مدل حداکثر مدت‌زمان استفاده از دوچرخه اشتراکی (نمونه موردی: شهر تهران)

مقاله علمی – پژوهشی

محمدجواد علی‌محمدی، دانش آموخته کارشناسی ارشد، گروه مهندسی برنامه‌ریزی حمل‌ونقل، دانشکده مهندسی عمران و محیط‌زیست، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران

امیررضا ممدوحی*، دانشیار، گروه مهندسی برنامه‌ریزی حمل‌ونقل، دانشکده مهندسی عمران و محیط‌زیست، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران و استاد وابسته، دانشکده مهندسی عمران، زمین شناسی و معدن، دانشگاه فنی مونترال، کانادا

محمدامین امامی، دانشجوی دکتری، گروه مهندسی برنامه‌ریزی حمل‌ونقل، دانشکده مهندسی عمران و محیط‌زیست، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران

*پست الکترونیکی نویسنده مسئول: armamdoohi@modares.ac.ir

دریافت: ۱۴۰۲/۰۵/۲۷– پذیرش: ۱۴۰۲/۱۰/۲۵

صفحه ۴۰-۲۷

چکیده

دوچرخه‌های اشتراکی، وسایل نقلیه پاکی هستند که به کاهش ترافیک، آلودگی هوا و افزایش دسترسی به حمل‌ونقل عمومی کمک می‌کنند. توسعه پایدار و استفاده از وسایل نقلیه پاک به‌ویژه دوچرخه‌های اشتراکی، در سراسر جهان به‌عنوان یک راهکار مؤثر برای حل مسائل مرتبط با ترافیک، آلودگی هوا و بهبود کیفیت زندگی، در نظر گرفته می‌شود. متأسفانه در ایران اهمیت چندانی به این شیوه سفر داده نشده و سهم پایینی از سفرهای درون‌شهری به دوچرخه‌های اشتراکی اختصاص یافته است. لازمه اتخاذ سیاست‌های حمل‌ونقلی کارا در این زمینه، شناسایی عوامل مؤثر بر انتخاب دوچرخه اشتراکی است. در این پژوهش، به‌منظور شناسایی عوامل مؤثر بر حداکثر مدت‌زمان استفاده از دوچرخه‌های اشتراکی در شهر تهران، انتخاب این شیوه سفر با استفاده از مدل لوجیت رتبه‌ای مدل‌سازی شده است. برای جمع‌آوری داده‌های مورد نیاز، از پرسشنامه استفاده گردید. تعداد کل پرسشنامه‌های تکمیل‌شده ۴۱۸ عدد بود که پس از تمیز کردن داده‌ها، به ۴۰۰ عدد کاهش پیدا کرد. بر اساس نتایج، عواملی مانند؛ ایجاد محیط ایمن برای دوچرخه‌سواری (احداث مسیر ویژه برای عبور دوچرخه)، پاکیزگی هوا، زیبایی مسیر عبوری دوچرخه، شیب محیطی بسیارکم در آخرین سفر، سبب استفاده از دوچرخه اشتراکی به مدت بالای ۱۵ دقیقه و عواملی مانند، احساس کسرشأن اجتماعی هنگام دوچرخه‌سواری، ضعف جسمانی، عدم علاقه به دوچرخه اشتراکی، هدف سفر کاری، سبب عدم استفاده یا استفاده کمتر از ۱۵ دقیقه‌ای از دوچرخه اشتراکی خواهد شد.

واژه‌های کلیدی: توسعه پایدار، دوچرخه اشتراکی، سفرهای درون‌شهری، مدل لوجیت رتبه‌ای

۱-مقدمه

دوچرخه‌های اشتراکی، خدمات حمل‌ونقل غیر موتوری‌ای هستند که قابلیت سفر با دوچرخه را بدون احتیاج به مالکیت آن فراهم می‌کنند. اجرای طرح دوچرخه اشتراکی از اواخر قرن بیستم، یک نوآوری مهم در حمل‌ونقل عمومی شهری است. این طرح‌ها به‌سرعت گسترش یافت و اکنون در شهرها و کشورهای با شرایط اقتصادی، محیطی و ساختاری متفاوت وجود دارد (Morton, 2018). اگر سامانه دوچرخه اشتراکی ایستگاه‌دار باشد، کاربران باید دوچرخه را از یک ایستگاه تحویل بگیرند و به همان ایستگاه یا ایستگاه‌های دیگر داخل شبکه تحویل دهند. همچنین درصورتی‌که سامانه دوچرخه

اشتراکی، بدون ایستگاه (ایستگاه شناور) باشد، کاربران در هر نقطه‌ای می‌توانند دوچرخه اشتراکی را رها نمایند. با توجه به استفاده گسترده مردم از تلفن‌های هوشمند، دوچرخه‌های اشتراکی بدون ایستگاه، می‌تواند مشکلات اولین مایل / آخرین مایل را برای اتصال به حمل‌ونقل عمومی حل کند که سبب افزایش راحتی برای مسافران خواهد شد (Zhi et al., 2022). نظر به مشکلات فراوان ناشی از حمل‌ونقل موتوری در شهرهای بزرگ، به‌ویژه شهر تهران، یکی از گزینه‌های مناسب برای کاهش مشکلات ترافیکی، زیست‌محیطی و افزایش کیفیت زندگی، استفاده از حمل‌ونقل غیر موتوری مانند دوچرخه است. شیوه دوچرخه مزایای فراوانی دارد، ازجمله این مزایا می‌توان به سرعت جابجایی بالاتر نسبت به سفرهای پیاده، نیاز به فضای کمتر برای پارک و تردد، هزینه استفاده نسبتاً کم، هزینه کمتر در احداث راه و پارکینگ، سازگاری بیشتر با توسعه پایدار، خطر کمتر برای عابران پیاده، کاهش آلودگی هوا و آلودگی صوتی اشاره کرد. نتایج تجربی در کشور هلند نشان می‌دهد که در دسترس بودن دوچرخه اشتراکی در ایستگاه‌های حمل‌ونقل عمومی، میزان تراکم ترافیک را بیش از ٤ درصد در یک ناحیه کاهش می‌دهد (Hamilton & Wichman,2018).

با عنایت به برنامه‌های توسعه دوچرخه‌سواری در شهر تهران و تدوین سند راهبردی در این خصوص، یکی از اقدامات صورت گرفته برای ترویج فرهنگ دوچرخه‌سواری، استفاده از دوچرخه‌های اشتراکی و احداث ایستگاه‌های دوچرخه است. بااین‌وجود، در اکثر کلان‌شهرهای ایران ازجمله شهر تهران، نسبت به سایر نقاط دنیا، به نقش دوچرخه و اهمیت آن در سیستم حمل‌ونقل شهری بهای لازم داده نشده است. مطالعات نشان می‌دهد که امروزه سهم دوچرخه از سفرهای محلی هلند ۳۰ درصد، دانمارک ۲۰ درصد، آلمان ۱۲ درصد و سوئد ۱۰ درصد است (Ebadi, Karamrody &Tavajjohi.,1399).

برای اعمال سیاست‌های افزایش استفاده از دوچرخه‌های اشتراکی، باید عوامل مؤثر بر استفاده از این شیوه حمل‌ونقل شناسایی شود. تا به امروز، معناداری اثر بسیاری از عوامل مانند شرایط آب‌وهوایی، کاربری زمین، حمل‌ونقل عمومی، ویژگی‌های اقتصادی- اجتماعی و ایمنی، بر تقاضای سفر دوچرخه اشتراکی موردبررسی قرار گرفته است (Fishman, 2016) و (Kim, 2018) و(Eren & Emre Uz., 2020). اما در ایران، باوجود احداث دوچرخه اشتراکی نسل چهارم در چند سال اخیر، همچنان عوامل مؤثر بر استفاده و مدت‌زمان استفاده از دوچرخه اشتراکی، ناشناخته است. در پژوهش جاری، در راستای پاسخ به این خلأ پژوهشی، عوامل مؤثر بر انتخاب و حداکثر مدت‌زمان استفاده از دوچرخه اشتراکی بدون ایستگاه (ایستگاه شناور) در کلان‌شهر تهران موردبررسی قرار گرفته است.

داده‌های پژوهش حاضر با استفاده از ابزار پرسشنامه و روش نمونه‌برداری گلوله برفی و داوطلبانه، به‌صورت اینترنتی و مصاحبه حضوری گردآوری شده است. با توجه به ماهیت متغیر وابسته، از مدل لوجیت رتبه‌ای برای مدل‌سازی استفاده گردید. نتایج حاصل از پرداخت این مدل، ۱۳ عامل معنادار مؤثر بر انتخاب و حداکثر مدت‌زمان استفاده از شیوه دوچرخه اشتراکی در شهر تهران را نشان می‌دهد. در ادامه، با بررسی اثر حاشیه‌ای هر یک از متغیرها، میزان تأثیرگذاری آن‌ها در انتخاب دوچرخه اشتراکی تفسیر شده است. نتایج پژوهش جاری می‌تواند در راستای افزایش استفاده از دوچرخه اشتراکی در سطح شهر تهران استفاده شود. پژوهش جاری شامل شش بخش است؛ در بخش اول به بررسی کلیات و ضرورت انجام پژوهش پرداخته شد و در بخش دوم، با مرور مطالعات پیشین، خلأ پژوهشی شناسایی شده است. روش‌شناسی پژوهش، شامل پرسشنامه و روش مدل‌سازی، در بخش سوم بیان شده و در بخش چهارم، به تحلیل آماری مشخصات فردی، مشخصات سفر و حداکثر مدت‌زمان استفاده از دوچرخه اشتراکی در آینده پرداخته شده است. در بخش بعدی، نتایج پرداخت مدل لوجیت رتبه‌ای، شامل شناسایی متغیرهای معنادار و محاسبه اثر حاشیه‌ای آن‌ها بیان گردیده و در انتها، نتیجه‌گیری و پیشنهادها قرار دارد.

۲- پیشینه تحقیق

عوامل متعددی بر استفاده از دوچرخه اشتراکی اثرگذار هستند. این عوامل، به‌صورت سؤال‌هایی در پرسشنامه ظاهر می‌شوند و به شکل متغیر در مدل‌سازی استفاده می‌گردند. یکی از کاربردهای اصلی بررسی پیشینه پژوهش، شناسایی عوامل بالقوه مؤثر بر میزان استفاده از دوچرخه اشتراکی است. منظور از عوامل بالقوه، متغیرهایی است که در پژوهش‌های گذشته

معنادار شده‌اند. عوامل مختلف استفاده از دوچرخه اشتراکی در بسیاری از کشورهای دنیا مورد مطالعه قرار گرفته که با شناخت این عوامل، می‌توان معناداری آن‌ها را در تهران بررسی کرد. عوامل مؤثر بر انتخاب یک شیوه سفر در سه دسته ویژگی‌های فردی، ویژگی‌های شیوه سفر و ویژگی‌های خود سفر تقسیم می‌شوند که در ادامه موردبررسی قرار می‌گیرد.

ازنظر ویژگی‌های فردی، بر اساس پژوهش‌های گذشته، عواملی مانند سن، درآمد و شغل بر انتخاب شیوه سفر مسافران ثابت، تأثیر معناداری دارد (Ye et al., 2020). همچنین عوامل روان‌شناختی مانند نگرش‌های مرتبط با سفر، رضایت از زندگی و محیط اجتماعی می‌توانند بر استفاده از دوچرخه اشتراکی بدون ایستگاه تأثیرگذار باشند (Chen, Lierop & Ettema., 2022). ازنظر سن، بر اساس پژوهش‌های گذشته، افراد در گروه سنی ۱۸ تا ۳٤ سال ۳/۳ برابر بیشتر از همه گروه‌های سنی دیگر احتمال عضویت در سامانه دوچرخه اشتراکی را دارند (Fishman et al., 2015). در مورد جنسیت، اکثر پژوهش‌های گذشته به این نتیجه رسیده‌اند که مردها بیشتر از زن‌ها از دوچرخه اشتراکی استفاده می‌کنند (Du & Cheng., 2018). در مورد رابطه بین درآمد و تقاضای سفر، افراد با درآمد بالاتر تمایل بیشتری به دوچرخه‌سواری دارند؛ این گفته با تحقیقات انجام‌شده در انگلستان و ولز مطابقت دارد (Fishman, 2016). ازجمله متغیرهای مهم دیگر، می‌توان به داشتن گواهینامه اشاره کرد. در این خصوص، پژوهشی با استفاده از نمونه‌گیری گلوله برفی در مونترال کانادا، نشان داد که افرادی که گواهینامه رانندگی دارند ۱/۵ برابر شانس بیشتری برای استفاده از دوچرخه اشتراکی دارند (Bachand-Marleau, Lee & El-Geneidy., 2012).

از دیگر عوامل تأثیرگذار بر انتخاب شیوه سفر دوچرخه اشتراکی، ویژگی‌های این شیوه سفر است.

بر اساس پژوهش‌های گذشته؛ راحتی، انگیزه اصلی برای دوچرخه‌سواری است. راحتی، می‌تواند شامل امکانات زیادی مانند دسترسی به ایستگاه، مراحل عضویت، سادگی پرداخت هزینه و تأمین کلاه ایمنی باشد. مورا و همکاران (Moura et al., 2022)، دریافتند که وجود یک ایستگاه دوچرخه اشتراکی، در فاصله ۵ دقیقه پیاده‌روی تا خانه، می‌تواند بر استفاده کاربران همیشگی یا گاه‌به‌گاه از دوچرخه اشتراکی و جایگزین کردن سایر شیوه‌ها با دوچرخه اشتراکی، اثر مثبت بگذارد. همچنین در میان عوامل مختلف تأثیرگذار بر تقاضای سفر دوچرخه اشتراکی، راحتی به‌عنوان عامل اصلی استفاده از دوچرخه‌های اشتراکی در نظر گرفته می‌شود (Leister et al., 2018). بر اساس نتایج پژوهش ژو و پانگ (Zhu & Pang., 2013)، راحتی شهروندان، با اختلاف زیادی نسبت به عوامل دیگر، در تغییر شیوه سفر از سایر وسایل نقلیه به دوچرخه اشتراکی تأثیرگذار است. علاوه بر موارد فوق، مسیر دوچرخه اشتراکی نیز در انتخاب و میزان استفاده از آن مؤثر است. در مطالعه‌ای مشخص شد که مسیر اختصاصی دوچرخه، تأثیر مثبت و مسیر کنار خیابان، تأثیر منفی در استفاده از دوچرخه اشتراکی دارد. همچنین، یکی از معایب دوچرخه اشتراکی به‌عنوان یک شیوه سفر پاک و به نسبت سریع، تأثیرپذیری بیش‌ازحد از شرایط محیطی است. به عنوان مثال، شرایط آب‌وهوایی تأثیر معناداری بر میزان استفاده از دوچرخه اشتراکی دارد. بر اساس نتایج پژوهش‌های گذشته، در فصل زمستان، مردم وسایل نقلیه شخصی و عمومی را به دوچرخه اشتراکی ترجیح می‌دهند (Kowald et al.,2022). کیم (Kim, 2018)، اظهار داشت که تقاضای سفر دوچرخه اشتراکی تحت تأثیر گرمای سوزان (دمای بالای ۳۰ درجه سانتی‌گراد) کاهش پیدا می‌کند؛ اما در مقابل، جینگ و ژائو (Jing & Zhao, 2015)، دریافتند که بهترین دمای هوا برای افزایش تقاضای دوچرخه اشتراکی، بین ۳۰ تا ۳۵ درجه سانتی‌گراد است. همچنین، بات و همکاران (Butt et al., 2023)، اظهار داشتند که از مهمترین عوامل موثر در تعیین تقاضای دوچرخه اشتراکی، آب‌وهوا و زمان شروع سفر است.

سومین عامل مؤثر بر انتخاب دوچرخه اشتراکی، ویژگی‌های سفر است. ازجمله ویژگی‌های سفر می‌توان به مسافت اشاره کرد. مطالعات نشان می‌دهد که مسافت قابل‌قبول سفر برای دوچرخه اشتراکی، بین ۱ تا ۵ کیلومتر است. میانگین مسافت سفر کاربران حدود ۳/۷ کیلومتر و حداکثر زمان سفر برای دوچرخه‌سواری ۲٤ دقیقه است. اکثر مسافران اگر مسافت سفر آن‌ها بیش از ۳/۵ کیلومتر باشد، گزینه‌های دیگر حمل‌ونقل عمومی را انتخاب می‌کنند (Du & Cheng., 2018). ازجمله ویژگی‌های دیگر سفر، می‌توان به روزهای هفته اشاره کرد. کیم و همکاران (Kim, Im &Park., 2012) به این نتیجه رسیدند که برای روزهای غیر تعطیل هفته و غیر بارانی، تقاضای دوچرخه اشتراکی برای مناطق تجاری ۱۵ برابر بیشتر

از مناطق مسکونی و همچنین برای پارک‌ها، ۳ یا ۵ برابر بیشتر از مدارس است. بر اساس آنچه بیان شد، سه دسته کلی از عوامل بر انتخاب دوچرخه اشتراکی مؤثر هستند که در پژوهش‌های گذشته برای شهرهای مختلف دنیا مورد آزمایش قرار گرفته‌اند. با وجود اهمیت استفاده از دوچرخه اشتراکی در تهران به دلیل وجود مشکلاتی اعم از تراکم ترافیک، آلودگی هوا، آلودگی صوتی و عادات رفتاری اشتباه افراد (ورزش نکردن)، همچنان عوامل مؤثر بر انتخاب و حداکثر مدت‌زمان استفاده از دوچرخه اشتراکی ناشناخته است. در پژوهش جاری، بر اساس ادبیات موضوع و شرایط مسئله، متغیرهای بالقوه مؤثر بر استفاده از دوچرخه اشتراکی در شهر تهران، شناسایی و مورد بررسی قرار گرفته است.

۳-روش پژوهش

در این پژوهش، برای جمع‌آوری داده‌ها از ابزار پرسشنامه استفاده شده است. داده‌های حاصل از جمع‌آوری پرسشنامه، در دو دسته متغیر مستقل و متغیر وابسته طبقه‌بندی می‌شود. به این صورت که داده‌هایی مانند مشخصات فردی، اجتماعی و محیطی در دسته متغیرهای مستقل و داده‌های مرتبط با حداکثر مدت‌زمان استفاده از دوچرخه اشتراکی در آینده، در دسته متغیر وابسته قرار می‌گیرد. با توجه به ماهیت متغیر وابسته و هدف پژوهش، مدل لوجیت رتبه‌ای برای مدل‌سازی انتخاب و حداکثر مدت‌زمان استفاده از دوچرخه اشتراکی، استفاده شده است. در ادامه، بخش‌های مختلف پرسشنامه، جامعه آماری، اندازه نمونه و مبانی نظری مدل لوجیت رتبه‌ای بررسی شده است.

۳-۱- پرسشنامه

پرسشنامه پژوهش جاری مربوط به پایان‌نامه کارشناسی ارشد علی‌محمدی (Alimohammadi, 1402) بوده که بر اساس مطالعات پیشین و شرایط حاکم بر مسئله، در هفت بخش طراحی شده است. این پرسشنامه شامل: (۱) مشخصات آخرین سفر، (۲) مشخصات محیطی آخرین سفر، (۳) میزان استفاده از دوچرخه اشتراکی در گذشته و تمایل به استفاده در آینده، (٤) سؤالات نگرشی برای استفاده از دوچرخه اشتراکی، (۵) دلایل استفاده یا عدم استفاده از دوچرخه اشتراکی، (٦) مشخصات فردی و (۷) مشخصات اقتصادی- اجتماعی است. جامعه آماری این پژوهش، کل جمعیت ساکن شهر تهران است. بر اساس سامانه اطلاعات آماری استان تهران، جمعیت این شهر در سال ۱۳۹۵، ۸ میلیون و ۷۰۰ هزار نفر بوده است. با توجه به عدم امکان پرسشگری از تمامی شهروندان، از نمونه‌گیری استفاده شده است. حجم نمونه اصطلاحی است که برای توصیف تعداد شرکت‌کنندگان در یک پروژه تحقیقاتی استفاده می‌شود. طبق رابطه کوکران، حجم نمونه از رابطه ۱ محاسبه گردیده است (Hensher, Roze & Greene., 2005). بر این اساس، حداقل تعداد نمونه موردنیاز ۳۸۵ مورد است.

$$n = \frac{[\Phi^{-1}(1-\frac{\alpha}{2})]^2 pqN}{d^2(N-1) + [\Phi^{-1}(1-\frac{\alpha}{2})]^2 pq} \quad (۱)$$

پارامترهای مورداستفاده در رابطه ۱ به شرح زیر هستند:

n: حجم نمونه،

N: حجم جامعه آماری،

$\Phi^{-1}\left(1-\frac{\alpha}{2}\right)$: تابع معکوس توزیع تجمعی نرمال استاندارد (میانگین ۰ و انحراف معیار ۱) که در سطح اطمینان ۹۵ درصد برابر با ۱/۹٦ است،

P: مقدار نسبت صفت موجود در جامعه (اگر در اختیار نباشد می‌توان بر اساس پیشنهاد کوکران مقدار۰/۵۰ را برای آن در نظر گرفت. در این حالت، مقدار واریانس به حداکثر خود می‌رسد).

q: درصد افراد فاقد آن صفت در جامعه (q = 1 - p)،

d: مقدار اشتباه مجاز (مقدار خطا) که معمولاً ۰/۰۵ در نظر گرفته می‌شود.

۳-۲-روش مدل‌سازی

فرض مدل‌های انتخاب رتبه‌ای آن است که یک متغیر پیوسته غیرقابل مشاهده (متغیر پنهانی) میزان تمایل فرد به گزینه موردنظر را نشان می‌دهد. در مقابل، آنچه مشاهده می‌شود بازتابی از این تمایل پنهانی بوده که به‌صورت متغیری گسسته تعریف می‌شود. شکل کلی مدل‌های رتبه‌ای به‌صورت رابطه ۲ است (Mamdoohi, 1383).

$$Y_i = \beta X_i + \varepsilon_i \quad (۲)$$

که در آن، Y_i متغیر وابسته غیرقابل مشاهده (متغیر پنهانی) از نوع فاصله‌ای مربوط به مشاهده i بوده که اولویت گزینه مورد نظر را تعیین می‌کند، X_i بردار ویژگی‌های مربوط به مشاهده i، β بردار ضرایب مدل و ε_i قسمت تصادفی مشاهده i است. فرض می‌شود Z_i واکنش قابل‌اندازه‌گیری از نوع رتبه‌ای مرتبط با مشاهده i و متناظر با Y_i بوده و دارای M گروه واکنش $R_1,R_2,\ldots,R_m$ و منتج از متغیر Y_i به‌صورت رابطه ۳ و رابطه ٤ است. فرض می‌شود $M+1$ عدد حقیقی $\mu_0, \mu_1,\ldots, \mu_m$ وجود دارند (Mamdoohi, 1383).

$$\mu_0 \le \mu_1 \le \cdots \le \mu_m \quad (۳)$$

$$Z_i \in R_j \leftrightarrow \mu_{j-1} \le Y_i \le \mu_j, 1 \le j \le M \quad (٤)$$

μ_j آستانه‌بالای گروه واکنشی j است که Z_i و مقدار آن را تعیین می‌کند، با توجه به رتبه‌ای بودن Z_i، می‌توان آن را به‌صورت مجموعه‌ای از متغیرهای ساختگی، مطابق رابطه ۵ و رابطه ٦ تعریف نمود.

$$Z_{ij} = \begin{cases} 1, Z_i \epsilon R_i \\ 0, \text{وگرنه} \end{cases} \quad 1 \le i \le n, 1 \le j \le M \quad (۵)$$

$$Z_{ij} = 1 \leftrightarrow \mu_{j-1} \le Y_i \le \mu_j \leftrightarrow$$

$$\mu_{j-1} \le \sum_k B_k X_{ki} + \varepsilon_i \le \mu_j \leftrightarrow \quad (٦)$$

$$\frac{\mu_{j-1} - \sum_k B_K X_{ki}}{\sigma} \le \frac{\varepsilon_i}{\sigma} \le \frac{\mu_j - \sum_k B_K X_{ki}}{\sigma}$$

$k=1,\ldots,K$ نشان‌دهنده K ویژگی گزینه و σ انحراف معیار ε_i است. اگر ε_i دارای توزیع لجستیک باشد، مدل لوجیت رتبه‌ای و چنانچه دارای توزیع نرمال باشد، مدل پروبیت رتبه‌ای حاصل می‌گردد. لوجیت رتبه‌ای به‌صورت رابطه ۷ است (Mamdoohi, 1383).

$$pr(Z_{ij} = 1) = pr(Z_i \in R_j) =$$

$$F\left(\frac{\mu_j - \sum_k B_k X_{ki}}{\sigma}\right) - F\left(\frac{\mu_{j-1} - \sum_k B_k X_{ki}}{\sigma}\right) \quad (۷)$$

که در آن، $F(t)$ تابع توزیع تجمعی لجستیک به‌صورت $(1+e^{-t})^{-1}$ است. هنگامی‌که مدل اولیه تخمین زده می‌شود، بهترین ارزیابی، بررسی علامت ضرایب برآوردشده، مقادیر آن‌ها و بررسی معناداری هر پارامتر است؛ اما به‌منظور مقایسه مدل موردنظر با مدل‌های دیگر، معیارهای خوبی برازش تعریف می‌شوند که نشان‌دهنده بهبود یا عدم بهبود مدل هستند.

در این پژوهش، از شاخص‌های نسبت درستنمایی ρ_0^2 و ρ_c^2 استفاده شده است (رابطه ۸ و ۹). مقدار این دو شاخص بین صفر و یک بوده و هر چه این مقدار به یک نزدیک‌تر باشد، مطلوب‌تر است. شاخص ρ_0^2 مدل اصلی پژوهش را با مدلی که تمامی پارامترهای آن صفر است مقایسه می‌کند و شاخص ρ_c^2، مدل پژوهش را با مدلی که تنها دارای مقادیر ثابت است مقایسه می‌کند (Hensher, Roze & Greene., 2005) و (Ortuzar &Willumsen., 2011).

$$\rho_0^2 = 1 - \frac{\mathrm{LL}(\theta)}{\mathrm{LL}(0)} \quad (۸)$$

$$\rho_c^2 = 1 - \frac{\mathrm{LL}(\theta)}{\mathrm{LL}(\mathrm{c})} \quad (۹)$$

در روابط فوق، $LL(0)$ مقدار لگاریتم تابع درستنمایی برای مدل با پارامترهای صفر، $LL(\theta)$ مقدار لگاریتم تابع درستنمایی مدل تخمین زده‌شده برای تمام پارامترها، $LL(\mathrm{c})$ مقدار لگاریتم تابع درستنمایی، تنها برای مدل با جملات ثابت (سهم بازار) است. درصورتی‌که مقدار دو آماره ρ_0^2 یا ρ_c^2 به ترتیب برابر صفر باشد، به این معنا است که مدل پژوهش و مدلی که هیچ‌گونه پارامتری ندارد یا تنها جملات ثابت دارد، مشابه هستند. یعنی تمامی پارامترهای مدل، هیچ‌گونه تأثیری در بهبود مدل نداشته‌اند. از طرف دیگر، درصورتی‌که مقدار این دو آماره برابر یک باشد، به این معنا است که $LL(\theta)$ دارای مقدار صفر است. یعنی $L(\theta)$ برابر ۱ بوده که به معنای انطباق کامل مدل با داده‌ها می‌باشد.

٤-تحلیل آماری داده‌ها

علاوه بر مدل‌سازی انتخاب شیوه سفر دوچرخه اشتراکی، تحلیل آماری برخی از متغیرهای مستقل دارای اهمیت است. در حقیقت با بررسی آماری این متغیرها، یک دید کلی در مورد افراد مورد نمونه‌گیری حاصل می‌شود و اطلاعاتی در مورد جامعه هدف به دست می‌آید. جدول ۱، بیانگر اطلاعات توصیفی مربوط به مشخصات فردی و مشخصات سفر افراد حاضر در نمونه پژوهش است. همان‌طور که مشاهده می‌شود، فراوانی مردان و زنان تقریباً با یکدیگر برابر بوده و بازه سنی ۱۲ تا ۲۹ سال، بیشترین فراوانی را دارد. همچنین ۹۳ درصد از افراد، مشکل جسمانی نداشته و اکثر افراد دارای تحصیلات کارشناسی و بالاتر هستند. به‌علاوه، ٦٠ درصد از افراد نمونه، دارای هدف سفر کاری و تحصیلی هستند. در ادامه، جدول ۲ نمایش‌دهنده حداکثر مدت‌زمان استفاده از دوچرخه اشتراکی در سفرهای آینده پاسخ‌دهندگان است. بر اساس این جدول، به‌طورکلی ۸۷/۲۵ درصد از پاسخ‌دهندگان متمایل‌اند از دوچرخه اشتراکی استفاده نمایند. در این جدول، بیشترین فراوانی متعلق به گزینه سوم (دوچرخه‌سواری به مدت ۱۵ تا ۳۰ دقیقه) با فراوانی ٤٢/٥٠ درصد از نمونه بوده و کمترین فراوانی متعلق به گزینه اول (۰ دقیقه دوچرخه‌سواری) با فراوانی ۱۲/۷۵ درصد است.

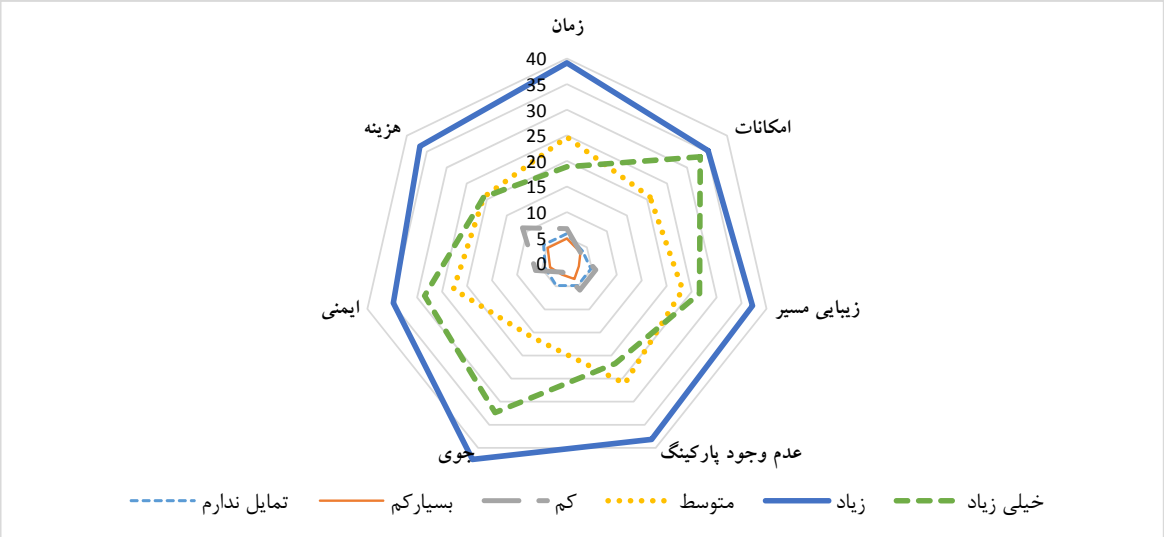
شکل ۱ و شکل ۲ نمایش‌دهنده تمایل افراد به دوچرخه‌سواری در صورت بهبود پارامترهای مختلف، به تفکیک زن و مرد است. در این بخش، برخی از نکات مهم این شکل‌ها بیان می‌شود. ٤٠ درصد از مردها در صورت بهبود زمان سفر با دوچرخه اشتراکی، تمایل زیادی به استفاده از این شیوه سفر پیدا می‌کنند، درحالی‌که این عدد در مورد زن‌ها ۳۲ درصد است. یعنی می‌توان بیان کرد که عامل زمان برای جمعیت بیشتری از مردها دارای اهمیت بوده است. از طرفی، بهبود شرایط جوی برای دو جنسیت مرد و زن دارای شرایط تقریباً یکسانی است و فراوانی جمعیتی در مورد زن و مرد در هر یک از سطوح تمایل به‌صورت تقریباً مساوی توزیع شده است. در مورد هزینه سفر در بین دو جنس زن و مرد، ناهمگونی مشاهده می‌شود، به این صورت که فراوانی جمعیت در سطوح تمایل مختلف برای زن و مرد متفاوت است. ۳٦ درصد از مردها و زن‌ها با کاهش هزینه سفر، تمایل زیادی به استفاده از دوچرخه اشتراکی دارند، درحالی‌که سطوح تمایل بسیار زیاد و متوسط آن‌ها با یکدیگر متفاوت است. علاوه بر موارد فوق، جمعیت بسیارکمی از افراد پس از اعمال بهبود هر یک از ۷ عامل مذکور، حاضر به استفاده از دوچرخه اشتراکی نبوده‌اند که در زن‌ها و مردها تفاوت زیادی مشاهده نمی‌شود.

جدول ۱. تحلیل آماری متغیرهای مشخصات فردی و مشخصات سفر

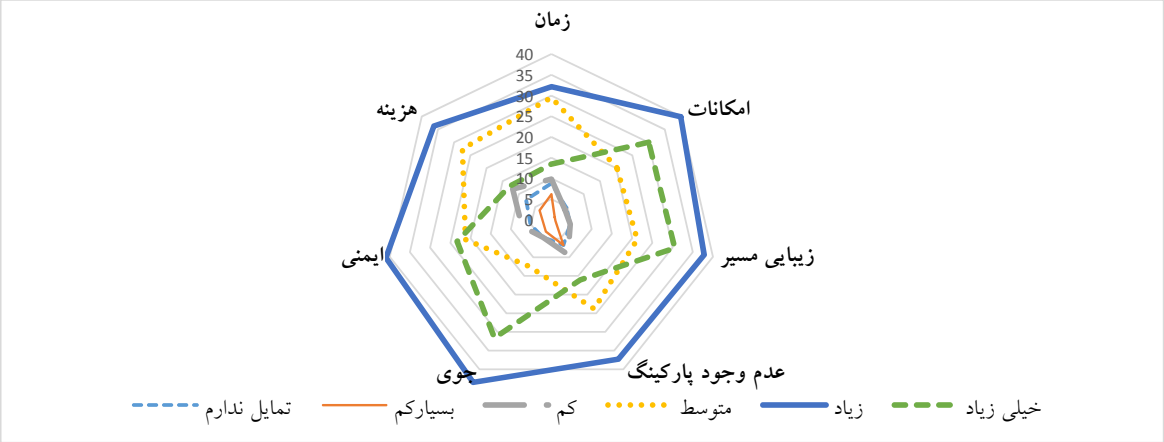
دسته	عامل	متغیر	فراوانی	
			مطلق	نسبی (٪)
مشخصات فردی	جنسیت	مرد	۲۰۷	۵۱/۷۵
		زن	۱۹۳	۴۸/۲۵
	سن	۱۲ تا ۲۹	۲۵۸	۶۴/۵۰
		۳۰ تا ۴۹	۱۱۹	۲۹/۷۵
		۵۰ تا ۸۰	۲۳	۵/۷۵
	وضعیت جسمی	ناسالم	۲۹	۷/۲۵
		سالم	۳۷۱	۹۲/۷۵
	تحصیلات	زیر دیپلم	۷	۱/۷۵
		دیپلم	۴۸	۱۲/۰۰
		فوق‌دیپلم	۱۱	۲/۷۵
		لیسانس	۱۸۶	۴۶/۵۰
		فوق‌لیسانس	۱۲۷	۳۱/۷۵
		دکتری	۲۱	۵/۲۵
مشخصات سفر	هدف سفر	تحصیلی	۹۲	۲۳/۰۰
		کاری	۱۴۹	۳۷/۲۵
		خرید	۵۹	۱۴/۷۵
		درمانی	۵	۱/۲۵
		تفریحی – ورزشی	۹۵	۲۳/۷۵

جدول ۱. حداکثر مدت‌زمان استفاده از دوچرخه اشتراکی در آینده

انتخاب	فراوانی مطلق	فراوانی نسبی (٪)
استفاده نخواهم کرد (۰ دقیقه)	۵۱	۱۲/۷۵
۱ تا ۱۵ دقیقه	۷۱	۱۷/۷۵
۱۵ تا ۳۰ دقیقه	۱۷۰	۴۲/۵۰
بالای ۳۰ دقیقه	۱۰۸	۲۷/۰۰
جمع	۴۰۰	۱۰۰/۰۰



شکل ۱. نمودار فراوانی نسبی تمایل مردها به استفاده از دوچرخه اشتراکی در صورت بهبود هفت پارامتر



شکل ۲. نمودار فراوانی نسبی تمایل زنها به استفاده از دوچرخه اشتراکی در صورت بهبود هفت پارامتر

نتایج پرداخت مدل لوجیت رتبه‌ای

انتخاب مدل پژوهش، با توجه به هدف پژوهش و نوع داده‌های آن صورت می‌گیرد. در پژوهش جاری، متغیر وابسته به صورت رتبه‌ای بوده و هدف پژوهش، مدل‌سازی انتخاب دوچرخه اشتراکی و حداکثر مدت‌زمان استفاده از آن است. بر اساس موارد مذکور، مدل لوجیت رتبه‌ای برای پژوهش جاری انتخاب شد. با توجه به اینکه فراوانی گزینه اول (استفاده نخواهم کرد) نسبت به فراوانی حالتی که شهروندان از دوچرخه اشتراکی بدون ایستگاه استفاده می‌کنند (فارغ از مدت‌زمان انتخابی) بسیار کم است، در نتیجه نمی‌توان ابتدا مدل باینری ساخته و سپس مدل رتبه‌ای را بر روی سه گزینه دیگر (گزینه‌هایی که شهروند، دوچرخه اشتراکی را انتخاب کرده و اختلاف صرفاً بر روی مدت‌زمانی مورد استفاده است) ساخت. مدل ساخته‌شده در این بخش برای هر چهار گزینه به صورت رتبه‌ای فرض می‌شود. در این مرحله با پرداخت مدل‌های متعدد و ترکیب متغیرهای مختلف، درنهایت مدل با بیشترین بهبود در مقادیر لگاریتم تابع درست‌نمایی، معناداری و سیاست‌پذیری، با ۱۳ متغیر، به‌عنوان مدل برتر، انتخاب شد. جدول ۳ نمایش‌دهنده نتایج پرداخت مدل لوجیت رتبه‌ای برتر ساخته‌شده است. معناداری تمام متغیرهای به‌کاررفته در مدل، در سطح اطمینان ۹۵ درصد مورد تائید است. بر اساس جدول ۳، جمله ثابت با علامت مثبت در مدل لوجیت رتبه‌ای به معنای عدم وجود برخی از عوامل تأثیرگذار در تابع مطلوبیت مدل

است. متغیرهای ejtem، hazn2، admal، zmns1، motor، tfri3، karii ، zafje با علامت منفی، نشان می‌دهد؛ ۱- افرادی که ضعف جسمانی دارند و قادر به رکاب زدن دوچرخه نیستند، ۲- افرادی که دوچرخه‌سواری را سبب کسر شأن خود در جامعه می‌دانند، ۳- افرادی که به دوچرخه‌سواری علاقه‌مند نیستند، ٤- شهروندانی که وضعیت مالی خوبی دارند یا شهروندانی که معیار آن‌ها برای انتخاب وسیله، هزینه سفر نیست ٥- افرادی که معیار آن‌ها برای انتخاب وسیله، کاهش زمان سفر نیست، ٦- افرادی که در آخرین سفر خود از موتورسیکلت استفاده کرده‌اند، ۷-افرادی که هدف آخرین سفر آن‌ها، کاری بوده است، ۸- افرادی که تمایل چندانی به استفاده از دوچرخه اشتراکی برای اهداف سفر تفریحی- ورزشی ندارند، احتمالاً تمایل کمی به استفاده از دوچرخه اشتراکی برای انجام آخرین سفر خود دارند. همچنین متغیرهای emen5، shib2، javi6، zibm5، haroz با علامت مثبت، بیانگر این است که، ۱- افرادی که دغدغه زیادی برای ایمنی دارند و با افزایش ایمنی مسیر دوچرخه، تمایل زیادی به استفاده از شیوه دوچرخه اشتراکی خواهند داشت، ۲- شهروندانی که در آخرین سفر خود از مبدأ به مقصد، مسیری با شیب بسیارکم را پیموده‌اند، ۳- افرادی که تمایل بسیار زیادی به استفاده از دوچرخه اشتراکی در صورت پاکیزگی هوا و مساعد بودن شرایط جوی دارند، ٤- افرادی که تمایل زیادی به استفاده از دوچرخه اشتراکی در صورت زیبایی مسیر عبور دوچرخه دارند، ٥- افرادی که هرروز حاضر به استفاده از دوچرخه اشتراکی هستند، احتمالاً تمایل زیادی به استفاده از دوچرخه اشتراکی در آخرین سفر خود خواهند داشت.

جدول ۲. نتایج پرداخت مدل لوجیت رتبه‌ای حداکثر مدت‌زمان استفاده از دوچرخه اشتراکی

ردیف	نماد متغیر	توصیف متغیر	ضریب	سطح معناداری	خطای استاندارد
۱	sabet	جمله ثابت	۱/۵۸۱	۰/۰۰۰	۰/۱۳۲
۲	zafje	ضعف جسمانی	-۲/۲۹۳	۰/۰۰۰	۰/۲۵۱
۳	ejtem	کسرشان اجتماعی	-۲/۳۱٦	۰/۰۰۰	۰/۳۹۲
٤	hazn2	تمایل کم به دوچرخه با کاهش هزینه سفر	-۰/۸۷۲	۰/۰۰۲	۰/۲۸٦
٥	admal	عدم علاقه به دوچرخه اشتراکی	-۰/٥۸۹	۰/۰۲۱	۰/۲٥٦
٦	emen5	تمایل زیاد به دوچرخه‌سواری با افزایش ایمنی مسیر	۰/٦٥٥	۰/۰۰۰	۰/۱۲٦
۷	ziba5	تمایل زیاد به دوچرخه‌سواری با افزایش زیبای مسیر	۰/۲٤٦	۰/۰٤٦	۰/۱۲۳
۸	shib2	مسیر با شیب بسیار کم	۰/۳۹۷	۰/۰۱۸	۰/۱٦۸
۹	haroz	تمایل به دوچرخه‌سواری در هر روز هفته	۰/٦٤۳	۰/۰۰۰	۰/۱۹٤
۱۰	zman1	فاقد تمایل به دوچرخه‌سواری با کاهش زمان سفر	-۰/٦٤۲	۰/۰۱٥	۰/۲٦٥
۱۱	javi6	تمایل بسیار زیاد به دوچرخه‌سواری با بهبود شرایط جوی	۰/۳۸۲	۰/۰۰٤	۰/۱۳۳
۱۲	karii	هدف آخرین سفر، کاری بوده	-۰/۲۷۹	۰/۰۱۹	۰/۱۱۹
۱۳	motor	استفاده از موتورسیکلت در آخرین سفر	-۱/۰۱٥	۰/۰۰۸	۰/۳۸۲
۱٤	tfri3	تمایل کم به دوچرخه برای اهداف سفر تفریحی	-۰/۳٤۸	۰/۰۲۹	۰/۱٥٥
۱٥	astan1	آستانه ۱	۱/۰٤۷	۰/۰۰۰	۰/۰۷۷
۱٦	astan2	آستانه ۲	۲/٥۰٥	۰/۰۰۰	۰/۰۹٤
		لگاریتم تابع درستنمایی برای مدل با پارامترهای صفر			LL(0) = -٥٥٤/٥۱۸
		لگاریتم تابع درستنمایی			LL(c) = -٥۱٤/٦٥٦
		لگاریتم تابع درستنمایی مدل تخمین زده‌شده برای تمام پارامترها			LL(θ) = -٤۰۷/۰٥٤
					ρ_0^2 =۰/۲٦٦
					ρ_c^2 =۰/۲۰۹
		-2×[LL(0)-LL(θ)] = ۲۹٤/۹۲۸			χ^2 (0.01 d.f) = ۲۹,۱٤۰
		-2×[LL(c)-LL(θ)] = ۲۱٥/۲۰٥			χ^2 (0.01 d.f) = ۲۷,٦۹۰

برای بررسی میزان تأثیر هر یک از متغیرها در احتمال انتخاب و حداکثر مدت‌زمان استفاده از دوچرخه اشتراکی در شهر تهران، با توجه به باینری بودن متغیرها، تنها از اثر حاشیه‌ای استفاده می‌شود. اثر حاشیه‌ای بیان می‌کند که به ازای یک واحد افزایش در هر یک از متغیرهای مستقل مدل، میزان احتمال انتخاب هر یک از گزینه‌ها چه مقدار تغییر می‌یابد. بر اساس جدول ٤، متغیرهای ejtem و zafje با اثر حاشیه‌ای به ترتیب ۰/٦٨ و ۰/٦٦ بیشترین تأثیر را در احتمال انتخاب گزینه اول (۰ دقیقه دوچرخه‌سواری) دارند؛ یعنی، اگر شهروندی دوچرخه‌سواری (اشتراکی) را سبب کسر شأن اجتماعی خویش بداند ٦٨/٧٠ درصد به‌احتمال عدم استفاده از دوچرخه اشتراکی اضافه می‌شود. همچنین اگر فردی دارای ضعف جسمانی بوده و قادر به دوچرخه‌سواری نباشد، احتمال انتخاب نکردن دوچرخه اشتراکی برای آخرین سفر خود، ٦٦ درصد افزایش خواهد داشت. متغیر shib2 با اثر حاشیه‌ای ۰/۰۰۳ نشان می‌دهد که این متغیر تأثیر چندانی در انتخاب یا عدم انتخاب شدن گزینه سوم ندارد. به‌عبارت‌دیگر، در سهم انتخاب گزینه سوم، اثر خنثی دارد. متغیر motor با اثر حاشیه‌ای ۰/۱۷ در گزینه دوم (۱ تا ۱۵ دقیقه دوچرخه‌سواری) حاکی از آن است که اگر شهروندی برای سفر آخر خود از موتورسیکلت استفاده کرده باشد، سهم انتخاب گزینه دوم ۱۷ درصد افزایش می‌یابد. همچنین متغیر motor، مؤثرترین متغیر مستقل در انتخاب گزینه دوم است. متغیرejtem با اثر حاشیه‌ای ۰/٤٨٥- در گزینه سوم (دوچرخه‌سواری به مدت ۱۵ تا ۳۰ دقیقه) نشان‌دهنده نقش پررنگ این متغیر در احتمال عدم انتخاب گزینه سوم با وجود این متغیر (ejtem=1) است یعنی اگر شهروندی دوچرخه‌سواری (اشتراکی) را سبب کسر شأن اجتماعی خویش بداند، احتمال انتخاب شدن گزینه سوم ٤٨/٥٠ درصد کاهش می‌یابد. متغیر zafje با اثر حاشیه‌ای ۰/۲۳۲- در گزینه چهارم (دوچرخه‌سواری بالای ۳۰ دقیقه) نشان‌دهنده تأثیر قابل‌توجه این متغیر در احتمال عدم انتخاب گزینه چهارم است، یعنی در صورتی که شهروندی دارای ضعف جسمانی باشد، احتمال اینکه بالای ۳۰ دقیقه دوچرخه‌سواری بکند ۲۳/۲۰ درصد کاهش پیدا خواهد کرد. با توجه به اثر حاشیه‌ای متغیرهای مدل در جدول ٤، نتیجه می‌شود که مهم‌ترین و مؤثرترین متغیرهای این مدل به ترتیب ejtem، zafje، motor و emen5 است.

جدول ۳. اثر حاشیه‌ای در مدل لوجیت رتبه‌ای حداکثر مدت‌زمان استفاده از دوچرخه اشتراکی

نماد متغیر	متغیر مستقل	اثر حاشیه‌ای
Karii	۰ دقیقه	۰/۰۳۲
	۱ تا ۱۵ دقیقه	۰/۰٦٤
	۱۵ تا ۳۰ دقیقه	-۰/۰۲٤
	بالای ۳۰ دقیقه	-۰/۰۷۲
zmns1	۰ دقیقه	۰/۱۰٦
	۱ تا ۱۵ دقیقه	۰/۱۳۵
	۱۵ تا ۳۰ دقیقه	-۰/۱۱۲
	بالای ۳۰ دقیقه	-۰/۱۳۰
hazn2	۰ دقیقه	۰/۱٦۹
	۱ تا ۱۵ دقیقه	۰/۱٦۳
	۱۵ تا ۳۰ دقیقه	-۰/۱۷۹
	بالای ۳۰ دقیقه	-۰/۱۵۳
Motor	۰ دقیقه	۰/۲۱٦
	۱ تا ۱۵ دقیقه	۰/۱۷۰
	۱۵ تا ۳۰ دقیقه	-۰/۲۲٤
	بالای ۳۰ دقیقه	-۰/۱٦۲
ziba5	۰ دقیقه	-۰/۰۲۵

نماد متغیر	متغیر مستقل	اثر حاشیه‌ای
	۱ تا ۱۵ دقیقه	-۰/۰۵۶
	۱۵ تا ۳۰ دقیقه	۰/۰۱۴
	بالای ۳۰ دقیقه	۰/۰۶۷
tfri3	۰ دقیقه	۰/۰۴۴
	۱ تا ۱۵ دقیقه	۰/۰۷۷
	۱۵ تا ۳۰ دقیقه	-۰/۰۳۹
	بالای ۳۰ دقیقه	-۰/۰۸۱
shib2	۰ دقیقه	-۰/۰۳۴
	۱ تا ۱۵ دقیقه	-۰/۰۸۸
	۱۵ تا ۳۰ دقیقه	۰/۰۰۳
	بالای ۳۰ دقیقه	۰/۱۱۹
emen5	۰ دقیقه	-۰/۰۶۴
	۱ تا ۱۵ دقیقه	-۰/۱۴۵
	۱۵ تا ۳۰ دقیقه	۰/۰۲۳
	بالای ۳۰ دقیقه	۰/۱۶۸
javi6	۰ دقیقه	-۰/۰۳۷
	۱ تا ۱۵ دقیقه	-۰/۰۸۶
	۱۵ تا ۳۰ دقیقه	۰/۰۱۶
	بالای ۳۰ دقیقه	۰/۱۰۸
haroz	۰ دقیقه	-۰/۰۴۷
	۱ تا ۱۵ دقیقه	-۰/۱۳۵
	۱۵ تا ۳۰ دقیقه	-۰/۰۲۳
	بالای ۳۰ دقیقه	۰/۲۰۶
ejtem	۰ دقیقه	۰/۶۸۷
	۱ تا ۱۵ دقیقه	۰/۰۰۷
	۱۵ تا ۳۰ دقیقه	-۰/۴۸۵
	بالای ۳۰ دقیقه	-۰/۲۰۸
zafje	۰ دقیقه	۰/۶۵۹
	۱ تا ۱۵ دقیقه	۰/۰۴۹
	۱۵ تا ۳۰ دقیقه	-۰/۴۷۶
	بالای ۳۰ دقیقه	-۰/۲۳۲
Admal	۰ دقیقه	۰/۰۹۵
	۱ تا ۱۵ دقیقه	۰/۱۲۶
	۱۵ تا ۳۰ دقیقه	-۰/۱۰۰
	بالای ۳۰ دقیقه	-۰/۱۲۱

۵- نتیجه‌گیری

هدف از انجام این پژوهش، شناسایی عوامل مؤثر بر انتخاب و حداکثر مدت‌زمان استفاده از دوچرخه اشتراکی در شهر تهران است. داده‌های موردنیاز از طریق پرسشنامه اینترنتی و توزیع در شبکه‌های اجتماعی جمع‌آوری شد. جامعه آماری، شهر تهران

بوده و تعداد کل پرسشنامه‌های جمع‌آوری‌شده، ۴۰۰ عدد است. برای شناسایی عوامل مؤثر بر انتخاب و حداکثر مدت‌زمان استفاده از دوچرخه اشتراکی، از مدل لوجیت رتبه‌ای استفاده گردید. همچنین برای بررسی دقیق‌تر و برآورد تأثیر متغیرهای مستقل بر متغیر وابسته، اثر حاشیه‌ای موردبررسی قرار گرفت. بر اساس نتایج، افرادی که از نظر جسمانی ضعیف هستند یا دوچرخه‌سواری را سبب کسر شأن اجتماعی خود می‌دانند، به‌احتمال خیلی‌زیاد از دوچرخه اشتراکی برای آخرین سفر خود استفاده نخواهند کرد. تأثیر این دو متغیر از سایر متغیرهای مستقل موجود در مدل برای عدم استفاده از دوچرخه اشتراکی بیشتر است. راکبان موتورسیکلت، به احتمال زیاد تمایلی برای استفاده از دوچرخه اشتراکی در آخرین سفر خود ندارند، به نظر می‌رسد راحتی و سرعت بیشتر موتورسیکلت نسبت به دوچرخه اشتراکی، سبب این انتخاب شده است. ایجاد محیط ایمن برای دوچرخه‌سواری (مسیر ویژه برای عبور دوچرخه)، احتمال انتخاب شیوه دوچرخه اشتراکی را افزایش خواهد داد و در صورت ایمن شدن مسیر عبور، به احتمال زیاد شهروندان بالای ۱۵ دقیقه از این شیوه استفاده خواهند کرد. این متغیر، یکی از مهم‌ترین عوامل در انتخاب شیوه دوچرخه اشتراکی است. علاوه بر موارد فوق، احتمالاً افراد دارای هدف سفر کاری، دوچرخه اشتراکی را جایگزینی برای وسیله آخرین سفر خود ندانسته و درنتیجه از این شیوه استفاده نخواهند کرد. همچنین، با به‌کارگیری سیاست‌هایی که منجر به پاکیزگی هوا در شهر تهران می‌شود، احتمالا سهم انتخاب دوچرخه اشتراکی افزایش می‌یابد و در نتیجه هوا پاکیزه‌تر از قبل خواهد شد. به علاوه، ایجاد فضا سبز (در جهت پاکیزگی و زیبایی مسیر) و کاهش استفاده از وسایل نقلیه دودزا یکی از راه‌های کاهش آلودگی هوا است، بنابراین؛ می‌توان نتیجه گرفت کاشت درخت و ایجاد فضای سبز تأثیر مضاعف در تشویق مردم به استفاده از دوچرخه اشتراکی به مدت بالای ۱۵ دقیقه دارد.

با شیوع ویروس کرونا و آلودگی هوای تهران در هنگام توزیع پرسشنامه (پاییز ۱۴۰۱)، فرایند مصاحبه حضوری با ساکنان شهر تهران با مشکلاتی از قبیل عدم همکاری مردم و تعطیلی ادارات و مدارس همراه بود که موجب افزایش زمان جمع‌آوری داده شد. پیشنهاد می‌شود که در پژوهش‌های آینده ناهمگونی در جمعیت شهری ایران با سایر پژوهش‌های خارجی مورد مقایسه قرار بگیرد. در این صورت، می‌توان تاثیر تفاوت‌های فرهنگی و اجتماعی بر استفاده از دوچرخه اشتراکی را بهتر بررسی کرد. همچنین استفاده از متغیرهای پنهان برای تدقیق مدل، پیشنهاد می‌گردد. به این صورت که با توجه به نوپا بودن دوچرخه اشتراکی در کشور، نگرش مردم با دقت بیشتری مورد ارزیابی قرار گیرد. این پژوهش صرفاً مدل لوجیت رتبه‌ای را مورد بررسی قرار داده و بهتر است در مطالعات آتی مدل‌های دیگر از جمله، مدل لوجیت چندجمله‌ای نیز مورد بررسی قرار گیرد. علاوه بر موارد فوق، مطالعه آتی می‌تواند تاثیر تغییر فصل و میزان تراکم ترافیک در سطح شهر را بر تقاضای دوچرخه اشتراکی بررسی کند. نتایج پژوهش حاضر می‌تواند توسط شهرداری‌ها و سایر نهادهای مربوطه برای افزایش استفاده از دوچرخه اشتراکی مورد استفاده قرار گیرد. بدون شک سوق دادن جامعه به سمت حمل‌ونقل پایدار، کلید حل بسیاری از مشکلات شهری از جمله تراکم ترافیک، آلودگی صوت و هوا است.

٦-مراجع

– عبادی، ز. توجهی، ع. کرم‌رودی، م.، (۱۳۹۸). سنجش میزان مطلوبیت دوچرخه اشتراکی و تعیین عوامل تأثیرگذار در رفتار کاربران با استفاده از مدل لجستیک چند متغیری. *کنفرانس بین‌المللی مهندسی حمل‌ونقل و ترافیک*، دوره هجدهم.

– علی‌محمدی، محمدجواد (۱۴۰۲). یک مدل انتخاب دوچرخه برای سفرهای درون‌شهری، نمونه موردی دوچرخه‌های اشتراکی. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، استاد راهنما، امیررضا ممدوحی، تهران، دانشکده فنی- مهندسی، گروه مهندسی عمران و محیط‌زیست، *دانشگاه تربیت مدرس*.

– ممدوحی، امیررضا (۱۳۸۳). مدل‌سازی افزایش سهم قطار برقی در سفرهای تهران – کرج با استفاده از مدل لوجیت رتبه‌ای. *کنگره ملی مهندسی عمران*، دوره اول.

-Bachand-Marleau, J., Lee, B. H., & El-Geneidy, A. M. (2012). Better understanding of factors influencing likelihood

Washington, DC. In *International Conference on Logistics Engineering, Management and Computer Science (LEMCS),* Atlantis Press. 444-449.

-Kim, D., Shin, H., Im., H., & Park, J. (2012). Factors influencing travel behaviors in bikesharing. *In Transportation Research Board 91st Annual Meeting*, 1-14.

-Kim, K. (2018). Investigation on the effects of weather and calendar events on bike-sharing according to the trip patterns of bike rentals of stations. *Journal of transport geography*, *66*, 309-320.

-Kowald, M., Gutjar, M., Röth, K., Schiller, C., & Dannewald, T. (2022). Mode Choice Effects on Bike Sharing Systems. *Applied Sciences*, *12*(9), 4391.

-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*, *43*, 191-196.

-Morton, C. (2018). Appraising the market for bicycle sharing schemes: Perceived service quality, satisfaction, and behavioral intention in London. *Case Studies on Transport Policy*, *6*(1), 102-111.

-Moura, F., Valenca, G., Félix, R., & Vale, D. S. (2022). The impact of public bike-sharing systems on mobility patterns: Generating or replacing trips?. *International Journal of Sustainable Transportation*, 1-10.

-Ye, M., Zeng, S., Yang, G., & Chen, Y. (2020). Identification of contributing factors on travel mode choice among different resident types with bike sharing as an alternative. *IET Intelligent Transport Systems*, *14*(7), 639-646.

-Zhi, D. Sun, H. Lv, Y. Xu, G., (2022). Quantifying the comprehensive benefit of the bike-sharing system under cycling behavior differences, *Journal of Cleaner Production,* Vol. 379, No. P2, 134660.

-Zhu, W., Pang, Y., Wang, D., & Timmermans, H. (2013). Travel behavior change after the introduction of public bicycle systems: Case study in Minhang District, *Shanghai,* No. 13-0764.

of using shared bicycle systems and frequency of use. *Transportation Research Record*, *2314*(1), 66-71.

-Butt, M. A., Danjuma, S., Ilyas, M. S. B., Butt, U. M., Shahid, M., & Tariq, I. (2023). Demand Prediction on Bike Sharing Data Using Regression Analysis Approach. *Journal of Innovative Computing and Emerging Technologies*, *3*(1).

-Chen, Z., van Lierop, D., & Ettema, D. (2020). Dockless bike-sharing systems: what are the implications?. *Transport Reviews*, *40*(3), 333-353.

-De Dios Ortúzar, J., & Willumsen, L. G. (2011). *Modeling Transport*. John wiley & sons.

-Du, M., & Cheng, L. (2018). Better understanding the characteristics and influential factors of different travel patterns in free-floating bike sharing: Evidence from Nanjing, China. *Sustainability*, *10*(4), 1244.

-Eren, E., & Uz, V. E. (2020). A review on bike-sharing: The factors affecting bike-sharing demand. *Sustainable cities and society,* 54, 101882.

-Fishman, E. (2016). Bikeshare: A review of recent literature. *Transport Reviews,* 36(1), 92-113.

-Fishman, E., Washington, S., Haworth, N., & Watson, A. (2015). Factors influencing bike share membership: An analysis of Melbourne and Brisbane. *Transportation research part A: policy and practice*, *71*, 17-30.

-Hamilton, T. Wichman, C., (2018). Bicycle infrastructure and traffic congestion: Evidence from DC's Capital Bikeshare. *Journal of Environmental Economics and Management*, Vol. 87, 72–93.

-Hensher, D. A., Rose, J. M., & Greene, W. H. (2005). *Applied choice analysis: a primer*. Cambridge university press.

-Jing, C., & Zhao, Z. (2015). Research on Antecedents and Consequences of Factors Affecting the Bike Sharing System Lessons from Capital Bike Share Program in

Maximum Duration Model for Using Bike-Sharing Systems (Case Study of Tehran City)

Mohammadjavad Alimohammadi, M.Sc., Grad., Faculty of Civil & Environmental Engineering, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran.

Amir Reza Mamdoohi, Associate Professor, Faculty of Civil & Environmental Engineering, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran; and Adjunct Professor, Department of Civil, Geological & Mining Eng., Polytechnique Montréal, Canada.

Mohammadamin Emami, PhD Student, Faculty of Civil & Environmental Engineering, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran.

E-mail: armamdoohi@modares.ac.ir

Received: July 2022- Accepted: November 2022

ABSTRACT

Bike-sharing systems are clean transportation modes that contribute to reducing traffic congestion, air pollution, and improving access to public transportation. The use of clean transportation, especially bike-sharing systems, are considered an effective solution for addressing traffic-related problems, air pollution, and improving the quality of life around the world. Unfortunately, in Iran, this mode of transportation has not been given much attention, and Low share of intra-city trips is made using bike-sharing systems. To adopt effective transportation policies in this regard, it is necessary to identify the factors affecting the choice of bike-sharing systems. In this study, the choice of using bike-sharing systems was modeled using a ordered logit model to identify the factors affecting the maximum duration for using bike-sharing systems in Tehran city. Data were collected using a questionnaire, with a total of 418 completed questionnaires, which were reduced to 400 after cleaning the data. According to the results, factors such as providing a safe environment for cycling (constructing dedicated bike lanes), air cleanliness, Road aesthetics, very low environmental gradients on the last trip, resulted in using bike-sharing systems for more than 15 minutes. Factors such as the feeling of social deprivation while riding a bike, physical weakness, lack of interest in bike-sharing systems, commuting for work purposes, resulted in not using or using bike-sharing systems for less than 15 minutes.

Keywords: Sustainable Development, Bike-Sharing, Intra-City Trips, Ordered Logit Model