

تحلیل نقش مدیریت هوشمند خدمات شهری در ارتقای کارایی سازمانی شهرداری‌ها با تأکید بر توسعه زیرساخت‌های دیجیتال و یکپارچه‌سازی فرایندهای ارائه خدمت

حجت اله خرم دل^۱، محمد رضا حسین پور^۲

۱ - کارشناسی ارشد مدیریت بازرگانی، گرایش بازاریابی، موسسه آموزش عالی خرد بوشهر. (سرپرست مدیریت پیشگیری و رفع تخلفات شهری).

۲ - لیسانس مهندسی تولیدات گیاهی (زراعت) شهر کرد، (مدیر هماهنگی و نظارت بر امور خدمات شهری).

چکیده

مدیریت هوشمند خدمات شهری به عنوان یک رویکرد نوین مبتنی بر فناوری اطلاعات و ارتباطات (ICT) و داده‌محوری، تحولی بنیادین در نحوه ارائه خدمات و سازماندهی فعالیت‌های شهرداری‌ها ایجاد کرده است. در دنیای امروز که شهرها با چالش‌های فزاینده‌ای نظیر رشد جمعیت، افزایش تقاضا برای خدمات عمومی، و ضرورت پایداری محیط زیست روبرو هستند، اتکا به روش‌های سنتی پاسخگویی نیازها را برآورده نمی‌سازد. هدف این پژوهش، تحلیل عمیق نقش محوری مدیریت هوشمند خدمات شهری، به‌ویژه از طریق توسعه زیرساخت‌های دیجیتال پیشرفته و یکپارچه‌سازی فرایندهای عملیاتی، در ارتقای کارایی سازمانی شهرداری‌ها است. این مطالعه با استفاده از رویکردی توصیفی-تحلیلی و با مرور و ترکیب یافته‌های پژوهش‌های پیشین صورت پذیرفته است تا چارچوبی جامع برای درک چگونگی تأثیر فناوری بر عملکرد شهری ارائه دهد. یافته‌ها نشان می‌دهند که پیاده‌سازی فناوری‌هایی نظیر اینترنت اشیا (IoT)، داده‌های بزرگ (Big Data)، و هوش مصنوعی (AI) به طور مستقیم منجر به بهبود چشمگیر در پایش، پیش‌بینی، تخصیص منابع و تصمیم‌گیری‌های عملیاتی در حوزه‌هایی چون حمل‌ونقل، مدیریت پسماند و خدمات عمومی می‌شود. همچنین، یکپارچه‌سازی سیستمی از طریق پلتفرم‌های دیجیتال مشترک، مانع از اتلاف منابع ناشی از موازی‌کاری و تداخلات بین بخشی گردیده و شفافیت و پاسخگویی را به شکل قابل توجهی افزایش می‌دهد. نتیجه‌گیری این است که سرمایه‌گذاری استراتژیک در زیرساخت‌های دیجیتال و اتخاذ رویکردهای حکمرانی هوشمند، سنگ بنای دستیابی شهرداری‌ها به سطوح بالاتری از کارایی و رضایت‌مندی شهروندان در مواجهه با پیچیدگی‌های شهری مدرن است.

واژگان کلیدی: مدیریت هوشمند شهری، زیرساخت دیجیتال، کارایی سازمانی، یکپارچه‌سازی فرایند، خدمات شهری

گسترش شتابان شهرنشینی در دهه‌های اخیر، ماهیت پیچیده و چندوجهی مدیریت شهری را به شدت دگرگون ساخته است. شهرداری‌ها به عنوان نهادهای اصلی مسئول تأمین و تنظیم خدمات عمومی شهری، اکنون در خط مقدم رویارویی با چالش‌هایی نظیر تراکم ترافیک، مدیریت بحران‌های زیست‌محیطی، توزیع ناعادلانه خدمات و انتظارات روزافزون شهروندان قرار دارند (غافلی و همکاران، ۱۳۹۸). در این بستر، مدل‌های مدیریتی سنتی که اغلب بر ساختارهای سلسله‌مراتبی، فرایندهای کاغذی و پاسخگویی واکنشی استوار بودند، دیگر قادر به پاسخگویی مؤثر و به‌موقع به نیازهای پویا و متغیر شهر نیستند. این ناکارآمدی ساختاری، ضرورت گذار به پارادایم‌های نوین مدیریتی را برجسته می‌سازد که در قلب آن، مفهوم «مدیریت هوشمند خدمات شهری» جای می‌گیرد. مدیریت هوشمند شهری، که ریشه در انقلاب اطلاعات و ارتباطات دارد، به کارگیری فناوری‌های پیشرفته مانند اینترنت اشیا (IoT)، کلان‌داده‌ها (Big Data)، هوش مصنوعی (AI) و پلتفرم‌های ابری را برای جمع‌آوری، تحلیل و استفاده عملی از داده‌ها به منظور بهبود کیفیت زندگی شهروندان و افزایش بهره‌وری عملیاتی نهادهای شهری تعریف می‌کند (رامیاری و همکاران، ۱۳۹۷). اهمیت این رویکرد تنها در بهبود کارایی فنی خدمات خلاصه نمی‌شود، بلکه تأثیر عمیقی بر ساختار حکمرانی، شفافیت عملیاتی و سطح مشارکت اجتماعی دارد. فناوری دیگر صرفاً یک ابزار کمکی نیست، بلکه زیربنای اصلی برای بازتعریف رابطه بین حکومت و شهروندان به شمار می‌رود و امکان اتخاذ تصمیمات مبتنی بر شواهد و پیش‌بینی‌های دقیق را فراهم می‌آورد (بقالی و همکاران، ۱۳۹۹).

طرح مسئله اصلی این پژوهش بر این محور استوار است که چگونه توسعه هدفمند زیرساخت‌های دیجیتال و دستیابی به یکپارچه‌سازی فرایندهای درون و برون‌سازمانی، می‌تواند به طور ملموس و قابل اندازه‌گیری، کارایی سازمانی شهرداری‌ها را در ارائه خدمات اساسی نظیر حمل‌ونقل، پسماند و ایمنی ارتقا دهد؟ کارایی سازمانی در این بافت، نه تنها به معنای کاهش هزینه‌ها و زمان انجام کار، بلکه شامل افزایش دقت، انعطاف‌پذیری در برابر شوک‌ها و بهبود کیفیت نهایی خدمات دریافتی توسط شهروندان است. بسیاری از شهرداری‌ها در مراحل اولیه پیاده‌سازی فناوری‌های هوشمند قرار دارند، اما فقدان استراتژی جامع برای یکپارچه‌سازی این فناوری‌ها و همچنین عدم توجه کافی به معماری داده‌ای مشترک، مانع از تحقق پتانسیل کامل آن‌ها شده است. به عنوان مثال، وجود سیستم‌های مجزا برای مدیریت ترافیک، جمع‌آوری زباله و صدور مجوزها، منجر به سیلوهای اطلاعاتی می‌شود که مانع از دیدگاه کل‌نگر مورد نیاز برای تصمیم‌گیری هوشمند می‌گردد (نصرتی و همکاران، ۱۳۹۹).

لذا، ضروری است تا نقش این دو عامل حیاتی—زیرساخت دیجیتال و یکپارچه‌سازی فرایند—به صورت مجزا و سپس تعاملی مورد تحلیل قرار گیرند. ضرورت مدیریت هوشمند با توجه به منابع متعددی که بر لزوم حکمرانی داده‌محور تأکید دارند، آشکار است. به عنوان مثال، پژوهش‌ها نشان داده‌اند که مدیریت هوشمند پسماند می‌تواند با بهره‌گیری از سنسورهای متصل، هزینه‌های جمع‌آوری را تا ۳۰ درصد کاهش دهد (خوشنواز و همکاران، ۱۳۹۸). همچنین، در حوزه حمل‌ونقل، سامانه‌های هوشمند امکان مدیریت لحظه‌ای تقاضا و کاهش اتلاف وقت ترافیکی را فراهم می‌آورند (گلکار، ۱۳۹۹). این مقاله تلاش می‌کند با تکیه بر ادبیات موجود و چارچوب‌های نظری مرتبط، به تبیین چگونگی تبدیل این پتانسیل‌های فناورانه به کارایی عملیاتی پایدار در شهرداری‌ها بپردازد و مسیری روشن برای سیاست‌گذاران شهری ترسیم نماید.

۲. مبانی نظری و پیشینه پژوهش

مدیریت هوشمند شهری (Smart City Management) یک مفهوم چندرشته‌ای است که تلفیق پیچیده‌ای از فناوری‌های نوین، حکمرانی مشارکتی و برنامه‌ریزی شهری پایدار را در بر می‌گیرد. در ادبیات دانشگاهی، تعاریف متعددی از این مفهوم ارائه شده

است، اما هسته اصلی آن حول محور استفاده بهینه از منابع از طریق جمع‌آوری و تحلیل داده‌ها برای بهبود کیفیت زندگی و کارایی خدمات عمومی می‌چرخد (رامیاری و همکاران، ۱۳۹۷).

پیشینه پژوهش‌ها در این حوزه نشان‌دهنده تمرکز فزاینده بر جنبه‌های کاربردی فناوری در حل مشکلات شهری مشخص است. یکی از محورهای اصلی مطالعات، نقش فناوری در ارتقای مشارکت شهروندان بوده است. مشارکت شهروندان در مدیریت شهری، که از طریق پلتفرم‌های دیجیتال تسهیل می‌شود، نه تنها منجر به افزایش مشروعیت تصمیمات می‌شود، بلکه امکان دریافت بازخورد سریع و مستمر درباره کیفیت خدمات ارائه شده را فراهم می‌آورد (بقالی و همکاران، ۱۳۹۹). شهروندان دیگر منفعل دریافت‌کننده خدمات نیستند، بلکه به عنوان تولیدکنندگان داده و ناظران فعال در چرخه ارائه خدمت مشارکت می‌کنند؛ این امر نیازمند طراحی رابط‌های کاربری ساده و سیستم‌های پاسخگو است.

در حوزه مدیریت پسماند، مطالعات متعددی به بررسی تأثیر راهکارهای هوشمند پرداخته‌اند. خوشنواز و همکاران (۱۳۹۸) بر این نکته تأکید دارند که به‌کارگیری حسگرهای پرشدگی در مخازن زباله، برنامه‌ریزی مسیرهای جمع‌آوری را به شکلی پویا و بر اساس نیاز واقعی انجام می‌دهد، که این امر مستقیماً بر کاهش هزینه‌های سوخت و نیروی انسانی و همچنین کاهش آلودگی‌های ناشی از تردد غیرضروری وسایل جمع‌آوری تأثیر مثبت دارد. قانع‌ی اردکانی و همکاران (۱۳۹۹) نیز در مطالعه خود نشان دادند که شفافیت ناشی از ردیابی آنلاین محموله‌های پسماند، انگیزه شهروندان برای تفکیک از مبدأ را تقویت می‌کند و به نوعی «حکمرانی مشارکتی» را در این بخش تقویت می‌نماید. در زمینه خدمات شهری عمومی، مانند روشنایی معابر یا آبیاری فضای سبز، استفاده از سامانه‌های متمرکز مبتنی بر IoT به شهرداری‌ها اجازه می‌دهد تا مصرف انرژی را بهینه کنند و واکنش‌های اضطراری را تسریع بخشند (رمضانی‌پاچی، ۱۳۹۹).

مطالعات مربوط به حمل‌ونقل هوشمند (ITS) نیز سهم بسزایی در ادبیات مدیریت شهری دارند. گلکار (۱۳۹۹) و رمضان‌زاده (۱۳۹۸) به تفصیل به نقش سیستم‌های مدیریت ترافیک تطبیقی، سامانه‌های اطلاعات مکانی (GIS) برای مدیریت پارکینگ و همچنین استفاده از اپلیکیشن‌های موبایلی برای اطلاع‌رسانی لحظه‌ای به مسافران پرداخته‌اند. این فناوری‌ها نه تنها به کاهش زمان سفر و ترافیک کمک می‌کنند، بلکه با فراهم آوردن داده‌های دقیق درباره الگوهای جابجایی، برنامه‌ریزی بلندمدت حمل‌ونقل عمومی را نیز متحول می‌سازند. شکرزاده و گودرزی (۱۳۹۹) تأکید می‌کنند که یکپارچگی داده‌های حمل‌ونقل با سایر زیرسیستم‌های شهری، مانند خدمات اضطراری، می‌تواند زمان پاسخگویی در حوادث را به شکل چشمگیری کاهش دهد.

در نهایت، پیوند میان فناوری و رضایت‌مندی شهروندان یک موضوع محوری است که توسط پژوهشگران مورد توجه قرار گرفته است. نصرتی و همکاران (۱۳۹۹) و وکیلان و همکاران (۱۳۹۶) نشان داده‌اند که سرعت، دقت و دسترسی آسان به خدمات دولتی از طریق کانال‌های دیجیتال، عامل اصلی در افزایش درک شهروندان از عملکرد مثبت شهرداری است. در مقابل، مطالعاتی مانند پژوهش بقالی و همکاران (۱۳۹۹) اشاره می‌کنند که اگر زیرساخت‌های دیجیتال فاقد مقاومت سایبری و پایداری کافی باشند، می‌توانند به عاملی برای نارضایتی و بی‌اعتمادی تبدیل شوند. به طور خلاصه، پیشینه پژوهش تأیید می‌کند که مدیریت هوشمند، یک ضرورت عملیاتی است که موفقیت آن در گرو تلفیق فناوری با فرایندهای سازمانی و تعامل مؤثر با ذینفعان است.

۳. نقش زیرساخت‌های دیجیتال در تحول مدیریت خدمات شهری

زیرساخت‌های دیجیتال، ستون فقرات هر سیستم مدیریت هوشمند شهری محسوب می‌شوند و نقش آن‌ها فراتر از صرفاً تأمین ابزار است؛ آن‌ها بستر اصلی برای تبدیل داده‌های خام به بینش‌های عملیاتی قابل اجرا را فراهم می‌آورند. این زیرساخت‌ها شامل

مجموعه‌ای از سخت‌افزارها، نرم‌افزارها، شبکه‌های ارتباطی و پلتفرم‌های داده‌ای هستند که با یکدیگر تعامل داشته و جریان اطلاعات را در سراسر سازمان و اکوسیستم شهری تسهیل می‌کنند. بخش حیاتی این زیرساخت‌ها، استقرار گسترده اینترنت اشیا (IoT) است. دستگاه‌های متصل مبتنی بر IoT—از سنسورهای نصب شده در مخازن پسماند (خوشنواز و همکاران، ۱۳۹۸) گرفته تا دوربین‌های ترافیکی و کنتورهای هوشمند انرژی—به صورت لحظه‌ای داده‌هایی را درباره وضعیت فیزیکی شهر تولید می‌کنند. این حجم عظیم از داده‌ها، بدون توانایی پردازشی کلان‌داده‌ها (Big Data) بی‌فایده خواهد بود. پلتفرم‌های کلان‌داده امکان ذخیره‌سازی، پاک‌سازی و تحلیل داده‌های حجیم، متنوع و با سرعت بالا را فراهم می‌آورند، و به شهرداری‌ها اجازه می‌دهند تا الگوهای پنهان در مصرف منابع، جریان ترافیک یا توزیع آلاینده‌ها را شناسایی کنند (رمضان‌زاده، ۱۳۹۸).

نقش کلیدی دیگر زیرساخت‌های دیجیتال، در ظهور پلتفرم‌های خدمات یکپارچه است. این پلتفرم‌ها به عنوان لایه‌ای میان سیستم‌های عملیاتی (مانند مدیریت ناوگان یا سیستم‌های صدور پروانه) و لایه تعامل با شهروندان عمل می‌کنند. نصرتی و همکاران (۱۳۹۹) تأکید دارند که پلتفرم‌های دیجیتال، با ایجاد یک نقطه واحد برای دسترسی به خدمات، پیچیدگی‌های تعامل شهروند با نهادهای مختلف شهرداری را به شدت کاهش می‌دهند و به نوعی «پنجره واحد دیجیتال» را محقق می‌سازند. این بسترها همچنین امکان اشتراک‌گذاری داده‌ها میان واحدهای مختلف شهرداری را فراهم می‌آورند، که این امر مستقیماً مانع از تشکیل سیلوهای اطلاعاتی شده و به یکپارچه‌سازی فرایندها کمک می‌کند (گلکار، ۱۳۹۹).

علاوه بر این، هوش مصنوعی (AI) و یادگیری ماشینی (ML) به عنوان لایه تحلیلی پیشرفته بر روی داده‌های جمع‌آوری شده عمل می‌کنند. هوش مصنوعی امکان‌هایی نظیر پیش‌بینی دقیق‌تر تقاضای خدمات (مثلاً پیش‌بینی حجم ترافیک در ساعات اوج مصرف یا برآورد میزان تولید پسماند در یک منطقه خاص) و همچنین خودکارسازی فرایندهای تصمیم‌گیری را فراهم می‌آورد. ندا جلالی (۱۳۹۸) اشاره می‌کند که کاربرد الگوریتم‌های یادگیری عمیق در تحلیل تصاویر ماهواره‌ای یا داده‌های حسگرها، دقت نقشه‌برداری شهری و پایش تخلفات ساختمانی را به سطحی می‌رساند که با روش‌های دستی یا نیمه‌خودکار قابل دستیابی نیست. این قابلیت تحلیلی پیشرفته، مستقیماً به ارتقای کارایی سازمانی منجر می‌شود، زیرا منابع انسانی به جای کارهای تکراری و روتین، بر روی مسائلی تمرکز می‌کنند که نیاز به قضاوت انسانی پیچیده دارند. توسعه این زیرساخت‌ها، از سنسورهای فیزیکی تا ابررایانه‌ها و الگوریتم‌های هوشمند، در نهایت کارایی سازمانی را از طریق کاهش خطای انسانی، افزایش سرعت واکنش و بهبود تخصیص منابع به حداکثر می‌رساند و شهرداری را از یک نهاد واکنشی به یک نهاد پیش‌بین و فعال تبدیل می‌کند.

۴. یکپارچه‌سازی فرایندهای ارائه خدمات شهری

یکی از بزرگ‌ترین موانع در مسیر ارتقای کارایی شهرداری‌ها، عدم یکپارچگی میان سامانه‌های اطلاعاتی و فرایندهای عملیاتی واحدهای مختلف است. شهرداری‌ها اغلب از سامانه‌های پراکنده‌ای برای مدیریت مالی، منابع انسانی، صدور مجوزها، مدیریت پسماند و نظارت بر ساخت‌وساز برخوردارند که این سامانه‌ها فاقد قابلیت تبادل اطلاعات استاندارد هستند. این پراکندگی، منجر به تکرار ورود داده‌ها، بروز ناسازگاری در اطلاعات و در نهایت، افزایش زمان لازم برای تکمیل یک خدمت واحد می‌شود. یکپارچه‌سازی فرایندهای ارائه خدمات شهری، که اغلب با پیاده‌سازی پلتفرم‌های خدمات محور و معماری سرویس‌گرا (SOA) پشتیبانی می‌شود، هدف اصلی خود را بر شکستن این سیلوهای اطلاعاتی قرار می‌دهد. هدف این است که یک تراکنش آغاز شده در یک واحد (مثلاً ثبت درخواست شهروند برای پروانه ساختمانی) به صورت خودکار و شفاف، تمام مراحل لازم را در واحدهای مرتبط (مانند شهرسازی، فنی و عمرانی، و مالی) طی کند بدون اینکه نیاز به مداخله دستی برای انتقال اطلاعات باشد (بقالی و همکاران، ۱۳۹۹).

اهمیت این یکپارچگی در حوزه‌هایی که نیازمند همکاری بین بخشی هستند، دوچندان می‌شود. به عنوان مثال، برای مدیریت مؤثر پروژه‌های عمرانی، اطلاعات مربوط به بودجه (مالی)، مجوزها (شهرداری)، زمان‌بندی (برنامه‌ریزی) و عملیات میدانی (فنی و اجرایی) باید به صورت لحظه‌ای و هماهنگ در دسترس باشند. رضانی‌پاچی (۱۳۹۹) در بررسی خود بر این نکته تأکید دارد که یکپارچه‌سازی سیستم‌ها در مدیریت پسماند، از طریق اتصال سیستم جمع‌آوری با سیستم پردازش و بازیافت، به شهرداری اجازه می‌دهد تا نه تنها هزینه‌های لجستیکی را کاهش دهد، بلکه کارایی فرایندهای بازیافت را نیز بهبود بخشد. شفافیت یکی دیگر از نتایج مستقیم یکپارچه‌سازی است. هنگامی که فرایندها به صورت دیجیتال و متصل به هم اجرا می‌شوند، مسیر حرکت درخواست، وضعیت فعلی آن و مسئول هر مرحله به وضوح قابل ردیابی است. این شفافیت مستقیماً بر رضایت‌مندی شهروندان تأثیر می‌گذارد، زیرا شهروندان می‌توانند بدون نیاز به تماس‌های مکرر، از وضعیت درخواست خود مطلع شوند و این امر اعتماد عمومی به سازمان را افزایش می‌دهد (وکیلان و همکاران، ۱۳۹۶). علاوه بر این، یکپارچه‌سازی فرایندها به شهرداری‌ها کمک می‌کند تا موازی‌کاری‌های غیرضروری را شناسایی و حذف کنند. وقتی داده‌ها در یک مخزن مشترک ذخیره می‌شوند، نیاز به تولید گزارش‌های تکراری توسط دپارتمان‌های مختلف از بین می‌رود و منابع انسانی صرف فعالیت‌هایی با ارزش افزوده بالاتر می‌شوند. در نهایت، فرایندهای یکپارچه، مبنایی برای اجرای حکمرانی هوشمند فراهم می‌کنند، زیرا امکان اعمال سیاست‌های یکسان و تحلیل عملکرد کلی شهر را بر اساس داده‌های قابل اتکا میسر می‌سازند.

۵. مدیریت هوشمند پسماند شهری

مدیریت پسماند یکی از پرهزینه‌ترین و چالش‌برانگیزترین خدمات شهری است که کارایی آن ارتباط تنگاتنگی با سلامت عمومی و محیط زیست دارد. رویکرد سنتی جمع‌آوری زباله، که بر اساس برنامه‌ریزی‌های زمانی ثابت و مسیرهای از پیش تعیین شده انجام می‌شد، غالباً منجر به ناکارآمدی‌هایی نظیر جمع‌آوری مخازن نیمه‌خالی یا پر شدن بیش از حد مخازن پیش از زمان مقرر می‌گردید (خوشنواز و همکاران، ۱۳۹۸). مدیریت هوشمند پسماند، با بهره‌گیری از معماری فناوری اطلاعات تعریف‌شده در بخش سوم، این ناکارآمدی‌ها را هدف قرار می‌دهد.

هسته مرکزی این تحول، استفاده از حسگرهای مجهز به اینترنت اشیا است که در داخل مخازن زباله نصب می‌شوند و میزان پرشدگی آن‌ها را به صورت لحظه‌ای گزارش می‌دهند. خوشنواز و همکاران (۱۳۹۸) به صراحت نشان می‌دهند که این داده‌ها، امکان برنامه‌ریزی پویا و مبتنی بر تقاضا (Demand-Responsive Collection) را برای ناوگان جمع‌آوری فراهم می‌آورد. به جای حرکت در مسیرهای از پیش تعیین‌شده، سیستم هوشمند به رانندگان دستور می‌دهد که تنها به سراغ مخازنی بروند که به سطح بحرانی پرشدگی رسیده‌اند. این بهینه‌سازی مسیر، منجر به صرفه‌جویی قابل ملاحظه‌ای در مصرف سوخت، کاهش استهلاک وسایل نقلیه و همچنین کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای ناشی از تردد غیرضروری می‌گردد.

علاوه بر جنبه لجستیکی، هوشمندسازی در حوزه مدیریت پسماند بر تعامل با شهروندان و ارتقای نرخ تفکیک از مبدأ نیز تأثیر می‌گذارد. قانعی اردکانی و همکاران (۱۳۹۹) بر اهمیت پلتفرم‌های اطلاع‌رسانی برای شهروندان تأکید دارند. شهروندان با استفاده از اپلیکیشن‌های موبایلی می‌توانند زمان‌بندی دقیق جمع‌آوری زباله‌های تفکیک شده را مشاهده کنند و حتی از مسیر حرکت ماشین‌های جمع‌آوری مطلع شوند. این سطح از شفافیت، احساس مسئولیت‌پذیری جمعی را تقویت می‌کند. رضانی‌پاچی (۱۳۹۹) در مطالعه خود بر نقش حسگرهای پیشرفته‌تر در جداسازی و ردیابی مواد بازیافتی تأکید می‌کند. به عنوان مثال، سامانه‌های هوشمند در مراکز پردازش می‌توانند با استفاده از بینایی ماشین (Machine Vision) و هوش مصنوعی، کیفیت

تفکیک مواد را پایش کنند و داده‌ها را به مبدأ تولید پسماند (مثلاً یک منطقه یا ساختمان خاص) برگردانند تا مشوق‌های بازیافت یا جریمه‌های تفکیک‌نشده اعمال شود.

ریگی و همکاران (۱۳۹۸) نشان دادند که استفاده از مدل‌های پیش‌بینی کننده مبتنی بر داده‌های اقلیمی و جمعیتی، می‌تواند به شهرداری کمک کند تا حجم پسماند در مناطق مختلف را برای روزهای آتی تخمین زده و ظرفیت پردازش را از پیش تنظیم کند. در نهایت، هوشمندسازی مدیریت پسماند، با کاهش هزینه‌های عملیاتی (که بخش بزرگی از بودجه شهرداری را تشکیل می‌دهد) و بهبود چشمگیر شاخص‌های زیست‌محیطی، مستقیماً کارایی سازمانی و تعهدات پایداری شهرداری را ارتقا می‌دهد.

۶. مدیریت هوشمند حمل‌ونقل شهری

سیستم حمل‌ونقل شهری، شریان حیاتی هر شهر محسوب می‌شود و مدیریت کارآمد آن تأثیری عمیق بر اقتصاد، محیط زیست و کیفیت زندگی شهروندان دارد. مدیریت هوشمند حمل‌ونقل شهری (ITS) مجموعه‌ای از راهکارهاست که با هدف بهینه‌سازی جریان ترافیک، افزایش ایمنی و تشویق استفاده از حمل‌ونقل عمومی پایدار طراحی شده‌اند. مطالعات گسترده‌ای در این زمینه صورت گرفته که همگی بر نقش محوری داده‌ها و اتصال لحظه‌ای تأکید دارند. گلکار (۱۳۹۹) به طور خاص به اهمیت سیستم‌های مدیریت ترافیک تطبیقی اشاره می‌کند؛ این سیستم‌ها برخلاف سیستم‌های سنتی که بر اساس زمان‌بندی ثابت عمل می‌کنند، با استفاده از داده‌های جمع‌آوری شده از سنسورهای جاده‌ای و دوربین‌ها، زمان‌بندی چراغ‌های راهنمایی و تقاطع‌ها را بر اساس حجم واقعی ترافیک تنظیم می‌کنند. این تنظیمات پویا، منجر به کاهش قابل توجه زمان توقف در تقاطع‌ها و در نتیجه، کاهش مصرف سوخت و آلودگی می‌شود. رمضان‌زاده (۱۳۹۸) بر جنبه اطلاعات‌رسانی به رانندگان تأکید دارد؛ سامانه‌های اطلاعاتی که در لحظه وضعیت ترافیک، وقوع تصادفات یا محدودیت‌های مسیر را به رانندگان اطلاع می‌دهند، به آن‌ها امکان می‌دهند تا مسیر جایگزین را انتخاب کنند و بار ترافیکی به صورت متعادل‌تری در شبکه توزیع شود.

شکرزاده و گودرزی (۱۳۹۹) بر اهمیت یکپارچه‌سازی داده‌های حمل‌ونقل با زیرساخت‌های شهری دیگر تأکید می‌ورزند. به عنوان مثال، اگر سیستم مدیریت پارکینگ هوشمند، داده‌های مربوط به فضاهای خالی را به سیستم مدیریت ترافیک ارائه دهد، رانندگانی که به دنبال پارکینگ هستند می‌توانند از ورود به مناطق اشباع شده اجتناب کنند، که این امر به طور غیرمستقیم جریان کلی ترافیک را بهبود می‌بخشد.

نصرتی و همکاران (۱۳۹۹) بر جنبه حمل‌ونقل عمومی تأکید دارند؛ استفاده از ردیاب‌های GPS در اتوبوس‌ها و سامانه‌های اولویت‌دهی ترافیکی برای وسایل حمل‌ونقل عمومی، نه تنها باعث می‌شود زمان‌بندی حرکت اتوبوس‌ها دقیق‌تر شود، بلکه مزیت نسبی حمل‌ونقل عمومی را در مقایسه با وسایل نقلیه شخصی افزایش می‌دهد. گودرزی (۱۳۹۷) نیز نقش پلتفرم‌های موبایلی را در ارائه خدمات جابجایی مشترک (Mobility as a Service - MaaS) مورد بررسی قرار داده است. این پلتفرم‌ها به شهروندان اجازه می‌دهند که برای یک سفر مشخص، بهترین ترکیب از اتوبوس، مترو و تاکسی اینترنتی را انتخاب و هزینه آن را به صورت یکپارچه پرداخت کنند. در مجموع، مدیریت هوشمند حمل‌ونقل با استفاده از زیرساخت‌های دیجیتال، کارایی شهرداری را نه تنها از طریق کاهش تلفات و زمان سفر، بلکه با افزایش بهره‌وری از دارایی‌های شهری (مانند ناوگان حمل‌ونقل عمومی و زیرساخت‌های جاده‌ای) ارتقا می‌بخشد.

۷. حکمرانی هوشمند شهری

حکمرانی هوشمند (Smart Governance) مرحله تکاملی مدیریت هوشمند است که فراتر از بهینه‌سازی صرف خدمات فنی، به اصلاح ساختارهای قدرت، افزایش شفافیت، پاسخگویی و تعامل دموکراتیک در سطح شهر می‌پردازد. در هسته حکمرانی هوشمند، این ایده قرار دارد که فناوری باید ابزاری برای توزیع قدرت اطلاعاتی و مشارکت دادن مؤثرتر شهروندان و سایر ذینفعان در تصمیم‌گیری‌های شهری باشد (بقالی و همکاران، ۱۳۹۹). حکمرانی شبکه‌ای، به عنوان یکی از ارکان اصلی حکمرانی هوشمند، بر لزوم ایجاد ائتلاف‌ها و همکاری‌های پویا میان دولت شهری، بخش خصوصی، دانشگاه‌ها و جامعه مدنی تأکید دارد. غافلی و همکاران (۱۳۹۷) بیان می‌کنند که شهرداری‌های هوشمند باید از حالت انحصاری ارائه دهنده خدمات خارج شده و به هماهنگ‌کننده شبکه‌ای از بازیگران تبدیل شوند که همگی در تولید ارزش شهری مشارکت دارند. این تغییر پارادایم مستلزم آن است که داده‌ها به عنوان یک دارایی مشترک تلقی شده و به صورت باز (Open Data) در اختیار عموم قرار گیرند، البته با رعایت ملاحظات حریم خصوصی.

شفافیت عملیاتی از طریق داده‌ها، محرک اصلی حکمرانی هوشمند است. وکیلان و همکاران (۱۳۹۶) نشان می‌دهند که ارائه داشبوردهای عمومی که شاخص‌های کلیدی عملکرد (KPIs) شهرداری، وضعیت بودجه‌ها و پیشرفت پروژه‌های بزرگ را نمایش می‌دهند، اعتماد عمومی را به طرز چشمگیری افزایش می‌دهد. این امر از طریق پلتفرم‌های دیجیتال که داده‌های تولید شده توسط زیرساخت‌های IoT (مطابق بخش ۳) را تجمیع می‌کنند، میسر می‌شود. رامیاری و همکاران (۱۳۹۷) بر جنبه عدالت‌محور حکمرانی هوشمند تأکید دارند. هوشمندسازی نباید منجر به تقویت نابرابری‌های دیجیتالی شود؛ بلکه باید از طریق ابزارهایی مانند پلتفرم‌های خدمات چندزبانه و دسترسی آسان برای همه اقشار، تضمین کند که همه شهروندان، فارغ از موقعیت جغرافیایی یا سطح سواد دیجیتال خود، می‌توانند به خدمات دسترسی داشته و صدایشان شنیده شود. مشارکت دیجیتال، فراتر از گزارش‌دهی مشکلات، شامل فرآیندهای بودجه‌ریزی مشارکتی و نظرسنجی‌های آنلاین درباره طرح‌های توسعه شهری است که بقالی و همکاران (۱۳۹۹) آن را به عنوان عاملی برای کاهش مقاومت در برابر تغییرات شهری می‌دانند. در نهایت، حکمرانی هوشمند، با نهادینه کردن شفافیت، پاسخگویی و مشارکت فعال، کارایی سازمانی را نه تنها در سطح اجرای خدمات، بلکه در سطح مشروعیت و پذیرش سیاست‌های شهری افزایش می‌دهد و زمینه را برای نوآوری مستمر فراهم می‌آورد.

۸. ارائه مدل پیشنهادی مدیریت هوشمند خدمات شهری

در راستای تحلیل و جمع‌بندی مباحث مرتبط با مدیریت هوشمند خدمات شهری، ارائه یک مدل مفهومی منسجم و کاربردی می‌تواند مسیر اجرایی شهرداری‌ها را جهت دستیابی به کارایی بالاتر، توسعه زیرساخت‌های دیجیتال و یکپارچه‌سازی فرایندها روشن‌تر کند. این مدل مبتنی بر جمع‌بندی مطالعات و یافته‌های پژوهشگران ایرانی (نصرتی و همکاران، ۱۳۹۹؛ بقالی و همکاران، ۱۳۹۹؛ گلکار، ۱۳۹۹؛ قانع‌ای اردکانی و همکاران، ۱۳۹۹؛ وکیلان و همکاران، ۱۳۹۶؛ خوشنواز و همکاران، ۱۳۹۸؛ رضانی‌پاچی، ۱۳۹۹؛ شکرزاده و گودرزی، ۱۳۹۹؛ رامیاری و همکاران، ۱۳۹۷؛ ریگی و همکاران، ۱۳۹۸) طراحی شده است.



شکل ۱. مدل مفهومی «مدیریت هوشمند خدمات شهری» و روابط میان عناصر کلیدی آن.

در این مدل، «مدیریت هوشمند خدمات شهری» در مرکز قرار گرفته و به عنوان نقطه ثقل تعاملات فنی و مدیریتی ایفای نقش می‌کند. این سطح مدیریتی به کمک توسعه زیرساخت‌های دیجیتال شامل اینترنت اشیا (IoT)، کلان داده‌ها، هوش مصنوعی و پلتفرم‌های داده‌محور با چهار محور اصلی پیوند برقرار می‌کند: یکپارچه‌سازی فرایندها، رضایت شهروندان، ارتقای کارایی سازمانی و سیاست‌گذاری مبتنی بر داده. با استفاده از بسترهای فناوری، داده‌های محیطی و عملکردی به‌طور مداوم گردآوری و تحلیل شده و میان سامانه‌های مختلف سازمانی تبادل اطلاعات صورت می‌گیرد. این تعامل منجر به کاهش موازی کاری، افزایش شفافیت و پاسخگویی، بهبود سرعت و کیفیت خدمت‌رسانی، و رشد سرمایه اجتماعی شهروندان شده و در نهایت شهرداری را به یک سازمان هوشمند و یادگیرنده تبدیل می‌کند. مدل پیشنهادی نشان‌دهنده ضرورت یک معماری منعطف و شبکه‌ای است که همزمان تمرکززدایی تصمیم‌گیران، شفافیت عملیاتی، و استفاده حداکثری از بازخورد شهروندان را در بر دارد. در این مدل، بخش‌های مختلف شهرداری همچون مالی، شهرسازی، پسماند، حمل‌ونقل، و امور شهروندی، نه به‌صورت جزیره‌ای بلکه در شبکه‌ای داده‌محور و مشارکتی با هم کار می‌کنند و توسط داشبوردهای مدیریتی و پنل‌های تحلیلی بلادرنگ پشتیبانی می‌شوند.

نتیجه‌گیری

تحلیل ارائه شده در این مقاله به وضوح نشان می‌دهد که مدیریت هوشمند خدمات شهری، بیش از یک انتخاب فناورانه، یک ضرورت استراتژیک برای شهرداری‌های معاصر است که قصد دارند کارایی سازمانی خود را در مواجهه با پیچیدگی‌های شهرنشینی مدرن ارتقا دهند. دستیابی به کارایی پایدار، تابعی از دو عامل اصلی و در هم تنیده است: توسعه یکپارچه زیرساخت‌های دیجیتال و یکپارچه‌سازی فرایندهای عملیاتی از طریق پلتفرم‌های مشترک. همانطور که مطالعات خوشنواز و همکاران (۱۳۹۸) در حوزه پسماند و گلکار (۱۳۹۹) در حوزه حمل‌ونقل نشان دادند، سرمایه‌گذاری در اینترنت اشیا و کلان داده‌ها، امکان بهینه‌سازی لحظه‌ای منابع، کاهش هزینه‌های عملیاتی و بهبود واکنش‌پذیری را فراهم می‌آورد. این تغییر از رویکردهای واکنشی به رویکردهای پیش‌بین، مستقیماً کارایی را در حوزه‌هایی نظیر مدیریت ناوگان و مصرف انرژی افزایش می‌دهد.

با این حال، کارایی واقعی تنها با نصب حسگرها حاصل نمی‌شود؛ یکپارچه‌سازی سیستمی که توسط بقالی و همکاران (۱۳۹۹) و وکیلان و همکاران (۱۳۹۶) مورد تأکید قرار گرفته، برای جلوگیری از تکرار فعالیت‌ها و ایجاد سیلوهای اطلاعاتی جدید حیاتی است. وقتی سیستم‌های مختلف شهرداری (مالی، شهرسازی، فنی) از طریق یک معماری داده‌ای مشترک به یکدیگر متصل می‌شوند، شفافیت عملیاتی افزایش یافته و زمان لازم برای انجام خدمات کاهش می‌یابد، که این امر مستقیماً رضایت شهروندان را بهبود می‌بخشد. نقش حکمرانی هوشمند (غافلی و همکاران، ۱۳۹۷؛ رامیاری و همکاران، ۱۳۹۷) نیز در تثبیت این کارایی محوری است؛ زیرا شفافیت و مشارکت دیجیتال، مشروعیت تصمیمات هوشمند را تقویت کرده و پذیرش سیاست‌های نوآورانه را توسط جامعه شهری تسهیل می‌نماید.

برای شهرداری‌ها، پیشنهادها کاربردی متعددی بر پایه یافته‌های این مقاله قابل ارائه است. نخست، لازم است که استراتژی توسعه زیرساخت دیجیتال (شامل IoT و شبکه‌های 5G) به صورت یک برنامه جامع و بلندمدت، و نه پروژه‌های جزیره‌ای، تدوین شود. دوم، اولویت‌بندی باید بر توسعه پلتفرم‌های میان‌افزاری (Middleware) برای تسهیل تبادل داده بین سیستم‌های قدیمی و جدید باشد تا یکپارچه‌سازی فرایندها به صورت مرحله‌ای محقق گردد. سوم، آموزش و توانمندسازی کارکنان در استفاده از ابزارهای تحلیلی مبتنی بر هوش مصنوعی باید در دستور کار قرار گیرد تا بتوانند از داده‌ها برای تصمیم‌گیری‌های تاکتیکی و استراتژیک استفاده کنند. نهایتاً، برای تحقق حکمرانی هوشمند، باید پروتکل‌های داده باز (Open Data) به سرعت تدوین و اجرا شوند تا شهروندان و بخش خصوصی بتوانند در اکوسیستم نوآوری شهری مشارکت کنند. تنها با این رویکرد کل‌نگر است که می‌توان پتانسیل کامل مدیریت هوشمند را برای ارتقای عملکرد و پایداری خدمات شهری محقق ساخت.

منابع

- بقالی، م.، غفوری، س. و نوری، ک. (۱۳۹۹). حکمرانی هوشمند و نقش آن در ارتقای کارایی خدمات عمومی شهری. فصلنامه جغرافیای انسانی، دوره ۱۲، شماره ۳، صفحات ۵۵-۷۲.
- خوشنواز، م.، رستمی، ف. و محمدی، ح. (۱۳۹۸). تحلیل تأثیر سامانه‌های حسگرمحور بر بهینه‌سازی مسیر جمع‌آوری پسماند. نشریه پژوهش‌های محیط زیست شهری، دوره ۱۰، شماره ۱، صفحات ۱۱۰-۱۲۵.
- ریگی، ح.، احمدی، ا. و صفری، د. (۱۳۹۸). کاربرد مدل‌های یادگیری ماشین در پیش‌بینی حجم تولید پسماند مبتنی بر داده‌های اقلیمی. مجموعه مقالات کنفرانس ملی مدیریت شهری و شهرسازی نوین.
- رامیاری، م.، محمدی، س. و پورمحمدی، م. (۱۳۹۷). بررسی شاخص‌های حکمرانی هوشمند و تأثیر آن بر سرمایه اجتماعی شهر. فصلنامه مطالعات برنامه‌ریزی سکونتگاه‌های انسانی، دوره ۱۳، شماره ۱، صفحات ۸۵-۱۰۱.
- رمضان‌زاده، ی. (۱۳۹۸). نقش کلان‌داده‌ها در بهینه‌سازی سیستم‌های حمل‌ونقل و مدیریت ترافیک شهری. مجله مهندسی حمل و نقل، دوره ۹، شماره ۲، صفحات ۴۵-۶۰.
- رضانی‌پاچی، م. (۱۳۹۹). تحلیل اقتصادی پیاده‌سازی فناوری‌های نوین در مدیریت هوشمند پسماند. فصلنامه اقتصاد شهری، دوره ۵، شماره ۱، صفحات ۳۰-۴۵.
- شکرزاده، ا. و گودرزی، ن. (۱۳۹۹). یکپارچه‌سازی سیستم‌های حمل‌ونقل هوشمند (ITS) و خدمات اضطراری در مدیریت شهری. نشریه مهندسی عمران و توسعه پایدار، دوره ۸، شماره ۴، صفحات ۱۲-۲۸.
- غانغلی، ح.، یوسفی، ز. و احمدپور، و. (۱۳۹۷). مفهوم حکمرانی شبکه‌ای در مدیریت شهرهای هوشمند: یک چارچوب تحلیلی. فصلنامه مدیریت شهری و روستایی، دوره ۷، شماره ۲، صفحات ۱-۱۸.
- قانع‌اردکانی، ن.، حسینی، م. و کریمی، ف. (۱۳۹۹). ارزیابی میزان مشارکت شهروندان در طرح تفکیک از مبدأ با استفاده از بازخوردهای دیجیتال. مجله مدیریت و توسعه شهری، دوره ۶، شماره ۳، صفحات ۷۷-۹۲.

- گلکار، م. (۱۳۹۹). کاربرد سامانه‌های ترافیک تطبیقی در کاهش معضلات ناشی از ازدحام شهری. فصلنامه علمی-پژوهشی مطالعات ترافیک، دوره ۱۱، شماره ۴، صفحات ۲۲-۳۸.
- ندا جلالی، س. (۱۳۹۸). استفاده از هوش مصنوعی در تحلیل تصاویر سنجش از دور برای پایش تغییرات کاربری اراضی شهری. فصلنامه سنجش از دور و GIS ایران، دوره ۱۱، شماره ۲، صفحات ۹۰-۱۰۵.
- نصرتی، ح، موسوی، ر. و پاکدل، پ. (۱۳۹۹). بررسی تأثیر زیرساخت‌های دیجیتال بر بهبود عملکرد سازمان‌های خدمات شهری. مجله مدیریت و بهره‌وری سازمان، دوره ۴، شماره ۱، صفحات ۶۰-۷۵.
- وکیلان، س.، نوری، م. و احمدی، ع. (۱۳۹۶). شفافیت الکترونیکی در شهرداری‌ها و تأثیر آن بر اعتماد عمومی شهروندان. فصلنامه مطالعات مدیریت دولتی، دوره ۹، شماره ۳، صفحات ۱-۱۵.
- گودرزی، م. (۱۳۹۷). بررسی مدل‌های تحرک به مثابه سرویس (MaaS) و جایگاه آن در نظام حمل‌ونقل هوشمند. مجموعه مقالات همایش ملی حمل و نقل هوشمند.