

The Role of Artificial Intelligence in Advancing Transportation Systems in Ahvaz: A Structural Equation Modeling Approach

Majid Goodarzi^{1✉}, Hengameh Dalvand²

1. Corresponding author, Department of Geography and Urban Planning, Faculty of Literature and Humanities, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran. E-mail: m.goodarzi@scu.ac.ir
2. Department of Geography and Urban Planning, Faculty of Literature and Humanities, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran. E-mail: hengamedalvand@gmail.com

Article Info	ABSTRACT
Article type: Research Article	With the increase in population and the expansion of urbanization, issues such as heavy traffic congestion, air pollution, and road accidents have become serious challenges for transportation management. This situation not only affects the quality of life of citizens but also has negative impacts on sustainable urban development. In this context, artificial intelligence (AI) as an innovative tool can contribute to improving the efficiency of transportation systems and offer effective solutions to mitigate existing problems. Given the current conditions, the application of AI in urban transportation can yield positive outcomes. Through its capabilities in data analysis, traffic pattern prediction, and route optimization, AI can support intelligent traffic management. Moreover, AI-powered autonomous vehicles can enhance safety and reduce accidents. Additionally, AI can play a significant role in improving logistics and the management of public transportation fleets. Accordingly, the present study aims to examine the role of artificial intelligence in improving the urban transportation system of Ahvaz. Employing a descriptive-analytical method and a questionnaire as the primary data collection tool, the required data were gathered and analyzed using Structural Equation Modeling (SEM) through SPSS and AMOS software. The results indicate that the safety and monitoring index, with a factor loading of 0.87, plays the most significant role in the development of transportation in Ahvaz, followed by the indices of logistics and fleet management, route optimization, intelligent traffic management, and autonomous vehicles, respectively. The findings suggest that investment in information technology infrastructure, training of specialized human resources, and coordination among various organizations involved in urban transportation are essential actions for the successful implementation of AI in Ahvaz's urban transportation system.
Article history: Received: 28 September 2024 Revised: 10 October 2024 Accepted: 30 December 2024 Published: 21 November 2025	
Keywords: Artificial intelligence, intelligent transportation, Structural Equation Modeling, Ahvaz City.	
Cite this article: Goodarzi, M., & Dalvand, H. (2025). The Role of Artificial Intelligence in Advancing Transportation Systems in Ahvaz: A Structural Equation Modeling Approach. <i>Journal of Geography and Planning</i> , 31 (93), 297-313. http://doi.org/10.22034/gp.2024.63748.3309	
	
© The Author(s). DOI: http://doi.org/10.22034/gp.2024.63748.3309	Publisher: University of Tabriz.

Introduction

Environmental degradation has emerged as a global challenge, prompting governments to prioritize sustainability and environmental protection. Rapid industrialization, technological advancement, population growth, and urbanization have resulted in unprecedented increases in vehicle traffic, necessitating both long-term and short-term traffic planning strategies (Jaszczak et al., 2019; Gontarz & Sulich, 2025).

Transportation infrastructure is critical to the economic vitality of cities and regions, akin to the circulatory system in a living organism. While building transportation networks is inherently costly, infrastructure alone cannot address all transportation challenges. Therefore, integrated and systematic planning is essential to enhance transportation system performance (Muhamediyeva et al., 2023). Advances in artificial intelligence (AI) within transportation engineering, particularly for autonomous vehicle control, represent a rapidly growing field. The introduction of autonomous vehicles and related technologies has transformative implications for the automotive industry and urban transportation systems (Chandras Reddy Biddala et al., 2023).

Ahvaz, a major metropolitan area in Iran, faces significant transportation challenges due to population growth, increasing motorization, and insufficiently developed infrastructure. These issues have contributed to severe traffic congestion, air pollution, and rising accident rates. The application of AI technologies can potentially address these challenges by enhancing transportation management. However, implementing AI in Ahvaz's transportation sector requires addressing several barriers, including IT infrastructure development, workforce training, public acceptance, and inter-organizational coordination. This study investigates the role of AI in improving Ahvaz's urban transportation system and proposes actionable solutions for developing intelligent transportation in the city.

Materials and Methods

A descriptive-analytical research method was employed in this study. Primary data were collected through a field survey using structured questionnaires. SPSS and AMOS software were utilized to analyze the relationships between variables and assess the role of AI in developing Ahvaz's transportation system. To determine the sample size, SAMPLE POWER software was used, based on Ahvaz's population of 1,184,788 according to the latest census. An initial set of 30 questionnaires was distributed among residents, and the resulting variance from this pilot study was used to calculate the final sample size of 200. The questionnaire's validity was confirmed through content and face validity assessments conducted by experts and academics. Reliability was measured using Cronbach's alpha test. Secondary data, including the theoretical framework, were obtained through library-based research.

Results

The structural equation modeling (SEM) approach was applied to evaluate the role of AI in Ahvaz's transportation development. The analysis identified five latent factors critical to intelligent transportation: safety and surveillance, logistics and fleet management, route optimization, intelligent traffic management, and autonomous vehicles. Among these, safety and surveillance emerged as the most influential factor, with a factor loading of 0.87, demonstrating its potential to enhance road safety and reduce accidents. Logistics and fleet management followed closely with a factor loading of 0.84, reflecting its importance in improving operational efficiency. Route optimization ranked next, with a factor loading of 0.83, underscoring its role in alleviating congestion and improving mobility. Intelligent traffic management, with a factor loading of 0.68, highlighted the importance of real-time traffic monitoring and control. Finally, autonomous vehicles, while still in their developmental stages, had a factor loading of 0.56, signifying their potential to revolutionize urban transportation. The positive impact of these factor loadings in the SEM validates the hypothesis regarding AI's transformative role in urban transportation development in Ahvaz.

Conclusion

This study highlights the significant potential of AI in improving urban transportation systems in Ahvaz. Among the various indicators, safety and surveillance emerged as the most impactful, demonstrating AI's capacity to enhance road safety through advanced monitoring and predictive algorithms. The findings stress the necessity of investing in IT infrastructure, training skilled personnel, and fostering inter-organizational collaboration to ensure the successful implementation of AI technologies. The outcomes of this research provide a framework for applying AI in transportation systems in other major Iranian cities. By leveraging AI, cities can address pressing challenges in traffic management and urban mobility, contributing to safer, more efficient, and environmentally sustainable urban transportation networks.

نقش هوش مصنوعی در توسعه حمل و نقل شهر اهواز بر پایه مدل سازی معادلات ساختاری

مجید گودرزی^۱ ✉ هنگامه دالوند^۲

۱. نویسنده مسئول، دانشیار، گروه جغرافیا و برنامه ریزی شهری، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران. رایانامه: m.goodarzi@scu.ac.ir
۲. دانشجوی دکتری، گروه جغرافیا و برنامه ریزی شهری، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران. رایانامه: hengamedalvand@gmail.com

اطلاعات مقاله	چکیده
نوع مقاله: مقاله پژوهشی تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۷/۰۷ تاریخ بازنگری: ۱۴۰۴/۰۷/۱۹ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۱۰/۱۰ تاریخ انتشار: ۱۴۰۴/۰۸/۳۰ کلیدواژه‌ها: هوش مصنوعی، حمل و نقل هوشمند، مدل سازی معادلات ساختاری، شهر اهواز.	با افزایش جمعیت و گسترش شهرنشینی، مشکلاتی نظیر ترافیک سنگین، آلودگی هوا و تصادفات جاده‌ای به چالش‌های جدی برای مدیریت حمل و نقل تبدیل شده‌اند. این وضعیت نه تنها بر کیفیت زندگی شهروندان تأثیر می‌گذارد، بلکه بر توسعه پایدار شهری نیز اثرات منفی دارد. در این راستا، هوش مصنوعی به عنوان یک ابزار نوآورانه می‌تواند به بهبود کارایی سیستم‌های حمل و نقل کمک کند و راهکارهای مؤثری برای کاهش مشکلات موجود ارائه دهد. با توجه به وضعیت موجود، استفاده از هوش مصنوعی در حمل و نقل شهری می‌تواند نتایج مثبتی به همراه داشته باشد. این فناوری با قابلیت‌های خود در تحلیل داده‌ها، پیش‌بینی الگوهای ترافیکی و بهینه‌سازی مسیرها، می‌تواند به مدیریت هوشمند ترافیک کمک کند. علاوه بر این، خودروهای خودران مجهز به هوش مصنوعی می‌توانند ایمنی را افزایش داده و تصادفات را کاهش دهند. همچنین، هوش مصنوعی می‌تواند در بهبود لجستیک و مدیریت ناوگان حمل و نقل عمومی نقش مهمی ایفا کند. به همین منظور پژوهش حاضر باهدف بررسی نقش هوش مصنوعی در بهبود سیستم حمل و نقل شهری اهواز انجام شده است. در این پژوهش، با استفاده از روش توصیفی - تحلیلی و ابزار پرسشنامه، داده‌های موردنیاز جمع‌آوری و سپس با استفاده از مدل سازی معادلات ساختاری و نرم‌افزارهای SPSS و Amos، روابط بین متغیرهای مختلف موردبررسی قرار گرفته است. نتایج نشان می‌دهند که شاخص ایمنی و نظارت با بار عاملی ۰/۸۷ مؤثرترین نقش را در توسعه حمل و نقل در شهر اهواز ایفا می‌کند و پس از آن شاخص‌های لجستیک و مدیریت ناوگان، بهینه‌سازی مسیر، مدیریت ترافیک هوشمند و وسیله نقلیه خودران به ترتیب مؤثرترین عوامل هستند. یافته‌های این پژوهش حاکی از آن است که سرمایه‌گذاری در توسعه زیرساخت‌های فناوری اطلاعات، آموزش نیروی انسانی متخصص و ایجاد هماهنگی بین سازمان‌های مختلف درگیر در حمل و نقل شهری، ازجمله اقدامات ضروری برای پیاده‌سازی موفق هوش مصنوعی در حمل و نقل شهری اهواز است.

استناد: گودرزی، مجید و دالوند، هنگامه. (۱۴۰۴). نقش هوش مصنوعی در توسعه حمل و نقل شهر اهواز بر پایه مدل سازی معادلات ساختاری. *جغرافیا و برنامه ریزی*، ۳۱ (۹۳)، ۲۹۷-۳۱۳.



<http://doi.org/10.22034/gp.2024.63748.3309>

© نویسندگان.

ناشر: دانشگاه تبریز.

مقدمه

پدیده تخریب محیط‌زیست جهانی همه ساکنان کره زمین را تحت تأثیر قرار داده و موجب علاقه دولت به حفاظت از محیط‌زیست و مقررات در راستای اجرای اهداف توسعه پایدار شده است. با این حال، مشکلات دیگری مانند صنعتی شدن سریع، توسعه فناوری‌ها، افزایش جمعیت و پیشرفت شهرنشینی نیز وجود دارد که منجر به افزایش بی‌سابقه وسایل نقلیه در ترافیک در سراسر جهان شده است (Jaszczak, et al., 2019). چنین فشارهای انسانی فزاینده‌ای، همراه با افزایش تعداد مالکیت وسایل نقلیه، در سال‌های اخیر منجر به افزایش تقاضا برای برنامه‌ریزی حمل‌ونقل برای دوره‌های بلندمدت و کوتاه‌مدت شده است (Gontarz & Sulich, 2025: 10833). کلانشهرها به عنوان مراکز تراکم جمعیت و خودروها از نظر مسائل حمل‌ونقل بیش از دیگر مراکز تراکم جمعیت و خودروها از نظر مسائل حمل‌ونقل بیش از دیگر مراکز جمعیتی از این معضلات رنج می‌برند (محمدی ده چشمه و مهدوی، ۱۳۹۸: ۲۴۶). زیرساخت‌های حمل‌ونقل یک عنصر حیاتی در تأمین معاش شهرها و مناطق است و مانند سیستم گردش خون در یک موجود زنده، سیستم حمل‌ونقل کل گسترش فعال اقتصادی سیاره ما را در برمی‌گیرد. ایجاد شبکه‌های حمل‌ونقل یک تلاش پرهزینه است و نمی‌تواند به‌تنهایی همه مشکلات حمل‌ونقل را حل کند. در نتیجه، برنامه‌ریزی روشمند و آگاهانه برای توسعه حمل‌ونقل نقش مهمی در ارتقای کیفیت عملکرد سیستم حمل‌ونقل ایفا می‌کند (Muhamediyeva et al., 2023: 1). هوش مصنوعی (AI) به عنوان یکی از مهم‌ترین رشته‌های علوم کامپیوتر، تأثیرات عمیقی بر حوزه‌های مختلف از جمله حمل‌ونقل پایدار داشته است. با گذشت حدود ۵۰ سال از زمان پیدایش این فناوری، هوش مصنوعی در زمینه‌هایی مانند داده‌کاوی، بینایی کامپیوتری و رباتیک به تکامل قابل توجهی دست یافته است. این پیشرفت‌ها به ویژه در حوزه حمل‌ونقل می‌تواند به ایجاد سیستم‌های هوشمند و پایدار کمک کند (Khan et al., 2022: 1). توسعه هوش مصنوعی در حمل‌ونقل برای کنترل وسایل نقلیه خودران یک زمینه به‌سرعت در حال رشد است. معرفی خودروهای خودران در بازار، همراه با توسعه فناوری‌های مرتبط، تأثیر بالقوه‌ای نه تنها بر صنعت خودرو، بلکه بر سیستم‌های حمل‌ونقل شهری خواهد داشت (Chandrasahas Reddy Biddala et al., 2023: 263). ایجاد شبکه‌های حمل‌ونقل هوشمندتر، به‌ویژه حمل‌ونقل هوشمند تعامل فیزیکی ایمن و مؤثر بین انسان‌ها، حیوانات و کالاها را تسهیل می‌کند. مسائل جهانی معمولی شامل انرژی پایدار، حوادث ترافیکی، تراکم ترافیک، مدیریت لجستیک، تجزیه و تحلیل داده‌ها، امنیت و حریم خصوصی است. در سال‌های اخیر، اینترنت اشیا و هوش مصنوعی نقش پیشرو در دستیابی به این چشم‌انداز شهر هوشمند را برعهده گرفته‌اند. اولی زیرساخت محکمی برای جمع‌آوری و انتقال داده‌های مقیاس‌پذیر و قوی فراهم می‌کند. دومی عناصر خلاقانه و نوآورانه را برای کاربردهای حمل‌ونقل هوشمند به ماشین‌ها می‌آورد (Lytras et al., 2020: 1).

نقش هوش مصنوعی در توسعه حمل‌ونقل شهری به ویژه در شهرهایی مانند اهواز، موضوعی است که در سال‌های اخیر توجه بسیاری را به خود جلب کرده است. با افزایش جمعیت و گسترش شهرنشینی، مشکلاتی نظیر ترافیک سنگین، آلودگی هوا و تصادفات جاده‌ای به چالش‌های جدی برای مدیریت حمل‌ونقل تبدیل شده‌اند. این وضعیت نه تنها بر کیفیت زندگی شهروندان تأثیر می‌گذارد، بلکه بر توسعه پایدار شهری نیز اثرات منفی دارد. در این راستا، هوش مصنوعی به عنوان یک ابزار نوآورانه می‌تواند به بهبود کارایی سیستم‌های حمل‌ونقل کمک کند و راهکارهای مؤثری برای کاهش مشکلات موجود ارائه دهد. با توجه به وضعیت موجود، استفاده از هوش مصنوعی در حمل‌ونقل شهری می‌تواند نتایج مثبتی به همراه داشته باشد. این فناوری با قابلیت‌های خود در تحلیل داده‌ها، پیش‌بینی الگوهای ترافیکی و بهینه‌سازی مسیرها، می‌تواند به مدیریت هوشمند ترافیک کمک کند. علاوه بر این، خودروهای خودران مجهز به هوش مصنوعی می‌توانند ایمنی را افزایش داده و تصادفات را کاهش دهند. همچنین، هوش مصنوعی می‌تواند در بهبود لجستیک و مدیریت ناوگان حمل‌ونقل عمومی نقش مهمی ایفا کند. در این تحقیق، ما در پی بررسی تأثیر هوش مصنوعی بر توسعه حمل‌ونقل شهری اهواز بر پایه مدل‌سازی معادلات ساختاری هستیم. این چارچوب تحلیلی به ما اجازه می‌دهد تا روابط بین متغیرهای مختلف مرتبط با حمل‌ونقل هوشمند را شناسایی کرده و تأثیرات

آن‌ها را مورد بررسی قرار دهیم. سؤالات تحقیق ما شامل تأثیر هوش مصنوعی بر سیستم حمل و نقل شهری اهواز، شناسایی شاخص‌های کلیدی مؤثر بر این فناوری و چالش‌های موجود در پیاده‌سازی آن است.

پیشینه پژوهش

تحقیقات بسیاری در زمینه هوش مصنوعی و حمل و نقل صورت گرفته است که خلاصه‌ای از چند پژوهش که اهمیت بررسی این موضوع را نشان می‌دهد، توضیح می‌دهیم.

احمدی و فنی (۱۳۹۸) در مقاله‌ای با عنوان مدل ترکیبی اولویت بندی استراتژیهای حمل و نقل هوشمند مورد پژوهی: کلانشهر تبریز با هدف ارائه مدلی جهت اولویت بندی استراتژیهای توسعه حمل و نقل هوشمند و به منظور پوشش برنامه راهبردی مدیریت حمل و نقل به بررسی پرداختند. روش کار این پژوهش به این صورت است که پس از تشریح ادبیات موضوع، با استفاده از رویکرد استراتژیک، راهبردهای توسعه حمل و نقل هوشمند شهری که حاصل یک روش منطقی و علمی مدیریتی است، با استفاده از روش ترکیبی مورد اولویت بندی قرار داده و ارتباط درونی متغیرهای مختلف را برای ارائه اولویت واقعی راهبردها در نظر گرفته است. در نهایت یافته‌های حاصل از این روش ترکیبی با استفاده از ضریب رتبه‌ای اسپیرمن مقایسه شده است. بهمنی و همکاران (۱۴۰۱) در مقاله‌ای با عنوان تکامل کاربرد هوش مصنوعی و اینترنت اشیا در صنعت خودرو یک بررسی ادبیات انتقادی در مورد استفاده از فناوری اینترنت اشیا در صنعت خودرو ارائه می‌کند و بر تکامل فناوریهای که اتصال و برنامه‌های کاربردی را در دسترس قرار می‌دهند، تأکید می‌کند. در ابتدا، مروری بر تحول و توسعه سیستم‌های هوشمند مجهز به اینترنت اشیا برای وسیله نقلیه همراه با ارزیابی گستردهای از تکامل فناوری که امکان اتصال دارد و برنامه‌های کاربردی زیادی را فراهم می‌کند، ارائه می‌شود. سپس این امر با فرمول بندی یک دامنه کاربردی جامع از فناوری lot و یک چارچوب مفهومی کلی از برنامه‌های IoT در صنعت خودرو دنبال می‌شود. ماشین^۱ و همکاران (۲۰۱۸) به بررسی استفاده از تکنیک‌های هوش مصنوعی در سیستم‌های حمل و نقل هوشمند پرداختند. در این مقاله، مطالعه‌ای از تکنیک‌های متنوع هوش مصنوعی که برای بهبود سیستم‌های حمل و نقل هوشمند پیاده‌سازی شده‌اند، ارائه می‌شود به‌طور خاص، نویسندگان آن‌ها را بسته به حوزه اصلی که در آن به کار می‌روند به سه حوزه اصلی گروه بندی کردند: کنترل خودرو، کنترل و پیش‌بینی ترافیک و همچنین ایمنی جاده و پیش‌بینی تصادف، نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که ترکیب تکنیک‌های مختلف هوش مصنوعی، به‌ویژه برای مدیریت و تجزیه و تحلیل حجم عظیم داده‌های تولید شده در حمل و نقل، بسیار امیدوارکننده به نظر می‌رسد. جازمین^۲ و همکاران (۲۰۲۰) در پژوهشی با عنوان سیستم تحلیل پیش‌بینی انتشار CO₂ مبتنی بر هوش مصنوعی به بنابرین، این مقاله یک تحلیل پیش‌بینی انتشار CO₂ را با استفاده از هوش مصنوعی پیشنهاد می‌کند که مقادیر CO₂ منتشر شده از یک ون بار را از قبل محاسبه و پیش‌بینی می‌کند. این سیستم کل مسافتی که باید طی شود و مقدار گاز مورد نیاز برای پیمودن آن مسافت را در نظر می‌گیرد و بر اساس آن میزان انتشار را پیش‌بینی می‌کند. این مقاله پیشنهاد می‌کند که چنین سیستمی باید با خودروهای خودران نیز تعبیه شود، زیرا در شهرهای هوشمند آینده، خودروهای خودران به یک امر عادی تبدیل خواهند شد. اطلاعات مفهومی مرتبط مورد استفاده برای توسعه سیستم تحلیل پیش‌بینی مورد بحث قرار می‌گیرد. بحثی نیز در مورد توسعه سیستم و همچنین آماده‌سازی مجموعه داده انجام شده است. سیستم بر اساس دقت پیش‌بینی تجزیه و تحلیل می‌شود. در نهایت، جهت آینده برای رویکرد فعلی پیاده‌سازی ارائه شده است. گانگوانی^۳ و گانگوانی (۲۰۲۱) در مقاله کاربردهای یادگیری ماشین و هوش مصنوعی در سیستم حمل و نقل هوشمند بر روی ارائه یک نمای کلی و کاربردهایی در مورد چگونگی استفاده از هوش مصنوعی و یادگیری ماشین برای توسعه یک سیستم حمل و نقل هوشمند متمرکز است که می‌تواند مسائل مربوط به تراکم ترافیک و ایمنی جاده‌ها را برای جلوگیری از تصادفات بررسی کند در نهایت مدیریت هوشمند پارکینگ را پیشنهاد می‌کنند و در نهایت، با مدل‌های پیش‌بینی

¹.Machin

². Yeasmin,

³. Gangwani

و نحوه استفاده الگوریتم‌ها از داده‌های حسگر برای توسعه یک سیستم حمل‌ونقل هوشمند به نتیجه می‌رسند. کنسیس^۱ و همکاران (۲۰۲۲) در پژوهشی با عنوان پیش‌بینی انتشار CO₂ در بخش حمل‌ونقل با تکنیک‌های هوش محاسباتی پرداختند در این مطالعه، مدل‌های پیش‌بینی انتشار CO₂ در بخش حمل‌ونقل توسعه داده شد. شبکه‌های عصبی مصنوعی، توابع عضویت ساده و تکنیک تولید قانون فازی، ماشین بردار پشتیبان و روش‌های سیستم استنتاج فازی عصبی تطبیقی که تکنیک‌های هوش مصنوعی هستند و همچنین رگرسیون خطی چندگانه برای تجزیه و تحلیل از که یک روش آماری است استفاده شد. در نتیجه مقایسه بهترین عملکرد در مدل ANN مشاهده شد. چن^۲ و همکاران (۲۰۲۳) به بررسی طرح‌های انرژی کارآمد مبتنی بر هوش مصنوعی برای سیستم‌های حمل‌ونقل هوشمند پایدار پرداختند و نشان دادند کاهش آلودگی آگروز وسایل نقلیه و مصرف انرژی برای بهبود پایداری توسعه اجتماعی اهمیت زیادی دارد. تورال^۳ (۲۰۲۳) قانون هوش مصنوعی آینده، بخش حمل‌ونقل جاده‌ای و پیامدهای ایمنی را مورد مطالعه قرار داده‌اند. در مجموع، این مقاله پیامدهای امنیتی به دست آمده با کاربرد و ادغام سیستم‌های هوش مصنوعی در این بخش را تجزیه و تحلیل می‌کند و هم زمینه حقوقی و هم بخشی را به تفصیل شرح می‌دهد. مارتینز^۴ و همکاران (۲۰۲۳) به نقش هوش مصنوعی در حمل‌ونقل و تدارکات می‌پردازند. این بازتاب به تأثیر هوش مصنوعی بر زنجیره تأمین، به‌ویژه بر لجستیک و حمل‌ونقل می‌پردازد. یک رویکرد کلی برای این تأثیر اتخاذ خواهد شده است و نمونه‌های عینی استفاده بلافاصله مورد بررسی قرار خواهند گرفت. کولر^۵ و همکاران (۲۰۲۳) به بررسی کاربردهای هوش مصنوعی در ایمنی راه: کتاب‌سنجی و بررسی سیستماتیک ادبیات پرداختند. هدف از این کار بررسی این است که چگونه ابزارهای هوش مصنوعی به پیشرفت ایمنی جاده‌ها باهدف نقشه‌برداری برنامه‌ها، مشارکت‌ها، چالش‌ها و فرصت‌ها کمک می‌کنند. نتایج حاکی از آن است که کاربرد هوش مصنوعی در ایمنی جاده‌ها موضوعی نوظهور و امیدوارکننده است که «حمل‌ونقل موتوری»، «یادگیری ماشینی»، «یادگیری عمیق» و «اینترنت اشیا» به عنوان معرف‌ترین موضوعات در تولید دانش در این دوره هستند. تجزیه و تحلیل کرد.

جاگاتی سپیرمال^۶ و همکاران (۲۰۲۴) با عنوان مقاله هوش مصنوعی اشیا برای شهرهای هوشمند: راه‌حل‌های پیشرفته برای افزایش ایمنی حمل‌ونقل یک چارچوب جامع ایمنی خودرو را معرفی می‌کنند که به‌طور خاص برای شهرهای هوشمند در حوزه هوش مصنوعی اشیا طراحی شده است. این چارچوب به‌طور یکپارچه انواع حسگرها از جمله حسگرهای چشمک زدن، اولتراسونیک را برای تقویت ایمنی جاده ادغام می‌کند. پرز-سرولازا^۷ و همکاران (۲۰۲۴) هوش مصنوعی برای سیستم‌های ایمنی حیاتی در حوزه‌های صنعتی و حمل‌ونقل را بررسی می‌کنند. این نظرسنجی با تمرکز بر حوزه‌های صنعتی و حمل‌ونقل، چالش‌ها، تکنیک‌ها و روش‌های توسعه سیستم‌های حیاتی ایمنی مبتنی بر هوش مصنوعی، از سیستم‌های ایمنی عملکردی سنتی تا سیستم‌های مستقل را ساختار و تجزیه و تحلیل می‌کند. قابلیت اعتماد هوش مصنوعی ابعاد مختلفی مانند مهندسی، اخلاقی و حقوقی را در برمی‌گیرد و این نظرسنجی بر بعد مهندسی ایمنی تمرکز دارد. دوس سانتوس^۸ (۲۰۲۴) به بررسی سیستماتیک در مورد کاربرد هوش مصنوعی در حمل‌ونقل عمومی، به‌ویژه در رابطه با اتوبوس‌ها، با استفاده از فناوری 5G می‌پردازد. این بررسی بر اساس مقالاتی انجام شده است که پاسخ می‌دهند این برنامه‌ها در رابطه با قابلیت اطمینان برنامه‌های اتوبوس، کاهش تصادفات و امنیت داده‌های کاربر به نفع کاربران هستند. شنگوز^۹ و همکاران (۲۰۲۴) در یک پژوهش مروری کتاب‌سنجی با استفاده از نرم‌افزار vosviewer به بررسی ۶۴۲ پژوهش در زمینه هوش مصنوعی در حمل‌ونقل پرداختند نتایج نشان داد که کشور چین با ۲۹۸ مطالعه بیشترین مشارکت را در این زمینه داشته است و بیشترین کلمه کلیدی مورد استفاده در اسناد سیستم حمل‌ونقل هوشمند

¹. Cansiz

². Chen

³. Toral

⁴. Martins

⁵. Koller

⁶. Jagatheesaperumal

⁷. Perez-Cerrolaza

⁸. dos Santos

⁹. Şengöz

بوده است. چینارر^۱ و همکاران (۲۰۲۴) در پژوهشی با عنوان استفاده از الگوریتم های مختلف یادگیری ماشین در جهت پیش بینی انتشار CO2 در بخش حمل و نقل به بررسی سه الگوریتم مختلف در بخش حمل و نقل ترکیه می پردازد. در نتیجه، این مطالعه بینش هایی را در مورد رابطه بین پارامترهای ورودی و انتشار CO2 در بخش حمل و نقل ارائه می دهد و بر اهمیت اقدامات و سیاست های پیشگیرانه برای رسیدگی به اثرات زیست محیطی این بخش تأکید می کند و به طور بالقوه تصمیم های سیاستی آینده باهدف کاهش انتشار و توسعه حمل و نقل پایدار را اطلاع رسانی می کند. دی اولیویرا راستیس^۲ و همکاران (۲۰۲۴) کاربرد تکنیک های هوش مصنوعی در بهینه سازی فرآیندهای لجستیک را بررسی می کنند. این مطالعه با روش کتابشناختی مشکلات حقوقی و اخلاقی مرتبط با اجرای هوش مصنوعی را بررسی می کند و این تحقیق بهترین راه های استفاده از هوش مصنوعی در تدارکات را به شیوه های اخلاقی و قانونی با توجه به مشکلات رو به رشد نشان می دهد. سپولودا سالداریاگا^۳ و نونیز پیندا^۴ (۲۰۲۴) تأثیر هوش مصنوعی بر لجستیک و بهینه سازی مسیرهای حمل و نقل برای کاهش زمان و هزینه را مورد بررسی قرار می دهند. برای دستیابی به این هدف، اهداف خاصی ترسیم شده است که از شناسایی مناسب ترین الگوریتم ها برای اجرای هوش مصنوعی تا ارزیابی تغییرات در هزینه های مرتبط با اتوماسیون فرآیندهای لجستیک را شامل می شود. روش طراحی شده برای این مطالعه رویکردهای ترکیبی (کمی و کیفی) را ترکیب می کند، از تکنیک های تجزیه و تحلیل آماری برای بررسی داده های مربوط به زمان و هزینه های حمل و نقل استفاده می شود.

در نتایج کلی تحقیقات نشان می دهد که هوش مصنوعی می تواند نقش مهمی در بهبود ایمنی، کارایی، و پایداری سیستم های حمل و نقل ایفا کند. از یک سو، ادغام تکنولوژی های نوین مانند حسگرها و الگوریتم های یادگیری ماشین می تواند به کاهش تصادفات کمک کند؛ از سوی دیگر، چالش هایی مانند مسائل حقوقی و اخلاقی نیازمند توجه ویژه ای هستند. این تحقیقات نه تنها بر روی جنبه های فنی تمرکز دارند بلکه ابعاد اجتماعی، اقتصادی، و زیست محیطی را نیز مد نظر قرار می دهند.

مبانی نظری

حمل و نقل و هوش مصنوعی

حمل و نقل به جابجایی افراد، کالاها و غیره از مکانی به مکان دیگر گفته می شود که با وسایل حمل و نقل مختلف قابل انجام است. چهار روش اصلی حمل و نقل عبارتند از: حمل و نقل دریایی، حمل و نقل جاده ای، حمل و نقل هوایی و حمل و نقل ریلی که دارای حمل و نقل بار و همچنین حمل و نقل افراد است حمل و نقل در حال حاضر به عنوان یکی از صنایع حیاتی مطرح شده است زیرا به اشتغال، حمل و نقل کالا و گسترش بخش تجارت، حمایت از گردشگری، مردم در سفر، خودرو کمک می کند (Saranya, 2023: 419). حمل و نقل یکی از ویژگی های ضروری جامعه مدرن و عاملی حیاتی برای بسیاری از مفاهیم دیگری است که شهر هوشمند را تعریف و مشخص می کند (Nguyen et al., 2020: 2). در تعریف حمل و نقل شهری می توان گفت که این مفهوم به بخشی از سیستم کلان حمل و نقل اشاره دارد که هدف اصلی آن، ایجاد دسترسی میان کاربری های مختلف در محدوده یک شهر است. به بیان دیگر، سیستم های حمل و نقل شهری یکی از عناصر حیاتی و ضروری زندگی روزمره شهروندان محسوب می شوند، زیرا مسئولیت جابه جایی افراد و کالاها میان فضاهای شهری و کاربری های مختلف را بر عهده دارند (علیمحمدی و همکاران، ۱۴۰۰: ۱۷۴). از آنجا که جمعیت ساکن در مناطق شهری به طور مداوم در حال افزایش است، پیش بینی می شود که جهان در آینده نزدیک شاهد رشد چشمگیر در تعداد وسایل نقلیه موتوری باشد. این روند، تأثیرات منفی قابل توجهی به دنبال دارد و منجر به بروز مشکلاتی نظیر تراکم شدید ترافیک، آلودگی صوتی، افزایش تصادفات جاده ای و سایر چالش های زیست محیطی و اجتماعی خواهد شد (Oladimeji et al., 2023: 2). همان طور که در استانداردها بیان شده است، هیچ تعریف پذیرفته شده ای از

¹. Çınarır

². de Oliveira Rustice

³. Sepúlveda Saldarriaga

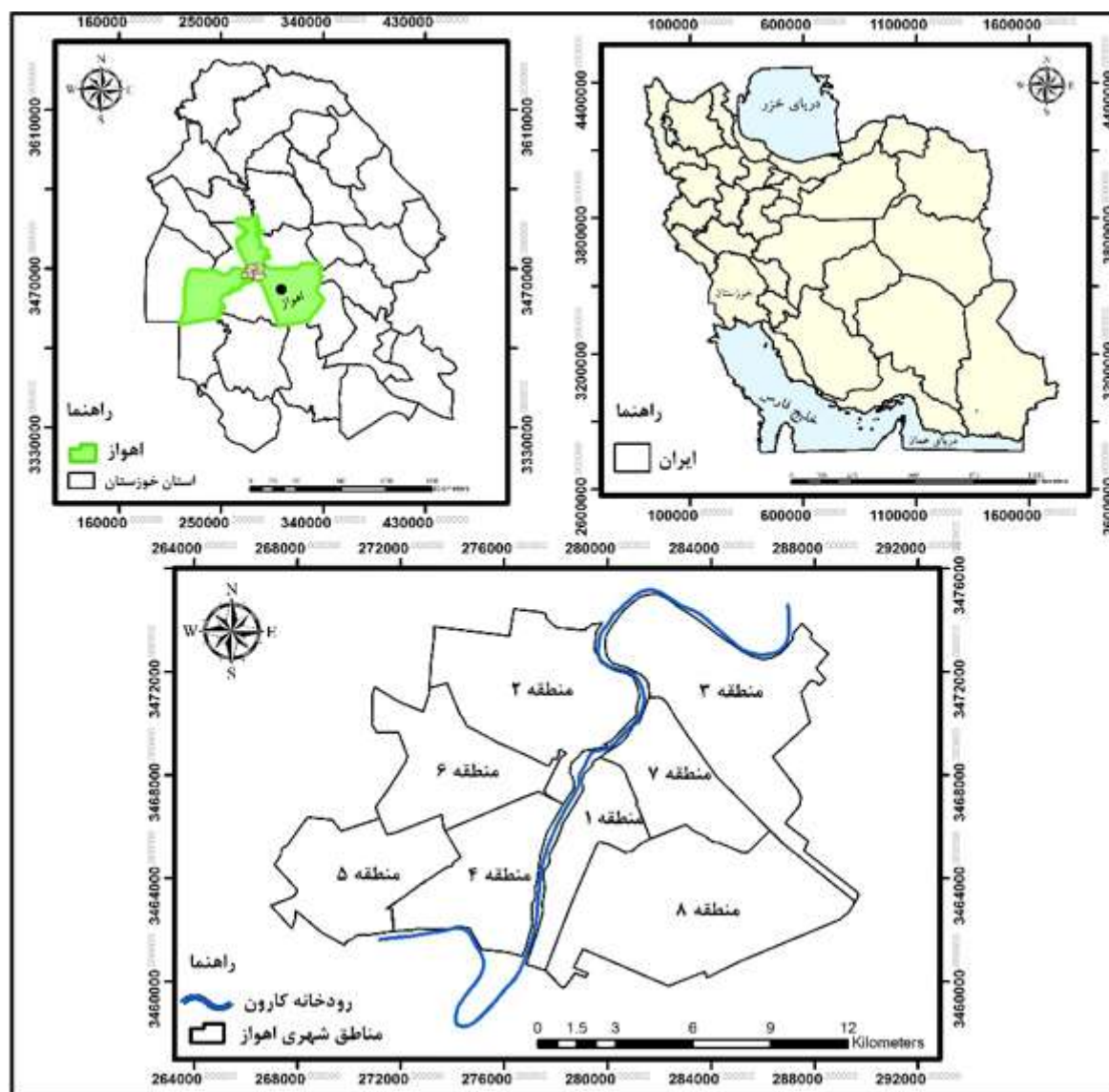
⁴. Núñez Pineda

هوش مصنوعی وجود ندارد (Perez-Cerrolaza et al, 2023: 4). اصطلاح هوش مصنوعی معمولاً طبق فرهنگ لغت آکسفورد به عنوان مطالعه و توسعه سیستم‌های رایانه‌ای که می‌توانند رفتار هوشمند انسان را تقلید کنند، استفاده می‌شود؛ بنابراین، هوش مصنوعی موضوع جدیدی نیست، زیرا این اصطلاح برای اولین بار در سال ۱۹۵۶ معرفی شد و شامل توسعه سیستم‌های رایانه‌ای می‌شود که قادر به انجام کارآمد وظایفی است که معمولاً به هوش انسانی نیاز دارند (Lippi et al., 2024: 2). انتظار می‌رود هوش مصنوعی بسیاری از جنبه‌های زندگی ما را متحول کند، کارایی را در سازمان‌ها افزایش دهد، فرآیندها را بهبود بخشد و از منابع بهتر استفاده کند (Stahl et al., 2023: 1). مشکلات حمل‌ونقل زمانی به یک چالش تبدیل می‌شوند که رفتار سیستم و کاربران برای مدل‌سازی و پیش‌بینی الگوهای سفر بسیار دشوار باشد؛ بنابراین، هوش مصنوعی برای سیستم‌های حمل‌ونقل مناسب برای غلبه بر چالش‌های افزایش تقاضای سفر، انتشار CO₂، نگرانی‌های ایمنی و تخریب محیط‌زیست است. این چالش‌ها ناشی از رشد مداوم ترافیک روستایی و شهری به دلیل افزایش تعداد جمعیت به‌ویژه در کشورهای در حال توسعه است (Abduljabbar et al., 2019: 1). در سال‌های اخیر، اینترنت اشیا و هوش مصنوعی نقش پیشرو در دستیابی به این چشم‌انداز شهر هوشمند را برعهده گرفته‌اند. (Lytras et al., 2020: 1) حمل‌ونقل هوشمند (ITS) به سیستم‌هایی گفته می‌شود که از اطلاعات، ارتباطات و فناوری کنترل استفاده می‌کنند تا به اداره شبکه حمل‌ونقل کمک کنند. ابزارهای این سیستم هوشمند علاوه بر بهبود عملکرد شبکه حمل و نقل، برای جلوگیری از اتلاف وقت و حفظ جان انسان‌ها نیز بکار می‌روند و بدین صورت کیفیت زندگی و محیط‌زیست را بالا برده و باعث رونق بیشتر فعالیت‌های تجاری می‌شوند (فتوحی، ۱۳۹۸: ۹۷).

در مجموع، مبانی نظری مرتبط با حمل‌ونقل و هوش مصنوعی نشان می‌دهد که این دو حوزه به شدت به هم وابسته‌اند و برای حل چالش‌های موجود نیازمند همکاری نزدیک هستند. استفاده از فناوری‌های نوین نه تنها می‌تواند مشکلات کنونی را کاهش دهد بلکه به توسعه پایدار شهرها نیز کمک خواهد کرد.

معرفی محدوده مورد مطالعه

شهر اهواز به عنوان مرکز استان خوزستان با جمعیت ۱۱۸۴۷۸۸ نفر (طبق سرشماری ۱۳۹۵) هفتمین شهر پرجمعیت ایران در بخش جلگه‌ای خوزستان و با ارتفاع ۱۲ متر از سطح دریا واقع شده است (بهوندی و همکاران، ۱۳۹۸: ۳۵۸). در سال ۱۳۹۱ منطقه پنج شهری به شهرستان کارون تبدیل و در سال ۱۳۹۵ منطقه چهار شهری به دو منطقه جداگانه تقسیم شد بنابراین در حال حاضر این کلان‌شهر هشت منطقه را شامل می‌شود (آروین و پوراحمد، ۱۴۰۱: ۱۹۵).



شکل ۱: موقعیت جغرافیایی شهر اهواز در شهرستان، استان و کشور

روش‌شناسی

روش تحقیق این پژوهش، توصیفی-تحلیلی است. بخش اصلی داده‌های موردنیاز در این مطالعه از طریق روش میدانی پرسش‌نامه به دست آمده است. سپس با استفاده از نرم‌افزار AMOS و SPSS به بررسی نقش هوش مصنوعی در توسعه حمل و نقل شهر اهواز پرداخته شد. مدل‌سازی معادلات ساختاری این امکان را فراهم می‌کند که روابط چندگانه و پیچیده بین متغیرها را همزمان مورد بررسی قرار دهد. برخلاف روش‌های ساده‌تر که معمولاً تنها به روابط دو متغیره می‌پردازند، SEM می‌تواند تأثیرات مستقیم و غیرمستقیم را در یک مدل واحد تحلیل کند. با استفاده از تحلیل عاملی تأییدی، AMOS می‌تواند خطاهای اندازه‌گیری را شناسایی و کاهش دهد. این ویژگی اعتبار نتایج را افزایش می‌دهد و به پژوهشگران کمک می‌کند تا نتایج دقیق‌تری بدست آورند. برای تعیین حجم نمونه با توجه به جامعه آماری ۱۱۸۴۷۸۸ در شهر اهواز طبق آخرین سرشماری، از نرم‌افزار SAMPLE POWER استفاده شده است؛ که ابتدا ۳۰ پرسش‌نامه در میان ساکنان توزیع و طبق واریانس به‌دست‌آمده از نمونه اولیه، حجم نمونه ۲۰۰ نفر محاسبه شد. روایی ابزار پژوهش به‌وسیله تأکید محتوایی و صوری پرسشنامه توسط اساتید و کارشناسان محرز شد و پایایی آن نیز به‌وسیله آزمون آلفای کرونباخ محاسبه شده است که در جدول شماره یک نمایش داده شده

است. بخش دیگر از داده‌های موردنیاز مانند چارچوب نظری تحقیق از طریق روش کتابخانه‌ای به‌دست آمده است. پرسش‌نامه پژوهش در ۲۸ گویه تنظیم شده است که سهم هرکدام از شاخص‌ها به ترتیب شاخص‌های مدیریت ترافیک، لجستیک و مدیریت ناوگان، ایمنی و نظارت هر یک شش گویه و بهینه‌سازی مسیر وسیله نقلیه خودران پنج گویه می‌باشد.

جدول ۱. آزمون پایایی آلفای کرونباخ

پایایی پرسشنامه		
نام متغیر	تعداد متغیر	آلفای کرونباخ
مدیریت ترافیک هوشمند	۶	۰/۷۶۰
وسیله نقلیه خودران	۵	۰/۷۲۰
بهینه‌سازی مسیر	۵	۰/۷۴۴
لجستیک و مدیریت ناوگان	۶	۰/۷۳۳
ایمنی و نظارت	۶	۰/۷۲۸

منبع: نگارندگان

جدول ۲. منابع شاخص‌های مورد استفاده در تحقیق

شاخص	زیر شاخص	متغیر	منبع
حمل و نقل هوشمند	مدیریت ترافیک هوشمند	استفاده از حس‌گرها و دوربین‌های در جاده‌ها برای جمع‌آوری داده‌های ترافیکی، شناسایی الگوهای ترافیکی و پیش‌بینی ترافیک، تنظیم چراغ‌های راهنمایی بر اساس حجم ترافیک، استفاده از سیستم‌های هوشمند برای کاهش زمان انتظار مسافران، بهینه‌سازی مسیرها و کاهش ترافیک، مصرف سوخت و آلودگی‌های زیست‌محیطی، استفاده از سیستم‌های هوشمند شناسایی خطرات و کاهش تصادفات	Xu et al(2024) Alanazi& Alenezi (2024) Naramdeo et al(2024) Sakr et al(2023) Nigam et al(2023)
	وسیله نقلیه خودران	سیستم‌های حسگر و شناسایی مانند حسگرها برای شناسایی محیط‌های اطراف، کاهش تصادفات ناشی از خطای انسانی، راحتی و آسایش سرنشینان در حین سفر، بهینه‌سازی مصرف سوخت، تحلیل الگوهای ترافیکی و رفتار رانندگان،	Zhao et al(2024) Han et al(2023) Feng et al(2023)
	بهینه‌سازی مسیر	یافتن کوتاه‌ترین و بهینه‌ترین مسیر، پیش‌بینی ترافیک و ارائه راه‌حل در زمان ترافیک، جمع‌آوری و ارائه اطلاعات مربوط به سرعت و شرایط جاده-ای، تحلیل الگوهای رانندگی و بهینه‌سازی مصرف سوخت، سیستم‌های هشداردهنده در شرایط خطرناک و شرایط غیرعادی به رانندگان،	Ping et al(2024) Gibson et al(2023) Iyer (2021)
	لجستیک و مدیریت ناوگان	بهبود مدیریت در حمل‌ونقل، بهینه‌سازی حمل‌ونقل، تحلیل داده‌های وسایل نقلیه و زیرساخت‌ها، بهبود خدمات، افزایش کارایی و کاهش هزینه‌ها، هوشمندسازی فرایندها،	Xidias et al (2022) Tahir (2024) Degadwala et al (2023)
	ایمنی و نظارت	شناسایی رفتارهای پرخطر رانندگان، نظارت بر رعایت قوانین، پیش‌بینی و پیشگیری از تصادفات، بهبود طراحی زیرساخت، ارزیابی عملکرد ناوگان مانند سرعت شتاب ترمز گیری و ...، افزایش آگاهی عمومی	Jagatheesaperumal et al (2024) Dui et al (2024) Yijing et al(2023)

منبع: نگارندگان

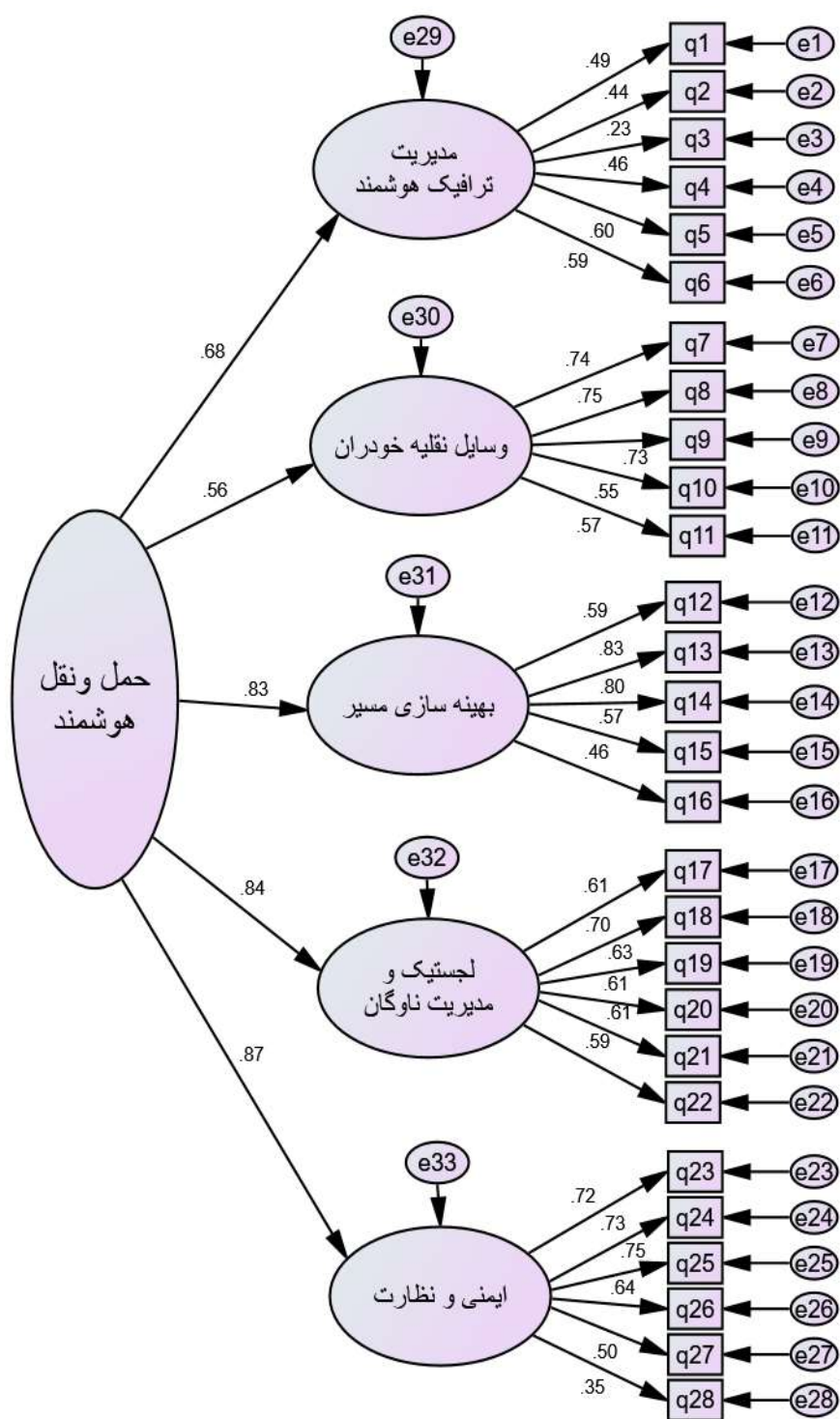
یافته‌های پژوهش

یافته های توصیفی

طبق نتایج به دست آمده میانگین سنی پاسخگویان ۳۶ سال بوده است که در این بین سن جوانترین ۱۸ و مسن ترین آنها ۵۸ سال بوده است. در خصوص وضعیت جنسی پاسخ دهندگان یافته ها حاکی از آن است که حدود ۵۸ درصد پاسخ دهندگان را زنان و ۴۲ درصد آنها را مردان تشکیل می دهند. یافته های وضعیت تحصیلات پاسخ دهندگان نشان می دهد حدود ۱۹ درصد دارای سواد ابتدایی و راهنمایی، ۲۶ درصد دبیرستان و دیپلم، ۴۰ درصد پاسخ دهندگان دارای سطح کاردانی و کارشناسی و ۱۵ درصد دارای تحصیلات کارشناسی ارشد و بالاتر بوده اند. کمترین و بیشترین تعداد افراد ساکن در خانوار پاسخ دهندگان به ترتیب ۱ و ۵ نفر بوده و بعد خانوار حدوداً ۴ بوده است.

نقش هوش مصنوعی در توسعه حمل و نقل

برای بررسی نقش هوش مصنوعی در توسعه حمل و نقل شهر اهواز از الگوی مدل سازی معادلات ساختاری استفاده شده است. هدف از انجام این کار شناسایی مهم ترین متغیرهایی است که در ایجاد روابط بین شاخص اثر دارند؛ بنابراین با توجه به مبانی تئوریک پژوهش مدل عاملی مرتبه اول حمل و نقل هوشمند بر مبنای پنج عامل پنهان شامل شاخص های مدیریت ترافیک هوشمند، وسیله نقلیه خودران، بهینه سازی مسیر، لجستیک و مدیریت ناوگان و ایمنی و نظارت تنظیم شده است. در شکل شماره دو مدل نهایی نقش حمل و نقل هوشمند در شهر اهواز نشان داده شده است. یافته های حاصل از مدل سازی حاکی از آن است که از میان شاخص های حمل و نقل هوشمند کدام یک از اهمیت بیشتری برخوردار است و اثرات مشهودتری نسبت به بقیه پارامترهای مشخص شده دارا می باشد. مدل مرتبه دوم حمل و نقل هوشمند از ۲۸ متغیر آشکار و ۵ متغیر پنهان تشکیل شده است. یافته های مدل نشان دهنده آن است که عامل ایمنی و نظارت با بار عاملی ۰/۸۷ بیشترین وزن را به خود اختصاص داده است و بالاترین جایگاه را در میان شاخص ها به خود اختصاص داده است. همچنین در این عامل متغیر پیش بینی و پیشگیری از تصادفات با بار عاملی ۰/۷۵ تأثیرگذارترین عامل را در نقش هوش مصنوعی در توسعه حمل و نقل داشته اند. پس از آن شاخص لجستیک و مدیریت ناوگان با بار عاملی ۰/۸۴ در رده دوم اهمیت و تأثیرگذاری قرار گرفته است. در این شاخص نیز بهینه سازی حمل و نقل با بار عاملی ۰/۷۰ بیشترین تأثیرگذاری را داشته اند. عامل بهینه سازی مسیر با بار ۰/۸۳ در رتبه بعدی قرار دارد که متغیر پیش بینی ترافیک و ارائه راه حل در زمان ترافیک با بار عاملی ۰/۸۳ مؤثرترین متغیر می باشند. عامل مدیریت ترافیک هوشمند نیز با بار عاملی ۰/۶۸ پس از عامل بهینه سازی قرار گرفته است که متغیر بهینه سازی مسیرها و کاهش ترافیک، مصرف سوخت و آلودگی های زیست محیطی با بار عاملی ۰/۶۰ عامل مؤثر در این شاخص می باشد. در نهایت عامل وسایل نقلیه خودران با بار عاملی ۰/۵۶ در رتبه آخر قرار گرفته است. در بین متغیرهای این شاخص نیز کاهش تصادفات ناشی از خطای انسانی با بار عاملی ۰/۷۵ بیشترین اثرگذاری را در بین متغیرها دارا هستند. نتایج حاصل از مدل معادلات ساختاری نشان دهنده تأثیر مثبت هوش مصنوعی بر توسعه حمل و نقل شهر اهواز است. بارهای عاملی بالای شاخص ها، به ویژه در زمینه ایمنی، لجستیک و مدیریت ناوگان، تأکید بر اهمیت ادغام فناوری های نوین در سیستم های حمل و نقل دارد. در رد یا تأیید نقش هوش مصنوعی در توسعه حمل و نقل شهر اهواز با توجه به بارهای عاملی شاخص ها در مدل معادلات ساختاری تأثیر مثبت وجود دارد که نشان دهنده تأیید فرض پژوهش می باشد.



شکل ۲. مدل نهایی نقش حمل و نقل هوشمند در شهر اهواز

تحلیل نتایج مربوط به جدول شماره سه نشان دهنده اهمیت و اعتبار مدل پژوهش است: این یافته نشان می‌دهد که مقادیر احتمال (p-values) در تمام روابط مدل برابر با صفر است. به عبارت دیگر، هیچ‌یک از روابط بین متغیرها به صورت تصادفی ایجاد نشده‌اند و این روابط دارای معناداری آماری هستند. این موضوع به ما اطمینان می‌دهد که تغییرات در یک متغیر می‌تواند تأثیر قابل توجهی بر متغیر دیگر داشته باشد. وجود تفاوت معنادار با مقدار صفر به این معناست که

پارامترهای موجود در مدل، تأثیر واقعی و قابل توجهی دارند. این امر نشان دهنده این است که فرضیات تحقیق به طور تجربی تأیید شده‌اند و داده‌ها از مدل پشتیبانی می‌کنند. سطح معناداری کمتر از ۰/۰۵ به طور کلی به عنوان یک معیار استاندارد در تحقیقات علمی شناخته می‌شود. این بدان معناست که احتمال اینکه نتایج مشاهده شده صرفاً ناشی از تصادف باشند، کمتر از ۵ درصد است. بنابراین، می‌توان با اطمینان بیشتری نتیجه گرفت که روابط موجود در مدل واقعی و معنادار هستند.

در مجموع، این یافته‌ها نشان دهنده اعتبار و قابلیت اعتماد مدل پژوهش هستند. حمایت داده‌های تجربی از مدل به محققان این امکان را می‌دهد که نتایج را به جمعیت بزرگ‌تر تعمیم دهند و بر اساس آن‌ها تصمیمات آگاهانه‌تری اتخاذ کنند. همچنین، این نتایج می‌توانند به عنوان مبنایی برای پژوهش‌های آینده و توسعه نظریه‌های مرتبط با موضوع مورد مطالعه استفاده شوند.

جدول ۳. رگرسیون وزنی مدل پیش فرض

شاخص	کد	نام متغیر	تخمین غیراستاندارد	خطای معیار	نسبت بحرانی	سطح معنی - داری
مدیریت ترافیک هوشمند	۱	استفاده از حس گر ها و دوربین های در جاده ها برای جمع آوری داده های ترافیکی	۱/۰۰۰			
	۲	شناسایی الگوهای ترافیکی و پیش بینی ترافیک	۰/۸۴۴	۰/۱۵۷	۰/۳۸۴	۰/۰۰۰
	۳	تنظیم چراغ های راهنمایی بر اساس حجم ترافیک	۰/۵۲۱	۰/۱۶۰	۳/۲۵۰	۰/۰۰۱
	۴	استفاده از سیستم های هوشمند برای کاهش زمان انتظار مسافران	۰/۹۸۸	۰/۱۷۷	۵/۵۷۱	۰/۰۰۰
	۵	بهینه سازی مسیرها و کاهش ترافیک، مصرف سوخت و آلودگی های زیست محیطی	۱/۲۱۱	۰/۱۸۹	۶/۴۰۷	۰/۰۰۰
	۶	استفاده از سیستم های هوشمند شناسایی خطرات و کاهش تصادفات	۱/۲۰۰	۰/۱۸۹	۶/۳۶۵	۰/۰۰۰
وسیله نقلیه خودران	۷	سیستم های حسگر و شناسایی مانند حسگرها برای شناسایی محیط های اطراف	۱/۰۰۰			
	۸	کاهش تصادفات ناشی از خطای انسانی	۰/۹۴۴	۰/۰۸۰	۱۱/۷۵۳	۰/۰۰۰
	۹	راحتی و آسایش سرنشینان در حین سفر	۰/۹۴۱	۰/۰۸۱	۱۱/۵۷۸	۰/۰۰۰
	۱۰	بهینه سازی مصرف سوخت	۰/۷۶۷	۰/۰۸۷	۸/۸۲۸	۰/۰۰۰
	۱۱	تحلیل الگوهای ترافیکی و رفتار رانندگان	۰/۷۸۲	۰/۰۸۵	۹/۲۰۰	۰/۰۰۰
	۱۲	یافتن کوتاه ترین و بهینه ترین مسیر	۱/۰۰۰			
بهینه سازی مسیر	۱۳	پیش بینی ترافیک و ارائه راه حل در زمان ترافیک	۱/۳۷۴	۰/۱۲۹	۱۰/۶۱۹	۰/۰۰۰
	۱۴	جمع آوری و ارائه اطلاعات مربوط به سرعت و شرایط جاده ای	۱/۳۴۹	۰/۱۳۰	۱۰/۴۱۳	۰/۰۰۰
	۱۵	تحلیل الگوهای رانندگی و بهینه سازی مصرف سوخت	۰/۹۶۹	۰/۱۱۷	۸/۲۸۰	۰/۰۰۰
	۱۶	سیستم های هشداردهنده در شرایط خطرناک و شرایط غیرعادی به رانندگان	۰/۷۳۱	۰/۱۰۶	۶/۹۲۰	۰/۰۰۰
لجستیک و مدیریت ناوگان	۱۷	بهبود مدیریت در حمل و نقل	۱/۰۰۰			
	۱۸	بهینه سازی حمل و نقل	۱/۰۹۷	۰/۱۱۵	۹/۵۲۳	۰/۰۰۰
	۱۹	تحلیل داده های وسایل نقلیه و زیرساخت ها	۱/۰۰۵	۰/۱۱۴	۸/۸۴۵	۰/۰۰۰
	۲۰	بهبود خدمات	۰/۹۵۹	۰/۱۱۱	۸/۶۵۶	۰/۰۰۰
	۲۱	افزایش کارایی و کاهش هزینه ها	۱/۰۰۷	۰/۱۱۶	۸/۶۶۲	۰/۰۰۰
	۲۲	هوشمندسازی فرایندها	۰/۹۳۸	۰/۱۱۰	۸/۵۰۳	۰/۰۰۰
ایمنی و نظارت	۲۳	شناسایی رفتارهای پرخطر رانندگان	۱/۰۰۰			
	۲۴	نظارت بر رعایت قوانین	۱/۰۰۶	۰/۰۸۴	۱۱/۹۴۴	۰/۰۰۰
	۲۵	پیش بینی و پیشگیری از تصادفات	۱/۰۵۶	۰/۰۸۶	۱۲/۲۶۷	۰/۰۰۰
	۳۶	بهبود طراحی زیرساخت	۰/۹۲۰	۰/۰۸۷	۱۰/۵۵۸	۰/۰۰۰
	۲۷	ارزیابی عملکرد ناوگان مانند سرعت شتاب ترمز گیری و ...	۰/۶۹۰	۰/۰۸	۸/۲۳۶	۰/۰۰۰
	۲۸	افزایش آگاهی عمومی	۰/۴۹۵	۰/۰۸۷	۵/۷۲۱	۰/۰۰۰

در جدول شماره چهار نتایج ارزیابی مدل تحقیق با بهره‌گیری از شاخص‌های برازش مدل‌های ساختاری آورده شده است. وجود شاخص‌های برازش مدل مناسب تأییدکننده ارتباط معناداری و مناسب بین داده‌های میدانی تحقیق و مدل ساختاری موجود است. اولین شاخص که در این مدل بررسی شده است NPAR است که مدل پیش‌فرض آن برابر ۶۱ می‌باشد که نشان می‌دهد پژوهشگر در تدوین مدل به‌راحتی به هزینه کردن درجات آزادی نپرداخته و این وضعیت قابل‌قبول می‌باشد. شاخص کای اسکوتر برابر با $839/193$ و سطح معناداری $0/000$ نتیجه‌ای مطلوب را نمایان می‌سازد. با توجه به اینکه درجه آزادی به مقدار مستقل نزدیک و از صفر به دور است می‌توان تلقی مطلوبی از مدل داشت. به عبارت دیگر، تعداد پارامترهای انتخاب شده به گونه‌ای است که مدل به خوبی توانسته است روابط میان متغیرها را نمایان کند بدون اینکه به پیچیدگی غیرضروری دچار شود. مقدار کای اسکوتر نسبی که جز شاخص‌های مهم مدل می‌باشد $2/432$ است که حاکی از وضعیتی خوب و مطلوب برای مدل است. این شاخص معمولاً برای مقایسه مدل‌ها استفاده می‌شود و مقدار کمتر از ۳ معمولاً نشان‌دهنده برازش خوب مدل است. شاخص بعدی که مهم‌ترین شاخص در برازش مطلق است شاخص RMSEA است در این مدل مقدار این شاخص $0/67$ است که این نشان از مطلوب بودن مدل دارد و می‌تواند به‌خوبی روابط بین متغیرها را توصیف کند. شاخص نیکویی برازش اصلاح‌شده برابر با $0/809$ دارای برازشی قابل‌قبول برای مدل است. شاخص نرمال شده بنتلر بویست با مقدار $0/534$ نیز تا حدی مطلوب می‌باشد. اگرچه این مقدار کمتر از ایده‌آل (بیش از $0/90$) است، اما همچنان نشان‌دهنده وضعیت نسبتاً خوب مدل است. شاخص برازش هنجار شده مقتصد که مقدار آن $0/684$ نیز دارای وضعیتی مطلوب می‌باشد. همچنین شاخص‌های احتمال نزدیکی برازندگی و شاخص برازش تطبیقی مقتصد نیز دارای وضعیتی قابل‌قبول می‌باشند. به طور کلی، نتایج ارزیابی مدل تحقیق نشان‌دهنده برازش مناسب و معنادار بین داده‌های میدانی و مدل ساختاری موجود هستند. وجود مقادیر مطلوب در شاخص‌های مختلف مانند NPAR، کای اسکوتر، RMSEA و سایر شاخص‌ها، تأییدکننده اعتبار و قابلیت اعتماد مدل پژوهش است. این یافته‌ها نه تنها بر صحت فرضیات تحقیق تأکید دارند بلکه می‌توانند مبنایی برای تصمیم‌گیری‌های آتی و توسعه نظریه‌های مرتبط با موضوع مورد مطالعه قرار گیرند.

جدول ۴. وضعیت شاخص‌های نیکویی برازش مدل پژوهش

نام شاخص	علائم اختصاری	پیش‌فرض	اشباع	مستقل
پارامترهای آزادشده برای تدوین مدل	NPAR	۶۱	۴۰۶	۲۸
خی‌دو (کای اسکوتر)	CMIN	$839/193$	$0/000$	$3347/783$
درجه آزادی	DF	۳۴۵	۰	۳۷۸
سطح معناداری	P	$0/000$		$0/000$
کای اسکوتر نسبی (هنجار شده)	CMIN/DF	$2/432$		$8/857$
شاخص نیکویی برازش	GFI	$0/838$	$1/000$	$0/334$
شاخص نیکویی برازش اصلاح‌شده	AGFI	$0/809$		$0/284$
شاخص نرمال شده بنتلر بویست	NFI	$0/749$	$1/000$	$0/000$
شاخص برازش تطبیقی	CFI	$0/834$	$1/000$	$0/000$
شاخص برازش هنجار شده مقتصد	PNFI	$0/684$	$0/000$	$0/000$
شاخص برازش تطبیقی مقتصد	PCFI	$0/761$	$0/000$	$0/000$
ریشه میانگین مربعات خطای برآورد	RMSEA	$0/67$		$0/157$
احتمال نزدیکی برازندگی	PCLOSE	$0/000$		$0/000$

بحث و نتیجه گیری

تحلیل حاضر باهدف بررسی نقش هوش مصنوعی در توسعه حمل و نقل شهری اهواز، یک مدل معادلات ساختاری را توسعه داد. نتایج تحقیق حاکی از آن است که هوش مصنوعی می تواند نقش بسیار مؤثری در بهبود وضعیت حمل و نقل این کلان شهر ایفا کند.

همچنین نتایج نشان داد که شاخص های ایمنی و نظارت بیشترین تأثیر را در بهبود وضعیت حمل و نقل شهری با استفاده از هوش مصنوعی دارند. هوش مصنوعی می تواند با استفاده از سیستم های نظارت تصویری و الگوریتم های پیش بینی، ایمنی جاده ها را به طور قابل توجهی افزایش دهد. این امر نشان دهنده پتانسیل بالای هوش مصنوعی در کاهش تصادفات و افزایش ایمنی جاده ها است. استفاده از دوربین ها و سنسورها در سیستم های نظارت تصویری و سنسورهای جاده ای می تواند به طور لحظه ای رفتار رانندگان و وضعیت جاده ها را رصد کند. این اطلاعات به سرعت جمع آوری و تجزیه و تحلیل می شوند تا در صورت شناسایی رفتارهای خطرناک یا مشکلات جاده ای، به رانندگان هشدار داده شود. نتایج این بخش با تحقیقات جاگاتی سپیریمال و همکاران (۲۰۲۴) که راه حل هایی برای افزایش ایمنی حمل و نقل برای شهرهای هوشمند و در حوزه هوش مصنوعی را معرفی می کند و تحقیقات پرز-سرولازا و همکاران (۲۰۲۴) که نقش هوش مصنوعی را در حوزه های صنعت و حمل و نقل مورد بررسی قرار داده است، هم راستا می باشد. همچنین، بهینه سازی مسیرها و مدیریت هوشمند ترافیک نیز به عنوان عوامل مهم در بهبود کیفیت زندگی شهروندان و کاهش آلودگی هوا شناسایی شدند. با استفاده از الگوریتم های هوش مصنوعی می توان مسیرهای بهینه برای وسایل نقلیه را پیدا کرد و در نتیجه ترافیک را کاهش داد و هوش مصنوعی می تواند در مدیریت ناوگان حمل و نقل عمومی و بهینه سازی مصرف سوخت نقش مهمی ایفا کند. بهینه سازی چراغ های راهنمایی: هوش مصنوعی می تواند زمان بندی چراغ های راهنمایی را بر اساس وضعیت ترافیک تنظیم کند تا از ترافیک سنگین جلوگیری کند و ایمنی عابران پیاده را افزایش دهد. این نتایج نیز با تحقیقات چینار و همکاران (۲۰۲۴) که هوش مصنوعی را یک ابزار جهت کمک در کاهش انتشار CO₂ معرفی می کند و کنسیس و همکاران (۲۰۲۲) که به بررسی پیش بینی انتشار CO₂ با کمک هوش مصنوعی و در بخش حمل و نقل پرداختند نیز هم راستا می باشد. با این حال، پیاده سازی موفق هوش مصنوعی در حمل و نقل شهری نیازمند سرمایه گذاری در زیرساخت های فناوری اطلاعات، آموزش نیروی انسانی متخصص و ایجاد هماهنگی بین سازمان های مختلف است. استفاده از فناوری های نوین، به ویژه هوش مصنوعی، در بهبود وضعیت حمل و نقل شهری اهواز به یک ضرورت غیر قابل اجتناب تبدیل شده است. با توجه به چالش های جدی که این کلان شهر در زمینه ترافیک، آلودگی هوا و تصادفات جاده ای با آن مواجه است، پیاده سازی راهکارهای هوشمند می تواند تأثیرات مثبتی بر کیفیت زندگی شهروندان داشته باشد. در مجموع، استفاده از هوش مصنوعی و ایجاد فضاهایی مانند پارک ترافیک سه بعدی می تواند به عنوان راهکارهایی مؤثر در راستای ارتقاء ایمنی حمل و نقل شهری اهواز مورد توجه قرار گیرد. این اقدامات نه تنها کیفیت زندگی شهروندان را بهبود می بخشد بلکه می توانند به توسعه پایدار شهری کمک کنند. بنابراین، توجه به این فناوری ها و سرمایه گذاری در آن ها باید در اولویت برنامه های توسعه شهری قرار گیرد تا اهواز بتواند به یک شهر هوشمند و ایمن تبدیل شود. این پژوهش نشان داد که استفاده از هوش مصنوعی در حمل و نقل می تواند به عنوان یک الگو برای سایر کلان شهرهای ایران مورد استفاده قرار گیرد. تحقیقات آتی در حوزه هوش مصنوعی و حمل و نقل شهری باید بر روی عمیق تر کردن دانش در زمینه های مختلف، مقایسه تطبیقی با سایر شهرها، بررسی ابعاد اجتماعی و اقتصادی، شناسایی و رفع چالش ها، تدوین سیاست های حمایتی و توسعه زیرساخت ها متمرکز باشد. با انجام این تحقیقات، می توان به آینده ای روشن تر برای حمل و نقل شهری با استفاده از فناوری های نوین دست یافت.

در بخش آخر پیشنهادهایی بر اساس گویه هایی که بیشترین بار عاملی را دارا می باشد ارائه شده است:

استفاده از حس گر ها و دوربین های در جاده ها برای جمع آوری داده های ترافیکی؛ استفاده از سیستم های هوشمند شناسایی خطرات و کاهش تصادفات؛ بهبود مدیریت در حمل و نقل؛ نظارت بر رعایت قوانین و مقررات؛ و بهبود طراحی زیرساخت، آموزش و

فرهنگ‌سازی ترافیکی در شهر اهواز، ایجاد پارک ترافیک سه بعدی در شهر اهواز، تشویق به استفاده از وسایل نقلیه مشترک که یکی از عوامل مهم در کاهش آلودگی در شهر اهواز خواهد بود.

منابع

- احمدی، توحید، فنی، زهره، رضویان، محمدتقی، و توکلی نیا، جمیله. (۱۳۹۸). مدل ترکیبی اولویت بندی استراتژیهای حمل و نقل هوشمند مورد پژوهی: کلانشهر تبریز. جغرافیا و برنامه ریزی، ۲۳(۶۷)، ۲۵-۴۴. <https://sid.ir/paper/407868/fa>
- آروین، محمود؛ و پوراحمد، احمد (۱۳۹۵). ارزیابی کیفیت محیط مسکونی با استفاده از تکنیک دیتمل و روش فازی (نمونه موردی: شهر اهواز). فصلنامه آمایش محیط، ۱۲(۴۴)، ۲۰-۱. <https://dorl.net/dor/20.1001.1.2676783.1398.12.44.1.5>
- بهوندی، سارا؛ ارغان، عباس؛ زندمقدم، محمدرضا؛ و کرکه آبادی، زینب (۱۴۰۱). بررسی اثرگذاری ریزگردها بر اقتصاد شهر اهواز. نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی، ۲۲(۶۷)، ۳۷۴-۳۵۱. <http://dorl.net/dor/20.1001.1.22287736.1401.22.67.22.9>
- بهمنی، مریم، ایباتی، محمد هادی، محمدی، علیرضا (۱۴۰۱). تکامل کاربرد هوش مصنوعی و اینترنت اشیا در صنعت خودرو. همایش پژوهش های مدیریت و علوم انسانی در ایران مجموعه مقالات یازدهمین کنفرانس بین المللی پژوهش های مدیریت و علوم انسانی در ایران، بین المللی، ۱۴۱-۱۰۵.
- علی محمدی، اکرم، متولی، صدرالدین؛ و رجبی، آزیتا (۱۴۰۰). ارائه الگو برای مدیریت راهبردی تاب آوری شبکه حمل و نقل درون شهری در منطقه یک شهر تهران. جغرافیا و برنامه ریزی، ۲۵(۷۷)، ۱۸۴-۱۷۷. doi: 10.22034/gp.2021.41250.2676
- محمدی ده چشمه، پژمان؛ و مهدوی، داوود. (۱۳۹۸). برنامه ریزی استراتژیک بهبود جایگاه سیستم حمل و نقل شهری در شهرکرد با استفاده از تلفیق رویکردهای SWOT و QSP. جغرافیا و برنامه ریزی، ۲۳(۶۸)، ۲۴۵-۲۶۴. <https://sid.ir/paper/357405/fa>
- Ahmadi, Touhid, Fanni, Zahra, Razavian, Mohammad Taghi, and Tokalinia, Jamileh. (2019). A Combined Model for Prioritizing Intelligent Transportation Strategies: A Case Study of Tabriz Metropolis. Geography and Planning, 23(67), 25-44. <https://sid.ir/paper/407868/fa>. [In Persian]
- Ali Mohammadi, Akram; Motavalli, Sadr al-Din; and Rajabi, Azita. (2021). A Model for Strategic Management of Resilience in Urban Transportation Networks in District One of Tehran. Geography and Planning, 25(77), 177-184. . doi: 10.22034/gp.2021.41250.2676. [In Persian]
- Abduljabbar, R., Dia, H., Liyanage, S., & Bagloee, S. A. (2019). Applications of artificial intelligence in transport: An overview. Sustainability, 11(1), 189.
- Alanazi, F., & Alenezi, M. (2024). Interoperability for intelligent traffic management systems in smart cities. International Journal of Electrical and Computer Engineering (IJECE), 14(2), 1864-1874.
- Arvin, M., & Pourahmad, A. (2016). Assessing the quality of the residential environment using the Ditemel technique and the fuzzy method (Case example: Ahvaz city), Environmental Research Quarterly, No. 44, 1-20. [In Persian]
- Bahmani, Maryam; Abiyati, Mohammad Hadi; and Mohammadi, Alireza (2022). The Evolution of Artificial Intelligence and the Internet of Things in the Automotive Industry. Proceedings of the Eleventh International Conference on Management and Humanities Research in Iran, 141-105. <https://civilica.com/doc/1673060/>. [In Persian]
- Behvandi, S., Arghan, A., Zand Moghadam, M.R., & karke abadi, Z. (2022). Investigating the effect of dust on the economy of Ahvaz city. Jgs, 22 (67), 351-374
URL: <http://jgs.khu.ac.ir/article -1-3890- fa.html> [In Persian]
- Cansiz, O. F., Unsalan, K., & Unes, F. (2022). Prediction of CO2 emission in transportation sector by computational intelligence techniques. International Journal of Global Warming, 27(3), 271-283.
- Chandahas Reddy Biddala, S., Ibikunle, O., & Duffy, V. G. (2023, July). Systematic Review on Safety of Artificial Intelligence and Transportation. In International Conference on Human-Computer Interaction (pp. 248-263). Cham: Springer Nature Switzerland

- Chen, J., Zhang, Y., Teng, S., Chen, Y., Zhang, H., & Wang, F. Y. (2023). ACP-based energy-efficient schemes for sustainable intelligent transportation systems. *IEEE Transactions on Intelligent Vehicles*, 8(5), 3224-3227.
- Çınarar, G., Yeşilyurt, M. K., Ağbulut, Ü., Yılbaşı, Z., & Kılıç, K. (2024). Application of various machine learning algorithms in view of predicting the CO2 emissions in the transportation sector. *Science and Technology for Energy Transition*, 79, 15.
- de Oliveira Rustice, L. A., de Carvalho, J. S., Barcelos, A. F. V., & Santana, V. B. (2024). Aplicação de técnicas de inteligência artificial na otimização de processos logísticos. *OBSERVATÓRIO DE LA ECONOMÍA LATINOAMERICANA*, 22(5), e4460-e4460.
- Degadwala, S., Upadhyay, R., Upadhyay, S., Dave, S. S., Mahida, D., & Vyas, D. (2023, December). Enhancing Fleet Management with ESP8266-based IoT Sensors for Weight and Location Tracking. In *2023 3rd International Conference on Innovative Mechanisms for Industry Applications (ICIMIA)* (pp. 13-17). IEEE.
- dos Santos, R. M., & Vasconcelos, R. O. (2024). A ATUAÇÃO DOS SISTEMAS DE TRANSPORTES INTELIGENTES NO TRANSPORTE PÚBLICO VIA ÔNIBUS IMPULSIONADO PELO 5G: uma revisão sistemática. *P2P E INOVAÇÃO*, 10(2).
- Dui, H., Zhang, S., Liu, M., Dong, X., & Bai, G. (2024). IoT-enabled real-time traffic monitoring and control management for intelligent transportation systems. *IEEE Internet of Things Journal*.
- Feng, S., Sun, H., Yan, X., Zhu, H., Zou, Z., Shen, S., & Liu, H. X. (2023). Dense reinforcement learning for safety validation of autonomous vehicles. *Nature*, 615(7953), 620-627.
- Gangwani, D., & Gangwani, P. (2021). Applications of machine learning and artificial intelligence in intelligent transportation system: A review. *Applications of Artificial Intelligence and Machine Learning: Select Proceedings of ICAAIML 2020*, 203-216.
- Gontarz, M., & Sulich, A. (2025). The sustainable transportation solutions: Smart shuttle example. *Vision*, 10833-10840.
- Gibson, E., Deo, S., Jónasson, J. O., Kachule, M., & Palamountain, K. (2023). Redesigning sample transportation in Malawi through improved data sharing and daily route optimization. *Manufacturing & Service Operations Management*, 25(4), 1209-1226.
- Han, J., Ju, Z., Chen, X., Yang, M., Zhang, H., & Huai, R. (2023). Secure operations of connected and autonomous vehicles. *IEEE Transactions on Intelligent Vehicles*.
- Iyer, L. S. (2021). AI enabled applications towards intelligent transportation. *Transportation Engineering*, 5, 100083.
- Jagatheesaperumal, S. K., Bibri, S. E., Huang, J., Rajapandian, J., & Parthiban, B. (2024). Artificial intelligence of things for smart cities: advanced solutions for enhancing transportation safety. *Computational Urban Science*, 4(1), 10.
- Jaszczak, A., & Kristianova, K. (2019, September). Social and cultural role of greenery in development of cittaslow towns. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* (Vol. 603, No. 3, p. 032028). IOP Publishing.
- Khan, S., Adnan, A., & Iqbal, N. (2022, July). Applications of artificial intelligence in transportation. In *2022 International Conference on Electrical, Computer and Energy Technologies (ICECET)* (pp. 1-6). IEEE.
- Koller, L., Cossul, D., Schäfer, M. C., & Nodari, C. T. (2023). APLICAÇÕES DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NA SEGURANÇA VIÁRIA: BIBLIOMETRIA E REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA. *Artigo Científico*, 2.
- Lippi, G., Mattiuzzi, C., & Favaloro, E. J. (2024). Artificial intelligence in the pre-analytical phase: State-of-the art and future perspectives. *Journal of Medical Biochemistry*, 43(1), 1-10.
- Lytras, M. D., Chui, K. T., & Liu, R. W. (2020). Moving towards intelligent transportation via artificial intelligence and Internet-of-Things. *Sensors*, 20(23), 6945.
- Machin, M., Sanguesa, J. A., Garrido, P., & Martinez, F. J. (2018, April). On the use of artificial intelligence techniques in intelligent transportation systems. In *2018 IEEE wireless communications and networking conference workshops (WCNCW)* (pp. 332-337). IEEE.
- Martins, A., Ferreira, J., & Vale, J. (2023). O papel da inteligência artificial nos transportes e na logística. 88 vozes pela inteligência artificial: O que fica para a máquina e o que fica para o homem?.

- Muhamediyeva, D. T., Samijonov, B. N., Samijonov, A. N., Baxtiyrov, S. B., & Alimbayev, K. V. (2023). Distribution of demand for transport using artificial intelligence methods. In *E3S Web of Conferences* (Vol. 458, p. 03010). EDP Sciences.
- Naramdeo, K., Madake, S., Patil, P. N., & Patil, J. (2024). Intelligent Traffic Management System for Urban Conditions. *ScienceOpen Preprints*.
- Nguyen, D. D., Rohács, J., Rohács, D., & Boros, A. (2020). Intelligent total transportation management system for future smart cities. *Applied sciences*, 10(24), 8933.
- Nigam, N., Singh, D. P., & Choudhary, J. (2023). A review of different components of the intelligent traffic management system (ITMS). *Symmetry*, 15(3), 583.
- 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.
- Perez-Cerrolaza, J., Abella, J., Borg, M., Donzella, C., Cerquides, J., Cazorla, F. J., ... & Flores, J. L. (2024). Artificial intelligence for safety-critical systems in industrial and transportation domains: A survey. *ACM Computing Surveys*, 56(7), 1-40.
- Ping, G., Zhu, M., Ling, Z., & Niu, K. (2024). Research on optimizing logistics transportation routes using AI large models. *Applied Science and Engineering Journal for Advanced Research*, 3(4), 14-27.
- Saranya, K. G. (2023). Significance of artificial intelligence in the development of sustainable transportation. *The Scientific Temper*, 14(02), 418-425.
- Sakr, A., El-Afifi, M. I., & Team, P. (2023). Intelligent Traffic Management Systems: A review. *Nile journal of communication and computer science*, 5(1), 42-56.
- Sengöz, A., Orhun, B. N., & Konyalilar, N. (2024). A holistic approach to artificial intelligence-related research in the transportation system: bibliometric analysis. *Worldwide Hospitality and Tourism Themes*.
- Sepúlveda Saldarriaga, C. A., & Núñez Pineda, C. C. (2024). El impacto de la inteligencia artificial en la logística y en la optimización de rutas de transporte en el Valle de Aburrá para reducir tiempos y costos en las Pymes (Doctoral dissertation, Corporación Universitaria Minuto de Dios).
- Stahl, B. C., Antoniou, J., Bhalla, N., Brooks, L., Jansen, P., Lindqvist, B., & Wright, D. (2023). A systematic review of artificial intelligence impact assessments. *Artificial Intelligence Review*, 1-33.
- Tahir, M. A. (2024). Revolutionizing International Cargo Transportation: A Data-Driven Strategy for Fleet Management Optimization and Workforce Efficiency (Master's thesis).
- Toral, P. A. C. (2023). Futura Ley de Inteligencia Artificial, el sector transporte por carretera e implicaciones en la seguridad. *Logos Guardia Civil, Revista Científica del Centro Universitario de la Guardia Civil*, (1), 309-326.
- Xidias, E., Zacharia, P., & Nearchou, A. (2022). Intelligent fleet management of autonomous vehicles for city logistics. *Applied Intelligence*, 52(15), 18030-18048.
- Xu, Z., Yuan, J., Yu, L., Wang, G., & Zhu, M. (2024). Machine Learning-Based Traffic Flow Prediction and Intelligent Traffic Management. *International Journal of Computer Science and Information Technology*, 2(1), 18-27.
- Yeasmin, S., Syed, S. N. J., Shmais, L. A., & Al Dubayyan, R. (2020). Artificial Intelligence-based CO2 Emission Predictive Analysis System. In *2020 International Conference on Artificial Intelligence & Modern Assistive Technology (ICAEMAT)* (pp. 1-6). IEEE.
- Yijing, H., Wei, W., He, Y., Qihong, W., & Kaiming, X. (2023). Intelligent algorithms for incident detection and management in smart transportation systems. *Computers and Electrical Engineering*, 110, 108839.
- Zhao, X., Fang, Y., Min, H., Wu, X., Wang, W., & Teixeira, R. (2024). Potential sources of sensor data anomalies for autonomous vehicles: An overview from road vehicle safety perspective. *Expert Systems with Applications*, 236, 121358.