

# یک تحلیل کمی از ویژگی‌های افراد حساس به قیمت‌گذاری محدوده و تأثیرات آن بر رفتار سفر

## مقاله علمی-پژوهشی

الهه کاظم‌زاده، دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، دانشکده مهندسی عمران و محیط‌زیست، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران  
\*امیررضا ممدوحی (نویسنده مسئول)، دانشیار، دانشکده مهندسی عمران و محیط‌زیست، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران

و استاد وابسته، دانشکده مهندسی عمران، زمین‌شناسی و معدن، دانشگاه فنی مونترال، کانادا

مریم ایران‌منش، دانش‌آموخته دکتری، دانشکده مهندسی عمران و محیط‌زیست، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران

\*پست الکترونیکی نویسنده مسئول: [armamdoohi@modares.ac.ir](mailto:armamdoohi@modares.ac.ir)

دریافت: ۱۴۰۴/۰۵/۰۵ - پذیرش: ۱۴۰۴/۱۰/۰۲

صفحه ۳۲۹-۳۴۰

### چکیده

مدیریت ترافیک شهری یکی از چالش‌های اساسی شهرهای در حال توسعه محسوب می‌شود و قیمت‌گذاری محدوده به‌عنوان یکی از ابزارهای مؤثر مدیریت تقاضای سفر مطرح است. با وجود گسترش مطالعات مرتبط با قیمت‌گذاری تراکم، تمرکز اندکی بر شناسایی و تحلیل ویژگی‌های افرادی صورت گرفته است که نسبت به این سیاست حساسیت رفتاری نشان می‌دهند. پژوهش حاضر با تمرکز بر این خلد، به بررسی کمی رفتار سفر شهروندان و تفکیک گروه‌های د ساس و غیر د ساس به قیمت‌گذاری محدوده در شهر کرمان، به‌عنوان شهری در حال توسعه می‌پردازد. داده‌های این پژوهش از طریق طراحی و اجرای پرسشنامه‌ای ترکیبی حاصل از روش‌های رجحان آشکار شده و بیان شده، در قالب پرسشگری حضوری از ۳۶۴ شهروند در اردیبهشت ۱۴۰۳ گردآوری شده‌اند. تحلیل داده‌ها با استفاده از مدل لوجیت دوتایی و با تمرکز بر این پرسش بنیادین انجام شده است که آیا افراد در مواجهه با اجرای سیاست قیمت‌گذاری تمایل به تغییر الگوی سفر خود دارند یا خیر. یافته‌ها نشان می‌دهد افرادی که سفرهای متعددی به محدوده انجام می‌دهند، از موتورسیکلت استفاده می‌کنند، بالای ۳۵ سال سن دارند، کارمند یا مالک چند خودرو هستند، تمایل کمتری به تعدیل الگوی جابه‌جایی خود دارند. در مقابل، افراد با سطح تحصیلات بالاتر، شاغلان کارگری و کسانی که به‌منظور خرید، تفریح یا انجام امور اداری به محدوده تردد می‌کنند آمادگی بیشتری برای تغییر رفتار از خود نشان می‌دهند. همچنین بر اساس نتایج اثر حاشیه‌ای، کاهش زمان سفر و ارتقای کیفیت حمل‌ونقل همگانی می‌تواند به‌ترتیب احتمال تغییر الگوی سفر را ۰/۴۶٪ و ۴/۰۷٪ در صد افزایش دهد. یافته‌های این پژوهش نشان می‌دهد که در شرایط خاص شهر کرمان، تنها بخش محدودی از شهروندان نسبت به سطوح متعارف قیمت‌گذاری حساس هستند؛ باین‌حال، شناسایی ویژگی‌های این گروه محدود می‌تواند مبنای مؤثری برای تدوین سیاست‌های هدفمند و واقع‌بینانه مدیریت تقاضای سفر در شهرهای با وابستگی بالای خودروی شخصی فراهم آورد.

واژه‌های کلیدی: رفتار سفر، قیمت‌گذاری محدوده، مدل انتخاب گسسته، مدیریت ترافیک

### ۱- مقدمه

افزایش ظرفیت شبکه، به دلیل هزینه‌های بالا، تأثیر محدود و ایجاد تقاضای القایی، کمتر مورد استقبال واقع شده‌اند (Gu et al., 2018). در میان روش‌های مختلف مدیریت تقاضای سفر، قیمت‌گذاری محدوده به‌عنوان یک استراتژی رایج و چندمنظوره شناخته می‌شود. این روش می‌تواند اهداف متعددی را دنبال کند؛ از جمله: ایجاد درآمد برای پوشش هزینه‌های ساخت و

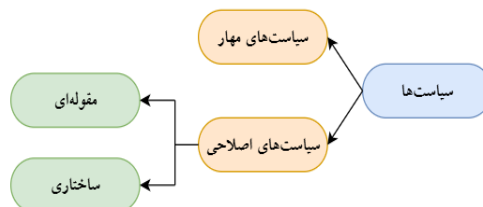
مدیریت تراکم ترافیک یکی از چالش‌های اصلی در سیستم‌های حمل‌ونقل شهری است که هدف آن بهبود عملکرد و کاهش تراکم از طریق تغییر در تقاضا و عرضه حمل‌ونقل است. در سال‌های اخیر، راه‌حل‌های تقاضامحور به‌عنوان استراتژی‌های پایدار برای بهبود وضعیت ترافیک در شهرها مورد توجه قرار گرفته‌اند. این در حالی است که راه‌حل‌های عرضه محور، مانند

مدیریت تقاضای سفر در شهرهایی با ساختار فضایی پراکنده و وابستگی بالای خودروی شخصی فراهم آورد.

## ۲- پیشینه تحقیق

قیمت گذاری محدود یک استراتژی برای مدیریت ترافیک به حساب می آید که هدف آن کاهش تراکم در جاده‌ها است. این استراتژی بر این اصل استوار است که کاربران باید هزینه‌های ناشی از حضور خود در شبکه، که به دیگران تحمیل می شود، را جبران کنند. این رویکرد به دنبال ایجاد تنا سب بین عرضه و تقاضای شبکه حمل و نقل است (Spilotros, 2019). شکل (۱) یک دسته بندی از سیاست‌هایی است که می تواند به طور هم زمان به کار گرفته شوند تا استفاده از خودرو و اثرات نامطلوب آن‌ها را کاهش دهد. در ادبیات موجود، سیاست‌های کاهش استفاده از خودرو به عنوان "سیاست‌های مهار" و سیاست‌های کاهش اثرات نامطلوب آن‌ها "سیاست‌های اصلاحی" شناخته می شوند. بر اساس مطالعه لیتمن (۲۰۲۲)، سیاست‌های اصلاحی را می توان به دو گروه طبقه‌بندی کرد: ساختاری<sup>۱</sup> و تقسیم کرد. سیاست‌های طبقه‌بندی بر گروه‌های خاص محروم تمرکز دارند. به عنوان مثال، می توان به افراد کم درآمد یا راننده‌ای برای کرایه حمل و نقل اعطا کرد. در مقابل، سیاست‌های ساختاری دامنه وسیع تری دارند و برای همه خانوارها به کار می روند. برای نمونه، بسیاری از شهرها کارت‌های هو شمندی را به کار گرفته اند که پرداخت کرایه‌ها را برای تمامی کاربران حمل و نقل تسهیل می کند. اجرای سیاست‌های ساختاری معمولاً هزینه بیشتری نسبت به سیاست‌های طبقه‌بندی دارد، اما ممکن است منافع مشترک بیشتری به همراه داشته باشد (Litman, 2022).

نگهداری زیرساخت‌های حمل و نقل، ایجاد انگیزه برای بهبود عرضه خدمات حمل و نقل، مدیریت تراکم ترافیک از طریق تغییر در الگوهای زمانی و مکانی سفر و تأثیر گذاری بر رفتارهای سفر و تصمیم گیری مسافران در مورد انتخاب شیوه و زمان سفر (Jing, 2022). مطالعات متعددی نشان داده اند که موفقیت سیاست‌های قیمت گذاری محدود، صرفاً به طراحی فنی و تعیین سطح هزینه محدود نمی شود، بلکه به نحوه واکنش رفتاری شهروندان و میزان تطبیق پذیری آن‌ها وابستگی زیادی دارد. در این راستا، پژوهش‌های اخیر بر اهمیت درک رفتار سفر، ترجیحات فردی و ناهمگنی پاسخ گویان نسبت به سیاست‌های قیمتی تأکید کرده اند و نشان داده اند که گروه‌های مختلف اجتماعی-اقتصادی واکنش‌های متفاوتی به این سیاست‌ها نشان می دهند (Wang et al., 2026). ادبیات نشان می دهد که بخش عمده‌ای از پژوهش‌های مرتبط با قیمت گذاری تراکم بر شهرهای بزرگ و متراکم متمرکز بوده اند و غالباً به سنجش میزان پذیرش عمومی این سیاست پرداخته اند (Ren et al., 2025). در مقابل، توجه کمتری به شهرهای در حال توسعه با جمعیت متوسط و شناسایی گروه‌های حساس و غیر حساس به قیمت گذاری شده است؛ در حالی که شناخت این گروه‌ها نقش کلیدی در طراحی و اجرای اثربخش این سیاست ایفا می کند. این پژوهش با تمرکز بر شهر کرمان، تلاش دارد از طریق تحلیل کمی حساسیت رفتاری شهروندان نسبت به قیمت گذاری محدود و شناسایی ویژگی‌های افرادی که در مواجهه با این سیاست، احتمال تغییر الگوی سفر در آن‌ها وجود دارد، به این خلأ پژوهشی پاسخ دهد. بدین منظور، داده‌های پژوهش با طراحی و اجرای پرسشنامه‌ای متناسب با اهداف خاص مطالعه جاری گردآوری و تحلیل شده اند. انتظار می رود نتایج این پژوهش، ضمن ارائه تصویری واقع بینانه تر از واکنش رفتاری شهروندان، مبنایی برای طراحی سیاست‌های هدفمندتر



شکل ۱. سیاست‌های کاهش استفاده از خودرو

مختلف اشاره دارد. این رفتار تحت تأثیر عوامل متعددی از جمله ترجیحات شخصی، محدودیت‌ها، عادت‌ها و فرصت‌های موجود قرار دارد. در سال‌های اخیر، پیشرفت‌های قابل توجهی در زمینه مدل‌سازی رفتار سفر صورت گرفته است. یکی از روندهای اصلی در این زمینه، توسعه و تعمیم مدل‌های انتخاب گسسته<sup>۵</sup> (مانند مدل‌های لوجیت دوگانه، لوجیت چندجمله‌ای و لوجیت آشیانه‌ای) است که به نمایش دقیق‌تر رفتار انتخاب سفر کمک می‌کند (Baghestani et al., 2024; KhorramDehnavi et al., 2024; Marazi et al., 2022). مرور پژوهش‌های پیشین نشان می‌دهد که قیمت‌گذاری تراکم می‌تواند ابزاری مؤثر برای مدیریت تقاضای سفر باشد؛ با این حال، خلأ معناداری در زمینه تحلیل حساسیت رفتاری شهروندان وجود دارد. در ادبیات موجود، شناسایی ویژگی‌های فردی، شغلی و سفر افرادی که نسبت به قیمت‌گذاری واکنش نشان می‌دهند، کمتر مورد توجه قرار گرفته است. این در حالی است که ناهمگنی رفتاری شهروندان می‌تواند تأثیر بسزایی بر موفقیت یا ناکامی سیاست داشته باشد. از این منظر، پژوهش حاضر با تمرکز بر تحلیل کمی افراد حساس به قیمت‌گذاری در یک شهر در حال توسعه، رویکردی متمایز نسبت به مطالعات پیشین اتخاذ کرده و نوآوری آن در پیوند میان ویژگی‌های فردی، اهداف سفر و میزان تطبیق‌پذیری رفتاری نهفته است.

### ۳- روش‌شناسی تحقیق

به‌منظور شناسایی ویژگی‌های رفتاری و فردی شهروندان در مواجهه با سیاست قیمت‌گذاری محدودده در شهر کرمان، پرسشنامه‌ای ترکیبی مبتنی بر دو رویکرد رجحان آشکار شده و رجحان بیان‌شده طراحی و اجرا شد. انتخاب شهر کرمان به‌عنوان مطالعه موردی به دلیل ساختار تک مرکزی شبکه حمل‌ونقل شهری، تراکم بالای سفرهای شغلی به محدودده مرکزی و وابستگی شدید ساکنان به خودروی شخصی انجام گرفت. این ویژگی‌ها، بستر مناسبی برای بررسی واکنش شهروندان به سیاست‌های مدیریت تقاضای سفر فراهم می‌سازد. با توجه به ماهیت پژوهش و ساختار داده‌ها، تصمیم رفتاری پاسخ‌گویان در قالب یک متغیر دودویی تعریف شد که بیانگر تمایل یا عدم تمایل افراد به تغییر الگوی سفر در مواجهه با اجرای سیاست قیمت‌گذاری محدودده است. از این رو، برای تحلیل داده‌ها از مدل لوجیت دوتایی استفاده شده است. این

سیاست‌های مهار و سیاست‌های اصلاحی می‌تواند اثرات هم‌افزایی یا کاهش‌ی از خود نشان دهند. به‌عنوان مثال، قیمت‌گذاری محدودده و سرمایه‌گذاری در حمل‌ونقل همگانی می‌تواند به‌عنوان سیاست‌های هم‌افزا عمل کنند (Turner, 2019). با گران‌تر کردن عوارض، قیمت‌گذاری محدودده برخی از رانندگان را به سمت حمل‌ونقل همگانی سوق می‌دهد. اگر درآمد حاصل از عوارض به‌منظور تأمین بودجه توسعه حمل‌ونقل همگانی استفاده شود، می‌توان دامنه استفاده از اتوبوس را گسترش داد. همچنین، سرمایه‌گذاری در حمل‌ونقل همگانی و حمایت از وسایل نقلیه الکتریکی می‌تواند مثال خوبی از سیاست‌های کاهش‌ی باشد، زیرا وسایل نقلیه الکتریکی به‌عنوان جایگزینی برای حمل‌ونقل همگانی عمل می‌کنند نه مکمل آن (OECD, 2020). مطالعات نشان می‌دهد که قیمت‌گذاری محدودده می‌تواند تأثیرات قابل توجهی بر الگوهای سفر داشته باشد. با این حال، دانش موجود در مورد نحوه تغییر رفتار افراد در پاسخ به این سیاست هنوز محدود است. معین‌الدینی و حبیبیان (۲۰۲۳) نشان دادند که سیاست قیمت‌گذاری محدودده در صورت توسعه سیستم حمل‌ونقل همگانی می‌تواند منجر به کاهش ۱٫۵۲٪ استفاده از خودرو شود (Moeinaddini & Habibian, 2023). در بین مطالعاتی که به قیمت‌گذاری محدودده پرداخته‌اند، پژوهش‌های متعددی نیز وجود دارد که مقبولیت این سیاست را بررسی کرده‌اند (Aasness & Odeck, 2023; Abulibdeh, 2022; Marazi et al., 2022; Milenković et al., 2019; Ren et al., 2025) و نظرات تعدادی از شهروندان را در مورد آن جمع‌آوری کرده‌اند (به‌عنوان مثال، در صورت اجرای طرح؛ آن را "حمایت می‌کنم"، "نظری ندارم" یا "حمایت نمی‌کنم"). ادبیات موجود نشان می‌دهد که عواملی چون درآمد ماهانه، سن، وضعیت شغلی، مالکیت خودرو و صرفه‌جویی در زمان سفر نقش مهمی در تعیین مقبولیت عمومی قیمت‌گذاری ایفا می‌کنند. همچنین مطالعه یو و همکاران (۲۰۲۵) نشان می‌دهد که با افزودن ناهمگنی در ترجیحات کاربر، قیمت‌گذاری می‌تواند کارایی و توزیع بار سفر را به روش‌های گوناگونی تحت تأثیر قرار دهد. با ورود تفاوت‌های ترجیحات، مثلاً تفاوت در ارزش زمان، می‌توان به تفاوت‌های رفتاری کاربران در مواجهه با سیاست قیمت‌گذاری پی برد و اثرات اجتماعی آن را تحلیل کرد (Yu et al., 2025). رفتار سفر به نحوه حرکت افراد در تمام حالت‌های سفر برای شرکت در فعالیت‌های

پیشنهادهای سیاستی است. در ادامه، ابتدا فرآیند طراحی پرسشنامه و متغیرهای مورد استفاده تشریح می شود و سپس روش مدل سازی و ساختار مدل لوجیت مورد استفاده در پژوهش ارائه خواهد شد.

انتخاب با هدف پاسخ به سؤال پایه ای پژوهش صورت گرفته است که «آیا افراد رفتار سفر خود را تغییر می دهند یا خیر؟». به منظور شفاف سازی مراحل انجام پژوهش، روند کلی کار در قالب یک نمودار جریان در شکل (۲) ارائه شده است که شامل گام های اصلی از مرحله مرور ادبیات تا تحلیل نتایج و ارائه



شکل ۲. فلوچارت ساختار یافته رویه تحقیق

### ۳-۱- طراحی پرسش نامه

درک واکنش های رفتاری افراد نسبت به اقدامات نهاد های عمومی و دولتی همواره مورد توجه بوده است، زیرا اثرات این اقدامات و سیاست های جدید یا متفاوت (مانند تغییر زمان یا کرایه سفر) باعث تغییر در عملکرد سیستم هستند. داده های مورد استفاده در این تحقیقات به دو دسته تقسیم می شوند: داده های رجحان آشکار شده<sup>۶</sup> و داده های رجحان بیان شده<sup>۷</sup>. در پرسشگری رجحان آشکار شده واکنش فرد در شرایط واقعی بررسی می شود (در عمل چه کرده است)؛ اما در پرسشگری رجحان بیان شده، از فرد خواسته می شود که در صورت مواجهه با موقعیت فرضی خاص که محقق مشخص کرده، چه اقدامی انجام خواهد داد (Sanko, 2001). روش های رجحان بیان شده کاربرد گسترده ای در مطالعات حمل و نقل داشته است. این روش ها برای ارزیابی اثرات یک ویژگی مرتبط با سیستم بر پاسخ های اشخاص و پیش بینی تغییرات تقاضا و رفتار سفر آنها، استفاده شده اند. این روش ها بر پایه رجحان یا پاسخ های رفتاری اشخاص در هنگام مواجهه با یک مجموعه از سناریوهای تعیین شده توسط پرسشگران است (KhorramDehnavi et al., 2024; Schlöpfer & Getzner, 2020; Tate et al., 2025). پرسشنامه پژوهش حاضر با توجه به هدف اصلی مطالعه، ادبیات قیمت گذاری محدوده و شرایط خاص ترافیکی شهر کرمان طراحی شده است. ساختار پرسشنامه به گونه ای تنظیم شد که امکان تحلیل رفتار سفر افراد در مواجهه با سناریوی قیمت گذاری و شناسایی

گروه های حساس و غیر حساس به این سیاست را فراهم آورد. پرسشنامه شامل سه بخش اصلی است. بخش نخست به ویژگی های سفر و الگوی جابه جایی افراد مربوط است. در این بخش، اطلاعاتی درباره هدف سفر به محدوده مرکزی شهر، تعداد تردها، شیوه سفر مورد استفاده و مدت زمان سفر گردآوری شد. این متغیرها با توجه به نقش آنها در شدت وابستگی افراد به سفر با وسیله نقلیه شخصی و میزان انعطاف پذیری الگوی سفر لحاظ شده اند. بخش دوم پرسشنامه به جمع آوری اطلاعات اجتماعی-اقتصادی پاسخ گویان اختصاص دارد که متغیرهایی نظیر سن، جنسیت، سطح تحصیلات، وضعیت اشتغال، مالکیت خودرو و موتور سیکلت را دربر می گیرد. این متغیرها با هدف بررسی نقش ویژگی های فردی در واکنش رفتاری به سیاست قیمت گذاری انتخاب شده اند. بخش سوم پرسشنامه به سنجش واکنش رفتاری پاسخ گویان در مواجهه با اجرای سیاست قیمت گذاری محدود اختصاص دارد. در این بخش، سناریوی قیمت گذاری به صورت شفاف و قابل فهم برای افراد تشریح شد و از آنها خواسته شد تصمیم خود را در خصوص تغییر یا عدم تغییر الگوی سفر اعلام کنند. تمرکز این بخش بر ثبت تصمیم اولیه افراد بوده است تا امکان مدل سازی رفتار سفر در قالب یک انتخاب دوتایی فراهم شود. در این تحقیق، از طراحی آزمایش<sup>۸</sup> برای ایجاد مجموعه ای از انتخاب ها بهره گرفته شده است تا رجحان بیان شده پاسخ گویان به بهترین شیوه می ممکن مدل سازی شود. برای

یا مدل‌های رگرسیون چندگانه نیز می‌تواند با این طرح برآورد شود (Jordan J. Louviere, David A. Hensher, 2000). برای طراحی سؤالات رجحان بیان‌شده، از سه ویژگی هزینه ورود به طرح، کاهش زمان سفر و طرح تشویقی استفاده شد. دو ویژگی اول در سه سطح و ویژگی طرح تشویقی در دو سطح ارائه گردید. ویژگی‌ها و سطوح آن‌ها به اختصار در جدول (۱) ارائه شده است.

ترکیب هر سطح از یک ویژگی با تمام سطوح ویژگی‌های مورد مطالعه، از طرح عاملی کامل<sup>۹</sup> استفاده شده است. طرح عاملی کامل شامل تمامی ترکیبات سطوح مختلف عامل‌های مورد بررسی است. در این طرح، تمام اثرات شامل اثرات اصلی و اندرکنش‌های چند جانبه، قابل برآورد هستند (Kuhfeld, 2010). همچنین، تمامی اثرات ممکن مرتبط با تحلیل واریانس

جدول ۱. ویژگی‌ها و سطوح آن‌ها در طراحی آزمایش

ویژگی‌ها	سطوح
	۳۵۰
هزینه ورود به طرح (۱,۰۰۰ ریال)	۵۵۰
	۸۵۰
	۰
کاهش زمان سفر (%)	۳۰
	۵۰
طرح تشویقی	بهبود زیرساخت دوچرخه
	بهبود حمل و نقل همگانی

شهر استفاده می‌کنند. با این حال، عدم استفاده از نمونه‌گیری طبقه‌ای به عنوان یکی از محدودیت‌های پژوهش در بخش پیشنهادها ذکر شده است.

### ۳-۲- مدل‌سازی

در تحقیق حاضر، برای تحلیل داده‌های جمع‌آوری‌شده، از مدل‌های انتخاب گسسته استفاده شده است. در این مدل‌ها فرض می‌شود انتخاب افراد بر اساس مطلوبیت گزینه‌ها صورت می‌پذیرد؛ بنابراین گزینه‌ای انتخاب می‌شود که بیشترین مطلوبیت را داشته باشد. مطلوبیت گزینه‌ها تابعی از ویژگی آن‌ها، مشخصات فرد تصمیم‌گیرنده و سایر شرایط محیطی است. این تابع دارای دو بخش است؛ یک بخش تصادفی (نامعین) و یک بخش قابل اندازه‌گیری (معین) که به صورت رابطه (۱) نمایش داده می‌شود.

$$U_{in} = V_{in} + \varepsilon_{in}$$

با بهره‌گیری از نرم‌افزار SAS 9.4، طراحی آزمایش با قابلیت اطمینان ۱۰۰ درصد به صورت طرح عاملی کامل انجام شد. در نتیجه  $18 = (3 \times 2 \times 2)$  سناریو ایجاد و به منظور کاهش بار پاسخ‌گویی، در قالب شش بلوک طراحی گردید تا هر فرد تنها سه سناریو را پاسخ دهد.

پیش از اجرای نهایی، پرسشنامه در قالب یک پیش‌آزمون<sup>۱۰</sup> با ۱۰ پاسخ‌گو بررسی شد تا اطمینان حاصل شود که گزینه‌ها و مفاهیم برای پاسخ‌گویان قابل درک است. پس از اصلاحات نهایی، داده‌ها در اردیبهشت ۱۴۰۳ از ۳۶۴ نفر از شهروندان کرمان در محدوده مرکزی شهر و در ساعات اوج ترافیک (۶:۳۰ تا ۹:۳۰ صبح و ۱۶ تا ۱۹ عصر)، طی سه روز کاری، به صورت مصاحبه حضوری جمع‌آوری شد.

روش نمونه‌گیری از نوع غیر تصادفی هدفمند<sup>۱۱</sup> بود و تمرکز آن بر افرادی قرار داشت که به‌طور مستمر از محدوده مرکزی

(۱)

که در آن:

$U_{in}$ : مطلوبیت تصادفی گزینه  $i$  برای فرد  $n$ ;

$V_{in}$ : بخش معین و قابل اندازه‌گیری مطلوبیت گزینه  $i$  برای فرد  $n$ ;

$\varepsilon_{in}$ : بخش خطای نامعین مطلوبیت گزینه  $i$  برای فرد  $n$  است.

با فرض توزیع یکسان و مستقل<sup>۱۲</sup> گامبل برای جمله خطا، تابع احتمال انتخاب گزینه‌ی یک (بین دو گزینه) توسط فرد  $n$ ، به صورت رابطه (۲) تعریف می‌شود.

$$pr_n(1) = \frac{e^{V_{1n}}}{e^{V_{1n}} + e^{V_{2n}}} \quad (2)$$

که در آن:

$pr_n(1)$ : احتمال انتخاب گزینه ۱ برای فرد  $n$ ;

$V_{1n}$ : بخش معین و قابل اندازه‌گیری مطلوبیت گزینه ۱ برای فرد  $n$  و

$V_{2n}$ : بخش معین و قابل اندازه‌گیری مطلوبیت گزینه ۲ برای فرد  $n$  است.

از آماره‌ی  $\rho^2$  رابطه (۳) برای مقایسه مدل با پارامترهای تخمینی و مدل با ضرایب صفر (معادل با حالتی که هیچ مدلی وجود نداشته باشد) و از آماره‌ی  $\rho_c^2$  رابطه (۴) نیز برای مقایسه مدل با پارامترهای تخمینی و مدل با ضرایب ثابت (سهم بازار) استفاده می‌شود.

$$\rho^2 = 1 - \frac{L(\beta)}{L(0)}$$

$$\rho_c^2 = 1 - \frac{L(\beta)}{L(C)}$$

بخش معین و قابل اندازه‌گیری معمولاً به صورت تابعی خطی از ویژگی‌های گزینه  $i$  و فرد  $n$  فرض می‌شود. به منظور تعیین اهمیت هر یک از متغیرهای توضیحی مدل، از پارامتر آماری مقدار احتمال<sup>۱۳</sup> استفاده می‌شود که بیانگر میزان عدم ارتباط بین نمونه و جامعه است. به منظور ارزیابی میزان مناسب بودن مدل برای توضیح تغییرات متغیر وابسته، از شاخص‌های خوبی برازش مدل (روابط ۳ و ۴) استفاده می‌شود.

(۳)

(۴)

که در آن:

$L(\beta)$ : مقدار تابع لگاریتم درست‌نمایی به ازای پارامترهای برآورده شده؛

$L(C)$ : مقدار تابع لگاریتم درست‌نمایی به ازای جملات ثابت؛ و

$L(0)$ : مقدار تابع لگاریتم درست‌نمایی در حالتی که همه‌ی ضرایب مساوی با صفر باشند.

بدون توزیع متوازن میان گزینه‌ها، می‌تواند منجر به برآوردهای ناپایدار شود. از این رو، مدل لجوجیت دوتایی به‌عنوان ابزاری مناسب و منطبق با هدف مطالعه به کار گرفته شده است.

#### ۴- داده‌های پژوهش

داده‌های مورد استفاده در این پژوهش حاصل پرسشنامه‌ای ترکیبی از دو بخش رجحان آشکار و بیان‌شده است که در اردیبهشت ۱۴۰۳ در شهر کرمان اجرا گردید. پرسشنامه‌ها به صورت حضوری در محدوده مرکزی شهر و در ساعات پرتردد (۶:۳۰ تا ۹:۳۰ صبح و ۱۶ تا ۱۹ عصر) میان شهروندان مورد پرسشگری واقع شد. جامعه هدف شامل افرادی بود که حداقل چند بار در هفته به محدوده مرکزی شهر تردد داشتند. در نهایت، ۳۶۴ پرسشنامه معتبر برای تحلیل نهایی انتخاب شد. داده‌های گردآوری‌شده پس از آماده‌سازی و پیرایش، در قالب

مقدار این آماره‌ها بین صفر و یک است، که مقدار صفر آن حاکی از عدم توضیح‌دهندگی مطلق مدل و مقدار یک حاکی از توضیح‌دهندگی کامل مدل است (Train, 2009).

برای تحلیل رفتار سفر پاسخ‌گویان در مواجهه با اجرای سیاست قیمت‌گذاری محدوده، از مدل لجوجیت دوتایی<sup>۱۴</sup> استفاده شده است، که متغیر وابسته مربوطه شامل دو حالت است:

۱. عدم تغییر رفتار سفر (انجام سفر به صورت قبل از اجرای

طرح)

۲. تغییر رفتار سفر (تغییر مسیر، مقصد، زمان سفر، لغو سفر

یا تغییر وسیله سفر)

در این پژوهش، تمرکز بر شناسایی گروه‌های حساس و غیر حساس به قیمت‌گذاری بوده و نتایج اولیه نشان می‌دهد تنها بخش محدودی از پاسخ‌گویان تمایل به تغییر رفتار سفر دارند. در چنین شرایطی، استفاده از مدل‌های پیچیده‌تر انتخاب گسسته

پذیرفته است، هیچ پاسخ‌گویی گزینه "اصلاً" را انتخاب نکرد که نشان‌دهنده صحت پرسشگری است. بیشترین فراوانی تعداد سفرها با ۳۸٫۲٪ فراوانی مربوط به ۱ تا ۵ بار سفر به محدوده مرکزی شهر انجام شده‌اند. در این میان، سفرهای شغلی با ۵۰٫۸٪ بیشترین فراوانی را داشتند و پس از آن، سفرهای خرید با ۱۶٫۲٪ در رتبه دوم قرار گرفتند.

در بین وسایل مورد استفاده برای تردد در محدوده مرکزی شهر، گزینه سواری شخصی با فراوانی ۶۵٫۱٪ بالاترین درصد را به خود اختصاص داده و گزینه حمل‌ونقل همگانی ۱۱٫۸٪ فراوانی را داشته است. همچنین، اکثر سفرها بین ۱۰ تا ۲۰ دقیقه طول کشیده‌اند. زمان ورود به محدوده مرکزی شهر، قبل از ساعت ۹:۰۰ صبح و بین ساعت ۱۶:۰۰ تا ۱۹:۰۰ عصر که به‌عنوان اوج صبح و عصر شناخته می‌شوند، هرکدام دارای بالاترین فراوانی بوده‌اند.

این داده‌ها نشان می‌دهند که اکثر سفرها به محدوده مرکزی شهر کرمان با اهداف شغلی و از طریق خودروی شخصی انجام می‌شوند. علاوه بر این، الگوی مشخصی از ترافیک در ساعات اوج صبح و عصر قابل مشاهده است.

از مشخصات فردی افراد پاسخ‌گو می‌توان به مشخصات زیر اشاره کرد؛ افرادی با سن کمتر از ۳۵ سال با فراوانی ۵۳٫۸٪ بیش‌ترین سهم را دارند. این موضوع با توجه به ترکیب جمعیتی کاربران فعال محدوده مرکزی و سهم بالاتر افراد جوان در سفرهای روزانه این ناحیه قابل انتظار است. در طول پرسشگری سعی شده تا توزیع جنسیتی نزدیک به واقعیت جامعه باشد و ۶۰٫۴٪ جامعه مورد پرسش قرار گرفته را مردان تشکیل می‌دهند. همچنین، با توجه به اینکه محدوده مرکزی شهر به‌عنوان ناحیه‌ای با فعالیت تجاری بالا، باعث جذب فروشندگان و مغازه‌داران شده است، شغل ۳۶٫۰٪ افراد پاسخ‌گو را فروشندگان شامل می‌شود.

سطح تحصیلات زیر لیسانس بیشترین فراوانی را دارند که نشان‌دهنده سطح تحصیلاتی متوسط جامعه است. افراد فاقد خودروی شخصی اندک هستند (۲٫۷٪) و بیش‌ترین فراوانی متعلق به افرادی است که یک خودروی شخصی دارند (۵۱٫۴٪). این مسئله نشان‌دهنده وابستگی بالای افراد به خودروهای شخصی برای جابه‌جایی در محدوده مرکزی شهر است.

در شکل (۳) تحلیل فراوانی رفتار سفر پاسخ‌گویان به سناریوها ارائه شده است. هدف اصلی مطرح کردن این پرسش، برآورد

۱۰۹۲ مشاهده (به ازای سه سناریو برای هر پاسخ‌گو) وارد مدل شدند. داده‌های پژوهش حاضر از سه بخش اصلی تشکیل شده است که هرکدام اطلاعات خاصی را هدف قرار می‌دهند.

#### بخش اول\_ مشخصات سفر (رجحان آشکار شده)

در این بخش مشخصات سفرهای افراد به محدوده مرکزی شهر پرسش شده و شامل موارد زیر است:

-تعداد سفرهای افراد به محدوده مرکزی شهر در دو هفته گذشته (اصلاً، ۵-۱۰ بار، ۱۰-۶ بار، ۲۰-۱۱ بار، بیش از ۲۰ بار)، -هدف اصلی افراد از سفر به محدوده مرکزی شهر (این اهداف در دسته‌های شغلی، خرید، تفریح و دیدار آشنایان، سوار/پیاده کردن فرزند، تحصیلی، درمانی و سایر موارد قرار دارند).

-وسیله اصلی مورد استفاده برای تردد در محدوده مرکزی شهر (این وسایل شامل سواری شخصی، حمل‌ونقل همگانی، تاکسی/تاکسی اینترنتی، موتورسیکلت، دوچرخه، پیاده هستند)، -زمان سفر تقریبی افراد از مبدأ به مقصد (کمتر از ۱۰ دقیقه، بین ۱۰ تا ۲۰ دقیقه، بین ۲۰ تا ۳۰ دقیقه و بیش از ۳۰ دقیقه) و -زمان ورود /خروج به/از محدوده مرکزی شهر

#### بخش دوم\_ اطلاعات فردی (رجحان آشکار شده)

در این بخش اطلاعات شخصی افراد مانند جنسیت، سن، تحصیلات، وضعیت شغلی و تعداد خودروی شخصی تحت تملک خانواده پرسش شده است.

#### بخش سوم\_ رفتار سفر در مواجهه با قیمت‌گذاری محدوده (رجحان بیان شده)

در این بخش، با تأکید بر مزایای اجرای طرح قیمت‌گذاری و دلایل اجرای آن در شهر کرمان، از پاسخ‌گویان خواسته شد که با در نظر گرفتن سفر اصلی خود به محدوده مرکزی شهر و اجرای این طرح از روزهای شنبه تا چهارشنبه و در ساعات ۶:۳۰ الی ۹:۳۰ صبح و ۱۶ تا ۱۹ عصر، در هر سناریو یک گزینه را برای سفر خود انتخاب کنند. گزینه‌های انتخابی شامل انجام سفر بدون تغییر، تغییر مسیر یا مقصد، تغییر زمان ورود به محدوده، لغو سفر یا انجام سفر در آخر هفته و تغییر وسیله نقلیه بودند.

نتایج تحلیل فراوانی اطلاعات جمع‌آوری‌شده از دو بخش اول و دوم مطالعه حاضر در جدول (۲) نمایش داده شده است. با توجه به اینکه پرسشگری در محدوده مرکزی شهر صورت

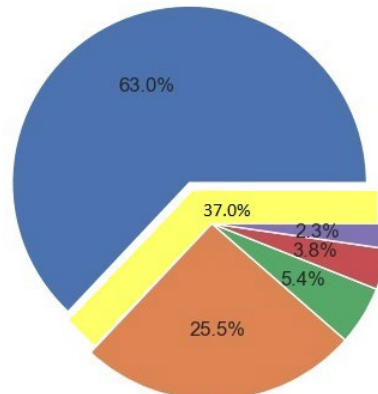
اشاره دارد که به طور کلی رفتار سفر خود را تغییر خواهند داد، که شامل حالت‌های تغییر مسیر یا مقصد، تغییر زمان ورود به محدوده، لغو سفر یا موکول کردن به آخر هفته و همچنین تغییر وسیله سفر می‌شود.

میزان اثرگذاری اجرای طرح قیمت‌گذاری بر رفتار سفر کاربران محدوده مرکزی شهر است. نتایج نشان می‌دهند که در صورت اجرای این طرح، ۶۳٪ افراد سفر خود را بدون تغییر ادامه خواهند داد؛ در حالی که ۲۵٫۵٪ به تغییر وسیله نقلیه خود خواهند پرداخت. گزینه تغییر سفر با فراوانی ۳۷٪ به افرادی

جدول ۲. خلاصه‌ای از نتایج تحلیل آماری توصیفی داده‌های این پژوهش

ویژگی	فراوانی نسبی (درصد)	ویژگی	فراوانی نسبی (درصد)
زمان سفر		جنسیت	
کمتر از ۱۰ دقیقه	۱۲/۹	مرد	۶۰/۴
بین ۱۰ تا ۲۰ دقیقه	۵۲/۷	زن	۳۹/۶
بین ۲۰ تا ۳۰ دقیقه	۲۶/۶	سطح تحصیلات	
بیش از ۳۰ دقیقه	۷/۷	دیپلم و زیر دیپلم	۳۵/۷
تعداد سفر به محدوده		فوق دیپلم	۲۹/۱
اصلاً	۰	لیسانس	۲۷/۷
۱-۵ بار	۳۸/۲	فوق لیسانس	۶/۶
۶-۱۰ بار	۱۵/۹	دکتری	۰/۸
۱۱-۲۰ بار	۲۲/۳	سن	
بیش از ۲۰ بار	۲۳/۶	۱۸-۲۴	۱۴/۵
هدف سفر		۲۵-۳۴	۳۹/۳
شغلی	۵۰/۸	۳۵-۴۴	۲۹/۷
خرید	۱۶/۲	۴۵-۵۴	۱۴/۰
تفریحی	۷/۴	۵۵ و بیشتر	۲/۵
سوار/پیاده کردن	۳/۳	وضعیت گواهینامه	
تحصیلی	۴/۹	دارد	۹۲/۰
کار اداری	۱۱/۵	ندارد	۸/۰
درمانی	۵/۲	شغل	
سایر موارد	۰/۵	فروشنده	۳۶/۰
وسيله سفر		کارمند	۱۸/۹
سواری	۶۵/۱	دانشجو	۹/۳
حمل و نقل همگانی	۱۱/۸	کارگر	۳/۳
تاکسی	۱۰/۲	خانه‌دار	۱۴/۳
موتورسیکلت	۷/۱	سایر	۱۸/۲
دوچرخه	۰/۵	زمان ورود به محدوده مرکزی شهر (ساعت)	
پیاده	۵/۲	قبل از ۹:۰۰	۳۴/۶
تعداد خودرو خانوار		بین ۹:۰۰ تا ۱۲:۰۰	۱۹/۸
۰	۲/۷	بین ۱۲:۰۰ تا ۱۶:۰۰	۷/۷
۱	۵۱/۴	بین ۱۶:۰۰ تا ۱۹:۰۰	۳۵/۷
۲	۳۹/۰	بعد از ۱۹:۰۰	۲/۲
۳ و بیشتر	۶/۹		

- انجام سفر بدون تغییر
- تغییر
- لغو سفر/انجام سفر در آخر هفته
- تغییر مسیر/مقصد
- تغییر زمان ورود
- تغییر وسیله



شکل ۳. نتایج تحلیل فراوانی رفتار سفر پاسخ‌گویان

## ۵- نتایج تحلیل و مدل‌سازی

در این پژوهش برای تحلیل رفتار سفر پاسخ‌گویان در مواجهه با اجرای سیاست قیمت‌گذاری محدودده، از مدل انتخاب گسسته در قالب لجیت دوتایی و نرم‌افزار NLOGIT 5.0 استفاده شده است. متغیر وابسته مدل بیانگر تصمیم اولیه افراد نسبت به تغییر (به‌عنوان گزینه مبنا) یا عدم تغییر الگوی جابه‌جایی در صورت اجرای این سیاست است. در فرآیند مدل‌سازی مجموعه‌ای از متغیرهای اجتماعی-اقتصادی، ویژگی‌های سفر و مشخصات تأثیرگذار بر طرح به‌عنوان متغیرهای توضیحی وارد مدل شدند. این متغیرها با هدف بررسی نقش ویژگی‌های فردی و سفر در احتمال تغییر رفتار انتخاب شده‌اند. برآورد مدل‌ها به‌صورت گام‌به‌گام انجام شد و تنها متغیرهایی که از نظر آماری معنادار بودند در مدل نهایی حفظ شدند. متغیر هزینه تردد نیز به‌عنوان یکی از عوامل بالقوه مؤثر بر رفتار سفر، در مراحل مختلف مدل‌سازی مورد بررسی قرار گرفت. در این راستا، تعاریف متنوعی از متغیر هزینه، شامل متغیرهای ترتیبی، گسسته و دودویی، در مدل‌های مختلف آزمون شد. با این حال، علیرغم تلاش‌های انجام شده و برآورد تعداد قابل‌توجهی از مشخصات مدل، این متغیر در سطح اطمینان متعارف معنادار تشخیص داده نشد. این نتیجه می‌تواند بازتابی از ویژگی‌های اجتماعی-اقتصادی شهروندان کرمان و سطح فعلی قیمت‌های مورد بررسی باشد و نشان دهد که در این سطح از قیمت‌گذاری، هزینه به‌تنهایی محرک اصلی تغییر رفتار سفر نیست.

ساختار متغیرهای بکار گرفته شده در مدل نهایی در جدول (۳) نشان داده شده و نتایج برآورد مدل لجیت دوگانه به‌منظور

تحلیل کمی ویژگی‌های افراد حساس به قیمت‌گذاری محدودده برای تغییر رفتار سفر در جدول (۴) ارائه شده است. در ادامه، به‌منظور تفسیر دقیق‌تر نتایج و استخراج بینش‌های کاربردی، اثرات حاشیه‌ای متغیرهای معنادار محاسبه و تحلیل شده‌اند که در جدول (۴) قابل مشاهده است. این تحلیل امکان بررسی میزان تأثیر هر یک از عوامل مؤثر بر احتمال تغییر الگوی جابه‌جایی را فراهم می‌کند و می‌تواند مبنایی برای ارائه پیشنهادها و سیاست‌های مدیریتی تقاضای سفر باشد. تفسیر نتایج در میان مشخصات سفر نشان می‌دهد که افزایش زمان سفر درک شده کاربران قبل از اجرای طرح قیمت‌گذاری، موجب افزایش تغییر رفتار سفر افراد می‌گردد. این افراد زمان بیشتری را نسبت به سایر کاربران از مبدأ تا مقصد طی می‌کنند و در صورت اجرای طرح قیمت‌گذاری، تمایل بیشتری به تغییر رفتار سفر خود خواهند داشت. بر اساس نتایج اثر حاشیه‌ای، افزایش زمان سفر، سهم گزینه تغییر رفتار به میزان ۹۵٫۳۶٪ افزایش می‌دهد. در نتیجه هرچه زمان سفر درک شده کاربر بیشتر باشد، تمایل بیشتری به تغییر رفتار سفر خود خواهد داشت. نتایج حاکی از آن است که اگر هدف سفر کاربران به محدودده قیمت‌گذاری، شامل خرید، تفریح و کار اداری باشد، مطلوبیت گزینه تغییر افزایش می‌یابد. بر اساس نتایج اثر حاشیه‌ای، در صورتی که هدف سفر به محدودده قیمت‌گذاری برای خرید، تفریح و کار اداری باشد، سهم گزینه تغییر به ترتیب به میزان ۱۳٫۳۹٪، ۱۲٫۲۱٪ و ۱۷٫۰۸٪ افزایش می‌یابد. به‌عبارت‌دیگر، افراد با این اهداف سفر تمایل بیشتری به تغییر

رفتار سفر دارند. این در حالی است که متغیر "داشتن هدف سفر سوار/پایاده کردن فرزند" در ورود به محدوده مرکزی شهر، موجب کاهش مطلوبیت گزینه تغییر رفتار سفر می شود. نتایج اثر حاشیه ای نشان می دهد که سهم گزینه تغییر به میزان ۲۸,۲۵٪ کاهش می یابد. مطابق با مطالعه خرم دهنوی و همکاران (۲۰۲۴)، تحلیل اهداف سفر نشان می دهد که مسافرانی که سفرهای ضروری دارند، احتمال کمتری دارد که سفر خود را لغو کنند (KhorramDehnavi et al., 2024).

رفتار سفر دارند. این در حالی است که متغیر "داشتن هدف سفر سوار/پایاده کردن فرزند" در ورود به محدوده مرکزی شهر، موجب کاهش مطلوبیت گزینه تغییر رفتار سفر می شود. نتایج اثر حاشیه ای نشان می دهد که سهم گزینه تغییر به میزان ۲۸,۲۵٪ کاهش می یابد. مطابق با مطالعه خرم دهنوی و همکاران (۲۰۲۴)، تحلیل اهداف سفر نشان می دهد که مسافرانی که سفرهای ضروری دارند، احتمال کمتری دارد که سفر خود را لغو کنند (KhorramDehnavi et al., 2024).

جدول ۳. فهرست متغیرها و اختصارات مورد استفاده در مدل رفتار سفر

متغیر	نماد متغیر	شرح
<b>ویژگی های سفر</b>		
لگاریتم زمان سفر (دقیقه)	Log ADTT	متغیر پیوسته، لگاریتم زمان سفر درک شده کاربران
لگاریتم تعداد سفرهای دو هفته گذشته	Log NTD	متغیر پیوسته، لگاریتم تعداد سفر به محدوده در طی دو هفته
هدف سفر	Purec	متغیر دوتایی (هدف تفریحی=۱)
	Pushop	متغیر دوتایی (هدف خرید=۱)
	Pupad	متغیر دوتایی (هدف سوار/پایاده=۱)
	Puoff	متغیر دوتایی (هدف کار اداری=۱)
وسیله سفر	Motor	متغیر دوتایی (شیوه موتورسیکلت=۱)
زمان ورود به محدوده	After19	متغیر دوتایی (ورود بعد از ساعت ۱۹=۱)
<b>ویژگی های اجتماعی - اقتصادی</b>		
جنسیت	Male	متغیر دوتایی (مرد=۱)
سطح تحصیلات	Edu	متغیر ترتیبی (پایین=۱، متوسط=۲، بالا=۳)
سن	Age up 35	متغیر دوتایی (سن بالای ۳۵ سال=۱)
وضعیت گواهینامه	License	متغیر دوتایی (دارا=۱)
شغل	Employee	متغیر دوتایی (کارمند=۱)
	Worker	متغیر دوتایی (کارگر=۱)
تعداد خودرو خانوار	Vehicle	متغیر دوتایی (بیش از ۳ خودرو=۱)
<b>ویژگی های سناریوها</b>		
سیاست تشویقی	IP	متغیر دوتایی (بهبود حمل و نقل همگانی=۱)
کاهش زمان سفر (%)	TP	متغیر گسسته میزان کاهش زمان سفر (۰ و ۳۰ و ۵۰)

متغیر شیوه سفر با موتورسیکلت در گزینه تغییر رفتار سفر با علامت منفی معنادار است. این بدان معناست که افرادی با شیوه سفر موتورسیکلت به محدوده مرکزی شهر وارد می شوند، تمایل کمتری به تغییر رفتار سفر خود دارند و این امر به کاهش مطلوبیت این گزینه به میزان ۲۶,۰۶٪ منجر می شود. به عبارت دیگر، افرادی که به طور عمده از موتورسیکلت استفاده می کنند، به دلیل عدم اخذ عوارض در ورود موتورسیکلت ها به محدوده، انگیزه ای برای تغییر رفتار سفر خود احساس نمی کنند. علاوه بر این، افرادی که پس از ساعت ۱۹ به محدوده مرکزی شهر وارد می شوند، نیز به دلیل عدم اخذ عوارض، از تغییر رفتار سفر خود خودداری کرده و این وضعیت به کاهش مطلوبیت گزینه تغییر رفتار به میزان ۲۱,۲۶٪ منجر می شود. بر پایه نتایج مدل، افرادی که تعداد سفر بیشتری به محدوده دارند، گزینه تغییر رفتار سفر برای آن ها مطلوبیت منفی دارد. در نتایج اثرات حاشیه ای، مشاهده می شود که با افزایش تعداد سفر به محدوده، سهم گزینه تغییر رفتار سفر ۲,۸۱٪ کاهش می یابد؛ بنابراین، افزایش تعداد سفر به محدوده منجر به کاهش تمایل به تغییر رفتار سفر می شود. در نتیجه، تعداد سفر به محدوده به عنوان ویژگی تعیین کننده ای در نوع رفتار سفر افراد در مواجهه با طرح قیمت گذاری محدوده به شمار می آید.

متغیر شیوه سفر با موتورسیکلت در گزینه تغییر رفتار سفر با علامت منفی معنادار است. این بدان معناست که افرادی با شیوه سفر موتورسیکلت به محدوده مرکزی شهر وارد می شوند، تمایل کمتری به تغییر رفتار سفر خود دارند و این امر به کاهش مطلوبیت این گزینه به میزان ۲۶,۰۶٪ منجر می شود. به عبارت دیگر، افرادی که به طور عمده از موتورسیکلت استفاده می کنند، به دلیل عدم اخذ عوارض در ورود موتورسیکلت ها به محدوده، انگیزه ای برای تغییر رفتار سفر خود احساس نمی کنند. علاوه بر این، افرادی که پس از ساعت ۱۹ به محدوده مرکزی شهر وارد می شوند، نیز به دلیل عدم اخذ عوارض، از

از عوامل تأثیرگذار بر تغییر رفتار سفر، ویژگی‌های اجتماعی - اقتصادی افراد است. بر اساس مدل لجیت دوگانه، افراد با شغل کارگر با علامت مثبت معنادار شده است؛ بدین معنا که اجرای طرح قیمت‌گذاری باعث افزایش مطلوبیت تغییر رفتار سفر برای این افراد می‌شود. طبق نتایج اثر حاشیه‌ای، سهم گزینه تغییر به میزان ۲۳,۶۱٪ افزایش می‌یابد. در مقابل، متغیر کارمند با علامت منفی معنادار شده است، به طوری که این متغیر موجب کاهش مطلوبیت تغییر رفتار سفر می‌گردد. نتایج اثر حاشیه‌ای نشان می‌دهد که سهم گزینه تغییر به میزان ۱۱,۵۷٪ کاهش خواهد یافت. بر اساس یافته‌های مدل، خانوارهای دارای بیش از ۳ خودرو، مطلوبیت تغییر رفتار سفر را کاهش می‌دهند. نتایج اثر حاشیه‌ای نشان می‌دهد سهم گزینه تغییر به میزان ۱۷,۵۶٪ کاهش خواهد داشت. معناداری این متغیر نشان‌دهنده عدم تأثیر طرح قیمت‌گذاری بر تغییر رفتار خانوارهای دارای ۳ خودرو یا بیشتر است. علاوه بر این، مطلوبیت گزینه تغییر رفتار در مواجهه با متغیر افراد دارنده گواهینامه کاهش می‌یابد و سهم گزینه تغییر با توجه به اثر حاشیه‌ای به میزان ۱۱,۹۵٪ کاهش می‌یابد. این موضوع کاملاً منطقی است، چرا که کاربران

خودروی شخصی که دارای گواهینامه نیز هستند، تمایل بیشتری به استفاده از خودروی شخصی خود دارند.

متغیر سن بالای ۳۵ سال نیز در گزینه تغییر رفتار سفر با علامت منفی معنادار است؛ به این معنا که این گروه از افراد موجب کاهش مطلوبیت تغییر می‌شوند و طبق اثر حاشیه‌ای آن، سهم گزینه تغییر به میزان ۱۰,۶۹٪ کاهش پیدا می‌کند. به عبارتی، این افراد تمایل کمتری به تغییر رفتار سفر خود نشان می‌دهند.

متغیر جنسیت مرد باعث کاهش مطلوبیت گزینه تغییر رفتار سفر می‌شود. نتایج اثر حاشیه‌ای نشان می‌دهد که سهم این گزینه به میزان ۵,۶۱٪ کاهش می‌یابد. تحلیل این متغیر بیانگر آن است که مردان تمایل کمتری به تغییر رفتار سفر خود دارند. همچنین، طبق مطالعه صالح و همکاران (۲۰۱۶) مردان وابستگی بیشتری به خودروی شخصی دارند (Saleh et al., 2016).

در مقابل، نتایج مدل نشان می‌دهد که افراد با تحصیلات بالاتر تمایل بیشتری به تغییر رفتار سفر دارند. بر اساس اثر حاشیه‌ای، سهم گزینه تغییر به میزان ۶,۰۵٪ افزایش می‌یابد. همچنین، مطالعه ماراژی و همکاران (۲۰۲۲) نشان داده است که این افراد احتمال بیشتری برای پذیرش قیمت گذاری تراکم دارند (Marazi et al., 2022).

جدول ۴. نتایج پرداخت مدل لجیت دوگانه عوامل تأثیرگذار بر تغییر رفتار سفر

نماد متغیر	ضریب	مقدار احتمال (P Value)	اثر حاشیه‌ای
Constant	۴.۲۲۸۸۷***	۰.۰۰۰۰	-
Log NTD	۰.۱۴۸۰۸***	۰.۰۰۰۰	-۰.۰۲۸۱
Log ADTT	۰.۰۳۱۷۱***	۰.۰۰۰۰	۰.۹۵۳۶
Pushop	۰.۶۸۲۳۶***	۰.۰۰۳۲	۰.۱۳۳۹
Purec	۰.۶۲۳۶۸**	۰.۰۳۸۰	۰.۱۲۲۱
Puoff	۰.۸۶۹۷۸***	۰.۰۰۱۱	۰.۱۷۰۸
Pupad	۲.۱۲۰۶۴***	۰.۰۰۵۶	-۰.۲۸۲۵
Motor	۱.۷۵۳۷۳***	۰.۰۰۰۰	-۰.۲۶۰۶
After19	۱.۳۷۲۳۱**	۰.۰۲۳۷	-۰.۲۱۲۶
Male	۰.۲۹۰۹۰*	۰.۰۶۷۵	-۰.۰۵۶۱
Edu	۰.۳۱۹۳۴***	۰.۰۰۰۳	۰.۰۶۰۵
Age up 35	۰.۵۶۳۹۶***	۰.۰۰۰۲	-۰.۱۰۶۹
License	۰.۶۰۷۴۲**	۰.۰۲۸۵	-۰.۱۱۹۵
Employee	۰.۶۴۷۴۲***	۰.۰۰۹۳	-۰.۱۱۵۷
Worker	۱.۲۰۰۲۶**	۰.۰۱۰۵	۰.۲۳۶۱
Vehicle	۱.۰۵۲۸۲***	۰.۰۰۴۳	-۰.۱۷۵۶
TP	۰.۲۴۳۸***	۰.۰۰۰۰	۰.۰۰۴۶
IP	۰.۲۴۶۵۴*	۰.۰۷۷۴	۰.۰۴۰۷
تعداد مشاهدات			
$L(\beta)$		۱۰۹۲	
$L(C)$		-۶۰۷.۱۳۱	لگاریتم تابع درست‌نمایی در همگرایی
$L(0)$		-۷۲۰.۰۸۹	لگاریتم تابع درست‌نمایی سهم بازار
$\rho^2$		-۷۵۶.۹۱۷	لگاریتم تابع درست‌نمایی سهم برابر
$\rho_C^2$		۰.۱۹۸	ضریب نکویی برازش نسبت به سهم برابر
		۰.۱۵۷	ضریب نکویی برازش نسبت به سهم بازار

\*\*\*, \*\*, \* = در سطح ۱ درصد، ۵ درصد و ۱۰ درصد معنادار است.

در جدول (۴)، متغیرهای مدل نهایی در سطوح ۰٫۰۵، ۰٫۱ و ۰٫۰۱، به صورت معنادار گزارش شده‌اند. استفاده از آزمون نسبت در ست‌نمایی نشان می‌دهد که مدل کارآمد است. در این راستا تفاوت مقادیر  $L(\beta)$  با  $L(C)$  و  $L(0)$  مقایسه شده و معناداری این تفاوت در سطح ۱ درصد با درجه آزادی ۱۷ ( $\chi^2_{17}(0.01 d.f) = 33.409$ ) مورد بررسی قرار گرفته است. یافته‌ها نشان‌دهنده کارایی و اعتبار مدل در تحلیل تغییر رفتار سفر است.

$$\begin{aligned} -2[L(0) - L(\beta)] &= 299.572 \\ -2[L(C) - L(\beta)] &= 225.916 \end{aligned}$$

می‌تواند تغییرات و رفتارهای سفر را پیش‌بینی کند. این نتایج می‌تواند به استفاده‌کنندگان و پژوهشگران در طراحی و بهینه‌سازی سیاست‌های حمل‌ونقل و تحلیل‌های مربوط به تغییر رفتار سفر کمک شایانی نماید.

ساختاری شهر، از جمله وسعت بالا، پراکندگی جمعیت، طولانی بودن سفرها، وابستگی شدید به خودروی شخصی و شرایط اجتماعی-اقتصادی شهروندان تفسیر کرد. در چنین بستری، قیمت‌گذاری در سطوح مورد بررسی به‌تنهایی محرک قدرتمندی برای تغییر رفتار سفر محسوب نمی‌شود. با این حال، نتایج پژوهش نشان می‌دهد که شناسایی ویژگی‌های افرادی که نسبت به این سیاست حساس‌تر هستند، از اهمیت بالایی برخوردار است. نتایج مدل برتر (بر اساس درصد برآورد درست و آزمون نسبت درست‌نمایی، تحلیل پارامترهای معنادار در مدل و تحلیل اثرات حاشیه‌ای) نشان می‌دهد که ویژگی‌های خاصی از افراد نظیر سطح تحصیلات، هدف سفر و کیفیت حمل‌ونقل هم‌گانی نقش مهمی در افزایش احتمال تغییر رفتار دارند. در حالی که افراد دارای چند خودرو، سن بالاتر از ۳۵ سال و استفاده‌کنندگان از موتورسیکلت کمترین تمایل به تغییر رفتار را نشان می‌دهند. از این منظر، برجستگی اصلی پژوهش نه در تعداد افراد حساس، بلکه در شناخت ویژگی‌های این گروه محدود نهفته است؛ شناختی که می‌تواند مبنایی برای طراحی هدفمندتر سیاست‌های مدیریت تقاضای سفر باشد. تحلیل اثرات حاشیه‌ای نشان می‌دهد که بهبود کیفیت حمل‌ونقل

بر اساس نتایج مدل، متغیرهای کاهش زمان سفر و بهبود حمل‌ونقل همگانی با علامت مثبت معنادار گردیده‌اند، که به این معناست که این موارد باعث افزایش مطلوبیت تغییر رفتار سفر می‌شوند. نتایج تحلیل اثر حاشیه‌ای نشان می‌دهد که کاهش زمان سفر و بهبود خدمات حمل‌ونقل همگانی، به ترتیب، می‌توانند سهم گزینه تغییر سفر را به میزان ۰٫۴۶ و ۴٫۰۷ درصد افزایش دهند. نتایج مدل نشان می‌دهد که متغیرهای مدل دارای علامت‌های منطقی هستند. با توجه به مقدار احتمال، سطح معناداری هر یک از متغیرهای مدل مشخص شده است.

$$> \chi^2_{17}(0.01 d.f)$$

بر اساس نتایج، مدل برازش داده شده نسبت به مدل صرفاً با مقادیر ثابت و همچنین مدل با سهم مساوی برای گزینه‌ها، از لحاظ کارایی در سطح اطمینان ۹۹٪ برتر است. علاوه بر این، در صد برآورد صحیح مدل برازش شده برابر ۶۹٫۸۷ است که بیانگر برازش خوب مدل است و نشان می‌دهد که مدل به‌خوبی

## ۶- نتیجه‌گیری

قیمت‌گذاری محدوده به‌عنوان ابزاری برای مدیریت تقاضای ترافیک و کاهش تراکم در شبکه‌های حمل‌ونقل مطرح شده است. هدف اصلی این سیاست، تأمین هزینه‌های اجتماعی ناشی از ترافیک برای سایرین و تغییر رفتار سفر کاربران است. این تغییر رفتار شامل زمان حرکت، انتخاب مسیر، انتخاب شیوه حمل‌ونقل و انتخاب مقصد می‌شود، که در نهایت می‌تواند به کاهش تراکم ترافیک و افزایش منافع جامعه منجر گردد. این پژوهش با هدف تحلیل کمی رفتار سفر شهروندان و شناسایی گروه‌های حساس و غیر حساس به سیاست قیمت‌گذاری محدوده انجام شد و تمرکز آن بر بررسی احتمال تغییر الگوی جابه‌جایی افراد در مواجهه با این سیاست بود. برخلاف بخش عمده‌ای از مطالعات پیشین که به سنجش میزان پذیرش عمومی قیمت‌گذاری تراکم پرداخته‌اند، مطالعه حاضر تلاش کرد با استفاده از داده‌های اصیل و پرسشنامه‌ای طراحی شده به صورت اختصاصی، واکنش رفتاری شهروندان را در قالب یک تصمیم دودویی مدل‌سازی کند. نتایج تحلیل فراوانی نشان می‌دهد که ۶۳٪ پاسخ‌گویان سفر خود را بدون هیچ تغییری نسبت به قیمت‌گذاری محدوده انجام می‌دهند و تمایل به تغییر الگوی سفر ندارند. این یافته را می‌توان در چارچوب ویژگی‌های

تغییر رفتار سفر ارائه می‌دهد. دوم، بررسی این رفتار در بستر شهری کرمان به‌عنوان نمونه‌ای از شهرهای متوسط ایران، که برخلاف کلان‌شهرها دارای ساختار تک‌مرکزی و وابستگی بالا به خودروی شخصی است که در نوع خود کمتر مورد توجه قرار گرفته و یافته‌های آن قابلیت تعمیم به سایر شهرهای مشابه کشور را دارد. با وجود نتایج ارزشمند به‌دست‌آمده، پیشنهاد می‌شود مطالعات آینده با استفاده از روش‌های نمونه‌گیری طبقه‌بندی شده در مناطق مختلف شهری و به‌کارگیری مدل‌های پیشرفته‌تر انتخاب گسسته، نظیر لوجیت ترکیبی با در نظر گرفتن ناهمگنی ترجیحات، به بررسی دقیق‌تر حساسیت شهروندان نسبت به سطوح مختلف قیمت‌گذاری بپردازند. همچنین، بررسی سناریوهای قیمتی متفاوت و ترکیب سیاست قیمت‌گذاری با سایر ابزارهای مدیریت تقاضا می‌تواند مسیر مناسبی برای توسعه پژوهش‌های آتی در این حوزه باشد. علاوه بر این، برای بررسی اثرات طولانی مدت سیاست‌های قیمت‌گذاری محدود، می‌توان از رویکردهای شبیه‌سازی بهره برد. این رویکردها به پژوهشگران و سیاست‌گذاران این امکان را می‌دهد که سناریوهای مختلف را به‌طور واقع‌گرایانه‌تری مدل‌سازی و ارزیابی کنند و به‌این‌ترتیب، اثرات احتمالی سیاست‌ها را بر رفتار سفر و وضعیت ترافیک تحلیل نمایند.

همگانی و کاهش زمان سفر بیشترین اثر را بر افزایش احتمال تغییر رفتار سفر دارند. به‌طور خاص، کاهش زمان سفر در محدوده مرکزی موجب افزایش حدود ۰/۴۶ درصدی در انتخاب گزینه تغییر رفتار می‌شود، درحالی‌که ارتقای خدمات حمل‌ونقل همگانی می‌تواند این سهم را تا حدود ۴/۰۷ در صد افزایش دهد. این یافته‌ها بیانگر آن است که اجرای سیاست قیمت‌گذاری محدوده بدون ارتقای هم‌زمان کیفیت حمل‌ونقل همگانی، اثربخشی محدودی خواهد داشت و برای ایجاد تغییر پایدار در رفتار سفر، باید هر دو سیاست به‌صورت مکمل اجرا شوند. عدم معناداری متغیر هزینه نشان می‌دهد که در شرایط فعلی شهر کرمان، هزینه تردد در سطوح مورد بررسی تأثیر تعیین‌کننده‌ای بر تصمیم اولیه شهروندان ندارد. این نتیجه می‌تواند بیانگر آن باشد که در صورت هدف‌گذاری برای ایجاد تغییر محسوس در الگوی سفر، لازم است سطوح قیمتی مورد بازنگری قرار گیرند یا سیاست قیمت‌گذاری در کنار سایر ابزارهای مکمل، نظیر ارتقای کیفیت حمل‌ونقل همگانی، به کار گرفته شود. نتایج این پژوهش از دو جنبه دارای ارزش نوآورانه است. نخست، تحلیل رفتار احتمالی شهروندان در مواجهه با اجرای سیاست قیمت‌گذاری محدود، که فراتر از سنجش نگرش یا پذیرش عمومی بوده و تصویری عینی از تمایل به

#### ۷- پی‌نوشت‌ها

1. Restraint Policies
2. Remedial Policies
3. Categorical
4. Structural
5. Discrete Choice Models
6. Revealed Preference
7. Stated Preference
8. Experimental Design
9. Full Factorial Design
10. Pilot Test
11. Purposive Sampling
12. Independently and Identically Distributed (IID)
13. P-Value
14. Binary Logit Model

#### ۸- مراجع

-Baghestani, A., Shami, S., Mamdoohi, A. R., Habibian, M., & Fowri, H. R. (2024). An Impact Assessment of Cordon Pricing Relaxation on Modal Shift During the COVID-19 Pandemic. *Transportation Planning and Technology*, 1–18.  
doi.org/10.1080/03081060.2024.2416248

-Gu, Z., Liu, Z., Cheng, Q., & Saberi, M. (2018). Congestion Pricing Practices and Public Acceptance: A Review of Evidence. Case Studies on Transport Policy. doi.org/10.1016/j.cstp.2018.01.004

-Aasness, M. A., & Odeck, J. (2023). Road users' attitudes towards transforming a flat rate cordon toll to a congestion charging system: The case of Oslo, Norway. *Research in Transportation Business and Management*, 50(March), 100971.  
doi.org/10.1016/j.rtbm.2023.100971

-Abulibdeh, A. (2022). Planning for Congestion Pricing Policies in the Middle East: Public Acceptability and Revenue Distribution. *Transportation Letters*, 14(3), 282–297.  
doi.org/10.1080/19427867.2020.1857908

- Ren, X., Ji, Z., & Chow, J. Y. J. (2025). Distributional welfare impacts and compensatory transit strategies under NYC congestion pricing. 1–33.  
**doi.org/10.48550/arXiv.2510.06416**
- Saleh, S. M., Sugiarto, S., Mutiawati, C., Angraini, R., & Isya, M. (2016). Using psychometric data from the stated preference (SP) experiments to search explanatory power for appropriateness of congestion charging policy. *Aceh International Journal of Science and Technology*, 5(3), 88–96.  
**doi.org/10.13170/aijst.5.3.5741**
- Sanko, N. (2001). Guidelines for Stated Preference Experiment Design (Professional Company Project in Association with RAND Europe).
- Schlöpfer, F., & Getzner, M. (2020). Beyond Current Guidelines: A Proposal for Bringing Behavioral Economics to the Design and Analysis of Stated Preference Surveys. *Ecological Economics*, 176(September 2019), 106720.  
**doi.org/10.1016/j.ecolecon.2020.106720**
- Spilotros, A. (2019). The Impact of Implementing Different Cordon Size Designs on Land Use Patterns in Portland, OR.  
**doi.org/10.15760/etd.6971**
- Tate, C., Longo, A., Boeri, M., Taylor, T., Garcia, L., & Hunter, R. (2025). A Stated Preference Study to Explore Market-Based Instruments to Reduce Car Usage.  
**doi.org/10.1007/s10640-025-01005-w**
- Train, K. (2009). *Discrete Choice Methods With Simulation* 2nd ed. Cambridge: Cambridge University Press.  
**doi.org/10.1017/CBO9780511805271**
- Turner, M. A. (2019). Local Transportation Policy and Economic Opportunity. January.
- Wang, Q., Jonsson, D., & Karlström, A. (2026). Dynamic scheduling modelling of congestion pricing: Assessing travel behaviour and welfare impacts in Greater Helsinki. *Transport Policy*, 177(November 2025), 103929.  
**doi.org/10.1016/j.tranpol.2025.103929**
- Yu, X., Berg, V. A. C. Van Den, & Verhoef, E. T. (2025). Preference heterogeneity in a dynamic flow congestion model. *Transportation Research Part B*, 195 (April 2024), 103193.  
**doi.org/10.1016/j.trb.2025.103193**
- Jing, P. (2022). Design and Evaluation of Urban Congestion Pricing Policies with Microsimulation of Passenger and Freight. [dspace.mit.edu/handle/1721.1/143415](https://dspace.mit.edu/handle/1721.1/143415)
- Louviere, J., Hensher, D.A., & Swait J.D. (2000). *Stated Choice Methods*. In Cambridge University Press Virtual.  
<http://www.cambridge.org>
- KhorramDehnavi, S., MorovatiSharifabadi, A., AghidiKheyraadi, S., & HosseiniBamakan, S. M. (2024). Evaluating private car users' preference to congestion pricing: A study on trip cancellation behavior. *Case Studies on Transport Policy*, 18(March), 101300. **doi.org/10.1016/j.cstp.2024.101300**
- Kuhfeld, W. F. (2010). *Marketing research methods in SAS. Graphical Techniques*. Cary, NC, SAS-Institute TS-722, 1–1309.
- Litman, T. (2022). Evaluating Transportation Equity: Guidance for Incorporating Distributional Impacts in Transport Planning. *ITE Journal (Institute of Transportation Engineers)*, 92(4), 44–49.
- Marazi, N. F., Majumdar, B. B., Sahu, P. K., & Potoglou, D. (2022). Congestion pricing acceptability among commuters: An Indian perspective. *Research in Transportation Economics*, 95(January), 101180.  
**doi.org/10.1016/j.retrec.2022.101180**
- Milenković, M., Glavić, D., & Maričić, M. (2019). Determining factors affecting congestion pricing acceptability. *Transport Policy*, 82(October 2018), 58–74.  
**doi.org/10.1016/j.tranpol.2019.08.004**
- Moeinaddini, A., & Habibian, M. (2023). Transportation demand management policy efficiency: An attempt to address the effectiveness and acceptability of policy packages. *Transport Policy*, 141(July), 317–330.  
**doi.org/10.1016/j.tranpol.2023.07.027**
- OECD. (2020). *Decarbonising Urban Mobility with Land Use and Transport Policies: The Case of Auckland, New Zealand*. In *Decarbonising Urban Mobility with Land Use and Transport Policies: The Case of Auckland, New Zealand*. **doi.org/10.1787/095848a3-en**

# A Quantitative Analysis of the Characteristics of Congestion Pricing-Sensitive Individuals and Their Effects on Travel Behavior

*Elahe Kazemzadeh, M.Sc., Graduate, Faculty of Civil & Environmental Eng.,  
Tarbiat Modares University, Tehran, Iran.*

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

*Maryam Iranmanesh, Ph.D., Graduate, Faculty of Civil & Environmental Eng.,  
Tarbiat Modares University, Tehran, Iran.*

**E-mail: [armamdoohi@modares.ac.ir](mailto:armamdoohi@modares.ac.ir)**

Received: September 2025- Accepted: February 2026

## ABSTRACT

Urban traffic management constitutes a major challenge in developing cities, and congestion pricing has emerged as an effective travel demand management strategy. Despite the expanding body of literature on congestion pricing, relatively limited attention has been paid to identifying and analyzing the characteristics of individuals who exhibit behavioral sensitivity to such policies. This study addresses this gap by quantitatively examining citizens' travel behavior and distinguishing between price-sensitive and non-price-sensitive groups in the city of Kerman, a developing urban context. Data were collected using a mixed-design questionnaire that integrated revealed preference and stated preference approaches and were obtained through face-to-face interviews with 364 residents conducted in May 2024. The data were analyzed using a binary logit model, with a focus on the fundamental question of whether individuals modify their travel patterns in response to the implementation of congestion pricing. The results indicate that individuals who frequently travel to the priced area, motorcycle users, those aged over 35 years, and individuals who are employees or own multiple vehicles exhibit a lower likelihood of adjusting their travel behavior. In contrast, respondents with higher levels of education, workers, and individuals traveling to the priced zone for shopping, recreational, or administrative purposes demonstrate a greater propensity to change their travel patterns. Furthermore, the marginal effects analysis reveals that reductions in travel time and improvements in public transport quality increase the probability of travel pattern change by 0.46 and 4.07 percentage points, respectively. Overall, the findings suggest that, within the specific context of Kerman, only a minority of citizens are sensitive to conventional congestion pricing levels. Nevertheless, identifying the characteristics of this sensitive group provides a robust basis for designing targeted and realistic travel demand management policies in cities with a strong dependence on private motor vehicles.

**Keywords:** Travel Behavior, Congestion Pricing, Discrete Choice Model, Traffic Management