مرور نظام‌مند شاخص‌های حمل‌ونقل هوشمند در پژوهش‌های شهری ایران (۱۳۹۰ تا ۱۴۰۱)

فرهنگ باقری[1*]؛ سروش فتحی[2]

۱. دانشجوی دکتری مدیریت کارآفرینی، مرکز آموزش بین‌المللی قشم، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران
۲. دانشیار گروه جامعه‌شناسی، واحد تهران غرب، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

مقالهٔ مروری

تاریخ دریافت: ۱۴۰۵/۰۶/۱۰
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۵/۰۷/۲۱
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۵/۰۷/۲۴

چکیده

رشد شتابان شهرنشینی و پیچیده‌تر شدن مسائل ترافیکی، زیست‌محیطی و خدماتی ضرورت بهره‌گیری از حمل‌ونقل هوشمند را در مدیریت شهری افزایش داده است. این پژوهش با هدف شناسایی، طبقه‌بندی و تفسیر شاخص‌های حمل‌ونقل هوشمند در مطالعات فارسی‌زبان طی سال‌های ۱۳۹۰ تا ۱۴۰۱ و ارائهٔ چارچوبی پیشنهادی انجام شد. روش پژوهش، کاربردی، توصیفی ـ تحلیلی و مرور نظام‌مند مبتنی بر پریزما در چهار پایگاه داخلی (جهاد دانشگاهی، نورمگز، مگیران و سیویلیکا) بود. از ۳۰۴ رکورد اولیه، پس از حذف ۶۱ تکراری و ۱۴۳ نامرتبط ۱۰۰ مقاله وارد پیکرهٔ عمومی شهر هوشمند شد و ۱۸ مطالعه برای تحلیل نهایی انتخاب شد. داده‌ها با فرم استخراج و تحلیل محتوای قیاسی ـ استقرایی بررسی و کیفیت مطالعات با MMAT ارزیابی شد. یافته‌ها نشان داد مطالعات عمدتاً توصیفی ـ تحلیلی و تک‌شهری بوده و در سال‌های ۱۴۰۰ و ۱۴۰۱ افزایش یافته‌اند. بر اساس شمارش دوگانهٔ ۴۱ شاخص و مطالعات پوشش‌دهنده، برنامه‌ریزی راهبردی و عوامل نهادی (۸ مطالعه)، حمل‌ونقل عمومی و پایدار (۵ مطالعه) و زیرساخت فناورانه و مدیریت و پایش ترافیک (هر یک ۳ مطالعه) پرتوجه‌ترین محورها بودند؛ در حالی که حمل‌ونقل غیرموتوری و پارکینگ هوشمند، عدالت حمل‌ونقلی، تاب‌آوری، امنیت داده و ارزیابی پیامدهای واقعی کمتر بررسی شده‌اند. درنتیجه، چارچوبی شش‌محوری (زیرساخت و فناوری، مدیریت و پایش ترافیک، حمل‌ونقل عمومی و پایدار، حمل‌ونقل غیرموتوری و پیاده‌مداری، پارکینگ هوشمند، برنامه‌ریزی راهبردی و عوامل نهادی) با تفکیک سه خاستگاه مؤلفه‌ها (استخراج مستقیم، سنتز نظری و پیشنهاد نویسندگان) پیشنهاد شد. نتایج نشان می‌دهد سنجش حمل‌ونقل هوشمند باید از فناوری‌محوری صرف فراتر رود و شاخص‌های عملکردی، اجتماعی و زیست‌محیطی را نیز دربرگیرد.

کلمات کلیدی

تحرک هوشمند
حمل‌ونقل هوشمند
سامانه‌های حمل‌ونقل هوشمند
شاخص‌های شهری
شهر هوشمند
مرور نظام‌مند

* نویسندهٔ مسئول: farhang.bagheri@gmail.com

COPYRIGHTS
©2027 The author(s). This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution (CC BY 4.0), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, as long as the original authors and source are cited. No permission is required from the authors or the publishers.

HOW TO CITE THIS ARTICLE

Bagheri F. Fathi S. A systematic review of smart transportation indicators in Iranian urban research (2011–2022). *Urban Economics and Planning* 8(3):76-94.

DOI: 10.22034/uep.2026.600211.2004

۱. مقدمه

رشد شتابان شهرنشینی و تمرکز جمعیت، فعالیت‌های اقتصادی و خدمات در شهرها، ضرورت بازنگری در شیوه‌های مدیریت و برنامه‌ریزی شهری را افزایش داده است. اگرچه شهرنشینی می‌تواند به رشد اقتصادی، گسترش فرصت‌های شغلی و بهبود دسترسی به خدمات منجر شود، در صورت نبود برنامه‌ریزی مناسب، پیامدهایی مانند تراکم ترافیک، آلودگی هوا و صوتی، افزایش مصرف انرژی، فشار بر زیرساخت‌ها و کاهش کیفیت زندگی را به همراه دارد. از این‌رو، شهرهای معاصر به رویکردهایی نیاز دارند که ضمن بهره‌گیری از فناوری، بر مدیریت یکپارچه، مشارکت شهروندان، کارایی اقتصادی و حفاظت از محیط زیست تأکید کنند. در این‌میان، شهر هوشمند به عنوان یکی از رویکردهای نوین برنامه‌ریزی و مدیریت شهری مطرح شده است.

شهر هوشمند فقط به معنای برخورداری از تجهیزات دیجیتال و شبکه‌های ارتباطی نیست، بلکه رویکردی جامع برای ارتقای عملکرد شهر و کیفیت زندگی شهروندان است. در این رویکرد، فناوری اطلاعات و ارتباطات، داده‌های شهری، زیرساخت‌های ارتباطی، نهادهای مدیریتی و ظرفیت‌های انسانی با یکدیگر تعامل دارند تا تصمیم‌گیری، ارائهٔ خدمات و مدیریت منابع کارآمدتر شود. به بیان دیگر، هوشمندی شهر زمانی تحقق می‌یابد که فناوری در خدمت حل مسائل واقعی، افزایش رفاه عمومی، تقویت مشارکت اجتماعی، رشد اقتصادی و دستیابی به توسعهٔ پایدار قرار گیرد (Nam & Pardo, 2011). از این‌رو، شهر هوشمند مفهومی چندبعدی است که ابعاد کالبدی، اجتماعی، اقتصادی، زیست‌محیطی، مدیریتی و فناورانه را به یکدیگر پیوند می‌دهد.

یکی از چارچوب‌های شناخته‌شده برای تبیین و ارزیابی شهر هوشمند، الگوی گیفینگر و همکاران است. این الگو شهر هوشمند را در شش بعد اقتصاد هوشمند، مردم هوشمند، حکمروایی هوشمند، تحرک هوشمند، محیط زیست هوشمند و زندگی هوشمند بررسی می‌کند. این ابعاد در قالب ۳۱ عامل و ۷۴ شاخص، عملکردهای مختلف شهر را تبیین می‌کنند (Giffinger et al., 2007). اهمیت این چارچوب در آن است که شهر هوشمند را به فناوری محدود نمی‌کند و موضوعاتی مانند سرمایهٔ انسانی، عدالت، مشارکت، دسترسی، پایداری، کیفیت محیط زیست و کارآمدی حمل‌ونقل را نیز دربرمی‌گیرد. در این‌میان، تحرک هوشمند از مؤلفه‌های بنیادین شهر هوشمند است؛ زیرا جابه‌جایی افراد، کالا و اطلاعات با بسیاری از فعالیت‌های اقتصادی، اجتماعی و خدماتی شهر ارتباط مستقیم دارد.

حمل‌ونقل هوشمند به استفادهٔ هماهنگ و بهینه از فناوری‌های اطلاعاتی، ارتباطی، الکترونیکی، مخابراتی و کنترلی در نظام حمل‌ونقل گفته می‌شود. هدف آن، افزایش کارایی و ایمنی، کاهش زمان و هزینهٔ سفر، بهبود دسترسی، مدیریت تقاضای سفر، کاهش تراکم ترافیک و کنترل پیامدهای زیست‌محیطی حمل‌ونقل است. سامانه‌های حمل‌ونقل هوشمند مجموعه‌ای از ابزارها، زیرساخت‌ها و فرایندهای مرتبط با جمع‌آوری، انتقال، پردازش و استفاده از داده‌های حمل‌ونقلی هستند که تصمیم‌گیری مدیران، بهره‌برداران و کاربران را بهبود می‌دهند. دوربین‌های نظارتی، سامانه‌های موقعیت‌یابی، تابلوهای پیام متغیر، چراغ‌های راهنمایی هوشمند، مدیریت ناوگان، پرداخت الکترونیکی، مدیریت هوشمند پارکینگ، اطلاع‌رسانی سفر و ابزارهای مسیریابی از مهم‌ترین کاربردهای این نظام به شمار می‌روند. در این پژوهش، سامانه‌های حمل‌ونقل هوشمند به عنوان لایهٔ فناورانهٔ بهره‌برداری درون مفهوم گسترده‌تر حمل‌ونقل هوشمند در نظر گرفته شده‌اند و دو اصطلاح مترادف تلقی نمی‌شوند.

به خلاف نظام‌های سنتی که عمدتاً بر توسعهٔ معابر و افزایش ظرفیت راه‌ها تأکید دارند، حمل‌ونقل هوشمند بر استفادهٔ مؤثر از اطلاعات و ارتباطات برای بهینه‌سازی عملکرد شبکه استوار است. در این نظام، اطلاعات مربوط به موقعیت وسایل نقلیه، حجم ترافیک، شرایط جوی، حوادث، وضعیت معابر و الگوهای رفت‌وآمد به صورت مستمر گردآوری و تحلیل می‌شود. این فرایند امکان مدیریت بلادرنگ ترافیک، اطلاع‌رسانی دقیق، واکنش سریع به سوانح، کاهش زمان انتظار و افزایش ایمنی سفر را فراهم می‌کند (Mangiaracina et al., 2017). همچنین، ارتباط میان خودروها، وسایل نقلیه و زیرساخت‌ها، با کاهش خطاهای انسانی و بهبود جریان تردد، عملکرد کلی شبکهٔ حمل‌ونقل را ارتقا می‌دهد (Ricardo et al., 2024).

در چارچوب گیفینگر، تحرک هوشمند دسترسی، زیرساخت فناوری اطلاعات و سامانه‌های حمل‌ونقل پایدار و ایمن را دربرمی‌گیرد تفصیل این بعد در مبانی نظری آمده است (Giffinger et al., 2007). با این‌حال، ادبیات جدید نشان می‌دهد سنجش حمل‌ونقل هوشمند نباید تنها به زیرساخت‌های فناورانه و سامانه‌های مدیریت ترافیک محدود شود. کیفیت و پوشش حمل‌ونقل عمومی، حمل‌ونقل فعال، دسترسی گروه‌های آسیب‌پذیر، عدالت فضایی و اجتماعی، کاهش مصرف انرژی و آلاینده‌ها، تاب‌آوری، امنیت داده‌ها و رضایت کاربران نیز باید مورد توجه قرار گیرد (Snyder, 2019; Xiao & Watson, 2019). بنابراین، حمل‌ونقل هوشمند زمانی می‌تواند به تحقق اهداف شهر هوشمند و توسعهٔ پایدار کمک کند که علاوه بر کارایی فناورانه، پیامدهای اجتماعی، اقتصادی و زیست‌محیطی آن نیز ارزیابی شود.

نظام حمل‌ونقل شهری از یک‌سو نقش مهمی در دسترسی شهروندان به فرصت‌های شغلی، آموزشی، درمانی و خدماتی دارد و از سوی دیگر، یکی از منابع اصلی مصرف انرژی، آلودگی هوا و صوتی و انتشار گازهای گلخانه‌ای است. ضعف عملکرد این نظام می‌تواند وابستگی به خودروی شخصی، اتلاف زمان، کاهش ایمنی و نابرابری فضایی را افزایش دهد. در مقابل، حمل‌ونقل هوشمند از طریق مدیریت تقاضای سفر، تسهیل استفاده از حمل‌ونقل عمومی، بهبود مسیریابی، ارتقای ایمنی و کاهش مصرف سوخت می‌تواند به ایجاد شهری سالم‌تر و پایدارتر کمک کند.

کلان‌شهرهای ایران نیز با مشکلاتی مانند تراکم ترافیک، رشد سریع سهم خودروی شخصی در سفرهای درون‌شهری، پوشش ناکافی حمل‌ونقل عمومی، کمبود زیرساخت‌های پیاده‌روی و دوچرخه‌سواری، آلودگی هوا، ضعف مدیریت پارکینگ و آسیب‌پذیری شبکه در برابر حوادث مواجه‌اند، واقعیتی که در گزارش‌های رسمی سنجش آلودگی هوای کلان‌شهرها سازمان حفاظت محیط زیست در سال ۱۴۰۰، گزارش‌های طرح جامع ترافیک تهران و مطالعات داخلی حمل‌ونقل شهری ارائه داده است (Goudarzi, 2019; Lotfi, 2017). از این‌رو، استفاده از فناوری‌های نوین و سامانه‌های هوشمند حمل‌ونقل اهمیت یافته است، با این‌حال، موفقیت آن‌ها به شناخت دقیق ابعاد، مؤلفه‌ها، شاخص‌ها و معیارهای قابل سنجش وابسته است. اجرای فناوری بدون توجه به شرایط اجتماعی، اقتصادی، فضایی و مدیریتی شهر می‌تواند به ایجاد سامانه‌هایی پراکنده، پرهزینه و کم‌اثر منجر شود.

بررسی مطالعات داخلی نشان می‌دهد پژوهش‌های متعددی به صورت مستقیم یا غیرمستقیم به حمل‌ونقل هوشمند پرداخته‌اند، اما بیشتر آن‌ها بر موضوع یا نمونهٔ موردی خاصی تمرکز داشته‌اند. این مطالعات موضوعاتی مانند مدیریت ترافیک، کنترل جریان وسایل نقلیه، پارکینگ هوشمند، اطلاع‌رسانی و مسیریابی، ارتباطات خودرویی، ایمنی، حمل‌ونقل عمومی، محیط زیست و پدافند غیرعامل را بررسی کرده‌اند. با وجود این تنوع موضوعی، پراکندگی مفهومی و تفاوت در شاخص‌ها و روش‌های سنجش، ضرورت مرور نظام‌مند مطالعات و ارائهٔ چارچوبی منسجم برای ارزیابی حمل‌ونقل هوشمند در شهرهای ایران را آشکار می‌سازد.

در نتیجه، مسئلهٔ اصلی پژوهش حاضر از وجود نوعی پراکندگی و ناهمگونی در مطالعات داخلی حوزهٔ حمل‌ونقل هوشمند ناشی می‌شود. با وجود افزایش تعداد پژوهش‌ها، هنوز مشخص نیست که مطالعات انجام‌شده در بازهٔ زمانی ۱۳۹۰ تا ۱۴۰۱ دقیقاً چه شاخص‌ها و معیارهایی را برای سنجش حمل‌ونقل هوشمند به کار برده‌اند، کدام ابعاد در پژوهش‌های داخلی بیشتر مورد توجه قرار گرفته‌اند، چه تفاوتی میان رویکردهای روش‌شناختی و مقیاس‌های مطالعه وجود دارد و کدام حوزه‌ها همچنان مغفول مانده‌اند. نبود چنین تصویر یکپارچه‌ای، از یک‌سو امکان ارزیابی دقیق وضعیت دانش موجود را محدود می‌کند و از سوی دیگر، زمینهٔ تکرار مطالعات مشابه و غفلت از موضوعات کم‌بررسی‌شده را فراهم می‌آورد. همچنین، فقدان یک طبقه‌بندی منسجم از شاخص‌ها می‌تواند فرایند طراحی ابزارهای سنجش، تدوین سیاست‌های شهری و اولویت‌بندی سرمایه‌گذاری‌های حمل‌ونقلی را با ابهام مواجه کند.

بر این‌اساس، هدف اصلی پژوهش حاضر، مرور نظام‌مند مطالعات داخلی حوزهٔ شهر هوشمند با تمرکز بر بعد حمل‌ونقل هوشمند در بازهٔ زمانی ۱۳۹۰ تا ۱۴۰۱ است. این پژوهش می‌کوشد با شناسایی و بررسی مطالعات انجام‌شده، شاخص‌ها و معیارهای به‌کاررفته را استخراج، طبقه‌بندی و مقایسه کند و از طریق تحلیل روند زمانی و موضوعی، تصویری منسجم از وضعیت پژوهش‌های داخلی ارائه دهد. همچنین، رویکردهای روش‌شناختی و مقیاس فضایی مطالعات، از سطح شهری تا منطقه‌ای و محله‌ای بررسی خواهد شد تا میزان توجه پژوهشگران به سطوح مختلف تحلیل مشخص شود. در نهایت، پژوهش با تکیه بر شاخص‌های شناسایی‌شده و با توجه به کاستی‌های موجود در مطالعات پیشین، در پی ارائهٔ دسته‌بندی پیشنهادی و الگوی جدیدی از موضوعات مرتبط با حمل‌ونقل هوشمند متناسب با شرایط شهرهای ایران است. مهم‌ترین وجه تمایز الگوی پیشنهادی این پژوهش با چارچوب‌های موجود، ازجمله بعد تجمیعی تحرک هوشمند در الگوی گیفینگر، تفکیک شاخص‌ها به شش محور قابل سنجش در مقیاس شهری و محله‌ای ایران و پیشنهاد سنجش آن‌ها در سه سطح نهاده‌ای، فرایندی و پیامدی است؛ توضیح تفصیلی این تمایزها و سهم نوآورانهٔ پژوهش در نتیجه‌گیری ارائه شده است.

در راستای هدف اصلی، سؤال اصلی پژوهش چنین صورت‌بندی می‌شود: شاخص‌ها و معیارهای حمل‌ونقل هوشمند در مطالعات داخلی شهرهای ایران طی سال‌های ۱۳۹۰ تا ۱۴۰۱ چگونه شناسایی، طبقه‌بندی و ارزیابی شده‌اند و بر مبنای آن‌ها چه الگوی پیشنهادی‌ای برای سنجش حمل‌ونقل هوشمند در شهرهای ایران می‌توان ارائه کرد؟ برای پاسخ‌گویی به این سؤال، سؤال‌های فرعی پژوهش عبارت‌اند از: نخست، روند موضوعی و زمانی پژوهش‌های حوزهٔ حمل‌ونقل هوشمند در شهرهای ایران طی سال‌های ۱۳۹۰ تا ۱۴۰۱ چگونه بوده است؟ دوم، پژوهش‌های داخلی حمل‌ونقل هوشمند را با چه رویکردهای روش‌شناختی و در چه مقیاس‌هایی، شامل مقیاس شهری، منطقه‌ای و محله‌ای بررسی کرده‌اند؟ سوم، کدام شاخص‌ها و معیارهای حمل‌ونقل هوشمند در پژوهش‌های داخلی برجسته‌تر بوده و کدام شاخص‌ها و حوزه‌ها کمتر مورد توجه قرار گرفته‌اند؟ و چهارم، بر مبنای شاخص‌های شناسایی‌شده، چه دسته‌بندی جدید و جامعی از شاخص‌های حمل‌ونقل هوشمند را می‌توان برای پژوهش‌های آینده و سیاست‌گذاری شهری پیشنهاد کرد؟

۲. مبانی نظری پژوهش

مفهوم شهر هوشمند در ادبیات علمی، حاصل پیوند میان نظریه‌های شهرنشینی، توسعهٔ پایدار، فناوری اطلاعات و حکمروایی شهری است و نمی‌توان آن را فقط به استفاده از ابزارهای دیجیتال در ادارهٔ شهر تقلیل داد. در رویکردهای نخستین، هوشمندی شهر بیشتر با توسعهٔ زیرساخت‌های فناوری اطلاعات و ارتباطات، شبکه‌های ارتباطی و سامانه‌های داده‌محور سنجیده می‌شد، اما نظریه‌های جدیدتر، بر نقش سرمایهٔ انسانی، نهادهای مدیریتی، مشارکت شهروندان و پیامدهای اجتماعی و زیست‌محیطی فناوری تأکید دارند. از این منظر، شهر هوشمند یک نظام اجتماعی ـ فنی است که در آن فناوری، کنشگران انسانی، نهادها و زیرساخت‌های کالبدی در تعامل با یکدیگر، ظرفیت شهر را برای حل مسئله و سازگاری با تغییرات افزایش می‌دهند.

از آنجا که سه اصطلاح «حمل‌ونقل هوشمند»، «تحرک هوشمند» و «سامانه‌های حمل‌ونقل هوشمند» (ITS) در ادبیات و در این مقاله به طور مکرر به کار می‌روند، تبیین رابطهٔ مفهومی آن‌ها ضروری است. در این پژوهش، حمل‌ونقل هوشمند مفهومی کلان‌تر و سیستمی است که به کل زنجیرهٔ جابه‌جایی در شهر، ازجمله زیرساخت‌های فناورانه، شیوه‌های مختلف حمل‌ونقل، خدمات، کاربران و پیامدهای اجتماعی و زیست‌محیطی آن، اشاره دارد. سامانه‌های حمل‌ونقل هوشمند (ITS) در این رابطه، یکی از اجزای فناورانه و مدیریتی حمل‌ونقل هوشمند شمرده می‌شود؛ یعنی مجموعهٔ مشخصی از فناوری‌های اطلاعاتی، ارتباطی، الکترونیکی و کنترلی (مانند دوربین‌ها، سامانه‌های موقعیت‌یابی، مدیریت ناوگان و کنترل هوشمند چراغ‌ها) که برای بهبود عملکرد شبکه به کار می‌روند. به بیان دیگر، هر نظام حمل‌ونقل هوشمند بر لایه‌ای از سامانه‌های ITS استوار است، اما به آن محدود نمی‌شود. تحرک هوشمند نیز مفهومی کاربردی‌تر و انسان‌محورتر است که در چارچوب گیفینگر به عنوان یکی از ابعاد شش‌گانهٔ شهر هوشمند مطرح شده و نتیجهٔ تعامل حمل‌ونقل هوشمند با نیازها و رفتارهای کاربران را می‌سنجد، تمرکز آن نه بر فناوری، بلکه بر کیفیت، دسترسی، پایداری و تجربهٔ جابه‌جایی شهروندان است. بنابراین، می‌توان رابطهٔ سه مفهوم را چنین صورت‌بندی کرد ITS ابزار فناورانه است، حمل‌ونقل هوشمند نظام برخاسته از به‌کارگیری آن ابزار در کل زنجیرهٔ جابه‌جایی و تحرک هوشمند، پیامد و تجربهٔ کاربرمحور آن نظام در بستر شهر هوشمند است. بر همین‌اساس، در این مقاله هرگاه به فناوری‌ها و سامانه‌های مشخص اشاره می‌شود، از اصطلاح ITS یا سامانه‌های حمل‌ونقل هوشمند، هرگاه به نظام کلی جابه‌جایی اشاره می‌شود، از حمل‌ونقل هوشمند و هرگاه به کیفیت دسترسی و تجربهٔ کاربران

اشاره می‌شود، از تحرک هوشمند استفاده شده است.

یکی از چارچوب‌های نظری مهم در این زمینه، مدل مفهومی نام و پاردو است. آنان شهر هوشمند را بر پایهٔ سه بعد فناوری، مردم و نهادها تبیین می‌کنند. در این دیدگاه، فناوری شامل زیرساخت‌های سخت و نرم، شبکه‌های ارتباطی و سامانه‌های اطلاعاتی است، مردم به سرمایهٔ انسانی، دانش، خلاقیت و مشارکت شهروندان اشاره دارد و نهادها نیز دربرگیرندهٔ سیاست‌ها، ساختارهای مدیریتی، قوانین و سازوکارهای حکمروایی هستند (Nam & Pardo, 2011). اهمیت این نظریه برای پژوهش حاضر در آن است که حمل‌ونقل هوشمند را نمی‌توان تنها با تعداد دوربین‌ها، سامانه‌های کنترل ترافیک یا تجهیزات دیجیتال ارزیابی کرد. کارآمدی این سامانه‌ها به میزان هماهنگی میان فناوری، سازمان‌های مسئول، کاربران، شیوه‌های تصمیم‌گیری و ظرفیت‌های اجتماعی شهر وابسته است. بنابراین، شاخص‌های حمل‌ونقل هوشمند باید هم مؤلفه‌های فناورانه و هم ابعاد نهادی و انسانی را شامل شوند.

چورابی و همکاران نیز با ارائهٔ چارچوبی یکپارچه، شهر هوشمند را پدیده‌ای چندعاملی معرفی می‌کنند. در این چارچوب، فناوری، سازمان و مدیریت، حکمروایی، سیاست‌گذاری، مردم و جوامع، اقتصاد، زیرساخت کالبدی و محیط زیست طبیعی، عوامل اصلی شکل‌دهندهٔ شهر هوشمند هستند (Chourabi et al., 2012). بر مبنای این نظریه، موفقیت یک طرح هوشمندسازی به وجود فناوری به‌تنهایی وابسته نیست، بلکه باید میان زیرساخت‌های فناورانه، ساختارهای سازمانی، منابع مالی، فرهنگ استفاده، اعتماد عمومی و الزامات محیط زیستی هماهنگی وجود داشته باشد. این رویکرد، برای تحلیل مطالعات حمل‌ونقل هوشمند اهمیت ویژه‌ای دارد، زیرا بسیاری از پژوهش‌ها ممکن است بر یک فناوری یا کاربرد خاص تمرکز کرده باشند، اما موضوعاتی مانند حکمرانی داده، تعامل میان سازمان‌های حمل‌ونقل، دسترسی گروه‌های کم‌توان و مشارکت کاربران را نادیده گرفته باشند (Lam et al., 2024).

در میان چارچوب‌های سنجش شهر هوشمند، الگوی گیفینگر و همکاران جایگاه مهمی دارد. این الگو بر شش بعد اقتصاد هوشمند، مردم هوشمند، حکمروایی هوشمند، تحرک هوشمند، محیط زیست هوشمند و زندگی هوشمند استوار است (Giffinger et al., 2007). در این چارچوب، تحرک هوشمند نه‌تنها به جابه‌جایی سریع وسایل نقلیه، بلکه به دسترسی مناسب، وجود زیرساخت‌های فناوری اطلاعات و ارتباطات، پایداری نظام حمل‌ونقل و ایمنی سفر مربوط می‌شود. بر این‌اساس، حمل‌ونقل هوشمند را باید یکی از سازوکارهای پیونددهندهٔ ابعاد مختلف شهر هوشمند دانست؛ زیرا بر اقتصاد، محیط زیست، کیفیت زندگی، عدالت فضایی و مشارکت اجتماعی اثر می‌گذارد. از منظر این مدل، ارزیابی حمل‌ونقل هوشمند نیازمند بررسی هم‌زمان عملکرد شبکه، کیفیت زیرساخت‌ها، دسترسی کاربران و میزان پایداری شیوه‌های جابه‌جایی است.

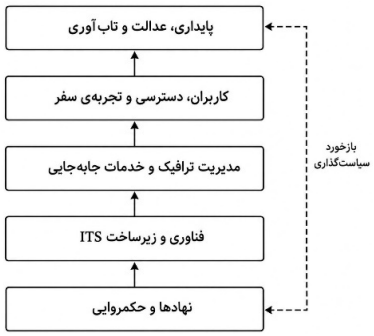
مبنای نظری دیگر پژوهش حاضر، نظریهٔ سامانه‌های حمل‌ونقل هوشمند است. در ادبیات حمل‌ونقل، سامانه‌های حمل‌ونقل هوشمند به عنوان مجموعه‌ای از فناوری‌های اطلاعاتی، ارتباطی، کنترلی و الکترونیکی تعریف می‌شود که برای بهبود ایمنی، کارایی، قابلیت اطمینان و عملکرد نظام حمل‌ونقل به کار می‌روند (Deng et al., 2024). این نظریه بر سه فرایند اصلی اطلاعات، ارتباطات و یکپارچگی استوار است. اطلاعات از طریق حسگرها، دوربین‌ها، سامانهٔ موقعیت‌یابی جهانی و سایر تجهیزات گردآوری می‌شود؛ ارتباطات امکان تبادل داده میان وسایل نقلیه، زیرساخت‌ها، مدیران و کاربران را فراهم می‌کند و یکپارچگی موجب می‌شود اجزای مختلف شبکه به صورت هماهنگ عمل کنند. در نتیجه، سامانه‌هایی مانند کنترل هوشمند چراغ‌های راهنمایی، مدیریت ناوگان، اطلاع‌رسانی سفر، مدیریت پارکینگ، پرداخت الکترونیکی، هشدارهای ایمنی و واکنش به شرایط اضطراری، اجزای یک نظام یکپارچهٔ حمل‌ونقل هوشمند محسوب می‌شوند، نه فناوری‌هایی منفرد و جدا از یکدیگر (Zhang & Hong, 2024).

از سوی دیگر، نظریهٔ توسعهٔ پایدار، چارچوب هنجاری مهمی برای ارزیابی پیامدهای حمل‌ونقل هوشمند فراهم می‌کند. بر اساس گزارش برانتلند، توسعهٔ پایدار توسعه‌ای است که نیازهای نسل حاضر را بدون به خطر انداختن توانایی نسل‌های آینده برای تأمین نیازهای خود برآورده کند (Hatami et al., 2025). در حوزهٔ حمل‌ونقل، این مفهوم به معنای ایجاد نظامی است که از نظر اقتصادی کارآمد، از نظر اجتماعی عادلانه و از نظر زیست‌محیطی سازگار باشد. بنابراین، حمل‌ونقل هوشمند زمانی در مسیر توسعهٔ پایدار قرار می‌گیرد که علاوه بر کاهش زمان سفر و افزایش سرعت جابه‌جایی، به کاهش مصرف انرژی و انتشار آلاینده‌ها، ارتقای ایمنی، کاهش هزینه‌ها و بهبود دسترسی گروه‌های مختلف اجتماعی نیز کمک کند (Banister, 2008). نظریهٔ «پارادایم جدید حمل‌ونقل» بانستر بر این نکته تأکید دارد که حل مسائل حمل‌ونقل نباید فقط از طریق ساخت راه‌های بیشتر و افزایش ظرفیت خودرومحور دنبال شود، بلکه باید با مدیریت تقاضای سفر، تقویت حمل‌ونقل عمومی، توسعهٔ پیاده‌روی و دوچرخه‌سواری و کاهش وابستگی به خودروی شخصی همراه باشد.

در تکمیل این دیدگاه، نظریهٔ دسترسی هانسن، دسترسی را حاصل تعامل میان مکان‌ها، فرصت‌های فعالیت، شبکهٔ حمل‌ونقل و هزینهٔ جابه‌جایی می‌داند (Kumar, 2020). بر اساس این نظریه، کارآمدی حمل‌ونقل تنها با سرعت حرکت یا حجم ترافیک سنجیده نمی‌شود، بلکه میزان امکان دسترسی افراد به فرصت‌ها و خدمات شهری نیز اهمیت دارد. همچنین، رویکرد عدالت حمل‌ونقلی و نظریهٔ عدالت تحرکی بر توزیع نابرابر فرصت‌های جابه‌جایی و پیامدهای حمل‌ونقل میان گروه‌های اجتماعی تأکید می‌کنند (Sheller, 2018). از این منظر، شاخص‌هایی مانند پوشش حمل‌ونقل عمومی، دسترسی افراد کم‌توان، عدالت فضایی، هزینهٔ سفر، ایمنی عابران پیاده و امکان استفادهٔ برابر از خدمات هوشمند، باید در ارزیابی حمل‌ونقل هوشمند لحاظ شوند.

برآیند این نظریه‌ها نشان می‌دهد حمل‌ونقل هوشمند مفهومی چندبعدی و میان‌رشته‌ای است که در تقاطع فناوری، مدیریت، پایداری، دسترسی و عدالت اجتماعی قرار دارد. از این‌رو، در پژوهش حاضر شاخص‌های حمل‌ونقل هوشمند فقط بر اساس تجهیزات و کاربردهای فناورانه بررسی نمی‌شوند، بلکه مؤلفه‌هایی مانند مدیریت ترافیک، اطلاعات سفر و مسیریابی، حمل‌ونقل عمومی، ایمنی، محیط زیست، اقتصاد و هزینه، حمل‌ونقل کالا، شرایط اضطراری، دسترسی و عدالت حمل‌ونقلی نیز مورد توجه قرار می‌گیرند. این مبانی نظری، چارچوبی برای استخراج و طبقه‌بندی شاخص‌های مطالعات داخلی در بازهٔ ۱۳۹۰ تا ۱۴۰۱ فراهم می‌کند و امکان می‌دهد کاستی‌های پژوهش‌های پیشین از منظر توجه به فناوری، پایداری، انسان‌محوری و یکپارچگی نظام حمل‌ونقل شناسایی شود.

در جمع‌بندی می‌توان گفت که هر نظریه در ساخت چارچوب نهایی پژوهش نقشی مشخص دارد: الگوی گیفینگر، چارچوب اصلی طبقه‌بندی شاخص‌ها و مبنای کدگذاری اولیه است. الگوی نام و پاردو و چارچوب چورابی، اهمیت نهادها و انسان‌ها را تبیین می‌کنند و پایهٔ محور ششم (عوامل راهبردی و نهادی) شده‌اند. نظریهٔ سامانه‌های حمل‌ونقل هوشمند، محتوای دو محور نخست (زیرساخت فناورانه و مدیریت ترافیک) را فراهم می‌کند. پارادایم پایداری بانستر و نظریهٔ دسترسی هانسن، پایهٔ محورهای حمل‌ونقل عمومی و غیرموتوری و شاخص‌های پیامدی هستند و نظریهٔ عدالت تحرکی نیز مبنای سنجش دسترسی گروه‌های آسیب‌پذیر است. به بیان دیگر، هیچ‌یک از این نظریه‌ها فقط برای مرور ادبیات نیامده‌اند، هر یک بخشی از چارچوب شش‌محوری نهایی را پشتیبانی می‌کنند و همین پیوند، در روش‌شناسی (کدگذاری) و یافته‌ها (تدوین چارچوب) به کار رفته است. روابط میان این مؤلفه‌ها فناوری، انسان، نهاد، عملکرد، پایداری، دسترسی و عدالت در شکل ۱ نمایش داده شده است.



شکل ۱. چارچوب نظری پژوهش

۳. روش‌شناسی پژوهش

پژوهش حاضر از نظر هدف، کاربردی و از نظر ماهیت و روش، توصیفی ـ تحلیلی است که با استفاده از مطالعات ثانویه و روش مرور نظام‌مند انجام شده است. در این پژوهش، به جای گردآوری داده‌های میدانی از شهروندان یا مدیران شهری، مقالات علمی منتشرشده در حوزهٔ شهر هوشمند و حمل‌ونقل هوشمند بررسی شده و اطلاعات مورد نیاز از محتوای آن‌ها استخراج شده است. هدف اصلی پژوهش شناسایی، استخراج، طبقه‌بندی و مقایسهٔ شاخص‌ها و معیارهایی است که در مطالعات داخلی برای سنجش حمل‌ونقل یا تحرک هوشمند به کار رفته‌اند. از آنجا که مرور نظام‌مند به خلاف مرور روایتی یا مفهومی بر مبنای فرایند جست‌وجوی مشخص، معیارهای ورود و خروج ازپیش‌تعیین‌شده و مراحل شفاف غربالگری انجام می‌شود، در پژوهش حاضر از چارچوب گزارش‌دهی پریزما استفاده شده است. این چارچوب، مراحل شناسایی منابع، حذف موارد تکراری، بررسی عنوان و چکیده، ارزیابی متن کامل و انتخاب مطالعات نهایی را به صورت منظم و قابل گزارش تنظیم می‌کند (Page et al., 2021). همچنین، تحلیل محتوای مطالعات منتخب به منظور شناسایی مضامین، مؤلفه‌ها، شاخص‌ها و معیارهای حمل‌ونقل هوشمند انجام گرفته است.

جامعهٔ پژوهش شامل مقالات علمی ـ پژوهشی و مروری منتشرشده در ایران طی سال‌های ۱۳۹۰ تا ۱۴۰۱ است که موضوع آن‌ها شهر هوشمند، حمل‌ونقل هوشمند، تحرک هوشمند، جابه‌جایی هوشمند یا یکی از مؤلفه‌های مرتبط با این حوزه بوده است. این بازه با هدف بررسی روند شکل‌گیری و تحول مطالعات داخلی حمل‌ونقل هوشمند در یک دورهٔ دوازده‌ساله انتخاب شده است؛ نقطهٔ شروع سال ۱۳۹۰ بر اساس پیشینهٔ پژوهش و نقطهٔ پایان سال ۱۴۰۱ تعیین شد. برای شناسایی منابع، پایگاه‌های مرکز اطلاعات علمی جهاد دانشگاهی (SID)، پایگاه مجلات تخصصی نور (Noormags)، بانک اطلاعات نشریات کشور (Magiran) و پایگاه مقالات علمی سیویلیکا (Civilica) بررسی شدند، پایگاه‌هایی که به دلیل پوشش گستردهٔ مطالعات فارسی در حوزه‌های شهرسازی، برنامه‌ریزی شهری، مدیریت شهری، حمل‌ونقل و فناوری اطلاعات انتخاب شده‌اند. جست‌وجو با کلیدواژه‌های «شهر هوشمند»، «حمل‌ونقل هوشمند»، «تحرک هوشمند»، «جابه‌جایی هوشمند»، «سامانه‌های حمل‌ونقل هوشمند»، «سیستم‌های حمل‌ونقل هوشمند»، «مدیریت هوشمند ترافیک» و «پارکینگ هوشمند» در فیلدهای عنوان، چکیده و کلیدواژه انجام گرفت. مترادف‌ها و هم‌خانواده‌های واژگانی با عملگر یا (OR) به یکدیگر متصل شدند تا مقالاتی که دست‌کم یکی از این عبارت‌ها را دربرمی‌گرفتند بازیابی شوند و سپس، این مجموعه با عبارت «شهر هوشمند» با عملگر و (AND) ترکیب شد تا جست‌وجو به انطباق هم‌زمان دو مفهوم محدود شود. ترکیب‌های دوگانهٔ دیگر کلیدواژه‌ها (مانند «حمل‌ونقل هوشمند» و «مدیریت ترافیک») نیز برای افزایش جامعیت جست‌وجو به کار رفت در پایگاه‌هایی که از جست‌وجوی ترکیبی پشتیبانی نمی‌کردند، عبارت‌ها به صورت مستقل و یک‌به‌یک جست‌وجو و نتایج در مرحلهٔ تکراری‌ها، حذف صورت گرفت.

به منظور ایجاد همگونی میان مطالعات و جلوگیری از ورود منابع نامرتبط، معیارهای ورود و خروج پیش از آغاز فرایند غربالگری تعیین شدند. مقالاتی وارد مطالعه شدند که طی سال‌های ۱۳۹۰ تا ۱۴۰۱ منتشر شده، در یکی از نشریات علمی یا دانشگاهی داخل کشور به چاپ رسیده بودند، با موضوع شهر هوشمند یا حمل‌ونقل هوشمند ارتباط داشتند، یکی از ابعاد، مؤلفه‌ها، شاخص‌ها یا معیارهای حمل‌ونقل هوشمند را بررسی می‌کردند، تخصص حداقل یکی از نویسندگان در حوزهٔ علوم انسانی (مطالعات با روش فقط فنی ـ مهندسی وارد سنتز نشدند) و متن کامل آن‌ها در دسترس بود. همچنین، مقاله باید روش پژوهشی مشخص، چارچوب تحلیلی، مدل، شاخص، معیار، راهبرد یا یافتهٔ قابل استخراج داشت. مطالعاتی که در مقیاس شهری، منطقه‌ای، ناحیه‌ای یا محله‌ای در ایران انجام شده بودند نیز واجد شرایط ورود به پژوهش محسوب شدند. در مقابل، مقالات منتشرشده خارج از بازهٔ زمانی تعیین‌شده، رکوردهای تکراری، گزارش‌های اجرایی، نامه‌های علمی، نقد کتاب، یادداشت‌های غیرپژوهشی و مطالعاتی که متن کامل آن‌ها در

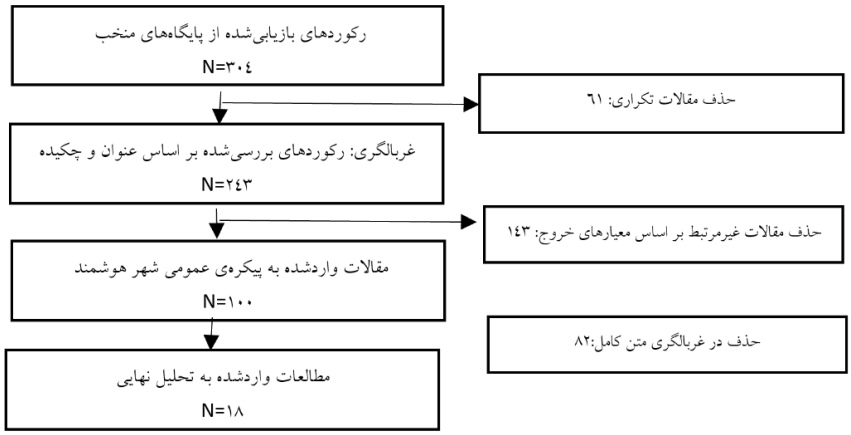
دسترس نبود، حذف شدند. همچنین، مقالاتی که فقط به صورت کلی به شهر هوشمند پرداخته و هیچ شاخص یا معیار مشخصی برای حمل‌ونقل، تحرک یا جابه‌جایی ارائه نکرده بودند، در تحلیل نهایی وارد نشدند. مقالاتی نیز که فقط عبارت کلی «شش شاخص شهر هوشمند» را ذکر کرده بودند، اما بعد حمل‌ونقل هوشمند را به صورت مستقل و قابل‌تشخیص بررسی نکرده بودند، کنار گذاشته شدند تا داده‌های مربوط به حمل‌ونقل با سایر ابعاد شهر هوشمند، ازجمله اقتصاد، مردم، حکمروایی، محیط‌زیست و زندگی، آمیخته نشود.

جدول ۱. معیار ورود و خروج

معیار ورود	معیار خروج
انتشار مقاله در بازهٔ زمانی ۱۳۹۰ تا ۱۴۰۱	مقالات منتشرشده خارج از بازهٔ زمانی تعیین‌شده
انتشار مقاله در یکی از نشریات علمی، دانشگاهی یا علمی ـ پژوهشی داخل کشور	مقالات تکراری در پایگاه‌های مختلف
ارتباط موضوعی مقاله با شهر هوشمند، حمل‌ونقل هوشمند، تحرک هوشمند یا جابه‌جایی هوشمند	مقالاتی که فقط به شهر هوشمند پرداخته و هیچ شاخص یا معیار مشخصی برای حمل‌ونقل، تحرک یا جابه‌جایی ارائه نکرده بودند
تمرکز مقاله بر یکی از ابعاد، مؤلفه‌ها، شاخص‌ها یا معیارهای حمل‌ونقل هوشمند	گزارش‌های اجرایی، نامه‌های علمی، نقد کتاب و یادداشت‌های غیرپژوهشی
دسترس‌پذیر بودن متن کامل مقاله	مقالات همایشی، در صورتی که نسخهٔ علمی ـ پژوهشی یا متن کامل معتبر آن‌ها در دسترس نبود
برخورداری مقاله از روش پژوهشی مشخص یا ارائهٔ چارچوب، مدل، شاخص، معیار، راهبرد یا یافتهٔ قابل استخراج	مقالات نظری صرف که فاقد شواهد تجربی، چارچوب تحلیلی یا شاخص‌های قابل استخراج بودند
ارتباط مطالعه با مقیاس‌های شهری، منطقه‌ای، ناحیه‌ای یا محله‌ای در ایران	مقالاتی که متن کامل آن‌ها در دسترس نبود
تخصص حداقل یکی از نویسندگان در حوزهٔ علوم انسانی یا مطالعات میان‌رشته‌ای (تناسب روش مطالعه با علوم انسانی)	مقالاتی که در آن‌ها فقط عبارت کلی «شش شاخص شهر هوشمند» ذکر شده بود، اما بعد حمل‌ونقل یا تحرک هوشمند به صورت جداگانه و قابل‌تشخیص بررسی نشده بود

فرایند شناسایی و انتخاب مقالات در دو مرحله انجام گرفت (شکل ۲). در مرحلهٔ نخست، پیکرهٔ عمومی مطالعات مرتبط با شش بعد اصلی شهر هوشمند شناسایی شد. جست‌وجوی اولیه در پایگاه‌های اطلاعاتی مورد نظر، ۳۰۴ رکورد علمی را به دست داد. پس از بررسی مشخصات کتاب‌شناختی، عنوان، نویسندگان و اطلاعات انتشار، ۶۱ مورد تکراری حذف شد و ۲۴۳ مقاله برای بررسی عنوان و چکیده باقی ماند. در ادامه، عنوان و چکیدهٔ این مقالات بر اساس معیارهای ورود و خروج بررسی شد و ۱۴۳ مقاله به دلیل نداشتن ارتباط مستقیم با شهر هوشمند، حمل‌ونقل هوشمند یا شاخص‌های مورد نظر کنار گذاشته شد. درنتیجه، ۱۰۰ مقاله وارد پیکرهٔ عمومی مطالعات شهر هوشمند شدند.

در مرحلهٔ دوم، متن کامل ۱۰۰ مقاله به صورت تخصصی بررسی شد. در این مرحله، مقالاتی انتخاب شدند که در آن‌ها یکی از موضوعات حمل‌ونقل هوشمند، تحرک هوشمند، جابه‌جایی هوشمند، مدیریت ترافیک، حمل‌ونقل عمومی، پارکینگ هوشمند، پایش وسایل نقلیه، حمل‌ونقل غیرموتوری یا سامانه‌های حمل و نقل هوشمند به صورت مشخص بررسی شده بود. از میان ۱۰۰ مقالهٔ موجود، ۸۲ مقاله به دلیل نداشتن تمرکز مشخص بر شاخص‌ها و معیارهای حمل‌ونقل هوشمند از تحلیل تخصصی کنار گذاشته شدند و درنهایت ۱۸ مقاله برای استخراج و تحلیل نهایی انتخاب شدند. بنابراین، پیکرهٔ ۱۰۰ مقاله‌ای، پیکرهٔ عمومی مطالعات شهر هوشمند و پیکرهٔ ۱۸ مقاله‌ای، مجموعهٔ نهایی مطالعات مرتبط با شاخص‌های حمل‌ونقل هوشمند را تشکیل می‌دهد.



شکل ۲. نمودار جریان شناسایی و غربالگری مطالعات بر اساس چارچوب پریزما

برای استخراج داده‌ها، فرمی استاندارد با ۱۴ مؤلفه طراحی شد (جدول ۳) که برای تمامی مقالات منتخب به صورت یکسان تکمیل شد. فرایند کدگذاری داده‌ها در دو سطح انجام گرفت. در سطح نخست، کدگذاری قیاسی بر اساس چارچوب نظری شهر هوشمند گیفینگر و طبقه‌بندی حوزه‌های عملکردی حمل‌ونقل هوشمند صورت گرفت. در این مرحله، مؤلفه‌هایی مانند مدیریت حمل‌ونقل و ترافیک، اطلاعات سفر و مسیریابی، حمل‌ونقل عمومی، وسایل نقلیه، ایمنی، اقتصاد و هزینه، محیط زیست، شرایط اضطراری، حمل‌ونقل کالا، پدافند غیرعامل و امنیت به عنوان کدهای اولیه در نظر گرفته شدند. طبقه‌بندی احمدیان نیز که مطالعات حمل‌ونقل هوشمند در ایران را در ۱۱ مؤلفه دسته‌بندی کرده است، در تنظیم کدهای اولیه مورد استفاده قرار گرفت (Ahmadian, 2022).

در سطح دوم، کدگذاری استقرایی انجام شد؛ به این معنا که هر شاخص یا معیار جدیدی که در متن مقالات شناسایی شد و در طبقه‌بندی اولیه جای مشخصی نداشت، به صورت جداگانه ثبت و سپس، بر اساس شباهت مفهومی و کارکردی در طبقهٔ مناسب قرار گرفت. از این طریق، مؤلفه‌هایی مانند حمل‌ونقل فعال و غیرموتوری، پیاده‌مداری، دوچرخه‌سواری، عدالت و دسترسی حمل‌ونقلی، آمادگی سازمانی، همکاری صنعت و دانشگاه، اینترنت اشیا، رایانش ابری و بلوغ هوش کسب‌وکار نیز در فرایند تحلیل مورد توجه قرار گرفتند. برای نمونه، معیارهایی مانند کنترل هوشمند چراغ‌های راهنمایی، پایش ترافیک، مدیریت تراکم، مدیریت سوانح و کنترل جریان تردد در طبقهٔ مدیریت حمل‌ونقل و ترافیک قرار گرفتند. همچنین، پیاده‌روی، دوچرخه‌سواری، مسیرهای پیاده و مبلمان شهری در طبقهٔ حمل‌ونقل فعال و غیرموتوری دسته‌بندی شدند.

فرایند استخراج چارچوب شش‌محوری در پنج گام انجام شد که در گام نخست، متن کامل هر ۱۸ مقاله به‌دقت مطالعه و تمامی عبارت‌هایی که به سنجش، ارزیابی یا توصیف ابعاد حمل‌ونقل هوشمند اشاره داشتند، به صورت جمله‌محور در فرم استخراج داده ثبت شد. به این‌ترتیب، واحد اولیهٔ تحلیل، «شاخص یا معیار ذکرشده در مقاله» بود و نه خود مقاله. درنتیجهٔ این گام، درمجموع ۴۶ کد اولیه استخراج شد. در گام دوم، کدهای اولیه بر اساس شباهت مفهومی و کارکردی بازبینی و ادغام شدند. شاخص‌هایی که به یک مفهوم واحد اشاره داشتند، اما با واژگان متفاوت بیان شده بودند، در یک کد ترکیبی قرار گرفتند؛ برای نمونه، «کنترل هوشمند چراغ‌های راهنمایی»، «مدیریت تراکم» و «پایش ترافیک» در کد واحد «مدیریت جریان ترافیک» ادغام شدند. برآیند این گام، ۲۳ کد متمرکز بود. در گام سوم، کدهای متمرکز با دو مرجع مقایسه و تطبیق داده شدند: چارچوب شش‌بعدی گیفینگر، به‌ویژه عوامل چهارگانهٔ بعد تحرک هوشمند و طبقه‌بندی ۱۱مؤلفه‌ای احمدیان (Ahmadi, 2019). مقایسه نشان داد کدهای موجود در قالب چهار طبقهٔ گیفینگر به طور کامل قابل جای‌گذاری نیستند؛ زیرا دسته‌ای از کدها (مانند عوامل نهادی، پذیرش فناوری و همکاری صنعت و دانشگاه) به هیچ‌یک از عوامل چهارگانهٔ گیفینگر تعلق نداشتند و دستهٔ دیگری (مانند پارکینگ هوشمند و حمل‌ونقل غیرموتوری) در طبقه‌بندی احمدیان زیرمجموعه‌های پراکنده‌تری بودند. در گام چهارم، بر مبنای این تطبیق، معیارهای طبقه‌بندی نهایی به صورت استقرایی تعریف شد: محورها باید به طور مستقل و بدون هم‌پوشانی قابل‌تشخیص باشند، دست‌کم در یک مقاله به صورت مشخص و قابل استخراج بررسی شده باشند، از نظر کارکردی در نظام حمل‌ونقل هوشمند جایگاه مستقل داشته باشند و پشتوانهٔ شواهد صریح در مقالات داشته باشند، نه استنباط نظری صرف. با اعمال این معیارها، ۲۳ کد متمرکز در شش محور نهایی سازمان‌دهی شدند و هیچ کدی خارج از این محورها باقی نماند. همچنین در تدوین جدول ۵، کدهای متمرکز برای عملیاتی شدن به شاخص‌های قابل سنجش تفکیک شدند و برآیند آن، ۴۱ شاخص در شش محور است که ستون شاخص‌های جدول ۵ نشان‌دهندهٔ آن است. در گام پنجم، اعتبار طبقه‌بندی از دو طریق بررسی شد. نخست، تطبیق مجدد محتوا به این شکل که یک ماه پس از کدگذاری اولیه، متن کامل مقالات و کدهای نهایی دوباره مقایسه شد و هیچ مغایرت جدیدی یافت نشد. دوم بررسی مبنایی برای هر محور، تعداد مقالاتی که آن محور را بررسی کرده بودند شمرده شد و همین شمارش، جدول ۵ را تشکیل داد.

غربالگری عنوان و چکیده و سپس بررسی متن کامل توسط دو پژوهشگر به صورت مستقل انجام شد و اختلاف‌نظرها در جلسات مشترک بر اساس معیارهای ورود و خروج حل و فصل شد. استخراج و کدگذاری شاخص‌ها نیز توسط همین دو پژوهشگر به صورت مستقل انجام و موارد مغایر با نظر یک داور سوم یکسان‌سازی شد. در پایان، توافق کامل میان دو غربالگر بر اساس نسخهٔ نهایی معیارها حاصل شد.

برای شفاف‌سازی خاستگاه هر مؤلفه، در تدوین چارچوب شش‌محوری، سه خاستگاه متفاوت از یکدیگر تفکیک شدند: نخست، مؤلفه‌های مستخرج از مطالعات، یعنی محورها و شاخص‌هایی که مستقیم و با بررسی صریح در متن حداقل یک مقالهٔ منتخب حضور دارند. دوم، مؤلفه‌های سنتز نظری، یعنی مفاهیمی که از پیوند یافته‌های مطالعات با مبانی نظری پژوهش الگوی گیفینگر، الگوی نام و پاردو، نظریهٔ سامانه‌های اجتماعی ـ فنی و پارادایم بانستر استخراج شده‌اند و به صورت مستقل در هیچ مقاله‌ای سنجیده نشده‌اند و سوم، مؤلفه‌های پیشنهادی نویسندگان، یعنی پیشنهادهایی برای توسعهٔ چارچوب که مبتنی بر تحلیل شکاف در مطالعه هستند، اما هنوز آزمون تجربی نشده‌اند. بر این‌اساس، مؤلفه‌های محورهای یک تا پنج (زیرساخت فناورانه، مدیریت ترافیک، حمل‌ونقل عمومی، حمل‌ونقل غیرموتوری و پارکینگ هوشمند) در گروه نخست قرار می‌گیرند، زیرا در مجموع در ۱۳ مقاله به طور صریح بررسی شده‌اند. مؤلفهٔ عدالت و دسترسی گروه‌های آسیب‌پذیر و مفاهیم اجتماعی و زیست‌محیطی پیامدی، در گروه دوم قرار می‌گیرند، زیرا اگرچه به صورت ضمنی در دو مطالعه (Kaveh, 2021; Kavoosi, 2021) ظاهر شده‌اند، شکل مستقل و شاخص‌محور آن‌ها از سنتز با نظریهٔ عدالت تحرکی و پارادایم بانستر حاصل شده است. مؤلفه‌های تاب‌آوری شبکه، امنیت و حکمرانی داده و ارزیابی پیامدهای واقعی سامانه‌های مستقر، در گروه سوم قرار می‌گیرند؛ زیرا این مفاهیم در هیچ‌یک از ۱۸ مطالعه به صورت مستقل بررسی نشده‌اند و حضور آن‌ها در چارچوب، پیشنهادی برای پوشش شکاف‌های شناسایی‌شده در مرور است، نه نتیجهٔ استخراج مستقیم از داده‌ها.

در «توضیح سطح تحلیل محورها» چنان که در جدول ۵ مشاهده می‌شود، محورهای پیشنهادی از نظر ماهیت هم‌تراز نیستند؛ برخی بیانگر حوزه‌های موضوعی (مانند حمل‌ونقل عمومی و پارکینگ)، برخی بیانگر کارکردهای مدیریتی (مانند مدیریت و پایش ترافیک) و برخی بیانگر عوامل زمینه‌ای و حکمرانی (مانند برنامه‌ریزی راهبردی و عوامل نهادی) هستند. این ناهم‌ترازی عمدی و مبتنی بر مبانی

نظری پژوهش است. چارچوب پیشنهادی بر الگوی «نظام اجتماعی ـ فنی» (Nam & Pardo, 2011) و چارچوب یکپارچهٔ چورابی و همکاران (Chourabi et al., 2012) استوار است که شهر هوشمند را نه فهرستی از عناصر هم‌عرض، بلکه سیستمی چندلایه متشکل از «نهاده‌های فناورانه»، «کارکردها و خدمات» و «زمینهٔ نهادی و حکمرانی» می‌داند. از این‌رو، محورهای شش‌گانه به جای طبقاتی همسطح، لایه‌های مختلف یک نظام واحد را نمایندگی می‌کنند.

با توجه به تفاوت مقالات منتخب از نظر هدف، روش، مقیاس، جامعهٔ آماری و متغیرهای مورد بررسی، تحلیل داده‌ها به صورت ترکیب توصیفی و تحلیل محتوای نظام‌مند انجام شد و از فراتحلیل آماری استفاده نشد. ابتدا ویژگی‌های عمومی مقالات، ازجمله سال انتشار، محدودهٔ جغرافیایی، مقیاس مطالعه و موضوع اصلی بررسی شد. سپس، شاخص‌ها و معیارهای حمل‌ونقل هوشمند از متن مقالات استخراج و در طبقات مفهومی قرار گرفتند. در ادامه، فراوانی تکرار هر شاخص، گسترهٔ کاربرد آن و ارتباطش با ابعاد شهر هوشمند بررسی شد. درنهایت، شاخص‌های پرتکرار، شاخص‌های کم‌کاربرد و حوزه‌های مغفول شناسایی شدند و بر اساس ترکیب چارچوب نظری گیفینگر، طبقه‌بندی احمدیان و یافته‌های مقالات منتخب، دسته‌بندی پیشنهادی پژوهش ارائه شد. این دسته‌بندی علاوه بر ابعاد فناورانه و مدیریتی، مؤلفه‌هایی مانند پایداری، حمل‌ونقل عمومی، حمل‌ونقل فعال، دسترسی، عدالت، ایمنی، تاب‌آوری و هماهنگی نهادی را نیز در بر می‌گیرد.

در فرایند تحلیل، داده‌های استخراج‌شده با متن کامل مقالات تطبیق داده شدند تا از برداشت نادرست یا ثبت شاخص‌های مبهم جلوگیری شود. همچنین، میان شاخص‌های مستقیم حمل‌ونقل هوشمند و شاخص‌های عمومی شهر هوشمند تمایز برقرار شد. شاخص‌های عمومی، تنها در صورتی در تحلیل حمل‌ونقل وارد شدند که مقاله رابطهٔ مستقیم آن‌ها را با حمل‌ونقل هوشمند، تحرک، دسترسی، ایمنی، پایداری یا عملکرد شبکهٔ حمل‌ونقل بررسی کرده باشد. به این‌ترتیب، تلاش شد تحلیل نهایی تنها بر شاخص‌هایی متمرکز باشد که ارتباط روشن و قابل‌دفاعی با موضوع پژوهش دارند.

جدول ۲. خلاصهٔ فرایند شناسایی و غربالگری مقالات ــ تفصیل شکل ۲

مرحله	شرح فرایند	تعداد
شناسایی اولیه	مقالات مرتبط با شش بعد شهر هوشمند در پایگاه‌های علمی	۳۰۴
حذف موارد تکراری	حذف رکوردهای تکراری میان پایگاه‌های اطلاعاتی	۶۱
بررسی عنوان و چکیده	بررسی ارتباط موضوعی مقالات با شهر هوشمند و حمل‌ونقل هوشمند	۲۴۳
حذف مقالات غیرمرتبط	حذف مقالات فاقد ارتباط با موضوع پژوهش	۱۴۳
پیکرهٔ عمومی شهر هوشمند	مقالات واجد شرایط برای بررسی متن کامل	۱۰۰
غربالگری تخصصی حمل‌ونقل هوشمند	حذف مقالات فاقد شاخص یا معیار مشخص حمل‌ونقل هوشمند	۸۲
مطالعات منتخب نهایی	مقالات واردشده به تحلیل تفصیلی	۱۸

از آنجا که مطالعات واردشده به مرور از نظر روش بسیار ناهمگون‌اند (از پیمایش و تحلیل مضمون تا مدل‌سازی و تحلیل سناریو)، ارزیابی کیفیت با فهرست روش‌شناختی MMAT انجام شد که برای ارزیابی هم‌زمان مطالعات کمی، کیفی و ترکیبی طراحی شده است (Hong et al., 2018). هر مطالعه بر اساس پنج معیار این فهرست (تناسب با هدف روش‌شناختی، روش گردآوری داده‌ها، نمونه‌گیری، تحلیل و نتیجه‌گیری) ارزیابی و در سه سطح کیفیت بالا، متوسط و پایین طبقه‌بندی شد. ملاک تبدیل امتیاز ارزیابی به این سه سطح چنین بود: برای هر مطالعه، نسبت معیارهای تأییدشده (پاسخ «بله») از پنج معیار متناسب با نوع مطالعه محاسبه شد. مطالعات با تأیید دست‌کم چهار معیار (۴ از ۵ و ۵ از ۵) در سطح کیفیت بالا، مطالعات با تأیید سه معیار (۳ از ۵) در سطح متوسط و مطالعات با تأیید دو معیار یا کمتر در سطح پایین قرار گرفتند. در این شمارش، پاسخ «نمی‌دانم» به صورت محافظه‌کارانه معادل عدم تأیید لحاظ شد تا طبقه‌بندی کیفیت مطلوب‌تر از شواهد واقعی به نظر نرسد. تأکید می‌شود که این ارزیابی فقط با هدف توصیف ویژگی‌های روش‌شناختی مطالعات انجام شده و در حذف مطالعات، وزن‌دهی به یافته‌ها یا اولویت‌بندی نتایج در سنتز نقشی نداشته است؛ هیچ مطالعه‌ای بر اساس امتیاز کیفیت حذف یا کم‌اهمیت نشده و نتایج ارزیابی تنها به عنوان پیشینهٔ تفسیری سنتز گزارش می‌شود. بر این‌اساس، از ۱۸ مطالعهٔ منتخب، هفت مطالعه (فرجی و همکاران؛ بزرگ‌خو و هاشم‌زاده؛ اسکندری‌ثانی و همکاران؛ گودرزی و همکاران؛ لطفی و همکاران؛ اسماعیل‌زاده و همکاران؛ کاووسی و محمدی، ۱۳۹۹) در سطح کیفیت بالا، شش مطالعه (کاووسی و محمدی، ۱۴۰۰؛ عباس‌شهیر و همکاران؛ شفیعی‌نیک‌آبادی و شامبیاتی؛ طهماسبی و قربانی؛ احمدی و همکاران؛ کاوه و همکاران) در سطح متوسط و پنج مطالعه (نصرتی و همکاران؛ پوراحمد و همکاران؛ برادران و همکاران؛ حدادی و همکاران؛ پرهیزگار و همکاران) در سطح پایین قرار گرفتند.

برای استخراج داده‌ها، فرم استانداردی طراحی شد. این فرم برای تمامی مقالات منتخب به صورت یکسان تکمیل شد و شامل بخش‌های زیر بود:

جدول ۳. ابزار و فرم استخراج داده‌ها

ردیف	زیر عناوین	ردیف	زیر عناوین
۱	نام نویسنده یا نویسندگان	۸	نوع مطالعه و رویکرد روش‌شناختی
۲	سال انتشار	۹	جامعه و نمونهٔ آماری، در صورت وجود
۳	عنوان مقاله	۱۰	شاخص یا مؤلفهٔ حمل‌ونقل هوشمند
۴	نام نشریه و مشخصات کتاب‌شناختی	۱۱	معیارها و زیرشاخص‌های مورد استفاده
۵	شهر یا محدودهٔ جغرافیایی مطالعه	۱۲	فناوری یا سامانهٔ مورد بررسی
۶	مقیاس مطالعه، شامل شهری، منطقه‌ای، ناحیه‌ای یا محله‌ای	۱۳	نتیجهٔ کلیدی پژوهش
۷	هدف اصلی پژوهش	۱۴	جایگاه مقاله در طبقه‌بندی نهایی پژوهش

پس از تکمیل فرم، اطلاعات مقالات از نظر مفهومی مقایسه شد. در مواردی که یک مقاله بیش از یک شاخص یا مؤلفه را بررسی کرده بود، همهٔ مؤلفه‌های قابل‌تشخیص در فرم استخراج ثبت شد. بنابراین، هر مقاله می‌توانست هم‌زمان در چند طبقهٔ موضوعی قرار گیرد. به همین‌دلیل، مجموع فراوانی مؤلفه‌ها الزاماً برابر با تعداد مقالات منتخب نیست.

جدول زیر ۱۸ مقالهٔ منتخب را نشان می‌دهد. ستون «کد اولیه» به شمارهٔ مقاله در فهرست بازیابی اولیه اشاره دارد و ستون «ردیف تحلیل» ترتیب مقالات را در پیکرهٔ نهایی پژوهش نشان می‌دهد.

جدول ۴. مشخصات مقالات منتخب مرتبط با حمل‌ونقل هوشمند

ردیف تحلیل	کد اولیه	نویسنده (سال)	عنوان	معیار مورد مطالعه	روش پژوهش و نمونه	نتیجهٔ کلیدی
۱	۱	فرجی و همکاران (۱۳۹۹) (Farzaldin, 2020)	ارائهٔ استراتژی‌های ضروری جهت راه‌اندازی پارکینگ هوشمند دوربین‌محور	مدیریت هوشمند پارکینگ‌های عمومی	پژوهش کیفی؛ مصاحبه با ۱۵ نفر از خبرگان دانشگاهی و اجرایی؛ تحلیل مضمون، تحلیل SWOT و اولویت‌بندی با ماتریس QSPM	شناسایی زیرساخت‌های اولیه و تحلیل قوت‌ها/ضعف‌ها به عنوان دو گام کلیدی راه‌اندازی پارکینگ هوشمند دوربین‌محور
۲	۸	اسکندری‌ثانی و همکاران (۱۳۹۷) (Eskandari Sani et al., 2019)	ارزیابی پتانسیل‌های پیاده‌سازی شهر هوشمند با تأکید بر حمل‌ونقل (بیرجند)	سامانه‌های حمل‌ونقل هوشمند (ITS) و مدیریت ترافیک	کاربردی، توصیفی ـ تحلیلی؛ گردآوری داده‌ها با مطالعات اسنادی و پیمایش؛ ۳۸۳ شهروند و ۴۰ نفر از کارشناسان	رابطهٔ معنادار میان مدیریت ترافیک و رضایتمندی شهروندان؛ ضرورت مراکز مدیریت ترافیک هدفمند
۳	۹	کاووسی و محمدی (۱۳۹۹) (Kavoosi, 2020)	ارزیابی تحرک و جابه‌جایی هوشمند از دیدگاه شهروندان (شیراز)	زیرساخت حمل‌ونقل، حمل‌ونقل عمومی، حمل‌ونقل پایدار	توصیفی ـ تحلیلی؛ مطالعات اسنادی و میدانی؛ پرسش‌نامه با طیف ۵درجه‌ای لیکرت؛ بررسی ۱۱ منطقهٔ شهر شیراز	نابرابری فضایی در تحرک هوشمند میان مناطق شهر شیراز؛ برخی مناطق در وضعیت مطلوب‌تری قرار دارند
۴	۲۷	گودرزی و همکاران (۱۳۹۸) (Goudarzi, 2019)	بررسی و تحلیل موانع هوشمندسازی حمل‌ونقل درون‌شهری اهواز	موانع مدیریتی، اقتصادی، اجتماعی ـ فرهنگی و کالبدی	کاربردی، توصیفی ـ تحلیلی و پیمایشی؛ استفاده از مطالعات کتابخانه‌ای، مشاهده و پرسش‌نامه؛ تحلیل با روش‌های DEMATEL و ANP	شناسایی ۶۵ مانع؛ ضعف دانش فنی مدیران و کمبود اعتبارات مهم‌ترین موانع هوشمندسازی حمل‌ونقل
۵	۴۹	پوراحمد و همکاران (۱۳۹۷) (Pourahmad, 2018)	شهر هوشمند: تبیین ضرورت‌ها و الزامات شهر تهران برای هوشمندی	حمل‌ونقل هوشمند در کنار سایر ابعاد شهر هوشمند	هدف پژوهش، تبیین ضرورت‌ها و الزامات هوشمندسازی تهران و ارائهٔ راهبردهای اجرایی است.	اثرات زیست‌محیطی و انگیزه‌های اقتصادی، در کنار حمل‌ونقل، از الزامات پراهمیت هوشمندسازی تهران‌اند
۶	۵۳	کاووسی و محمدی (۱۴۰۰) (Kavoosi, 2021)	تحرک و جابه‌جایی هوشمند و پایداری اجتماعی: ارزیابی روابط متقابل	دسترسی، حمل‌ونقل پایدار، فناوری اطلاعات و ارتباطات	توصیفی ـ تحلیلی؛ مطالعات اسنادی و میدانی؛ پرسش‌نامه و ارزیابی دیدگاه شهروندان	وضعیت نامطلوب متغیرهای تحرک و جابه‌جایی هوشمند از حیث پایداری اجتماعی در شهر شیراز
۷	۵۸	اسماعیل‌زاده (۱۳۹۶) (Esmaeilzadeh et al., 2019)	تحلیل ارتباط هوشمندسازی و پایداری در فضای شهری (منطقهٔ ۶ تهران)	حمل‌ونقل عمومی به عنوان یکی از مؤلفه‌های زندگی هوشمند	روش همبستگی؛ استفاده از پرسش‌نامه، مشاهده و مصاحبه؛ جامعه شامل ۱۸ محلهٔ منطقهٔ ۶ تهران؛ پایایی با آلفای کرونباخ و روایی به صورت صوری	ارتباط مستقیم میان سطح هوشمندی محله‌ها (ازجمله دسترسی به حمل‌ونقل عمومی) و میزان پایداری آن‌ها

ردیف تحلیل	کد اولیه	نویسنده (سال)	عنوان	معیار مورد مطالعه	روش پژوهش و نمونه	نتیجهٔ کلیدی
۸	۱۱۰	برادران و همکاران (۱۳۹۹) (Baradaran et al., 2021)	سناریوهایی برای کنترل و پایش هوشمند وسایل نقلیه با استفاده از اینترنت اشیا	پایش و کنترل هوشمند خودرو با اینترنت اشیا	طراحی و پیاده‌سازی سناریوهای کاربردی؛ جامعه و نمونهٔ آماری در مطالعهٔ اصلی گزارش نشده است	طراحی و پیاده‌سازی ۶ سناریوی پایش سرعت، تردد در طرح ترافیک و زوج‌وفرد و اطلاع‌رسانی اضطراری
۹	۱۳۱	لطفی و همکاران (۱۳۹۶) (Lotfi, 2017)	ارزیابی رابطهٔ میان شهر هوشمند و کاهش مشکلات حمل‌ونقل عمومی (ساری)	حمل‌ونقل عمومی	کاربردی، توصیفی ـ تحلیلی؛ مطالعات کتابخانه‌ای و میدانی؛ پرسش‌نامه و مصاحبه؛ حجم نمونه ۳۸۴ نفر؛ استفاده از آزمون‌های کروسکال ـ والیس، فریدمن، همبستگی اتا و رگرسیون لجستیک	تفاوت معنادار مناطق شهری ساری در برخورداری از شاخص‌های شهر هوشمند و حمل‌ونقل عمومی
۱۰	۱۵۲	پرهیزگار و همکاران (۱۴۰۱) (Parhizgar, 2022)	تحلیل اثرات ایجاد مسیر پیاده‌مدار در شهر هوشمند با رویکرد آینده‌نگاری	استفاده از وسایل حمل‌ونقل غیرموتوری، مسیر پیاده و دوچرخه	کاربردی، توصیفی ـ تحلیلی؛ استخراج شاخص‌ها با روش گولر؛ استفاده از روش دلفی با ۱۰ پرسش‌نامهٔ کارشناسی؛ تحلیل اثرات متقاطع با نرم‌افزار MICMAC؛ شناسایی ۲۴ عامل	تنوع وسایل حمل‌ونقل غیرموتوری، زیرساخت پیاده و دوچرخه و مبلمان شهری از عوامل کلیدی پیاده‌مداری هوشمند
۱۱	۲۰۳	عباس‌شهیر و همکاران (۱۴۰۱) (Abbas-Shahir, 2022)	تحلیل روند توسعهٔ شهر تبریز با رویکرد شهر هوشمند به روش معادلات ساختاری	توسعهٔ زیرساخت ICT و حمل‌ونقل هوشمند در کنار سایر ابعاد	روش همبستگی؛ استفاده از پرسش‌نامه، مشاهده و مصاحبه حجم نمونه در مطالعهٔ اصلی گزارش نشده است	پس از منابع طبیعی، توسعهٔ دولت الکترونیک، زیرساخت ICT و حمل‌ونقل هوشمند بیشترین اهمیت را در رشد تبریز داشته‌اند
۱۲	۲۵۱	شفیعی‌نیک‌آبادی و شامبیاتی (۱۴۰۰) (Shafiei-Nikabadi, 2021)	شناسایی عوامل مؤثر بر پذیرش اینترنت اشیا در حمل‌ونقل هوشمند شهری (سمنان)	پذیرش فناوری اینترنت اشیا در حمل‌ونقل	پیمایش ابزار و حجم نمونه در مطالعهٔ اصلی گزارش نشده است	دیدگاه کارشناسان و آمادگی سازمانی مهم‌ترین عوامل پذیرش اینترنت اشیا در حمل‌ونقل هوشمند شهری‌اند
۱۳	۲۵۲	نصرتی و همکاران (۱۳۹۹) (Nosrati, 2020)	طراحی سناریوهای توسعهٔ حمل‌ونقل هوشمند شهری (همدان)	دانش‌مداری، یکپارچگی و پایداری در حمل‌ونقل هوشمند	گزارش نشده در مطالعه اصلی	بعد دانش‌مداری، یکپارچگی و پایداری، بیشترین اهمیت را در شکل‌دهی حمل‌ونقل هوشمند همدان داشته‌اند
۱۴	۲۵۳	احمدی و همکاران (۱۳۹۸) (Ahmadi, 2019)	مدل ترکیبی اولویت‌بندی استراتژی‌های حمل‌ونقل هوشمند (تبریز)	اولویت‌بندی راهبردهای توسعهٔ حمل‌ونقل هوشمند	استفاده از مدل ترکیبی تصمیم‌گیری؛	هماهنگی سازمان‌های دولتی برای بهبود زیرساخت‌های عمومی، مهم‌ترین راهبرد توسعهٔ حمل‌ونقل هوشمند تبریز است
۱۵	۲۶۵	طهماسبی و قربانی (۱۴۰۱) (Amin-Tahmasebi, 2021)	بررسی موانع همکاری صنعت و دانشگاه در توسعهٔ سیستم‌های حمل‌ونقل هوشمند	موانع انتقال دانش صنعت ـ دانشگاه در حوزهٔ ITS	پیمایش ابزار و حجم نمونه در مطالعهٔ اصلی گزارش نشده است	فقدان زیرساخت‌های لازم در صنعت ITS و کاربردی نبودن تولید علم، اصلی‌ترین موانع همکاری صنعت ـ دانشگاه‌اند
۱۶	۲۷۴	کاوه و همکاران (۱۴۰۱) (Kaveh, 2021)	نقش مدیریت یکپارچه در تحقق حمل‌ونقل هوشمند (مطالعهٔ موردی: شهر زاهدان)	شیوه‌های حمل‌ونقل غیرموتوری و عمومی/نیمه‌عمومی	استفاده از مدل ترکیبی تصمیم‌گیری	پیاده‌روی و دوچرخه‌سواری به عنوان برترین شیوه‌های حمل‌ونقل هوشمند غیرموتوری شناسایی شدند
۱۷	۲۹۲	حدادی و همکاران (۱۳۹۹) (Harandi, 2020)	کنش بلوغ هوش کسب‌وکار بر حمل‌ونقل هوشمند	بلوغ هوشمندی کسب‌وکار و اثر آن بر سیستم حمل‌ونقل هوشمند	کاربردی، توصیفی ـ تحلیلی؛ مطالعات کتابخانه‌ای و میدانی؛ پرسش‌نامه و مصاحبه	سازمان‌های مورد مطالعه از سطح بلوغ مناسبی برای پیاده‌سازی سیستم هوشمند کسب‌وکار در حمل‌ونقل برخوردارند
۱۸	۲۹۳	بزرگ‌خو و هاشم‌زاده (۱۴۰۰) (Bozorgkhoo, 2021)	مؤلفه‌های تأثیرگذار بر فناوری رایانش ابری در ارائهٔ خدمات هوشمند سیستم حمل‌ونقل ریلی	رایانش ابری در خدمات حمل‌ونقل ریلی هوشمند	پژوهش کیفی؛ مصاحبه با خبرگان دانشگاهی و اجرایی	چالش‌های خدماتی و زیرساختی بیشترین اهمیت را در به‌کارگیری رایانش ابری در حمل‌ونقل ریلی هوشمند دارند

۴. یافته‌ها

بررسی ۱۸ مقالهٔ منتخب نشان داد مطالعات داخلی حمل‌ونقل هوشمند از نظر روش‌شناختی، جغرافیایی و موضوعی از تنوع قابل توجهی برخوردارند، با این‌حال، این مطالعات در برخی زمینه‌ها تمرکز بیشتری داشته و در برخی حوزه‌های مهم، شکاف پژوهشی آشکاری مشاهده می‌شود. از نظر روش پژوهش، ۱۳ مقاله با رویکرد توصیفی ـ تحلیلی انجام شده‌اند. این مطالعات عموماً با استفاده از مطالعات اسنادی، پیمایش میدانی، پرسش‌نامه، مصاحبه با کارشناسان و تحلیل شاخص‌ها، وضعیت حمل‌ونقل هوشمند را در شهر یا منطقهٔ مورد مطالعه ارزیابی کرده‌اند. سایر مطالعات نیز در قالب پژوهش‌های پیمایشی، همبستگی، تحلیلی، آینده‌پژوهی، طراحی سناریو و مطالعات فناورانه انجام شده‌اند. غلبهٔ روش‌های توصیفی ـ تحلیلی نشان می‌دهد بخش مهمی از پژوهش‌های داخلی عمدتاً بر شناخت وضعیت موجود، ارزیابی میزان برخورداری شهرها از مؤلفه‌های حمل‌ونقل هوشمند و شناسایی موانع و عوامل مؤثر تمرکز داشته‌اند. در مقابل، مطالعاتی که به ارزیابی عملکرد واقعی سامانه‌ها، سنجش پیامدهای اجرای فناوری‌ها، تحلیل داده‌های بزرگ، شبیه‌سازی، ارزیابی پیش و پس از اجرای پروژه‌ها یا بررسی رفتار واقعی کاربران پرداخته باشند، سهم کمتری در مجموعهٔ مطالعات منتخب دارند.

از نظر پراکندگی جغرافیایی، مطالعات بررسی‌شده در شهرها و استان‌هایی مانند تهران، تبریز، شیراز هر یک دو مطالعه، اهواز، بیرجند، سمنان، همدان و زاهدان، ساری هر کدام یک مطالعه و شش مطالعه فاقد محدودهٔ جغرافیایی مشخص انجام شده‌اند. این پراکندگی در نگاه نخست نشان‌دهندهٔ توجه پژوهشگران به بخش‌های مختلف کشور است؛ اما بررسی دقیق‌تر نشان می‌دهد تمرکز اصلی مطالعات بر کلان‌شهرها، مراکز استان و شهرهای برخوردار از ظرفیت دانشگاهی و مدیریتی بیشتر بوده است. شهر تهران، شیراز و تبریز در میان مطالعات منتخب جایگاه برجسته‌تری دارند و بخش قابل توجهی از پژوهش‌ها به مسائل حمل‌ونقل، مدیریت ترافیک، زیرساخت‌های فناوری و راهبردهای توسعهٔ هوشمند در این شهرها اختصاص یافته است. در مقابل، شهرهای کوچک‌تر، شهرهای پیرامونی و مناطق کم‌برخوردار از نظر زیرساخت‌های ارتباطی و حمل‌ونقلی کمتر مورد مطالعه قرار گرفته‌اند. این تمرکز جغرافیایی می‌تواند موجب شود الگوهای پیشنهادی حاصل از پژوهش‌های داخلی بیشتر با ویژگی‌های کلان‌شهرها سازگار باشند و قابلیت تعمیم آن‌ها به شهرهای کوچک و متوسط با احتیاط انجام گیرد.

از نظر روند زمانی، بیشترین تعداد مطالعات منتخب به سال‌های ۱۴۰۰ و ۱۴۰۱ مربوط است. افزایش تعداد پژوهش‌ها در سال‌های پایانی دوره نشان می‌دهد حمل‌ونقل هوشمند به‌تدریج به یکی از محورهای برنامه‌ریزی شهری و توسعهٔ پایدار تبدیل شده است. این روند محتمل است با عواملی مانند تشدید مشکلات ترافیکی، گسترش فناوری‌های نوین و توجه سیاست‌گذاران مرتبط باشد، هرچند داده‌های این مرور برای اثبات علّی این رابطه کافی نیست و این تفسیر فقط فرضیه‌ای تفسیری است که آزمون آن نیازمند مطالعات روندنگار آینده است. از منظر کیفیت روش‌شناختی نیز، بر اساس ارزیابی MMAT، هفت مطالعه کیفیت بالا، شش مطالعه کیفیت متوسط و پنج مطالعه کیفیت پایین داشتند این ارزیابی توصیفی بود و در حذف یا وزن‌دهی مطالعات نقشی نداشت.

تحلیل محتوای مقالات منتخب نشان داد شاخص‌ها و معیارهای به‌کاررفته را می‌توان در شش دستهٔ اصلی طبقه‌بندی کرد. این دسته‌بندی بر اساس شباهت مفهومی شاخص‌ها و کارکرد آن‌ها در نظام حمل‌ونقل هوشمند انجام شده است. نکتهٔ مهم دربارهٔ خوانش جدول ۵ آن است که واحد شمارش در این پژوهش «ذکر یا بررسی شاخص» است، نه «تعداد مقاله». به بیان دیگر، هر مقاله بر اساس محتوای واقعی متن کامل خود، در هر محوری که به طور مشخص و قابل‌استخراج به آن پرداخته باشد، شمارش شده است. بنابراین، در جدول ۵ دو واحد شمارش مکمل به کار رفته است: واحد اصلی، تعداد ۴۱ شاخص و مؤلفهٔ استخراج‌شده است که گسترهٔ محتوایی توجه به هر محور را نشان می‌دهد و واحد مکمل، تعداد مطالعات پوشش‌دهنده است که نشان می‌دهد چند پژوهش به طور مشخص به آن محور پرداخته‌اند. معیار پوشش، وجود دست‌کم یک شاخص مشخص و مستدل در متن مطالعه است و صرفِ اشارهٔ کلی ملاک نبوده است. در ستون تعداد مطالعات پوشش‌دهندهٔ یک مقاله می‌تواند هم‌زمان در دو یا چند محور قرار گیرد و به همین‌دلیل، مجموع فراوانی‌های جدول (۲۲ مورد) از تعداد کل مقالات منتخب (۱۸ مقاله) بیشتر است. برای نمونه، مطالعهٔ اسکندری‌ثانی و همکاران (۲۰۱۸) هم مدیریت ترافیک و سامانه‌های حمل‌ونقل هوشمند را بررسی کرده و هم به حمل‌ونقل عمومی اشاره دارد، از این‌رو در هر دو محور دوم و سوم شمارش شده است. معیار قرار گرفتن یک مقاله در چند دسته، وجود حداقل یک شاخص یا معیار مشخص و مستدل در متن مقاله برای هر دسته است؛ صرفِ اشارهٔ کلی یا ضمنی ملاک شمارش نبوده است. در جدول ۵، ستون خاستگاه نشان می‌دهد شاخص‌های هر محور تا چه حد مستقیم از متون مطالعات مرورشده برآمده‌اند: مؤلفه‌های «استخراج مستقیم» در متن دست‌کم یک مطالعهٔ منتخب باصراحت بررسی شده‌اند، مؤلفه‌های «سنتز نظری» اگرچه خاستگاهشان متون مطالعات است، شکل شاخص‌محور آن‌ها از پیوند با مبانی نظری پژوهش حاصل شده و مفاهیم تاب‌آوری شبکه، امنیت و حکمرانی داده و ارزیابی پیامدهای واقعی، پیشنهاد نویسندگان برای پوشش شکاف‌های شناسایی شده‌اند و به همین‌دلیل در ستون شاخص‌های جدول درج نشده‌اند، اما در روش‌شناسی به آن پرداخته شده است.

جدول ۵. طبقه‌بندی موضوعی مطالعات مرورشده و محورها و مؤلفه‌های استخراج‌شده

محور موضوعی	شاخص‌ها و مؤلفه‌های استخراج‌شده از مطالعات	خاستگاه	تعداد مطالعات پوشش‌دهنده	درصد تعداد مطالعات پوشش‌دهنده	تعداد شاخص‌ها	درصد تعداد شاخص‌ها
زیرساخت و فناوری حمل‌ونقل هوشمند	تعداد و پوشش حسگرها و دوربین‌ها؛ زیرساخت اینترنت اشیا و ضریب نفوذ آن؛ رایانش ابری و ظرفیت پردازش داده؛ زیرساخت فناوری اطلاعات و ارتباطات و پوشش شبکهٔ ارتباطی؛ سامانه‌های اطلاعات مکانی و پایگاه‌های دادهٔ مکانی؛ زیرساخت داده و تبادل اطلاعات میان سامانه‌ها؛ قابلیت اتصال و هم‌کنش‌پذیری سامانه‌ها؛ سامانه‌های ارتباطی و شبکه‌های مخابراتی	استخراج مستقیم	۳	۱۳.۷	۸	۱۹.۵
مدیریت و پایش هوشمند ترافیک و وسایل نقلیه	پوشش و عملکرد مدیریت هوشمند ترافیک؛ سامانه‌های پایش خودرو و ناوگان؛ سامانه‌های کنترل و تخفیف سرعت؛ دوربین‌های هوشمند ترافیکی و نرخ ثبت تخلف؛ مدیریت طرح‌های ترافیکی (طرح ترافیک)؛ کنترل هوشمند جریان تردد و زمان واکنش سامانه‌ها؛ سامانه‌های اطلاع‌رسانی و هشدار اضطراری	استخراج مستقیم	۳	۱۳.۷	۷	۱۷.۱
حمل‌ونقل عمومی و پایدار	دسترسی و پوشش شبکهٔ حمل‌ونقل عمومی؛ کیفیت و قابلیت اطمینان خدمات؛ زمان انتظار و حداکثر زمان سفر؛ سهم حمل‌ونقل عمومی از سفرهای شهری؛ حمل‌ونقل پایدار و ارتقای سهم آن؛ رضایت شهروندان از خدمات؛ پیوند خدمات با پایداری اجتماعی و کاهش آلودگی زیست‌محیطی	استخراج مستقیم/ سنتز نظری (پیامدهای پایداری)	۵	۲۲.۷	۷	۱۷.۱
حمل‌ونقل غیرموتوری و پیاده‌مداری	طول و پیوستگی شبکهٔ پیاده‌روی؛ توسعهٔ دوچرخه‌سواری و ظرفیت و ضریب نفوذ آن؛ طراحی مسیرهای پیاده‌مدار و اولویت‌دار؛ مسیرهای ویژهٔ دوچرخه و پیوستگی شبکه؛ تنوع شیوه‌های جابه‌جایی و سهم سفرهای فعال (پیاده‌روی و دوچرخه‌سواری)؛ مبلمان شهری و کیفیت فضای پیاده	استخراج مستقیم/ سنتز نظری (دسترسی کم‌توان‌ها)	۲	۹.۱	۶	۱۴.۵
مدیریت پارکینگ هوشمند	سامانه‌های مدیریت هوشمند پارکینگ؛ دوربین‌های ثبت خودکار و ثبت تخلف پارکینگ؛ سامانه‌های شناسایی ظرفیت و راهنمایی به جای پارک؛ کنترل هوشمند ورود و خروج	استخراج مستقیم	۱	۴.۵	۴	۹.۸
برنامه‌ریزی راهبردی، سناریونویسی و عوامل نهادی	اولویت‌بندی راهبردهای توسعه؛ به‌کارگیری آینده‌پژوهی و سناریونویسی؛ آمادگی سازمانی؛ سطح پذیرش فناوری؛ موانع مدیریتی و کمبود دانش فنی مدیران؛ سطح هماهنگی نهادی؛ عمق همکاری صنعت و دانشگاه؛ کفایت منابع مالی و اعتبارات و ساختار مدیریت یکپارچه و سازوکارهای حکمروایی	استخراج مستقیم/ پیشنهاد نویسندگان	۸	۳۶.۳	۹	۲۲.۰
جمع کل			۲۲	۱۰۰	۴۱	۱۰۰

مقایسهٔ دسته‌های شناسایی‌شده نشان می‌دهد «برنامه‌ریزی راهبردی، سناریونویسی و عوامل نهادی» با حضور در ۸ مقاله، گسترده‌ترین حوزهٔ مورد توجه بوده است. با این‌حال، چنان که در بخش بحث تبیین می‌شود، فراوانی بیشتر مطالعات یک محور، به‌تنهایی معیاری برای داوری دربارهٔ اهمیت یا اثرگذاری آن محور نیست، اما به طور کلی این یافته بیانگر آن است که بخش مهمی از مطالعات داخلی، حمل‌ونقل هوشمند را از منظر شناسایی راهبردها، موانع، الزامات، سناریوهای آینده و ظرفیت‌های سازمانی بررسی کرده‌اند. در این مطالعات، عواملی مانند هماهنگی سازمان‌های دولتی، آمادگی سازمانی، دانش فنی مدیران، همکاری صنعت و دانشگاه، پذیرش اینترنت اشیا و ظرفیت‌های مدیریتی، نقش تعیین‌کننده‌ای در تحقق حمل‌ونقل هوشمند داشته‌اند. از این منظر، هوشمندسازی حمل‌ونقل در ایران فقط مسئله‌ای فنی نیست، بلکه به ساختار تصمیم‌گیری، هماهنگی نهادی، منابع مالی، انتقال دانش و ظرفیت سازمانی نیز وابسته است.

دستهٔ «حمل‌ونقل عمومی و پایدار» با حضور در ۵ مقاله، دومین محور پرتوجه در مطالعات منتخب بوده است. نتایج این مطالعات نشان می‌دهد حمل‌ونقل عمومی در ارزیابی هوشمندی شهرها جایگاه مهمی دارد و عواملی همچون میزان دسترسی، کیفیت خدمات، رضایت شهروندان، پوشش فضایی و ارتباط آن با پایداری اجتماعی و محیط زیستی، از معیارهای مهم این حوزه هستند. برخی مطالعات نیز نشان داده‌اند وضعیت حمل‌ونقل عمومی در مناطق مختلف یک شهر یکسان نیست و میان مناطق شهری از نظر دسترسی و برخورداری از خدمات هوشمند تفاوت وجود دارد. این یافته، بر اهمیت توجه به توزیع فضایی خدمات حمل‌ونقل و پرهیز از ارزیابی میانگین‌محور تأکید می‌کند، زیرا ممکن است یک شهر در مجموع از وضعیت مناسبی برخوردار باشد، اما برخی محله‌ها یا گروه‌های اجتماعی از خدمات حمل‌ونقل عمومی و زیرساخت‌های هوشمند بهرهٔ کمتری داشته باشند.

«زیرساخت و فناوری حمل‌ونقل هوشمند» و «مدیریت و پایش هوشمند ترافیک و وسایل نقلیه» هریک در ۳ مقاله مورد توجه قرار گرفته‌اند. در حوزهٔ زیرساخت و فناوری، اینترنت اشیا، رایانش ابری، فناوری اطلاعات و ارتباطات و زیرساخت‌های داده‌ای به عنوان بسترهای اصلی حمل‌ونقل هوشمند مطرح شده‌اند. این مطالعات

نشـان می‌دهند ایجاد سـامانه‌های هوشـمند بـدون زیرسـاخت ارتباطی، امـکان تبـادل داده و ظرفیـت پـردازش اطلاعـات، اثربخشـی محـدودی خواهـد داشـت. در حـوزهٔ مدیریت و پایـش نیز موضوعاتـی مانند کنترل ترافیـک، پایـش سـرعت، کنتـرل ورود و خـروج وسـایل نقلیـه، مدیریت طرح‌هـای ترافیکـی، اسـتفاده از دوربین‌هـای هوشـمند و اطلاع‌رسـانی اضطـراری مـورد توجـه قـرار گرفته‌اند. با وجـود اهمیت ایـن موضوعات، در بسـیاری از مطالعـات تمرکـز بیشـتر بـر معرفـی فنـاوری یـا ارائـهٔ سـناریوهای کاربـردی بـوده و ارزیابـی آثـار واقعی آن‌ها بـر کاهش زمان سـفر، کاهـش تصادفـات، کاهـش مصـرف سـوخت و کاهـش آلودگـی کمتر انجام شده است.

«حمل‌ونقـل غیرموتـوری و پیاده‌مـداری» تنهـا در ۲ مقالـه بـه طـور مسـتقل بررسـی شـده اسـت. ایـن مطالعـات بـر اهمیـت پیـاده‌روی، دوچرخه‌سـواری، طراحـی مسـیرهای فعـال، ایجـاد مسـیرهای مجـزای پیـاده و دوچرخـه، مبلمـان شـهری، فرهنگ‌سـازی و افزایـش تنـوع شـیوه‌های جابه‌جایـی تأکیـد کرده‌انـد. کم‌توجهـی بـه ایـن حـوزه در مطالعـات داخلـی، در حالـی اسـت کـه ادبیـات جدید شـهر هوشـمند و حمل‌ونقـل پایـدار، حمل‌ونقـل فعـال را یکـی از ارکان اصلـی تحـرک هوشـمند می‌دانـد. حمل‌ونقـل هوشـمند نبایـد فقـط به خـودرو، کنترل ترافیـک و زیرسـاخت‌های دیجیتـال محـدود شـود؛ بلکـه بایـد امـکان حرکـت ایمـن، راحـت و برابـر بـرای عابـران پیـاده، دوچرخه‌سـواران، سـالمندان، کـودکان و افراد دارای معلولیت را نیـز فراهم کند. همچنین، ارتبـاط میـان حمل‌ونقـل غیرموتـوری و عدالـت فضایـی و اجتماعـی در مطالعات داخلی کمتر به صورت مستقل بررسی شده است.

«مدیریـت پارکینـگ هوشـمند» نیـز تنهـا در یـک مقالـه بـه عنـوان موضـوع اصلـی مطالعـه ظاهـر شـده اسـت. این موضـوع نشـان می‌دهد اگرچـه کمبـود پارکینـگ و مدیریت نامناسـب فضاهای توقف از مسـائل مهـم کلان‌شـهرهای ایـران اسـت، هنـوز پژوهش‌هـای محـدودی بـه ارزیابـی شـاخص‌های پارکینـگ هوشـمند، مدیریـت ظرفیـت، اطلاع‌رسـانی لحظـه‌ای، رزرو الکترونیکـی، قیمت‌گـذاری هوشـمند و ارتبـاط پارکینـگ بـا مدیریـت تقاضـای سـفر پرداخته‌انـد. بنابرایـن، پارکینـگ هوشـمند یکـی از حوزه‌هایـی اسـت کـه نیازمنـد مطالعـات عمیق‌تر و کاربردی‌تر است.

در ادامـه می‌تـوان گفـت کـه چنـد حـوزه در مطالعـات منتخـب کمتـر مـورد توجـه قـرار گرفته‌انـد، نخسـت، عدالـت حمل‌ونقلـی و دسترسـی گروه‌هـای آسـیب‌پذیر تنهـا در دو مطالعـه و آن هـم بـه صـورت ضمنی و در قالـب مفاهیـم مجاور، نه به عنوان محور مسـتقل سـنجش، بررسـی شـده اسـت، کاووسـی و محمدی (Kavoosi, 2020) پایداری اجتماعی و دسترسـی بـه خدمـات را ارزیابـی کردنـد و کاوه و همـکاران (Kaveh, 2021) در چارچـوب مدیریـت یکپارچـه بـه دیـدگاه سیسـتمی و عدالت اشـاره داشـتند؛ در ۱۶ مطالعهٔ دیگر هیچ اشـاره‌ای به این حوزه نیسـت. دوم، حمل‌ونقـل فعـال و غیرموتـوری نیز فقـط در دو مطالعـه به صورت مسـتقل بررسـی شـده اسـت (Kaveh, 2021; Parhizgar, 2022) و در سـایر ۱۶ مطالعـه غایـب اسـت. سـوم، تـاب‌آوری شـبکهٔ حمل‌ونقـل در برابـر بحران‌هـا، حـوادث طبیعی و اختـلالات فناورانـه در هیچ‌یک از ۱۸ مطالعـه موضـوع بررسـی قـرار نگرفتـه اسـت. چهـارم، امنیـت، حریـم خصوصـی و حکمرانـی داده تنهـا در یـک مطالعـه (Baradaran et al., 2021) و آن هـم بـه صـورت جزئی و فقـط فنی در سـناریوهای اینترنت اشـیا مطرح شـده، نه بـه عنوان شـاخص حکمرانـی داده؛ در ۱۷ مطالعهٔ دیگـر ایـن موضـوع غایـب اسـت. پنجـم، مشـارکت شـهروندی در برنامه‌ریـزی حمل‌ونقـل نیـز تنهـا در یـک مطالعـه (Kavoosi, 2021) و آن هـم بـه صـورت جزئـی، بـه عنـوان یکـی از مؤلفه‌هـای تحـرک هوشـمند، ظاهر شـده اسـت. ششـم و درنهایت، ارزیابی پیامدهای واقعی سـامانه‌های مسـتقر، اعـم از ارزیابـی پیـش و پـس از اجـرای پروژه‌ها در هیچ‌یک از مطالعات منتخب انجام نشده است.

بـر مبنـای تحلیـل انجام‌شـده، چارچـوب پیشـنهادی نویسـندگان ایـن پژوهـش بـرای سـنجش حمل‌ونقل هوشـمند در شـهرهای ایران شـامل شـش محور اصلی است. محور نخسـت، زیرسـاخت و فناوری‌های نوین حمل‌ونقـل اسـت کـه اینترنـت اشـیا، رایانش ابـری، فنـاوری اطلاعات و ارتباطـات، سـامانه‌های اطلاعـات مکانـی، حسـگرها، دوربین‌هـا و زیرسـاخت‌های تبـادل داده را دربرمی‌گیـرد. محـور دوم، مدیریـت و پایش هوشـمند ترافیک و وسـایل نقلیه اسـت و معیارهایی مانند کنترل بلادرنـگ ترافیـک، مدیریـت سـوانح، پایـش سـرعت، کنتـرل ورود و خـروج، مدیریـت تقاضـای سـفر و اطلاع‌رسـانی هوشـمند را شـامل می‌شـود. محـور سـوم، حمل‌ونقـل عمومـی و نیمه‌عمومـی هوشـمند اسـت کـه کیفیـت، پوشـش، دسترسـی، قابلیـت اطمینـان، رضایـت کاربـران، مدیریـت نـاوگان و پیونـد آن بـا پایـداری اجتماعـی و زیسـت‌محیطی را مـورد توجـه قـرار می‌دهد. محـور چهـارم، حمل‌ونقل غیرموتـوری و پیاده‌مداری اسـت که شـامل پیاده‌روی، دوچرخه‌سـواری، مسـیرهای ایمن و پیوسـته، دسترسـی افـراد کم‌توان، مبلمان شـهری و ارتبـاط حمل‌ونقـل فعـال بـا سـلامت و کیفیـت زندگـی اسـت. محـور پنجـم، پارکینـگ هوشـمند اسـت کـه مدیریت ظرفیـت، اطلاع‌رسـانی، رزرو، پرداخـت الکترونیکـی، کنتـرل ورود و خـروج و ارتبـاط با مدیریت ترافیـک را دربرمی‌گیـرد. محـور ششـم، برنامه‌ریـزی راهبـردی، سناریونویسـی و عوامـل نهـادی اسـت کـه شـامل هماهنگـی سـازمانی، آمادگـی مدیریتـی، منابـع مالـی، پذیـرش فنـاوری، همـکاری صنعـت و دانشـگاه، کفایـت منابـع مالـی و اعتبارات، سـاختار مدیریـت یکپارچه و سـازوکارهای حکمروایـی می‌شـود. افـزون بر ایـن، مؤلفه‌هـای تاب‌آوری شـبکه، امنیـت و حکمرانـی داده و ارزیابـی پیامدهـای واقعی سـامانه‌ها، به عنوان پیشـنهاد نویسـندگان برای پوشـش شـکاف‌های شناسایی‌شده (نه مؤلفه‌های استخراج‌شده از مطالعات) به چارچوب افزوده شده‌اند.

گفتنـی اسـت ایـن چارچـوب از یکسـو ویژگـی توصیفی دارد و از سـوی دیگـر، ویژگـی پیشـنهادی؛ بـه ایـن‌معنـا کـه محورهـای یـک تـا پنـج عمدتـاً مسـتقیم از تحلیـل محتـوای مطالعـات مرورشـده اسـتخراج شـده‌اند، محورهـای جمعیتـی و پیامدهـای اجتماعـی و زیسـت‌محیطی حاصـل سـنتز نظـری مطالعـات بـا مبانـی پژوهش‌انـد و مؤلفه‌هـای تـاب‌آوری شـبکه، امنیـت و حکمرانـی داده و ارزیابی پیامدهـای واقعی، پیشـنهاد نویسـندگان برای پوشـش شـکاف‌های شناسایی‌شـده در مرور هسـتند و در هیچ‌یـک از ۱۸ مطالعـه بـه صـورت مسـتقل بررسـی نشـده‌اند. تفکیـک کامل این سـه خاسـتگاه در بخش روش‌شناسـی ارائه شـده اسـت. مقایسـهٔ نظام‌منـد ایـن چارچـوب بـا الگـوی گیفینگـر و منطـق سـنجش سه‌سـطحی آن (نهـاده‌ای، فراینـدی و پیامـدی)، در بخش‌های بحث و نتیجه‌گیری تبیین شده است.

در نهایـت، یافته‌هـای پژوهـش نشـان می‌دهـد مطالعـات داخلـی حمل‌ونقـل هوشـمند، اگرچـه در سـال‌های اخیـر از نظـر تعـداد و تنـوع موضوعـی گسـترش یافته‌انـد، همچنـان بـا پراکندگـی مفهومـی و روش‌شـناختی مواجه‌انـد. تمرکـز بـر مدیریـت ترافیـک، حمل‌ونقـل عمومـی، فنـاوری اطلاعـات و عوامـل نهـادی، بخـش مهمـی از ادبیـات داخلـی را شـکل داده اسـت؛ امـا حمل‌ونقـل فعـال، عدالـت حمل‌ونقلی، تـاب‌آوری، امنیـت داده، ارزیابـی پیامدهـای واقعـی و سـنجش تجربـهٔ کاربـران کمتـر مـورد توجـه قـرار گرفته‌انـد. از ایـن‌رو، چارچـوب شـش‌محوری تدویـن شـده می‌توانـد مبنایـی بـرای مطالعـات آینـده فراهـم کنـد؛ مشـروط بـر آن‌کـه در اجـرای آن، محورهـای فناورانـه در

کنار محور عملکردی، اجتماعی، زیست‌محیطی و فضایی سنجیده شوند.

۵. بحث و تفسیر یافته‌ها

یافته‌های این مرور نظام‌مند نشان می‌دهد ادبیات منتشرشده در پایگاه‌های فارسی‌زبان تا سال ۱۴۰۱دربارهٔ حمل‌ونقل هوشمند، به خلاف تصور رایج فناوری‌محور بودن این حوزه، در مجموع بیش از همه بر محور برنامه‌ریزی راهبردی، سناریونویسی و عوامل نهادی (۸ مقاله) متمرکز بوده‌اند و پس از آن، حمل‌ونقل عمومی و پایدار (۵ مقاله)، زیرساخت فناورانه و مدیریت و پایش ترافیک (هر یک ۳ مقاله)، حمل‌ونقل غیرموتوری (۲ مقاله) و پارکینگ هوشمند (۱ مقاله) قرار دارند. این فراوانی‌ها در کنار شمارش ۴۱ شاخص استخراج‌شده گزارش شده‌اند (جدول ۵)؛ همچنین در تفسیر یافته‌های جدول ۵ باید میان دو مفهوم متفاوت تمایز قائل شد: «فراوانی مطالعات» و «اهمیت یا اثرگذاری موضوع». تعداد مقالات یک محور، فقط نشان‌دهندهٔ میزان توجه پژوهشگران داخلی به آن موضوع است و لزوماً به معنای اهمیت بیشتر، اولویت بالاتر یا اثرگذاری آن در عملکرد واقعی نظام حمل‌ونقل نیست. برای نمونه، بیشتر بودن مطالعات عوامل راهبردی و نهادی نسبت به سایر محورها، می‌توانند ناشی از سه عامل غیرمرتبط با اهمیت ذاتی این عوامل باشد: نخست، سهولت نسبی سنجش این عوامل با روش‌های مصاحبه و پرسش‌نامه در مقایسه با داده‌های عملکردی سخت؛ دوم، دردسترس بودن خبرگان سازمانی به عنوان جامعهٔ پژوهش در مقایسه با داده‌های میدانی و فناورانه و سوم، مرحلهٔ توسعهٔ این حوزه در ایران که در آن شناسایی الزامات و موانع، بر ارزیابی عملکرد سامانه‌های مستقر مقدم است. به همین‌ترتیب، کم بودن مطالعات حمل‌ونقل غیرموتوری یا پارکینگ هوشمند، به‌تنهایی دلیلی بر کم‌اهمیت بودن این حوزه‌ها نیست؛ بلکه همان‌گونه که در ادامه تبیین می‌شود، می‌تواند بازتاب نگاه خودروم‌حور، دشواری سنجش یا محدودیت داده باشد. بنابراین، فراوانی مقالات در این پژوهش به عنوان «نمایهٔ توجه پژوهشی» گزارش شده است، نه «معیار اهمیت موضوعی» و داوری دربارهٔ اهمیت واقعی هر محور، نیازمند مطالعات ارزیابی‌محور و مقایسهٔ اثرات واقعی هر مؤلفه بر پیامدهای حمل‌ونقلی است.

با این‌حال، ماهیت همین مطالعات نهادی و راهبردی بیانگر آن است که می‌توان احتمال داد فناوری، محور اصلی دغدغهٔ پژوهشگران بوده است؛ زیرا این مطالعات عمدتاً موانع فناورانه، زیرساخت‌های مورد نیاز و راهبردهای توسعهٔ فناوری را بررسی کرده‌اند، نه حکمرانی داده یا پیامدهای اجتماعی را. برای نمونه، گودرزی و همکاران (Goudarzi, 2019) کمبود اعتبارات و دانش فنی، شفیعی نیک‌آبادی و شامبیاتی (Shafiei-Nikabadi, 2021) آمادگی سازمانی برای استقرار اینترنت اشیا، طهماسبی و قربانی (Amin-Tahmasebi, 2021) کاربردی نبودن تولیدات علمی برای صنعت و احمدی و همکاران (Ahmadi, 2019) هماهنگی سازمان‌های دولتی را موضوع اصلی خود کرده‌اند یعنی نهادها در همهٔ این مطالعات به عنوان ابزار تسهیل استقرار فناوری دیده شده‌اند، نه به عنوان موضوع حکمرانی و پیامدهای اجتماعی. به بیان دیگر، فراوانی بالای محور نهادی، به معنای اولویت دادن پژوهش‌ها به ابعاد اجتماعی و حکمرانی نیست، بلکه از منظر نظری می‌توان آن را بازتاب نگاهی ابزاری به نهادها به‌مثابه پیش‌شرط استقرار فناوری تفسیر کرد. این جهت‌گیری با تعریف کلاسیک گیفینگر از تحرک هوشمند، یعنی تأکید بر دسترسی، زیرساخت فناوری اطلاعات و ارتباطات و سامانه‌های حمل‌ونقل نوین و ایمن، هم‌راستاست .این تمرکز بر اجزای فناورانهٔ ITS و اینترنت اشیا، در حالی که ابعاد نظام‌مندتر حمل‌ونقل هوشمند و بُعد کاربرمحور تحرک هوشمند کمتر دیده شده‌اند، بازتاب همان شکاف میان هوشمندسازی زیرساخت و هوشمندسازی تجربهٔ جابه‌جایی است که در ادامه تبیین می‌شود (Giffinger et al., 2007) با این‌حال، در ادبیات جدید، حمل‌ونقل هوشمند فقط با میزان برخورداری از تجهیزات دیجیتال سنجیده نمی‌شود، بلکه پاسخ‌گویی به نیازهای اجتماعی، کاهش نابرابری، افزایش تاب‌آوری، حفاظت از محیط زیست و ارتقای کیفیت تجربهٔ سفر نیز اهمیت دارد (Snyder, 2019; Xiao & Watson, 2019).

تمرکز مطالعات داخلی بر فناوری و مدیریت را می‌توان از منظر نظریهٔ نظام اجتماعی ـ فنی تبیین کرد. بر اساس این نظریه، فناوری زمانی به نتایج مطلوب منجر می‌شود که با ساختارهای سازمانی، قواعد نهادی، رفتار کاربران و نیازهای شهروندان هماهنگ باشد. بنابراین نصب دوربین، ایجاد سامانهٔ موقعیت‌یابی یا استفاده از اینترنت اشیا، به‌تنهایی تحقق حمل‌ونقل هوشمند را تضمین نمی‌کند، بلکه این فناوری‌ها باید به تصمیم‌گیری بهتر، بهبود خدمات، کاهش هزینه، افزایش ایمنی و جلب اعتماد شهروندان منجر شوند. از این‌رو، تمرکز فناورانهٔ پژوهش‌های داخلی را نمی‌توان ضعف مطلق دانست، زیرا زیرساخت‌های اطلاعاتی پیش‌شرط هوشمندسازی هستند، اما مشکل زمانی ایجاد می‌شود که این زیرساخت‌ها به عنوان هدف نهایی، نه وسیله‌ای برای تحقق اهداف اجتماعی و زیست‌محیطی، در نظر گرفته شوند. چند عامل ممکن است این الگو را تقویت کرده باشند: نخست تا حدودی می‌توان گفت که این حوزه در ایران هنوز در مرحلهٔ نخست خود است و پژوهش‌ها طبیعتاً ابتدا به شناسایی ضرورت‌ها و موانع پرداخته‌اند. دوم می‌توان احتمال داد دشواری دسترسی به داده‌های بهره‌برداری نیز در غلبهٔ شاخص‌های نهاده‌ای و نهادی نقش داشته باشد و سوم از منظر نظری می‌توان فرض کرد ملموس بودن مسائل ترافیکی روزمره برای پژوهشگران و سیاست‌گذاران، توجه به مفاهیمی مانند عدالت حمل‌ونقلی را کم‌رنگ‌تر کرده است (Chourabi et al., 2012). البته این قضاوت تنها بر پایهٔ مطالعات فارسی‌زبان صورت گرفته و احتمال وجود پژوهش‌های فارسی‌زبان منتشرنشده در پایگاه‌های مورد جست‌وجو یا پژوهش‌های ایرانی در نشریات بین‌المللی، که در پژوهش حاضر نیامده‌اند، باید در تفسیر لحاظ شود.

کم‌رنگ بودن ابعاد اجتماعی و رفتاری احتمالاً با دشواری سنجش آن‌ها مرتبط است؛ هرچند هیچ‌یک از ۱۸ مطالعه به طور صریح دشواری سنجش را به عنوان علت بیان نکرده‌اند، اما دو شاهد غیرمستقیم از دو مقاله این فرضیه را پشتیبانی می‌کند که نخست، مطالعاتی که به این ابعاد نزدیک شده‌اند، عموماً از پرسش‌نامهٔ شهروندان استفاده کرده‌اند (Eskandari Sani et al., 2019; Kavoosi, 2021) و همین نشان می‌دهد مسیر متعارف سنجش این شاخص‌ها، پیمایش‌های هزینه‌بر میدانی است؛ دوم، مطالعات فناورانهٔ مقالهٔ برادران و همکاران و بزرگ‌خو و همکاران (Baradaran et al., 2021; Bozorgkhoo, 2021) کاملاً از شاخص‌های اجتماعی دور مانده‌اند. این الگو می‌تواند ناشی از محدودیت داده نیز باشد، نه فقط انتخاب نظری پژوهشگران. همچنین، یافته‌های حاضر با مرور احمدیان (Ahmadian, 2022) از مطالعات حمل‌ونقل هوشمند ایران نیز قابل

مقایسه است. همگرایی در آن است که هر دو، مدیریت ترافیک، سامانه‌های فناورانه و حمل‌ونقل عمومی را محورهای اصلی شناسایی کرده‌اند؛ تفاوت در آن است که مرور حاضر با غربالگری مبتنی بر چارچوب پریزما و تمرکز مشخص بر شاخص‌ها انجام شده، در حالی که آن مرور عمدتاً موضوع‌محور بود و طبقه‌بندی ۱۱مؤلفه‌ای‌اش از شناخت موضوعات حاصل شده است، نه شمارش فراوانی شاخص‌ها. اندازه‌گیری تعداد سامانه‌ها یا تجهیزات هوشمند آسان‌تر از سنجش اعتماد عمومی، احساس امنیت، رضایت کاربران، عدالت فضایی و اثرگذاری خدمات بر گروه‌های کم‌برخوردار است. این محورها به داده‌های خرد، پیمایش‌های گسترده و تحلیل‌های مکانی نیاز دارند؛ در حالی که چنین داده‌هایی در بسیاری از شهرهای ایران به صورت منظم و قابل دسترسی تولید نمی‌شوند. پیامد این وضعیت، احتمال اشتباه گرفتن «تجهیز شهر به فناوری» با «تحقق هوشمندی» است.

الگوی شناسایی‌شده در این مرور با سیر تحول ادبیات بین‌المللی نیز قابل مقایسه است. در مرورهای نظام‌مند خارجی، حرکت از شاخص‌های فناورانه به شاخص‌های پیامدی و کاربرمحور، مرحلهٔ بلوغ این حوزه تلقی شده است (Xiao & Watson, 2019) برای نمونه، مطالعات بین‌المللی اخیر از شمارش تجهیزات به سنجش اثر سامانه‌های هوشمند بر زمان سفر، ایمنی و انتشار کربن گذاشته‌اند، و عدالت و دسترسی گروه‌های آسیب‌پذیر به موضوع مستقل پژوهشی تبدیل شده است. مقایسهٔ این الگو با مطالعات داخلی نشان می‌دهد ادبیات فارسی‌زبان هنوز به این چرخش پارادایمی نرسیده است، وضعیتی که با مرحلهٔ نخست توسعهٔ شهر هوشمند در ادبیات بین‌المللی یعنی تأکید بر ضرورت‌ها و زیرساخت‌ها پیش از ارزیابی پیامدها هم‌ارز است (Chourabi et al., 2012). البته این قضاوت تنها بر پایهٔ مطالعات فارسی‌زبان صورت گیرد و باید با احتیاط تفسیر شود.

یکی از برداشت‌های مهم تحلیلی پژوهش، فاصلهٔ میان هوشمندسازی زیرساخت و هوشمندسازی تجربهٔ جابه‌جایی است. هوشمندسازی زیرساخت به ایجاد حسگرها، دوربین‌ها، شبکه‌های ارتباطی و سامانه‌های مدیریت داده مربوط می‌شود؛ اما هوشمندسازی تجربهٔ سفر باید به سریع‌تر، ایمن‌تر، ارزان‌تر، قابل اعتمادتر، عادلانه‌تر و پایدارتر شدن جابه‌جایی برای شهروندان بینجامد. بر این‌اساس، ارزیابی‌های آینده باید میان سطوح نهاده‌ای، فرایندی و پیامدی تفاوت بگذارند؛ منطق این تفکیک در ادامه تبیین می‌شود.

تمرکز جغرافیایی مطالعات بر کلان‌شهرها و مراکز استان‌ها نیز می‌تواند موجب ایجاد سوگیری در ادبیات پژوهش شود. اگرچه این شهرها به دلیل تراکم جمعیتی، پیچیدگی ترافیکی، منابع مالی و ظرفیت دانشگاهی بیشتر کانون طبیعی مطالعات هوشمندسازی هستند، اما مسائل شهرهای کوچک و متوسط الزاماً مشابه کلان‌شهرها نیست. در شهرهای کوچک، ضعف دسترسی، نبود حمل‌ونقل عمومی منظم، محدودیت منابع و آسیب‌پذیری شبکه ممکن است اهمیت بیشتری از تراکم شدید ترافیک داشته باشد. بنابراین، حمل‌ونقل هوشمند باید زمینه‌مند باشد و انتخاب فناوری، شاخص‌ها و اولویت‌های سیاستی بر اساس ویژگی‌های جمعیتی، اقتصادی، فضایی، نهادی و محیط زیستی هر شهر انجام گیرد.

کمبود مطالعات تطبیقی میان‌شهری نیز امکان تشخیص شاخص‌های عمومی و عوامل وابسته به شرایط محلی را محدود کرده است. مطالعات تک‌شهری برای شناخت مسائل بومی ضروری‌اند، اما نمی‌توانند به‌تنهایی میزان قابلیت تعمیم راهکارها را مشخص کنند. ممکن است یک سامانه در شهری با زیرساخت ارتباطی و ساختار مدیریتی منسجم موفق باشد، اما در شهری دیگر به دلیل کمبود منابع یا ضعف هماهنگی نهادی نتیجهٔ مطلوبی نداشته باشد. از این‌رو، پژوهش‌های آینده باید تفاوت میان شهرها، مناطق و گروه‌های اجتماعی را در قالب مطالعات تطبیقی بررسی کنند.

با احتیاط می‌توان این غلبه را نشانهٔ آن دانست که دانش حمل‌ونقل هوشمند در ایران هنوز بیشتر در مرحلهٔ شناخت وضعیت موجود، شناسایی موانع و تدوین شاخص‌ها قرار دارد. این مطالعات ضروری‌اند، اما برای پاسخ‌گویی به نیازهای سیاستی کافی نیستند. در گام بعد، انجام مطالعات طولی، ارزیابی پیش‌وپس از اجرای پروژه‌ها، شبیه‌سازی، تحلیل شبکه و استفاده از داده‌های GPS، کارت بلیت، دوربین‌های ترافیکی و داده‌های زمان واقعی ضرورت دارد. چنین رویکردی مشخص می‌کند که سامانه‌های هوشمند در عمل چه تأثیری بر زمان سفر، سرعت، تصادفات، مصرف سوخت، آلودگی و رضایت شهروندان داشته‌اند. از منظر روش‌شناختی نیز همین ناهمگونی شدید مطالعات (در تعریف عملیاتی، مقیاس و شاخص‌ها) امکان فراتحلیل آماری را منتفی کرده و نشان می‌دهد در مرحلهٔ فعلی دانش، مرور توصیفی ـ تحلیلی مانند مرور حاضر، جایگزین کارآمدتری برای فراتحلیل است (Snyder, 2019).

چهار مطالعه به طور مشخص موانع و ظرفیت‌های نهادی را بررسی کرده‌اند: گودرزی و همکاران (Goudarzi, 2019) ضعف دانش فنی مدیران و کمبود اعتبارات را مهم‌ترین موانع هوشمندسازی اهواز شناسایی کردند؛ طهماسبی و قربانی (Amin-Tahmasebi, 2021) فقدان زیرساخت‌های صنعتی و کاربردی نبودن تولیدات علمی را موانع اصلی همکاری صنعت و دانشگاه معرفی کردند، شفیعی‌نیک‌آبادی و شامبیاتی (Shafiei-Nikabadi, 2021) آمادگی سازمانی را عامل کلیدی پذیرش اینترنت اشیا دانستند و احمدی و همکاران (Ahmadi, 2019) هماهنگی سازمان‌های دولتی را مهم‌ترین راهبرد توسعهٔ حمل‌ونقل هوشمند تبریز معرفی کردند. بر این‌اساس، می‌توان استدلال کرد که جزیره‌ای بودن سامانه‌ها و تعدد نهادهای مسئول احتمالا کارایی فناوری را کاهش می‌دهد؛ هرچند اثر مستقیم و تجربی این عوامل بر موفقیت یا شکست پروژه‌ها در مقاله ها آزموده نشده و نیازمند مطالعات علّی است. بنابراین، هوشمندسازی بیش از خرید تجهیزات به معماری نهادی، استانداردهای مشترک، تقسیم وظایف روشن و سازوکارهای پایدار همکاری نیاز دارد. این نتیجه با دیدگاه نام و پاردو همخوان است که نهادها را در کنار فناوری و مردم، یکی از ارکان اصلی شهر هوشمند می‌دانند (Nam & Pardo, 2011).

از منظر عدالت اجتماعی، حمل‌ونقل هوشمند پیامدهای دوگانه دارد. این خدمات می‌توانند دسترسی به اطلاعات سفر و مسیرهای ایمن را افزایش دهند؛ اما در صورت نادیده گرفتن شکاف دیجیتال، گروه‌های فاقد دسترسی کافی به اینترنت، تلفن هوشمند یا ابزارهای پرداخت الکترونیکی ممکن است از مزایای آن محروم شوند. همچنین، تمرکز پروژه‌ها در مناطق برخوردار می‌تواند نابرابری فضایی را تشدید کند. بنابراین، شاخص‌هایی مانند پوشش خدمات در محله‌های کم‌برخوردار، دسترسی افراد دارای معلولیت، استطاعت مالی سفر، دسترسی دیجیتال و رضایت گروه‌های آسیب‌پذیر باید در ارزیابی‌ها لحاظ شوند.

کم‌توجهی به حمل‌ونقل فعال می‌تواند نشان‌دهندهٔ نوعی نگاه

خودرومحور در برنامه‌ریزی حمل‌ونقل باشد؛ هرچند این تفسیر مستقیم از ۱۸ مطالعه استخراج نشده، اما با شواهد غیرمستقیم پژوهش ها سازگار است: تنها دو مطالعه (Kaveh, 2021; Parhizgar, 2022) به این حوزه پرداخته‌اند، در حالی که در پارادایم حمل‌ونقل پایدار، پیاده‌روی و دوچرخه‌سواری از ارکان تحرک هوشمند شمرده می‌شوند (Banister, 2008). بر این‌اساس، عابر پیاده، دوچرخه‌سوار و سایر کاربران آسیب‌پذیر باید در کنار خودرو و زیرساخت‌های دیجیتال، کاربران اصلی شبکهٔ حمل‌ونقل در نظر گرفته شوند.

با این‌حال، برای تقویت کاربرد چارچوب شش‌محوری پیشنهادی، سه سطح سنجش پیشنهاد می‌شود. سطح نخست، سطح نهاده‌ای (فناوری و زیرساخت) است که به منابع و امکاناتی اشاره دارد که پیش از بهره‌برداری از سامانه وجود دارند و با پرسش «چه چیزی در اختیار است؟» سنجیده می‌شوند، مانند تعداد دوربین‌ها، میزان پوشش شبکهٔ ارتباطی، تعداد ناوگان یا ظرفیت پردازش داده. ویژگی متمایز این سطح، قابل‌شمارش بودن مستقل از عملکرد است؛ یعنی محور بدون نیاز به داده‌های بهره‌برداری قابل اندازه‌گیری است. وجود یک سامانه به‌تنهایی نشان‌دهندهٔ عملکرد مناسب یا اثرگذاری آن نیست و به همین‌دلیل، توقف در این سطح کافی نیست. سطح دوم، سطح فرایندی (عملکرد و مدیریت) است که به کیفیت کارکرد سامانه‌ها هنگام بهره‌برداری اشاره دارد و با پرسش «سامانه چقدر خوب کار می‌کند؟» سنجیده می‌شود مانند سرعت پردازش و زمان واکنش سامانه، دقت داده‌های گردآوری‌شده و هماهنگی سازمانی در بهره‌برداری. ویژگی متمایز این سطح، وابستگی آن به داده‌های بهره‌برداری مستمر است شاخص‌های این سطح تنها در حین کارکرد سامانه قابل سنجش‌اند. سطح سوم، سطح پیامدی است که به آثار و نتایج عملکرد سامانه بر شهر، محیط زیست و شهروندان اشاره دارد و با پرسش «چه تغییری در واقعیت ایجاد شده است؟» سنجیده می‌شود مانند کاهش زمان سفر، کاهش مصرف انرژی، کاهش انتشار آلاینده‌ها، کاهش تصادفات، افزایش رضایت کاربران و کاهش هزینهٔ سفر. ویژگی متمایز این سطح، سنجش تغییر نسبت به وضعیت پیش از استقرار سامانه است. منطق تخصیص هر محور نیز بر مبنای همین سه پرسش است: هر محور به سطحی تعلق دارد که پرسش متمایز آن را پاسخ می‌دهد. برای نمونه، «پوشش دوربین‌ها» به پرسش «چه چیزی در اختیار است؟» پاسخ می‌دهد و نهاده‌ای است؛ «دقت تشخیص و زمان ارسال هشدار» پرسش کارکردی را پاسخ می‌دهد و فرایندی است و «کاهش تصادفات در محل استقرار دوربین» تغییر واقعی را می‌سنجد و پیامدی است. ممکن است دربارهٔ یک فناوری واحد، محورهایی در هر سه سطح تعریف شود و این هم‌پوشانی موضوعی، نافی تفکیک سطحی نیست؛ زیرا سه سطح، جنبه‌های متفاوت امکان، کارکرد و اثر از همان پدیده را می‌سنجند. سرانجام، فارغ از سطح سنجش، پیشنهاد می‌شود ارزیابی محورها در مقیاس‌های مختلف، از سطح شهر تا منطقه و محله، انجام گیرد تا نابرابری‌های فضایی و تفاوت میان گروه‌های اجتماعی آشکار شود، زیرا ممکن است یک شهر در مجموع از وضعیت مطلوبی برخوردار باشد، اما برخی محله‌ها یا گروه‌ها از خدمات هوشمند بهرهٔ کمتری داشته باشند. برای نمونه، اینترنت اشیا باید از نظر قابلیت اتصال به سامانه‌های دیگر، کیفیت و امنیت داده، هزینهٔ نگهداری و تأثیر بر تصمیم‌گیری ارزیابی شود. حمل‌ونقل عمومی نیز باید علاوه بر پوشش و تعداد ناوگان، از نظر قابلیت اطمینان، زمان انتظار، هزینه، دسترسی افراد کم‌توان و رضایت کاربران سنجیده شود.

در مجموع، بحث حاضر نشان داد الگوی توجه پژوهشی داخلی به حمل‌ونقل هوشمند ممکن است بیش از آنکه انتخاب نظری آگاهانه باشد، بازتاب مرحلهٔ توسعه، محدودیت داده‌ها و نگاهی ابزاری به نهادها باشد؛ این تفسیر، استنباط نظری نویسندگان از الگوی فراوانی‌های مرور است، نه یافتهٔ مستقیم آن.

۶. نتیجه‌گیری

پژوهش حاضر با مرور نظام‌مند مبتنی بر چارچوب پریزما، محورهای شاخص‌های حمل‌ونقل هوشمند را در مطالعات فارسی‌زبان منتشرشده در پایگاه‌های داخلی طی سال‌های ۱۳۹۰ تا ۱۴۰۱ شناسایی، طبقه‌بندی و تفسیر کرد.

در پاسخ به سؤال اصلی پژوهش، نتایج نشان داد مطالعات داخلی از الگوی واحد و استانداردی برای شناسایی و سنجش حمل‌ونقل هوشمند پیروی نکرده‌اند و هر پژوهش متناسب با هدف، شهر و مسئلهٔ مورد بررسی، بخشی از این مفهوم را تحلیل کرده است. با وجود تنوع موضوعی، محورهای اصلی مطالعات شامل زیرساخت‌های فناورانه، سامانه‌های حمل‌ونقل هوشمند، مدیریت ترافیک، حمل‌ونقل عمومی، پیاده‌مداری، پارکینگ هوشمند، پذیرش فناوری، موانع نهادی و راهبردهای توسعه بوده است. بنابراین، حمل‌ونقل هوشمند در ادبیات داخلی مفهومی چندبعدی است؛ اما نبود تعریف عملیاتی مشترک، مقایسهٔ نتایج پژوهش‌ها را دشوار کرده است.

در پاسخ به سؤال نخست، توجه به حمل‌ونقل هوشمند به‌ویژه در سال‌های ۱۴۰۰ و ۱۴۰۱ افزایش یافته و دامنهٔ موضوعی مطالعات از ضرورت‌ها و مدیریت ترافیک به فناوری‌های نوین، پذیرش فناوری و پیاده‌مداری گسترش یافته است؛ هرچند این گسترش هنوز به چارچوبی منسجم و استاندارد نینجامیده است.

در پاسخ به سؤال دوم، غلبه با روش‌های توصیفی ـ تحلیلی (۱۳ مقاله از ۱۸) و مطالعات تک‌شهری کلان‌شهرها و مراکز استان است و پژوهش‌های طولی، داده‌محور و ارزیابی‌محور سهم محدودی دارند؛ شهرهای کوچک و متوسط کمتر بررسی شده‌اند.

در پاسخ به سؤال سوم، برنامه‌ریزی راهبردی، سناریونویسی و عوامل نهادی با حضور در ۸ مقاله، حمل‌ونقل عمومی و پایدار با ۵ مقاله و زیرساخت فناورانه و مدیریت و پایش هوشمند ترافیک با هر یک ۳ مقاله، پرتکرارترین محورهای پژوهشی بودند؛ در حالی که حمل‌ونقل غیرموتوری (۲ مقاله)، پارکینگ هوشمند (۱ مقاله)، عدالت حمل‌ونقلی و دسترسی گروه‌های آسیب‌پذیر (بررسی ضمنی در ۲ مطالعه)، مشارکت شهروندی و امنیت داده (هر یک اشارهٔ جزئی در ۱ مطالعه) و تاب‌آوری شبکه و ارزیابی پیامدهای واقعی (فاقد هرگونه بررسی) کمتر مورد توجه قرار گرفته‌اند. این تصویر البته فقط وضعیت مطالعات منتشرشده در پایگاه‌های فارسی‌زبان تا سال ۱۴۰۱ را بازتاب می‌دهد و تعمیم آن به کل دانش تولیدشده در این حوزه، نیازمند احتیاط است. در حالی که حمل‌ونقل غیرموتوری و پارکینگ هوشمند کمتر و عدالت، تاب‌آوری، امنیت داده و ارزیابی پیامدهای واقعی تقریباً غایب بوده‌اند، آمار تفصیلی این شکاف‌ها در یافته‌ها گزارش شده است.

در پاسخ به سؤال چهارم، چارچوبی شش‌محوری شامل زیرساخت و فناوری، مدیریت و پایش ترافیک، حمل‌ونقل عمومی و پایدار، حمل‌ونقل غیرموتوری، پارکینگ هوشمند و برنامه‌ریزی راهبردی و عوامل نهادی پیشنهاد شد که تفکیکی عملیاتی‌تر از بعد تجمیعی

تحرک هوشمند در الگوی گیفینگر ارائه می‌دهد. چارچوب پیشنهادی حاضر را می‌توان بر پایهٔ سه معیار روشن با الگوی گیفینگر و همکاران (Giffinger et al., 2007) مقایسه کرد، ابعاد مشترک، ابعاد تکمیلی و منطق افزوده شدن هر بعد. ابعاد مشترک شامل سه عنصر از عوامل چهارگانهٔ بعد تحرک هوشمند در الگوی گیفینگر، یعنی دسترسی محلی، دسترسی به زیرساخت فناوری اطلاعات و ارتباطات و وجود سامانه‌های حمل‌ونقل نوین و ایمن در چارچوب حاضر نیز حفظ شده‌اند. همچنین، دسترسی در محور سوم (حمل‌ونقل عمومی و پایدار)، زیرساخت فناوری اطلاعات در محور نخست (زیرساخت و فناوری‌های نوین) و ایمنی در محور دوم (مدیریت و پایش ترافیک) جای گرفته‌اند. این هم‌پوشانی نشان می‌دهد چارچوب پیشنهادی حذف‌کنندهٔ الگوی کلاسیک نیست، بلکه بر همان بنیادها استوار است. ابعاد تکمیلی سه محور از شش محور پیشنهادی در عوامل چهارگانهٔ گیفینگر جای مشخصی ندارند و بر اساس شواهد ۱۸ مقاله‌ای افزوده شده‌اند که شامل محور پنجم (مدیریت پارکینگ هوشمند) که در یک مطالعه به طور مستقل بررسی شده و مسائل ملموس کلان‌شهرهای ایران را بازتاب می‌دهد، محور چهارم (حمل‌ونقل غیرموتوری و پیاده‌مداری) که ادبیات حمل‌ونقل پایدار آن را رکن تحرک هوشمند می‌داند (Banister, 2008)، اما در عوامل گیفینگر باصراحت تفکیک نشده است و محور ششم (برنامه‌ریزی راهبردی، سناریونویسی و عوامل نهادی) که پشتوانهٔ آن، چهار مطالعهٔ متمرکز بر موانع نهادی، پذیرش فناوری و همکاری صنعت و دانشگاه در مقاله است و با رکن «نهادها» در الگوی نام و پاردو همخوان است. چارچوب پیشنهادی نسبت به الگوی گیفینگر در سه معیار مشخص است. نخست، گیفینگر تحرک هوشمند را در قالب عوامل کلی و در سطح مقایسهٔ میان‌شهری اروپا تدوین کرده، در حالی که چارچوب حاضر برای سنجش در مقیاس شهری و محله‌ای ایران طراحی شده و اجزای هر محور به زیرشاخص‌های قابل عملیاتی شکسته شده‌اند. دوم، در چارچوب حاضر، پیشنهاد شده محور موضوعات در سه سطح نهاده‌ای، فرایندی و پیامدی سنجیده شوند، ساختاری که در الگوی گیفینگر وجود ندارد و تمایز میان «داشتن فناوری» و «اثربخشی آن» را ممکن می‌سازد. سوم در حالی که، گیفینگر بر مقایسهٔ تطبیقی شهرهای اروپایی استوار است، محورهای چارچوب حاضر مستقیم از تحلیل محتوای مطالعات ایرانی استخراج شده‌اند و از این‌رو با مسائل، موانع و اولویت‌های واقعی شهرهای ایران همخوان‌ترند. با این‌حال، باید تصریح شود که چارچوب حاضر جایگزین الگوی گیفینگر نیست و برای مقایسه‌های بین‌المللی کلان، همان الگو کاربرد خود را حفظ می‌کند، چارچوب پیشنهادی در واقع «بسط تفصیلی بومی‌شده» بعد تحرک هوشمند برای سنجش در سطح شهرهای ایران است.

در جمع‌بندی می‌توان گفت که نوآوری اصلی این پژوهش، ترکیبی از سه مؤلفه است که هیچ‌یک به‌تنهایی در مطالعات پیشین داخلی یافت نمی‌شود: بر اساس جست‌وجوی انجام‌شده در این پژوهش، تا کنون مرور نظام‌مند مبتنی بر پریزما با تمرکز بر شاخص‌های حمل‌ونقل هوشمند در مطالعات فارسی‌زبان گزارش نشده است و این پژوهش با شمارش دوگانهٔ شاخص‌های استخراج‌شده (۴۱ شاخص) و مطالعات پوشش‌دهندهٔ هر محور، به‌جای طبقه‌بندی‌های موضوعی رایج، تصویری کمی از وضعیت این ادبیات ارائه داده و چارچوب شش‌محوری را به عنوان خروجی علمی اصلی تدوین کرده است. این چارچوب با تفکیک صریح سه خاستگاه مؤلفه‌ها استخراج مستقیم از مطالعات، سنتز نظری و پیشنهاد نویسندگان ارائه شده است تا مرز میان شواهد مرور و آورده‌های نظری پژوهش برای خواننده شفاف بماند. وجه تمایز این چارچوب با الگوی گیفینگر تفکیک شش‌محوری، افزودن محورهای شواهدمحور و سنجش سه‌سطحی پاسخی به همان شکاف‌هایی است که مرور حاضر آشکار ساخت. این چارچوب جایگزین الگوهای پیشین نیست، بلکه بسط تفصیلی بومی‌شدهٔ آن‌ها برای سنجش حمل‌ونقل هوشمند در شهرهای ایران است.

برای افزایش دقت ارزیابی نیز پیشنهاد می‌شود شاخص‌های چارچوب در سه سطح نهاده‌ای، فرایندی و پیامدی سنجیده شوند تا وجود یک سامانهٔ هوشمند با اثربخشی واقعی آن یکسان تلقی نشود؛ منطق این تفکیک در بحث تبیین شده است.

۱.۶. پیشنهادهای پژوهشی

پیشنهادهای پژوهشی زیر نیز مستقیم از شکاف‌های شش‌گانهٔ شناسایی‌شده در یافته‌ها و محدودیت‌های روش‌شناختی مرور برمی‌خیزند.

- انجام مطالعات تطبیقی میان کلان‌شهرها، شهرهای متوسط و کوچک بر اساس چارچوب شش‌محوری
- بررسی رابطهٔ حمل‌ونقل هوشمند با عدالت حمل‌ونقلی و دسترسی گروه‌های آسیب‌پذیر
- تدوین و آزمون شاخص‌های تاب‌آوری شبکهٔ حمل‌ونقل در برابر بحران و اختلال
- سنجش امنیت، حریم خصوصی و حکمرانی داده به عنوان شاخص مستقل
- انجام مطالعات ارزیابی پیش و پس از اجرای پروژه‌های هوشمند
- استفاده از داده‌های مکانی، GPS، کارت بلیت و داده‌های زمان واقعی در سنجش شاخص‌های پیامدی
- تکمیل مرور حاضر با بررسی مقالات لاتین و پژوهش‌های بین‌المللی
- انجام فراتحلیل در صورت همگونی روش‌شناختی مطالعات آینده
- اعتبارسنجی میدانی چارچوب شش‌محوری پیشنهادی از طریق نظرخواهی از خبرگان و آزمون در شهرهای مختلف
- بررسی تجربهٔ کاربران و رضایت شهروندان از خدمات حمل‌ونقل هوشمند با رویکردهای کیفی
- مطالعهٔ اثر هوشمندسازی بر گروه‌های سنی و درآمدی مختلف برای آشکارسازی نابرابری‌های فضایی و اجتماعی

۲.۶. پیشنهادهای کاربردی و سیاستی

پیشنهادهای کاربردی زیر، هر یک بر اساس موانع و شکاف‌های شناسایی‌شده در مطالعات تنظیم شده‌اند: پیشنهادهای همکاری میان‌نهادی و استاندارد تبادل داده از شناسایی تعدد نهادهای مسئول و جزیره‌ای بودن سامانه‌ها در چهار مطالعهٔ نهادی (Ahmadi, 2019; Amin-Tahmasebi, 2021; Goudarzi, 2019; Shafiei-Nikabadi, 2021) برمی‌خیزد پیشنهاد نیازسنجی و پرهیز از سامانه‌های جزیره‌ای از گزارش موانع دانش فنی مدیران و کمبود اعتبارات در مطالعهٔ اهواز (Goudarzi, 2019) نشئت می‌گیرد و پیشنهاد نظام دادهٔ باز از غیبت داده‌های بهره‌برداری منظم، که در بحث به‌عنوان عامل غلبهٔ شاخص‌های نهاده‌ای تبیین شد. مناسب‌سازی برای گروه‌های آسیب‌پذیر نیز پاسخ به غیبت شاخص دسترسی این گروه‌ها در ارزیابی‌های داخلی است.

- توسعهٔ متوازن هر شش محور، به‌ویژه حمل‌ونقل فعال و پیاده‌مداری
- مناسب‌سازی مسیرها و خدمات برای افراد دارای معلولیت و گروه‌های آسیب‌پذیر
- تقویت همکاری میان شهرداری، پلیس راهور، دانشگاه و بخش خصوصی و تدوین استانداردهای مشترک تبادل داده
- پایش دوره‌ای شاخص‌های شش‌گانه و انتشار نتایج آن با تفکیک شاخص‌های نهاده‌ای، فرایندی و پیامدی
- انجام نیازسنجی و امکان‌سنجی پیش از اجرای پروژه‌ها و پرهیز از سامانه‌های جزیره‌ای
- تدوین نظام دادهٔ باز حمل‌ونقلی با رعایت حریم خصوصی شهروندان، برای امکان‌پذیر کردن سنجش شاخص‌های پیامدی
- گنجاندن شاخص‌های حمل‌ونقل هوشمند در طرح‌های جامع و تفصیلی شهری و سازوکارهای نظارت بر اجرای آن‌ها
- برگزاری برنامه‌های آموزشی و توانمندسازی مدیران و کارشناسان شهری در حوزهٔ فناوری‌های حمل‌ونقل هوشمند

در تفسیر یافته‌های این پژوهش باید توجه داشت که دامنهٔ نتیجه‌گیری‌ها به همان اندازهٔ دامنهٔ جست‌وجو و مطالعات واردشده به فرایند پژوهش است؛ از این‌رو، یافته‌ها وضعیت مطالعات منتشرشدهٔ فارسی‌زبان تا سال ۱۴۰۱ را توصیف می‌کنند، نه کل دانش موجود دربارهٔ حمل‌ونقل هوشمند در ایران. در نتیجه، محدودیت‌های اصلی پژوهش حاضر عبارت‌اند از:

- محدود شدن منابع به مقالات فارسی‌زبان منتشرشده در پایگاه‌های علمی داخلی
- حذف مطالعات با رویکرد فقط فنی ـ مهندسی از دامنهٔ جست‌وجو به سبب تفاوت بنیادین روش های رشته فنی ـ مهندسی با روش‌های رایج علوم انسانی
- احتمال شناسایی نشدن برخی مطالعات به دلیل تفاوت در کلیدواژه‌ها و اصطلاحات تخصصی
- ناهمگونی مطالعات از نظر روش، جامعهٔ آماری، مقیاس فضایی، شاخص‌ها و شیوهٔ تحلیل
- امکان‌پذیر نبودن مقایسهٔ آماری مستقیم و انجام فراتحلیل میان مطالعات منتخب
- ناقص بودن اطلاعات کتاب‌شناختی و روش‌شناختی برخی مقالات، ازجمله حجم نمونه، شمارهٔ جلد و صفحات
- وارد نشدن برخی گزارش‌های سازمانی، طرح‌های مطالعاتی و تجربیات اجرایی منتشرنشده در قالب مقاله
- عدم امکان تعمیم مستقیم نتایج مقالات به وضعیت واقعی همهٔ شهرهای ایران
- نیاز چارچوب پیشنهادی به اعتبارسنجی میدانی و آزمون در شهرهای مختلف کشور

مشارکت نویسندگان

نویسندهٔ اول ۵۰ درصد و نویسندهٔ دوم ۵۰ درصد.

تشکر و قدردانی

مقاله حامی مادی و معنوی ندارد.

تعارض منافع

نویسندگان این مقاله تعارض منافع ندارند.

منابع

Abbas-Shahir, E. A. (2022). Analysis of the development trend of Tabriz city with a smart city approach using structural equation modeling. *Geography and Regional Planning*, 13(52) 511-526. https://doi.org/10.22034/jgeoq.2022.319754.3466 [In Persian]

Ahmadi T., Fani Z., Rezvaniyan M. T., & Tavakoli-Nia J. (2019). Presenting combination model for prioritizing sustainable development strategies of intelligent transportation system case study: Metropolis of Tabriz. *Geography and Planning*, 23(67): 25-44. https://geoplanning.tabrizu.ac.ir/article_8796_1064.html?lang=fa [In Persian]

Ahmadian, P. (2022). Investigating the Thematic course of smart transportation studies. *Interdisciplinary Studies of Iranian Architecture*, 1(2): 121-146. https://doi.org/10.22133/isia.2023.362066.1024 [In Persian]

Amin-Tahmasebi H., & Qorbani A. (2021). Identifying the barriers to university–industry collaboration in the development of intelligent transportation systems. https://dorl.net/dor/20.1001.1.27170454.1400.10.19.6.7 [In Persian]

Banister, D. (2008). The sustainable mobility paradigm. *Transport Policy*, 15(2), 73-80. https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2007.11.008

Baradaran M., Tolouei Ashlaghi A., i Afshar Kazemi, M. A., & Motadel, M. R. (2021). Scenarios for intelligent control and monitoring of vehicles using the internet of things. *Business Intelligence Management Studies*, 9(34), 303-344. https://doi.org/10.22054/IMS.2021.47274.1610 [In Persian]

Bozorgkhoo, N. K., & Hashemzadeh-Kh., G. R. (2021). Influential components of cloud computing technology in providing smart services in transportation systems *Law Enforcement Information and Communications Technology Publications*. https://www.sid.ir/paper/961220/fa [In Persian]

Chourabi, H., Nam, T., Walker, S., Gil-Garcia, J. R., Mellouli, S., Nahon, K., Pardo, T. A., & Scholl, H. J. (2012). *2012 45th Hawaii International Conference on System Sciences*, Maui, HI, USA, 2012, 2289-2297. https://doi.org/10.1109/HICSS.2012.615 [In Persian]

Deng, J., Yao, D., Deng, Y., Liu, Z., Yang, J., & Gong, D. (2024). Study on the impact of smart city construction on the health of the elderly population - A quasi-natural experiment in China. *PLoS One*, 19(6), e0305897. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0305897

Eskandari Sani M., Moradi M., & Gadei Moghadam P. (2019). Assessing the Potentials of smart cities with an emphasis on urban transportation: A case study of the City of Birjand. *The Journal of Geographical Research on Desert Areas*, 6(2): 159-185. https://doi.org/10.29252/grd.2018.1477 [In Persian]

Esmaeilzadeh H., Fanni Z., & Abdoli S. F. (2019). Making smart: An approach for attaining sustainable urban development (case study: District 6 Tehran). *Human Geography Research*, 51(1): 145-157. https://doi.org/https://doi.org/10.22059/jhgr.2018.254553.1007632 [In Persian]

Faraji S., J., Alikhani M., Jafari Nozar M., & Tabatabaei Mozdabadi S. M. (2020). Provide the necessary strategies for launching intelligent camera-based parking. , *IUESA*. 8 (30) :1-22. https://dor.isc.ac/dor/20.1001.1.23452870.1399.8.30.1.4

Giffinger, R., Fertner, C., Kramar, H., & Meijers, E. (2007). City-ranking of European medium-sized cities. *Cent. Reg. Sci. Vienna UT*, 9(1), 1-12. https://www.smart-cities.com/download/city_ranking_final.pdf

Goudarzi M., Firouzi M. A., & Saeidi O. (2019). Investigating and analyzing the barriers to smartening intra-urban transportation in Ahvaz. *Geography and Urban–Regional Planning*, 9(33): 57-82. https://doi.org/https://doi.org/10.22111/gaij.2019.5085 [In Persian]

Harandi H., Valmohammadi C., Sedqiani S., & Nazafati N. (2020). Business intelligence maturity action on intelligent transportation systems. *Traffic Engineering*. https://dor.isc.ac/dor/20.1001.1.17353459.1399.17.3.15.6 [In Persian]

Hatami, A., Jeloudarlou, S. N., & Asadzadeh, H. (2025). Empowering smart cities: Unlocking citizen participation through AI-driven personalization and perceived value. *Sustainable Futures*, 9, 100664. 10.1016/j.sftr.2025.100664

Hong, Q. N., Fàbregues, S., Bartlett, G., Boardman, F., Cargo, M., Dagenais, P., Gagnon, M.-P., Griffiths, F., Nicolau, B., O'Cathain, A., Rousseau, M.-C., Vedel, I., & Pluye, P. (2018). The mixed methods appraisal tool (MMAT) version 2018 for information professionals and researchers. *Education for Information*, 34(4), 285-291. https://doi.org/10.3233/efi-180221

Kaveh A., Bostani M. K., & Miri G. (2021). The role of integrated management in achieving intelligent transportation: A case study of Zahedan City. *Journal of Applied Geography Research*, 24(73): 26-46. https://doi.org/https://doi.org/10.61186/jgs.24.73.26 [In Persian]

Kavoosi E., & Mohammadi J. (2020). Assessment of smart mobility from citizens' perspectives: A case study of Shiraz City. *Journal of Applied Geography Research*, 20(57): 335-353. https://doi.org/https://doi.org/10.29252/jgs.20.57.335 [In Persian]

Kavoosi E., & Mohammadi J. (2021). Smart mobility and social sustainability: An assessment of mutual relationships. *Journal of Applied Geography Research*, 21(61): 279-294. https://doi.org/https://doi.org/10.52547/jgs.21.61.279 [In Persian]

Kumar, V. (2020). Smart environment for smart cities. *Smart Environment for Smart Cities*, 1-53. https://link.springer.com/book/10.1007/978-981-13-6822-6#page=29

Lam, P. D., Gu, B. H., Lam, H. K., Ok, S. Y., & Lee, S. H. (2024). Digital twin smart city: Integrating IFC and city GML with a semantic graph for advanced 3D city model visualization. *Sensors (Basel)*, 24(12), 3761. https://doi.org/10.3390/s24123761

Lotfi S., Nikpour A., & Mahdavi S. (2017). Evaluating the relationship between smart cities and the reduction of public transportation problems in Sari City. *Geography and Urban–Regional Planning*,, 7(24): 21-38. https://doi.org/https://doi.org/10.22111/gaij.2017.3374 [In Persian]

Mangiaracina, R., Perego, A., Salvadori, G., & Tumino, A. (2017). A comprehensive view of intelligent transport systems for urban smart mobility. *International Journal of Logistics Research and Applications*, 20(1), 39-52. https://doi.org/10.1080/13675567.2016.1241220

Nam, T., & Pardo, T. A. (2011). Conceptualizing smart city with dimensions of technology, people, and institutions. *Proceedings of the 12th annual international digital government research conference: Digital government innovation in challenging times*. https://doi.org/10.1145/2037556.2037602

Nosrati M., Mehrjoo Z., Zali N., & Naderi N. (2020). Designing urban intelligent transportation development scenarios using an information–environment analysis approach: A case study of Hamadan City. *Urban and Rural Management*, 59(19): 129-145. https://www.noormags.ir/view/en/articlepage/1694985/ [In Persian]

Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., Shamseer, L., Tetzlaff, J. M., Akl, E. A., & Brennan, S. E. (2021). The PRISMA 2020 statement: An updated guideline for reporting systematic reviews, *bmj*, 372. https://doi.org/10.1136/bmj.n71

Parhizgar S. J. A. (2022). Analyzing the effects of urban highway construction on the city with a futuristic approach. *Iranian Architecture and Urbanism (JIAU)*, 13(2): 421-442. https://doi.org/https://doi.org/10.30475/isau.2021.278400.1673 [In Persian]

Pourahmad A., Ziari K., Hataminejad H. N., & Parsapour Shahabadi S. (2018). Explanation of concept and features of a smart city. *Journal of Baghe Nazer*, 26(79): 155-169. https://doi.org/10.22034/gp.2022.10828 [In Persian]

Ricardo, A. J., Vallejo, M. A., & Aedo, J. E. (2024). Integrating citizen participation in the development of new ICT services for smart cities. *Information*, 15(12), 812. https://doi.org/10.3390/info15120812

Shafiei-Nikabadi, M., & Shambyati, H. (2021). identifying factors affecting IoT acceptance in intelligent urban transportation (case study: Semnan Province). *Urban Economics and Management*, , 9(36), 141-160. http://iueam.ir/article-1-1781-en.html [In Persian]

Sheller, M. (2018). *Mobility justice: The politics of movement in an age of extremes*. Verso Books.

Snyder, H. (2019). Literature review as a research methodology: An overview and guidelines. *Journal of business research*, 104, 333-339. 10.1016/j.jbusres.2019.07.039

Xiao, Y.,& Watson, M. (2019). Guidance on conducting a systematic literature review. *Journal of Planning Education and Research*, 39(1), 93-112. https://doi.org/10.1177/0739456X1772397

Zhang, Y., & Hong, W. (2024). A significance of smart city pilot policies in China for enhancing carbon emission efficiency in construction. *Environ Sci Pollut Res Int*, 31(26), 38153-38179. https://doi.org/10.1007/s11356-024-33802-z