



Measuring the performance of the combined urban transportation system and providing integration strategies: A case study of Mashhad city

Reza Mohammad Nezhad Beydokth¹, Katayon Alizadeh²✉, Hamid Jafari³

1. Department of Geography and Urban Planning, Mashhad Branch, Islamic Azad University, Mashhad, Iran

Email: murl2.rmb@gmail.com

2. (Corresponding Author) Department of Geography and Urban Planning, Mashhad Branch, Islamic Azad University, Mashhad, Iran

Email: k-alizadeh@mshdiau.ac.ir

3. Department of Geography and Urban Planning, Mashhad Branch, Islamic Azad University, Mashhad, Iran

Email: jafari1421@mshdiau.ac.ir

ARTICLE INFO

Article type:
Research Article

Article History:

Received:

10 April 2025

Received in revised form:

7 June 2025

Accepted:

4 July 2025

Available online:

18 August 2025

Keywords:

Integrated system,
Urban public transport,
Transport coordination.

ABSTRACT

Integration and coordination among urban public transport modes represent an effective and operational strategy for enhancing system attractiveness among public while simultaneously mitigating the environmental impacts associated with private car dependence in metropolis these days. This study evaluates the performance of an integrated urban transport system (bike sharing and LRT) and proposes strategies for its improvement, with particular emphasis on the interaction between shared bicycle users and the urban rail network. Data analysis was conducted using SPSS, and the SWOT framework was employed to identify the opportunities and constraints of the combined system in the Mashhad city. To refine this assessment, expert input from a 30-member panel was used to weight internal and external factors and to classify the resulting strategic options. The strategies were subsequently evaluated and prioritized through the Quantitative Strategic Planning Matrix (QSPM), based on their relative attractiveness. The findings demonstrate that the frequency of using the integrated system increases with higher levels of education and income, while the availability of bicycle lanes exerts a positive influence on integrated system utilization. Conversely, household car ownership reduces the likelihood of using the combined system, although this relationship was not statistically significant ($p = 0.143$). The SWOT analysis yielded an internal factor evaluation score of 2.26 and an external factor evaluation score of 2.8, indicating the fact that the system's weaknesses currently outweigh its strengths. Accordingly, the system's strategic position falls within the third quadrant of the planning matrix, where the adoption of adaptive strategies is deemed most appropriate.

Citation: Mohammad Nezhad Beydokth, R., Alizadeh, K., & Jafari, H. (2025). Measuring the performance of the combined urban transportation system and providing integration strategies: A case study of Mashhad city. *Geographical planning of space quarterly journal*, 15 (2), 97-115.
<http://doi.org/10.30488/gps.2022.340298.3532>



© The Author(s)

Publisher: Golestan University Press

This is an open access article under the CC BY NC license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

Extended Abstract

Introduction

Rapid transformations in urban lifestyles, together with population growth and rising intra-city travel demand, have posed major challenges to transportation systems in large metropolitan areas. Increasing reliance on private automobiles has led to acute problems, including chronic traffic congestion, deteriorating air quality, and adverse impacts on public health and urban mobility. Conventional transport systems are no longer adequate to address contemporary mobility demands. Consequently, prioritizing sustainable public transportation—particularly integrated multimodal solutions—has become imperative. Among such solutions, the seamless integration of bike-sharing schemes with urban rail transit has emerged as both a practical and environmentally sustainable strategy. Such integration not only mitigates traffic congestion and lowers greenhouse gas emissions, but also enhances physical well-being and facilitates access to metro stations and key urban destinations. Evidence from developed countries indicates that more than 45% of metro users employ bicycles as a complementary mode, underscoring the effectiveness of integrated systems.

Mashhad, Iran's second-largest metropolis, despite its sizeable population and substantial tourist inflows, faces persistent challenges such as a low public transport modal share, insufficient pedestrian and cycling infrastructure, and severe traffic congestion. The absence of integrated sustainable transport infrastructure has exacerbated environmental degradation, diminished overall mobility, and heightened energy consumption. This study evaluates the current state of Mashhad's bike-urban rail integration, identifies its strengths, weaknesses, and key determinants, and proposes context-specific strategies for its enhancement and expansion.

The theoretical framework is grounded in sustainable transportation and urban development, with particular emphasis on the urgent need to reduce dependence on private motorized travel. Sustainable transport entails ensuring equitable and safe access while minimizing reliance on non-

renewable resources and mitigating environmental pollution. Moreover, the functional integration of diverse transport modes represents a critical response to contemporary urban traffic challenges. The integration of bicycles with urban rail effectively addresses first- and last-mile connectivity challenges, expands the service catchment area, and enhances the overall efficiency of public transit. By enhancing trip quality and facilitating seamless transfers, this approach contributes to congestion reduction and improved public health outcomes.

A review of successful domestic and international cases demonstrates that integrated transport systems play a pivotal role in promoting sustainable mobility and addressing fragmentation and inefficiencies within urban transport networks. Ultimately, this research aims to provide actionable, locally tailored recommendations for strengthening and scaling Mashhad's integrated system, thereby contributing to the achievement of sustainable development goals and enhancing urban quality of life.

Methodology

This study adopts a descriptive-analytical research design with an applied orientation. Data collection combined documentary sources with field-based methods, which encompassed direct observation, semi-structured interviews, and structured questionnaires. The statistical population included all users of Mashhad's integrated urban rail and bike-sharing systems—residents, pilgrims, and tourists—between the ages of 18 and 70. Given the estimated population size of nearly two million, a sample of 384 individuals was determined using Cochran's formula. Questionnaires were randomly administered and retrieved from users at eight stations located in proximity to both urban rail and bike-sharing facilities.

Following the exclusion of invalid responses, statistical analyses were performed in SPSS to identify the factors shaping use of the integrated system. The questionnaire's reliability was confirmed by a Cronbach's alpha coefficient of 0.79. Correlations among variables were examined using Pearson's correlation test,

while the spatial distribution of stations was analyzed through GIS. Finally, the SWOT model was applied to identify the system's strengths, weaknesses, opportunities, and threats, and to formulate strategies for its improvement. These strategies were subsequently prioritized through expert consultation in the transportation field, employing the Quantitative Strategic Planning Matrix (QSPM).

Results and Discussion

Integrated transportation strategies hold considerable potential for advancing sustainable urban transport systems in the coming years. This study analyzed the current status of Mashhad's combined metro and bike-sharing system and identified usage patterns along with the primary user groups of this integrated mode. The SWOT analysis offered a comprehensive assessment of the system's strengths, weaknesses, opportunities, and threats, enabling the formulation of strategies to enhance current conditions.

The findings indicate relatively low overall usage of the integrated system: only 6.9% of respondents reported frequent use, 17.7% moderate use, and 72.7% infrequent use. While most users were under 30 years old, the highest rate of frequent use was recorded among individuals aged 30–39. Work-related trips emerged as the primary purpose of system use, with employees reporting higher frequencies of use than other occupational groups.

Correlation analysis demonstrated significant positive relationships between frequent system use and variables including education level, quality of bicycle infrastructure, and bicycle ownership. By contrast, metro travel time and residential distance to the nearest metro station exhibited significant negative correlations with usage rates. Although household car ownership was associated with lower levels of integrated system use, the relationship was not statistically significant ($p = 0.143$). Spatial analysis further revealed a pronounced shortage of bike-sharing stations across Mashhad, with existing facilities covering only about 60% of the urban area.

Conclusion

The spatial analysis, taking into account the threshold access radius for bicycles, revealed a considerable shortage of bike-sharing stations in Mashhad. Ensuring comprehensive coverage across the urban area would require the establishment of at least 120 stations with appropriate spatial distribution. Moreover, nearly 40% of the city lacks sufficient connectivity between bike-sharing stations and metro lines. Consequently, the completion of the ongoing urban rail projects (Lines 3 and 4) is expected to play a pivotal role in enhancing spatial equity and improving citizens' access to the integrated transportation system.

The SWOT and QSPM analyses placed the system's strategic position in the third quadrant, pointing to the adoption of adaptive strategies. Accordingly, the principal strategies for advancing the integrated transportation system include expanding the fleet of shared bicycles and the station network, constructing dedicated and high-quality bicycle lanes linked to metro stations, enabling bicycle transport on urban trains through designated carriages or upgraded facilities, and improving digital services alongside the provision of targeted user incentives.

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.



سنجش عملکرد سیستم ترکیبی حمل و نقل شهری و ارائه استراتژی های یکپارچه سازی مطالعه موردی: شهر مشهد

رضا محمدنژاد بیدخت^۱، کتایون علیزاده^۲✉، حمید جعفری^۳

۱- گروه جغرافیا و برنامه ریزی شهری، واحد مشهد، دانشگاه آزاد اسلامی، مشهد، ایران. رایانامه: murl2.rmb@gmail.com

۲- نویسنده مسئول، گروه جغرافیا و برنامه ریزی شهری، واحد مشهد، دانشگاه آزاد اسلامی، مشهد، ایران. رایانامه: k-alizadeh@mshdiau.ac.ir

۳- گروه جغرافیا و برنامه ریزی شهری، واحد مشهد، دانشگاه آزاد اسلامی، مشهد، ایران. رایانامه: jafari1421@mshdiau.ac.ir

چکیده

اطلاعات مقاله

نوع مقاله:

مقاله پژوهشی

تاریخ دریافت:

۱۴۰۴/۰۱/۲۱

تاریخ بازنگری:

۱۴۰۴/۰۳/۱۷

تاریخ پذیرش:

۱۴۰۴/۰۴/۱۳

تاریخ چاپ:

۱۴۰۴/۰۵/۲۷

یکپارچه سازی و ایجاد هماهنگی میان سیستم های حمل و نقل عمومی، راهکاری بهینه در جهت افزایش جذابیت بهره مندی از این سیستم ها و همچنین مقابله با پیامدهای زیست محیطی استفاده از وسایل حمل و نقل شخصی، محسوب می شود. این پژوهش با هدف سنجش عملکرد سیستم ترکیبی حمل و نقل شهری و ارائه راهبردهای مؤثر، به بررسی جامعه کاربران دوچرخه های اشتراکی و سامانه قطار شهری پرداخته است. تجزیه و تحلیل داده ها با نرم افزار SPSS صورت گرفت و با استفاده از تکنیک SWOT فرصت ها و محدودیت های سیستم ترکیبی مذکور شناسایی و با بهره گیری از نظرات جامعه ۳۰ نفری خبرگان، ضریب اهمیت عوامل داخلی و خارجی و نوع راهبردها تعیین شد. سپس با روش ماتریس کمی برنامه ریزی استراتژیک (QSPM)، راهبردها مورد سنجش قرار گرفت و بر اساس میزان جذابیت در سیستم، اولویت بندی گردید. برخی از نتایج به شرح زیر است: - با افزایش تحصیلات، کثرت استفاده از سیستم ترکیبی افزایش می یابد. - با افزایش درآمد، کثرت استفاده از سیستم ترکیبی افزایش می یابد. - وجود مسیرهای دوچرخه، کثرت استفاده از سیستم ترکیبی را افزایش می دهد. - مالکیت خودرو در خانوار، کثرت استفاده از سیستم ترکیبی را کاهش می دهد اما رابطه معناداری میان آن ها وجود ندارد ($\text{Sig} = 0/143$). همچنین نتایج سوات نشان داد نمره حاصل از ارزیابی عوامل داخلی معادل ۲/۲۶ و نتیجه ارزیابی عوامل خارجی معادل ۲/۸ است که نشان دهنده غلبه ضعف های سیستم بر قوت ها می باشد؛ مطابق امتیازهای کسب شده موقعیت استراتژیک مورد مطالعاتی این تحقیق در ناحیه سوم و استراتژی های انطباقی نمودار تعیین می گردد.

واژگان کلیدی:

سیستم ترکیبی،
حمل و نقل عمومی شهری،
یکپارچه سازی.

استناد: سجادی، سیدعلیرضا؛ نبی زاده، حبیب و زمان زاده دربان، زمزم. (۱۴۰۴). سنجش عملکرد سیستم ترکیبی حمل و نقل شهری و ارائه استراتژی های یکپارچه سازی مطالعه موردی: شهر مشهد. *مجله آمایش جغرافیایی فضا*، ۱۵ (۲)، ۹۷-۱۱۵.

<http://doi.org/10.30488/gps.2022.340298.3532>



مقدمه

تغییرات شگرف در سبک زندگی روزمره به دلیل الزامات شغلی و اجتماعی، افزایش فزاینده سفرهای شهری در جوامع صنعتی و همچنین رشد خارج از ضابطه کلان‌شهرها، مدیریت شهری را با معضلات چالش‌برانگیزی در حوزه ترافیک مواجه ساخته است. تا جایی که از مهم‌ترین چالش‌های پیش روی کلان‌شهرها، موضوع حمل‌ونقل است (فلاح منشادی و همکاران، ۱۳۹۴: ۸۶). ناکارآمدی سیستم‌های سنتی حمل‌ونقل و اتکای بیش از اندازه به خودروهای شخصی می‌تواند زنگ خطر جدی برای محیط‌زیست محسوب شود (جهان‌شاهی، ۱۳۹۶: ۲). الگوهای رایج حمل‌ونقل منجر به تحمیل هزینه‌های سنگین زیست‌محیطی، اجتماعی و اقتصادی می‌شود (برابری و همکاران، ۱۳۹۷: ۱۰۶) بنابراین، اصلاح و تقویت سیستم‌های حمل‌ونقل همگانی یکی از روش‌های مهم مقابله با مشکلات ترافیکی شهرها است (شاداب مهر و همکاران، ۱۳۹۸: ۱). از طرفی استفاده بیش از اندازه از خودروهای شخصی باعث آلودگی هوا و همچنین کاهش تحرک شهروندان شده که خود از دلایل فرسودگی جمعیت شهری محسوب می‌شود. سرزندگی در فضای شهری باید به گونه‌ای باشد که پذیرای گروه‌های مختلفی از شهروندان باشد، که در آنجا شهروندان در یک رابطه تعاملی با یکدیگر باشند. در واقع تأمین یک فضای شهری مطلوب برای حضور مستمر شهروندان، به گونه‌ای باشد که مردم بیایند و بمانند و این امر تنها با افزایش دسترسی و جذابیت بهره‌گیری از سامانه‌های حمل‌ونقل عمومی قابل اجرا است (صمدی و همکاران ۱۴۰۰: ۲). گسترش زیرساخت‌های حمل‌ونقلی نظیر قطار شهری می‌تواند سهم مؤثری در کاهش استفاده از خودروهای شخصی داشته باشد اما این سامانه‌ها نیز به تنهایی جذابیت کافی را برای جلب حداکثری اقبال عمومی را نداشته و همچنان مشکل دسترسی در مسافت ابتدایی و انتهایی را شامل می‌شود (Guo et al, 2021: 3). از همین رو دوچرخه اشتراکی نیز علاوه بر قابلیت بهره‌گیری مستقل می‌تواند به شیوه ترکیبی در کنار سیستم قطار شهری قرار گرفته (Guo & He, 2020: 4) تا با پوشش و رفع معضلات موجود، راهکاری عملی و سبز برای توسعه حمل‌ونقل عمومی و پایدار ارائه دهد (Guo et al., 2021: 1). استفاده از این سیستم ترکیبی دوچرخه-قطار شهری ضمن کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای (Cao & Shen, 2019: 4)، سلامت و فعالیت فیزیکی افراد را ارتقا می‌دهد (Leister et al., 2018: 191) و سبب بهبود دسترسی به ایستگاه‌های قطار شهری و مقاصد سفر مسافران می‌شود (Lin et al., 2019: 4). بهره‌گیری از سیستم ترکیبی در بسیاری از شهرهای جهان به عنوان جایگزینی برای حمل‌ونقل شخصی موتوری مورد توجه قرار گرفته است (Soriguera & Jiménez-Meroño, 2020: 1). بنابراین؛ راهبرد حمل‌ونقل یکپارچه یکی از استراتژی‌های حمل‌ونقل پایدار است که با رویکرد به حداقل رساندن ناهماهنگی‌ها و گسستگی‌های موجود در نظام مدیریت خدمات حمل‌ونقلی پیشنهاد شده و در حقیقت منظور از آن، نائل شدن به سطح کیفیتی است که در شرایط بالاتری نسبت به عملکرد جداگانه سیستم‌ها قرار دارد (فلاح منشادی و همکاران، ۱۳۹۴: ۲). این سیستم به صورت اساسی، چالش مسافت (یک الی دو کیلومتر) ابتدایی و انتهایی سفرهای روزانه را پوشش می‌دهد (Guo & He, 2020: 3). در حال حاضر نیز پذیرفته شدن سیستم ترکیبی به عنوان فرایندی پایدار و عملی در حمل‌ونقل شهری به سرعت در حال گسترش است به نحوی که امروزه حدود ۴۵ درصد از مسافران مترو در هلند از دوچرخه به عنوان مد تکمیلی استفاده می‌کنند (NS, 2019: 50). سیستم ترکیبی دوچرخه و قطار شهری که در آن رکاب زنی به عنوان مد مکمل و به منظور دسترسی به ایستگاه شناخته می‌شود به صورت گسترده‌ای به عنوان یک راهبرد ارزشمند برای ارتقا حمل‌ونقل شهری و دستیابی به سامانه‌ای پایدار و کارآمد شناخته می‌شود و خصوصاً می‌تواند چالش مسافت بین مبدأ تا ایستگاه‌های حمل‌ونقل عمومی را پوشش دهد و از طرفی ناحیه دسترسی و اتکا به ایستگاه‌های مترو را در مقایسه با پیاده‌روی به طرز چشمگیری افزایش دهد (cheng & lin, 2018). به دلیل ازدحام خیابان‌ها، مشکلات ترافیکی و تأخیر و کندی سرعت در سیستم اتوبوس‌رانی (Zhao & Li, 2017) حالت ایده آل برای اجزای سیستم ترکیبی، پیوند سامانه‌های

دوچرخه اشتراکی و قطار شهری است که در این صورت می‌توانند متقابلاً یکدیگر را تقویت کنند؛ به این صورت که دوچرخه برد و ناحیه دسترسی سیستم قطار شهری را افزایش می‌دهد و مترو نیز سهولت و سرعت سفر شهری را به طرز چشمگیری بهبود می‌بخشد (Jonkeren et al, 2021).

شهر مشهد به‌عنوان دومین کلان‌شهر ایران به دلیل ماهیت اقتصادی و اجتماعی، در یک روز عادی حدود ۶۲۴۱۸۳۰ سفر درون‌شهری دارد (آمارنامه حمل‌ونقل شهر مشهد، ۱۳۹۸: ۳). جمعیت بالای شهر مشهد و پتانسیل جمعیت‌پذیری این شهر چه از نظر گردشگران و چه جمعیت ساکن، همچنین پایین بودن سهم حمل‌ونقل عمومی، سهم بالای تاکسی‌های مسافربری شخصی، نامناسب بودن ساختار و کیفیت معابر برای پیاده‌روی و دوچرخه‌سواری نیاز به بررسی وضعیت موجود و ارائه راهبردهایی چون سیستم حمل‌ونقل یکپارچه را برای این شهر ضروری می‌نماید. عدم توجه به یکپارچه‌سازی زیرساخت‌های حمل‌ونقلی به‌ویژه سیستم‌های پاک در طی سال‌های گذشته، این شهر را از مسیر دستیابی به سامانه‌ای پایدار و سبز در جابه‌جایی‌های درون‌شهری دور کرده است؛ که این امر پیامدهای زیادی چون ازدحام ترافیکی، کمبود توقف گاه، افزایش آلودگی، کاهش سطح تحرک شهروندان، مصرف فزاینده سوخت و هدر رفت انرژی و ... را به دنبال دارد. لذا انجام مطالعات هدفمند بر روی عوامل بنیادی و پارامترهای تأثیرگذار در این حوزه ضروری به نظر می‌رسد. در این راستا هدف پژوهش حاضر این است که به ارزیابی وضعیت فعلی و عملکرد سیستم ترکیبی دوچرخه-قطار شهری و برجسته‌تر نمودن پارامترهای تأثیرگذار، معضلات و نقاط ضعف و قوت آن برای شهر مشهد بپردازد تا راهبردهای اجرایی و بهینه در جهت ارتقا و توسعه هرچه بیشتر سیستم پاک ترکیبی در شهر مشهد ارائه نماید. بر همین اساس؛ به دنبال پاسخگویی به این سؤال است: وضعیت موجود شهر مشهد از نظر سیستم ترکیبی و یکپارچه حمل‌ونقل چگونه است؟ برای یکپارچه‌سازی و بهبود وضعیت موجود سیستم حمل‌ونقل چه راهبردهای می‌تواند کارساز باشد؟

در زمینه موضوع مورد مطالعه تاکنون مطالعاتی صورت گرفته است که در ادامه به مهم‌ترین و مرتبط‌ترین آن‌ها اشاره شده است. جالو و هی^۱ در پژوهشی با عنوان تأثیرات محیط انسان‌ساز بر یکپارچگی سیستم‌های دوچرخه اشتراکی فاقد ایستگاه و سامانه مترو، به بررسی و تحلیل اطلاعات برنامه حمل‌ونقل یکپارچه (Ofo) در شهر شنژن چین پرداختند. آن‌ها ضمن شناسایی دقیق ساعات پیک، تفکیک نوع سفرها، عوامل ترغیب‌کننده و بازدارنده در بهره‌گیری از سیستم ترکیبی، راهبردهای بومی و عملی برای ارتقا وضعیت موجود ارائه می‌دهند. جالو^۲ و همکارانش (۲۰۲۱) در مقاله‌ای دیگر با عنوان دوچرخه اشتراکی بدون ایستگاه به‌عنوان مد تکمیلی سفر با مترو به پایش نقش محیط انسان‌ساز در شکل‌گیری مد تکمیلی بر اساس چهارچوب‌های تحلیلی و شواهد تجربی پرداخته‌اند. جونکر^۳ و همکاران (۲۰۲۱) در مقاله با عنوان مسافران دوچرخه و قطار شهری در هلند از جنبه مشخصات شخصی و اهداف سفر، ضمن اشاره به شرایط ایده آل هلند در نرخ استفاده از دوچرخه به بررسی و کاوش در زمینه شخصیت مسافران سفرهای ترکیبی و اهداف سفر آن‌ها پرداخته تا دیدگاه آن‌ها را برای انتخاب طریقه دسترسی یا خارج شدن از مد ترکیبی، گزینش ایستگاه و نوع دوچرخه را بررسی کند. پایکس^۴ و همکاران (۲۰۲۰) تحقیقی در زمینه نقش شناخت و ادراک شهروندان از زیرساخت‌های سیستم ترکیبی و تأثیر آن بر انتخاب‌های سفر در شهرهای لاهه و روتردام هلند انجام دادند و پارامترهای پنهانی در جنبه‌های مختلف سفرهای ترکیبی نظیر هزینه، زمان، کیفیت زیرساخت‌ها، فاصله تا ایستگاه و پارکینگ‌های امن را استخراج کرده و به تحلیل بازخورد مؤثر

1. Guo and He

2. Guo

3. Jonkeren

4. Paix

آن‌ها در انتخاب شهروندان پرداختند. دی ژائو^۱ و همکاران (۲۰۱۸) در پژوهشی اقدام به توسعه روشی نمودند که با استفاده از آن می‌توانستند اطلاعات کارت‌های هوشمند دوچرخه و قطار شهری مسافران سیستم ترکیبی را با یکدیگر منطبق و سازگار کرده تا الگوهای جالبی از سفرهای ترکیبی حاصل شود. لین^۲ و همکاران در مطالعه‌ای هدفمند به تحلیل ناحیه مطلوب دسترسی به ایستگاه‌های مترو با استفاده از داده‌های تولیدشده از مسیر حرکت دوچرخه‌های اشتراکی فاقد ایستگاه پرداختند و مشخص کردند دسترسی به ایستگاه‌های مترو چگونه و توسط چه پارامترهایی تحت تأثیر دوچرخه‌های اشتراکی قرار می‌گیرد؛ سپس عوامل مؤثر و بافرهای منطقی برای استفاده بهینه گروه‌های مختلف را استخراج نمودند. در مطالعات داخلی، گهر پور و آزموده (۱۳۹۵) در مقاله‌ای به ارزیابی عملکرد سیستم حمل‌ونقل ترکیبی مترو با سایر شیوه‌های حمل‌ونقل به روش AHP پرداخته‌اند که در آن به ارزیابی عملکرد سیستم حمل‌ونقل ترکیبی مترو با سایر شیوه‌های حمل‌ونقل در ایستگاه صادقیه متروی تهران پرداخته است. سپس از طریق بررسی و مقایسه وضعیت حاضر با وضعیت مطلوب، اولویت‌بندی گزینه‌ها ارائه شده است. افندی زاده و همکاران (۱۳۹۴) در مقاله‌ای تحت عنوان ارزیابی مدل ترکیبی دوچرخه اشتراکی و قطار سبک شهری در کلان‌شهرها با استفاده از تحلیل سلسله مراتبی با استفاده از شاخص‌های مربوط به نوع مسیر و نوع وسیله و نحوه بهره‌برداری و نیز ایمنی به بررسی و ارزیابی بخشی از ایستگاه‌های دوچرخه اشتراکی شهر مشهد و مسیرهای آن که در محدوده منتهی به خط یک قطار شهری مشهد قرار گرفته‌اند می‌پردازد و اهمیت هر کدام از این معیارها و زیرمعیارهای آن‌ها در مطلوبیت سیستم را مورد ارزیابی و آنالیز قرار می‌دهد. فلاح منشادی و همکاران (۱۳۹۴) در مقاله‌ای با عنوان تحلیل و بررسی اقدامات لازم برای اجرایی شدن حمل‌ونقل یکپارچه شهری در کلان‌شهرها، اقدامات لازم برای یکپارچه‌سازی حمل‌ونقل شهری تهران و پتانسیل اجرایی شدن هر اقدام را مورد بررسی قرار داده است که اقدامات مربوط به یکپارچه‌سازی بین مدهای مختلف حمل‌ونقلی به عنوان بالاترین پتانسیل اجرایی معرفی گردیده است. همچنین فرصت‌ها و موانع موجود در تهران به منظور اجرایی شدن هر اقدام شناسایی شده است. همان‌طور که در مطالعات صورت گرفته مشخص است یکی از روش‌هایی که در حل معضلات سیستم حمل‌ونقل شهری ارائه شده است؛ سیستم یکپارچه و ترکیبی حمل‌ونقل است. در این راستا وضع موجود شهرهای زیادی در داخل و خارج مورد مطالعه قرار گرفته است. این پژوهش نیز درصدد است تا ضمن بررسی وضع موجود شهر مشهد، به بررسی راهبردهای مختلف برای بهبود وضع موجود و تحقق سیستم یکپارچه و ترکیبی حمل‌ونقلی بپردازد.

مبانی نظری

حمل‌ونقل سیستمی و پایدار یکی از زیرشاخه‌های توسعه پایدار است و از آنجایی که منابع تجدید ناپذیر روبه اتمام هستند باید در پی راهکارهایی در جهت بهبود این معضل باشیم. تأثیر متقابل بین سیستم‌های انرژی و ساختار شهری در همه سطوح وجود دارد و برنامه‌ریزی پیش‌نگرانه و کنترل توسعه می‌تواند در این تأثیر متقابل نقش مؤثری ایفا کنند. در این راستا با ظهور رویکردها و جنبه‌های مختلف (همچون توسعه پایدار، نوشهرسازی و...) اهمیت انرژی در شهرسازی آشکار شد (مؤمنیان و همکاران ۱۴۰۱: ۹۰). سازمان توسعه و همکاری اقتصادی دو رویکرد متفاوت را نسبت به حمل‌ونقل پایدار تشریح می‌کند. رویکرد فن‌سالار که عمدتاً حول محوری به نام هابیر خودرو مانور می‌دهد و رویکرد دوم بر مبنای کاهش فعالیت و در نتیجه کاهش وابستگی به خودرو است این نگرش به دنبال کاهش تمایل استفاده از خودرو نسبت به گزینه‌های دیگر و یا کاهش ضرورت استفاده از خودرو است (تقوایی و سجادی، ۱۳۹۵: ۶). این هدف می‌تواند از طریق بهبود

1. Zhao

2. Lin

زیرساخت‌های مربوطه، ارتقای روش‌های دیگر سفر، اصلاح الگوی کاربری زمین و تأکید بر اصلاح عادات و سبک زندگی شهروندان حاصل شود (Litman & Burwell, 2006). بنا به تعریف مرکز حمل‌ونقل پایدار، یک سیستم حمل‌ونقل پایدار سیستمی است که برخوردار از صفات زیر باشد: - امکان دسترسی به نیازهای اصلی افراد و جوامع را به‌صورت ایمن و سالم در عین رعایت عدالت بین نسلی و درون نسلی فراهم نماید. - حمل‌ونقل پایدار قابل استطاعت بوده و به نحو کارآمدی عمل می‌کند، همچنین امکان انتخاب روش‌های مختلف جابجایی را فراهم کرده و از اقتصاد پویا حمایت می‌کند و آلودگی‌ها و ضایعات غیر بازیافتی را کاهش می‌دهد، مصرف منابع تجدید ناپذیر و استفاده از ثروت زمین را به حداقل رسانده و مصرف منابع تجدید پذیر را محدود می‌کند و مؤلفه‌های آن را بازیابی و بازیافت می‌کند (CST, 2005). در سال‌های اخیر نظریه‌پردازانی همچون سرور و برینیک، لیفاور، پورتر، موسسه حمل‌ونقل کالیفرنیا، نایلز و نلسون، وپیتر کلتورپ و ... تعاریف متعددی از توسعه مبتنی بر حمل‌ونقل عمومی ارائه کرده‌اند که جامع‌ترین آن‌ها تعاریفی است که از کلتورپ (از رهبران جنبش نوشهر گرایی) ارائه شده است. کلتورپ معتقد است، یک محله با کاربری مختلط در فاصله متوسط پیاده‌روی ۶۰۰ متری یا ده دقیقه‌ای از یک ایستگاه حمل‌ونقل عمومی یا هسته تجاری، ترکیب کاربری‌های مسکونی، خرده‌فروشی، اداری، فضاهای باز و کاربری‌های عمومی در یک محیط پیاده مدار، استفاده از حمل‌ونقل عمومی، دوچرخه‌سواری و پیاده‌روی و اتومبیل را برای ساکنین و شاغلین در حوزه محلی مربوط تسهیل می‌کند (کلتورپ، ۱۹۹۳: ۷۸).

سیستم‌های حمل‌ونقل ترکیبی سیستم‌های هستند که در آن‌ها از دو یا چند مد حمل‌ونقل در یک سفر استفاده می‌شود. برای نمونه می‌توان به ترکیب مترو با اتوبوس و یا ایجاد پارک‌سوار در مجاورت ایستگاه و تشویق مسافران به استفاده از سیستم حمل‌ونقل همگانی مترو اشاره کرد (گهرپور و آزموده، ۱۳۹۵: ۲). حمل‌ونقل یکپارچه، ضرورت‌های ترافیکی آینده شهر را در سطحی راهبردی معین می‌کند که شامل مدیریت کلی جابجایی انسان و کالا، فعالیت‌های جامع و بهبود کمی و کیفی عملکرد روش‌های مختلف سفر است (Parsons Brinckerhoff, 2012:32). یکپارچگی عملکردی به‌عنوان اولین سطح و مشخص‌ترین تعریف یکپارچگی در حمل‌ونقل شهری تلاش دارد با ترکیب مدهای مختلف در یک سفر، جابجایی راحت‌تری را فراهم کند، این امر شامل ترکیب مدهای مختلف حمل‌ونقل عمومی و خصوصی است (فلاح منشادی و دیگران، ۱۳۹۴). هدف رویکرد یکپارچه تنها ایجاد توانایی برای دوچرخه‌سواری تا ایستگاه راه‌آهن یا محل پارک‌سوار نیست بلکه یکپارچگی راه‌حل‌ها یا رشته‌ای از راه‌حل‌هاست که به‌منظور حل موضوعات مختلف سریعاً اقدام می‌کند. یک‌گونه از راهبردهای یکپارچه‌سازی، تأمین سلسله مراتبی از انتخاب، به‌گونه‌ای آرمان‌گرا و ایده آل است که اولین گزینه انجام سفر را در گزینه‌ای سازگار و بی‌خطر برای محیط‌زیست دنبال می‌کند، پس از آن گزینه حمل‌ونقل جمعی را فراهم می‌آورد و در نهایت برای مواقعی که هیچ گزینه دیگری مفید نباشد، استفاده از خودرو را مدنظر قرار می‌دهد (Potter & Skinner, 2000). از نظر حال پتانسیل یکپارچه‌سازی در برنامه‌ریزی حمل‌ونقل را می‌توان به شش بخش تقسیم نمود: الف- یکپارچه‌سازی بین مقامات و قدرت‌ها، ب- یکپارچه‌سازی بین اقدامات شامل شیوه‌های مختلف سفر، ج- یکپارچه‌سازی بین روش‌ها و تدابیر شامل تدارک زیرساخت‌ها، مدیریت و قیمت‌گذاری، د- یکپارچه‌سازی بین تدابیر حمل‌ونقلی و سیاست‌های برنامه‌ریزی کاربری زمین، ه- یکپارچه‌سازی بین تدابیر حمل‌ونقلی و سیاست‌های زیست‌محیطی، و- یکپارچه‌سازی بین تدابیر حمل‌ونقلی و سیاست‌های آموزشی، بهداشتی و اقتصادی (Hull, 2005).

روش پژوهش

روش تحقیق این پژوهش از نظر ماهیت توصیفی-تحلیلی و به لحاظ هدف، یک تحقیق کاربردی محسوب می‌گردد. اطلاعات به صورت اسنادی و میدانی جمع‌آوری شده که در بخش میدانی از ابزار مشاهده، مصاحبه و پرسشنامه بهره گرفته شده است. جامعه آماری پژوهش کلیه استفاده‌کنندگان از سیستم ترکیبی قطار شهری مشهد و سامانه دوچرخه‌های اشتراکی و شخصی این شهر (اعم از شهروندان، زائران و مسافران) می‌باشند. از همین رو جمعیت بالای ۱۸ سال و کمتر از ۷۰ سال شهر مشهد به عنوان جامعه آماری شناسایی شده است. بر اساس آخرین آمار سرشماری عمومی نفوس و مسکن حجم جامعه در حدود ۲۰۸۶۰۰۰ نفر می‌باشد (آمارنامه شهر مشهد، ۱۳۹۷: ۷۹). مطابق فرمول کوکران تعداد ۳۸۴ نفر به عنوان حجم نمونه محاسبه شد. در همین راستا با توجه به عواملی همچون نرخ مسافران، نوع کاربری زمین، موقعیت مکانی، فاصله ایستگاه‌های قطار شهری تا ایستگاه‌های دوچرخه اشتراکی و... تعداد ۸ ایستگاه شاهد جهت تکمیل پرسشنامه‌ها انتخاب شد که از اواخر زمستان ۱۳۹۹ تا اواخر بهار ۱۴۰۰ به صورت تصادفی میان کاربران مد ترکیبی در پیرامون این ایستگاه‌ها توزیع و تکمیل شد. پس از بررسی و تحلیل پرسشنامه‌ها با کسر ۷/۵۵ درصد از آن‌ها به دلیل داده‌های نامعتبر با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS، مهم‌ترین عوامل مؤثر بر میزان استفاده از سیستم ترکیبی قطار شهری و دوچرخه‌های اشتراکی و شخصی شهر مشهد، شناسایی و ارائه گردید. پایایی (اعتماد) پرسشنامه در یک نمونه مقدماتی با استفاده از ضریب آلفای کرونباخ برای ۳۰ پرسشنامه توزیع شده، محاسبه شد که عدد به دست آمده برابر با ۰/۷۹۰ و نشان‌دهنده انسجام درونی پرسشنامه است. برای تعیین همبستگی گویه‌های پژوهش با متغیر وابسته (کثرت استفاده از سیستم ترکیبی) از آزمون همبستگی پیرسون استفاده شد. در ادامه تحلیل فضایی پراکنش ایستگاه‌های دوچرخه اشتراکی و ایستگاه‌های قطار شهری در راستای دستیابی به الگوی بهینه در نرم‌افزار GIS صورت پذیرفت. در انتها با استفاده از مدل SWOT نقاط قوت و ضعف و فرصت‌ها و تهدیدهای پیش روی این سیستم استخراج و سپس راهبردهایی در راستای ارتقاء آن تدوین شد. نهایتاً جهت رتبه‌بندی راهبردها، پرسشنامه دوم تنظیم و در اختیار ۳۰ نفر از متخصصین و کارشناسان حوزه حمل‌ونقل و برنامه‌ریزی شهری قرار گرفت. سپس با استفاده از ماتریس کمی برنامه‌ریزی استراتژیک (QSPM)، راهبردهای طرح شده، جهت ارتقاء کیفیت و افزایش کارایی سیستم ترکیبی حمل‌ونقل شهری اولویت‌بندی گردید.

محدوده مورد مطالعه

شهر مقدس مشهد با وسعتی در حدود ۳۴۳ کیلومترمربع در شمال شرقی ایران و مرکز استان خراسان رضوی واقع شده است. از نظر موقعیت ریاضی شهر مشهد در ۵۹ درجه و ۳۸ دقیقه طول شرقی و ۳۶ درجه و ۱۶ دقیقه عرض جغرافیایی قرار دارد. این شهر با جمعیت ساکن حدود ۳ میلیون نفر و تعداد مسافر و زائر سالانه حدود ۲۰ میلیون نفر (آمارنامه شهر مشهد، ۱۳۹۷: ۵۹۲) در یک روز عادی حدود ۶۲۴۱۸۳۰ سفر درون‌شهری داشته که از این میزان ۲۶/۴۱ درصد کاری، ۲۰/۶۶ درصد تحصیلی، ۱۳/۵۳ درصد خرید، ۱۳/۵۵ درصد تفریحی، ۹/۹۸ درصد امور شخصی، ۶/۳۳ درصد زیارتی، ۹/۵۵ درصد متفرقه می‌باشد (آمارنامه حمل‌ونقل شهر مشهد، ۱۳۹۸: ۵). بر اساس مطالعات حمل‌ونقلی در شهر مشهد، چهار خط مترو به طول ۷۴ کیلومتر پیش‌بینی گردید. در حال حاضر فقط مسیر خط‌های یک و دو اجرایی شده و مورد بهره‌برداری قرار گرفته است. مسیر خط یک قطار شهری مشهد با طولی بالغ بر ۲۴ کیلومتر، فرودگاه هاشمی نژاد را در قسمت شرقی این شهر به انتهای بلوار وکیل‌آباد در غربی‌ترین نقطه آن متصل می‌کند. این مسیر شامل ۲۴ ایستگاه است که حدوداً نیمی از آن زیرزمینی و سایر ایستگاه‌ها از سطح زمین می‌گذرد. مطابق آمار دریافتی از سازمان توسعه ارتباطات ترافیکی شهرداری مشهد در حال حاضر بیش از ۲۰۰ دستگاه دوچرخه در ۴۱ ایستگاه سطح شهر در اختیار مشترکین این

سامانه قرار دارد. از این تعداد ۲۶ ایستگاه به صورت شبانه‌روزی و ۱۵ ایستگاه از ساعت ۶ الی ۲۰ فعال است. کاربران فعال این سامانه در حال حاضر ۶ هزار نفر می‌باشد. همچنین طول مسیرهای ویژه دوچرخه‌سواری تا پایان سال ۱۳۹۷ بالغ بر ۱۲۵ کیلومتر بوده است.

یافته‌ها

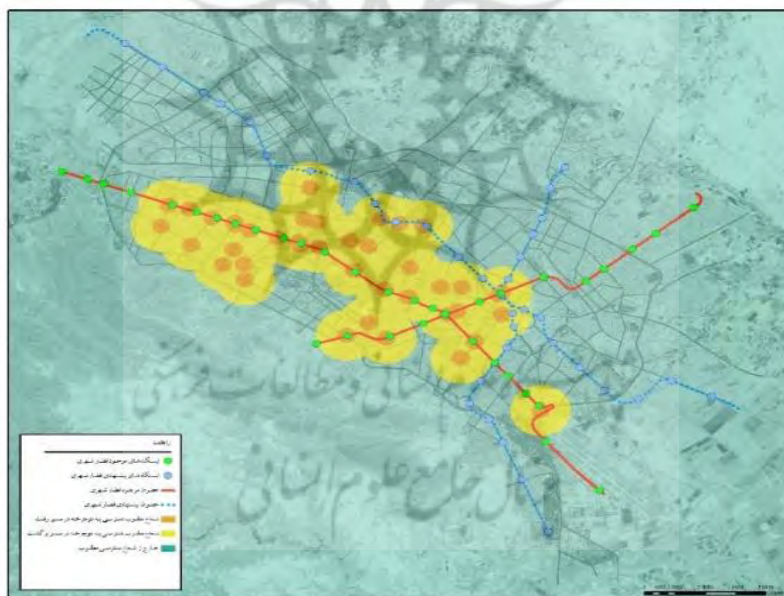
جامعه نمونه از بین افرادی انتخاب شدند که حداقل یک‌بار از سیستم ترکیبی دوچرخه و قطار شهری استفاده کرده‌اند و تحلیل سؤالات بر اساس میزان استفاده مشترکین از این سیستم صورت گرفته است. دسته‌بندی میزان استفاده از سیستم ترکیبی با در نظر گرفتن تعداد روزهای استفاده در ماه از سیستم ترکیبی انجام شده است؛ بدین صورت که استفاده کمتر از ۴ روز در ماه استفاده کم، ۵ تا ۱۰ روز در ماه متوسط و بیشتر از ۱۰ روز در ماه به عنوان استفاده زیاد در نظر گرفته شده است. که ۷۲/۷ درصد مشترکین استفاده کم، ۱۷/۷ درصد استفاده متوسط و ۹/۶ درصد استفاده زیاد داشته‌اند. از کل مشترکان ۶۳/۱ درصد را مردان و ۳۶/۹ درصد را زنان تشکیل می‌دهند که حدود ۱۱ درصد مردان، استفاده زیاد و ۲۰ درصد استفاده متوسط از سیستم ترکیبی دارند. این نسبت برای زنان حدود ۸ درصد استفاده زیاد و ۱۴ درصد استفاده متوسط می‌باشد. علی‌رغم اینکه نسبت بالایی از استفاده‌کنندگان (۷۱ درصد) در رده سنی جوان می‌باشند؛ لکن گروه سنی ۳۰ تا ۴۵ سال در میزان استفاده متوسط و زیاد از سیستم ترکیبی پیش‌تاز هستند که عمدتاً به دلیل وضعیت و نوع اشتغال این گروه سنی است. ارتباط میان سن کاربران و میزان استفاده از سیستم ترکیبی نشان‌دهنده توجه جوانان، گروه سنی ۲۹-۲۰ سال به این سامانه است. از طرفی با بررسی کثرت بهره‌مندی می‌توان دریافت بزرگسالان خصوصاً گروه‌های سنی ۳۹-۳۰ سال در استفاده زیاد و مکرر از سامانه ترکیبی پیش‌تاز هستند. حدود ۷۵ درصد کاربران باهدف شغلی از این سیستم ترکیبی استفاده می‌کنند. لازم به ذکر است سفرهای تحصیلی و غیر کاری می‌تواند سهم قابل توجهی را به خود اختصاص دهد اما به دلیل شرایط همه‌گیری ویروس کرونا و تعطیلی عمومی مدارس و دانشگاه‌ها، در این تحقیق سهم سفرهای آموزشی بسیار اندک بوده است. در حقیقت اهداف سفر در میزان استفاده گروه‌های مختلف نقش داشته است؛ به این صورت که گروه پراستفاده از سیستم ترکیبی در راستای رسیدن به مقاصد کاری خود نگاه می‌کنند درحالی‌که گروه کم استفاده از این سیستم در جهت سفرهای تفریحی یا خاص بهره می‌گیرند و در مقاصد جابه‌جایی محور روزانه خود، از سایر مدهای حمل و نقلی استفاده می‌کنند. از تحلیل داده‌ها به این نتیجه می‌رسیم که عموماً ۵۳/۲۴ درصد جامعه آماری کاربران سیستم ترکیبی را مشاغل آزاد و حدود ۲۷/۸۹ درصد آن را کارمندان تشکیل می‌دهند. محصلین، خانه‌داران و سایر مشاغل نیز به ترتیب ۵/۶۳، ۶/۲۰ و ۷/۰۴ درصد مشترکین را در برمی‌گیرند. از دیگر نتایج یافته‌ها می‌توان به این موضوع اشاره کرد که در خصوص آمار توصیفی مخاطبان بیش از ۶۰ درصد جامعه آماری دارای مدارک دانشگاهی هستند. کاربران دارای مدرک فوق‌دیپلم و لیسانس، سهم بیشتری (۱۱/۴۳ درصد) در استفاده زیاد از سیستم ترکیبی را دارند درحالی‌که کاربران با مدرک تحصیلی بالاتر سهم پائینی در استفاده ثابت و مکرر از این سیستم دارند که نشان‌دهنده عدم ارتباط مستقیم میان تحصیلات عالیه و استفاده مکرر از سیستم ترکیبی می‌باشد.

جدول ۱. توزیع میزان استفاده از سیستم ترکیبی توسط گروه‌های مختلف

مؤلفه	متغیر	میزان استفاده		
	آمار توصیفی مخاطبان	کم	متوسط	زیاد
جنسیت	مرد	۶۹/۲۰	۲۰/۰۹	۱۰/۷۱
	زن	۷۸/۶۳	۱۳/۷۴	۷/۶۳
سن	کمتر از ۳۰ سال	۷۴/۲۱	۱۷/۴۶	۸/۳۳
	بین ۳۰ تا ۴۵ سال	۶۵/۷۵	۱۹/۱۸	۱۵/۰۷
	بیشتر از ۴۵ سال	۷۶/۶۷	۱۶/۶۷	۶/۶۷
میزان تحصیلات	دیپلم و پایین‌تر	۷۵/۱۸	۱۵/۶۰	۹/۲۲
	فوق‌دیپلم و لیسانس	۶۶/۸۶	۲۱/۷۱	۱۱/۴۳
	فوق‌لیسانس و بالاتر	۸۹/۷۴	۷/۶۹	۲/۵۶
شغل	مشاغل ثابت	۶۲/۶۰	۲۰/۶۱	۱۶/۷۹
	مشاغل غیرثابت	۷۸/۵۷	۱۶/۰۷	۵/۳۶
میانگین درآمد ماهانه	کمتر از ۳ میلیون تومان	۸۰/۱۱	۱۲/۹۰	۶/۹۹
	بین ۳ تا ۶ میلیون تومان	۵۸/۷۸	۲۶/۷۲	۱۴/۵۰
	بیشتر از ۶ میلیون تومان	۸۴/۲۱	۱۰/۵۳	۵/۲۶
مالکیت خودرو	وجود وسیله نقلیه در خانوار	۶۸/۲۴	۱۹/۴۱	۱۰/۵۹
	عدم وجود وسیله نقلیه در خانوار	۷۶/۷۶	۱۶/۲۲	۸/۶۵
مالکیت دوچرخه	مالک دوچرخه هستم	۷۰/۰۰	۱۹/۴۱	۱۰/۵۹
	مالک دوچرخه نیستم	۷۵/۱۴	۱۶/۲۲	۸/۶۵
اهداف و مشخصه‌های مرتبط با سفر				
اهداف سفر	کاری	۶۵/۴۱	۲۲/۱۸	۱۲/۴۱
	غیر کاری	۹۴/۳۸	۴/۴۹	۱/۱۲
زمان سفر با قطار شهری	کمتر از ۳۰ دقیقه	۷۲/۰۳	۲۰/۲۸	۱۲/۶۹
	بین ۳۰ تا ۴۵ دقیقه	۷۰/۹۰	۱۶/۴۲	۱۲/۶۹
	بیشتر از ۴۵ دقیقه	۷۶/۹۲	۱۵/۳۸	۷/۶۹
زمان سفر با دوچرخه	کمتر از ۱۰ دقیقه	۷۰/۷۹	۱۵/۷۳	۱۳/۴۸
	بین ۱۰ تا ۲۰ دقیقه	۷۱/۷۸	۱۹/۶۳	۸/۵۹
	بیشتر از ۲۰ دقیقه	۷۵/۷۳	۱۶/۵۰	۷/۷۷
زمان سفر در روز	ساعات پیک	۶۶/۳۰	۲۲/۲۸	۱۱/۴۱
	ساعات غیر پیک	۷۹/۵۳	۱۲/۸۷	۷/۶۰
مشخصه‌ها و شرایط محیط انسان‌ساخت				
موقعیت محل سکونت/ مبدأ	در فاصله ۲ کیلومتری از ایستگاه قطار	۶۴/۸۰	۲۲/۴۵	۱۲/۷۶
	دورتر از فاصله ۲ کیلومتری از ایستگاه قطار	۸۲/۳۹	۱۱/۹۵	۵/۶۶
موقعیت محل کار/ مقصد	در فاصله ۲ کیلومتری از ایستگاه قطار	۶۰/۱۱	۲۶/۰۶	۱۳/۸۳
	دورتر از فاصله ۲ کیلومتری از ایستگاه قطار	۸۶/۸۳	۸/۳۸	۴/۷۹
مسیر دوچرخه	بدون مسیر	۷۶/۶۰	۱۵/۶۰	۷/۸۰
	فاقد مسیرهای پیوسته	۷۵/۴۸	۱۸/۰۶	۶/۴۵
	دارای مسیرهای پیوسته	۵۵/۹۳	۲۲/۰۳	۲۲/۰۳
مشخصه‌ها نگرشی و ادراکی				
آستانه مسافتی که جهت دسترسی به دوچرخه اشتراکی طی می‌کنید	کمتر ۳۰۰ متر	۷۲/۳۲	۱۷/۵۱	۱۰/۱۷
	بین ۳۰۰ تا ۵۰۰ متر	۷۱/۵۳	۱۸/۹۸	۹/۴۹
حداکثر زمان انتظار برای موجود شدن دوچرخه در ایستگاه	بیشتر از ۵۰۰	۷۸/۰۵	۱۴/۶۳	۷/۳۲
	کمتر از ۲ دقیقه	۷۹/۴۹	۱۴/۱۰	۶/۴۱
منصرف شدن از سفر ترکیبی دوچرخه و قطار شهری	بین ۲ تا ۵ دقیقه	۷۹/۱۷	۱۵/۲۸	۵/۵۶
	منتظر نمی‌مانم	۶۷/۸۰	۲۰	۱۲/۲۰
		۷۱/۵۶	۱۵/۶۴	۱۲/۸۰

۳۹/۴۴	۵/۰۰	۲۰/۷۱	۷۴/۲۹	استفاده از یک مد دیگر حمل و نقلی تا ایستگاه قطار شهری	تصمیمی که در زمان نبود
۱/۱۳	۰/۰۰	۰/۰۰	۱۰۰/۰۰	منصرف شدن از سفر	دوچرخه در ایستگاه می گیرید

در خصوص میزان درآمد گروه درآمدی پایین، بیشترین حجم نمونه (۵۲/۳۹ درصد) را در برمی گیرند؛ در خصوص ارتباط میان مالکیت دوچرخه شخصی و میزان استفاده از سیستم ترکیبی، با وجود سهم نسبتاً برابر مالکان دوچرخه شخصی با افراد فاقد دوچرخه، استفاده مکرر گروه اول از سیستم ترکیبی بالاتر است. آشنایی و علاقه‌مندی این گروه به استفاده از دوچرخه در سفرهای روزانه و درعین حال عدم وجود زیرساخت‌های لازم برای استفاده از دوچرخه‌های شخصی در ترکیب با سامانه قطار شهری، سبب شده است که از دوچرخه‌های اشتراکی استفاده نمایند. در رابطه با ارزیابی آستانه میزان مسافت طی شده برای دسترسی به دوچرخه اشتراکی جهت سفر ترکیبی نتیجه می‌شود که کاربران در مسیر رفت خود احتمالاً به دلیل عجله یا هماهنگی‌های قبلی عمدتاً پس از خروج از خانه یا ایستگاه قطار شهری، تا ۳۰۰ متر حاضر به پیاده‌روی برای دسترسی به ایستگاه دوچرخه اشتراکی و انجام سفر ترکیبی خود می‌باشند حال آنکه این مسافت در مسیر برگشت در حدود ۸۰۰ متر است که طبیعتاً به دلیل فراغ بال و آزادی زمانی می‌باشد. در نقشه ۳، شعاع دسترسی کاربران در مسیر رفت (۳۰۰ متر) و برگشت (۸۰۰ متر) مشخص گردیده است که نشان‌دهنده عدم پوشش سامانه دوچرخه‌های اشتراکی در اکثر نقاط شهر است؛ به طوری که حدود ۳۰ درصد ایستگاه‌های خط ۱ و بیش از ۵۰ درصد ایستگاه‌های خط ۲ قطار شهری و مساحت قابل توجهی از محدوده شهری در حال حاضر خارج از پوشش این سامانه می‌باشند.



شکل ۲. شعاع دسترسی به ایستگاه‌های دوچرخه اشتراکی در مسیر رفت و برگشت (شعاع پیاده‌روی)

در شکل ۳، شعاع مطلوب (۲ کیلومتر) و آستانه شعاع دوچرخه‌سواری (۳ کیلومتر) در سیستم ترکیبی قابل مشاهده است. با توجه به اینکه در حال حاضر خطوط ۳ و ۴ قطار شهری مشهد مورد بهره‌برداری قرار نگرفته‌اند لذا محدوده‌هایی از شمال، شمال غرب و شرق مشهد، خارج از آستانه دوچرخه‌سواری می‌باشند.

تجزیه و تحلیل SWOT و تحلیل عوامل داخلی و خارجی

با استفاده از روش SWOT، نقاط قوت، ضعف، فرصت‌ها و تهدیدهای سیستم ترکیبی دوچرخه و قطار شهری، استخراج و تدوین گردید. سپس جهت تجزیه و تحلیل، از ماتریس داخلی و خارجی استفاده شده است. در تکمیل جدول تحلیل عوامل داخلی، در ستون دوم با توجه به میزان اهمیت هر مؤلفه در سیستم ترکیبی (مطابق نظر نخبگان و کارشناسان)، ضریب اهمیت نرمال‌سازی شده به آن اختصاص یافت. در ستون سوم با توجه به عالی بودن یا معمولی بودن قوت‌ها به ترتیب رتبه ۴ یا ۳ و با لحاظ جدی یا معمولی بودن ضعف‌ها به ترتیب رتبه ۱ یا ۲ در نظر گرفته شده است. نتایج در جدول ۳ ارائه گردیده است.

جدول ۳. تحلیل عوامل داخلی

امتیاز وزنی	رتبه	ضریب اهمیت	عوامل داخلی استراتژیک (نقاط قوت و نقاط ضعف)
۰/۱۳۲	۳	۰/۰۴۴	S۱ ساعات کاری مناسب سامانه دوچرخه‌های اشتراکی و خطوط قطار شهری
۰/۱۳۲	۳	۰/۰۴۴	S۲ سیستم نسبتاً هماهنگ پرداخت هزینه دوچرخه و قطار شهری
۰/۱۵۴	۴	۰/۰۳۸	S۳ سیستم منعطف دوچرخه‌های اشتراکی جهت استفاده ترکیبی
۰/۰۹۹	۳	۰/۰۳۳	S۴ کمک به رعایت بهداشت عمومی در شرایط همه‌گیری ویروس کرونا
۰/۱۱۵	۳	۰/۰۳۸	S۵ وجود مسیر دوچرخه‌رو در اکثر ورودی‌های ایستگاه قطار شهری جهت جابجایی و عبور آسان دوچرخه از مسیر پله رو
۰/۰۶۶	۳	۰/۰۲۲	S۶ صرفه‌جویی در میزان هزینه‌ها نسبت به استفاده از خودرو شخصی
۰/۱۱۰	۴	۰/۰۲۷	S۷ کمک به حفظ محیط‌زیست
۰/۰۶۶	۳	۰/۰۲۲	S۸ بهبود وضعیت سلامت فردی
۰/۰۴۹	۳	۰/۰۱۶	S۹ بازخورد مناسب اطرافیان و بهبود شأن اجتماعی
۰/۰۶۶	۴	۰/۰۱۶	S۱۰ امکان بهره‌گیری از سیستم دنده در دوچرخه‌های اشتراکی در محدوده‌ها دارای شیب و توپوگرافی نامناسب
۰/۰۴۹	۳	۰/۰۱۶	S۱۱ وجود برخی تجهیزات جهت استفاده بهتر از سیستم ترکیبی (سبد جهت حمل کیف، و ...)
۰/۰۶۶	۳	۰/۰۲۲	S۱۲ ثبت‌نام آسان در سامانه دوچرخه‌های اشتراکی نسل چهارم نسبت به سامانه‌های قبلی
۰/۰۶۶	۳	۰/۰۲۲	S۱۳ اطلاع‌رسانی و بیان آموزش‌های اولیه از طریق شبکه‌های اجتماعی
۰/۱۳۲	۴	۰/۰۳۳	S۱۴ جابجایی سریع و پیمایش مسافت طولانی با استفاده از سیستم قطار شهری
۰/۰۴۹	۱	۰/۰۴۹	W۱ کمبود دوچرخه‌های اشتراکی خصوصاً در ساعات پیک
۰/۰۵۵	۱	۰/۰۵۵	W۲ کمبود ایستگاه دوچرخه‌های اشتراکی خصوصاً در اطراف ایستگاه‌های قطار شهری
۰/۰۶۶	۲	۰/۰۳۳	W۳ عدم رعایت حقوق دوچرخه‌سواران توسط رانندگان وسایل نقلیه موتوری
۰/۰۶۶	۲	۰/۰۳۳	W۴ کیفیت پایین زیرساخت‌ها و مسیرهای دوچرخه‌سواری منتهی به ایستگاه‌های قطار شهری
۰/۰۶۶	۲	۰/۰۳۳	W۵ کمبود یا نبود علائم راهنمایی در مسیرهای موجود
۰/۰۸۸	۲	۰/۰۴۴	W۶ کمبود خطوط ویژه دوچرخه و عدم پیوستگی مسیرهای موجود در ارتباط با برخی از ایستگاه‌های قطار شهری
۰/۰۲۷	۱	۰/۰۲۷	W۷ نبود پارکینگ‌های مسقف و امن در مجاورت ایستگاه‌های قطار شهری جهت پارک دوچرخه شخصی (وجود یک پارکینگ در کل شهر)
۰/۰۲۲	۲	۰/۰۱۱	W۸ خستگی و برهم خوردن آرامش ظاهری در هنگام استفاده از سیستم ترکیبی
۰/۰۳۸	۱	۰/۰۳۸	W۹ عدم امکان ورود دوچرخه شخصی به داخل واگن قطار شهری
۰/۰۴۴	۲	۰/۰۲۲	W۱۰ هزینه نسبتاً بالای دوچرخه‌های اشتراکی و محاسبه زمان استفاده برحسب ساعت
۰/۰۴۴	۲	۰/۰۲۲	W۱۱ طولانی شدن زمان سفر در هنگام استفاده از سیستم ترکیبی دوچرخه قطار شهری نسبت به مد غیر ترکیبی
۰/۰۵۵	۲	۰/۰۲۷	W۱۲ کیفیت نسبتاً نامناسب دوچرخه‌های اشتراکی شهر مشهد
۰/۰۴۴	۲	۰/۰۲۲	W۱۳ عدم وجود تجهیزات کافی دوچرخه‌های اشتراکی (از قبیل چراغ و ...)
۰/۰۲۷	۱	۰/۰۲۷	W۱۴ عدم وجود ایستگاه دوچرخه در نواحی صنعتی و کارخانه‌های شهر
۰/۰۵۵	۲	۰/۰۲۷	W۱۵ کمبود ایستگاه‌های دوچرخه‌های اشتراکی در محدوده مرکزی و اطراف بافت‌های تاریخی
۰/۰۳۳	۲	۰/۰۱۶	W۱۶ پارک موتورسیکلت در ایستگاه‌های دوچرخه‌های اشتراکی
۰/۰۶۶	۲	۰/۰۳۳	W۱۷ پارک خودرو در مسیرهای ویژه دوچرخه
۰/۰۶۶	۲	۰/۰۳۳	W۱۸ نبود حس تعلق برخی شهروندان نسبت به استفاده صحیح از دوچرخه‌های اشتراکی (از قبیل آسیب به دوچرخه و ...)

۰/۰۲۷	۱	۰/۰۲۷	W۱۹ عدم امکان تعویض رایگان دوچرخه‌های اشتراکی دارای نقص پس از دریافت دوچرخه
۰/۰۲۲	۱	۰/۰۲۲	W۲۰ عدم بالانس به موقع دوچرخه‌های اشتراکی در ایستگاه‌ها
۲/۲۶۴	-	۱	مجموع عوامل داخلی
۰/۰۹۰	۴	۰/۰۲۳	O۱ امکان افزودن قابلیت توقف لحظه‌ای در سامانه دوچرخه‌های اشتراکی برای سهولت استفاده
۰/۱۱۳	۳	۰/۰۳۸	O۲ امکان در نظر گرفتن شرایط و تسهیلات خاص برای بهره‌گیری افراد مسن از سیستم ترکیبی دوچرخه و قطار شهری
۰/۲۷۱	۴	۰/۰۶۸	O۳ امکان افزودن سریع سکوها دوچرخه اشتراکی در مجاورت کلیه ایستگاه‌های خط ۱ و ۲ قطار شهری
۰/۲۴۱	۴	۰/۰۶۰	O۴ امکان جانمایی ایستگاه‌های جدید دوچرخه‌های اشتراکی در ارتباط با ایستگاه‌های در دست احداث قطار شهری
۰/۰۹۰	۳	۰/۰۳۰	O۵ امکان تجهیز دوچرخه‌های اشتراکی جهت سهولت سفر مادران همراه فرزند
۰/۱۸۰	۴	۰/۰۴۵	O۶ امکان طراحی برنامه‌هایی جهت ترغیب بیشتر کاربران به استفاده از سیستم ترکیبی
۰/۱۱۳	۳	۰/۰۳۸	O۷ امکان برنامه‌ریزی بیشتر در خصوص ساعات سرویس‌دهی جهت افزایش میزان استفاده از سیستم ترکیبی
۰/۱۸۰	۳	۰/۰۶۰	O۸ امکان طراحی انواع مسیرهای دوچرخه در معابر شهری در ارتباط با ایستگاه قطار شهری موجود و در دست احداث
۰/۱۸۰	۴	۰/۰۴۵	O۹ اعمال انواع تخفیف‌ها جهت استفاده بهتر و بیشتر از دوچرخه‌های اشتراکی
۰/۲۷۱	۴	۰/۰۶۸	O۱۰ امکان بسترسازی جهت حمل دوچرخه‌های شخصی با قطار شهری
۰/۱۸۰	۳	۰/۰۶۰	O۱۱ امکان پوشش مناسب شهر از طریق تکمیل خطوط قطار شهری
۰/۲۱۱	۴	۰/۰۵۳	O۱۲ امکان قیمت‌گذاری هوشمند بهای بلیت قطار شهری
۰/۰۵۳	۱	۰/۰۵۳	T۱ از دست دادن بخش از جامعه مخاطب با توجه به محدودیت حداقل سن استفاده (۱۸ سال) از سامانه دوچرخه اشتراکی
۰/۰۶۰	۲	۰/۰۳۰	T۲ کاهش استقبال از سیستم ترکیبی به دلیل عدم نظارت بر رعایت حقوق دوچرخه‌سواران
۰/۰۴۵	۱	۰/۰۴۵	T۳ امکان عدم استقبال از سیستم ترکیبی به دلیل کمبود دوچرخه اشتراکی و عدم پوشش محدوده‌های مختلف شهری توسط این سامانه
۰/۰۶۰	۲	۰/۰۳۰	T۴ عدم استقبال از سامانه دوچرخه‌های اشتراکی جهت استفاده ترکیبی در صورت عدم توجه و فرهنگ‌سازی مناسب
۰/۱۰۵	۲	۰/۰۵۳	T۵ افزایش آلودگی هوا در صورت عدم توجه به حمل‌ونقل پاک از جمله سیستم ترکیبی دوچرخه و قطار شهری
۰/۰۶۰	۲	۰/۰۳۰	T۶ عدم تمایل مشترکین به استفاده از سیستم ترکیبی در صورت عدم توجه به نقص فنی و بهبود کیفیت دوچرخه‌های اشتراکی
۰/۰۷۵	۲	۰/۰۳۸	T۷ امکان کاهش بهره‌گیری از سیستم ترکیبی در صورت پشتیبانی ضعیف در زمینه سخت‌افزاری و نرم‌افزاری
۰/۰۲۳	۱	۰/۰۲۳	T۸ امکان کاهش سفرهای ترکیبی به دلیل شرایط نامناسب جوی و عدم آسایش اقلیمی دوچرخه‌سواران در فصول تابستان یا زمستان
۰/۰۳۰	۱	۰/۰۳۰	T۹ عدم جذب کاربران دوچرخه‌های شخصی به استفاده از سیستم ترکیبی در صورت ادامه بی‌توجهی به این گروه
۰/۰۴۵	۲	۰/۰۲۳	T۱۰ کاهش تعداد مشترکین سیستم ترکیبی به دلیل ازدحام مسافران در قطارهای شهری
۰/۱۲۵	۲	۰/۰۶۰	T۱۱ عدم استقبال از سیستم ترکیبی به دلیل نبود برنامه‌ریزی و عملکرد هوشمند مدیریتی
۲/۲۹۷	-	۱	مجموع عوامل خارجی

مطابق جدول ۳ نمره حاصل از ارزیابی عوامل داخلی معادل ۲/۲۶ و نتیجه ارزیابی عوامل خارجی معادل ۲/۸ محاسبه شده است که نشان‌دهنده غلبه ضعف‌های سیستم بر قوت‌ها می‌باشد. بر اساس ماتریس استراتژی‌ها و اولویت‌های اجرایی (تصویر ۴)، وضعیت سیستم مورد مطالعه در ناحیه اول، استراتژی تهاجمی (SO)، در ناحیه دوم، استراتژی اقتضایی / رقابتی (ST)، در ناحیه سوم، استراتژی انطباقی / محافظه کارانه (WO) و در نهایت در ناحیه چهارم، استراتژی تدافعی (WT) می‌باشد؛ بنابراین مطابق امتیازهای کسب‌شده موقعیت استراتژیک مورد مطالعاتی این تحقیق در ناحیه سوم و استراتژی‌های انطباقی در نمودار تعیین می‌گردد.



شکل ۴. ماتریس استراتژی‌ها و اولویت‌های اجرایی SWOT

ارائه راهبردها بر اساس مدل SWOT

با توجه به نتایج به‌دست‌آمده از تحلیل SWOT و تعیین موقعیت ماتریس اولویت‌های اجرایی (WO)، مهم‌ترین راهبردهای تلفیقی مؤثر بر سیستم ترکیبی حمل‌ونقل شهری مشهود به شرح ذیل ارائه گردیده است.

- ارائه سیستم‌های پرداخت هماهنگ و متنوع با استفاده از برنامه‌های تلفن همراه، کارت‌های هوشمند و تسهیلات آن‌ها
- طراحی سیستم پارک خارج از ایستگاه دوچرخه‌های اشتراکی در همه معابر اصلی
- افزایش تعداد ایستگاه‌های دوچرخه اشتراکی به‌منظور ارتقاء دسترسی به ایستگاه‌های شهری و مقاصد سفرهای روزانه
- تعریف و اعمال قوانین در منشور شهروندی جهت رعایت حقوق متقابل دوچرخه‌سواران و رانندگان وسایل نقلیه
- طراحی و احداث مسیرهای ویژه و پیوسته دوچرخه در ارتباط با ایستگاه‌های قطار شهری موجود و در دست احداث
- ایجاد شرایط حمل دوچرخه با قطار شهری از طریق اختصاص واگن مجزا یا آماده‌سازی واگن‌های موجود
- احداث پارک‌سوار ایمن برای دوچرخه‌های شخصی در مجاورت ایستگاه‌های قطار شهری
- افزایش تعداد دوچرخه‌های اشتراکی به‌منظور استفاده بیشتر از سیستم ترکیبی
- اطلاع‌رسانی و تخصیص امتیازات ویژه جهت بهره‌مندی از خدمات شهروندی در ازای استفاده از سیستم ترکیبی
- ارتقاء خدمات نرم‌افزاری به‌منظور سهولت استفاده کاربران سیستم ترکیبی (پشتیبانی از همه سیستم‌عامل‌ها، اطلاع از جزئیات سرویس‌دهی قطارها)

اولویت‌بندی راهبردها (جدول QSPM)

برای اولویت‌بندی راهبردها، از ماتریس برنامه‌ریزی کمی استفاده می‌شود. استراتژی‌های دارای جذابیت بالا به‌عنوان راهبردهای مورد تأکید و اولویت‌دار در برنامه‌ریزی‌ها تعیین می‌گردد. برای این منظور مراحل زیر طی می‌شود:

- ابتدا عوامل داخلی و خارجی و ضریب اهمیت هر یک از آن‌ها به جدول برنامه‌ریزی استراتژیک منتقل شده، سپس کلیه راهبردهای قابل قبول پیشنهاد شده، در ردیف بالای ماتریس برنامه‌ریزی استراتژیک فهرست می‌شوند. - برای تعیین جذابیت هر راهبرد در یک مجموعه از استراتژی‌ها، بنا به اهمیت، امتیازی بین ۱ تا ۴ داده می‌شود. - برای محاسبه جمع امتیاز هر عامل، وزن‌های مرحله ۱ را در امتیاز جذابیت مرحله ۲ ضرب می‌کنیم؛ به این ترتیب، مجموع امتیاز جذابیت هر یک از عوامل به دست می‌آید که نشان‌دهنده جذابیت هر یک از آن‌ها در یک مجموعه از راهبردهاست. - از جمع امتیازهای جذابیت هر

جدول ۴. راهبردها با توجه به جمع نمره جذابیت و اولویت هر کدام از آنها

[illegible]

جدول ۵. اولویت‌بندی راهبردهای یکپارچه‌سازی سیستم ترکیبی دوچرخه و قطار شهری

اولویت	نمره جذابیت	راهبردها
۱	۵/۵۰۶	افزایش تعداد دوچرخه‌های اشتراکی به‌منظور استفاده بیشتر از سیستم ترکیبی
۲	۵/۱۳۳	افزایش تعداد ایستگاه‌های دوچرخه اشتراکی به‌منظور ارتقاء دسترسی به ایستگاه‌های قطار شهری و مقاصد سفرهای روزانه
۳	۴/۳۱۱	طراحی و احداث مسیرهای ویژه و پیوسته دوچرخه در ارتباط با ایستگاه‌های قطار شهری موجود (خط ۱ و ۲) و در دست احداث (خط ۳ و ۴)
۴	۴/۱۱۸	ایجاد شرایط حمل دوچرخه با قطار شهری از طریق اختصاص واگن مجزا یا آماده‌سازی واگن‌های موجود
۵	۴/۰۸۶	اطلاع‌رسانی و تخصیص امتیازات ویژه جهت بهره‌مندی از خدمات شهروندی در ازای استفاده از سیستم ترکیبی (از قبیل بلیت رایگان پارکینگ، سینما)
۶	۳/۸۲۳	ارتقاء خدمات نرم‌افزاری به‌منظور سهولت استفاده کاربران سیستم ترکیبی (پشتیبانی از همه سیستم‌عامل‌ها، اطلاع از جزئیات سرویس‌دهی قطارها)
۷	۳/۴۸۶	احداث پارک‌سوار ایمن برای دوچرخه‌های شخصی در مجاورت ایستگاه‌های قطار شهری
۸	۳/۴۵۴	تعریف و اعمال قوانین در منشور شهروندی جهت رعایت حقوق متقابل دوچرخه‌سواران و رانندگان وسایل نقلیه موتوری
۹	۳/۲۲۹	ارائه سیستم‌های پرداخت هماهنگ و متنوع با استفاده از برنامه‌های تلفن همراه، کارت‌های هوشمند و تسهیلات آن‌ها
۱۰	۳/۲۰۵	طراحی سیستم پارک خارج از ایستگاه دوچرخه‌های اشتراکی در همه معابر اصلی

بحث

استراتژی‌های حمل‌ونقل یکپارچه پتانسیل ایجاد پیشرفت‌های چشمگیر در سیستم‌های حمل‌ونقل پایدار شهری در آینده را دارند. این مطالعه با هدف تحلیل وضعیت فعلی سیستم ترکیبی مترو و دوچرخه اشتراکی در شهر مشهد انجام شد و الگوهای استفاده و گروه‌های هدف مد حمل‌ونقل ترکیبی دوچرخه-مترو را شناسایی کرد. تحلیل SWOT، درک جامعی از نقاط قوت، ضعف‌ها، فرصت‌ها و تهدیدهای مؤثر بر سیستم فراهم آورد که مسیر ارائه راهبردهای مناسب برای بهبود وضعیت موجود را هموار می‌سازد.

یافته‌ها نشان داد که میزان استفاده کلی از سیستم ترکیبی نسبتاً پایین است؛ به‌گونه‌ای که تنها ۶.۹ درصد کاربران، استفاده مکرر، ۱۷.۷ درصد استفاده متوسط و ۷۲.۷ درصد استفاده کم از این سیستم داشتند. بیشترین کاربران زیر ۳۰ سال بودند، اما نرخ استفاده مکرر بیشتر در گروه سنی ۳۰ تا ۳۹ سال مشاهده شد. سفرهای کاری بیشترین دلیل استفاده از سیستم را تشکیل می‌دهند و کارمندان نسبت به سایر گروه‌های شغلی نرخ استفاده مکرر بالاتری دارند.

تحلیل همبستگی نشان داد که بین استفاده مکرر از سیستم و متغیرهایی مانند سطح تحصیلات، کیفیت مسیرهای دوچرخه و مالکیت دوچرخه رابطه مثبت و معناداری وجود دارد. برعکس، مدت‌زمان سفر با مترو و فاصله محل سکونت تا ایستگاه مترو رابطه منفی معناداری با میزان استفاده داشتند. اگرچه مالکیت خودرو در خانوار باعث کاهش استفاده از سیستم ترکیبی می‌شود، این رابطه از نظر آماری معنادار نبود ($\text{sig}=0/143$). از طرفی تحلیل فضایی، کمبود شدید ایستگاه‌های دوچرخه اشتراکی در سطح شهر مشهد را نشان داد، به‌طوری‌که تنها حدود ۶۰ درصد از محدوده شهری تحت پوشش ایستگاه‌های موجود قرار دارند.

هرچند تاکنون پژوهشی در حوزه بررسی روابط موجود میان مشخصات کاربران و میزان استفاده از سیستم‌های ترکیبی حمل‌ونقل در کشور انجام نشده بود اما با بررسی مطالعات مشابه خارجی می‌توان دریافت که یافته‌های این پژوهش نسبتاً با تحقیقات قبلی در برخی حوزه‌ها همسو است که اهمیت توسعه زیرساخت‌های یکپارچه را برجسته کرده‌اند. به‌عنوان مثال، مطالعات جونکر و همکاران در سال ۲۰۲۱ نقش ویژگی‌های شخصی و اهداف سفر را در استفاده از دوچرخه مورد تأکید قرار داده‌اند و به دستاوردهای مشابهی در شناخت جامعه بهره‌بردار از سیستم‌های حمل‌ونقل عمومی با پژوهش حاضر

دست‌یافت بودند و در نتیجه درک کامل‌تری را برای محقق در جهت شناخت جامعه هدف و صحت سنجی داده‌ها ارائه داد. هم‌راستا با پژوهش حاضر، تحقیق فلاح منشادی و همکاران در سال ۱۳۹۴ نیز پتانسیل اجرایی بالای سیستم‌های ترکیبی را به‌عنوان بالاترین ظرفیت میان راهکارهای حمل‌ونقل پایدار در کلان‌شهرها معرفی کرده است. همچنین این تحقیق مانند پژوهش جاو و همکارانش در سال ۲۰۲۱ نقش محیط انسان‌ساز در شکل‌گیری مد تکمیلی را روشن ساخته و زیرساخت‌هایی که باعث بهبود عملکرد سیستم می‌شوند را مشخص می‌نماید. البته این پژوهش با مطالعه پایکس و همکاران در سال ۲۰۲۰ که در آن ارتباط افزایش چشمگیر استفاده از سیستم ترکیبی در ازای گسترش زیرساخت‌های حمل‌ونقل عمومی مشخص شد؛ منطبق نبود چراکه مطالعات این پژوهش نشان حتی در صورت بهبود زیرساخت‌های سیستم‌های ترکیبی حمل‌ونقل نظیر مد قطار شهری و دوچرخه‌های اشتراکی، همچنان علاقه‌مندی کاربران به استفاده فزاینده و زیاد از این حالت حمل‌ونقل عمومی به نسبت سایر کشورهای توسعه‌یافته کمتر بوده که دلایلی همچون آب‌وهوای نامساعد، وضعیت توپوگرافی شهر مشهد و شرایط فرهنگی در آن دخیل می‌باشد.

نتیجه‌گیری

با توجه به نقشه‌های ارائه‌شده در این پژوهش و بر اساس آستانه شعاع دسترسی به دوچرخه، مشخص گردید که با توجه به مساحت شهر مشهد و پراکنش ایستگاه‌های موجود، کمبود شدید تعداد ایستگاه‌های دوچرخه اشتراکی محرز می‌باشد که برای پوشش تمام محدوده شهری حداقل به ۱۲۰ ایستگاه با پراکندگی مناسب در سطح نیاز است. همچنین در حال حاضر حدود ۴۰ درصد از محدوده شهر فاقد دسترسی مطلوب بین ایستگاه‌های دوچرخه‌های اشتراکی و ایستگاه‌های مترو می‌باشد و لذا راه‌اندازی و تکمیل خطوط در دست احداث قطار شهری (خط ۳ و ۴)، نقش مؤثری در عدالت فضایی و بهره‌گیری بیشتر شهروندان از سیستم ترکیبی خواهد داشت. همچنین بر اساس تحلیل‌های SWOT و QSPM، موقعیت استراتژیک مورد مطالعاتی این تحقیق در ناحیه سوم و استراتژی‌های انطباقی تعیین می‌گردد و بر همین اساس مهم‌ترین راهبردهای تلفیقی مؤثر بر توسعه و یکپارچگی سیستم ترکیبی حمل‌ونقل شهری مشهد عبارت‌اند از: افزایش تعداد دوچرخه‌های اشتراکی و توسعه اصولی شبکه ایستگاه‌ها؛ توسعه مسیرهای ویژه و باکیفیت دوچرخه که به ایستگاه‌های مترو متصل باشند؛ تسهیل حمل دوچرخه در قطارهای شهری از طریق اختصاص واگن‌های مجزا یا تجهیز واگن‌های موجود و بهبود خدمات نرم‌افزاری همراه با ارائه مشوق‌های ویژه به کاربران سیستم ترکیبی.

به‌طور کلی نتایج این تحقیق نشان داد با توجه به تراکم جمعیت (به‌ویژه در فصل ورود زائران و گردشگران) و به دلیل منابع محدود در سطح شهر و همچنین استفاده روزانه شهروندان از وسایل حمل‌ونقل عمومی، سیستم ترکیبی حمل‌ونقل شهری یکی از اصلی‌ترین راه‌حل‌های مدیریت شهری برای توسعه بهره‌گیری از حمل‌ونقل عمومی می‌باشد.

حامی مالی

این اثر حامی مالی ندارد.

سهم نویسندگان در پژوهش

نویسندگان در تمامی بخش‌ها و مراحل پژوهش سهم برابر داشتند.

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

- افندی زاده، شهریار؛ کدخدای بلقور، مسعود؛ کدخدای بلقور، محسن و کدخدای بلقور، محمدجواد. (۱۳۹۴). ارزیابی اقتصادی سیستم دوچرخه‌های اشتراکی در سفرهای ترکیبی با قطار سبک شهری (LRT) در کلان‌شهرها (مطالعه موردی: شهر مشهد). *پانزدهمین کنفرانس بین‌المللی مهندسی حمل‌ونقل و ترافیک*.
- آمارنامه حمل‌ونقل شهر مشهد. (۱۳۹۸). معاونت مطالعات و برنامه‌ریزی شهرداری مشهد.
- آمارنامه شهر مشهد. (۱۳۹۷). معاونت برنامه‌ریزی و توسعه سرمایه انسانی شهرداری مشهد.
- برابری، معصومه؛ رضویان، محمدتقی و توکلی نیا، جمیله. (۱۳۹۷). ارزیابی شاخص‌های پایداری حمل‌ونقل شهری با رویکرد اقتصاد سبز مطالعه موردی: شهر ساری. *آمایش جغرافیایی فضا*، (۸)، ۳۰-۱۰۴. <https://doi.org/10.19888/gps.10.30488>.
- تقوایی، مسعود و سجادی، مسعود. (۱۳۹۵). ارزیابی و تحلیل شاخص‌های حمل‌ونقل پایدار شهری (مطالعه موردی: شهر اصفهان). *معماری و شهرسازی*، (۱)، ۴-۱۸. <https://dor.isc.ac/dor/201001125886274/1395/4/1/18>.
- جهانشاهی، دانیال. (۱۳۹۶). *بررسی چالش‌های پذیرش دوچرخه‌های اشتراکی در شهر مشهد*. پایان‌نامه کارشناسی ارشد رشته جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، به راهنمایی امید علی خوارزمی، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه فردوسی مشهد.
- شاداد مهر، هومن؛ رهنما، محمدرحیم؛ شکوهی، محمد و مافی، عزت‌اله. (۱۳۹۸). اصلاح مسیر سیستم‌های اصلی حمل‌ونقل همگانی شهر مشهد با روش الگوریتم کلونی مورچگان و رویکرد افزایش دسترسی، *مجله آمایش جغرافیایی فضا*، (۹)، ۳۲-۱۲.
- <https://doi.org/10.30488/gps.10.30488>
- صمدی، رضا؛ خاکپور، براتعلی؛ رهنما، محمدرحیم و خوارزمی، امید علی. (۱۴۰۰). برنامه‌ریزی و آمایش راهبردهای تحقق شهر شبانه در کلان‌شهر مشهد با تأکید بر شاخص‌های سرزندگی شهری. *آمایش جغرافیایی فضا*، (۱۱)، ۴۱-۱.
- <https://doi.org/10.30488/gps.2020.110898>
- فلاح منشادی، الهام؛ روحی، امیر و فلاح منشادی، افروز. (۱۳۹۴). تحلیل و بررسی اقدامات لازم برای اجرایی شدن حمل‌ونقل یکپارچه شهری در کلان‌شهرها، (نمونه موردی: شهر تهران). *پژوهش و برنامه‌ریزی شهری*، (۶)، ۸۳-۹۸.
- گهرپور، علی‌اصغر و آزموده، حمید. (۱۳۹۵). ارزیابی عملکرد سیستم حمل‌ونقل ترکیبی مترو با سایر شیوه‌های حمل‌ونقل به روش AHP (مطالعه موردی: ایستگاه صادقیه متروی تهران). *شانزدهمین کنفرانس بین‌المللی مهندسی حمل‌ونقل و ترافیک*، صص ۱۳-۲۵.
- گهرپور، علی‌اصغر و آزموده، حمید. (۱۳۹۵). ارزیابی عملکرد سیستم حمل‌ونقل ترکیبی مترو با سایر شیوه‌های حمل‌ونقل به روش AHP مطالعه موردی: ایستگاه صادقیه متروی تهران. *فصلنامه جاده*، (۲۴)، ۸۶-۱۰۱.
- مؤمنیان، آرزو؛ میرغلامی، مرتضی؛ بلالی اسکویی، آریتا و ملکی، آیدا. (۱۴۰۱). ارزیابی وضعیت کالبد شهر در راستای بهینه‌سازی مصرف انرژی مطالعه موردی: محله رشدیه تبریز. *آمایش جغرافیا فضا*، (۳)، ۸۹-۱۰۴.
- <https://doi.org/10.30488/gps.2022.351226.3561>

References

- Cao, Y., & Shen, D. (2019). Contribution of shared bikes to carbon dioxide emission reduction and the economy in Beijing. *Sustainable Cities and Society*, 51(101749), 101-129. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2019.101749>

- Cheng, Y. H., & Lin, Y.C. (2018). Expanding the effect of metro station service coverage by incorporating a public bicycle sharing system. *International Journal of Sustainable Transportation*, 12(4), 241–252. <https://doi.org/10.1080/15568318.2017.1347219>
- Defining Sustainable Transportation 2. (2005). [http://richardgilbert.ca/Files/2005/Defining%20Sustainable%20Transportation%202%20\(Web\).pdf](http://richardgilbert.ca/Files/2005/Defining%20Sustainable%20Transportation%202%20(Web).pdf)
- Guo, Y., & He, S. (2020). Built environment effects on the integration of dockless bike-sharing and the metro. *Transportation Research Part D Transport and Environment*, 83(4), 13–27. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2020.102335>
- Guo, Y., Yang, L., Lu, Y., & Zhao, R. (2021). Dockless bike-sharing as a feeder mode of metro commute? The role of the feeder-related built environment: Analytical framework and empirical evidence. *Sustainable Cities and Society*, 65(2), 31–44. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2020.102594>
- Hull, A. (2005). Integrated transport planning in the UK: From concept to reality. *Journal of Transport Geography*, 13(4), 318–328. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2004.12.002>
- Jonkeren, O., Kager, R., Harms., & Brömmelstroet, M. (2021). The bicycle-train travellers in the Netherlands: personal profiles and travel choices. *Transportation*, 14(48), 455–476.
- Leister, E. H., Vairo, N., Sims, D., & Bopp, M. (2018). Understanding bike share reach, use, access and function: An exploratory study. *Sustainable Cities and Society*, 11(43), 191–196. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0258790>
- Lin, D., Zhang, Y., Zhu, R., & Meng, L. (2019). The analysis of catchment areas of metro stations using trajectory data generated by dockless shared bikes. *Sustainable Cities and Society*, 13(49), 101–198. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2019.101598>
- Lin, D., Zhang, Y., Zhu, R., & Meng, L. (2019). The analysis of catchment areas of metro stations using trajectory data generated by dockless shared bikes. *Sustainable Cities and Society*, 49(4), 54–68. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2019.101598>
- Litman, T., & Burwell, M. (2006). Issues in Sustainable Transportation International. *Journal of Global Environment*, 32 (6), 331–347. <http://dx.doi.org/10.1504/IJGENVI.2006.010889>
- NS Annual report 2018. Utrecht: Netherlands Railways. (2019). https://2022.nsjaarverslag.nl/FbContent.ashx/pub_1002/downloads/v220216221455/NS_annualreport_2018.pdf
- Ory, D. T., & Mokhtarian, P. L. (2005). When is getting there half the fun? Modeling the liking for travel. *Transportation Research Part A. Policy and Practice*, 39(2), 97–123. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2004.09.006>
- Paix, L., Cherchi, E., & Geurs, k. (2021). Role of perception of bicycle infrastructure on the choice of the bicycle as a train feeder mode. *International Journal of Sustainable Transportation*, 15(6), 486–499. <https://doi.org/10.1080/15568318.2020.1765223>
- Brinckerhoff, P. (2012). Integrated Transport and Traffic Management Plan and Bicycle Plan, Consultation Document. https://maidstone.gov.uk/_data/assets/pdf_file/0011/12053/Draft-Integrated-Transport-Strategy-ITS.pdf
- Potter, S., & Skinner, M. (2000). On transport integration: a contribution to better understanding. *Journal of Futures*, 32(3), 275–287. [https://doi.org/10.1016/S0016-3287\(99\)00097-X](https://doi.org/10.1016/S0016-3287(99)00097-X)
- Soriguera, F., & Jiménez-Meroño, E. (2020). A continuous approximation model for the optimal design of public bike-sharing systems. *Sustainable Cities and Society*, 13(52), 101–126. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2019.101826>
- Zhao, D., Wang, W., Ping Ong, G., & Ji, Y. (2018). An Association Rule Based Method to Integrate Metro-Public Bicycle Smart Card Data for Trip Chain Analysis. *Journal*, 18 (56), 1–11. <https://doi.org/10.1155/2018/4047682>
- Zhao, P., & Li, S. (2017). Bicycle-metro integration in a growing city: The determinants of cycling as a transfer mode in metro station areas in Beijing. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 19 (99), 46–60. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2017.03.003>
- Effendi Zadeh, S., Kadkhodai Bulgur, M., Kadkhodai Bulgur, M., & Kadkhodai Bulgur, M. (2016). Economic Evaluation of Shared Bicycle System in Combined Travel by Light Urban Train (LRT) in Metropolises (Case Study: Mashhad). 15th International Conference on Transportation and Traffic Engineering, March 31, 2016, Deputy and Traffic Transportation Organization, Tehran, 15(1), 13–1 [In Persian]
- Mashhad Transport Statistics. (2018). Deputy of Studies and Planning of Mashhad Municipality. [In Persian]

- Statistics of Mashhad. (2017). Deputy of Planning and Human Capital Development of Mashhad Municipality. [In Persian]
- Barari, M., Razavian, M., & Tavakkoli Nia, J. (2018). Evaluation of sustainable urban transport indicators using by green economy approach (case study: Sari city). *Geographical Planning of Space Quarterly Journal*, 8(30), 104-120. <https://doi.org/10.30488/gps.2019.85835> [In Persian]
- Taqvaei, M., & Sajjadi, M. (2014). Evaluation and Analysis of Sustainable Urban Transportation Indicators (Case Study: Isfahan). *Architecture and Urban Planning*, 4 (1), 18-1 <https://dor.isc.ac/dor/20.1001.1.25886274.1395.4.1.1.8> [In Persian]
- Jahanshahi, D. (2015). *Investigating the challenges of accepting shared bicycles in Mashhad*. Master Thesis in Geography and Urban Planning, under the guidance of Omid Ali Kharazmi, Faculty of Literature and Humanities, Ferdowsi University of Mashhad. [In Persian]
- Shadabmehr, H., Rahnama, M., Shokohi Ajza, M., & Mafi, E. (2019). Reforming the main public transport systems path of Mashhad city using ant colony algorithm and improving access. *Geographical Planning of Space Quarterly Journal*, 9 (32), 1-12. <https://doi.org/10.30488/gps.2019.91057> [In Persian]
- Falah Meneshadi, E., Rouhi, A., & Fallah Meneshadi, A. (2015). Analysis and Study of Necessary Measures for the Implementation of Integrated Urban Transportation in Metropolises (Case Study: Tehran). *Urban Research and Planning*, 6 (20), 98-83. <https://civilica.com/doc/1916388> [In Persian]
- Goharpour, A., & Azmoudeh, H. (2016). Evaluating the performance of the combined metro transportation system with other transportation methods by AHP method Case study: Sadeghieh metro station in Tehran, *Road Quarterly*, 24 (86), 10-1. [In Persian]

