

تحلیل تأثیر الگوی کاربری زمین و زیرساخت‌های شهری بر ترافیک معابر شهری (رویکرد مدیریت یکپارچه شهری)

محمد رضا اردشیری^۱، جعفرمودن^۲، حاج علی منفرد^۳، پیمان افشارپور^۴

۱- کارشناسی مدیریت امور فرهنگی، دانشگاه علمی کاربردی فرهنگ. (جمع دار اموال - سازمان مدیریت پسماندها)

۲- لیسانس مهندسی تکنولوژی برق قدرت، دانشگاه اهرم. (کارشناس نصب علائم وتابلوها)

۳- لیسانس عمران، دانشگاه علمی کاربردی. (جمع دار امین اموال و انبار شهرداری)

۴- کارشناسی، دانشگاه علمی کاربردی. (پست سازمانی کار پرداز)

چکیده

رشد شتابان شهرنشینی در دهه‌های اخیر، به‌ویژه در شهرهای ایران، بدون برخورداری از برنامه‌ریزی هماهنگ فضایی و حمل‌ونقلی، منجر به بروز چالش‌های جدی در ترافیک معابر شهری شده است. افزایش تراکم ترافیک، اتلاف زمان، کاهش ایمنی و تشدید آلودگی هوا از مهم‌ترین پیامدهای این روند به شمار می‌روند که بخش قابل توجهی از آن‌ها ریشه در الگوی نامناسب کاربری زمین و توسعه ناهماهنگ زیرساخت‌های شهری دارند. ازاین‌رو، تحلیل همزمان این مؤلفه‌ها در چارچوب مدیریت یکپارچه شهری، ضرورتی انکارناپذیر برای دستیابی به توسعه پایدار و بهبود عملکرد شبکه معابر شهری محسوب می‌شود. هدف این مقاله مروری، بررسی و تحلیل تأثیر متقابل الگوی کاربری زمین و زیرساخت‌های شهری بر ترافیک معابر، با تأکید بر رویکرد مدیریت یکپارچه شهری است تا چارچوبی مفهومی برای سیاست‌گذاری و تصمیم‌گیری مؤثر در نهادهای مدیریت شهری ارائه شود. روش پژوهش حاضر از نوع مروری - تحلیلی است که با اتکا بر مطالعات و پژوهش‌های علمی معتبر داخلی در حوزه ترافیک، حمل‌ونقل شهری، کاربری زمین و سیستم‌های هوشمند شهری انجام شده است. منابع مورد استفاده، تحلیل‌های نظری و تجربی مرتبط با تولید و توزیع سفر، نقش زیرساخت‌های فیزیکی و هوشمند، و ظرفیت مدیریت یکپارچه در کاهش معضلات ترافیکی را در بر می‌گیرند. داده‌ها و نتایج پژوهش‌ها به‌صورت یکپارچه تحلیل و در قالب ابعاد فضایی، زیرساختی و مدیریتی تبیین شده‌اند. یافته‌های این مطالعه نشان می‌دهد که الگوی کاربری زمین، به‌ویژه تراکم، اختلاط و توزیع فضایی فعالیت‌ها، نقشی بنیادین در میزان تقاضای سفر و شکل‌گیری ترافیک دارد و در صورت عدم هماهنگی با زیرساخت‌های حمل‌ونقل، منجر به تشدید تراکم ترافیکی می‌شود. همچنین مشخص گردید که سرمایه‌گذاری صرف در افزایش ظرفیت معابر، بدون اصلاح الگوی کاربری زمین، راهکاری پایدار نبوده و فقط تأثیری موقتی دارد. در این میان، مدیریت یکپارچه شهری و به‌کارگیری فناوری‌ها و سیستم‌های هوشمند، به‌عنوان ابزارهای پشتیبان، می‌توانند کارایی شبکه موجود را بهبود بخشند، مشروط بر آنکه در راستای اهداف فضایی و توسعه پایدار به کار گرفته شوند.

واژگان کلیدی: کاربری زمین؛ زیرساخت شهری؛ ترافیک معابر شهری؛ مدیریت یکپارچه شهری؛ توسعه پایدار

مقدمه

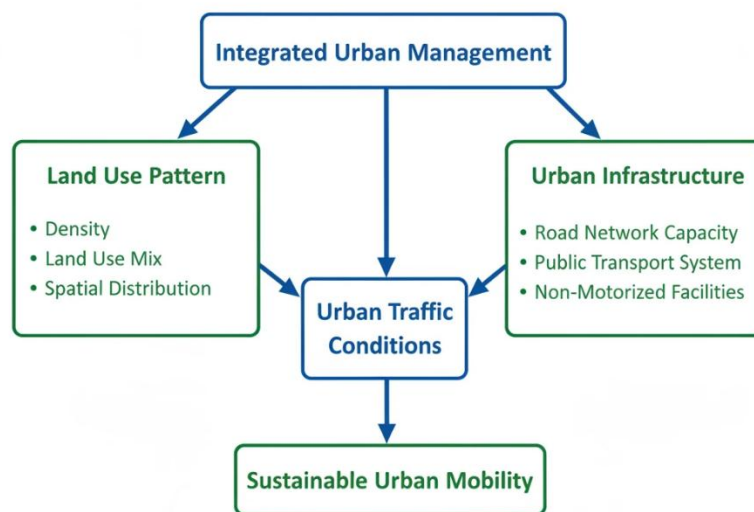
توسعه شهرنشینی در دهه‌های اخیر، به ویژه در کشورهای در حال توسعه مانند ایران، فرآیندی سریع و اغلب بدون برنامه‌ریزی منسجم را تجربه کرده است که پیامدهای عمیقی بر عملکرد فضایی و عملکردی شهرها به جای گذاشته است. یکی از ملموس‌ترین این پیامدها، تشدید معضلات ترافیکی، از جمله افزایش تراکم، طولانی شدن زمان سفر، و افت کیفیت محیط زیست شهری است که مدیریت آن نیازمند درک عمیقی از عوامل ریشه‌ای مؤثر بر تولید و توزیع سفر است. این عوامل ریشه‌ای به طور عمده در الگوی کاربری زمین و سطح توسعه زیرساخت‌های فیزیکی شهری نهفته‌اند، عواملی که به طور جدایی‌ناپذیری با یکدیگر در تعامل هستند و نحوه شکل‌گیری و حرکت جریان‌های ترافیکی را تعیین می‌کنند. درک این ارتباطات پیچیده، سنگ بنای هرگونه برنامه‌ریزی مؤثر در حوزه حمل‌ونقل و شهرسازی محسوب می‌شود (منوچهری، ۲۰۲۱).

الگوی کاربری زمین، شامل توزیع فضایی فعالیت‌های مختلف شهری مانند مسکونی، تجاری، اداری و صنعتی، مهم‌ترین عامل تعیین‌کننده در تولید و جذب سفر در مناطق مختلف شهری است. هنگامی که مناطق مسکونی از مناطق اشتغال و خدمات فاصله زیادی می‌گیرند، یا هنگامی که کاربری‌های ناسازگار در مجاورت یکدیگر قرار می‌گیرند، پویایی‌های سفر به گونه‌ای تغییر می‌کند که منجر به افزایش نیاز به جابه‌جایی‌های طولانی‌مدت با وسایل نقلیه شخصی می‌شود. این عدم هماهنگی فضایی، بنیان اصلی بروز تراکم ترافیکی را شکل می‌دهد، زیرا الگوی سفرهای روزانه شهروندان به شدت از الگوهای مکانی فعالیت‌هایشان تبعیت می‌کند (صفارزاده و رسولی، ۲۰۱۴). از سوی دیگر، زیرساخت‌های شهری، به ویژه شبکه معابر و سیستم‌های حمل‌ونقل عمومی، ظرفیت و محدودیت‌های فیزیکی را برای پاسخگویی به تقاضای سفر ایجاد می‌کنند. کیفیت، تراکم، و توپولوژی شبکه جاده‌ای، همراه با دسترسی و کیفیت خدمات حمل‌ونقل عمومی، مستقیماً بر انتخاب شیوه سفر توسط شهروندان تأثیر می‌گذارد. اگر زیرساخت‌ها ناکارآمد باشند یا توسعه آن‌ها از رشد تقاضای سفر عقب بماند، حتی بهترین الگوهای کاربری زمین نیز قادر به ارائه راهکار مؤثر نخواهند بود؛ بنابراین، تعامل میان تقاضای سفر (ناشی از کاربری زمین) و ظرفیت شبکه (زیرساخت‌ها) محور اصلی مدیریت ترافیک است (حمیدی و حجت‌اله، ۲۰۱۶).

رویکرد سنتی در مدیریت ترافیک اغلب بر مداخله در سطح شبکه حمل‌ونقل، مانند افزایش ظرفیت جاده‌ها یا مدیریت سیگنال‌های ترافیکی متمرکز بوده است، که این رویکرد، به دلیل عدم توجه به ابعاد فضایی و کاربری زمین، نتایج پایداری در پی نداشته و اغلب منجر به پدیده "تولید القایی سفر" شده است. در مقابل، رویکرد نوین، که بر مبنای مدیریت یکپارچه شهری استوار است، بر این باور است که برای دستیابی به کاهش پایدار ترافیک، باید هر دو بُعد فضایی (کاربری زمین) و بُعد حمل‌ونقل (زیرساخت و خدمات) به صورت همزمان و هماهنگ مورد توجه قرار گیرند (بقالی اقدم و همکاران، ۲۰۲۵). مدیریت یکپارچه شهری در حوزه ترافیک به معنای ایجاد هم‌افزایی بین سیاست‌های برنامه‌ریزی فضایی، حمل‌ونقل، محیط زیست و توسعه اقتصادی است. این رویکرد نیازمند یکپارچه‌سازی ابزارهای سیاستی است؛ به عنوان مثال، استفاده از ابزارهایی مانند توسعه مبتنی بر حمل‌ونقل (TOD) که در آن، تراکم و تنوع کاربری زمین در اطراف ایستگاه‌های حمل‌ونقل عمومی تقویت می‌شود تا وابستگی به خودروهای شخصی کاهش یابد (گلکار و همکاران، ۲۰۲۵). بدون این انسجام سیاستی، تلاش‌ها برای بهبود ترافیک در هر حوزه به تنهایی، اثر بخشی محدودی خواهند داشت.

این مقاله مروری با هدف ارائه یک تحلیل جامع از این تعاملات سه‌گانه—کاربری زمین، زیرساخت‌ها، و مدیریت یکپارچه—تدوین شده است. ما بررسی می‌کنیم که چگونه پارامترهای مختلف کاربری زمین (مانند فشردگی و اختلاط فعالیت‌ها) بر شکل‌گیری سفر تأثیر می‌گذارند و این تقاضای سفر چگونه توسط ظرفیت فیزیکی زیرساخت‌های شهری جذب یا دفع می‌شود. این تحلیل به ویژه برای شهرداری‌ها و نهادهای برنامه‌ریز حائز اهمیت است، زیرا آن‌ها مسئولیت مستقیم تدوین سیاست‌هایی را دارند که این اجزاء شهری را به هم پیوند می‌دهد (مشایخ و سادات‌پور، ۲۰۲۵).

لذا، ساختار این مقاله به گونه‌ای تنظیم شده است که ابتدا مبانی نظری و سپس تأثیر هر یک از مؤلفه‌ها (کاربری زمین و زیرساخت) به صورت مجزا بررسی شود، پس از آن، چگونگی پیوند این دو در چارچوب توسعه پایدار و نقش فناوری‌های نوین در مدیریت یکپارچه ترافیک مورد بحث قرار می‌گیرد، و در نهایت، چالش‌های موجود در شهرهای ایران با رویکرد سیاستی جمع‌بندی می‌شود. این مرور، تلاش می‌کند تا شکاف‌های موجود در درک عملیاتی چگونگی تلفیق برنامه‌ریزی فضایی و حمل‌ونقل را پر کند. در نهایت، تمرکز بر مدیریت یکپارچه شهری صرفاً یک رویکرد نظری نیست، بلکه یک ضرورت عملی برای شهرهای در حال رشد است که با محدودیت‌های منابع و ظرفیت فیزیکی مواجه‌اند. اگر الگوی کاربری زمین به گونه‌ای باشد که سفرهای با هدف‌های مختلف را در مجاورت یکدیگر قرار دهد و زیرساخت‌ها این سفرهای کوتاه‌تر را به راحتی پشتیبانی کنند، بار ترافیکی شبکه معابر به شکل محسوسی کاهش خواهد یافت. این مقاله تلاش دارد شواهد موجود را برای تقویت این دیدگاه یکپارچه، مستند سازد.



شکل ۱. مدل مفهومی تأثیر الگوی کاربری زمین و زیرساخت‌های شهری بر شرایط ترافیکی معابر شهری در چارچوب مدیریت یکپارچه شهری

این مدل مفهومی نشان می‌دهد که چگونه «مدیریت یکپارچه شهری» (Integrated Urban Management) به عنوان چارچوبی بالادست، تعامل و هم‌افزایی میان دو مؤلفه اصلی شهر یعنی «الگوی کاربری زمین» (Land Use Pattern) و «زیرساخت‌های شهری» (Urban Infrastructure) را هدایت می‌کند. الگوی کاربری زمین با ویژگی‌هایی نظیر تراکم، اختلاط کاربری‌ها و توزیع فضایی فعالیت‌ها، نقش تعیین‌کننده‌ای در تولید و جذب سفر دارد، در حالی که زیرساخت‌های شهری شامل ظرفیت شبکه معابر، سیستم حمل‌ونقل عمومی و تسهیلات حمل‌ونقل غیرموتوری، ظرفیت پاسخ‌گویی به این تقاضای سفر را فراهم می‌سازند. برهم‌کنش این دو مؤلفه، شرایط ترافیکی معابر شهری (Urban Traffic Conditions) را شکل می‌دهد که از طریق پیامدهایی مانند میزان تراکم، سرعت جریان و سطح ایمنی قابل ارزیابی است. در نهایت، بهبود هماهنگ این عوامل در پرتو مدیریت یکپارچه شهری، منجر به تحقق «تحرك‌پذیری پایدار شهری» (Sustainable Urban Mobility) می‌شود که هدف نهایی برنامه‌ریزی حمل‌ونقل و توسعه شهری پایدار محسوب می‌گردد.

۲: مبانی نظری الگوی کاربری زمین و ترافیک

رابطه میان الگوی کاربری زمین و الگوهای حمل و نقل، یکی از مفاهیم اساسی در نظریه برنامه‌ریزی شهری و حمل و نقل است که ریشه در مدل‌های چهار مرحله‌ای سنتی و تکامل آن‌ها به مدل‌های مبتنی بر فعالیت دارد. الگوی کاربری زمین، به عنوان "جاذبه" یا "منع" سفر عمل می‌کند؛ توزیع فضایی فعالیت‌های مسکونی، اشتغال، خرید و تفریح، مستقیماً میزان تولید و جذب سفر در یک منطقه خاص را تعیین می‌کند (سادات‌پور وحید و همکاران، ۲۰۲۳). به عنوان مثال، تمرکز بالای کاربری‌های اشتغال در مرکز شهر، در ساعات اوج صبح، تقاضای ورودی عظیم و در ساعات اوج عصر، تقاضای خروجی عظیمی ایجاد می‌کند که کل شبکه معابر را تحت فشار قرار می‌دهد. یکی از مهم‌ترین ابعاد کاربری زمین که بر ترافیک تأثیر می‌گذارد، تراکم (Density) است. تراکم بالا معمولاً باعث می‌شود که مسافت‌های پیاده‌روی و دوچرخه‌سواری کوتاه‌تر شده و استفاده از حمل و نقل عمومی جذاب‌تر شود، زیرا فاصله بین مبدأ و مقصد در مقیاس محلی کوتاه می‌شود. با این حال، اگر تراکم بیش از حد بالا باشد و زیرساخت‌ها (به ویژه پارکینگ و ظرفیت معابر) پاسخگو نباشند، تراکم خود تبدیل به عامل تشدید کننده تراکم ترافیکی می‌شود. مطالعات نشان می‌دهند که تراکم بهینه، که با سطح مناسبی از خدمات‌دهی زیرساختی همراه باشد، می‌تواند منجر به کاهش وابستگی به خودروی شخصی شود (بابائی و پیمان، ۲۰۲۴).

عامل حیاتی دیگر، تنوع (Diversity) یا اختلاط کاربری زمین است. مناطقی که کاربری‌های مسکونی، تجاری، خدماتی و تفریحی در آن‌ها با هم ترکیب شده‌اند (توسعه مبتنی بر کاربری مختلط)، امکان انجام چندین فعالیت در یک سفر واحد یا کاهش طول سفرهای غیرضروری را فراهم می‌آورند. این امر تقاضای کل سفر را کاهش داده و مدت زمان کمتری را به سفرهای با هدف مشخص اختصاص می‌دهد. سادات‌پور وحید و همکاران (۲۰۲۳) تأکید دارند که اختلاط کاربری، به ویژه در مقیاس محلی، یکی از مؤثرترین راهکارها برای جایگزینی سفر با خودروی شخصی با گزینه‌های فعال‌تر است. بررسی‌های نظری نشان می‌دهند که دسترسی (Accessibility) به عنوان یک مفهوم تلفیقی، بهتر از صرفاً فاصله، می‌تواند رابطه کاربری زمین و ترافیک را توضیح دهد. دسترسی نه تنها به فاصله فیزیکی اشاره دارد، بلکه شامل سهولت دسترسی به امکانات و همچنین کیفیت و هزینه سفر با روش‌های مختلف است. کاربری زمینی که دسترسی بالایی به شبکه حمل و نقل عمومی و فعالیت‌های مورد نیاز دارد، تقاضای سفر کمتری را به شبکه جاده‌ای تحمیل می‌کند، زیرا فرصت‌های جایگزینی سفر فراهم است (مشایخ و سادات‌پور، ۲۰۲۵).

شکاف اصلی در برنامه‌ریزی‌های گذشته، اغلب ناشی از در نظر گرفتن الگوی کاربری زمین به عنوان یک متغیر مستقل و منفعل در مدل‌های ترافیکی بوده است، در حالی که این دو پدیده دارای یک رابطه دوسویه و دینامیک هستند. برای مثال، توسعه یک بزرگراه جدید (تغییر در زیرساخت) خود می‌تواند مشوقی برای پراکندگی کاربری‌های زمین در حاشیه شهر و گسترش تقاضای سفر باشد، پدیده‌ای که به "توسعه هدایت شده توسط حمل و نقل" معروف است (حمیدی و حجت‌اله، ۲۰۱۶). برنامه‌ریزی کاربری زمین باید از مدل‌های صرفاً "تولید سفر" فاصله گرفته و به سمت مدل‌های "فعالیت-محور" حرکت کند. این مدل‌ها بر این فرض استوارند که افراد بر اساس نیازهای روزمره خود به انجام فعالیت‌ها (مانند کار، خرید، تفریح) برنامه‌ریزی می‌کنند و الگوی کاربری زمین این فعالیت‌ها را تسهیل یا محدود می‌سازد. در این چارچوب، هدف سیاست‌گذار باید ایجاد محیطی باشد که نیاز به انجام سفرهای طولانی را به حداقل برساند (بابائی و پیمان، ۲۰۲۴). از منظر مدیریت شهری، تأثیر الگوی کاربری زمین بر ترافیک مستقیماً با عدالت فضایی و زیست‌محیطی گره خورده است. کاربری‌های نامناسب و پراکنده نه تنها زمان شهروندان را هدر می‌دهند، بلکه نابرابری در دسترسی به فرصت‌ها را افزایش داده و آلودگی هوا و مصرف انرژی را به دلیل وابستگی بالا به خودروهای شخصی تشدید می‌کنند؛ لذا، تصمیم‌گیری در مورد مکان‌یابی یک مرکز تجاری جدید، تأثیری هم‌تراز با تصمیم‌گیری در مورد ساخت یک تقاطع جدید دارد (بقالی اقدم و همکاران، ۲۰۲۵). در مجموع، تئوری‌های نوین برنامه‌ریزی بر اهمیت

رویکرد جامع "توسعه پایدار شهری" تأکید دارند که در آن، کاربری زمین به عنوان عامل اصلی کنترل کننده تقاضای سفر در نظر گرفته می شود. موفقیت در کنترل ترافیک، پیش از آنکه نیازمند مدیریت جریان ها باشد، مستلزم مدیریت منابع فضایی و نحوه توزیع فعالیت های انسانی در سطح شهر است (سادات پور وحید و همکاران، ۲۰۲۳).

۳: زیرساخت های شهری و نقش آن ها در شکل دهی ترافیک

زیرساخت های شهری، به ویژه شبکه حمل و نقل، ظرفیت فیزیکی و محدودیت های عملیاتی را برای شبکه ترافیکی فراهم می آورند و تعیین می کنند که چگونه تقاضای سفر (ناشی از کاربری زمین) در شبکه توزیع و مدیریت شود. زیرساخت ها فراتر از جاده ها و پل ها بوده و شامل حمل و نقل عمومی، زیرساخت های عابر پیاده، دوچرخه، و سامانه های هوشمند کنترلی نیز می شوند. کیفیت و کفایت این زیرساخت ها به طور مستقیم بر پدیده های ترافیکی مانند تراکم، سرعت متوسط و ایمنی تأثیر می گذارد (حمیدی و حجت اله، ۲۰۱۶). شبکه معابر شهری، که شامل خیابان ها و بزرگراه های درون شهری است، نقش اصلی در تسهیل حرکت وسایل نقلیه موتوری دارد. تراکم شبکه، اتصال پذیری (Connectivity)، و هندسه معابر، پارامترهایی هستند که ظرفیت نظری شبکه را تعیین می کنند. به عنوان مثال، یک شبکه با اتصالات فراوان و درجه بالایی از پلناریتی (وجود مسیرهای جایگزین زیاد)، در برابر اختلالات (مانند تصادفات یا عملیات ساختمانی) انعطاف پذیری بیشتری نشان می دهد، در حالی که شبکه های "درختی" (با مسیرهای محدود) به سرعت دچار گره های ترافیکی می شوند (ادیبی سعدی نژاد و سیف، ۲۰۲۴).

تأثیر زیرساخت ها در شکل دهی ترافیک از طریق مفهوم "ظرفیت جاده" قابل توضیح است. هنگامی که حجم ترافیک ورودی از الگوی کاربری زمین از ظرفیت عملیاتی جاده فراتر می رود، سطح سرویس به شدت افت کرده و ازدحام آغاز می شود. مشکل اساسی در بسیاری از شهرها این است که سرمایه گذاری های زیرساختی، عمدتاً بر افزایش ظرفیت (تعریض جاده ها) متمرکز شده اند، که این رویکرد خود به تشویق استفاده بیشتر از خودروی شخصی و در نهایت، بازگشت به شرایط تراکم بالاتر (تولید القایی سفر) منجر می شود (بابائی و پیمان، ۲۰۲۴). زیرساخت های حمل و نقل عمومی (مترو، اتوبوس، تاکسی ها) نقش حیاتی در کاهش بار ترافیکی شبکه معابر دارند. کیفیت و دسترسی به این زیرساخت ها، مستقیماً بر نرخ جابه جایی مسافران از خودروی شخصی به حمل و نقل عمومی تأثیر می گذارد. اگر زیرساخت های حمل و نقل عمومی ناکافی، کند، یا نامنظم باشند، شهروندان به سمت استفاده از خودروی شخصی سوق داده می شوند، حتی اگر الگوهای کاربری زمین برای سفرهای کوتاه تر مناسب باشند (گلکار و همکاران، ۲۰۲۵).

نقش زیرساخت های غیرموتوری (پیاده راه و دوچرخه راه) اغلب دست کم گرفته می شود، در حالی که این زیرساخت ها برای سفرهای کوتاه که بخش قابل توجهی از ترافیک درون شهری را تشکیل می دهند، حیاتی هستند. توسعه پیاده راه ها و مسیرهای دوچرخه سواری ایمن و جذاب، به ویژه در مناطقی با کاربری مختلط و تراکم مناسب، می تواند بخش بزرگی از تقاضای کوتاه برد را از شبکه معابر خارج کند و کارایی کلی سیستم حمل و نقل را بهبود بخشد (حق لسان و همکاران، ۲۰۲۵). تعامل میان زیرساخت ها و کاربری زمین در مفهوم "توسعه مبتنی بر حمل و نقل" (TOD) به اوج خود می رسد. TOD پیشنهاد می کند که سرمایه گذاری های زیرساختی حمل و نقل عمومی (مانند ایستگاه های قطار شهری) باید به عنوان نقاط کانونی برای تقویت تراکم و اختلاط کاربری زمین عمل کنند. به این ترتیب، زیرساخت نه تنها تقاضای سفر را تسهیل می کند، بلکه الگوهای فضایی آتی شهر را نیز شکل می دهد، و از توسعه پراکنده که عامل اصلی ترافیک است، جلوگیری می نماید (بقالی اقدم و همکاران، ۲۰۲۵). با این حال، زیرساخت های هوشمند (مانند سامانه های مدیریت ترافیک تطبیقی) به عنوان یک لایه جدید، نقش مهمی در مدیریت ظرفیت موجود ایفا می کنند. این سامانه ها با تنظیم بلادرنگ پارامترهای عملیاتی (مانند زمان بندی چراغ ها) بر اساس

جریان واقعی ترافیک، می‌توانند به طور موقت بر محدودیت‌های فیزیکی غلبه کرده و کارایی شبکه را افزایش دهند، اگرچه این اقدام نمی‌تواند جایگزین برنامه‌ریزی فضایی بلندمدت شود (ادیبی سعدی‌نژاد و سیف، ۲۰۲۴). در نهایت، کیفیت نگهداری و بهره‌برداری از زیرساخت‌ها عاملی است که اغلب نادیده گرفته می‌شود. یک زیرساخت با کیفیت پایین، حتی اگر از لحاظ هندسی خوب طراحی شده باشد، به دلیل انسدادها، خرابی‌های مکرر، یا عدم وجود اطلاعات شفاف ترافیکی، می‌تواند کارایی کل شبکه را به شدت کاهش دهد. مدیریت زیرساخت باید شامل برنامه‌های مستمر نگهداری و ارتقاء برای تضمین عملکرد پایدار باشد (مشایخ و سادات‌پور، ۲۰۲۵).

۴: پیوند کاربری زمین، حمل‌ونقل و توسعه شهری پایدار

توسعه شهری پایدار، هدف نهایی برنامه‌ریزی یکپارچه است که در آن، تحقق اهداف اقتصادی و اجتماعی بدون به خطر انداختن توانایی نسل‌های آینده برای تأمین نیازهای خود صورت می‌گیرد. در زمینه حمل‌ونقل، این مفهوم مستقیماً با کاهش مصرف انرژی، کاهش آلودگی محیطی، و افزایش عدالت اجتماعی در دسترسی به فرصت‌ها گره خورده است، که همه این‌ها تابعی از نحوه پیوند کاربری زمین و زیرساخت‌ها هستند (گلکار و همکاران، ۲۰۲۵). پیوند اساسی میان کاربری زمین و پایداری از طریق "کاهش نیاز به سفر" (Trip Reduction) برقرار می‌شود. توسعه شهری فشرده و مختلط، با کاهش فواصل مبدأ و مقصد، به طور ذاتی نیازمند وابستگی کمتری به سیستم‌های حمل‌ونقل با انرژی بالا مانند خودروهای شخصی است. این کاهش وابستگی، مستقیماً به کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای و بهبود کیفیت هوا کمک می‌کند، که از ارکان اصلی پایداری زیست‌محیطی است (سادات‌پور وحید و همکاران، ۲۰۲۳).

از منظر توسعه شهری پایدار، سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌ها باید از رویکرد "ظرفیت محور" (Capacity-driven) به سمت رویکرد "تقاضا محور مبتنی بر فضا" (Space-demand driven) تغییر یابد. به این معنی که توسعه زیرساخت‌ها نباید صرفاً برای پاسخگویی به تقاضای فعلی ترافیک انجام شود، بلکه باید برای هدایت الگوی آینده کاربری زمین به سمت الگوهای فشرده‌تر و قابل پیاده‌روی طراحی شوند. زیرساخت‌هایی که پیاده‌روی و دوچرخه‌سواری را تسهیل می‌کنند، مصداق این رویکرد پایدار هستند (حق‌لسان و همکاران، ۲۰۲۵). مدل‌های پیشرفته‌تر مانند مدل‌های چهار مرحله‌ای که به مدل‌های فعالیت-مبتنی تبدیل شده‌اند، تلاش می‌کنند تا این پیوند را از طریق شبیه‌سازی تعاملات پیچیده فضایی و زمانی افراد با محیط ساخته‌شده مدل‌سازی کنند. در این مدل‌ها، تصمیم‌گیری برای سفر (زمان، مکان، و شیوه سفر) تابعی از موقعیت مکانی فعالیت‌های مورد نیاز فرد و محدودیت‌های زیرساختی دسترسی به آن‌ها است (مشایخ و سادات‌پور، ۲۰۲۵).

موضوع توسعه مبتنی بر حمل‌ونقل (TOD) نمونه بارز تلفیق موفقیت‌آمیز کاربری زمین و زیرساخت برای دستیابی به پایداری است. با افزایش تراکم و تنوع کاربری در شعاع دسترسی به ایستگاه‌های حمل‌ونقل انبوه، سفرهای درون منطقه‌ای و سفرهای بین منطقه‌ای با قطار یا مترو تقویت شده و سفرهای درون منطقه‌ای با وسایل فعال تکمیل می‌شوند. این استراتژی به طور همزمان، بهره‌وری زمین را افزایش داده و بار ترافیکی معابر را کاهش می‌دهد (بقالی اقدم و همکاران، ۲۰۲۵). چالش اصلی در تحقق توسعه پایدار، غلبه بر اثرات مخرب "پراکندگی شهری" (Urban Sprawl) است که ناشی از سرمایه‌گذاری‌های نامتوازن زیرساختی در مناطق حاشیه‌ای و مقرون به صرفه دانستن استفاده از خودروی شخصی است. پراکندگی شهری، فواصل سفر را افزایش می‌دهد، حمل‌ونقل عمومی را ناکارآمد می‌سازد و شهروندان را ناچار به استفاده از خودرو می‌کند، در نتیجه موجب تخریب پایداری می‌شود (صفارزاده و رسولی، ۲۰۱۴).

مدیریت یکپارچه شهری ابزاری است که می‌تواند این پیوند را به صورت رسمی نهادینه کند؛ این مدیریت اطمینان می‌دهد که مصوبات کاربری زمین در کمیسیون‌های شهرسازی با ظرفیت‌های پیش‌بینی شده حمل‌ونقل در بخش حمل‌ونقل هماهنگ باشد. به عنوان مثال، قبل از صدور مجوز ساخت یک مجتمع تجاری بزرگ در حومه شهر، باید تضمین شود که زیرساخت‌های حمل‌ونقل عمومی و ظرفیت معابر موجود، توانایی جذب تقاضای سفر القایی را دارا هستند یا اینکه الزامات مربوط به توسعه حمل‌ونقل مکمل (مانند تأمین پارکینگ کافی و تشویق به استفاده از کاربری مختلط در خود مجتمع) رعایت شده باشد (حمیدی و حجت‌اله، ۲۰۱۶). در نهایت، برای دستیابی به توسعه شهری پایدار، باید رویکردی چندوجهی اتخاذ شود که نه تنها به طراحی فیزیکی شهر (کاربری زمین) و شبکه (زیرساخت) پردازد، بلکه شامل ابزارهای سیاستی (مانند قیمت‌گذاری ترافیک و عوارض) باشد تا رفتار سفر را در جهت اهداف فضایی هدایت کند. این یکپارچگی در برنامه‌ریزی، عامل کلیدی در موفقیت طرح‌های بلندمدت شهری است (گلکار و همکاران، ۲۰۲۵).

۵: نقش فناوری‌ها و سیستم‌های هوشمند در مدیریت ترافیک

در حالی که کاربری زمین و زیرساخت‌های فیزیکی تعیین‌کننده بلندمدت تقاضا و ظرفیت هستند، ظهور فناوری‌های نوین و سیستم‌های حمل‌ونقل هوشمند (ITS) ابزارهای قدرتمندی را برای مدیریت بلادرنگ و بهبود کارایی شبکه موجود فراهم آورده‌اند. این فناوری‌ها نه تنها به بهبود عملکرد فیزیکی زیرساخت‌ها کمک می‌کنند، بلکه امکان ادغام بهتر اطلاعات فضایی و عملیاتی را برای اتخاذ تصمیمات مدیریتی فراهم می‌سازند (ادیبی سعدی‌نژاد و سیف، ۲۰۲۴).

سیستم‌های مدیریت ترافیک هوشمند (ATMS) از طریق جمع‌آوری داده‌های لحظه‌ای از سنسورها، دوربین‌ها و دستگاه‌های ردیاب، امکان نظارت دقیق بر وضعیت ترافیک در سطح شبکه را فراهم می‌آورند. این داده‌ها به مدیران شهری اجازه می‌دهند تا با استفاده از الگوریتم‌های پیشرفته، زمان‌بندی چراغ‌های راهنمایی را به صورت تطبیقی (Adaptive) تنظیم کنند تا جریان ترافیک در تقاطع‌ها به حداکثر برسد و تأخیرها کاهش یابد. این تنظیمات پویا، کارایی شبکه موجود را بدون نیاز به سرمایه‌گذاری‌های سنگین در زیرساخت‌های فیزیکی افزایش می‌دهد (حق‌لسان و همکاران، ۲۰۲۵). فناوری‌های اطلاعات مکانی (GIS) و سنجش از دور، نقش حیاتی در درک رابطه میان کاربری زمین و ترافیک ایفا می‌کنند. GIS امکان تلفیق لایه‌های اطلاعاتی مختلف—شامل توزیع فعالیت‌ها، تراکم جمعیت، و هندسه شبکه معابر—را در یک بستر مکانی واحد فراهم می‌آورد. این امر به برنامه‌ریزان اجازه می‌دهد تا الگوهای تولید سفر را با دقت بیشتری مدل‌سازی کرده و نقاط بالقوه بروز تراکم را پیش از تبدیل شدن به مشکل عملی شناسایی کنند (منوچهری، ۲۰۲۱).

سیستم‌های حمل‌ونقل عمومی هوشمند (ITS-PT) نیز نقش مهمی در تقویت جنبه‌های پایدار مدیریت ترافیک دارند. ارائه اطلاعات دقیق در مورد زمان رسیدن اتوبوس‌ها (Real-Time Passenger Information)، افزایش قابلیت اطمینان خدمات و بهبود پاسخگویی سیستم، شهروندان را تشویق به استفاده از حمل‌ونقل عمومی می‌کند. هنگامی که زیرساخت‌های حمل‌ونقل عمومی کارآمدتر عمل کنند، فشار بر زیرساخت‌های جاده‌ای کاهش می‌یابد (گلکار و همکاران، ۲۰۲۵). فناوری‌های نوین همچنین امکان پیاده‌سازی روش‌های مدیریت تقاضای سفر مبتنی بر قیمت‌گذاری را فراهم می‌کنند. سیستم‌های عوارض الکترونیکی (ETC) و امکان اجرای طرح‌های منطقه‌بندی شارژ ترافیک (Congestion Pricing) به مدیران این قدرت را می‌دهند که بر رفتار سفر در نقاط حساس تأثیر بگذارند. این ابزارها به طور مستقیم با اهداف بلندمدت کاربری زمین هماهنگ می‌شوند؛ به عنوان مثال، کاهش عوارض برای وسایل نقلیه با سرنشین بیشتر یا برای سفرهایی که از مناطق کم‌تراکم به مناطق پرکاربرد با حمل‌ونقل عمومی انجام می‌شود (بابائی و پیمان، ۲۰۲۴).

ظهور وسایل نقلیه متصل و خودران (CAV) پتانسیل تغییر پارادایم‌های سنتی مدیریت ترافیک را دارد. این فناوری‌ها با کاهش خطای انسانی، افزایش ظرفیت اسمی جاده‌ها از طریق کاهش فاصله ایمنی بین خودروها، و هماهنگی بهتر در تقاطع‌ها، می‌توانند بر محدودیت‌های زیرساخت فیزیکی موجود غلبه کنند. با این حال، ادغام کامل این فناوری‌ها نیازمند ارتقاء زیرساخت‌های ارتباطی (۷۲۱ و ۷۲۷) است که خود یک لایه جدید از سرمایه‌گذاری‌های زیرساختی محسوب می‌شود (ادیبی سعدی‌نژاد و سیف، ۲۰۲۴). با وجود پتانسیل‌های عظیم، کاربرد فناوری‌ها باید در چارچوب مدیریت یکپارچه شهری تعریف شود. صرفاً نصب سامانه‌های هوشمند بدون تطبیق آن‌ها با الزامات فضایی (کاربری زمین) ممکن است به نتایج غیرمطلوبی منجر شود. برای مثال، بهینه‌سازی جریان ترافیک خودروهای شخصی در یک منطقه با کاربری تک‌منظوره و پراکنده، تنها به افزایش سرعت حرکت آن‌ها و در نتیجه افزایش تخریب محیط زیست منجر خواهد شد؛ این در حالی است که هدف باید کاهش کل سفرهای خودرویی باشد (مشایخ و سادات‌پور، ۲۰۲۵). بنابراین، فناوری‌ها باید ابزارهایی برای اجرای سیاست‌های فضایی باشند. استفاده از داده‌های بزرگ (Big Data) از تلفن‌های همراه و کارت‌های اعتباری می‌تواند برای اعتبارسنجی مدل‌های ترافیکی مبتنی بر کاربری زمین مورد استفاده قرار گیرد، و اطمینان حاصل شود که تصمیمات مدیریتی در هر دو سطح تاکتیکی (روزانه) و استراتژیک (بلندمدت) از انسجام لازم برخوردارند (حق‌لسان و همکاران، ۲۰۲۵).

۷: مدیریت یکپارچه شهری و سیاست‌گذاری ترافیکی

مدیریت یکپارچه شهری (IUM) پاسخی ضروری به عدم کفایت رویکردهای بخشی‌نگر در مواجهه با پیچیدگی‌های شهری مدرن است. در زمینه ترافیک، این مفهوم به معنای هماهنگی سیاست‌ها و برنامه‌های مربوط به کاربری زمین، زیرساخت‌های حمل‌ونقل (جاده‌ای و عمومی)، و مقررات بهره‌برداری (مانند کنترل دسترسی و قیمت‌گذاری) در یک چارچوب واحد است (بقالی اقدام و همکاران، ۲۰۲۵). هدف نهایی، ایجاد هم‌افزایی بین تصمیمات فضایی و تصمیمات حمل‌ونقلی است تا اهداف توسعه پایدار محقق شوند. سیاست‌گذاری ترافیکی مؤثر نیازمند تلفیق ابزارهای فضایی و ابزارهای عملیاتی است. ابزارهای فضایی شامل قوانین منطقه‌بندی، مشوق‌های ساخت و ساز در مناطق خاص (مانند TOD)، و محدودیت‌های گسترش شهری در حریم شهر هستند. ابزارهای عملیاتی شامل مدیریت تقاضای سفر (TDM)، کنترل جریان ترافیک، و مدیریت دسترسی به مراکز پرتردد می‌باشند. مدیریت یکپارچه اطمینان می‌دهد که این دو دسته از ابزارها در جهت یکدیگر عمل کنند و مانع از خنثی‌سازی یکدیگر نشوند (حمیدی و حجت‌اله، ۲۰۱۶).

به عنوان مثال، اجرای موفقیت‌آمیز توسعه مبتنی بر حمل‌ونقل (TOD) نیازمند هماهنگی دقیق بین سازمان مسئول توسعه شهری و سازمان مسئول حمل‌ونقل است. اگر برنامه‌ریزی کاربری زمین بر افزایش تراکم مسکونی و تجاری در اطراف ایستگاه‌های مترو تأکید کند، اما زیرساخت‌های حمل‌ونقل عمومی (مانند افزایش ظرفیت قطارها یا بهبود خطوط اتوبوس‌رانی) این تقاضای جدید را پشتیبانی نکنند، نتیجه نه تنها ترافیک کمتر، بلکه افزایش تراکم در ظرفیت محدود حمل‌ونقل عمومی خواهد بود (گلکار و همکاران، ۲۰۲۵). نقش مدیریت یکپارچه در کاهش اثرات ناشی از زیرساخت‌های نامناسب نیز حیاتی است. در شهرهایی که شبکه معابر تحت فشار شدید است، IUM اجازه می‌دهد تا سیاست‌های انعطاف‌پذیرتری مانند محدودیت‌های زمانی برای تردد وسایل نقلیه سنگین یا اجرای موقت طرح‌های کاهش دسترسی به مرکز شهر (به جای هزینه‌های گزاف برای تعریض جاده‌ها) به کار گرفته شوند. این مداخلات تاکتیکی، زمان لازم برای اجرای اصلاحات ساختاری بلندمدت در کاربری زمین را فراهم می‌سازند (مشایخ و سادات‌پور، ۲۰۲۵).

یکی از ابزارهای کلیدی در مدیریت یکپارچه، اجرای صحیح مکانیزم‌های قیمت‌گذاری ترافیک است. استفاده از قیمت‌گذاری مسیر (مسیرهای خاص) یا قیمت‌گذاری منطقه‌ای (مناطق مرکزی شهر) باید با توجه دقیق به تأثیر آن بر دسترسی اقتصادی و اجتماعی گروه‌های مختلف جامعه، که خود تابعی از توزیع کاربری‌های خدماتی است، صورت پذیرد. یک سیستم قیمت‌گذاری موفق باید به عنوان ابزاری برای هدایت الگوی کاربری زمین در آینده عمل کند، نه صرفاً ابزاری برای درآمدزایی (بابائی و پیمان، ۲۰۲۴). مدیریت یکپارچه مستلزم نهادینه‌سازی فرآیندهای تصمیم‌گیری چندعاملی است. این امر شامل ایجاد نهادها و کمیته‌های مشترکی است که نمایندگان بخشی از حمل‌ونقل، شهرسازی، محیط زیست و اقتصاد شهری در آن حضور دارند تا اطمینان حاصل شود که هر طرح توسعه فضایی، اثرات ترافیکی آن به درستی ارزیابی و لحاظ شده است. به عنوان مثال، تصمیم‌گیری در مورد تغییر کاربری یک منطقه از صنعتی به مسکونی، باید همزمان با بازنگری در نیازهای زیرساختی شبکه حمل‌ونقل آن منطقه صورت پذیرد (سادات‌پور وحید و همکاران، ۲۰۲۳).

همچنین، اهمیت اطلاعات در مدیریت یکپارچه را نباید نادیده گرفت. استفاده از GIS و پلتفرم‌های داده‌ای مشترک، که کاربری زمین، داده‌های ترافیکی بلادرنگ، و وضعیت زیرساخت‌ها را در یک محیط تحلیلی واحد قرار می‌دهند، برای اتخاذ سیاست‌های هماهنگ ضروری است. این ابزارها به برنامه‌ریزان اجازه می‌دهند تا سناریوهای مختلف توسعه فضایی و تأثیرات ترافیکی متناظر آن‌ها را شبیه‌سازی کنند (منوچهری، ۲۰۲۱). در نهایت، موفقیت بلندمدت مدیریت یکپارچه شهری در کاهش ترافیک، به توانایی آن در تغییر پارادایم از "مدیریت خودرو" به "مدیریت سفر و فضا" بستگی دارد. این بدان معناست که سیاست‌ها باید بر تشویق الگوهای فضایی مقاوم در برابر ترافیک—یعنی فشردگی، اختلاط، و دسترسی خوب به حمل‌ونقل عمومی—تمرکز یابند و زیرساخت‌ها به عنوان تسهیل‌کننده این الگوها عمل کنند (بقالی اقدام و همکاران، ۲۰۲۵).

۷: چالش‌ها و پیامدهای ترافیکی در شهرهای ایران

شهرهای ایران با مجموعه‌ای از چالش‌های منحصر به فرد در تعامل کاربری زمین و ترافیک مواجه هستند که عمدتاً ناشی از رشد سریع شهرنشینی، الگوهای توسعه پراکنده، و کمبود هماهنگی میان نهادهای برنامه‌ریز است. یکی از برجسته‌ترین چالش‌ها، تفکیک شدید کاربری‌های زمین در مناطق جدید شهری است، جایی که مناطق مسکونی، تجاری و اداری به صورت ناحیه‌ای مجزا توسعه یافته‌اند که این امر وابستگی مطلق به خودروی شخصی را تحمیل می‌کند (صفارزاده و رسولی، ۲۰۱۴). الگوی غالب توسعه در شهرهای ایران به سمت حاشیه‌نشینی و پراکندگی هدایت شده است، که این امر منجر به افزایش طول متوسط سفرهای روزانه و افزایش زمان صرف شده در ترافیک سنگین می‌شود. این پراکندگی، زیرساخت‌های حمل‌ونقل عمومی را از نظر اقتصادی و عملیاتی ناکارآمد می‌سازد، زیرا توجه اقتصادی برای پوشش دهی مناطق کم‌تراکم با خدمات پرهزینه حمل‌ونقل انبوه کاهش می‌یابد (حاجی حسینی و قانع، ۲۰۱۳).

یکی از پیامدهای مستقیم این تفکیک فضایی، فشار غیرقابل تحمل بر شبکه معابر مرکزی شهرها است. با وجود اینکه فعالیت‌های اصلی (ادارات دولتی، بانک‌ها، مراکز تجاری اصلی) در مرکز متمرکز شده‌اند، تأمین مسکن در مناطق مرکزی به دلیل قیمت بالا به حاشیه رانده شده است. این وضعیت، منجر به "سفر اجباری رفت و برگشت" روزانه از حاشیه به مرکز می‌شود که اوج ترافیک را در ساعات صبح و عصر به شکلی شدید و متمرکز ایجاد می‌کند (تشکری هاشمی و همکاران، ۲۰۲۴). زیرساخت‌های حمل‌ونقل در شهرهای ایران نیز اغلب از توسعه نامتوازن رنج می‌برند. تمرکز تاریخی بر ارتقاء ظرفیت شبکه جاده‌ای، از جمله احداث بزرگراه‌ها و کمربندی‌ها، بدون همراهی با توسعه متناسب حمل‌ونقل عمومی و زیرساخت‌های غیرموتوری، باعث شده است که

سیستم حمل و نقل به سمت "خودرو محوری" سوق پیدا کند. این رویکرد، به جای حل مشکل ترافیک، آن را به مناطق جدید شهری منتقل کرده یا باعث افزایش طول سفرهای درون شهری می شود (احمدمرادی و همکاران، ۲۰۱۷).

چالش مهم دیگر در ایران، ضعف در اجرای سیاست های مدیریت یکپارچه شهری است. اغلب، شهرداری ها و سازمان های متولی حمل و نقل، دارای اهداف و برنامه های مجزا هستند؛ به عنوان مثال، سازمان مسکن و شهرسازی ممکن است مجوز توسعه یک شهرک مسکونی بزرگ را صادر کند بدون آنکه هماهنگی لازم برای افزایش ظرفیت خطوط اتوبوس یا متروی مورد نیاز در آن محدوده با سازمان حمل و نقل صورت پذیرد (تشکری هاشمی و همکاران، ۲۰۲۴). پیامدهای اقتصادی و اجتماعی این وضعیت ترافیکی در ایران قابل توجه است. هدر رفتن زمان در ترافیک به کاهش بهره وری نیروی کار منجر می شود و هزینه های عملیاتی وسایل نقلیه (سوخت و استهلاک) را به شدت افزایش می دهد. از منظر اجتماعی، دسترسی نابرابر به فرصت های شغلی و آموزشی، به ویژه برای ساکنان حاشیه شهرها که زمان زیادی را در رفت و آمد تلف می کنند، یک معضل جدی است (حاجی حسینی و قانعی، ۲۰۱۳).

علی رغم تلاش ها برای اجرای پروژه های ITS، پیاده سازی این سامانه ها در ایران اغلب به صورت جزیره ای و بدون اتصال کامل به فرآیندهای برنامه ریزی بلندمدت کاربری زمین بوده است. به عنوان مثال، بهبود زمان بندی چراغ ها در یک منطقه ممکن است به طور ناخواسته باعث انتقال بار ترافیکی به یک خیابان فرعی شود که ظرفیت آن به دلیل کاربری نامناسب زمین در مجاورتش، پایین است (احمدمرادی و همکاران، ۲۰۱۷). در نتیجه، غلبه بر معضلات ترافیکی در شهرهای ایران مستلزم یک جهش سیاستی به سمت مدیریت یکپارچه است که در آن، ابزارهای برنامه ریزی فضایی (مانند الزام به توسعه فشرده و مختلط در مراکز جدید) و ابزارهای حمل و نقلی (سرمایه گذاری هدفمند در ITS و TOD) به طور همزمان و هماهنگ برای کاهش وابستگی به خودروهای شخصی به کار گرفته شوند (تشکری هاشمی و همکاران، ۲۰۲۴).

نتیجه گیری و جمع بندی

این مقاله مروری به طور جامع نشان داد که ترافیک معابر شهری یک پدیده پیچیده است که نمی توان آن را صرفاً با مداخله در شبکه حمل و نقل حل کرد؛ بلکه ریشه های اصلی آن در تعامل دینامیک میان الگوی کاربری زمین و وضعیت توسعه زیرساخت های فیزیکی نهفته است. درک این رابطه، مبنای ضروری برای حرکت به سمت رویکرد مدیریت یکپارچه شهری (IUM) است، رویکردی که در آن، تصمیمات فضایی و حمل و نقلی باید به صورت همزمان و هماهنگ اتخاذ شوند تا به اهداف توسعه پایدار دست یابیم (بقالی اقدم و همکاران، ۲۰۲۵). یافته های اصلی این مرور بر این نکته تأکید دارند که عوامل فضایی مانند تراکم و اختلاط کاربری زمین، به عنوان عوامل تولید کننده تقاضای سفر، نقش تعیین کننده ای در میزان بار ترافیکی دارند. مناطقی که از تراکم و تنوع مناسبی برخوردارند و دسترسی خوبی به شبکه های حمل و نقل عمومی دارند، وابستگی کمتری به خودروی شخصی ایجاد کرده و ترافیک کمتری را بر شبکه تحمیل می کنند (سادات پور وحید و همکاران، ۲۰۲۳). در مقابل، پراکندگی شهری به دلیل افزایش فواصل و ناکارآمدی حمل و نقل عمومی، مستقیماً به افزایش ترافیک دامن می زند (صفارزاده و رسولی، ۲۰۱۴).

زیرساخت های شهری نقش کنترل کننده ظرفیت و انتخاب شیوه سفر را ایفا می کنند. سرمایه گذاری های صرفاً بر افزایش ظرفیت جاده ای (مثل تعریض)، با تحریک تقاضا، راه حل پایداری نیستند (بابائی و پیمان، ۲۰۲۴). زیرساخت های هوشمند (ITS) می توانند در مدیریت کوتاه مدت کارایی شبکه موجود را بهبود بخشند، اما در بلندمدت، توسعه زیرساخت های فعال (پیاده راه و دوچرخه) و حمل و نقل عمومی انبوه، در مکان هایی که کاربری زمین فشرده و مختلط است، تنها راه برای کاهش پایدار ترافیک

است (حق لسان و همکاران، ۲۰۲۵). مدیریت یکپارچه شهری به عنوان چارچوب اصلی، نهادها و فرآیندهایی را ایجاد می کند که توسعه فضایی را در راستای اهداف حمل و نقلی هدایت کنند. توسعه مبتنی بر حمل و نقل (TOD) نمونه بارز این یکپارچگی است که در آن، تراکم و تنوع کاربری زمین حول محورهای زیرساختی حمل و نقل عمومی متمرکز می شود تا سفرها کوتاه و مبتنی بر گزینه های غیرخودرویی شوند (گلکار و همکاران، ۲۰۲۵). این رویکرد مستلزم ادغام برنامه ریزی ها در سطح نهادی است تا از تعارض منافع و اقدامات جزیره ای جلوگیری شود (مشایخ و سادات پور، ۲۰۲۵).

برای شهرهای ایران، چالش اصلی در پیوند دادن این مفاهیم به سیاست گذاری های عملی است. غلبه بر میراث توسعه پراکنده نیازمند استفاده جسورانه از ابزارهای سیاستی مانند قیمت گذاری ترافیک (Congestion Pricing) است که باید به طور همزمان با تسهیل دسترسی به خدمات در مناطقی با کاربری مختلط همراه باشد (تشکری هاشمی و همکاران، ۲۰۲۴). هرگونه مداخله در شبکه ترافیک بدون اصلاح الگوی کاربری زمین، تنها یک راه حل موقتی خواهد بود و در نهایت منجر به بازگشت مجدد معضلات ترافیکی می شود (حمیدی و حجت اله، ۲۰۱۶). در جمع بندی، برای دستیابی به شهری روان و پایدار، برنامه ریزان شهری باید از دیدگاه سه بعدی (فضایی، زیرساختی و مدیریتی) به ترافیک بنگرند. فناوری های نوین باید به عنوان ابزاری برای اجرای مؤثر سیاست های فضایی به کار گرفته شوند، نه به عنوان جایگزینی برای تصمیم گیری های ساختاری بلندمدت در مورد نحوه توزیع فعالیت ها در شهر. تنها با اتخاذ رویکردی جامع و مدیریت یکپارچه، می توان اثرات مخرب الگوی کاربری زمین بر عملکرد معابر شهری را به حداقل رساند و کیفیت زندگی شهری را ارتقا بخشید (منوچهری، ۲۰۲۱). آینده مدیریت ترافیک در گرو توانایی سازمان های شهری برای تلفیق داده های مکانی (کاربری زمین) با عملکرد لحظه ای شبکه (زیرساخت) تحت نظارت یک ساختار سیاستی یکپارچه است. این هم راستایی، کلید غلبه بر چالش های مزمن ترافیکی و حرکت به سمت مدل های توسعه شهری انعطاف پذیرتر و پایدارتر خواهد بود (ادیبی سعدی نژاد و سیف، ۲۰۲۴).

منابع

- بابائی، پیمان. (۲۰۲۴). مدیریت هوشمند ترافیک با به کارگیری تکنیک های بینایی ماشین در شهرهای هوشمند. پژوهشنامه پردازش و مدیریت اطلاعات، ۴۰(۱)، ۲۲۳-۲۵۷.
- سادات پور وحید، درستکار یاقوتی بهنام، پاکار احد، جامعی سید مهدی. (۲۰۲۳). بهبود مسیریابی بسته های اطلاعاتی در شبکه های مودری وسایل نقلیه جهت مدیریت ترافیک در پلیس هوشمند.
- سحر مشایخ، نیما سادات پور. (۲۰۲۵). کاربرد کلان داده در پیش بینی و مدیریت ترافیک شهری. مجله حکمرانی و شهر هوشمند، ۱(۲)، ۱-۱۰.
- سهلانی، لک، بهزاد. (۲۰۲۴). الزامات به کارگیری سیستم های هوشمند در مدیریت و کنترل ترافیک شهری. مطالعات پژوهشی راهور، ۵۰(۱۳)، ۲-۲۴.
- حمیدی، حجت اله. (۲۰۱۶). ارائه یک ساختار هوشمند برای مدیریت ترافیک در شرایط اضطرار. فصلنامه مهندسی حمل و نقل، ۸(۲)، ۲۱۵-۲۳۰.
- فاطمه ادیبی سعدی نژاد، مریم سیف. (۲۰۲۴). لزوم هوشمند سازی شهری در مدیریت بحران و ارائه راهکارهای مناسب ترافیک شهر تهران. نشریه علمی رویکردهای پژوهشی نوین مدیریت و حسابداری، ۷(۲۷)، ۱۴۷۷-۱۴۹۶.
- صفارزاده، رسولی. (۲۰۱۴). مدیریت بهینه تراکم ترافیک با اخذ هوشمند عوارض از معابر درون شهری (پل طبقاتی صدر). پژوهش های زیرساخت های عمرانی، ۱۱(۱)، ۳۹-۴۸.
- بقالی اقدم، صادقی، سیدکمال، نوبهار. (۲۰۲۵). مدل سازی شهر هوشمند تبریز در چشم انداز ۲۰۳۰: بررسی جامع شاخص های محیطی، اقتصادی و حکمرانی. اقتصاد و برنامه ریزی شهری، ۶(۱)، ۵۸-۷۵.

- گلکار، کوشا، استعلاجی، زیویار، پروانه. (۲۰۲۵). نقش حمل و نقل هوشمند در توسعه اقتصادی و اجتماعی شهر (مطالعه موردی: شهر تهران). جغرافیا (نشریه انجمن جغرافیایی ایران)، ۲۲(۸۳)، ۶۷-۸۹.
- حاجی حسینلو، قانع. (۲۰۱۳). ارزیابی اثر زمان بندی هوشمند تقاطع ها بر جریان ترافیک و آلودگی هوای شبکه های ترافیکی درون شهری. مطالعات مدیریت ترافیک، ۲۹(۸)، ۱-۱۴.
- منوچهری، ف. (۲۰۲۱). شناسایی چالش های ترافیکی و نقش مدیریت در ارتقای ایمنی ترافیک در معابر شهری و حمل و نقل همگانی. جغرافیا و روابط انسانی، ۴(۳)، ۳۱۱-۳۳۰.
- تشکری هاشمی، سید جعفر، طلوعی اشلقی، افندی زاده، شهریار، رادفر. (۲۰۲۴). طراحی مدل دینامیکی تأثیر زیرساخت و فناوری بر جریان ترافیک کلان شهر تهران. اقتصاد و برنامه ریزی شهری، ۵(۱)، ۱۲۰-۱۳۶.
- صفارزاده، رسولی. (۲۰۱۴). مدیریت بهینه تراکم ترافیک با اخذ هوشمند عوارض از معابر درون شهری (پل طبقاتی صدر). پژوهش های زیرساخت های عمرانی، ۱۱(۱)، ۳۹-۴۸.
- حق لسان، قنبری نصر آبادی، داروپناه. (۲۰۲۵). مطالعه توزیع فضایی-مکانی پارکینگ های عمومی و مکان یابی بهینه آن با بهره گیری از مبانی شهرسازی و مدیریت ترافیک شهری مطالعه موردی: شهر ارومیه. فصلنامه علمی پژوهش های بوم شناسی شهری، ۱۶(شماره ۲ (پیاپی ۳۹)).
- احمدمرادی، سلیمان، الیاسی. (۲۰۱۷). بررسی نقش انضباط اجتماعی در آرامسازی ترافیک معابر شهری؛ مورد مطالعه منطقه ۱۲ تهران. معماری سبز، ۹(۳)، ۱۳۵-۱۵۳.