Quarterly Journal of Urban and Regional Development Planning
Vol. 9, No.31, Winter 2025, P 185 -219
urdp.atu.ac.ir
DOI: 10.22054/urdp.2024.78634.1623

ATU PRESS

Original Research
Accepted: 26/11/2024
Revised: 25/11/2024
Received: 08/04/2024
ISSN: 2476-5864
eISSN: 2476-6402

An Analysis of the Challenges and Barriers of Smart Urban Transportation in Tabriz Metropolis on the Basis of the Internet of Things

Akbar Esmaili *
PhD Candidate, Department of Urban and Regional Planning, Faculty of Planning and Environmental Sciences, University of Tabriz, Tabriz, Iran

Rasoul Ghorbani
Professor, Department of Urban and Regional Planning, Faculty of Planning and Environmental Sciences, University of Tabriz, Tabriz, Iran

Hassan Mahmoudzadeh
Professor, Department of Urban and Regional Planning, Faculty of Planning and Environmental Sciences, University of Tabriz, Tabriz, Iran

Abstract

The rapid expansion of cities and increasing traffic, coupled with the development of new technologies, has presented countries with unprecedented challenges. Traditional institutions and management methods struggle to adapt to the complexities of a rapidly evolving world. In response, urban planners are working to develop integrated models for 21st-century cities to meet emerging expectations. The concept of a smart city has emerged as a cornerstone of transformation and development in the third millennium. Urban transportation, in particular, has been significantly influenced by advancements in information and communication technology, including the Internet of Things (IoT). This study adopts an applied research approach, employing a descriptive-analytical method for data collection and analysis. Qualitative analysis was conducted using an open-ended questionnaire to identify key components and influential factors.

* Corresponding Author: esmaili951@gmail.com
How to Cite: Esmaili, A., Ghorbani, R., Mahmoudzadeh, H. (2025). An Analysis of the Challenges and Barriers of Smart Urban Transportation in Tabriz Metropolis on the Basis of the Internet of Things, *Journal of Urban and Regional Development Planning* , 9(31), 185 -219. DOI: 10.22054/urdp.2024.78634.1623

Subsequently, a closed questionnaire was designed, and data were collected from 177 samples using purposive sampling and the snowball technique. The findings reveal numerous challenges faced by Tabriz, as a metropolis, in achieving intelligent urban transportation. Key obstacles include the weakness of integrated urban management, the absence of a clear vision, inadequate planning, limited financial resources, insufficient organizational structures, the lack of IoT-based intelligent systems, reliance on heterogeneous systems, and limited familiarity with IoT-based intelligent systems. These issues highlight the need for strategic interventions to overcome the barriers to smart urban transportation in Tabriz.

Keywords: Smart City, Barriers, Urban Transportation, Internet of Things, Tabriz.

Extended Abstract

1. Introduction

The proportion of the global urban population has been steadily increasing over the past century. In 1900, approximately 13% of the world's population lived in urban areas, a figure that surged to 60% by 2020. This rapid urbanization has often outpaced the development of urban infrastructure, placing immense pressure on cities and resulting in various undesirable consequences. Traditional governance structures and management methods have struggled to keep pace with the swift changes brought about by urbanization, prompting urban planners to devise integrated models that address the multifaceted challenges of 21st-century urban development. Alongside the acceleration of urbanization, globalization has also gained momentum, positioning cities as the economic and social hubs of the world. Advanced information and communication technologies are reshaping these urban centers, and the concept of the smart city has emerged as a critical framework for transformation and development in the third millennium. The growing number of vehicles and increasing traffic volumes, combined with the advent of new technologies, has introduced complex challenges for urban transportation systems. These systems, which are vital components of smart cities, are increasingly influenced by innovations such as the Internet of Things (IoT) and the broader processes of urban smartization. The integration of these technologies into transportation systems enables prediction, planning, and management aligned with urban development goals. However, in many developing countries, traffic management continues to rely on traditional methods, presenting a significant barrier to progress. In Iran, the history of smart transportation systems dates back to the adoption of basic technologies such as intersection control lights. However, the transition from traditional systems to fully smart transportation systems has encountered numerous obstacles. These challenges threaten to undermine the broader vision of building smart cities and have left the country lagging behind in the smartization process. This study aims to address these issues by focusing on the city of Tabriz. The primary research questions are: What are the most significant obstacles to the realization of smart transportation in Tabriz based on the Internet of Things platform? And how can these obstacles be prioritized? The research seeks to identify, explain, and prioritize these barriers, providing a comprehensive

framework for overcoming the challenges to smart urban transportation in Tabriz.

2. Literature Review

Goodarzi, Majid, et al. (2019), in their article titled *"Investigation and Analysis of Barriers to Smart Transportation in Ahvaz,"* emphasize that identifying barriers to transportation development across various dimensions is a critical strategy for advancing transportation systems in Ahvaz, with smartization being a key focus.

Amirpour Kalmeh, Hamid Reza (2017), in the article *"Investigation of Smart Transportation Using Internet of Things Technology in Smart Urban Networks,"* highlights the growing role of intelligent transportation system (ITS) technologies in this domain and provides an in-depth exploration of the Internet of Things (IoT) in the context of smart transportation systems.

Firouzi, Arash (2017), in *"Application of Internet of Things in Urban Transportation,"* underscores the transformative potential of IoT, suggesting that when objects can digitally represent themselves, they transcend their physical limitations, creating what can be termed a "smart environment."

Jafari, Mohammad, et al. (2019), in the article *"Investigating the Impact of the Internet of Things, Big Data, etc. on the Development of Smart Cities,"* argue that traditionally designed cities face challenges such as traffic congestion, pollution, poor communication, and declining quality of life. They propose that smart cities, by leveraging sensor networks and IoT-enabled databases, provide an effective infrastructure to address these issues.

Ebrahimi, Nahid, et al. (2019), in *"Investigating the Impact of the Internet of Things on Transportation in Metropolitan Cities,"* reiterate that IoT facilitates a network in which objects communicate seamlessly, enabling the creation of interconnected and efficient transportation systems.

Sihu Zhang (2017), in his doctoral thesis at Tallinn University titled *"The Role of Information and Communication Technology for the Development of Smart Cities,"* explores the role of information and communication technology (ICT) components in advancing smart city design.

Xiaofeng Zhi (2018), in the technical report *"IoT Applications for Creating Smart Transportation Systems,"* examines the critical

applications of IoT in smart transportation, including smart vehicles and intelligent traffic management systems.

Mariana Daniel (2020), in *"Smart Cities Based on IoT Technology Applications,"* discusses how advancements in technology have facilitated the integration of IoT into smart urban environments, significantly enhancing urban functionality.

Bulent Yildiz (2021), in *"Internet of Things and Smart Cities,"* addresses the fundamental issue of implementing information technology, particularly IoT, as a solution to challenges faced by traditional cities.

Esma Aytovalan (2021), in *"A Review of Traffic Management Solutions Based on IoT and AI,"* examines the challenges of urban traffic management and advocates for the intelligent and efficient application of IoT and artificial intelligence (AI) technologies.

Faisal Shahzad et al. (2021), in *"Future Smart Cities: Requirements, Emerging Technologies, Applications, Challenges and Future Aspects,"* analyze the technological advancements required for smart cities, emphasizing that these advancements form the foundation of smart urban development.

Manav Bansal (2022), in *"Smart City, Vehicle Versatility Using IoT,"* contends that IoT-based smart city frameworks represent a modern approach to overcoming the challenges inhibiting urban development.

3. Methodology

This research is applied in its purpose, descriptive-analytical in its approach to data collection and analysis, and adopts a mixed-methods design, in corporating both qualitative and quantitative methodologies. In the qualitative phase, thematic analysis was conducted using Maxqda software, while in the quantitative phase, confirmatory factor analysis was performed utilizing Smart PLS software to determine the impact coefficients of various factors and prioritize the identified obstacles. Data collection tools varied across the two phases: open-ended questions were employed in the qualitative segment, whereas closed-ended questions were utilized in the quantitative phase. The statistical population included academics, managers, and experts in the fields of urban planning, transportation, and information technology. Given the indeterminate size of the population, a purposive sampling method combined with the snowball technique was applied, continuing until theoretical saturation was achieved.

4. Results

4-1- Qualitative findings:

As outlined in the research methodology, the statistical population comprised professors, managers, and experts in the fields of urban planning, transportation, and information and communication technology. Given the indeterminate size of the population, a purposive sampling method combined with the snowball technique was employed, continuing until theoretical saturation was achieved. Through documentary and library research, key drivers and obstacles (categories and components) were identified. Subsequently, face-to-face interviews were conducted with 12 experts, and the collected data were reviewed, extracted, and coded using Maxqda software. This process led to the identification of seven primary categories as the most significant drivers and obstacles to smart urban transportation in the studied area: policy and planning, economic and investment, security and legal, physical, managerial and organizational, cultural and social, and technical and technological.

4-2- Quantitative Findings

Quantitative Findings: The qualitative analysis identified seven primary categories and 96 sub-components as the most significant drivers and obstacles to the smartization of Tabriz's urban transportation. To assess content validity (CVR), an initial questionnaire comprising these 96 components was designed and completed by 12 experts. Components with a CVR value exceeding 0.56 (indicating a high impact coefficient) were retained, resulting in a secondary questionnaire with 56 components. Subsequently, employing a purposive sampling method combined with the snowball technique, 177 responses were collected from the statistical population. The data were then coded and analyzed using Smart PLS software.

5. Discussion

An analysis of reliability and validity for the identified constructs revealed that the managerial-organizational and cultural-social variables exhibited the highest levels of reliability and validity, whereas the security-legal variables demonstrated the lowest levels. Furthermore, based on the path coefficient analysis conducted using Smart PLS software, the managerial-organizational and cultural-social

variables were identified as having the highest impact coefficients. In contrast, the physical and economic-investment variables were found to have the lowest impact coefficients on the smartization of the Tabriz urban transportation system.

6. Conclusion

The findings of this research indicate that various qualitative and quantitative factors significantly influence the advancement of smart urban transportation. Qualitative analysis identified seven key categories as critical obstacles: cultural-social, economic-investment, technical-technological, managerial-organizational, policy-planning, physical, and security-legal. Quantitative analysis revealed that these variables contributed differently to the smartization of Tabriz's urban transportation system on the Internet of Things (IoT) platform. The economic-investment variable exhibited the highest adjusted average factor loading (0.90), followed by policy-planning (0.88), technical-technological (0.87), managerial-organizational (0.86), physical (0.84), security-legal (0.83), and cultural-social (0.83).

The research further highlighted that the Information and Communication Technology Development Index (IDI) and Internet access and utilization indicators in the study area were slightly below the national average. This underscores that the smartization of urban transportation in Tabriz is contingent upon improving the IoT infrastructure and overall technological readiness. To address these challenges and enable smart urban transportation in Tabriz, several strategies are recommended. These include:

- Conducting a comprehensive SWOT analysis to identify strengths, weaknesses, opportunities, and threats related to smart urban transportation on the IoT platform.
- Installing smart sensors at intersections, streets, and high-traffic areas.
- Increasing the deployment of traffic and monitoring sensors and conducting environmental analyses at intersections.
- Expanding the fiber optic network and enhancing Wi-Fi, 4G, and 5G internet coverage.
- Launching systems such as automatic accident diagnosis, moving balance monitoring, and traffic management software.
- Developing advanced software for forecasting and planning,

parking management, and public transportation management.
- Activating smart emergency response systems (SERS), traffic signal control systems, and Variable Message Signs (VMS), while reviving inactive systems.
- Strengthening integrated urban management by aligning policies, resolving existing conflicts, and setting clear, common objectives.

These initiatives are essential for overcoming existing obstacles and facilitating the smartization of Tabriz's urban transportation system through the IoT platform.

Acknowledgments
We extend our deepest gratitude to the managers and experts of the Deputy for Transportation and Traffic, the Architecture and Urban Development Department, the Statistics and Information Technology Organization of Tabriz Municipality, the Head of the Provincial Internet of Things Committee, and the esteemed individuals from knowledge-based companies such as AFTA. Your invaluable support in providing information and offering constructive guidance has been instrumental to the success of this research.

فصلنامه برنامه‌ریزی توسعه شهری و منطقه‌ای
سال نهم، شماره ۳۱، زمستان ۱۴۰۳، ص ۱۸۵ تا ۲۱۹
www.urdp.atu.ac.ir
DOI: 10.22054/urdp.2024.78634.1623

مقاله پژوهشی
تاریخ ارسال: ۱۴۰۳/۰۱/۲۰
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۳/۰۹/۰۵
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۹/۰۶
ISSN: 2476-5864
eISSN: 2476-

تحلیلی بر چالش‌ها و موانع حمل‌ونقل شهری هوشمند در کلانشهر تبریز بر بستر اینترنت اشیاء

اکبر اسمعیلی * دانشجوی دکتری گروه برنامه ریزی شهری و منطقه ای، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران

رسول قربانی استاد گروه جغرافیا و برنامه ریزی شهری، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران

حسن محمودزاده استاد گروه برنامه ریزی شهری و منطقه ای، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران

چکیده

گسترش روزافزون شهرها و ترافیک از یک‌سو و توسعه فناوری‌های نوین از سوی دیگر کشورها را با مسائل جدیدی مواجه ساخته است. نهادها و شیوه‌های مدیریت قدیمی با جهان پیچیده و به‌سرعت در حال تغییر در تضادند، درنتیجه برنامه ریزان در تلاش‌اند تا با نگاهی یکپارچه، مدل‌هایی را برای توسعه شهرهای قرن ۲۱ به‌منظور پاسخگویی به انتظارات جدید، توسعه دهند. یکی از این مفاهیم، توسعه شهر هوشمند است که محور تحول و توسعه هزاره سوم می‌باشد. حمل‌ونقل شهری نیز از حوزه‌هایی است که از فناوری‌ها نظیر اینترنت اشیاء (IoT) متأثر می‌گردد. این تحقیق جزء تحقیقات کاربردی و ازنظر گردآوری و تحلیل اطلاعات، توصیفی- تحلیلی می‌باشد. با انجام تحلیل‌های کیفی به کمک پرسشنامه باز، مؤلفه‌های تأثیرگذار شناسایی و سپس پرسشنامه بسته‌ای طراحی و با روش نمونه‌گیری هدفمند با استفاده از تکنیک گلوله برفی، اقدام به جمع‌آوری اطلاعات به تعداد ۱۷۷ نمونه از سطح جامعه آماری گردید. یافته‌های تحقیق نشان می‌دهد که شهر تبریز به‌عنوان یکی از کلان‌شهرهای کشور با مشکلاتی زیادی در زمینه حمل‌ونقل هوشمند درون‌شهری مواجه می‌باشد که تحقق آن با چالش‌ها و موانع متعدد من‌جمله ضعف مدیریت یکپارچه شهری، نداشتن چشم‌انداز مشخص، ضعف برنامه‌ریزی، کمبود منابع مالی، نبود ساختارهای تشکیلاتی مرتبط، نبود سامانه‌های هوشمند مبتنی بر اینترنت اشیاء و استفاده از سامانه‌های ناهمگون، عدم آشنایی با سیستم‌های هوشمند مبتنی بر اینترنت اشیاء و... روبرو می‌باشد.

کلیدواژه‌ها: شهر هوشمند، موانع، حمل‌ونقل هوشمند، اینترنت اشیاء، تبریز.

* نویسنده مسئول: esmaili951@gmail.com

۱- مقدمه

نسبت جهانی جمعیت شهری در حال افزایش است. در سال ۱۹۰۰، حدود ۱۳٪ جمعیت زمین، شهرنشین بوده‌اند درحالی‌که این آمار در سال ۲۰۲۰ به ۶۰٪ رسیده است. رشد شتابان شهرها، متناسب با گسترش ظرفیت زیرساخت‌هایشان نیست و فشار فزاینده‌ای به آن تحمیل می‌کند و شهرها همواره از پیامدهای نامطلوب رنج می‌برند. نهادهای سنتی و شیوه‌های مدیریت و حاکمیت قدیمی با جهان به‌سرعت در حال تغییر در تضادند درنتیجه برنامه ریزان شهری در تلاش‌اند تا با نگاهی یکپارچه به ابعاد شهرنشینی، مدل‌هایی را برای توسعه شهرهای قرن ۲۱ توسعه دهند. همگام با تسریع رشد شهرنشینی، فرآیند جهانی‌شدن نیز شتابی فزاینده یافته و شهرها، این کانون‌های اجتماعی و اقتصادی دنیا، از طریق فناوری‌های پیشرفته اطلاعاتی و ارتباطی درحال توسعه‌اند. توسعه شهر هوشمند است به‌عنوان محور تحول و توسعه هزاره سوم، به معنای گشایش مفاهیمی نو در برنامه‌ریزی شهری است. افزایش تعداد خودرو و حجم ترافیک از یک‌سو و توسعه فناوری‌های نوین از سوی دیگر کشورها را با چالش‌های جدیدی مواجه ساخته‌اند. سیستم‌های حمل‌ونقل شهری، به‌عنوان یکی از ارکان شهر هوشمند از فناوری‌های نوین نظیر اینترنت اشیاء و فرآیندهای هوشمندسازی شهری، متأثر گردیده و نتایج آن در مسیر توسعه شهری مورد پیش‌بینی، آینده‌نگری و برنامه‌ریزی قرار می‌گیرد. در کشورهای درحال توسعه، مدیریت ترافیک با استفاده از روش‌های سنتی انجام می‌گیرد. سابقه سیستم‌های حمل‌ونقل هوشمند در ایران به استفاده از چراغ‌های کنترل تقاطع‌ها بازمی‌گردد؛ اما گذار از سیستم سنتی به سمت هوشمند با موانع و چالش‌های مختلفی همراه است که توجه نکردن به آن‌ها کل رؤیای ساخت شهر هوشمند را تهدید می‌کند. در کشور ما نیز چالش‌هایی در این مسیر وجود دارد که باعث شده فاصله معناداری تا هوشمندسازی داشته باشیم. سؤال اصلی تحقیق این است که مهم‌ترین موانع پیش روی تحقق حمل‌ونقل هوشمند در سطح شهر تبریز بر بستر اینترنت اشیاء کدام‌اند؟ و اولویت آن‌ها چیست؟ که هدف اصلی آن، شناسایی، تبیین و اولویت‌بندی موانع می‌باشد.

۲-ادبیات نظری

رشد شتابان شهرها، متناسب با گسترش ظرفیت زیرساخت‌هایشان نیست و فشار فزاینده‌ای به آن تحمیل می‌کند که همواره از پیامدهای نامطلوب رنج می‌برند، درنتیجه برنامه‌ریزان شهری در تلاش‌اند، مدل‌هایی را برای توسعه شهرهای قرن ۲۱ توسعه دهند. از مفاهیم جدید، توسعه شهر هوشمند است که به‌عنوان محور تحول و توسعه هزاره سوم مطرح‌شده و به معنای گشایش مفاهیمی نو در برنامه‌ریزی شهری است (پوراحمد، ۱۳۹۷: ۶). در این بخش به تعریف شهر هوشمند (پیشران‌ها، ابعاد، محرک‌ها و موانع)، حمل‌ونقل هوشمند (الزامات، سیستم‌ها و تجهیزات)، اینترنت اشیاء (عناصر و اجزاء) و پیشینه تحقیق پرداخته می‌شود.

۲-۱- شهر هوشمند[1]

شهر هوشمند، از انواع سنسورها جهت جمع‌آوری اطلاعات و مدیریت دارایی‌ها، منابع و خدمات شهری استفاده می‌کند (Chun Sing Lai, 2020:291). ایده شهر هوشمند ریشه در ایجاد و اتصال سرمایه انسانی، سرمایه اجتماعی و زیرساخت‌های فناوری اطلاعات دارد (European Parliament, 2014:18). این ایده تا اواسط ۱۹۸۰ که ژاپنی‌ها شهر علم و استرالیایی‌ها شهر چندعملکردی را در آدلاید بنا کردند، ایده ناشناخته‌ای بود (ویسی، ۱۳۹۰: ۳۶). برای اولین بار به‌عنوان راهبرد توسعه در دهه ۹۰ مطرح شد و نخستین بار در بریزبن استرالیا و بلکسبرگ آمریکا به کار گرفته شد (Alvarez et al, 2012:181).

در خصوص محرک‌ها[2] و موانع[3] هوشمندسازی شهری، چارچوب مشخصی برای رسیدن به درجه غایی شهر هوشمند وجود ندارد و راهکار هوشمندسازی گامی است کوچک در پاسخ به مسائل امروزین شهرها (خامسی، ۱۳۹۹: ۳۲). محرک‌ها نظیر ظرفیت مالی، نظارت و کنترل، آمادگی زیرساخت‌ها، سرمایه انسانی، ثبات اقتصادی، مشارکت شهروندان، مشارکت بخش خصوصی و زیست‌بوم نوآوری و موانع نظیر ضعف

1. Smart City
2. Stimulators
3. Barriers

سرمایه‌گذاری، ضعف زیرساخت فناوری، اقتدار پراکنده، نبود چارچوب حکمرانی و قوانین نظارتی، کمبود سرمایه انسانی ماهر، مشارکت پایین شهروندان و سواد پایین فناوری (Tan & Taeiahagh, 2020:11)؛ و نیز انسان، فناوری و نهادهای شهری، پیشران‌های سیستم شهر هوشمند[1] می‌باشند؛ که بنا به شرایط هر شهر متغیر بوده و میزان موفقیت و عدم موفقیت به آن وابسته است (خامسی، ۱۳۹۹: ۳۱). ابعاد و محورهای شهر هوشمند[2] عبارت‌اند از: آموزش، مسکن، حکمروایی، امنیت سایبری، زیرساخت، انرژی، سلامت، حمل‌ونقل هوشمند (Shah Syed, 2021:431) که حمل‌ونقل یکی از ابعاد اصلی شهر هوشمند می‌باشد:

۲-۲- حمل‌ونقل هوشمند[3]

سیستم حمل‌ونقل هوشمند مجموعه‌ای از نرم‌افزارها و سخت‌افزارها که به‌منظور سهولت در تردد، افزایش امنیت و کاهش آلودگی‌ها کار می‌کنند و از سه بخش ارتباطات شبکه‌ای، پردازش اطلاعات و کنترل اطلاعات تشکیل می‌شود و اطلاعات از طریق فناوری‌های بدون سیم، اینترنت و حسگرها دریافت و پردازش می‌شود تا تصمیمی هوشمندانه در جهت بهبود کارایی منابع و رفع مشکلات گرفته شود (Bhokarkar Vaidya, 2021:80).

۲-۲-۱- الزامات (عناصر و اجزاء)

زیرساخت‌های الکترونیکی، زیرساخت‌های مکانیکی، سیستم‌های هوش مصنوعی و اینترنت اشیاء، سیستم‌های کنترل سیگنال ترافیک و استراتژی‌های مدیریتی الزامات یک سیستم حمل‌ونقل هوشمند[4] می‌باشند (Mihai Burlacu, 2022:3).

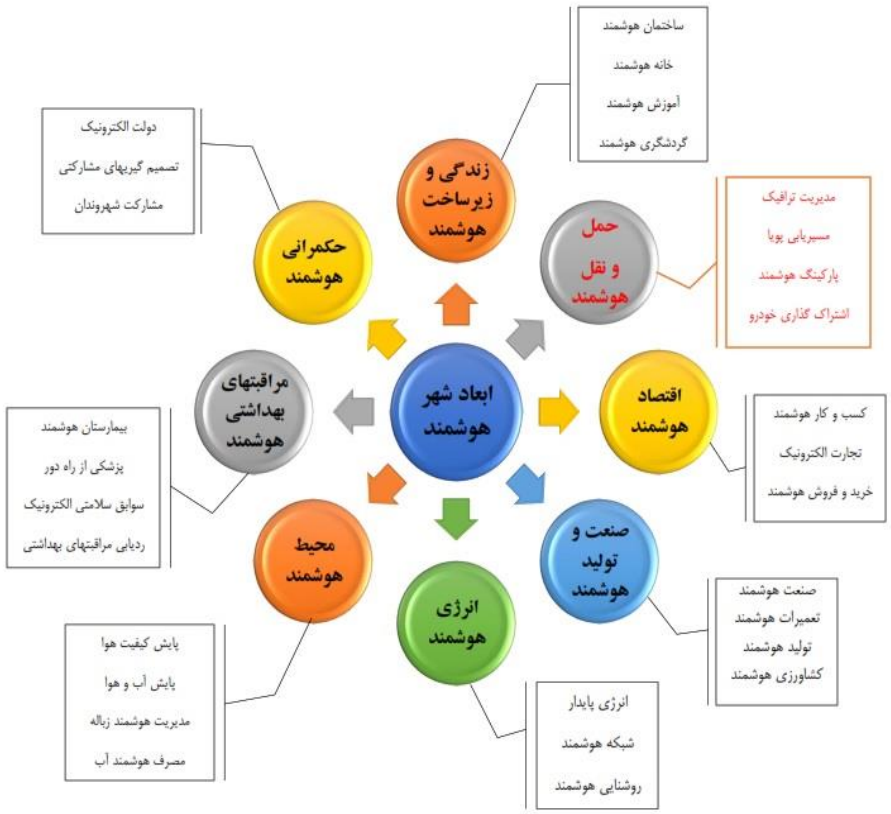
۲-۲-۲- سیستم‌ها و تجهیزات

سیستم تردد شمار، تجهیزات هوشمندسازی چراغ راهنمایی، سیستم توزین در حال

1. Smart City Propulsion
2. The dimensions and axes of the smart city
3. Smart transportation
4. Intelligent Transportation System

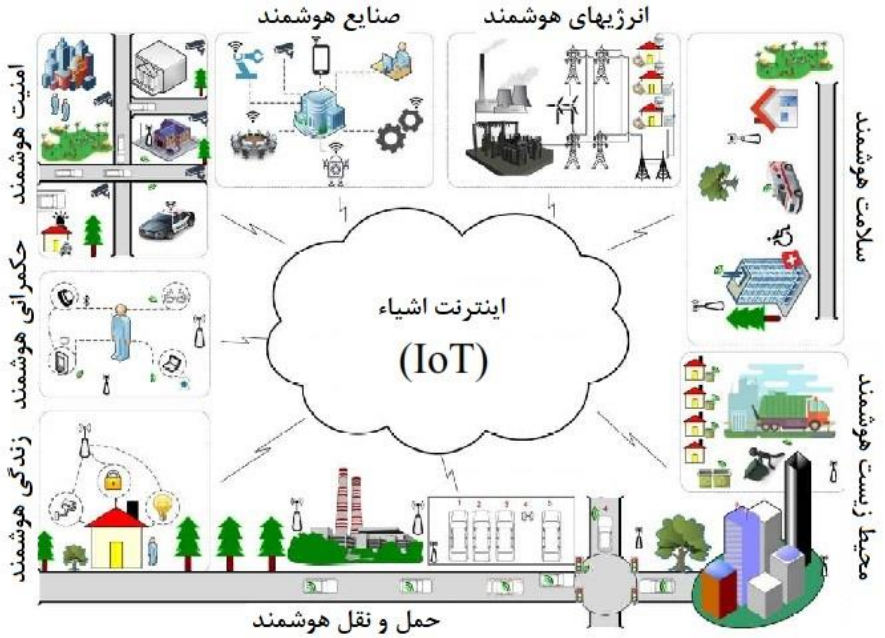
حرکت[1] (WIM)، سیستم اطلاع‌رسانی اتوماتیک رادیویی، سنسورهای هواشناسی، دوربین‌های سرعت‌سنج، تابلوهای پیام متغیر[2] (VMS)، موقعیت‌یاب خودکار وسیله نقلیه[3] (AVL)، سیستم ثبت و تشخیص پلاک خودرو، سیستم تشخیص خودکار حوادث[4] (AADS)، سیستم پیشرفته اطلاع‌رسانی مسافرین[5] (APIS)، دوربین‌های مداربسته و نظارت تصویری[6] (CCTV) جزو سیستم‌ها و تجهیزات حمل‌ونقل هوشمند می‌باشند (قاسمی نژاد، حسین، ۱۳۸۸: ۳).

شکل ۱. ابعاد و محورهای شهر هوشمند (Pierfrancesco Bellini, 2022:7)



1. Weight System in Motion
2. Variable Message Sign
3. Automatic Vehicle Locator
4. Automatic Accident Detection System
5. Advanced Passenger Information System
6. Cameras and Video Surveillance

شکل ۲. نمای کلی یک شهر هوشمند و IOT (Moazzami, 2021:286)



۲-۳- اینترنت اشیاء (IoT)

مفهوم اینترنت اشیاء، اتصال دستگاه‌های مختلف به یکدیگر از طریق اینترنت است. به کمک اینترنت اشیاء برنامه‌ها و دستگاه‌ها می‌توانند از طریق اتصال اینترنت با یکدیگر و حتی با انسان، تعامل و صحبت کنند. نظریه اینترنت اشیاء در سال ۱۹۹۹ توسط «کوین اشتون» بیان‌شده و اخیراً در دنیای فناوری اطلاعات بر روی آن کار می‌شود (صریحی، ۱۳۹۹). اینترنت اشیاء به یک شبکهٔ گستردهٔ جهانی از اشیاء متصل‌به‌هم و دارای آدرس‌های منحصربه‌فرد مبتنی بر پروتکل‌های ارتباطی استاندارد، اشاره می‌کند که نقطهٔ همگرایی آن‌ها اینترنت است. این اشیاء به‌عنوان حسگر عمل می‌کنند و می‌توانند جهت رسیدن به یک هدف مشترک با یکدیگر تعامل داشته باشند (Gubbi et al, 2013:1).

۲-۳-۱- اجزاء و عناصر اینترنت اشیاء

این اجزاء و عناصر به‌طورکلی به ایجاد یک سیستم حمل‌ونقل هوشمند و یکپارچه کمک

می‌کنند که قادر به مدیریت مؤثر ترافیک، بهینه‌سازی سفرها و بهبود تجربه حمل‌ونقل عمومی و خصوصی در سطح شهر باشد:

جدول ۱. عناصر و اجزاء اینترنت اشیاء جهت هوشمندسازی سیستم حمل‌ونقل (مأخذ: Wafaa (Kassab, 2020:7

عناصر و اجزاء	توضیحات
حسگرها و دستگاه‌ها	- حسگرهای ترافیکی: برای اندازه‌گیری حجم ترافیک، سرعت خودروها و الگوهای ترافیکی - حسگرهای پارکینگ: برای نظارت بر وضعیت پارکینگ‌ها و شناسایی فضاهای خالی - حسگرهای وضعیت جاده: برای تشخیص وضعیت جاده‌ها ازجمله مشکلاتی مثل یخ‌زدگی و خرابی - دوربین‌های نظارتی: برای نظارت تصویری بر ترافیک و شناسایی تخلفات رانندگی - حسگرهای محیطی: برای اندازه‌گیری کیفیت هوا و شرایط جوی
زیرساخت‌های ارتباطی	- شبکه‌های ارتباطی بی‌سیم و سیمی: برای انتقال داده‌های حسگرها و دستگاه‌ها به سیستم‌های مرکزی و ابری، شامل شبکه‌هایWi-Fi ، 4G/5G و شبکه‌های خصوصی می‌شود - دروازه‌های ارتباطی: برای اتصال و مدیریت ارتباطات میان حسگرها، دستگاه‌ها و سرورها
پلتفرم‌های پردازش و ذخیره‌سازی	- پلتفرم تحلیل داده‌ها: برای تجزیه‌وتحلیل داده‌های ترافیکی، پیش‌بینی الگوهای ترافیک و بهینه‌سازی مسیر - پایگاه‌های داده: برای ذخیره‌سازی و مدیریت داده‌های ترافیکی و وضعیت جاده‌ها
نرم‌افزارهای مدیریت و کنترل	- نرم‌افزارهای مدیریت ترافیکی: برای کنترل و هماهنگی سیگنال‌های ترافیکی و مدیریت ترافیک - نرم‌افزارهای پیش‌بینی و برنامه‌ریزی: برای پیش‌بینی مشکلات و بهبود برنامه‌ریزی حمل‌ونقل - نرم‌افزارهای مدیریت پارکینگ: برای مدیریت و کنترل استفاده از پارکینگ‌ها
رابط‌های کاربری	- اپلیکیشن‌ها: ارائه اطلاعات به رانندگان و مسافران، نظیر وضعیت ترافیک، پارکینگ‌ها و مسیرهای بهینه - داشبوردهای مدیریتی: برای نمایش و تحلیل داده‌های ترافیکی به مدیران و اپراتورهای حمل‌ونقل
سیستم‌های اجرایی و	- سیستم‌های کنترل سیگنال‌های ترافیکی: برای تنظیم و هماهنگی سیگنال‌های ترافیکی

عناصر و اجزاء	توضیحات
کنترل	داده‌های دریافتی - سیستم‌های مدیریت حمل‌ونقل عمومی: برای بهینه‌سازی خدمات حمل‌ونقل عمومی ازجمله اتوبوس‌ها
امنیت و حریم خصوصی	- مکانیزم‌های امنیتی: برای محافظت از داده‌ها و جلوگیری از دسترسی غیرمجاز به سیستم‌ها - مدیریت حریم خصوصی: برای اطمینان از حفاظت از اطلاعات شخصی و رعایت حریم خصوصی
مدیریت بحران و هماهنگی	- سیستم‌های اطلاع‌رسانی اضطراری: برای ارسال هشدارها و اطلاعات اضطراری به رانندگان و اپراتورها در صورت وقوع حوادث یا شرایط بحرانی
استراتژی‌های سیاست‌گذاری و برنامه‌ریزی	- استراتژی‌های توسعه شهری: برای هماهنگی با طرح‌های شهری و برنامه‌های توسعه. - مدیریت پروژه‌ها: برای پیاده‌سازی و نظارت بر پروژه‌های هوشمندسازی حمل‌ونقل

۳- پیشینه تحقیق

گودرزی، مجید و همکاران (۱۳۹۸)؛ در مقاله‌ای با عنوان «بررسی و تحلیل موانع هوشمندسازی حمل‌ونقل درون‌شهری اهواز» بیان می‌کند که یکی از مهم‌ترین راهبردهای توسعه حمل‌ونقل اهواز، شناسایی موانع توسعه حمل‌ونقل در ابعاد گوناگون آن است که یکی از ابعاد آن، هوشمندسازی است. امیرپورکلمه، حمیدرضا (۱۳۹۶)؛ در مقاله‌ای با عنوان «بررسی حمل‌ونقل هوشمند با به‌کارگیری تکنولوژی اینترنت اشیاء در شبکه‌های شهری هوشمند» بیان می‌کند که فناوری‌های کارآمد ITS در این حوزه رشد کرده و به معرفی اینترنت اشیاء و جزییات بیشتر آن در زمینه سیستم حمل‌ونقل هوشمند می‌پردازد. فیروزی، آرش (۱۳۹۶)؛ در مقاله‌ای با عنوان «کاربرد اینترنت اشیاء در حمل‌ونقل شهری» بیان می‌کند، اشیاء وقتی بتوانند خود را به‌صورت دیجیتالی ارائه کنند درنهایت به پدیده‌ای بسیار فراتر از کلیتی که در واقعیت هستند، تبدیل خواهند شد که می‌توان سخن از یک محیط هوشمند به میان آورد. جعفری، محمد و همکاران (۱۳۹۸)؛ در مقاله‌ای با عنوان «بررسی تأثیر اینترنت اشیاء، کلان داده و... بر توسعه شهر هوشمند» بیان می‌کنند که شهرهایی که به‌صورت سنتی طراحی و ایجاد شده‌اند با مشکلاتی مانند ترافیک، آلودگی،

نبود ارتباطات و کاهش کیفیت زندگی روبه‌رو هستند. شهر هوشمند با اشاعه ارتباط سنسورها و بانک‌های اطلاعاتی از طریق اینترنت اشیاء، مشوق زیرساختی مناسب برای این موضوع است. ابراهیمی، ناهید و همکاران (۱۳۹۹)؛ در مقاله‌ای با عنوان «بررسی تأثیر اینترنت اشیاء بر حمل‌ونقل در کلان شهرها» بیان می‌کند که اینترنت اشیاء، شبکه‌ای است که در آن تمامی اشیاء قابلیت ارتباط از طریق شبکه را خواهند داشت که از این ارتباط با نام اینترنت اشیاء یاد می‌شود. سیهو ژانگ (۲۰۱۷)[1]؛ در پایان‌نامه دکتری در دانشگاه Tallinn با عنوان «نقش فناوری اطلاعات و ارتباطات برای توسعه شهر هوشمند» به تجزیه‌وتحلیل مؤلفه‌های فناوری اطلاعات و ارتباطات به سمت طراحی هوشمند شهر می‌پردازد. ژیاو فینگ ژی (۲۰۱۸)[2]؛ در گزارش فنی با عنوان «برنامه‌های کاربردی IoT برای ایجاد سیستم‌های حمل‌ونقل هوشمند» به برنامه‌های مهم IoT در سیستم‌های حمل‌ونقل هوشمند، نظیر خودروهای هوشمند و مدیریت ترافیک هوشمند پرداخته است. ماریانا دانیل (۲۰۲۰)[3]؛ در مقاله‌ای با عنوان «شهرهای هوشمند مبتنی بر کاربردهای فناوری اینترنت اشیاء» به این نکته می‌پردازد که توسعه فناوری‌ها امکان استفاده از اینترنت اشیاء را در محیط‌های شهری هوشمند فراهم می‌کند. بولنت یلدیز (۲۰۲۱)[4]؛ در مقاله‌ای با عنوان «اینترنت اشیاء و شهرهای هوشمند» به این مسئله می‌پردازد که مشکل اساسی در شهرهای سنتی، پیاده‌سازی فناوری اطلاعات به‌ویژه اینترنت اشیاء است. اسما آیت اووالان (۲۰۲۱)[5]؛ در مقاله با عنوان «مروری بر راه‌حل‌های مدیریت ترافیک بر اساس IoT و AI» به رفع مشکلات مدیریت ترافیک شهری و با استفاده هوشمندانه و کارآمد از فناوری‌های نوین می‌پردازد. فیصل شهزاد و همکاران (۲۰۲۱)[6]؛ در مقاله‌ای تحت عنوان «شهرهای هوشمند آینده: الزامات، فناوری‌های نوظهور، برنامه‌های کاربردی، چالش‌ها و جنبه‌های آینده» به بررسی و تجزیه‌وتحلیل فناوری‌های آینده و الزامات شهرهای هوشمند پرداخته و بیان

1. Sihou Zhang
2. Xiao-Feng Xie
3. Mariana Daniela
4. Bülent Yildiz
5. Asma Ait Ouallane
6. Faisal Shahzad, Saif ur Rehman

می‌کند که پیشرفت تکنولوژیکی، سنگ بنای شهر هوشمند می‌باشد. ماناو بانسال (۲۰۲۲)[1]؛ در مقاله‌ای با عنوان «شهر هوشمند، تطبیق‌پذیری وسایل نقلیه با استفاده از IoT» بیان می‌کند که شهر هوشمند بر پایه اینترنت اشیاء، روشی است مدرن برای مقابله با عوامل بازدارنده توسعه شهرها.

۴-محدوده موردمطالعه

تبریز بزرگ‌ترین شهر و قطب اقتصادی، سیاسی، اداری، صنعتی، فرهنگی و ارتباطی شمال غرب ایران بوده و در حدود $24451\ km^2$ وسعت دارد که جمعیت آن در ۱۴۰۰ به ۱۶۴۳۹۶۰ نفر رسیده است. بر اساس آخرین داده‌های سازمان فناوری اطلاعات ایران (فاوا، ۱۴۰۳)، وضعیت شاخص‌های توسعه ICT نشان می‌دهد که ضریب نفوذ اینترنت در این شهر ۷۲/۵ درصد و نسبت به میانگین کشوری که ۷۸/۶ درصد می‌باشد، کمی پایین‌تر است. میانگین شاخص استفاده از فناوری اطلاعات و ارتباطات در آن برابر ۰/۶۹۸ می‌باشد که در مقایسه با میانگین کشوری آن‌که ۰/۷۲۲ است، کمتر می‌باشد. بر اساس آخرین اطلاعات، وضعیت عناصر و اجزاء اینترنت اشیاء در سیستم حمل‌ونقل شهر تبریز به شرح زیر می‌باشد:

جدول ۲. عناصر و اجزاء اینترنت اشیاء در سیستم حمل‌ونقل شهر تبریز (مأخذ: اداره طراحی و توسعه سامانه‌های هوشمند، معاونت حمل‌ونقل و ترافیک، شهرداری تبریز، ۱۴۰۳)

عناصر و اجزاء	ریز عناصر و اجزا	وضعیت محدوده موردمطالعه
حسگرها و دستگاه‌ها	حسگرهای ترافیکی حسگرهای پارکینگ حسگرهای وضعیت جاده دوربین‌های نظارتی حسگرهای محیطی	تعداد ۲۷ دوربین پلاک خوان، تعداد خودروهای عبوری را در سطح شهر شمارش می‌کند +۱۰ خودرو پلیس دوربین‌دار ثبت تخلف+۱۰ دوربین منطقه LEZ فعال هستند. در فاز اول دوربین‌های نظارتی شهر تبریز تعداد ۴۶۱ دوربین نصب و ۳۹ دوربین در دست نصب می‌باشد و در فاز دوم تعداد ۶۸۰ دوربین جدید نصب خواهد شد. در سطح معابر اصلی شهر، تعداد ۱۸ دوربین سرعت‌سنج نصب

1. Manav Bansal

عناصر و اجزاء	ریز عناصر و اجزا	وضعیت محدوده موردمطالعه
		گردیده است.
زیرساخت‌های ارتباطی	شبکه بی‌سیم و سیمی دروازه‌های ارتباطی	حدود ۴۰۰ کیلومتر فیبر نوری در سطح شهر تبریز کارگذاری شده و درحال‌توسعه تا ۷۵۰ کیلومتر می‌باشد. زیرساخت‌های ارتباطی لازم در ۲۳ تقاطع جهت اتصال به سامانه Scats وجود دارد.
پلتفرم‌های پردازش و ذخیره‌سازی	پلتفرم‌های تحلیل داده‌ها پایگاه‌های داده	دیتاسنتر سازمان آمار و فناوری شهرداری تبریز و دیتاسنترهای بخش خصوصی در حال حاضر سامانه تشخیص خودکار حوادث وجود ندارد. در حال حاضر سامانه سیستم توزین در حال حرکت وجود ندارد.
نرم‌افزارهای مدیریت و کنترل	مدیریت ترافیکی پیش‌بینی و برنامه‌ریزی مدیریت پارکینگ	سامانه اسکج (scats) نرم‌افزار ایران آپ (آذرپارک) در حال حاضر در ۱۷ ایستگاه اتوبوس و ۱۸ ایستگاه مترو سامانه اطلاع‌رسانی نصب و سامانه مسیریاب اتوبوس و تاکسی نیز راه‌اندازی گردیده است.
رابط‌های کاربری	اپلیکیشن‌های موبایل داشبوردهای مدیریتی	تبریزآپ، متروباس، مسافرتبریز، آسان بار-اعلام بار، نقشه همراه تبریز، تومن، فرمون، تبریزلی، قونقا سوروجو، ماکسیم، اسنپ، تپسی
سیستم‌های اجرایی و کنترل	کنترل سیگنال ترافیکی مدیریت حمل‌ونقل	تعداد ۵۸۰ سامانه AVL بر روی اتوبوس‌ها نصب‌شده ولی بر روی تاکسی‌ها و باری‌ها فعال نمی‌باشد.
امنیت و حریم خصوصی	مکانیزم‌های امنیتی مدیریت حریم خصوصی	در سامانه‌ها و برنامه‌های کاربردی تولیدشده و مورداستفاده در سیستم حمل‌ونقل شهری تبریز و برای حفظ امنیت اطلاعات و حریم خصوصی استفاده‌کنندگان، پروتکل‌های امنیتی تعریف شده است.
مدیریت بحران و هماهنگی	سیستم‌های اطلاع‌رسانی اضطراری	در حال حاضر سیستم‌های هوشمند واکنش اضطراری(SERS) که بر هوش مصنوعی یا اینترنت اشیاء متکی باشند در سیستم حمل‌ونقل شهری تبریز فعال نگردیده است. در حال حاضر تعداد ۴ تابلوی VMS در سطح شهر نصب‌شده ولی غیرفعال هستند.

عناصر و اجزاء	ریز عناصر و اجزا	وضعیت محدوده موردمطالعه
		در حال حاضر استودیوی رادیویی به مرکز کنترل ترافیک شهر، متصل و فعال می‌باشد
استراتژی‌های سیاست‌گذاری و برنامه‌ریزی	استراتژی توسعه شهری مدیریت پروژه‌ها	در طرح‌ها و برنامه‌های توسعه شهری من‌جمله در طرح جامع حمل‌ونقل و ترافیک شهر تبریز بر پیاده‌سازی و نظارت بر پروژه‌های هوشمندسازی حمل‌ونقل تأکید شده است.

با بررسی الزامات (عناصر و اجزاء) و تجهیزات محدوده موردمطالعه، مشخص گردید که برخی از سامانه‌ها، سیستم‌ها و برنامه‌های کاربردی، موجود و برخی دیگر از آن‌ها هنوز مورداستفاده قرار نگرفته‌اند که در بخش یافته‌های تحقیق به آن‌ها پرداخته شده است. ساختار خشک مدیریت شهری، شناخت ناکافی از قابلیت‌های فناوری اطلاعات و ارتباطات و... باعث کندی هوشمندسازی در این شهر شده است (روستایی و همکاران، ۱۳۹۶: ۱۲۴).

۵-روش تحقیق

این تحقیق ازنظر هدف، کاربردی ازنظر گردآوری و تحلیل، توصیفی- تحلیلی و به لحاظ نوع، ترکیبی (کمی و کیفی) می‌باشد. در مطالعات کیفی از تحلیل موضوعی (نرم‌افزار Maxqda) و در مطالعات کمی از تحلیل عاملی تأییدی (نرم‌افزار Smart PLS) استفاده‌شده و ضریب تأثیرگذاری عوامل تعیین و اقدام به اولویت‌بندی موانع می‌گردد. ابزار و روش جمع‌آوری اطلاعات در بخش کیفی استفاده از سؤالات باز و در بخش کمی استفاده از سؤالات بسته بوده و اساتید، مدیران، کارشناسان (شهری، حمل‌ونقل و فناوری اطلاعات) جامعه آماری تحقیق می‌باشند که به دلیل نامشخص بودن تعداد آن، روش نمونه‌گیری هدفمند و تکنیک گلوله برفی استفاده‌شده و تا حد اشباع نظری پیش رفته است.

جدول ۳. روش نمونه‌گیری کنشگران در مطالعات کیفی و کمی

بخش	کنشگران	تعداد (نفر)	محل فعالیت
مطالعات کیفی	اساتید و خبرگان علمی	۵	دانشگاه تبریز، آزاد اسلامی واحد تبریز
	مدیران و کارشناسان اجرایی	۷	اداره طراحی و توسعه سامانه‌های هوشمند معاونت حمل‌ونقل و ترافیک شهرداری تبریز
مطالعات کمی	اساتید و خبرگان علمی	۲۱	دانشگاه تبریز، آزاد تبریز، پیام نور تبریز، علمی کاربردی، گیلان، نیشابور و جهاد دانشگاهی
	مدیران و کارشناسان اجرایی	۱۵۶	شهرداری تبریز (ستاد، معاونت حمل‌ونقل و ترافیک، معاونت برنامه‌ریزی، معاونت شهرسازی، اداره طراحی و توسعه سامانه‌های هوشمند و مناطق شهرداری)، سازمان آمار و فناوری اطلاعات شهرداری تبریز، مرکز مدیریت راهبردی افتا (آذربایجان شرقی)، نظام صنفی رایانه استان، کمیته اینترنت اشیاء استان، شرکت‌های دانش‌بنیان در زمینه فناوری اطلاعات و اینترنت اشیاء، سازمان نظام‌مهندسی ساختمان استان (گروه ترافیک و شهرسازی)

۶- تحلیل یافته‌های تحقیق

در راستای اهداف و نیز بر اساس روش تحقیق، با استفاده از روش‌های کمی و کیفی به شناسایی، تحلیل و اولویت‌بندی چالش‌ها و موانع حمل‌ونقل شهری هوشمند در سطح کلانشهر تبریز در بستر اینترنت اشیاء پرداخته شد که نتایج آن در دو بخش یافته‌های کمی و یافته‌های کیفی به شرح زیر می‌باشد:

۱-۶- یافته‌های کیفی

همان‌طوری که در روش تحقیق نیز بدان اشاره گردید، جامعه آماری دربرگیرنده اساتید، مدیران، کارشناسان (شهری، حمل‌ونقل و فناوری اطلاعات و ارتباطات) می‌باشد که به دلیل نامشخص بودن تعداد آن، از روش نمونه‌گیری هدفمند و تکنیک گلوله برفی استفاده گردیده و تا حد اشباع نظری پیش رفته است. با انجام مطالعات اسنادی و کتابخانه‌ای،

محرک‌ها و موانع (مقوله‌ها و مؤلفه‌ها) شناسایی و سپس با انجام مصاحبه حضوری با برخی از خبرگان به تعداد ۱۲ نمونه به کمک نرم‌افزار Maxqda اقدام به بازخوانی، استخراج و کدگذاری مؤلفه‌ها و مقوله‌های تأثیرگذار گردید که منجر به شناسایی ۷ مقوله اصلی تحت عنوان: سیاست‌گذاری_برنامه‌ریزی، اقتصادی_سرمایه‌گذاری، امنیتی_قانونی، فیزیکی_کالبدی، مدیریتی_سازمانی، فرهنگی_اجتماعی و فنی_تکنولوژیکی به‌عنوان مهم‌ترین محرک‌ها و موانع هوشمندسازی حمل‌ونقل شهری در سطح محدوده موردمطالعه شده است که نتایج آن در جدول زیر ارائه شده است:

جدول ۴. مؤلفه‌ها و مقوله‌های تأثیرگذار در هوشمندسازی حمل‌ونقل شهری تبریز (مأخذ: یافته‌های نگارندگان)

مقوله	کد	مؤلفه
سیاست‌گذاری - برنامه‌ریزی	P	نداشتن برنامه بلندمدت و راهبردی (نداشتن چشم‌انداز)، تعدد و تفرق مسئولیت شهر هوشمند میان نهادهای مختلف شهری، مشخص نبودن متولی اصلی برنامه‌ریزی و اجرای پروژه شهر هوشمند، تناقض و تضاد در دیدگاه‌های مدیران شهری، ضعف سیاست‌های تشویقی جهت جلب مشارکت ذینفعان، ضعف برنامه‌های تبلیغاتی و...
اقتصادی - سرمایه‌گذاری	EI	کمبود منابع مالی، بالا بودن هزینه تجهیز، تعمیر و نگهداری، عدم امکان تأمین اعتبارات کلان برای تجهیز، تعمیر و نگهداری تجهیزات سیستم‌ها، تأثیر تحریم‌های اقتصادی بر سرمایه‌گذاری، مشخص و تعریف نشدن فرصت‌های سرمایه‌گذاری
امنیتی -قانونی	SL	عدم رعایت حقوق شهروندی، امنیت پایین شبکه‌های مبتنی بر فناوری اطلاعات و محافظت ضعیف از اطلاعات، عدم شفافیت مقررات مربوط به ایجاد و توسعه شهر هوشمند، وجود قوانین دست و پاگیر و موازی در دستگاه‌های متولی
فیزیکی - کالبدی	PH	توزیع و مکان‌یابی نامناسب تجهیزات و زیرساخت‌ها، ناکارآمدی زیرساخت‌های کالبدی موجود، توزیع و پراکنش نامناسب کاربری‌ها، کم‌توجهی به موضوع شهر هوشمند در طرح‌های توسعه شهری، توسعه ناپایدار شهر و طراحی غیرهوشمند شهر و کم‌توجهی به ظرفیت فناوری‌های نوین اطلاعاتی و ارتباطاتی، عدم سنخیت کالبد شهر تبریز با شبکه حمل‌ونقل موجود

مقوله	کد	مؤلفه
مدیریتی - سازمانی	MO	عدم ثبات مدیریت شهری، هماهنگی ضعیف مدیران شهری، ضعف تصمیم‌گیری در برنامه‌ریزی و مدیریت پروژه‌های هوشمندسازی، نداشتن اولویت‌بندی در طرح‌ها و برنامه‌ها، عدم مسئولیت‌پذیری برخی از مدیران شهری، ضعف دانش فنی مدیران، وجود رویکرد از بالا به پایین، فقدان سیاست‌ها و دستورالعمل‌های نظارتی، عدم تعریف ساختارها و تشکیلات اداری مرتبط، طولانی شدن فرآیند اجرا و راه‌اندازی پروژه‌های هوشمندسازی، ضعف در مدیریت یکپارچه شهری، وجود موانع سازمانی در برون‌سپاری خدمات حمل‌ونقل هوشمند، اعمال قدرت و تصمیم‌گیری از طرف نهادهای بالادست و رفتارهای سلیقه‌ای مدیران، کمبود نیروهای متخصص، بی‌توجهی به بهبود کیفیت زندگی شهری، موازی کاری بین دستگاه‌های مختلف مدیریت شهری
فرهنگی - اجتماعی	CS	آگاهی کم شهروندان و مسئولان از مزایای هوشمندسازی، کم‌توجهی رسانه‌های محلی به رفتارسازی در حوزه هوشمندسازی، کم‌توجهی به شهر خلاق فرهنگی، تخریب و سرقت تجهیزات ترافیکی، ضعف سواد، بی‌توجهی و کم‌توجهی به برنامه‌های آموزشی، نبود سازمان‌های مردم‌نهاد (NGO ها)، پایین بودن سطح سرمایه اجتماعی، پایین بودن مطالبه گری مردم، مقاومت در برابر پرداخت عوارض و هزینه‌ها، مشخص نشدن حقوق و وظایف شهروندان در هوشمندسازی سیستم حمل‌ونقل شهری
فنی - تکنولوژیکی	IT	ضعف یا نبود سامانه‌ها و سیستم‌های هوشمندسازی، ضعف یا نبود بانک‌های اطلاعاتی مشترک بین دستگاه‌ها، زیرساخت‌های سنتی و ضعف زیرساخت‌های فناوری اطلاعات، خرابی و قطعی مکرر سامانه‌های موجود و قطعی و کم شدن سرعت اینترنت، استفاده از تجهیزات و فناوری‌های ناهمگن در سیستم‌های موجود، ضعف دانش فنی برای طراحی سخت‌افزار و نرم‌افزار، ضعف بستر مخابراتی و عدم تجهیز کامل شهر تبریز به فیبر نوری، عدم خودکفایی در تأمین تجهیزات (نرم‌افزاری و سخت‌افزاری)

۲-۶- یافته‌های کمی

بر اساس یافته‌های بخش تحلیل کیفی که در آن ۷ مقوله اصلی و ۹۶ مؤلفه فرعی به‌عنوان مهم‌ترین محرک‌ها و موانع هوشمندسازی حمل‌ونقل شهری تبریز شناسایی گردید، پرسشنامه اولیه‌ای دربرگیرنده ۹۶ مؤلفه، طراحی و نسبت به سنجش روایی محتوایی (CVR[1]) از سطح خبرگان به تعداد ۱۲ نمونه تکمیل گردید. مؤلفه‌هایی که دارای مقدار CVR بالای ۰/۵۶ (ضریب تأثیرگذاری بالا) بودند انتخاب و پرسشنامه ثانویه با ۵۶ مؤلفه

1. Content Validity Ratio

نهایی شد، سپس با روش نمونه‌گیری هدفمند با تکنیک گلوله برفی، تعداد ۱۷۷ نمونه از سطح جامعه آماری تکمیل و در نرم‌افزار Smart PLS کدگذاری و اقدام به تجزیه‌وتحلیل گردید. نتایج تحلیل‌های کمی صورت گرفته به شرح زیر می‌باشد:

۶-۲-۱- تحلیل الگوریتم کمترین مربعات جزئی[1]

الگوریتم کمترین مربعات جزئی، شامل سه مرحله می‌باشد: الف) برآورد تکراری مقادیر متغیرهای مکنون، ب) برآورد وزن‌های بیرونی و ضرایب مسیر پ) برآورد پارامترهای مبدأ (حسینی، ۱۳۹۷: ۱۰۰).

جدول ۵. ارزیابی ضریب تعیین موانع هوشمندسازی حمل‌ونقل شهری تبریز (مأخذ: یافته‌های نگارندگان)

مقوله‌ها (موانع هوشمندسازی)	R Square	R Square Adjusted	مقوله‌ها (موانع هوشمندسازی)	R Square	R Square Adjusted
مدیریتی - سازمانی	۰/۹۲۰	۰/۹۲۰	سیاست‌گذاری - برنامه‌ریزی	۰/۸۵۱	۰/۸۵۰
فرهنگی - اجتماعی	۰/۹۰۱	۰/۹۰۰	فیزیکی - کالبدی	۰/۸۰۵	۰/۸۰۴
امنیتی – قانونی	۰/۸۷۹	۰/۸۷۹	اقتصادی - سرمایه‌گذاری	۰/۷۳۹	۰/۷۳۸
فنی - تکنولوژیکی	۰/۸۵۶	۰/۸۵۵			

این معیار نشان از مقدار پیش‌بینی رفتار یک متغیر درون‌زا توسط یک یا چند متغیر برون‌زا دارد. مقدار این شاخص بین صفر تا یک می‌باشد و اگر از ۰/۶ بیشتر باشد نشان از انتخاب مناسب متغیرهای انتخاب‌شده در مدل دارد (حسینی، ۱۳۹۷: ۱۰۰). نتایج به‌دست‌آمده نشان می‌دهد که متغیرهای انتخاب‌شده مناسب بوده‌اند.

1. PLS Algorithm

جدول ۶. ارزیابی تغییرات اندازه تأثیر موانع بر هوشمندسازی حمل‌ونقل شهری تبریز (مأخذ: یافته‌های نگارندگان)

مقوله‌ها (موانع هوشمندسازی)	F Square	مقوله‌ها (موانع هوشمندسازی)	F Square
مدیریتی - سازمانی	۱۱/۵۴۹	سیاست‌گذاری - برنامه‌ریزی	۵/۷۲۶
فرهنگی - اجتماعی	۹/۰۵۷	فیزیکی - کالبدی	۴/۱۲۵
امنیتی – حقوقی و قانونی	۷/۲۷۹	اقتصادی - سرمایه‌گذاری	۲/۸۳۱
فنی - تکنولوژیکی	۵/۹۵۲		

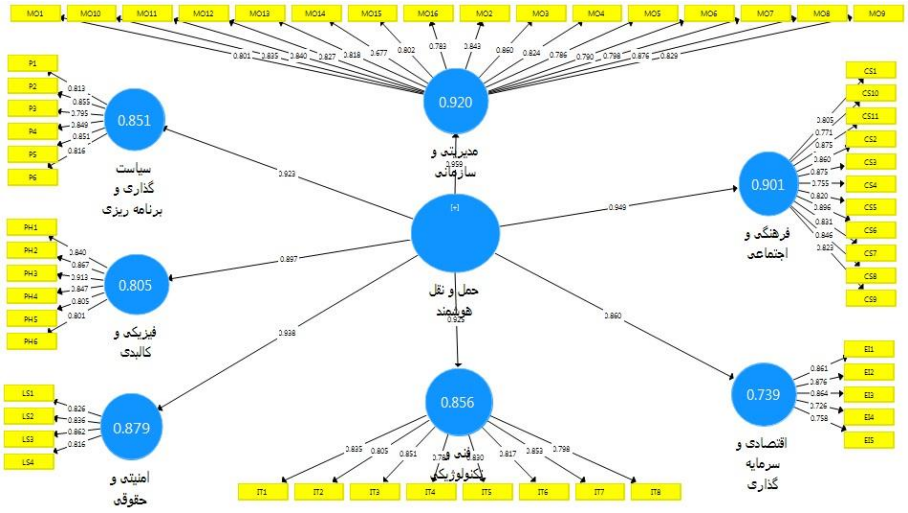
به کمک این معیار می‌توان اندازه تأثیر متغیرهای مستقل بر متغیر پنهان را به دست آورد (حسینی، ۱۳۹۷: ۱۰۳). نتایج به‌دست‌آمده نشان می‌دهد که مقوله‌های مدیریتی-سازمانی و فرهنگی – اجتماعی بیشترین تأثیر را بر متغیر هوشمندسازی حمل‌ونقل شهری تبریز دارند.

جدول ۷. پایایی و روایی سازه‌ها (مأخذ: یافته‌های نگارندگان)

مقوله‌ها (موانع هوشمندسازی)	آلفای کرونباخ	پایایی همگون	پایایی ترکیبی	میانگین واریانس استخراج‌شده (AVE)
مدیریتی - سازمانی	۰/۹۶۵	۰/۹۶۶	۰/۹۶۹	۰/۶۶۱
فرهنگی - اجتماعی	۰/۹۵۶	۰/۹۵۷	۰/۹۶۱	۰/۶۹۵
فنی - تکنولوژیکی	۰/۹۳۱	۰/۹۳۲	۰/۹۴۳	۰/۶۷۶
فیزیکی - کالبدی	۰/۹۲۰	۰/۹۲۱	۰/۹۳۸	۰/۷۱۷
سیاست‌گذاری - برنامه‌ریزی	۰/۹۱۰	۰/۹۱۱	۰/۹۳۰	۰/۶۸۹
اقتصادی - سرمایه‌گذاری	۰/۸۷۶	۰/۸۸۲	۰/۹۱۰	۰/۶۷۱
امنیتی – حقوقی و قانونی	۰/۸۵۵	۰/۸۵۶	۰/۹۰۲	۰/۶۹۸

با انجام تحلیل پایایی و روایی سازه‌ها، مشخص گردید که متغیرهای مدیریتی-سازمانی بیشترین و متغیرهای امنیتی-حقوقی و قانونی کمترین پایایی و روایی را دارند. جهت تبیین بهتر موضوع، نتایج تحلیل ضرایب مسیر موانع مؤثر در هوشمندسازی سیستم حمل‌ونقل شهری تبریز در نرم‌افزار Smart PLS به شکل زیر حاصل گردیده است:

شکل ۳. تحلیل ضرایب مسیر موانع مؤثر در هوشمندسازی سیستم حمل‌ونقل شهری تبریز



۶-۲-۲- تحلیل بوت استراپینگ[1] (خودگردان سازی)

به کمک تحلیل بوت استراپینگ در نرم‌افزار Smart PLS می‌توان ضرایب مسیر را که بیان‌کننده وجود رابطه علی خطی، شدت و جهت رابطه بین متغیرها می‌باشند پیدا کرد و مقدار این ضریب بین ۱- و ۱+ می‌باشد (حسینی، ۱۳۹۷: ۱۲۴).

جدول ۸. بررسی ضرایب مسیرهای مستقیم (Beta) (مأخذ: یافته‌های نگارندگان)

رابطه بین متغیرها	ضرایب مسیر	انحراف معیار	مقدار آماره T	مقدار معناداری
حمل‌ونقل هوشمند -> مدیریتی - سازمانی	۰/۹۵۹	۰/۰۰۵	۱۷۵/۸۰	۰/۰۰۱
حمل‌ونقل هوشمند -> فرهنگی - اجتماعی	۰/۹۴۹	۰/۰۰۷	۱۲۸/۱۳	۰/۰۰۱
حمل‌ونقل هوشمند -> امنیتی – حقوقی و قانونی	۰/۹۳۸	۰/۰۰۸	۱۱۲/۶۸	۰/۰۰۱
حمل‌ونقل هوشمند -> فنی - تکنولوژیکی	۰/۹۲۵	۰/۰۱۲	۷۸/۴۴	۰/۰۰۱
حمل‌ونقل هوشمند -> سیاست گذاری - برنامه‌ریزی	۰/۹۲۳	۰/۰۱۲	۷۸/۳۴	۰/۰۰۱
حمل‌ونقل هوشمند -> فیزیکی - کالبدی	۰/۸۷۹	۰/۰۱۲	۷۴/۶۰	۰/۰۰۱
حمل‌ونقل هوشمند -> اقتصادی - سرمایه‌گذاری	۰/۸۶۰	۰/۰۲۰	۴۲/۲۸	۰/۰۰۱

1. Bootstrapping

جدول ۹. میانگین بار عاملی تعدیلی مقوله‌های تأثیرگذار هوشمندسازی حمل‌ونقل تبریز (مأخذ: یافته‌های نگارندگان)

کد	مقوله‌ها	بار عاملی تعدیلی	مقدار معنا داری	اولویت در کل
EI2	بالا بودن هزینه تجهیز، تعمیر و نگهداری سامانه‌های هوشمندسازی حمل‌ونقل شهری	۰/۹۳	۰/۰۰۱	۱
MO3	ضعف تصمیم‌گیری در برنامه‌ریزی و مدیریت پروژه‌های هوشمندسازی حمل‌ونقل شهری	۰/۹۱	۰/۰۰۱	۲
MO8	فقدان سیاست‌ها و دستورالعمل‌های نظارتی بر نحوه پیاده‌سازی حمل‌ونقل هوشمند	۰/۹۱	۰/۰۰۱	۳
CS6	کم‌توجهی به برنامه‌های آموزشی مدیران و شهروندان در زمینه شهر و شهروند هوشمند	۰/۹۱	۰/۰۰۱	۴
P2	تعدد و تفرق (تکه‌تکه شدن) مسئولیت شهر هوشمند میان نهادهای مختلف شهری	۰/۹۰	۰/۰۰۱	۵
EI3	عدم تأمین اعتبارات کلان برای تجهیز، تعمیر و نگهداری سیستم‌های هوشمندسازی	۰/۹۰	۰/۰۰۱	۶
PH3	توزیع و پراکنش نامناسب کاربری‌های شهری (تولید و جاذب سفر)	۰/۹۰	۰/۰۰۱	۷
MO2	هماهنگی کم و ضعیف مدیران شهری با یکدیگر	۰/۹۰	۰/۰۰۱	۸
EI1	کمبود منابع مالی برای اجرای پروژه‌های هوشمندسازی حمل‌ونقل شهری	۰/۹۰	۰/۰۰۱	۹
MO11	ضعف در مدیریت یکپارچه شهری	۰/۹۰	۰/۰۰۱	۱۰
P4	تناقض در دیدگاه‌های مدیران شهری در خصوص نحوه ایجاد و استفاده از شهر هوشمند	۰/۹۰	۰/۰۰۱	۱۱
PH4	کم‌توجهی به شهر هوشمند و برنامه‌ریزی حمل‌ونقل هوشمند در طرح‌های توسعه	۰/۹۰	۰/۰۰۱	۱۲
LS3	نبود یا عدم شفافیت در زمینه مقررات مربوط به ایجاد و توسعه شهر هوشمند	۰/۸۹	۰/۰۰۱	۱۳
CS11	مشخص نشدن حقوق و وظایف شهروندان در هوشمندسازی حمل‌ونقل شهری	۰/۸۸	۰/۰۰۱	۱۴
MO10	طولانی شدن فرآیند اجرا و راه‌اندازی پروژه‌های هوشمندسازی حمل‌ونقل شهری	۰/۸۸	۰/۰۰۱	۱۵

کد	مقوله‌ها	بار عاملی تعدیلی	مقدار معنا داری	اولویت در کل
MO4	نداشتن اولویت‌بندی در طرح‌ها و برنامه‌های هوشمندسازی حمل‌ونقل شهری	۰/۸۸	۰/۰۰۱	۱۶
P1	نداشتن برنامه بلندمدت و راهبردی در زمینه هوشمندسازی حمل‌ونقل (نداشتن چشم‌انداز)	۰/۸۸	۰/۰۰۱	۱۷
IT7	ضعف بستر مخابراتی و عدم تجهیز کامل شهر تبریز به فیبر نوری	۰/۸۸	۰/۰۰۱	۱۸
P5	ضعف سیاست‌های تشویقی جهت جلب مشارکت ذینفعان	۰/۸۸	۰/۰۰۱	۱۹
IT3	زیرساخت‌های سنتی حمل‌ونقل و ضعف زیرساخت‌های فناوری اطلاعات در سطح شهر	۰/۸۸	۰/۰۰۱	۲۰
MO9	عدم تعریف ساختارها و تشکیلات اداری مرتبط با هوشمندسازی حمل‌ونقل شهری	۰/۸۸	۰/۰۰۱	۲۱
PH2	ناکارآمدی زیرساخت‌های کالبدی موجود (بافت فرسوده، عدم رعایت سلسله‌مراتب راه‌ها)	۰/۸۸	۰/۰۰۱	۲۲
CS8	پایین بودن سطح سرمایه اجتماعی (ضعف اعتماد بین مدیران شهری و شهروندان)	۰/۸۸	۰/۰۰۱	۲۳
CS3	کم‌توجهی به شهر خلاق فرهنگی و ضعف ایده‌پردازی در زمینه حمل‌ونقل هوشمند	۰/۸۷	۰/۰۰۱	۲۴
IT1	ضعف یا نبود سامانه‌ها و سیستم‌های هوشمندسازی حمل‌ونقل شهری	۰/۸۷	۰/۰۰۱	۲۵
IT5	استفاده از تجهیزات و فناوری‌های ناهمگن در سیستم‌های موجود حمل‌ونقل شهر تبریز	۰/۸۷	۰/۰۰۱	۲۶
MO13	اعمال قدرت و تصمیم‌گیری از طرف نهادهای بالادست و رفتارهای سلیقه‌ای مدیران	۰/۸۷	۰/۰۰۱	۲۷
LS2	امنیت پایین شبکه‌های مبتنی بر فناوری اطلاعات (اپلیکیشن‌ها) و محافظت از آن‌ها	۰/۸۷	۰/۰۰۱	۲۸
MO1	عدم ثبات مدیریت شهری (تغییرات سریع مدیریتی)	۰/۸۶	۰/۰۰۱	۲۹
CS2	کم‌توجهی رسانه‌های محلی به رفتارسازی در حوزه هوشمندسازی	۰/۸۶	۰/۰۰۱	۳۰
P3	مشخص نبودن متولی اصلی برنامه‌ریزی و اجرای پروژه شهر هوشمند تبریز	۰/۸۶	۰/۰۰۱	۳۱

یافته‌ها نشان می‌دهد که موانع متعددی در مسیر هوشمندسازی حمل‌ونقل در شهر تبریز، تأثیرگذار هستند. بالا بودن هزینه تجهیز، تعمیر و نگهداری، عدم تأمین اعتبارات کلان و کمبود منابع مالی به‌عنوان مهم‌ترین موانع اقتصادی و سرمایه‌گذاری، ضعف تصمیم‌گیری در برنامه‌ریزی و مدیریت پروژه‌های هوشمندسازی، فقدان سیاست‌ها و دستورالعمل‌های نظارتی، ضعف در مدیریت یکپارچه شهری، طولانی شدن فرآیند اجرا و راه‌اندازی پروژه‌ها و نداشتن اولویت‌بندی در طرح‌ها و برنامه‌ها به‌عنوان مهم‌ترین موانع مدیریتی و سازمانی، کم‌توجهی به برنامه‌های آموزشی در زمینه شهر و شهروند هوشمند، مشخص نشدن حقوق و وظایف شهروندان، پایین بودن سطح سرمایه اجتماعی (ضعف اعتماد بین مدیران شهری و شهروندان) جزو مهم‌ترین موانع فرهنگی و اجتماعی می‌باشند.

همچنین تعدد و تفرق مسئولیت شهر هوشمند میان نهادهای مختلف، تناقض در دیدگاه‌های مدیران شهری، نداشتن برنامه بلندمدت و راهبردی و نداشتن چشم‌انداز و مشخص نبودن متولی اصلی برنامه‌ریزی و اجرای پروژه شهر هوشمند تبریز به‌عنوان مهم‌ترین موانع برنامه‌ریزی و سیاست‌گذاری، مطرح می‌باشند. در کنار این موانع، ضعف بستر مخابراتی و عدم تجهیز کامل شهر به فیبر نوری، زیرساخت‌های سنتی، ضعف زیرساخت‌های فناوری اطلاعات و عدم همخوانی سامانه‌ها و سیستم‌ها با یکدیگر، به‌عنوان مهم‌ترین موانع فنی و تکنولوژیکی و عدم شفافیت مقررات مربوط به ایجاد و توسعه شهر هوشمند، امنیت پایین شبکه‌های مبتنی بر فناوری اطلاعات (به‌خصوص در اپلیکیشن‌ها) و محافظت ضعیف از اطلاعات کاربران به‌عنوان موانع حقوقی- قانونی و امنیتی، مطرح می‌باشند و درنهایت توزیع و پراکنش نامناسب کاربری‌های شهری (تولیدکننده و جاذب سفر)، کم‌توجهی به شهر و حمل‌ونقل هوشمند در طرح‌های توسعه شهری و ناکارآمدی زیرساخت‌های کالبدی موجود (بافت فرسوده شهر، عدم رعایت سلسله‌مراتب راه‌ها و...) به‌عنوان مهم‌ترین موانع کالبدی و فیزیکی در سطح محدوده موردمطالعه به‌عنوان تأثیرگذارترین موانع مطرح می‌باشند. با توجه به معناداری بارهای عاملی برای عوامل شناسایی‌شده و شاخص‌های پایایی و روایی برای الگوی هوشمندسازی سیستم حمل‌ونقل درون‌شهری تبریز، الگو دارای برازش مطلوب بوده، ازاین‌رو مدیران و برنامه ریزان شهری

می‌توانند از این الگو برای آسیب‌شناسی و رفع موانع پیش رو بهره‌برداری نمایند.

نتیجه‌گیری

بر اساس یافته‌های تحقیق؛ مشخص گردید که عوامل کیفی و کمی متعددی در زمینه هوشمندسازی حمل‌ونقل شهری تأثیرگذار می‌باشند. بر اساس تحلیل‌های کیفی، ۷ مقوله فرهنگی-اجتماعی، اقتصادی-سرمایه‌گذاری، فنی-تکنولوژیکی، مدیریتی-سازمانی، سیاستگذاری-برنامه ریزی، فیزیکی-کالبدی و امنیتی- حقوقی و قانونی به‌عنوان مهم‌ترین موانع شناسایی شدند. تحلیل‌های کمی نشان می‌دهد که متغیر اقتصادی_سرمایه‌گذاری با میانگین بار عاملی تعدیل‌شده ۰/۹۰، متغیر سیاست‌گذاری_برنامه‌ریزی با میانگین بار عاملی تعدیل‌شده ۰/۸۸، متغیر فنی_تکنولوژیکی با میانگین بار عاملی تعدیل‌شده ۰/۸۷، متغیر مدیریتی_سازمانی با میانگین بار عاملی تعدیل‌شده ۰/۸۶، متغیر فیزیکی_کالبدی با میانگین بار عاملی تعدیل‌شده ۰/۸۴، متغیر امنیتی_حقوقی و قانونی با میانگین بار عاملی تعدیل‌شده ۰/۸۳ و متغیر فرهنگی_اجتماعی با میانگین بار عاملی تعدیل‌شده ۰/۸۳ به ترتیب از بیشترین تا کمترین تأثیر را در هوشمندسازی حمل‌ونقل شهری تبریز بر بستر اینترنت اشیاء بر عهده دارند. با لحاظ نمودن وضعیت شاخص‌های توسعه فناوری اطلاعات و ارتباطات (IDI) و شاخص‌های دسترسی و بهره‌برداری از اینترنت در محدوده موردمطالعه که کمی پایین‌تر از میانگین کشوری می‌باشد و مقایسه آن با نتایج حاصل از یافته‌های تحقیق نشان می‌دهد که هوشمندسازی حمل‌ونقل شهری در شهر تبریز تابع ارتقاء سطح و زیرساخت‌های اینترنت اشیاء می‌باشد.

مقایسه نتایج به‌دست‌آمده با تحقیق گودرزی، مجید و همکاران (۱۳۹۸)؛ که به بررسی موانع هوشمندسازی حمل‌ونقل درون‌شهری اهواز پرداخته و بیان کرده‌اند که موانع مدیریتی، اقتصادی، فرهنگی-اجتماعی در این شهر به‌عنوان مهم‌ترین موانع هوشمندسازی عمل می‌کنند، کاملاً با نتایج این تحقیق مطابقت دارد. در مقایسه با تحقیق امیرپورکلمه، حمیدرضا (۱۳۹۶)؛ که در آن عنوان شده است که اینترنت اشیاء به‌عنوان یک ابزار کارآمد در زمینه هوشمندسازی حمل‌ونقل شهری مطرح می‌باشد با یافته‌های این تحقیق مطابقت

دارد، مقایسه با تحقیق فیروزی، آرش (۱۳۹۶)؛ که بیان می‌کند اشیاء در برخورد با اینترنت خود را به‌صورت دیجیتالی ارائه می‌کنند و منجر به ایجاد محیط هوشمند می‌گردند، با یافته‌های تحقیق در تطابق است، مقایسه با تحقیق جعفری، محمد و همکاران (۱۳۹۸)؛ که بیان کرده بودند با اشاعه ارتباط سنسورها و بانک‌های اطلاعاتی از طریق اینترنت اشیاء می‌توان مشکلات ترافیکی شهرهای سنتی را رفع کرد، با یافته‌های این تحقیق در تطابق است. در مقایسه با تحقیق بخشی سنجدری، رضا و همکاران (۱۳۹۹)؛ که بیان کرده‌اند موانعی نظیر عوامل مدیریتی، کالبدی، فنی، فرهنگی - اجتماعی، اقتصادی و... نقش بسیار مهمی را در عدم تحقق حمل‌ونقل هوشمند در سطح شهر تهران ایفا می‌کنند، کاملاً در تطابق با یافته‌های این تحقیق می‌باشد. در مقایسه با تحقیق ژیاو فینگ ژی (۲۰۱۸) که بیان کرده بود که اینترنت اشیاء، امکان هوشمندسازی حمل‌ونقل شهری را میسر می‌نماید، در تطابق می‌باشد. در مقایسه با تحقیق بولنت یلدیز (۲۰۲۱)؛ که بیان کرده بود، مشکل اساسی هوشمندسازی شهرها، پیاده‌سازی فناوری اطلاعات در شهرها می‌باشد، یافته‌های این تحقیق که ضعف زیرساخت‌های فنی و تکنولوژیکی شهر تبریز را به‌عنوان یکی از موانع معرفی کرده است در تطابق می‌باشد. در مقایسه با تحقیق فیصل شهزاد و همکاران (۲۰۲۱)؛ که بیان کرده بودند که پیشرفت تکنولوژیکی، سنگ بنای شهر هوشمند می‌باشد، در تطابق بوده و سطح پیشرفت و کاربرد آن در شهر تبریز به‌عنوان یک از نتایج تحقیق مورد تأیید می‌باشد. مقایسه یافته‌های تحقیق حاضر با سایر تحقیقات نشان می‌دهد که موانع شناسایی‌شده مؤثر در عدم تحقق هوشمندسازی سیستم حمل‌ونقل شهری تبریز با موانع شناسایی‌شده در سایر شهرها، مطابقت داشته و کلان‌شهرهای کشور به‌صورت کلی با یکسری چالش‌ها و موانع مشترک در مسیر هوشمندسازی حمل‌ونقل شهری مواجه هستند. ضمناً شناسایی موانع حقوقی و قانونی و امنیتی در کنار موانع فنی و تکنولوژیکی یکی از نوآوری‌های این تحقیق می‌باشد که در سایر تحقیقات زیاد به آن‌ها پرداخته نشده بود.

نهایتاً راهکارهایی جهت هوشمندسازی سیستم حمل‌ونقل شهری تبریز مبتنی بر اینترنت اشیاء و رفع موانع موجود، من‌جمله: شناخت نقاط قوت و ضعف، فرصت‌ها و تهدیدات حوزه هوشمندسازی حمل‌ونقل شهری بر بستر اینترنت اشیاء، نصب سنسورهای هوشمند در

تقاطع‌ها، خیابان‌ها و مراکز پرتردد، افزایش تعداد حسگرهای ترافیکی، نظارتی، تحلیل محیطی در تقاطع‌ها، توسعه شبکه فیبر نوری و گسترش اینترنت Wi-Fi و اینترنت 4G و 5G، راه‌اندازی سامانه تشخیص خودکار حوادث، راه‌اندازی سامانه سیستم توزین در حال حرکت، توسعه نرم‌افزارهای مدیریت ترافیکی، توسعه نرم‌افزارهای پیش‌بینی و برنامه‌ریزی، توسعه نرم‌افزارهای مدیریت پارکینگ، فعال‌سازی سیستم‌های کنترل سیگنال‌های ترافیکی و سیستم‌های مدیریت حمل‌ونقل عمومی، فعال‌سازی سیستم‌های هوشمند واکنش اضطراری(SERS) ، توسعه تابلوهای VMS و فعال‌سازی تابلوهای غیرفعال و مدیریت یکپارچه شهری، بررسی و برنامه‌ریزی هدفمند و چشم‌انداز سازی، همسوسازی نگرش‌ها و رفع تضادها و تناقضات موجود و تعیین و تبیین اهداف مشترک، می‌توانند در مسیر هوشمندسازی سیستم حمل‌ونقل شهری تبریز بر بستر اینترنت اشیاء تأثیرگذار باشند.

تعارض منافع

بنا به نظر نویسندگان، این مقاله تعارض منافع ندارد.

تشکر و سپاسگزاری

از همکاری مدیران و کارشناسان معاونت حمل‌ونقل و ترافیک، معماری و شهرسازی، سازمان آمار و فناوری اطلاعات شهرداری تبریز، مسئول کمیته اینترنت اشیاء استان و سایر عزیزان در شرکت‌های دانش‌بنیان، افتا و... که در جمع‌آوری اطلاعات و ارائه رهنمودهای سازنده یاریگرمان بودند تشکر و سپاسگزاری می‌نماییم.

ORCID

Akbar Esmaili **https://orcid.org/0009-0002-2439-5556**

Rasoul Ghorbani **https://orcid.org/0000-0002-5000-2464**

Hassan Mahmoudzadeh **https://orcid.org/0000-0001-5465-1114**

References

Ait Ouallane, A., Bahnasse, A., Bakali, A., & Talea, M. (2021). Overview of road traffic management solutions based on IoT and AI. In *The Second International Workshop of Innovation and Technologies*.

Alvarez, F. (2012). *The future internet*. Springer Heidelberg Dordrecht London New York.

Amirpour-Kalameh, H.-R. (2017). Investigating intelligent transportation with Internet of Things technology in smart urban networks. In *International Conference on Engineering and Information Technology* [In Persian].

Bakhshi-Sanjedari, R., & Daryabari, S. J. (2020). Investigating the smartization of urban transportation systems for sustainable urban development: Case study of Tehran Metropolitan. *Journal of Urban Economics and Management* [In Persian].

Bansal, M., Chhabra, A., & Singhal, N. (2022). Smart city—shrewd vehicle versatility utilizing IoT. *International Journal of Engineering Trends and Technology*.

Bhokarkar Vaidya, R. (2021). Intelligent transportation system using IoT: A review. *IJRTI, 6*(9).

Chun Sing Lai, Z., Dong, Z., Tao, Y., & Lai, L. L. (2020). A review of technical standards for smart cities. *Clean Technologies*. https://www.researchgate.net/publication/343716519

Daniela, M., Gonzlez-Zamar, E., Abad-Segura, E., Vazquez-Cano, E., & Lopez-Meneses, E. (2020). IoT technology applications-based smart cities: Research analysis. *Electronics*.

Ebrahimi, N., & Beshkani, M.-K. (2020). Investigating the impact of Internet of Things on transportation in metropolitan areas. *Journal of Contemporary Research in Science and Research* [In Persian].

European Parliament. (2014). *Mapping smart cities in the EU*.

Firoozi, A. (2017). Application of Internet of Things (IoT) in urban transportation. In *International Conference on Modern Research in Science and Engineering of the 21st Century* [In Persian].

Ghasemi-Nejhad, H. (2009). Intelligent transportation systems (ITS). In *1st National Conference on Road and Rail Accidents and Crashes* (pp. 1-10). Zanjan, Iran: Islamic Azad University of Zanjan. [In Persian].

Goudarzi, M., Firoozi, M.-A., & Saidi, O. (2019). Investigating and analyzing the barriers to smartening urban transportation in Ahvaz. *Journal of Geography and Territorial Spatial Arrangement (GTSA)* [In Persian].

Gubbi, J., Buyya, R., Marusic, S., & Palaniswami, M. (2013). Internet of Things (IoT): A vision, architectural elements, and future directions. *Future Generation Computer Systems, 29*(7), 1645-1660.

https://doi.org/10.1016/j.future.2013.01.010

Hosseini, S. S., Karmi, A., & Tikma-Dash, Y. N. (2018). Structural equation modeling with Smart PLS V3. *Andisheh Fazel Publishing* [In Persian].

Iranian Information Technology Organization. (2024). Ministry of Communications and Information Technology of Iran. Portal address: Mis.ito.gov.ir [In Persian].

Jafari, M., & Heshmati, H. (2019). Investigating the impact of Internet of Things and big data on the development of smart cities. In *8th International Conference on Information Technology, Computer Science, and Telecommunications* [In Persian].

Khamsei, A. (2020). *Smart city (Green Book 100 - A practical guide for municipalities)*. Center for Urban and Rural Planning Studies, Organization of Municipalities and Rural Districts (IMO) [In Persian].

Kassab, W., & Khalid, D. (2020). A–Z survey of Internet of Things: Architectures, protocols, applications, recent advances, future directions, and recommendations.

Mihai Burlacu, R., Boboc, R. G., & Butilă, E. V. (2022). Smart cities and transportation: Reviewing the scientific character of the theories. *Sustainability, 14*, 8109. https://doi.org/10.3390/su14138109

Moazzami, M., Sheini-Shahvand, N., Kabalci, E., Shahinzadeh, H., Kabalci, Y., & Gharehpetian, G. B. (2021). Internet of Things architecture for intelligent transportation systems in a smart city. In *3rd Global Power, Energy and Communication Conference*.

Pierfrancesco Bellini, P., Nesi, P., & Pantaleo, G. (2022). IoT-enabled smart cities: A review of concepts, frameworks, and key technologies. *MDPI, Basel, Switzerland*.

Pour-Ahmad, A., Ziyari, K., Hatami-Nejad, H., & Parsa Pesha-Abadi, S. (2018). Defining the concept and features of smart cities. *The Monthly Scientific Journal of Bagh-e Nazar, 15*(58) [In Persian].

Roustai, S., Pour-Mohammadi, M.-R., & Ghanbari, H. (2017). Investigating the role of good urban governance in the creation of smart cities: Case study of Tabriz Municipality. *Journal of Research and Urban Planning, 8*(31) [In Persian].

Sarihi, S., Karimzadegan Moghaddam, D., Vahdat, D., & Baghery, M.-R. (2020). Identifying and evaluating the effectiveness of Internet of Things on supply chain agility variables and its impact on profitability. *Journal of Internet of Things and Intelligence (IoT Iran)*, No. 2 [In Persian].

Shahzad, F., Rehman, S. U., Javed, A. R., Jalil, Z., & Bin Zikria, Y. (2021). Future smart cities: Requirements, emerging technologies, applications, challenges, and future aspects. *IEEE Communications*

Surveys and Tutorials, 1.

Shah Syed Abbas, D., Sierra-Sosa, D., Kumar, A., & Elmaghraby, A. (2021). IoT in smart cities: A survey of technologies, practices, and challenges. *MDPI Smart Cities*. https://www.mdpi.com/journal/smartcities

Tabriz Municipality Traffic and Transportation Department. (2024). Expert report on existing systems and platforms in Tabriz City [In Persian].

Tan, S. Y., & Taeihagh, A. (2020). Smart city governance in developing countries: A systematic literature review. *Sustainability*. https://doi.org/10.3390/su12062485

Veisi, A., & Gheysvandi, A. (2011). Smart city: Formation of a new urban revolution. In *Electronic City – The Reality of Tomorrow's Cities* (No. 155) [In Persian].

Xie, X.-F. (2018). Key applications of the smart IoT to transform transportation systems. *WIOMAX*.

Yildiz, B. (2021). Internet of Things and smart cities: A bibliometric analysis. *Quantrade Journal of Complex Systems in Social Sciences*.

Zhang, S. (2017). The role of smart city development in China. *Tallinn University of Technology*.

استناد به این مقاله: اسمعیلی، اکبر.، قربانی، رسول.، محمودزاده، حسن. (۱۴۰۳). تحلیلی بر چالش‌ها و موانع حمل‌ونقل شهری هوشمند در کلانشهر تبریز بر بستر اینترنت اشیاء، *فصلنامه برنامه‌ریزی توسعه شهری و منطقه‌ای*، ۹(۳۱)، ۱۸۵ -۲۱۹. DOI: 10.22054/urdp.2024.78634.1623

Urban and Regional Development Planning is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License...