دوفصلنامهٔ مطالعات محیط انسان‌ساخت
دوره یک، شماره ۱، بهار و تابستان ۱۴۰۱، ص ۲۷۳ـ۲۹۸
DOI: 10.30487/hmes.2022.252109

سنجش مدل ترکیبی اولویت‌بندی استراتژی‌های حمل‌ونقل هوشمند در شهرهای میانی ایران

غنچه قنبرپور[۱]، کوروش افضلی[۲]، معصومه براری[۳]

(دریافت: ۱۴۰۰/۷/۵ ـ پذیرش: ۱۴۰۱/۲/۱۹ ، نوع مقاله: پژوهشی)

چکیده

رشد روزافزون جمعیت و به‌تبع آن افزایش تعداد اتومبیل‌ها در کنار رشد آرام زیرساخت‌های حمل‌ونقل موجب افزایش نرخ تصادفات و همچنین سبب افزایش تقاضای سفر در ایران شده است. این امر فشار حاصل بر شبکه‌های موجود در حمل‌ونقل را چندین برابر کرده است. مسائل و مشکلات مربوط به حمل‌ونقل ازقبیل تصادفات، تخلفات، خسارت‌ها و هزینه‌های گزاف، افزایش زمان‌های تلف‌شده، آلودگی‌های زیست‌محیطی، کاهش منابع انرژی و روند رشد سریع تقاضای حمل‌ونقل باعث شده تا تأمین حمل‌ونقل ایمن و کارا یکی از مهم‌ترین مسائل پیش‌روی اغلب کشورهای توسعه‌یافته و درحال توسعه محسوب شود. ازاین‌رو در جهت ارتقای ایمنی و رسیدن به اهداف موردنظر در این زمینه، گزینه‌های مختلفی مطرح شده است که هر کدام دارای محاسن و معایبی هستند. از مؤثرترین گزینه‌های طرح‌شده، استفاده از سیستم‌های هوشمند حمل‌ونقل در جهت افزایش ایمنی هستند. در این پژوهش سعی بر این است که با بررسی استراتژی‌های حمل‌ونقل هوشمند، میزان تأثیر آن‌ها بر شبکهٔ حمل‌ونقل هوشمند سنجیده و با یکدیگر مقایسه شود. برای تحلیل پژوهش از تحلیل سلسله‌مراتبی استفاده شده است که شاخص‌ها به‌صورت زوجی با یکدیگر مقایسه شده و به‌صورت پرسش‌نامه میان ۲۲ نفر از خبرگان و متخصصان در زمینهٔ حمل‌ونقل توزیع شده است. یافته‌های حاصل از پژوهش نشان داده است که در هوشمندسازی حمل‌ونقل شهرهای میانی در کشور ۶۵ عامل در ابعاد مختلف مؤثرند که شامل: معیار مدیریتی (۲۳ عامل)،

---

۱. دانشجوی دکتری شهرسازی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد کرمان (حاج قاسم سلیمانی)، کرمان، ایران. (Ghonche1160@gamil.com) نویسندهٔ مسئول.
۲. استادیار گروه، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد کرمان (حاج قاسم سلیمانی)، کرمان، ایران.
۳. دکتری جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری (دانشگاه شهید بهشتی تهران)، کرمان، ایران.

اقتصادی (۱۱ عامل)، اجتماعی ـ فرهنگی (۲۳ عامل) و کالبدی (۱۱ عامل) می‌شوند. از میان معیار مدیریتی، ثبات مدیریت با وزن ۰٫۲۰۹ و دانش فنی مدیران با وزن ۰٫۰۰۲ به ترتیب در اولویت اول و آخر قرار گرفته‌اند. در زیرمعیارهای مرتبط با معیار اقتصادی، تحریم‌های اقتصادی کشور با وزن ۰٫۰۹۹ و ثبات ارز نرخ کشور با وزن ۰٫۰۸۴ به ترتیب اولویت اول و آخر را به خود اختصاص داده‌اند. در زیرمعیارهای مرتبط با معیار اجتماعی ـ فرهنگی، سازمان‌های مردم‌نهاد در ترویج حمل‌ونقل هوشمند با وزن ۰٫۰۹۹ در اولویت اول و وندالیسم شهری با وزن ۰٫۰۷۶ در اولویت دوم بوده‌اند و درنهایت در زیرمعیارهای مرتبط با معیار کالبدی، تأسیسات فنی هوشمند با وزن ۰٫۱۳۸ در اولویت اول و زیرمعیار مکان‌یابی تأسیسات هوشمند با وزن ۰٫۱۰۹ در اولویت دوم واقع شده‌اند.

واژه‌های کلیدی: حمل‌ونقل شهری، حمل‌ونقل هوشمند، هوشمندسازی، شهرهای میانی.

Studies on Man- Made Environment
Vol. 1,No 1 Spring & Summer 2022
DOI: 10.30487/hmes.2022.252109

Measurement of the combined model of prioritizing intelligent transport strategies in middle cities of Iran

Ghonche Ghanbarpour[1], Koorosh Afzali[2], Masoome Barari[3]

Abstract

The growing population growth and the increase in the number of cars, beside the mellow growth of transport infrastructure rates, has increased r rates of accidents and also increased the demand for travel in Iran. This leads to more pressure on transportation systems. Issues and problems related to transportation make the developed and developing countries to face one of the most important problems as a safe transportation; the issues included accidents, violations, damages and exorbitant expenses, increasing the waste times, environmental pollution, reducing energy sources and the rapid growth of transportation demand. In order to improve the safety and reaching the goals, various options have been proposed, each with those of the advantages and disadvantages. The most effective option was the use of intelligent transport systems to increase safety. In this research, it is attempted to investigate and compare the effect of intelligent transportation system strategies. For analyzing the research, hierarchical analysis has been used to compare the indicators in pair; the questionnaire was delivered between 22 experts and specialists in the field of transportation. The finding showed 65 effective factors to make the transportation of middle cities in the country intelligent; these factors are as follows: management criteria (23 factors), economic criteria (11 factors), cultural - social criteria (23 factors) and the physical criteria (11 factors). Among the management criteria, weighing management with weight 0.209 and the technical knowledge of managers weighted 0.002 were in the first and last priority, respectively. The economic criteria included the economic sanctions of the country with a weight of 0.209 and the exchange rate of the country`s weight rate at 0.084, respectively. The social – cultural criteria included the organizations of the institution in the promotion of intelligent transport system with a weight of 0.099 in the first priority and urban vandalism with a weight of 0.076 in the second priority. The physical criteria included the intelligent technical facilities with a weight of 0.138 in the first priority and the subsequent location of the intelligent facilitiesweight of 0.109 in the second priority.

keywords: Urban transportation, Intelligent transportation, make smart, middle cities of Iran

---

1. Ph.D. student in Municipal Engineering, Islamic Azad University, Kerman Branch (Haj Ghasem Soleimeni), Kerman, Iran, (Ghonche1160@gmail.com; corresponding author)
2. Assistant Professor, Department, Islamic Azad University, Kerman Branch, Haj Ghasem Soleimeni), Kerman, Iran
3. Pg.D. in Geography and Urban Planning (Tehran Shahid Beheshti University), Kerman, Iran

مقدمه

حمل‌ونقل و جابه‌جایی کالا و مسافر به‌عنوان یکی از مهم‌ترین نیازهای بشر در برنامه‌ریزی های کلان کشورها موردتوجه ویژه قرار می‌گیرد. موارد متعددی ازقبیل آلودگی‌های زیست‌محیطی، خسارت‌های مادی و معنوی ناشی از تصادفات، اتلاف زمان و انرژی و همچنین معضلات ترافیکی ازجمله چنین مشکلاتی شمرده می‌شوند. بنابراین به‌منظور غلبه بر مشکلات فوق با توجه به اینکه غلبه بر محدودیت‌های مذکور با روش‌های سنتی غیرممکن است، با نیم‌نگاهی به پیشرفت‌های حاصل در تکنولوژی ارتباطات و الکترونیک و از آنجا که امروزه سیستم‌های حمل‌ونقل هوشمند برای حل مشکلات حمل‌ونقل در جوامع بشری موردتوجه کارشناسان این حوزه است، بر آن شدیم تا ازطرح سیستم‌های حمل‌ونقل هوشمند به‌عنوان سیاست کلی سامانه‌های حمل‌ونقل استفاده کنیم (فغانی عمران، احسانی‌نسب سمیرا و محدثه) .

با پیشرفت صنایع الکترونیکی و فناوری اطلاعات در اواخر سدهٔ بیستم و کاربرد این سامانه در سطوح مختلف، سامانهٔ نوینی از برنامه‌ریزی، طراحی و مدیریت سامانه‌های حمل‌ونقل آشکار شد. سامانه‌های حمل‌ونقل هوشمند به‌عنوان راهکار بسیار مؤثری جهت بهبود کارایی سامانه‌های حمل‌ونقل زمینی به‌شمار می‌رود. بهبود وضعیت حرکت یا کاهش تراکم ترافیک، افزایش سرعت عملکردی شبکهٔ ترافیک، افزایش ایمنی، کاهش اثرات زیان‌بار زیست‌محیطی در مصرف انرژی، ارتقای سطح رضایت عمومی کاربران و مطلوبیت حمل‌ونقل همگانی و نیز افزایش کارایی زیرساخت‌های موجود ازجمله مزایای به‌کارگیری سامانه‌های هوشمند حمل‌ونقل است. بالابری بهره‌وری سامانه (کارایی و عملکرد)، صرفه‌جویی در نیروی انسانی، حذف خطای انسانی و ضعف انسانی و ... از اهداف سامانه‌های هوشمند است. تجارب گوناگون سازمان‌های مختلف در سطح جهان نشان می‌دهد که فناوری اطلاعات به‌راحتی بسیاری از مشکلات سامانه‌های کنترلی را رفع می‌کند (موسویان و صفری، ۱۳۸۸).

سیستم‌های حمل‌ونقل هوشمند به مجموعه‌ای از ابزارها، امکانات و تخصص‌ها ازقبیل مفاهیم مهندسی ترافیک، تکنولوژی‌های نرم‌افزاری، سخت‌افزاری و مخابراتی گفته می‌شود که به‌صورت هماهنگ و یکپارچه به‌منظور بهبود کارایی و ایمنی در سیستم حمل‌ونقل به‌کار گرفته می‌شوند (افندی‌زاده و رحیمی[1]، ۲۰۰۹). میزان کارایی و بهره‌وری

1. Afandizadeh & Rahimi

سیستم‌های حمل‌ونقل هوشمند تابعی از فناوری‌های اطلاعاتی و ارتباطی است که با سرعت بسیار زیاد در حال تغییر است. بنابراین با گذشت زمان، برنامه‌ریزی سیستم‌های حمل‌ونقل هوشمند اهمیت بیشتری می‌یابد. ازاین‌رو، برنامه‌ریزی‌های انجام‌شده برای سیستم‌های حمل‌ونقل هوشمند باید اجرایی و به‌روز باشند. بدین معنی که به‌طور مستمر موردبازبینی قرار گرفته و نیازهای جدید و راهبردها و راهکارهای نوین را موردبررسی قرار دهند. پس از اجرای برخی سیستم‌های حمل‌ونقل هوشمند در سطح منطقه و کسب تجربهٔ کافی، برنامهٔ سیستم‌های حمل‌ونقل هوشمند باید مجدداً موردبازبینی قرار گیرد (افندی‌زاده و همکاران، ۱۳۹۶). ازاین‌رو، لازم است در طراحی و برنامه‌ریزی این سیستم‌ها با درنظر گرفتن هرچه دقیق‌تر جزئیات، نسبت‌به قابلیت ارتقای سیستم در آینده اطمینان حاصل کرد. در برنامه‌ریزی سیستم‌های حمل‌ونقل هوشمند باید به نیازهای آتی حمل‌ونقل ازقبیل نیازهای جغرافیایی و وظیفه‌مندی سیستم به‌منظور تکمیل وظایف این سیستم‌ها جهت پاسخ‌گویی به نیازهای آینده توجه کرد (مهری و ابراهیمی دهکردی، ۱۳۹۶). برای این منظور، با تعریف شاخص‌های عملکردی در زمینهٔ بهره‌وری سیستم‌های حمل‌ونقل هوشمند و اندازه‌گیری آن‌ها با استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌ها، اقدام به سنجش عملکرد و کارایی اجزای مختلف این سیستم‌ها جهت ارتقای کارایی و درنتیجه بهبود بهره‌وری شده است. استفاده ازاین روش با توجه به اهمیت کارایی در توسعهٔ فعالیت‌های مرتبط با سیستم‌های حمل‌ونقل هوشمند و به‌دلیل هزینه‌بر بودن خرید، بهره‌برداری و نگهداشت این سیستم‌ها، می‌تواند رویکردی بسیار مؤثر جهت انتخاب و اولویت‌بندی این فعالیت‌ها باشد. در این پژوهش کارایی درآمد واحدهای تصمیم‌گیرنده با ساختار شبکهٔ پایداری مناسب جهت حفظ دسته‌بندی واحدهای تصمیم‌گیرنده به‌دست آورده می‌شود. از مزایای روش ارائه‌داده‌شده این است که تحلیل حساسیت در زمینهٔ کارایی درآمد به تصمیم‌گیران کمک می‌کند که از دید اقتصادی تا چه میزان ورودی و خروجی واحدهای تحت‌ارزیابی را باید تغییر دهند به‌گونه‌ای که بیشترین بهره‌وری و سود را داشته باشد. (وی[1]، ۲۰۱۲؛ ژو[2]، ۲۰۰۲).

مبانی نظری

حمل‌ونقل: حمل‌ونقل و جابه‌جایی کالا و مسافر به‌عنوان یکی از مهم‌ترین نیازهای

1. Wei
2. Zhu

بشر در برنامه‌ریزی‌های کلان کشورها موردتوجه ویژه قرار می‌گیرد. در چند دههٔ گذشته توجه به سیستم‌های حمل‌ونقل به‌عنوان یکی از زیرساخت‌های اصلی کشور در زیربنای قدرت سیاسی و اقتصادی کشور با سرعت در حال افزایش است. سیستم حمل‌ونقل در بخش‌های مختلف زمینی، دریایی و هوایی قابل‌بحث است که در این مطالعه بیشتر بر روی سیستم حمل‌ونقل زمینی تمرکز شده است.

حمل‌ونقل شهری: حمل‌ونقل شهری به‌عنوان یکی از عوامل مهم حیات و رشد اقتصادی شهر، مؤثرترین جزء حمل‌ونقل مطرح است، به‌طوری که در شهرهای کشورهای درحال توسعه اغلب بین ۱۵ تا ۲۵ درصد بودجه، بین ۸ تا ۱۶ درصد درآمد خانواده‌ها و بیش از ۳۳ درصد سرمایه‌گذاری‌ها در زیرساخت‌های شهری در بخش حمل‌ونقل صورت می‌گیرد (بانک جهانی)؛ اما باوجود اهمیت این سیستم‌ها در زندگی روزمرهٔ شهروندان، الگوهای رایج حمل‌ونقل به تحمیل هزینه‌های سنگین زیست‌محیطی، اجتماعی و اقتصادی منجر می‌شود (رضویان و براری، ۱۳۹۵).

حمل‌ونقل شهری بخشی از تسهیلات شهری به‌شمار می‌رود که از دو بخش حمل‌ونقل عمومی و حمل‌ونقل شخصی (خصوصی) تشکیل شده است. حمل‌ونقل عامل پویایی جامعه است و یکی از اهداف مهندسی ترافیک تأمین حمل‌ونقل اقتصادی، راحت و ایمن برای کالا و انسان است (تازه‌های ترافیک، ۱۳۸۲، ص ۵۸).

نظام حمل‌ونقل شهری به‌عنوان بخشی از فعالیت‌های شهری بیان‌کنندهٔ پویایی و حیات یک مجموعهٔ شهری است. بی‌شک بدون جابه‌جایی نمی‌توان شهر را زنده تصور کرد. این فعالیت چنان با زندگی‌ها ترکیب شده است که تقریباً نمی‌توان آن را جدا از فعالیت‌های روز به‌شمار آورد. یک شهر از دو عنصر اصلی توده‌های ساختمانی و فضا تشکیل شده است. توده‌های ساختمانی تمام مکان‌های مسقف را شامل می‌شود. این مکان‌ها دارای کاربردهای گوناگونی ازقبیل مسکونی، تجاری، اداری، خدماتی و ... هستند. فضا تمام مکان‌هایی را که دارای سقف نیستند شامل می‌شود. بنابراین شبکهٔ معابر، پارکینگ‌های روباز، ارگ‌ها، فضاهای سبز داخل محدودهٔ ساختمان‌ها و ... جزو فضاهای شهری محسوب می‌شوند. بافت و محیط کالبدی شهر ترکیبی از این دو عنصر است و تفاوت‌های فیزیکی شهرها از نحوهٔ ترکیب و تعداد توده‌های ساختمانی و فضا به‌وجود می‌آیند. بدین ترتیب اگر تمام ابنیهٔ ساخته‌شده توسط انسان‌ها به‌عنوان عناصر تودهٔ ساختمانی در مجموعهٔ بافت شهری تلقی شود بخش زیادی از فضای میان آن‌ها به معابر در

شبکهٔ حمل‌ونقل اختصاص می‌یابند (مهندسی مشاور آمود راه، ۱۳۷۶، ص ۱۴).

به‌طور کلی هدف تمامی سیستم‌های درون‌شهری جابه‌جایی مسافر از مکانی از شهر به مکانی دیگر است که باتوجه به موقعیت شهر و اهمیت آن و تعداد جمعیت آن می‌توان از هریک از سیستم‌ها به‌طور مجزا یا با هم استفاده کرد.

بافت و سیمای هر شهر حاصل تلاش چندین سالهٔ نسل‌های مختلف است که توانسته‌اند اکوسیستمی انسانی و درخور توجه پدید بیاورند. این بافت‌ها ممکن است حاوی گنجینه‌هایی از اصول و قواعد معماری و شهرسازی باشد که باید از گزند تخریب و نابودی حفظ شوند. شبکه‌های حمل‌ونقل شهری باید به‌طور منظم و به‌شکل سیستمی طراحی و احداث شوند که هر کدام از اجزای آن مسئولیت خود را به‌طور بهینه انجام دهند تا مشکل و معضلی در شبکه به‌وجود نیاید.

حمل‌ونقل هوشمند: امروزه سیستم حمل‌ونقل در جایگاه دیگری به‌نام سیستم حمل‌ونقل هوشمند خود را می‌بیند، سیستمی که در چند سال آینده جایگزین سیستم کنونی خواهد شد و پیشرفت و توسعه در آن از برنامه‌های اصلی دولت‌ها خواهد بود. تقریباً از دو دههٔ گذشته این سیستم‌ها به‌عنوان یک روش کارآمد برای بهبود مسئلهٔ حمل‌ونقل به کار گرفته شده است (ژنگ[1] و همکاران، ۲۰۱۱) .

حمل‌ونقل هوشمند درکنار روش‌های سنتی و معمول، موجب افزایش ظرفیت مؤثر و بهینه‌سازی کارایی تسهیلات و گامی مؤثر در توسعهٔ فناوری و ارتباطات و افزایش ایمنی می‌شود. سامانه‌های حمل‌ونقل هوشمند با محوریت مثلث هوشمند راه، خودرو و راننده در زمینه‌های مختلفی ازجمله ناوبری پیشرفته، بهینه‌سازی مدیریت ترافیک، رانندگی ایمن، حمل‌ونقل عمومی و تجاری و پشتیبانی عابران پیاده و وسایل امدادی به‌کمک شهروندان می‌آید.

سامانهٔ حمل‌ونقل هوشمند، سامانه‌هایی متشکل از فناوری‌های نوین هستندکه در برنامه‌ریزی سامانهٔ حمل‌ونقل زمینی، امروزه نقش بسیارمهمی ایفا می‌کنند.

در تمام دنیا استفادهٔ بهینه از انرژی و زمان در سرلوحهٔ کارها قرار می‌گیرد. در حمل‌ونقل نیز طرح های جدید با استفاده از فناوری به‌منظور رسیدن به این هدف حرکت می‌کنند. نظام هوشمند حمل‌ونقل و خدمات مختلف آن، یکی از طیف‌های بهره‌وری است. نظام هوشمند حمل‌ونقل طیف وسیعی از ابزارهای جدید ادارهٔ شبکهٔ حمل‌ونقل و

1. Zhang

خدمات‌رسانی به مسافران را دربر می‌گیرد. هوشمندسازی سیستم حمل‌ونقل در قسمت‌های مختلفی قابل‌تعریف است که رانندگی هوشمند، هوشمندسازی راه‌ها، مکان‌یابی هوشمند، زیرساخت‌های هوشمند و ... از مهم‌ترین عناصر این سیستم هستند.

مهم‌ترین دستاورد هوشمند حمل‌ونقل افزایش کارایی حرکت و جابه‌جایی کالا و مسافر، کاهش شدید اشتباهات انسانی در سیستم حمل‌ونقل، بهبود برنامه‌ریزی و زمان‌بندی حمل‌ونقل، بهبود و ارتقای مدیریت حمل‌ونقل، افزایش ایمنی، کاهش هزینه‌های عملیاتی و کاهش عوارض زیست‌محیطی و مصرف سوخت، افزایش رضایت مشتریان و ذینفعان از بخش، ارتقای ظرفیت جاده‌ها و بزرگراه‌ها و کاهش ترافیک و تصادفات است. استفاده از فناوری‌های نوین، ایجاد صرفه‌جویی در سایر هزینه‌ها و تأثیر مستقیم بر استفاده‌کنندگان از دیگر ویژگی‌های سامانه‌های هوشمند حمل‌ونقل است. ابزارهای سامانهٔ حمل‌ونقل هوشمند با صرفه‌جویی در وقت و حفظ جان انسان‌ها، افزایش کیفیت محیط زیست و افزایش بهره‌وری فعالیت‌های تجاری باعث بهبود عملکرد سامانهٔ حمل‌ونقل می‌شوند. سامانهٔ حمل‌ونقل هوشمند با توجه به مزایای فراوان آن، امروزه درکنار روش سنتی احداث تسهیلات جدید، استفاده می‌شود و به‌عنوان رویکردی برای دستیابی به حمل‌ونقل پایدار است.

آشنایی با فناوری نوین امروزی تأثیر بسزایی در مدیریت بهینهٔ تمام امور خواهد داشت. سیستم‌های حمل‌ونقل هوشمند باعث بهبود سیستم کنونی شده و شرایط بسیار مطلوب را در جامعه در ابعاد گوناگون ایجاد می‌کند.

شهرهای میانه: اصولاً افزایش جمعیت و تعداد شهرهای بزرگ به ضرر شهرهای میانی، کوچک و روستا ـ شهرها عمل می‌کند و تقویت شهرهای میانه روش مناسبی برای توسعهٔ فضایی و ایجاد رشد اقتصادی و تعادل اجتماعی است و می‌تواند به‌عنوان روشی در مقابل رشد شهرهای بزرگ عمل کند؛ ولی به‌نظر می‌رسد چنین رشد و توسعه‌ای در صورتی شکل خواهد گرفت که این شهرها از درون خود دچار مشکلات شهرهای بزرگ در مقیاس خرد نباشند و فضای مناسب را برای نسل کنونی و آینده فراهم سازند. ازطرفی باتوجه به اینکه برنامه‌ریزی از ابزار مدیریت است، ازسویی خود مستلزم بررسی و شناخت است؛ درنتیجه باید بررسی و شناخت نواحی شهری و تحلیل قابلیت‌ها و تنگناهای آن‌ها در فرایند برنامه‌ریزی شهری موردتوجه قرار گیرد. یکی از مهم‌ترین راهبردهای موجود در این زمینه، توجه به اندازهٔ شهرهای متوسط و حمایت از این‌گونه شهرها در شبکهٔ شهری کشور

است. در کشورهای درحال توسعه ازجمله ایران، رشد بی‌رویهٔ کلان‌شهرها و اختصاص دادن همهٔ امکانات منطقه به این نقاط، توزیع نامتوازن و نامتعادل جمعیت را به دنبال داشته است که این مسئله خود منشأ بسیاری از مشکلات بوده و ناهماهنگی‌های بسیاری را به‌وجود آورده است (ابراهیم‌زاده، ۱۳۹۶).

اینک براساس دیدگاه‌های موجود به‌نظر می‌رسد، اهمیت دادن به شهرهای میانه، گام مؤثری در تمرکززدایی، توزیع مجدد منابع و درآمدها و همچنین کاهش فشار بر محیط زیست شهری در مناطق مرکزی است. درعین حال، براساس نظریه‌های مدافع شهرهای متوسط، این شهرها می‌توانند در درون یک شبکهٔ شهری متوازن و برپایهٔ سلسله‌مراتب، نقش‌های موردانتظار را همانند یک کنش‌یار رشد و توسعه ایفا کند (براری، ۱۳۹۷).

حمل‌ونقل در شهرهای میانه: یکی از قابل‌توجه‌ترین موارد در شهرهای میانه (متوسط)، سیستم حمل‌ونقل است.

برای مثال شهر ساری با وجود توان‌های بالقوه زیاد، باتوجه به رشد کالبدی و فضایی گسترده و درپی آن افزایش مالکیت خودرو در استان، قدمت و پیچیدگی معابر شهری، کم‌عرض بودن معابر، کمبود سامانه‌های حمل‌ونقل عمومی، نقص و کمبود زیرساخت‌ها، نبود استانداردهای لازم درزیرساخت‌های حمل‌ونقل، گرایش به استفاده از حمل‌ونقل شخصی به جای حمل‌ونقل عمومی، نبود یا کمبود فضاها و حتی آیین‌نامه‌هایی که حمل‌ونقل عمومی و سبز مثل پیاده‌روی و دوچرخه‌سواری را ترغیب می‌کند، عدم ایمنی اجتماعی براساس میزان تصادفات رخ‌داده در مناطق فقیرنشین شهری و عدم دسترسی برابر به حمل‌ونقل شهری در بین اقشار مختلف جامعه و به‌دنبال آن، انواع پیامدهای زیست‌محیطی ازجمله: افزایش مصرف سوخت، هدر رفتن سرمایه‌های طبیعی، بروز آلودگی‌های مختلف به‌ویژه آلودگی هوا، کاهش کیفیت محیط زیست شهری و درنهایت، تهدید سلامتی و آسایش شهروندان است (رضویان و براری، ۱۳۹۵).

پیشینهٔ پژوهش

در هر پژوهش علمی، بررسی پیشینهٔ پژوهش‌های مرتبط با موضوع موردمطالعه برای تسلط بر موضوع، آگاهی از یافته‌های آن‌ها، جلوگیری از دوباره‌کاری و درنهایت مقایسهٔ یافته‌های پژوهش با یافته‌های دیگر پژوهش‌های صورت‌گرفته، از ضروریات است. بنابراین در ادامه، پیشینهٔ پژوهش‌های داخلی و سپس خارجی مرتبط با حمل‌ونقل هوشمند ارائه شده است.

پژوهشکدهٔ حمل‌ونقل و سیستم‌های هوشمند دانشگاه صنعتی امیرکبیر در سال ۱۳۹۵ پژوهشی با عنوان «سند ملی حمل‌ونقل هوشمند ایران» مشخص کرده‌اند که این سند دارای ۹ زیرسند است که در هر زیرسند ضمن ارزیابی اهداف و نیازمندی‌ها، مکانیسم انتخاب بسته‌های خدماتی حمل‌ونقل هوشمند و زیرسیستم‌ها و بسته‌های تجهیزات و نحوهٔ بهره‌برداری از آن‌ها و مسئولیت‌ها و ملاحظات اجرایی موردنیاز در هر کدام تشریح شده است. افندی‌زاده و همکاران (۱۳۹۶) در پژوهش خود با عنوان «سنجش بهره‌وری سیستم حمل‌ونقل هوشمند در تهران با بهره‌گیری از روش تحلیل پوششی داده‌ها» دریافته است که سیستم‌های هوشمند راهگردبانی و مدیریت هوشمند اولویت‌دهی عبور از تقاطع دارای بیشترین ضریب بهره‌وری در بین سیستم‌های هوشمند حمل‌ونقل در شهر تهران است و سیستم‌های اطلاع‌رسانی پیش از سفر مدیریت هوشمند پارکینگ، چراغ‌های هوشمند در شهر تهران و تابلوهای متغیر خبری دارای ضرایب بهره‌وری نسبتاً بالایی بودند. نجفی لاریجانی و فاضل (۱۳۹۷) در پژوهش خود با عنوان «مدیریت هوشمند انرژی در سیستم حمل‌ونقل برقی» برای اولین‌بار، ساختار یک سیستم یکپارچه متشکل از شبکهٔ مترو و ایستگاه‌های شارژ خودروهای الکتریکی با درنظر گرفتن یک ذخیره‌کنندهٔ انرژی و با بهره‌گیری از انرژی حاصل از ترمزگیری و انرژی خورشیدی به‌عنوان تولیدات پراکنده در مقالهٔ ایشان ارائه شده است. این روند به گونه‌ای صورت می‌گیرد که مصرف انرژی مدیریت شده و به‌منظور کاهش تأثیرات سوء و هزینه‌های زیرساخت و بهره‌برداری، مدل مصرف انرژی از نظر فنی و اقتصادی بهینه‌سازی می‌شود. احمدی و همکاران (۱۳۹۸)، در پژوهش خود با عنوان «مدل ترکیبی اولویت‌بندی استراتژی‌های حمل‌ونقل هوشمند موردپژوهی: کلان‌شهر تبریز» دریافته‌اند که نتیجهٔ حاصل از این روش ترکیبی و مقایسهٔ آن با ضریب رتبه‌ای اسپیرمن نشان می‌دهد که راهبرد (هماهنگی همهٔ سازمان‌ها و ارگان‌های دولتی درمورد بهبود زیرساخت عمومی توسعهٔ سیستم‌های هوشمند حمل‌ونقل) در هر دو روش تحلیل (ANP) و (GSPM) در اولویت اول قرار گرفت و سایر استراتژی‌ها، اولویت‌بندی متفاوت از همدیگر دارند. منووار و همکاران (۲۰۱۵) در پژوهش خود با عنوان «سیستم‌های حمل‌ونقل هوشمند مبتنی‌بر پهپاد برای شهرهای هوشمند» برنامه‌های کاربردی ITS احتمالی را که می‌تواند از پهپادهای استفاده کند موردبررسی قرار دادند که پتانسیل‌ها و چالش‌های ITS را برای نسل‌های بعدی هوشمندسازی، پشتیبانی می‌کنند. وانگ و همکاران (۲۰۱۶) در پژوهش خود با عنوان «روش‌های کنترل فازی و الگوریتم‌های ژنتیک تنظیم زمان چراغ‌های راهنمایی» با استفاده از روش‌های کنترل فازی و الگوریتم‌های ژنتیک تنظیم زمان چراغ‌های راهنمایی میانگین زمان انتظار به‌طور قابل‌توجهی

کاهش می‌یابد. گوسمان و همکاران (۲۰۱۸) پژوهشی با عنوان «کنترل و فیلتر کردن داده‌های کاربران در حمل‌ونقل هوشمند» را به رشتهٔ تحریر درآورده‌اند. پژوهشگران این مقاله یک مدل امنیتی را پیشنهاد می‌کنند که در آن شرکت‌کنندگان ITS می‌توانند از برنامه‌های مختلف برای برقراری ارتباط با شیوه‌های حفظ حریم خصوصی خود و نحوهٔ توزیع داده‌ها استفاده کنند. این پیشنهاد مکانیسم مناسبی برای ITS است، چراکه می‌تواند سطح اعتماد به اطلاعات منتشرشده را بالا ببرد. گانین و همکاران نیز در سال ۲۰۱۹ با پژوهشی با عنوان «سیستم‌های هوشمند حمل‌ونقل انعطاف‌پذیر» کاربرد ITS کارایی شبکه‌های انعطاف‌پذیر حمل‌ونقل در پاسخ به اختلالات تصادفی و هدفمند سیستم‌های ITS در ده منطقهٔ شهری را مورداستفاده قرار دادند. نتایج تحقیقشان نشان می‌دهد که حملات مدرن در بدترین حالت، ۲۰ درصد از تقاطع‌ها را مختل کرده است و به‌طور متوسط ۱۴٫۶ درصد بیشتر نسبت‌به حملات مشابه در جاده‌هاست. علاوه‌بر این باعث قفل کردن حالت‌های سیگنال ترافیک می‌شود.

روش

پژوهش حاضر از نظر هدف در حیطهٔ پژوهش‌های کاربردی و براساس روش گردآوری داده‌ها، توصیفی ـ تحلیلی پیمایشی است. اطلاعات موردنیاز پژوهش از طریق روش اسنادی، کتابخانه‌ای، پیمایشی و مشاهده گردآوری شده است. پژوهش حاضر دارای یک پرسش‌نامه شامل مقایسه‌های زوجی است که در مرحلهٔ اول معیارهای پژوهش (هوشمندسازی حمل‌ونقل) با استفاده از تحلیل سلسله‌مراتبی موردتجزیه و تحلیل قرار گرفتند که در اختیار ۲۲ نفر از کارشناسان، مدیران شهرداری، خبرگان و متخصصان حوزهٔ حمل‌ونقل و متخصصان دانشگاهی قرار گرفته است.

در این روش که شامل جمع‌آوری اطلاعات به‌طور مستقیم از افراد است، براساس انتخاب نمونه‌ای تصادفی از جامعهٔ پژوهش و پاسخ به یک مجموعه پرسش با استفاده از پرسش‌نامهٔ نظرسنجی به مطالعهٔ وضع موجود و به‌طور کلی استخراج اطلاعات می‌پردازد. در پیمایش هم می‌توان واحد تحلیل را فرد قرار داد و هم گروه، سازمان و حتی کل جامعهٔ هدف. درمجموع مطالعهٔ پیمایشی حاضر به‌طور عمده به مطالعهٔ توصیفی وضع موجود مانند نظرسنجی دربارهٔ حوزه‌های مختلف شهرسازی نظیر هوشمندسازی حمل‌ونقل و تأثیر آن بر مردم و همچنین آثار اجتماعی و فرهنگی ناشی از آن است. درادامه جدولی از معیارهای هوشمندسازی حمل‌ونقل ارائه می‌شود.

جدول ۱ معیارها و زیرمعیارهای هوشمندسازی حمل‌ونقل

معیار	زیرمعیار	منبع
مدیریتی	ثبات مدیریت	رانا[1]، ۲۰۱۸
	توافقات و اختلافات میان مدیران	رانا، ۲۰۱۸
	سیستم اطلاعاتی مشترک	رانا، ۲۰۱۸
	هنجارهای نظارتی در سیاست‌های عملیاتی	مطالعات میدانی و مصاحبه
	مقررات هوشمندسازی	مطالعات میدانی و مصاحبه
	دانش فنی مدیران	رانا، ۲۰۱۸
	چگونگی جمع‌آوری آمار و اطلاعات	مطالعات میدانی و مصاحبه
	مدت زمان راه‌اندازی پروژه‌های هوشمند	پلیاکوا[2] و همکاران، ۲۰۱۷
	زمان‌بندی سفرها	تورس[4]، ۲۰۱۸
	شبکه‌های عملیاتی حمل‌ونقل هوشمند	مطالعات میدانی و مصاحبه
	طرح‌های تشویقی حمل‌ونقل هوشمند	مطالعات میدانی و مصاحبه

معیار	زیرمعیار	منبع
اجتماعی - فرهنگی	بافت اجتماعی ناهمگن شهر	مطالعات میدانی و مشاهده
	طبقات مختلف اقتصادی	رانا، ۲۰۱۸
	دیدگاه اکولوژیک مردم	رانا، ۲۰۱۸
	فرهنگ ایده‌پردازی	رانا، ۲۰۱۸
	سواد مرتبط با پایداری	رانا، ۲۰۱۸
	رشد جمعیت شهری	مشاهده
	وندالیسم شهری	محمدی ده‌چشمه، ۱۳۹۲
	مسائل مربوط به عدم رعایت حریم خصوصی	گاسمن[3]، ۲۰۱۸
	آگاهی شهروندان از مزایای هوشمندسازی	مطالعات میدانی و مصاحبه
	سواد هوشمندی	مطالعات میدانی و مصاحبه
	تمایل مردم به یادگیری حمل‌ونقل هوشمند	مطالعات میدانی و مصاحبه

1. Rana
2. Polyakova
3. Gosman
4. Tores

ادامهٔ جدول ۱

معیار	زیرمعیار	منبع
	ارائه خدمات حمل‌ونقل هوشمند	مطالعات میدانی و مصاحبه
	میزان توجه به آموزش‌محوری شهروندان	ایمانی و همکاران، ۱۳۹۵
	توجه به مشارکت شهروندان	کرل[1]، ۲۰۱۴
	همکاری سرمایه‌گذاران خارجی	احمدی و جعفری، ۱۳۹۲
	توجه رسانه‌ها به هوشمندسازی حمل‌ونقل	ماجومدار[3]، ۲۰۱۷
	الگوهای شهر هوشمند در برنامه‌ها	مطالعات میدانی و مصاحبه
	اولویت‌بندی برنامه‌ها	طرح جامع حمل‌ونقل کشور، ۱۳۹۵
	مشارکت سیستم‌های مدیریتی درون شهری	مطالعات میدانی و مصاحبه
	انگیزهٔ مدیران	همایون‌فر و همکاران، ۱۳۹۷

معیار	زیرمعیار	منبع
	سازمان‌های مردم‌نهاد در ترویج حمل‌ونقل هوشمند	آرایی و همکاران، ۱۳۹۶
	هنجارهای نظارت مردمی	آرایی و همکاران، ۱۳۹۶
	مسئولیت‌پذیری از اموال حمل‌ونقل عمومی	اینانلوچولاخلو و سهیلی، ۱۳۹۵
	نگرش مردم به حمل‌ونقل هوشمند	لویی[2]، ۲۰۱۸
	آگاهی از خدمات تحویل در منزل	مطالعات میدانی و مصاحبه
	مشارکت اجتماعی	موسوی و مبارکی، ۱۳۹۶
	سرمایه‌های اجتماعی	نورعلی‌وند و همکاران، ۱۳۹۴
	هزینه‌های عمومی	نالد[4] و همکاران، ۲۰۱۷
	اجرای قوانین	مسعودنیا، ۱۳۹۳

1. Korll
2. Luiu
3. Majumdar
4. Nalld

ادامهٔ جدول ۱

معیار	زیرمعیار	منبع
اقتصادی	میزان اعتبارات	مطالعات میدانی و مصاحبه
	هزینه‌های نگهداری	مطالعات میدانی و مصاحبه
	برون‌سپاری	ایشیزاکی و بلکستون[1]، ۲۰۱۲
	مشارکت بخش خصوصی	مطالعات میدانی و مصاحبه
	تحریم‌های اقتصادی کشور	پهلوانی و همکاران، ۱۳۹۲
	خودکفایی در تهیهٔ برخی قطعات	مطالعات میدانی و مصاحبه
	اختصاص بودجهٔ بخش حمل‌ونقل هوشمند	الخدر[2] و همکاران، ۲۰۱۸
	میزان ثبات نرخ ارز کشور	رانا، ۲۰۱۸
	رقابت در عملیات هوشمندسازی	مطالعات میدانی و مصاحبه
	هزینه‌های آموزش و مهارت	مطالعات میدانی و مصاحبه
	نوسانات جهانی اقتصاد	رانا، ۲۰۱۸
کالبدی	پذیرش اجتماعی حمل‌ونقل هوشمند	مطالعات میدانی و مصاحبه
	استفاده از تأسیسات هوشمند	مطالعات میدانی و مشاهده
	رفتار زیست‌محیطی شهروندان	مطالعات میدانی و مشاهده
	شبکه‌های اینترنتی	رانا، ۲۰۱۸
	مکان‌یابی تأسیسات هوشمند	مطالعات میدانی و مشاهده
	دسترسی به حمل‌ونقل هوشمند	مطالعات میدانی و مشاهده
	تأسیسات فنی هوشمند	مطالعات میدانی و مشاهده
	فرسودگی تأسیسات موجود	مطالعات میدانی و مشاهده
	تأسیسات آموزش محوری	مطالعات میدانی و مشاهده
	ضعف‌های کالبدی امنیت	مطالعات میدانی و مشاهده
	ضعف‌های کالبدی تأمین ایمنی	مطالعات میدانی و مشاهده
	تنوع تأسیسات هوشمند	مطالعات میدانی و مشاهده
	تعمیرات سیستم‌های هوشمند	رانا، ۲۰۱۸

1. Ishizaka & Blakeston
2. Alkheder

اولویت‌بندی معیارها با استفاده از تحلیل سلسله‌مراتبی (AHP)

برای اولویت‌بندی کردن معیارهای پژوهش (هوشمندسازی حمل‌ونقل)، ابتدا این معیارها به‌صورت زوجی با یکدیگر مقایسه شده‌اند. مقایسهٔ زوجی معیارهای پژوهش توسط خبرگان صورت گرفته است که برای تجمیع نظرات خبرگان از میانگین هندسی استفاده شده است. معیارها در پژوهش حاضر به‌صورت زیر است:

C_1 – مدیریتی

C_2 – اجتماعی ـ فرهنگی

C_3 – اقتصادی

C_4 – کالبدی

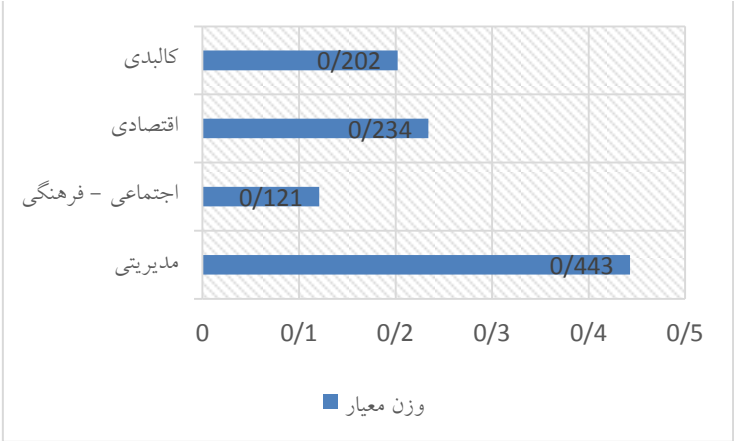
ماتریس مقایسهٔ زوجی معیارها براساس نظر خبرگان در جدول ۲ ارائه شده است.

جدول ۲ ماتریس مقایسهٔ زوجی معیارها

	C_1	C_2	C_3	C_4
C_1	۱	۵	۰,۳۳	۲
C_2	۰,۲	۱	۳	۲
C_3	۰,۳	۰,۳۳	۱	۲
C_4	۰,۵	۰,۵	۰,۵	۱

مأخذ: یافته‌های پژوهش، ۱۴۰۰

بعد از آنکه داده‌ها در نرم افزار Expert Choice وارد شدند، وزن هر یک از معیارهای اصلی به‌صورت نمودار ۱ به‌دست آمده است.



نمودار ۱ وزن نهایی معیارهای اصلی پژوهش

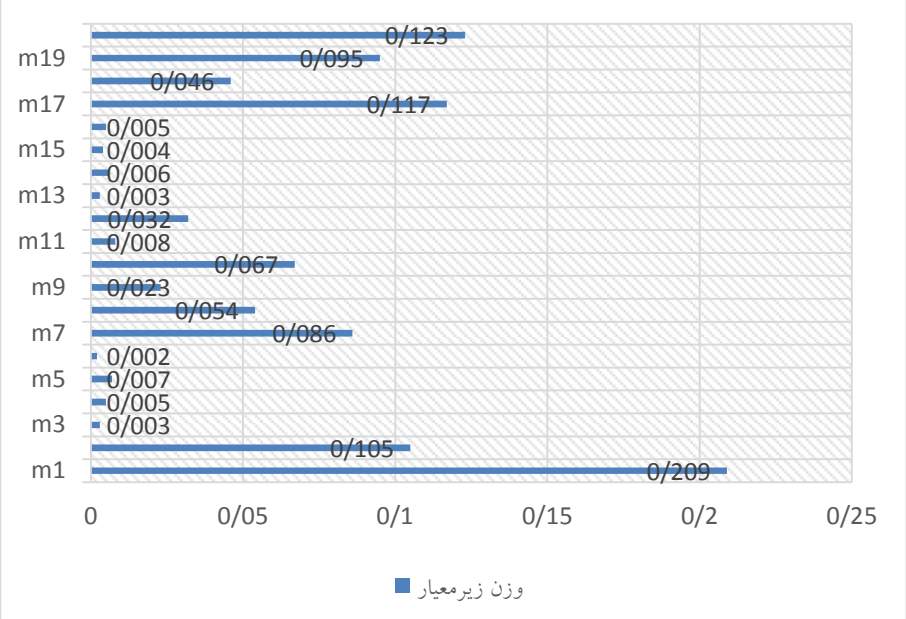
مطابق با نمودار ۱ مشخص شده است که معیار مدیریتی با وزن نهایی ۰,۴۳۳ نسبت‌به سایر معیارها در اولویت قرار گرفته است و معیار اجتماعی ـ فرهنگی با وزن ۰,۱۲۱ پایین‌ترین اولویت را به خود اختصاص داده است. نرخ سازگاری برای این معیارها برابر با ۰,۰۲ است که نشان از درستی قضاوت‌ها دارد.

اولویت‌بندی زیرمعیارها با استفاده از تحلیل سلسله‌مراتبی (AHP)

هر یک از معیارهای اصلی پژوهش برای تحلیل به زیرمعیارهایی تقسیم شده‌اند که در این بخش زیرمعیارهای مرتبط با معیارهای اصلی پژوهش اولویت‌بندی شده‌اند.

اولویت‌بندی زیرمعیارهای مرتبط با معیار مدیریتی

برای معیار مدیریتی، ۲۰ زیرمعیار براساس جدول ۱ تعریف شده است که در نمودار ۲ اولویت هر یک از این زیرمعیارها مشخص شده است.

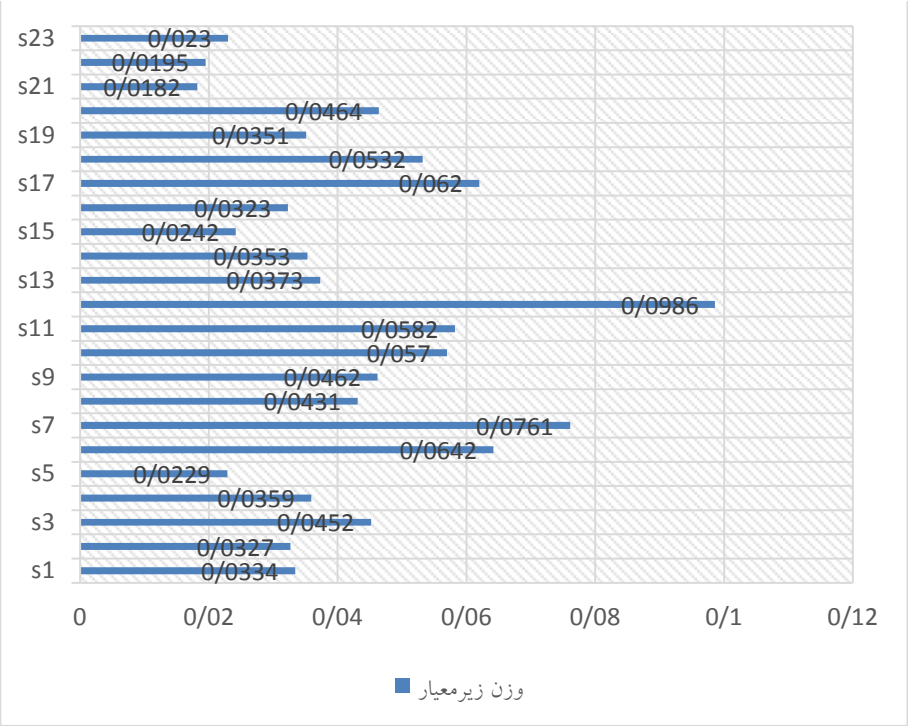


نمودار ۲ وزن نهایی زیرمعیارهای مرتبط با معیار مدیریتی

نمودار ۲ نشان داده است که زیرمعیار ثبات مدیریت با وزن ۰,۲۰۹ در اولویت اول و زیرمعیار دانش فنی مدیران با وزن ۰,۰۰۲ در اولویت آخر قرار گرفته است. نرخ سازگاری برای این زیرمعیارها برابر با ۰,۰۳ است که نشان از درستی قضاوت‌ها دارد.

اولویت‌بندی زیرمعیارهای مرتبط با معیار اجتماعی ـ فرهنگی

۲۳ زیرمعیار برای معیار اجتماعی ـ فرهنگی درنظر گرفته شده است که اولویت هر یک از این زیرمعیارها در نمودار ۳ ارائه شده است.

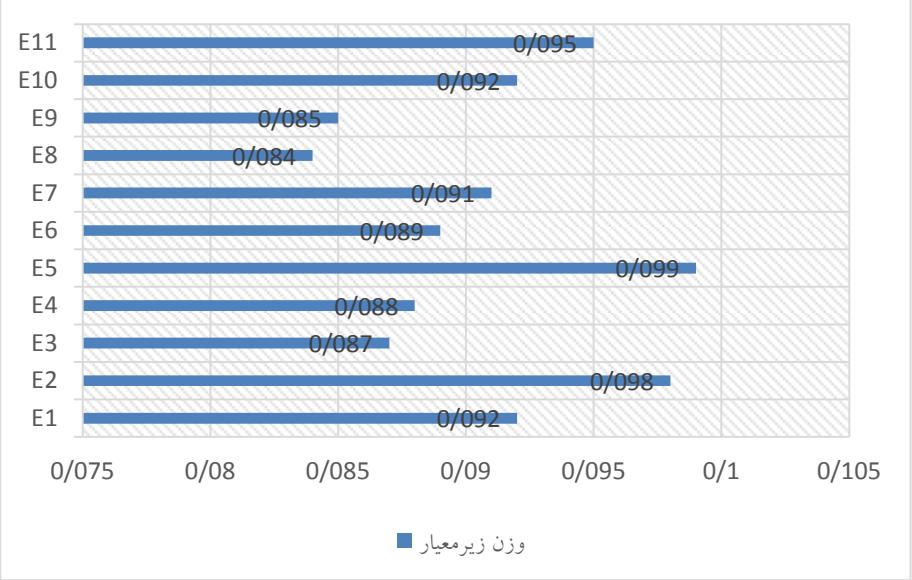


نمودار ۳ وزن نهایی زیرمعیارهای مرتبط با معیار اجتماعی ـ فرهنگی

در بررسی زیرمعیارهای مرتبط با معیار اجتماعی ـ فرهنگی مشخص شده است که زیرمعیار سازمان‌های مردم‌نهاد در ترویج حمل‌ونقل هوشمند با وزن ۰٫۰۹۸۶ در اولویت اول، زیرمعیار وندالیسم شهری با وزن ۰٫۰۷۶۱ در اولویت دوم، زیرمعیار رشد جمعیت شهری با وزن ۰٫۰۶۴ در اولویت سوم قرار گرفته‌اند و و زیرمعیار پذیرش اجتماعی حمل‌ونقل هوشمند با وزن ۰٫۰۱۸۲ اولویت آخر را به خود اختصاص داده است. نرخ سازگاری برای این زیرمعیارها برابر با ۰٫۰۲ است که نشان از درستی قضاوت‌ها دارد (نمودار ۳).

اولویت‌بندی زیرمعیارهای مرتبط با معیار اقتصادی

برای معیار اقتصادی، ۱۱ زیرمعیار مطرح شده است که اولویت هر یک از این زیرمعیارها در نمودار ۴ نشان داده شده است.



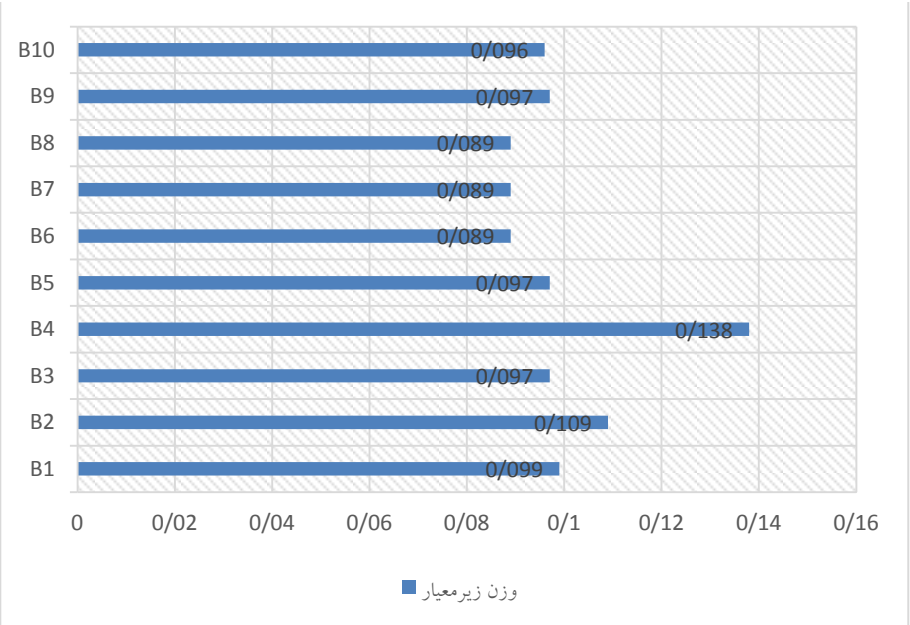
نمودار ۴ وزن نهایی زیرمعیارهای مرتبط با معیار اقتصادی

براساس نظر خبرگان همان‌طور که در نمودار ۴ مشخص شده است، زیرمعیار تحریم‌های اقتصادی کشور با وزن ۰,۰۹۹ در بالاترین اولویت و زیرمعیار میزان ثبات ارز نرخ کشور با وزن ۰,۰۸۴ در اولویت آخر هستند. نرخ سازگاری برای این زیرمعیارها برابر با ۰,۰۱ است که نشان از درستی قضاوت‌ها دارد.

اولویت‌بندی زیرمعیارهای مرتبط با معیار کالبدی

ده زیرمعیار برای معیارکالبدی درنظرگرفته شده‌اند که اولویت هریک ازاین زیرمعیارها در نمودار ۵ نشان داده شده است.

در نمودار ۵ وزن نهایی هر یک از زیرمعیارهای مرتبط با معیار کالبدی مشخص شده است. یافته‌ها نشان داده است که زیرمعیار تأسیسات فنی هوشمند با وزن ۰,۱۳۸ در اولویت اول، زیرمعیار مکان‌یابی تأسیسات هوشمند با وزن ۰,۱۰۹ در اولویت دوم قرار دارد. نرخ سازگاری برای این زیرمعیارها برابر با ۰,۰۲ است که نشان از درستی قضاوت‌ها دارد.



نمودار ۵ وزن نهایی زیرمعیارهای مرتبط با معیار کالبدی

اوزان نهایی معیارها و زیرمعیارها و اولویت‌بندی آن‌ها

مطابق با جدول ۳ وزن نهایی هر کدام از زیرمعیارها از ضرب وزن معیار و وزن اولیهٔ هر زیرمعیار محاسبه می‌شود.

جدول ۳ اوزان نسبی و نهایی معیارها، زیرمعیارها و اولویت‌بندی آن‌ها

معیار	وزن معیار	زیرمعیار	وزن اولیهٔ زیرمعیار	وزن نهایی زیرمعیار	رتبه
مدیریتی	۰,۴۴۳	ثبات مدیریت	۰,۲۰۹	۰,۰۹۳	۱
		توافقات و اختلافات میان مدیران	۰,۱۰۵	۰,۰۴۷	۴
		سیستم اطلاعاتی مشترک	۰,۰۰۳	۰,۰۰۱	۲۸
		هنجارهای نظارتی در سیاست‌های عملیاتی	۰,۰۰۵	۰,۰۰۲	۲۷
		مقررات هوشمندسازی	۰,۰۰۷	۰,۰۰۳	۲۶
	۰,۴۴۳	دانش فنی مدیران	۰,۰۰۲	۰,۰۰۱	۲۸
		چگونگی جمع‌آوری آمار و اطلاعات	۰,۰۸۶	۰,۰۳۸	۶

ادامهٔ جدول ۳

معیار	وزن معیار	زیرمعیار	وزن اولیهٔ زیرمعیار	وزن نهایی زیرمعیار	رتبه
		مدت زمان راه‌اندازی پروژه‌های هوشمند	۰٫۰۵۴	۰٫۰۲۴	۹
		زمان‌بندی سفرها	۰٫۰۲۳	۰٫۰۱۰	۱۹
		شبکه‌های عملیاتی حمل‌ونقل هوشمند	۰٫۰۶۷	۰٫۰۳۰	۷
		طرح‌های تشویقی حمل‌ونقل هوشمند	۰٫۰۰۸	۰٫۰۰۴	۲۵
		ارائهٔ خدمات حمل‌ونقل هوشمند	۰٫۰۳۲	۰٫۰۱۴	۱۷
		میزان توجه به آموزش‌محوری شهروندان	۰٫۰۰۳	۰٫۰۰۱	۲۸
		توجه به مشارکت شهروندان	۰٫۰۰۶	۰٫۰۰۳	۲۶
		همکاری سرمایه‌گذاران خارجی	۰٫۰۰۴	۰٫۰۰۲	۲۷
		توجه رسانه‌ها به هوشمندسازی حمل‌ونقل	۰٫۰۰۵	۰٫۰۰۲	۲۷
		الگوهای شهر هوشمند در برنامه‌ها	۰٫۱۱۷	۰٫۰۵۲	۳
		اولویت‌بندی برنامه‌ها	۰٫۰۴۶	۰٫۰۲۰	۱۳
		مشارکت سیستم‌های مدیریتی درون‌شهری	۰٫۰۹۵	۰٫۰۴۲	۵
		انگیزهٔ مدیران	۰٫۱۲۳	۰٫۰۵۴	۲
اجتماعی ـ فرهنگی	۰٫۱۲۱	بافت اجتماعی ناهمگن شهر	۰٫۰۳۳	۰٫۰۰۴	۲۵
		طبقات مختلف اقتصادی	۰٫۰۳۳	۰٫۰۰۴	۲۵
		دیدگاه اکولوژیک مردم	۰٫۰۴۵	۰٫۰۰۵	۲۴
		فرهنگ ایده‌پردازی	۰٫۰۳۶	۰٫۰۰۴	۲۵
		سواد مرتبط با پایداری	۰٫۰۲۳	۰٫۰۰۳	۲۶
		رشد جمعیت شهری	۰٫۰۶۴	۰٫۰۰۸	۲۱
		وندالیسم شهری	۰٫۰۷۶	۰٫۰۰۹	۲۰
		مسائل مربوط به عدم رعایت حریم خصوصی	۰٫۰۴۳	۰٫۰۰۵	۲۴
		آگاهی شهروندان از مزایای هوشمندسازی	۰٫۰۴۶	۰٫۰۰۶	۲۳
		سواد هوشمندی	۰٫۰۵۷	۰٫۰۰۷	۲۲

ادامهٔ جدول ۳

معیار	وزن معیار	زیرمعیار	وزن اولیهٔ زیرمعیار	وزن نهایی زیرمعیار	رتبه
		تمایل مردم به یادگیری حمل‌ونقل هوشمند	۰,۰۵۸	۰,۰۰۷	۲۲
		سازمان‌های مردم‌نهاد در ترویج حمل‌ونقل هوشمند	۰,۰۹۹	۰,۰۱۲	۱۸
		هنجارهای نظارت مردمی	۰,۰۳۷	۰,۰۰۴	۲۵
		مسئولیت‌پذیری از اموال حمل‌ونقل عمومی	۰,۰۳۵	۰,۰۰۴	۲۵
		نگرش مردم به حمل‌ونقل هوشمند	۰,۰۲۴	۰,۰۰۳	۲۶
		آگاهی از خدمات تحویل در منزل	۰,۰۳۲	۰,۰۰۴	۲۵
		مشارکت اجتماعی	۰,۰۶۲	۰,۰۰۸	۲۱
		سرمایه‌های اجتماعی	۰,۰۵۳	۰,۰۰۶	۲۳
		هزینه‌های عمومی	۰,۰۳۵	۰,۰۰۴	۲۵
		اجرای قوانین	۰,۰۴۶	۰,۰۰۶	۲۳
		پذیرش اجتماعی حمل‌ونقل هوشمند	۰,۰۱۸	۰,۰۰۲	۲۷
		استفاده از تأسیسات هوشمند	۰,۰۲۰	۰,۰۰۲	۲۷
		رفتار زیست‌محیطی شهروندان	۰,۰۲۳	۰,۰۰۳	۲۶
اقتصادی	۰,۲۳۴	میزان اعتبارات	۰,۰۹۲	۰,۰۲۲	۱۱
		هزینه‌های نگهداری	۰,۰۹۸	۰,۰۱۶	۱۶
		برون‌سپاری	۰,۰۸۷	۰,۰۲۰	۱۳
		مشارکت بخش خصوصی	۰,۰۸۸	۰,۰۲۰	۱۳
		تحریم‌های اقتصادی کشور	۰,۰۹۹	۰,۰۲۳	۱۰
		خودکفایی در تهیهٔ برخی قطعات	۰,۰۸۹	۰,۰۲۱	۱۲
		اختصاص بودجهٔ بخش حمل‌ونقل هوشمند	۰,۰۹۱	۰,۰۲۱	۱۲
		میزان ثبات نرخ ارز کشور	۰,۰۸۴	۰,۰۲۰	۱۳
		رقابت در عملیات هوشمندسازی	۰,۰۸۵	۰,۰۲۰	۱۳
		هزینه‌های آموزش و مهارت	۰,۰۹۲	۰,۰۲۲	۱۱
		نوسانات جهانی اقتصاد	۰,۰۹۵	۰,۰۲۲	۱۱
کالبدی	۰,۲۰۲	شبکه‌های اینترنتی	۰,۰۹۹	۰,۰۲۰	۱۳
		مکان‌یابی تأسیسات هوشمند	۰,۱۰۹	۰,۰۲۲	۱۱
		دسترسی به حمل‌ونقل هوشمند	۰,۰۹۷	۰,۰۲۰	۱۳

ادامهٔ جدول ۳

معیار	وزن معیار	زیرمعیار	وزن اولیهٔ زیرمعیار	وزن نهایی زیرمعیار	رتبه
		تأسیسات فنی هوشمند	۰,۱۳۸	۰,۰۲۸	۸
		فرسودگی تأسیسات موجود	۰,۰۹۷	۰,۰۲۰	۱۳
		تأسیسات آموزش محوری	۰,۰۸۹	۰,۰۱۸	۱۵
		ضعف‌های کالبدی امنیت	۰,۰۸۹	۰,۰۱۸	۱۵
		ضعف‌های کالبدی تأمین ایمنی	۰,۰۸۹	۰,۰۱۸	۱۵
		تنوع تأسیسات هوشمند	۰,۰۹۷	۰,۰۲۰	۱۳
		تعمیرات سیستم‌های هوشمند	۰,۰۹۶	۰,۰۱۹	۱۴

مأخذ: یافته‌های پژوهش، ۱۴۰۰

بر اساس جدول ۳ مشخص شده است که زیرمعیار ثبات مدیریت در مقایسه با سایر زیرمعیارها با وزن نهایی ۰,۰۹۳ در رتبهٔ اول و زیرمعیار انگیزهٔ مدیران با وزن نهایی ۰,۰۵۴ در رتبهٔ دوم قرار گرفته‌اند. زیرمعیارهای سیستم اطلاعاتی مشترک و دانش فنی مدیران و همچنین میزان توجه به آموزش‌محوری شهروندان هر کدام با وزن نهایی ۰,۰۰۱ رتبهٔ آخر را به خود اختصاص داده‌اند.

نتیجه‌گیری

هرچقدر خدمات هوشمند حمل‌ونقل بیشتر شود، هم مدیریت روان‌تر می‌شود و هم برای مدیریت شهری منابع جدیدی شکل می‌گیرد و مدیریت شهری از حالت سنتی و کسب درآمدهای سنتی خارج می‌شود. همچنین این کار هرچه بیشتر گسترش پیدا کند، عایدی بیشتری نصیب شهرداری برای مدیریت شهر خواهد شد. هرچه حجم ثروتی که از این روش در شهرهای میانی کشور خلق می‌شود بیشتر باشد، سهم شهرداری‌ها نیز بیشتر خواهد بود و این باعث می‌شود درآمد بیشتری نصیب شهرداری‌ها شود و شهردار نیز قدرت مانور بیشتری داشته باشد و خدمات با کیفیت‌تر و بهتری به شهروندان ارائه کند. همچنین با توجه به مشکلات زیست‌محیطی برخی از شهرهای میانی در کشور، راهبرد حمل‌ونقل هوشمند می‌تواند بسیاری از این مشکلات را که منشأ انسانی دارند کاهش دهد. نگاهی به مطالعات صورت‌گرفته در این زمینه مشخص می‌کند که شهرهای کشورهای توسعه‌یافته به دنبال دست‌یابی به حمل‌ونقل سبز از طریق رویکرد حمل‌ونقل هوشمند هستند، اما در کشورهای

توسعه‌نیافته، به‌دلیل مشکلات متعدد زیرساختی و ساختاری، دستیابی به این هدف با چالش مواجه شده است. بنابراین مقایسهٔ این پژوهش با سایر پژوهش‌های مرتبط نشان می‌دهد که وجه تمایز این پژوهش با سایر پژوهش‌ها در شناسایی دقیق، علمی و فراگیر معیارها و به‌کارگیری آن‌ها در سنجش فرصت‌ها و موانع هوشمندسازی حمل‌ونقل در شهرهای میانی است و با توجه به اینکه تاکنون در این حوزه، پژوهشی در سطح کلان در برخی از شهرهای میانی کشور صورت نگرفته است، این پژوهش نخستین گام در این زمینه است. در این پژوهش پس از بررسی پیشینه درمورد حمل‌ونقل هوشمند، شاخص‌ها و معیارهای آن را موردبررسی قرار داده است و این معیارها و زیرمعیارها در هریک از ابعاد مختلف حمل‌ونقل هوشمند از نظر میزان بیشترین اثرگذاری اولویت‌بندی شده‌اند تا مشخص شود کدام شاخص تأثیرگذارتر است. اهمیت این اولویت‌بندی در این است که سازمان‌های ذی‌ربط توانایی برطرف کردن موانع مرتبط با حمل‌ونقل هوشمند به‌صورت یکجا را ندارند و رفع این موانع به‌صورت مقطعی و در زمان‌های مختلف صورت می‌گیرد؟ بنابراین در پاسخ به این سؤال که شاخص‌های هوشمندسازی حمل‌ونقل درون‌شهری در شهرهای میانی کشور کدام‌اند؟ این نتیجه حاصل شده است که در هوشمندسازی حمل‌ونقل شهرهای میانی در کشور ۶۵ عامل در ابعاد مختلف مؤثر هستند که شامل: معیار مدیریتی (۲۳ عامل)، اقتصادی (۱۱ عامل)، اجتماعی ـ فرهنگی (۲۳ عامل) و کالبدی (۱۱ عامل) می‌شوند. از میان معیار مدیریتی، ثبات مدیریت با وزن ۰٫۲۰۹ و دانش فنی مدیران با وزن ۰٫۰۰۲ به ترتیب در اولویت اول و آخر قرار گرفته‌اند. در زیرمعیارهای مرتبط با معیار اقتصادی، تحریم‌های اقتصادی کشور با وزن ۰٫۰۹۹ و ثبات ارز نرخ کشور با وزن ۰٫۰۸۴ به ترتیب اولویت اول و آخر را به خود اختصاص داده‌اند. در زیرمعیارهای مرتبط با معیار اجتماعی ـ فرهنگی، سازمان‌های مردم‌نهاد در ترویج حمل‌ونقل هوشمند با وزن ۰٫۰۹۹ در اولویت اول و وندالیسم شهری با وزن ۰٫۰۷۶ در اولویت دوم بوده‌اند و درنهایت در زیرمعیارهای مرتبط با معیار کالبدی، تأسیسات فنی هوشمند با وزن ۰٫۱۳۸ در اولویت اول و زیرمعیار مکان‌یابی تأسیسات هوشمند با وزن ۰٫۱۰۹ در اولویت دوم واقع شده‌اند. در مقایسهٔ کلی میان زیرمعیارها مشخص شده است که زیرمعیار ثبات مدیریت که زیرمجموعه معیار مدیریتی است در رتبهٔ اول قرار گرفته است.

این پژوهش چگونگی اثرات شاخص‌های هوشمندسازی را بر حمل‌ونقل در شهرهای میانی کشور تشریح کرده است، اما این نکته قابل‌ذکر است که در بروز عدم

هوشمندی حمل‌ونقل در شهرهای میانی، برخی موانع خارج از چارت تشکیلات سازمانی، درآمد شهرداری و مورفولوژی شهری این شهرها هستند. بنابراین در بروز موانع هوشمندی حمل‌ونقل درون‌شهری عوامل به دو صورت مستقیم و غیرمستقیم نقش دارند. موانع مدیریتی مانند ضعف مشارکت سازمان‌های شهری، کم‌توجهی رسانه‌ها به حمل‌ونقل هوشمند، ضعف تدوین مقررات هوشمندسازی؛ موانع اقتصادی مانند: بی‌ثباتی نرخ ارز کشور، عدم رقابت همکاری شرکت‌های خارجی، نوسانات جهانی اقتصاد، عدم خودکفایی در تهیهٔ برخی قطعات و تحریم‌های اقتصادی کشور؛ مسائل اجتماعی ـ فرهنگی مانند: بافت اجتماعی ناهمگن، رشد جمعیت شهری، مواردی هستند که به‌صورت غیرمستقیم در هوشمندسازی حمل‌ونقل در شهرهای میانی اثرات منفی داشته‌اند، زیرا مدیریت شهری برخی از این شهرها در آن‌ها دخالتی نداشته است. به‌عبارتی دیگر این موانع در روابط سیاسی، فرایندهای تاریخی شهرها، سیاست‌های جمعیتی و مسائل اجتماعی حاکم بر جامعه ریشه دارند که نیاز است این موانع ابتدا در برنامه‌های سطح ملی و منطقه‌ای برطرف شوند تا اثرات آن‌ها بر حمل‌ونقل هوشمند نمایان شود. بنابراین رفع موانع موجود راهکارهای توسعهٔ حمل‌ونقل هوشمند در شهرهای میانی است، اما با توجه به گستردگی موانع هوشمندی و شیوه‌های متعدد حمل‌ونقل عمومی، این موانع می‌توانند تفصیلی‌تر شوند. درصورت تفصیلی‌تر شدن این موانع، می‌توان تحلیل‌های فضایی متعددی نیز انجام داد. البته این تحلیل نیازمند وجود آمار و اطلاعات دقیق از هوشمندی حمل‌ونقل در ابعاد و شیوه‌های حمل‌ونقل ازیک‌سو و پراکنش جغرافیایی آن‌ها از سوی دیگر است که به تحلیل دقیق‌تری منجر می‌شود که بیشتر شهرهای میانی کشور از وجود داشتن چنین اطلاعات دقیقی محروم است. ازاین‌رو موضوعات زیر به محققان بعدی پیشنهاد می‌شود:

ـ تحلیل فضایی فرصت‌ها و موانع هوشمندسازی توسعهٔ اتوبوس‌رانی شهرهای میانی؛

ـ تحلیل فضایی فرصت‌ها و موانع هوشمندسازی توسعهٔ تاکسی‌رانی شهرهای میانی؛

ـ تحلیل فضایی فرصت‌ها و موانع کاربری اراضی توسعهٔ حمل‌ونقل هوشمند شهرهای میانی.

منابع

آرایی، و.، قاسمی، ا.، و معینی‌فر، ی. (۱۳۹۶). توسعه‌های سیاسی موانع تحقق‌پذیری حکمرانی خوب در ادارهٔ عمومی (مطالعهٔ موردی: فرمانداری و شهرداری شهرستان مینودشت). *مطالعات راهبردی*

سیاست‌گذاری عمومی، مرکز بررسی‌های استراتژیک ریاست جمهوری، ۵۲، ۱۱۳ـ۱۳۳.
احمدی، ت.، فنی، ز.، رضویان، م.ت.، و توکلی‌نیا، ج. (۱۳۹۸). مدل ترکیبی اولویت‌بندی استراتژی‌های حمل‌ونقل هوشمند، موردپژوهی: کلان‌شهر تبریز. *جغرافیا و برنامه‌ریزی*، *۶۷*(۲۲)، ۲۵ـ ۴۴.
احمدی، س.ع.ا.، و جعفری، م. (۱۳۹۲). تحلیلی بر جهانی شدن در سازمان‌های دولتی ایران؛ مطالعهٔ موردی: چهار وزارتخانهٔ علوم، تحقیقات و فناوری، فرهنگ و ارشاد اسلامی، صنعت معدن و تجارت و ورزش و جوانان. *مطالعات راهبردی سیاست‌گذاری عمومی (مطالعات راهبردی جهانی شدن)، مرکز بررسی‌های استراتژیک ریاست جمهوری*، *۱۱*، ۱۷-۴۰.
افندی‌زاده، ش.، سید حسینی، س.م.، و سلاحورزی، ا.ح. (۱۳۹۶). سنجش بهره‌وری سیستم‌های حمل‌ونقل هوشمند در تهران با بهره‌گیری از روش تحلیل پوششی داده‌ها. آرمانشهر، *۲۱*، ۲۸۱-۲۸۹.
ایمانی، ع.، منصوری، ف.، و آمویی، م.ر. (۱۳۹۵). ارزیابی و آثار اجتماعی و فرهنگی اصلاح هندسی معابر شهری با مطالعهٔ اصلاح هندسی معابر سطح منطقهٔ ۱۸ تهران. *نشریهٔ پژوهش و برنامه‌ریزی شهری*، *۲۵*، ۸۵ـ ۱۰۴.
اینانلوچولاخلو، ر.، و سهیلی، ج. (۱۳۹۵). بررسی و میزان مشارکت عمومی در رسیدن به ارتقای کیفی فضاهای گمشدهٔ شهری (نمونهٔ موردی: بوستان جوانمردان در زیر پل آیت‌الله کاشانی). *پژوهش و برنامه‌ریزی شهری*، *۲۴*، ۱۵۲ـ ۱۷۲.
پژوهشکدهٔ حمل‌ونقل و سیستم‌های هوشمند دانشگاه صنعتی امیرکبیر (۱۳۹۵). سند حمل‌ونقل عمومی در حمل‌ونقل هوشمند ایران، کارفرما شورای عالی علوم تحقیقات و فناوری، کمیسیون تخصصی حمل‌ونقل و عمران، نگارش اول، دانشگاه صنعتی امیرکبیر.
پهلوانی، م.، بشرآبادی، ح.، و افشارپور، م. (۱۳۹۲). بررسی تأثیر توسعه و زیرساخت‌های حمل‌ونقل بر رشد اقتصادی استان‌های ایران. *تحقیقات مدل‌سازی اقتصادی*، *۱۶*، ۱۰۳ـ ۱۲۴.
طرح جامع حمل‌ونقل کشور (۱۳۹۵). دفتر برنامه‌ریزی و اقتصاد حمل‌ونقل.
محمدی ده چشمه، م. (۱۳۹۲). *ایمنی و پدافند غیرعامل شهری*. اهواز: انتشارات دانشگاه چمران اهواز.
مسعودنیا، ا. (۱۳۹۳)، بررسی رابطهٔ بین هنجار تقابل اجتماعی و قانون‌گریزی استفاده‌کنندگان موتورسیکلت در شهر یزد. *جامعه‌شناسی کاربردی*، *۵۴*، ۱۳۹ـ ۱۵۸.
موسوی، س.م.، و مبارکی، م. (۱۳۹۶). بازنمایی رابطهٔ بین نگرش به دولت و شهروند اجتماعی فعال، مطالعات راهبردی و سیاست‌گذاری عمومی. *مرکز بررسی‌های استراتژیک ریاست جمهوری*، *۲۵*، ۱۵۵ـ ۱۷۷.
مهری، ع.، و ابراهیمی دهکردی، ا. (۱۳۹۶). برنامه‌ریزی سیستم‌های حمل‌ونقل هوشمند (ITS) شهری با تأکید بر پارکینگ‌های طبقاتی شهرهای ساحلی. *سومین کنفرانس سالانهٔ پژوهش‌های معماری*، شهرسازی و مدیریت شهری، شیراز، https://civilica.com/doc/650781
نجفی لاریجانی، س.، و فاضل، س.ع. (۱۳۹۷). مدیریت هوشمند انرژی در سیستم حمل‌ونقل برقی. *مهندسی حمل‌ونقل، پژوهشگاه حمل‌ونقل طراحان پارسه*، *۱*، ۱۵۰-۱۳۷.
نورعلی‌وند، ع.، آک، ش.، احمدلو، ح.، بالاخانی، ق.، جابریان، ن.، حمایت‌خواه جهرمی، م.، رمضانی، ا.، و همکاران (۱۳۹۴). *جامعه‌شناسی شهری*. تهران: انتشارات جامعه‌شناسان تهران.

همایون‌فر، م.، فدایی اشکیکی، م.، و صداقت، ر. (۱۳۹۷). تأثیر اقدامات سیستم مدیریت ایمنی، رهبری، اخلاقی و خودکارآمدی بر رفتارهای ایمنی کارکنان دارای مشاغل سخت و زیان‌آور در صنایع تولید استان گیلان. *ارگونومی*، *۱*، ۶۵ـ ۷۴.

AlKheder, S., AlRukaibi, F., & Zaqzouq, A. (2018). Optimal bus frequency for Kuwait public transportation company: A cost view. *Sustainable cities and society*, *41*, 312-319.

Afandizadeh, S., & Rahimi, A. M. (2009). Transportation Engineering: Planning and Design. *Iran University of Science and Technology*.

Ganin, A. A., Mersky, A. C., Jin, A. S., Kitsak, M., Keisler, J. M., & Linkov, I. (2019). Resilience in intelligent transportation systems (ITS). *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, *100*, 318-329.

Gosman, C., Cornea, T., Dobre, C., Pop, F., & Castiglione, A. (2018). Controlling and filtering users data in intelligent transportation system. *Future Generation Computer Systems*, *78*, 807-816.

Ishizaka, A., & Blakiston, R. (2012). The 18C's model for a successful long-term outsourcing arrangement. *Industrial marketing management*, *41*(7), 1071-1080.

Kroll, A., Neshkova, M. I., & Pandey, S. K. (2019). Spillover effects from customer to citizen orientation: how performance management reforms can foster public participation. *Administration & Society*, *51*(8), 1227-1253.

Luiu, C., Tight, M., & Burrow, M. (2018). Factors preventing the use of alternative transport modes to the car in later life. *Sustainability*, *10*(6), 1982.

Majumdar, S. R. (2017). The case of public involvement in transportation planning using social media. *Case Studies on Transport Policy*, *5*(1), 121-133.

Menouar, H., Guvenc, I., Akkaya, K., Uluagac, A. S., Kadri, A., & Tuncer, A. (2017). UAV-enabled intelligent transportation systems for the smart city: Applications and challenges. *IEEE Communications Magazine*, *55*(3), 22-28.

Vander Naald, B. P., & Cameron, T. A. (2017). Payment Vehicles for Public Goods: Evidence from California's Proposition 21. *Land Economics*, *93*(1), 145-164.

Polyakova, I., Vasilyeva, E., & Vorontsova, N. (2017, October). Transformation of infrastructure projects for the sustainable development of the transport complex. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 90, No. 1, p. 012136). IOP Publishing.

Rana, N. P., Luthra, S., Mangla, S. K., Islam, R., Roderick, S., & Dwivedi, Y. K. (2019). Barriers to the development of smart cities in Indian context. *Information Systems Frontiers*, *21*(3), 503-525.

Avila-Torres, P., Caballero, R., Litvinchev, I., Lopez-Irarragorri, F., & Vasant, P. (2018). The urban transport planning with uncertainty in demand and travel time: a comparison of two defuzzification methods. *Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing*, *9*(3), 843-856.

Zhenlin, W. E. I., Peng, Z. H. A. O., & Shulin, A. I. (2012). Efficiency evaluation of Beijing intelligent traffic management system based on super-DEA. *Journal of transportation systems engineering and information technology*, *12*(3), 19-23.

Zhang, J., Wang, F. Y., Wang, K., Lin, W. H., Xu, X., & Chen, C. (2011). Data-driven intelligent transportation systems: A survey. *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, *12*(4), 1624-1639.

Zhu, J. (2009). *Quantitative models for performance evaluation and benchmarking: data envelopment analysis with spreadsheets* (Vol. 2). New York: Springer.