

Performance Evaluation of Bicycle-Urban Bus Combined System and Presenting Integration Strategies with QSPM Model (Case Study: Mashhad)¹

Reza Mohammadnezhad Beydokth

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

Katayon Alizadeh²

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

Hamid Jafari

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

Received: 17 April 2022 Revised: 14 May 2022 Accepted: 21 June 2022

Abstract

Urban development and population growth have been linked to a significant surge in daily intra-city travel, giving rise to a plethora of adverse consequences. An integrated transportation system, as one of the key components of smart growth, can contribute to the development of sustainable transportation by linking the existing infrastructure and boosting the efficiency and appeal of the entire system. This study investigates the community of bike-sharing (bydoo) users and the urban bus system through the correlation method to integrate the above systems. Accordingly, 384 questionnaires were distributed among users of both systems in 9 areas that were in the vicinity of bus stations and terminals hub. Pearson correlation test and ordinal logistic regression model were also used to investigate the significant relationship between items and the impact

1. The article is extracted from the first author's doctoral thesis submitted to Islamic Azad University, Mashhad Branch.

2. Corresponding Author. Email: k-alizadeh@mshdiau.ac.ir



©2024 The author(s). This is an open access article under the CC BY license:

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

How to cite this article: Mohammadnezhad Beydokth, R., Alizadeh, K. and Jafari, H. (2025). Performance Evaluation of Bicycle-Urban Bus Combined System and Presenting Integration Strategies with QSPM Model (Case Study: Mashhad). *Journal of Geography and Regional Development*, 23(2), 37-84. Doi: 10.22067/jgrd.2022.76268.1134

intensity of variables. The SWOT technique is employed to determine opportunities and threats of the above combined system. Drawing on the views of a group of 20 experts, the coefficient of importance for internal and external factors and the type of strategies are identified. In the next step, the QSPM method is adopted to evaluate and prioritize strategies based on the appeal of the system. According to the results, high (11.2%), medium (19.3%) and low (69.5%) usage frequency of the combined system was determined. The correlation coefficient of factors such as car ownership (-0.471), cycling distance (-0.369), travel time (-0.338), education (-0.316) and income (-0.294) were inversely related to usage frequency of the combined system. Moreover, bicycle paths with a correlation coefficient of 0.439 have a direct effect on the usage frequency. Finally, some of the main strategies to improve the combined system are as follows: building more shared bicycle stations, designing more bike parking in the bus terminals and main stations, creating specific bicycle paths and providing conditions for transportation of bikes with special racks mounted on buses.

Keywords: Integration, Bikesharing, Urban Public Bus, Ordinal Logistic Regression Model, QSPM Model.

سنجش عملکرد سیستم ترکیبی دوچرخه و اتوبوس‌های درون‌شهری و ارائه استراتژی‌های یکپارچه‌سازی با بهره‌گیری از مدل QSPM (مورد مطالعه: شهر مشهد)^۱

رضا محمدنژاد بیدخت (گروه جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، واحد مشهد، دانشگاه آزاد اسلامی، مشهد، ایران)

murl2.rmb@gmail.com

کتابون علیزاده (گروه جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، واحد مشهد، دانشگاه آزاد اسلامی، مشهد، ایران، نویسنده مسئول)

k-alizadeh@mshdiau.ac.ir

حمید جعفری (گروه جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، واحد مشهد، دانشگاه آزاد اسلامی، مشهد، ایران)

jafari1421@mshdiau.ac.ir

چکیده

توسعه شهرنشینی و رشد جمعیت موجب افزایش چشمگیر تقاضا برای سفرهای روزانه درون‌شهری و به دنبال آن بروز پیامدهای منفی بسیاری شده است. در چنین شرایطی سیستم یکپارچه حمل‌ونقل درون‌شهری به عنوان یکی از اصلی‌ترین مؤلفه‌های رشد هوشمند، می‌تواند با ایجاد پیوند اصولی در میان زیرساخت‌های موجود و به دنبال آن افزایش کارایی و جذابیت این سامانه‌ها، به ایجاد و توسعه حمل‌ونقل پایدار منجر شود. این پژوهش با روش همبستگی و با هدف یکپارچه‌سازی سیستم‌ها به بررسی جامعه کاربران دوچرخه‌های اشتراکی (بایدو) و ناوگان اتوبوس‌های درون‌شهری در مشهد پرداخته است. در همین راستا تعداد ۳۸۴ پرسشنامه تدوین و پیرامون ۹ محدوده شاهد در مجاورت پایانه‌ها و ایستگاه‌های اتوبوس، توزیع و توسط کاربران مدل ترکیبی اتوبوس-دوچرخه تکمیل شد. آزمون همبستگی پیرسون و مدل رگرسیون لجستیک ترتیبی به منظور بررسی رابطه معناداری بین گویه‌ها و شدت تأثیرگذاری متغیرها به کار گرفته شد. در ادامه با استفاده از تکنیک SWOT فرصت‌ها و محدودیت‌های سیستم ترکیبی مذکور شناسایی و با بهره‌گیری از نظرات جامعه ۲۰ نفری خبرگان، ضریب اهمیت عوامل داخلی و خارجی و نوع راهبردها تعیین شد. سپس با مدل

۱. این مقاله مستخرج از رساله دکتری نویسنده اول در دانشگاه آزاد اسلامی واحد مشهد است.

نشریه جغرافیا و توسعه ناحیه ای، سال بیست و سوم، شماره ۲ - تابستان ۱۴۰۴، شماره پیاپی ۵۱، صص ۸۴-۳۷

تاریخ تصویب: ۱۴۰۱/۰۳/۳۱

تاریخ بازنگری: ۱۴۰۱/۰۲/۲۴

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۱/۲۸

QSPM، راهبردها موردسنجش قرار گرفت و براساس میزان جذابیت در سیستم، اولویت‌بندی گردید. نتایج نشان داد که میزان استفاده زیاد، متوسط و کم کاربران از سیستم ترکیبی به ترتیب ۱۱/۲، ۱۹/۳، ۶۹/۵ درصد است؛ که ضریب همبستگی عواملی همچون مالکیت خودرو (۰/۴۷۱-)، مسافت رکاب‌زنی (۰/۳۶۹-)، مدت زمان سفر (۰/۳۳۸-)، تحصیلات (۰/۳۱۶-) و درآمد (۰/۲۹۴-) با کثرت استفاده از سیستم ترکیبی رابطه معکوس دارد. همچنین وجود مسیرهای دوچرخه با ضریب همبستگی ۰/۴۳۹ تأثیر مستقیم و قابل توجهی بر کثرت استفاده کاربران دارد. از مهم‌ترین راهبردهای مؤثر بر بهبود وضعیت سیستم ترکیبی می‌توان به افزایش تعداد ایستگاه‌های دوچرخه اشتراکی، جانمایی پارک‌سوار در پایانه‌ها و ایستگاه‌های اصلی اتوبوس، احداث مسیرهای ویژه دوچرخه و ایجاد شرایط حمل دوچرخه با اتوبوس از طریق نصب رک (دوچرخه‌بند) اشاره کرد.

واژگان کلیدی: یکپارچه‌سازی، دوچرخه‌های اشتراکی، اتوبوس عمومی درون‌شهری، مدل رگرسیون لجستیک ترتیبی، مدل QSPM.

۱. مقدمه

افزایش شهرنشینی موجب رشد جمعیت و گسترش شهرها و شهرک‌ها در جهان شده است (محمدزاده خانی، خاکپور و مداحی، ۱۳۹۹: ۱۸). برآوردها نشان می‌دهد، بیش از ۴۵ درصد جمعیت جهان در شهرها زندگی می‌کنند و تا سال ۲۰۳۰ این میزان به بیش از ۶۰ درصد می‌رسد (کارکن سیستم‌های و دوستان، ۱۳۹۴: ۱۲۴). تأمین نیازهای این جمعیت مستلزم توجه به توسعه پایدار است اما توسعه پایدار خود نوعی پارادوکس است؛ چراکه دو اصل ناسازگار، یعنی پایداری زیست‌محیطی و توسعه اقتصادی را به یکدیگر پیوند می‌دهد (شایان، ۱۳۸۷: ۶۷). باین‌حال عدم رشد و توسعه همه‌جانبه شهرها موجب شده زیرساخت‌های آن‌ها خصوصاً در زمینه حمل‌ونقل با معضلات اساسی و پرشمار روبه‌رو گردد که چالشی جدی در مسیر تحقق رشد هوشمند و شهر پایدار تلقی می‌شود

(کاگینی^۱، کلوویک^۲ و اتومانلی^۳، ۲۰۲۰: ۲۵۲). همچنین ناهنجاری‌های ترافیکی نمادی از فرهنگ ترافیک حاکم بر جامعه و عامل تحمیل هزینه‌های سنگینی به جامعه است (مافی و شاداب‌مهر، ۱۳۹۴: ۲۷). به بیان دیگر تحمیل فشار بی‌رویه به سیستم‌های حمل‌ونقل عمومی در نتیجه رشد جمعیت و افزایش تقاضای سفر، سبب فرسودگی و کاهش جذابیت سامانه‌های عمومی و به دنبال آن، افزایش نرخ وابستگی و بهره‌گیری از خودروهای شخصی، اختلالات ترافیکی، آلودگی هوا، افزایش مصرف انرژی، تخریب محیط‌زیست و کاهش سلامت و سطح رفاه زندگی شهروندان می‌شود (شیکر^۴، آلتمن^۵، دنگ^۶، واز^۷ و فورسی^۸، ۲۰۱۹: ۹۷۵).

شهرها برای اینکه بتوانند به‌طور مؤثری تقاضاهای در حال تغییر امروزی را برآورده سازند، نیازمند تفکر خلاق، برنامه‌ریزی و سیاست‌گذاری‌های اثربخش هستند (مطلبیان، رحمانی و شمس، ۱۳۹۹: ۳۴۷) و یکی از معیارهای اصلی سنجش توسعه‌یافتگی جوامع در جهان، برخورداری از شبکه شهری با محوریت حمل‌ونقل هماهنگ و پایدار است (خادمی، شکوهی، پوراحمد و رهنما، ۱۴۰۰: ۴۲).

از راهکارهای برون‌رفت از وضعیت فعلی، تقویت کارایی سیستم‌های چندگانه (سوزا^۹، پائلو^{۱۰}، بروسل^{۱۱}، اوریکو^{۱۲} و ون‌مارسون^{۱۳}، ۲۰۱۷: ۵۵)، ایجاد شبکه حمل‌ونقل یکپارچه و برقراری ارتباطات

1. Caggiani

2. Colovic

3. Ottomanelli

4. Shaker

5. Altman

6. Deng

7. Vaz

8. Forsythe

9. Souza

10. Puello

11. Brussel

12. Orrico

13. Van Maarseveen

قوی بین مدی (چند شیوه‌ای) در فضای شهری است که ضعف‌های بنیادی هریک از سامانه‌ها، نظیر مشکل دسترسی یک الی دو کیلومتر ابتدایی و انتهایی اتوبوس و قطار شهری را پوشش داده و با ایجاد همپوشانی مناسب و پرکردن گپ و خلأهای موجود، دسترسی و عملکرد آن‌ها را بهبود می‌بخشد (اسچیمور^۱ و اسچینیر^۲، ۲۰۲۱). درحقیقت راهبرد حمل‌ونقل یکپارچه یکی از استراتژی‌های حمل‌ونقل پایدار است که با رویکرد به حداقل رساندن ناهماهنگی‌ها و گسستگی‌های موجود در نظام مدیریت خدمات حمل‌ونقلی، پیشنهادشده و منظور از آن، نائل شدن به سطح کیفیتی است که در شرایط بالاتری نسبت به عملکرد جداگانه سیستم‌ها قرار دارد (فلاح‌منشادی، روحی و فلاح‌منشادی، ۱۳۹۴: ۸۵). در همین راستا ناوگان اتوبوس‌های درون‌شهری که در کشورهای درحال توسعه به‌عنوان ستون اصلی حمل‌ونقل عمومی شناخته می‌شود، می‌تواند در کنار دوچرخه (شخصی یا اشتراکی) که امروزه به‌صورت گسترده در سطح جهانی مورد اقبال و بهره‌گیری است (هو^۳، ژانگ^۴، لمب^۵، ژانگ^۶ و جیا^۷، ۲۰۱۹: ۱)؛ قرارگرفته تا سامانه‌ای ترکیبی و بهینه برای رفع نیازهای شهروندان ایجاد نماید. بهره‌مندی جوامع از سیستم دوچرخه-اتوبوس نظیر کشور چین که در این عرصه پیشتاز است (اوبرین^۸، ۲۰۲۰)، می‌تواند موجب افزایش انعطاف‌پذیری و قابلیت اتکای سامانه شده و محبوبیت و مقبولیت آن را گسترش دهد (ژئو^۹، لیئو^{۱۰}، ریان^{۱۱}، ونگ^{۱۲} و ژانگ، ۲۰۲۰: ۱۰۶۵).

1. Schimohr
2. Scheiner
3. Hu
4. Zhang
5. Lamb
6. Zhang
7. Jia
8. O'Brien
9. Zhou
10. Liu
11. Ryan
12. Wang

مشهد به عنوان دومین شهر بزرگ ایران، روزانه شاهد حجم بالایی از سفرهای درون شهری (بالغ بر ۶ میلیون سفر) بوده (آمارنامه حمل و نقل شهر مشهد، ۱۳۹۸: ۳) و با توجه به مساحت ۳۴۳ کیلومترمربعی شهر و بالا بودن میانگین طول سفرهای روزانه، مد پیاده روی و دوچرخه سواری به تنهایی کفایت لازم برای انجام سفرهای درون شهری را نداشته است؛ از طرفی توپوگرافی مناسب در سطح شهر (شیب مناسب برای دوچرخه سواری) و پوشش مطلوب ناوگان اتوبوس های درون شهری، فرصتی قابل توجه برای بهره گیری از سیستم ترکیبی ایجاد می نماید؛ لذا انجام مطالعات هدفمند بر روی عوامل بنیادی و پارامترهای تأثیرگذار در این حوزه ضرورتی اجتناب ناپذیر است. با توجه به گستردگی و پراکنش مناسب ناوگان اتوبوس رانی در شهر مشهد این پژوهش درصدد است به صورت تخصصی و از طریق ارزیابی شدت و نوع عوامل مؤثر بر میزان استفاده از سیستم ترکیبی اتوبوس و دوچرخه، به ارائه راهبردهای بهینه در جهت یکپارچه سازی و توسعه سیستم اقدام نماید. در همین راستا پس از شناسایی و ارزیابی عوامل تأثیرگذار بر نرخ استفاده کاربران از سیستم ترکیبی و تعیین معضلات موجود، مجموعه ای از راهبردهای تلفیقی برای این سیستم ترکیبی در شهر مشهد ارائه می گردد.

۲. پیشینه پژوهش

رشد هوشمند ابزاری برای تحقق زیست پذیری و توسعه جوامع پایدار و به عنوان یک استراتژی برای کاهش مشکلات ناشی از افزایش جمعیت شهری، در حال ظهور است (سلیمانی، تولایی، رفیعیان، زنگانه و خزاعی نژاد، ۱۳۹۵: ۴۱). سیستم ترکیبی نیز که در آن رکاب زنی به عنوان مد مکمل در نظر گرفته می شود؛ یک راهبرد در زمینه رشد هوشمند در جهت ارتقاء حمل و نقل شهری و دستیابی به سامانه ای پایدار و کارآمد محسوب می گردد (چنگ^۱ و لین^۲، ۲۰۱۸: ۲۴۴).

1. Cheng

2. Lin

امروزه این باور شکل گرفته که ترکیب حمل و نقل عمومی و دوچرخه سواری، حمل و نقل پایدار را به شکل قابل توجهی تقویت می‌کند (رادزیمسکی^۱ و دزیسیلکشی^۲، ۲۰۲۱: ۱۹۰). درحقیقت بهره‌مندی هرچه بیشتر از دوچرخه (شخصی و اشتراکی) در راستای استفاده مکمل با سایر شیوه‌های جابه‌جایی خصوصاً اتوبوس؛ راهبردی جذاب و مؤثر برای افزایش تعداد مشترکان و نرخ بهره‌گیری از حمل و نقل عمومی است (هاگلین^۳ و داتز^۴، ۲۰۰۵: ۵).

از مطالعات فراملی در زمینه سیستم ترکیبی دوچرخه و حمل و نقل عمومی می‌توان به پژوهش انجام‌شده توسط رادزیمسکی و دزیسیلکشی اشاره کرد که در آن به واکاوی ارتباط بین دوچرخه اشتراکی و حمل و نقل عمومی در شهر ۵۰۰ هزارنفری پوزنان لهستان پرداخته‌اند. آن‌ها نشان دادند افزایش تعداد کاربران دوچرخه اشتراکی ارتباط مستقیم و تنگاتنگی با نرخ بهره‌گیری از حمل و نقل عمومی دارد؛ که این ارتباط عمدتاً در سفرهای با برد کوتاه و متوسط که مجموعاً حدود ۸۰ درصد کل سفرها را شامل می‌شود، به چشم می‌خورد (رادزیمسکی و دزیسیلکشی، ۲۰۲۱).

«رمزگشایی رابطه بین دوچرخه اشتراکی و حمل و نقل عمومی: وجه جایگزینی، یکپارچگی یا مکمل»، عنوان مقاله‌ای است که کنگ و همکاران در سال ۲۰۲۰ پیرامون چهار شهر بزرگ ایالات متحده (بُستُن، شیکاگو، واشنگتن دی سی و نیویورک) انجام دادند تا به درک کمی و دقیقی از زمان، مکان و چگونگی ارتباط بین دوچرخه اشتراکی با سیستم حمل و نقل عمومی و همچنین عوامل تأثیرگذار در آن نائل شوند (کنگ^۵، جین^۶، سوی^۷، ۲۰۲۰).

1. Radzimski

2. Dziecielski

3. Hagelin

4. Datz

5. Kong

6. Jin

7. Sui

بیکرفلین و فلیجل پروژه‌ای با عنوان «رک‌های حامل دوچرخه در سیستم ترکیبی دوچرخه- اتوبوس» زیر نظر مؤسسه پلی‌تکنیک ورسستر (WPI) انجام دادند. این دو پژوهشگر به بررسی چالش‌های فعلی حمل دوچرخه با اتوبوس نظیر محدودیت تعداد دوچرخه‌های قابل حمل با رک‌ها (در حدود ۲ عدد)، ایجاد مزاحمت برای دور زدن اتوبوس‌ها و افزایش طول اتوبوس پرداختند و با طراحی رک‌هایی با ظرفیت بالاتر که روی سقف اتوبوس جا می‌گرفت نسل نوینی از آن‌ها را معرفی کردند (بیکر-فلین^۱، فلیجل^۲، ۲۰۲۰).

با توجه به همه‌گیری ویروس کرونا و تأثیرات منفی آن، عواد نونز در مقاله‌ای با عنوان «الگوهای رفتاری سفر، پس از کووید ۱۹» به بررسی تأثیرات پاندمی بر نحوه سفرهای عمومی و زیرساخت‌های حمل‌ونقل اسپانیا و همچنین ارزیابی تمایل مسافران به پرداخت هزینه‌های بیشتر برای دریافت خدمات بهداشتی، ضمن استفاده از حمل‌ونقل عمومی می‌پردازد (عواد نونز^۳، خولیو^۴، گومز^۵، مویا گومز^۶ و گونزالس^۷، ۲۰۲۱).

علاوه بر این در اقدامی هم‌راستا، پاسی و همکاران مقاله‌ای با عنوان «دوچرخه اشتراکی و حمل‌ونقل شهری در دنیای پس از کرونا» تدوین کردند که به واکاوی الگوهای سفر و اقدامات شهروندان نیویورک در طی پاندمی کرونا و بررسی متغیرهای اقتصادی-اجتماعی در انتخاب مد

-
1. Baker-Flynn
 2. Flegel
 3. Awad-Núñez
 4. Julio
 5. Gomez
 6. Moya-Gómez
 7. González

حمل‌ونقلی پرداخته و با استفاده از دیتاهای هوشمند شهری ارتباط مد دوچرخه-حمل‌ونقل عمومی را آنالیز کرده است (پاسی^۱، چیاروتی^۲، زانلا^۳ و زورزی^۴، ۲۰۲۰).

دنیلا و وانگسا در سال ۲۰۱۹ مقاله‌ای با عنوان «ارتقا سیستم یکپارچه دوچرخه اشتراکی و خطوط اتوبوس تندرو (BRT)» در شهر جاکارتا ارائه کردند و در آن به بررسی وضعیت و علل ناکامی سیستم ترکیبی دوچرخه-اتوبوس پرداختند. در ادامه، اقدام به جانمایی و طراحی ایستگاه‌های دوچرخه برای پوشش حداکثری سطح شهر در فواصل ۳۰۰، ۴۰۰ و ۵۰۰ متری (دسترسی مطلوب) نمودند. آن‌ها گزارش دادند اگرچه فاصله ۵۰۰ متری مقرون‌به‌صرفه و اجرایی‌تر خواهد بود؛ ولی افزایش هر ۱۰۰ متر در استاندارد پیاده‌روی فرد تا رسیدن به ایستگاه دوچرخه، احتمال بهره‌گیری شهروندان را حدود ۴۰ درصد کاهش می‌دهد (دنیلا^۵ و وانگسا^۶، ۲۰۱۹).

از دیگر مطالعات خارجی می‌توان به کوشش یانگ و همکاران در چین اشاره کرد که در مقاله‌ای به «ارزیابی تأثیر سیستم دوچرخه اشتراکی بر روی شبکه حمل‌ونقل عمومی (به‌صورت ویژه اتوبوس)» اقدام کردند. آن‌ها با طراحی مدل انتزاعی چندوجهی به مقایسه حالت‌های مختلف پیمایش مسیرها با مدهای ترکیبی پرداخته و در نهایت نتیجه گرفتند سیستم ترکیبی دوچرخه-اتوبوس می‌تواند در عین افزایش راندمان حمل‌ونقل عمومی، موجب کاهش زمان سفر، مصرف انرژی، شلوغی ناهمگون ناوگان حمل‌ونقل عمومی و بهبود ترافیک درون‌شهری شود (یانگ^۷ و همکاران، ۲۰۱۸).

از مطالعات فارسی انجام‌شده در زمینه سیستم ترکیبی می‌توان به مقاله منافی‌آذر و همکاران تحت عنوان «اثرات استفاده از دوچرخه در حمل‌ونقل پایدار شهری» اشاره کرد. نتایج این تحقیق نشان

-
1. Pase
 2. Chiariotti
 3. Zanella
 4. Zorzi
 5. Daniella
 6. Wangsa
 7. Yang

می‌دهد ویژگی‌های دوچرخه و شرایط استفاده از آن می‌تواند در پایداری حمل‌ونقل، مفید واقع شود (منافی آذر، ولائی، امینی قواقلو و نژادبهن، ۱۳۹۷).

سلطانی و فلاح‌منشادی نیز در پژوهشی تحت عنوان «یکپارچه‌سازی سیستم حمل‌ونقل؛ راهکاری در جهت دستیابی به حمل‌ونقل پایدار» انواع یکپارچگی سیستم حمل‌ونقل را دسته‌بندی کرده و از طریق بررسی معیارها و شاخص‌های حمل‌ونقل یکپارچه، راهبردها و سیاست‌های مدیریت شهری شیراز را مورد ارزیابی قرار داده‌اند (سلطانی و فلاح‌منشادی، ۱۳۹۲).

همان‌گونه که پیشینه مطالعاتی نشان می‌دهد؛ بهره‌گیری از دوچرخه اشتراکی در کنار ناوگان اتوبوس‌رانی به‌عنوان یکی از موضوعات نوین و موردتوجه مدیریت شهری می‌تواند سیستمی پویا و در دسترس را برای شهروندان ایجاد نماید که از طریق کاهش استفاده از خودروهای شخصی منجر به تحقق رشد هوشمند و توسعه حمل‌ونقل پایدار گردد. عنصر مغفول در مطالعات انجام شده، بررسی ارتباط بین نرخ استفاده کاربران سیستم ترکیبی و عوامل مؤثر در این حوزه است که به‌صورت مستقیم در کشف معضلات و پارامترهای تاثیرگذار در بهره‌گیری از این سیستم نقش دارد؛ لذا انجام پژوهش در جهت شناسایی این روابط ضروری می‌نماید.

۳. روش‌شناسی پژوهش

۳.۱. عرصه پژوهش

مشهد بزرگ‌ترین شهر مذهبی ایران است که پیدایش و رشد خود را مرهون وجود مرقد حضرت رضا (ع) است (رهنما و امیرفخریان، ۱۳۸۴: ۸۸). این شهر 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. به لحاظ موقعیت نسبی، این شهر بین دو رشته‌کوه هزارمسجد و بینالود با میانگین ارتفاع حدود هزار متر از سطح دریا استقرار یافته است. مشهد 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 است (آمارنامه حمل‌ونقل شهر مشهد، ۱۳۹۸: ۵).

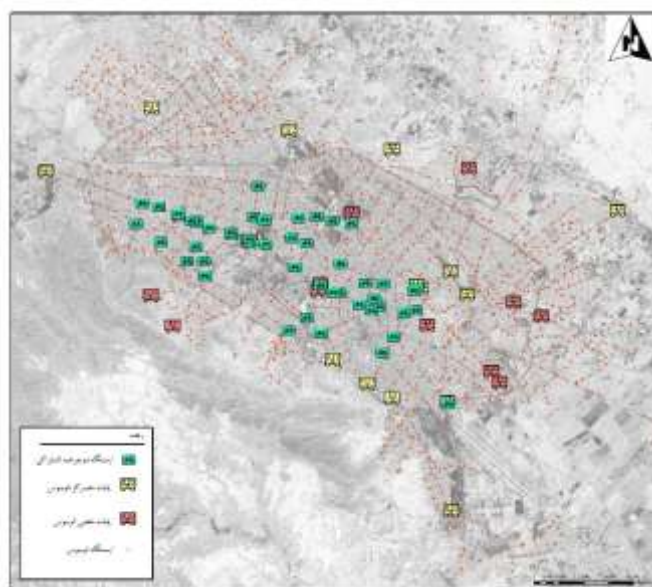
۳.۱.۱. مشخصات شبکه حمل‌ونقل اتوبوس‌رانی در مشهد

با استناد به آخرین آمار رسمی شهر مشهد در سال ۱۳۹۷ تعداد کل اتوبوس‌های فعال شهری (معادل ۱۵۱۰ دستگاه)، در قالب ۱۵۰ خط با مجموع طول خطوطی معادل ۲۴۳۳ کیلومتر در حال ارائه سرویس به شهروندان و زائران بوده‌اند. در همین سال، تعداد ۱۵ پایانه متمرکز درون‌شهری و تعداد ۳۳۳۲ ایستگاه اتوبوس در سطح شهر برای این سامانه موجود بوده است. تعداد مسافر جابه‌جا شده توسط این سامانه نیز معادل ۳۲۲۱۷۷۳۶۲ نفر بوده که از این تعداد حدود ۷۵ درصد سفرها از طریق خطوط عادی، ۶ درصد خطوط تندرو و ۱۹ درصد از طریق خطوط BRT انجام گرفته است. سهم اتوبوس در جابه‌جایی مسافر نسبت به سامانه قطار شهری در همین سال حدود ۷/۳ برابر بوده است که نشان از نقش و اهمیت سامانه اتوبوس‌رانی در حمل‌ونقل شهری مشهد دارد (برگرفته از آمارنامه شهر مشهد، ۱۳۹۷). لذا با توجه به نسبت استفاده چندبرابری بهره‌گیری از سامانه اتوبوس نسبت به مترو، مطالعه بر روی این شیوه حمل‌ونقل در جهت ایجاد یک سیستم ترکیبی، در شهر مشهد از اولویت بیشتری برخوردار است.

۳.۱.۲. ویژگی‌های شبکه حمل‌ونقل دوچرخه در مشهد

در حال حاضر سیستم حمل‌ونقل با دوچرخه، سهم چشمگیری در سفرهای حمل‌ونقلی شهر مشهد ندارد. با توجه به عدم موفقیت سامانه نسل سوم دوچرخه‌های اشتراکی در شهر مشهد طی سال‌های گذشته، سامانه نسل چهارم این دوچرخه‌ها تحت عنوان «بایدو» از اواخر زمستان ۱۳۹۹ در این شهر به صورت رسمی راه‌اندازی شد و مورد بهره‌برداری عمومی قرار گرفت. مطابق آمار سازمان توسعه ارتباطات ترافیکی شهرداری مشهد، در حال حاضر بیش از ۳۵۰ دستگاه دوچرخه در ۴۹

ایستگاه (شکل ۱) سطح شهر، در اختیار مشترکین این سامانه قرار دارد. از این تعداد ۳۴ ایستگاه به صورت شبانه‌روزی و ۱۵ ایستگاه از ساعت ۶ الی ۲۰ فعال است. کاربران فعال این سامانه بالغ بر ۱۳ هزار نفر است که با توجه به نوپا بودن سامانه، با توسعه مداوم آن به تعداد آن‌ها نیز افزوده خواهد شد. همچنین مطابق آمارنامه سال ۹۷ شهر مشهد، طول مسیرهای ویژه دوچرخه‌سواری بالغ بر ۱۲۵ کیلومتر بوده است که این عدد تا پایان ۱۳۹۹ به حدود ۲۴۰ کیلومتر افزایش یافته است.



شکل شماره ۱. پراکنش ایستگاه‌های موجود اتوبوس و دوچرخه اشتراکی شهر مشهد

مأخذ: برگرفته از اطلاعات سازمان توسعه ارتباطات ترافیکی و سازمان اتوبوس‌رانی شهر مشهد، ۱۳۹۹

۲.۳. مواد و روش‌ها

روش تحقیق این پژوهش از نظر ماهیت از نوع همبستگی است و به لحاظ هدف، یک تحقیق کاربردی محسوب می‌گردد. اطلاعات به صورت اسنادی و میدانی جمع‌آوری شده که در بخش میدانی

از ابزار مشاهده (بررسی کیفیت دوچرخه‌ها و مسیرها، نوع پراکنش و تراکم ایستگاه و...) مصاحبه و پرسشنامه (عمومی و تخصصی) بهره گرفته شده است.

۳.۲.۱. مشخصات جامعه آماری

به دلیل محدودیت‌های سنی در بهره‌مندی از سامانه دوچرخه‌های اشتراکی بایدو، کلیه افراد بالای ۱۸ سال که مستعد و مجاز به استفاده از این سیستم هستند؛ به‌عنوان جامعه آماری پژوهش انتخاب شده‌اند که براساس آخرین آمار سرشماری عمومی نفوس و مسکن شهر مشهد، حجم آن در حدود ۲۰۸۶۰۰۰ نفر است (آمارنامه شهر مشهد، ۱۳۹۷: ۹۷).

جهت محاسبه حجم نمونه از فرمول کوکران به شرح زیر استفاده شده است:

$$n = \frac{\frac{z^2 pq}{d^2}}{1 + \frac{1}{N} \left(\frac{z^2 pq}{d^2} - 1 \right)}$$

n: حجم نمونه

p: نسبتی از جمعیت فاقد صفت معین (با فرض ۰/۵)

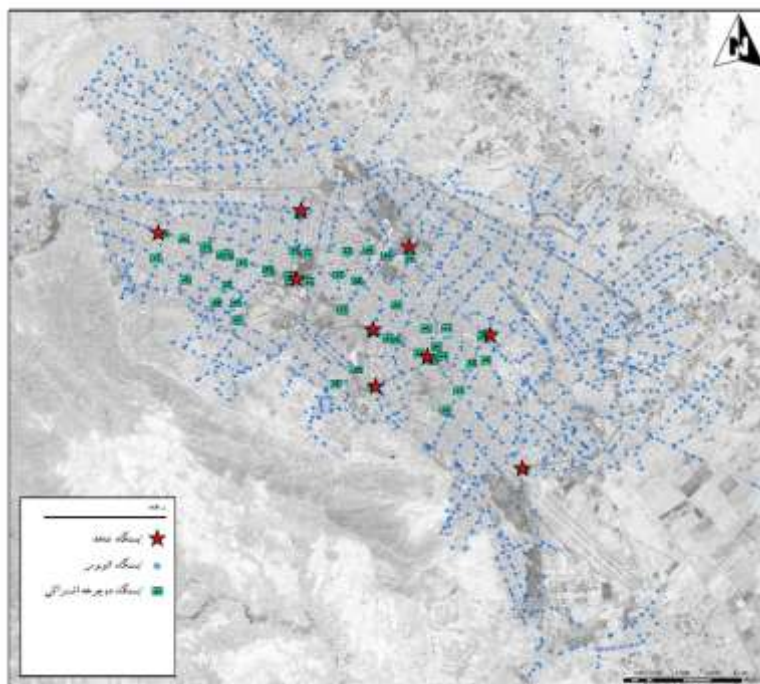
N: حجم جامعه آماری (معادل ۲۰۸۶۰۰۰ نفر)

q: نسبتی از جمعیت فاقد صفت معین (با فرض ۰/۵)

Z: در صد خطای معیار ضریب اطمینان قابل قبول (با فرض ۱/۹۶)

d: درجه اطمینان یا دقت احتمالی مطلوب (با فرض ۰/۰۵)

براین اساس تعداد ۳۸۴ نفر به‌عنوان حجم نمونه تعیین گردید. در همین راستا با توجه به عواملی همچون نرخ مسافران، نوع کاربری اراضی پیرامون، موقعیت مکانی و... تعداد ۹ ایستگاه شاهد (شکل ۲) از میان برخی از پایانه‌های خطی و متمرکز اتوبوس و ایستگاه‌های اصلی سطح شهر، جهت تکمیل پرسشنامه‌ها انتخاب شد، سپس جهت احصاء حجم نمونه، بیش از ۴۰۰ پرسشنامه در بهار سال ۱۴۰۰ به‌صورت تصادفی میان کاربران مد ترکیبی در پیرامون این ایستگاه‌ها توزیع و تکمیل شد. همچنین به دلیل شرایط ناشی از همه‌گیری ویروس کرونا، با هماهنگی انجام‌شده با کاربران، نسخه الکترونیکی نیز به‌صورت هدفمند از طریق فضای مجازی منتشر و تکمیل شد. در این پرسشنامه‌ها علاوه بر اطلاعات توصیفی و عوامل مرتبط با میزان استفاده از سیستم ترکیبی، چالش‌ها و معضلات موجود نیز شناسایی و طبقه‌بندی گردید.



شکل ۲. موقعیت ایستگاه‌های شاهد جهت تکمیل پرسشنامه از کاربران سیستم ترکیبی دوچرخه و اتوبوس
مأخذ: یافته‌های پژوهش

۲.۲.۳. پایایی ابزار پژوهش

پایایی پرسشنامه در یک نمونه مقدماتی با استفاده از ضریب آلفای کرونباخ برای ۳۰ پرسشنامه توزیع شده، محاسبه شد که نشان‌دهنده انسجام درونی آن است.

جدول ۱. بررسی ضریب آلفای کرونباخ در نرم افزار

spss Case Processing Summary

مأخذ: یافته‌های پژوهش (۱۴۰۱)

		N	%
Cases	Valid	30	100.0
	Excluded ^a	0	.0
	Total	30	100.0

a. Listwise deletion based on all variables in the procedure.

Cronbach's Alpha	N of items
.81	20

پس از آنالیز پرسشنامه‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS، برجسته‌ترین متغیرهای تأثیرگذار بر کثرت استفاده از سیستم ترکیبی اتوبوس و دوچرخه‌های اشتراکی و شخصی شهر مشهد، شناسایی گردید. برای تعیین همبستگی گویه‌های پژوهش با متغیر وابسته (کثرت استفاده از سیستم ترکیبی) از آزمون همبستگی پیرسون استفاده شد. در این پژوهش کثرت استفاده از سیستم ترکیبی (تعداد دفعات بهره‌گیری از مد دوچرخه- اتوبوس در ماه) به‌عنوان متغیر پاسخ و متغیرهای جنسیت، تحصیلات، درآمد، اهداف سفر، مدت زمان سفر، مسیرهای دوچرخه و مسافت رکاب‌زنی به‌عنوان متغیر مستقل (تأثیرگذار)، در مدل رگرسیون در نظر گرفته شده است. بر همین اساس با توجه به اینکه مدل رگرسیون لجستیک ترتیبی به‌صورت گسترده برای آنالیز متغیرهای وابسته با ارتباطات ترتیبی مورد استفاده قرار می‌گیرد؛ در این پژوهش نیز به‌منظور بررسی شدت و نوع تأثیرگذاری متغیرها از این مدل بهره گرفته شده است. در ادامه تحلیل فضایی پراکنش ایستگاه‌های دوچرخه اشتراکی و ایستگاه‌های اتوبوس در راستای دستیابی به بهترین الگوی دسترسی، در نرم‌افزار GIS و در محیط ArcMap صورت پذیرفت.

در ادامه پس از کشف فاکتورهای مؤثر در نرخ بهره‌گیری از سیستم ترکیبی با روش‌های آماری و همچنین شناخت معضلات این سامانه، اقدام به نگارش مدل تجزیه و تحلیل SWOT گردید تا راهبردهایی در راستای ارتقاء آن تدوین شود. جهت رتبه‌بندی راهبردها، پرسشنامه دوم تنظیم و در اختیار ۲۰ نفر از متخصصین و کارشناسان حوزه حمل‌ونقل و جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری قرار گرفت. سپس با استفاده از ماتریس کمی برنامه‌ریزی استراتژیک (QSPM)، راهبردهای طرح‌شده، جهت ارتقاء کیفیت و افزایش کارایی سیستم ترکیبی اتوبوس و دوچرخه در شهر مشهد اولویت‌بندی گردید.

۴. مبانی نظری

۴.۱. حمل و نقل عمومی

منظور از سیستم حمل و نقل عمومی مجموعه‌ای از افراد، امکانات، تجهیزات و زیرساخت‌هایی است که هدف آن جابه‌جایی مسافر به صورت انبوه در سطح شهر است. وظیفه اصلی هر سیستم حمل و نقل عمومی، انتقال و جابه‌جایی سالم، سریع و راحت مسافران در مقیاس وسیع و برحسب نیاز است (نبی‌زاده، ۱۳۹۲: ۱۵).

۴.۲. اتوبوس

ناوگان اتوبوس‌رانی یکی از وسایل حمل و نقل عمومی است که سه نوع متداول آن عبارت‌اند از: اتوبوس برقی، اتوبوس دیزلی، اتوبوس گازسوز. برای این وسیله نقلیه عموماً حریم مشخصی وجود ندارد و حریم آن‌ها با سایر وسایل نقلیه مشترک و رفتارشان در جریان ترافیک یکسان است. ارزان بودن خدمات و هزینه‌های زیرساخت آن باعث شده تا به‌طور وسیعی مورد استفاده قرار بگیرد. بررسی‌ها توسط بانک جهانی نشان می‌دهد که در کشورهای در حال توسعه، بخش خصوصی بیش از ۷۵٪ سفرها را با اتوبوس انجام می‌دهد (نبی‌زاده، ۱۳۹۲: ۱۹). نرخ بالای استفاده از ناوگان اتوبوس، این شیوه حمل و نقل را مستعد استفاده به صورت ترکیبی با سایر مدهای حمل و نقلی کرده است.

۴.۳. دوچرخه اشتراکی

سیستم دوچرخه اشتراکی سامانه‌ای جامع است که از ناوگانی از دوچرخه و ایستگاه‌های پخش‌شده در بیش از یک منطقه، به منظور ارائه حمل و نقل ارزان و قابل قبول برای شهروندان تشکیل شده است. این سیستم از نظر صرف انرژی، سیستمی کارآمد و نسبت به احداث سایر زیرساخت‌های حمل و نقلی، سریع و مقرون به صرفه است (ملک‌حسینی، درگاهی، حاجی‌شریفی، کرمی‌نژاد و رمضان‌زاده، ۱۳۹۱: ۱۶۴).

نسل اول دوچرخه‌های اشتراکی با نام دوچرخه سپید نخستین بار در سال ۱۹۶۵ در هلند راه‌اندازی شد و بدون هیچ محدودیت و ضوابط خاصی به صورت رایگان در اختیار کاربران قرار گرفت که البته این آزادی نامحدود منجر به شکست طرح شد، سپس نسل دوم در سال ۱۹۹۱ در دانمارک در ازای پرداخت هزینه اندک (سکه) در اختیار مردم قرار می‌گرفت که این نسل نیز به دلیل عدم ثبت‌نام کاربران، سرقت و تخریب، با مشکلات جدی مواجه شد و به واسطه تخصصی نبودن جانمایی ایستگاه‌ها نتوانست عملکرد مناسبی از خود نشان دهد. نسل سوم با ارتقا چشمگیری در حوزه طراحی، بهره‌گیری از تکنولوژی و جانمایی دقیق تر ایستگاه‌ها همراه بود که نخستین بار در سال ۱۹۹۸ در شهر رنيس فرانسه رونمایی و به سرعت در آمریکای شمالی و چین گسترش یافت. در نهایت نسل چهارم با بهره‌گیری از فناوری GPS بر روی دوچرخه‌ها و فراهم کردن شرایط اجاره آن از طریق نرم‌افزار و همچنین حذف محدودیت پارک الزامی در ایستگاه، راه‌اندازی شد و گامی مؤثر در جهت توسعه سیستمی قابل اتکا، انعطاف‌پذیر و با دسترسی بالا برداشت. این نسل از سال ۲۰۰۵ در شهر لیون فرانسه ایجاد و تا به امروز به صورت وسیعی در سراسر دنیا بهره‌برداری می‌شود (مکنزی^۱، مونزون^۲، ۲۰۱۷: ۶۲۳-۶۲۵).

۴.۴. یکپارچگی حمل‌ونقل شهری

حمل‌ونقل یکپارچه، ضرورت‌های ترافیکی آینده شهر را در سطحی راهبردی معین می‌کند که شامل مدیریت کلی جابه‌جایی انسان و کالا، فعالیت‌های جامع و بهبود کمی و کیفی عملکرد روش‌های مختلف سفر است. یکپارچگی عملکردی و بین مدی به عنوان اولین سطح و مشخص‌ترین تعریف یکپارچگی در حمل‌ونقل شهری تلاش دارد با ترکیب مدهای مختلف در یک سفر، جابه‌جایی راحت‌تری را فراهم کند. این امر شامل ترکیب مدهای مختلف حمل‌ونقل عمومی و خصوصی است (فلاح‌منشاد، روحی و فلاح‌منشادی، ۱۳۹۴: ۸۷). سیستم ترکیبی دوچرخه-توبوس نیز از واسطه دهه

1. Munkácsy

2. Monzón

۱۹۸۰ عمومیت و به صورت گسترده از سال ۱۹۹۴ الی ۱۹۹۸ در میان شرکت‌های حمل و نقل خصوصی توسعه یافت و تاکنون مورد توجه بوده است (هاگلین و داتز، ۲۰۰۵: ۸).

در مبحث یکپارچگی سیستم اتوبوس و دوچرخه، مهم‌ترین موضوعاتی که سبب انتخاب نوع مد حمل و نقل توسط کاربران می‌شود؛ عبارتند از:

مشخصات فردی و اجتماعی (جنسیت، سن، تحصیلات، درآمد، مالکیت خودرو، مالکیت دوچرخه)

مشخصه‌های مرتبط با سفر (اهداف سفر، زمان سفر، مدت زمان سفر با اتوبوس، مدت زمان سفر با دوچرخه)

شرایط محیط انسان‌ساخت (وجود مسیرهای دوچرخه، مسافت پیاده‌روی جهت دسترسی به ایستگاه اتوبوس یا دوچرخه، مسافت رکاب‌زنی)

مشخصه‌های نگرشی و ادراکی (آستانه مسافت پیاده‌روی، حداکثر زمان انتظار برای تهیه دوچرخه اشتراکی، تصمیمات محتمل در صورت عدم وجود دوچرخه اشتراکی)

۵. یافته‌های پژوهش

با توجه به اینکه جامعه نمونه از بین افرادی انتخاب شدند که حداقل یک‌بار از سیستم ترکیبی دوچرخه و اتوبوس استفاده کرده‌اند؛ لذا تحلیل سؤالات، براساس میزان استفاده مشترکین از این سیستم صورت گرفته است. مطابق مشاهدات اولیه، دسته‌بندی کاربران براساس میزان کثرت استفاده از سامانه ترکیبی اتوبوس و دوچرخه و با در نظر گرفتن تعداد روزهای استفاده در ماه انجام شده است؛ بدین صورت که استفاده کمتر از ۴ روز در ماه به عنوان استفاده کم، ۵ تا ۱۰ روز در ماه به عنوان متوسط و بیشتر از ۱۰ روز در ماه به عنوان استفاده زیاد در نظر گرفته شده است.

در همین راستا ۶۹/۵۳ درصد مشترکین، استفاده کم، ۱۹/۲۷ درصد استفاده متوسط و ۱۱/۲۰ درصد استفاده زیاد داشته و به نوعی مشترک ثابت این سیستم هستند.

مطابق جدول شماره ۲، از کل مشترکان ۷۱/۰۹ درصد را مردان و ۲۸/۹۱ درصد را بانوان تشکیل می‌دهند. در مردان ۱۳/۱۹ درصد، استفاده زیاد و ۲۱/۹۸ درصد استفاده متوسط و ۶۴/۸۴ درصد استفاده کم از سیستم ترکیبی دارند. این نسبت برای بانوان به ترتیب ۶/۳۱، ۱۲/۶۱ و ۸۱/۰۸ درصد است. همچنین گروه سنی جوان (زیر ۳۰ سال) علاوه بر اینکه بیشترین حجم جامعه را به خود اختصاص می‌دهند (معادل ۶۳/۵۴ درصد)؛ در میزان استفاده زیاد و متوسط نیز نسبت به سایر گروه‌های سنی پیش‌تاز هستند. در زمینه ارتباط میزان درآمد و کثرت استفاده از سیستم ترکیبی مشخص است که با افزایش سطح عایدات ماهیانه، میزان بهره‌گیری از سیستم ترکیبی به صورت محسوسی کاهش می‌یابد (۶/۵۱ درصد استفاده از سیستم در گروه پردرآمد).

بررسی‌ها نشان می‌دهد مالکیت خودرو سبب می‌شود میزان بهره‌گیری از سیستم ترکیبی کاهش یابد، به طوری که گروه فاقد وسیله نقلیه با ۶۸/۷۵ درصد از کل در میزان بهره‌گیری از سیستم ترکیبی پیش‌تاز است.

در حوزه اهداف سفر می‌توان این گونه بیان کرد که میزان استفاده متوسط (۲۱/۰۷ درصد) و زیاد (۱۲/۸۱ درصد) گروهی که با هدف کاری از سیستم استفاده می‌نمایند به صورت قابل توجهی از گروه غیرکاری بیشتر است که نشان‌دهنده نگرش عموماً کاری در بهره برداری از این سیستم در شهر مشهد است.

در بررسی مدت زمان سفر با اتوبوس روشن شد که هر مقدار زمان سفر با اتوبوس طولانی‌تر باشد؛ میزان استفاده متوسط و زیاد از سیستم ترکیبی کاهش می‌یابد. به طور موازی در تحلیل مدت زمان سفر با دوچرخه، مشخص شد بیشترین نرخ استفاده مربوط به دسته ۲۰-۱۰ دقیقه (با سهم ۴۷/۶۶ درصد) است که نشان‌دهنده بهره‌گیری از دوچرخه در جهت دسترسی به ایستگاه اتوبوس یا مقصد در نیمه دوم سفر است.

از بررسی زمان سفر مشخص می‌شود که کاربرانی که استفاده زیاد و متوسط بیشتری از این سیستم دارند؛ عموماً در ساعات پیک، جابه‌جا می‌شوند که این موضوع خود نشانگر اهمیت سفرهای با اهداف کاری است؛ در همین راستا بالانس به موقع تعداد دوچرخه‌ها در ایستگاه‌های دوچرخه اشتراکی می‌تواند سبب بهبود سرویس‌دهی در این بازه‌های زمانی گردد. در خصوص مالکیت دوچرخه شخصی می‌توان این گونه بیان کرد که بخش قابل توجهی از کاربران، دوچرخه شخصی دارند (۴۱/۵۸ درصد)؛ اما از دوچرخه‌های بایدو در سفرهای ترکیبی خود استفاده می‌کنند (تحمیل بار غیرالزامی به سامانه دوچرخه‌های اشتراکی). از مهم‌ترین دلایل این امر، عدم وجود شرایط حمل دوچرخه با اتوبوس (رک)، نبود پارکینگ‌های امن و خطر سرقت دوچرخه‌های شخصی است.

جدول ۲- توزیع میزان استفاده از سیستم ترکیبی توسط گروه‌های مختلف

مأخذ: یافته‌های پژوهش

میزان استفاده				متغیر	مؤلفه
مجموع	زیاد	متوسط	کم		
آمار توصیفی مخاطبان					
۷۱/۰۹	۱۳/۱۹	۲۱/۹۸	۶۴/۸۴	مرد	جنسیت
۲۸/۹۱	۶/۳۱	۱۲/۶۱	۸۱/۰۸	زن	
۶۳/۵۴	۱۳/۵۲	۲۲/۱۳	۶۴/۳۴	کمتر از ۳۰ سال	سن
۲۵/۷۸	۸/۰۸	۱۷/۱۷	۷۴/۷۵	بین ۳۰ تا ۴۵ سال	
۱۰/۶۸	۴/۸۸	۷/۳۲	۸۷/۸۰	بیشتر از ۴۵ سال	
۴۴/۰۱	۱۲/۴۳	۲۲/۴۹	۶۵/۰۹	دیپلم و پایین‌تر	میزان تحصیلات
۴۶/۳۵	۱۱/۲۴	۱۸/۵۴	۷۰/۲۲	فوق‌دیپلم و لیسانس	
۹/۶۴	۵/۴۱	۸/۱۱	۸۶/۴۹	فوق‌لیسانس و بالاتر	
۵۷/۰۳	۱۳/۷۰	۲۰/۰۹	۶۶/۲۱	کمتر از ۳/۵ میلیون تومان	میانگین درآمد ماهانه
۳۶/۴۶	۹/۲۹	۲۰/۰۰	۷۰/۷۱	بین ۳/۵ تا ۶ میلیون تومان	
۶/۵۱	۰/۰۰	۸/۰۰	۹۲/۰۰	بیشتر از ۶ میلیون تومان	

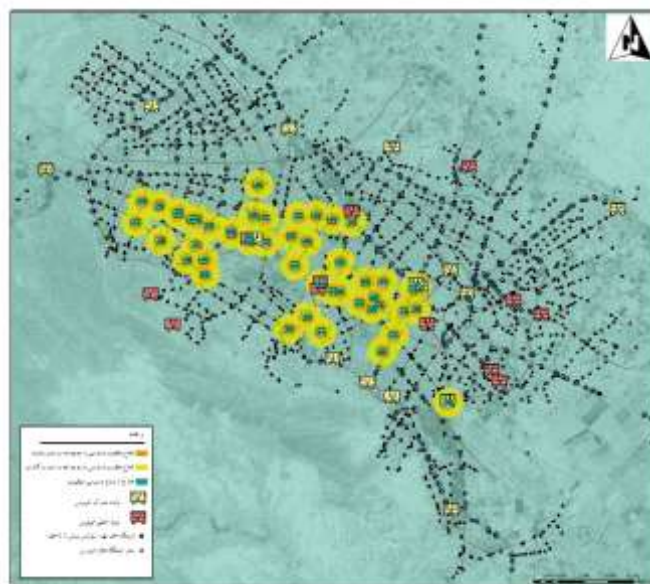
میزان استفاده				متغیر	مؤلفه
مجموع	زیاد	متوسط	کم		
۳۱/۲۵	۴/۱۷	۷/۵۰	۸۸/۳۳	دارای وسیله نقلیه شخصی	مالکیت خودرو
۶۸/۷۵	۱۴/۳۹	۲۴/۶۲	۶۰/۹۸	فاقد وسیله نقلیه شخصی	
۴۱/۶۷	۱۱/۸۸	۱۸/۷۵	۶۹/۳۸	مالک دوچرخه هستم	مالکیت دوچرخه
۵۸/۳۳	۱۰/۷۱	۱۹/۶۴	۶۹/۶۴	مالک دوچرخه نیستم	
اهداف و مشخصه‌های مرتبط با سفر					
۶۳/۰۲	۱۲/۸۱	۲۱/۰۷	۶۶/۱۲	کاری	اهداف سفر
۳۶/۹۸	۸/۴۵	۱۶/۲۰	۷۵/۳۵	غیر کاری	
۴۱/۹۳	۱۳/۰۴	۲۲/۹۸	۶۳/۹۸	کمتر از ۳۰ دقیقه	زمان سفر با اتوبوس
۴۶/۰۹	۱۰/۷۳	۱۸/۰۸	۷۱/۱۹	بین ۳۰ تا ۴۵ دقیقه	
۱۱/۹۸	۶/۵۲	۱۰/۸۷	۸۲/۶۱	بیشتر از ۴۵ دقیقه	
۲۰/۸۳	۱۵/۰۰	۱۶/۲۵	۶۸/۷۵	کمتر از ۱۰ دقیقه	زمان سفر با دوچرخه (با احتساب زمان برداشتن و گذاشتن دوچرخه)
۴۷/۶۶	۱۲/۰۲	۲۱/۳۱	۶۶/۶۷	بین ۱۰ تا ۲۰ دقیقه	
۳۱/۵۱	۷/۴۴	۱۸/۱۸	۷۴/۳۸	بیشتر از ۲۰ دقیقه	
۵۰/۷۸	۱۴/۳۶	۲۳/۰۸	۶۲/۵۶	ساعات پیک	زمان سفر در روز
۴۹/۲۲	۷/۹۴	۱۵/۳۴	۷۶/۷۲	ساعات غیر پیک	
مشخصه‌ها و شرایط محیط انسان‌ساخت					
۴۵/۰۵	۱۵/۰۳	۲۵/۴۳	۵۹/۵۴	کمتر ۳۰۰ متر	فاصله تا ایستگاه اتوبوس موردنظر (مسافت پیاده‌روی)
۳۳/۵۹	۱۰/۸۵	۱۷/۰۵	۷۲/۰۹	بین ۳۰۰ تا ۵۰۰ متر	
۲۱/۳۵	۳/۶۶	۹/۷۶	۸۶/۵۹	بیشتر از ۵۰۰ متر	
۶۳/۵۴	۱۲/۷۰	۲۲/۹۵	۶۴/۳۴	کمتر از ۲ کیلومتر	مسافت رکاب زنی تا ایستگاه اتوبوس/ مقصد
۳۶/۴۶	۸/۵۷	۱۲/۸۶	۷۸/۵۷	بیشتر از ۲ کیلومتر	
۴۹/۲۲	۴/۷۶	۱۵/۸۷	۷۹/۳۷	بدون مسیر	مسیر دوچرخه
۳۳/۸۵	۱۴/۶۲	۲۰/۰۰	۶۵/۳۸	مسیرهای ناپیوسته	
۱۶/۹۳	۲۳/۰۸	۲۷/۶۹	۴۹/۲۳	دارای مسیرهای تماماً پیوسته	
مشخصه‌ها نگرشی و ادراکی					

مؤلفه	متغیر	میزان استفاده		
		کم	متوسط	زیاد
آستانه مسافتی که حاضر به طی کردن جهت دسترسی به دوچرخه اشتراکی هستید.	کمتر از ۳۰۰ متر	۶۵/۱۳	۲۱/۵۴	۱۳/۳۳
	بین ۳۰۰ تا ۵۰۰ متر	۷۱/۷۴	۱۸/۱۲	۱۰/۱۴
	بیشتر از ۵۰۰	۸۰/۳۹	۱۳/۷۳	۵/۸۸
حداکثر زمان انتظار برای موجود شدن دوچرخه در ایستگاه	کمتر از ۲ دقیقه	۷۸/۰۲	۱۵/۳۸	۶/۵۹
	بین ۲ تا ۵ دقیقه	۸۰/۲۱	۱۴/۵۸	۵/۲۱
	منتظر نمی مانم	۶۰/۴۱	۲۳/۳۵	۱۶/۲۴
تصمیمی که در زمان نبود دوچرخه در ایستگاه می گیرید	منصرف شدن از سفر ترکیبی دوچرخه و اتوبوس	۷۴/۶۶	۲۰/۳۶	۴/۹۸
	استفاده از یک مد دیگر حمل و نقلی در ترکیب با اتوبوس	۶۱/۲۹	۱۸/۰۶	۲۰/۶۵
	منصرف شدن از سفر	۸۷/۵۰	۱۲/۵۰	۰/۰۰

آمار نرخ بهره گیری از سیستم ترکیبی در رابطه با فاکتور مسیرهای دوچرخه نشان می دهد که در صورت وجود مسیر دوچرخه و خصوصاً پیوستگی این مسیرها در محدوده مورد استفاده کاربران، میزان استفاده متوسط و زیاد به صورت ملموسی بیشتر از مناطق فاقد مسیر می باشد.

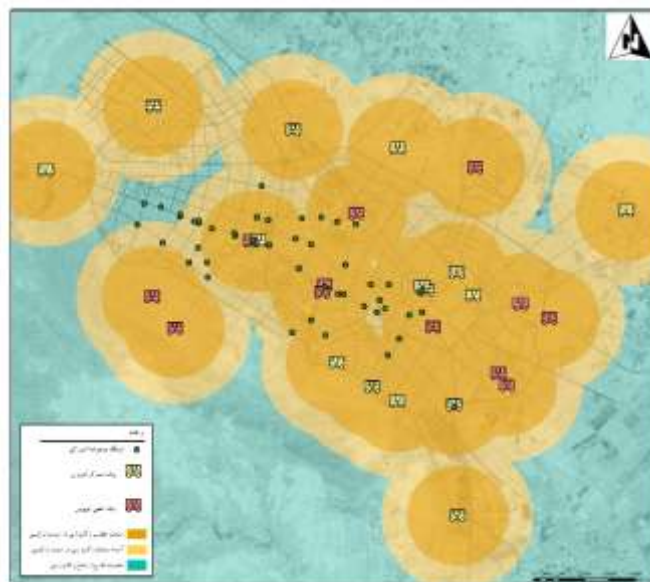
در راستای بررسی میزان همپوشانی بین ایستگاه های دوچرخه اشتراکی و اتوبوس های شهری، شعاع مطلوب و حد نهایی (آستانه) مسافت طی شده برای دسترسی به دوچرخه اشتراکی (مسافت پیاده روی) مورد ارزیابی قرار گرفت؛ به گونه ای که کاربران در مسیر رفت خود احتمالاً به دلیل عجله یا هماهنگی های قبلی، عمدتاً پس از خروج از خانه یا ایستگاه اتوبوس تا ۳۰۰ متر حاضر به پیاده روی برای دسترسی به ایستگاه دوچرخه اشتراکی و انجام سفر ترکیبی خود هستند؛ حال آنکه این مسافت در مسیر برگشت (از محل کار به خانه یا در بازگشت از مقصد به مبدأ) در حدود ۶۰۰ متر است که عمدتاً به دلیل فراغ بال و آزادی زمانی است. در شکل ۳، شعاع دسترسی کاربران در مسیر رفت

(۳۰۰ متر) و برگشت (۶۰۰ متر) مشخص گردیده است که نشان‌دهنده عدم پوشش سامانه دوچرخه‌های اشتراکی در اکثر نقاط شهر است؛ به‌طوری‌که ۷۱/۴ درصد پایانه‌های اتوبوس (اعم از خطی و متمرکز)، بیش از ۸۷/۷ درصد ایستگاه‌های اتوبوس و مساحت قابل‌توجهی از محدوده شهری در حال حاضر خارج از پوشش سامانه بایدو قرار دارد.



شکل ۳. شعاع دسترسی به ایستگاه‌های دوچرخه اشتراکی در مسیر رفت و برگشت
مأخذ: یافته‌های پژوهش

پس از بررسی‌های صورت گرفته، مسافت مطلوب دوچرخه‌سواری در بهره‌گیری از سیستم ترکیبی در حدود ۲ کیلومتر (معادل ۱۰ تا ۱۵ دقیقه رکاب‌زنی) و حد نهایی (آستانه) این مسافت حدود ۳ کیلومتر (معادل ۱۵ تا ۲۰ دقیقه رکاب‌زنی) است.



شکل ۴. شعاع دسترسی «به» و «از» پایانه‌های اتوبوس (محدوده رکاب‌زنی با دوچرخه)

مأخذ: یافته‌های پژوهش

بر مبنای موارد فوق و تعداد و پراکنش مناسب پایانه‌های اتوبوس درون‌شهری، در صورت احداث ایستگاه‌های دوچرخه در محل و محدوده پایانه‌ها، مطابق شکل ۴ بخش عمده‌ای از شهر تحت پوشش سامانه ترکیبی قرار خواهد گرفت. لذا بایستی احداث ایستگاه‌های دوچرخه در این محدوده‌ها، توسط مدیریت شهری، در اولویت قرار گیرد (طبق مطالعات جهانی مکان‌گزینی اصولی و احداث ایستگاه‌های یکپارچه و منطبق بر حمل‌ونقل عمومی یکی از عمده‌ترین هزینه‌های مربوط به این سامانه‌ها را شامل می‌شود؛ لذا مکان‌گزینی اصولی ایستگاه‌های دوچرخه حائز اهمیت بسیار است (مونئی^۱ و همکاران، ۲۰۱۹: ۹۳)).

در زمینه مشخصه‌های نگرشی و ادراکی، نکته قابل تأمل درصد بالای افرادی است که در صورت نبود دوچرخه در ایستگاه، منتظر شارژ دوچرخه نمی‌مانند (حدود ۵۱ درصد)؛ این افراد عموماً مشترکان دارای استفاده متوسط و زیاد از سیستم هستند و انتظار برای موجود شدن دوچرخه اشتراکی به دلیل کمبود این دوچرخه‌ها در سطح شهر خصوصاً در ساعات پیک را امری بیهوده می‌دانند. اکنون برای کشف روابط میان متغیرهای تأثیرگذار بر کثرت استفاده کاربران از سیستم ترکیبی دوچرخه و اتوبوس از آزمون همبستگی پیرسون و رگرسیون لجستیک ترتیبی استفاده می‌شود.

۵. ۱. تحلیل همبستگی پیرسون

در راستای تعیین همبستگی متغیرهای مختلف از آزمون همبستگی پیرسون استفاده شد. جدول زیر نشان‌دهنده میزان همبستگی میان متغیر وابسته "کثرت استفاده از سیستم ترکیبی" (نرخ استفاده کاربران به صورت زیاد، متوسط و کم بر اساس تعداد دفعات بهره‌گیری از این سیستم در ماه) با برخی از متغیرهای اصلی پژوهش است.

جدول ۳- نتایج آزمون همبستگی پیرسون میان متغیرهای مستقل و فراوانی استفاده از سیستم ترکیبی با استفاده

از نرم‌افزار SPSS

مأخذ: یافته‌های پژوهش (۱۴۰۱)

آزمون آماری	تحصیلات	درآمد	مسافت رکاب‌زنی تا ایستگاه اتوبوس/ مقصد	مسیرهای دوچرخه	مدت زمان سفر با اتوبوس	مالکیت خودرو	مالکیت دوچرخه
ضریب همبستگی پیرسون	-۰/۳۱۶	-۰/۲۹۴	-۰/۳۶۹	۰/۴۳۹	-۰/۳۳۸	-۰/۴۷۱	۰/۱۹۲
سطح معناداری	۰/۰۰۰	۰/۰۰۲	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۱	۰/۰۰۰	۰/۱۲۷
تعداد معتبر	۳۸۴	۳۸۴	۳۸۴	۳۸۴	۳۸۴	۳۸۴	۳۸۴

مطابق جدول فوق:

- با افزایش تحصیلات، کثرت استفاده از سیستم ترکیبی کاهش می‌یابد.
- با افزایش درآمد، کثرت استفاده از سیستم ترکیبی کاهش می‌یابد.
- با افزایش مسافت رکاب‌زنی (دوچرخه‌سواری)، کثرت استفاده از سیستم ترکیبی کاهش می‌یابد.

- وجود مسیرهای دوچرخه، تأثیر چشمگیری بر افزایش استفاده از سیستم ترکیبی دارد.
- افزایش مدت‌زمان سفر با اتوبوس، کثرت استفاده از سیستم ترکیبی را کاهش می‌دهد.
- مالکیت خودرو شخصی، کثرت استفاده از سیستم ترکیبی را کاهش می‌دهد.
- مالکیت دوچرخه شخصی، کثرت استفاده از سیستم ترکیبی را افزایش می‌دهد؛ اما رابطه معناداری میان آن‌ها وجود ندارد ($\text{sig}=.127$).

۵. ۲. تحلیل رگرسیون لجستیک ترتیبی

مدل رگرسیون لجستیک ترتیبی به صورت گسترده برای آنالیز متغیرهای وابسته با ارتباطات ترتیبی مورد استفاده قرار می‌گیرد. در این مقاله، یک ارتباط منظم (ترتیبی) بین سه گروه استفاده‌کننده وجود دارد؛ بنابراین از مدل رگرسیون لجستیک ترتیبی استفاده شده است تا شدت و ارتباط بین فاکتورهای مؤثر و کثرت استفاده از سیستم ترکیبی دوچرخه و اتوبوس را تحلیل کند. برای متغیر وابسته $j = 1, 2, \dots, J$ ، مدل رگرسیون لجستیک ترتیبی به شرح فرمول زیر توصیف می‌شود.

$$\ln \left[\frac{P(y \leq j|x)}{1 - P(y \leq j|x)} \right] = f_j - (\alpha + \sum_{k=1}^k \beta_k X_k)$$

(وانگ^۱، جنو^۲، ۲۰۰۱)

در اینجا J شماره گروه؛ f_j نقطه تقسیم کثرت استفاده شامل مقادیر $f_1 < f_2 < \dots < f_{J-1}$ ، $J-1$ عرض α ؛ β_k ضریب رگرسیون برای متغیر مستقل X_k ؛ $P(y \leq j|x)$ احتمال تجمعی پیشامد $(y \leq j|x)$ و

1. Wang

2. Guo

y تابعی از x است. در مدل رگرسیون لجستیک ترتیبی، شانس‌ها با تجمع متوالی از احتمالات رویدادها محاسبه می‌شود (ویلیامز^۱، ۲۰۰۶). احتمال تجمعی مطابق فرمول زیر بیان می‌شود.

$$P(y \leq j|x) = \frac{e^{[f_j - (\alpha + \sum_{k=1}^K \beta_k X_k)]}}{1 + e^{[f_j - (\alpha + \sum_{k=1}^K \beta_k X_k)]}}$$

پس از به دست آوردن احتمال تجمعی، احتمال $P(y=j)$ که متعلق به هر یک از گروه‌های فراوانی استفاده از سیستم ترکیبی است؛ محاسبه می‌گردد. در راستای ارزیابی کاربردی بودن مدل، آزمایش خطوط موازی^۲ انجام شد. در این آزمون مقدار p بالای ۰/۰۵ نشان می‌دهد که ضرایب رگرسیون همه متغیرهای مستقل، بدون توجه به مقدار نقطه تقسیم متغیر وابسته، بدون تغییر باقی می‌مانند؛ بنابراین، ضریب رگرسیون یک متغیر مستقل با نقطه تقسیم ارتباطی ندارد و مدل رگرسیون لجستیک ترتیبی قابل اعمال است.

قبل از گنجاندن متغیرها در مدل، می‌بایست چندخطی بودن در میان متغیرها موردبررسی قرار بگیرد. مطابق قاعده متغیرهایی که همبستگی بالایی با سایر متغیرها دارند؛ بایستی حذف شوند. همبستگی بین متغیرها معمولاً با توجه به فاکتور تورم واریانس آن‌ها آزموده می‌شود (VIF). بر همین مبنا، تورم واریانس متغیر سن بیشتر از ۷/۵ به دست آمد که نشان‌دهنده همبستگی بالای سن با سایر متغیرها است؛ به همین دلیل متغیر سن از مدل کنار گذاشته شد.

1. Williams

2. Parallel lines test

جدول ۴- تحلیل مدل رگرسیون لجستیک ترتیبی در زمینه کثرت استفاده از سیستم ترکیبی دوچرخه و اتوبوس

مأخذ: یافته‌های پژوهش (۱۴۰۱)

CI ۹۵٪		نسبت شناس	ضریب رگرسیون	متغیر	
کران پایین	کران بالا				
				زن (گروه پایه)	جنسیت
۰/۰۱۹	۱/۱۱۲	۱/۷۹۴	۰/۵۸۷	مرد	
				دیپلم و پایین‌تر (گروه پایه)	تحصیلات
-۰/۷۳۵	۰/۵۴۲	۰/۸۹۲	-۰/۲۹۳	فوق‌دیپلم و لیسانس	
-۱/۴۲۴	-۰/۱۱۸	۰/۴۴۱	-۰/۷۶۱	فوق‌لیسانس و بالاتر	
				کمتر از ۳/۵ میلیون تومان (گروه پایه)	درآمد
-۰/۸۲۳	۰/۴۵۴	۰/۸۷۶	-۰/۱۸۳	بین ۳/۵ تا ۶ میلیون تومان	
-۱/۸۱۷	-۰/۵۱۱	۰/۲۷۷	-۰/۷۸۲	بیشتر از ۶ میلیون تومان	
				غیر کاری (گروه پایه)	اهداف سفر
-۰/۳۱۶	۰/۷۷۷	۱/۲۹۳	۰/۶۱۹	کاری	
				کمتر از ۳۰ دقیقه (گروه پایه)	مدت‌زمان سفر با اتوبوس
-۰/۸۹۳	۰/۳۴۵	۰/۷۹۱	-۰/۳۲۲	بین ۳۰ تا ۴۵ دقیقه	
-۱/۵۱۸	-۰/۲۱۶	۰/۴۵۲	-۰/۹۶۹	بیشتر از ۴۵ دقیقه	
				بیشتر از ۲۰ دقیقه (گروه پایه)	مدت‌زمان سفر با دوچرخه
-۰/۳۷۴	۰/۹۶۱	۱/۳۷۱	۰/۳۹۷	کمتر از ۱۰	
-۰/۳۲۷	۱/۰۸۱	۱/۵۱۲	۰/۴۸۱	بین ۱۰ تا ۲۰ دقیقه	
				دارای مسیرهای تماماً پیوسته (گروه پایه)	مسیرهای دوچرخه
-۱/۳۳۰	-۰/۰۲۴	۰/۴۹۶	-۰/۷۹۸	بدون مسیر	
-۰/۸۴۱	۰/۸۳۶	۰/۸۰۹	-۰/۲۰۲	مسیرهای ناپیوسته	
				بیشتر از ۲ کیلومتر (گروه پایه)	مسافت رکاب زنی تا ایستگاه اتوبوس/ مقصد
۰/۰۱۸	۱/۱۱۱	۱/۷۶۴	۰/۷۶۱	کمتر از ۲ کیلومتر	
مدل برازش اطلاعات: آزمون خطوط موازی برای رگرسیون لجستیک ترتیبی					
$R^2(\text{Cox \& Snell})=۰/۲۳۹, X^2=۲۰/۴۸۶$					
$R^2(\text{Nagelkerke})=۰/۳۰۴, p=۰/۱۱۲$					
$p=۰/۰۰۰$					

مطابق آزمون خطوط موازی (جدول ۴) ضریب تعیین کاکس اسنل (Cox and Snell) و ضریب تعیین نیجل کرک (Nagelkerke) به ترتیب برابر ۰.۲۳۹ و ۰.۳۰۴ است که در نتیجه $\chi^2 = 20.486, p = 0.112 (>0.05)$ که نشان دهنده کارآمد بودن مدل رگرسیون لجستیک است. مقدار p مدل نهایی معادل $0.000 (<0.05)$ است که نشان می‌دهد مدل با متغیرهای مستقل شامل آمار توصیفی مخاطبان، مشخصه‌های مرتبط با سفر و مشخصه‌های محیط ساخت، برازش بهتری نسبت به مدل دارای عبارت ثابت، دارد. در این جدول کثرت استفاده یا ضریب شانس برای میزان استفاده متوسط و زیاد از سیستم ترکیبی در نظر گرفته شده است.

در خصوص متغیر جنسیت، ضریب رگرسیون لجستیک، برای مردان نسبت به گروه پایه (بانوان) مثبت است؛ این نشان می‌دهد که مردان تمایل بیشتری برای استفاده زیاد و متوسط از سیستم ترکیبی دارند (ضریب شانس معادل ۱/۷۹۴).

در مورد متغیر تحصیلات، با پایه قرار دادن گروه دیپلم و پایین‌تر، ضریب رگرسیون برای گروه با تحصیلات فوق دیپلم-لیسانس و گروه فوق لیسانس و بالاتر، منفی است (به ترتیب با ضرایب ۰/۲۹۳- و ۰/۷۶۱-). این روند نشان می‌دهد با افزایش سطح تحصیلات، کثرت بهره‌گیری (استفاده زیاد و متوسط) از سیستم ترکیبی کاهش می‌یابد؛ به طوری که کاربران با تحصیلات فوق لیسانس و بالاتر با ضریب شانس ۰/۴۴۱ به طرز قابل توجهی استفاده زیاد و متوسط کمتری از این سیستم دارند. در بررسی درآمد کاربران، با مبنا قرار دادن درآمد کمتر از ۳/۵ میلیون تومان در ماه به عنوان گروه پایه، مشخص شد که با افزایش درآمد نیز کثرت بهره‌گیری (استفاده زیاد و متوسط) از سیستم ترکیبی کاهش می‌یابد. در همین خصوص ضریب رگرسیون برای گروه درآمدی بیشتر از ۶ میلیون تومان برابر ۰/۷۸۲- است که کثرت استفاده کمتر این گروه را با نسبت شانس ۰/۲۷۷ در مقایسه با گروه پایه نشان می‌دهد.

از نظر اهداف سفر، ضریب رگرسیون گروهی از پاسخ‌دهندگان که اهداف سفر کاری داشته‌اند نسبت به گروه پایه (اهداف سفر غیرکاری) مثبت شده است (۰/۶۱۹) که نشان می‌دهد کاربران این گروه (با هدف کاری) استفاده زیاد و متوسط بیشتری با ضریب شانس ۱/۲۹۳ دارند.

در رابطه با متغیر زمان سفر با اتوبوس، ضریب رگرسیون مسافرانی که زمان سفر آن‌ها بین ۳۰ تا ۴۵ دقیقه و بیشتر از ۴۵ دقیقه است؛ نسبت به گروه پایه (سفرهای کمتر از ۳۰ دقیقه) منفی است که نشان می‌دهد این گروه‌ها، کثرت استفاده کمتری نسبت به مسافران با زمان سفر کمتر از ۳۰ دقیقه دارند (نسبت شانس به ترتیب معادل ۰/۷۹۱ و ۰/۴۵۲ است). این نتیجه نشان می‌دهد که هر چه زمان رفت و آمد با اتوبوس کوتاه‌تر باشد، احتمال بیشتری وجود دارد که مسافران از دوچرخه اشتراکی برای استفاده ترکیبی در نسبت‌های بالا استفاده کنند.

در تحلیل مدت زمان سفر با دوچرخه می‌توان نتیجه گرفت که تفاوت برجسته‌ای میان دو گروه با مدت زمان کمتر از ۱۰ دقیقه و بین ۱۰ تا ۲۰ دقیقه وجود ندارد؛ حال آنکه کثرت استفاده این دو گروه، نسبت به افرادی که مدت زمان سفر آنها بیش از ۲۰ دقیقه است (گروه پایه) به صورت معناداری بیشتر است (نسبت شانس به ترتیب معادل ۱/۳۷۱ و ۱/۵۱۲).

علاوه بر این ضریب رگرسیون دسته‌ای از کاربران که از دوچرخه در خیابان‌های بدون مسیر ویژه استفاده می‌کنند، منفی است (۰/۷۹۸-) که نشان می‌دهد این افراد با نسبت شانس کمتری در مقایسه با گروه پایه، از سیستم ترکیبی در نسبت‌های بالا استفاده می‌نمایند (نسبت شانس ۰/۴۹۶ برابر). همچنین تفاوت چشمگیری میان افرادی که در مسیرهای ناپيوسته، دوچرخه‌سواری می‌کنند با گروه پایه (دارای مسیرهای تماماً پیوسته) وجود ندارد (ضریب رگرسیون ۰/۲۰۲-). این مهم نشان می‌دهد صرفاً وجود مسیرهای دوچرخه (پیوسته و ناپيوسته) تأثیر قابل توجهی در تمایل کاربران به استفاده زیاد و متوسط از سیستم ترکیبی دارد.

با توجه به اینکه ضریب رگرسیون کاربرانی که شعاع رکاب‌زنی آنها کمتر از ۲ کیلومتر است (متغیر مسافت رکاب‌زنی تا ایستگاه اتوبوس / مقصد)، نسبت به گروه پایه مثبت و برابر ۰/۷۶۱ است؛ این نتیجه به دست می‌آید که این کاربران ۱/۷۶۴ برابر، استفاده متوسط و زیاد بیشتری در مقایسه با گروه پایه (گروه دارای شعاع رکاب‌زنی بیش از ۲ کیلومتر) دارند. این موضوع نشان می‌دهد با کاهش مسافت رکاب‌زنی، بهره‌گیری از سیستم ترکیبی افزایش می‌یابد لذا با توسعه تعداد ایستگاه‌های دوچرخه اشتراکی، شعاع رکاب‌زنی کاهش و این مهم محقق خواهد شد.

مجموعه‌ای از معضلات سیستم ترکیبی دوچرخه و اتوبوس که مستخرج از پرسشنامه‌هاست، در نمودار ذیل قابل مشاهده است.



شکل ۵. معضلات موجود در سیستم ترکیبی دوچرخه و اتوبوس

مأخذ: یافته‌های پژوهش (۱۴۰۱)

پس از مشخص شدن میزان و شدت تأثیر عوامل، بر استفاده کاربران از سیستم ترکیبی همچون وجود و کیفیت مسیر دوچرخه سواری، تعداد دوچرخه‌های اشتراکی و ایستگاه‌ها، قابلیت حمل دوچرخه با اتوبوس و... در بخش‌های قبلی پژوهش و تعیین معضلات و چالش‌های موجود در این

مرحله، در ادامه مدل تحلیلی SWOT با در نظر گرفتن این پارامترها و نتایج حاصل از مطالعات میدانی تدوین گردید تا راهبردهایی در جهت بهبود وضعیت سیستم ارائه شود.

۵.۳. تجزیه و تحلیل SWOT و تحلیل عوامل داخلی و خارجی

در این بخش با استفاده از روش SWOT، نقاط قوت و ضعف و همچنین فرصت‌ها و تهدیدهای سیستم ترکیبی دوچرخه و اتوبوس شهری مشهد، استخراج و تدوین گردید. سپس جهت تجزیه و تحلیل، از ماتریس داخلی و خارجی استفاده شد. در تکمیل جدول تحلیل عوامل داخلی، در ستون دوم با توجه به میزان اهمیت هر مؤلفه در سیستم ترکیبی (مطابق نظر ۲۰ نفر از 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؛ بنابراین، هرچقدر عدد نمره نهایی به ۴ نزدیک‌تر باشد، راهبردها و استراتژی‌های تعیین‌شده بسیار عالی بوده و اگر به ۱ نزدیک‌تر باشد به معنی ضعیف بودن استراتژی‌هاست (پسندی و رحمانی، ۱۴۰۰: ۳۶). نتایج در جدول ذیل ارائه گردیده است.

جدول ۵- تحلیل عوامل داخلی

*خروجی نرم‌افزار اکسل تا سه رقم اعشار

مأخذ: یافته‌های پژوهش (۱۴۰۱)

عوامل داخلی استراتژیک (نقاط قوت و نقاط ضعف)	ضریب اهمیت	رتبه	امتیاز وزنی = ضریب × رتبه
S۱- سیستم نسبتاً هماهنگ پرداخت هزینه دوچرخه و اتوبوس (امکان شارژ من کارت و حساب بایدو از طریق نرم‌افزار شهرمن)	۰/۰۱۹	۳	۰/۰۵۷
S۲- سیستم منعطف دوچرخه‌های اشتراکی بایدو در شهر مشهد (دریافت از یک ایستگاه و تحویل به ایستگاه دیگر)	۰/۰۲۷	۴	۰/۱۰۷
S۳- رعایت بهداشت عمومی در همه‌گیری ویروس کرونا به واسطه استفاده از دوچرخه و توزیع حجم مسافران	۰/۰۱۵	۳	۰/۰۴۶

عوامل داخلی استراتژیک (نقاط قوت و نقاط ضعف)	ضریب اهمیت	رتبه	امتیاز وزنی = ضریب × رتبه
S۴- توپوگرافی و شیب عمومی نسبتاً مناسب شهر مشهد	۰/۰۱۵	۴	۰/۰۶۱
S۵- وجود دوچرخه‌های دنده‌ای در سامانه دوچرخه اشتراکی بایدو شهر مشهد (مناسب انواع شیب و توپوگرافی شهری)	۰/۰۱۹	۳	۰/۰۵۷
S۶- صرفه جویی در میزان هزینه‌ها نسبت به استفاده از خودرو شخصی	۰/۰۲۳	۳	۰/۰۶۹
S۷- کمک به حفظ محیط زیست (کاهش ترافیک و آلودگی هوا)	۰/۰۲۷	۴	۰/۱۰۷
S۸- بهبود وضعیت سلامت فردی	۰/۰۲۳	۴	۰/۰۹۲
S۹- بازخورد مناسب اطرافیان و بهبود شأن اجتماعی	۰/۰۱۹	۳	۰/۰۵۷
S۱۰- وجود برخی تجهیزات در دوچرخه‌های بایدو جهت استفاده بهتر از سیستم ترکیبی (سبد جهت حمل کیف، زنگ و...)	۰/۰۲۳	۳	۰/۰۶۹
S۱۱- ثبت نام آسان در سامانه دوچرخه‌های اشتراکی بایدو (از طریق نرم افزار شهرمن) نسبت به سامانه‌های قبلی (ثبت نام حضوری در ایستگاه‌ها)	۰/۰۲۷	۳	۰/۰۸۰
S۱۲- اطلاع رسانی و بیان آموزش‌های اولیه نحوه استفاده از دوچرخه اشتراکی از طریق فرهنگسراها، فضای مجازی و...	۰/۰۲۳	۳	۰/۰۶۹
S۱۳- بیست و چهار ساعته بودن حدود ۶۰ درصد ایستگاه‌ها و دوچرخه‌های سامانه بایدو شهر مشهد	۰/۰۳۴	۴	۰/۱۳۸
S۱۴- پراکنش مناسب ایستگاه‌های اتوبوس خصوصاً در نواحی کم برخوردار و حومه شهر مشهد (تعداد ۳۳۳۲ ایستگاه)	۰/۰۳۸	۴	۰/۱۵۳
S۱۵- تنوع خطوط و مسیرهای اتوبوس و فراهم بودن دسترسی بین نقاط مختلف شهری (۱۵۰ خط اتوبوس)	۰/۰۳۴	۴	۰/۱۳۸
W۱- کمبود دوچرخه‌های اشتراکی خصوصاً در ساعات پیک	۰/۰۳۴	۱	۰/۰۳۴
W۲- کمبود ایستگاه دوچرخه‌های اشتراکی خصوصاً در اطراف ایستگاه‌های اصلی و پایانه‌های اتوبوس	۰/۰۳۸	۱	۰/۰۳۸
W۳- توزیع ناعادلانه و عدم رعایت عدالت اجتماعی در زمینه پراکنش ایستگاه‌های دوچرخه اشتراکی در شهر (تمرکز در مناطق ۱، ۹ و ۱۱)	۰/۰۲۷	۱	۰/۰۲۷

عوامل داخلی استراتژیک (نقاط قوت و نقاط ضعف)	ضریب اهمیت	رتبه	امتیاز وزنی = ضریب × رتبه
W۴- کیفیت پایین زیرساخت‌ها و عرض کم مسیرهای دوچرخه‌سواری به‌ویژه در نواحی کم‌برخوردار و متوسط شهر مشهد	۰/۰۳۱	۱	۰/۰۳۱
W۵- کمبود یا نبود علائم راهنمایی در مسیرهای موجود دوچرخه	۰/۰۲۷	۲	۰/۰۵۴
W۶- کمبود خطوط ویژه دوچرخه و عدم پیوستگی مسیرها در ارتباط با پایانه‌ها و ایستگاه‌های مهم اتوبوس	۰/۰۲۷	۱	۰/۰۲۷
W۷- عدم وجود محل‌های پارک مسقف و امن دوچرخه در مجاورت ایستگاه‌های اصلی و پایانه‌های اتوبوس (صرفاً در ایستگاه پارک ملت و کلاهدوز)	۰/۰۳۱	۱	۰/۰۳۱
W۸- فقدان امنیت و سرقت دوچرخه‌های شخصی پارک شده در فضاهای شهری	۰/۰۲۳	۱	۰/۰۲۳
W۹- نبود مجوز ورود دوچرخه به درون اتوبوس و عدم وجود رک (دوچرخه بند) در ناوگان اتوبوس‌های شهری مشهد	۰/۰۳۴	۱	۰/۰۳۴
W۱۰- طولانی شدن زمان سفر در هنگام استفاده از سیستم ترکیبی دوچرخه اتوبوس نسبت به مد غیر ترکیبی	۰/۰۱۹	۲	۰/۰۳۸
W۱۱- کیفیت نسبتاً نامناسب دوچرخه‌های اشتراکی شهر مشهد	۰/۰۲۳	۲	۰/۰۴۶
W۱۲- عدم وجود تجهیزات کافی دوچرخه‌های اشتراکی بایدو (از قبیل چراغ و...)	۰/۰۱۹	۲	۰/۰۳۸
W۱۳- کمبود و فقدان ایستگاه‌های دوچرخه‌های اشتراکی در محدوده مرکزی، گردشگری و صنعتی شهر مشهد	۰/۰۲۳	۲	۰/۰۴۶
W۱۴- عدم رعایت حقوق دوچرخه‌سواران و پارک خودرو در مسیرهای ویژه دوچرخه	۰/۰۲۷	۱	۰/۰۲۷
W۱۵- عدم امکان تعویض رایگان دوچرخه‌های اشتراکی دارای نقص پس از دریافت دوچرخه	۰/۰۱۹	۲	۰/۰۳۸
W۱۶- عدم بالانس به‌موقع دوچرخه‌های اشتراکی در ایستگاه‌های بایدو	۰/۰۲۳	۲	۰/۰۴۶
W۱۷- خستگی و برهم خوردن آراستگی ظاهری در هنگام استفاده از سیستم ترکیبی دوچرخه و اتوبوس	۰/۰۲۷	۱	۰/۰۲۷
W۱۸- عدم بهره‌مندی شهروندان فاقد تلفن هوشمند از دوچرخه‌های اشتراکی شهر مشهد به دلیل سیستم پرداخت الکترونیک	۰/۰۱۵	۲	۰/۰۳۱

عوامل داخلی استراتژیک (نقاط قوت و نقاط ضعف)	ضریب اهمیت	رتبه	امتیاز وزنی = ضریب × رتبه
W19- کاهش سرویس‌دهی سامانه دوچرخه و سامانه اتوبوس‌رانی در روزهای تعطیل	۰/۰۱۵	۲	۰/۰۳۱
W20- مشخص نبودن سرفاصله رسیدن اتوبوس به ایستگاه و تأخیر در زمان سرویس‌دهی	۰/۰۲۳	۲	۰/۰۴۶
W21- ایمنی پایین دوچرخه‌سواران به واسطه طراحی نامناسب مسیرهای موجود دوچرخه در تقاطع‌های اصلی شهر	۰/۰۲۳	۲	۰/۰۴۶
W22- وجود شیب و توپوگرافی نامناسب در برخی از محدوده‌های شهری (خصوصاً در منطقه ۹)	۰/۰۱۵	۱	۰/۰۱۵
W23- کاهش تعداد مسافران سامانه اتوبوس به عنوان یک جزء از سیستم ترکیبی از زمان شیوع کرونا	۰/۰۱۹	۲	۰/۰۳۸
W24- عدم وجود مسیرهای دوچرخه در دو طرف خیابان در برخی معابر شهری	۰/۰۱۹	۲	۰/۰۳۸
W25- عدم سرویس‌دهی ناوگان اتوبوس‌رانی از ابتدای شب در بیشتر خطوط موجود	۰/۰۲۳	۲	۰/۰۴۶
W26- عدم بهره‌مندی اتباع خارجی از سامانه ترکیبی دوچرخه و اتوبوس شهر مشهد (به دلیل محدودیت‌های سامانه بایدو)	۰/۰۲۷	۲	۰/۰۵۴
مجموع عوامل داخلی	۱	—	۲/۲۵۳

در تکمیل جدول تحلیل عوامل خارجی نیز به همین شکل عمل شده است و نتایج در جدول ذیل قابل مشاهده است.

جدول ۶- تحلیل عوامل خارجی
*خروجی نرم افزار اکسل تا سه رقم اعشار
مأخذ: یافته های پژوهش (۱۴۰۱)

عوامل خارجی استراتژیک (فرصت ها و تهدیدها)	ضریب اهمیت	رتبه	امتیاز وزنی = ضریب × رتبه
۰۱- امکان افزودن قابلیت توقف لحظه ای دوچرخه های اشتراکی بایدو (قفل لحظه ای) به منظور خرید، امور بانکی و...	۰/۰۳۶	۳	۰/۱۰۸
۰۲- امکان در نظر گرفتن شرایط ویژه استفاده برای جوانان و تسهیلات برای بهره گیری افراد مسن	۰/۰۳۱	۳	۰/۰۹۳
۰۳- امکان افزودن سریع سکوها ی دوچرخه اشتراکی بایدو در مجاورت ایستگاه های اصلی و پایانه های اتوبوس شهر مشهد	۰/۰۴۶	۴	۰/۱۸۶
۰۴- وجود بسترهای مناسب و امکان فرهنگ سازی جهت توسعه همه جانبه سیستم ترکیبی دوچرخه- اتوبوس	۰/۰۴۱	۴	۰/۱۶۵
۰۵- امکان تجهیز دوچرخه های اشتراکی بایدو جهت سهولت سفر مادران همراه فرزند	۰/۰۳۱	۳	۰/۰۹۳
۰۶- امکان طراحی برنامه هایی جهت ترغیب بیشتر کاربران به استفاده از سیستم ترکیبی	۰/۰۴۱	۳	۰/۱۲۴
۰۷- امکان افزایش ساعات سرویس دهی اتوبوس ها و دوچرخه های اشتراکی مشهد جهت افزایش نرخ استفاده ترکیبی	۰/۰۲۶	۴	۰/۱۰۳
۰۸- امکان طراحی انواع مسیرهای دوچرخه در معابر شهری در ارتباط با ایستگاه های اتوبوس	۰/۰۳۶	۴	۰/۱۴۴
۰۹- امکان اعمال انواع تخفیف ها جهت استفاده بهتر و بیشتر از دوچرخه های اشتراکی بایدو	۰/۰۳۱	۳	۰/۰۹۳
۰۱۰- امکان بستر سازی جهت حمل دوچرخه های شخصی با اتوبوس های شهری مشهد	۰/۰۳۱	۴	۰/۱۲۴
۰۱۱- امکان قیمت گذاری هوشمند بهای بلیت اتوبوس شهر مشهد (نرخ بلیت متناسب با تعداد ایستگاه طی شده)	۰/۰۳۱	۳	۰/۰۹۳

امتیاز وزنی = ضرب × رتبه	رتبه	ضرب اهمیت	عوامل خارجی استراتژیک (فرصت‌ها و تهدیدها)
۰/۱۲۴	۴	۰/۰۳۱	۵۱۲- امکان جذب شهروندان دارای دوچرخه‌های شخصی در سیستم ترکیبی در صورت ایجاد زیرساخت مناسب
۰/۱۰۸	۳	۰/۰۳۶	۵۱۳- امکان کاهش ازدحام و شلوغی برخی از خطوط اتوبوس‌رانی در صورت توسعه سیستم ترکیبی
۰/۱۰۸	۳	۰/۰۳۶	۵۱۴- امکان ترویج حمل‌ونقل پاک از طریق آشنایی کاربران سامانه اتوبوس و دوچرخه‌سواری با سیستم ترکیبی
۰/۰۶۲	۲	۰/۰۳۱	t۱- امکان از دست دادن بخش قابل توجهی از جامعه مخاطب با توجه به محدودیت‌های سنی (محدودیت برای سنین کمتر از ۱۸ سال بایدو)
۰/۰۸۲	۲	۰/۰۴۱	t۲- امکان کاهش استقبال از سیستم ترکیبی به دلیل عدم نظارت بر رعایت حقوق دوچرخه‌سواران
۰/۰۴۶	۱	۰/۰۴۶	t۳- امکان عدم استقبال از سیستم ترکیبی به دلیل کمبود دوچرخه اشتراکی و عدم پوشش مناسب در شهر مشهد
۰/۰۸۲	۲	۰/۰۴۱	t۴- امکان ابتلا به پاندمی‌های ویروسی به دلیل شلوغی برخی اتوبوس‌ها و عدم رعایت فاصله اجتماعی
۰/۰۴۱	۱	۰/۰۴۱	t۵- افزایش آلودگی هوای شهر مشهد در صورت عدم توجه ویژه به حمل‌ونقل عمومی و پاک
۰/۰۳۶	۱	۰/۰۳۶	t۶- کاهش کاربران سیستم ترکیبی در صورت بی‌توجهی به نقص فنی سامانه‌های دوچرخه اشتراکی و اتوبوس
۰/۰۳۶	۱	۰/۰۳۶	t۷- امکان کاهش بهره‌گیری از سیستم ترکیبی در صورت پشتیبانی ضعیف سخت‌افزاری و نرم‌افزاری شهرمن
۰/۰۳۱	۱	۰/۰۳۱	t۸- امکان کاهش سفرهای ترکیبی به دلیل شرایط نامناسب جوی و عدم آسایش اقلیمی دوچرخه‌سواران
۰/۰۴۶	۱	۰/۰۴۶	t۹- امکان عدم استقبال از سیستم ترکیبی در صورت بی‌توجهی به محدوددهای متوسط و کم برخوردار (مناطق ۳، ۴، ۵، ۶، ۷، ۱۰ و ۱۲)
۰/۰۶۲	۲	۰/۰۳۱	t۱۰- امکان کاهش استقبال به دلیل نبود ایستگاه‌های تعمیرات دوچرخه و خرابی نسبتاً بالای دوچرخه‌های بایدو

امتیاز وزنی = ضرب × رتبه	رتبه	ضرب اهمیت	عوامل خارجی استراتژیک (فرصت‌ها و تهدیدها)
۰/۰۴۱	۱	۰/۰۴۱	t۱۱- عدم استقبال گسترده از سیستم ترکیبی به دلیل نبود برنامه‌ریزی و عملکرد هوشمند مدیریت شهری
۰/۰۴۱	۱	۰/۰۴۱	t۱۲- امکان کاهش انگیزه و حمایت مدیریت شهری از سامانه دوچرخه‌های بایدو به دلیل تحمیل هزینه‌های بالا
۰/۰۵۲	۲	۰/۰۲۶	t۱۳- امکان بروز حادثه به دلیل تداخل مسیر دوچرخه با اتوبوس در محل برخی از ایستگاه‌ها
۰/۰۵۲	۲	۰/۰۲۶	t۱۴- نبود حس تعلق برخی شهروندان نسبت به استفاده صحیح از دوچرخه‌های اشتراکی بایدو (از قبیل تخریب و...)
۲/۳۷۶	-	۱	مجموع عوامل خارجی

۵.۳.۱. تحلیل ماتریس عوامل داخلی و خارجی

مطابق جداول فوق نمره حاصل از ارزیابی عوامل داخلی معادل ۲/۲۵۳ و نتیجه ارزیابی عوامل خارجی معادل ۲/۳۷۶ محاسبه شده است که نشان‌دهنده غلبه ضعف‌های سیستم بر قوت‌ها و تهدیدها بر فرصت‌ها است. براساس ماتریس استراتژی‌ها و اولویت‌های اجرایی (شکل ۶)، اگر وضعیت سیستم مورد مطالعه از نظر نمرات عوامل داخلی و خارجی در ناحیه اول نمودار باشد، استراتژی تهاجمی (SO)، اگر در ناحیه دوم باشد، استراتژی اقتضایی / رقابتی (ST)، چنانچه در ناحیه سوم باشد، استراتژی انطباقی / محافظه‌کارانه (WO) و در نهایت اگر در ناحیه چهارم باشد، استراتژی تدافعی (WT) پیشنهاد می‌گردد؛ بنابراین مطابق امتیازهای کسب شده موقعیت استراتژیک مورد مطالعاتی این تحقیق در ناحیه چهارم نمودار تعیین می‌گردد که متناسب با آن، استراتژی‌های تدافعی انتخاب خواهند شد. در این ماتریس با توجه به موقعیت نزدیک به مرکز، استراتژی‌های این منطقه با ترکیبی از مهم‌ترین استراتژی‌های سایر مناطق ارائه خواهند شد.



شکل ۶. ماتریس استراتژی‌ها و اولویت‌های اجرایی SWOT

مأخذ: یافته‌های پژوهش (۱۴۰۱)

۵. ۲. ۳. ارائه راهبردها براساس مدل SWOT

با توجه به نتایج به دست آمده از تحلیل SWOT و تعیین موقعیت ماتریس اولویت‌های اجرایی (WT)، مهم‌ترین راهبردهای تلفیقی مؤثر بر سیستم ترکیبی دوچرخه و اتوبوس شهر مشهد با تأکید بر این ناحیه به شرح جدول ذیل ارائه گردیده است.

جدول ۷- مهم‌ترین راهبردهای یکپارچه‌سازی سیستم ترکیبی دوچرخه و اتوبوس

مأخذ: یافته‌های پژوهش (۱۴۰۱)

ردیف	نوع راهبرد	راهبرد
۱	WO	طراحی سیستم پارک و قفل کردن خارج از ایستگاه دوچرخه‌های اشتراکی بایدو در معابر اصلی شهر مشهد
۲	WT	اطلاع‌رسانی و تخصیص امتیازات ویژه جهت بهره‌مندی از خدمات شهروندی به ازای استفاده از سیستم ترکیبی (از قبیل بلیت رایگان پارکینگ، سینما و...)
۳	WT	افزایش تعداد ایستگاه‌های دوچرخه اشتراکی بایدو در تمام سطح شهر مشهد خصوصاً در پایانه‌ها و ایستگاه‌های اصلی اتوبوس
۴	WT	افزایش تعداد دوچرخه‌های اشتراکی بایدو به منظور استفاده بیشتر از سیستم ترکیبی در شهر مشهد

ردیف	نوع راهبرد	راهبرد
۵	WO	ارتقاء خدمات سخت‌افزاری و نرم‌افزاری شهرمن به‌منظور سهولت استفاده کاربران سیستم ترکیبی (تعمیرات سیار، پشتیبانی برنامه از همه سیستم‌عامل‌ها، اطلاع از جزئیات سرویس‌دهی اتوبوس‌ها و...)
۶	WT	تعریف و اعمال قوانین در منشور شهروندی جهت رعایت حقوق متقابل دوچرخه‌سواران و رانندگان وسایل نقلیه موتوری در شهر مشهد
۷	WT	طراحی و احداث مسیرهای ویژه و پیوسته دوچرخه در ارتباط با پایانه‌ها و ایستگاه‌های اصلی اتوبوس در شهر مشهد
۸	WT	ایجاد شرایط حمل دوچرخه با اتوبوس شهری مشهد از طریق نصب رک (دوچرخه بند) و تجهیز فضای داخلی آن‌ها در جهت فراهم کردن ورود و حمل دوچرخه در ساعت‌های غیر پیک
۹	ST	جانمایی و احداث پارک‌سوار در پایانه‌های متمرکز و خطی اتوبوس و ایستگاه‌ها با بیشترین توقف اتوبوس (بیش از ۵ خط)*
۱۰	WT	بازطراحی محل‌های تداخل مسیرهای دوچرخه با سایر وسایل نقلیه به جهت کاهش معضلات ترافیکی و تصادفات (خصوصاً در محل ایستگاه‌ها، تقاطع‌ها و...)

* لازم به ذکر است که عموم کاربران سیستم ترکیبی، دوچرخه شخصی را در مسیر دسترسی تا ایستگاه موردنظر استفاده می‌کنند (پیمودن فاصله زیاد تا رسیدن به ایستگاه اتوبوس موردنظر) اما در نیمه دوم سفر (از ایستگاه اتوبوس تا مقصد) عموماً نیازی به پیمودن مسافت زیاد نداشته و محل موردنظر در فاصله مطلوب پیاده‌روی است؛ لذا توسعه پارکینگ‌های ایمن در مجاورت ایستگاه‌ها نسبت به نصب رک بر روی اتوبوس‌ها اولویت دارد.

۴.۵. اولویت‌بندی راهبردها (جدول QSPM)

اکنون برای اولویت‌بندی راهبردها، از ماتریس برنامه‌ریزی کمی استراتژیک استفاده شده و تصمیم‌گیری درباره استراتژی‌های قابل قبول در برنامه‌ریزی‌ها با استفاده از تجزیه و تحلیل علمی و قضاوت شهودی صورت گرفته است.

جدول ۸- ماتریس برنامه ریزی کمی استراتژیک

مأخذ: یافته‌های پژوهش (۱۴۰۱)

[illegible]

در جدول فوق جذابیت هر راهبرد با استفاده از ماتریس برنامه‌ریزی کمی مشخص شده و استراتژی‌های دارای جذابیت بالا به‌عنوان راهبردهای مورد تأکید در برنامه‌ریزی‌ها، تعیین گردید. برای این منظور مراحل زیر طی شده است:

۱- 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 شده‌اند.

۲- برای تعیین جذابیت هر راهبرد در یک مجموعه از استراتژی‌ها، بنا به اهمیت، امتیازی بین ۱ تا ۴ داده شده است.

۳- برای محاسبه جمع امتیاز هر عامل، وزن‌های مرحله ۱ در امتیاز جذابیت مرحله ۲ ضرب شده است.

۴- از جمع امتیازهای جذابیت هر ستون جدول برنامه‌ریزی کمی استراتژیک، امتیاز جذابیت نهایی هر یک از راهبردها به دست آمده که بیانگر راهبردهایی است که اولویت بیشتری دارند (حکمت‌نیا و موسوی، ۱۳۹۶: ۳۱۷-۳۱۶).

اکنون، راهبردها با توجه به جمع نمره جذابیت و اولویت هر کدام از آن‌ها طبقه‌بندی شده‌اند.

جدول ۹- اولویت‌بندی راهبردهای یکپارچه‌سازی سیستم ترکیبی دوچرخه و اتوبوس

مأخذ: یافته‌های پژوهش (۱۴۰۱)

اولویت	نمره جذابیت	راهبردهای منتخب
۱	۵/۶۵۳	افزایش تعداد ایستگاه‌های دوچرخه اشتراکی بایدو در تمام سطح شهر مشهد خصوصاً در پایانه‌ها و ایستگاه‌های اصلی اتوبوس
۲	۵/۲۳۰	افزایش تعداد دوچرخه‌های اشتراکی بایدو به منظور استفاده بیشتر از سیستم ترکیبی در شهر مشهد
۳	۵/۱۴۴	جانمایی و احداث پارک‌سوار در پایانه‌های متمرکز و خطی اتوبوس و ایستگاه‌ها با بیشترین توقف اتوبوس (بیش از ۵ خط)

اولویت	نمره جذابیت	راهبردهای منتخب
۴	۴/۸۱۷	طراحی و احداث مسیرهای ویژه و پیوسته دوچرخه در ارتباط با پایانه‌ها و ایستگاه‌های اصلی اتوبوس
۵	۴/۶۴۲	ایجاد شرایط حمل دوچرخه با اتوبوس از طریق نصب رک (دوچرخه بند) و تجهیز فضای داخلی آن‌ها در جهت فراهم کردن ورود و حمل دوچرخه در ساعت‌های غیر پیک
۶	۴/۰۸۰	تعریف و اعمال قوانین در منشور شهروندی جهت رعایت حقوق متقابل دوچرخه‌سواران و رانندگان وسایل نقلیه موتوری در شهر مشهد
۷	۳/۶۷۵	ارتقاء خدمات سخت‌افزاری و نرم‌افزاری شهرمن به‌منظور سهولت استفاده کاربران سیستم ترکیبی (تعمیرات سیار، پشتیبانی برنامه از همه سیستم‌عامل‌ها، اطلاع از جزئیات سرویس‌دهی اتوبوس‌ها و...)
۸	۳/۵۲۷	طراحی سیستم پارک و قفل کردن خارج از ایستگاه دوچرخه‌های اشتراکی بایدو در معابر اصلی شهر مشهد
۹	۳/۴۳۲	بازطراحی محل‌های تداخل مسیرهای دوچرخه با سایر وسایل نقلیه به جهت کاهش معضلات ترافیکی و تصادفات (خصوصاً در محل ایستگاه‌ها، تقاطع‌ها و...)
۱۰	۳/۱۷۰	اطلاع‌رسانی و تخصیص امتیازات ویژه جهت بهره‌مندی از خدمات شهروندی به ازای استفاده از سیستم ترکیبی (از قبیل بلیت رایگان پارکینگ، سینما و...)

۶. نتیجه‌گیری و پیشنهادها

در گام نخست این پژوهش، وضعیت موجود سیستم ترکیبی دوچرخه و ناوگان اتوبوس درون‌شهری مشهد موردسنجش و تحلیل قرار گرفت. در همین راستا میزان استفاده مشترکین از این سیستم بر اساس تعداد روزهای مورد استفاده در ماه به سه دسته زیاد (۱۱/۲ درصد)، متوسط (۱۹/۳ درصد) و کم (۶۹/۵ درصد) تقسیم شد. این آمار بیانگر عدم استفاده مکرر و زیاد مخاطبان از سیستم ترکیبی در حمل‌ونقل عمومی شهر مشهد است. همچنین مشخص گردید بیش از ۷۰ درصد جامعه کاربران را مردان و حدود ۳۰ درصد را بانوان تشکیل می‌دهند که درمجموع گروه سنی کمتر از ۳۰ سال بیشترین سهم از جامعه و نرخ استفاده زیاد را به خود اختصاص می‌دهند. از تحلیل همبستگی متغیرهای مختلف مشخص گردید؛ بین کثرت استفاده از سیستم ترکیبی و وجود مسیرهای دوچرخه،

رابطه مستقیم و معناداری وجود دارد. همچنین میان متغیرهای تحصیلات، درآمد، مسافت رکاب‌زنی تا ایستگاه اتوبوس/مقصد، مدت‌زمان سفر با اتوبوس و مالکیت خودرو شخصی با کثرت استفاده از سیستم، رابطه معکوس و معناداری وجود دارد. علاوه بر این مشاهده شد وجود مالکیت دوچرخه شخصی، کثرت استفاده از سیستم ترکیبی را افزایش می‌دهد اما رابطه معناداری میان آن‌ها کشف نشد ($\text{sig}=0/127$).

در خصوص سنجش شدت تأثیرگذاری متغیرهای مستقل بر میزان استفاده زیاد از سیستم ترکیبی، مدل رگرسیون لجستیک ترتیبی به کار گرفته شد. مشخص شد؛ گروه با اهداف سفر کاری با نسبت شانس $1/293$ ، نرخ استفاده متوسط و زیاد بیشتری نسبت به گروه با اهداف غیرکاری، دارند. این مهم نشان‌دهنده استفاده کارمندان و شاغلان از سیستم است؛ لذا باید تمهیدات ویژه در خصوص زمان‌بندی منظم سرویس‌دهی و موجودی کافی دوچرخه‌های اشتراکی خصوصاً در ساعات پیک، توسط مدیریت شهری اندیشیده شود. در زمینه سطح درآمد، با مبنا قرار دادن درآمد کمتر از $3/5$ میلیون تومان در ماه به‌عنوان گروه پایه، مشخص شد که با افزایش درآمد، کثرت استفاده (استفاده زیاد و متوسط) از سیستم ترکیبی کاهش می‌یابد. برای نمونه، ضریب رگرسیون برای گروه درآمدی بیشتر از ۶ میلیون تومان برابر $0/782$ - است که کثرت استفاده کمتر این گروه را با نسبت شانس $0/277$ در مقایسه با گروه پایه نشان می‌دهد. نتایج مدل رگرسیون ترتیبی در خصوص مسیرهای دوچرخه نشان می‌دهد صرفاً وجود مسیرهای دوچرخه (پیوسته یا ناپیوسته) تأثیر قابل‌توجهی در افزایش تمایل کاربران به استفاده زیاد از سیستم ترکیبی دارد.

در زمینه متغیر مسافت رکاب‌زنی تا ایستگاه اتوبوس/مقصد نتیجه می‌شود؛ کاربرانی که مسافت رکاب‌زنی آن‌ها کمتر از ۲ کیلومتر است، $1/764$ برابر، استفاده متوسط و زیاد بیشتری در مقایسه با گروه پایه (کاربران خارج از محدوده ۲ کیلومتر) دارند. این موضوع نشان می‌دهد با کاهش مسافت رکاب‌زنی، بهره‌گیری از سیستم ترکیبی افزایش می‌یابد.

در ادامه مطابق نظرات کاربران، مشخص گردید که آستانه (حد نهایی) مسافت طی شده برای دسترسی به دوچرخه اشتراکی (مسافت پیاده‌روی) در مسیر رفت (پس از خروج از خانه یا ایستگاه اتوبوس)، حدود ۳۰۰ متر است؛ حال آنکه این مسافت در مسیر برگشت (از محل کار به خانه یا در بازگشت به مبدأ) حدود ۶۰۰ متر است. براین اساس با توجه به مساحت شهر مشهد و پراکنش ایستگاه‌های موجود، کمبود شدید تعداد ایستگاه‌های دوچرخه اشتراکی در شعاع ۶۰۰ متری ایستگاه های اتوبوس محرز گردید؛ به گونه‌ای که برای پوشش تمام محدوده شهری در حریم شعاع آستانه (۶۰۰ متر) و مطلوب (۳۰۰ متر) به ترتیب به تعداد ۱۴۰ و ۱۰۵۰ ایستگاه جدید دوچرخه نیاز است. بررسی میزان رکاب‌زنی در بهره‌گیری از سیستم ترکیبی از دیگر دستاوردهای این تحقیق است که مسافت مطلوب آن حدود ۲ کیلومتر یا ۱۰ تا ۱۵ دقیقه رکاب‌زنی و شعاع نهایی آن (حد نهایی رکاب زنی) ۳ کیلومتر به دست آمد. بر همین اساس در صورت احداث ایستگاه‌های دوچرخه در محل و محدوده پایانه‌های متمرکز و خطی اتوبوس (در شعاع کمتر از ۲ کیلومتر)، بخش عمده‌ای از شهر تحت پوشش سامانه ترکیبی قرار خواهد گرفت. همچنین مشخص گردید افزایش تعداد ایستگاه‌ها نقش مؤثرتری نسبت به افزایش تعداد دوچرخه‌ها دارد؛ به این دلیل که عموم کاربران، ضعف در دسترسی به ایستگاه‌ها را به عنوان چالش اصلی در بهره‌گیری از سیستم ترکیبی ذکر کرده‌اند.

به‌طور کلی هدف از انجام این پژوهش سنجش عملکرد سیستم دوچرخه- اتوبوس از طریق تحلیل میزان استفاده کاربران از مد ترکیبی، بررسی پارامترهای مؤثر و شناسایی معضلات فعلی در جهت ارائه راهبردهای سازنده است. براین اساس عملکرد سیستم ترکیبی دوچرخه و اتوبوس در شهر مشهد ضعیف ارزیابی شد (سهم استفاده کم کاربران معادل ۶۹/۵ درصد). در همین راستا پس از تدوین مدل تحلیلی SWOT مجموعه‌ای از استراتژی‌های تأثیرگذار در این حوزه مطرح گردید و در ادامه با استفاده از ماتریس QSPM، راهبردها اولویت‌بندی شد که از مهم‌ترین آنها می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

افزایش تعداد ایستگاه‌ها و دوچرخه‌های اشتراکی خصوصاً در نواحی شرقی و شمالی شهر مشهد، جانمایی پارک‌سوار در پایانه‌های اصلی (پایانه‌های امام رضا، فلسطین، طبرسی، شهدا، میدان فردوسی، الهیه و...)، فراهم کردن شرایط پارک دوچرخه در مجاورت ایستگاه‌های اتوبوس در محورهای پرتردد شهر نظیر وکیل‌آباد، ملک‌الشعرا بهار، طبرسی، خیام، احمدآباد، قرنی و...، احداث مسیرهای ویژه دوچرخه (خصوصاً در مناطق ۲، ۳، ۷ و ۱۰ شهرداری مشهد)، ایجاد شرایط حمل دوچرخه با اتوبوس از طریق نصب رک (دوچرخه‌بند)، تدوین و اعمال قوانین مندرج در منشور شهروندی جهت حمایت از کاربران سیستم ترکیبی و توسعه خدمات پشتیبانی نرم‌افزار «شهر من».

کتابنامه

۱. آمارنامه حمل‌ونقل شهر مشهد. (۱۳۹۸). معاونت مطالعات و برنامه‌ریزی شهرداری مشهد.
۲. آمارنامه شهر مشهد. (۱۳۹۷). معاونت برنامه‌ریزی و توسعه سرمایه انسانی شهرداری مشهد.
۳. پسندی، ش؛ و رحمانی، ب. (۱۴۰۰). ژئوپلیتیک جهانی و تأثیر آن بر اقتصاد جهان شهر تهران با استفاده از مدل SWot. فصل‌نامه آمایش محیط، ۱۴ (۵۳)، ۲۵-۴۲.
۴. پوراشکاء، ر؛ رمضانیان، م؛ نبی‌زاده، س. (۱۳۹۳). ارزیابی پایداری سیستم‌های حمل‌ونقل شهری، مطالعه موردی: شهر رشت. اقتصاد و مدیریت شهری، ۲ (۸)، ۱۷-۳۱.
۵. حکمت‌نیا، ح؛ و موسوی، م. (۱۳۹۶). کاربرد مدل در جغرافیا با تأکید بر برنامه‌ریزی شهری و ناحیه‌ای. چاپ پنجم. تهران: انتشارات آزادپیما.
۶. خادمی، ا؛ شکوهی، م؛ پوراحمد، ا؛ و رهنما، م. (۱۴۰۰). تحلیلی بر برنامه‌ریزی توسعه پایدار بخش مرکزی کلان‌شهر تهران با محوریت حمل‌ونقل شهری (منطقه ۱۲ شهرداری تهران). جغرافیا و توسعه فضای شهری، ۱ (۲)، ۳۹-۶۳.
۷. رهنما، م؛ و امیرفخریان، م. (۱۳۸۴). بررسی روند احیاء مرکز شهر مشهد (۱۳۸۴-۱۳۵۷). جغرافیا و توسعه ناحیه‌ای، ۴ (۲)، ۸۳-۱۰۳.

۸. سلطانی، ع؛ و فلاح منشادی، ا. (۱۳۹۲). یکپارچه‌سازی سیستم حمل‌ونقل راهکاری در جهت دستیابی به حمل‌ونقل پایدار مطالعه موردی: کلان‌شهر شیراز. فصلنامه علمی-پژوهشی مطالعات شهری، شماره ۵، ۴۷-۶۰.
۹. سلیمانی، م؛ تولایی، س؛ رفیعیان، م؛ زنگانه، ا؛ و خزاعی‌نژاد، ف. (۱۳۹۵). زیست‌پذیری شهری: مفهوم، اصول، ابعاد، شاخص‌ها. پژوهش‌های جغرافیایی برنامه‌ریزی شهری، ۴ (۱)، ۲۷-۵۰.
۱۰. شایان، ح. (۱۳۸۷). مکان‌یابی سکونتگاه‌های خدماتی برتر براساس فن ارزشیابی مشارکتی در شهرستان مشهد. جغرافیا و توسعه ناحیه‌ای، ۷ (۱۱)، ۶۵-۸۲.
۱۱. فلاح‌منشادی، ا؛ روحی، ا؛ و فلاح منشادی، ا. (۱۳۹۴). تحلیل و بررسی اقدامات لازم برای اجرایی شدن حمل‌ونقل یکپارچه شهری در کلان‌شهرها، نمونه موردی: شهر تهران. پژوهش و برنامه‌ریزی شهری، ۲۰ (۶)، ۹۸-۸۳.
۱۲. کارکن‌سیستانی، م؛ و دوستان، ر. (۱۳۹۴). جزیره گرمایی کلان‌شهر مشهد. جغرافیا و توسعه فضای شهری، ۲ (۲)، ۱۲۳-۱۳۸.
۱۳. مافی، ع؛ و شاداب‌مهر، ه. (۱۳۹۴). بررسی توزیع جغرافیایی ناهنجاری‌های ترافیکی در مناطق شهری. جغرافیا و توسعه فضای شهری، ۲ (۲)، ۲۷-۳۸.
۱۴. محمدزاده‌خانی، س؛ خاکپور، ب؛ و مداحی، م. (۱۳۹۹). مکان‌یابی بهینه توسعه فیزیکی شهر بجنورد با استفاده از نرم‌افزار GIS و روش تحلیل شبکه‌ای. جغرافیا و توسعه فضای شهری، ۷ (۱)، ۱۷-۳۴.
۱۵. مطلبیان، خ؛ رحمانی، ب؛ و شمس، م. (۱۳۹۹). چالش‌های شهر خلاق از منظر سیاست‌گذاری و برنامه‌ریزی شهری (مطالعه موردی: شهر اصفهان). فصلنامه نگرش‌های نو در جغرافیای انسانی، ۱۲ (۳)، ۳۶۴-۳۳۷.
۱۶. ملک‌حسینی، ع؛ درگاهی، م؛ حاجی‌شریفی، ا؛ کرمی‌نژاد، ط؛ و رمضان‌زاده، م. (۱۳۹۱). بررسی عوامل مؤثر در میزان استفاده از دوچرخه اشتراکی در حمل‌ونقل شهری مورد مطالعاتی: محله‌های هفت‌حوض و مدائن. فصلنامه جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری چشم‌انداز زاگرس، ۴ (۱۱)، ۱۵۹-۱۷۹.

۱۷. منفی آذر، ر؛ ولائی، م؛ امینی قواقلو، ع؛ و نژادبهنم، ب. (۱۳۹۷). اثرات استفاده از دوچرخه در حمل و نقل پایدار شهری، مطالعه موردی: شهر میاندوآب. *مجله جغرافیا و روابط انسانی*، ۱(۱)، ۲۶۵-۲۸۳.

18. Awad-Núñez, S., Julio, R., Gomez, J., Moya-Gómez, B., & Sastre González, J. (2021). Post-COVID-19 travel behaviour patterns: impact on the willingness to pay of users of public transport and shared mobility services in Spain. *European Transport Research Review*, 13(20), 1-18. <https://doi.org/10.1186/s12544-021-00476-4>
19. Baker-Flynn, D., & Flegel, C. (2020). *Bus Bike Rack Lifter*. "WORCESTER POLYTECHNIC INSTITUTE" Approved: Professor Eben C. Cobb. <http://www.wpi.edu/Academics/Projects>
20. Caggiani, L., Colovic, A., & Ottomanelli, M. (2020). An equality-based model for bike-sharing stations location in bicycle-public transport multimodal mobility. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 140(1), 251-265. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2020.08.015>
21. Cheng, Y. H., & Lin, Y.C. (2018). Expanding the effect of metro station service coverage by incorporating a public bicycle sharing system. *Int. J. Sustain. Transp*, 12(4), 241-252. <https://doi.org/10.1080/15568318.2017.1347219>
22. Daniella, D., & Dharma Wangsa, A. (2019). Leveraging Integrated Bike-Sharing with Existing Bus Rapid Transit (BRT) to Reduce Motor Vehicle in Central Jakarta Municipal. *Geoplanning: Journal of Geomatics and Planning*, 6(1), 13-20. E-ISSN: 2355-6544. doi: 10.14710/geoplanning.6.1.13-20.
23. Hagelin, C., & Amy, D. (2005). A Return-on-Investment Analysis of Bikes-on-Bus Programs, National Center for Transit Research, Center for Urban Transportation Research, University of South Florida, Contract BD 549-4, *Conference: Transportation Research Board 86th Annual Meeting*.
24. Hu, Y., Zhang, Y., Lamb, D., Zhang, M., & Jia, P. (2019). Examining and optimizing the BCycle bike-sharing system – A pilot study in Colorado. US'. *Applied Energy*, 247(247), 1-12. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2019.04.007>
25. Kong, H., Jin, S., & Sui, D. (2020). Deciphering the relationship between bikesharing and public transit: Modal substitution, integration, and complementation. *Transportation Research Part D*, 85(1) 102392. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2020.102392>
26. Mooney, S., Hosford, K., Howe, B., Yan, A., Winters, M., Bassok, A., & Hirsch, J. (2019). Freedom from the station: Spatial equity in access to dockless bike share. *Journal of Transport Geography*, 74(1), 91-96. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2018.11.009>

27. Munkácsy, A., & Monzón de Cáceres, A. (2017). Potential user profiles of innovative bike-sharing systems: the case of BiciMAD (Madrid, Spain). *Asian Transport Studies*, 4(3), 621-638. <https://doi.org/10.11175/eastsats.4.621>
28. O'Brien, O. (2020). *Bike Share Map*. dept of Geography, university college London. 2020, Retrieved from <https://bikesharemap.com>.
29. Pase, F., Chiariotti, F., Zanella, A., & Zorzi, M. (2020). Bike Sharing and Urban Mobility in a Post-Pandemic World. *IEEE Access*, 8(1), 187291-187306. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.3030841>
30. Radzinski, A., & Dzięcielski, M. (2021). Exploring the relationship between bike-sharing and public transport in Poznań, Poland. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 145(12), 189-202. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2021.01.003>
31. Schimohr, K., & Scheiner, J. (2021). Spatial and temporal analysis of bike-sharing use in Cologne taking into account a public transit disruption. *Journal of Transport Geography*, 92(1), 103017. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2021.103017>
32. Shaker, R., Altman, Y., Deng, C., Vaz, E., & Forsythe, K. (2019). investigating urban heat island through spatial analysis of New York City streetscapes. *Journal of Cleaner Production*, 233(4), 972-992. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.05.389>
33. Souza, F., Puello, L., Brussel, M., Orrico, R., & van Maarseveen, M. (2017). Modelling the potential for cycling in access trips to bus, train and metro in Rio de Janeiro. *Transportation Research Part D-transport and Environment*, 56(1), 55-67. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2017.07.007>
34. Wang, J., & Guo, Z. (2001). *Logistic Regression Model: Methods and Application*. Higher Education Press: Beijing, China.
35. Williams, R. (2006). Generalized ordered logit/partial proportional odds models for ordinal dependent variables. *The Stata Journal*, 6(1), 58-82. https://doi.org/10.1177/1536867X0600600104?urlappend=%3Futm_source%3Dresearchgate
36. Yang, X., Cheng, Z., Chen, G., Wang, L., Ruan, Zh., & Zheng, Y. (2018). The impact of a public bicycle-sharing system on urban public transport networks. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 107(3), 246-256. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2017.10.017>
37. Zhang, C., & Zhou, H. (2019). The study of Coopetition between Public Bus and Bike Sharing based on Environmental Protection. *E3S Web Conf*, 136(6), 04015. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/201913604015>
38. Zhou, B., Liu, T., Ryan, Ch., Wang, L., & Zhang, D. (2020). The satisfaction of tourists using bicycle sharing: a structural equation model - the case of Hangzhou, China. *Journal of Sustainable Tourism*, 28(7), 1063-1082. <https://doi.org/10.1080/09669582.2020.1720697>