



## Analysis of the Role of Smart Mobility in Achieving Sustainable Urban Development in District 2 of Tabriz

Masoud Haghlesan<sup>1</sup>  , Mohammad Sodi<sup>2</sup> , Nasrin Ashrafi<sup>3</sup> 

1. (Corresponding Author) *Department of Architecture and Urban Planning, Ilk.C., Islamic Azad University, Ilkhchi, Iran.*

**Email:** [ma.haghlesan@iau.ac.ir](mailto:ma.haghlesan@iau.ac.ir)

2. *Department of urban planning, Ta.C., Islamic Azad University, Tabriz, Iran.*

**Email:** [mscivil81@gmail.com](mailto:mscivil81@gmail.com)

3. *Department of urban planning, Ta.C., Islamic Azad University, Tabriz, Iran.*

**Email:** [ashrafin95@gmail.com](mailto:ashrafin95@gmail.com)

### ARTICLE INFO

#### Article type:

Research Paper

#### Article History:

**Received:**

10 April 2025

**Received in revised form:**

28 May 2025

**Accepted:**

8 July 2025

**Available online:**

11 August 2025

#### Keywords:

*Smart Mobility,  
Sustainable Urban  
Development,  
Environmental,  
Tabriz Metropolitan Area,  
District 2 of Tabriz city.*

### ABSTRACT

Smart mobility, as one of the key elements of sustainable urban development, has a significant impact on enhancing the efficiency of public transportation, reducing environmental pollution, and improving the quality of life of citizens. In this regard, different areas of the Tabriz metropolitan area, including District 2, face numerous challenges in the field of smart mobility. Objective: This study was conducted with the aim of analyzing the role of smart mobility in achieving sustainable urban development and prioritizing the components as well as the existing strengths, weaknesses, and opportunities. This research is descriptive-analytical, and the data were collected based on library studies and analysis of the results of previous research. In order to analyze the data, descriptive statistical analysis methods and qualitative content analysis were employed. The data analysis method was applied in a combined manner (quantitative-qualitative) using Python and MICMAC software. The results based on Python software show that smart mobility can effectively contribute to reducing traffic problems, decreasing urban pollutants, and improving access to public services in District 2 of Tabriz, and the prioritization of influential components based on MICMAC software indicates that the development of participatory platforms for citizen interaction with urban management, with a value of 969, has the highest share in direct influence, and the component of expanding sustainable communication infrastructure such as networks, data centers, and urban sensors, with a value of 1145, has the highest share in indirect influence. Therefore, it is recommended that future policymaking focus on the development of modern technologies and the allocation of sufficient financial resources so that this district can become a pioneer of sustainable urban development in the Tabriz metropolitan area.

**Citation:** Haghlesan, M., Sodi, M., & Ashrafi, N. (2025). Analysis of the Role of Smart Mobility in Achieving Sustainable Urban Development in District 2 of Tabriz. *Journal of Geography and Spatial Development*, 2 (2), 45-62.

<http://doi.org/10.22098/gsd.2026.17581.1087>



© The Author (s)

**Publisher:** University of Mohaghegh Ardabili

## Extended Abstract

### Introduction

The smartization of transportation systems and their integration with planning for sustainable development, as a key strategy in the urban management of Tabriz, will play a decisive role in improving the quality of life of citizens and ensuring environmental sustainability. District 2 of Tabriz city, despite its diverse urban infrastructure and strategic position, is among the areas that face problems such as traffic congestion, environmental pollutants, and insufficient access to public transportation. This district, as one of the important centers of urban activities in Tabriz, can become a model for sustainable urban development through the enhancement of smart transportation infrastructure. In the present study, an attempt has been made to evaluate the current status of smart mobility in District 2 of Tabriz and to examine its relationship with sustainable urban development. The main objective is to analyze the extent of the impact of smart mobility on sustainable urban development and to present suggestions for improving smart transportation infrastructure in this district. In this regard, the identification of strengths, weaknesses, and existing opportunities in District 2 of Tabriz city and the presentation of solutions for improving smart transportation infrastructure are pursued. The results of this research can contribute to informed and sustainable decision-making and provide the necessary groundwork for transforming District 2 of Tabriz into a successful example of smart mobility in Iran. In line with addressing the research objective, the main research question is formulated as follows: How can transportation problems and environmental issues be improved through the application of smart technologies, and what solutions can be proposed to achieve sustainable smart mobility in District 2 of Tabriz?

The research hypotheses are as follows:

- The application of smart technologies in the field of transportation has a positive and significant effect on sustainable urban development in District 2 of Tabriz city.
- The use of intelligent traffic management systems leads to a reduction in traffic and congestion in District 2 of Tabriz.

### Methodology

This research is descriptive-analytical in nature and was conducted with the aim of examining the current status of smart mobility in District 2 of Tabriz city and analyzing its impacts on sustainable urban development. The required data were collected through library studies and the review of statistical data and up-to-date information related to public transportation infrastructure in District 2 of Tabriz. The data analysis method was carried out in a combined manner (mixed method) using quantitative, qualitative, and futures studies approaches:

- Quantitative section: In this section, sustainable development indicators and statistical analysis were used to assess the impact of smart mobility on reducing traffic problems, decreasing environmental pollutants, and increasing the efficiency of public transportation in District 2.
- Qualitative section: In this section, content analysis of texts and documents, as well as interviews with experts, were used to identify challenges, opportunities, strengths, and weaknesses in the field of smart mobility in the study area.
- Futures studies and structural analysis section: At this stage, the structural analysis method based on MICMAC software was employed.

### Result and Discussion

One of the main challenges of District 2 of Tabriz city is the high volume of traffic during peak hours and the existing limitations in its management. Smart mobility, through the use of modern technologies such as intelligent traffic management systems and real-time information systems, can help improve traffic flow and reduce congestion on the main routes of this district. By utilizing advanced algorithms and centralized databases, the possibility of predicting congestion and guiding users toward alternative routes is provided, and in this way the efficiency of public and private transportation is improved, it should be noted that heavy traffic and improper use of private vehicles are among the main factors contributing to air pollution in District 2 of

Tabriz. The implementation of smart mobility systems, such as electric vehicles and car-sharing programs, can contribute to reducing air pollutant emissions. In addition, the development of the necessary infrastructure for smart cycling and walking, including safety systems and planned routes, is considered an effective solution for reducing environmental pollution and strengthening sustainable mobility, it should be noted. Smart mobility can facilitate residents' access to public services such as schools, hospitals, and green spaces by creating technological infrastructure in District 2 of Tabriz. The design of intelligent public transportation networks with precise time scheduling and increased geographical coverage can ensure a more equitable distribution of urban facilities and enhance the quality of life of citizens. This not only helps reduce the time and cost of intra-urban trips but also increases the level of citizen satisfaction, it should be noted. Despite the numerous opportunities that smart mobility provides for District 2 of Tabriz, challenges such as a lack of technological infrastructure, budget constraints, and the absence of coordination among managerial sectors are considered among the main obstacles to the implementation of these plans. The realization of smart mobility requires effective policymaking, the provision of sufficient financial resources, and the enhancement of public awareness. In addition, coordination among relevant institutions and the attraction of investment in the field of smart transportation technologies can pave the way for the

successful implementation of these systems and the achievement of sustainable development goals in this district, it should be noted.

### **Conclusion**

The results of this study showed that smart mobility can play a significant role in improving the quality of urban life. Focusing on District 2 of Tabriz city, it was found that the application of modern technologies in transportation systems can lead to a reduction in traffic congestion, a decrease in environmental pollution, and an improvement in energy efficiency. These achievements not only contribute to sustainable urban development but also lead to increased citizen satisfaction with public transportation services.

### **Funding**

There is no funding support.

### **Authors' Contribution**

Authors contributed equally to the conceptualization and writing of the article. All of the authors approved the content of the manuscript and agreed on all aspects of the work declaration of competing interest none.

### **Conflict of Interest**

Authors declared no conflict of interest.

### **Acknowledgments**

We are grateful to all the scientific consultants of this paper.



## تحلیل نقش تحرک هوشمند در دستیابی به توسعه پایدار شهری در منطقه ۲ تبریز

مسعود حق لسان<sup>۱</sup>✉، محمد سودی<sup>۲</sup>، نسرين اشرفی<sup>۳</sup>۱- نویسنده مسئول، گروه معماری و شهرسازی، واحد ایلخچی، دانشگاه آزاد اسلامی، ایلخچی، ایران. رایانامه: [ma.haghlesan@iau.ac.ir](mailto:ma.haghlesan@iau.ac.ir)۲- گروه شهرسازی، واحد تبریز، دانشگاه آزاد اسلامی، تبریز، ایران. رایانامه: [mscivil81@gmail.com](mailto:mscivil81@gmail.com)۳- گروه شهرسازی، واحد تبریز، دانشگاه آزاد اسلامی، تبریز، ایران. رایانامه: [ashrafin95@gmail.com](mailto:ashrafin95@gmail.com)

## چکیده

## اطلاعات مقاله

تحرک هوشمند به عنوان یکی از عناصر کلیدی توسعه پایدار شهری، تأثیر قابل توجهی در ارتقای کارایی حمل و نقل عمومی، کاهش آلودگی‌های زیست‌محیطی و بهبود کیفیت زندگی شهروندان دارد. در این راستا، مناطق مختلف کلان‌شهر تبریز، از جمله منطقه دو، با چالش‌های متعددی در زمینه تحرک هوشمند مواجه هستند. این پژوهش با هدف تحلیل نقش تحرک هوشمند در دستیابی به توسعه پایدار شهری و اولویت‌بندی مؤلفه‌ها و نقاط قوت، ضعف و فرصت‌های موجود، انجام شده است. این مطالعه توصیفی - تحلیلی است و داده‌ها بر اساس مطالعات کتابخانه‌ای و تحلیل نتایج پژوهش‌های پیشین گردآوری شده‌اند. به منظور تحلیل داده‌ها، از روش‌های تحلیل آماری توصیفی و محتوای کیفی بهره گرفته شده است. روش تحلیل داده‌ها به صورت ترکیبی (کمی - کیفی) با استفاده از نرم‌افزار پایتون و میک مک استفاده شده است. نتایج بر اساس نرم‌افزار پایتون نشان می‌دهد که تحرک هوشمند می‌تواند به طور مؤثری در کاهش مشکلات ترافیکی، کاهش آلاینده‌های شهری و بهبود دسترسی به خدمات عمومی در منطقه دو تبریز نقش آفرینی کند و اولویت‌بندی مؤلفه‌های مؤثر بر اساس نرم‌افزار میک مک توسعه پلتفرم‌های مشارکتی برای تعامل شهروندان با مدیریت شهری با عدد ۹۶۹ بیشترین سهم را در اثرگذاری مستقیم و مؤلفه گسترش زیرساخت ارتباطی پایدار مانند شبکه، مراکز داده و حسگرهای شهری با عدد ۱۱۴۵ بیشترین سهم را در اثرگذاری غیرمستقیم دارد. در نتیجه، پیشنهاد می‌شود سیاست‌گذاری‌های آینده بر توسعه فناوری‌های نوین و تخصیص منابع مالی کافی متمرکز شوند تا این منطقه بتواند به پیش‌گام توسعه پایدار شهری در کلان‌شهر تبریز تبدیل شود.

## نوع مقاله:

مقاله پژوهشی

## تاریخ دریافت:

۱۴۰۴/۰۱/۲۱

## تاریخ بازنگری:

۱۴۰۴/۰۳/۰۷

## تاریخ پذیرش:

۱۴۰۴/۰۴/۱۷

## تاریخ چاپ:

۱۴۰۴/۰۵/۱۱

## واژگان کلیدی:

تحرک هوشمند، توسعه پایدار شهری، زیست‌محیطی، کلان‌شهر تبریز، منطقه دو شهر تبریز

**استناد:** حق لسان، مسعود؛ سودی، محمد و اشرفی نسرين. (۱۴۰۴). تحلیل نقش تحرک هوشمند در دستیابی به توسعه پایدار شهری در منطقه ۲ تبریز. *مجله جغرافیا و توسعه فضایی*، ۲(۲)، ۴۵-۶۲.

<http://doi.org/10.22098/gsd.2026.17581.1087>



## مقدمه

تحرك هوشمند به‌عنوان یکی از پایه‌های اساسی توسعه پایدار شهری، به بهبود کیفیت زندگی شهروندان، کاهش آلودگی هوا و کاهش مصرف انرژی کمک شایانی می‌کند. در جهان امروز، مفهوم تحرك هوشمند از یک نیاز به یک ضرورت تبدیل شده است؛ زیرا به شهرها کمک می‌کند تا مشکلات ترافیکی، ازدحام و آلودگی زیست‌محیطی را کاهش دهند و زیرساخت‌هایی کارآمدتر ایجاد کنند (کنعانی، ۱۴۰۲: ۵۶). در ایران، با افزایش جمعیت شهری و رشد سریع کلان‌شهرها، ضرورت برنامه‌ریزی هوشمندانه برای مدیریت حمل‌ونقل و بهبود دسترسی به خدمات عمومی بیش‌ازپیش احساس می‌شود (حسین‌نژاد و همکاران، ۱۴۰۱: ۸۸). کلان‌شهر تبریز، به‌مثابه یکی از مهم‌ترین شهرهای ایران با چالش‌های خاصی در حوزه تحرك شهری روبه‌روست. افزایش جمعیت و توسعه نامتوازن زیرساخت‌های حمل‌ونقل از جمله مسائلی هستند که فشار زیادی به شهر وارد کرده و نیاز به تحرك هوشمند را در آن بیش از گذشته کرده است. به طور خاص، تحرك هوشمند شامل استفاده از فناوری‌های پیشرفته و سیستم‌های اطلاعاتی برای بهبود روش‌های حمل‌ونقل و دسترسی آسان به وسایل نقلیه است (کرکه‌آبادی و ملائی، ۱۴۰۰: ۱۶-۱). این فناوری‌ها می‌توانند به شناسایی الگوهای ترافیکی، پیش‌بینی مسیرهای بهینه و مدیریت بهتر حمل‌ونقل کمک کنند. بدین‌سان، ارزیابی و تحلیل وضعیت فعلی تحرك هوشمند در تبریز می‌تواند به شناخت دقیق‌تری از مشکلات و موانع و همچنین فرصت‌های توسعه پایدار کمک کند. علاوه‌براین، تجربه‌های موفق شهرهای پیشرفته دنیا نشان داده که به‌کارگیری سیستم‌های حمل‌ونقل هوشمند می‌تواند به شکل مؤثری در کاهش آلودگی هوا، صرفه‌جویی در مصرف انرژی و افزایش بهره‌وری حمل‌ونقل عمومی تأثیرگذار باشد. با این حال، اجرای این سیستم‌ها نیازمند پشتیبانی زیرساختی، مدیریتی و اجتماعی است (اصغری و رجبی، ۱۴۰۲: ۲۱-۱). هوشمندسازی سیستم‌های حمل‌ونقل و تلفیق آن با برنامه‌ریزی برای توسعه پایدار، به‌عنوان یک راهبرد کلیدی در مدیریت شهری تبریز، نقش تعیین‌کننده‌ای در ارتقای کیفیت زندگی شهروندان و تضمین پایداری محیط‌زیست خواهد داشت. منطقه دو شهر تبریز، با وجود زیرساخت‌های متنوع شهری و جایگاه استراتژیک خود، از جمله مناطقی است که با مشکلاتی نظیر تراکم ترافیک، آلاینده‌های زیست‌محیطی و دسترسی ناکافی به حمل‌ونقل عمومی مواجه است. این منطقه به‌عنوان یکی از کانون‌های مهم فعالیت‌های شهری تبریز، می‌تواند با ارتقای زیرساخت‌های حمل‌ونقل هوشمند به الگویی برای توسعه پایدار شهری تبدیل شود. در پژوهش حاضر، تلاش شده است وضعیت کنونی تحرك هوشمند در منطقه دو تبریز ارزیابی شود و ارتباط آن با توسعه پایدار شهری مورد واکاوی قرار گیرد. هدف اصلی، تحلیل میزان تأثیر تحرك هوشمند بر توسعه پایدار شهری و ارائه پیشنهادهایی برای بهبود زیرساخت‌های هوشمند حمل‌ونقل در این منطقه است. در این راستا شناسایی نقاط قوت، ضعف و فرصت‌های موجود در منطقه دو شهر تبریز و ارائه راهکارهایی برای بهبود زیرساخت‌های حمل‌ونقل هوشمند است. نتایج این پژوهش می‌تواند در جهت اتخاذ تصمیم‌های هوشمندانه و پایدار کمک کند و زمینه لازم برای تبدیل منطقه دو تبریز به نمونه‌ای موفق از تحرك هوشمند در ایران را فراهم آورد. تحرك هوشمند به‌عنوان یکی از مؤلفه‌های کلیدی توسعه پایدار شهری، نقشی اساسی در ارتقای کیفیت زندگی شهری و افزایش بهره‌وری فضاهای شهری ایفا می‌کند. با توجه به گسترش شهرنشینی و رشد جمعیت در مناطق شهری، به‌ویژه در مناطقی به‌مانند منطقه دو شهر تبریز، نبود راهبردهای جامع در زمینه تحرك هوشمند، موجب مشکلاتی همچون تراکم ترافیکی، افزایش آلاینده‌ها و کاهش کارایی زیرساخت‌های شهری شده است. از این‌رو، ضرورت تحلیل و تبیین راهکارهایی در زمینه تحرك هوشمند به‌منظور دستیابی به توسعه پایدار، بیش‌ازپیش احساس می‌شود. در شرایط کنونی، افزایش روزافزون تعداد وسایل نقلیه، توسعه نامتوازن زیرساخت‌ها و ضرورت بهینه‌سازی منابع انرژی، منطقه ۲ شهر تبریز را با چالش‌های متعدد و پیچیده‌ای در حوزه حمل‌ونقل مواجه کرده

است. به‌عنوان یکی از مناطق کلیدی و پرجمعیت کلان‌شهر تبریز، این منطقه نیازمند راهکارهای کارآمدی برای مدیریت ترافیک، کاهش آلاینده‌های زیست‌محیطی و بهبود دسترسی به خدمات حمل‌ونقل عمومی است. از آنجاکه تحرک هوشمند یکی از مفاهیم نوین در توسعه پایدار شهری می‌تواند به رفع این چالش‌ها کمک کند. با توجه به موفقیت شهرهای پیشرفته در زمینه پیاده‌سازی سیستم‌های حمل‌ونقل هوشمند و دستاوردهای آن‌ها در توسعه پایدار، این جستار تلاش دارد تا با تبیین وضعیت کنونی منطقه دو تبریز، به امکان‌سنجی و چالش‌های اجرای زیرساخت‌های هوشمند در این منطقه پاسخ دهد.

در سال‌های اخیر، مفهوم «شهر هوشمند» به‌عنوان یکی از راهبردهای کلیدی در جهت تحقق توسعه پایدار شهری موردتوجه جدی برنامه‌ریزان و سیاست‌گذاران شهری قرار گرفته است. این رویکرد با بهره‌گیری از فناوری‌های نوین، مدیریت هوشمند منابع و مشارکت شهروندان، در پی بهبود کیفیت زندگی، افزایش کارایی خدمات شهری و کاهش اثرات زیست‌محیطی است. در این میان، شهرهایی مانند تبریز، به‌عنوان کلان‌شهرهای مهم کشور، زمینه‌های مناسبی برای بررسی و ارزیابی وضعیت تحقق شاخص‌های شهر هوشمند فراهم آورده‌اند. در ادامه مطالعات پیشین مربوط با پژوهش درج می‌شود. جمشیدی و همکاران ۱۴۰۲، مقاله‌ای با عنوان ارزیابی تحقق‌پذیری شاخصه‌های شهر هوشمند (نمونه موردی شهر تبریز) را باهدف بررسی میزان تحقق‌پذیری شاخصه‌های شهر هوشمند در شهر تبریز انجام دادند که نتایج نشان داد شهر تبریز از لحاظ تحقق شاخصه‌های شهر هوشمند در وضعیت نسبتاً مطلوبی قرار داشته است؛ اما به‌طور کلی نمی‌توان این شهر را هوشمند نامید. برادران خانیان ۱۴۰۲، مقاله شناسایی و اولویت‌بندی عوامل کلیدی مؤثر در شهر هوشمند بر مبنای رویکرد آینده‌پژوهی (مورد مطالعه: کلان‌شهر تبریز) را باهدف شناسایی عوامل اصلی و کلیدی در آینده شهر هوشمند در کلان‌شهر تبریز انجام دادند و نتایج نشان دادند که دستیابی به شهری هوشمند در کلان‌شهر تبریز نیازمند تدوین سند راهبردی شهر هوشمند به همراه برنامه ریزی فرابخشی، یکپارچه و کارشناسی شده است. شیرویه‌پور و همکاران ۱۴۰۲ مقاله ارائه مدل عوامل مؤثر بر توسعه آینده شهرهای هوشمند پایدار با تأکید بر مدیریت بهینه انرژی را باهدف ارائه مدل عوامل مؤثر بر توسعه شهر هوشمند پایدار انجام دادند، نتایج نشان داد که برنامه‌های شهر هوشمند باید سازگار با محیط‌زیست باشند، از این‌رو شهرهای هوشمند باید به سمت اینترنت اشیا سبز حرکت کنند. کاوسی و همکاران ۱۳۹۹ مقاله تحرک و جابه‌جایی هوشمند شهری و توسعه پایدار شهر شیراز را باهدف با دیدگاهی نوآورانه به ارزیابی و تبیین شاخص‌های تحرک و جابه‌جایی و ابعاد اجتماعی این زیرساخت‌ها و ارتباط این شاخص‌ها با توسعه پایدار شهر شیراز پرداخته شود، نتایج نشان داد که شاخص‌های تحرک هوشمند در حد متوسط به بالا توان تبیین واریانس متغیر توسعه پایدار را دارند. اسماعیل‌زاده و همکاران ۱۳۹۸، مقاله هوشمندسازی، رویکردی در تحقق توسعه پایدار شهری (مطالعه موردی: منطقه ۶ تهران) را باهدف بررسی نقش شهر هوشمند (محیط هوشمند، پویایی هوشمند، اقتصاد هوشمند، حکمرانی هوشمند، زندگی هوشمند و مردم هوشمند) در تحقق توسعه پایدار شهری است را انجام دادند و نتایج پژوهش نشان داد که زندگی هوشمند تأثیرگذارترین و مهم‌ترین عامل تبیین‌پذیری است و پس از آن به ترتیب تحرک هوشمند و مردم هوشمند قرار دارند. گل چشمه ۱۳۹۸ در مقاله بررسی کارکردها و مفاهیم توسعه هوشمند پایدار شهری به این نتایج دست یافتند که توسعه شهری پایدار به‌عنوان بخش مهمی از توسعه پایدار بر پایه استفاده بهینه و مناسب از منابع طبیعی استوار است و توسعه شهری به‌عنوان جزئی از سیاست‌های توسعه ملی در راستای تحقق رشد اقتصادی و تأمین عدالت اجتماعی حرکت می‌کند. عابدینی و همکاران ۱۳۹۷، مقاله ارزیابی و سنجش شاخص‌های رشد هوشمند شهری در مناطق کلان‌شهر تبریز را باهدف بررسی و ارزیابی شاخص‌های رشد هوشمند شهری با بهره‌گیری از جنبه‌های مختلف (اقتصادی اجتماعی، زیست‌محیطی، کالبدی و دسترسی) است را انجام داد و این نتیجه حاصل شد که در حال حاضر سیاست‌های شهرنشینی کشورهای پیشرفته از

الگوی رشد افقی به سمت الگوی رشد هوشمند تغییر کرده است و در آن توسعه از درون در مقابل توسعه به بیرون مورد توجه قرار می‌گیرد که در نهایت این الگو می‌تواند به ایده شهر فشرده منجر شود.

با وجود پژوهش‌های متعدد در خصوص شاخص‌های شهر هوشمند در تبریز و دیگر شهرهای ایران، بسیاری از این مطالعات به تحلیل‌های کیفی و ارزیابی‌های کلی محدود شده‌اند و کمتر به ارزیابی کمی و یکپارچه ابعاد مختلف شهر هوشمند، شامل اقتصاد هوشمند، تحرک هوشمند، حکمرانی، محیط‌زیست و مشارکت شهروندی، با دیدگاهی سیستمی پرداخته شده است. همچنین، هرچند برخی تحقیقات مدل‌ها یا سناریوهایی برای آینده شهر هوشمند ارائه داده‌اند، اما عدم توجه به مکانیزم‌های اجرایی این مدل‌ها و نادیده گرفتن ارتباط آن‌ها با ساختارهای برنامه‌ریزی شهری موجود، نظیر طرح‌های جامع و تفصیلی، یکی از کاستی‌های عمده در این حوزه محسوب می‌شود. افزون بر این، تمرکز بیشتر مطالعات بر شهرهای خاصی مانند تبریز یا شیراز، بدون انجام مقایسه‌های سیستماتیک میان شهرها یا ارائه چارچوبی قابل‌تعمیم برای سایر شهرهای متوسط مقیاس ایران، ضرورت انجام پژوهشی جامع‌تر و عملی‌تر را دوچندان می‌کند. در نتیجه، نیاز به یک رویکرد یکپارچه و کاربردی برای تحلیل و سنجش ابعاد مختلف شهر هوشمند احساس می‌شود تا بتوان به بهبود کیفیت زندگی شهری و توسعه پایدار در این شهرها دست یافت. هدف اصلی این پژوهش، تحلیل نقش تحرک هوشمند در دستیابی به توسعه پایدار شهری در منطقه ۲ تبریز و ارائه اولویت‌بندی مؤلفه‌های تأثیرگذار بر توسعه پایدار شهری در این منطقه است. در راستای پاسخ به هدف پژوهش سؤال اصلی این‌گونه مطرح می‌شود: چگونه می‌توان با به‌کارگیری فناوری‌های هوشمند، مشکلات حمل‌ونقل و مسائل زیست‌محیطی را بهبود و راهکارهایی برای تحقق تحرک هوشمند پایدار در منطقه دو تبریز ارائه داد؟

فرضیه‌های پژوهش به شرح زیر می‌باشد:

\* به‌کارگیری فناوری‌های هوشمند در حوزه حمل‌ونقل، تأثیر مثبت و معناداری بر توسعه پایدار شهری در منطقه ۲ شهر تبریز دارد.

\* استفاده از سیستم‌های هوشمند مدیریت ترافیک، منجر به کاهش ترافیک و ازدحام در منطقه ۲ تبریز می‌شود.

## مبانی نظری

تحرک هوشمند به‌عنوان رویکردی نوین در مدیریت شهری، بر استفاده از فناوری‌های دیجیتال به‌منظور بهینه‌سازی حرکت و جابه‌جایی در شهرها تمرکز دارد (Gulc & Budna, 2024: 2148). این مفهوم در برنامه‌های توسعه پایدار مورد توجه قرار گرفته و توانسته مزایای بسیاری به خدمات عمومی را به ارمغان آورد. از سویی، تحرک هوشمند به دلیل تأثیر مثبت خود بر مصرف انرژی و کاهش آلاینده‌های زیست‌محیطی، ابزاری کارآمد در جهت پایداری شهری شناخته می‌شود (Papageorgiou et al, 2024: 261). تبیین این فناوری در کاهش انتشار کربن و مدیریت منابع انرژی نیز نقش چشمگیری دارد و به شهرها کمک می‌کند تا به اهداف پایداری دست یابند.

سیستم‌های تحرک هوشمند از مجموعه‌ای از فناوری‌های پیشرفته بهره می‌گیرند که به بهبود جریان ترافیک و افزایش ایمنی کمک می‌کنند. اینترنت اشیا<sup>۱</sup> و هوش مصنوعی<sup>۲</sup> از جمله فناوری‌های اساسی هستند که با اتصال تجهیزات و وسایل نقلیه به شبکه‌های هوشمند، امکان پیش‌بینی الگوهای ترافیکی و بهینه‌سازی حرکت وسایل نقلیه را فراهم می‌کنند (Biyik et al., 2021: 146). همچنین، کلان‌داده‌ها و تحلیل پیشرفته اطلاعات، این امکان را می‌دهد که مدیران شهری تصمیمات

1. IoT

2. AI

بهتری بر اساس داده‌های لحظه‌ای اتخاذ کنند. این فناوری‌ها به شناسایی گلوگاه‌های ترافیکی و ارتقاء حمل‌ونقل عمومی کمک می‌کنند (Paiva et al., 2021: 2143).

تحرک هوشمند با کاهش تردد خودروهای شخصی و بهبود کارایی حمل‌ونقل عمومی می‌تواند منجر به کاهش آلودگی هوا و حفظ سلامت شهروندان شود. این رویکرد با کاهش وابستگی به سوخت‌های فسیلی و استفاده از سیستم‌های حمل‌ونقل پاک، به کاهش اثرات مخرب زیست‌محیطی کمک می‌کند و زمینه‌ساز محیطی سالم‌تر و پایدارتر است (Chu et al., 2021: 121037). به عبارتی، کاهش آلاینده‌های گازی و کاهش مصرف انرژی از دیگر پیامدهای مثبت تحرک هوشمند بر محیط‌زیست است. طوری که این مزایا نه تنها در بهبود کیفیت زندگی شهروندان اثرگذار است، بلکه به کاهش هزینه‌های بهداشتی و افزایش بهره‌وری جامعه نیز کمک می‌کند. تجربه‌های بین‌المللی نشان می‌دهد که شهرهایی با زیرساخت‌های هوشمند در کاهش آلودگی هوا و کاهش انتشار کربن بسیار موفق عمل کرده‌اند (Cepeliauskaitė et al., 2021: 4127).

پایاده‌سازی تحرک هوشمند با چالش‌های متعددی روبه‌رو است که نیاز به زیرساخت‌های فناوری و هزینه‌های بالای سرمایه‌گذاری اولیه هست (Almaghlouth & GazderAbudayyeh, 2024: 21-47). نبود بسترهای مناسب ارتباطی و نیاز به هماهنگی بین بخش‌های مختلف شهری، از جمله مشکلاتی هستند که مانع از پیشرفت سریع این رویکرد می‌شوند. همچنین، ایجاد تغییرات فرهنگی و تشویق مردم به استفاده از حمل‌ونقل عمومی هوشمند نیز از دیگر چالش‌های مهم محسوب می‌شود (5: Mashau, Kroeze, 2023). این مسئله نیازمند فرهنگ‌سازی، آموزش و آگاهی‌بخشی است تا شهروندان به تدریج از خودروهای شخصی فاصله بگیرند و به مزایای سیستم‌های حمل‌ونقل هوشمند اعتماد کنند. مقابله با این موانع می‌تواند راه را برای اجرای موفقیت‌آمیز تحرک هوشمند در شهرها باز کند.

## روش پژوهش

این پژوهش از نوع توصیفی-تحلیلی بوده و باهدف بررسی وضعیت کنونی تحرک هوشمند در منطقه دو شهر تبریز و تحلیل تأثیرات آن بر توسعه پایدار شهری انجام شده است. داده‌های موردنیاز از طریق مطالعات کتابخانه‌ای و بررسی داده‌های آماری و اطلاعات به‌روز در زمینه زیرساخت‌های حمل‌ونقل عمومی در منطقه دو تبریز گردآوری شده است. روش تحلیل داده‌ها به صورت ترکیبی (روش آمیخته) از رویکردهای کمی، کیفی و آینده‌پژوهی صورت گرفته است: بخش کمی: در این بخش از شاخص‌های توسعه پایدار و تحلیل آماری برای ارزیابی تأثیر تحرک هوشمند بر کاهش مشکلات ترافیکی، کاهش آلاینده‌های زیست‌محیطی و افزایش کارایی حمل‌ونقل عمومی در منطقه دو استفاده شده است. بخش کیفی: در این بخش از تحلیل محتوای متون، اسناد و مصاحبه با کارشناسان برای شناسایی چالش‌ها، فرصت‌ها، نقاط قوت و ضعف موجود در حوزه تحرک هوشمند در منطقه مورد مطالعه به استفاده شده است. بخش آینده‌پژوهی و تحلیل ساختاری: در این مرحله، از روش تحلیل ساختاری مبتنی بر نرم‌افزار میک‌مک استفاده شده است. این روش باهدف شناسایی و تحلیل روابط کلیدی بین عوامل مؤثر بر سیستم تحرک هوشمند به کار گرفته می‌شود. مراحل اجرای این بخش به شرح زیر است:

شناسایی عوامل کلیدی: ابتدا فهرستی جامع از عوامل مؤثر (شامل عوامل فنی، زیست‌محیطی، نهادی-حکمرانی و اجتماعی) بر اساس یافته‌های بخش‌های کیفی و کمی پژوهش استخراج می‌شود. تشکیل ماتریس تأثیرات متقابل: یک ماتریس دوبره‌ای (موسوم به ماتریس ساختاری) طراحی می‌گردد که در آن میزان تأثیرگذاری و تأثیرپذیری هر عامل بر

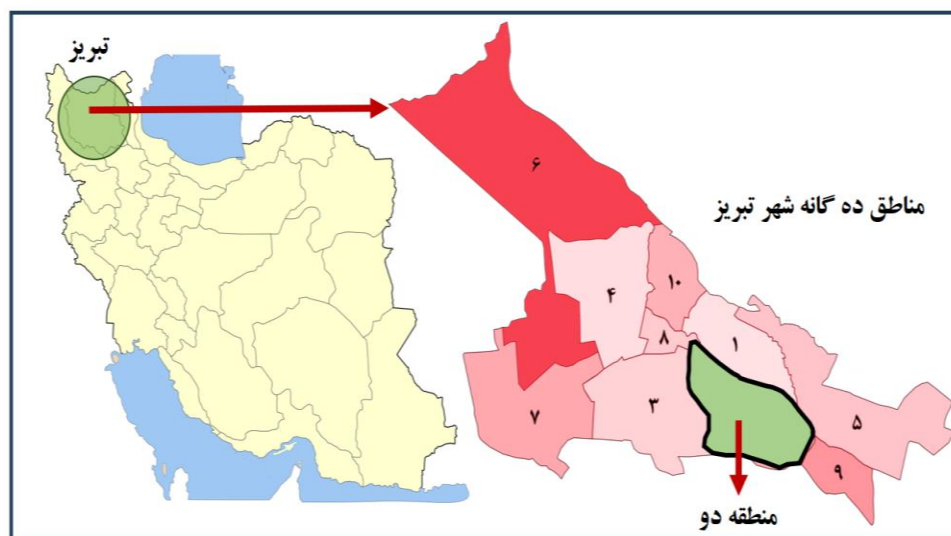
عامل دیگر توسط ۲۵ نفر از خبرگان (از جمله مدیران شهری، اساتید دانشگاه) با استفاده از تکنیک دلفی و اشباع نظری در چهار دور در مقیاسی مشخص ارزیابی می‌شود. داده‌های ماتریس وارد نرم‌افزار میک مک شده و خروجی‌های آن شامل: تعیین قدرت تأثیرگذاری و تأثیرپذیری نهایی هر عامل.

ترسیم نقشه سیستم که موقعیت هر عامل را در چهار دسته عوامل تعیین‌کننده (محرک)، عوامل واسطه‌ای (دووجهی)، عوامل نتیجه (وابسته) و عوامل مستقل نشان می‌دهد.

شناسایی عوامل کلیدی با بیشترین قدرت نفوذ: در سیستم که اهرم‌های اصلی برای سیاست‌گذاری و مدیریت به شمار می‌روند. این رویکرد ترکیبی، امکان جامعی را فراهم می‌آورد و نه تنها به تحلیل وضعیت فعلی و شناسایی چالش‌های موجود کمک می‌کند، بلکه با بهره‌گیری از خروجی‌های راهبردی نرم‌افزار میک مک، راهکارهای کاربردی و اولویت‌بندی شده‌ای برای بهبود زیرساخت‌های حمل‌ونقل هوشمند در راستای تحقق توسعه پایدار در این منطقه ارائه می‌دهد.

### محدوده مورد مطالعه

به طور مشخص، شهر تبریز به ۱۰ منطقه شهرداری تقسیم شده است (شکل ۱). این شهر با ۲۴۴/۵۱ کیلومترمربع، جزو ۴ کلان‌شهر بزرگ ایران (به لحاظ مساحت)، پس از تهران، مشهد و اصفهان محسوب می‌شود. منطقه دو شهرداری تبریز با مساحتی بالغ بر ۲۰/۸۰ کیلومترمربع جمعیتی در حدود ۱۹۶ هزار نفر در جنوب شرق تبریز واقع شده است. جدول شماره ۱ تبیین مستندات و مطالعات گستره مورد مطالعه را نشان می‌دهد.



شکل ۱. محدوده جغرافیایی مورد پژوهش

جدول ۱. تبیین مستندات و مطالعات گستره مورد مطالعه

تغییرات جمعیتی (جنوب شرق تبریز)	محلات	ادارات و سازمان
	آبرسان	اداره کل اوقاف و امور خیریه استان
	ایل گلی (ایل گلی، شاه گلی) گلشهر	اداره کل هواشناسی استان
۱۳۸۵	بزرگمهر	دفتر نمایندگی وزارت امور خارجه
۱۳۹۰	بهارستان	سازمان پارک‌ها
۱۳۹۵	پرواز	سازمان فرهنگی و هنری شهرداری
۱۶۹/۰۷۴	حافظ	شرکت آب‌وفاضلاب استان
۱۹۶/۵۰۷	دادگستری	شرکت آب‌وفاضلاب روستایی استان

شرکت مخابرات استان	رجایی شهر و ویلا شهر
شهرداری منطقه دو	زعفرانیه
مدیریت نقشه برداری استان	شمس آباد
مرکز صداوسیما استان	شهید رجایی
معاونت مدیریت و برنامه ریزی	کوی فردوس
استاندار	

برآیند محدوده مورد مطالعه

تغییرات جمعیتی و رشد زیرساخت‌های خدماتی و سازمانی در منطقه دو تبریز، بستری مناسب برای اجرای برنامه‌های تحرک هوشمند فراهم کرده است. این منطقه با برخورداری از مراکزی همچون ادارات دولتی، سازمان‌های خدماتی و شبکه‌های حمل‌ونقل عمومی، پتانسیل بالایی برای بهبود دسترسی شهروندان و کاهش مشکلات مرتبط با تراکم ترافیکی دارد. از این رو، تقویت هماهنگی میان مدیریت شهری، فناوری‌های نوین و سیاست‌گذاری‌های شهری می‌تواند به تحقق اهداف توسعه پایدار و ارتقای کیفیت زندگی در این منطقه کمک کند

## یافته‌ها

### تأثیر تحرک هوشمند بر کاهش آلودگی شهری

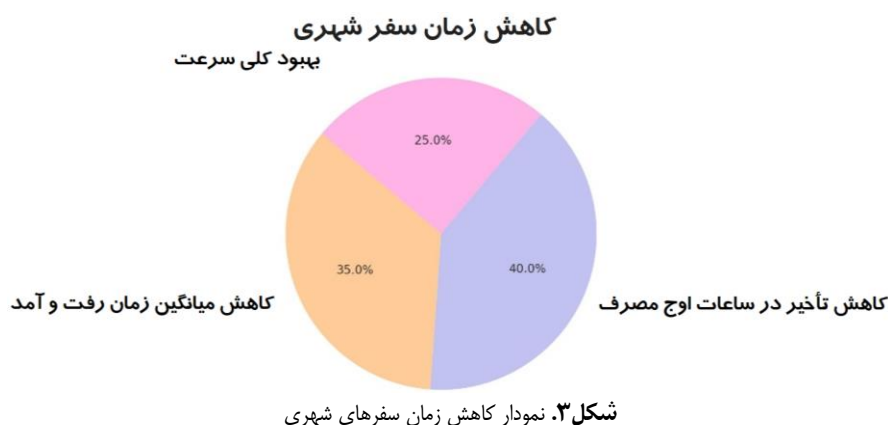
تحرک هوشمند به کمک سیستم‌های حمل‌ونقل الکتریکی و کاهش وابستگی به خودروهای سوخت فسیلی، نقش مؤثری در کاهش آلودگی هوا و بهبود کیفیت زندگی شهری دارد. مطالعات نشان می‌دهند که این نوع حمل‌ونقل می‌تواند به کاهش انتشار دی‌اکسیدکربن و سایر آلاینده‌های زیست‌محیطی در کلان‌شهرهایی به‌مانند تبریز کمک شایانی کند. تحلیل داده‌های موجود در نمودار شماره ۱ نشان می‌دهد که تحرک هوشمند، به‌ویژه با تکیه بر سیستم‌های حمل‌ونقل الکتریکی و مدیریت هوشمند ترافیک، بیشترین تأثیر را بر کاهش انتشار دی‌اکسیدکربن ( $CO_2$ ) داشته است؛ به‌گونه‌ای که ۴۰٪ از کل کاهش آلاینده‌ها مربوط به این بخش است. این امر منطقی است، زیرا تغییر از خودروهای سوخت فسیلی به وسایل نقلیه الکتریکی مستقیماً انتشار گازهای گلخانه‌ای را کاهش می‌دهد. دو بخش دیگر یعنی کاهش آلودگی صوتی و کاهش سایر آلاینده‌ها هر کدام ۳۰٪ سهم دارند. کاهش آلودگی صوتی ناشی از استفاده از وسایل نقلیه الکتریکی و مدیریت هوشمند جریان ترافیک است که از توقف‌های مکرر، شتاب‌های ناگهانی و ازدحام جلوگیری می‌کند. همچنین کاهش سایر آلاینده‌ها مانند  $NO_x$ ،  $SO_2$  و ذرات معلق نشان‌دهنده تأثیر مثبت کاهش احتراق سوخت‌های فسیلی در سطح شهر است. در مجموع، نمودار نشان می‌دهد که تحرک هوشمند یک رویکرد چندبُعدی است و علاوه بر کاهش گازهای گلخانه‌ای، در بهبود کیفیت صوتی محیط شهری و کاهش سایر آلاینده‌های مخرب سلامت نیز نقش مؤثری دارد. این کاهش آلاینده‌ها می‌تواند منجر به بهبود سلامت عمومی، کاهش هزینه‌های درمانی، ارتقای کیفیت زندگی و ایجاد محیط شهری پایدارتر شود.

### کاهش آلاینده‌ها به دلیل حمل و نقل هوشمند



شکل ۲. نمودار کاهش آلاینده‌ها به واسطه تحرک هوشمند

تحرك هوشمند با مدیریت بهینه ترافیک و استفاده از فناوری‌های پیشرفته، می‌تواند به طور قابل توجهی به کاهش زمان سفرهای درون‌شهری کمک کند. به‌کارگیری اینترنت اشیا و سیستم‌های نظارت بر ترافیک، امکان پیش‌بینی ترافیک و انتخاب مسیرهای بهینه را فراهم می‌کند و از این طریق، بهینه‌سازی حرکت در خیابان‌های پرتردد محقق می‌شود. این فناوری‌ها، با کاهش زمان انتظار و تسهیل جابه‌جایی، به شهروندان کمک می‌کنند تا دسترسی به خدمات و امکانات شهری سریع‌تر و راحت‌تر انجام شود. افزایش کارایی در جابه‌جایی، تأثیر مستقیمی بر بهبود کیفیت زندگی شهری و رضایت‌مندی شهروندان دارد. از داده‌های نمودار نتیجه می‌شود که تحرك هوشمند بیشترین اثر را بر گلوگاه‌های ترافیکی و ساعات اوج تردد (۴۰٪) داشته است، سپس بر زمان سفرهای معمولی شهروندان (۳۵٪) و در نهایت بر سرعت کلی شبکه ترافیکی (۲۵٪). این الگو نشان می‌دهد که فناوری‌های هوشمند بیش از همه در نقاطی که بیشترین مشکل وجود داشته، موفق ظاهر شده‌اند. در مجموع، این نتایج نشان می‌دهد که استفاده از IoT، سیستم‌های مدیریت هوشمند ترافیک و تحلیل داده‌های لحظه‌ای می‌تواند به کاهش چشمگیر زمان سفر، بهبود کیفیت زندگی شهری و افزایش رضایت شهروندان منجر شود. شکل شماره ۳ نمودار کاهش زمان سفرهای شهری را نشان می‌دهد.



### تأثیر تحرك هوشمند بر کاهش مصرف انرژی در بخش حمل‌ونقل

یکی از مهم‌ترین نتایج تحرك هوشمند، کاهش مصرف انرژی در بخش حمل‌ونقل است. استفاده از وسایل نقلیه الکتریکی و سیستم‌های هوشمند حمل‌ونقل عمومی می‌تواند به کاهش مصرف سوخت‌های فسیلی و افزایش بهره‌وری انرژی کمک کند که این امر به طور مستقیم بر کاهش هزینه‌های انرژی تأثیرگذار است. این رویکرد همچنین می‌تواند به کاهش هزینه‌های اقتصادی و وابستگی به منابع انرژی غیرقابل تجدید منجر شود. به‌کارگیری فناوری‌های هوشمند در حمل‌ونقل شهری، یک گام مهم به سوی پایداری و خودکفایی در منابع انرژی به شمار می‌آید و می‌تواند مدل‌های موفق برای دیگر شهرهای ایران نیز فراهم کند. نمودار به‌روشنی نشان می‌دهد که تحرك هوشمند بیشترین کاهش انرژی را از طریق کاهش مصرف سوخت (۵۰٪) ایجاد کرده و سپس وسایل نقلیه الکتریکی (۳۰٪) و زیرساخت‌های هوشمند (۲۰٪) مکمل این فرایند هستند. این الگو ثابت می‌کند که ترکیب فناوری‌های نوین، زیرساخت‌های هوشمند و توسعه ناوگان الکتریکی می‌تواند به کاهش محسوس مصرف انرژی و افزایش پایداری شهری منجر شود و الگویی مؤثر برای شهرهایی مانند تبریز باشد. شکل شماره ۴ نمودار کاهش مصرف انرژی در بخش حمل و نقل را نشان می‌دهد.

### کاهش مصرف انرژی در حمل و نقل زیرساخت صرفه‌جویی در انرژی

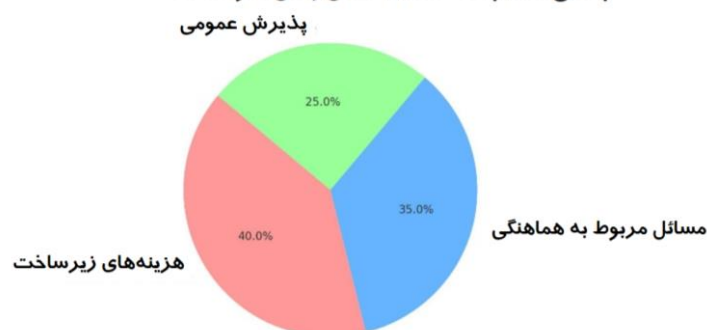


شکل ۴. نمودار کاهش مصرف انرژی در بخش حمل‌ونقل

### چالش‌ها و موانع اجرای تحرک هوشمند با تأکید بر منطقه دو شهر تبریز

با وجود مزایای فراوان تحرک هوشمند، اجرای آن با چالش‌هایی روبه‌رو است. نیاز به زیرساخت‌های قوی، هزینه‌های بالا و عدم هماهنگی میان نهادهای مختلف از جمله موانعی هستند که ممکن است پیاده‌سازی کامل تحرک هوشمند در تبریز را به تأخیر بیندازد. علاوه بر چالش‌های فنی و مالی، موانع فرهنگی نیز در اجرای این سیستم‌ها تأثیرگذار است. برای موفقیت تحرک هوشمند، نیاز است تا شهروندان با تغییرات همراه شوند و استفاده از حمل‌ونقل عمومی هوشمند را ترجیح دهند. آموزش و فرهنگ‌سازی در این زمینه می‌تواند به تسهیل این فرایند کمک کند. چالش‌های پیاده‌سازی تحرک هوشمند در شکل شماره ۵ نشان داده می‌شود.

### چالش‌های پیاده‌سازی حمل‌ونقل هوشمند



شکل ۵. نمودار چالش‌های پیاده‌سازی تحرک هوشمند

بر اساس یافته‌های پژوهش در جهت اولویت‌بندی مؤلفه‌های تأثیرگذار در دستیابی به توسعه پایدار شهری در منطقه دو شهر تبریز با ۲۵ نفر از خبرگان از جمله مدیران شهری، اساتید دانشگاه مصاحبه انجام شد و نتایج وارد نرم‌افزار میک شد. معیارها به‌گونه‌ای انتخاب شده‌اند که بتوانند مؤلفه‌های مختلف در دستیابی به توسعه پایدار شهری را به‌خوبی نمایان سازند و نقش مهمی در تحلیل و ارزیابی معیارهای اثرگذار بر توسعه پایدار شهری در منطقه دو شهر تبریز ایفا کنند. برای هر یک از مؤلفه‌ها، نشانگرهای کوتاهی در نظر گرفته شد که توانایی اندازه‌گیری و ارزیابی دقیق‌تری را فراهم می‌آورد که این مؤلفه‌ها در جدول شماره ۲ درج شده است.

جدول ۲. عوامل تأثیرگذار بر تحرک هوشمند در توسعه پایدار شهری در منطقه دو شهر تبریز

مؤلفه اصلی	زیرمؤلفه ۱	نشانگر کوتاه	زیرمؤلفه ۲	نشانگر کوتاه	نشانگر کوتاه	زیرمؤلفه ۳	نشانگر کوتاه
فناوری و زیرساخت‌های هوشمند	توسعه سامانه‌های مبتنی بر اینترنت اشیا در حمل‌ونقل شهری	E1	به‌کارگیری هوش مصنوعی در مدیریت ترافیک و پیش‌بینی جریان‌های حرکتی	E2	گسترش زیرساخت ارتباطی پایدار مانند شبکه G5، مراکز داده و حسگرهای شهری	E3	
محیط‌زیست شهری و انرژی	کاهش انتشار گازهای آلاینده از طریق ناوگان برقی یا پاک	F1	بهبودسازی مصرف سوخت و انرژی در سیستم‌های حمل‌ونقل	F2	مدیریت داده‌محور برای پایش آلودگی و ارتقای سلامت محیطی	F2	
حکمرانی و سیاست‌گذاری هوشمند	یکپارچگی نهادی میان سازمان‌های شهری در سیاست‌گذاری حمل‌ونقل	Y1	تدوین چارچوب‌های قانونی و مقرراتی برای داده‌های حمل‌ونقل هوشمند	Y2	حمایت دولتی و سرمایه‌گذاری عمومی در زیرساخت‌های نوآورانه	Y3	
فرهنگ، رفتار و مشارکت شهروندی	ارتقای آگاهی عمومی نسبت به مزایای تحرک هوشمند	O1	تشویق به استفاده از حمل‌ونقل عمومی و شیوه‌های پاک	O2	توسعه پلتفرم‌های مشارکتی برای تعامل شهروندان با مدیریت شهری	O3	

تعداد تکرار محاسبه اثرات متقاطع در ماتریس موردنظر برابر بر ۲ مرتبه صورت گرفته است. تکرار ۲ مرتبه‌ای پیشنهاد پایه نرم‌افزار میک برای رسیدن به پایداری این ماتریس بوده است. جدول شماره ۳ تعداد تکرار محاسبه ماتریس اثرات متقاطع را نشان می‌دهد.

جدول ۳. تعداد تکرار محاسبه ماتریس اثرات متقاطع

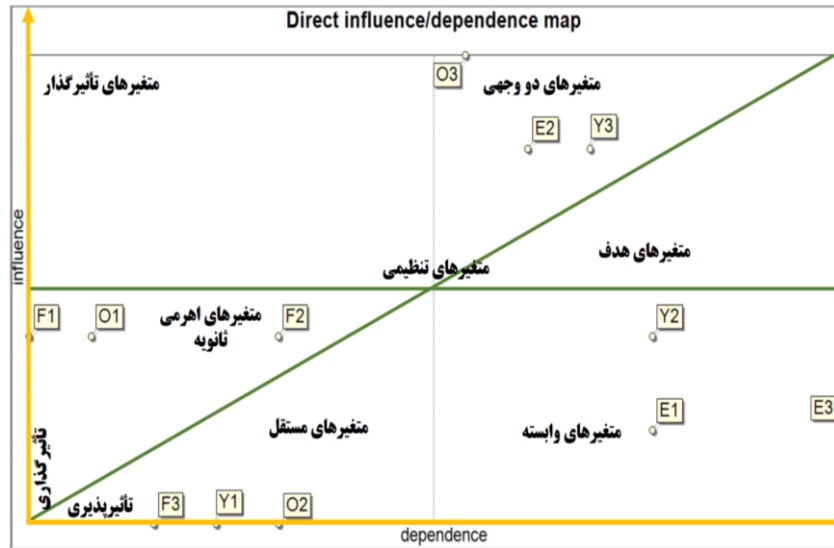
تکرار	تأثیر وابستگی
۱	٪۹۵
۲	٪۱۰۱
	٪۹۷

جدول شماره ۴ ویژگی‌های اثرات مستقیم (MDI) در نرم‌افزار میک را نشان می‌دهد.

جدول ۴. ویژگی‌های اثرات مستقیم (MDI) در نرم‌افزار میک

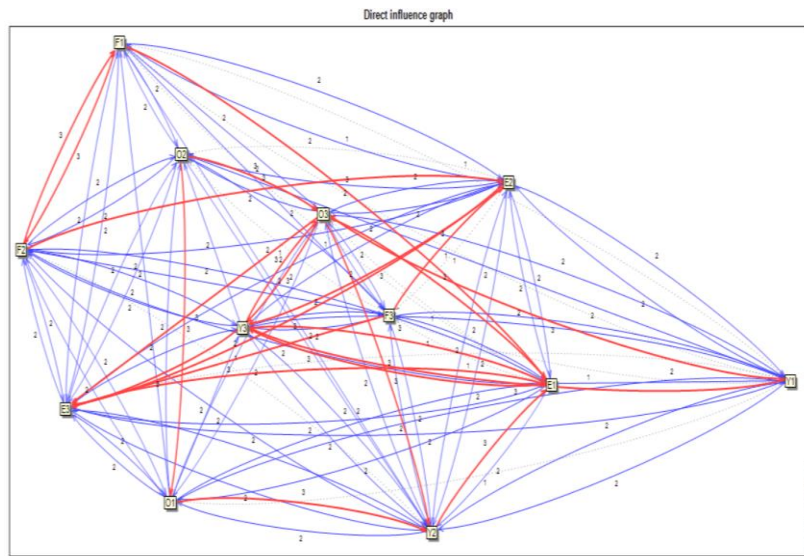
شاخص	ابعاد ماتریکس	تعداد تکرار	تعداد صفرها	تعداد یک	تعداد دو	تعداد سه	P	جمع	درجه پرشدگی
مقدار	۱۲×۱۲	۲	۱۳	۱۲	۷۳	۲۳	۲۳	۱۳۱	٪۹۰/۹۷

نقشه تأثیرات متقاطع در نرم‌افزار میک در شکل شماره ۶ نشان داده می‌شود.



شکل ۶. نقشه تأثیرات متقاطع در نرم‌افزار میک مک

گراف تأثیرگذاری مستقیم در شکل شماره ۷ آورده شده است. در این گراف، خطوط قرمز به معنای اثرگذاری قوی «۳»، خطوط آبی به معنای تأثیرگذاری متوسط «۲» و خطوط مشکی نقطه‌چین به معنای تأثیرگذاری ضعیف «۱» عامل اول بر عاملی است که جهت فلش به سمت آن رفته است.



شکل ۷. گراف چرخه اثرگذاری غیرمستقیم برحسب شماره متغیر (خروج نرم افزار میک مک)

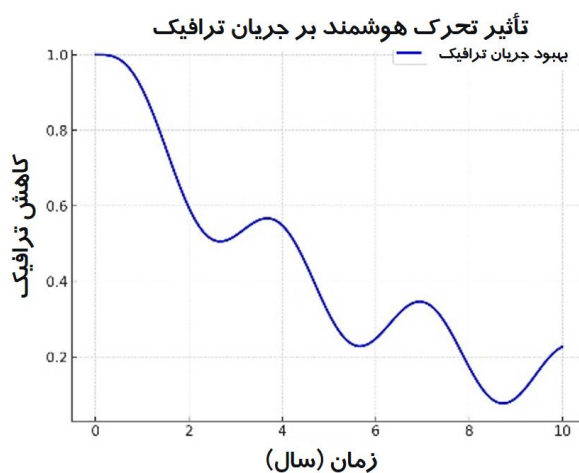
برای اولویت‌بندی مؤلفه‌های تأثیرگذار در توسعه پایدار شهری در منطقه دو شهر تبریز به جابه‌جایی به تأثیرگذاری و تأثیرپذیری (مستقیم و غیرمستقیم) پرداخته می‌شود. جدول شماره ۵ مؤلفه‌های کلیدی اثرگذار بر توسعه پایدار شهری تبریز را نشان می‌دهد.

جدول ۵. مؤلفه‌های کلیدی اثرگذار بر توسعه پایدار شهری در منطقه دو شهر تبریز

رتبه	مؤلفه	غیرمستقیم	
		تأثیرگذاری	مؤلفه
۱	توسعه پلتفرم‌های مشارکتی برای تعامل شهروندان با مدیریت شهری	۹۶۹	گسترش زیرساخت ارتباطی پایدار مانند شبکه GSM، مراکز داده و حسگرهای شهری
۲	به‌کارگیری هوش مصنوعی در مدیریت ترافیک و پیش‌بینی جریان‌های حرکتی	۹۲۵	توسعه سامانه‌های مبتنی بر اینترنت اشیا در حمل‌ونقل شهری
۳	حمایت دولتی و سرمایه‌گذاری عمومی در زیرساخت‌های نوآورانه	۹۲۵	تدوین چارچوب‌های قانونی و مقرراتی برای داده‌های حمل‌ونقل هوشمند

باتوجه به اینکه نرم‌افزار برای محاسبه اثرهای غیرمستقیم، ماتریس را چندین بار به توان می‌رساند، جمع اثرگذاری و اثرپذیری‌های غیرمستقیم به اعداد چندرقمی می‌رسد و مقایسه آن با اثرهای مستقیم دشوار می‌شود. برای حل این مشکل، نرم‌افزار جدولی از سهم عوامل بر اساس اثرهای مستقیم و غیرمستقیم را در مقیاس ده‌هزار ارائه می‌دهد. براین اساس، مجموع اثرگذاری و اثرپذیری‌ها به عدد ده‌هزار محاسبه شده و سهم هر یک از عوامل از این عدد، نمایانگر سهم آن‌ها از کل سیستم است. مؤلفه توسعه پلتفرم‌های مشارکتی برای تعامل شهروندان با مدیریت شهری با عدد ۹۶۹ بیشترین سهم را در اثرگذاری مستقیم و مؤلفه گسترش زیرساخت ارتباطی پایدار مانند شبکه، مراکز داده و حسگرهای شهری با عدد ۱۱۴۵ بیشترین سهم را در اثرگذاری غیرمستقیم دارد؛ همچنین تمامی مؤلفه‌های کلیدی که در اثرگذاری مستقیم به‌دست آمده‌اند، با اندکی جابه‌جایی در اثرگذاری غیرمستقیم تکرار شده‌اند.

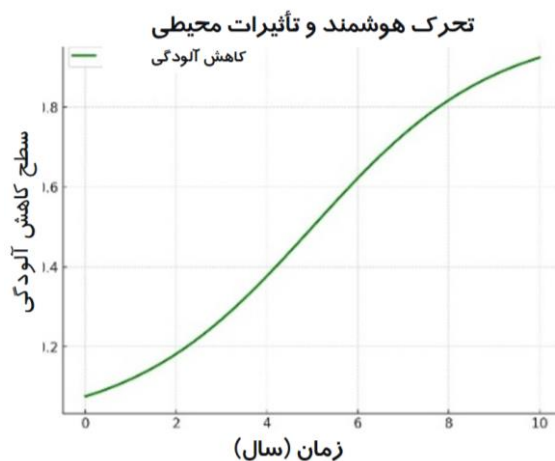
یکی از چالش‌های اصلی منطقه دو شهر تبریز، حجم بالای ترافیک در ساعات اوج و محدودیت‌های موجود در مدیریت آن است. تحرک هوشمند با استفاده از فناوری‌های نوین نظیر سیستم‌های مدیریت ترافیک هوشمند و سامانه‌های اطلاع‌رسانی در زمان واقعی، می‌تواند به بهبود جریان ترافیک و کاهش تراکم در مسیرهای اصلی این منطقه کمک کند. با بهره‌گیری از الگوریتم‌های پیشرفته و پایگاه‌های داده متمرکز، امکان پیش‌بینی ازدحام و هدایت کاربران به مسیرهای جایگزین فراهم شده و بدین ترتیب کارایی حمل‌ونقل عمومی و خصوصی بهبود می‌یابد باید در نظر داشت (شکل ۸).



شکل ۸. نمودار تبیین تأثیر تحرک هوشمند بر کاهش مشکلات ترافیکی

## کاهش آلودگی‌های زیست‌محیطی با رویکرد هوشمند

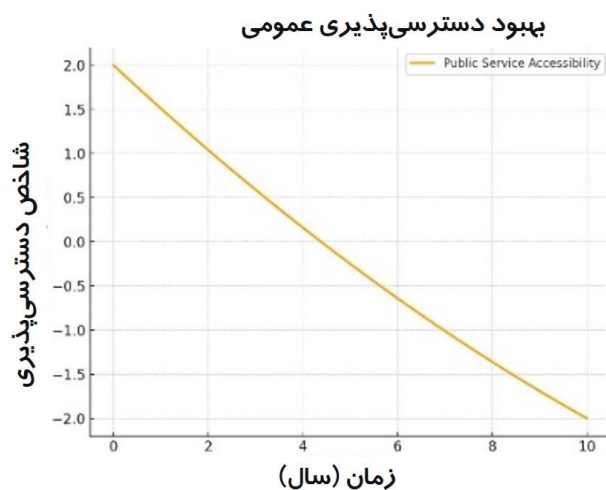
ترافیک سنگین و استفاده نامناسب از وسایل نقلیه خصوصی یکی از عوامل اصلی آلودگی هوا در منطقه دو تبریز است. اجرای سیستم‌های تحرک هوشمند، نظیر وسایل نقلیه الکتریکی و برنامه‌های اشتراک‌گذاری خودرو، می‌تواند به کاهش انتشار آلاینده‌های هوا کمک کند. علاوه بر این، توسعه زیرساخت‌های لازم برای دوچرخه‌سواری و پیاده‌روی هوشمند از جمله سیستم‌های ایمنی و مسیرهای برنامه‌ریزی‌شده، راهکاری مؤثر در کاهش آلودگی‌های زیست‌محیطی و تقویت تحرک پایدار به شمار می‌آید باید در نظر داشت (شکل شماره ۹).



شکل ۹. نمودار تبیین کاهش آلودگی‌های زیست‌محیطی با رویکرد هوشمند

## ارتقای دسترسی به خدمات عمومی و افزایش عدالت فضایی

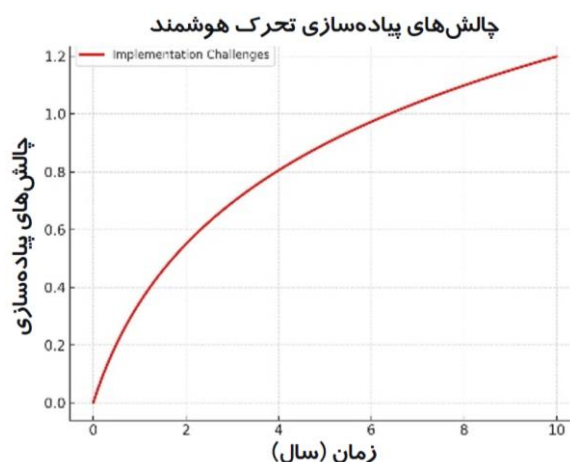
تحرک هوشمند می‌تواند با ایجاد زیرساخت‌های فناورانه در منطقه دو تبریز، دسترسی ساکنان به خدمات عمومی نظیر مدارس، بیمارستان‌ها و فضاهای سبز را تسهیل کند. طراحی شبکه‌های حمل‌ونقل عمومی هوشمند با برنامه‌ریزی زمانی دقیق و افزایش پوشش جغرافیایی می‌تواند توزیع عادلانه‌تر امکانات شهری را تضمین کرده و کیفیت زندگی شهروندان را ارتقا دهد. این امر نه تنها به کاهش زمان و هزینه سفرهای درون‌شهری کمک می‌کند، بلکه میزان رضایت شهروندان را نیز افزایش می‌دهد باید در نظر داشت (شکل ۱۰).



شکل ۱۰. نمودار تبیین ارتقای دسترسی به خدمات عمومی و افزایش عدالت فضایی

## چالش‌ها و الزامات پیاده‌سازی تحرک هوشمند

با وجود فرصت‌های بی‌شماری که تحرک هوشمند برای منطقه دو تبریز فراهم می‌کند، چالش‌هایی نظیر کمبود زیرساخت‌های فناوری، محدودیت بودجه و نبود هماهنگی میان بخش‌های مدیریتی، از موانع اصلی اجرای این طرح‌ها به شمار می‌روند. تحقق تحرک هوشمند نیازمند سیاست‌گذاری‌های مؤثر، تأمین منابع مالی کافی و ارتقای سطح آگاهی عمومی است. علاوه، هماهنگی میان نهادهای مرتبط و جذب سرمایه‌گذاری در حوزه فناوری‌های حمل‌ونقل هوشمند می‌تواند زمینه‌ساز اجرای موفقیت‌آمیز این سیستم‌ها و دستیابی به اهداف توسعه پایدار در این منطقه باشد باید در نظر داشت (شکل ۱۱).



شکل ۱۱. تبیین چالش‌ها و الزامات پیاده‌سازی تحرک هوشمند

## بحث

یافته‌های این پژوهش نشان می‌دهد که تحرک هوشمند پتانسیل بالایی برای تأثیرگذاری بر ابعاد مختلف توسعه پایدار شهری در منطقه ۲ تبریز دارد. نتایج حاصل از تحلیل‌های کمی و کیفی، همراه با اولویت‌بندی مؤلفه‌ها در نرم‌افزار میک‌مک، تصویر روشنی از وضعیت موجود و چشم‌انداز آینده این منطقه ترسیم می‌کند. در این بخش به تفسیر این یافته‌ها در چهارچوب مبانی نظری و پژوهش‌های پیشین پرداخته می‌شود. تأثیر چندبعدی تحرک هوشمند بر پایداری شهری نتایج پژوهش در سه حوزه اصلی کاهش آلودگی، کاهش زمان سفر و کاهش مصرف انرژی (اشکال ۲، ۳ و ۴) نشان‌دهنده تأثیر مستقیم و چشمگیر تحرک هوشمند بر بهبود کیفیت محیط‌زیست و کارایی سیستم حمل‌ونقل است. همان‌طور که در شکل ۲ مشاهده شد، سهم ۴۰ درصدی کاهش دی‌اکسیدکربن در کنار کاهش آلودگی صوتی و سایر آلاینده‌ها، این یافته را تأیید می‌کند که گذار به سمت حمل‌ونقل پاک و مدیریت هوشمند ترافیک، راهبردی مؤثر در کاهش ردپای اکولوژیکی شهرها است. این نتایج با پژوهش کاوسی و همکاران (۱۳۹۹) در شیراز که به نقش تحرک هوشمند در تبیین توسعه پایدار اشاره داشتند و همچنین یافته‌های عابدینی و همکاران (۱۳۹۷) مبنی بر ضرورت حرکت به سمت الگوهای رشد هوشمند و شهر فشرده، همسو و هم‌جهت است. در واقع، تحرک هوشمند نه تنها یک راهکار فنی، بلکه ابزاری برای تحقق اهداف زیست‌محیطی توسعه پایدار است. علاوه بر این، کاهش زمان سفرهای شهری (شکل ۳) به‌ویژه در گلوگاه‌های ترافیکی (۴۰ درصد)، نشان‌دهنده کارایی فناوری‌های هوشمند در بهینه‌سازی جریان ترافیک است. این امر با به‌کارگیری اینترنت اشیا و سیستم‌های پیش‌بینی ترافیک که در مبانی نظری توسط Bıyık et al. (2021) و Paiva et al (2021) به آن اشاره شد، محقق می‌شود. بهبود زمان‌های سفر و کاهش تراکم، تأثیر مستقیمی بر کیفیت زندگی شهروندان داشته و از

جنبه‌های اجتماعی-اقتصادی پایداری شهری محسوب می‌شود. اولویت‌بندی مؤلفه‌ها: از مشارکت شهروندی تا زیرساخت‌های ارتباطی نتایج حاصل از تحلیل ساختاری با نرم‌افزار میک‌مک (جدول ۵) عمیق‌ترین لایه‌های تأثیرگذار بر سیستم تحرک هوشمند در منطقه ۲ تبریز را نمایان ساخت. یافته بسیار مهم این پژوهش، شناسایی «توسعه پلتفرم‌های مشارکتی برای تعامل شهروندان با مدیریت شهری» به‌عنوان کلیدی‌ترین عامل در اثرگذاری مستقیم با امتیاز ۹۶۹ است. این نتیجه با پژوهش اسماعیل‌زاده و همکاران (۱۳۹۸) که زندگی هوشمند و مردم هوشمند را تأثیرگذارترین عوامل در توسعه پایدار منطقه ۶ تهران معرفی کردند، هم‌راستا است و نشان می‌دهد که موفقیت فناوری‌های هوشمند بدون مشارکت، پذیرش و تعامل فعال شهروندان امکان‌پذیر نیست. این یافته بر اهمیت «بعد اجتماعی» در کنار «بعد فنی» تأکید می‌کند و نشان می‌دهد که سرمایه‌گذاری صرف در زیرساخت‌های سخت‌افزاری، بدون ایجاد بسترهای نرم‌افزاری برای جلب مشارکت مردمی، نمی‌تواند به نتایج پایدار منجر شود. در مقابل، در حوزه اثرگذاری غیرمستقیم، مؤلفه «گسترش زیرساخت ارتباطی پایدار مانند شبکه GSM، مراکز داده و حسگرهای شهری» E3 با امتیاز ۱۱۴۵ در صدر قرار گرفته است. این بدان معناست که زیرساخت‌های ارتباطی و داده‌ای، به‌عنوان پایه و پیش‌نیاز تمامی دیگر اقدامات هوشمند عمل می‌کنند. بدون وجود شبکه‌ای پایدار و پرسرعت، مفاهیمی چون اینترنت اشیا، هوش مصنوعی و پلتفرم‌های مشارکتی (که خود به‌عنوان عامل مستقیم اثرگذار شناسایی شدند) قادر به فعالیت مؤثر نخواهند بود. این یافته، چالش‌های زیرساختی مطرح‌شده در پژوهش (شکل ۵) و همچنین نظر برادران خانیان (۱۴۰۲) در مورد نیاز به برنامه‌ریزی فرابخشی و یکپارچه برای تحقق شهر هوشمند در تبریز را تأیید می‌کند. به‌عبارت‌دیگر، توسعه زیرساخت‌های ارتباطی، شرط لازم (پیش‌نیاز) و توسعه پلتفرم‌های مشارکتی، شرط کافی (عامل محرک) برای موفقیت تحرک هوشمند در منطقه ۲ تبریز هستند. هم‌افزایی مؤلفه‌ها و چالش‌های پیش‌رو تکرار مؤلفه‌های «به‌کارگیری هوش مصنوعی» E2 و «حمایت دولتی» Y3 در هر دو جدول تأثیرگذاری مستقیم و غیرمستقیم، نشان‌دهنده ماهیت سیستمی و به‌هم‌پیوسته این حوزه است. هوش مصنوعی به‌عنوان موتور پردازش داده‌های حاصل از زیرساخت‌ها (غیرمستقیم) عمل کرده و در مدیریت مستقیم ترافیک (مستقیم) نقش ایفا می‌کند. به همین ترتیب، حمایت دولتی، بستر مالی و قانونی را برای توسعه زیرساخت‌ها (غیرمستقیم) و اجرای طرح‌های مشارکتی (مستقیم) فراهم می‌آورد. در نهایت، نتایج پژوهش نشان می‌دهد که علی‌رغم پتانسیل‌های بالای منطقه ۲ تبریز (که در جدول ۱ به آن اشاره شد)، موانع و چالش‌های متعددی مانند ضعف زیرساخت‌ها، کمبود بودجه و ناهماهنگی نهادی (شکل ۱۱) بر سر راه تحقق تحرک هوشمند وجود دارد. این چالش‌ها که با یافته‌های Almaghlouth و همکاران (۲۰۲۴) و Mashau و Kroeze (2023) در سطح بین‌المللی نیز مطابقت دارد، نیازمند یک رویکرد یکپارچه و آینده‌نگر است. بنابراین، تأکید صرف بر یک بُعد (مثلاً فناوری) بدون توجه به ابعاد دیگر (اجتماعی، نهادی و زیست‌محیطی) نمی‌تواند به توسعه پایدار منجر شود. یافته‌های این پژوهش، با اولویت‌بندی علمی مؤلفه‌ها، نقشه راه روشنی را پیش روی مدیران و برنامه‌ریزان شهری قرار می‌دهد تا با تمرکز بر عوامل کلیدی شناسایی‌شده (به‌ویژه مشارکت شهروندی و زیرساخت‌های ارتباطی)، گام‌های مؤثر و هدفمندی در جهت تبدیل نمونه‌های موردی به الگویی موفق از تحرک هوشمند و توسعه پایدار شهری بردارند.

### نتیجه‌گیری

نتایج این پژوهش نشان داد که تحرک هوشمند می‌تواند نقش به‌سزایی در ارتقای کیفیت زندگی شهری ایفا کند. با تمرکز بر منطقه دو شهر تبریز، مشخص شد که به‌کارگیری فناوری‌های نوین در سیستم‌های حمل‌ونقل می‌تواند به کاهش تراکم ترافیک، کاهش آلودگی‌های زیست‌محیطی و بهبود بهره‌وری انرژی منجر شود. این دستاوردها نه‌تنها به توسعه پایدار

شهری کمک می‌کنند، بلکه موجب افزایش رضایت شهروندان از خدمات حمل‌ونقل عمومی نیز خواهند شد. در مقایسه با مطالعات پیشین که عمدتاً به ارزیابی‌های کیفی، رویکردهای کلی و توصیفی محدود می‌شدند و کمتر به تحلیل سیستمی، کمی یا مکانیزم‌های اجرایی پرداخته بودند، پژوهش حاضر با تلفیق روش‌های کمی-کیفی و تحلیل ساختاری، گامی فراتر برداشته است. برای نمونه، مطالعاتی مانند جمشیدی و همکاران (۱۴۰۲) و برادران خانیان (۱۴۰۲) بر ارزیابی کلی شاخص‌های شهر هوشمند یا شناسایی عوامل کلیدی متمرکز بودند، اما چارچوب عملیاتی برای اجرا ارائه نکرده‌اند. همچنین، پژوهش‌هایی مانند شیرویه‌پور و همکاران (۱۴۰۲) و کاوسی و همکاران (۱۳۹۹) اگرچه به ابعاد پایداری و تحرک هوشمند پرداخته‌اند، اما کمتر به تحلیل یکپارچه ابعاد فناوری، محیط‌زیست، حکمرانی و مشارکت شهروندی با نگاهی سیستمی توجه کرده‌اند. در مقابل، این پژوهش نه تنها وضعیت فعلی منطقه دو تبریز را ارزیابی می‌کند، بلکه با شناسایی عوامل کلیدی اثرگذار، نقاط قوت و ضعف و راهکارهای اجرایی مبتنی بر شواهد، چارچوبی عملیاتی و قابل اجرا برای سیاست‌گذاری‌های شهری ارائه می‌دهد. این رویکرد، شکاف موجود در ادبیات پژوهش یعنی کمبود مطالعاتی که هم جامع باشند و هم قابلیت پیوند با ساختارهای برنامه‌ریزی شهری (نظیر طرح‌های جامع و تفصیلی) را داشته باشند، جبران می‌کند. پژوهش حاضر با بهره‌گیری از روش‌های ترکیبی، علاوه بر تحلیل کمی داده‌ها با استفاده از پایتون، به ارزیابی کیفی و ساختاری عوامل مؤثر در توسعه پایدار شهری با استفاده از نرم‌افزار میک‌مک نیز پرداخت. معیارها و مؤلفه‌های تأثیرگذار به‌گونه‌ای انتخاب شدند که بتوانند ابعاد مختلف توسعه پایدار شهری را به‌خوبی پوشش دهند. برای اولویت‌بندی مؤلفه‌های کلیدی، تحلیل‌های تأثیرگذاری و تأثیرپذیری مستقیم و غیرمستقیم انجام شد. مؤلفه «توسعه پلتفرم‌های مشارکتی برای تعامل شهروندان با مدیریت شهری» با عدد ۹۶۹ بیشترین سهم را در تأثیرگذاری مستقیم دارد، درحالی‌که مؤلفه «گسترش زیرساخت ارتباطی پایدار مانند شبکه، مراکز داده و حسگرهای شهری» با عدد ۱۱۴۵ بیشترین سهم را در تأثیرگذاری غیرمستقیم به خود اختصاص داده است. این یافته‌ها تأکید می‌کنند که علاوه بر فناوری‌های هوشمند، مشارکت شهروندی و زیرساخت‌های اطلاعاتی پایدار از ارکان اصلی تحقق تحرک هوشمند و توسعه پایدار شهری در منطقه دو تبریز هستند. پژوهش حاضر همچنین به بررسی دقیق وضعیت زیرساخت‌های موجود در منطقه دو تبریز پرداخت و نقاط قوت و ضعف این منطقه را شناسایی کرد. ضعف در هماهنگی مدیریتی، کمبود بودجه و محدودیت در به‌کارگیری فناوری‌های پیشرفته از جمله چالش‌های اصلی محسوب می‌شوند. درعین حال، فرصت‌هایی همچون تمایل شهروندان به استفاده از سیستم‌های هوشمند و وجود پتانسیل‌های طبیعی و انسانی در منطقه، زمینه‌ساز تحقق اهداف تحرک هوشمند خواهند بود. براین اساس، پیشنهاد می‌شود سیاست‌گذاری‌ها بر ارتقای زیرساخت‌های هوشمند، تقویت سیستم حمل‌ونقل عمومی، یکپارچه‌سازی اطلاعات حمل‌ونقل و توسعه پلتفرم‌های تعاملی شهروندی متمرکز شوند. همچنین، آموزش و فرهنگ‌سازی در میان شهروندان برای استفاده از فناوری‌های نوین می‌تواند تأثیر مثبتی در پذیرش سیستم‌های هوشمند داشته باشد. بهبود همکاری میان بخش‌های مدیریتی، فناوری و مالی نیز از ضروریات دستیابی به این اهداف است. با اجرای پیشنهادها مطرح‌شده، منطقه دو شهر تبریز می‌تواند به الگویی موفق در زمینه تحرک هوشمند و توسعه پایدار شهری در ایران تبدیل شود. این اقدامات نه تنها به افزایش کارایی سیستم حمل‌ونقل منطقه کمک خواهد کرد، بلکه منجر به کاهش پیامدهای زیست‌محیطی و تقویت ساختار اجتماعی منطقه نیز می‌شود. بنابراین، حرکت به سمت تحرک هوشمند در منطقه دو تبریز، گامی کلیدی در جهت تحقق توسعه پایدار شهری خواهد بود.

#### حامی مالی

این اثر حامی مالی نداشته است.

### سهام نویسندگان در پژوهش

همه نویسندگان در اجرای این مطالعه مشارکت داشتند که به شرح زیر می‌باشد:  
نویسنده اول در درجه اول مسئول طراحی مطالعه، بررسی ادبیات و تهیه پیش‌نویس اولیه مقاله بود.  
نویسنده دوم نقش کلیدی در توسعه چارچوب نظری، نظارت بر فرایند تحقیق و ارائه اصلاحات انتقادی در مقاله از نظر محتوای فکری داشت.  
نویسنده سوم در جمع‌آوری و تحلیل داده‌ها مشارکت داشت، در تفسیر نتایج کمک کرد و در ویرایش و تهیه نسخه نهایی مقاله مشارکت داشت.

### تضاد منافع

نویسندگان اعلام می‌دارند که هیچ تضاد منافی در رابطه با نویسندگی و یا انتشار این مقاله ندارند.

### تقدیر و تشکر

نویسندگان از همه کسانی که در انجام این پژوهش به ما یاری رساندند، به‌ویژه کسانی که کار ارزیابی کیفیت مقالات را انجام دادند، تشکر و قدردانی می‌نمایند.

### منابع

- اسماعیل‌زاده، حسن؛ فنی، زهره و عبدلی، سیده فاطمه. (۱۳۹۸). هوشمندسازی، رویکردی در تحقق توسعه پایدار شهری (مطالعه موردی: منطقه ۶ تهران). *فصلنامه پژوهش‌های جغرافیایی انسانی*، ۵۱ (۱)، ۱۴۵-۱۵۷. doi: 10.22059/jhgr.2017.236917.1007491
- اصغری، اکرم؛ رجبی، آریتا. (۱۴۰۲). شهر هوشمند و تحقق آن در کلان‌شهر تبریز. *هشتمین کنفرانس بین‌المللی پژوهش‌های کاربردی در علوم پایه، مهندسی و تکنولوژی*، ۲۱-۱.
- برادران خانیان، زینب؛ پناهی، حسین و اصغرپور، حسین. (۱۴۰۱). سناریوهای شهر هوشمند بر مبنای رویکرد آینده‌پژوهی شهری: مورد مطالعه کلان‌شهر تبریز. *فصلنامه علمی پژوهشی-اقتصاد باثبات*، ۳ (۳)، ۱۳۳-۱۰۵. doi: 10.22111/sedj.2022.43630.1241
- برادران خانیان، زینب؛ پناهی، حسین و اصغرپور، حسین. (۱۴۰۲). شناسایی و اولویت‌بندی عوامل کلیدی مؤثر در شهر هوشمند بر مبنای رویکرد آینده‌پژوهی (مورد مطالعه: کلان‌شهر تبریز). *فصلنامه نظریه‌های کاربردی اقتصاد*، ۱۰ (۱)، ۸۹-۱۲۸. doi: 10.22034/eccj.2023.53876.3123
- جمشیدی، سحر؛ زارع، نفیسه و عبدالله‌زاده طرف، اکبر. (۱۴۰۲). ارزیابی تحقق‌پذیری شاخصه‌های شهر هوشمند (نمونه موردی شهر تبریز). *فصلنامه علمی تخصصی-پژوهش‌های معماری نوین*، ۳ (۱)، ۹۳-۷۳.
- شیرویه‌پور، شهریار؛ مرتضوی، سید مرتضی و بیات، روح‌الله. (۱۴۰۲). ارائه مدل عوامل مؤثر بر توسعه آینده شهرهای هوشمند پایدار با تأکید بر مدیریت بهینه انرژی. *فصلنامه اقتصاد و برنامه‌ریزی شهری*، ۴ (۴)، ۱۳۰-۱۱۶. doi: 10.22034/uep.2024.423160.1424
- عابدینی، اصغر؛ باقرزاده، مهدی و حاجی‌وند، هادی. (۱۳۹۷). ارزیابی و سنجش شاخص‌های رشد هوشمند شهری در مناطق کلان‌شهر تبریز. *فصلنامه فضای جغرافیایی*، ۱۸ (۶۲)، ۱۹۱-۲۰۹.
- کرکه آبادی، زینب و ملائی، اعظم. (۱۴۰۰). ارزیابی مفهوم و ویژگی‌های شهر هوشمند. *اولین کنفرانس ملی معماری، عمران، شهرسازی و افق‌های هنر اسلامی در بیانیه گام دوم انقلاب، تبریز - ایران*، ۱۶-۱.
- کنعانی، الهام. (۱۴۰۲). *توسعه شهر هوشمند پایدار*. چاپ اول، تهران: انتشارات کتابداران.
- گل چشمه، عبدالغفور. (۱۳۹۸). بررسی کارکردها و مفاهیم توسعه هوشمند پایدار شهری. *فصلنامه علمی تخصصی-ایده‌های نو در علوم، مهندسی و فناوری*، ۳ (۳)، ۱۸-۱.

### References

- Almaghlouth, T., Gazder, U., & Abudayyeh, O. (2024). Need For Smart Mobility And Challenges And Opportunities For Transitioning Toward It In Car-Dependent Countries: Insights From Literature. *Scientific Journal of Silesian University of Technology Series Transport*, 122, 21-47. DOI:10.20858/sjsutst.2024.122.2

- Asghari, A., & Rajabi, A. (2023). Smart City and Its Realization in the Metropolis of Tabriz. *The Eighth International Conference on Applied Research in Basic Sciences, Engineering, and Technology, 1-21*. [In Persian].
- Baradaran khanian, Z., Panahi, H., & Asgharpur, H. (2022). Smart city scenarios based on the urban Futures Studies Approach: A case study of Tabriz metropolis. *Stable Economy Journal*, 3(3), 105-133. doi: 10.22111/sedj.2022.43630.1241 [In Persian].
- Baradaran Khanian, Z., Panahi, H., & Asgharpur, H. (2023). Identification and Prioritizing of Key Factors Affecting Smart City based on Futures Studies Approach (The Case Study of Tabriz Metropolis). *Journal of Applied Theories of Economics*, 10(1), 89-128. doi: 10.22034/ecej.2023.53876.3123 [In Persian].
- Biyik, C. (2021). Smart Mobility Adoption: A Review of The Literature. *Journal of open Innovation: Technology, Market, And Complexity*, 7(2), 146. <https://doi.org/10.3390/joitmc7020146>
- Cepeliauskaite, G. (2021). Smart-Mobility Services For Climate Mitigation In Urban Areas: Case Studies Of Baltic Countries And Germany. *Sustainability*, 13(8): 4127. <https://doi.org/10.3390/su13084127>
- Chu, Z., Cheng, M., Neil Yu, N. (2021). A Smart City Is A Less Polluted City. *Technological Forecasting And Social Change*, 172, 121037. DOI:10.1016/j.techfore.2021.121037
- Abedini, A., Bagherzadeh, M., & Hajivand, H. (2018). Evaluation and Measurement of Urban Smart Growth Indicators in the Districts of Tabriz Metropolis. *Geographical Space Quarterly*, 18(62), 191-209. [In Persian].
- Asgari, A., & Rajabi, A. (2023). Smart City and Its Realization in the Metropolis of Tabriz. *The 8th International Conference on Applied Research in Basic Sciences, Engineering, and Technology, 21-1*. [In Persian].
- Baradaran khanian, Z., Panahi, H., & Asgharpur, H. (2022). Smart city scenarios based on the urban Futures Studies Approach: A case study of Tabriz metropolis. *Stable Economy Journal*, 3(3), 105-133. doi: 10.22111/sedj.2022.43630.1241 [In Persian].
- Esmaeilzadeh, H., Fanni, Z., & Abdoli, S. F. (2019). Making smart; an approach for attaining sustainable urban development (Case study: District 6 Tehran). *Human Geography Research Quarterly*, 51(1), 145-157. doi: 10.22059/jhgr.2017.236917.1007491 [In Persian].
- Gol Cheshmeh, A. (2019). Examining the Functions and Concepts of Sustainable Smart Urban Development. *Journal of New Ideas in Science, Engineering and Technology*, 3(3), 1-18. [In Persian].
- Jamshidi, S., Zare, N., & Abdollahzadeh Taraf, A. (2023). Evaluating the Feasibility of Smart City Indicators (Case Study: Tabriz City). *Journal of Modern Architecture Research*, 3(1), 73-93. [In Persian].
- Kanaani, E. (2023). *Sustainable Smart City Development* (1st ed.). Tehran: Ketabdaraneh Publishing. [In Persian].
- karkehabadi, Z., & Molaei, A. (2021). Evaluation of the Concept and Characteristics of a Smart City. *The First National Conference on Architecture, Civil Engineering, Urban Planning and the Horizons of Islamic Art in the Statement of the Second Step of the Revolution, Tabriz, Iran, 1-16*. [In Persian].
- Shirooyehpour, S., Mortazavi, S. M. & Bayat, R. (2024). A Model of Factors Affecting the Future Development of Sustainable Smart Cities with an Emphasis on Optimal Energy Management. *Urban Economics and Planning*, 4(4), 116-130. doi: 10.22034/uep.2024.423160.1424 [In Persian].
- Abedini, A., Bagherzadeh, M., & HajiVand, H. (2018). Evaluation and Measurement of Smart Urban Growth Indicators in the Metropolitan Areas of Tabriz. *Journal of Geographic Space*, 18(62), 209-191. [In Persian].