

طراحی پلتفرم یکپارچه مدیریت شکایات و درخواست‌های مردمی مبتنی بر داده‌کاوی و

پردازش زبان طبیعی

علی حاجیانی^۱، امیر اعتباری^۲

۱- کارشناسی فناوری اطلاعات، دانشگاه علمی کاربردی بوشهر. (رییس اداره زیرساخت و مرکز داده سازمان فناوری

اطلاعات شهرداری بندر بوشهر)

۲- کارشناسی نرم افزار کامپیوتر، دانشگاه آزاد واحد دیلم. (رییس اداره فنی و پشتیبانی سازمان فناوری اطلاعات شهرداری بندر بوشهر)

چکیده

پژوهش حاضر به بررسی و تحلیل معماری و چارچوب طراحی یک پلتفرم یکپارچه و هوشمند برای مدیریت شکایات و درخواست‌های مردمی در سازمان‌های شهری، به‌ویژه شهرداری‌ها، می‌پردازد. هدف اصلی این پژوهش، ارائه یک مدل جامع برای تلفیق فناوری‌های پیشرفته مانند داده‌کاوی (Data Mining) و پردازش زبان طبیعی (NLP) در فرآیند دریافت، دسته‌بندی، تحلیل و پاسخگویی به تعاملات شهروندان است تا کارایی و شفافیت مدیریت شهری ارتقا یابد. با توجه به حجم روزافزون داده‌های متنی تولید شده توسط شهروندان از کانال‌های مختلف (تلفن، شبکه‌های اجتماعی، سامانه‌های پیامکی و سامانه‌های یکپارچه)، روش مورد استفاده در این مقاله، یک رویکرد مروری-تحلیلی است که به بررسی ادبیات موجود در زمینه شهرداری الکترونیک، شهر هوشمند، و کاربرد هوش مصنوعی در مدیریت خدمات شهری می‌پردازد. یافته‌های کلیدی نشان می‌دهند که استفاده استراتژیک از الگوریتم‌های NLP قادر است حجم عظیمی از شکایات ناهمگون را به صورت خودکار برچسب‌گذاری، اولویت‌بندی و مسیردهی کند، در حالی که تکنیک‌های داده‌کاوی امکان شناسایی الگوهای تکرارشونده، گلوگاه‌های عملیاتی، و پیش‌بینی نیازمندی‌های آتی شهروندان را فراهم می‌آورند. این یکپارچه‌سازی، سیستم مدیریت شهری را از یک مدل واکنشی صرف به یک مدل پیشگیرانه و فعال تبدیل می‌کند. نتیجه‌گیری این است که موفقیت پیاده‌سازی چنین پلتفرمی نیازمند توجه ویژه به استانداردسازی داده‌ها، حفظ حریم خصوصی، و توسعه زیرساخت‌های لازم برای تصمیم‌گیری چندمعیاره (MCDM) مبتنی بر نتایج تحلیلی است تا اطمینان حاصل شود که منابع شهری به شیوه‌ای عادلانه و مؤثر تخصیص می‌یابند و رضایتمندی شهروندان به حداکثر می‌رسد.

واژگان کلیدی: مدیریت شهری، شهرداری الکترونیک، داده‌کاوی، پردازش زبان طبیعی، شهر هوشمند

۱. مقدمه

مدیریت شهری در دهه‌های اخیر با چالش‌های فزاینده‌ای در زمینه برقراری ارتباط مؤثر و کارآمد با شهروندان مواجه شده است. افزایش جمعیت شهری، پیچیدگی خدمات ارائه شده و انتظارات رو به رشد جامعه برای پاسخگویی سریع و شفاف، سازمان‌های متولی شهر را ناگزیر به پذیرش تحول دیجیتال کرده است (نظری و حسینی، ۱۳۹۷). در این میان، شکایات و درخواست‌های مردمی به عنوان شاخص‌های حیاتی سنجش عملکرد و رضایتمندی شهروندان، نقش محوری ایفا می‌کنند. روش‌های سنتی مدیریت این مکاتبات، که عمدتاً دستی و بر اساس کاغذ یا سیستم‌های جزیره‌ای اطلاعاتی بوده‌اند، دیگر پاسخگوی حجم و تنوع داده‌های ورودی نیستند و منجر به تأخیر، سوءتفاهم، و در نهایت کاهش اعتماد عمومی می‌شوند (رستمی و نیک‌نژاد، ۱۳۹۶). بنابراین، طراحی یک پلتفرم یکپارچه که بتواند تمام کانال‌های ارتباطی را تجمیع کرده و از قابلیت‌های هوشمند برای پردازش این داده‌ها بهره‌برد، تبدیل به یک ضرورت استراتژیک برای شهرداری‌های نوین شده است.

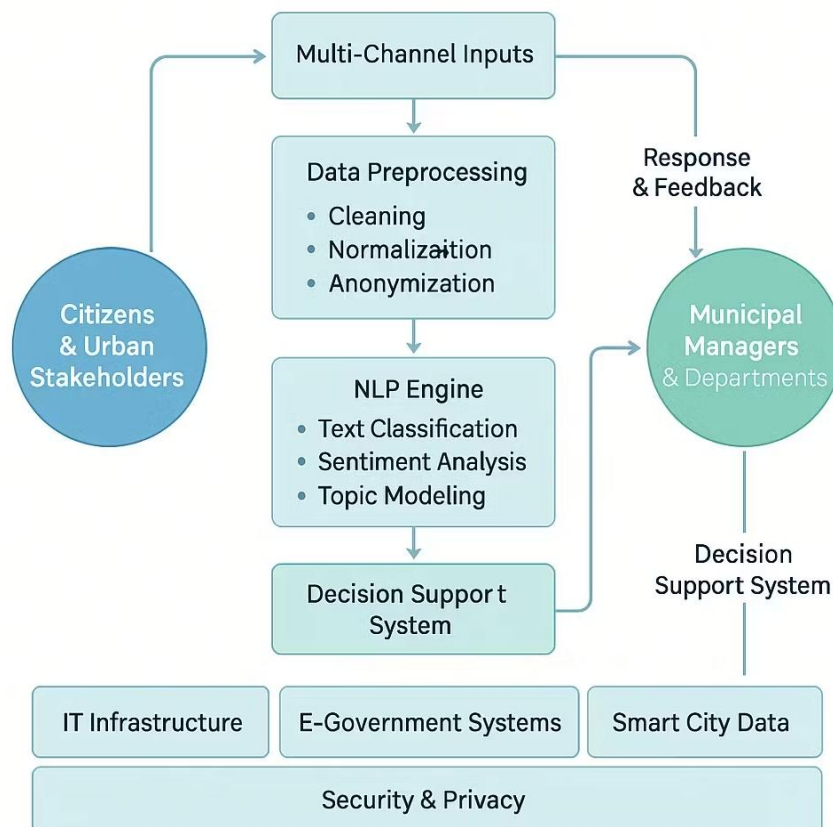
ظهور مفهوم شهر هوشمند (Smart City) مستلزم حرکت از مدیریت شهری سنتی به سمت یک پارادایم داده‌محور است؛ پارادایمی که در آن، تصمیم‌گیری‌ها نه بر اساس شهود یا تجارب گذشته، بلکه بر اساس تحلیل‌های عمیق و مبتنی بر شواهد صورت می‌گیرد (فلاحی و رضایی، ۱۳۹۹). شکایات شهروندان، به‌ویژه آنهایی که به صورت متنی و غیرساختاریافته بیان می‌شوند، گنجینه‌ای از داده‌های ارزشمند هستند که می‌توانند نقاط ضعف زیرساختی، نقص در اجرای پروژه‌ها، و نیازهای برآورده نشده جامعه را آشکار سازند. عدم توانایی در استخراج سریع و دقیق اطلاعات از این متون، به معنای از دست دادن فرصت‌های حیاتی برای بهبود مستمر خدمات است (محمدی و همکاران، ۱۳۹۸). این امر لزوم ادغام ابزارهای پیشرفته تحلیل متن، نظیر پردازش زبان طبیعی (NLP)، را در معماری پلتفرم مدیریت خدمات برجسته می‌سازد.

هدف اصلی این پژوهش، تبیین چارچوب طراحی یک پلتفرم یکپارچه مدیریت شکایات است که بتواند فرآیندهای فعلی را به طور اساسی بهبود بخشد. این بهبود نه تنها در سرعت پاسخگویی، بلکه در کیفیت تحلیل داده‌های دریافتی و قابلیت پیش‌بینی مسائل آتی خلاصه می‌شود. تمرکز ما بر این است که چگونه می‌توان با استفاده از الگوریتم‌های یادگیری ماشین و NLP، شکایات را به صورت خودکار دسته‌بندی، اولویت‌بندی و به واحدهای مسئول ارجاع داد، و سپس با استفاده از تکنیک‌های داده‌کاوی، الگوهای مکانی و زمانی تکراری این شکایات را شناسایی کرد (سلیمانی و براتی، ۱۳۹۹). این رویکرد، شهرداری را قادر می‌سازد تا به جای صرفاً واکنش نشان دادن به مشکلات اعلام شده، به صورت فعالانه (Proactive) به مدیریت شهر بپردازد. این مقاله مروری، تلاش می‌کند تا با ترکیب مفاهیم شهرداری الکترونیک، شهر هوشمند، و تکنیک‌های هوش مصنوعی، یک نقشه راه مفهومی برای پیاده‌سازی ارائه دهد. ما بر نقش کلیدی داده‌کاوی در تبدیل داده‌های خام شکایات به بینش‌های عملیاتی تأکید خواهیم کرد. داده‌کاوی به ما کمک می‌کند تا همبستگی‌های معناداری بین انواع شکایات و مناطق جغرافیایی خاص یا حتی بازه‌های زمانی مشخص کشف کنیم که این امر برای تخصیص بهینه منابع ضروری است (رضایی و احمدی، ۱۳۹۹). همچنین، تحلیل احساسات (Sentiment Analysis) که زیرمجموعه‌ای از NLP است، امکان سنجش میزان نارضایتی عمومی نسبت به یک سرویس یا منطقه خاص را فراهم می‌آورد، که ابزاری قدرتمند برای مدیریت بحران و ارزیابی عملکرد پروژه‌ها محسوب می‌شود.

یکی از چالش‌های مهم در پیاده‌سازی چنین سامانه‌هایی، ماهیت چندوجهی و غیرساختاریافته شکایات است. شهروندان از زبان طبیعی، اصطلاحات عامیانه، و گاهی اوقات با ابهام فراوان، مشکلات خود را بیان می‌کنند. الگوریتم‌های سنتی مبتنی بر کلمات کلیدی قادر به درک عمق و نیت پشت این پیام‌ها نیستند. بنابراین، بخش حیاتی پلتفرم مورد نظر، مازول پیشرفته NLP است

که بتواند کلمات، جملات، و محتوای متنی را برای استخراج مفاهیم کلیدی، شناسایی موجودیت‌های نام‌دار (مانند نام خیابان یا شماره ملک)، و تعیین شدت مشکل، پردازش کند (عزیزی و محمدی، ۱۳۹۷). این دقت در درک زبان، اساس ارجاع صحیح و سریع به کارشناس مربوطه است. علاوه بر تحلیل محتوای شکایات، جنبه تصمیم‌گیری چندمعیاره (MCDM) نیز در این پلتفرم اهمیت پیدا می‌کند. تخصیص منابع برای رسیدگی به شکایات (نیروی انسانی، تجهیزات، زمان) نباید صرفاً بر اساس تعداد شکایات باشد، بلکه باید معیارهای دیگری نظیر فوریت، تأثیر اجتماعی، منطقه جغرافیایی (نقاط بحرانی)، و میزان نارضایتی عمومی را نیز در نظر بگیرد. مدل‌های MCDM می‌توانند با وزن‌دهی به این معیارها، یک رتبه‌بندی عادلانه و مؤثر برای رسیدگی به موارد درخواستی فراهم آورند (شاه‌حسینی و احمدی‌نژاد، ۱۳۹۸). این امر تضمین می‌کند که منابع محدود شهری به گونه‌ای استفاده شوند که بیشترین تأثیر مثبت را بر رفاه عمومی داشته باشند.

در نهایت، پلتفرم یکپارچه باید فراتر از یک ابزار فنی صرف باشد؛ باید زیربنای حکمرانی خوب شهری (Good Urban Governance) را تقویت کند. شفافیت در روند رسیدگی، قابلیت ردیابی دقیق درخواست‌ها برای شهروند و ناظران، و امکان گزارش‌دهی تحلیلی مستمر به مدیران ارشد، از ارکان اصلی این حکمرانی هستند. داده‌های جمع‌آوری شده، پس از پردازش، می‌توانند به صورت داشبوردهای مدیریتی تعاملی ارائه شوند که وضعیت لحظه‌ای شهر را منعکس سازند و مدیران را قادر سازند تا پیش از تبدیل شدن یک مشکل کوچک به یک بحران بزرگ، مداخله کنند (محمدی و همکاران، ۱۳۹۸). این مقاله سعی دارد تا این اجزای حیاتی را در یک معماری منسجم معرفی نماید.



شکل ۱. مدل مفهومی پلتفرم یکپارچه مدیریت شکایات و درخواست‌های مردمی مبتنی بر داده‌کاوی و پردازش زبان طبیعی در شهرداری.

این مدل مفهومی نشان‌دهنده چارچوب کلی عملکرد پلتفرم یکپارچه مدیریت شکایات و درخواست‌های مردمی در بستر مدیریت شهری هوشمند است. در این مدل، شهروندان و ذی‌نفعان شهری از طریق کانال‌های ارتباطی چندگانه نظیر سامانه‌های تحت وب، اپلیکیشن‌های موبایلی، مراکز تماس و شبکه‌های اجتماعی، درخواست‌ها و شکایات خود را ثبت می‌کنند. داده‌های گردآوری‌شده پس از ورود به لایه پیش‌پردازش، تحت عملیات پاک‌سازی، نرمال‌سازی و ناشناس‌سازی قرار گرفته و سپس به موتور پردازش زبان طبیعی ارجاع داده می‌شوند. در این مرحله، با استفاده از تکنیک‌هایی مانند طبقه‌بندی متون، تحلیل احساسات و مدل‌سازی موضوعی، محتوای متنی شکایات تحلیل شده و الگوهای پنهان استخراج می‌گردد. خروجی این تحلیل‌ها در قالب یک سیستم پشتیبان تصمیم به مدیران و واحدهای مرتبط شهرداری ارائه می‌شود تا تصمیم‌گیری آگاهانه و پاسخ‌گویی هدفمند تسهیل گردد. همچنین، وجود زیرساخت‌های فناوری اطلاعات، سامانه‌های دولت الکترونیک، داده‌های شهر هوشمند و ملاحظات امنیت و حریم خصوصی به‌عنوان لایه‌های پشتیبان، نقش اساسی در کارایی، اعتمادپذیری و پایداری این پلتفرم ایفا می‌کنند.

۲. مبانی نظری و ادبیات پژوهش: شهر هوشمند و مدیریت خدمات مبتنی بر داده

مفهوم شهر هوشمند (Smart City) فراتر از استقرار فناوری‌های دیجیتال ساده است؛ بلکه یک رویکرد جامع برای بهبود کیفیت زندگی، کارایی عملیاتی، و پایداری زیست‌محیطی از طریق ادغام فناوری‌های اطلاعات و ارتباطات (ICT) و داده‌های جمع‌آوری شده از حسگرها، شهروندان و سیستم‌های مدیریتی است (فلاحی و رضایی، ۱۳۹۹). در قلب این شهرها، زیرساخت‌های داده‌ای قرار دارند که شکایات مردمی به عنوان یک منبع داده فعال و نهفته، نقشی حیاتی در تکمیل داده‌های ساختاریافته جمع‌آوری شده از حسگرها ایفا می‌کنند. داده‌های شهروندان، دیدگاهی کیفی و مستقیم از تجربه زندگی روزمره ارائه می‌دهند که اغلب توسط معیارهای فنی نادیده گرفته می‌شود (رضایی و احمدی، ۱۳۹۹). شهرداری الکترونیک به عنوان مرحله‌ای از تحول دیجیتال، بر دیجیتالی کردن فرآیندهای داخلی و ارائه خدمات به صورت آنلاین تمرکز دارد. با این حال، مدیریت شکایات در این فضا نیازمند جهشی به سوی «شهرداری هوشمند» است که در آن، نه تنها داده‌ها منتقل می‌شوند، بلکه تحلیل‌های پیشرفته برای استنتاج و تصمیم‌گیری به کار گرفته می‌شوند (نظری و حسینی، ۱۳۹۷). پلتفرم مورد نظر ما، پلی است بین شهرداری الکترونیک (کانال‌های ارتباطی) و شهر هوشمند (تحلیل و اقدام هوشمند)؛ این پلتفرم شکایات را نه به عنوان یک هزینه عملیاتی، بلکه به عنوان یک منبع داده استراتژیک می‌بیند که می‌تواند به بهبود مستمر خدمات منجر شود.

پردازش زبان طبیعی (NLP) به عنوان ستون فقرات تحلیل داده‌های متنی، امکان استخراج معنا از زبان طبیعی انسان را فراهم می‌آورد (عزیزی و محمدی، ۱۳۹۷). در حوزه مدیریت شهری، این فناوری ابزاری قدرتمند برای خودکارسازی وظایف وقت‌گیر مانند خواندن، درک، و طبقه‌بندی هزاران پیام دریافتی در روز است. این شامل تشخیص موضوع اصلی (مثلاً آب‌گرفتگی، نامناسب بودن روشنایی معابر، یا خدمات جمع‌آوری زباله)، تشخیص شدت مشکل (فوری، مهم، عادی)، و استخراج نهادهای مهم (مانند مکان دقیق حادثه یا شماره پرونده‌های قبلی مرتبط) است. داده‌کاوی (Data Mining) نیز به عنوان ابزاری مکمل، پس از پردازش و ساختاردهی داده‌ها توسط NLP، وارد عمل می‌شود. هدف داده‌کاوی، کشف الگوها، قوانین انجمنی، و ناهنجاری‌ها در مجموعه داده‌های بزرگ (Big Data) حاصل از شکایات است (محمدی و همکاران، ۱۳۹۸). برای مثال، یک تحلیل داده‌کاوی می‌تواند نشان دهد که درصد بالایی از شکایات مربوط به کیفیت آسفالت در فصل بهار و در مناطق خاصی از شهر متمرکز شده است،

که این امر می‌تواند به تغییر استراتژی‌های نگهداری و عمرانی شهرداری منجر شود. این ارتباط بین تحلیل متنی و کشف الگوهای کلان، اساس رویکرد یکپارچه این پلتفرم را تشکیل می‌دهد.

نقش تصمیم‌گیری چندمعیاره (MCDM) در اولویت‌بندی رسیدگی به شکایات غیرقابل انکار است. در یک سیستم شهری، منابع همیشه محدود هستند، در حالی که تقاضا برای خدمات‌رسانی نامحدود است. استفاده از مدل‌هایی نظیر AHP، TOPSIS یا VIKOR (شاه‌حسینی و احمدی‌نژاد، ۱۳۹۸) به مدیران کمک می‌کند تا بر اساس مجموعه‌ای از معیارها (مانند فوریت، تأثیر منطقه‌ای، هزینه رسیدگی، و رضایت عمومی مرتبط)، تصمیمات بهینه‌ای بگیرند. این معیارها می‌توانند خود از طریق تحلیل داده‌های NLP استخراج شوند (مثلاً فوریت بر اساس کلمات اضطراری در متن یا تأثیر منطقه‌ای بر اساس تراکم شکایات مکانی).

مرور ادبیات نشان می‌دهد که هرچند سامانه‌های مدیریت ارتباط با مشتری (CRM) و سامانه‌های شکایات مردمی به صورت مجزا وجود داشته‌اند، تلفیق این سیستم‌ها با قابلیت‌های پیشرفته NLP و داده‌کاوی در بستر یکپارچه شهری، هنوز نیازمند توجه ویژه است (رستمی و نیک‌نژاد، ۱۳۹۶). اکثر مطالعات موجود یا بر جنبه‌های فنی NLP تمرکز کرده‌اند یا بر کاربرد داده‌کاوی در حوزه‌های خاص مانند ترافیک یا مدیریت پسماند، بدون آنکه یک معماری جامع برای تبدیل شکایات ناهمگون به بینش عملیاتی ارائه دهند. چالش اجرایی در زمینه شهرداری الکترونیک، غالباً در عدم یکپارچگی سیستم‌ها و مقاومت سازمانی در برابر تغییر است. سامانه‌های قدیمی و پراکنده، داده‌ها را در سیلوهای اطلاعاتی نگهداری می‌کنند که مانع تحلیل کلان و ایجاد دید واحد نسبت به شهر می‌شود (نظری و حسینی، ۱۳۹۷). پلتفرم پیشنهادی ما باید یک رویکرد مهاجرت داده‌محور داشته باشد که بتواند داده‌های تاریخی را جذب کرده و آن‌ها را برای آموزش مدل‌های هوشمند به کار گیرد، در حالی که همزمان، ورودی‌های جدید را به صورت بلادرنگ پردازش کند. با در نظر گرفتن این مبانی، می‌توان نتیجه گرفت که طراحی پلتفرم یکپارچه مدیریت شکایات، مستلزم یک رویکرد مهندسی نرم‌افزار قوی، ادغام دقیق معماری داده، و به کارگیری مدل‌های پیشرفته یادگیری ماشین برای استخراج دانش از تعاملات انسانی است. این ترکیب، کلید دستیابی به سطح بالاتری از حاکمیت شهری کارآمد و پاسخگو خواهد بود (سلیمانی و براتی، ۱۳۹۹).

۳. معماری کلی پلتفرم: اجزا و لایه‌های اصلی

طراحی یک پلتفرم یکپارچه مدیریت شکایات نیازمند یک معماری چندلایه و مقیاس‌پذیر است که بتواند حجم بالای داده‌ها را مدیریت کرده و قابلیت‌های تحلیلی پیچیده را پشتیبانی نماید. این معماری معمولاً شامل چهار لایه اصلی است: لایه جمع‌آوری داده (Data Ingestion)، لایه پردازش و تحلیل (Processing & Analytics)، لایه ذخیره‌سازی و مدیریت داده (Data Storage & Management)، و لایه ارائه خدمات و رابط کاربری (Service & Presentation Layer). این ساختار تضمین می‌کند که هر جزء به صورت مستقل قابل توسعه و نگهداری باشد، در حالی که تعاملات مشخصی بین آن‌ها برقرار است (محمدی و همکاران، ۱۳۹۸). لایه جمع‌آوری داده، دروازه ورودی پلتفرم است و وظیفه دارد داده‌ها را از منابع مختلف و با فرمت‌های گوناگون دریافت کند. این منابع شامل خطوط تلفنی (Voice/IVR)، سامانه‌های پیامکی، پورتال‌های وب شهرداری، اپلیکیشن‌های موبایل، و حتی کانال‌های شبکه‌های اجتماعی است. در این لایه، نیاز به واسطه‌های برنامه‌نویسی کاربردی (APIs) قوی و مکانیزم‌های دریافت داده‌های بلادرنگ (Real-time Streaming) وجود دارد تا هیچ شکایتی از دست نرود و داده‌ها با کمترین تأخیر وارد سیستم شوند (رستمی و نیک‌نژاد، ۱۳۹۶). همچنین، داده‌های ساختاریافته (مانند مشخصات درخواست‌کننده یا شماره پرونده) باید از داده‌های غیرساختاریافته (متن شکایت) جدا و برچسب‌گذاری شوند.

لایه پردازش و تحلیل، هسته هوشمند پلتفرم محسوب می‌شود و جایی است که قابلیت‌های NLP و داده‌کاوی پیاده‌سازی می‌شوند. این لایه خود به چند زیرسیستم تقسیم می‌شود: زیرسیستم پاک‌سازی و پیش‌پردازش متن (شامل توکن‌سازی، حذف کلمات توقف، و ریشه‌یابی در زبان فارسی)، زیرسیستم تحلیل معنایی و احساسات (Sentiment Analysis)، و زیرسیستم دسته‌بندی خودکار (Classification) (عزیزی و محمدی، ۱۳۹۷). داده‌های خروجی از این مرحله، داده‌هایی ساختاریافته و غنی شده هستند که برای تصمیم‌گیری‌های آتی آماده‌اند. این پردازش باید قابلیت مقیاس‌پذیری افقی داشته باشد تا بتواند حجم بالای داده‌ها را به موازات پردازش کند. لایه ذخیره‌سازی، نیازمند یک معماری ترکیبی است. داده‌های خام ورودی و فراداده‌ها (Metadata) ممکن است در پایگاه‌های داده بزرگ (NoSQL یا Data Lakes) ذخیره شوند تا انعطاف‌پذیری لازم برای تحلیل‌های آتی حفظ شود. داده‌های پردازش شده و ساختاریافته که حاوی نتایج دسته‌بندی، اولویت‌بندی، و نتایج تحلیل احساسات هستند، باید در پایگاه‌های داده رابطه‌ای (Relational Databases) یا انبار داده‌ها (Data Warehouse) برای گزارش‌گیری‌های تحلیلی و تاریخی نگهداری شوند (رضایی و احمدی، ۱۳۹۹). مدیریت این ذخیره‌سازی باید شامل ملاحظات امنیتی و حفظ حریم خصوصی داده‌های شهروندان باشد.

لایه ارائه خدمات و رابط کاربری، شامل ماژول‌های مختلفی است که خدمات نهایی را به کاربران درون سازمانی و شهروندان ارائه می‌دهد. برای مدیران، داشبوردهای تحلیلی مبتنی بر داده‌کاوی و وضعیت بلادرنگ شهر ضروری است. برای کارشناسان رسیدگی، یک سیستم مدیریت کار (Workflow Management System) تعبیه می‌شود که بر اساس نتایج اولویت‌بندی NLP و MCDM، وظایف را به صورت خودکار توزیع کند (شاه‌حسینی و احمدی‌نژاد، ۱۳۹۸). برای شهروندان، رابطی شفاف برای پیگیری وضعیت درخواست‌هایشان فراهم می‌شود که اعتماد عمومی را تقویت می‌کند. یکی از اجزای حیاتی این معماری، ماژول تصمیم‌گیری هوشمند است که بر پایه داده‌های پردازش شده عمل می‌کند. این ماژول، نتایج الگوریتم‌های داده‌کاوی (مانند خوشه‌بندی مناطق نیازمند خدمات بیشتر) را با نتایج اولویت‌بندی NLP ترکیب کرده و خروجی‌هایی برای تخصیص منابع ارائه می‌دهد. این امر نیازمند یک موتور قوانین (Rule Engine) قوی است که بتواند معیارهای چندمعیاره تعریف شده (توسط مدیران) را به صورت پویا اعمال کند و به سیستم دستور دهد که یک شکایت خاص را با چه سرعتی و توسط کدام واحد بررسی کند (سلیمانی و براتی، ۱۳۹۹).

باید توجه داشت که این پلتفرم در بستر یک شهر هوشمند عمل می‌کند، بنابراین، قابلیت تبادل داده با سایر سامانه‌های شهری مانند GIS (سیستم اطلاعات جغرافیایی)، سیستم مدیریت ترافیک، و سامانه‌های مالی، از اهمیت بالایی برخوردار است. یکپارچه‌سازی با GIS امکان تحلیل مکانی شکایات را فراهم می‌آورد که برای شناسایی نقاط داغ (Hotspots) بسیار حیاتی است (فلاحی و رضایی، ۱۳۹۹). این تبادل اطلاعات باید از طریق واسطه‌های استاندارد و امن صورت پذیرد تا یکپارچگی اکوسیستم شهری حفظ شود. در نهایت، این معماری باید قابلیت یادگیری مستمر داشته باشد. با ورود داده‌های جدید و بازخوردهای شهروندان در مورد کیفیت رسیدگی، مدل‌های NLP و داده‌کاوی باید به طور دوره‌ای بازآموزی شوند تا دقت آن‌ها در تشخیص و پیش‌بینی بهبود یابد. این چرخه بازخورد مستمر (Feedback Loop) تضمین می‌کند که پلتفرم با تکامل زبان شهری و تغییر نیازهای شهروندان، کارآمد باقی بماند و از حالت ایستا خارج شود (نظری و حسینی، ۱۳۹۷).

۴. پردازش زبان طبیعی (NLP) در درک شکایات مردمی

استفاده از پردازش زبان طبیعی (NLP) در این پلتفرم، از مرحله دریافت متن شکایت آغاز می‌شود و هدف نهایی آن، تبدیل زبان طبیعی، مبهم و غیرساختاریافته شهروندان به داده‌های ساختاریافته و قابل تحلیل برای ماشین است. این فرآیند در زبان

فارسی که دارای پیچیدگی‌های دستوری، صرفی، و دایره لغات گسترده‌ای است، چالش‌های منحصربه‌فردی را به همراه دارد (عزیزی و محمدی، ۱۳۹۷). مراحل کلیدی شامل پیش‌پردازش، استخراج ویژگی، و تحلیل‌های معنایی پیشرفته است که هر کدام باید با دقت بالا برای محیط فارسی‌زبان طراحی شوند. مرحله پیش‌پردازش متن برای زبان فارسی بسیار حیاتی است. این شامل حذف نشانه‌گذاری‌ها، تبدیل حروف به حالت استاندارد (مانند یکسان‌سازی "ی" و "ی" یا "ک" و "ک")، و مهم‌تر از همه، توکن‌سازی (Tokenization) دقیق است که باید تفکیک کلمات را در زبان فارسی به درستی انجام دهد. پس از آن، حذف کلمات توقف (Stop Words) مانند حروف اضافه و ضمائر رایج صورت می‌گیرد تا بر روی کلمات محتوایی تمرکز شود. مرحله بعدی، تبدیل کلمات به ریشه یا تکواژهای اصلی (Stemming یا Lemmatization) است تا تنوع صرفی کلمات کاهش یافته و امکان مقایسه دقیق‌تر بین شکایات مختلف فراهم آید (محمدی و همکاران، ۱۳۹۸).

پس از پاک‌سازی، گام اصلی درک محتوا، دسته‌بندی موضوعی (Topic Classification) است. این کار اغلب با استفاده از مدل‌های یادگیری ماشین نظارت‌شده (Supervised Learning) انجام می‌شود که بر روی مجموعه‌ای از شکایات برچسب‌گذاری شده آموزش دیده‌اند. این مدل‌ها باید بتوانند یک شکایت را در یکی از دسته‌بندی‌های از پیش تعریف شده شهری (مانند آسفالت، روشنایی، جمع‌آوری پسماند، مشکلات ترافیکی، یا مجوزهای ساختمانی) قرار دهند. دقت این دسته‌بندی مستقیماً بر کارایی پلتفرم در ارجاع صحیح به واحد تخصصی تأثیر می‌گذارد (سلیمانی و براتی، ۱۳۹۹).

تحلیل احساسات (Sentiment Analysis) لایه دیگری از درک را اضافه می‌کند. این تحلیل تعیین می‌کند که شهروند نسبت به وضعیت موجود چه حسی دارد - مثبت، منفی، یا خنثی - و فراتر از آن، شدت این احساس را نیز مشخص می‌کند (مثلاً "ناراضی"، "عصبانی"، "شدیداً ناراضی"). این معیار برای اولویت‌بندی ضروری است؛ یک شکایت فنی ساده با لحنی خنثی ممکن است کمتر از یک مشکل کوچک که با نارضایتی شدید بیان شده، فوریت نداشته باشد. این امر به تصمیم‌گیرندگان اجازه می‌دهد تا نه تنها مشکل را بر اساس ماهیت آن، بلکه بر اساس تأثیر روانی آن بر شهروندان مدیریت کنند (رضایی و احمدی، ۱۳۹۹). استخراج موجودیت‌های نام‌دار (Named Entity Recognition - NER) در زبان فارسی برای مدیریت شهری بسیار حیاتی است. این فرآیند شامل شناسایی خودکار مکان‌ها (نام خیابان، میدان، محله)، تاریخ‌ها، و شناسه‌های خاص (شماره مجوزها، شماره پرونده‌های قبلی) در متن شکایت است (عزیزی و محمدی، ۱۳۹۷). برای مثال، اگر شهروند بگوید: "دیروز جلوی ساختمان شماره ۳۴ در خیابان ولیعصر، چراغ راهنمایی شکسته است"، NER باید "شماره ۳۴"، "خیابان ولیعصر" و "چراغ راهنمایی" را به عنوان موجودیت‌های قابل اقدام استخراج کند. این داده‌ها مستقیماً در سیستم GIS ذخیره و برای ارجاع مکانی استفاده می‌شوند.

پلتفرم باید قابلیت تحلیل ارجاعات متقابل (Cross-referencing) را نیز داشته باشد. این به معنای توانایی مدل NLP در تشخیص ارتباط یک شکایت جدید با پرونده‌های قبلی است، حتی اگر شهروند به صراحت به شماره پرونده اشاره نکرده باشد. این کار از طریق مقایسه نهادهای استخراج شده (مکان، زمان، موضوع) با سوابق انجام می‌شود. این قابلیت، از تکرار رسیدگی به یک مشکل قدیمی که به درستی حل نشده است جلوگیری کرده و امکان نظارت بر کیفیت حل مسئله در طول زمان را فراهم می‌آورد (نظری و حسینی، ۱۳۹۷). برای غلبه بر ابهام و کنایه در زبان محاوره فارسی، استفاده از مدل‌های مبتنی بر یادگیری عمیق (مانند شبکه‌های عصبی بازگشتی یا ترنسفورمرها)، که قادر به درک زمینه (Context) جمله هستند، ضروری است. مدل‌های مبتنی بر مدل‌های زبانی بزرگ (LLMs) در صورت آموزش کافی بر روی داده‌های شهری فارسی، می‌توانند ظرایف زبانی را بهتر درک کنند و منجر به کاهش خطای طبقه‌بندی ناشی از تفسیر نادرست نیت اصلی شهروند شوند (محمدی و همکاران، ۱۳۹۸). در نهایت، خروجی ماژول NLP، مجموعه‌ای از ویژگی‌های غنی‌شده است: دسته‌بندی موضوعی، امتیاز احساسات، موقعیت

جغرافیایی استخراج شده، و کلمات کلیدی اصلی. این خروجی‌ها به عنوان ورودی به ماژول‌های اولویت‌بندی و تصمیم‌گیری چندمعیاره ارسال می‌شوند تا بر اساس آن‌ها، اقدام مقتضی برای رسیدگی برنامه‌ریزی گردد. این ادغام، NLP را از یک ابزار پردازش صرف به یک جزء فعال در فرآیند تصمیم‌گیری تبدیل می‌کند (سلیمانی و براتی، ۱۳۹۹).

۵. کاربرد داده‌کاوی برای کشف الگوها و بهینه‌سازی خدمات

داده‌کاوی (Data Mining) مرحله‌ای است که در آن، مجموعه عظیمی از داده‌های ساختاریافته شکایات، که عمدتاً از فرآیند NLP به دست آمده‌اند، مورد تجزیه و تحلیل قرار می‌گیرند تا دانش‌های نهفته و الگوهای زیربنایی که برای مدیریت شهری حیاتی هستند، استخراج شوند. هدف اصلی، حرکت از رویکرد واکنشی (پاسخ به شکایات فردی) به رویکرد پیشگیرانه و استراتژیک است که بر اساس شواهد عینی درباره عملکرد سیستم شهری عمل می‌کند (رضایی و احمدی، ۱۳۹۹). داده‌کاوی در این پلتفرم، بر روی سه حوزه اصلی تمرکز دارد: کشف الگوهای تکراری، خوشه‌بندی جغرافیایی، و پیش‌بینی نیازهای آتی.

یکی از مهم‌ترین کاربردهای داده‌کاوی، شناسایی شکایات تکراری و گلوگاه‌های سیستمی است. با استفاده از الگوریتم‌های خوشه‌بندی (Clustering) بر روی داده‌های موضوعی و مکانی، می‌توان مجموعه‌ای از مشکلات را که به صورت مداوم و در یک بازه زمانی مشخص تکرار می‌شوند، شناسایی کرد (محمدی و همکاران، ۱۳۹۸). این امر فراتر از مشاهده صرف تعداد زیاد شکایات در یک دسته است؛ داده‌کاوی می‌تواند ارتباطات ظریف بین دسته‌ها را آشکار سازد. به عنوان مثال، ممکن است مشخص شود که افزایش شکایات مربوط به ترافیک در یک منطقه خاص، به طور مداوم پس از اجرای یک پروژه عمرانی جدید یا تغییر در زمان‌بندی چراغ‌های راهنمایی رخ می‌دهد. تحلیل‌های مکانی مبتنی بر داده‌کاوی از طریق ادغام با سیستم GIS، امکان نقشه‌برداری دینامیک از توزیع شکایات را فراهم می‌آورد. با استفاده از تکنیک‌هایی مانند نقشه‌برداری چگالی (Density Mapping) و شناسایی نقاط داغ (Hotspot Analysis)، می‌توان مناطقی را که به طور نامتناسبی از خدمات شهری ناراضی هستند، مشخص کرد (فلاحی و رضایی، ۱۳۹۹). این بینش‌ها به مدیران کمک می‌کند تا منابع عملیاتی (مانند گشت‌های بازرسی، تیم‌های تعمیرات) را به جای توزیع یکنواخت، به شکل هدفمند و متمرکز بر نقاط نیازمند هدایت کنند، که این امر منجر به افزایش بهره‌وری منابع می‌شود.

داده‌کاوی همچنین نقش مهمی در مدل‌سازی پیش‌بینانه (Predictive Modeling) دارد. با استفاده از داده‌های تاریخی شکایات (شامل زمان وقوع، نوع مشکل، و شرایط محیطی مرتبط مانند وضعیت آب و هوا)، می‌توان مدل‌هایی ساخت که احتمال وقوع یک نوع خاص از مشکل (مثلاً آب‌گرفتگی در زمان بارندگی شدید) را پیش‌بینی کنند (سلیمانی و براتی، ۱۳۹۹). این قابلیت پیشگیرانه، شهرداری را قادر می‌سازد تا پیش از ثبت شکایت، اقدامات پیشگیرانه لازم را انجام دهد؛ برای مثال، اعزام تیم‌های لایروبی به مناطقی که پیش‌بینی می‌شود در اثر بارش‌های آبی دچار آب‌گرفتگی شوند. تکنیک‌های قوانین انجمنی (Association Rule Mining) مانند الگوریتم Apriori، می‌توانند الگوهای همزمانی در شکایات را کشف کنند. برای مثال، ممکن است کشف شود که شکایتی با موضوع "آلودگی صوتی ناشی از ساخت‌وساز" اغلب همراه با شکایت "تجمع نخاله‌های ساختمانی در پیاده‌رو" در همان منطقه است. شناسایی این ارتباطات به تیم‌های اجرایی اجازه می‌دهد تا در زمان رسیدگی به یک شکایت، پرونده‌های مرتبط دیگر را نیز بررسی کرده و یک راه‌حل جامع برای مجموعه مشکلات محله ارائه دهند، نه صرفاً یک راه‌حل نقطه‌ای (رستمی و نیک‌نژاد، ۱۳۹۶).

همچنین، داده‌کاوی برای ارزیابی اثربخشی عملیات‌های گذشته ضروری است. پس از رسیدگی به یک شکایت، داده‌های مربوط به زمان حل و رضایت مجدد مشتری (در صورت امکان سنجش مجدد از طریق تماس یا بازخورد سیستمی) می‌تواند به عنوان متغیر هدف برای ساخت مدل‌های پیش‌بینی زمان حل (Time-to-Resolution Prediction) مورد استفاده قرار گیرد. این مدل‌ها به واحد مدیریت پروژه کمک می‌کنند تا تخمین‌های دقیق‌تری از مدت زمان لازم برای بستن سایر پرونده‌ها ارائه دهند و برنامه‌ریزی‌های عملیاتی را بهبود بخشند (شاه‌حسینی و احمدی‌نژاد، ۱۳۹۸). بخش کلیدی در این حوزه، ادغام نتایج داده‌کاوی با فرآیندهای تصمیم‌گیری عملیاتی است. داده‌کاوی نباید تنها به تولید گزارش‌های تحلیلی محدود شود؛ بلکه باید به طور مستقیم در موتور تصمیم‌گیری (بخش بعدی) وارد شده و به تغییر پارامترهای اولویت‌بندی و تخصیص منابع کمک کند. برای مثال، اگر داده‌کاوی یک منطقه را به عنوان "منطقه با ریسک بالا برای نارضایتی عمومی" شناسایی کند، این یک معیار جدید در فرآیند MCDM برای افزایش فوریت رسیدگی به شکایات آن منطقه خواهد بود (نظری و حسینی، ۱۳۹۷). در نهایت، استفاده از داده‌کاوی در تحلیل الگوهای زمانی، به شناسایی تأثیر رویدادهای کلان شهری (مانند تعطیلات، تغییرات فصلی، یا برگزاری رویدادهای بزرگ) بر حجم و نوع شکایات کمک می‌کند. این بینش‌ها برای بودجه‌بندی، زمان‌بندی نیروی انسانی و آماده‌سازی زیرساخت‌ها در آستانه دوره‌های پرفشار ضروری است و شهرداری را به سمت مدیریت ریسک مبتنی بر شواهد سوق می‌دهد (عزیزی و محمدی، ۱۳۹۷).

۶. تصمیم‌گیری چندمعیاره (MCDM) در اولویت‌بندی و تخصیص منابع

در یک سیستم مدیریت شکایات پیچیده که توسط داده‌های هوشمند تغذیه می‌شود، چالش اصلی از "دانستن" به "اقدام کردن" منتقل می‌شود؛ یعنی چگونگی اولویت‌بندی هزاران درخواست ورودی بر اساس معیارهای متعدد و گاه متناقض. اینجا است که چارچوب‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره (MCDM) اهمیت می‌یابند، چرا که امکان تلفیق معیارهای کیفی و کمی را برای رسیدن به یک رتبه‌بندی عادلانه و کارآمد فراهم می‌آورند (شاه‌حسینی و احمدی‌نژاد، ۱۳۹۸). پلتفرم پیشنهادی، از نتایج NLP و داده‌کاوی به عنوان ورودی‌های اصلی برای مدل MCDM استفاده می‌کند. معیارهای مورد استفاده در این مدل فراتر از صرفاً "زمان ورود شکایت" هستند. معیارهای کلیدی شامل فوریت (Urgency)، تأثیر اجتماعی (Social Impact)، هزینه تخمینی رسیدگی (Cost of Resolution)، و امتیاز احساسات استخراج شده توسط NLP می‌باشند. فوریت می‌تواند توسط الگوریتم NLP بر اساس وجود کلمات اضطراری (مانند "فوری"، "خطرناک"، "اکنون") تعیین شود. تأثیر اجتماعی می‌تواند بر اساس تراکم جمعیتی منطقه (برگرفته از GIS) و تعداد افرادی که شکایت در مورد آن منطقه ثبت کرده‌اند، محاسبه شود.

استفاده از تکنیک‌های MCDM مانند روش رتبه‌بندی مبتنی بر واریانس (TOPSIS) یا روش تحلیل سلسله مراتبی (AHP) به مدیران اجازه می‌دهد تا وزن نسبی هر یک از این معیارها را تعیین کنند. برای مثال، در یک مورد اضطراری (مانند نشت گاز)، معیار فوریت وزن بالاتری می‌گیرد، در حالی که در یک مورد مربوط به زیبایی منظر شهری، معیار هزینه و تأثیر منطقه‌ای ممکن است غالب باشد (شاه‌حسینی و احمدی‌نژاد، ۱۳۹۸). این انعطاف‌پذیری در وزن‌دهی، پلتفرم را قادر می‌سازد تا با تغییر اولویت‌های استراتژیک شهر، خود را تطبیق دهد. یکی از دستاوردهای مهم تلفیق داده‌کاوی با MCDM، امکان تخصیص منابع بر مبنای ریسک است. داده‌کاوی مناطق را بر اساس سوابق تکرار مشکلات (ریسک بالا) شناسایی کرده و این "امتیاز ریسک منطقه‌ای" به عنوان یک معیار ورودی به مدل MCDM تزریق می‌شود (رضایی و احمدی، ۱۳۹۹). شکایتی که در یک منطقه با ریسک بالا ثبت می‌شود، صرف نظر از فوریت متنی خود، وزن بیشتری در اولویت‌بندی نهایی خواهد گرفت، زیرا حل نکردن آن می‌تواند منجر به نارضایتی گسترده شود.

همچنین، مدل MCDM باید شامل یک معیار سنجش "محدودیت منابع" باشد. در حالت ایده آل، همه شکایات باید با بالاترین اولویت حل شوند، اما در واقعیت، تعداد تیم‌های اجرایی، بودجه‌های عملیاتی، و ظرفیت پاسخگویی محدود است. این مدل‌ها با در نظر گرفتن محدودیت‌ها، بهترین مسیر اقدام را پیشنهاد می‌کنند؛ یعنی تعیین می‌کنند کدام مجموعه از شکایات، که با وزن مجموعی اولویت بالاترین را کسب کرده‌اند، می‌توانند در چرخه عملیاتی فعلی (با توجه به ظرفیت موجود) قرار گیرند (محمدی و همکاران، ۱۳۹۸). نقش بازخورد در این چرخه بسیار حیاتی است. پس از اجرای یک تصمیم بر اساس رتبه‌بندی MCDM، نتایج عملکردی (مانند زمان واقعی حل، هزینه‌های واقعی) باید به سیستم بازگردانده شوند. این بازخورد به مدیران اجازه می‌دهد تا در دوره‌های بعدی، وزن‌دهی معیارهای خود را بر اساس صحت نتایج گذشته تنظیم کنند. اگر مشخص شود که تخصیص منابع بر اساس معیار X منجر به افزایش زمان حل شده است، وزن X در محاسبات آتی کاهش خواهد یافت (نظری و حسینی، ۱۳۹۷).

این رویکرد، فراتر از یک سیستم گزارش‌گیری ساده است؛ این یک سیستم تصمیم‌گیری خودکار (یا نیمه‌خودکار) است که می‌تواند به طور مداوم فرآیند رسیدگی را بهینه کند. برای مثال، اگر در یک روز مشخص، تعداد شکایات مربوط به روشنایی خیابان‌ها از یک آستانه تعیین شده فراتر رود، سیستم MCDM به طور خودکار وزن معیار "نوع سرویس: روشنایی" را افزایش می‌دهد و به واحدهای مربوطه اطلاع می‌دهد تا نیروهای خود را تقویت کنند (سلیمانی و براتی، ۱۳۹۹). در نهایت، شفافیت در فرآیند تصمیم‌گیری چندمعیاره باید حفظ شود. شهروندان و مدیران باید بتوانند درک کنند که چرا یک شکایت خاص بر شکایت دیگر اولویت یافته است. پلتفرم باید قابلیت ارائه "گزارش توجیهی اولویت‌بندی" را داشته باشد که نشان دهد هر شکایت بر اساس کدام امتیازات و وزن‌دهی‌ها به رتبه نهایی خود رسیده است. این امر پاسخگویی را در مدیریت شهری تقویت می‌کند (عزیزی و محمدی، ۱۳۹۷).

۷. چالش‌های اجرایی و راهکارهای عملیاتی در پیاده‌سازی

پیاده‌سازی یک پلتفرم یکپارچه مبتنی بر هوش مصنوعی در ساختارهای سنتی مدیریت شهری، مجموعه‌ای از چالش‌های فنی، سازمانی و فرهنگی را به همراه دارد که غلبه بر آن‌ها برای موفقیت پروژه حیاتی است. این چالش‌ها اغلب در فرآیند یکپارچه‌سازی سامانه‌های موجود، کیفیت داده‌های ورودی، و مقاومت نیروی انسانی نمود پیدا می‌کنند (رستمی و نیک‌نژاد، ۱۳۹۶). شناسایی این موانع و تدوین راهکارهای عملیاتی بر اساس تجارب شهرداری الکترونیک ضروری است. اولین چالش، مشکل یکپارچه‌سازی و سیلوهای اطلاعاتی است. شهرداری‌ها اغلب دارای سامانه‌های پراکنده‌ای برای GIS، مالی، شهرسازی، و خدمات شهری هستند که از معماری‌ها و پروتکل‌های ارتباطی متفاوتی استفاده می‌کنند. ایجاد یک لایه میانی (Middleware) که بتواند داده‌های ناهمگون را از این منابع تاریخی جذب کرده، آن‌ها را نرمال‌سازی کند و در اختیار موتور NLP و داده‌کاوی قرار دهد، نیازمند سرمایه‌گذاری فنی قابل توجه و استانداردسازی دقیق فراداده‌ها است (نظری و حسینی، ۱۳۹۷).

چالش دوم، کیفیت و کمیت داده‌های آموزشی برای مدل‌های هوشمند است. مدل‌های NLP و داده‌کاوی نیازمند مجموعه‌های داده بزرگ و از پیش برچسب‌گذاری شده‌ای هستند تا بتوانند الگوها را به درستی بیاموزند. در حوزه شکایات فارسی، دسترسی به مجموعه داده‌های بزرگ با برچسب‌های دقیق (دسته، احساس، موجودیت‌های مکانی) محدود است. راهکار عملیاتی برای این مشکل، استفاده از روش‌های یادگیری نیمه‌نظارت‌شده (Semi-Supervised Learning) در کنار فاز اولیه ورود داده‌ها و به‌کارگیری روش‌های Active Learning است تا سیستم بتواند با کمترین برچسب‌گذاری دستی، بیشترین یادگیری را کسب کند و از کارشناسان انسانی برای تأیید یا اصلاح نتایج اولیه استفاده نماید (محمدی و همکاران، ۱۳۹۸). چالش سوم، مقاومت سازمانی و

نیاز به تغییر فرهنگ کاری است. کارمندان ممکن است احساس کنند که هوشمندسازی فرآیندها، شغل آن‌ها را به خطر می‌اندازد یا آن‌ها را مجبور به استفاده از ابزارهای پیچیده می‌کند. برای غلبه بر این مقاومت، آموزش فراگیر و مستمر، طراحی رابط‌های کاربری ساده و بصری برای کارشناسان، و تأکید بر این نکته که ابزار هوش مصنوعی جایگزین کارشناس نیست بلکه ابزاری برای افزایش قدرت تصمیم‌گیری و حذف کارهای تکراری است، ضروری است (رستمی و نیک‌نژاد، ۱۳۹۶).

مسئله حریم خصوصی و امنیت داده‌های شهروندان (مانند موقعیت مکانی دقیق یا اطلاعات شخصی) در پلتفرمی که حجم وسیعی از داده‌های حساس را پردازش می‌کند، باید با بالاترین اولویت در نظر گرفته شود. راهکار عملیاتی، استفاده از تکنیک‌های ناشناس‌سازی (Anonymization) و رمزنگاری پیشرفته برای داده‌های ذخیره‌شده و در حال انتقال است. همچنین، پیاده‌سازی چارچوب‌های دسترسی مبتنی بر نقش (Role-Based Access Control - RBAC) برای اطمینان از اینکه فقط افراد مجاز به داده‌های خاص دسترسی داشته باشند، حیاتی است (عزیزی و محمدی، ۱۳۹۷). چالش پنجم، نگهداری و به‌روزرسانی مستمر مدل‌های هوش مصنوعی است. زبان و مشکلات شهری پویا هستند؛ اصطلاحات جدید به وجود می‌آیند و الگوهای نارضایتی تغییر می‌کنند. پلتفرم باید دارای یک "محیط تولید" (Production Environment) و یک "محیط آزمایشی" (Staging Environment) باشد که در آن مدل‌های داده‌کاوی و NLP به صورت دوره‌ای (مثلاً هر شش ماه) با داده‌های جدید بازآموزی شده و بهبود یابند، پیش از آنکه نسخه به‌روز شده در سیستم اصلی مستقر شود (سلیمانی و براتی، ۱۳۹۹).

پیاده‌سازی فرآیند تصمیم‌گیری چندمعیاره (MCDM) نیازمند مشارکت فعال مدیران ارشد است. تعریف وزن‌دهی معیارها (که ماهیتی سیاسی و استراتژیک دارد) نباید صرفاً توسط تیم فنی انجام شود. راهکار این است که یک کارگروه مشترک متشکل از تحلیلگران داده، مدیران عملیاتی، و سیاست‌گذاران ارشد تشکیل شود تا اجماع لازم بر روی ساختار MCDM حاصل گردد و پذیرش سازمانی نتایج آن تضمین شود (شاه‌حسینی و احمدی‌نژاد، ۱۳۹۸). در نهایت، باید یک شاخص کلیدی عملکرد (KPI) واضح برای سنجش موفقیت کل پروژه تعریف شود. این KPI نباید صرفاً بر اساس تعداد شکایات رسیدگی شده باشد، بلکه باید شامل شاخص‌های کیفیت‌محور مانند میانگین زمان حل شکایت، کاهش تکرار شکایات در مناطق شناسایی شده، و افزایش شاخص رضایتمندی کلی شهروندان باشد (رضایی و احمدی، ۱۳۹۹). اندازه‌گیری مداوم این شاخص‌ها تضمین می‌کند که تلاش‌های فنی در راستای اهداف استراتژیک مدیریت شهری قرار گیرند.

۸. یکپارچه‌سازی با اکوسیستم شهر هوشمند و حکمرانی داده‌محور

پلتفرم مدیریت شکایات، هنگامی که به صورت یک سیستم مستقل عمل کند، کارایی محدودی خواهد داشت. ارزش نهایی آن زمانی محقق می‌شود که به عنوان یک گره حیاتی در اکوسیستم بزرگتر شهر هوشمند ادغام شده و به موتور محرک حکمرانی داده‌محور تبدیل شود (فلاحی و رضایی، ۱۳۹۹). این یکپارچه‌سازی، مستلزم تبادل فعال داده و فرآیندها با سایر زیرسیستم‌های شهری است تا یک دیدگاه جامع و ۳۶۰ درجه از شهر فراهم آید. ادغام با سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) محور اصلی این یکپارچه‌سازی است. همانطور که در بخش‌های قبل اشاره شد، داده‌کاوی توانایی شناسایی مکان‌های داغ را دارد، اما برای اقدام عملی، این مکان‌ها باید به صورت گرافیکی در نقشه شهری نمایش داده شوند. سیستم GIS باید قابلیت دریافت داده‌های مکانی غنی‌شده از NLP (مانند مختصات استخراج شده از آدرس‌های متنی) را داشته باشد و همچنین شکایات و وضعیت رسیدگی آن‌ها را بر روی لایه‌های زیرساختی (شبکه آب، فاضلاب، روشنایی) نمایش دهد (نظری و حسینی، ۱۳۹۷). این امر امکان تحلیل همزمان مشکل (شکایت) و دارایی زیرساختی مرتبط را فراهم می‌آورد.

ارتباط با سیستم‌های عملیاتی (مانند سامانه‌های نگهداری و تعمیرات - CMMS) برای بستن چرخه اقدام ضروری است. پس از اولویت‌بندی توسط MCDM، پلتفرم باید بتواند به طور خودکار، یک دستور کار (Work Order) استاندارد را در سیستم CMMS تولید کرده و آن را به تیم اجرایی مربوطه ارسال کند. این کار از ورود مجدد دستی داده‌ها جلوگیری کرده و اطمینان می‌دهد که داده‌های مورد نیاز برای ردیابی دقیق (مانند زمان شروع کار و منابع مصرف شده) به پلتفرم باز می‌گردند تا در تحلیل‌های آتی داده‌کاوی مورد استفاده قرار گیرند (سلیمانی و براتی، ۱۳۹۹). حکمرانی داده‌محور (Data-Driven Governance) مستلزم آن است که داده‌های استخراج شده از شکایات به طور مداوم در گزارش‌های مدیریتی سطح بالا منعکس شوند. این گزارش‌ها باید از حالت گزارش‌های آماری صرف خارج شده و به داشبوردهای تحلیلی تعاملی تبدیل شوند که قابلیت فیلتر کردن بر اساس زمان، منطقه، و نوع مشکل را دارند. این داشبوردها باید تصویری از عملکرد کلی شهرداری در قبال مطالبات شهروندان ارائه دهند و به سؤالاتی مانند "آیا رضایتمندی از خدمات پسماند در ماه گذشته نسبت به معیار هدف بهبود یافته است؟" پاسخ دهند (رضایی و احمدی، ۱۳۹۹).

شفافیت عملیاتی، به عنوان ستون اصلی حکمرانی خوب، باید از طریق این پلتفرم تأمین شود. شهروند باید بتواند از طریق یک رابط کاربری ساده، وضعیت دقیق پرونده خود را پیگیری کند. این پیگیری نباید صرفاً به "در دست بررسی" محدود شود، بلکه باید نشان دهد که در کدام مرحله از فرآیند هوشمندسازی (مثلاً در مرحله تحلیل NLP، در حال انتظار در صف MCDM، یا در دست اقدام تیم X) قرار دارد. این شفافیت، اعتماد را افزایش داده و از حجم تماس‌های پیگیری غیرضروری می‌کاهد (رستمی و نیک‌نژاد، ۱۳۹۶). نگرش پیشگیرانه (Proactive Approach) از طریق ادغام داده‌های پیش‌بینی شده توسط داده‌کاوی حاصل می‌شود. اگر مدل پیش‌بینی کند که منطقه A با احتمال ۸۰٪ در هفته آینده با مشکل روشنایی خیابان مواجه خواهد شد، پلتفرم می‌تواند به طور خودکار یک "برنامه تعمیر و نگهداری پیشگیرانه" را برای آن منطقه در سیستم CMMS ایجاد کند، حتی اگر هیچ شکایتی ثبت نشده باشد. این انتقال از واکنش به پیشگیری، نمایانگر بلوغ واقعی شهر هوشمند است (فلاحی و رضایی، ۱۳۹۹).

در زمینه توسعه مدل‌های MCDM، یکپارچه‌سازی با سیستم‌های مالی برای تخصیص منابع ضروری است. مدل MCDM باید هنگام اولویت‌بندی، محدودیت‌های بودجه‌ای تخصیص یافته برای هر نوع سرویس را لحاظ کند. این امر تضمین می‌کند که توصیه‌های پلتفرم نه تنها از نظر فنی بهینه هستند، بلکه از نظر مالی نیز قابل اجرا می‌باشند. برای مثال، اگر حل یک شکایت هزینه بالایی داشته باشد، مدل ممکن است آن را در اولویت دوم قرار دهد تا منابع برای حل تعداد بیشتری از شکایات با هزینه پایین‌تر ذخیره شوند، مگر اینکه فوریت آن بسیار بالا باشد (شاه‌حسینی و احمدی‌نژاد، ۱۳۹۸). در نهایت، پلتفرم باید به یک منبع داده معتبر و استاندارد برای پژوهش‌های آینده تبدیل شود. نگهداری مستمر "فرهنگ لغت شهری" (Urban Lexicon) که شامل اصطلاحات جدیدی است که NLP شناسایی کرده است، و همچنین به‌روزرسانی وزن‌های MCDM بر اساس بازخورد عملکردی، تضمین می‌کند که سرمایه‌گذاری انجام شده بر روی این پلتفرم، در طول زمان ارزش افزوده بیشتری تولید کند و پایه و اساس یک حکمرانی مستمر و بهبود یابنده را بنا نهد (عزیزی و محمدی، ۱۳۹۷).

نتیجه‌گیری و چشم‌انداز آینده

این پژوهش مروری به طور جامع به ضرورت، معماری و قابلیت‌های مورد نیاز برای طراحی یک پلتفرم یکپارچه مدیریت شکایات و درخواست‌های مردمی در محیط مدیریت شهری مدرن پرداخت. نتیجه‌گیری اصلی این است که صرفاً دیجیتالی کردن فرآیندهای دریافت شکایات (شهرداری الکترونیک) دیگر کافی نیست؛ بلکه ادغام هوش مصنوعی، به‌ویژه داده‌کاوی و پردازش زبان طبیعی، برای تبدیل داده‌های غیرساختاریافته به بینش‌های عملیاتی و تصمیم‌گیری‌های استراتژیک حیاتی است (محمدی

و همکاران، ۱۳۹۸). پلتفرم طراحی شده، با بهره‌گیری از NLP، می‌تواند زبان شهروندان را درک کرده و شکایات را به صورت خودکار دسته‌بندی و اولویت‌بندی نماید، در حالی که داده‌کاوی الگوهای پنهان در حجم عظیم این تعاملات را برای مدیریت پیشگیرانه آشکار می‌سازد. چارچوب MCDM به عنوان پل ارتباطی بین تحلیل داده‌ها و اقدام اجرایی، تضمین می‌کند که منابع محدود شهری بر اساس معیارهای چندوجهی و عادلانه تخصیص یابند، که این امر پاسخی مستقیم به چالش‌های تخصیص در مدیریت شهری است (شاه‌حسینی و احمدی‌نژاد، ۱۳۹۸). با ادغام این اجزا در یک معماری چندلایه، سازمان‌های شهری می‌توانند از یک سیستم واکنشی صرف به یک سیستم فعال و پیش‌بین تبدیل شوند که قادر است نیازهای شهروندان را قبل از تبدیل شدن به بحران شناسایی و برطرف سازد.

چالش‌های اجرایی نظیر یکپارچه‌سازی داده‌های سیلو شده و مقاومت سازمانی نیازمند راهکارهای مدیریت تغییر قوی، سرمایه‌گذاری بر آموزش نیروی انسانی، و پیاده‌سازی دقیق پروتکل‌های امنیتی و حریم خصوصی است. موفقیت این پروژه‌ها در گرو تعهد بلندمدت به استانداردسازی داده‌ها و فراهم آوردن زیرساخت‌های لازم برای یادگیری مستمر مدل‌های هوش مصنوعی است (نظری و حسینی، ۱۳۹۷). چشم‌انداز آینده این حوزه، فراتر از مدیریت شکایات و حرکت به سمت "تعامل فعال" با شهروندان است. با تکامل مدل‌های زبانی بزرگ‌تر و پیشرفته‌تر، پلتفرم‌های آتی قادر خواهند بود تا نه تنها مشکلات را حل کنند، بلکه در فرآیند طراحی خدمات شهری (Co-design) نیز مشارکت داده‌محور داشته باشند. همچنین، ادغام عمیق‌تر با حسگرهای اینترنت اشیا (IoT) امکان اعتبارسنجی شکایات ثبت شده توسط شهروندان را با داده‌های عینی محیطی فراهم می‌آورد و دقت سیستم را به حداکثر می‌رساند (فلاحی و رضایی، ۱۳۹۹). در نهایت، پیاده‌سازی موفقیت‌آمیز این پلتفرم، معیار جدیدی برای سنجش کارآمدی و پاسخگویی مدیریت شهری در عصر شهر هوشمند خواهد بود. این سیستم نه تنها خدمات را بهبود می‌بخشد، بلکه با ایجاد شفافیت و استفاده منطقی از داده‌ها، پایه‌های حکمرانی شهری مبتنی بر شواهد را تقویت می‌کند، که این امر می‌تواند الگویی برای سایر خدمات عمومی در سطح کشور باشد (رضایی و احمدی، ۱۳۹۹).

منابع

- قربانی، سرمست، بهرام، مهدی پور. (۲۰۱۶). بررسی زیرساخت‌های استقرار شهرداری الکترونیک در کلان شهر تبریز. مدیریت سازمان‌های دولتی، ۴(شماره ۲ (پیاپی ۱۴))، ۱۳۷-۱۴۸.
- مرادزاده، علی، دریوش، مبارک‌پور، فرید، بحری. ... صدیق‌اصراف. (۲۰۲۲). مدیریت شهری الکترونیک؛ از برنامه ریزی تا اجرا. پژوهش‌های جدید در مدیریت و حسابداری، ۸۲(۸)، ۳۵-۴۴.
- مرادی، متولیکله کلانی، نظامی اصل سیسی، سیف السادات. (۲۰۲۴). چالش‌های پیاده‌سازی مدیریت شهر هوشمند در حوزه حمل‌ونقل همگانی ایران. پژوهشنامه پردازش و مدیریت اطلاعات، ۴۰(۱)، ۷۱-۹۲.
- مومنی، کورش، ملکی، حسنی‌سیاه‌گلی، دامن‌باغ، صفیه. (۲۰۲۳). اولویت‌بندی موانع و چالش‌های پیش‌روی شهر هوشمند در شهر اهواز. مدیریت شهری و روستایی، ۷۱(۲۱)، ۲۳-۳۵.
- مهرداد ضیاءپور، رضا نقی‌زاده کوچصفهانی. (۲۰۲۲). مروری بر تکنیک‌های پرکاربرد داده‌کاوی جهت تصمیم‌گیری مدیران شهرداری در حوزه مدیریت شهری. نشریه علمی رویکردهای پژوهشی نوین مدیریت و حسابداری، ۵(۱۶)، ۲۶۲-۲۸۰.
- اسکندری ثانی محمد، مرادی محمود، قادری مقدم پروین. (۲۰۱۸). ارزیابی پتانسیل‌های پیاده‌سازی شهر هوشمند با تأکید بر حمل‌ونقل، مورد مطالعه: شهر بیرجند.
- امیرحسین قاسمی. (۲۰۲۴). پتانسیل سنجی استقرار شهر هوشمند مبتنی بر اینترنت اشیا، با تمرکز بر زندگی هوشمند (مطالعه موردی: شهر بیرجند). توسعه پایدار و ساختمان هوشمند، ۱(۳)، ۱۹-۳۶.

- باقری، محمدی زاده، ماریا. (۲۰۱۷). رتبه‌بندی جاذبه‌های اکوتوریسمی شهرستان جاسک با استفاده از روش تصمیم‌گیری چند معیاره (MCDM). فصلنامه جغرافیا (برنامه ریزی منطقه‌ای)، ۶(۲۵)، ۷-۱۶.
- جووری، بهنوش، یگانگی، سید کامران. (۲۰۲۴). زیرساخت‌های الکترونیکی در خدمت مدیریت منابع انسانی شهرداری‌ها. مطالعات مدیریت خدمات عمومی، ۲(۳).
- رضایی صدراآبادی نجمه، معین زاد حسین، کرامتی محمدعلی. (۲۰۲۵). طراحی مدل پیش‌بینی رفتار زنجیره تامین پویا خدمات الکترونیک شهری (مطالعه موردی: شهرداری ناحیه تاریخی یزد).
- رضائی صدراآبادی، معین زاد، کرامتی. (۲۰۲۵). طراحی مدل پیش‌بینی رفتار زنجیره تأمین پویا خدمات الکترونیک شهری (مطالعه موردی: شهرداری ناحیه تاریخی یزد). مطالعات میان‌رشته‌ای معماری ایران، ۴(۷)، ۱۱۷-۱۴۳.
- روستایی، دکتر شهرپور، پورمحمدی، قنبری. (۲۰۱۸). تئوری شهر هوشمند و ارزیابی مؤلفه‌های زیرساختی آن در مدیریت شهری مورد شناسی: شهرداری تبریز. جغرافیا و آمایش شهری منطقه‌ای، ۸(۲۶)، ۱۹۷-۲۱۶.
- زینالی عظیم، فدائی حق، مهری، علیزاده، امین، جدیری عباسی، ... شریفی. (۲۰۲۴). سنجش عوامل موثر در عدم توسعه شهر هوشمند پایدار تبریز. فصلنامه علوم محیطی، ۲۲(۳)، ۴۲۷-۴۴۶.
- سعید مظفری، حمزه کریمی. (۲۰۲۲). شناسایی و دسته‌بندی تکنیک‌های تصمیم‌گیری چند معیاره گسسته (MADM) با استفاده از روش‌های MCDM. نشریه علمی رویکردهای پژوهشی نوین مدیریت و حسابداری، ۴(۱۴)، ۱۱۵-۱۳۳.
- سلماسی، سهرابی، رهبر، محمدی، حیدر. (۲۰۲۰). مطالعه امکان‌سنجی کسب و کار نوپا تفکیک از مبدأ و جمع‌آوری پسماند جامد شهری قابل بازیافت با استفاده از فناوری دیجیتال: مطالعه موردی شهر همدان. اقتصاد شهری، ۵(۲)، ۱۳۵-۱۴۸.
- شریفی، یوسفعلی، جلالی، عبدالعلی، ضرغامی. (۲۰۲۴). شناسایی و اولویت‌بندی روش‌های روسازی سطوح پروازی فرودگاه‌های ایران با استفاده از تکنیک‌های تصمیم‌گیری چند معیاره (MCDM). نشریه علمی پژوهشی مهندسی هوانوردی، ۲۶(۱)، ۲۷-۴۱.
- صفرزاده، بازایی، قاسمعلی، فقیهی. (۲۰۲۳). مدل‌سازی عوامل فنی مؤثر بر پیاده‌سازی طرح‌های شهر هوشمند با استفاده از رویکرد مدل‌سازی تفسیری ساختاری. اقتصاد و برنامه ریزی شهری، ۴(۲)، ۱۹۲-۲۰۸.
- عزیزی، شهریار، صفائی فراهانی، روناک. (۲۰۱۳). ارزیابی آمادگی الکترونیکی شهرداری تهران. چشم‌انداز مدیریت دولتی، ۳(۳).
- علیخانی، ناجی عظیمی، لگزبان. (۲۰۱۷). ارزیابی آمادگی الکترونیکی مناطق شهرداری مشهد در راستای تحقق شهرداری الکترونیک. چشم‌انداز مدیریت دولتی، ۸(۳)، ۸۷-۱۰۸.