

مدل رفتاری انتخاب شیوه سفر جدید قطار سبک شهری توسط مالکان

وسیله نقلیه بر اساس داده‌های رجحان بیان شده

(مطالعه موردی: شهر کرمان)

محمدامین امامی، دانشجوی دکتری، گروه مهندسی برنامه‌ریزی حمل‌ونقل، دانشکده مهندسی عمران و محیط‌زیست، دانشگاه

تربیت مدرس، تهران، ایران

امیررضا ممدوحی (مسئول مکاتبات)، دانشیار، گروه مهندسی برنامه‌ریزی حمل‌ونقل، دانشکده مهندسی عمران و محیط‌زیست،

دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران و استاد وابسته، دانشکده مهندسی عمران، زمین‌شناسی و معدن، دانشگاه فنی مونترال، کانادا

E-mail: armamdoohi@modares.ac.ir

چکیده

افزایش وابستگی به خودروهای شخصی در کلان‌شهرهای ایران، از جمله کرمان، منجر به بروز مشکلات متعددی در حوزه ترافیک، آلودگی هوا و مصرف انرژی شده است. یکی از راهکارهای کلیدی برای مواجهه با این چالش، توسعه سامانه‌های حمل‌ونقل پایدار مانند قطار سبک شهری است. در پژوهش حاضر به شناسایی عوامل مؤثر بر انتخاب این شیوه سفر توسط مالکان وسیله نقلیه شخصی در شهر کرمان از طریق داده‌های رجحان بیان شده پرداخته شده و با توجه به ماهیت این داده‌ها، شیوه سفر قطار سبک شهری به‌عنوان یک گزینه فرضی در نظر گرفته شده است. داده‌های پژوهش حاضر شامل ۳۸۷ پرسشنامه بوده که از نقاط مختلف شهر کرمان با روش مصاحبه حضوری جمع‌آوری گردیده است. با توجه به هدف و نوع متغیر وابسته پژوهش، از مدل لوجیت چندجمله‌ای به‌منظور مدل‌سازی انتخاب شیوه سفر استفاده گردید. نتایج مدل‌سازی نشان می‌دهد که با افزایش زمان سفر، مطلوبیت انتخاب قطار سبک شهری کاهش می‌یابد. در مقابل، متغیرهای مجازی نظیر «بازنشسته بودن» و «قرار داشتن در بازه سنی ۳۵ تا ۴۴ سال» تأثیر مثبت و معناداری بر انتخاب این شیوه سفر دارند. همچنین بر اساس نتایج، اطلاع از برنامه‌های زمان‌بندی سیستم حمل‌ونقل عمومی نقش کلیدی در جذب مسافران ایفا می‌کند. افرادی که از این برنامه‌ها آگاهی داشتند، تمایل بیشتری به استفاده از قطار سبک شهری نشان دادند. این موضوع بر اهمیت مدیریت سیستم قطار سبک شهری به‌منظور افزایش سهم این شیوه سفر تأکید دارد. یافته‌های این پژوهش می‌تواند مبنایی برای سیاست‌گذاری در جهت تغییر شیوه سفر مالکان خودرو شخصی به سیستم‌های حمل‌ونقل عمومی و ارتقاء پایداری شهری باشد.

واژه‌های کلیدی: قطار سبک شهری، حمل‌ونقل پایدار، مدل لوجیت چندجمله‌ای، شهر کرمان

۱. مقدمه و ادبیات پژوهش

وابستگی بیش از حد به خودرو شخصی، یک نگرانی جهانی است که تأثیرات منفی بر سلامت انسان و محیط زیست دارد. استفاده از خودروهای شخصی یکی از عوامل اصلی انتشار گازهای گلخانه‌ای ناشی از بخش حمل و نقل است که پیامدهای منفی آن بر سلامت انسان و تغییرات اقلیمی جهانی را تشدید می‌کند. کاهش قابل توجه در سطوح آلودگی برای جلوگیری از میلیون‌ها مرگ زودرس و کاهش گرمایش جهانی ضروری است. کاهش سفرهای با خودرو از طریق تأمین حمل و نقل پایدار، می‌تواند به بهبود وضعیت محیط زیست و کیفیت زندگی جمعیت منجر شود. از این رو، سیاست‌های کاهش استفاده از خودرو در سطح محلی و ملی اهمیت مرکزی دارند. برای اتخاذ سیاست‌های کارا و دارای نتایج مطلوب، شناسایی عوامل مؤثر بر انتخاب شیوه‌های سفر پاک اجتناب‌ناپذیر است. در زمینه انتخاب وسیله نقلیه، پژوهش‌های زیادی در کشورهای توسعه یافته انجام شده است که به تحلیل عوامل مختلفی که بر تصمیم‌گیری افراد در انتخاب شیوه سفر تأثیر می‌گذارند، پرداخته‌اند. با این حال، تحقیقات در کشورهای در حال توسعه، به ویژه در خصوص عواملی که بر انتخاب وسیله نقلیه در این کشورها تأثیرگذار است، کمتر انجام شده است. به طور خاص، این تحقیقات به بررسی عواملی چون ویژگی‌های فردی مسافر، ویژگی‌های سفر و ویژگی‌های خود وسیله نقلیه می‌پردازند. هر یک از این عوامل می‌توانند به طور جداگانه یا در تعامل با یکدیگر بر نوع انتخاب وسیله نقلیه اثرگذار باشند و در این بین، عواملی نظیر سن، جنسیت، درآمد، ویژگی‌های رفتاری، زمان سفر، هزینه سفر و محیط زیست از جمله عوامل کلیدی به شمار می‌روند.

ویژگی‌های فردی مسافر به مجموعه عواملی اشاره دارند که به خصوصیات شخصی افراد مربوط می‌شوند. این ویژگی‌ها شامل متغیرهایی مانند سن، جنسیت، درآمد، وضعیت شغلی، سبک زندگی و نگرش‌های فردی می‌شود که می‌تواند تأثیرات

عمده‌ای بر انتخاب وسیله نقلیه داشته باشد. به عنوان مثال، در مطالعات مختلف نشان داده شده که سن می‌تواند به عنوان یک عامل مؤثر در انتخاب شیوه سفر عمل کند. در بسیاری از جوامع، افراد مسن‌تر به دلیل محدودیت‌های جسمانی و نیاز به راحتی بیشتر، تمایل بیشتری به استفاده از حمل و نقل عمومی دارند. در همین راستا، تحقیقات نشان می‌دهند که سالمندان در صورت ارتقاء کیفیت خدمات حمل و نقل عمومی، بیشتر به این سیستم‌ها تمایل پیدا می‌کنند. در مقابل، جوانان به دلیل تحرک بیشتر و دستیابی آسان‌تر به منابع مالی برای خرید خودرو شخصی، تمایل دارند از وسیله نقلیه شخصی خود استفاده کنند. به ویژه در کشورهای توسعه یافته مانند ژاپن، استفاده از خودرو شخصی در میان جوانان رواج بیشتری دارد. از سوی دیگر، جنسیت نیز یکی از عوامل مهم در انتخاب وسیله نقلیه است. در کشورهایی نظیر تایلند، مالزی و هند، زنان تمایل بیشتری به استفاده از حمل و نقل عمومی دارند. این تمایل به ویژه در فضاهایی که نگرانی‌های امنیتی بیشتری وجود دارد، به وضوح مشاهده می‌شود. در این کشورها، بسیاری از زنان ترجیح می‌دهند که از سیستم‌های حمل و نقل عمومی استفاده کنند که به نظرشان ایمن‌تر هستند. در مقابل، در کشورهای نظیر اندونزی، ژاپن و تایوان، مردان اغلب بیشتر از خودروهای شخصی استفاده می‌کنند. برخی از این تمایلات ممکن است به دلیل تفاوت‌های فرهنگی و اجتماعی میان این کشورها و همچنین تفاوت در احساسات امنیتی و دسترسی به خدمات عمومی باشد. علاوه بر این، درآمد نیز به طور قابل توجهی بر انتخاب وسیله نقلیه تأثیر می‌گذارد. افراد با درآمد بالاتر به طور معمول خودروهای شخصی را ترجیح می‌دهند، زیرا آن‌ها توان مالی برای خرید و نگهداری آن‌ها را دارند. در مقابل، افرادی با درآمد پایین به دلیل محدودیت‌های مالی، تمایل دارند از سیستم حمل و نقل عمومی استفاده کنند. ویژگی‌های سفر به عواملی اشاره دارد که به خود سفر و ویژگی‌های آن مربوط می‌شوند. این عوامل شامل هدف سفر، مدت زمان سفر، فاصله

سفر، نیازهای سفر و شرایط خاص آن می‌شود. یکی از مهم‌ترین عواملی که در این زمینه مطرح است، هدف سفر است. در بسیاری از کشورها، مسافران شغلی تمایل بیشتری به استفاده از حمل‌ونقل عمومی دارند، زیرا این سیستم‌ها می‌توانند زمان رسیدن به مقصد را به‌طور قابل‌توجهی کاهش دهند و در عین حال از هزینه‌های مربوط به نگهداری خودرو کاسته می‌شود. به‌ویژه در سفرهای شغلی طولانی‌مدت، افرادی که از سیستم‌های حمل‌ونقل عمومی استفاده می‌کنند، می‌توانند از مزایای آن‌ها نظیر راحتی بیشتر در سفر بهره‌مند شوند. از طرف دیگر، سفرهای غیر شغلی که اغلب به دلایل تفریحی یا خرید هستند، ممکن است به‌طور معمول با خودروهای شخصی انجام شوند. این تمایل به‌ویژه در کشورهای با زیرساخت‌های حمل‌ونقل عمومی ضعیف‌تر مشاهده می‌شود. در این کشورها، افراد برای سفرهای تفریحی یا خرید بیشتر به خودرو شخصی متکی هستند، چراکه این نوع سفرها معمولاً نیاز به انعطاف‌پذیری بالاتری دارند. علاوه بر این، زمان سفر نیز به‌عنوان یک عامل تأثیرگذار در انتخاب وسیله نقلیه به شمار می‌رود. در سفرهای کوتاه‌مدت یا روزانه، افراد ممکن است ترجیح دهند از حمل‌ونقل عمومی استفاده کنند، درحالی‌که در سفرهای طولانی‌تر، تمایل به استفاده از خودروهای شخصی بیشتر است. ویژگی‌های وسیله نقلیه به خود وسیله‌ای که برای سفر انتخاب می‌شود مربوط می‌شود. این ویژگی‌ها شامل هزینه سفر، راحتی، ایمنی، دسترسی، قابلیت اطمینان و میزان تأثیرات محیط‌زیستی است. هزینه سفر یکی از مهم‌ترین عواملی است که افراد در انتخاب وسیله نقلیه در نظر می‌گیرند. هزینه‌های مستقیم، مانند هزینه سوخت، بیمه و نگهداری خودرو، تأثیر زیادی در انتخاب افراد دارند. در واقع، افراد با درآمد پایین به دلیل هزینه‌های بالا معمولاً از حمل‌ونقل عمومی استفاده می‌کنند، درحالی‌که افراد با درآمد بالاتر می‌توانند هزینه‌های سفر با خودرو شخصی را تحمل کنند. راحتی یکی دیگر از ویژگی‌های مهم است که به‌ویژه در سفرهای طولانی‌تر به‌شدت تأثیرگذار است. افرادی

که به دنبال راحتی بیشتر در سفر هستند، ممکن است تمایل بیشتری به استفاده از خودروهای شخصی داشته باشند، زیرا این وسیله‌ها به آن‌ها امکان می‌دهند که در محیطی خصوصی و راحت سفر کنند. ایمنی و امنیت نیز از دیگر ویژگی‌هایی است که در انتخاب وسیله نقلیه اهمیت زیادی دارد. در بسیاری از مطالعات، نشان داده شده است که مسافران معمولاً حمل‌ونقل عمومی را انتخاب می‌کنند که از نظر ایمنی بالاترین سطح را ارائه دهد. به‌ویژه در کشورهای درحال توسعه، مشکلات ایمنی یکی از دلایل اصلی است که افراد را از استفاده از حمل‌ونقل عمومی منصرف می‌کند. دسترسی در استفاده از حمل‌ونقل عمومی نیز از دیگر عوامل کلیدی است که می‌تواند بر انتخاب وسیله نقلیه تأثیرگذار باشد. در برخی مناطق، افراد برای انتخاب وسیله نقلیه به نزدیکی ایستگاه‌های حمل‌ونقل عمومی توجه می‌کنند. در صورتی که ایستگاه‌ها دور از محل سکونت یا محل کار آن‌ها باشند، ممکن است ترجیح دهند که از خودروهای شخصی خود استفاده کنند. علاوه بر این، فضای پارکینگ نیز تأثیر زیادی بر انتخاب وسیله نقلیه دارد. در مناطقی که پارکینگ به‌راحتی در دسترس است، تمایل افراد به استفاده از خودروهای شخصی بیشتر خواهد بود. امروزه، نگرانی‌های زیست‌محیطی نیز به یکی از عوامل مؤثر در انتخاب وسیله نقلیه تبدیل شده است. بسیاری از افراد به‌ویژه در کشورهای توسعه یافته، با توجه به آثار منفی خودروهای شخصی بر محیط‌زیست، تمایل دارند از حمل‌ونقل عمومی استفاده کنند. این نگرانی‌ها به‌ویژه در مناطقی که تراکم آلودگی هوا بالاست و تأثیرات آن بر سلامت عمومی محسوس است، اهمیت بیشتری پیدا می‌کند. در برخی مطالعات، نشان داده شده که در پاسخ به این نگرانی‌ها، مردم به استفاده از سیستم‌های حمل‌ونقل عمومی بیشتر تمایل دارند تا از آلودگی ناشی از خودروهای شخصی جلوگیری کنند. با توجه به بررسی ادبیات پژوهش، عوامل متعددی بر انتخاب شیوه سفر مؤثر هستند که بسته به منطقه جغرافیایی، متغیر می‌باشند. از این‌رو پژوهش حاضر به شناسایی

عوامل مؤثر بر انتخاب شیوه سفر مالکان وسیله نقلیه در شهر کرمان با هدف کاهش سهم خودرو شخصی پرداخته است. به منظور در نظرگیری سیستم حمل و نقل قطار سبک شهری در مدل، از روش رجحان بیان شده برای جمع آوری داده‌ها استفاده گردید. پژوهش حاضر از پنج بخش تشکیل شده است. در بخش دوم، روش پژوهش در دو قسمت پرسشنامه و مدل ارائه شده و در بخش سوم تحلیل فراوانی متغیرهای پژوهش قرار دارد. در بخش چهارم، نتایج پرداخت و تفسیر مدل لوجیت چندجمله‌ای بیان شده است و در بخش پنجم، نتیجه‌گیری و پیشنهادات قرار دارد.

۲. روش پژوهش

در پژوهش حاضر، پس از بررسی ادبیات موضوع و شناسایی متغیرهای مورد نیاز، از ابزار پرسشنامه برای جمع آوری داده‌های لازم استفاده شد. همچنین به منظور مدل‌سازی انتخاب شیوه سفر افراد دارای خودرو شخصی، با توجه به هدف و نوع متغیر وابسته پژوهش مدل لوجیت چندجمله‌ای به کار گرفته شد. در ادامه، روش پژوهش در دو بخش پرسشنامه و مدل ارائه شده است.

۱-۲ پرسشنامه پژوهش

پرسشنامه پژوهش حاضر بر اساس دستورالعمل مطالعات جامع حمل و نقل شهری و حومه طراحی شده و با توجه به ادبیات پژوهش، تغییراتی در آن صورت گرفت. این پرسشنامه از سه بخش مشخصات اجتماعی اقتصادی، مشخصات آخرین سفر و سناریوها تشکیل شده است. بخش نخست شامل سؤالاتی مانند سن، جنسیت، شغل، تحصیلات و داشتن گواهینامه رانندگی است. در بخش دوم، سؤالاتی مانند مبدأ و مقصد سفر، شیوه سفر، هدف سفر و مدت زمان سفر قرار دارد. بخش سوم از چهار سناریو مختلف برای هر یک از شیوه‌های سفر (۵ شیوه سفر شامل خودرو شخصی، تاکسی، اتوبوس، قطار سبک شهری و تاکسی اینترنتی) تشکیل شده است. پس از طراحی پرسشنامه، یک آماربرداری آزمایشی به صورت مصاحبه

حضور از ۱۰ نفر دانشجوی (رشته‌های تحصیلی متفاوت)، ۲ نفر استاد (رشته عمران - حمل و نقل) و ۱۵ نفر از ساکنین اطراف دانشگاه تربیت مدرس صورت گرفت و نواقص پرسشنامه و مدت زمان تکمیل مشخص شد. با توجه به لزوم داشتن دقت و توجه بالا در جمع آوری داده‌های رجحان بیان شده، پرسشنامه پژوهش به صورت مصاحبه توسط آمارگیر آموزش دیده از تاریخ ۱۴۰۲/۰۸/۱۴ تا ۱۴۰۲/۰۸/۱۶ در بخش‌های مختلف شهر کرمان از جمله میدان آزادی، پارک نشاط، بازار کرمان، پارک مطهری، میدان مشتاق، میدان بسیج، گلزار شهدا و ایستگاه راه آهن، تکمیل گردید. روش نمونه‌گیری به صورت تصادفی بوده و آمارگیران از بین هر ۱۰ نفر عابر، یک نفر را برای مصاحبه انتخاب کرده‌اند. اندازه نمونه ۳۸۷ پرسشنامه بوده که بر این اساس، ۱۷۶۸ سناریو در اختیار افراد مختلف وجود داشته است. پس از پاکسازی داده‌ها، ۹۵۵ گزینه انتخابی برای مدل‌سازی مورد استفاده قرار گرفت.

۲-۲ مدل پژوهش

در این پژوهش با توجه نوع متغیر وابسته (انتخاب شیوه سفر) و هدف پژوهش، مدل لوجیت چندجمله‌ای به عنوان مدل پژوهش انتخاب شده است. مدل‌های انتخاب گسسته، برای مدل‌سازی انتخاب تصمیم‌گیرندگان از بین گزینه‌های مختلف استفاده می‌شوند. پایه و اساس مدل‌های انتخاب گسسته، تئوری مطلوبیت‌های احتمالی است. در صورتی که

$$A = \{A_1, \dots, A_j, \dots, A_N\}$$

مجموعه گزینه‌ها و X بردار خصوصیات فرد و گزینه‌ها باشد، بر اساس این تئوری، افرادی که در یک جامعه یکسان و همگون Q زندگی می‌کنند، رفتار منطقی و اطلاعات کاملی دارند، یعنی همیشه گزینه‌ای را انتخاب می‌کنند که مطلوبیت فردی آنان را حداکثر کند. مجموعه انتخاب برای فرد q با ویژگی‌های $x \in X$ مشخص است $A(q) \in A$. هر گزینه $A_j \in A$ برای فرد q ، دارای مطلوبیتی به صورت U_j^q است که به شکل رابطه ۱ تعریف می‌شود.

$$P_{iq} = \frac{\exp(\beta V_{iq})}{\sum_{A_j \in A(q)} \exp(\beta V_{jq})} \quad (6)$$

۳. تحلیل داده‌ها

در این بخش، به بررسی توزیع فراوانی ویژگی‌های اجتماعی-اقتصادی نمونه پژوهش پرداخته شده است. بر اساس جدول ۱، ۶۷٪ افراد نمونه را مردان و ۳۳٪ را زنان تشکیل می‌دهند که نشان‌دهنده سهم بیشتر مردان در نمونه مورد بررسی است. از نظر گروه سنی، بیشترین فراوانی مربوط به گروه سنی ۲۵ تا ۳۴ سال با ۲۵٪ و گروه‌های ۳۵ تا ۴۴ سال و ۴۵ تا ۵۴ سال هر یک با ۲۲٪ از کل نمونه است. این امر بیانگر آن است که بخش عمده‌ای از پاسخ‌گویان در سنین میان‌سال قرار دارند. سهم گروه سنی ۱۸ تا ۲۴ سال برابر با ۱۷٪، ۵۵ تا ۶۴ سال ۸٪ و بالای ۶۵ سال ۶٪ بوده است. لازم به ذکر است که با توجه به لزوم داشتن گواهینامه برای مالکیت خودرو شخصی، تمامی افراد نمونه دارای سن بالای ۱۸ سال هستند. در بررسی سطح تحصیلات، افراد دارای دیپلم و فوق‌دیپلم با ۴۸٪ بیشترین سهم را به خود اختصاص داده‌اند. پس‌از آن، دارندگان مدرک کارشناسی با ۲۶٪، افراد با تحصیلات تکمیلی با ۱۱٪، زیر دیپلم با ۱۴٪ و افراد بی‌سواد با ۲٪ در رتبه‌های بعدی قرار دارند. این توزیع نشان‌دهنده غلبه افراد دارای تحصیلات متوسط در جامعه آماری است. در زمینه متوسط هزینه ماهانه خانوار، حدود ۴۰٪ پاسخ‌گویان هزینه‌ای بین ۷ تا ۱۲ میلیون تومان داشته‌اند. همچنین، ۲۹٪ هزینه‌ای کمتر از ۷ میلیون تومان، ۱۹٪ بین ۱۲ تا ۱۶ میلیون تومان و تنها ۱۲٪ بیش از ۱۶ میلیون تومان اعلام کرده‌اند.

جدول ۱. تحلیل فراوانی ویژگی‌های اجتماعی - اقتصادی افراد نمونه

ردیف	متغیر	دسته	فراوانی	
			مطلق	نسبی (%)
۱	جنسیت	مرد	۲۵۸	۶۷
		زن	۱۲۹	۳۳

$$U_{jq} = V_{jq} + \varepsilon_{jq} \quad (10)$$

V_{jq} بخش قابل‌اندازه‌گیری تابع مطلوبیت است که بر اساس مشخصات افراد و گزینه‌ها (X)، تعیین می‌شود (رابطه ۲) و ε_{jq} بخش تصادفی تابع مطلوبیت بوده که نمایش‌دهنده مشخصات غیرقابل‌اندازه‌گیری مانند سلیق افراد است.

$$V_{jq} = \sum_k \theta_{kj} X_{jkq} \quad (20)$$

در این تابع، X نشان‌دهنده متغیرها و θ ، پارامترهای تابع مطلوبیت است. شخص q گزینه‌ای را انتخاب می‌کند که دارای بیشترین مطلوبیت برای او خواهد بود، پس گزینه j زمانی انتخاب می‌شود که رابطه (۳) برقرار باشد.

$$U_{jq} \geq U_{iq}, \forall A_i \in A(q) \quad (3)$$

یا به عبارت دیگر:

$$V_{jq} - V_{iq} \geq \varepsilon_{iq} - \varepsilon_{jq} \quad (4)$$

این رابطه بیان می‌کند که تنها اختلاف بین مطلوبیت گزینه‌های مختلف حائز اهمیت است، نه مقدار عددی مطلوبیت خاص هر گزینه. بر اساس رابطه (۴)، احتمال انتخاب گزینه j توسط فرد q به صورت رابطه (۵) قابل‌نمایش است.

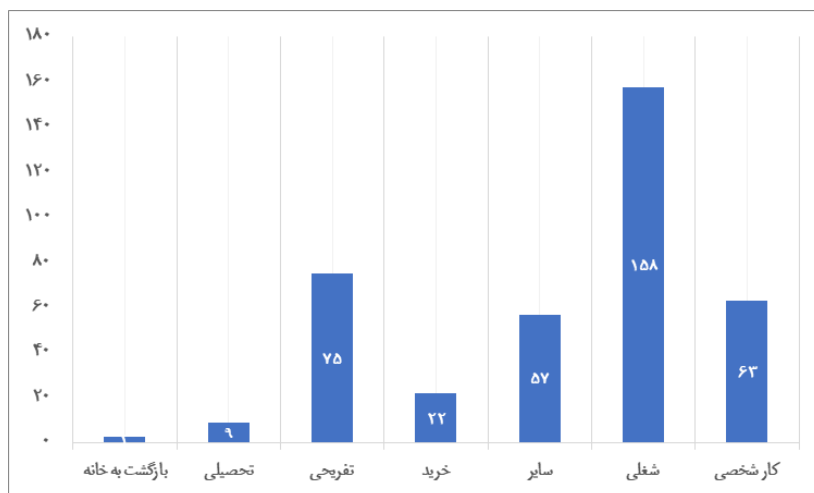
$$P_{jq} = \text{prob}\{\varepsilon_{iq} \leq (V_{jq} - V_{iq}) + \varepsilon_{jq}, \forall A_i \in A(q)\} \quad (5)$$

مدل لجیت چندجمله‌ای، از ساده‌ترین و کاربردی‌ترین مدل‌های انتخاب گسسته هستند. این مدل، با فرض توزیع خطا از نوع گامبل کالیبره می‌شوند. از جمله فرض‌های این مدل می‌توان به وجود توزیع یکسان و مستقل بخش تصادفی توابع مطلوبیت اشاره کرد. رابطه (۶) نمایش‌دهنده روش محاسبه احتمال انتخاب گزینه j توسط فرد q در مدل لجیت چندجمله‌ای است.

فراوانی		دسته	متغیر	ردیف
نسبی (%)	مطلق			
۱۷	۶۶	۱۸ تا ۲۴ سال	سن	۲
۲۵	۹۶	۲۵ تا ۳۴ سال		
۲۲	۸۴	۳۵ تا ۴۴ سال		
۲۲	۸۶	۴۵ تا ۵۴ سال		
۸	۳۲	۵۵ تا ۶۴ سال		
۶	۲۳	بیش از ۶۵ سال		
۱۱	۴۲	تحصیلات تکمیلی	تحصیلات	۳
۲۶	۱۰۰	کارشناسی		
۴۸	۱۸۶	دیپلم و فوق دیپلم		
۱۴	۵۳	زیر دیپلم		
۲	۶	بی سواد		
۲۹	۱۱۴	زیر ۷	متوسط هزینه ماهانه (میلیون تومان)	۴
۴۰	۱۵۳	بین ۷ تا ۱۲		
۱۹	۷۳	بین ۱۲ تا ۱۶		
۱۲	۴۷	بیش از ۱۶		

با هدف «سایر»، ۲۲ سفر (۶٪) با هدف خرید، ۹ سفر (۲٪) با هدف تحصیل و ۳ سفر (۱٪) با هدف بازگشت به خانه انجام شده است. این نتایج نشان می‌دهد که سفرهای شغلی و فعالیت‌های مرتبط با کار بیشترین سهم را در میان اهداف سفر دارند.

شکل ۱ نمایش‌دهنده فراوانی اهداف سفر افراد شرکت‌کننده در مطالعه است. بیشترین تعداد سفرها مربوط به سفرهای شغلی با فراوانی ۱۵۸ مورد (۴۱٪) است. پس‌از آن، سفرهای تفریحی با ۷۵ مورد (۱۹٪) و سفرهای با هدف کار شخصی با ۶۳ مورد (۱۶٪) در رتبه‌های بعدی قرار دارند. همچنین ۵۷ سفر (۱۵٪)



شکل ۱. فراوانی اهداف آخرین سفر افراد نمونه

۳-۱ پرداخت مدل

جدول ۲ نمایش‌دهنده مدل انتخاب شیوه سفر برای افراد دارای خودرو شخصی است. بر اساس نتایج، افزایش هزینه استفاده خودرو شخصی مطلوبیت استفاده از این شیوه سفر را کاهش می‌دهد. در صورتی که سوار و پیاده شدن برای تغییر خط اتوبوس برای فرد غیرقابل‌پذیرش باشد، مطلوبیت استفاده از خودرو شخصی افزایش می‌یابد. همچنین، اگر فرد دارای سطح درآمدی بالا باشد، مطلوبیت استفاده از خودرو شخصی افزایش می‌یابد. افرادی که در آخرین سفر خود از خودرو شخصی استفاده کرده‌اند، مطلوبیت استفاده این شیوه سفر برای آن‌ها بیشتر است. با توجه به دشواری رانندگی برای افراد دارای سن ۶۵ سال و بیشتر، مطلوبیت استفاده از خودرو شخصی برای آن‌ها کاهش می‌یابد. در انتخاب شیوه تاکسی، مطلوبیت استفاده از این شیوه سفر به سه متغیر زمان سفر، هدف سفر کاری و درآمد متوسط - بالا مرتبط است. در صورت افزایش زمان سفر، مطلوبیت انتخاب تاکسی کاهش می‌یابد و اگر هدف سفر فرد کاری باشد، مطلوبیت استفاده از تاکسی کاهش می‌یابد. همچنین افراد دارای خودرو شخصی که درآمد متوسط - بالا دارند، مطلوبیت کمتری برای انتخاب تاکسی دارند. در انتخاب شیوه سفر اتوبوس، با افزایش زمان سفر، مطلوبیت انتخاب کاهش می‌یابد و در صورتی که هر یک از سه متغیر مجازی "آخرین شیوه سفر فرد پیاده باشد"، "فرد دارای درآمد پایینی باشد" و "فرد داری جنسیت مرد بوده و سن آن بیش از ۶۵ سال باشد" رخ دهد، مطلوبیت انتخاب اتوبوس افزایش می‌یابد. به نظر می‌رسد افراد دارای سن بیش از ۶۵ سال، تمایلی کمتری به استفاده از خودرو شخصی دارند و مطلوبیت بیشتری برای انتخاب شیوه‌های سفر حمل‌ونقل عمومی دارند. در انتخاب شیوه سفر قطار سبک شهری، با افزایش زمان سفر، میزان مطلوبیت انتخاب این شیوه کاهش می‌یابد. همچنین در صورتی که هر یک از ۳ متغیر مجازی "بازنشسته بودن"، "اطلاع از برنامه سیستم حمل‌ونقل عمومی" و "سن بین ۳۵ تا ۴۴ سال"

رخ دهد، مطلوبیت استفاده از قطار سبک شهری افزایش می‌یابد. باید توجه داشت که هر چه حداکثر زمان پیاده‌روی قابل‌پذیرش برای مسافر بیشتر باشد نیز، مطلوبیت انتخاب این شیوه سفر افزایش می‌یابد. بر اساس نتایج مدل‌ها، تنها احداث سیستم باعث ایجاد مطلوبیت برای انتخاب قطار سبک شهری نمی‌شود، بلکه برنامه‌ریزی دقیق حرکت به‌منظور کاهش زمان انتظار مسافران در ایستگاه و اطلاع‌رسانی برنامه سیستم حمل‌ونقل عمومی می‌تواند مطلوبیت انتخاب قطار سبک شهری را افزایش دهد. در پایان، شیوه سفر تاکسی اینترنتی قرار دارد. با افزایش زمان و هزینه سفر، مطلوبیت انتخاب این شیوه کاهش می‌یابد. همچنین در صورتی که فرد دارای درآمد متوسط - بالا باشد، مطلوبیت انتخاب کاهش می‌یابد. با توجه به وجود این متغیر در انتخاب شیوه سفر تاکسی و متغیر "داشتن درآمد بالا" در تابع مطلوبیت خودرو شخصی، به نظر می‌رسد با افزایش درآمد، تمایل فرد به انتخاب خودرو شخصی افزایش می‌یابد. همچنین، در صورتی که فرد در آخرین سفر خود از شیوه سفر تاکسی استفاده کرده باشد، مطلوبیت آن برای انتخاب تاکسی اینترنتی افزایش می‌یابد.

جدول ۲. نتایج پرداخت مدل لوجیت چندجمله‌ای انتخاب شیوه سفر

شیوه سفر	نماد متغیر	توضیح متغیر	ضریب	t-stat	خطای استاندارد
خودرو شخصی	T_CST	هزینه سفر خودرو شخصی	-۰,۰۰۰۳ (***)	-۶,۸۸	۰,۰۰۰۰۵
	CHL_0	حداکثر تغییر خط اتوبوس: صفر انتقال	۰,۳۵ (**)	۲,۱۷	۰,۱۶
	HIGH_ICM	متوسط هزینه ماهیانه: بیش از ۱۶۰ میلیون ریال	۰,۹۲ (***)	۴,۲۰	۰,۲۲
	M_CAR	شیوه آخرین سفر: خودرو شخصی	۰,۳۴ (**)	۲,۱۰	۰,۱۶
	AGE_OV65	سن: بیش از ۶۵ سال	-۰,۷۱ (**)	-۲,۱۷	۰,۳۳
	T_TME	زمان سفر تاکسی	-۰,۱۱ (***)	-۸,۲۲	۰,۰۱
تاکسی	TP_BSN	هدف آخرین سفر: شغلی	-۰,۶۵ (**)	-۲,۵۳	۰,۲۵
	MED_HI_ICM	متوسط هزینه ماهیانه: بین ۱۲۰ تا ۱۶۰ میلیون ریال	-۰,۷۶ (**)	-۲,۳۹	۰,۳۱
	T_TME	زمان سفر اتوبوس	-۰,۰۶۸ (***)	-۹,۱۴	۰,۰۱
اتوبوس	M_Walk	شیوه آخرین سفر: پیاده	۰,۸۰ (**)	۲,۱۲	۰,۳۷
	LOW_ICM	متوسط هزینه ماهیانه: کمتر از ۷ میلیون ریال	۰,۵۹ (***)	۳,۱۹	۰,۱۸
	AGE_OV65	سن: بیش از ۶۵ سال	۰,۸۱ (**)	۲,۱	۰,۳۸
	ASC	ثابت	-۲,۱۴ (***)	-۳,۶۷	۰,۵۸
قطار شهری	T_TME	زمان سفر قطار شهری	-۰,۰۵ (***)	-۲,۹۴	۰,۰۲
	OC_RTD	شغل: بازنشسته	۱,۲۱ (***)	۴,۳۱	۰,۲۸
	K_SCH	مؤثر بودن اطلاع از برنامه زمان‌بندی در استفاده از اتوبوس	۰,۵۹ (***)	۲,۶۴	۰,۲۲
	WK_M	حداکثر زمان قابل قبول پیاده‌روی برای رسیدن به ایستگاه اتوبوس	۰,۰۶۸ (***)	۴,۱۳	۰,۰۲
	AGE_3544	سن: بین ۳۵ تا ۴۴ سال	۰,۷۲ (***)	۳,۱	۰,۲۴
	T_TME	زمان سفر تاکسی اینترنتی	-۰,۰۷۴ (***)	-۳,۰۷	۰,۰۲
	T_CST	هزینه سفر تاکسی اینترنتی	-۰,۰۰۰۴ (***)	-۳,۶۷	۰,۰۰
تاکسی اینترنتی	MED_HI_ICM	متوسط هزینه ماهیانه: بین ۱۲۰ تا ۱۶۰ میلیون ریال	-۰,۸۸ (**)	-۲,۵۲	۰,۳۴
	M_TXI	شیوه آخرین سفر: تاکسی	۰,۸۸ (**)	۲,۳۹	۰,۳۶
$LL(B) = -۱۲۵۶,۸۶$					
$LL(C) = -۱۳۵۰,۵۹$					
$LL(0) = -۱۵۳۷,۰۱$					
$\rho^2 = ۰,۱۸۲$					

$$\rho_{Mc Fadden}^2 = 0,069$$

$$\rho_{Market Share}^2 = 0,121$$

$$N = 955$$

۴. نتیجه‌گیری و پیشنهادات

پژوهش حاضر با هدف شناسایی عوامل مؤثر بر انتخاب شیوه سفر قطار سبک شهری توسط مالکان خودروهای شخصی در شهر کرمان انجام شد. با استفاده از داده‌های رجحان بیان‌شده و به‌کارگیری مدل لجیت چندجمله‌ای، مهم‌ترین عوامل تأثیرگذار بر تصمیم‌گیری مسافران مورد تحلیل قرار گرفت. بر اساس یافته‌های پژوهش، زمان سفر به‌عنوان یک عامل بازدارنده در انتخاب قطار سبک شهری عمل می‌کند، به‌طوری‌که با افزایش زمان سفر، تمایل به استفاده از این شیوه کاهش می‌یابد. این نتیجه بر اهمیت بهینه‌سازی زمان‌بندی حرکت قطارها تأکید دارد. از سوی دیگر، ویژگی‌های فردی مانند بازنشسته بودن و قرار گرفتن در بازه سنی ۳۵ تا ۴۴ سال تأثیر مثبت و معناداری بر انتخاب قطار سبک شهری دارد. این موضوع نشان می‌دهد که گروه‌های سنی خاص، به‌ویژه میانسالان و سالمندان، تمایل بیشتری به استفاده از سیستم‌های حمل‌ونقل عمومی دارند. علاوه بر این، اطلاع از برنامه‌های زمان‌بندی سیستم حمل‌ونقل عمومی نقش کلیدی در جذب مسافران ایفا می‌کند. افرادی که از این برنامه‌ها آگاهی داشتند، تمایل بیشتری به استفاده از قطار سبک شهری نشان دادند. همچنین، هرچه حداکثر زمان پیاده‌روی قابل‌پذیرش برای مسافران بیشتر باشد، احتمال انتخاب این شیوه سفر افزایش می‌یابد. این یافته‌ها حاکی از آن است که بهبود دسترسی به ایستگاه‌ها و اطلاع‌رسانی مؤثر می‌تواند به افزایش استقبال از قطار سبک شهری منجر شود. پژوهش حاضر با برخی محدودیت‌ها همراه بوده که باید در تفسیر نتایج موردتوجه قرار گیرد. نخست، داده‌های مورداستفاده از نوع رجحان بیان‌شده است و ممکن است با رفتار واقعی سفر تفاوت‌هایی وجود داشته باشد. دوم، نمونه‌گیری در محدوده‌های خاصی از شهر کرمان انجام شد که ممکن است

نماینده تمامی ساکنان شهر نباشد. همچنین، برخی متغیرها مانند نگرش‌های زیست‌محیطی افراد که می‌توانند بر انتخاب شیوه سفر تأثیرگذار باشند، در این مطالعه بررسی نشدند. برای تکمیل یافته‌های این پژوهش، پیشنهاد می‌شود مطالعات آینده به بررسی تأثیر عوامل روان‌شناختی مانند نگرش‌های زیست‌محیطی و عادات سفر بر انتخاب شیوه‌های حمل‌ونقل عمومی بپردازند. همچنین، استفاده از داده‌های واقعی سفر به‌جای داده‌های رجحان بیان‌شده می‌تواند به افزایش دقت نتایج کمک کند. علاوه بر این، انجام مطالعات مشابه در سایر شهرهای ایران با ویژگی‌های جمعیتی و حمل‌ونقلی متفاوت می‌تواند به تدوین سیاست‌های کلان‌تر در زمینه توسعه حمل‌ونقل پایدار منجر شود. درنهایت، نتایج این پژوهش می‌تواند به برنامه‌ریزان و سیاست‌گذاران شهری کمک کند تا با در نظر گرفتن عوامل مؤثر بر انتخاب مسافران، راهکارهای مناسبی برای افزایش استفاده از سیستم‌های حمل‌ونقل عمومی مانند قطار سبک شهری و کاهش وابستگی به خودروهای شخصی ارائه دهند.

۵. مراجع

- J. S. Apte, J. D. Marshall, A. J. Cohen, and M. Brauer, "Addressing global mortality from ambient PM2. 5," *Environ. Sci. Technol.*, vol. 49, no. 13, pp. 8057–8066, 2015.
- F. L. Mayo and E. B. Taboada, "Ranking factors affecting public transport mode choice of commuters in an urban city of a developing country using analytic hierarchy process: The case of Metro Cebu, Philippines," *Transp. Res. Interdiscip. Perspect.*, vol. 4, p. 100078, 2020.
- J. M. Del Castillo and F. G. Benitez, "A methodology for modeling and identifying

- A. R. Bajracharya and S. Shrestha, “Analyzing influence of socio-demographic factors on travel behavior of employees, a case study of Kathmandu Metropolitan City, Nepal,” *Int. J. Sci. Technol. Res.*, vol. 6, no. 7, pp. 111–119, 2017.
- S. Neely, *Factors influencing mode choice for intercity travel from northern New England to major northeastern cities*. The University of Vermont and State Agricultural College, 2016.
- T. Okamura, Y. KANEKO, F. Nakamura, and R. WANG, “Passengers’ attitudes to the service items of Jeepneys in Metro Manila by different lifestyles,” *J. East. Asia Soc. Transp. Stud.*, vol. 10, pp. 1384–1395, 2013.
- C. E. D. Diaz, “Mode choice of inter-island travellers: Analyzing the willingness of ferry passengers to shift to air transportation,” *J. East. Asia Soc. Transp. Stud.*, vol. 9, pp. 2058–2073, 2011.
- Y. Popuri, K. Prousaloglou, C. Ayvalik, F. Koppelman, and A. Lee, “Importance of traveler attitudes in the choice of public transportation to work: findings from the Regional Transportation Authority Attitudinal Survey,” *Transportation (Amst.)*, vol. 38, no. 4, pp. 643–661, 2011.
- D. Albalade and G. Bel i Queralt, “Factors explaining urban transport systems in large European cities: A cross-sectional approach,” *IREA–Working Pap.* 2009, IR09/05, 2009.
- S. Chalermpong and N. Ampansirirat, “Modeling Chulalongkorn University campus parking demand,” *J. East. Asia Soc. Transp. Stud.*, vol. 9, pp. 566–574, 2011.
- P. Vicente and E. Reis, “Profiling public transport users through perceptions about public transport providers and satisfaction with users satisfaction issues in public transport systems based on users surveys,” *Procedia-Social Behav. Sci.*, vol. 54, pp. 1104–1114, 2012.
- A. Nurdden, R. Rahmat, and A. Ismail, “Effect of transportation policies on modal shift from private car to public transport in Malaysia,” *J. Appl. Sci.*, vol. 7, no. 7, pp. 1013–1018, 2007.
- D. Dissanayake, S. Kurauchi, T. Morikawa, and S. Ohashi, “Inter-regional and inter-temporal analysis of travel behaviour for Asian metropolitan cities: Case studies of Bangkok, Kuala Lumpur, Manila, and Nagoya,” *Transp. policy*, vol. 19, no. 1, pp. 36–46, 2012.
- V. T. ARASAN and V. Perumal, “Modelling modal shift from personal vehicles to bus on introduction of bus priority measure,” in *Proceedings of the Eastern Asia Society for Transportation Studies Vol. 7 (The 8th International Conference of Eastern Asia Society for Transportation Studies, 2009)*, Eastern Asia Society for Transportation Studies, 2009, p. 256.
- T. Satiennam, S. Jaensirisak, N. Natevongin, and W. Kowtanapanich, “Public transport planning for a motorcycle dominated community,” *J. East. Asia Soc. Transp. Stud.*, vol. 9, pp. 970–985, 2011.
- H.-L. Chang and S.-C. WU, “Exploring the mode choice in daily travel behavior of the elderly in Taiwan,” *J. East. Asia Soc. Transp. Stud.*, vol. 6, pp. 1818–1832, 2005.
- S. S. ALVINSYAH, “Public transport user attitude based on choice model parameter characteristics (case study: Jakarta busway system),” *J. East. Asia Soc. Transp. Stud.*, vol. 6, pp. 480–491, 2005.

the public transport service,” *Public Transp.*, vol. 8, no. 3, pp. 387–403, 2016.

– J. de Dios Ortuzar, L. G. Willumsen, by John Wiley, and J. Wiley, “Modelling Transport British Library Cataloguing in Publication Data,” 1994.

– R. J. M. and G. W.. Hensher D.A., *Applied Choice Analysis*. Cambridge University Press. 2005.