

Identifying and Prioritizing Factors Underpinning Smartization of the Intra-Urban Transportation Network (Case study: Kermanshah City)¹

Nesa Hashemi

PhD student, Department of Urban Planning, Kermanshah Branch, Islamic Azad University, Kermanshah, Iran

Moslem Rostami²

Assistant Professor, Department of Geography and Urban Planning, Kermanshah Branch, Islamic Azad University, Kermanshah, Iran

Naji Pejman Ziaei

Assistant Professor, Department of Architecture, Islamabad Gharb Branch, Islamic Azad University, Kermanshah, Iran

Maryam Ansari Manesh

Assistant Professor, Department of Architecture, Kermanshah Branch, Islamic Azad University, Kermanshah, Iran

Received: 21 April 2025 Revised: 17 May 2025 Accepted: 23 May 2025

Abstract

The necessity of adopting a smart and systematic approach in urban transportation management, as a strategic priority, to deal with the mounting challenges posed by the unprecedented population growth and unbridled traffic congestion in Kermanshah city, is becoming exceedingly tangible. This requires accurate identification, comprehensive analysis, and strategic prioritization of key indicators involved in smartening this area. In this regard, this research focuses on identifying and prioritizing the factors

1. This article is an excerpt from the first author's doctoral dissertation submitted to Islamic Azad University, Kermanshah Branch.

2. Corresponding Author: moslem.rostami@iau.ac.ir



©2024 The author(s). This is an open access article under the CC BY license:

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

How to cite this article: Hashemi, N., Rostami, M., Pejman Ziaei, N. and Ansari Manesh, M. (2025). Identifying and Prioritizing Factors Underpinning Smartization of the Intra-Urban Transportation Network (Case study: Kermanshah City). *Journal of Geography and Regional Development*, 23(2), 287-328. doi: 10.22067/jgrd.2025.93126.1550

underpinning smartization of the urban transportation network in Kermanshah city. First, by studying the literature on the subject and exploring the experiences of other cities, various indicators contributing to the smartization of urban transportation were identified. Then, using the combined ANP and DEMETL techniques, the relative importance of each of these factors was determined based on opinions of 50 experts in the fields of transportation, urban management, and urban planning. The results suggest the satisfactory performance of the infrastructure and technical indicators, which have provided a fertile ground for implementing smartening. The environmental indicator is presented as a critical area in need of immediate intervention. This apparent contradiction reveals that the current approach to urban transport development, despite technological advances, has failed to account for the dimensions of environmental sustainability. Therefore, to fully realize the smartization of Kermanshah's transport network, it is essential to adopt a targeted and meticulously prioritized strategy. This strategy should focus on the implementation of an intelligent transport system (ITS) with a special focus on key environmental indicators to directly respond to environmental challenges. This dual approach – i.e., maintaining and strengthening the existing technical infrastructure while improving the environmental index – can pave the way for Kermanshah to become a more sustainable, efficient and smart city. In other words, smartization should be used as a tool for greener and more sustainable development, and not merely as a technical goal.

Keywords: Transportation, Smartization of Urban Transport, Danp Model, Kermanshah City.

شناسایی و اولویت‌بندی شاخص‌های مؤثر بر هوشمندسازی شبکه حمل‌ونقل درون‌شهری

(نمونه موردی: شهر کرمانشاه)^۱

نساء هاشمی (دانشجوی دکتری، گروه شهرسازی، واحد کرمانشاه، دانشگاه آزاد اسلامی، کرمانشاه، ایران)

nesa.hashemi@iau.ac.ir

مسلم رستمی (استادیار گروه جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، واحد کرمانشاه، دانشگاه آزاد اسلامی، کرمانشاه، ایران، نویسنده

مسنول)

moslem.rostami@iau.ac.ir

ناجی پژمان ضیایی (استادیار گروه معماری، واحد اسلام‌آباد غرب، دانشگاه آزاد اسلامی، کرمانشاه، ایران)

najipezhman.ziaei@iau.ac.ir

مریم انصاری منش (استادیار گروه معماری، واحد کرمانشاه، دانشگاه آزاد اسلامی، کرمانشاه، ایران)

m.ansarimanesh@iau.ac.ir

چکیده

به‌منظور مقابله با چالش‌های فزاینده ناشی از رشد بی‌سابقه جمعیت و تراکم افسارگسیخته ترافیک در شهر کرمانشاه، ضرورت اتخاذ رویکردی هوشمندانه و نظام‌مند در مدیریت حمل‌ونقل درون‌شهری، به‌عنوان یک اولویت راهبردی، بیش از پیش ملموس می‌گردد. این امر، مستلزم شناسایی دقیق، تحلیل جامع و اولویت‌بندی استراتژیک شاخص‌های کلیدی مؤثر بر هوشمندسازی این حوزه است. در همین راستا در این پژوهش به شناسایی و اولویت‌بندی شاخص‌های مؤثر بر هوشمندسازی شبکه حمل‌ونقل درون‌شهری در شهر کرمانشاه پرداخته شده است. ابتدا با مطالعه ادبیات موضوع و بررسی تجارب سایر شهرهای مشابه، شاخص‌های مختلفی که باعث هوشمندسازی حمل‌ونقل درون‌شهری هستند، شناسایی شدند. سپس با استفاده از تکنیک ترکیبی ای‌ان‌پی و دیمل، اهمیت نسبی هر یک از این شاخص‌ها از دیدگاه ۵۰ نفر از خبرگان

۱. این مقاله مستخرج از رساله دکتری نویسنده اول مقاله در دانشگاه آزاد اسلامی کرمانشاه است.

نشریه جغرافیا و توسعه ناحیه ای، سال بیست و سوم، شماره ۲، تابستان ۱۴۰۴، شماره پیاپی ۵۱، صص ۳۲۸-۲۸۷

تاریخ تصویب: ۱۴۰۴/۰۳/۰۳

تاریخ بازنگری: ۱۴۰۴/۰۲/۲۸

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۲/۰۲

حوزه حمل و نقل، مدیریت شهری و برنامه‌ریزی شهری تعیین گردید. نتایج حاکی از عملکرد رضایت‌بخش شاخص‌های زیرساختی و فنی است و این زیرساخت‌ها زمینه‌ای مناسب را برای پیاده‌سازی هوشمندسازی فراهم آورده‌اند. شاخص زیست‌محیطی به‌عنوان یک حوزه بحرانی و نیازمند مداخله فوری مطرح می‌شود. این تضاد آشکار، بیانگر آن است که رویکرد فعلی در توسعه حمل و نقل شهری، علی‌رغم پیشرفت‌های فناورانه، از ابعاد پایداری محیطی غافل مانده است. بنابراین، برای تحقق کامل و مؤثر هوشمندسازی شبکه حمل و نقل کرمانشاه، اتخاذ یک راهبرد هدفمند و با اولویت‌بندی دقیق ضروری است. این راهبرد باید بر پیاده‌سازی سیستم حمل و نقل هوشمند (ITS) با تمرکز ویژه بر شاخص‌های کلیدی زیست‌محیطی متمرکز شود تا به‌طور مستقیم به چالش‌های زیست‌محیطی پاسخ دهد. این رویکرد دوگانه - یعنی حفظ و تقویت زیرساخت‌های فنی موجود در کنار ارتقای شاخص محیط‌زیست - می‌تواند مسیر را برای تبدیل کرمانشاه به یک شهر پایدارتر، کارآمدتر و هوشمند هموار سازد. به عبارت دیگر، هوشمندسازی باید به‌عنوان ابزاری برای توسعه سبزتر و پایدارتر و نه صرفاً یک هدف فنی، مورد استفاده قرار گیرد.

واژگان کلیدی: حمل و نقل، هوشمندسازی حمل و نقل درون‌شهری، مدل Danp، شهر کرمانشاه.

۱. مقدمه

امروزه حمل و نقل شهری، به‌عنوان یکی از مسائل محوری در شهرهای هوشمند، همواره با چالش‌های متعددی همچون افزایش تقاضای سفر، اتلاف وقت در ترافیک، تصادفات، آلودگی‌های زیست‌محیطی، دشواری‌های مدیریت ترافیک، خسارات مادی و معنوی، کاهش رضایت شهروندان و هدررفت منابع انرژی روبه‌رو است و این مسائل از مهم‌ترین دلایل ضرورت تأمین حمل و نقل ایمن و کارآمد در شهرها محسوب می‌شوند (پورجوان، ۱۳۹۸: ۲۵). درواقع سیستم‌های حمل و نقل، به‌عنوان شریان‌های حیاتی زندگی روزمره، نقشی بی‌بدیل در جوامع مدرن ایفا می‌کنند. بااین‌حال، رشد بی‌سابقه جمعیت شهرنشین و افزایش فزاینده تقاضای سفر، منجر به افزایش تعداد وسایل نقلیه موتوری شده است. این پدیده نیز پیامدهای ناخوشایندی را به دنبال داشته است که نه تنها کیفیت زندگی شهروندان را تحت تأثیر قرار می‌دهد، بلکه پایداری محیط‌زیست و توسعه پایدار شهری را

نیز به مخاطره می‌اندازد. با توجه به رشد روزافزون جمعیت شهری و افزایش تقاضای سفر، ضرورت اتخاذ رویکردهای نوین و هوشمندانه در مدیریت حمل‌ونقل شهری بیش از پیش احساس می‌شود (کندوگان و جانسون^۱، ۲۰۱۶: ۷۱۲). در این راستا، حمل‌ونقل هوشمند، با بهره‌گیری از فناوری‌های نوین، می‌تواند نقش بسزایی در تحقق شهرهای هوشمند ایفا کند. این رویکرد، با ارائه خدماتی کارآمدتر و به‌روزتر، به شهروندان امکان می‌دهد تا رفت‌وآمدی سریع‌تر، راحت‌تر و ایمن‌تر را تجربه کنند. درواقع، حمل‌ونقل هوشمند، با ایجاد تحرک پویا و روان در جامعه، زمینه را برای ارتقای کیفیت زندگی و تعاملات اجتماعی فراهم می‌کند (محمدرضایپور، ۱۴۰۱: ۲۲) و به‌عنوان بخشی جدایی‌ناپذیر از دستور کار شهر هوشمند (چونگ^۲، ۲۰۲۱: ۱۱)، با بهره‌گیری از سنسورهای پیشرفته، کامپیوتر و فناوری‌های ارتباطی، به دنبال بهبود کارایی، ایمنی و پایداری سیستم حمل‌ونقل سطحی است (جیانگ، لئونگ و لیا^۳، ۲۰۱۶: ۹۳؛ ییگیتکانلار و کامروززمان^۴، ۲۰۲۰: ۴۳). این سیستم، با کاهش زمان سفر و مصرف سوخت (استادی، ۱۳۹۶: ۳۴)، می‌تواند نقش مؤثری در کاهش آلودگی هوا، مدیریت ترافیک، بهبود دسترسی به خدمات و افزایش رضایت‌مندی شهروندان ایفا کند (وو^۵ و همکاران، ۲۰۱۸: ۱۰۷).

بنابراین با توجه به مطالب ذکر شده می‌توان گفت که حمل‌ونقل هوشمند سیستمی است که با استفاده و به‌کارگیری فناوری‌های نوین الکترونیکی و سیستم ارتباطات کنترل باعث ارتقای سطح ایمنی، کارایی و ارزانی در حمل‌ونقل می‌گردد (نصرتی، مهرجو و زالی، ۱۳۹۹: ۱۳۱) و حمل‌ونقل هوشمند به دنبال رویکردهای جدید و راه‌حل‌های مؤثر برای به حداقل رساندن تهدیدها و آسیب‌پذیری‌های جانبی کاربری فناوری اطلاعات و ارتباطات و همچنین اصلاح یا حذف

1. Kandogan & Johnson

2. Chung

3. Giang , Leung & Lea

4. Yigitcanlar & Kamruzzaman

5. Wu

رویکردهای سنتی در بلندمدت هستند (یانوشووا و چیمانکوا^۱، ۲۰۱۶: ۱۵). هدف حمل و نقل هوشمند ارتقای کیفیت زندگی مردم از طریق فناوری اطلاعات یا به عبارت دقیق‌تر، کاهش صدا و سایر آلودگی‌ها، تراکم ترافیک و مصرف انرژی، بهبود سلامت مردم و ایمنی، افزایش سرعت حرکت و کاهش هزینه‌های انتقال است (ژائو و ژانگ^۲، ۲۰۲۱: ۱۲). به منظور ایجاد یک سیستم حمل و نقل پایدار و هوشمند، استفاده گسترده از زیرساخت‌های اینترنت اشیاء و ادغام یکپارچه فناوری‌های اطلاعات و ارتباطات ضروری است (گرو-ایبانز^۳ و همکاران، ۲۰۱۵: ۱۲۳). این امر، امکان پیاده‌سازی و بهره‌گیری از ارتباطات پیشرفته، قابلیت‌های الکترونیکی و محاسباتی، انتقال اطلاعات، کنترل جریان ترافیک و مدیریت شبکه‌های حمل و نقل را فراهم می‌کند. برنامه‌های کاربردی حمل و نقل هوشمند، با قابلیت پردازش حجم قابل توجهی از داده‌ها و هماهنگی گسترده بین سیستم‌های کنترل ترافیک مختلف، پتانسیل بالایی برای رفع مشکلات ناشی از رشد جمعیت شهری و ارائه تجربه سفری ایمن‌تر دارند (افندی‌زاده، سیدحسینی و سلاح‌ورزی، ۱۳۹۶: ۲۸۲). این برنامه‌ها، با استفاده از تکنیک‌های جدید برای جمع‌آوری، پردازش و انتشار اطلاعات ترافیکی، به بهره‌وری کارآمد از زیرساخت‌های حمل و نقل موجود و مدیریت تراکم کمک می‌کنند (تک‌لر و همکاران^۴، ۲۰۲۲: ۱۰۹). درواقع، توسعه شبکه‌های حمل و نقل جدید، همراه با استفاده بهینه از امکانات موجود و ارتقای ایمنی و کارایی شبکه، از طریق بهره‌گیری از فناوری‌های نوین و نوآوری در برنامه‌های توسعه‌ای، نقش مهمی در مدیریت ترافیک شهری ایفا می‌کند (محمدرضایپور، ۱۴۰۱: ۲۲).

با توجه به مطالب بالا می‌توان گفت گسترش روزافزون جمعیت شهری و پیشرفت‌های چشمگیر فناوری اطلاعات و ارتباطات، ضرورت هوشمندسازی حمل و نقل درون‌شهری را بیش از پیش آشکار ساخته است. شهر کرمانشاه به عنوان یکی از کلان‌شهرهای ایران، با چالش‌های جدی همچون ترافیک

1. Janušová & Čičmancová

2. Zhao & Zhang

3. Guerrero-Ibanez

4. Tekler

سنگین، آلودگی هوا و مصرف بی‌رویه انرژی مواجهه است درواقع می‌توان گفت که هوشمندسازی حمل‌ونقل به‌عنوان راهکاری جامع برای مقابله با این چالش‌ها مطرح شده است. لذا پژوهش حاضر با هدف شناسایی و اولویت‌بندی شاخص‌های مؤثر بر هوشمندسازی شبکه حمل‌ونقل درون‌شهری، به بررسی شاخص‌های مؤثر موجود در این حوزه پرداخته است. شهر کرمانشاه، همچون بسیاری از کلان‌شهرهای ایران، با مشکلات ترافیکی حادی به‌ویژه در معابر اصلی مانند خیابان مدرس، ۲۲ بهمن، فردوسی و ... مواجه است. افزایش حجم سفر و مدت زمان سفر در شبکه ارتباطی این شهر، علاوه بر نارضایتی شهروندان، به معضلاتی چون آلودگی هوا، اتلاف وقت و مصرف بی‌رویه سوخت دامن زده است که از دلایل اصلی این مشکل می‌توان به رشد جمعیت و ناوگان حمل‌ونقل، عدم تعادل عرضه و تقاضا، تمرکز فعالیت‌ها در برخی مناطق، ناکارآمدی سیستم حمل‌ونقل عمومی و عدم مدیریت یکپارچه ترافیک اشاره کرد که پیامدهایی همچون کاهش کیفیت زندگی و کاهش بهره‌وری اقتصادی و غیره را به‌دنبال دارد. با توجه به آنچه ذکر گردید پژوهش حاضر با هدف شناسایی و اولویت‌بندی شاخص‌های مؤثر بر هوشمندسازی شبکه حمل‌ونقل درون‌شهری مبنی بر رویکرد مدل‌سازی در راستای پاسخگویی به پرسش زیر انجام گرفته است: مهم‌ترین شاخص‌های مؤثر بر هوشمندسازی شبکه حمل‌ونقل درون‌شهری در شهر کرمانشاه کدامند؟

۲. پیشینه پژوهش

حمل‌ونقل هوشمند، به‌عنوان یکی از ارکان اصلی شهرهای مدرن، همواره مورد توجه پژوهشگران و متخصصان بوده است. در این راستا، مطالعات متعددی با هدف بررسی چالش‌ها، فرصت‌ها، و راهکارهای توسعه این حوزه انجام شده است. در ادامه، در جدول (۱) به مرور تعدادی از این پیشینه‌های پژوهشی پرداخته شده است:

جدول ۱. پیشینه پژوهش

منبع: نگارندگان، ۱۴۰۴

پژوهشگر/سال	عنوان	نتایج پژوهش
کاوه، کریمیان‌بستانی و میری (۱۴۰۳)	بررسی نقش مدیریت یکپارچه شهری در تحقق حمل‌ونقل هوشمند در شهر زاهدان،	نتایج پژوهش آن‌ها نشان داد که متغیرهای مدیریت یکپارچه شهری (شامل حکمروایی خوب، همپایایی، وحدت فرماندهی شهری، بسترسازی، تعامل، ساختار تشکیلاتی و دیدگاه سیستمی) و متغیرهای حمل‌ونقل هوشمند (شامل نظارت هوشمند، پرداخت هوشمند، ثبت تخلف هوشمند، اطلاع‌رسانی هوشمند و مدیریت مکانیزه ناوگان) در سطح معناداری کمتر از ۰/۰۵ قرار دارند. نتایج این پژوهش حاکی از وضعیت نامطلوب هر دو شاخص در شهر زاهدان است. تحلیل رگرسیون نشان داد که مدیریت یکپارچه شهری می‌تواند ۶۸ درصد از تحقق حمل‌ونقل هوشمند را تبیین کند و متغیرهای حکمروایی خوب و دیدگاه سیستمی، بیشترین تأثیر را در این زمینه دارند.
کاوه، کریمیان‌بستانی و میری (۱۴۰۱)	تحلیل نقش ابعاد توسعه در شناسایی شیوه‌های حمل‌ونقل هوشمند در شهر زاهدان	نتایج پژوهش آن‌ها نشان داد که پیاده‌روی و دوچرخه‌سواری (به‌عنوان شیوه‌های حمل‌ونقل هوشمند غیرموتوری) بالاترین امتیازات را در بین گزینه‌های مورد بررسی کسب کرده‌اند. در مقابل، استفاده از اتومبیل شخصی و موتورسیکلت (به‌عنوان شیوه‌های حمل‌ونقل هوشمند موتوری شخصی) کمترین امتیازات را به خود اختصاص داده‌اند. استفاده از اتوبوس، مینی‌بوس و تاکسی (به‌عنوان شیوه‌های حمل‌ونقل هوشمند عمومی و نیمه‌عمومی) نیز در رتبه میانی قرار دارند.
پویا، بسته‌نگار و مکرمی (۱۴۰۱)	بررسی راهبردهای هوشمندسازی در مواجهه با چالش‌های حمل‌ونقل شهری	نتایج پژوهش آن‌ها نشان داد که پیاده‌سازی فناوری‌های حمل‌ونقل هوشمند می‌تواند ۱۵ مورد از ۲۷ چالش اساسی این حوزه را مرتفع سازد. این چالش‌ها شامل موانع مرتبط با هماهنگی بین ارگان‌های تصمیم‌گیر، نگهداری کارآمد شبکه حمل‌ونقل، و بسترسازی برای حمل‌ونقل چندوجهی است. یافته‌های این پژوهش، بر ضرورت توجه به هوشمندسازی به‌عنوان راهکاری مؤثر برای بهبود وضعیت حمل‌ونقل شهری تأکید می‌کند.
آزادخانی، سلاورزی‌زاده و	تمرکز بر سنجش میزان تاب‌آوری	نتایج پژوهش آن‌ها نشان داد که بخش قابل توجهی از شبکه معابر این شهر (۴۹ درصد) در معرض خطر شدید سیلاب قرار دارد. علاوه بر این، ۷۲

پژوهشگر/سال	عنوان	نتایج پژوهش
شاهمرادیان (۱۴۰۱)	شبکه‌های حمل‌ونقل شهر ایلام در برابر مخاطرات طبیعی	درصد از گره‌های ترافیکی شهر بر روی معابری با تاب‌آوری بالا قرار گرفته‌اند، اما تنها ۶۳ کیلومتر از کل معابر شهری از تاب‌آوری مطلوبی برخوردارند. نتایج این پژوهش، ضرورت توجه به عوامل مدیریتی در کنار مسائل ساختاری برای ارتقای تاب‌آوری شبکه‌های حمل‌ونقل شهری را مورد تأکید قرار می‌دهد.
میرزازاده (۱۳۹۹)	بررسی تأثیر به‌کارگیری سیستم‌های حمل‌ونقل هوشمند بر مدیریت ترافیک شهری در بابل	نتایج این پژوهش نشان داد که از دیدگاه کارشناسان، ضعف زیرساخت‌های حمل‌ونقل عمومی مهم‌ترین مشکل ترافیک شهر است. در حیطه‌های عمرانی، فناوری، و محیطی نیز، ایجاد پارکینگ‌های طبقاتی، نصب چراغ‌های راهنمایی هوشمند، و بهبود عبور و مرور و کاهش تصادفات، به ترتیب در اولویت قرار دارند. از دیدگاه شهروندان، عدم وجود پارکینگ طبقاتی مهم‌ترین مشکل ترافیک است و در حیطه‌های عمرانی، فناوری، و محیطی، ایجاد مسیرهای مناسب برای عابر پیاده، استفاده از سیستم مدیریت هوشمند ترافیک، و کاهش مصرف سوخت، به ترتیب در اولویت قرار دارند. تحلیل‌های آماری نشان داد که از نظر کارشناسان، حیطه فناوری و از دیدگاه شهروندان، حیطه عمرانی، بیشترین تأثیر را در بهبود وضعیت ترافیک دارند.
بخشی سنجدری و دریاباری (۱۳۹۹)	بررسی تأثیر هوشمندسازی سیستم‌های حمل‌ونقل شهری بر توسعه پایدار کلان‌شهر تهران	نتایج پژوهش آن‌ها نشان داد سیستم حمل‌ونقل کنونی این شهر با چالش‌های متعددی در ابعاد ایمنی، سلامت، زمان، کالبدی، حوادث، مالی، درونی خودرو و عدالت مواجه است. یافته‌های این پژوهش، حاکی از آن است که هوشمندسازی سیستم‌های حمل‌ونقل، می‌تواند نقش بسزایی در رفع این چالش‌ها و دستیابی به توسعه پایدار شهری در تهران ایفا کند.
نصرتی، مهرجو و زالی (۱۳۹۹)	طراحی سناریوهای توسعه حمل‌ونقل هوشمند در شهر همدان	نتایج پژوهش آن‌ها نشان داد ابعاد دانش‌مداری، یکپارچگی و پایداری، به ترتیب بیشترین اهمیت را در شکل‌گیری حمل‌ونقل هوشمند دارند. همچنین، معیارهای امنیت اطلاعات، معماری اطلاعات و محتوای اطلاعات، از جمله مهم‌ترین عوامل مؤثر در این زمینه هستند. این پژوهش، چهار سناریوی اول را به‌عنوان مطلوب‌ترین گزینه‌ها برای توسعه حمل‌ونقل هوشمند در همدان معرفی کرد، زیرا این سناریوها، بر مبنای کارکردهای

پژوهشگر/سال	عنوان	نتایج پژوهش
		مناسب امنیت، معماری و محتوای اطلاعات، امکان مشارکت‌های اجتماعی، توسعه کاربری‌ها، سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌ها و شبیه‌سازی‌های اطلاعات محور حوادث را فراهم می‌کنند.
گودرزی، فیروزی و سعیدی (۱۳۹۸)	بررسی و تحلیل موانع هوشمندسازی حمل‌ونقل درون‌شهری اهواز	یافته‌های پژوهش حاکی از آن است که ۶۵ عامل مؤثر شناسایی شد که این موانع در چهار دسته‌بندی اصلی شامل موانع مدیریتی (۲۱ زیرمعیار)، اقتصادی (۱۱ زیرمعیار)، اجتماعی-فرهنگی (۲۳ زیرمعیار) و کالبدی (۱۰ زیرمعیار) طبقه‌بندی شدند. یافته‌های این پژوهش نشان می‌دهد که ضعف دانش فنی مدیران، کمبود اعتبارات، رشد جمعیت شهر اهواز و کمبود تأسیسات هوشمند، به ترتیب، مهم‌ترین موانع در هر یک از این دسته‌بندی‌ها هستند.
احمدی و همکاران (۱۳۹۸)	ارائه مدل ترکیبی برای اولویت‌بندی استراتژی‌های حمل‌ونقل هوشمند در کلان‌شهر تبریز	نتایج نشان داد که استراتژی "هماهنگی کلیه سازمان‌ها و ارگان‌های دولتی در خصوص بهبود زیرساخت عمومی توسعه سیستم‌های هوشمند حمل‌ونقل" در هر دو روش تحلیل شبکه (ANP) و ماتریس برنامه‌ریزی استراتژیک کمی (QSPM) در اولویت اول قرار دارد. با این حال، سایر استراتژی‌ها در این دو روش، اولویت‌بندی‌های متفاوتی را نشان می‌دهند.
وقار و همکاران ^۱ (۲۰۲۳)	تمرکز بر چالش‌های پیش روی پیاده‌سازی سیستم‌های حمل‌ونقل هوشمند (ITS) در شهرهای هوشمند	نتایج نشان داد که موفقیت در این زمینه مستلزم غلبه بر موانع چندوجهی است. این موانع شامل چالش‌های فنی، محدودیت‌های منابع، مشکلات مربوط به قابلیت همکاری بین سیستم‌ها، مسائل مدیریتی، ملاحظات مرتبط با کاربران و موانع اقتصادی است. یافته‌های این پژوهش، ضرورت توجه برنامه‌ریزان شهری و متخصصان حمل‌ونقل به این چالش‌ها را برای تضمین استقرار اثربخش سیستم‌های حمل‌ونقل هوشمند مورد تأکید قرار می‌دهد.
داس ^۲ (۲۰۲۰)	دیدگاه‌های شهرهای هوشمند در آفریقای جنوبی، به‌ویژه شهر بلومفونتنین، از طریق	نتایج نشان داد که توسعه سیستم‌های حمل‌ونقل عمومی کارآمد و پیشرفته، همراه با بهره‌گیری از فناوری اطلاعات و ارتباطات، نقش حیاتی در ارتقای دسترسی محلی و تضمین سیستم حمل‌ونقل نوآورانه، پایدار و ایمن دارد.

1. Waqar

2. Das

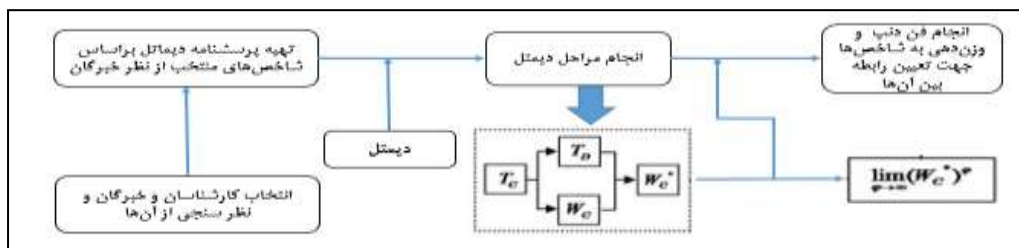
پژوهشگر/سال	عنوان	نتایج پژوهش
	رویکرد تحلیل سیستم‌های کاربردی	یافته‌های این پژوهش، بر اهمیت سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌های حمل‌ونقل هوشمند برای دستیابی به تحرک هوشمند در شهرها تأکید می‌کند.
لئو ^۱ و همکاران (۲۰۱۹)	ارائه چارچوبی نوین برای سیستم‌های حمل‌ونقل عمومی هوشمند مبتنی بر اینترنت اشیا (IoT)	نتایج نشان داد که فناوری اینترنت اشیا به‌طور فزاینده‌ای در سیستم‌های حمل‌ونقل عمومی ادغام خواهد شد. این ادغام، امکان ارائه خدمات عمومی کارآمدتر و بهبود تجربه کاربران را در آینده نزدیک فراهم می‌کند. یافته‌های این پژوهش، پتانسیل بالای فناوری اینترنت اشیا در تحول سیستم‌های حمل‌ونقل عمومی و ایجاد شهرهای هوشمندتر را برجسته می‌سازد.
باراتا ^۲ و همکاران (۲۰۱۸)	بررسی تأثیر رویکرد شهر هوشمند بر سیستم‌های حمل‌ونقل شهری	یافته‌های این پژوهش نشان داد که تأثیر کاربرد پارادایم شهر هوشمند بر سیستم‌های حمل‌ونقل شهری متفاوت است. در شهرهایی با سیستم‌های حمل‌ونقل کارآمد، فناوری اطلاعات و ارتباطات به عنوان ابزاری برای بهبود کارایی سیستم عمل می‌کند، در حالی که در شهرهایی با زیرساخت‌های حمل‌ونقل هوشمند ضعیف، استفاده از فناوری‌های جدید تنها جنبه نمادین دارد.
دیوانگن، مهر و آگاروال ^۳ (۲۰۱۷)	بررسی کاربرد سیستم‌های حمل‌ونقل هوشمند در توسعه حمل‌ونقل پایدار در شهرهای هوشمند هند،	نشان داد که سیستم‌های حمل‌ونقل پایدار با ارائه خدماتی ایمن‌تر، سریع‌تر، راحت‌تر، کارآمدتر و سازگار با محیط زیست، می‌توانند چالش‌های حمل‌ونقل شهری را برطرف کنند. یافته‌های این پژوهش، ضرورت توسعه فوری سیستم‌های حمل‌ونقل هوشمند در شهرهای هند را به‌عنوان عاملی کلیدی در دستیابی به حمل‌ونقل پایدار و توسعه شهرهای هوشمند مورد تأکید قرار می‌دهد.

1. Liu
2. Battarra
3. Dewangan, Mehar& Agarwal

۳. روش پژوهش

این پژوهش با هدف شناسایی و اولویت‌بندی شاخص‌های کلیدی هوشمندسازی حمل‌ونقل درون‌شهری در کرمانشاه، از روشی ترکیبی استفاده کرد. ابتدا با بررسی منابع علمی، شاخص‌های اصلی تعیین شدند. سپس، برای درک بهتر روابط بین این شاخص‌ها و اولویت‌بندی آن‌ها، از روش دیماتل استفاده شد. داده‌های کمی مورد نیاز برای این تحلیل، از طریق پرسشنامه‌های دیماتل جمع‌آوری شدند. این پرسشنامه‌ها، که براساس نتایج بررسی منابع علمی طراحی شده بودند، به صورت حضوری و مجازی در اختیار ۳ تا ۵ نفر از متخصصان قرار گرفتند. با استفاده از این داده‌ها، میزان تأثیرگذاری و تأثیرپذیری هر یک از شاخص‌ها مشخص شد. برای اطمینان از صحت و دقت داده‌های حاصل از پرسشنامه‌ها، از روش آزمون مجدد استفاده شد. این امر نشان می‌دهد که ابزارهای مورد استفاده در این پژوهش، از اعتبار و دقت لازم برخوردارند.

همان گونه که اشاره شد، این پژوهش به دو بخش کیفی و کمی تقسیم شده است. در بخش کیفی، با بررسی دقیق منابع علمی، شاخص‌های مرتبط با هوشمندسازی حمل‌ونقل درون‌شهری شناسایی شدند (نتایج در جدول ۱)، سپس، در بخش کمی، با استفاده از این شاخص‌ها، پرسشنامه‌ای براساس روش دیماتل طراحی شد. این پرسشنامه‌ها، که به صورت حضوری یا آنلاین در اختیار ۵۰ نفر از متخصصان حمل‌ونقل، مدیریت شهری و برنامه‌ریزی شهری قرار گرفتند، به بررسی روابط بین شاخص‌ها و میزان تأثیرگذاری آن‌ها پرداختند. برای اطمینان از اعتبار پرسشنامه‌ها، از روش آزمون مجدد استفاده شد و ضریب آلفای کرونباخ $0/92$ به دست آمد که نشان‌دهنده پایایی بالای پرسشنامه‌ها است. مراحل انجام پژوهش نیز در شکل ۱ نمایش داده شده است.



شکل ۱. مراحل انجام پژوهش

ترسیم: نگارندگان، ۱۴۰۴

سیستم‌های حمل‌ونقل هوشمند (ITS) با بهره‌گیری از فناوری‌های نوین، راهکارهای مؤثری ارائه می‌دهند. برای ارزیابی عملکرد این سیستم‌ها و سنجش میزان موفقیت آن‌ها از شاخص‌های مختلفی استفاده می‌شود. در جدول (۲) به شناسایی شاخص‌ها و زیر شاخص‌های مورد نظر پرداخته شده است.

جدول ۲. شاخص‌های هوشمندسازی حمل‌ونقل هوشمند درون‌شهری در شهر کرمانشاه

منبع: (بخشی‌سنجدری و دریاباری، ۱۳۹۹؛ میرزاده، ۱۳۹۹؛ پویا، بسته‌نگار و مکرمی، ۱۴۰۱؛ حاضری و همکاران، ۱۴۰۲)

کد	زیر شاخص	شاخص	بعد
I1	استقرار پارکینگ‌های هوشمند	زیرساختی - فنی (I)	بهره‌مندی
I2	گسترش زیرساخت‌های فناوری اطلاعات و ارتباطات در سطح شهر		
I3	استفاده از اپلیکیشن‌ها و نرم‌افزارهای قدرتمند در حوزه‌های مختلف		
S1	استفاده از هوش مصنوعی در کنترل ترافیک و سرعت عبور و مرور	ایمنی و امنیت (S)	
S2	سیستم‌های ایمنی و پیشگیری هوشمند تصادفات		
S3	اطلاع رسانی هوشمند و لحظه‌ای تغییرات جوی و وضعیت فیزیکی جاده‌ها		
S4	شناسایی مکان‌های مهم و امنیتی و ارائه خدمات ویژه		
M1	یکپارچگی سیستم‌های حمل‌ونقل	مدیریتی	
M2	مدیریت وقایع حوادث و کاهش زمان پاکسازی		

کد	زیر شاخص	شاخص	بعد
M3	مدیریت هوشمند سیستم حمل و نقل عمومی	(M)	
M4	تربیت نیروهای متخصص و توانمند در حوزه هوش مصنوعی		
E1	سیستم پرداخت (عوارض کرایه) الکترونیک	اقتصادی (E)	
E2	تقویت شرکت‌های خصوصی برای سرمایه‌گذاری در حوزه شهری		
E3	گرفتن مالیات بیشتر از مصرف‌کنندگان بیشتر با اتکا به محاسبات دقیق و هوشمند		
P1	ایجاد پارکینگ‌های طبقاتی در مکان‌های مناسب	کالبدی (P)	
P2	چراغ‌های هوشمند راهنمایی و رانندگی		
P3	طراحی هوشمند خیابان‌ها از لحاظ طراحی محله و خیابان انسان‌محور		
C1	استفاده از سیستم هوشمند اطلاع‌رسانی وضعیت جاده‌ها پیش و حین سفر	ارتباطی و اطلاع‌رسانی (C)	
C2	سیستم‌های هوشمند اطلاع‌رسانی جوی		
C3	اطلاع رسانی به بخش خصوصی در خصوص منافع سرمایه‌گذاری در بخش حمل‌ونقل هوشمند		
En1	مسیریابی هوشمند ماشین‌ها و کاهش مصرف انرژی	زیست محیطی (En)	
En2	تولید و بکارگیری اتومبیل‌های هوشمند بوم‌گرا با سوخت خورشیدی با هیدروژنی		
So1	آموزش شهروندان برای استفاده از وسایل حمل‌ونقل هوشمند به‌خصوص پارکینگ هوشمند	اجتماعی - فرهنگی (So)	
So2	تقویت تعاملات کاربران در سیستم حمل‌ونقل هوشمند		
So3	مشارکت شهروندان در فرایندهای برنامه‌ریزی حمل‌ونقل هوشمند		

۴. مبانی نظری

امروزه دست‌اندرکاران برای حل معضلات حمل و نقل در شهرها با استفاده از سیستم‌های هوشمند در شهرها و روش‌های نوین، به دنبال حل مشکلات پیشروی این معضل هستند (پورجوان، ۱۳۹۸: ۲۵). با توجه به اهمیت این موضوع، در قرن بیست و یکم، حمل و نقل به یک عامل اساسی برای تعیین پیشرفت یا شکست کشورها تبدیل شده است. هم‌چنین این قرن شاهد تغییر سبک‌های مرسوم حمل و نقل به مدل‌های مدرن و هوشمند بوده است که جابه‌جایی مؤثر افراد را بین مقاصد مختلف

تسهیل می‌کند. در واقع حمل‌ونقل هوشمند به رویکردی اطلاق می‌شود که فناوری‌های مدرن را در سیستم حمل‌ونقل ادغام می‌کند تا کارایی تحرک شهری را افزایش دهد (آلماتار^۱، ۲۰۲۰: ۱۷) و زیربنای مناسبی برای کاهش پیامدهای منفی قرن بیستم در عرصه حمل‌ونقل و ایجاد راه و رسمی جدیدتر و مؤثرتر به منظور پاسخگویی به نیازهای حمل‌ونقل در زندگی قرن ۲۱ باشد. لازم است که طرح معماری آن با توجه به نیازهای هر کشور مشخص شود و سیستم‌های حمل‌ونقل هوشمند شهری به منظور بهره‌برداری بهینه از چیدمان سیستم‌های حمل‌ونقل هوشمند با توجه به روابط منطقی هر سیستم حمل‌ونقل هوشمند، تعیین گردد (ژانگ^۲ و همکاران، ۲۰۲۳: ۳۶۶).

سیستم حمل‌ونقل هوشمند تلاش دارد با کاربست فناوری‌های اطلاعات و ارتباطات هم‌افزایی مقوله کنترل و بهبود عملکرد شبکه‌ای و یکپارچه حمل‌ونقل را سبب گردد (ذوقدار و شبانی، ۱۳۹۷: ۳). برای این منظور این سیستم دسته‌ای از راه‌حل‌های جدید و غیرمرسوم در گذشته را برای بهبود ایمنی و روانی جریان ترافیک و رفع نیازهای حمل‌ونقل به صورت پایدار با استفاده از فناوری‌های جدید در اختیار قرار می‌دهد (صفارزاده و میربها، ۲۸: ۱۳۸۶) که هدف اصلی آن انتخاب مؤثرترین راه برای حل و یا به حداقل رساندن مشکلات ترافیکی است. این سیستم، همه عناصر شبکه حمل‌ونقل اعم از خودرو، زیرساخت، ارتباطات و سیستم‌های اجرایی مرتبط را به صورت کل‌نگر و در بستری دانشی در نظر می‌گیرد. براین اساس حمل‌ونقل هوشمند را می‌توان سیستم پشتیبان عملکرد حمل‌ونقل نظیر مدیریت ترافیک، بررسی مستمر ترمیم راه و مدیریت حمل‌ونقل همگانی نیز دانست (انوری، کاموسی و رفیعی‌مهر، ۱۳۹۰: ۷۷). از آنجایی که ترافیک و حمل‌ونقل از اجزای بسیار مهم شهرهای مدرن هستند، تأثیرات قابل توجهی بر پایداری محیطی و اجتماعی-اقتصادی شهرها دارند. رشد جمعیت و رشد سریع تعداد وسایل نقلیه در شهرهای بزرگ باعث ایجاد مشکلات مختلفی از

1. Almatar

2. Zhang

جمله تراکم ترافیک و حوادث ترافیکی شده است (استفانیك و همکاران^۱، ۲۰۲۰: ۱۰). درواقع سیستم حمل‌ونقل هوشمند سیستمی یکپارچه است که هماهنگی گسترده‌ای در زمینه ارتباطات، کنترل انواع وسایل نقلیه و تکنولوژی‌های الکترونیکی را جهت کمک به نظارت و مدیریت ترافیک کاهش حجم ترافیک، فراهم کردن شبکه معابر، کاهش بهینه، کاهش هزینه‌ها و حفاظت از زندگی شهروندان به وجود آورده است (سینگ و گوپتا^۲، ۲۰۱۵: ۳۰). این سامانه‌ها (سیستم‌های حمل‌ونقل هوشمند)، تکنولوژی اطلاعات، ارتباطات و کنترل را برای بهبود عملکرد شبکه‌های حمل‌ونقلی به کار می‌گیرند (جامی‌پور، حسین‌زاده و مرادی^۳، ۲۰۲۴: ۴۵۲). هم‌چنین سیستم هوشمند حمل‌ونقل به‌کارگیری تکنولوژی‌های نوین از قبیل پردازش اطلاعات الکترونیک ارتباطات و سیستم‌های کنترل و دیگر فناوری‌های ارتباطی و استراتژی‌های مدیریت به‌گونه‌ای هماهنگ و یکپارچه به‌منظور ارتقای سطح ایمنی و کارایی و ارزانی در حمل‌ونقل است. سیستم‌های هوشمند حمل‌ونقل براساس فناوری‌های کنترل اطلاعات کار می‌کنند که درواقع هسته اصلی وظایف و عملکرد چنین سیستم‌هایی هستند (وانگ^۴ و همکاران، ۲۰۲۴: ۳). به‌طور کلی رویکرد حمل‌ونقل هوشمند بر این امر تأکید دارد که یک سیستم حمل‌ونقل می‌تواند با استفاده از فناوری‌های پیشرفته کارآمدتر شود. اگر فناوری اطلاعات و ارتباطات در حوزه ترافیک و حمل‌ونقل به کار گرفته شود، نه‌تنها راه‌حل مناسبی برای مشکلات ترافیک شهری ارائه می‌کند، بلکه علاوه بر رفت‌وآمد، خدمات ارزش افزوده متنوعی را نیز به مردم ارائه می‌دهد و تجربیات غیرعادی ترافیکی را برای مردم ایجاد می‌کند (اولادیمجی^۵ و همکاران، ۲۰۲۳: ۱۹). سیستم‌های حمل‌ونقل هوشمند دارای کاربردهای متفاوتی هستند که در

1. Stefaniec

2. Singh & Gupta

3. Jami Pour , Hosseinzadeh & Moradi

4. Wang

5. Oladimeji

شکل (۲) به این کاربردها اشاره شده است. کاربردهای سیستم‌های حمل‌ونقل هوشمند به هفت گروه مطابق شکل (۲) تقسیم می‌شوند که در ادامه به توضیح هر کدام از آن‌ها پرداخته شده است.



شکل ۲. کاربردهای سیستم‌های حمل‌ونقل هوشمند

منبع: (اولادیمجی و همکاران، ۲۰۲۳: ۱۹)

۴.۱. اهداف مهم سیستم حمل‌ونقل شهر هوشمند

سیستم‌های حمل‌ونقل هوشمند، با هدف ارتقای کیفیت زندگی شهروندان، افزایش بهره‌وری و کاهش اثرات منفی ترافیک بر محیط‌زیست، طراحی و پیاده‌سازی می‌شوند (مائو^۱ و همکاران، ۲۰۲۴: ۱۶). در این راستا، شهر هوشمند به عنوان پیش‌گام، استفاده حداکثری از خودروهای شخصی و ارتقای کیفیت زندگی در سیستم حمل‌ونقل را در اولویت برنامه‌های خود قرار می‌دهد. مهم‌ترین موارد در این حوزه شامل خلق جوامع خوداتکا، کاهش مسافت‌ها، تشویق به پیاده‌روی و دوچرخه‌سواری، ایجاد جوامع جذاب با هویت مکانی، تشویق به توسعه متراکم، کاهش اندازه قطعات و عقب‌نشینی ساختمان‌ها، به حداقل رساندن اندازه خیابان‌ها، تشویق به توسعه‌های مبتنی بر حمل‌ونقل عمومی،

1. Mao

مدیریت بهینه پارکینگ، ایجاد شبکه‌های مناسب جاده‌ها، باریک نگه‌داشتن خیابان‌ها در مناطق مسکونی، بهبود شرایط سفرهای غیرموتوری، مدیریت خدمات عمومی شهری، ایجاد فضای پارکینگ برای دوچرخه‌ها، توسعه استفاده از دوچرخه با ایجاد مراکز اجاره دوچرخه در سطح شهر و ایجاد مسیر امن برای دوچرخه‌سواران است. همچنین، استفاده مجدد از زمین‌های سوخته نیز به‌عنوان یکی از راهکارهای مؤثر در این زمینه مطرح می‌شود (دوگرا و کائور^۱، ۲۰۲۲: ۴). درواقع، هدف نهایی از طراحی و پیاده‌سازی سیستم‌های حمل‌ونقل هوشمند، ایجاد شهرهایی پایدار، قابل زیست و با کیفیت زندگی بالا برای شهروندان است

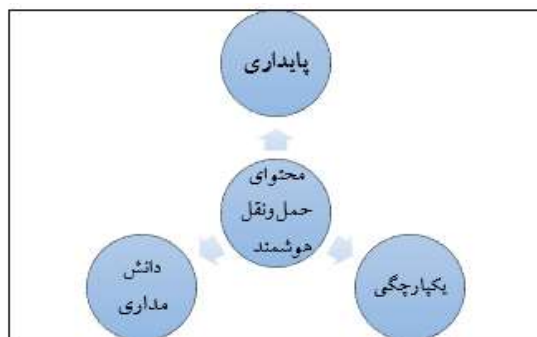
۲.۴. محتوای حمل‌ونقل هوشمند

حمل‌ونقل هوشمند مبتنی بر فناوری اینترنت اشیا (IOT) به شهروندان این امکان را می‌دهد که گزینه‌های حمل‌ونقل انعطاف‌پذیرتر، کارآمدتر و ایمن‌تر را ارائه دهند. ایمنی ترافیک یکی از مسائل مهمی است که افراد در شهرهای شلوغ با آن مواجه هستند (میراز^۲ و همکاران، ۲۰۱۵: ۲۲۰). از این جنبه، اینترنت اشیا می‌تواند در شناسایی اشتباهات انسانی و جلوگیری از تصادفات جاده‌ای فعال‌تر باشد. بنابراین، برای دستیابی به جاده‌های ایمن‌تر، راه‌حل‌های مبتنی بر اینترنت اشیا باید توسعه یابد (فام^۳ و همکاران، ۲۰۱۵: ۱۵۸۲) به محتوای حمل‌ونقل هوشمند، که شامل سه مؤلفه کلیدی پایداری، یکپارچگی و دانش‌مداری است، باید توجه ویژه‌ای داشت. (شکل ۳).

1. Dogra & Kaur

2. Miraz

3. Pham



شکل ۳. محتوای حمل و نقل هوشمند

منبع: (نصرتی، مهرجو و زالی، ۱۳۹۹: ۱۳۲)

۳.۴. حمل و نقل عمومی شهری هوشمند^۱

حمل و نقل عمومی هوشمند به مجموعه‌ای از فناوری‌ها و روش‌های نوین اشاره دارد که با هدف بهبود کارایی، ایمنی و پایداری سیستم‌های حمل و نقل عمومی به کار گرفته می‌شوند. این سیستم‌ها با استفاده از فناوری‌های پیشرفته اطلاعات و ارتباطات، جریان ترافیک را بهینه می‌کنند و خدمات حمل و نقل را بهبود می‌بخشند. یکی از بخش‌ها و ویژگی‌های کلیدی حمل و نقل هوشمند، حمل و نقل عمومی است (راجبهندری و شارما^۲، ۲۰۲۴: ۱۴). درواقع یک شهر هوشمند باید دارای سیستم حمل و نقل عمومی هوشمند باشد؛ چراکه امروزه با نبود سیستم اطلاعاتی مناسب در سیستم حمل و نقل عمومی، مسافران در شهرهای شلوغ با مشکلات عدیده‌ای از جمله زمان انتظار طولانی برای سفر، مواجه هستند. دراین راستا با ورود فناوری به سیستم حمل و نقل عمومی، شهروندان می‌توانند به آسانی در شهر حرکت کنند. بنابراین نیاز به یک تغییر پارادایم در سیستم حمل و نقل اتوبوسرانی مدرن وجود دارد (واکولا و راویته^۳، ۲۰۱۷: ۸۰۷). حمل و نقل عمومی هوشمند با استفاده از داده‌های بزرگ و

1. Smart public transportation

2. Rajbhandari & Sharma

3. Vakula & Raviteja

هوش مصنوعی، برنامه‌ریزی بهتری برای مسیرها و زمان‌بندی‌ها انجام می‌دهد و از ترافیک جلوگیری می‌کند. علاوه بر این حمل و نقل عمومی هوشمند به کاهش استفاده از خودروهای شخصی و در نتیجه کاهش آلودگی هوا کمک می‌کند و با ارائه اطلاعات دقیق، پرداخت‌های آسان و خدمات متنوع، تجربه سفر را برای مسافران بسیار لذت‌بخش‌تر می‌کند. برخی از راه‌حل‌های هوشمندسازی برای حمل و نقل عمومی در شهرها در شکل (۴) نشان داده شده است.



شکل ۴. برخی از راه‌حل‌های هوشمندسازی برای حمل و نقل عمومی در شهرها

منبع: (واکولا و راویته، ۲۰۱۷: ۸۰۷)

۴.۴. ارتباط رویکرد شهر هوشمند با حمل و نقل هوشمند

ایده به کارگیری سیستم‌های هوشمند در حمل و نقل می‌تواند در راستای تحقق شهر هوشمند افق تازه‌ای در دستیابی به تحرک پویا و روان در جامعه ارتباطی و اطلاعاتی و ارائه خدمات بهتر به شهروندان ایجاد کند (محمدرضاپور، ۲۰۱۴: ۲۰). حمل و نقل شهری همواره به عنوان یکی از مسائل مهم در شهرهای هوشمند دارای چالش‌های همچون کاهش تحرک، عدم اطمینان از دسترسی و افزایش تراکم ترافیک است. برای پاسخ به این چالش‌ها، بسیاری از برنامه‌ریزان شهری به راه‌حل‌های حمل و نقل هوشمند برای کاهش ازدحام و همچنین بهینه‌سازی استفاده از حمل و نقل عمومی شهری نگاه می‌کنند. درواقع حمل و نقل هوشمند یکی از عوامل مسلط در توسعه شهرهای هوشمند است که

رقابت‌پذیری آن با انطباق مسیر مدیریتی با بهترین شیوه‌های جهانی حاصل می‌شود (باموسیگیه و هلوآکوا^۱، ۲۰۱۹: ۲۴). در خصوص ارتباط شهر هوشمند و حمل‌ونقل هوشمند می‌توان گفت که این دو مفهوم به شدت مرتبط و مکمل یکدیگر هستند. درواقع حمل‌ونقل هوشمند یکی از ارکان اصلی تشکیل‌دهنده یک شهر هوشمند محسوب می‌شود و شهر هوشمند نیز بستری را فراهم می‌کند که در آن حمل‌ونقل هوشمند می‌تواند به بهترین شکل ممکن عمل کند. بنابراین با یکپارچه‌سازی این دو مفهوم، می‌توان به شهری با ترافیک روان‌تر، ایمن‌تر و پایدارتر دست یافت (فانتین‌ایرودایا راج و آپادورای^۲، ۲۰۲۲: ۴۱). نمونه‌هایی از ارتباط بین شهر هوشمند و حمل‌ونقل هوشمند به شرح زیر آمده است:

- ❖ سیستم‌های مدیریت ترافیک هوشمند: با استفاده از سنسورها و دوربین‌ها، این سیستم‌ها می‌توانند جریان ترافیک را بهینه کرده و از بروز ترافیک سنگین جلوگیری کنند.
- ❖ سیستم‌های اطلاعات مسافری: این سیستم‌ها با ارائه اطلاعات دقیق و بروز درباره وضعیت حمل‌ونقل عمومی، به مسافران کمک می‌کنند تا بهترین تصمیم را برای سفر خود بگیرند.
- ❖ خودروهای برقی و ایستگاه‌های شارژ: حمل‌ونقل هوشمند می‌تواند با توسعه زیرساخت‌های لازم برای خودروهای برقی، استفاده از این نوع خودروها را تسهیل کند.
- ❖ دوچرخه‌سواری و پیاده‌روی: سیستم‌های حمل‌ونقل هوشمند می‌توانند با ایجاد مسیرهای ایمن برای دوچرخه‌سواری و پیاده‌روی، این نوع حمل‌ونقل را تشویق کنند (ورما^۳ و همکاران، ۲۰۲۰: ۳۶۹).

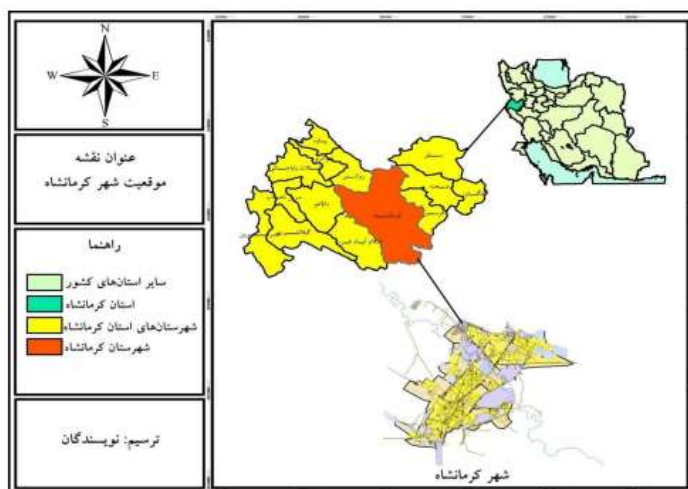
1. Bamwesigye & Hlavackova

2. Fantin Irudaya Raj & Appadurai

3. Verma

۵. معرفی محدوده مورد مطالعه

کرمانشاه، نهمین کلان‌شهر ایران و دومین شهر بزرگ و پرجمعیت غرب کشور، در نیمه شرقی استان کرمانشاه و در موقعیت جغرافیایی ۳۴ درجه و ۱۹ دقیقه عرض شمالی و ۴۷ درجه و ۷ دقیقه طول شرقی از نصف‌النهار گرینویچ واقع شده است. این شهر با ارتفاع متوسط ۱۳۲۰ متر از سطح دریا، از شمال به ارتفاعات طاق بستان و پراو و از جنوب به ارتفاعات کوه سفید محدود می‌شود. محدوده قانونی شهر با مساحت تقریبی ده هزار هکتار و محدوده تحت مدیریت شهرداری با مساحت ۸۳۸۷ هکتار، شاهد تحولات جمعیتی و کالبدی چشمگیری بوده است؛ به طوری که جمعیت آن از ۱۲۵۴۳۹ نفر در سال ۱۳۳۵ به ۹۴۶۶۵۱ نفر در سال ۱۳۹۵ افزایش یافته و در نتیجه، جمعیت شهری در بازه زمانی ۱۳۳۵ تا ۱۳۹۰ بیش از ۵.۷ برابر شده است (مرکز آمار ایران، ۱۳۹۵). موقعیت دقیق این محدوده در شکل (۵) قابل مشاهده است.



شکل ۵. محدوده مورد مطالعه

منبع: ترسیم نگارندگان، ۱۴۰۴

۶. یافته‌های پژوهش

برای تعیین معیارهای ارزیابی، از نظر کارشناسان خبره در حوزه‌های حمل‌ونقل، مدیریت شهری و برنامه‌ریزی شهری استفاده شده است. با استفاده از روش دلفی، نظر کارشناسان در قالب یک ماتریس تصمیم‌گیری جمع‌آوری و تحلیل شده است. این ماتریس نشان‌دهنده اهمیت نسبی هر یک از معیارها از دیدگاه کارشناسان است. در این پژوهش، برای تعیین اهمیت نسبی معیارها، از روش ترکیبی دیمتل و ANP استفاده شده است. در مرحله اول، با استفاده از روش دیمتل و نظر کارشناسان خبره، روابط بین زیرمعیارهای هر معیار اصلی مشخص شده است، سپس، با استفاده از نتایج دیمتل، یک مدل شبکه‌ای تحلیل فرایند (ANP) برای کل سیستم ایجاد شده است. این مدل به ما اجازه می‌دهد تا اهمیت نسبی معیارها و زیرمعیارها را به‌طور دقیق‌تر تعیین کنیم. در ماتریس (DANP) مقدار درایه‌های قطر اصلی صفر است. پس از تشکیل ماتریس ارتباط مستقیم، ماتریس ارتباط مستقیم نرمال شده با استفاده از روابط ۲ و ۳ محاسبه شده که در جدول (۳) نمایش داده شده است. نتایج این پژوهش می‌تواند در تصمیم‌گیری‌های مرتبط با حمل‌ونقل هوشمند و نقش آن در کاهش ترافیک مورد استفاده قرار گیرد.

گام اول: محاسبه ماتریس ارتباط مستقیم: در این گام از خبرگان خواسته شد تا میزان تأثیرگذاری معیار i بر معیار j در بازه ۰ تا ۴ (از ضعیف به قوی) را نشان دهند. میانگین نظرات ۵۰ نفر خبره پژوهش در ماتریس ارتباط مستقیم قرار گرفت.

جدول ۳. تشکیل ماتریس دیماتل

منبع: یافته‌های پژوهش، ۱۴۰۴

Criteria	I1	I2	I3	S1	S2	S3	S4	M1	M2	M3	M4	E1	E2	E3	P1	P2	P3	C1	C2	C3	En1	En2	So1	So2	So3
I1	1.00	0.85	0.82	0.73	0.73	0.76	0.83	0.72	0.73	0.93	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83
I2	0.85	1.00	0.80	0.71	0.71	0.73	0.80	0.73	0.73	0.93	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83
I3	0.82	0.80	1.00	0.69	0.69	0.73	0.80	0.73	0.73	0.93	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83
S1	0.69	0.69	0.69	1.00	0.79	0.79	0.83	0.79	0.79	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83
S2	0.73	0.73	0.73	0.79	1.00	0.79	0.79	0.83	0.79	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83
S3	0.73	0.73	0.73	0.79	0.79	1.00	0.79	0.79	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83
S4	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	1.00	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83
M1	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	1.00	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83
M2	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	1.00	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83
M3	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	1.00	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83
M4	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	1.00	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83
E1	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	1.00	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83
E2	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	1.00	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83
E3	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	1.00	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83
P1	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	1.00	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83
P2	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	1.00	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83
P3	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	1.00	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83
C1	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	1.00	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83
C2	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	1.00	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83
C3	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	1.00	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83
En1	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	1.00	0.83	0.83	0.83	0.83
En2	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	1.00	0.83	0.83	0.83
So1	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	1.00	0.83	0.83
So2	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	1.00	0.83
So3	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	1.00

گام دوم: نرمال‌سازی ماتریس ارتباط مستقیم: برای نرمال‌سازی ماتریس ارتباط مستقیم، کلیه عناصر ماتریس بر بزرگ‌ترین عدد به دست آمده از جمع سطرهای ماتریس تقسیم شده است تا شدت نسبی حاکم بر روابط مستقیم تعیین شود.

تأثیر گذاری	So	En	C	P	E	M	S	I	TD
۲.۲۰	۰.۲۸۵	۰.۲۶۰	۰.۲۹۶	۰.۲۶۲	۰.۲۶۷	۰.۲۶۵	۰.۲۶۸	۰.۲۹۵	کالبدی
۲.۱۶	۰.۲۸۱	۰.۲۵۱	۰.۲۹۲	۰.۲۵۶	۰.۲۶۳	۰.۲۵۸	۰.۲۶۷	۰.۲۹۰	ارتباطی و اطلاع‌رسانی
۲.۲۰	۰.۲۸۸	۰.۲۵۶	۰.۲۹۶	۰.۲۵۸	۰.۲۶۸	۰.۲۶۱	۰.۲۷۳	۰.۲۹۶	زیست محیطی
۲.۳۱	۰.۳۰۵	۰.۲۶۹	۰.۳۱۲	۰.۲۷۱	۰.۲۸۰	۰.۲۷۳	۰.۲۹۰	۰.۳۱۴	اجتماعی - فرهنگی
	۲.۳۴۷	۲.۱۰۷	۲.۴۲۴	۲.۱۲۷	۲.۱۸۳	۲.۱۶۲	۲.۲۲۱	۲.۳۹۷	تأثیر پذیری

گام چهارم: نرمال‌سازی ماتریس ارتباطات کامل ابعاد (TD): ماتریس (TD) که حاصل جمع هر سطر محاسبه شده و هر عنصر بر مجموع عناصر سطر مربوط به خود تقسیم گردید، سپس جای سطر و ستون ماتریس حاصل، عوض شد. ماتریس ارتباطات کامل نرمال شده ابعاد به صورت ذیل در جدول (۶) نشان داده شد.

جدول ۶. ماتریس ارتباط کامل نرمال شده ابعاد

مأخذ: یافته‌های پژوهش، ۱۴۰۴

TD(NORMAL)	I	S	M	E	P	C	En	So
زیرساختی - فنی	۰.۱۳۰۴	۰.۱۲۵۶	۰.۱۲۳۰	۰.۱۲۱۷	۰.۱۱۸۸	۰.۱۳۴۷	۰.۱۱۵۳	۰.۱۳۰۵
ایمنی و امنیت	۰.۱۳۱۲	۰.۱۲۳۷	۰.۱۲۱۵	۰.۱۲۱۸	۰.۱۱۸۳	۰.۱۳۴۸	۰.۱۱۷۴	۰.۱۳۱۲
مدیریتی	۰.۱۳۳۰	۰.۱۲۲۴	۰.۱۲۱۰	۰.۱۲۱۳	۰.۱۱۸۲	۰.۱۳۴۷	۰.۱۱۸۸	۰.۱۳۰۷
اقتصادی	۰.۱۳۳۹	۰.۱۲۱۷	۰.۱۱۹۷	۰.۱۲۱۰	۰.۱۱۹۵	۰.۱۳۵۲	۰.۱۱۹۱	۰.۱۳۰۰
کالبدی	۰.۱۳۴۰	۰.۱۲۱۸	۰.۱۲۰۷	۰.۱۲۱۶	۰.۱۱۹۰	۰.۱۳۴۸	۰.۱۱۸۵	۰.۱۲۹۶
ارتباطی و اطلاع‌رسانی	۰.۱۳۴۳	۰.۱۲۳۸	۰.۱۱۹۷	۰.۱۲۱۶	۰.۱۱۸۵	۰.۱۳۵۳	۰.۱۱۶۴	۰.۱۳۰۳
زیست محیطی	۰.۱۳۵۰	۰.۱۲۴۴	۰.۱۱۸۹	۰.۱۲۱۸	۰.۱۱۷۵	۰.۱۳۵۰	۰.۱۱۶۵	۰.۱۳۱۰
اجتماعی - فرهنگی	۰.۱۳۵۹	۰.۱۲۵۲	۰.۱۱۸۱	۰.۱۲۱۰	۰.۱۱۷۰	۰.۱۳۴۹	۰.۱۱۶۱	۰.۱۳۱۸

گام پنجم: تشکیل ماتریس ارتباطات کامل معیارها (T_c): ماتریس ارتباطات کامل معیارها از طریق فرمول ذیل به دست می‌آید که در آن ماتریس نرمال و ماتریس واحد است. جدول (۷) ماتریس ارتباط کامل معیارها را نشان می‌دهد.

جدول ۷. ماتریس ارتباط کامل معیارها

منبع: یافته‌های پژوهش، ۱۴۰۴

TC	I1	I2	I3	S1	S2	S3	S4	M1	M2	M3	M4	E1	E2	E3	P1	P2	P3	C1	C2	C3	En1	En2	So1	So2	So3
I1	1	0.35	0.25	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
I2	0.35	1	0.25	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
I3	0.25	0.25	1	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
S1	0.15	0.15	0.15	1	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
S2	0.15	0.15	0.15	0.15	1	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
S3	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	1	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
S4	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	1	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
M1	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	1	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
M2	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	1	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
M3	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	1	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
M4	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	1	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
E1	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	1	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
E2	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	1	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
E3	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	1	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
P1	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	1	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
P2	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	1	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
P3	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	1	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
C1	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	1	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
C2	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	1	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
C3	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	1	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
En1	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	1	0.15	0.15	0.15	0.15
En2	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	1	0.15	0.15	0.15
So1	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	1	0.15	0.15
So2	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	1	0.15
So3	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	1

گام ششم: نرمال‌سازی ماتریس ارتباطات کامل معیارها (T^a): جهت نرمال‌سازی (T_c) مجموع هر سطر (T_c^{ij}) محاسبه و سپس در هر سطر (T_c^{ij})، هر عنصر بر مجموع عناصر سطر مربوط به خود تقسیم گردید. جدول (۸) ماتریس ارتباطات کامل نرمال شده معیارها را نشان می‌دهد.

جدول ۸. ماتریس ارتباط کامل نرمال شده معیارها

مأخذ: یافته‌های پژوهش، ۱۴۰۴

TC	I1	I2	I3	S1	S2	S3	S4	MD	MD	MD	M4	E1	E2	E3	P1	P2	P3	C1	C2	C3	En1	En2	Se1	Se2	Se3
I1	1	0.744	0.721	0.721	0.723	0.727	0.720	0.720	0.713	0.727	0.717	0.724	0.720	0.720	0.720	0.720	0.720	0.720	0.720	0.720	0.720	0.720	0.720	0.720	0.720
I2	0.744	1	0.721	0.721	0.723	0.727	0.720	0.720	0.713	0.727	0.717	0.724	0.720	0.720	0.720	0.720	0.720	0.720	0.720	0.720	0.720	0.720	0.720	0.720	0.720
I3	0.721	0.721	1	0.721	0.723	0.727	0.720	0.720	0.713	0.727	0.717	0.724	0.720	0.720	0.720	0.720	0.720	0.720	0.720	0.720	0.720	0.720	0.720	0.720	0.720
S1	0.721	0.721	0.721	1	0.723	0.727	0.720	0.720	0.713	0.727	0.717	0.724	0.720	0.720	0.720	0.720	0.720	0.720	0.720	0.720	0.720	0.720	0.720	0.720	0.720
S2	0.723	0.723	0.723	0.723	1	0.727	0.720	0.720	0.713	0.727	0.717	0.724	0.720	0.720	0.720	0.720	0.720	0.720	0.720	0.720	0.720	0.720	0.720	0.720	0.720
S3	0.727	0.727	0.727	0.727	0.727	1	0.720	0.720	0.713	0.727	0.717	0.724	0.720	0.720	0.720	0.720	0.720	0.720	0.720	0.720	0.720	0.720	0.720	0.720	0.720
S4	0.720	0.720	0.720	0.720	0.720	0.720	1	0.720	0.713	0.727	0.717	0.724	0.720	0.720	0.720	0.720	0.720	0.720	0.720	0.720	0.720	0.720	0.720	0.720	0.720
MD	0.727	0.727	0.727	0.727	0.727	0.727	0.727	1	0.720	0.727	0.717	0.724	0.720	0.720	0.720	0.720	0.720	0.720	0.720	0.720	0.720	0.720	0.720	0.720	0.720
M4	0.717	0.717	0.717	0.717	0.717	0.717	0.717	0.717	1	0.727	0.717	0.724	0.720	0.720	0.720	0.720	0.720	0.720	0.720	0.720	0.720	0.720	0.720	0.720	0.720
E1	0.724	0.724	0.724	0.724	0.724	0.724	0.724	0.724	0.724	1	0.724	0.724	0.724	0.724	0.724	0.724	0.724	0.724	0.724	0.724	0.724	0.724	0.724	0.724	0.724
E2	0.720	0.720	0.720	0.720	0.720	0.720	0.720	0.720	0.720	0.724	1	0.724	0.724	0.724	0.724	0.724	0.724	0.724	0.724	0.724	0.724	0.724	0.724	0.724	0.724
E3	0.720	0.720	0.720	0.720	0.720	0.720	0.720	0.720	0.720	0.724	0.724	1	0.724	0.724	0.724	0.724	0.724	0.724	0.724	0.724	0.724	0.724	0.724	0.724	0.724
P1	0.720	0.720	0.720	0.720	0.720	0.720	0.720	0.720	0.720	0.724	0.724	0.724	1	0.724	0.724	0.724	0.724	0.724	0.724	0.724	0.724	0.724	0.724	0.724	0.724
P2	0.720	0.720	0.720	0.720	0.720	0.720	0.720	0.720	0.720	0.724	0.724	0.724	0.724	1	0.724	0.724	0.724	0.724	0.724	0.724	0.724	0.724	0.724	0.724	0.724
P3	0.720	0.720	0.720	0.720	0.720	0.720	0.720	0.720	0.720	0.724	0.724	0.724	0.724	0.724	1	0.724	0.724	0.724	0.724	0.724	0.724	0.724	0.724	0.724	0.724
C1	0.720	0.720	0.720	0.720	0.720	0.720	0.720	0.720	0.720	0.724	0.724	0.724	0.724	0.724	0.724	1	0.724	0.724	0.724	0.724	0.724	0.724	0.724	0.724	0.724
C2	0.720	0.720	0.720	0.720	0.720	0.720	0.720	0.720	0.720	0.724	0.724	0.724	0.724	0.724	0.724	0.724	1	0.724	0.724	0.724	0.724	0.724	0.724	0.724	0.724
C3	0.720	0.720	0.720	0.720	0.720	0.720	0.720	0.720	0.720	0.724	0.724	0.724	0.724	0.724	0.724	0.724	0.724	1	0.724	0.724	0.724	0.724	0.724	0.724	0.724
En1	0.720	0.720	0.720	0.720	0.720	0.720	0.720	0.720	0.720	0.724	0.724	0.724	0.724	0.724	0.724	0.724	0.724	0.724	1	0.724	0.724	0.724	0.724	0.724	0.724
En2	0.720	0.720	0.720	0.720	0.720	0.720	0.720	0.720	0.720	0.724	0.724	0.724	0.724	0.724	0.724	0.724	0.724	0.724	0.724	1	0.724	0.724	0.724	0.724	0.724
Se1	0.720	0.720	0.720	0.720	0.720	0.720	0.720	0.720	0.720	0.724	0.724	0.724	0.724	0.724	0.724	0.724	0.724	0.724	0.724	0.724	1	0.724	0.724	0.724	0.724
Se2	0.720	0.720	0.720	0.720	0.720	0.720	0.720	0.720	0.720	0.724	0.724	0.724	0.724	0.724	0.724	0.724	0.724	0.724	0.724	0.724	0.724	1	0.724	0.724	0.724
Se3	0.720	0.720	0.720	0.720	0.720	0.720	0.720	0.720	0.720	0.724	0.724	0.724	0.724	0.724	0.724	0.724	0.724	0.724	0.724	0.724	0.724	0.724	1	0.724	0.724

گام هفتم: محاسبه شدت و جهت تأثیر ابعاد و معیارها: در ادامه، مجموع سطرها و ستون‌های ماتریس ارتباط کامل ابعاد و معیارها، به صورت جداگانه و مطابق با روابط زیر محاسبه گردید: شاخص ri نشان‌دهنده مجموع سطر i ام و Cj بیانگر مجموع ستون j ام با توجه به TC^{ij} مربوط به بعد موردنظر است. شاخص $ri + Cj$ بیانگر میزان اهمیت (شدت) بعد i ام است. شاخص $ri - Cj$ شاخص $ri - Cj$ نشان‌دهنده تأثیرگذاری و یا تأثیرپذیری معیار است. در حالت کلی، چنانچه $ri - Cj$ مثبت باشد ($i=j$)، جزء دسته معیارهای علی یا تأثیرگذار است. چنانچه $ri - Cj$ منفی باشد ($i=j$)، جزء گروه معیارهای تأثیرپذیر است. درواقع مجموع سطر i و مجموع ستون j است. نمودار علی بر پایه دو شاخص مذکور نمایش داده شده است. که به نقشه روابط شبکه معروف است. بنابراین می‌توان گفت که چگونگی ابعاد و معیارها را بهبود داد. جدول ۹ و ۱۰ به ترتیب بیانگر شدت و جهت تأثیر هریک از

ابعاد و معیارهای موردبررسی هستند. شکل‌های ۶ و ۷ نیز موقعیت ابعاد و معیارها را به صورت ترسیمی نشان می‌دهند.

جدول ۹. شدت و جهت تأثیر هر یک از ابعاد موردبررسی

منبع: یافته‌های پژوهش، ۱۴۰۴

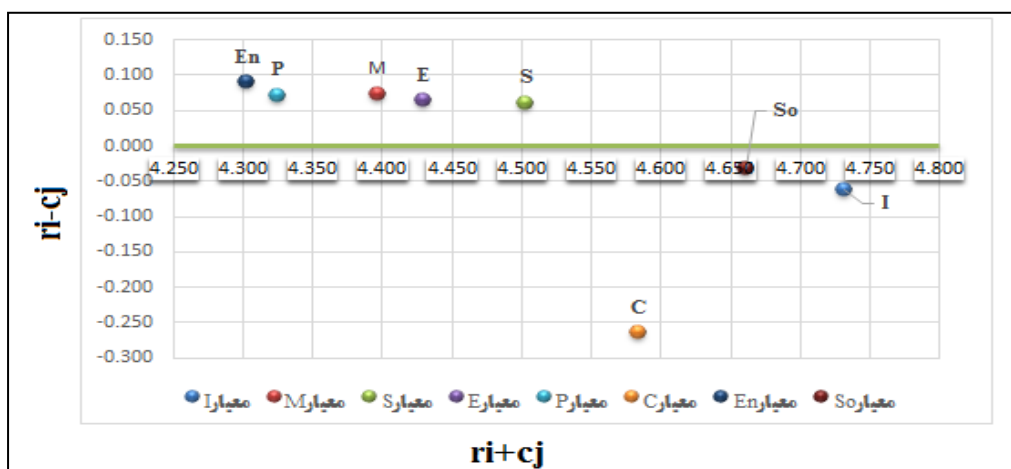
ri	cj	ri+cj	ri-cj	ابعاد
۲.۳۳	۲.۳۹۷	۴.۷۳۲۰	-۰.۰۶۲۵	زیرساختی - فنی
۲.۲۸	۲.۲۲۱	۴.۵۰۲۸	۰.۰۶۱۱	ایمنی و امنیت
۲.۲۳	۲.۱۶۲	۴.۳۹۶۵	۰.۰۷۲۶	مدیریتی
۲.۲۵	۲.۱۸۳	۴.۴۲۹۹	۰.۰۶۴۶	اقتصادی
۲.۲۰	۲.۱۲۷	۴.۳۲۴۹	۰.۰۷۱۷	کالبدی
۲.۱۶	۲.۴۲۴	۴.۵۸۳۸	-۰.۲۶۴۳	ارتباطی و اطلاعرسانی
۲.۲۰	۲.۱۰۷	۴.۳۰۲۶	۰.۰۸۹۶	زیست محیطی
۲.۳۱	۲.۳۴۷	۴.۶۶۱۴	-۰.۰۳۲۸	اجتماعی - فرهنگی

جدول ۱۰. شدت و جهت هر یک از معیارهای موردبررسی

منبع: یافته‌های پژوهش، ۱۴۰۴

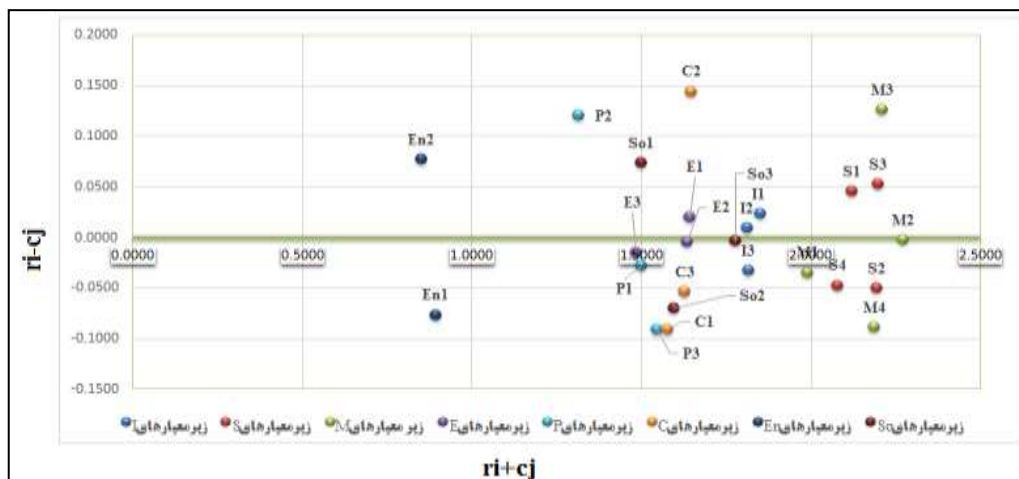
ri	cj	ri+cj	ri-cj	زیر معیارها	ri	cj	ri+cj	ri-cj	زیر معیارها
۰.۷۳۶	۰.۷۶۴۶	۱.۵۰۰۹	-۰.۰۲۸۲	P1	۰.۹۳۶	۰.۹۱۲۸	۱.۸۴۹۲	۰.۰۲۳۶	I1
۰.۷۱۸	۰.۵۹۷۸	۱.۳۱۵۴	۰.۱۱۹۹	P2	۰.۹۱۰	۰.۹۰۰۹	۱.۸۱۱۲	۰.۰۰۹۵	I2
۰.۷۲۷	۰.۸۱۸۶	۱.۵۴۵۶	-۰.۰۹۱۷	P3	۰.۸۹۲	۰.۹۲۵۵	۱.۸۱۸۰	-۰.۰۳۳۱	I3
۰.۷۴۳	۰.۸۳۳۹	۱.۵۷۷۰	-۰.۰۹۰۷	C1	۱.۰۸۴	۱.۰۳۸۳	۲.۱۲۲۰	۰.۰۴۵۴	S1
۰.۸۹۶	۰.۷۵۱۴	۱.۶۴۷۰	۰.۱۴۴۲	C2	۱.۰۷۲	۱.۱۲۲۱	۲.۱۹۳۷	-۰.۰۵۰۵	S2
۰.۷۸۸	۰.۸۴۱۲	۱.۶۲۹۰	-۰.۰۵۳۵	C3	۱.۱۲۶	۱.۰۷۳۷	۲.۲۰۰۰	۰.۰۵۲۷	S3
۰.۴۰۹	۰.۴۸۵۶	۰.۸۹۴۴	-۰.۰۷۶۷	En1	۱.۰۱۶	۱.۰۶۳۸	۲.۰۸۰۰	۰.۰۴۷۶	S4

زیر معیارها	ri	cj	ri+cj	ri-cj	زیر معیارها	ri	cj	ri+cj	ri-cj
M1	۰.۹۷۸	۱.۰۱۱۹	۱.۹۸۹۴	-۰.۰۳۴۴	En2	۰.۴۶۵	۰.۳۸۸۰	۰.۸۵۲۶	۰.۰۷۶۷
M2	۱.۱۳۵	۱.۱۳۷۳	۲.۲۷۲۳	-۰.۰۰۲۴	So1	۰.۷۸۷	۰.۷۱۴۱	۱.۵۰۱۶	۰.۰۷۳۴
M3	۱.۱۶۷	۱.۰۴۱۲	۲.۲۰۸۵	۰.۱۲۶۰	So2	۰.۷۶۳	۰.۸۳۳۰	۱.۵۹۶۰	-۰.۰۶۹۹
M4	۱.۰۴۸	۱.۱۳۷۴	۲.۱۸۵۶	-۰.۰۸۹۲	So3	۰.۸۸۶	۰.۸۱۹۷	۱.۷۰۵۹	-۰.۰۰۳۵
E1	۰.۸۳۰	۰.۸۱۰۶	۱.۶۴۱۰	۰.۰۱۹۷					
E2	۰.۸۱۶	۰.۸۲۰۲	۱.۶۳۶۰	-۰.۰۰۴۴					
E3	۰.۷۳۴	۰.۷۴۹۷	۱.۴۸۴۰	-۰.۰۱۵۳					



شکل ۶. موقعیت هر یک از ابعاد مورد مطالعه براساس $ri+cj$ و $ri-cj$

منبع: یافته‌های پژوهش، ۱۴۰۴



شکل ۷. موقعیت هر یک از معیارهای مورد مطالعه براساس $ri+cj$ و $ri-cj$

منبع: یافته‌های پژوهش، ۱۴۰۴

با بررسی دقیق اشکال ۶ و ۷، می‌توان نتیجه گرفت که شاخص زیرساختی-فنی (I) و اجتماعی-فرهنگی (SO)، با بیشترین سطح تعامل و اهمیت، نقش محوری در تحقق هوشمندسازی حمل‌ونقل درون‌شهری در کرمانشاه ایفا می‌کنند. در مقابل، شاخص زیست‌محیطی (En)، با کمترین میزان تعامل، در این فرآیند اهمیت کمتری دارد. این امر نشان‌دهنده آن است که در برنامه‌ریزی‌های مربوط به هوشمندسازی حمل‌ونقل درون‌شهری در کرمانشاه، توجه به زیرساخت‌های فنی و ابعاد اجتماعی-فرهنگی باید در اولویت قرار گیرد. همچنین، با استناد به شکل ۷، مشخص می‌شود که زیرشاخص‌های مدیریتی (M) و ایمنی و امنیتی (S)، بیشترین سطح تعامل را با سیستم حمل‌ونقل هوشمند در کرمانشاه دارند. این امر، بیانگر نقش کلیدی این دو زیرشاخص در بهبود و ارتقای عملکرد سیستم حمل‌ونقل هوشمند در این شهر است. سایر زیرشاخص‌ها، که عمدتاً در دسته شاخص‌های تأثیرپذیر قرار می‌گیرند، تعامل کمتری با هوشمندسازی حمل‌ونقل درون‌شهری دارند.

این یافته، بر اهمیت و تأثیرگذاری بالای زیرشاخص‌های مدیریتی در فرآیند هوشمندسازی حمل‌ونقل درون‌شهری کرمانشاه تأکید می‌کند. با وجود آنکه شاخص مدیریتی (M) در بررسی شاخص‌های کلی در رتبه چهارم قرار دارد، اما اهمیت زیرشاخص‌های آن نشان‌دهنده نقش برجسته مدیریت در هوشمندسازی حمل‌ونقل شهری است.

گام هشتم: تشکیل سوپر ماتریس ناموزون: در اولین گام از ANP، ترانهاده ماتریس ارتباط کامل معیارها (T^a) محاسبه شده و W حاصل شده است. برای تعیین اولویت‌های کلی و تبیین روابط بین آن‌ها، ساختار سوپر ماتریس اولیه (ناموزون) تشکیل می‌شود. بر مبنای نظریه ساعتی، پس از تشکیل سوپر ماتریس اولیه، گام بعدی تعیین اولویت است. برای تعیین اولویت از مفهوم نرمال‌سازی و میانگین موزون استفاده می‌شود. پس از نرمال کردن از مقادیر هر سطر میانگین موزون گرفته شد.

جدول ۱۱. سوپر ماتریس اولیه

منبع: یافته‌های پژوهش، ۱۴۰۴

SN	I1	I2	I3	S1	S2	S3	S4	M1	M2	M3	M4	E1	E2	E3	F1	F2	F3	C1	C2	C3	En1	En2	Se1	Se2	Se3
I1	0.754	0.716	0.797	0.717	0.776	0.777	0.776	0.777	0.776	0.776	0.776	0.711	0.777	0.776	0.711	0.776	0.776	0.776	0.776	0.776	0.776	0.776	0.776	0.776	0.776
I2	0.716	0.754	0.716	0.717	0.776	0.777	0.776	0.777	0.776	0.776	0.776	0.711	0.777	0.776	0.711	0.776	0.776	0.776	0.776	0.776	0.776	0.776	0.776	0.776	0.776
I3	0.797	0.716	0.754	0.717	0.776	0.777	0.776	0.777	0.776	0.776	0.776	0.711	0.777	0.776	0.711	0.776	0.776	0.776	0.776	0.776	0.776	0.776	0.776	0.776	0.776
S1	0.717	0.717	0.717	0.754	0.776	0.777	0.776	0.777	0.776	0.776	0.776	0.711	0.777	0.776	0.711	0.776	0.776	0.776	0.776	0.776	0.776	0.776	0.776	0.776	0.776
S2	0.776	0.776	0.776	0.776	0.754	0.776	0.777	0.776	0.777	0.776	0.776	0.711	0.777	0.776	0.711	0.776	0.776	0.776	0.776	0.776	0.776	0.776	0.776	0.776	0.776
S3	0.777	0.777	0.777	0.777	0.777	0.754	0.776	0.777	0.776	0.776	0.776	0.711	0.777	0.776	0.711	0.776	0.776	0.776	0.776	0.776	0.776	0.776	0.776	0.776	0.776
S4	0.776	0.776	0.776	0.776	0.776	0.776	0.754	0.776	0.777	0.776	0.776	0.711	0.777	0.776	0.711	0.776	0.776	0.776	0.776	0.776	0.776	0.776	0.776	0.776	0.776
M1	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711
M2	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711
M3	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711
M4	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711
E1	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711
E2	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711
E3	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711
F1	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711
F2	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711
F3	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711
C1	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711
C2	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711
C3	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711
En1	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711
En2	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711
Se1	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711
Se2	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711
Se3	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711

گام نهم: تشکیل سوپر ماتریس موزون: به منظور تشکیل سوپر ماتریس موزون، ماتریس ارتباط کامل نرمال شده (T^aD) ترانسپوز شده و در سوپر ماتریس ناموزون ضرب شد.

جدول ۱۲. سوپر ماتریس موزون

منبع: یافته‌های پژوهش، ۱۴۰۴

SM	I1	I2	I3	S1	S2	S3	S4	M1	M2	M3	M4	E1	E2	E3	F1	F2	F3	C1	C2	C3	En1	En2	Se1	Se2	Se3
I1	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
I2	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
I3	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
S1	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
S2	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
S3	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
S4	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
M1	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
M2	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
M3	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
M4	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
E1	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
E2	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
E3	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
F1	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
F2	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
F3	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
C1	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
C2	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
C3	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
En1	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
En2	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
Se1	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
Se2	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
Se3	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰

گام دهم: محدود کردن سوپر ماتریس موزون: سوپر ماتریس موزون را از طریق به‌توان رساندن به یک عدد بزرگ (Z) محدود می‌نماییم تا جایی که سوپر ماتریس همگرا شود و به ثبات رسد. خروجی این گام اوزان مؤثر دیماتل مبتنی بر فرآیند تحلیل شبکه است. نتایج سوپر ماتریس موزون همگرا شده براساس اوزان به دست آمده در جدول (۱۳ و ۱۴) ارائه شده است.

جدول ۱۳. وزن و رتبه‌بندی شاخص سوپرمارتیس همگرا

منبع: یافته‌های پژوهش، ۱۴۰۴

شاخص	امتیاز	رتبه	شاخص	امتیاز	رتبه
زیرساختی-فنی (I)	۰.۱۳۴۹	۱	کالبدی (P)	۰.۱۱۸۴	۷
ایمنی و امنیت (S)	۰.۱۲۳۶	۴	ارتباطی و اطلاع‌رسانی (C)	۰.۱۳۰۶	۳
مدیریتی (M)	۰.۱۲۰۳	۶	زیست محیطی (En)	۰.۱۱۷۲	۸
اقتصادی (E)	۰.۱۲۱۵	۵	اجتماعی-فرهنگی (So)	۰.۱۳۳۴	۲

براساس نتایج این پژوهش، شاخص زیرساختی-فنی (I) با کسب بالاترین امتیاز (۰/۱۳۴۹)، به‌عنوان مهم‌ترین و تأثیرگذارترین عامل در هوشمندسازی شبکه حمل‌ونقل درون‌شهری در کرمانشاه شناخته شده است. این امتیاز بالا، نشان‌دهنده اهمیت حیاتی و نقش محوری زیرساخت‌های فنی در تحقق اهداف هوشمندسازی حمل‌ونقل شهری است. پس از آن، شاخص‌های اجتماعی-فرهنگی (So) با امتیاز (۰/۱۳۳۴)، ارتباطی و اطلاع‌رسانی (C) با امتیاز (۰/۱۳۰۶)، ایمنی و امنیت (S) با امتیاز (۰/۱۲۳۶)، اقتصادی (E) با امتیاز (۰/۱۲۱۵)، مدیریتی (M) با امتیاز (۰/۱۲۰۳) و کالبدی (P) با امتیاز (۰/۱۱۸۴) به‌ترتیب در رتبه‌های بعدی قرار دارند. این امتیازها، اگرچه کمتر از شاخص زیرساختی-فنی هستند، اما همچنان نشان‌دهنده اهمیت قابل توجه این عوامل در فرآیند هوشمندسازی حمل‌ونقل درون‌شهری است. در نهایت، شاخص زیست‌محیطی (En) با کسب کمترین امتیاز (۰/۱۱۷۲)، در انتهای این رتبه‌بندی قرار دارد. این امتیاز پایین، نشان می‌دهد که کارشناسان این حوزه، در مقایسه با سایر شاخص‌ها، اهمیت کمتری برای عوامل زیست‌محیطی در هوشمندسازی حمل‌ونقل درون‌شهری قائل هستند. با این حال، باید توجه داشت که این موضوع لزوماً به معنای نادیده گرفتن کامل مسائل زیست‌محیطی نیست، بلکه ممکن است نشان‌دهنده اولویت‌بندی سایر عوامل در شرایط فعلی شهر کرمانشاه باشد. این تحلیل، با ارائه امتیازهای مربوط به هر شاخص،

تصویری دقیق‌تر و جامع‌تر از وضعیت هوشمندسازی حمل‌ونقل درون‌شهری در کرمانشاه ارائه می‌دهد و می‌تواند مبنایی برای برنامه‌ریزی و تصمیم‌گیری‌های آتی در این زمینه باشد.

جدول ۱۴. وزن و رتبه‌بندی زیر شاخص سوپر ماتریس همگرا

منبع: یافته‌های پژوهش، ۱۴۰۴

رتبه	امتیاز	کد	رتبه	امتیاز	کد	رتبه	امتیاز	کد	رتبه	امتیاز	کد	رتبه	امتیاز	کد
۱	۰.۰۶۴۳	En1	۱۶	۰.۰۳۳۰	P2	۱۹	۰.۰۳۱۲	M4	۲۰	۰.۰۳۱۱	S3	۸	۰.۰۴۴۶	I1
۲	۰.۰۵۳۰	En2	۹	۰.۰۴۴۱	P3	۱۲	۰.۰۴۱۴	E1	۲۰	۰.۰۳۱۱	S4	۱۰	۰.۰۴۴۰	I2
۱۵	۰.۰۳۷۸	So1	۴	۰.۰۴۶۰	C1	۱۱	۰.۰۴۲۱	E2	۲۳	۰.۰۲۸۳	M1	۷	۰.۰۴۴۸	I3
۶	۰.۰۴۵۱	So2	۱۱	۰.۰۴۲۱	C2	۱۴	۰.۰۳۷۹	E3	۱۸	۰.۰۳۱۴	M2	۲۱	۰.۰۲۹۶	S1
۳	۰.۰۴۷۷	So3	۵	۰.۰۴۶۷	C3	۱۳	۰.۰۴۱۳	P1	۲۲	۰.۰۲۹۵	M3	۱۷	۰.۰۳۱۹	S2

براساس اولویت‌بندی، زیرشاخص‌های مورد بررسی پژوهش نیز براساس اوزان به دست آمده در جدول (۱۴) ارائه شده است. بیشترین وزن را زیرشاخص مسیریابی هوشمند ماشین‌ها و کاهش مصرف انرژی (En1) با امتیاز ۰/۰۶۴۳، تولید و به‌کارگیری اتومبیل‌های هوشمند بوم‌گرا با سوخت خورشیدی با هیدروژنی (En2) با امتیاز (۰/۰۵۳۰) مشارکت شهروندان در فرایندهای برنامه‌ریزی حمل‌ونقل هوشمند (So3) با امتیاز ۰/۰۴۴۷ رتبه اول تا سوم از بین شاخص‌های تأثیرگذار بر هوشمندسازی حمل‌ونقل درون‌شهری در شهر کرمانشاه به خود اختصاص داده است.

۷. نتیجه‌گیری

به منظور ارزیابی دقیق و سنجش میزان پیشرفت و کارآمدی سیستم‌های حمل‌ونقل هوشمند شهری (ITS)، تدوین و به‌کارگیری شاخص‌های دقیق و مرتبط، امری ضروری و اجتناب‌ناپذیر است. این شاخص‌ها، به منزله ابزاری قدرتمند، امکان اندازه‌گیری و پایش عملکرد سیستم‌های ITS را فراهم آورده و زمینه‌ساز اتخاذ تصمیمات آگاهانه و برنامه‌ریزی‌های مؤثر در جهت بهبود و ارتقای

این سیستم‌ها می‌گردند. در همین راستا، پژوهش حاضر با هدف شناسایی و اولویت‌بندی شاخص‌های کلیدی هوشمندسازی حمل‌ونقل درون‌شهری در شهر کرمانشاه، با بهره‌گیری از روش‌های علمی و مطالعات گسترده، به بررسی و تحلیل این شاخص‌ها پرداخته است. نتایج حاصله نشان داد که سیستم حمل‌ونقل هوشمند در کرمانشاه با شاخص‌های زیرساختی-فنی و اجتماعی-فرهنگی بیشترین تعامل را دارد. این امر نشان‌دهنده این است که توسعه و بهبود زیرساخت‌های فنی و همچنین توجه به جنبه‌های اجتماعی و فرهنگی در برنامه‌ریزی و اجرای سیستم حمل‌ونقل هوشمند در این شهر از اهمیت بالایی برخوردار است. تعامل قابل توجه با شاخص‌های ارتباطی و اطلاع‌رسانی، ایمنی و امنیت، اقتصادی و مدیریتی نیز نشان‌دهنده تأثیرگذاری سیستم حمل‌ونقل هوشمند بر این حوزه‌ها است. با این حال، تعامل کمتر با شاخص‌های کالبدی و زیست‌محیطی نشان می‌دهد که این جنبه‌ها در برنامه‌ریزی و توسعه سیستم حمل‌ونقل هوشمند در کرمانشاه کمتر مورد توجه قرار گرفته‌اند و نیاز به توجه بیشتر دارند. در میان زیرشاخص‌ها، مدیریت و ایمنی و امنیت بیشترین تعامل را با حمل‌ونقل هوشمند داشته‌اند. در نهایت نتایج حاصل از این پژوهش، می‌تواند راهگشای مدیران و برنامه‌ریزان شهری در جهت توسعه و پیاده‌سازی سیستم‌های حمل‌ونقل هوشمند کارآمد و مؤثر در شهر کرمانشاه باشد. این پژوهش با هدف ارائه یک چارچوب جامع و عملیاتی برای ارزیابی و بهبود سیستم‌های حمل‌ونقل هوشمند در شهر کرمانشاه انجام شده است.

پژوهش حاضر، با اولویت‌بندی شاخص‌های زیرساختی-فنی در صدر و شاخص زیست‌محیطی در انتهای لیست، در حالی که همسویی با پژوهش‌های احمدی و همکاران (۱۳۹۸)، میرزازاده (۱۳۹۹)، داس (۲۰۲۰)، باراتا (۲۰۱۸) و لئو (۲۰۱۹) در زمینه اهمیت زیرساخت‌های فنی را نشان می‌دهد، با پژوهش‌های کاوه و همکاران (۱۴۰۱)، نصرتی و همکاران (۱۳۹۹) و دیوانگن (۲۰۱۷) که بر شیوه‌های حمل‌ونقل غیرموتوری، پایداری و ابعاد زیست‌محیطی تأکید دارند، در تضاد است. همچنین، فقدان بررسی جامع نقش مدیریت یکپارچه شهری که در پژوهش‌های کاوه و همکاران

(۱۴۰۳)، آزادخانی، سلاورزی زاده و شاهمرادیان (۱۴۰۱)، احمدی و همکاران (۱۳۹۸)، وقار و همکاران (۲۰۲۳)، داس (۲۰۲۰) و دیوانگن (۲۰۱۷) به عنوان عاملی حیاتی مطرح شده، به عنوان یک شکاف اساسی در این پژوهش قابل شناسایی است. با این حال، پژوهش حاضر با بررسی گسترده ۸ شاخص مختلف، دیدگاهی ارزشمند ارائه می دهد، اما برای تکمیل و غنی تر شدن آن، ضروری است که به ابعاد مدیریت یکپارچه شهری، بررسی دقیق تر شاخص های زیست محیطی، تاب آوری شبکه حمل و نقل در برابر خطرات طبیعی و چالش ها و موانع هوشمندسازی در حوزه های مدیریتی، اقتصادی، اجتماعی-فرهنگی و کالبدی توجه بیشتری شود. مطابق پژوهش های پیشین و مبانی نظری موجود، با وجود اهمیت حمل و نقل هوشمند، هنوز شکافی در زمینه مدل سازی جامع این موضوع وجود دارد. به عبارت دیگر، پژوهش های گذشته به طور کامل به بررسی همه ابعاد حمل و نقل هوشمند نپرداخته اند. برای پرکردن این شکاف، پژوهش حاضر با تکیه بر نظریه های موجود و شناخت جامع از شاخص های حمل و نقل هوشمند، اقدام به شناسایی و مدل سازی هشت متغیر اصلی نموده است. این هشت متغیر که با اجماع نظر متخصصان حوزه حمل و نقل شهری، مدیریت شهری و برنامه ریزی شهری انتخاب شده اند، به عنوان عوامل کلیدی در دستیابی به حمل و نقل هوشمند در نظر گرفته می شوند. درواقع سیستم های حمل و نقل هوشمند به عنوان یک ابزار قدرتمند برای بهبود کیفیت زندگی شهروندان شناخته شده اند. با توجه به نتایج این پژوهش، می توان گفت که تحقق هوشمندسازی حمل و نقل درون شهری در شهر کرمانشاه، یک گام مهم در جهت توسعه پایدار این شهر است.

۸. پیشنهادها

با عنایت به نتایج حاصل از تحلیل DANP در خصوص سیستم حمل و نقل هوشمند کرمانشاه که برتری نسبی زیرساخت های فنی در کنار ضعف مشهود در شاخص های زیست محیطی را نمایان می سازد، پیشنهادهای اجرایی زیر با هدف رفع این نقیصه و دستیابی به توسعه پایدار شهری ارائه می گردد:

- ❖ تدوین و اجرای برنامه جامع کاهش آلاینده‌گی ناوگان حمل‌ونقل عمومی: با توجه به وضعیت نامطلوب شاخص زیست‌محیطی، اولویت فوری باید بر نوسازی و جایگزینی ناوگان حمل‌ونقل عمومی فرسوده با وسایل نقلیه پاک (برقی، هیبریدی یا گازسوز) و استانداردسازی سوخت مصرفی ناوگان فعلی متمرکز گردد. این برنامه باید شامل جدول زمان‌بندی مشخص، منابع مالی مورد نیاز و مشوق‌های لازم برای مشارکت بخش خصوصی باشد.
- ❖ توسعه زیرساخت‌های حمل‌ونقل غیرموتوری هوشمند: برای کاهش وابستگی به خودروهای شخصی و ارتقای سلامت شهروندان، ایجاد و گسترش شبکه‌های هوشمند دوچرخه‌سواری و پیاده‌روی با بهره‌گیری از فناوری‌های نوین (مانند ایستگاه‌های هوشمند اجاره دوچرخه، اپلیکیشن‌های مسیریابی و اطلاع‌رسانی) ضروری است. طراحی این زیرساخت‌ها باید با در نظر گرفتن ایمنی، دسترسی آسان و جذابیت بصری صورت پذیرد.
- ❖ پیاده‌سازی سیستم مدیریت هوشمند ترافیک با رویکرد کاهش آلاینده‌گی: استفاده از سامانه‌های هوشمند کنترل ترافیک با قابلیت بهینه‌سازی جریان تردد، کاهش زمان انتظار در تقاطع‌ها و اطلاع‌رسانی لحظه‌ای به رانندگان در خصوص وضعیت ترافیک و مسیرهای جایگزین، می‌تواند به کاهش مصرف سوخت و انتشار آلاینده‌ها کمک نماید.
- ❖ ایجاد و گسترش محدوده‌های کم‌انتشار (LEZ) و مناطق عاری از خودرو: تعیین محدوده‌هایی در هسته مرکزی شهر و مناطق پرتردد که ورود خودروهای با آلاینده‌گی بالا به آن‌ها محدود یا ممنوع می‌گردد و توسعه تدریجی مناطق عاری از خودرو با تمرکز بر حمل‌ونقل عمومی پاک و غیرموتوری، نقش مؤثری در بهبود کیفیت هوا خواهد داشت.
- ❖ ارتقاء آگاهی و مشارکت شهروندان در زمینه حمل‌ونقل پاک: اجرای برنامه‌های آموزشی و فرهنگ‌سازی مستمر با هدف تشویق شهروندان به استفاده از حمل‌ونقل عمومی، دوچرخه‌سواری و پیاده‌روی و ارائه اطلاعات شفاف در خصوص اثرات زیست‌محیطی

انتخاب‌های حمل‌ونقلی، برای دستیابی به اهداف پایدار ضروری است. استفاده از ابزارهای هوشمند اطلاع‌رسانی می‌تواند در این زمینه مؤثر باشد.

❖ پایش هوشمند کیفیت هوا و انتشار آلاینده‌ها: استقرار سامانه‌های هوشمند پایش کیفیت هوا در نقاط مختلف شهر و جمع‌آوری داده‌های مربوط به انتشار آلاینده‌های ناشی از حمل‌ونقل، امکان ارزیابی دقیق‌تر وضعیت موجود و اثربخشی اقدامات انجام شده را فراهم می‌سازد. این داده‌ها می‌توانند در تصمیم‌گیری‌های آتی و اصلاح برنامه‌ها مورد استفاده قرار گیرند.

اجرای همزمان و هماهنگ این پیشنهادات، با تأکید ویژه بر بهره‌گیری از فناوری‌های هوشمند، می‌تواند گامی مؤثر در جهت ارتقای شاخص زیست‌محیطی سیستم حمل‌ونقل کرمانشاه و دستیابی به شهری پایدار، سالم و هوشمند باشد.

کتابنامه

۱. احمدی، ت؛ فنی، ز؛ رضویان، م.ت؛ و توکلی‌نیا، ج. (۱۳۹۸). مدل ترکیبی اولویت‌بندی استراتژی‌های حمل‌ونقل هوشمند مورد پژوهی: کلان‌شهر تبریز. *جغرافیا و برنامه‌ریزی*، ۲۳ (۶۷)، ۲۵-۴۴.
۲. آزادخانی، پ؛ سلاورزی‌زاده، م؛ و شاهمرادیان، ا. (۱۴۰۱). سنجش میزان تاب‌آوری شبکه‌های حمل‌ونقل شهر ایلام. *تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی (علوم جغرافیایی)*، ۲۲ (۶۴)، ۱۲۱-۱۳۸.
۳. افندی‌زاده، ش؛ سیدحسینی، س.م؛ و سلاح‌ورزی، ا.ح. (۱۳۹۶). سنجش بهره‌وری سیستم‌های حمل‌ونقل هوشمند در شهر تهران با بهره‌گیری از روش تحلیل پوششی داده‌ها. *معماری و شهرسازی آرمان شهر*، ۱۰ (۲۱)، ۲۸۹-۲۸۱.
۴. انوری، ز؛ کاموسی، ز؛ و رفیعی‌مهر، ب. (۱۳۹۰). بررسی جایگاه فناوری ارتباطات خودروپی در سامانه‌های حمل‌ونقل هوشمند. *فصلنامه توسعه تکنولوژی صنعتی*، ۹ (۱۸)، ۷۵-۸۴.
۵. بخشی‌سنجدری، ر؛ و دریاباری، س.ج. (۱۳۹۹). بررسی هوشمندسازی سیستم‌های حمل‌ونقل شهری در راستای توسعه پایدار شهرها (مورد مطالعه: کلان‌شهر تهران). *اقتصاد و مدیریت شهری*، ۸ (۴)، ۳۱-۴۵.

۶. پورجوان، خ. (۱۳۹۸). تبیین شهر هوشمند و راهکارهای حمل‌ونقل هوشمند شهری. *کارافن*، ۱۶ (۴۵)، ۳۴-۱۵.
۷. پویا، ر؛ بسته‌نگار، م؛ و مکرمی، آ. (۱۴۰۱). تکنولوژی حمل‌ونقل هوشمند؛ راهبرد مواجهه با چالش‌های اساسی این بخش. *فصلنامه توسعه تکنولوژی صنعتی*، ۲۰ (۴۸)، ۷۷-۹۴.
۸. حاضری، ه؛ رحمتی، م؛ و پاشازاده، ا. (۱۴۰۲). سنجش میزان اثرگذاری شاخص‌های حمل‌ونقل پایدار بر زیست‌پذیری شهری (نمونه مورد: شهر اردبیل). *جغرافیا و روابط انسانی*، ۶ (۲)، ۸۹-۱۰۷.
۹. ذوقدار، پ؛ و شبانی، ا. (۱۳۹۷). ارزیابی الگوی رفتاری شهروندان در ایستگاه‌های هوشمند حمل‌ونقل شهری (نمونه موردی ایستگاه هوشمند شهید خرازی شاهین شهر)، *معماری شناسی*، ۱ (۵)، ۹-۱.
۱۰. صفارزاده، م؛ میربهاء، ب؛ میربهاء، ب؛ و صفارزاده، م. (۱۳۸۶). الگوی فرآیندی معماری منطقه‌ای سیستم‌های هوشمند حمل و نقل (مورد کاوی: محور کرج-چالوس). *پژوهشنامه حمل‌ونقل*، ۴ (۱)، ۲۵-۳۴.
۱۱. کاوه، ا؛ کریمیان‌بستانی، م؛ و میری، غ.ر. (۱۴۰۱). تحلیل و بررسی نقش ابعاد توسعه در شناسایی شیوه‌های حمل‌ونقل هوشمند (مورد مطالعه: شهر زاهدان). *نشریه جغرافیا و برنامه‌ریزی منطقه‌ای*، ۱۲ (۴)، (پیاپی ۴۸)، ۱۲۶۹-۱۲۸۸.
۱۲. کاوه، ا؛ کریمیان‌بستانی، مریم؛ و میری، غ.ر. (۱۴۰۳). نقش مدیریت یکپارچه در تحقق حمل‌ونقل هوشمند (مطالعه موردی: شهر زاهدان). *نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی*، ۲۴ (۷۳)، ۲۶-۴۶.
۱۳. گودرزی، م؛ فیروزی، م.ع؛ و سعیدی، ا. (۱۳۹۸). بررسی و تحلیل موانع هوشمندسازی حمل‌ونقل درون‌شهری اهواز. *جغرافیا و آمایش شهری - منطقه‌ای*، ۹ (۳۳)، ۵۷-۸۲.
۱۴. محمدرضاپور، ب. (۱۴۰۱). موانع و راهکارهای هوشمندسازی حمل‌ونقل درون‌شهری با رویکرد مدیریت بحران (نمونه موردی: شهر ارومیه). *نشریه علمی شهر ایمن*، ۵ (۲)، ۱۶-۳۴.
۱۵. میرزازاده، ا. (۱۳۹۹). تأثیر به‌کارگیری سیستم‌های حمل‌ونقل هوشمند در مدیریت ترافیک شهری (نمونه موردی: شهر بابل). *پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد در رشته برنامه‌ریزی شهری (گرایش: آمایش شهری)*، رشته جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشکده علوم انسانی و اجتماعی، دانشگاه مازندران.

۱۶. نصرتی، ع.ر؛ مهرجو، م؛ و زالی، ن. (۱۳۹۹). طراحی سناریوهای توسعه حمل و نقل هوشمند شهری با رویکرد تحلیل محیط اطلاعاتی مطالعه موردی: شهر همدان. مدیریت شهری، ۱۹ (۵۹)، ۱۲۹-۱۴۵.

17. Almatar, K. M. (2024). Smart transportation planning and its challenges in the Kingdom of Saudi Arabia. *Sustainable Futures*, 8, 100238.
18. Bamwesigye, D., & Hlavackova, P. (2019). Analysis of sustainable transport for smart cities. *Sustainability*, 11(7), 21-40.
19. Battarra, R., Gargiulo, C., Tremitterra, M. R., & Zucaro, F. (2018). Smart mobility in Italian metropolitan cities: A comparative analysis through indicators and actions. *Sustainable cities and society*, 41, 556-567.
20. Chung, S. H. (2021). Applications of smart technologies in logistics and transport: A review. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 153, 102455.
21. Das, D. K. (2020). Perspectives of smart cities in South Africa through applied systems analysis approach: A case of Bloemfontein. *Construction Economics and Building*, 20(2), 65-88.
22. Dewangan, M. T., Mehar, R., & Agarwal, A. K. (2017). Application of intelligent transport system for sustainable transport system in smart cities. *JoARATTS*, 2(12), 33-39.
23. Dogra, A. K., & Kaur, J. (2022). Moving towards smart transportation with machine learning and Internet of Things (IoT): a review. *Journal of Smart Environments and Green Computing*, 2(1), 3-18.
24. Fantin Irudaya Raj, E., & Appadurai, M. (2022). Internet of things-based smart transportation system for smart cities. In *Intelligent Systems for Social Good: Theory and Practice* (pp. 39-50). Singapore: Springer Nature Singapore.
25. Giang, N. K., Leung, V. C., & Lea, R. (2016). On developing smart transportation applications in fog computing paradigm. In *Proceedings of the 6th ACM symposium on development and analysis of intelligent vehicular networks and applications* (pp. 91-98). <https://doi.org/10.1145/2989275.2989286>
26. Guerrero-Ibanez, J. A., Zeadally, S., & Contreras-Castillo, J. (2015). Integration challenges of intelligent transportation systems with connected vehicle, cloud computing, and internet of things technologies. *IEEE Wireless Communications*, 22(6), 122-128.
27. Jami Pour, M., Hosseinzadeh, M., & Moradi, M. (2024). IoT-based entrepreneurial opportunities in smart transportation: a multidimensional framework. *International Journal of Entrepreneurial Behavior & Research*, 30(2/3), 450-481.

28. Janusova, L., & Cismancova, S. (2016). Improving safety of transportation by using intelligent transport systems. *Procedia Engineering*, 134, 14-22.
29. Kandogan, Y., & Johnson, S. D. (2016). Role of economic and political freedom in the emergence of global middle class. *International Business Review*, 25(3), 711-725.
30. Liu, L., Gao, C., Mao, J., Lu, W., & Chen, Y. (2019). The theoretical concept and method system of traffic congestion control of urban road network with intelligent transportation systems. In *Sixth International Conference on Transportation Engineering* (pp. 190-198). Reston, VA: American Society of Civil Engineers.
31. Mao, J., Sun, Q., Wang, X., Muthu, B., & Krishnamoorthy, S. (2024). The importance of public support in the implementation of green transportation in the smart cities. *Computational Intelligence*, 40(1), 12-32.
32. Miraz, M. H., Ali, M., Excell, P. S., & Picking, R. (2015). A review on Internet of Things (IoT), Internet of everything (IoE) and Internet of nano things (IoNT). 2015 *Internet Technologies and Applications (ITA)*, 219-224.
33. Oladimeji, D., Gupta, K., Kose, N. A., Gundogan, K., Ge, L., & Liang, F. (2023). Smart transportation: an overview of technologies and applications. *Sensors*, 23(8), 3880.
34. Pham, T. N., Tsai, M. F., Nguyen, D. B., Dow, C. R., & Deng, D. J. (2015). A cloud-based smart-parking system based on Internet-of-Things technologies. *IEEE access*, 3, 1581-1591.
35. Rajbhandari, S., & Sharma, R. (2024). Using Big Data and the Internet of Things to Optimize Public Transport Efficiency Across Major Cities in India. *Journal of Intelligent Connectivity and Emerging Technologies*, 9(1), 13-24.
36. Singh, B., & Gupta, A. (2015). Recent trends in intelligent transportation systems: a review. *Journal of transport literature*, 9(2), 30-34.
37. Stefaniec, A., Hosseini, K., Xie, J., & Li, Y. (2020). Sustainability assessment of inland transportation in China: A triple bottom line-based network DEA approach. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 80, 102258.
38. Tekler, Z. D., Low, R., Yuen, C., & Blessing, L. (2022). Plug-Mate: An IoT-based occupancy-driven plug load management system in smart buildings. *Building and Environment*, 223, 109472.
39. Vakula, D., & Raviteja, B. (2017). Smart public transport for smart cities. In 2017 *International Conference on Intelligent Sustainable Systems (ICISS)* (pp. 805-810). IEEE.

40. Verma, M., Khanna, A., Goyal, R., & Joshi, D. (2020). Intelligent traffic management system for smart cities. In *Futuristic Trends in Network and Communication Technologies: First International Conference, FTNCT 2018, Solan, India, February 9–10, 2018, Revised Selected Papers 1* (pp. 152-164). Springer Singapore.
41. Wang, Y., Chen, Z., Zhang, C., Hu, H., Zhang, Z., & Zhu, M. (2024). Digital Twin-Driven Smart Transportation Infrastructure: Connotation, Reference Model, Applications and Research Issues. In *2024 IEEE International Conference on Industrial Technology (ICIT)* (pp. 1-6). IEEE.
42. Waqar, A., Alshehri, A. H., Alanazi, F., Alotaibi, S., & Almujiabah, H. R. (2023). Evaluation of challenges to the adoption of intelligent transportation system for urban smart mobility. *Research in Transportation Business & Management*, 51, 101060.
43. Wu, S. M., Chen, T. C., Wu, Y. J., & Lytras, M. (2018). Smart cities in Taiwan: A perspective on big data applications. *Sustainability*, 10(1), 106.
44. Yigitcanlar, T., & Kamruzzaman, M. (2020). Smart cities and mobility: Does the smartness of Australian cities lead to sustainable commuting patterns? In *Smart Cities and Innovative Urban Technologies* (pp. 21-46). Routledge.
45. Zhang, J., Li, S., & Wang, Y. (2023). Shaping a smart transportation system for sustainable value co-creation. *Information Systems Frontiers*, 25(1), 365-380.
46. Zhao, T., & Zhang, Y. (2020). Transportation infrastructure restoration optimization considering mobility and accessibility in resilience measures. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 117, 102700.