



شناسایی برخی منابع ناهمگونی ارزش زمان سفر کاربران محدوده کنترل آلودگی هوای تهران

سوگل کنعانی ممان، امیررضا ممدوحی*

۱- موسسه عالی آموزش و پژوهش مدیریت و برنامه‌ریزی، تهران، ایران
۲- دانشکده مهندسی عمران و محیط زیست، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران.

تاریخچه داوری:

دریافت: ۱۳۹۹/۱۱/۲۳
بازنگری: ۱۴۰۰/۰۵/۱۷
پذیرش: ۱۴۰۰/۰۵/۱۸
ارائه آنلاین: ۱۴۰۱/۰۵/۰۸

کلمات کلیدی:

ارزش زمان سفر
قیمت گذاری
لوجیت ترکیبی
تجزیه ضرایب تصادفی
ناهمگونی

خلاصه: قیمت گذاری از مهم ترین و موثرترین سیاست‌ها برای مدیریت ازدحام ترافیک در مناطق مختلف شهری است. از عوامل مهم تعیین قیمت برای هر محدوده، ارزش زمان سفر کاربران است که به طور قابل توجهی با متغیرهای اقتصادی-اجتماعی در ارتباط است. برای ارزیابی ارزش زمان سفر، می‌توان از نسبت نرخ نهایی جانشینی هزینه و زمان در تابع مطلوبیت هر گزینه در مدل سازی انتخاب گسسته استفاده کرد. برای محاسبه ارزش زمان سفر، شناسایی عوامل موثر بر آن و میزان تاثیر هر یک بر ارزش زمان سفر کاربران از نتایج پرسشگری اجرا شده در آذر ماه سال ۹۷ که به منظور ارزیابی کارایی و تحلیل حساسیت نرخ عوارض در قیمت گذاری محدوده کنترل آلودگی هوای تهران (زوج یا فرد)، با ابعاد ۱۰۰۴ پرسشنامه و با رویکرد ترجیحات بیان شده استفاده می‌شود. برای برآورد ارزش زمان سفر و شناسایی منابع ناهمگونی از مدل لوجیت ترکیبی استفاده می‌شود. نتایج حاکی از آن است که میانگین ارزش زمان سفر کاربرانی که با خودروی شخصی در محدوده کنترل آلودگی هوای تهران تردد دارند و تمایل به تغییر سفر خود ندارند، برابر ۵۷۸۸ ریال (نرخ سال ۱۳۹۷) به ازای ساعت است. با تجزیه ضریب هزینه، عوامل ناهمگونی ارزش زمان سفر کاربران محدوده کنترل آلودگی هوای تهران شناسایی شدند. دفعات ورود به محدوده کنترل آلودگی هوا در روز و تعداد خودروی خانوار به ترتیب باعث افزایش ارزش زمان سفر تا ۲۸۹۴۱ ریال و ۴۱۳۴ ریال بر ساعت می‌شود. نتایج این پژوهش می‌تواند در فرآیند مدل سازی تقاضا گنجانده شده و منجر به برنامه‌ریزی بهتر برای تسهیل سیاست گذاری و تصمیم‌گیری‌ها برای سرمایه گذاری شود.

۱- مقدمه

جنبه‌های رفتاری و مشکلات مبتنی بر تمایل کاربران به پرداخت در شرایط قیمت گذاری برای سنجش اثرگذاری و کارآمدی این سیاست‌ها بسیار مهم است. آژانس‌های حمل و نقل با چالش‌های چندوجهی برای همگام سازی این سیاست‌ها با زیرساخت‌های موجود، مانند ساختار قیمت گذاری، عملیات حمل و نقل و مسائل عدالت اجتماعی مواجه هستند. درک تقاضا و رفتار کاربران در انتخاب‌های سفر برای تجویز راه حل برای چالش‌های ذکر شده ضروری است. یکی از عناصر کلیدی، بررسی توزیع یا تغییرات ارزش زمان سفر در بین کاربران مختلف و تحت شرایط مختلف است [۲].

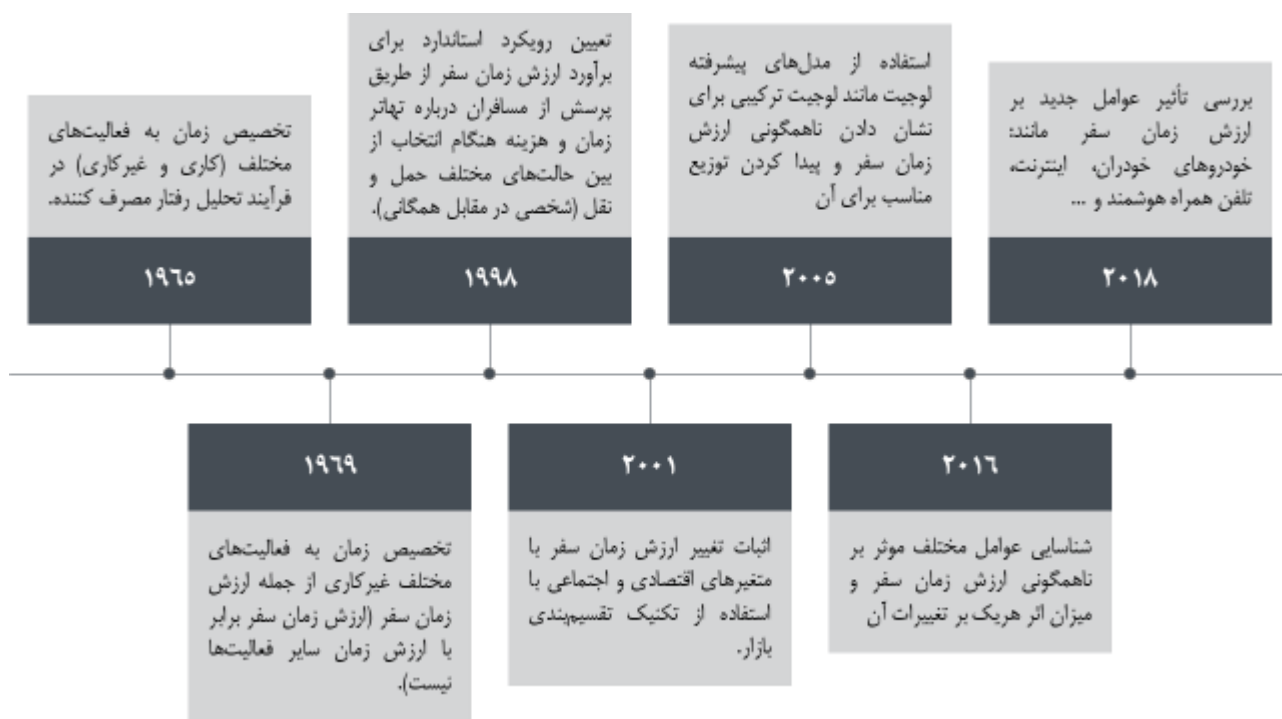
ارزش زمان سفر نقش کلیدی در رفتار انتخاب وسیله مسافران دارد و به طور قابل توجهی با متغیرهای اقتصادی-اجتماعی تغییر می‌کند. در حقیقت ناهمگونی ارزش زمان سفر کاربران است که موجب می‌شود تا در قالب قیمت گذاری تراکم و با تخصیص منابع در ساعت شلوغی به کاربرانی که برای منابع بیشترین ارزش را قائل هستند، منافع همگانی ارتقا پیدا کند [۳]. ارزش زمان سفر را می‌توان به عنوان قیمتی که مردم برای به دست

گسترده‌گی و جمعیت بالای شهرها سبب شده است، حجم سفرها و لزوم انجام سفر بسیار بیشتر از تسهیلات حمل و نقلی ارائه شده باشد و سیاست‌هایی با هدف به تأخیر انداختن سفرهای اختیاری به ساعات غیر اوج یا حذف سفرهای غیرضروری و استفاده بهینه از تسهیلات موجود در پیش گرفته شود. مورد اول به مدیریت تقاضای سفر معروف است، به نحوی با انجام اقداماتی مدیریتی، سعی در کاهش تقاضای سفر دارد. مورد دوم به مدیریت عرضه معروف است، باعث استفاده بهینه از تسهیلات ارائه شده در سیستم می‌شود. یکی از روش‌های محدود کردن استفاده از خودروهای شخصی، قیمت گذاری تسهیلات ایجاد شده در شبکه معابر شهری است. قیمت گذاری از مهم‌ترین عواملی است که عادات حمل و نقلی در یک شهر را شکل می‌دهد [۱].

با توجه به تأکید بر سیاست قیمت گذاری در دنیای امروزی، درک

* نویسنده عهده‌دار مکاتبات: armamdoohi@modares.ac.ir





شکل ۱. روند مطالعات ارزش زمان سفر از پیدایش و تئوری تا مطالعه اثر عوامل جدید [۱۰-۸، ۵، ۳ و ۲].

Fig. 1. The process of studying the value of travel time from its inception and theory to the study of the effect of new factors

یکی از عواملی که اخیراً در مطالعات ناهمگونی ارزش زمان سفر بررسی می‌شود تأثیر استفاده از خودروهای خودران و تک سرنشین، دسترسی به وسایل تکنولوژی و چندرسانه‌ای است [۱۲-۱۰].

جمع‌آوری داده در زمینه ارزش زمان سفر به دو شکل ترجیحات بیان شده (پرسشگری در شرایط فرضی مانند استفاده افراد از خودروهای خودران) و ترجیحات آشکار شده (پرسشگری در شرایط واقعی مانند انتخاب‌های افراد برای سفرهای روزانه) انجام می‌شود [۱۲ و ۱۳].

روش ترجیحات بیان شده می‌تواند تأثیر متغیرهای همبسته را برآورد کند، ارتباط بین اثرات را به حداقل برساند، درک قوی از رفتار افراد با مشاهده انتخاب‌های متعدد از یک فرد است به دست آورد و برآوردهای قابل اعتمادتری ارائه کند. اما همچنان دارای کمبودهای عمده‌ای است مانند مسائل مربوط به طراحی پرسشنامه و روبه‌های اداری و اینکه ممکن است مصاحبه شونده پاسخ‌های دقیق ندهد. یک مدل برآورد شده به طور انحصاری از داده‌های ترجیحات بیان شده ممکن است قادر به پیش‌بینی دقیق رفتار واقعی بازار نباشد. هر روش با توجه به محدوده مطالعه/کار و محیط خاص محلی که بر

آوردن یک واحد اضافی از زمان حاضر به پرداخت هستند تعریف کرد. هنگام ارزیابی انتخاب‌های مصرف‌کنندگان بین گزینه‌های مختلف حمل و نقل، ارزش زمان یک مفهوم اساسی است و به عنوان یک نسبت تهاثر بین ضریب زمان و هزینه محاسبه می‌شود. ارزش زمان سفر بستگی به ضرایب مختلف دارد و از کشور به کشور، صنعت به صنعت و حتی از فردی به فردی متفاوت است. ارزش زمان سفر تحت تأثیر ویژگی‌های اقتصادی-اجتماعی افراد، محیط‌های سفر، طول سفر، بازه زمانی و هدف سفر است [۴].

به طور کلی، ارزش زمان سفر صرفه‌جویی شده به عنوان ترکیبی از ارزش تخصیص دوباره زمان به دیگر فعالیت‌ها، ارزش تغییر مستقیم در مطلوبیت سفر و ارزش تغییر در الگوهای مصرف تفسیر می‌شود. بنابراین، ارزش زمان سفر تحت تأثیر عواملی مانند استفاده از زمان صرفه‌جویی شده برای فعالیت‌های دیگر، ویژگی‌های اقتصادی-اجتماعی افراد، ویژگی‌های وسیله سفر، ویژگی‌های سفر و ... است [۵-۷].

شکل ۱ خط زمانی و مرور ادبیات مربوط به ارزش زمان سفر از پیدایش و تئوری را نشان می‌دهد.

مطالعات تنها یک تقسیم‌بندی را در نظر گرفتند، در حالی که برخی دیگر تقسیم‌بندی چندگانه را انجام دادند. اشکالات روش تقسیم‌بندی به طور عمده شامل فقدان معیار صریح برای شناسایی تعداد مناسب تقسیم‌بندی‌ها و آستانه برای بخش‌ها است [۲].

اگرچه مطالعات گذشته معمولاً شامل انواع مختلفی از متغیرهای توضیحی بوده است (مثلاً جنس، سن، درآمد و غیره)، نقش این ویژگی‌ها در توضیح ناهمگونی در اطراف میانگین ضرایب تصادفی به ندرت مورد مطالعه یا اندازه‌گیری قرار گرفته است. تعدادی از مطالعات به بررسی ناهمگونی در برآورد ارزش زمان سفر پرداخته‌اند اما کمتر به شناسایی منابع ناهمگونی در ارزش زمان سفر توجه کرده‌اند [۱۷].

در مطالعات داخلی حوزه حمل و نقل موضوع ناهمگونی در زمینه‌هایی مانند ناهمگونی میان افراد و گزینه‌ها در انتخاب مقصد و ناهمگونی در انتخاب وسیله سفر مورد مطالعه قرار گرفته است [۱۹ و ۱۸]. ناهمگونی ارزش زمان سفر موضوعی است که کمتر به آن پرداخته شده است. از آنجا که بررسی ناهمگونی و شناسایی منبع آن کمتر مورد بررسی قرار گرفته است، این پژوهش به تحلیل ارزش زمان سفر شامل محاسبه و بررسی منبع ناهمگونی آن و کمک به درک تمایل به پرداخت مسافران در شرایط قیمت‌گذاری تراکم با استفاده از تجزیه ضرایب تصادفی مدل لوجیت ترکیبی می‌پردازد.

۲- روش‌شناسی پژوهش

روش انجام این پژوهش متشکل از چند مرحله شامل طراحی و تدوین پرسشنامه، انجام پرسشگری، پالایش داده‌ها، تحلیل اولیه داده‌ها، مدل‌سازی و محاسبه ارزش زمان سفر بوده است. گروه‌های مورد مطالعه در این پژوهش شامل شهروندان تردد کننده در محدوده زوج یا فرد با خودرو شخصی هستند که فرم‌های نظرسنجی نیز بر همین اساس طراحی شده است (پیوست ۱). پرسشنامه بر اساس ادبیات موجود و با توجه به شرایط و سوابق خاص تهران بومی‌سازی شده و به شکل ترجیحات بیان شده^۹ طراحی شده و در مراکز معاینه فنی ویژه خودروهای سبک انجام شده است.

مبنای شکل‌گیری بسیاری از مدل‌های انتخاب گسسته نظریه اقتصادی مطلوبیت تصادفی است. فرض اساسی در این مدل‌ها، آن است که ترجیح فردی تصمیم‌گیرنده نسبت به هر گزینه هنگامی که با یک انتخاب مواجه می‌شود، با یک معیار مطلوبیت یا جذابیت بیان می‌شود. این مطلوبیت تابعی

نتایج ارزش زمان سفر تاثیر می‌گذارد، اثربخشی خاصی دارد. برای پر کردن شکاف موجود روش‌های ترجیحات بیان شده و آشکار شده برای جمعیت مشابه، ترکیب می‌شوند [۱۴].

مطالعات زیادی به تخمین ارزش زمان سفر و شناسایی عوامل مؤثر بر آن پرداخته‌اند. ارزش زمان سفر با استفاده از مدل انتخاب گسسته متناسب رفتار سفر، به ویژه انتخاب مسیر و وسیله تخمین زده می‌شود [۱۵].

در برخی از این مطالعات ارزش زمان سفر ناهمگون در نظر گرفته شده است. روش‌هایی که برای بررسی ناهمگونی ارزش زمان سفر استفاده قرار می‌گیرد عبارتند از: ۱- استفاده از مدل‌های پیشرفته لوجیت، مانند لوجیت ترکیبی، ۲- استفاده از تکنیک‌های تقسیم‌بندی بازار [۲].

در مطالعات مربوط به ارزش زمان سفر، مدل‌سازی انتخاب گسسته^۱ برای ارزیابی ارزش زمان سفر به طور گسترده‌ای مورد استفاده قرار می‌گیرد که در آن تمایز انتخاب بین هزینه عوارض و صرفه‌جویی در زمان نشان می‌دهد که کاربران چه مقدار ارزش برای زمان سفر خود قائل هستند. در حالی که مدل‌های استاندارد لوجیت^۲ (دوگانه^۳ / چندجمله‌ای^۴) یک مجموعه جواب ساده در ارزیابی ارزش زمان سفر برای کل جمعیت ارائه می‌دهد و نمی‌تواند ناهمگونی کاربر را حساب کند و ممکن است منجر به اجرای سیاست اشتباه شود. در این راستا، ساختار لوجیت ترکیبی^۵ (ضرایب تصادفی^۶) محبوبیت یافته و ابزار قدرتمندی در ارزیابی ارزش زمان سفر محسوب می‌شود. این مدل اجازه می‌دهد تا هر مشاهده دارای تخمین ضریب منحصر به فرد خود با توزیع تصادفی، برای افراد و سناریوها باشد و ناهمگونی ترجیحات را بین افراد محاسبه کرد [۱۶].

یکی دیگر از روش‌های معمول برای نشان دادن ناهمگونی کاربر در ارزش زمان سفر، تقسیم‌بندی بازار^۷ است که مسافری را به زیر مجموعه‌هایی تقسیم می‌کند که ممکن است در صورت مواجه شدن با قیمت‌گذاری، ترجیحات مشابهی را نشان دهند. در این رویکرد، ویژگی‌های مختلف اجتماعی-اقتصادی-جمعیت شناختی (SED^۸) فرد یا سفر، مانند: زن و مرد، هدف سفر، سفر اجباری و غیراجباری و دوره زمانی روز برای نشان دادن تنوع ترجیحات در میان کاربران مورد استفاده قرار می‌گیرد. بعضی از

- 1 Discrete choice modeling
- 2 Standard Logit Models
- 3 Binary
- 4 Multinomial
- 5 Mixed Logit
- 6 Random-Parameter
- 7 Market Segmentation
- 8 Socio-Economic-Demographic

9 Stated preferences

تابعی از مقدار ضریب β است و به صورت رابطه (۲) نشان داده می‌شود.

$$l_{ni}(\beta) = \frac{\exp^{v_{ni}(\beta)}}{\sum_{j=1}^J \exp^{v_{nj}(\beta)}} \quad (2)$$

که در آن:

$f(\beta)$ نیز به عنوان تابع چگالی

$V_{ni}(\beta)$ بخش مشاهده شده از تابع مطلوبیت است که به ضرایب β

بستگی دارد. رابطه $V_{ni}(\beta)$ با فرض خطی بودن آن به صورت رابطه (۳) نوشته می‌شود.

$$V_{ni}(\beta) = \beta' X_{ni} \quad (3)$$

که در آن:

β بردار ضرایب

X_{ni} بردار ویژگی‌های مشاهده شده مرتبط به تصمیم‌گیر i و گزینه i

است. بنابراین تابع احتمال انتخاب لوجیت ترکیبی به صورت رابطه (۴) نوشته می‌شود.

$$P_{ni} = \int \frac{\exp^{(\beta' X_{ni})}}{\sum_{j=1}^J \exp^{(\beta' X_{nj})}} f(\beta) d(\beta) \quad (4)$$

در واقع احتمال لوجیت ترکیبی، میانگین وزنی احتمال به دست آمده

از لوجیت استاندارد به ازای مقدارهای متفاوت β با وزن‌های معین چگالی

$f(\beta)$ تعریف می‌شود. مدل لوجیت استاندارد در واقع نوع خاص از مدل

لوجیت ترکیبی است که در آن تابع چگالی در ضرایب ثابت b ، به ازای $\beta=b$ ،

یک و $\beta \neq b$ ، صفر تعریف می‌شود. بنابراین تابع احتمال انتخاب لوجیت

استاندارد به صورت رابطه (۵) به دست می‌آید.

$$P_{ni} = \frac{\exp^{(\beta' X_{ni})}}{\sum_{j=1}^J \exp^{(\beta' X_{nj})}} \quad (5)$$

که در آن

P_{ni} احتمال انتخاب گزینه i توسط فرد n

X_{ni} ویژگی‌های مشاهده شده مرتبط به تصمیم‌گیر i و گزینه i است.

b بردار ضرایب ویژگی‌های مشاهده شده که نشان دهنده یکسان بودن

وزن هر متغیر توضیحی، نزد افراد است.

از ویژگی‌های گزینه‌ها و نیز مشخصات تصمیم‌گیرنده است. فرض می‌شود تصمیم‌گیرنده گزینه‌ای را انتخاب می‌نماید که بیشترین مطلوبیت را از آن دریافت می‌نماید. همچنین در نظریه انتخاب گسسته فرض بر این است که فرد تصمیم‌گیرنده با یک مجموعه از گزینه‌های مجزا مواجه است که تنها می‌تواند یکی از آن‌ها را برگزیند و نه مقداری از هر کدام را، به همین دلیل به آن انتخاب گسسته گفته می‌شود.

مدل‌های انتخاب گسسته به طور معمول از فرض بیشینه‌سازی مطلوبیت توسط تصمیم‌گیر نتیجه می‌شود. در واقع مطلوبیت از لحاظ روانشناختی یک محرک است که مدل‌ها از به حداکثر رساندن این مطلوبیت حاصل می‌شوند. به مدلهایی که از این طریق حاصل می‌شود مدل‌های با مطلوبیت تصادفی گفته می‌شوند. هر کدام از گزینه‌های مجموعه انتخاب برای تصمیم‌گیر دارای یک مطلوبیت است، که تصمیم‌گیر از بین گزینه‌های موجود در مجموعه انتخاب، گزینه‌ای را انتخاب می‌کند که دارای بیشترین مطلوبیت نسبت به سایر گزینه‌ها باشد [۱۶].

مدل لوجیت ترکیبی در سال‌های اخیر و پس از توسعه در فن‌آوری ساخت کامپیوترهای پرسرعت، به صورت گسترده‌ای مورد استفاده پژوهشگران قرار گرفته است. ساختار این مدل، ساختاری تعمیم‌یافته و منطقی از مدل معروف لوجیت استاندارد است که توانایی تخمین مدل‌های مختلف مطلوبیت تصادفی را دارد و بر سه کمبود مهم مدل لوجیت استاندارد با استفاده از در نظر گرفتن اختلاف سلیقه تصادفی، الگوی جانشینی نامحدود و وابستگی عوامل دیده نشده در زمان چیره شده است. لازم به ذکر است که این مدل برخلاف مدل لوجیت استاندارد به یک توزیع خاص محدود نیست و توانایی یافتن ناهمگونی در رفتار افراد و حتی منبع ناهمگونی را دارد.

در مدل لوجیت ترکیبی، بخش غیرقابل مشاهده تابع مطلوبیت شامل دو بخش است، قسمت اول از یک توزیع دلخواه و قسمت دوم مانند لوجیت استاندارد توزیع مستقل و یکسان داراست، بنابراین فرض‌های کمتری را بر داده‌ها تحمیل می‌نماید اما دارای فرم بسته نیست. فرم کلی مدل لوجیت ترکیبی به صورت رابطه (۱) بیان می‌شود [۱۶].

$$p_{ni} = \int l_{ni}(\beta) f(\beta) d\beta \quad (1)$$

که در آن:

P_{ni} احتمال انتخاب گزینه i توسط فرد n

$l_{ni}(\beta)$ احتمال انتخاب گزینه i توسط فرد n در مدل لوجیت که

مرتبط و مؤثر بر انتخاب افراد و ارزش زمان سفر پرسشنامه ترجیحات بیان شده طراحی شد. پرسشگری از ۲۰ تا ۳۰ آذر ماه سال ۹۷ در مراکز معاینه فنی ویژه خودروهای سبک سطح شهر تهران انجام شد و تعداد ۱۰۰۴ پرسشنامه تکمیل، وارد و در تحلیل و مدل سازی استفاده شده است.

مراکز معاینه فنی انتخاب شده در این پروژه برای محدوده شمال و شمال غربی شامل مراکز نیایش و آبشناسان، برای محدوده جنوب شامل مراکز الغدیر و شقایق، برای محدوده شرق و شمال شرقی شامل مراکز دماوند و سراج، و برای محدوده مرکزی شهر شامل مرکز بیهقی بوده است تا پراکندگی داده‌ها به لحاظ وضعیت اجتماعی-اقتصادی تا حد امکان به جامعه هدف پروژه نزدیک باشد.

پرسشنامه شامل ۴ بخش کلی است، بخش اول مشخصات سفر، بخش دوم ارزیابی طرح زوج یا فرد، بخش سوم: سناریوهای زمان و هزینه و در بخش چهارم مشخصات فردی و اقتصادی-اجتماعی مخاطبان مورد پرسشگری قرار گرفته است.

نتایج تحلیل آماری توصیفی از مشخصات سفر افراد (جدول ۱)، نشان می‌دهد که ۵۳/۶ درصد از افراد معادل ۵۳۸ نفر از پاسخ دهندگان با هدف شغلی و ۵۴/۱ درصد معادل ۵۰۴ نفر از پاسخ دهندگان با خودروی تک سرنشین وارد محدوده کنترل آلودگی هوا شدند. ۸۷/۵ درصد معادل ۸۷۸ نفر خود مالک وسیله‌ای هستند که با آن وارد محدوده شده‌اند. ۶۶ درصد از افراد معادل ۶۶۳ نفر خودروی خود را در حاشیه خیابان‌های محدوده پارک می‌کنند و ۸۳/۱ درصد معادل ۸۳۴ نفر از پاسخ دهندگان تنها یک بار در روز وارد محدوده شده‌اند.

نتایج تحلیل آماری توصیفی ارزیابی زوج و فرد (جدول ۲) نشان می‌دهد ۳۴/۸ درصد معادل ۳۴۹ نفر از پاسخ دهندگان با حذف محدودیت زوج یا فرد و تغییر آن به طرح محدوده کنترل آلودگی هوا یعنی با پرداخت هزینه ورود به طرح، امکان تردد آزادانه برای هر کس وجود داشته باشد، کاملاً مخالف و ۲۲/۳ درصد معادل ۲۲۴ نفر کاملاً موافق هستند.

هر پرسشنامه شامل سه سناریو قیمتی با سه حالت مختلف زمانی بود که افراد در هر سناریو، از بین گزینه‌های (۱=عدم تغییر، ۲=تغییر وسیله، ۳=تغییر زمان ورود یا خروج، ۴=تغییر مقصد یا مسیر، ۵=انتقال به آخر هفته، ۶=لغو سفر) یکی را انتخاب می‌کنند. در این پژوهش طبق (جدول ۳) گزینه‌ها تجمیع شده و به دو حالت ۱-عدم تغییر سفر و ۲-تغییر سفر در مدل سازی (به عنوان متغیر وابسته) مورد استفاده قرار گرفته است.

نتایج تحلیل آماری توصیفی (متغیرهای مستقل) از مشخصات فردی

توزیع‌هایی که بیشتر برای تابع چگالی ضریب β مورد استفاده قرار می‌گیرند شامل نرمال، لگاریتم نرمال، یکنواخت و مثلثی است [۲۰].

پس از پرداخت مدل و شناسایی عوامل مؤثر بر هر یک از ضرایب تصادفی، برای محاسبه ضرایب تصادفی برای هر فرد از رابطه (۶) استفاده می‌شود [۲۰].

$$coefficient = \mu_{coefficient} + \beta x + \sigma_{coefficient} \quad (6)$$

که در آن:

$coefficient$: ضریب تصادفی

$\mu_{coefficient}$: میانگین ضریب تصادفی

X: بردار عوامل مؤثر بر ضریب تصادفی

β : بردار ضرایب عوامل مؤثر بر ضریب تصادفی

$\sigma_{coefficient}$: انحراف معیار ضریب تصادفی

پس از شناسایی عوامل مؤثر بر ضرایب تصادفی زمان و هزینه برای محاسبه میزان تاثیر هر یک از عوامل بر ارزش زمان سفر از رابطه (۷) استفاده می‌شود [۲].

$$\Delta VOT_x = \left(\frac{\mu_{time} + \beta_{x_{time}} x_{time}}{\mu_{cost} + \beta_{x_{cost}} x_{cost}} - \frac{\mu_{time}}{\mu_{cost}} \right) \quad (7)$$

که در آن:

ΔVOT_x : میزان تغییر ارزش زمان سفر با وجود عامل X را نشان می‌دهد.

نحوه صحت‌سنجی نتایج به دست آمده به صورت بررسی ضوابط معمول پرداخت مدل‌ها و صحت‌سنجی مربوطه شامل آماره‌های t ، لگاریتم درست نمایی، ضرایب نیکویی برازش و درصد برآورد درست علاوه بر منطقی بودن علائم ضرایب متغیرها بوده است.

۳- داده‌های پژوهش

با توجه به ارزش داده‌ها در هر پژوهش و اینکه تعیین کننده محدودیت‌های اصلی آن هستند، در این بخش به داده‌های پژوهش و نحوه طراحی و گردآوری آن پرداخته می‌شود. با توجه به هدف پژوهش که شامل محاسبه میانگین ارزش زمان سفر کاربران محدوده کنترل آلودگی هوای تهران و شناسایی برخی منابع ناهمگونی آن است، در این پژوهش جامعه هدف مسافرائی هستند که با خودروی شخصی در ساعات اجرای طرح در محدوده کنترل آلودگی هوای تهران تردد دارند. به منظور شناسایی عوامل

جدول ۱. نتایج تحلیل فراوانی مشخصات سفر پرسشگری پژوهش (متغیرهای مستقل)

Table 1. Frequency analysis results of travel characteristics

فراوانی نسبی (%)	فراوانی	فراوانی نسبی (%)	فراوانی	هدف سفر	
	تعداد سرنشین				
۵۴/۱	۵۰۴	۱	۵۳/۶	۵۳۸	شغلی
۲۹/۰	۲۷۰	۲	۳/۴	۳۴	تحصیلی
۱۲/۸	۱۱۹	۳	۵/۸	۵۸	خرید
۳/۰	۲۸	۴	۵/۱	۵۱	درمان
۱/۱	۱۰	۵	۱/۲	۱۲	تفریحی
	نوع پارکینگ مقصد		۴/۱	۴۱	دیدار آشنایان
۶۶/۰	۶۶۳	پارک در حاشیه	۲۴/۱	۲۴۲	کار شخصی
۲۶/۳	۲۶۴	پارکینگ مقصد	۲/۸	۲۸	سایر
۷/۷	۷۷	پارکینگ عمومی			دفعات ورود در روز
	مالک وسیله		۲/۲	۲۲	۰
۸۷/۵	۸۷۸	خودم	۸۳/۱	۸۳۴	۱
۹/۱	۹۱	سایر اعضای خانواده	۸/۷	۸۷	۲
۰/۶	۶	دوستان و آشنایان	۲/۹	۲۹	۳
۲/۶	۲۶	اداره	۱/۱	۱۱	۴
۰/۳	۳	سایر	۰/۹	۹	۵
	نقش		۰/۲	۲	۶
۹۷/۲	۹۷۶	راننده	۰/۴	۴	۷
۲/۸	۲۸	سرنشین	۰/۴	۴	۱۰
			۰/۱	۱	۱۵
			۰/۱	۱	۲۰

جدول ۲. نتایج تحلیل فراوانی پرسشگری پژوهش بخش ارزیابی زوج و فرد (متغیرهای مستقل)

Table 2. Frequency analysis results of EO project evaluation

فراوانی نسبی (%)	فراوانی	فراوانی نسبی (%)	فراوانی
	بهبود آلودگی		عدالت
۱۰/۷	۱۰۷	۱۱/۳	۱۱۳
	خیلی زیاد		خیلی زیاد
۱۴/۰	۱۴۱	۱۹/۳	۱۹۴
	زیاد		زیاد
۱۲/۳	۱۲۳	۱۳/۶	۱۳۷
	متوسط		متوسط
۱۳/۶	۱۳۷	۱۴/۲	۱۴۹
	کم		کم
۴۵/۸	۴۶۰	۳۵/۹	۳۶
	خیلی کم		خیلی کم
۳/۶	۳۶	۵/۷	۵۷
	نظری ندارم		نظری ندارم
	موافقت با طرح جدید		
		۲۲/۳	۲۲۴
			کاملا موافقم
		۲۰/۵	۲۰۶
			موافقم
		۳/۳	۳۳
			نظری ندارم
		۱۹/۱	۱۹۲
			مخالفم
		۳۴/۸	۳۴۹
			کاملا مخالفم

جدول ۳. سناریوهای قیمتی و زمانی پرسشنامه پژوهش و (تصمیم افراد به عنوان متغیر وابسته)

Table 3. Price and time scenarios

قیمت طرح در سناریو			زمان ورود	سناریوهای قیمتی و زمانی
سوم	دوم	اول		
۱۰۰۰۰	۷۰۰۰	۴۰۰۰	هیچ سر اوج	سناریوهای قیمتی و زمانی
۱۴۰۰۰	۱۰۰۰۰	۵۵۰۰	یک سر اوج	
۲۱۵۰۰	۱۵۰۰۰	۸۰۰۰	دو سر اوج	
<input type="checkbox"/> عدم تغییر سفر	<input type="checkbox"/> عدم تغییر سفر	<input type="checkbox"/> عدم تغییر سفر	تصمیم فرد در مواجهه با قیمت گذاری	متغیر وابسته
<input type="checkbox"/> تغییر سفر	<input type="checkbox"/> تغییر سفر	<input type="checkbox"/> تغییر سفر	تصمیم فرد در مواجهه با قیمت گذاری	
<input type="checkbox"/> عدم تغییر سفر	<input type="checkbox"/> عدم تغییر سفر	<input type="checkbox"/> عدم تغییر سفر	تصمیم فرد در مواجهه با قیمت گذاری (در صورت ۲۰٪ کاهش زمان سفر)	
<input type="checkbox"/> تغییر سفر	<input type="checkbox"/> تغییر سفر	<input type="checkbox"/> تغییر سفر	تصمیم فرد در مواجهه با قیمت گذاری (در صورت ۲۰٪ افزایش زمان سفر)	
<input type="checkbox"/> عدم تغییر سفر	<input type="checkbox"/> عدم تغییر سفر	<input type="checkbox"/> عدم تغییر سفر	تصمیم فرد در مواجهه با قیمت گذاری	
<input type="checkbox"/> تغییر سفر	<input type="checkbox"/> تغییر سفر	<input type="checkbox"/> تغییر سفر	تصمیم فرد در مواجهه با قیمت گذاری (در صورت ۲۰٪ افزایش زمان سفر)	

جدول ۴. نتایج تحلیل فراوانی پرسشگری پژوهش بخش چهارم مشخصات فردی (متغیرهای مستقل)

Table 4. Frequency analysis results of individual characteristics

فراوانی نسبی (%)	فراوانی	فراوانی نسبی (%)	فراوانی	فراوانی نسبی (%)	فراوانی
	سن		جنسیت		
۷/۲	۷۲	۱۸-۲۵	۹۱/۰	۹۱۳	مرد
۳۰/۳	۳۴	۳۵-۲۵	۹/۰	۹۰	زن
۳۰/۰	۳۰۱	۴۵-۳۵		تأهل	
۱۷/۹	۱۷۹	۵۵-۴۵	۲۸/۱	۲۸۲	مجرد
۱۰/۹	۱۰۹	۶۵-۵۵	۷۱/۹	۷۲۱	متأهل
۳/۴	۳۴	۷۵-۶۵		سرپرست	
۰/۳	۳	بیشتر از ۷۵	۲۷/۵	۲۷۶	خیر
	تحصیلات		۷۲/۵	۷۲۷	بله
۷/۲	۷۲	کمتر از دیپلم		شغل	
۲۲/۸	۲۲۹	دیپلم	۱۱/۵	۱۱۵	کارمند دولتی
۸/۹	۸۹	کاردانی	۲۲/۴	۲۲۵	کارمند خصوصی
۳۶/۲	۳۶۳	کارشناسی	۲/۵	۲۵	مدیر
۱۹/۲	۱۹۳	کارشناسی ارشد	۲/۱	۲۱	پزشک
۵/۶	۵۶	دکتری	۱/۱	۱۱	هیأت علمی
۰/۱	۱	حوزوی	۳۸/۷	۳۸۸	آزاد
	بعد خانوار		۰/۷	۷	خبرنگار
۴/۴	۴۴	۱	۰/۹	۹	نظامی
۱۹/۳	۱۹۴	۲	۰/۲	۲	کارگر
۳۰/۵	۳۰۶	۳	۱۵/۸۳	۱۵۱	بیکار
۳۴/۷	۳۴۸	۴		تعداد افراد شاغل خانوار	
۸/۸	۸۸	۵	۰/۹	۹	۰
۲/۴	۲۴	بیشتر از ۵	۴۹/۰	۴۹۰	۱
	تعداد افراد دارای گواهینامه		۳۷/۷	۳۷۷	۲
۰/۲	۲	۰	۸/۲	۸۲	۳
۱۷/۶	۱۷۶	۱	۳/۰	۳۰	۴
۵۰/۸	۵۰۷	۲	۰/۸	۸	۵
۱۷/۸	۱۷۸	۳	۰/۴	۴	بیشتر از ۵ نفر
۱۰/۵	۱۰۵	۴		داشتن هر دو پلاک برای ورود به زوج یا فرد	
۲/۴	۲۴	۵	۷۴/۸	۱۸۱	خیر
۰/۷	۷	بیشتر از ۵ نفر	۲۵/۲	۶۱	بله
	پلاک خودروها			تعداد خودروی خانوار	
۳۵/۷	۳۲۵	زوج	۰/۸	۸	۰
۳۷/۹	۳۴۵	فرد	۵۶/۳	۵۶۵	۱
۲۶/۵	۲۴۱	هر دو	۳۴/۷	۳۴۸	۲
			۸/۳	۸۳	۳

با مطلوبیت تصادفی را تقریب زد که نوع این توزیع‌ها به منظور مطابقت بیشتر با واقعیت تعیین می‌شود [۲۱].

برای این منظور، توزیع‌های نرمال، لگاریتم نرمال، مثلثی و یکنواخت در مدل‌های لوجیت ترکیبی مورد استفاده قرار گرفته است. روند انتخاب توزیع مناسب برای ضرایب تصادفی به صورتی بوده که ابتدا فقط ضریب یکی از متغیرها به عنوان ضریب تصادفی با یکی از چهار توزیع گفته شده به مدل معرفی شد، سپس هر دو با ترکیب‌های مختلفی از توزیع‌ها وارد مدل شدند، نتایج آن از جمله، علامت، مقدار $LL(\beta)$ و مقدار $p2$ برای هر حالت با هم مقایسه شده و توزیع ضرایب تصادفی در مدل با بیشترین بهبود برای ادامه مدل‌سازی انتخاب شد. برای اطمینان از منفی بودن ضریب زمان برای همه مشاهدات محدودیتی به صورت $(\sigma = 0.5 \times \mu)$ بر مدل اعمال شده است. نتایج پرداخت مدل لوجیت ترکیبی با یک ضریب تصادفی با توزیع‌های مختلف در (جدول ۵) و نتایج پرداخت مدل لوجیت ترکیبی با دو ضریب تصادفی برای توزیع‌های مختلف در (جدول ۶) آمده است.

در مدل لوجیت ترکیبی با یک ضریب تصادفی، مشاهده شد که تغییر توزیع ضریب زمان اثر چندانی بر نتایج مدل ندارد. توزیع لگاریتم نرمال برای هیچ کدام از دو ضریب، معنادار نبود. در ترکیب‌ها، از انتخاب توزیع‌های یکسان برای دو ضریب اجتناب شده است. در حالات مختلف، انواع توزیع‌ها و ترکیب‌های آن‌ها در فرآیند مدل‌سازی در نظر گرفته شد و مورد آزمون قرار گرفت. با توجه به ماهیت مدل‌سازی که سعی و خطا است و با توجه به آماره‌های مربوطه در فرآیند مدل‌سازی، تنها توزیع‌ها و ترکیب‌های معنادار گزارش می‌شوند.

در این مرحله از فرآیند مدل‌سازی، با پرداخت بیش از ۱۵۰ مدل لوجیت ترکیبی، با در نظر گرفتن توزیع نرمال برای ضریب زمان سفر و توزیع مثلثی برای ضریب هزینه، انواع متغیرهای موجود و ترکیب آن‌ها بررسی و در نهایت مدل برتر با بیشترین بهبود در مقدار لگاریتم تابع درست‌نمایی، انتخاب و نتایج آن در (جدول ۷) ارائه شده است. تعداد ۱۰۰۴ پرسشنامه تکمیل و اعتبارسنجی شده است که هر پرسشنامه شامل سه سناریو و سه حالت مختلف زمانی بود و مدل‌سازی با ۹۰۳۶ مشاهده انجام شده است.

علامت منفی متغیر زمان و هزینه در تابع مطلوبیت قابل انتظار است یعنی هر چه هزینه عوارض ورود به محدوده کنترل آلودگی هوا یا زمان سفر بزرگ‌تر شود، مطلوبیت گزینه عدم تغییر سفر با خودروی شخصی به محدوده کاهش می‌یابد. با توجه به نتایج پرداخت مدل، نسبت ضریب زمان به ضریب هزینه برابر ۵۷۸۸ ریال بر ساعت به عنوان میانگین ارزش زمان سفر برای

(جدول ۴)، نشان می‌دهد پاسخ دهندگان با اکثریت ۹۱ درصد (۹۱۳ نفر) مرد، ۷۱/۹ درصد (۷۲۱ نفر) متأهل و ۷۲/۵ درصد (۷۳۷ نفر) سرپرست خانوار هستند. از نظر شغلی، ۳۸/۷ درصد (۳۸۸ نفر) شغل آزاد هستند. از نظر تحصیلات، ۳۶/۲ درصد (۳۶۳ نفر) دارای مدرک کارشناسی، از نظر تعداد افراد خانوار ۳۴/۷ درصد معادل ۳۴۸ نفر در خانوار ۴ زندگی می‌کنند. در ۴۹ درصد این خانوارها معادل ۴۹۰ نفر فقط یک نفر شاغل در خانوار هستند. ۵۶/۳ درصد معادل ۵۶۵ نفر، خانوار دارای یک خودرو هستند.

۴- مدل‌سازی و نتایج

مطالعات تجربی تفاوت‌های قابل توجهی در برآورد ارزش زمان سفر نشان داده‌اند. به طور کلی، محققان این تغییرات را به چندین جنبه از جمله ویژگی‌های جمعیت شناختی، ویژگی‌های گزینه حمل و نقل و اقتصاد منطقه‌ای نسبت داده‌اند. این مطالعه به تحلیل ارزش زمان سفر شامل محاسبه ارزش زمان سفر به صورت میانگین برای همه کاربران محدوده زوج و فرد که در پرسشگری شرکت کرده‌اند، بررسی وجود ناهمگونی، بررسی و شناسایی منبع ناهمگونی آن می‌پردازد. هدف از پرداخت مدل‌ها یافتن ضرایب توضیحی تابع مطلوبیت و تعیین میزان اهمیت هر یک از آن‌ها است. در پرداخت مدل لوجیت چندگانه/دوگانه برداری از ضرایب که برای همه تصمیم‌گیرها اهمیت یکسان دارد، تخمین زده می‌شود ولی در پرداخت مدل لوجیت ترکیبی یک گروه از ضریب‌ها برای همه تصمیم‌گیرها یکسان و گروه دیگر از ضریب‌ها به صورت تصادفی با چگالی $f(\beta | \theta)$ ، که در آن θ مربوط به توزیع ضرایب تصادفی است، در نظر گرفته می‌شود.

یکی از راه‌های محاسبه ارزش زمان سفر، مدل‌سازی انتخاب گسسته است که در آن نسبت ضریب زمان به ضریب هزینه عوارض، ارزش زمان سفر کاربران را نشان می‌دهد. مدل لوجیت ترکیبی ابزار قدرتمندی برای شناسایی منابع ناهمگونی محسوب می‌شود. اثر تعاملی ضریب هزینه سفر و ضریب زمان سفر به عنوان ضریب تصادفی با متغیرهای دیگر برای پیدا کردن منبع ناهمگونی تمایل در میان مسافران برای تکرار سفر به محدوده کنترل آلودگی هوا، وارد مدل لوجیت ترکیبی می‌شود. برای این کار باید ابتدا برای هر کدام از ضریب‌های تصادفی توزیع مناسب‌تر شناسایی شود.

انتخاب نوع توزیع برای ضرایب با توزیع تصادفی نقش بسیار مهمی در خصوصیات یک مدل لوجیت ترکیبی دارد. مک فادن و ترین (۲۰۰۰) در تحقیقات خود نشان دادند که در مدل لوجیت ترکیبی، می‌توان با در نظر گرفتن توزیع‌های مناسب برای ضرایب در تابع مطلوبیت، رفتار هرگونه مدل

جدول ۵. مقایسه نتایج پرداخت مدل لوجیت ترکیبی با توزیع‌های مختلف برای تنها یک ضریب تصادفی

Table 5. Comparison of the results of a mixed logit model with different distributions for a single random coefficient

لگاریتم نرمال	یکنواخت	مثلثی	نرمال		
-	-۵۴۲۶/۶۰	-۵۴۲۷/۲۹	-۵۴۲۸/۰۵	LL(β)	هزینه
-	۰/۱۳۲۰	۰/۱۳۱۸	۰/۱۳۵۸	ρ^2	
-	-۵۴۷۴/۸۴	-۵۴۷۴/۸۰	-۵۴۷۴/۸۷	LL(β)	زمان
-	۰/۱۲۴۱	۰/۱۲۴۱	۰/۱۲۴۱	ρ^2	

جدول ۶. مقایسه ترکیب توزیع‌های مختلف بر نتایج پرداخت مدل لوجیت ترکیبی با دو ضریب تصادفی همزمان

Table 6. Comparison of the effect of combining different distributions on the results of a mixed logit model with two random coefficients

ρ^2	LL(β)	هزینه	زمان
۰/۱۳۲۲	-۵۴۲۴/۷۴	یکنواخت	نرمال
۰/۱۳۲۴	-۵۴۲۴/۰۳	مثلثی	
۰/۱۳۲۱	-۵۴۲۴/۶۰	نرمال	یکنواخت
۰/۱۳۲۳	-۵۴۲۴/۴۲	مثلثی	
۰/۱۳۲۱	-۵۴۲۵/۴۷	نرمال	مثلثی
۰/۱۳۲۴	-۵۴۲۳/۶۶	یکنواخت	

در تابع مطلوبیت افزایش می‌دهد، در حالی که یک اثر تعاملی مثبت منجر به نزدیک به صفر شدن ضریب می‌شود.

$$\begin{aligned} cost = & -0.00036 + 0.00003(Ennum) + \\ & 0.00005(Nhhcar) - \\ & 0.00002(Academi) + 0.00038 \times t \end{aligned} \quad (8)$$

$$Time = -0.20838 + 0.10419 \times n \quad (9)$$

از آنجا که یکی از اهداف این پژوهش بررسی میزان تأثیر عوامل ناهمگونی بر VOT است، در (جدول ۸) تحلیلی از اثر هر یک از عوامل ناهمگونی بر میزان تغییرات VOT ارائه شده است. برای مثال، کسی که یک بار در روز وارد محدوده زوج یا فرد شده است (با فرض ثابت بودن سایر

تمامی پاسخگویان است.

مدل ناهمگون با در نظر گرفتن منابع ناهمگونی برآورد دقیق‌تری برای متغیرهای تصادفی ارائه می‌دهد. به جای تقریب ضرایب تصادفی با مقادیر میانگین برای کلیه مشاهدات، یک فرمول نظری برای هر یک از ضرایب تصادفی مبتنی بر هر منبع ناهمگونی ساخته می‌شود. در این پژوهش برای ضریب زمان سفر در نظر گرفتن منبع ناهمگونی و اثر تعاملی با دیگر متغیرها منجر به بی‌پاسخ ماندن مدل بود. ضریب زمان ناهمگون است ولی متغیری برای توضیح این ناهمگونی شناسایی نشد. در مدل نهایی فقط اثر تعاملی هزینه و سایر متغیرها بررسی شد. برای هر یک از مشاهدات، ضریب هزینه را می‌توان با توجه به رابطه (۶) به صورت رابطه (۸) ترکیب خطی متغیرهای دفعات ورود به محدوده، تعداد خودرو و داشتن تحصیلات دانشگاهی نوشت. با توجه به علامت منفی برای مقادیر پایه ضریب تصادفی هزینه، یک اثر تعاملی منفی به ضریب هزینه می‌افزاید بنابراین اثر مطلق ضریب تصادفی را

جدول ۷. نتایج پرداخت و ارزیابی مدل لوجیت ترکیبی برای شناسایی عوامل ناهمگونی ارزش زمان سفر

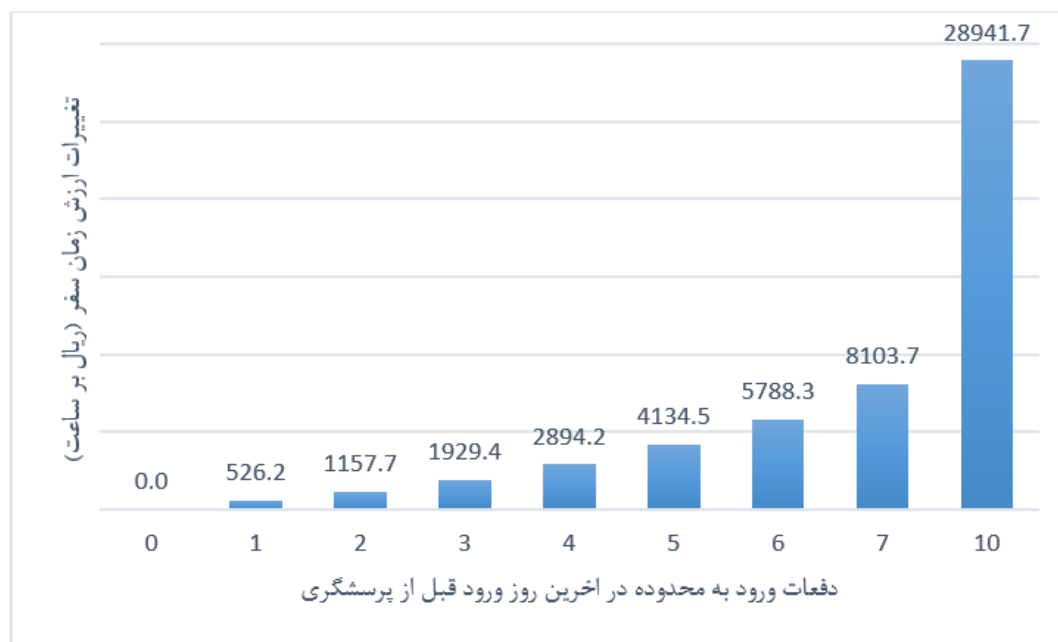
Table 7. Results of mixed logit model evaluation to identify heterogeneity factors of VOT

ضریب		تعریف متغیر	نماد متغیر	
آماره t	مقدار			
۱۱/۷۱	۲/۱۳	جمله ثابت	ثابت	
۳/۶۶	۰/۰۲	دفعات ورود به محدوده در ماه	Month	
-۳/۹۵	-۰/۲۶	دسترسی به حمل و نقل و همگانی بین مبدأ و مقصد	Pubac	
۱/۷۷	۰/۰۷	تعداد افراد شاغل در خانوار	Nhhemp	
۳/۳۰	۰/۰۰۰۰۲	بیشینه تمایل به پرداخت برای ورود به محدوده برای سفری خاص (تومان)	Maxwtp	متغیرهای مستقل غیر تصادفی
۸/۷۷	۰/۹۰	پذیرش قیمت‌گذاری ارائه شده	Cpacp	
۳/۰۲	۰/۱۳	شاغل در محدوده × تعداد مسافران	Pasjob	
۳/۷۱	۰/۳۲	پذیرش حذف زوج یا فرد و قیمت‌گذاری این محدوده	Eoacp	
-۳/۵۵	-۰/۳۹	متغیر مجازی داشتن شغل دولتی	Jobdolati	
-۴/۸۵	-۰/۶۴	متغیر مجازی بازنشسته بودن	Retired	
-۳/۱۶	-۰/۲۴	متغیر مجازی داشتن شغل آزاد	Jobazad	
-۱/۷۳	-۰/۱۳	متغیر مجازی هدف سفر شغلی	Prpsjb	
۶/۶۶	۰/۰۰۰۰۳	تعداد ورود در آخرین روز تردد طی ساعات طرح	Ennum	متغیرهای معنی‌دار شده مستقل برای ضریب تصادفی هزینه
۷/۰۲	۰/۰۰۰۰۵	تعداد وسایل نقلیه تحت تملک خانوار	Nhhcar	
-۲/۵۴	-۰/۰۰۰۰۲	متغیر مجازی داشتن تحصیلات دانشگاهی	Academi	
-۳/۸۰	-۰/۲۰۸۳۸	زمان سفر (دقیقه)	Atime	میانگین ضرایب تصادفی
-۱۲/۳۲	-۰/۰۰۰۳۶	هزینه سفر (تومان)	aprice	
۳/۸۰	۰/۱۰۴۱۹		Atime	انحراف معیار ضرایب تصادفی
۶/۷۷	۰/۰۰۰۳۸		aprice	
	۹۰۳۶	تعداد مشاهدات		
	۰/۱۳۲۹		ρ^2_{adj}	
	۰/۱۳۴۶		ρ^2	
	-۵۴۱۹/۹۹		LL(β)	نتایج ارزیابی مدل
	-۶۲۲۰/۷۵		LL(c)	
	-۶۲۶۳/۲۸		LL(0)	
	۶۷/۴۴	درصد برآورد درست		
	۵۷۸۸/۳		VOT	

جدول ۸. میزان تأثیر عوامل ناهمگونی بر ارزش زمان سفر طبق رابطه (۷)

Table 8. The effect of heterogeneity factors on the VOT

تغییر ارزش زمان سفر نسبت به میانگین (ریال بر ساعت)	ارزش زمان سفر به ازای مقادیر مختلف	عامل ناهمگونی
۰ تا ۲۸۹۴۱/۷	$\frac{-0.20838}{(-0.00036 + 0.00003(Ennum))}$	Ennum
۰ تا ۴۱۳۴/۵	$\frac{-0.20838}{(-0.00036 + 0.00005(Nhhcar))}$	Nhhcar
۰ تا ۳۰۴/۶	$\frac{-0.20838}{(-0.00036 - 0.00002(Academi))}$	Acдеми



شکل ۲. تغییرات ارزش زمان سفر نسبت به میانگین به تفکیک دفعات ورود به طرح

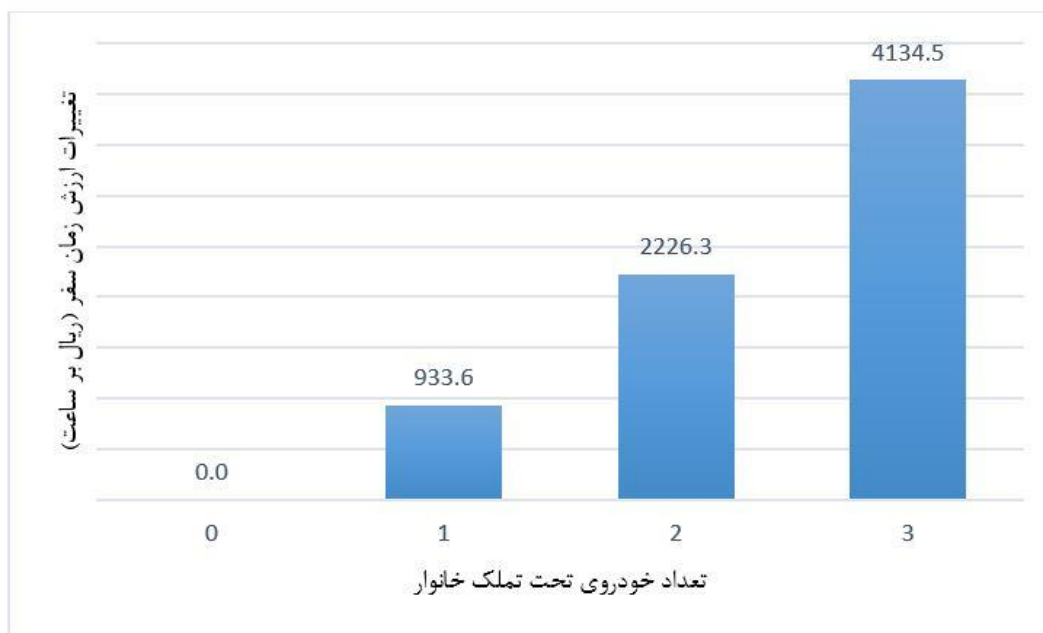
Fig. 2. Variation of VOT compared to the average by number of entrance to project zone

آمد آن‌ها به محدوده را ایجاد می‌کند، و افزایش هزینه ورود مانع ورود آن‌ها به طرح نشده و کاهش ازدحام برای آن‌ها مطلوب است (شکل ۲).

تعداد خودروی خانوار بر ارزش زمان سفر تأثیرگذار بوده و با ثابت بودن سایر شرایط با افزایش تعداد خودروی خانوار ارزش زمان سفر تا ۴۱۳۴ ریال بر ساعت افزایش می‌یابد. تعداد خودروی خانوار می‌تواند به عنوان شاخصی از درآمد خانوار در نظر گرفته شود که در این صورت افزایش ارزش زمان

عوامل) دارای ارزش زمان به اندازه ۵۲۶/۲ ریال بر ساعت بیشتر از میانگین (۵۷۸۸ ریال بر ساعت) است.

ارزش زمان سفر با دفعات ورود به محدوده کنترل آلودگی هوا در روز رابطه مستقیم داشته و باعث افزایش ارزش زمان سفر به مقدار صفر تا ۲۸۹۴۱ ریال خواهد بود. با فرض اینکه افراد با بیش از دو بار ورود به محدوده کنترل آلودگی هوا عموماً خودرو، وسیله درآمد و اشتغال آن‌ها است که رفت و



شکل ۳. تغییرات ارزش زمان سفر نسبت به میانگین به تفکیک تعداد خودروی خانوار

Fig. 3. Variation of VOT compared to the average by number of household cars

کاربران محدوده کنترل آلودگی هوای تهران با رویکرد ترجیحات بیان شده و با ابعاد ۱۰۰۴ نفر است. این نمونه مبنای پرداخت مدل انتخاب گسسته از نوع لوجیت ترکیبی برای شناسایی ناهمگونی ضرایب هزینه و زمان و عوامل موثر بر آن قرار گرفته است.

نتایج مدل لوجیت ترکیبی نمایانگر میانگین ارزش زمان سفر ۵۷۸۸ ریال به ازای یک ساعت برای کاربران خودروی شخصی برای آذر ماه ۱۳۹۷ است. با در نظر گرفتن توزیع مثلی برای ضریب هزینه و توزیع نرمال برای ضریب زمان نتایج مدل نشان می‌دهد ضرایب ناهمگون بوده و با در نظر گرفتن اثر تعاملی بین ضریب هزینه و زمان و سایر متغیرها، منبع ناهمگونی حساسیت کاربران به هزینه و در نتیجه منبع ناهمگونی ارزش زمان سفر شناسایی شده است. متغیرهای بسیاری در اثر تعاملی با ضرایب تصادفی (زمان و هزینه) مورد آزمون قرار گرفتند. برای ضریب زمان در تجزیه ضرایب تصادفی متغیری موثر تشخیص داده نشد. در تجزیه ضرایب تصادفی سه متغیر تعداد دفعات ورود به محدوده تا ۲۸۹۴۲ ریال بر ساعت افزایش، تعداد خودروی تحت مالکیت خانوار تا ۴۱۳۵ ریال بر ساعت افزایش و داشتن تحصیلات دانشگاهی ناهمگونی تا ۳۰۵ ریال بر ساعت کاهش در ارزش زمان سفر نسبت به میانگین را توضیح می‌دهند.

با استفاده از نتایج این پژوهش می‌توان نشان داد کدام متغیرها و به

سفر با افزایش تعداد خودروی خانوار نتیجه‌ای منطقی خواهد بود (شکل ۳). متغیر مجازی Academi نیز بر ناهمگونی متغیر هزینه تاثیر داشته و با ثابت بودن سایر شرایط داشتن تحصیلات دانشگاهی باعث کاهش ارزش زمان سفر به مقدار ۳۰۴/۶ ریال بر ساعت خواهد بود.

۵- نتیجه‌گیری

ارزش زمان سفر را می‌توان به عنوان مبلغی که مردم برای به دست آوردن یک واحد اضافی از زمان حاضر به پرداخت هستند، تعریف کرد. هنگام ارزیابی انتخاب‌های مصرف کنندگان بین گزینه‌های مختلف حمل و نقل، ارزش زمان سفر یک مفهوم اساسی است و به عنوان یک نسبت تهاوتر بین ضریب زمان و هزینه محاسبه می‌شود. ارزش زمان سفر به عوامل مختلفی بستگی دارد و از کشور به کشور، صنعت به صنعت و حتی از فردی به فردی دیگر متفاوت است. با توجه به تمرکز بسیار اندکی که به مقوله ارزش زمان سفر شده است، به خصوص برای مورد مشخص ورود به محدوده کنترل آلودگی هوا که می‌تواند در سیاست‌گذاری و برنامه‌ریزی کلانشهرها موثر باشد، در این مقاله، به برآوردی از ارزش زمان سفر کاربران خودروی شخصی محدوده کنترل آلودگی هوای تهران و شناسایی برخی منابع ناهمگونی آن پرداخته شده است. داده‌های گردآوری شده از پرسشگری رو-در-رو با

مطالعات آینده، ترکیب ترجیحات بیان شده و آشکار شده که می‌تواند جواب معتبرتری ارائه کند استفاده شود. همچنین برای مطالعات بعدی، پرسشگری درباره عوامل نگرشی که می‌تواند بر ناهمگونی ارزش زمان سفر نیز تاثیرگذار باشد، پیشنهاد می‌شود.

قدردانی

داده‌های مورد استفاده در این پژوهش مستخرج از پرسشگری‌های انجام شده در قالب طرح پژوهشی ارزیابی اجرای طرح جدید اخذ عوارض محدوده طرح ترافیک و امکان‌سنجی توسعه آن به محدوده تردد زوج یا فرد و به کارفرمایی مرکز مطالعات و برنامه‌ریزی شهر تهران است که توسط گروه برنامه‌ریزی حمل و نقل دانشگاه تربیت مدرس انجام شد. بدین وسیله از این سازمان، مسئولین و کارشناسان محترم آن و معاونت محترم حمل و نقل و ترافیک شهرداری تهران به عنوان بهره‌بردار به خاطر در اختیار قرار دادن

چه میزان باعث تغییر ارزش زمان سفر کاربران خواهد بود. از این نتایج می‌توان برای پیش‌بینی دقیق‌تر تقاضا با توجه به ویژگی‌های اقتصادی و اجتماعی، تعیین میزان عوارض برای قیمت‌گذاری مناطق و سایر مطالعات مربوط به قیمت‌گذاری استفاده کرد. به همین ترتیب متغیرهایی که در فرایند مدل‌سازی معنادار نشدند نیز دارای اهمیت بوده و نشانگر این است که نقشی در تعیین میزان ارزش زمان سفر ندارند. این متغیرها شامل سن، جنسیت، برخی انواع شغل (مانند شغل دولتی)، وضعیت تاهل و سرپرست خانوار بودن است.

این پژوهش به برآورد ارزش زمان سفر کاربران محدوده کنترل آلودگی هوا، شناسایی برخی منابع ناهمگونی ارزش زمان سفر کاربران و میزان تأثیر هر یک از عوامل بر ارزش زمان سفر کاربران پرداخته است. در این پژوهش پرسشگری قبل از انجام قیمت‌گذاری و به صورت ترجیحات بیان شده از افراد انجام شده است. پیشنهاد می‌شود با توجه به اهمیت موضوع برای

برخی داده‌ها قدردانی می‌شود.

پیوست ۱

محل مصاحبه: منطقه: محله/شهرک: خ. اصلی/میدان/تقاطع: اداره، بازار یا محل خاص:

- * مصاحبه‌شونده، در کدام گروه(ها) قرار می‌گیرد؟ شاغل در محدوده زوج یا فرد ساکن در محدوده زوج یا فرد مراجعه‌کننده به محدوده زوج یا فرد
- آیا طی یک هفته گذشته، به/از محدوده زوج یا فرد (بخشی از محدوده که خارج از طرح ترافیک قرار دارد)، تردد کرده‌اید؟ بله خیر (پایان مصاحبه)
- آیا حداقل در یکی از روزهای یک هفته گذشته که به/از محدوده زوج یا فرد تردد کرده‌اید، از خودروی شخصی استفاده کردید؟ بله خیر (پایان مصاحبه)
- آخرین روز، قبل از امروز (طی روزهای شنبه تا چهارشنبه) که با خودروی شخصی به/از این محدوده تردد کرده‌اید را در نظر بگیرید. آیا در آن روز حداقل یک تردد در بازه ۶:۳۰ تا ۱۹ به/از محدوده زوج یا فرد داشته‌اید؟ (اگر ساکنید، در آن روز حداقل یک تردد در بازه ۸:۳۰ تا ۱۷ داشته‌اید؟) بله خیر (پایان مصاحبه)

مشخصات سفر (در روز مشخص شده در بالا)	
۱- در آن روز، هدف اصلی شما از تردد به/از محدوده زوج یا فرد چه بوده است؟ (۱) شغلی (۲) تحصیلی (۳) خرید (۴) درمانی (۵) تفریح و سرگرمی (۶) دیدار آشنایان (۷) کار شخصی (۸) سایر (.....)	
۲- روز مورد نظر، کدام روز از هفته بوده است؟ ۳- در آن روز، رقم سمت راست پلاک خودرویتان چه بود؟ <input type="checkbox"/> زوج <input type="checkbox"/> فرد	
۴- در صورت تطابق رقم سمت راست پلاک خودرویتان با زوج یا فرد بودن آن روز از هفته، یک روز قبل (یا بعد) که با پلاک خودرویتان تطابق نداشت، چه کردید؟ (۱) در آن روز به محدوده نرفتم (۲) با خودروی دیگری که پلاکش تطابق داشت آمدم (۳) با همان خودرو آمدم و عوارض طرح ترافیک برایم ثبت شد (۴) با همان خودرو و بدون جریمه شدن آمدم (۵) با وسیله دیگری (همگانی/ تاکسی/ اسنپ/ و ...) آمدم	
۵- در صورت عدم تطابق رقم سمت راست پلاک خودرویتان با زوج یا فرد بودن آن روز از هفته، نحوه حضور شما در این محدوده، چگونه بوده است؟ (۱) عوارض طرح ترافیک برایم ثبت شد (۲) بدون جریمه شدن آمدم (۳) سایر (.....)	
۶- در آن روز، طی ساعات ۶:۳۰ تا ۱۹، چند بار وارد محدوده طرح زوج یا فرد شده و چند بار خارج شدید؟ (اگر ساکن این محدوده‌اید، تعداد ورود و خروج خود را طی ساعات ۸:۳۰ تا ۱۷ بیان کنید). (۱) بار ورود (۲) بار خروج	
۷- در هفته و ماه گذشته، حدوداً چند روز با خودروی شخصی به/از محدوده زوج یا فرد تردد کرده‌اید؟ (۱) روز در هفته گذشته (۲) روز در ماه گذشته	
۸- مالک وسیله (۱) خودم (۲) سایر اعضای خانوار (۳) دوستان و آشنایان (۴) اداره/ سازمان/ شرکت (۵) سایر (.....)	
۹- نقش شما؟ (۱) راننده (۲) سرنشین (۳) تعداد سرنشینان خودرو (باضافه راننده): نفر (۴) نوع پلاک؟ شخصی (سفید) دولتی (قرمز) <input type="checkbox"/>	
۱۲- نوع پارکینگ مقصد؟ (۱) پارک در حاشیه خیابان (۲) پارکینگ ساختمان مقصد (۳) پارکینگ عمومی (۴) هزینه پارکینگ: تومان	
۱۴- آیا در آن روز، بین مبدأ و مقصد سفر شما، امکان استفاده از حمل‌ونقل همگانی (اتوبوس/ مترو) وجود داشت؟ (۱) بله (۲) خیر (۳) اطلاع ندارم	
۱۵- آیا در آن روز، یک سر از سفرتان (مبدأ یا مقصد)، منزل یا محل سکونت شما بود؟ (۱) بله (۲) خیر (سؤال ۱۸ هم پرسیده شود)	
۱۶- مقصد سفر شما برای انجام فعالیت در آن روز، حدوداً کجا قرار داشته است؟ <input type="checkbox"/> خارج محدوده زوج یا فرد <input type="checkbox"/> داخل زوج یا فرد و خارج محدوده طرح ترافیک منطقه شهرداری: محله/شهرک: خ. اصلی/میدان/تقاطع: اداره، بازار یا محل خاص:	
۱۷- مبدأ سفر شما برای انجام فعالیت در آن روز، حدوداً کجا قرار داشته است؟ <input type="checkbox"/> خارج محدوده زوج یا فرد <input type="checkbox"/> داخل زوج یا فرد و خارج محدوده طرح ترافیک منطقه شهرداری: محله/شهرک: خ. اصلی/میدان/تقاطع: اداره، بازار یا محل خاص:	
۱۸- آدرس تقریبی محل سکونت (اگر هیچ‌کدام از مبدأ و مقصدتان، محل سکونت شما نبوده است): <input type="checkbox"/> خارج زوج یا فرد <input type="checkbox"/> داخل زوج یا فرد و خارج طرح ترافیک منطقه شهرداری: محله/شهرک: خ. اصلی/میدان/تقاطع: اداره، بازار یا محل خاص:	

ارزیابی طرح زوج یا فرد	
یکی از سیاست‌های ترافیکی شهر تهران که به منظور کاهش آلودگی هوای شهر وضع شده است، طرح تردد نوبتی (زوج یا فرد) است. این طرح در ابتدا موقتی و برای مقابله با شرایط اضطراری آلودگی هوا بود، اما پس از آن به شکل دائمی درآمد. هم‌کنون کارآمدی این طرح با تردیدهایی جدی روبروست. به گونه‌ای که برخی از کشورهایی که مشابه این طرح را اجرا می‌کردند، در بلندمدت اقدام به حذف و جایگزینی آن با طرح‌های مؤثرتر نمودند.	
۱- چقدر طرح زوج یا فرد کنونی را عادلانه می‌دانید؟ <input type="checkbox"/> خیلی زیاد <input type="checkbox"/> زیاد <input type="checkbox"/> متوسط <input type="checkbox"/> کم <input type="checkbox"/> خیلی کم <input type="checkbox"/> نظری ندارم	
۲- آیا طرح زوج یا فرد را در کاهش آلودگی هوا، مؤثر می‌دانید؟ <input type="checkbox"/> خیلی زیاد <input type="checkbox"/> زیاد <input type="checkbox"/> متوسط <input type="checkbox"/> کم <input type="checkbox"/> خیلی کم <input type="checkbox"/> نظری ندارم	
۳- آیا موافقتی که محدودیت پلاک زوج یا فرد برای تردد در این محدوده از شهر برداشته شود، و به منظور کنترل تردد وسایل نقلیه در آن، مبلغی (مثلاً یک‌سوم هزینه طرح ترافیک فعلی) برای این محدوده در نظر گرفته شود. در عوض، همه روزهای هفته امکان تردد آزادانه برای هرکس که این پول را پرداخت می‌کند وجود داشته باشد؟ (درآمدهای حاصل از آن نیز صرف توسعه حمل‌ونقل همگانی خواهد شد). <input type="checkbox"/> کاملاً موافقم <input type="checkbox"/> موافقم <input type="checkbox"/> مخالفم <input type="checkbox"/> کاملاً مخالفم <input type="checkbox"/> نظری ندارم	

کد مصاحبه‌کننده: شماره پرسشنامه: _____ ساعت: __: __: __ تاریخ: ۱۳۹۷/۰۹/.....

سؤال) فرض کنید این سیاست، یعنی حذف محدودیت زوج یا فرد و آزاد شدن تردد به این محدوده در ازای اخذ عوارض از خودروهای شخصی، در سال آینده اعمال شود و درآمدهای حاصل از آن صرف توسعه و بهبود حمل‌ونقل همگانی شود. با این شرایط، در هر کدام از بازه‌های قیمتی جدول زیر، تمایل خود را درباره‌ی تردد به/ از این محدوده با خودروی شخصی، اعلام کنید: (توجه کنید که پس از حذف محدودیت زوج یا فرد، با کاهش هزینه‌ی تردد در محدوده، احتمالاً شلوغی ترافیک در این محدوده از شهر افزایش چشمگیری خواهد یافت و برعکس، با افزایش هزینه، احتمالاً شلوغی کم‌تر شود.)

هزینه تردد روزانه (هزار تومان):	کمتر از ۳	۳ تا ۵	۵ تا ۷	۷ تا ۹	۹ تا ۱۱	۱۱ تا ۱۳	۱۳ تا ۱۵	۱۵ تا ۲۰	بیشتر از ۲۰
با خودرو می‌آیید؟	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

سناریوهای احتمالی اخذ عوارض تردد در محدوده زوج یا فرد

* اکنون سفر مورد بررسی در بخش اول را در نظر بگیرید. با فرض حذف محدودیت زوج یا فرد، در صورتی که اخذ عوارض تردد در محدوده زوج یا فرد (طی روزهای شنبه تا چهارشنبه و در ساعات ۶:۳۰ الی ۱۹) به صورت زیر و بر اساس زمان اولین و آخرین تردد به/ از این محدوده باشد، در هر سناریو و برای آن سفر مشخص به/ از محدوده زوج یا فرد، چه تصمیمی خواهید گرفت؟ لطفاً جدول زیر را کامل کنید. (توجه: اوج صبح: ۶:۳۰ تا ۱۰، غیر اوج: ۱۰ تا ۱۶، اوج عصر: ۱۶ تا ۱۹)

- در آن روز اولین و آخرین تردد شما به/ از محدوده زوج یا فرد در بازه‌ی ۶:۳۰ تا ۱۹، چه زمانی بوده است؟ (۱) اولین تردد: __: __: __ (۲) آخرین تردد: __: __: __

- در آن روز چه زمانی از مبدأ حرکت کرده، و چه زمانی به مقصد خود رسیدید؟ (۱) حرکت از مبدأ: __: __: __ (۲) رسیدن به مقصد: __: __: __ (زمان سفر: دقیقه)

- آیا در یکی از این گروه‌ها قرار می‌گیرید؟ ساکنین زوج یا فرد (خارج طرح ترافیک): بازه زمانی طرح، ۸:۳۰ تا ۱۷ خواهد بود. وسایل باری (تا سقف ۶ تن): ضریب ۰/۳
 ○ اتوبوسها و مؤسسات اتوبوسرانی، و سرویس‌های مجاز مدارس: ضریب ۰/۳
 ○ جانبازان (۲۵ درصد به بالا): رایگان
 ○ وسائط نقلیه با پلاک ویلچر (ز): رایگان
 ○ خبرنگاران، روزنامه‌نگاران و عکاسان خبری: ضریب ۰/۱
 ○ بیماران خاص، و افراد دارای معلولیت جسمی و حرکتی: ضریب ۰/۱

ردیف	نوع تردد	ساعت تردد*			قیمت‌ها (برحسب تومان)		
		اولین تردد	آخرین تردد	سناریو ۱		سناریو ۲	سناریو ۳
۱	یک سر اوج	۶:۳۰ تا ۱۰	قبل از ۱۶	۵۵۰۰	۱۰۰۰۰	۱۴۰۰۰	
۲	هیچ سر اوج	۱۰ تا ۱۶	قبل از ۱۶	۴۰۰۰	۷۰۰۰	۱۰۰۰۰	
۳	یک سر اوج	۱۰ تا ۱۶	۱۶ تا ۱۹	۵۵۰۰	۱۰۰۰۰	۱۴۰۰۰	
۴	دو سر اوج	۶:۳۰ تا ۱۰	۱۶ تا ۱۹	۸۵۰۰	۱۵۰۰۰	۲۱۵۰۰	
عوارض تردد	در هر سناریو، با توجه به زمان اولین و آخرین تردد، ردیف‌های ۱ تا ۴ در بالا، و گروه مصاحبه‌شونده، عوارض تردد فرد به محدوده‌ی زوج یا فرد، چند تومان است؟ (به کمک پرسشگر محاسبه شود)						
گزینه‌ی سفر انتخابی	۱- عدم تغییر در سفر، ۲- تغییر وسیله از خودروی شخصی، ۳- تغییر زمان ورود یا خروج، ۴- تغییر مقصد یا مسیر سفر (به خارج از زوج یا فرد)، ۵- انتقال سفر به آخر هفته، ۶- لغو سفر. (لطفاً در هر سناریو، با توجه به عوارض دریافتی و سایر شرایط سفر، فقط یک گزینه انتخاب شود.)					۱۰ ۴۰	۱۰ ۴۰
در صورت انتخاب گزینه‌ی ۲ (تغییر وسیله)، چه وسیله‌ای را برای سفر به محدوده زوج یا فرد جایگزین می‌کنید؟						گزینه:	گزینه:
(۱) همگانی (مترو/ اتوبوس) (۲) تاکسی (۳) ترکیب همگانی و تاکسی (۴) اسنپ/ آژانس/ تاکسی تلفنی / (۵) پارک خودروی شخصی در مرز محدوده، و ادامه مسیر با سایر شیوه‌ها (۶) موتورسیکلت (۷) سایر شیوه‌ها						گزینه: (از ۱ تا ۷)	گزینه: (از ۱ تا ۷)
اگر سیاست جدید موجب کاهش شلوغی ترافیک در محدوده شود، به طوری که کل مدت زمان سفرتان به/ از محدوده ۲۰ درصد کاهش یابد، در هر سناریو، کدامیک از گزینه‌های سفر را انتخاب می‌کنید؟ (زمان سفر جدید:						گزینه: (از ۱ تا ۶)	گزینه: (از ۱ تا ۶)
اگر سیاست جدید موجب افزایش شلوغی ترافیک در محدوده شود، به طوری که کل مدت زمان سفرتان به/ از محدوده ۲۰ درصد افزایش یابد، در هر سناریو، کدامیک از گزینه‌های سفر را انتخاب می‌کنید؟ (زمان سفر جدید:						گزینه: (از ۱ تا ۶)	گزینه: (از ۱ تا ۶)
آیا با جایگزینی این شیوه‌ی اخذ عوارض روزانه از محدوده زوج یا فرد، در ازای حذف محدودیت زوج یا فرد، موافقت می‌کنید؟						موافقم ○ مخالفم ○ نظری ندارم ○	
اگر تخصیص درآمدهای این طرح به توسعه همگانی (مترو/ اتوبوس)، موجب بهبود این خدمات در مسیر شما از مبدأ به مقصد شود، حاضرید به جای خودروی شخصی از وسایل همگانی برای تردد به/ از محدوده زوج یا فرد استفاده کنید؟						حتماً ○ شاید ○ اصلاً ○ نظری ندارم ○	

* توجه: اگر وسیله نقلیه تنها در یکی از بازه‌های ساعات اوج رؤیت گردد، از نوع "یک سر اوج" بوده، و اگر تنها در ساعات غیر اوج رؤیت گردد، از نوع "هیچ سر اوج" خواهد بود.

اطلاعات شخصی

۱- جنسیت: ○ مرد ○ زن	۲- وضعیت تأهل: ○ مجرد ○ متأهل	۳- سن: سال	۴- آیا سرپرست خانوار هستید؟ ○ بله ○ خیر
۵- تحصیلات: ○ کمتر از دیپلم ○ دیپلم ○ کاردانی ○ کارشناسی ○ کارشناسی ارشد/ پزشک عمومی ○ دکتر/ پزشک متخصص ○ حوزوی			
۶- وضعیت فعالیت: ○ کارمند بخش دولتی ○ کارمند بخش خصوصی ○ مدیر ○ پزشک ○ هیأت علمی ○ شغل آزاد (.....)			
○ خبرنگار ○ نظامی ○ سرباز ○ دانشجو ○ دانش‌آموز ○ کارگر ○ بازنشسته ○ خانه‌دار ○ بیکار ○ سایر (.....)			
۷- تعداد افراد خانوار:	۸- تعداد افراد شاغل در خانوار:	۹- تعداد افراد دارای گواهینامه در خانوار:	
۱۰- مشخصات وسایل تحت تملک خانوار (مدل، سال ساخت): (۱)، (۲)، (۳)، (مثال: پراید، ۹۰)			
۱۱- رقم سمت راست پلاک خودرو(های) خانوار شما: ○ زوج ○ فرد ○ هر دو (آیا داشتن هر دو پلاک، با هدف تردد در محدوده زوج یا فرد است؟ ○ بله ○ خیر)			

- long-distance trips using revealed and stated preference methods, in: K.G. Goulias, A.W. Davis (Eds.) Mapping the Travel Behavior Genome, Elsevier, 2020, pp. 561-575.
- [12] G.H.d.A. Correia, E. Loeff, S. van Cranenburgh, M. Snelder, B. vanArem, On the impact of vehicle automation on the value of travel time while performing work and leisure activities in a car: Theoretical insights and results from a stated preference survey, *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 119 (2019) 359-382.
- [13] V. Varghese, A. Jana, Impact of ICT on multitasking during travel and the value of travel time savings: Empirical evidences from Mumbai, India, *Travel Behaviour and Society*, 12 (2018) 11-22.
- [14] A. Younis, REVIEW OF VALUE OF TRAVEL TIME SAVINGS & ITS VARIATION WITH, 2013.
- [15] I. Dubernet, T. Dubernet, K.W. Axhausen, Comparing values of travel time obtained from workplace and short-term decisions, *Travel Behaviour and Society*, 20 (2020) 83-90.
- [16] K.E. Train, *Discrete choice methods with simulation*, Cambridge university press, 2009.
- [17] K.A. Small, C. Winston, J. Yan, Uncovering the Distribution of Motorists' Preferences for Travel Time and Reliability, *Econometrica*, 73(4) (2005) 1367-1382.
- [18] M. Mehdizadeh, A.R. Mamdoohi, Active school travel: homogeneity or heterogeneity? That is the question, *Transportation Planning and Technology*, 43(5) (2020) 443-462.
- [19] I. Farzin, A.R. Mamdoohi, HETEROGENEITY AMONG INDIVIDUALS AND ALTERNATIVE IN ESTINATION CHOICE- CASE OF SHOPPING TRIPS IN QAZVIN, *Sharif Journal of Civil Engineering*, 36.2(3.2) (2020) 77-86.(in persian)
- [20] D. Hensher, J. Rose, W. Greene, *Applied Choice Analysis*, 2005.
- [21] D. McFadden, K. Train, Mixed MNL models for discrete response, *Journal of Applied Econometrics*, 15(5) (2000) 447-470.
- [1] V. Jarl, Congestion pricing in urban areas: theory and case studies, (2009).
- [2] M.S. Hossan, H. Asgari, X. Jin, Investigating preference heterogeneity in Value of Time (VOT) and Value of Reliability (VOR) estimation for managed lanes, *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 94 (2016) 638-649.
- [3] T.C. Lam, K.A. Small, The value of time and reliability: measurement from a value pricing experiment, *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 37(2) (2001) 231-251.
- [4] I.C. Athira, C.P. Muneera, K. Krishnamurthy, M.V.L.R. Anjaneyulu, Estimation of Value of Travel Time for Work Trips, *Transportation Research Procedia*, 17 (2016) 116-123.
- [5] M. Jiang, T. Morikawa, Theoretical analysis on the variation of value of travel time savings, *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 38 (2004) 551-571.
- [6] M. Wardman, A review of British evidence on time and service quality valuations, *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 37(2) (2001) 107-128.
- [7] T.C. Thomas, G.I. Thompson, The value of time for commuting motorists as a function of their income level and amount of time saved, *Highway Research Record*, (314) (1970).
- [8] J. Calfee, C. Winston, The value of automobile travel time: implications for congestion policy, *Journal of public economics*, 69(1) (1998) 83-102.
- [9] S. Hess, M. Bierlaire, J.W. Polak, Estimation of value of travel-time savings using mixed logit models, *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 39(2) (2005) 221-236.
- [10] H. Zhong, W. Li, M.W. Burris, A. Talebpour, K.C. Sinha, Will autonomous vehicles change auto commuters' value of travel time?, *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 83 (2020) 102303.
- [11] V. Kolarova, F. Steck, Chapter 28 - Estimating impact of autonomous driving on value of travel time savings for

چگونه به این مقاله ارجاع دهیم

S. Kanaani, A. R. Mamdoohi, Identification of some sources of heterogeneity in value of travel time of Tehran LEZ users, Amirkabir J. Civil Eng., 54(11) (2023) 4101-4118.

DOI: [10.22060/ceej.2022.19624.7213](https://doi.org/10.22060/ceej.2022.19624.7213)

