بررسی ترجیحات اظهار شده شهروندان تهرانی در خصوص «مرکز شهر بدون خودروی سواری شخصی»: یک آزمایش انتخاب گسسته

علی اژدری،* محسن مهرآرا و علی طیب‌نیا*****

نوع مقاله: پژوهشی	تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۸/۰۴	تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۵/۰۶	شماره صفحه: ۸۳-۴۱

یکی از راه‌حل‌های ممکن برای چالش‌های ناشی از استفاده خودروهای سواری شخصی به خصوص ترافیک، ازدحام، آلودگی هوای تهران، اجتناب از هزینه‌های هنگفت اقتصادی و کاهش میزان مرگ‌ومیر سالیانه، به‌کارگیری رویکرد «مرکز شهر بدون خودروی سواری شخصی» است. هدف این مطالعه سنجش ترجیحات اظهار شده شهروندان تهرانی برای شناسایی مؤلفه‌های اثرگذار غیربازاری و ارزشگذاری اقتصادی این مؤلفه‌ها با استفاده از رویکرد آزمایش انتخاب گسسته و مدل‌های لاجیت شرطی است. یافته‌های مطالعه حاضر نشان می‌دهد که مؤلفه «فضای سبز و تفریحی اضافی» در مقایسه با سایر مؤلفه‌ها از اهمیت بیشتری برخوردار است. مؤلفه‌های «امکانات پارکینگ در مرز محدوده» و «فراوانی حمل‌ونقل عمومی» در داخل محدوده مرکز شهر بدون خودرو در اولویت‌های بعدی قرار دارند و ناهمسانی در ترجیحات شهروندان تهرانی نیز به همین دو مؤلفه برمی‌گردد. گفتنی است منبع این ناهمسانی نیز متغیرهای جمعیت‌شناختی «درآمد» و «سن» افراد است. در تحلیل و تفسیر مقادیر برآوردی «تمایل به پرداخت» باید گفت شهروندان تهرانی برای مؤلفه‌های ایجاد مسیر دوچرخه‌سواری و کاهش متوسط مسافت پیاده‌روی تا نزدیک‌ترین ایستگاه، اهمیت نسبی کمتری قائل هستند. در مقابل به مؤلفه‌های «ایجاد فضای سبز و تفریحی اضافی در داخل محدوده»، «ایجاد امکانات پارکینگ در مرز محدوده» و «فراوانی بیشتر حمل‌ونقل عمومی در داخل محدوده» اهمیت بیشتری می‌دهند؛ به‌گونه‌ای که تمایل به پرداخت آنها به ترتیب ۴۴،۳۷۵ ، ۳۰،۰۰۰ و ۲۸،۱۲۵ ریال است که تقریباً یک‌ونیم تا دوبرابر کرایه‌های فعلی است. بنابراین توصیه می‌شود در سیاستگذاری ترافیکی برای شهر تهران، دو مؤلفه «ایجاد فضای سبز و تفریحی اضافی در داخل محدوده» و «ایجاد امکانات پارکینگ در مرز محدوده مرکز شهر بدون خودرو» در اولویت بیشتری نسبت به سایر مؤلفه‌ها قرار گیرند.

کلیدواژه‌ها: ترجیحات؛ شهروندان تهران؛ مرکز شهر؛ خودرو؛ آزمایش انتخاب گسسته

* دکتری اقتصاد، دانشکده اقتصاد، دانشگاه تهران؛

Email: aajdari@ut.ac.ir

** استاد دانشکده اقتصاد، دانشگاه تهران؛

Email: mmehrara@ut.ac.ir

*** استاد دانشکده اقتصاد، دانشگاه تهران (نویسنده مسئول)؛

Email: taiebnia@ut.ac.ir

فصلنامه مجلس و راهبرد، سال سی‌ام، شماره یکصدوچهاردهم، تابستان ۱۴۰۲

doi: 10.22034/MR-2110-4857

مقدمه[۱]

امروزه ضرورت حل مشـــکلات مرتبط با حمل‌ونقل شـــهری بیش از پیش اهمیت دارد. شـــهرهایی که از یک طرف منافع قابل توجهی برای توســـعه اقتصادی مناطق پیرامونـــی دارند و از طـــرف دیگر همزمان با چالش تراکم بـــالای جمعیت، ازدحام،[۲] ترافیک و آلودگی بیش از حد مواجه هستند (Agatha, 2018). چالش‌هایی که اغلب در اســـتراتژی‌های حمل‌ونقل شهری مورد بررسی و تحلیل قرار می‌گیرند مشتمل بر قابلیت دسترســـی ضعیف،[۳] آثار منفی ترافیک بر توانایـــی زندگی[۴] در بخش مرکزی شـــهر و امکان این بخش در جذب ســـاکنان (به ویژه کســـانی که بـــه اقتصاد دانش بنیـــان،[۵] آلودگی هـــوای کمتر، آلودگی صوتی کمتر و خیابان‌هـــای ایمن نیاز دارند) اســـت (Rye and Hrelja, 2020). یکی از مهمترین سیاست‌هایی که در برنامه‌ریزی حمل‌ونقل شهری دنبال می‌شود؛ سیاست آرام‌سازی ترافیک[۶] است. لیتمن[۷] (۱۹۹۹) معتقد است آرام‌سازی ترافیک می‌تواند با کاهش آثار خارجی[۸] وسایل نقلیه موتوری و ایجاد یک سیستم حمل‌ونقل متوازن‌تر (که گزینه‌های مسافرتی را برای افراد محروم افزایـــش می‌دهد) بـــه افزایش «برابری افقی و عمودی»[۹] منجر شـــود. به‌عبارت‌دیگر می‌توان این‌گونه استدلال کرد که منافع ساکنان محلی باید بر منافع کاربران وسایل نقلیه موتوری اولویت داشـــته باشد، زیرا آثار منفی بر ساکنان محلی تحمیل می‌شود.

---

۱. این مقاله از رساله دکتری نویسنده اول استخراج شده است.

2. Congestion
3. Poor Accessibility
4. Liveability
5. Knowledge Economy
6. Traffic Calming
7. Litman
8. Externality

۹. «برابری افقی» به توزیع آثار میان افراد یا گروه‌هایی اشاره دارد که در ثروت و توانایی یکسان هستند و در مقابل«برابری عمودی» به توزیع آثار بین افراد و گروه‌هایی اشاره دارد که در ثروت و توانایی متفاوت هستند.

شـــهرها و جوامع به‌طور فزاینده‌ای نگران مسائل زیســـت‌محیطی و پایداری هستند. «آلودگی هوا» به مســـئله‌ای مهم برای بســـیاری از مناطق شهری تبدیل شده است، چرا که آلودگی در کیفیت زندگی و ســـلامت شهروندان تأثیر منفی دارد (Zavitsas et al., 2010).

ماریو مولینا و لوئیزا مولینا[1] (۲۰۰۴) در بحث «کلان‌شـــهرها و آلودگی هوا» بیان می‌کنند که با توجه به رشـــد انتظاری جمعیت شهری در دهه‌های آینده، رشد مداوم تعداد وســـایل نقلیه موتوری، یک چالش بزرگ در مدیریت کلان‌شـــهرها به ویژه در کشورهای در حال توســـعه ایجاد خواهد کرد. استراتژی‌های مؤثر[2] برای کنترل رشد وســـایل نقلیه و شدت ترافیک خودرو در کلان‌شـــهرها به ویژه در بخش مرکزی این شـــهرها باید در دســـتور کار برنامه‌ریزان شـــهری قرار گیرد. اگر هدف دســـتیابی به پایداری در حمل‌ونقل اســـت؛ برنامه‌ریزی و مدیریت حمل‌ونقل کلان‌شـــهرها نیاز به تغییر پارادایم دارد (Igwe, 2006). یکی از راه‌حل‌های ممکن برای مشـــکلات ناشی از اســـتفاده از خودروی سواری شـــخصی، ایجاد «مراکز شهر بدون خودرو»[3] است. از دهه ۱۹۹۰ چندین شـــهر اروپایی اقداماتی را برای محدود کردن استفاده از خودروی سواری شخصی در نظر گرفته‌اند (Borgers et al., 2008).

به دنبال رشد شهرنشینی در ایران در چند دهه گذشته، شهرها با معضلات زیادی از جمله شـــلوغی، آلودگی و ازدحام به خصوص در نواحی مرکزی مواجه شدند. عدم توازن کاربری‌ها، دوری محل کار از محل ســـکونت، ارزان بودن نسبی بنزین، سهولت دارا بودن وســـیله نقلیه شخصی و نبود سیســـتم حمل‌ونقل همگانی مناسب، باعث شـــدند تا اکثر مردم از وسیله نقلیه شـــخصی برای حمل‌ونقل و جابه‌جایی در سطح

1. Mario Molina and Luisa Molina
2. Effective Strategies
3. Car-free City Centers

شـــهرها استفاده کنند (ماشین‌چی عباسی و عربی، ۱۳۹۷). تهران با مساحتی حدود ۷۸۰ کیلومتر مربع، بزرگترین شـــهر ایران با جمعیتی حدود هشت میلیون نفر است که بالغ بر پانزده میلیون ســـفر ســـواره در آن انجام می‌شود. ســـهم ترافیک در بروز پیامدهای آلودگی هوای شـــهر تهران حدود ۵۵/۶ درصد برآورد می‌شود (معصوم‌زاده و رحمانی، ۱۳۹۶). تحقیقات نشـــان می‌دهد سالیانه کمی بیش از چهار هزار نفر در اثر آلودگی هوای ناشـــی از ذرات معلق ۲/۵ میکرون ($PM_{2.5}$) در تهران دچار مرگ زودرس می‌شوند. بیشترین منبع ذرات معلق ۲/۵ میکرون از منابع متحرک (به عنوان مثال حمل‌ونقل) نشـــئت می‌گیرد. میزان اجتنـــاب از هزینه‌های اقتصادی مرتبط با آلودگی هوا در تهران ۲/۶ میلیارد دلار در سال برآورد می‌شود. این برآورد فقط اثرات ســـلامتی انسان‌ها را در نظر می‌گیرد. بنابراین هزینه اقتصادی کل در اثر آلودگی هوا بسیار بیشتر خواهد بود (Heger and Sarraf, 2018). در چند دهه اخیر سیاست‌های ترافیکی مختلفی در ســـطح شهر تهران پیاده شده اســـت. مرحله اول طرح ترافیک تهران از ابتدای شـــهریور ۱۳۵۸ شـــکل گرفت. طرح زوج و فـــرد یا حلقه دوم طرح ترافیک، از آذرماه ۱۳۸۴ به دلیل آلودگی غیرمنتظره هوای تهران سال به اجرا درآمد. از تیرماه ۱۳۹۸ طرح «زوج و فرد» بعد از چهارده ســـال از سیاســـت ترافیکی تهران حذف شـــد و طرح «کاهش آلودگی هوا» جایگزین آن شـــد که مهمترین دلیل آن، ناکارآمدی این طرح بود. بنابراین یکی از راه‌حل‌های ممکن برای مشـــکلات استفاده از خودروی ســـواری شخصی به خصوص ترافیک (عبور و مرور)، آلودگی هوای تهران و اجتناب از هزینه اقتصادی سنگین و کاهش میزان مرگ‌ومیر سالیانه، ایجاد «مراکز شهر بدون خودرو»[1] اســـت که نیازمند سیاستگذاری و اجرای هدفمند آن مطابق با خواسته‌های جامعه هدف است. هدف این مطالعه، شناسایی و ارزشگذاری مؤلفه‌های

1. Car-free City Centers

مؤثر غیربازاری بر ترجیحات یا مطلوبیت شـــهروندان تهرانی در انتخاب مرکز شـــهر بدون خودرو است. نتایج مطالعه حاضر می‌تواند به‌طور مستقیم توسط سیاستگذاران محلی و برنامه‌ریزان ترافیک شهری و زیست‌محیطی مورد استفاده قرار گیرد.

مقاله حاضر به پنج قسمت تقسیم شده است. پس از مقدمه، مبانی نظری و سپس پیشینه تحقیق ارائه می‌شود. در ادامه متدولوژی تحقیق تبیین شده و سپس تخمین مدل و تفسیر نتایج ارائه می‌شود. در نهایت نتیجه‌گیری و پیشنهادها بیان خواهد شد.

۱. مبانی نظری

در ادبیـــات اقتصادی، ارزش اقتصادی کل را مشـــتمل بر ســـه جزء کلی در نظر می‌گیرند. ارزش استفاده‌ای،[1] ارزش غیراستفاده‌ای[2] و ارزش انتخاب.[3] فریمن (۱۹۹۹) بر این عقیده بود که باید بین آنهایی که از خدمات منابع طبیعی اســـتفاده می‌کنند و آنهایی که از این خدمات اســـتفاده نمی‌کنند، تمایز قائل شد؛ بنابراین او ارزش‌های مورد نظر گروه اول را ارزش استفاده‌ای و ارزش‌های مورد نظر گروه دوم را ارزش‌های غیراســـتفاده‌ای نامید. منظور از ارزش‌های غیراســـتفاده‌ای، ارزش‌هایی هســـتند که هیچ‌گونـــه رفتار قابل مشـــاهده‌ای را دربرنمی‌گیرند و تنهـــا نتیجه یک تجربه ذهنی هستند. بنابراین ارزش‌های غیراستفاده‌ای نمی‌توانند در خریدهای بازار مشاهده شوند و یا براســـاس کارکردها ارزشگذاری شوند. ارزش انتخاب، ارزشی است که مردم برای داشـــتن فرصت مصرف کالا در آینده در نظر می‌گیرند. به‌عبارت‌دیگر ارزش انتخاب عبارت است از منافع حاصل از حفظ گزینه‌ها برای استفاده از یک منبع خاص، زمانی که افراد درباره اســـتفاده آینده از آن منبع عدم حتمیـــت دارند و یا با عدم حتمیت

1. Use Value
2. None-use Value
3. Option Value

درباره وجود آن منبع در آینده مواجه هستند (عبادی و همکاران، ۱۳۹۳).

به‌طورکلی ارزشـــگذاری پیامدهای هر سیاســـت یا برنامه براســـاس ترجیحات را می‌توان با دو رویکرد کلی انجام داد: روش ترجیحات آشـــکار شده[1] و روش ترجیحات اظهار شـــده.[2] هر کدام از این رویکردها روش‌هـــای مختلفی دارند که در جدول ذیل آمده است.

جدول ۱. روش‌های عمده ارزشگذاری غیربازاری

ترجیحات آشکار شده (رفتار مشاهده شده)	ترجیحات اظهار شده (رفتار فرضی)
هزینه سفر (Travel Cost)	ارزشگذاری مشروط (Contingent Valuation)
قیمت‌گذاری هدانیک (Hedonics Pricing)	روش ویژگی‌محور (Attributed-based Methods) یا آزمایش انتخاب گسسته (Discrete Choice Experiment)
رفتار دفاعی (Defensive Behavior)	
روش‌های جانشینی (Substitution Methods)	

Source: Segerson, 2017.

روش ترجیحات آشکار شـــده به داده‌های مشاهده شده متکی هستند که ممکن اســـت شـــامل داده‌های جمع‌آوری شده از طریق نظرســـنجی‌های مربوط به رفتار یا نتایج بازار باشد (Segerson, 2017). به‌عبارت‌دیگر پیش‌نیاز رویکرد ترجیحات آشکار شـــده، وجود منحنی تقاضای بازار برای کالای مورد نظر است اما در بسیاری از موارد یـــا بازار برای کالا وجود ندارد یا بازار ناقص اســـت. در این موارد ترجیحات آشـــکار شـــده به تحلیل ساختار ترجیحات افراد برای یک کالای مشخص مبتنی‌بر ترجیحات افراد نسبت به کالای بســـیار نزدیک (مکمل) موجود در بازار می‌پردازد. ازاین‌روست

1. Revealed Preference
2. Stated Preference

که به این روش ارزیابی غیرمستقیم ترجیحات آشکار شده گفته می‌شود (عبادی و همکاران، ۱۳۹۳). نظریه اقتصادی رفتار مصرف‌کننده بر این اساس بنا شده‌اند که یک فرد از بین مجموعه‌ای از گزینه‌ها، گزینه‌ای را انتخاب می‌کند که با توجه به ترجیحات خودش و قیمت کالاهای در دسترس (یا تحت بودجه در دسترس) مطلوبیت خودش را حداکثر کند. لنکستر[1] (۱۹۶۶) با تغییراتی در این چارچوب پیشنهاد داد که ترجیحات مصرف‌کننده برای کالاها به خود کالا بستگی ندارد، بلکه به ویژگی‌های آن کالا بستگی دارد. «آزمایش انتخاب گسسته» براساس مدل لنکستر انجام می‌شود و معمولاً در تحقیقات حمل‌ونقل مورد استفاده قرار می‌گیرد (بورگز و همکاران،[2] ۲۰۰۸؛ هنشر،[3] ۲۰۰۱)، اقتصاد سلامت (رایان و جرارد،[4] ۲۰۰۳؛ اسکات،[5] ۲۰۰۲)، اقتصاد زیست‌محیطی (بایرول و همکاران،[6] ۲۰۰۷؛ کارلسون و مارتینسون،[7] ۲۰۰۱؛ هانلی و رابرتز،[8] ۲۰۰۲) و تحقیقات انرژی (گوت و همکاران،[9] ۲۰۰۰؛ ساژبیل و همکاران،[10] ۲۰۱۴) (Gundlach et al., 2018).

مزیت اصلی آزمایش انتخاب گسسته، سازگاری آن با نظریه رفتار مصرف‌کننده است و تعیین تمایل به پرداخت مقادیر برای هر ویژگی را امکان‌پذیر می‌کند. بنابراین آزمایش‌های گسسته به ویژه برای ارزشگذاری کالاهای پیچیده غیربازاری و طراحی سیاست‌هایی با هدف تهیه چنین کالاهایی بسیار مفید است. در این مطالعه فرض

1. Lancaster
2. Borges et al.
3. Hensher
4. Ryan and Gerard
5. Scott
6. Birol et al.
7. Carlsson and Martinsson
8. Hanley and Roberts
9. Goett et al.
10. Sagebiel et al.

می‌کنیم که معرفی یک کالا به عنوان «مرکز شهر بدون خودرو» بر میزان مطلوبیت (u) مردم تأثیر دارد. علاوه‌بر این، ویژگی‌های مربوط به تحرک‌پذیری یا جابه‌جایی در مرکز شهر، بر u تأثیر می‌گذارد. ازآنجاکه ترجیحات بین افراد مختلف متفاوت است، متغیرهای اجتماعی - جمعیتی[1] را می‌توان در تابع مطلوبیت به عنوان مقادیر اثرات متقابل[2] گنجاند تا تفاوت در ترجیحات (ناهمسانی ترجیحات مشاهده شده)[3] را توضیح دهد (Ibid.) در تحقیقات بازاریابی و حمل‌ونقل، مدل‌سازی به روش رایج برای اندازه‌گیری ترجیحات افراد تبدیل شده است. براساس رویکرد انتخاب اظهار شده، گزینه‌های فرضی ایجاد می‌شوند. گزینه‌ها[4] به وسیله متغیرها یا ویژگی‌ها تعریف می‌شوند. هر متغیر یا ویژگی[5] می‌تواند مقادیر یا سطوح[6] مختلفی داشته باشد. با تغییر نظام‌مند سطوح ویژگی‌ها، گزینه‌های مختلف تولید خواهند شد. از پاسخ‌دهندگان درخواست می‌شود که یک گزینه از مجموعه انتخاب[7] را انتخاب کند. براساس انتخاب پاسخ‌دهندگان، ارزشگذاری برای سطوح ویژگی‌ها می‌تواند به لحاظ آماری به دست آید. مطلوبیت کل یک گزینه برابر با مجموع مطلوبیت یا ارزشگذاری از سطوح ویژگی‌هاست. با توجه به مطلوبیت کل هر گزینه، احتمال انتخاب یک گزینه از مجموعه‌ای از گزینه‌ها می‌تواند محاسبه شود (Borges et al., 2008).

آزمایش انتخاب گسسته، سازگار با تئوری اقتصادی ارزش لانکستر[8] و بر پایه

1 .Socio-demographic Variables
2. Interaction Terms
3. Observed Preference Heterogeneity
4. Alternatives
5. Attribute
6. Levels
7. Choice Set
8. Lancaster's Economic Theory of Value

تئوری مطلوبیت تصادفی[1] بنا شـــده است. کارکرد تئوری مطلوبیت تصادفی آن است که امکان اســـتخراج ترجیحات برای کالاهای چندبُعـــدی و پیچیده[2] را برای محقق فراهـــم می‌کند. مطالعات گوناگون در مدل‌ســـازی انتخاب گسســـته، قدرت و دقت پیش‌بینی مدل‌های انتخاب گسسته را مورد تأیید قرار داده است. مدل‌سازی انتخاب گسســـته با بررســـی انتخاب‌ها، به محقق اجازه می‌دهد مطلوبیت یک کالا یا خدمت را مدل‌ســـازی و اندازه‌گیری کند. مدل‌ســـازی ترجیحات مبتنی‌بر ترجیحات آشکار شده براساس مشـــاهده انتخاب‌های انجام شده به وسیله مصرف‌کننده در بازار واقعی انجام می‌گیرد اما در مدل‌ســـازی انتخاب گسســـته، فرض می‌شود انتخاب‌های اظهار شـــده، ترجیحات (مطلوبیت‌های) افراد را آشکار می‌کند (سبحانیان، مهرآرا و عبادی، ۱۳۹۵). دیشـــازو و فرمـــو[3] (۲۰۰۲) بیان می‌کنند اقتصاددانان قـــادر به اندازه‌گیری تفاوت‌ها در ساختار انتخاب نیستند. خوشبختانه روش‌های ترجیحات اظهار شده، به صراحت مجموعه انتخاب داده شـــده را برای مصرف‌کنندگان می‌سازند که این امر به اقتصاددانان اجازه می‌دهد تا فرضیات درباره رابطه علّی بین طراحی مجموعه انتخاب و ســـازگاری انتخاب را آزمون کنند. لنکســـتر (۱۹۶۶) در رویکردی جدید به تئوری مصرف‌کننده معتقد است عمده نوآوری فنی در ترک رویکرد سنتی، که کالاها را هدف مستقیم مطلوبیت می‌دانست، ویژگی یا خصوصیت کالاهاست که از آن تابع مطلوبیت مشـــتق می‌شـــود. کالا (خدمت) به‌خودی‌خود برای مصرف‌کننـــده مطلوبیت ندارد. کالاها (یا خدمت) ویژگی‌هایی دارند و این ویژگی‌هاســـت که مطلوبیت فرد را افزایش می‌دهـــد. همچنین وی بیان می‌کند که در تئوری رفتار مصرف‌کننده، خصوصیات یا ویژگی‌های ذاتی کالاها، همان خصوصیاتی اســـت که الماس را از نان متفاوت می‌کند

1. Random Utility Theory (RUT)
2. Complex Multidimensional Goods
3. Deshazo and Fermo

به‌طوری‌که مصرف‌کننده‌ای که فقط الماس مصرف می‌کند، همان‌قدر عقلایی است که مصرف‌کننده‌ای فقط نان مصرف می‌کند اما مصرف‌کننده‌ای که گاهی نان و گاهی الماس مصرف می‌کند، غیرعقلایی عمل می‌کند. بنابراین تنها خصوصیتی که تئوری می‌تواند بر آن بنا شود، خصوصیت کالا بودن است. بنیان نظریه آزمون انتخاب گسسته، نسبتاً پیچیده است زیرا چندین تئوری اقتصادی مختلف را با هم ترکیب می‌کند. آزمون انتخاب گسسته مبتنی‌بر تئوری انتخاب احتمالی و تئوری مطلوبیت تصادفی نامیده می‌شود و با تئوری اقتصادی ارزش لنکستر و اقتصاد نئوکلاسیک سازگار است (Lancaster, 1966; Manski, 1977).

تئوری مطلوبیت تصادفی به محقق امکان استخراج ترجیحات برای کالاهای چندبُعدی پیچیده را می‌دهد که مدل‌های ترجیحات می‌توانند از آن تخمین زده شوند. آزمون انتخاب گسسته، یک پیمایش ویژگی‌محور با رویکرد ترجیحات اظهار شده است که طی آن یک کالا یا خدمت و یا یک سیاست با استفاده از دو یا چند مؤلفه یا ویژگی تعریف می‌شود. هر یک از این مؤلفه‌های ذکر شده شامل سطوحی است که تلفیق هر یک از سطوح مؤلفه‌ها با یکدیگر، نسخه‌های متفاوتی از یک کالا یا خدمت را ارائه می‌دهد.

۱-۱. چارچوب مفهومی آزمایش انتخاب گسسته

در چارچوب مطلوبیت تصادفی استاندارد، تابع مطلوبیت فردn ام از گزینه iام، U_{in} از یک بخش مشاهده شده معین[1] (V_{in}) و یک بخش غیرقابل مشاهده[2] (ε_{in}) تشکیل شده است:

1. Deterministic Part
2. Unobservable Part

$$U_{in=V_{in}+\varepsilon_{in}} \quad (۱)$$

با تعریف ویژگی‌ها در مؤلفه مشـــاهده شده، معادله بالا را می‌توان به صورت ذیل نوشت:

$$V_{in=\beta'.x_{in}} \quad (۲)$$

$$U_{in=\beta'.x_{in}+\varepsilon_{in}} \quad (۳)$$

β بردار پارامترها و x_{in} بردار ویژگی‌ها برای گزینه i است.

در مدل‌های لاجیت، پارامتر تصادفی ε_i یا جملات اخلال به صورت لجســـتیکی توزیع شده است و براساس فرض لجستیک بودن توزیع جملات اخلال، مدل لاجیت شرطی یا چندجمله‌ای به دست می‌آید. مدل‌های فوق براساس این فرضیات به دست می‌آیند که عبارت‌های خطا، مستقل و به صورت یکسان و با ارزش فرین (مدل گامبل یا لجستیک) توزیع شده‌اند (Kjaer, 2005).

احتمـــال اینکه فرد nام گزینـــه i را از میان j گزینه انتخاب کند به صورت معادله زیر خواهد بود.

$$P_{in} = \text{prob}(U_{in} > U_{jn} \ \forall j \neq i)$$
$$= \text{prob}\left(V_{in} + \varepsilon_{in} > V_{jn} + \varepsilon_{jn}\right) = \text{prob}(V_{in} - V_{jn} > \varepsilon_{jn} - \varepsilon_{in} \ \forall j \neq i) \quad (۴)$$

۲-۱. مدل لاجیت با پارامترهای تصادفی

در تحلیل اقتصادسنجی، مدل لاجیت شرطی بر فروضی استوار است. یکی از این فروض، اســـتقلال گزینه‌های نامرتبط[1] یا فرض IIA است. این فرض به این معناست که حضور یا عدم حضور یک گزینه، نسبت احتمال مرتبط با سایر گزینه‌های موجود در مجموعه انتخاب را تحت تأثیر قرار ندهد (عبادی و همکاران، ۱۳۹۳). بنابراین در صورت نقض فرض اســـتقلال گزینه‌های نامرتبط و برای رهایی از تورش برآوردها از

1. Independence of Irrelevent Alternatives (IIA)

مدل لاجیت با پارامترهای تصادفی اســـتفاده می‌شود. در این تحقیق برای آزمون این فرض از آماره هاسمن استفاده می‌شود.

در مدل لاجیت با پارامترهای تصادفی، مطلوبیتی که فرد nام از گزینه i به دست می‌آورد به صورت زیر است:

$$U_{in} = x_{in}\beta_n + w_{in}\alpha + z_n\delta_i + \varepsilon_{in} \qquad (۵)$$

β_n ضریب تصادفی اســـت که برای افراد مختلف در جامعه تغییر می‌کند. x_{in} و w_{in} هر دو بردار متغیرهای گزینه‌محور[1] هستند با این تفاوت که اولی در ضریب β_n قابل تغییر برای هر فرد و دومی در یک ضریب ثابت ضرب شده است، α ضریب ثابت، ضرایب ثابت δ_i گزینه‌ها، z_n بردار متغیرهای فردمحور[2] و ε_{in} عبارت تصادفی است که دارای توزیع فرین از نوع ۱ است.

در مدل لاجیت با پارامترهای تصادفی، احتمال انتخاب گزینه i توســـط فرد nام به صورت زیر است (Cameron and Trivedi, 2005):

$$P_{in} = \int P_{in}(\beta) f(\beta) d\beta$$

$$P_{in}(\beta) = \frac{e^{x_{in}\beta_{n+w_{in}\alpha+Z_n\delta_i}}}{\sum_{i=1}^{I} e^{x_{in}\beta_{n+w_{in}\alpha+Z_n\delta_i}}} \qquad (۶)$$

۲. پیشینه تحقیق

رویکردهای مطالعات داخلی در حوزه حمل‌ونقل و ترافیک (عبور و مرور) شهری، عمدتاً بر مدل‌ســـازی تقاضای ســـفر و مؤلفه‌های اثرگذار در اســـتفاده از خودروهای ســـواری شـــخصی در ورود به محدوده مرکزی شهرها استوار اســـت و هیچ کدام از

1. Alternative-specific Variables
2. Case-specific Variables

مطالعات داخلی به موضوع «مرکز شـــهر بدون خـــودرو» و مؤلفه‌های اثرگذار بر آن نپرداخته است. در مطالعات داخلی مرتبط با حوزه حمل‌ونقل شهری، گوگردچیان و همکاران (۱۳۹۵) با اســـتفاده از مدل‌های انتخاب گسسته و مدل‌سازی تقاضای سفر در شـــهر اصفهان نشان دادند که تقاضا برای خودروهای شخصی به آسایش و راحتی خودروی شـــخصی؛ تقاضا برای تاکســـی به زمان، هزینه، درآمد و آســـایش و تقاضا برای اتوبوس به زمان و هزینه وابســـته اســـت. ماشـــین‌چی عباسی و عربی (۱۳۹۷) - با مدل‌ســـازی انتخاب وســـیله ســـفر با مدل لاجیت چندگانه - وابستگی کاری به اتومبیل، تعداد سرنشـــین، داشتن مجوز ورود به طرح و میزان تردد به محدوده طرح با اســـتفاده از خودروی شخصی را شناســـایی کردند. حبیبیان و کرمانشاه (۱۳۹۱) نیز با مدل‌ســـازی دلایل استفاده از سواری شخصی توســـط شهروندان در سفرهای کاری به محدوده مرکزی کلان‌شـــهر تهران نشـــان داد عامل راحتی در اســـتفاده از خودروی سواری شخصی، منطقه محل سکونت، سن افراد و میزان فاصله ایستگاه‌های حمل‌ونقل عمومی تا محل اقامت (فراوانی ایســـتگاه‌ها) با تمایل استفاده از حمل‌ونقل عمومی ارتباط دارد.

در مطالعات خارجی نیز روث اف. هانتر و همکاران[1] (۲۰۲۱) در مطالعه‌ای با هدف طراحی مشترک رویکردهای مداخله مبتنی‌بر سیستم‌های پایدار برای کاهش وابستگی خودرو[2] در شهر بلفاست،[3] پایتخت ایرلند شمالی، با استفاده از آزمایش انتخاب گسسته (مدل‌های لاجیت چندجمله‌ای و مختلط) و نظرسنجی با پرسشنامه از پانصد نفر کاربر خودروی ســـواری، به بررســـی ناهمگونی ترجیحات و تخمین پیش‌بینی سناریوهای ترجیحـــی افراد برای محیط حمل‌ونقل و برآورد تمایل به پرداخت یا پذیرش تغییرات

1. Ruth F. Hunter et al.
2. Car Dependency
3. Belfast

پرداختند و نتیجه گرفتند یک دیدگاه سیســـتمی از موضوع وابستگی خودرو در شهر بلفاست، دیدگاهی مشـــتمل بر سیاست‌ها و رویکردهای مداخله‌ای بالقوه و چارچوبی برای ادغام آنها و برای هماهنگی ذی‌نفعان لازم است. عرفان احمد ممون و همکاران[1] (۲۰۲۱) با مدل‌سازی انتخاب شیوه حمل‌ونقل برای انتقال کاربران خودروهای سواری شخصی (تک‌سرنشین) به خدمات حمل‌ونقل عمومی در مرکز شهر کراچی با رگرسیون لجســـتیک، نشـــان دادند که چگونه عوامل اجتماعی، جمعیتی، محیطی، حمل‌ونقل، ســـفر، کیفیت، نگرش و بی‌اطمینانی بر کاربران خودروهای سواری تک‌سرنشین تأثیر می‌گذارد. متغیر نگرش از طریق سه عامل حریم خصوصی، وضعیت شخصی و خودرو اندازه‌گیری و معنادار شـــد. گوندلاچ و همکاران[2] (۲۰۱۸) نیز با مدل‌سازی ترجیحات مردم شهر برلین برای مرکز شـــهر بدون خودرو با مدل‌های لاجیت شرطی و لاجیت با پارامترهای تصادفی نشـــان دادند بهبود زیرســـاخت‌های دوچرخه‌ســـواری، بهبود شـــبکه‌های حمل‌ونقل عمومی (اتوبوس و مترو) و اختصاص خیابان‌های آزاد شده به اســـتفاده‌های تفریحی به استقبال بالاتر مرکز شهر بدون خودرو کمک می‌کند. کین و همکاران[3] (۲۰۱۳) با اســـتفاده از مدل‌های لاجیت چندگانه برای تحلیل رفتار انتخاب اتوبوس توســـط مالکان خودرو در شهرهای متوســـط چین، چهار پارامتر زمان سفر، راحتی اتوبوس، هزینه پارکینگ و هزینه ســـوخت را به عنوان عوامل مهم برای تحلیل تقاضای سفر با وسایل حمل‌ونقل عمومی شناسایی کردند. بورگز و همکاران (۲۰۰۸) با مدل‌ســـازی آزمایش انتخاب گسسته برای چهار شهر هلند نشان دادند که امکانات پارک ایمن[4] و امکانات حمل‌ونقل عمومی[5] به‌طور قابل توجهی بر درک آنها از پارکینگ

1. Irfan Ahmed Memon et al.
2. Gundlach et al.
3. Qin et al.
4. Safe Parking
5. Public Transport Facilities

متمرکز تأثیر می‌گذارد. در مطالعه بورگز و گلدنر[1] (۲۰۱۵) نشان داده شد سن، وجود کـــودک در خانواده و نحوه حمل‌ونقل[2] بر تمایل به اقامت در یک منطقه بدون خودرو تأثیر می‌گذارد.

۳. متدولوژی تحقیق

روش‌شناســـی این تحقیق، پیمایشی - توصیفی و از نوع کاربردی با رویکرد مورد اســـتفاده «آزمایش انتخاب گسســـته»[3] و تکنیک مدل‌های لاجیت شرطی به منظور استخراج ترجیحات اظهار شده و شناسایی مؤلفه‌های اثرگذار غیربازاری بر ترجیحات مردم تهران در انتخاب یک مرکز شهر بدون خودروی سواری شخصی است.

۱-۳. جامعه و نمونه آماری

جامعه آماری یا جمعیت مورد مطالعه[4] شامل شهروندان تهرانی ساکن در مناطق ۲۲گانه اســـت که به دلایل مختلفی از قبیـــل کار، تحصیل، تفریح، خرید، انجام امور اداری و ... تحت تأثیر سیاســـت «مرکز شـــهر بدون خودروی سواری شخصی» قرار می‌گیرند. براساس محل سکونت یا محل کار از هر منطقه، چهار نفر شناسایی شدند کـــه هر یک از این افراد با معرفی ۱۰ نفر امکان تعیین نمونه چهل‌تایی از هر منطقه را فراهم کردند. ســـاده‌ترین تکنیک نمونه‌گیری احتمالی، نمونه‌گیری تصادفی است کـــه یکی از روش‌های آن نمونه‌گیری خوشـــه‌ای[5] اســـت (Champ, 2017). با توجه به پراکندگی جمعیت شـــهر تهران در ســـطح مناطق مختلف از نمونه‌گیری تصادفی

1. Borges and Goldner
2. Mode of Transport
3. Discrete Choice Experiment (DCE)
4. Study Population
5. Cluster Sampling

خوشـــه‌ای در این مطالعه اســـتفاده شده اســـت. متدولوژی مطالعه حاضر استفاده از نظرســـنجی مختلط و ترکیبی از مصاحبه حضوری، ارســـال پستی، ایمیل، واتساپ، تلگرام و دیگر فضاهای مجازی است.

قاعده کلی پیشـــنهادی پیرمین و همکاران[1] (۱۹۹۱) نشان می‌دهد برای طراحی آزمایش انتخاب گسســـته، نمونه با انـــدازه بیش از صد می‌تواند امکان مدل‌ســـازی داده‌های ترجیحات را فراهم کند؛ درحالی‌که لنســـار و لوویر[2] (۲۰۰۸) بیان می‌کنند آزمون تجربی ما نشان می‌دهد برای تخمین مدل‌های قابل اعتماد، باید هر پرسشنامه حداقل به بیست نفر ارائه شـــود و جهت شناسایی و برآورد آثار متقابل به نمونه‌های بزرگ‌تر نیاز اســـت (De Bekker-Grob et al., 2015). مک‌فادن[3](۱۹۸۴) پیشنهاد می‌کند: «به عنوان یک قاعده کلی، اندازه نمونه‌هایی که کمتر از ســـی پاســـخ در هر گزینه را شامل شود، برآوردهای انجام شده با روش مجانبی قابل اعتماد نیست».

۲-۳. شناسایی مؤلفه‌ها و سطوح آنها

اولین مرحله طراحی آزمون شامل تعریف ویژگی‌های مورد نظر است. هیچ اجماعی در مورد چگونگی تعریف ویژگی‌ها وجود ندارد اما در یک مطالعه دو مسئله خاص باید لحاظ شـــود؛ اول اینکه ویژگی‌ها باید متناسب با الزامات سیاستگذاران باشد. دوم اینکه ویژگی‌ها برای پاسخ‌دهندگان مهم و معنادار باشند. بنت و بلامی (۲۰۰۱) بیان می‌کنند که قاعده کلی برای تعداد ویژگی‌هایی که باید انتخاب شوند، وجود ندارد، اگرچه به نظر می‌رسد که یک توافق با حداکثر هشـــت ویژگی وجود دارد (Kjaer, 2005). کارلسون

1. Pearmain et al.
2. Lancsar and Louviere
3. Mc Fadden

و مارتین ســـون (۲۰۰۳)[1] در ارتباط با طراحی آماری آزمون‌های انتخاب بیان می‌کنند هدف از طراحی آماری بهینه، استخراج حداکثر مقدار اطلاعات از پاسخ‌دهندگان با قید تعداد ویژگی‌ها، سطوح ویژگی و سایر ویژگی‌ها مانند هزینه و طول دوره بررسی است. در مرحله اول مؤلفه‌ها یا ویژگی‌های «مرکز شهر بدون خودرو» با روش‌شناسی اسنادی و نشست خبرگانی احصا و ۶ مؤلفه اثرگذار بر ترجیحات شهروندان تهرانی انتخاب شد. در مرحله دوم نیز سطوح این ویژگی‌ها تعیین شدند که در جدول ۲ ارائه شده است.

1. Carlson and Martinsson

جدول ۲. مؤلفه‌ها و سطوح هر یک از مؤلفه‌ها

مؤلفه‌ها	مسیر دوچرخه و موتورسیکلت برقی	متوسط مسافت پیاده‌روی تا نزدیک‌ترین ایستگاه حمل‌ونقل عمومی	فراوانی حمل‌ونقل عمومی	امکانات پارکینگ در مرز محدوده	فضای سبز و تفریحی اضافی	کرایه حمل‌ونقل عمومی
سطوح	وضعیت فعلی	۳ دقیقه	وضعیت فعلی	وضعیت فعلی	وضعیت فعلی	رایگان
	مسیر دوچرخه و موتورسیکلت برقی در کنار هر خیابان	۶ دقیقه (وضعیت فعلی)	۳۰ درصد بیشتر از وضعیت فعلی	پارکینگ بدون نگهبان و رایگان	۳۰ درصد بیشتر از وضعیت فعلی	۵۰ درصد کمتر از کرایه فعلی
	مسیر اختصاصی برای دوچرخه یا موتورسیکلت برقی	۹ دقیقه	۶۰ درصد بیشتر از وضعیت فعلی	پارکینگ با نگهبان و هزینه	۶۰ درصد بیشتر از وضعیت فعلی	کرایه فعلی
	–	–	–	–	–	۵۰ درصد بیشتر از کرایه فعلی

مأخذ: یافته‌های تحقیق.

۳-۳. طراحی مجموعه‌های انتخاب

گام بعدی، تعیین مجموعه‌های انتخاب و گزینه‌ها یا آلترناتیوهای آن است. با توجه به تعداد مؤلفه‌ها و سطوح آنها، ۹۷۲ ترکیب ممکن (۳×۳×۳×۳×۳×۳×۴) برای انتخاب وجود خواهد داشت. این نوع طرح، کامل‌ترین نوع طرح آزمون است که به آن طراحی

فاکتوریـــل کامل[1] گفته می‌شـــود. در این طراحی آثار تک‌تـــک ویژگی‌ها و نیز اثرات متقابل دوجانبه یا چندجانبه ویژگی‌های مختلف مورد بررسی و آزمون قرار می‌گیرد. در طراحی فاکتوریل کامل تمام گزینه‌های ممکن ارائه می‌شـــوند و با توجه به اینکه امکان گنجاندن تمام این گزینه‌ها در مجموعه‌های انتخاب امکان‌پذیر نیست بنابراین انـــدازه طراحی باید کاهش یابد که این کار با اســـتفاده از فاکتوریل کســـری[2] انجام می‌شـــود (Louviere, Hensher and Swait, 2000). برای انتخاب ســـؤالات بهینه، روشی که عمدتاً مورد استفاده قرار گرفته و در سال‌های اخیر توسعه داده شد، روش D-optimal اســـت. این روش، این امکان را فراهم می‌کند که ترکیب‌های بهینه‌ای از سؤالات انتخاب شوند که بیشترین اطلاعات آماری را در خصوص ترجیحات افراد در اختیار قرار می‌دهد.

با اســـتفاده از معیار مذکور و بـــه کمک نرم‌افزارهـــای Minitab16 و Design-Expert12 تعـــداد ســـؤالات نهایی پرسشـــنامه در قالب بیســـت مجموعـــه انتخاب ســـه‌گزینه‌ای انتخاب شـــدند. یک نمونه از مجموعه انتخاب که به عنوان سؤال در پرسشنامه گنجانده شد در جدول ذیل ارائه شده است.

1. Full Factorial
2. Fractional Factorial Design

جدول ۳. یک مجموعه انتخاب در پرسشنامه «مرکز شهر بدون خودروی سواری شخصی»

گزینه‌ها	مسیر دوچرخه و موتورسیکلت برقی	متوسط مسافت پیاده‌روی تا نزدیک‌ترین ایستگاه حمل‌ونقل عمومی	فراوانی حمل‌ونقل عمومی	امکانات پارکینگ در مرز محدوده	فضای سبز و تفریحی اضافی	کرایه حمل‌ونقل عمومی	انتخاب
گزینه ۱ (موافق مرکز شهر بدون خودرو)	ایجاد مسیر دوچرخه و موتور در کنار هر خیابان	۹ دقیقه	وضعیت فعلی	پارکینگ بدون نگهبان و رایگان	وضعیت فعلی	۵۰ درصد بیشتر از کرایه فعلی	☐
گزینه ۲ (موافق مرکز شهر بدون خودرو)	وضعیت فعلی	۳ دقیقه	وضعیت فعلی	پارکینگ با نگهبان و هزینه	۶۰ درصد بیشتر از وضعیت فعلی	۵۰ درصد بیشتر از کرایه فعلی	☐
گزینه ۳ (مخالف مرکز شهر بدون خودرو)	وضعیت فعلی	وضعیت فعلی	وضعیت فعلی	وضعیت فعلی	وضعیت فعلی	وضعیت فعلی	☐

مأخذ: همان.

پرسشـــنامه در تحقیق حاضر دارای دو بخش سؤالات جمعیت‌شناختی شامل سن، جنسیت، سطح تحصیلات، منطقه محل ســکونت، درآمد ماهیانه، مالکیت خودرو و... و همچنین سؤالات آزمایش انتخاب گسسته شامل مجموعه‌های انتخاب طراحی شده است.

۴-۳. تخمین مدل و تحلیل یافته‌ها

در مدل لاجیت شرطی، تابع مطلوبیت تصادفی به صورت معادله (۷) تبیین شده است.

فرض کنید که p متغیر گزینه‌محور داریم و برای هر فرد n، یک ماتریس داده x_n با ابعاد J.P داریم و همچنین فرض کنید که q متغیر فردمحور و برای هر فرد n، یک بردار داده z_n با ابعاد q×1 نیز داریم.

معادله(۷)

$$u_{jn} = x_{jn}\beta + (z_n A)' + \varepsilon_{jn}$$
$$j = 1, \ldots, J$$

در معادلـــه بالا β بردار ضرایب رگرســـیون گزینه‌محور، j تمام گزینه‌های ممکن و قابل انتخاب برای همه افراد و $A = (\alpha_1 , \ldots , \alpha_j)$ ماتریس ضرایب رگرســـیون فردمحور اســـت. عناصر بـــردار ε_j مســـتقل و تصادفی با ارزش فریـــن[1] و از نوع ۱ (گامبـــل)[2] هســـتند (Greene, 2018; Cameron and Trivedi, 2005). بردار u_{jn} میزان مطلوبیتی را که فرد nام با انتخاب گزینه J به دست می‌آورد را تعیین می‌کند. اگر گزینه j در دسترس فرد n نباشد، ردیف jام در تابع مطلوبیت u_{jn} حذف می‌شود. گزینه انتخاب شده توسط فرد n تنها گزینه‌ای است که مطلوبیت را حداکثر می‌کند.

۱-۴-۳. تخمین مدل لاجیت شرطی

مدل لاجیت شـــرطی[3] به عنوان اولین مرحله در تصریح فرم تبعی برآورد می‌شود. مدل مطلوبیت تصادفی فرد nام برای انتخاب گزینه jام با وجود آثار متقابل متغیرهای جمعیت‌شناختی به صورت زیر است:

معادله (۸)

$$V_{jn} = \beta_0 cf + \alpha_1 sex + \alpha_2 age + \alpha_3 educ + \alpha\ region + \alpha\ income + \alpha_6 publicuse$$
$$+\beta_1 road_{jn} + \beta_2 dist_{jn} + \beta_3 freq_{jn} + \beta_4 park_{jn} + \beta_5 recre_{jn} + \beta_6 price_{jn}$$

1. Extreme - value
2. Gumbel - type
3. Conditional Logit

در معادله فوق Vjn (تابع مطلوبیت غیرمستقیم) متغیر وابسته است که در مدل‌های لاجیت همان متغیر انتخاب است که مقادیر صفر و یک می‌گیرد. به‌عبارت‌دیگر هر فرد در پاسخ به هر سؤال یا مجموعه انتخاب[1] که شامل سه گزینه (j) است باید گزینه‌ای را انتخاب کند که به نظرش مطلوبیت بیشتری برای او ایجاد می‌کند. β_0 ضریب متغیر باینری یا دودویی cf است. متغیر cf دارای مقادیر صفر و یک است. $cf=0$ اگر مرکز شهر بدون خودرو نیست و $cf=1$ اگر مرکز شهر بدون خودرو است. α_1 تا α_6 به ترتیب ضرایب متغیرهای جمعیت‌شناختی جنسیت، سن، سطح تحصیلات، منطقه سکونت، سطح درآمد و میزان استفاده از حمل‌ونقل عمومی است. β_1 تا β_6 ضرایب مؤلفه‌ها یا متغیرهای توضیحی Road، Dist، Freq، Park، Recre و Price بیانگر مؤلفه‌های گزینه jام هستند.

اولین ویژگی Road است که به مسیر دوچرخه و موتورسیکلت برقی همگانی اشاره دارد. انتظار این است ایجاد امکانات بهتر برای دوچرخه و موتورسواران بر ترجیحات افراد در انتخاب یک مرکز شهر بدون خودرو تأثیر مثبت گذارد ($\beta > 0$).

Dist متوسط پیاده‌روی تا نزدیک‌ترین ایستگاه حمل‌ونقل عمومی است که با دقیقه اندازه‌گیری می‌شود. براساس اطلاعات موجود در معاونت ترافیک شهرداری تهران، در حال حاضر میانگین فاصله بین ایستگاه‌ها حدود پانصد متر، معادل ۶ دقیقه پیاده‌روی است و به عنوان وضع موجود تعیین شد. انتظار بر این است که افزایش متوسط پیاده‌روی تا نزدیک‌ترین ایستگاه حمل‌ونقل عمومی بر ترجیحات افراد اثر منفی داشته باشد ($\beta < 0$).

Freq به عنوان میزان فراوانی حمل‌ونقل عمومی تعریف شده و اندازه این ویژگی به درک افراد و میزان دسترسی به خدمات حمل‌ونقل عمومی بستگی دارد. این ویژگی دارای سه سطح است. سطح اول، وضع فعلی؛ سطح دوم، ۳۰ درصد بیشتر

1. Choice Set

از وضع فعلی (Freq Higher) و سطح سوم، ۶۰ درصد بیشتر از وضع فعلی (Freq Highest) است. انتظار این است که افزایش فراوانی حمل‌ونقل عمومی و امکان دسترسی بیشتر به این خدمات بر ترجیحات افراد اثر مثبت داشته باشد ($\beta > 0$).

Parking به امکانات پارک در مرز محدوده ممنوعه اشاره دارد و دارای سه سطح وضع فعلی، امکانات پارکینگ بدون نگهبان و دوربین و رایگان (Unguarded) و امکانات پارکینگ با نگهبان و دوربین و دارای هزینه (Guarded) است. فرض بر این است که مردم نگران خودروهای پارک شده خود هستند و ایجاد امکانات پارکینگ با نگهبان و دوربین حتی با پرداخت هزینه می‌تواند باعث آسایش خاطر و افزایش مطلوبیت شود. بنابراین انتظار می‌رود وجود امکانات پارکینگ بر ترجیحات افراد در انتخاب مرکز شهر بدون خودرو اثر مثبت داشته باشد ($\beta > 0$).

Recre به فضای سبز و مناطق تفریحی اضافی اشاره دارد. فرض می‌شود که با آزادسازی خیابان‌ها به دلیل ممنوعیت تردد خودروهای سواری شخصی، امکان افزایش فضای سبز و مناطق تفریحی در داخل محدوده وجود دارد. انتظار می‌رود افزایش این ویژگی بر ترجیحات افراد و به خصوص افراد ساکن در محدوده اثر مثبت داشته باشد ($\beta > 0$).

Price به عنوان قیمت یا کرایه خدمات حمل‌ونقل عمومی تعریف می‌شود. با توجه به مبانی تئوریک رفتار مصرف‌کننده انتظار این است افزایش کرایه‌ها برای مصرف‌کننده مطلوبیت منفی دارد و اثر آن بر ترجیحات افراد در انتخاب یک مرکز شهر بدون خودرو منفی است ($\beta < 0$).

در قسمت اول معادله (۸)، اثرات متقابل متغیرهای جمعیت‌شناختی ارائه شد. متغیرهای سن و جنسیت به رفتار و سلایق افراد بستگی دارد و علامت خاصی را نمی‌توان انتظار داشت ($\beta \neq 0$)، اما احتمال مخالفت مردان و افراد مسن‌تر با مرکز شهر

بدون خودرو بیشتر است. سطح تحصیلات بالاتر که به منزله درآمد و موقعیت اجتماعی بالاتر اســت و افزایش احتمال مالکیت خودروی شخصی در این افراد افزایش می‌یابد، می‌توان انتظار داشــت افراد با تحصیلات بالاتر به دلیل کاهش مطلوبیت شــخصی، با مرکز شــهر بدون خودرو مخالفت کنند و دارای اثر منفی باشــد ($\beta < 0$). منطقه محل ســکونت اگر خارج محدوده طرح ترافیک باشــد، به دلیل محدودیت در رفت‌وآمد به داخل طرح، انتظار می‌رود ساکنین این مناطق با مرکز شهر بدون خودرو مخالف باشند. بنابراین افزایش در متغیر منطقه محل ســکونت (یعنی حرکت به سمت مناطق خارج طرح براساس کدگذاری‌های انجام شده) می‌تواند اثر منفی داشته باشد ($\beta < 0$). فرض می‌شود افراد با درآمد بیشــتر تمایل کمتری به پذیرش محدودیت‌ها دارند و به دلیل کاهش مطلوبیت شــخصی با مرکز شــهر بدون خودرو مخالفت خواهند کرد. بنابراین انتظار می‌رود اثر متغیر درآمد بر ترجیحات افراد منفی باشــد ($\beta < 0$). همچنین فرض می‌شود هرچه میزان اســتفاده افراد از حمل‌ونقل عمومی بیشتر باشد، تمایل کمتری به اســتفاده از خودروهای سواری شــخصی دارند و این امر احتمال پذیرش مرکز شهر بدون خودرو را افزایش می‌دهد. بنابراین انتظار می‌رود اثر متغیر میزان استفاده افراد از حمل‌ونقل عمومی دارای اثر مثبت باشد ($\beta > 0$). گفتنی است که مقادیر ضرایب β که از رابطه رگرســیونی بالا تخمین زده می‌شوند، دارای مفهوم و تفسیر خاصی نیستند و آنچه مهم است علامت ضرایب و معناداری آنهاست (Louviere, Hensher and Swait, 2000). بنابراین در ادبیات آزمایش انتخاب گسســته آنچه مهم است معناداری و علائم ضرایب و اهمیت نســبی مؤلفه‌هاســت. به‌عبارت‌دیگر افراد پاسخ‌دهنده با انتخاب یک گزینه در هر سؤال، تمایل به مبادله این مؤلفه‌ها را با همدیگر (نرخ نهایی جانشینی) به نمایش می‌گذارند.

نتایـــج برآورد مدل لاجیت شـــرطی با اثرات اصلی[1] با اســـتفاده از روش حداکثر راست‌نمایی در جدول ذیل ارائه شده است.

جدول ۴. نتایج تخمین مدل لاجیت شرطی

مؤلفه‌ها	ضرایب	خطای معیار	آماره Z	احتمال (P>|Z|)
متغیر باینری یا دودویی cf	۷/۴۷	۰/۵۸۵	۱۲/۷۵	۰/۰۰۰
مسیر دوچرخه‌سواری و موتورسیکلت برقی	۰/۰۹	۰/۰۴۳	۲/۲۱	۰/۰۲۷
متوسط مسافت پیاده‌روی تا نزدیک‌ترین ایستگاه حمل‌ونقل عمومی	-۰/۲۱	۰/۰۳۰	-۶/۹۱	۰/۰۰۰
فراوانی حمل‌ونقل عمومی	۰/۲۷	۰/۰۳۳	۸/۱۵	۰/۰۰۰
امکانات پارکینگ در مرز محدوده مرکز شهر بدون خودرو	۰/۲۶	۰/۰۴۳	۶/۱۸	۰/۰۰۰
فضای سبز و تفریحی اضافی	۰/۵۷	۰/۰۴۵	۱۲/۶۹	۰/۰۰۰
کرایه حمل‌ونقل عمومی	-۰/۱۲	۰/۰۲۸	-۴/۳۸	۰/۰۰۰
Number of Obs= 8397 Log Likelihood= -1290.70 LR Chi2 (7) = 3568.62 Prob>Chi2= 0.000 Pseudo R2= 0.5803				

مأخذ: همان.

همان‌گونه که در جدول فوق نشـــان داده شد، تمامی ضرایب در سطح ۱ درصد و ۵ درصد معنادار بوده و دارای علائم انتظاری هستند. مقدار آماره نسبت راست‌نمایی (LR Chi2 (7) = 3568.62) بیانگر معناداری کل رگرسیون و تأیید آن است. فرضیه

1. Main Effects

H_0 مبنی‌بر بی‌معنا بودن تمامی ضرایب به شـــدت رد می‌شـــود. آماره Pseudo R2 بیانگر قدرت توضیح‌دهندگی مدل اســـت که میزان ۰/۵۸ به دســـت آمده برای مدل لاجیت شـــرطی برآورد شده، نشـــان‌دهنده قدرت توضیح‌دهندگی بسیار خوب مدل اســـت. در مدل‌های لاجیت شـــرطی مقدار این آماره بین ۰/۲ تـــا ۰/۳ بیانگر مدل با قدرت توضیح‌دهندگی خوب است (Ryan, 1999).

معادله (۹)

$$V_{jn} = 7\ 47\,cf + 0\ 09\,road_{jn} - 0\ 21\,dist_{jn} + 0.27\,freq_{jn} + 0.26\,park_{jn} + 0.57\,recre_{jn} - 0.12\,price_{jn}$$

همان‌گونه که در معادله (۹) نشـــان داده شد، ضرایب منفی در دو مؤلفه «متوسط مسافت پیاده‌روی تا نزدیک‌ترین ایستگاه» و «کرایه حمل‌ونقل عمومی» نشان‌دهنده مطلوبیت منفی این دو مؤلفه اســـت که با مبانی نظری مصرف‌کننده کاملاً ســـازگار است. همچنین با توجه به مقادیر ضرایب به دست آمده می‌توان دریافت که شهروندان تهرانی برای مؤلفه «فضای سبز و تفریحی اضافی» اهمیت نسبی بیشتری قائل هستند و این مؤلفه در سیاســـت انتخاب مرکز شـــهر بدون خودرو باید از اولویت بیشـــتری برخوردار باشـــد. دو مؤلفه «فراوانی حمل‌ونقل عمومی» و «امکانات پارکینگ در مرز محدوده مرکز شهر بدون خودرو» در اولویت‌های بعدی قرار دارند.

۲-۴-۳. نتایج آزمون هاسمن

هاسمن و مک‌فادن[1] در سال ۱۹۸۴ آزمونی را برای بررسی فرض IIA ارائه کردند. فرضیه H_0 بیانگر استقلال گزینه‌های نامرتبط است که به آزمون هاسمن شهرت پیدا کرد. مهمترین دلالت این آزمون، مشخص کردن استقلال گزینه‌های نامرتبط یا فرض IIA اســـت که در صورت معناداری آزمون هاسمن، این فرض کلیدی رد می‌شود. در

1. Hausman and McFadden

صورت رد فرض IIA، مدل لاجیت شرطی مناسب نخواهد بود و باید از مدل پیشرفته لاجیت با پارامترهای تصادفی،[1] مدل لاجیت آشیانه‌ای[2] و ... استفاده شود. نتایج آزمون هاسمن برای گزینه‌های سه‌گانه در این مطالعه در جدول ذیل ارائه شده است.

جدول ۵. نتایج آزمون هاسمن برای بررسی فرض IIA

گزینه‌ها	آماره Chi2 (6)	احتمال (prob>chi2)
گزینه ۱	۱۲۰/۷۷	۰/۰۰۰
گزینه ۲	۷۶/۱۵	۰/۰۰۰
گزینه ۳	۶۴/۸۸	۰/۰۰۰

مأخذ: همان.

نتایج آزمون هاسمن در جدول فوق حاکی از آن است که فرضیه H_0 آزمون مبنی‌بر فرض IIA برای هر سه گزینه مورد بررسی رد شد. بنابراین برای رهایی از تورش عدم برقراری فرض IIA، از تخمین‌زننده لاجیت با پارامترهای تصادفی استفاده می‌شود.

۳-۴-۳. تخمین مدل لاجیت با پارامترهای تصادفی

با توجه به اینکه فرض IIA برای گزینه‌های مورد بررسی رد شد، برای جلوگیری از تورش‌دار شدن نتایج مدل لاجیت شرطی، از مدل لاجیت شرطی با پارامترهای تصادفی با لحاظ اثرات متقابل[3] استفاده می‌شود. تابع احتمال غیرشرطی شخص qام برای انتخاب گزینه iام با انتگرال تابع احتمال لاجیت انتخاب به صورت زیر به دست می‌آید (Hensher et al., 2014):

$$prob\ q_{\mathrm{i}} = \int \frac{\exp(u_i)}{\sum_{i=1}^{3}\left(\exp(u_i)\right)}\ \mathrm{f}(\beta)\,\mathrm{d}\beta$$

معادله (۱۰)

1. Random Parameter Logit Model
2. Nested Logit
3. Interaction Effects

در جـــدول ذیل نتایج تخمین مدل لاجیت با پارامترهای تصادفی با اســـتفاده از نرم‌افزار STATA 17 به دست آمده است.

جدول ۶. نتایج تخمین مدل لاجیت با پارامترهای تصادفی

میانگین (Mean)	ضرایب	خطای معیار	آماره Z	احتمال (P>|Z|)
متغیر باینری یا دودویی cf	۱۰/۱۳	۰/۹۹۹	۱۰/۱۴	۰/۰۰۰
کرایه حمل‌ونقل عمومی	-۰/۱۶	۰/۰۴۴	-۳/۶۱	۰/۰۰۰
مسیر دوچرخه و موتورسیکلت برقی	۰/۱۴	۰/۰۶۸	۲/۱۳	۰/۰۳۳
متوسط مسافت پیاده‌روی تا نزدیک‌ترین ایستگاه حمل‌ونقل عمومی	-۰/۳۱	۰/۰۵۱	-۵/۹۸	۰/۰۰۰
فراوانی حمل‌ونقل عمومی	۰/۴۵	۰/۰۶۹	۶/۵۱	۰/۰۰۰
امکانات پارکینگ در مرز محدوده مرکز شهر بدون خودرو	۰/۴۸	۰/۰۸۹	۵/۴۱	۰/۰۰۰
فضای سبز و تفریحی اضافی	۰/۷۱	۰/۰۶۶	۱۰/۷۶	۰/۰۰۰
انحراف معیار (SD):				
مسیر دوچرخه و موتورسیکلت برقی	۰/۰۴۵	۰/۲۷۱	۰/۱۷	۰/۸۶۸
متوسط مسافت پیاده‌روی تا نزدیک‌ترین ایستگاه	۰/۰۱۹	۰/۱۸۵	۰/۱۰	۰/۹۱۸
فراوانی حمل‌ونقل عمومی	۰/۸۹۰	۰/۲۶۲	۳/۳۹	۰/۰۰۱
امکانات پارکینگ در مرز محدوده مرکز شهر بدون خودرو	۰/۹۱۲	۰/۲۹۲	۳/۱۲	۰/۰۰۲
فضای سبز و تفریحی اضافی	-۰/۰۸۷	۰/۱۷۲	-۰/۵۱	۰/۶۱۱
Number of Obs = 8397 Log Simulated-likelihood = -1275.17 LR Chi2 (5) = 31.07 Prob>Chi2 = 0.000				

مأخذ: همان.

همان‌گونه که در جدول بالا نشـــان داده شد، تمامی مؤلفه‌ها یا متغیرهای مستقل

به جز مؤلفه «کرایه حمل‌ونقل عمومی» به صورت تصادفی تصریح شـــده‌اند. براساس نتایج به دســـت آمده، میانگین‌های برآورد شـــده برای هر یـــک از مؤلفه‌های اصلی مدل، از نظر آماری در ســـطح ۱ درصد و ۵ درصد معنادار و دارای علائم مورد انتظار هستند. مقدار آماره نسبت راست‌نمایی (LR chi2 (5) = 31.07) بیانگر معناداری کل رگرسیون و رد فرضیه H_0 مبنی‌بر بی‌معنا بودن تمام ضرایب است. این امر حاکی از تصریح مناســـب مدل و معناداری آثار این مؤلفه‌ها بر ترجیحات شهروندان تهرانی در انتخاب مرکز شهر بدون خودروی سواری شخصی است.

معادله (۱۱)

$$u_{jn} = 10.13\ cf + 0.14\ road_{jn} - 0.31\ dist_{jn} + 0.45\ freq_{jn} + 0.48\ park_{jn} + 0.71\ recre_{jn} - 0.16\ price_{jn}$$

در معادله بالا همانند مدل لاجیت شـــرطی، ضرایب همـــه مؤلفه‌ها دارای علائم انتظاری هستند و علامت ضرایب دو مؤلفه «متوسط مسافت پیاده‌روی تا نزدیک‌ترین ایستگاه» و «کرایه حمل‌ونقل عمومی» نیز منفی است. همان‌گونه که قبلاً توضیح داده شـــد، علامت منفی ضرایب این مؤلفه‌ها بیانگر اثر منفی آنها بر مطلوبیت شهروندان تهرانی اســـت که با مبانی تئوریک تابع مطلوبیت سازگار است. ضریب مؤلفه «فضای ســـبز و تفریحی اضافی» با مقدار ۰/۷۱ به مراتب از ضرایـــب دیگر مؤلفه‌ها بزرگ‌تر اســـت و به این معناســـت که موضوع ایجاد فضای ســـبز و تفریحی در بخش مرکزی شـــهر، دغدغه اصلی شهروندان تهرانی در انتخاب مرکز شهر بدون خودرو و همراهی با این سیاســـت اســـت. بنابراین مؤلفه «فضای ســـبز و تفریحی اضافی» از اهمیت و اولویت بیشـــتری در مقایسه با دیگر مؤلفه‌ها برخوردار است. براساس نتایج جدول ۶، انحراف معیار برآورد شـــده مؤلفه‌هایی که به صورت تصادفی تصریح شـــده‌اند، نشان می‌دهـــد فقط دو مؤلفه «فراوانی حمل‌ونقل عمومـــی» و «امکانات پارکینگ در مرز محدوده مرکز شهر بدون خودرو» در سطح ۱ درصد معنادار شدند و به این معناست

که برای این دو مؤلفه، ناهمسانی در ترجیحات افراد نمونه وجود دارد و شهروندان تهرانی در زمینه میزان فراوانی حمل‌ونقل عمومی در داخل محدوده و ایجاد امکانات پارکینگ در مرز محدوده مرکز شهر بدون خودرو ترجیحات متفاوتی دارند. بنابراین برای شناسایی این منبع ناهمسانی ترجیحات از متغیرهای ضربی این دو مؤلفه با متغیرهای جمعیت‌شناختی در قالب برآورد مدل لاجیت تصادفی با اثرات متقابل استفاده شد که نتایج آن در قسمت بعدی ارائه خواهد شد. همچنین متغیرهای ضربی باینری یا دودویی cf با متغیرهای جمعیت‌شناختی، امکان تحلیل اثرات متقابل سطوح متغیرهای جمعیت‌شناختی در انتخاب مرکز شهر بدون خودرو در شهر تهران را فراهم می‌کند که برای شناخت بیشتر برنامه‌ریزان و سیاستگذاران شهری بسیار حائز اهمیت است.

۵-۴-۳. تخمین مدل‌های لاجیت با پارامتر تصادفی با لحاظ اثرات متقابل[1] متغیرهای جمعیت‌شناختی

در جدول زیر نتایج تخمین مدل با استفاده از متغیرهای جمعیت‌شناختی به صورت ضربی با متغیر باینری یا دودویی cf ارائه شده است.

1. Interaction Effects

جدول ۷. نتایج تخمین مدل لاجیت با پارامترهای تصادفی با لحاظ اثرات متقابل متغیرهای جمعیت‌شناختی

میانگین (Mean)	ضرایب	خطای معیار	آماره Z	احتمال (P>|Z|)
متغیر باینری یا دودویی cf	۱۶/۱۴	۵/۵۳۵	۲/۹۲	۰/۰۰۴
مسیر دوچرخه‌سواری و موتورسیکلت برقی	۰/۱۶	۰/۰۷۴	۲/۲۲	۰/۰۲۶
متوسط مسافت پیاده‌روی تا نزدیک‌ترین ایستگاه	-۰/۳۲	۰/۰۵۵	-۵/۸۲	۰/۰۰۰
فراوانی حمل‌ونقل عمومی	۰/۵۰	۰/۰۸۰	۶/۲۷	۰/۰۰۰
امکانات پارکینگ در مرز محدوده مرکز شهر بدون خودرو	۰/۵۵	۰/۱۰۴	۵/۳۲	۰/۰۰۰
فضای سبز و تفریحی اضافی	۰/۷۵	۰/۰۷۴	۱۰/۰۹	۰/۰۰۰
کرایه حمل‌ونقل عمومی	-۰/۱۶	۰/۰۴۷	-۳/۴۷	۰/۰۰۱
متغیر باینری cf × جنسیت	۳/۱۱	۱/۸۴۷	۱/۶۸	۰/۰۹۲
متغیر باینری cf × سن	-۱/۹۵	۰/۸۰۵	-۲/۴۳	۰/۰۱۵
متغیر باینری cf × درآمد	۰/۸۴	۰/۴۱۶	۲/۰۳	۰/۰۴۳
متغیر باینری cf × منطقه محل سکونت	-۰/۳۹	۰/۱۴۸	-۲/۶۴	۰/۰۰۸
متغیر باینری cf × سطح تحصیلات	-۱/۷۹	۰/۶۹۴	-۲/۵۸	۰/۰۱۰
متغیر باینری cf × میزان استفاده از وسایل حمل‌ونقل عمومی	۱/۴۶	۰/۹۴۷	۱/۵۴	۰/۱۲۴
انحراف معیار (SD):				
مسیر دوچرخه‌سواری	۰/۰۶۵	۰/۳۰۰	۰/۲۲	۰/۸۲۸
متوسط مسافت پیاده‌روی تا نزدیک‌ترین ایستگاه	۰/۰۲۲	۰/۲۲۲	۰/۱۰	۰/۹۲۱
فراوانی حمل‌ونقل عمومی	۱/۰۱۰	۰/۳۰۲	۳/۳۴	۰/۰۰۱
امکانات پارکینگ در مرز محدوده مرکز شهر بدون خودرو	۱/۰۸۴	۰/۳۲۸	۳/۳۱	۰/۰۰۱
فضای سبز و تفریحی اضافی	-۰/۱۱۹	۰/۲۰۶	-۰/۵۸	۰/۵۶۲

Number of Obs = 8397 Log Simulated-likelihood = -1266.27 LR Chi2 (5) = 37.75 Prob>Chi2 = 0.000

مأخذ: همان.

براساس نتایج به دست آمده و آماره نسبت راست‌نمایی (LR Chi2 (5) = 37.75) فرض صفر مبنی بر بی‌معنا بودن همه ضرایب قویاً رد می‌شـود. اطلاعات جدول فوق نشـان می‌دهد متغیر ضربی محل سکونت (متغیر باینری cf × منطقه محل سکونت) در سـطح ۱ درصد و متغیرهای ضربی سـطح تحصیلات، سـن و درآمد در سطح ۵ درصد معنادار شدند.

معادله (۱۲)

$$u_{jn} = 10.13\ cf + 3.11 sex - 1.95 age + 0.84 income - 0.39 region - 1.79 educ + 1.46\ publicuse + 0.14 road_{jn} - 0.31 dist_{jn} + 0.45\ freq_{jn} + 0.48\ park_{jn} + 0.71\ recre_{jn} - 0.16\ price_{jn}$$

همان‌گونـه کـه در معادله بالا نشـان داده شـد، ضریب متغیـر ضربی «متغیر باینری cf × سن» ۱/۹۵- اسـت. علامت منفی این ضریب با توجه به کدگذاری‌های انجام شده بیانگر این است که هرچه سن افراد بیشتر می‌شود احتمال موافقت آنها با مرکز شـهر بدون خودرو کاهش می‌یابد. بنابراین شـهروندان مسـن‌تر در تهران با احتمال بیشـتری مخالف و افـراد جوان‌تر احتمالاً موافق این سیاسـت خواهند بود. این موضوع با نتایج مطالعات خارجی و انتظارات ما نیز سـازگار است. ضریب متغیر ضربی «متغیر باینری cf × درآمد» ۰/۸۴+ اسـت و علامت مثبت درآمد حاکی از آن اسـت که در شـهر تهران هرچه سـطح درآمد افراد افزایش می‌یابد احتمال انتخاب مرکز شـهر بدون خودرو افزایش می‌یابـد. به‌عبارت‌دیگر درآمد اثر مثبت بر مطلوبیت شـهروندان تهرانی دارد و این امر برخلاف انتظار اسـت. فرض بر این بود که با افزایش درآمد و احتمال افزایش مالکیت خودرو، محدودیت در اسـتفاده

از خودروی سـواری شـخصی دارای اثر منفی باشـد. ضریب متغیر ضربی «متغیر باینری cf × منطقه محل سـکونت» ۰/۳۹- اسـت و علامـت منفی این متغیر ضربی نشـان می‌دهد هرچه از مناطق مرکزی شـهر مثلاً مناطق ۶ و ۱۲ به سـمت مناطق پیرامونی حرکت کنیم، احتمال انتخاب مرکز شـهر بـدون خودرو کاهش می‌یابد. به‌عبارت‌دیگـر شـهروندان سـاکن در داخل محدوده مرکز شـهر بـدون خودرو به دلیـل کاهش ترافیک (عبـور و مرور)، ازدحام و آلودگی هوا احتمـالاً با اجرای این سیاسـت موافق و شـهروندان ساکن در خارج محدوده مرکز شـهر بدون خودرو به علت محدودیت در استفاده از خودروهای سواری شخصی احتمالاً مخالف خواهند بـود. این نوع واکنش شـهروندان تهرانی با انتظارات ما سـازگار اسـت. همچنین ضریب متغیر ضربی «متغیر باینری cf × سـطح تحصیلات» ۱/۷۹- اسـت. بنابراین هرچه سـطح تحصیلات افـراد افزایش می‌یابد، احتمال انتخاب مرکز شـهر بدون خـودرو کاهش می‌یابد و این امر با انتظارات ما انطباق دارد. شـهروندان تهرانی با تحصیلات دانشگاهی بالاتر احتمالاً با این سیاست مخالفت خواهند کرد و برعکس.

نتایج انحراف معیار برآورد شـده مؤلفه‌ها در جدول ۷ نشـان داد، شهروندان تهرانـی در دو مؤلفـه «فراوانی حمل‌ونقل عمومی» در داخـل محدوده و «امکانات پارکینگ در مرز محدوده مرکز شـهر بدون خودرو» ترجیحـات متفاوتی دارند. بر این اساس برای شناسایی این منبع ناهمسانی ترجیحات از متغیرهای ضربی این دو مؤلفه با متغیرهای جمعیت‌شـناختی در قالب برآورد مـدل لاجیت تصادفی با لحاظ اثرات متقابل استفاده شد. برای جلوگیری از اطاله کلام فقط به ارائه خلاصه نتایج بسنده می‌شود. نتایج برآورد مدل با اثرات متقابل با لحاظ متغیرهای ضربی مؤلفـه «فراوانی حمل‌ونقل عمومـی» با متغیرهای جمعیت‌شـناختی حاکی از آن اسـت که فقط متغیرهای ضربی «فراوانی حمل‌ونقل عمومی × درآمد» در سـطح ۵

درصد و «فراوانی حمل‌ونقل عمومی × سن» در سطح ۱۰ درصد معنادار شدند. به عبارتی دو متغیر «درآمد» و «سن» منبع اصلی ناهمسانی ترجیحات شهروندان تهرانی در خصوص مؤلفه «فراوانی حمل‌ونقل عمومی» هستند. علامت مثبت ضریب متغیر ضربی «فراوانی حمل‌ونقل عمومی × درآمد» به این معناست که هرچه سطح درآمد افراد بیشتر می‌شود، احتمال انتخاب مرکز شهر بدون خودرو افزایش می‌یابد. به‌عبارت‌دیگر متغیر درآمد اثر مثبت بر مطلوبیت شهروندان تهرانی دارد و این برخلاف انتظارات است. همچنین منفی بودن علامت متغیر ضربی «فراوانی حمل‌ونقل عمومی × سن» به این معناست که در افراد مسن‌تر نسبت به افراد جوان‌تر در شهر تهران، احتمال انتخاب مرکز شهر بدون خودرو کاهش می‌یابد که این امر با انتظارات و نتایج مطالعات انطباق دارد. در نهایت در برآورد مدل با اثرات متقابل با لحاظ متغیر ضربی مؤلفه «امکانات پارکینگ در مرز محدوده مرکز شهر بدون خودرو» با متغیرهای جمعیت‌شناختی، هیچ‌یک از متغیرهای ضربی در هیچ سطحی معنادار نشدند.

۶-۴-۳. تخمین تمایل به پرداخت نسبت به هر یک از مؤلفه‌های اثرگذار بر مرکز شهر بدون خودرو

مزیت اصلی آزمایش انتخاب گسسته، سازگاری آن با نظریه مصرف‌کننده است که برآورد میزان «تمایل به پرداخت»[1] برای هر مؤلفه یا ویژگی را امکان‌پذیر می‌سازد (Alpizar, Carlsson and Martinsson, 2001). با استفاده از نتایج تخمین مدل لاجیت با پارامترهای تصادفی، تمایل به پرداخت مطابق معادله (۱۳) برای تمام ویژگی‌های مجموعه انتخاب به دست می‌آید. در این معادله، b_y

1. Willingness to Pay (WTP)

ضریب ویژگی قیمت یا مطلوبیت نهایی درآمد و b_c ضریب دیگر ویژگی‌ها در داخل مجموعه‌های انتخاب است (Hanley, Mourato and Wright, 2001).

$$wtp = -\frac{b_c}{b_y} \qquad (۱۳)$$

با استفاده از نتایج تخمین مدل لاجیت با پارامترهای تصادفی در برآورد اثرات اصلی، تمایل به پرداخت محاسبه شده که نتایج آن در جدول ذیل ارائه شده است.

جدول ۸. تخمین تمایل به پرداخت شهروندان تهرانی نسبت به هر یک از مؤلفه‌ها

(ارقام به ریال)

مؤلفه‌ها	تمایل به پرداخت
مسیر دوچرخه‌سواری و موتورسیکلت برقی	۸،۷۵۰
متوسط مسافت پیاده‌روی تا نزدیک‌ترین ایستگاه	۱۹،۳۷۵
فراوانی حمل‌ونقل عمومی	۲۸،۱۲۵
امکانات پارکینگ در مرز محدوده	۳۰،۰۰۰
فضای سبز و تفریحی اضافی	۴۴،۳۷۵

مأخذ: همان.

براساس مقادیر برآورده شده در جدول فوق، شهروندان تهرانی مؤلفه‌های «مسیر دوچرخه‌سواری و موتورسیکلت برقی» و «متوسط مسافت پیاده‌روی تا نزدیک‌ترین ایستگاه» را پایین‌تر از مؤلفه‌های دیگر و حتی میانگین کرایه‌های فعلی ارزشگذاری کردند. به‌عبارت‌دیگر شهروندان تهرانی برای ایجاد مسیر دوچرخه‌سواری و کاهش متوسط مسافت پیاده‌روی تا نزدیک‌ترین ایستگاه حمل‌ونقل عمومی اهمیت نسبی کمتری قائل هستند. بیشترین میزان تمایل به پرداخت شهروندان تهرانی به ترتیب به مؤلفه‌های «ایجاد فضای سبز و تفریحی اضافی در داخل محدوده»، «ایجاد امکانات پارکینگ در مرز محدوده مرکز شهر بدون خودرو» و مؤلفه «فراوانی حمل‌ونقل

عمومی» اختصاص دارد. به‌عبارت‌دیگر شـــهروندان تهرانی برای موضوع ایجاد فضای ســـبز و تفریحی اضافی در داخل محدوده، ایجاد امکانات پارکینگ در مرز محدوده و فراوانی بیشتر حمل‌ونقل عمومی اهمیت بیشتری قائل بوده و تمایل دارند برای ایجاد آنها به ترتیب ۴۴،۳۷۵ ، ۳۰،۰۰۰ و ۲۸،۱۲۵ ریال پرداخت کنند که تقریباً یک‌ونیم تا دوبرابر کرایه‌های فعلی[۱] است.

۴. جمع‌بندی، نتیجه‌گیری و پیشنهادها

امروزه چالش‌های زیســـت‌محیطی، اقتصادی و اجتماعی خودروها برای شهرها از جمله انتشـــار کربن، آلودگی هوا، ازدحام[۲] و شلوغی و کم‌تحرکی[۳] باعث شد بسیاری خواهان بحث درباره ســـازگاری خودروها با محیط‌های شهری پایدار باشند و به این واقعیت تأکید دارند که انتشـــار گازهای گلخانه‌ای از خودروهای شخصی به‌طور قابل توجهـــی موجب تغییرات آب‌وهوایی می‌شـــود و همین واقعیت موجب شـــکل‌گیری دیدگاه‌های انتقادی در زمینه اســـتفاده از خودروهای شخصی شده است. محدودیت جغرافیایی محدوده مرکزی شـــهر تهران و عدم امکان گسترش ظرفیت‌های ترافیکی امکان «بن‌بســـت سیاســـتی ترافیکی» در بخش مرکزی شهر تهران را در آینده‌ای نه چندان دور محتمل کرده اســـت. حل این مســـئله توأم با عارضه آلودگی هوا، تلفات جانـــی و هزینه‌های هنگفت اقتصـــادی مرتبط با آن نیازمند چاره‌اندیشـــی و اتخاذ راه‌حل‌های جدید در حوزه حمل‌ونقل شهری است که یکی از این راه‌حل‌های مؤثر و کارآمد، به‌کارگیری رویکرد نوین «مرکز شهر بدون خودروی سواری شخصی» است.

---

۱. میانگین کرایه‌های فعلی انواع وسایل حمل‌ونقل عمومی در سطح شهر تهران براساس لایحه سال ۱۴۰۰ شهرداری تهران - ارسال شده به شورای شهر تهران- به ازای هر جابه‌حایی حدود ۲۰۰۰۰ ریال است.

2. Congestion

3. Physical Inactivity

در این مطالعه با استفاده از روش آزمایش انتخاب گسسته و سنجش ترجیحات اظهار شـــده شهروندان تهرانی از طریق نظرسنجی مختلط، تلاش شده تا به سیاستگذار در شناخت مؤلفه‌های اثرگذار غیربازاری بر ترجیحات یا مطلوبیت‌های شهروندان تهرانی و ارزشگذاری اقتصادی این مؤلفه‌ها کمک کرد.

نتایج مطالعه حاضر نشـــان می‌دهـــد ضرایب تمامی مؤلفه‌های برآورد شـــده در مدل‌های لاجیت شـــرطی از نظر آماری در سطح ۱ درصد و ۵ درصد معنادار و دارای علائم مورد انتظار هســـتند. مقادیر آماره نسبت راست‌نمایی (LR) وPeseudo R2 به ترتیب بیانگر معناداری کل رگرســـیون برآورد شـــده و قدرت توضیح‌دهندگی بسیار خوب مدل اســـت. مقادیر ضرایب به دست آمده حاکی از آن است که مؤلفه «فضای ســـبز و تفریحی اضافی» از اهمیت نسبی بیشـــتری برخوردار بوده و دارای اثر مثبت بزرگ‌تری بر مطلوبیت شـــهروندان تهرانی است. مؤلفه‌های امکانات پارکینگ در مرز محدوده و فراوانی حمل‌ونقل عمومی در داخل محدوده مرکز شـــهر بدون خودرو به لحـــاظ اهمیت در اولویت‌های بعدی قرار می‌گیرنـــد. کوچک بودن ضریب مؤلفه‌های مسیر دوچرخه‌سواری و متوسط پیاده‌روی تا نزدیک‌ترین ایستگاه حمل‌ونقل عمومی نیـــز دلالت بر این دارد کـــه این دو مؤلفه از اهمیت کمتری برخوردارند و اثر کمی بر ترجیحات اظهار شده شهروندان تهرانی در پذیرش یا احتمال انتخاب مرکز شهر بدون خودرو دارند. نتایج مقادیر انحراف معیار برآورد شده حاکی از ناهمسانی در ترجیحات در مؤلفه‌های فراوانی حمل‌ونقل عمومـــی و امکانات پارکینگ در مرز محدوده مرکز شـــهر بدون خودرو است. برای شناســـایی منبع این ناهمسانی، از مدل اثرات متقابل با لحاظ متغیرهای ضربی جمعیت‌شـــناختی استفاده شد و نتایج نشان داد متغیرهای «درآمد» و «سن» از نظر آماری در سطح معناداری ۵ درصد و ۱۰ درصد منبع اصلی ناهمسانی ترجیحات شهروندان تهرانی محسوب می‌شوند.

همچنین نتایج متغیرهای ضربی متغیر باینری cf با متغیرهای جمعیت‌شـــناختی نشان می‌دهد که افراد مسن‌تر نسبت به افراد جوان‌تر تمایل کمتری به انتخاب مرکز شـــهر بدون خودرو دارند. این موضوع با انتظارات و نتایج مطالعات قبلی انطباق دارد. متغیـــر «درآمد» بر مطلوبیت شـــهروندان تهرانی اثری مثبت دارد و افراد با ســـطوح درآمدی بالاتر با احتمال بیشـــتری با سیاست مرکز شهر بدون خودرو موافق خواهند بود که این موضوع با فرضیه‌های ما ســـازگار نیســـت. متغیر منطقه محل سکونت بر مطلوبیت شـــهروندان تهرانی اثر منفی دارد که با فرضیه نیز سازگار است. این امر به این معناســـت که افراد ســـاکن در مناطق مرکزی شهر تهران احتمالاً با این سیاست موافق و افراد ساکن در مناطق پیرامونی طرح مخالف آن خواهند بود. دلیل این مسئله بـــه ترتیب افزایش رفاه مناطق مرکزی از محل کاهش ترافیک، ازدحام و آلودگی هوا و محدودیت‌های تردد با خودروهای ســـواری شـــخصی ساکنان مناطق اطراف است. همچنین هرچه ســـطح تحصیلات افراد افزایش می‌یابد، احتمال انتخاب مرکز شـــهر بدون خودرو کاهش می‌یابد که این امر با فرضیه ما سازگار است. بنابراین شهروندان تهرانی با تحصیلات دانشگاهی بالاتر احتمالاً با این سیاست مخالفت خواهند کرد که باید در سیاســـتگذاری چاره‌اندیشی شود. در تفسیر نتایج تمایل به پرداخت هم باید گفت شـــهروندان تهرانی برای ایجاد مسیر دوچرخه‌ســـواری و موتورسیکلت برقی و کاهش متوسط مسافت پیاده‌روی تا نزدیک‌ترین ایستگاه حمل‌ونقل عمومی، اهمیت نســـبی کمتری قائل هستند. همچنین شـــهروندان تهرانی برای موضوع ایجاد فضای ســـبز و تفریحی اضافی در داخل محدوده، ایجاد امکانات پارکینگ در مرز محدوده و فراوانی بیشتر حمل‌ونقل عمومی اهمیت بیشتری قائل بوده و تمایل دارند برای ایجاد آنها به ترتیب ۴۴،۳۷۵ ، ۳۰،۰۰۰ و ۲۸،۱۲۵ ریال پرداخت کنند که تقریباً یک‌ونیم تا دوبرابر کرایه‌های فعلی است.

بنابرایـــن با توجه به نتایج به دســـت آمده و تفســـیر آن پیشـــنهاد می‌شـــود در سیاســـتگذاری ترافیکی، اهمیـــت و اولویت دو مؤلفه «ایجاد فضای ســـبز و تفریحی اضافی در داخل محدوده مرکزی شهر» و «ایجاد امکانات پارکینگ در مرز محدوده» را مورد تأکید قرار دهند. همچنین لحاظ کردن اثرات متغیرهای جمعیت‌شناختی مانند «ســـن»، «درآمد»، «منطقه محل سکونت» و «ســـطح تحصیلات» در برنامه‌ریزی‌ها و سیاســـتگذاری‌ها بســـیار اهمیت دارند به‌گونه‌ای که به جـــز متغیر «درآمد»، بقیه متغیرهای جمعیت‌شـــناختی بر ترجیحات شـــهروندان اثر منفـــی دارند؛ به‌طوری‌که با افزایش آنها، احتمال انتخاب مرکز شـــهر بدون خودروی ســـواری شخصی کاهش می‌یابد. بنابراین برای انطباق بیشتر سیاست با ترجیحات جامعه هدف باید نسبت به تأمین خواسته‌های رفاهی سالمندان، ساکنان مناطق اطراف طرح و افراد با تحصیلات بالاتر چاره‌اندیشی شود.

منابع و مآخذ

۱. جلیلی کامجو، سـیدپرویز، غلامعلی شـرزه‌ای و رحمان خوش‌اخـلاق (۱۳۹۳). «کاربرد الگوی لاجیت آشیانه‌ای در ارزشـگذاری خدمات گردشگری: سایت گردشـگری - تفریحی گنج‌نامه همدان»، *محیط زیست طبیعی*، منابع طبیعی ایران، دوره ۶۷، ش ۳.

۲. حبیبیان، میقات و محمد کرمانشاه (۱۳۹۱). «مدل‌سازی دلایل استفاده شهروندان از سواری شخصی در سفرهای کاری به محدوده مرکزی کلانشهر تهران»، *مهندسی حمل‌ونقل*، پیاپی ۱۴، ش ۲.

۳. سبحانیان، سیدمحمدهادی، محسن مهرآرا و جعفر عبادی (۱۳۹۵). «بررسی مؤلفه‌های اثرگذار بر تصمیم پزشـکان عمومی جهت ورود به طرح پزشک خانواده؛ مطالعه موردی: شهر تهران»، تحقیقات مدل‌سازی اقتصادی، ش ۲۶.

۴. عبادی، جعفر و همکاران (۱۳۹۳). «بررسـی ترجیحات و مؤلفه‌های اثرگذار بر تصمیم پزشـکان عمومی شـاغل در مراکز دولتی دانشـگاه علوم پزشکی تهران، جهت ورود به طرح پزشـک خانواده»، مدیریت سلامت، دوره ۵۶، ش ۱۷.

۵. گوگردچیان، مرضیه و همکاران (۱۳۹۵). «مدل‌های انتخاب گسسته: کاربردی از انتخاب وسیله نقلیه در شهر اصفهان»، مجله علمی - *پژوهشی سیاستگذاری اقتصادی*، سال ۸، ش ۱۵.

۶. ماشین‌چی عباسـی، پری‌ناز و مهدی عربی (۱۳۹۷). «مدل‌سازی انتخاب وسیله سفر افراد برای ورود به محدوده طرح ترافیک کلان‌شهر تهران»، *مدیریت شهری*، ش ۵۲.

۷. معصوم زاده، جعفر و مرتضی رحمانی (۱۳۹۶). «بررسـی سهم ترافیک در آلودگی هوای کلان‌شهر تهران و الزامات تکنولوژیک برای بهسازی آن»، *دوفصلنامه توسعه تکنولوژی صنعتی*، ش ۲۹.

8. Adamowicz, W., J. Jordan Louviere and M. Michael Williams (1994). "Combining Revealed and Stated Preference Methods for Valuing Environmental Amenities", *Journal of Environmental Economics and Management*, 26 (3).

9. Agatha, P. (2018). "Effectiveness of Urban Transport Modes", Matec Web of Conferences 180, 03003.

10. Alpizar, F., F. Carlsson and P. Martinsson (2001). "Using Choice Experiments for Non-market Valuation", *Working Papers in Economics*, No. 52.

11. Borgers, A., et al. (2008). "Preferences for Car-restrianed Residential Areas", *Journal of Urban Design*, Vol. 13, No. 2.

12. Borges, D.S.B.F. and L.G. Goldner (2015). "Implementation of Car-free Neigbourhoods in Medium-sized Cities in Brazil, A Case Study in Florianopolis, Santa Catarina", *International Journal of Urban Sustainable Development*, Vol. 7.

13. Cameron, A. C. and P. K. Trivedi (2005). *Microeconometrics: Methods and Applications*, New York, Cambridge University Press.

14. Champ, P. A. (2017). "Collecting Nonmarket Valuation Data. A Primer on Nonmarket Valuation", Second Edition, Springer.

15. Carlsson F and P. Martinsson (2003). "Design Techniques for Stated Preference Methods in Health Economics", *Health Economics*, 12(4):

16. De Bekker-Grob et al. (2015). "Sample Size Requirements for Discrete-choice Experiments in Health Care: A Practical Guide", *Patient*, 8(5).

17. De shazo, J.R. and G. Fermo (2002). "Designing Choice Sets for Stated Preference Methods: the Effects of Complexity on Choice Consistency", *Journal of Environmental Economics and Managment*, Vol. 44, No. 1.

18. Ericsson, L., M. Friman and T. Garling (2008). "Stated Reasons for Reducing Work-Commute by Car", *Transportation Research Part*, F. 11.

19. Greene, W. H. (2018). *Econometric Analysis*, 8th ed. New York, Pearson.

20. Gundlach, A., et al. (2018). "Investigating People's Preferences for Car-free City Centers: A Discrete Choice Experiment", *Transportation Research Part*, D. 63.

21. Hanley, N., S. Mourato and R. Wright (2001). "Choice Modelling Approaches: A Superior Alternative for Environmental Valuatioin?", *Journal of Economic Surveys*, Vol. 15, Issue. 3.

22. Hensher, D., J. Rose and W. Greene (2014). *Applied Choice Analysis: A Primer*, Cambridge University Press, Cambridge.

23. Heger. M. and M. Sarraf (2018). "Air Pollution in Tehran: Health Costs, Sources and Policies, the World Bank", *Environment and Natural Resources Global Practice Discussion*, Paper. 06.

24. Hensher, D., Rose, J., Greene, W., (2014). *Applied Choice Analysis: A Primer*. Cambridge University Press, Cambridge.

25. Hunter, R.F. et al. (2021). "Developing System-oriented Interventions and Policies to Reduce Car Dependency for Improved Population Health in Belfast: Study Protocol", *Systems*, 9(62).

26. Igwe, A. (2006). "The Transport Challenge in the Sustainability of Megacities, Urban Transport", *XII: Urban Transport and the Environment in the 21st Century*.

27. Kjaer, T. (2005). "A Review of the Discrete Choice Experiment", *Health Economics Papers*, No. 1.

28. Lancaster, K.J. (1966). "A New Approach to Consumer Theory", *Journal of Political Economy,* 74(2).

29. Litman, Todd (1999). *Traffic Calming Benefits, Costs and Equity Impacts,* Victoria Transport Policy Institute.

30. Louviere, J.J., D.A. Hensher and J.D. Swait (2000). "Stated Choice Methods, Analysis and Applications"*, Business and Economics*, Cambride University Press.

31. Molina, M. j. and L. T. Molina (2004). "Mega Cities and Atmospheric Pollution", *Journal of the Air and Waste Management Association*, Vol. 54.

32. Manski, C. F. (1977). "The Structure of Random Utility Models", *Theory and Decision*, 8(3).

33. Melia, Steven (2014). "Carfree and Low-car Development", In Parking Issues and Policies", *Transport and Sustainability*, Vol. 5.

34. Memon, I.A. et al. (2021). "Mode Choice Modeling to Shift Car Travelers Towards Park and Ride Service in the City Centre of Karachi", *Sustainability*, 13.

35. Mogas, J., P. Riera and J. Bennett (2006). "A Comparison of Contingent Valuation and Choice Modelling with Second-order Interactions", *Journal of Forest Economics*, Vol. 12. Issue. 1, 14.

36. Paulley, N. et al. (2005). "The Demand for Public Transport: The Effects of Fares, Quality of Service, Income and Car Ownership", *Transport Policy*, 13.

37. Pearmain, D., J. Swanson, M. Bradley and E. Kroes (1991). *Stated Preference Techniques: A Guide to Practice*, 2nd edn, Rotterdam, Netherlands, Steer Davies Gleave and Hague Consulting Group.

38. Qin, H. et al. (2013). "Analysis on Bus Choice Behavior of Car Owners Based on Intent-ji'nan as an Example", *Behavioral Sciences*, 96.

39. Rose, J. M., C.J. Bliemer (2013). "Sample Size Requirements for Stated Choice Experiments", *Transportation*, Vol. 40, Issue. 5.

40. Ruiz, T. and J.C. Bernabe (2014). "Measuring Factors Influencing Valuation of Nonmotorized Improvement Measures", *Transportation Research Part*, A. 67.

41. Ryan, M. and J. Hughes (1997). "Using Conjoint Analysis to Assess Women's Preferences for Miscarriage Management", *Health Econ*, 6.

42. Ryan, M. (1999). "Using Conjoint Analysis to Take Account of Patient Preferences and Go Beyond Health Outcomes: An Application to in Vitro Fertilization", *Soc Sci Med*, 48.

43. Rye, T. and R. Hrelja (2020). Policies for Reducing Car Traffic and Their Problematization, Lessons from the Mobility Strategies of British, Dutch, German and Swedish Cities, Sustainability, 12, 8170.

44. Segerson, K. (2017). "Valuing Environmental Goods and Services: An Economic Perspective, A Primer on Nonmarket Valuation", Second Edition, Springer.

45. Soekhai, V. and E.W. De Bekker-Grob (2018). "Discrete Choice Experiments in Health Economics: Past, Present and Future", *PharmacoEconomics*, 37(2).

46. Wylie, J. A. (2019). "Reducing Business Opposition to Car-free City Centers: The Case of Oslo", Lund University Libraries, *IIIEE Master Thesis*, No. 39.

47. Zavitsas, K. et al. (2010). *Transport Problems in Cities*, 7th Framework Programme, Imperial College London.