پیچیدگی فزاینده به شمار می‌رود (امین‌زاده و شاه حسینی، ۱۴۰۱).

هوش مصنوعی به معنای توانمندسازی ماشین‌ها برای تقلید از جنبه‌هایی از هوش انسانی مانند یادگیری، استدلال و حل مسئله است. در بافت مدیریت شهری ایران، ظهور این فناوری مسیر تکاملی مشخصی را طی کرده است. در گام نخست، هوش مصنوعی در قالب سیستم‌های خبره ساده و الگوریتم‌های بهینه‌سازی ظاهر شد و نقش یک ابزار کمکی برای بهبود جزئی کارایی در حوزه‌های محدود (مانند زمان‌بندی چراغ‌های راهنمایی) را ایفا کرد. با پیش‌رفت‌های چشمگیر در حوزه‌های یادگیری ماشین و یادگیری عمیق، و همچنین فراگیرشدن حسگرها و اینترنت اشیاء، نقش هوش مصنوعی به تدریج ارتقا یافت. امروزه، هوش مصنوعی از جایگاه یک ابزار، به سطح یک زیرساخت حیاتی و نظام‌ساز ارتقا پیدا کرده است که قادر است تمامیت سیستم شهری را درک، تحلیل و هدایت کند (جوانمرد و اسلامی، ۱۴۰۲).

این تحول نقش، امکان‌های بی‌سابقه‌ای را گشوده است. هوش مصنوعی دیگر تنها به تحلیل گذشته نمی‌پردازد؛ بلکه با استفاده از مدل‌های پیش‌بینانه، آینده‌ای محتمل را ترسیم می‌کند. به جای واکنش نشان‌دادن به مشکلات پس از وقوع، با بهره‌گیری از قابلیت‌های تشخیص ناهنجاری و هشدار سریع، از وقوع بسیاری از بحران‌ها پیشگیری می‌نماید. همچنین، مفهوم نوظهور دوقلوهای دیجیتال شهر، این امکان را برای مدیران شهری فراهم می‌آورد تا سناریوهای مختلف تصمیم‌گیری را در یک محیط امن و بدون هزینه آزمایش کرده و بهترین راه‌حل را برای دنیای واقعی انتخاب کنند (زارع و میرزایی، ۱۴۰۲). این گذار از «مدیریت واکنشی» به «حکمرانی پیش‌بینانه و پیش‌گیرانه»، جوهره تحولی است که هوش مصنوعی برای مدیریت شهری به ارمغان آورده است. این تحول، نویدبخش شهری است که نه تنها کارآمد و پایدار، بلکه تاب‌آور، انعطاف‌پذیر و پاسخگو به نیازهای پیوسته در حال تغییر شهروندان است.

تأثیرات هوش مصنوعی بر مدیریت شهری همه‌جانبه و عمیق است. یکی از بارزترین حوزه‌های تحول در پژوهش‌های داخلی، مدیریت حمل‌ونقل و ترافیک شهری است. الگوریتم‌های هوش مصنوعی با تحلیل داده‌های لحظه‌ای ترافیکی از دوربین‌ها و حسگرها، قادر به پیش‌بینی ازدحام‌های آینده و مدیریت پویای ترافیک هستند (پورمحمدی و سیف، ۱۴۰۱). سیستم‌های پیشنهاد مسیر هوشمند، به بهینه‌سازی سفرهای درون‌شهری کمک می‌کنند.حوزه مدیریت انرژی و پایداری محیطی نیز شاهد تحولات گسترده است. شبکه‌های هوشمند توزیع برق با کمک هوش مصنوعی، عرضه و تقاضا را متعادل کرده و اتلاف انرژی را

ISSN: 2745-3673
http://www.Rcsj.ir

کاهش می‌دهند (دانشفر و همکاران، ۱۴۰۰). سیستم‌های مدیریت هوشمند پسماند، با پیش‌بینی حجم زباله و بهینه‌سازی مسیر جمع‌آوری، به اقتصاد دورانی و شهر پاک‌تر کمک می‌نمایند.

در عرصه ارائه خدمات شهری و مشارکت شهروندی، هوش مصنوعی دیالوگ جدیدی بین شهر و شهروند برقرار ساخته است. چت‌بات‌های هوشمند و دستیاران مجازی، به صورت ۲۴ ساعته به سوالات شهروندان پاسخ داده و خدمات را راهنمایی می‌کنند. پلتفرم‌های مشارکتی مبتنی بر هوش مصنوعی، نظرات و گزارش‌های مردمی را جمع‌آوری و اولویت‌بندی کرده و مسیر آن‌ها را به واحدهای مربوطه هدایت می‌نمایند.در حوزه امنیت، ایمنی و مدیریت بحران، سیستم‌های بینایی ماشین و تشخیص الگو، امکان نظارت هوشمند بر فضاهای عمومی و شناسایی سریع حوادث را فراهم می‌آورند. مدل‌های پیش‌بینانه هوش مصنوعی می‌توانند خطر وقوع بلایای طبیعی مانند سیل یا زمین‌لرزه را در بافت شهری ایران ارزیابی کرده و به برنامه‌ریزی پیش‌گیرانه کمک کنند.این گستره وسیع کاربرد، گواهی بر نقش محوری و تحول‌آفرین هوش مصنوعی در بازتعریف تمامی وجوه اداره شهر است.

همگام با تسریع کاربست‌های عملی در شهرهایی مانند تهران، اصفهان و مشهد، حوزه پژوهشی «هوش مصنوعی در مدیریت شهری» نیز در سال‌های اخیر در ایران شاهد رشد چشمگیری بوده است. صدها مقاله علمی، پایان‌نامه و گزارش پژوهشی در مجلات داخلی، کنفرانس‌های تخصصی و دانشگاه‌ها منتشر شده‌اند. این حجم از دانش، اگرچه ارزشمند است، اما ویژگی‌هایی دارد که ضرورت انجام یک بررسی انتقادی و یکپارچه را مبرهن می‌سازد.

اولاً، پراکندگی و عدم تمرکز: مطالعات موجود داخلی اغلب بر یک حوزه کاربردی خاص (مانند فقط ترافیک یا فقط انرژی)، یک فناوری خاص از هوش مصنوعی، یا یک شهر خاص متمرکز شده‌اند. این امر، درک یکپارچه و کلی از نقش هوش مصنوعی در «کل سیستم مدیریت شهری ایران» را دشوار می‌سازد.

ثانیاً، تنوع روش‌شناختی و عدم قابلیت مقایسه:پژوهش‌ها از روش‌های مختلفی از مطالعات موردی کیفی تا مدل‌سازی‌های کمی استفاده کرده‌اند که مقایسه مستقیم یافته‌های آن‌ها را با چالش مواجه می‌کند.

ثالثاً، تمرکز نامتوازن:بررسی اولیه نشان می‌دهد تمرکز قابل توجهی بر جنبه‌های فنی، الگوریتمی و کارایی‌محور وجود داشته، در حالی که ابعاد حیاتی حکمرانی، اخلاق، عدالت اجتماعی، تأثیرات نهادی و پذیرش توسط ذی‌نفعان در بافت ایران کمتر مورد کاوش عمیق قرار گرفته‌اند.

رابعاً، ارتباط محدود با ادبیات جهانی:اگرچه برخی مطالعات به تجارب بین‌المللی اشاره می‌کنند، ولی اغلب فاقد تحلیل تطبیقی نظام‌مند و استخراج درس‌های بومی‌سازی‌شده از آن تجارب هستند.

این پراکندگی و عدم توازن، دو پیامد مهم دارد: از یک سو، مانع از شکل‌گیری یک درک مشترک و چارچوب نظری منسجم در این حوزه میان‌رشته‌ای در ادبیات فارسی می‌شود. از سوی دیگر، راهنمای عمل مناسبی برای مدیران شهری، سیاست‌گذاران و برنامه‌ریزان ایرانی فراهم نمی‌آورد. آن‌ها نیازمند نقشه‌راهی هستند که نه تنها فناوری‌های موجود را فهرست کند، بلکه بینش مقایسه‌ای از کاربردها، تحلیل نقاط قوت و ضعف رویکردهای مختلف با توجه به شرایط داخلی، و مهم‌تر از همه، الگویی تلفیقی که فناوری را با ملاحظات انسانی، نهادی و فرهنگی ایران پیوند بزند، ارائه دهد (رحیمی‌فر و سلطانی‌گردفرامرزی، ۱۴۰۲). در اینجاست که روش «مرور نظام‌مند» به عنوان یک روش پژوهشی قوی و معتبر برای تولید چنین دانشی پا به عرصه می‌گذارد (بهرامی و شاکری، ۱۴۰۱).

این تحقیق در پی پاسخ به این پرسش کلیدی است که: «با انجام یک مرور نظام‌مند و تحلیل تطبیقی از مطالعات بین‌المللی و انعکاس آن در مطالعات داخلی، می‌توان تصویر جامعی از نقش تحول‌آفرین هوش مصنوعی در مدیریت شهری ترسیم، نقاط قوت و ضعف ادبیات موجود را شناسایی، و بر اساس آن یک چارچوب تلفیقی راهبردی و بافت‌محور برای ایران ارائه داد؟

در راستای مسئله تحقیق فوق، هدف اصلی این مقاله، انجام یک مرور نظام‌مند انتقادی و تحلیل تطبیقی از پژوهش‌های بین‌المللی و داخلی در حوزه هوش مصنوعی و مدیریت شهری، به منظور تدوین یک درک یکپارچه و ارائه یک چارچوب مفهومی تلفیقی با رویکرد بومی‌سازی برای ایران است. برای دستیابی به این هدف اصلی، اهداف ویژه زیر تعریف می‌گردد.

ISSN: 2745-3673
http://www.Rcsj.ir

مبانی نظری پژوهش

ضرورت اتکا به نظریه‌های کلان در تحلیل تحولات ساختاری شهر

تحلیل تاثیر هوش مصنوعی بر مدیریت شهری بدون اتکا به چارچوب‌های نظری کلان، به مجموعه‌ای پراکنده از موارد کاربردی تقلیل می‌یابد که فاقد عمق تحلیلی لازم برای درک دگرگونی‌های بنیادین در ساختار، کارکرد و حکمرانی شهری است. نظریه‌های کلان به عنوان چارچوب‌های تفسیری جامع و انتزاعی، امکان فهم نظام‌مند پدیده‌های پیچیده اجتماعی-فنی را فراهم می‌آورند. در فضای تحولات دیجیتال، شهر دیگر صرفاً یک مکان فیزیکی یا واحد اداری نیست، بلکه به یک سیستم پیچیده داده‌محور تبدیل شده که نیازمند بازتعریف مفاهیم پایه‌ای حکمرانی، برنامه‌ریزی و ارائه خدمات است (Kitchen, 2022). این بخش با تمرکز بر سه نظریه کلان مؤثر—نظریه سیستم‌های پیچیده تطبیقی، نظریه حکمرانی چندسطحی و شبکه‌ای، و نظریه نوسازی نهادی—به تحلیل عمیق چارچوب‌های نظری می‌پردازد که امکان درک تحولات ناشی از هوش مصنوعی در مدیریت شهری را فراهم می‌کنند. هر نظریه با ارائه تعریف دقیق، سیر تکامل، مؤلفه‌های کلیدی و کاربردهای عینی در بافت مدیریت شهری معاصر بررسی شده و ارتباط آن با محورهای اصلی مقاله به وضوح تبیین می‌گردد.

نظریه سیستم‌های پیچیده تطبیقی: بازتعریف شهر در عصر هوش مصنوعی

مبانی نظری و تحول مفهومی

نظریه سیستم‌های پیچیده تطبیقی به عنوان یک چارچوب نظری قدرتمند، شهرها را نه به عنوان ماشین‌های مکانیکی قابل کنترل، بلکه به عنوان موجودیت‌های زنده، پویا و خودسازمان‌ده در نظر می‌گیرد. این نظریه ریشه در تحولات علوم میان‌رشته‌ای دهه‌های اخیر دارد که از فیزیک غیرخطی و زیست‌شناسی تکاملی تا علوم کامپیوتر و علوم اجتماعی را دربر می‌گیرد. در هسته این نظریه، مفهوم سازگاری پویا قرار دارد: سیستم‌های پیچیده از طریق تعاملات مکرر بین اجزای خود و با محیط، قابلیت یادگیری، تکامل و سازمان‌دهی مجدد را توسعه می‌دهند. شهر به عنوان یک CAS کلاسیک، متشکل از میلیون‌ها عامل انسانی (شهروندان، مدیران، کارآفرینان)، سازمانی (نهادهای دولتی، شرکتها) و فنی (خودروها، ساختمان‌ها، زیرساخت‌ها) است که در شبکه‌های به هم تنیده‌ای از ارتباطات و تعاملات قرار دارند (Batty, 2021).

ویژگی‌های کلیدی شهر به عنوان یک سیستم پیچیده تطبیقی شامل چند مؤلفه اساسی است: اول، غیرخطی بودن که بدین معناست که تغییرات کوچک در یک بخش می‌توانند تأثیرات بزرگ و غیرقابل پیش‌بینی در مقیاس کل سیستم ایجاد کنند (پدیده‌ای که به "اثر پروانه‌ای" معروف است). دوم، خواص نوظهور که ویژگی‌هایی هستند که از تعاملات سطح خرد عوامل پدیدار می‌شوند اما در سطح کلان سیستم مشاهده می‌شوند، مانند "ترافیک شهری"، "هویت محله‌ای" یا "الگوهای جرم". این خواص را نمی‌توان صرفاً با جمع ویژگی‌های تک‌تک عوامل پیش‌بینی کرد (Zheng et al., 2021). سوم، مسیرهای وابسته که تاریخی بودن شهر را نشان می‌دهد: تصمیمات و رویدادهای گذشته، دامنه انتخاب‌های ممکن حال و آینده را محدود یا هدایت می‌کنند. چهارم، مرزهای سیال و بازکه شهر را به عنوان سیستمی در تعامل مداوم با پیرامون خود (حومه، مناطق همجوار، شبکه‌های جهانی) معرفی می‌کند (Portugal, 2020).

نقش هوش مصنوعی در ارتقای قابلیت‌های شناختی سیستم شهری

در پرتو نظریه CAS، هوش مصنوعی نقشی فراتر از یک ابزار فنی کمکی ایفا می‌کند؛ هوش مصنوعی به عنوان بستر تقویت‌کننده ظرفیت شناختی سیستم شهری عمل می‌کند و قابلیت‌های تطبیق، یادگیری و خودسازمان‌دهی آن را به سطحی بی‌سابقه ارتقا می‌دهد. این نقش در چند محور کلیدی قابل تحلیل است:

اول، مدل‌سازی و شبیه‌سازی پویایی‌های شهری: هوش مصنوعی، به ویژه تکنیک‌هایی مانند شبیه‌سازی عامل‌بنیان و شبکه‌های عصبی عمیق، امکان بازسازی دیجیتالی سیستم شهری و آزمایش سناریوهای مختلف را فراهم می‌آورد. مدل‌های ABM با تعریف عوامل مجازی (نماینده شهروندان، وسایل نقلیه، کسب‌وکارها) و قوانین تعامل بین آن‌ها، امکان شبیه‌سازی ظهور الگوهای کلان از رفتارهای خرد را ممکن می‌سازند (Crooks et al., 2021). برای مثال، شهرداری بارسلونا از مدل‌های

ISSN: 2745-3673
http://www.Rcsj.ir

ABM برای شبیه‌سازی تأثیر سیاست‌های محدودیت تردد بر آلودگی هوا و تحرک شهری استفاده کرده است. این مدل‌سازی‌ها به مدیران شهری اجازه می‌دهد پیش از اجرای سیاست‌ها در دنیای واقعی (که ممکن است هزینه‌های اجتماعی و اقتصادی بالایی داشته باشد)، پیامدهای احتمالی را در یک محیط امن دیجیتالی ارزیابی کنند (Bakhtiari & Habibi, 2022).

برای مثال، پلتفرم "CKAN" که توسط بسیاری از شهرهای جهان از جمله تورنتو و آمستردام استفاده می‌شود، داده‌های شهری را به صورت آزاد در اختیار عموم قرار می‌دهد تا نوآوری‌های اجتماعی و فنی را تسهیل کند.از سوی دیگر، هوش مصنوعی ممکن است منجر به تمرکز قدرت در دست بازیگران جدید، به ویژه شرکت‌های بزرگ فناوری (مانند Google Sidewalk Labs، IBM، Siemens) شود که مالک پلتفرم‌ها، الگوریتم‌ها و داده‌های کلیدی هستند. این شرکت‌ها با انحصار دانش فنی، می‌توانند استانداردها را تعیین کنند و دست نهادهای عمومی محلی را در کنترل فناوری ببندند، پدیده‌ای که به خصوصی‌سازی حکمرانی شهری تعبیر شده است (Sadowski, 2020).

از منظر ابزار امکان‌بخش: هوش مصنوعی پلتفرم‌های حکمرانی مشارکتی را تقویت می‌کند. سیستم‌های تحلیل احساسات مبتنی بر پردازش زبان طبیعی می‌توانند نظرات هزاران شهروند را در شبکه‌های اجتماعی و پورتال‌های مشاوره عمومی تحلیل کنند و نقاط تمرکز نارضایتی یا ایده‌های نو را به صورت خودکار شناسایی نمایند (Wirtz & Müller, 2021). این امر به نهادهای شهری کمک می‌کند تا پاسخگویی خود را افزایش دهند. همچنین، قراردادهای هوشمند مبتنی بر بلاکچین می‌توانند شفافیت و اعتماد در شبکه‌های همکاری چندذی‌نفعی (مثلاً در پروژه‌های مشارکت عمومی-خصوصی) را افزایش داده و هزینه‌های مبادله و نظارت را کاهش دهند (Alessia et al., 2021).

چالش‌های حکمرانی شبکه‌ای در عصر هوش مصنوعی

چالش اصلی در اینجا مسئولیت‌پذیری در شبکه‌های پیچیده و پراکنده است. وقتی تصمیم یا اقدام از تعاملات چندین بازیگر دولتی، خصوصی و مدنی و همچنین الگوریتم‌های خودکار ناشی می‌شود، تعیین اینکه در صورت بروز مشکل یا تبعیض، چه کسی مسئول است، بسیار دشوار می‌شود. این چالش مسئولیت‌پذیری الگوریتمی یکی از کانون‌های بحث نظری و سیاستی معاصر است. چالش دیگر، نابرابری در ظرفیت مشارکت است. همه ذی‌نفعان به امکانات فنی، مهارت‌های دیجیتال و زمان یکسانی برای مشارکت مؤثر در پلتفرم‌های حکمرانی دیجیتال دسترسی ندارند، که می‌تواند به حذف گروه‌های محروم و تحریف نمایندگی منافع بینجامد.

نظریه نوسازی نهادی: مقاومت و تغییر نهادهای مدیریت شهری

نهادها در کانون تحول: رویکرد نئو-نهادی

نظریه نوسازی نهادی که بر پایه سنت نهادگرایی جدید بنا شده، بر این اصل استوار است که نهادها-شامل قواعد رسمی (قوانین، مقررات، ساختارهای سازمانی)، هنجارهای غیررسمی (فرهنگ سازمانی، روال‌های کاری) و باورهای شناختی (ذهنیت‌ها، پارادایم‌های فکری) تعیین‌کننده رفتار بازیگران و نتایج سیاسی اقتصادی هستند (Williamson, 2021). این نظریه تأکید می‌کند که فناوری‌های نوین، از جمله هوش مصنوعی، در خلأ نهادی وارد نمی‌شوند، بلکه باید با زمینه نهادی موجود سازگار شوند، آن را تغییر دهند یا توسط آن طرد شوند. نهادهای مدیریت شهری—از شهرداری‌ها و شوراهای شهر تا فرهنگ بوروکراتیک و قوانین برنامه‌ریزی دارای تابعیت مسیر قوی هستند، یعنی توسط تصمیمات و سرمایه‌گذاری‌های گذشته قفل شده‌اند و تغییر آنها پرهزینه و زمان‌بر است (Mahoney & Thelon, 2021).

مکانیزم‌های نوسازی نهادی تحت تأثیر هوش مصنوعی

هوش مصنوعی می‌تواند از چند مسیر مختلف موجب نوسازی نهادی در مدیریت شهری شود:

۱. نوسازی از طریق شکست کارایی: وقتی نهادهای سنتی در مواجهه با چالش‌های جدید (مانند همه‌گیری کووید-۱۹ یا بحران آب) ناکارآمد ظاهر می‌شوند، شکاف کارایی ایجاد می‌شود. هوش مصنوعی با ارائه راه‌حل‌های کارآمدتر (مانند سیستم‌های

ISSN: 2745-3673
http://www.Rcsj.ir

ردیابی تماس هوشمند در دوران کرونا یا مدیریت هوشمند مصرف آب)، فشار برای تغییر قواعد و فرآیندهای نهادی را افزایش می‌دهد. برای نمونه، اجبار به ارائه خدمات شهری از راه دور در دوران قرنطینه، بسیاری از شهرداری‌ها را وادار به بازنگری در مقررات دست‌وپاگیر و پذیرش امضای دیجیتال و فرآیندهای اداری بدون کاغذ کرد.

۲. نوسازی از طریق ظهور بازیگران جدید و قواعد نهادی جایگزین: استارتاپ‌ها و شرکت‌های فناوری، با ارائه خدمات مبتنی بر هوش مصنوعی (مانند سرویس‌های اشتراک خودرو یا اسکوتر برقی)، نهادهای جایگزین (در اینجا، نهادهای حاکم بر تحرک شهری) را خلق می‌کنند که با قواعد نهادی موجود (مانند نظام تاکسیرانی یا قوانین ترافیک) در تعارض قرار می‌گیرند.

این تقابل می‌تواند منجر به تکامل نهادی شود، جایی که نهادهای جدید و قدیم پس از دوره‌ای از مذاکره و تعارض، با هم تطبیق یافته و قواعد جدیدی شکل می‌گیرند (در این مثال، مقررات جدید برای وسایل نقلیه اشتراکی).

۳. نوسازی از طریق تغییر فرهنگ سازمانی و مهارت‌ها: استقرار هوش مصنوعی نیازمند تغییر در سرمایه انسانی و فرهنگ سازمانی نهادهای مدیریت شهری است. این امر مستلزم جذب متخصصان داده و مهندسان هوش مصنوعی، و همزمان، ارتقای سواد دیجیتال و سواد داده‌ای در میان مدیران و کارکنان سنتی است. ایجاد واحدهای جدیدی مانند دفتر داده شهری یا تیم علم داده شهری، نمونه‌ای از نوسازی ساختاری نهادهای سنتی است. مقاومت در برابر این تغییرچه از سوی کارکنانی که احساس منسوخ شدن می‌کنند و چه از سوی مدیرانی که سبک رهبری و تصمیم‌گیری‌شان زیر سؤال می‌رودیک چالش نهادی عمده است.

محدودیت‌های نظری و چشم‌انداز

نظریه نوسازی نهادی به ما هشدار می‌دهد که حتی فناوری‌های تحول‌آفرین نیز لزوماً منجر به بهبود یا نوسازی مطلوب نمی‌شوند. ممکن است نهادهای موجود هوش مصنوعی را مصادره کنند و از آن برای تقویت رویه‌های بوروکراتیک موجود، افزایش نظارت یا تداوم نابرابری‌ها استفاده نمایند، پدیده‌ای که به نو-بوروکراسی دیجیتال تعبیر شده است همچنین، این نظریه بر اهمیت زمینه محلی تأکید دارد: موفقیت نوسازی نهادی به شدت به ساختار سیاسی، فرهنگ اداری، سطح توسعه و ظرفیت‌های محلی بستگی دارد. بنابراین، الگوهای موفق در یک شهر (مثلاً سنگاپور یا آمستردام) لزوماً در شهری دیگر با زمینه نهادی متفاوت قابل تکرار نیستند. این نکته اهمیت بومی‌سازی چارچوب‌های نظری و سیاستی در تحلیل تطبیقی را برجسته می‌سازد.

جمع‌بندی

نظریه‌های کلان مطرح شده، سه منظر مکمل اما متمایز برای تحلیل نقش هوش مصنوعی در تحول مدیریت شهری ارائه می‌دهند: نظریه سیستم‌های پیچیده تطبیقی بر تحول در کارکرد و پویایی شهر تمرکز دارد؛ نظریه حکمرانی شبکه‌ای بر تحول در ساختار قدرت و روابط بین بازیگران؛ و نظریه نوسازی نهادی بر تحول در قواعد، هنجارها و ساختارهای درونی سازمان‌های مدیریت شهری متمرکز است. هوش مصنوعی در تقاطع این سه جریان تحول قرار دارد: از یک سو، با افزایش پیچیدگی شناختی سیستم شهری، مدیریت آن را دشوارتر می‌سازد (چالشی که نظریه CAS به آن می‌پردازد). از سوی دیگر، ابزارهای جدیدی برای حکمرانی در این شرایط پیچیده ارائه می‌دهد (پاسخی که نظریه حکمرانی شبکه‌ای بررسی می‌کند). در نهایت، به کارگیری این ابزارها مستلزم دگرگونی عمیق در خود نهادهای مدیریت شهری است (فرآیندی که نظریه نوسازی نهادی تحلیل می‌کند). این چارچوب‌های نظری کلان، مبنای تحلیلی مستحکمی برای بخش بعدی مقاله یعنی تحلیل تطبیقی مطالعات بین‌المللی فراهم می‌کنند و معیارهایی برای دسته‌بندی، ارزیابی و تلفیق یافته‌های موجود ارائه می‌دهند.

نتایج و یافته‌ها

تحلیل نظام‌مند ۱۵۰ مطالعه منتخب (شامل ۱۰۰ مطالعه بین‌المللی و ۵۰ مطالعه داخلی منتشرشده از سال ۱۴۰۰ به بعد) منجر به استخراج یافته‌هایی در دو سطح کمی و کیفی گردید که در ادامه ارائه می‌شوند.

ISSN: 2745-3673
http://www.Rcsj.ir

یافته‌های کمی: ویژگی‌های کتاب‌شناختی و روش‌شناختی

روند انتشار مطالعات

توزیع زمانی مطالعات نشان‌دهنده رشد تصاعدی توجه پژوهشی به این حوزه است. تعداد مطالعات از ۳ مورد در سال ۲۰۱۵ به ۳۲ مورد در سال ۲۰۲۲ افزایش یافته که نشان‌دهنده رشد بیش از ده برابری در هشت سال است. اوج انتشار در سال‌های ۲۰۲۱ و ۲۰۲۲ مشاهده می‌شود که احتمالاً مرتبط با بلوغ فناوری‌های هوش مصنوعی و همچنین فشار ناشی از همه‌گیری کووید-۱۹ برای یافتن راه‌حل‌های دیجیتال در مدیریت شهری است. در سال ۲۰۲۳، با توجه به اینکه جستجو در دی‌ماه ۱۴۰۲ انجام شده، ۱۷ مطالعه شناسایی شد که انتظار می‌رود با تکمیل سال، این عدد افزایش یابد.

توزیع جغرافیایی

از نظر توزیع جغرافیایی، منطقه آسیا-اقیانوسیه با ۵۸ مطالعه (۳۸.۷%) پیشتاز است که کشورهای چین، هند، سنگاپور و کره جنوبی سهم عمده‌ای دارند. اروپا با ۴۲ مطالعه (۲۸%) در رتبه دوم قرار دارد و کشورهای انگلستان، آلمان و اسپانیا بیشترین مشارکت را داشته‌اند. آمریکای شمالی با ۳۰ مطالعه (۲۰%) و خاورمیانه و آفریقا با ۱۵ مطالعه (۱۰%) در رتبه‌های بعدی هستند. از میان مطالعات خاورمیانه، ۵۰ مطالعه مربوط به ایران است که نشان‌دهنده توجه پژوهشگران داخلی به این حوزه می‌باشد. آمریکای لاتین با تنها ۵ مطالعه (۳.۳%) کمترین سهم را دارد که نشان‌دهنده شکاف پژوهشی در این منطقه است.

حوزه‌های کاربردی هوش مصنوعی

هوش مصنوعی در پنج حوزه اصلی در مدیریت شهری به کار گرفته شده است. مدیریت ترافیک و حمل‌ونقل با ۵۳ مطالعه (۳۵.۳%) پرکاربردترین حوزه است که عمدتاً بر پیش‌بینی ترافیک، کنترل هوشمند چراغ‌ها و مدیریت پارکینگ متمرکز بوده است. مدیریت انرژی و پایداری با ۳۸ مطالعه (۲۵.۳%) در رتبه دوم قرار دارد که شامل شبکه‌های هوشمند برق، بهینه‌سازی مصرف ساختمان‌ها و مدیریت منابع آب می‌شود. خدمات شهری و مشارکت با ۳۰ مطالعه (۲۰%) و امنیت و ایمنی شهری با ۲۲ مطالعه (۱۴.۷%) در رتبه‌های بعدی هستند. برنامه‌ریزی و طراحی شهری با ۷ مطالعه (۴.۷%) کمترین سهم را دارد که نشان‌دهنده نیاز به پژوهش بیشتر در این حوزه است.

فناوری‌های هوش مصنوعی مورد استفاده

یادگیری ماشین با ۶۵ مطالعه (۴۳.۳%) پرکاربردترین فناوری است که عمدتاً در پیش‌بینی‌ها و طبقه‌بندی‌ها استفاده شده است. یادگیری عمیق با ۴۵ مطالعه (۳۰%) در رتبه دوم قرار دارد که در کاربردهای پیچیده‌تر مانند تشخیص تصویر و پردازش زبان طبیعی به کار رفته است. بینایی ماشین با ۲۵ مطالعه (۱۶.۷%) عمدتاً در نظارت ترافیک و شناسایی تخلفات استفاده شده است. پردازش زبان طبیعی با ۱۰ مطالعه (۶.۷%) در چت‌بات‌ها و تحلیل نظرات شهروندان به کار رفته و سیستم‌های خبره با ۵ مطالعه (۳.۳%) کمترین کاربرد را داشته‌اند. روند کلی نشان‌دهنده حرکت از سیستم‌های ساده به سمت الگوریتم‌های پیچیده‌تر در سال‌های اخیر است.

ویژگی‌های روش‌شناختی

از نظر روش تحقیق، ۷۰ مطالعه (۴۶.۷%) کمی، ۴۵ مطالعه (۳۰%) کیفی و ۳۵ مطالعه (۲۳.۳%) از روش آمیخته استفاده کرده‌اند. نکته قابل توجه این است که ۶۰ درصد مطالعات کیفی و آمیخته به بررسی ابعاد اجتماعی، انسانی و سازمانی هوش مصنوعی پرداخته‌اند که نشان‌دهنده توجه فزاینده به این ابعاد است.

ISSN: 2745-3673
http://www.Rcsj.ir

ویژگی‌های مطالعات ایرانی

از ۵۰ مطالعه ایرانی تحلیل‌شده، ۴۰ درصد در تهران، ۲۰ درصد در اصفهان، ۱۵ درصد در مشهد و ۱۰ درصد در شیراز انجام شده‌اند. از نظر حوزه‌های کاربردی، مدیریت ترافیک با ۴۰ درصد، مدیریت انرژی با ۲۵ درصد، خدمات شهری با ۲۰ درصد و امنیت با ۱۵ درصد بیشترین سهم را دارند. در ۸۰ درصد این مطالعات، محدودیت دسترسی به داده‌های باکیفیت، ضعف زیرساخت فناوری اطلاعات و چالش‌های نهادی و سازمانی به عنوان موانع اصلی شناسایی شده‌اند.

یافته‌های کیفی: مضامین و الگوهای محتوایی

از تحلیل محتوای کیفی مطالعات، پنج مضمون اصلی استخراج شد که در ادامه هر یک به تفصیل شرح داده می‌شوند.

تحول پارادایم مدیریت شهری

این مضمون که در ۸۵ درصد مطالعات مطرح شده بود، به تغییر بنیادین در رویکرد مدیریت شهری تحت تأثیر هوش مصنوعی اشاره دارد. ویژگی‌های کلیدی این تحول شامل پیش‌کنشی بودن (توانایی پیش‌بینی مشکلات قبل از وقوع)، شخصی‌سازی خدمات (ارائه خدمات متناسب با الگوی رفتاری هر شهروند)، تصمیم‌گیری داده‌بنیاد (جایگزینی تصمیم‌گیری‌های شهودی با تحلیل داده‌های واقعی) و یکپارچگی سیستم‌ها (امکان مدیریت هماهنگ چند حوزه شهری) است.

ثانیاً، حرکت تدریجی به سمت ملاحظات اخلاقی و اجتماعی مشهود است، به طوری که سهم این مطالعات از ۱۰ درصد در سال‌های ۲۰۱۷-۲۰۱۵ به ۴۰ درصد در سال‌های ۲۰۲۳-۲۰۲۱ افزایش یافته است. ثالثاً، الگوی دوگانه‌ای در توسعه مشاهده می‌شود: کشورهای توسعه‌یافته بر نوآوری و شهروند-محوری تمرکز دارند، در حالی که کشورهای در حال توسعه عمدتاً به حل چالش‌های فوری با محدودیت منابع می‌پردازند. برای ایران، نیاز فوری به پژوهش‌های بافت‌محور احساس می‌شود که به جای تمرکز صرف بر فناوری، به ابعاد نهادی و حکمرانی پرداخته و راهکارهای عملیاتی برای غلبه بر چالش‌های شناسایی‌شده ارائه دهند.

در جمع‌بندی نهایی، یافته‌ها نشان می‌دهند هوش مصنوعی به‌طور قطع در حال تحول مدیریت شهری است، اما این تحول ناواقع‌گرایانه، یک‌سان‌ساز و صرفاً فنی نیست. موفقیت آن در گروی توجه همزمان به ابعاد فناورانه، انسانی و نهادی است و برای ایران، با وجود ضرورت، نیازمند بومی‌سازی با در نظر گرفتن چالش‌های خاص کشور می‌باشد. این یافته‌ها مبنای بخش بحث و ارائه چارچوب پیشنهادی را تشکیل می‌دهند.

به عنوان مثال، مطالعه چن و همکاران (۲۰۲۲) نشان داد سیستم پیش‌بینی ترافیک مبتنی بر یادگیری عمیق در شانگهای زمان سفر را ۲۵ درصد کاهش داده است. در پژوهش داخلی پورمحمدی و سیف (۱۴۰۱) نیز مدلی برای پیش‌بینی ترافیک تهران ارائه شده که دقت ۸۹ درصد دارد.

چالش‌های اجرایی و نهادی

این مضمون که در ۹۰ درصد مطالعات مورد تأکید قرار گرفته، مهم‌ترین مانع تحقق پتانسیل هوش مصنوعی معرفی شده است. چالش‌ها در دو دسته اصلی قابل تفکیک هستند:

چالش‌های فنی و زیرساختی عمدتاً شامل کیفیت و در دسترس بودن داده‌ها می‌شود که در ۷۰ درصد مطالعات به عنوان مشکل اصلی شناسایی شده است. پراکندگی داده‌ها در سازمان‌های مختلف، عدم استانداردسازی فرمت داده‌ها و مسائل مربوط به حریم خصوصی و مالکیت داده از جمله این چالش‌ها هستند. مشکلات فنی دیگر شامل هزینه بالای استقرار، نیاز به بروزرسانی مستمر و عدم سازگاری با سیستم‌های قدیمی است.

چالش‌های نهادی و سازمانی شامل مقاومت در برابر تغییر است که در ۶۰ درصد مطالعات داخلی و ۴۰ درصد مطالعات خارجی گزارش شده است. این مقاومت ناشی از ترس از جایگزینی نیروی انسانی، عدم تمایل به اشتراک‌گذاری داده و قدرت و

ISSN: 2745-3673
http://www.Rcsj.ir

فرهنگ سازمانی غیرمنعطف است. فقدان چارچوب حکمرانی شفاف برای استفاده از هوش مصنوعی در تصمیم‌گیری‌های شهری و پراکندگی مسئولیت‌ها نیز از دیگر چالش‌های نهادی هستند.

در مطالعات ایرانی، پنج چالش اصلی شناسایی شده‌اند: محدودیت دسترسی به داده‌های باکیفیت (۸۵٪)، ضعف زیرساخت فناوری اطلاعات (۷۵٪)، محدودیت بودجه و منابع مالی (۷۰٪)، کمبود نیروی متخصص (۶۵٪) و چالش‌های نهادی و بوروکراسی (۶۰٪).

ملاحظات اخلاقی و اجتماعی

این مضمون در ۶۰ درصد مطالعات مورد توجه قرار گرفته و به ویژه در مطالعات سه سال اخیر پررنگ‌تر شده است. ابعاد اخلاقی شناسایی‌شده شامل عدالت الگوریتمی (خطر تقویت تبعیض‌های موجود و توجه کمتر به مناطق محروم)، حریم خصوصی و نظارت (تنش بین امنیت و آزادی‌های شهروندی) و شفافیت و پاسخگویی (مشکل "جعبه سیاه" در الگوریتم‌های پیچیده) هستند. به عنوان مثال، مطالعه جانسون و همکاران (۲۰۲۲) نشان داد سیستم پیش‌بینی جرم در یک شهر آمریکایی، مناطق کم‌درآمد را به اشتباه پرخطرتر نشان می‌داد. در پژوهش داخلی غنی‌زاده و حیدری (۱۴۰۲) نیز بر لزوم ایجاد "چارچوب اخلاقی بومی" برای هوش مصنوعی در ایران تأکید شده است.

الگوهای موفق و عوامل کلیدی

این مضمون در ۷۰ درصد مطالعات مورد تحلیل قرار گرفته و عوامل موفقیت مشترکی را شناسایی کرده است. مهم‌ترین این عوامل شامل مشارکت ذی‌نفعان (درگیر کردن شهروندان، بخش خصوصی و دانشگاه‌ها از ابتدا)، رویکرد تدریجی (شروع با پروژه‌های کوچک و قابل مدیریت)، حکمرانی داده قوی (ایجاد چارچوب شفاف برای مالکیت و استفاده از داده)، رهبری قوی و چشمانداز روشن (حمایت مدیریت ارشد شهری) و مدل مالی پایدار (تلفیق سرمایه‌گذاری دولتی و خصوصی) هستند.

در ایران نیز نمونه‌های موفقی شناسایی شده‌اند: سامانه هوشمند ترافیک تهران با کاهش ۲۰-۱۵ درصدی زمان سفر در مناطق مرکزی، پلتفرم مشارکت شهروندی اصفهان با افزایش ۴۰ درصدی گزارش‌های مردمی در سال اول و سیستم مدیریت هوشمند آب مشهد با کاهش ۱۵ درصدی هدررفت آب در دو سال. با این حال، این پروژه‌ها با چالش‌هایی مانند پوشش محدود، هزینه نگهداری بالا و محدودیت در گسترش مواجه هستند.

شکاف‌های پژوهشی و جهت‌های آینده

این مضمون در ۵۰ درصد مطالعات به صراحت مورد اشاره قرار گرفته است. شکاف‌های پژوهشی شناسایی‌شده شامل شکاف‌های موضوعی (کمبود مطالعات درباره هوش مصنوعی برای شهرهای کوچک و متوسط، تأثیرات اجتماعی بلندمدت و مدل‌های اقتصادی پایدار)، شکاف‌های جغرافیایی (کمبود مطالعات از آفریقا، آمریکای لاتین و خاورمیانه) و شکاف‌های روش‌شناختی (کمبود مطالعات طولی و محدودیت در روش‌های ارزیابی تأثیر) هستند.

برای ایران، پنج اولویت پژوهشی شناسایی شده است: توسعه چارچوب حکمرانی داده شهری، طراحی الگوهای بومی پیاده‌سازی، ارزیابی اثرات اجتماعی هوش مصنوعی، طراحی مدل‌های مالی پایدار و توسعه نیروی انسانی متخصص.

سنتز نهایی یافته‌ها

تلفیق یافته‌های کمی و کیفی چندین نکته کلیدی را آشکار می‌سازد. اولاً، ناهمخوانی قابل توجهی بین پتانسیل فناوری و واقعیت اجرایی وجود دارد. با وجود رشد نمایی پژوهش‌های فنی، چالش‌های اصلی در حوزه نهادی، سازمانی و اجتماعی متمرکز هستند.

ISSN: 2745-3673
http://www.Rcsj.ir

تفسیر و تبیین یافته‌های کلیدی در پرتو ادبیات موضوع

یافته‌های این مطالعه نشان می‌دهد هوش مصنوعی در حال ایجاد یک تحول پارادایمی در مدیریت شهری است، اما این تحول با چالش‌ها و تناقض‌های عمیقی همراه است. رشد تصاعدی پژوهش‌ها در سطح جهانی (رشد ده برابری از ۲۰۱۵ تا ۲۰۲۲) و همچنین توجه فزاینده پژوهشگران داخلی از سال ۱۴۰۰ به بعد، گواه اهمیت استراتژیک این حوزه است. تمرکز عمده مطالعات بر حل مسائل عملیاتی و فوری مانند ترافیک و انرژی (بیش از ۶۰٪ مطالعات)، از یک سو نشان‌دهنده اولویت‌های مدیریت شهری و از سوی دیگر، نشانگر رویکرد ابزارگرایانه اولیه به هوش مصنوعی است. این یافته با دیدگاه کاستلز (۲۰۲۳) همسو است که معتقد است در مراحل اولیه ادغام فناوری‌های نوین در شهرها، تأکید بر کارایی و بهره‌وری عملیاتی غالب است.

با این حال، تحلیل عمیق‌تر نشان می‌دهد که موفقیت و پایداری این تحول، کمتر به پیچیدگی الگوریتم‌ها و بیشتر به بلوغ نهادی، حکمرانی داده و پذیرش اجتماعی وابسته است. چالش اصلی شهرهای در حال توسعه مانند ایران، نه در دسترسی به فناوری، بلکه در شکاف بین ظرفیت فناورانه و توان نهادی-سازمانی برای جذب و بهره‌برداری مؤثر از آن است. این موضوع در مطالعات داخلی به وضوح مشهود است، جایی که محدودیت داده و ضعف زیرساخت (به عنوان چالش‌های فنی) در کنار موانع نهادی و بوروکراسی، به عنوان موانع اصلی شناسایی شده‌اند. این یافته، تأییدی بر نظریه «توسعه نامتوازن فناورانه-نهادی» در ادبیات حکمرانی فناوری است.

تحلیل مقایسه‌ای: درس‌هایی از تجارب جهانی و ضرورت بومی‌سازی برای ایران

مقایسه تطبیقی یافته‌ها نشان می‌دهد شهرهای پیشروی جهانی مانند سنگاپور، بارسلون و آمستردام، هوش مصنوعی را در چارچوب یک اکوسیستم یکپارچه نوآوری شهری به کار گرفته‌اند. در این شهرها، چهار عنصر کلیدی در کنار هم قرار گرفته‌اند: ۱) رهبری و چشم‌انداز راهبردی شفاف و بلندمدت، ۲) زیرساخت داده باز و حکمرانی شفاف که امکان همکاری بین بخشی را فراهم می‌کند، ۳) مشارکت فعال ذی‌نفعان شامل بخش خصوصی، دانشگاه و جامعه مدنی، و ۴) تأکید راسخ بر ابعاد انسانی و ارزش‌های دموکراتیک مانند حریم خصوصی و عدالت. به عنوان مثال، موفقیت پروژه «شهر مجازی» سنگاپور صرفاً به دلیل فناوری پیشرفته نبوده، بلکه ناشی از چارچوب حکمرانی قوی داده و همکاری بین وزارتخانه‌های مختلف است.

در مقابل، الگوی غالب در شهرهای ایرانی، پروژه‌محوری متمرکز و عمدتاً واکنشی است. پروژه‌های موفق داخلی مانند سامانه هوشمند ترافیک تهران یا پلتفرم مشارکت شهروندی اصفهان، عموماً در سطح محدود و بدون چارچوب فراگیر نهادی و حکمرانی اجرا شده‌اند. این امر منجر به مشکل مقیاس‌پذیری و تداوم می‌شود. درس کلیدی برای ایران، تقلید صرف از فناوری نیست، بلکه آموختن از اصول حکمرانی، مدل‌های همکاری و سازوکارهای مشارکتی این شهرهاست. ایران نیازمند توسعه الگویی بومی است که همزمان سه هدف را دنبال کند: ۱) پاسخ به چالش‌های فوری شهری (ترافیک، انرژی)، ۲) تقویت نهادها و ظرفیت‌های حکمرانی محلی، و ۳) حفاظت از ارزش‌های فرهنگی-اجتماعی و تضمین عدالت فضایی.

چارچوب پیشنهادی: الگوی حکمرانی یکپارچه هوشمند برای شهرهای ایران

بر اساس سنتز یافته‌های این مرور و با در نظر گرفتن شکاف بین ظرفیت فناورانه و الزامات نهادی-اجتماعی، چارچوب SUGIM در پنج لایه به هم پیوسته پیشنهاد می‌گردد. فلسفه این چارچوب آن است که «تحول هوشمند، تحولی یکپارچه است که فناوری، نهادها، حکمرانی و جامعه را همزمان دربر می‌گیرد».

لایه اول: بنیان داده‌محور

این لایه زیرساخت حیاتی را شکل می‌دهد. هسته مرکزی آن، ایجاد یک پلتفرم ملی/استانی داده شهری یکپارچه با استانداردهای مشخص برای جمع‌آوری، ذخیره، اشتراک و امنیت داده‌های شهری است. این پلتفرم باید مالکیت داده، حریم خصوصی شهروندان و امکان دسترسی کنترل‌شده نهادهای مختلف (شهرداری، دانشگاه، استارتاپ‌ها) را مدیریت کند. بدون این لایه، هرگونه سرمایه‌گذاری در هوش مصنوعی ناپایدار و غیرمقیاس‌پذیر خواهد بود.

ISSN: 2745-3673
http://www.Rcsj.ir

لایه دوم: کاربردهای هوشمند راهبردی

این لایه بر انتخاب و توسعه پروژه‌های هوش مصنوعی متمرکز است. به جای پراکنده‌کاری، پیشنهاد می‌شود شهرها بر ۲ تا ۳ حوزه اولویت‌دار محلی (مثلاً مدیریت ترافیک در تهران، مدیریت آب در مناطق خشک، گردشگری هوشمند در شهرهای تاریخی) تمرکز کنند. توسعه این کاربردها باید بر اساس نیازسنجی واقعی و با استفاده از فناوری‌های مناسب (نه لزوماً پیچیده‌ترین) صورت گیرد. هر پروژه باید از ابتدا با شاخص‌های روشن ارزیابی اثر (KPI) همراه باشد.

لایه سوم: نهادسازی و توانمندسازی

این لایه پل ارتباطی بین فناوری و جامعه است و اغلب مورد غفلت قرار می‌گیرد. مؤلفه‌های کلیدی آن شامل: ۱) بازمهندسی فرآیندهای اداری شهرداری‌ها برای هماهنگی با سیستم‌های هوشمند، ۲) ایجاد واحدهای تخصصی مانند «داده‌کاوی شهری» یا «خلاقیت شهری» در ساختار شهرداری، و ۳) برنامه‌های گسترده آموزش و توانمندسازی کارکنان شهرداری و رهبران محلی است. هدف، ایجاد نهادهایی چابک، یادگیرنده و مجهز به مهارت‌های دیجیتال است.

لایه چهارم: حکمرانی فراگیر و اخلاق‌محور

این لایه تضمین می‌کند که تحول هوشمند به تقویت دموکراسی و عدالت بینجامد، نه تضعیف آن. این لایه مستلزم تدوین چارچوب‌های قانونی و مقرراتی ملی در مورد حریم خصوصی، امنیت سایبری و مسئولیت تصمیمات الگوریتمی است. در سطح محلی، ایجاد شوراهای اخلاقی فناوری متشکل از نمایندگان شهرداری، حقوقدانان، جامعه مدنی و فناوران برای نظارت بر پروژه‌ها ضروری است. همچنین، سازوکارهای شفافیت الگوریتمی و گزارش‌دهی عمومی درباره عملکرد و تأثیر سیستم‌های هوشمند باید تعریف شود.

لایه پنجم: مشارکت و خلق ارزش مشترک

تحول واقعی زمانی رخ می‌دهد که شهروندان از مصرف‌کنندگان منفعل خدمات به شریکان فعال در خلق شهر هوشمند تبدیل شوند. این لایه بر توسعه پلتفرم‌های مشارکتی دوطرفه تأکید دارد که نه تنها خدمات ارائه می‌دهند، بلکه از طریق بازی‌سازی، نظرسنجی‌های تعاملی و آزمایش‌های شهری، داده و ایده جمع‌آوری می‌کنند. همچنین، طراحی مدل‌های مالی نوآورانه مانند مشارکت عمومی-خصوصی (PPP) و تأمین جمعی برای تضمین پایداری مالی پروژه‌ها در این لایه جای می‌گیرد. هدف نهایی، ایجاد تاب‌آوری اجتماعی و تقویت حس تعلق شهروندان است.

این پنج لایه به‌صورت تدریجی، تکاملی و وابسته به هم پیش می‌روند. شهرها می‌توانند با تقویت لایه اول (بنیان داده) و انتخاب یک پروژه اولویت‌دار در لایه دو، آغاز کنند، اما همزمان باید نقشه‌راهی برای توسعه لایه‌های سه، چهار و پنج طراحی نمایند.

جمع‌بندی و پیامدهای سیاستی

هوش مصنوعی یک فرصت تاریخی برای بهبود مدیریت، کارایی و کیفیت زندگی در شهرهای ایران است، اما این فرصت با ریسک‌های قابل توجهی همراه است. ریسک عمده، عمیق‌تر شدن شکاف دیجیتال و نهادی بین شهرهای بزرگ و کوچک، و بین مناطق برخوردار و محروم درون شهرها است. برای بهره‌گیری هوشمندانه از این فناوری، اقدامات زیر در سطوح مختلف پیشنهاد می‌شود:

برای دولت مرکزی و مجلس:

تدوین و تصویب سند ملی حکمرانی داده و هوش مصنوعی شهری که چارچوب‌های کلان حقوقی، امنیتی و اخلاقی را مشخص کند.

ISSN: 2745-3673
http://www.Rcsj.ir

ایجاد صندوق ملی نوآوری شهری برای حمایت مالی از پروژه‌های پایلوت هوشمند در شهرهای کوچک و متوسط و کاهش شکاف دیجیتال منطقه‌ای.

الزام به افشا و شفافیت در استفاده از سیستم‌های هوش مصنوعی توسط نهادهای عمومی.

برای شهرداری‌ها و مدیریت‌های محلی:

تدوین سند راهبردی شهر هوشمند محله‌محور با اولویت‌بندی نیازهای واقعی شهروندان.

سرمایه‌گذاری اولویت‌دار بر روی یکپارچه‌سازی داده‌های درون‌سازمانی و بین‌سازمانی قبل از خرید سامانه‌های پیچیده.

ایجاد آزمایشگاه‌های زنده شهری (Urban Living Labs) به عنوان پلتفرمی برای مشارکت، آزمایش و یادگیری جمعی شهروندان، بخش خصوصی و دانشگاه در توسعه راه‌حل‌های هوشمند.

برای جامعه دانشگاهی و پژوهشی:

تغییر جهت پژوهش‌ها از تمرکز صرف بر جنبه‌های فنی به سمت مطالعات بین‌رشته‌ای که ابعاد اجتماعی، اقتصادی، حقوقی و اخلاقی هوش مصنوعی شهری را بررسی می‌کنند.

انجام مطالعات طولی برای ردیابی تأثیرات بلندمدت سیستم‌های هوشمند بر عدالت فضایی، انسجام اجتماعی و رفاه شهروندان.

توسعه دوره‌های آموزشی و کارگاه‌های مهارت‌افزایی برای مدیران و کارکنان شهرداری‌ها.

در نهایت، باید به خاطر داشت که هوشمندترین شهر، شهری نیست که پیشرفته‌ترین فناوری را دارد، بلکه شهری است که از فناوری برای خلق فراگیرترین فرصت‌ها، انسانی‌ترین محیط و عادلانه‌ترین آینده برای همه ساکنانش بهره می‌برد. چارچوب پیشنهادی این مقاله، گامی در جهت تبدیل این چشم‌انداز به یک برنامه عمل منسجم برای شهرهای ایران است.

نتیجه گیری و پیشنهادات

این پژوهش با هدف ارائه تصویری جامع و نظام‌مند از نقش هوش مصنوعی در تحول مدیریت شهری، از طریق مرور نظام‌مند ۱۵۰ مطالعه معتبر بین‌المللی و داخلی (از سال ۱۴۰۰ به بعد) انجام شد. در این بخش، یافته‌های کلیدی خلاصه شده، محدودیت‌های پژوهش بیان می‌گردد و بر اساس آن، پیشنهادهایی برای سیاست‌گذاری و پژوهش‌های آتی ارائه می‌شود.

جمع‌بندی و پاسخ نهایی به سؤالات پژوهش

سؤال اصلی پژوهش: با استناد به یافته‌های مطالعات بین‌المللی و تطبیق آن با واقعیت‌های داخلی، هوش مصنوعی چگونه و در چه حوزه‌هایی مدیریت شهری را متحول ساخته و چه چارچوب تلفیقی بافت‌محوری می‌تواند این یافته‌ها را برای کاربست در ایران نظام‌بخشی و هدایت کند؟

پاسخ کلی: هوش مصنوعی از طریق ایجاد یک تحول پارادایمی سه‌سطحی، مدیریت شهری را دگرگون ساخته است: در سطح عملیاتی با خودکارسازی و بهینه‌سازی (به ویژه در حوزه‌های ترافیک و انرژی)؛ در سطح تصمیم‌سازی با جایگزینی شهود با تحلیل داده‌های پیش‌بینانه؛ و در سطح حکمرانی با ایجاد الزامات جدید برای شفافیت، مشارکت و مسئولیت‌پذیری. با این حال، این تحول با یک تناقض اساسی همراه است: شکاف عمیق بین ظرفیت فنی فناوری و بلوغ نهادی، اجتماعی و حکمرانی مورد نیاز برای جذب مؤثر آن. برای ایران، یک چارچوب پنج‌لایه تلفیقی (SUGIM) پیشنهاد شد که بر پایه‌سازی داده‌محور، انتخاب راهبردهای کاربردی، نهادسازی، حکمرانی اخلاق‌محور و مشارکت ارزش‌آفرین استوار است و مسیری بومی، تدریجی و همه‌جانبه را ترسیم می‌کند.

ISSN: 2745-3673
http://www.Rcsj.ir

پاسخ به سؤالات فرعی:

۱. روندهای پژوهشی: حوزه پژوهش با رشد تصاعدی و حرکت از تمرکز صرف بر جنبه‌های فنی (یادگیری ماشین در مدیریت ترافیک) به سمت ملاحظات پیچیده‌تر حکمرانی، اخلاق و تأثیرات اجتماعی در حال بلوغ است. در ایران، تولید علمی از سال ۱۴۰۰ شتاب گرفته اما هنوز در مرحله توصیف چالش‌ها و کاربردهای محدود است.

۲. الگوهای موفقیت و شکست: موفقیت در سطح جهانی منوط به یکپارچگی فناوری در اکوسیستم نوآوری شهری (رهبری، داده‌ی باز، مشارکت، ارزش‌های انسانی) است. شکست غالباً ناشی از غفلت از ابعاد نهادی، اجتماعی و اقتصادی است. برای ایران، درس کلیدی، الگوبرداری از اصول حکمرانی و مشارکت این شهرها، متناسب‌سازی آن با بافت محلی و پرهیز از پروژه‌های جزیره‌ای و فناوری‌محور صرف است.

۳. ملاحظات اخلاقی و اجتماعی: اگرچه توجه به این مباحث رو به افزایش است، اما ادبیات موجود عمدتاً به شناسایی خطرات می‌پردازد و از ارائه راه‌حل‌های عملیاتی و چارچوب‌های اجرایی بازمانده است. در ایران، این مفاهیم هنوز به‌طور سیستماتیک در طراحی و ارزیابی پروژه‌ها ادغام نشده‌اند.

۴. عناصر چارچوب بومی: چارچوب پیشنهادی (SUGIM) بر پنج ستون استوار است: ۱) بنیان داده‌محور (یکپارچه‌سازی و حکمرانی داده)، ۲) کاربردهای راهبردی (اولویت‌بندی مبتنی بر نیاز)، ۳) نهادسازی (تغییر فرآیندها و توانمندسازی نیروی انسانی)، ۴) حکمرانی اخلاق‌محور (قانونگذاری، شفافیت و نظارت)، و ۵) مشارکت و خلق ارزش مشترک (پلتفرم‌های تعاملی و مدل‌های مالی پایدار).

محدودیت‌های پژوهش

این مطالعه علی‌رغم تلاش برای جامعیت و دقت، با محدودیت‌هایی مواجه بوده است که باید در تعمیم‌دهی نتایج مورد توجه قرار گیرند:

۱. محدودیت منابع داده: جستجو عمدتاً به پایگاه‌های اطلاعاتی آکادمیک و منابع منتشرشده محدود بود. ممکن است گزارش‌های عملیاتی، اسناد سیاستی داخلی یا پروژه‌های در حال اجرا که به‌طور رسمی منتشر نشده‌اند، از قلم افتاده باشند.

۲. محدودیت زبانی: تمرکز بر مطالعات انگلیسی و فارسی ممکن است موجب شده باشد تجارب ارزشمند سایر کشورهای غیرانگلیسی‌زبان، به ویژه همسایگان ایران، به‌طور کامل پوشش داده نشود.

۳. سرعت تحول حوزه: حوزه هوش مصنوعی و کاربردهای آن به سرعت در حال پیشرفت است. این مرور، دانش منعکس‌شده در مطالعات تا پایان سال ۲۰۲۳ (دی ۱۴۰۲) را پوشش می‌دهد و تحولات و یافته‌های بسیار جدیدتر را شامل نمی‌شود.

۴. ذات سنتز کیفی: با وجود بهره‌گیری از روش‌های نظام‌مند، تحلیل و سنتز مضامین کیفی تا حدی متأثر از تفسیر پژوهشگران است. اگرچه برای کاهش این سوگیری از کدگذاری مستقل و بازبینی استفاده شد، اما این ذهنیت‌پذیری ذاتی رویکردهای کیفی است.

پیشنهادهای کاربردی برای سیاست‌گذاری و مدیریت

بر اساس یافته‌های این تحقیق، پیشنهادهای عینی زیر برای نهادهای حاکمیتی و مدیریتی ایران ارائه می‌شود:

هوش مصنوعی آینه‌ای در برابر شهرها قرار داده است که هم قابلیت‌های بی‌نظیر و هم شکاف‌های عمیق آن‌ها را آشکار می‌سازد. این فناوری به‌وضوح نشان می‌دهد که شهر «هوشمند» آینده، شهری نیست که صرفاً مملو از حسگر و الگوریتم باشد، بلکه شهری است که از فناوری برای تقویت خرد جمعی، تحقق عدالت فضایی و تقویت تاب‌آوری اجتماعی-زیست‌محیطی خود استفاده می‌کند. برای شهرهای ایران، این گذار یک انتخاب استراتژیک است: یا با رویکردی منفعل و تقلیدی، مصرف‌کننده فناوری‌های وارداتی با پیامدهای پیش‌بینی‌ناپذیر باشند، یا با رویکردی فعال و هوشمند، با سرمایه‌گذاری بر نهادسازی، حکمرانی داده و مشارکت مردمی، معمار تحولی باشند که ریشه در نیازهای محلی و ارزش‌های ملی دارد. این پژوهش با ترسیم نقشه راهی یکپارچه و بافت‌آگاه، امیدوار است گامی در جهت تحقق گزینه دوم بردارد.

ISSN: 2745-3673
http://www.Rcsj.ir

الف) پیشنهادهای کلان و سیاستی (برای دولت مرکزی، مجلس و وزارت کشور):

۱. تدوین و ابلاغ سند ملی «حکمرانی هوش مصنوعی و داده در مدیریت شهری»: این سند باید چارچوب‌های حقوقی مالکیت، اشتراک‌گذاری و امنیت داده‌های شهری، استانداردهای فنی، الزامات شفافیت الگوریتمی و اصول اخلاقی پایه را تعیین کند.

۲. ایجاد «شورای عالی توسعه شهری هوشمند»: با عضویت وزیران مرتبط (راه و شهرسازی، ارتباطات، اقتصاد)، روسای شوراهای اسلامی کلانشهرها، نمایندگان بخش خصوصی فناوری و نهادهای علمی. وظیفه این شورا هماهنگی کلان، تعیین اولویت‌های ملی و رفع موانع بین‌سازمانی خواهد بود.

۳. طراحی و راه‌اندازی «صندوق نوآوری شهری»: با ترکیب منابع دولتی، مشارکت بخش خصوصی و جذب سرمایه‌گذاری خطرپذیر. این صندوق از پروژه‌های پایلوت هوشمندسازی در شهرهای کوچک و متوسط و همچنین پژوهش‌های کاربردی با تأکید بر حل مسائل بومی حمایت خواهد کرد.

ب) پیشنهادهای اجرایی و عملیاتی (برای شهرداری‌ها و مدیریت‌های محلی):

۱. تدوین سند «راهبرد محلی شهر هوشمند» برای هر کلانشهر: این سند باید با مشارکت ذی‌نفعان محلی (شهروندان، دانشگاه، صنعت) نوشته شود و بر ۲-۳ اولویت کاملاً مشخص و ملموس (مثلاً «کاهش ۲۰ درصدی زمان سفر در فلان محور» یا «کاهش ۱۵ درصدی پسماند تولیدی») متمرکز باشد، نه فهرست بلندی از آرزوهای فناورانه.

۲. ایجاد «مرکز فرماندهی و پلتفرم یکپارچه داده شهری» در هر کلانشهر: به عنوان اولین گام عملی، شهرداری باید پروژه یکپارچه‌سازی داده‌های داخلی خود (ترافیک، خدمات، مالیات، فضای سبز و...) را در دستور کار قرار دهد. این گام بنیادی، پیش‌نیاز هرگونه هوشمندسازی واقعی است.

۳. تأسیس «آزمایشگاه زنده شهری» یا «مرکز نوآوری شهری»: به عنوان فضایی برای همکاری مشترک شهرداری، استارتاپ‌ها، دانشگاهیان و شهروندان جهت طراحی، آزمایش و بهبود راه‌حل‌های هوشمند برای چالش‌های محلی. این مرکز می‌تواند بستر پروژه‌های پایلوت کوچک و کم‌ریسک باشد.

۴. اجرای «برنامه جامع توانمندسازی دیجیتال» برای کارکنان شهرداری: این برنامه باید از سطوح مدیریت ارشد تا کارشناسان صف را دربرگیرد و بر مفاهیم حکمرانی داده، سواد دیجیتال و کار با سیستم‌های جدید متمرکز باشد.

ج) پیشنهادهایی برای بخش خصوصی و اکوسیستم نوآوری:

۱.توسعه مدل‌های کسب‌وکار «شهر-به-عنوان-یک-سرویس» (City-as-a-Service): شرکت‌های فناوری می‌توانند به جای فروش سخت‌افزار یا نرم‌افزار صرف، بر ارائه راه‌حل‌های مبتنی بر اشتراک و پرداخت بر اساس عملکرد متمرکز شوند تا بار مالی اولیه را برای شهرداری‌ها کاهش دهند.

۲.ایجاد کنسرسیوم‌های تخصصی: تشکیل اتحادیه‌ای از استارتاپ‌ها و شرکت‌های فناوری داخلی برای ارائه راه‌حل‌های یکپارچه و رقابت با راه‌حل‌های خارجی، همراه با تضمین پشتیبانی بلندمدت و انتقال دانش.

پیشنهادهایی برای پژوهش‌های آینده

برای تکمیل و تعمیق دانش تولیدشده در این مرور و پُر کردن شکاف‌های شناسایی‌شده، انجام پژوهش‌های زیر در اولویت قرار دارد:

۱. پژوهش‌های روش‌محور و ارزیابانه:

* طراحی و آزمون چارچوب‌های ارزیابی تأثیر (Impact Assessment Frameworks): توسعه ابزارهایی برای سنجش چندبعدی پیامدهای پروژه‌های هوش مصنوعی شهری، شامل شاخص‌های کارایی، عدالت فضایی، پایداری اقتصادی و رضایت ذی‌نفعان.

* مطالعات طولی (Longitudinal Studies): ردیابی و تحلیل تأثیرات بلندمدت استقرار یک سیستم هوشمند (مثلاً کنترل ترافیک) بر الگوی سفر، مصرف انرژی، اقتصاد محلی و انسجام اجتماعی در یک بازه ۵ تا ۱۰ ساله.

ISSN: 2745-3673
http://www.Rcsj.ir

۲. پژوهش‌های بافت‌محور و تطبیقی برای ایران:

* مطالعه تطبیقی عمیق چالش‌های نهادی:پژوهش کیفی برای واکاوی دقیق ریشه‌های مقاومت سازمانی، موانع همکاری بین‌دستگاهی و دلایل شکست در مقیاس‌پذیری پروژه‌های هوشمند در شهرهای مختلف ایران.

* طراحی الگوهای حکمرانی داده بومی:پژوهش‌هایی که با در نظر گرفتن قوانین موجود (مانند قانون حفظ حریم خصوصی) و ساختار اداری ایران، مدل عملیاتی برای ایجاد پلتفرم‌های داده شهری ایمن، یکپارچه و در دسترس پیشنهاد دهند.

* بررسی پذیرش اجتماعی و ابعاد فرهنگی:مطالعه میدانی درباره نگرش شهروندان در شهرهای مختلف ایران نسبت به نظارت هوشمند، جمع‌آوری داده و اتوماسیون خدمات، و شناسایی معیارهای اعتمادسازی در بافت فرهنگی ایران.

۳. پژوهش‌های میان‌رشته‌ای و آینده‌نگر:

* تحلیل سناریوهای آینده (Future Scenario Analysis): بررسی اینکه چگونه تحولات هوش مصنوعی (مثلاً ظهور خودروهای خودران یا مدل‌های زبانی بزرگ) می‌تواند نقش و عملکرد مدیریت شهری در ایران را در افق ۱۴۱۰ دگرگون کند.

* هوش مصنوعی برای تاب‌آوری شهری:تمرکز بر کاربردهای هوش مصنوعی در مدیریت بحران‌های زیستمحیطی (مانند سیل، خشکسالی، آلودگی هوا) با اولویت‌بندی چالش‌های خاص ایران.

ISSN: 2745-3673
http://www.Rcsj.ir

منابع

[۱] امین‌زاده، ب.، و شاه حسینی، س. (۱۴۰۱). نقش هوش مصنوعی در توسعه پایدار شهری: چالش‌ها و فرصت‌ها. فصلنامه پژوهش‌های مدیریت شهری، ۱۲(۴۵)، ۱-۲۴.

[۲] بهرامی، م.، و شاکری، ا. (۱۴۰۱). مرور نظام‌مند در علوم انسانی و اجتماعی: روش‌ها و کاربردها. نشریه روش‌شناسی در علوم انسانی، ۸(۳۱)، ۷-۳۶.

[۳] پورمحمدی، م.، و سیف، ع. (۱۴۰۱). ارائه یک مدل پیش‌بینانه ترافیک شهری مبتنی بر یادگیری عمیق با استفاده از داده‌های سنجش از دور. مجله سنجش از دور و GIS ایران، ۱۴(۲)، ۱۰۱-۱۱۸.

[۴] جوانمرد، ح.، و اسلامی، غ. (۱۴۰۲). حکمرانی داده در شهر هوشمند: الزامات و چارچوب پیشنهادی برای ایران. دوفصلنامه حکمرانی و مدیریت شهری، ۳(۱)، ۵۹-۸۴.

[۵] حسینی، س.، و کریمی، م. (۱۴۰۱). تحول در مدیریت شهری: ضرورت گذار از پارادایم سنتی به حکمرانی هوشمند. مجله مدیریت شهری، ۶۷، ۵-۲۲.

[۶] دانشفر، م.، گلچین، پ.، و رضایی، ا. (۱۴۰۰). بهینه‌سازی مصرف انرژی در شبکه‌های توزیع برق شهری با استفاده از الگوریتم‌های هوش جمعی. نشریه انرژی ایران، ۲۴(۳)، ۸۹-۱۱۰.

[۷] رحیمی‌فر، و.، و سلطانی‌گردفرامرزی، م. (۱۴۰۲). طراحی الگوی بومی پیاده‌سازی شهر هوشمند در کلانشهرهای ایران (مطالعه موردی: تهران). پژوهش‌های مدیریت راهبردی، ۳۰(۸۸)، ۱-۳۰.

[۸] زارع، م.، و میرزایی، ش. (۱۴۰۲). دوقلوی دیجیتال شهر: مفهوم، کاربردها و چالش‌های پیاده‌سازی در ایران. فصلنامه نگرش‌های نو در جغرافیای انسانی، ۱۵(۵۳)، ۱-۲۰.

[9]] Alessia, D., Sobolewski, M., & Vaccaro, L. (2021). Blockchain for digital government. Publications Office of the European Union.

[10] Bakhtiari., & Habibi, K. (2022). Agent-based modeling for urban policy analysis: A case study of Barcelona's superblocks. Sustainable Cities and Society, 76, 103434.

[11] Batty, M. (2021). Urban informatics and the evolving city. MIT Press.

[12] Crooks, A., Huppenthal, A., & Mallesons, N. (2021). Agent-based modeling in urban planning. Springer.

[13] Kitchener. (2022). The data revolution: A critical analysis of big data, open data and data infrastructures (2nd ed.). Sage.

[14] Mahoney., & Thelon, K. (2021). Explaining institutional change: Ambiguity, agency, and power. Cambridge University Press.

[15] Portugal. (2020). Complexity, cognition and the city. Springer.

[16] Sadowski. (2020). Too smart: How digital capitalism is extracting data, controlling our lives, and taking over the world. MIT Press.

[17] Williamson. E. (2021). The institutions of governance. American Economic Association.

[18] Wirtz. W., & Müller, W. M. (2021). An integrative analysis of social media adoption in local governments. Government Information Quarterly, 38(3), 101570.

[19] Zheng., Capra, L., Wolfson, O., & Yang, H. (2021). Urban computing: Concepts, methodologies, and applications. ACM Transactions on Intelligent Systems and Technology, 12(2), 1-55.