

بررسی اولویت‌های شهروندان در انتخاب شیوه‌های حمل‌ونقل پایدار با استفاده

از آزمایش‌های انتخاب گسسته

(مطالعه موردی: شهر قزوین)

پگاه رهنما، دانش‌آموخته کارشناسی ارشد برنامه‌ریزی حمل‌ونقل، دانشگاه بین‌المللی امام خمینی، قزوین، ایران
امیرعباس رصافی (مسئول مکاتبات)، دکتری برنامه‌ریزی حمل‌ونقل، استاد دانشگاه بین‌المللی امام خمینی، قزوین، ایران

E-mail: rasafi@eng.ikiu.ac.ir

محسن مکارمی شریفی، دانشجوی دکتری برنامه‌ریزی و حمل‌ونقل، دانشگاه بین‌المللی امام خمینی، قزوین، ایران

چکیده

یکی از مهم‌ترین معضلات شهرنشینی ناشی از انواع جابجایی درون‌شهری است. آلودگی هوا، ترافیک، آلودگی صوتی و ناراحتی‌های روحی و جسمی از پیامدهای ناگوار در این حوزه‌اند. در این پژوهش عوامل مؤثر بر تصمیم‌گیری شهروندان شهر قزوین در انتخاب شیوه‌های حمل‌ونقل پایدار مورد مطالعه قرار گرفته است. سپس با استفاده از روش آزمایش انتخاب گسسته تصمیم‌گیری افراد در انتخاب یکی از شیوه‌های حمل‌ونقل پایدار از طریق پرسشنامه عوامل تأثیرگذار بر سفرهای شهروندان با شیوه‌های حمل‌ونقل پایدار مورد پرسشگری قرار گرفته است. ایمنی مهم‌ترین عامل برای شهروندان شناخته شد. ابتدا نتایج مدل از نظر معنادار بودن و سپس تأثیرات نهایی هر یک از شیوه‌ها در سناریوهای ذکر شده، مورد بررسی قرار گرفت و نتایج حاکی از آن است که ۴۷ درصد افراد تمایل به انتخاب خودرویی اشتراکی، ۲۴ درصد تمایل به انتخاب اتوبوس، ۱۹ درصد تمایل به انتخاب دوچرخه و ۱۰ درصد تمایل به انتخاب شیوهی پیاده‌روی دارند. همچنین تمایل به پرداخت نیز برای بهبود هر یک از عوامل در این پژوهش مورد محاسبه قرار گرفته است و می‌توان این استدلال را داشت که پارکینگ و ایمنی به ترتیب با اعداد ۰/۰۶۵ و ۰/۰۶ برای افراد نسبت به هزینه و زمان سفر از اهمیت بیشتری برخوردار است.

واژه‌های کلیدی: آزمایش انتخاب گسسته، توسعه پایدار، دوچرخه، حمل‌ونقل همگانی، خودروهای اشتراکی

۱. مقدمه و تعریف مسئله

پیاده‌روی یا دوچرخه‌سواری به‌جای سفر با خودروی شخصی ممکن است به افراد کمک کند تا فعالیت فیزیکی داشته باشند، در هزینه‌ها صرفه‌جویی کنند و انتشار گازهای گلخانه‌ای کاهش پیدا کند. آزمایش‌های انتخاب گسسته به یکی از مهم‌ترین روش‌های بررسی مورد استفاده در مطالعات در گستره‌ی وسیعی از زمینه‌های تحقیقاتی تبدیل شده است. آن‌ها را می‌توان در موقعیت‌های انتخاب به کار برد که در آن فرد یک گزینه را از مجموعه‌ای از گزینه‌ها انتخاب می‌کند که هر کدام توسط مجموعه‌ای از ویژگی‌ها بیان می‌شوند، در نتیجه ویژگی‌های مهم/ سطوح مؤثر بر انتخاب فرد آشکار می‌شود. با پیروی از شرایط انتخاب مختلف مربوط به حمل‌ونقل، آزمایش انتخاب گسسته برای بررسی عوامل مؤثر بر رفتار انتخاب، ارزیابی زمان سفر، یا پیش‌بینی سهم بازار از شیوه‌های حمل‌ونقل مورد استفاده قرار می‌گیرد. هدف از این مطالعه بررسی عوامل تأثیرگذار بر تصمیم‌گیری شهروندان شهر قزوین در خصوص انتخاب شیوه‌های حمل‌ونقل پایدار، تبیین ویژگی‌های اصلی شیوه‌های حمل‌ونقل پایدار که بر تصمیم‌گیری افراد تأثیرگذار است، مقایسه میزان تأثیرگذاری هر کدام از ویژگی‌های مؤثر بر تصمیم‌گیری افراد در خصوص انتخاب شیوه‌ی سفر است.

۲. ادبیات پژوهش

در زمینه‌ی تحقیقات انجام‌شده در نمونه‌های داخلی و خارجی در حوزه‌ی شیوه‌های حمل‌ونقل پایدار مطالعات محدودی را می‌توان یافت که از روش آزمایش انتخاب گسسته بهره‌مند شده باشند. بیشتر مطالعات به بررسی تمایل افراد به استفاده از شیوه‌های پیاده، دوچرخه و حمل‌ونقل همگانی و جایگزین کردن این شیوه‌ها با شیوه‌ی خودروی شخصی است. در سال ۱۹۷۴ هارتگن از طریق مطالعه‌ای با استفاده از روش انتخاب شیوه‌ی نشان داد که ویژگی‌های فردی و سبک زندگی، نوع سفر و عملکرد خدمات درک شده‌ی هر شیوه‌ی حمل‌ونقل بر انتخاب تأثیر می‌گذارند. یوسف و همکارانش در سال ۲۰۲۱ در راستای نگرانی از تراکم فزاینده‌ی ترافیک شهر ریاض پژوهشی انجام فصلنامه مهندسی ترافیک/ سال بیست و سوم/ شماره ۹۵ / زمستان ۱۴۰۲

اولین تعریف از "پایداری" در کنفرانس محیط‌زیست انسانی در استکهلم ارائه شد که از نگرانی جهانی در مورد اثرات اجتناب‌ناپذیر تمدن بر رشد اجتماعی و اقتصادی در محیط‌زیست ناشی شد (سازمان ملل متحد، ۱۹۷۲). این سازمان نیاز به حفاظت، حفظ و پالایش منابع و محیط‌زیست برای نسل‌های فعلی و آینده را به رسمیت شناخت. از آن زمان، پایداری به یک مسئله مهم برای تصمیم‌گیرندگان در سراسر جهان تبدیل شده است. این واقعیت که انتشار گازهای گلخانه‌ای از خودروهای شخصی به‌طور قابل‌توجهی به تغییرات آب و هوایی کمک می‌کند منجر به دیدگاه انتقادی‌تری در مورد استفاده از خودرو شده است. محققان، سازمان‌های دولتی و سازمان‌های بهداشتی علاقه زیادی به شناسایی راهبردها برای متقاعد کردن مردم جهت خودداری از استفاده از خودروی شخصی نشان داده‌اند و شروع به مشارکت فعال در توسعه‌ی سیستم‌های حمل‌ونقل کرده‌اند که شیوه‌های جدید حمل‌ونقل را ترویج می‌کنند. یک راه‌حل ممکن برای مشکلات ناشی از استفاده‌ی شخصی از خودرو، ایجاد زیرساخت‌های مناسب برای شیوه‌های پاک (دوچرخه/ پیاده)، حمل‌ونقل همگانی و خودروهای اشتراکی است. برآنیم با یک آزمایش انتخاب گسسته برای درک بیشتر در مورد اولویت‌های شهروندان با توجه به شیوه‌های پاک و خودروهای اشتراکی تمایل به استفاده از خودروهای شخصی را کاهش دهیم. بهبود زیرساخت‌های دوچرخه‌سواری، پیاده‌روی و شبکه اتوبوسرانی به پذیرش شهروندان برای خودداری از خودروهای شخصی کمک خواهد کرد و از مردم می‌خواهد تا راهبرد موردنظر خود را با استفاده از یک آزمایش انتخاب گسسته انتخاب کنند.

در این مقاله، با توجه به اینکه بررسی اولویت شهروندان برای انتخاب شیوه‌های حمل‌ونقل پایدار مدنظر است به‌منظور شناسایی راهبردهای مؤثر برای تغییر رفتار سفر، نیاز به درک بیشتری از این موضوع است که چرا شهروندان شیوه‌های خاصی را برای سفر روزانه‌ی خود انتخاب می‌کنند. انتخاب برای

داده‌اند، این مطالعه درک بالقوه‌ی مسافران نسبت به خدمات مترو و عواملی که تمایل آن‌ها به استفاده از مترو را محدود می‌کند را با استفاده از یک مدل انتخاب گسسته بر اساس رگرسیون منطقی دوتایی توسعه داده و موردبررسی قرار می‌دهد. هایدن و همکارانش در سال ۲۰۱۷ پژوهشی را با هدف اطلاع‌رسانی به راهبردهای برنامه‌ریزی حمل‌ونقل پایدار با بررسی تأثیر جمعیت شهری بر استفاده از خودرویی شخصی انجام داده‌اند. این مقاله بخشی از یک پروژه تحقیقاتی را توصیف می‌کند که هدف آن آگاه ساختن راهبردهای برنامه‌ریزی حمل‌ونقل آینده برای کاهش استفاده از خودرو و ترویج حمل‌ونقل کربن پایین در میان‌مدت (یعنی ۲۰۵۰) است. پالسون در سال ۲۰۱۸ تحقیقی با هدف به دست آوردن راهبردهایی که بر انتخاب شیوه‌های پیاده‌روی و دوچرخه‌سواری تأثیر بسزایی دارد انجام داد. زو و همکارانش در سال ۲۰۲۰ در یک مطالعه‌ی مروری به این نتیجه رسیدند که یافته‌های مطالعات مختلف تأیید می‌کند که کیفیت زیرساخت‌های پیاده‌روی و دوچرخه‌سواری و همچنین ایمنی یکی از مهم‌ترین اهداف سیاست ارتقای سفر فعال است و تأثیر مستقیمی بر قصد استفاده از شیوه‌های فعال سفر دارد. دی‌نازل و همکارانش در سال ۲۰۱۱ نشان داده‌اند که سیاست‌های حمل‌ونقل و برنامه‌ریزی می‌تواند با ترویج سفر فعال از طریق پیاده‌روی و دوچرخه‌سواری به اهداف استفاده‌ی کمتر از خودروهای شخصی کمک کند. دی‌دل و همکارانش در سال ۲۰۲۱ پژوهشی با روش آزمایش انتخاب گسسته انجام دادند، این مقاله مواردی که افراد را تشویق به استفاده از شیوه‌های حمل‌ونقل پایدار (پیاده‌روی، دوچرخه‌سواری و حمل‌ونقل همگانی) می‌کند می‌پردازد. آماتونی و همکاران در سال ۲۰۲۰ در مطالعه‌ی خود افزایش استفاده از شیوه‌های حمل‌ونقل جایگزین ناشی از کاهش استفاده از خودرو را در نظر گرفته‌اند. کونینگ و همکارش در سال ۲۰۲۰ در تحقیق خود از طریق یک آزمایش انتخاب گسسته نشان دادند تعداد زیادی از خدمات رفت‌وآمد دسته‌جمعی در طول سال‌های گذشته راه‌اندازی شده است، درحالی‌که کرایه مهم‌ترین ویژگی

خدمت برای افراد جوان‌تر بود، سالمندان توجه بیشتری به مسافت پیاده‌روی کوتاه داشتند. کرافورد در میان اولین کسانی بود که از لحاظ نظری به موضوع شهرهای بدون خودرو پرداخت. کرافورد، در راستای دیگران، مانند آوری در سال ۲۰۰۴، به بررسی تأثیر ظهور خودروهای شخصی بر زندگی فردی و ساختار شهری و سیستم‌های حمل‌ونقل همگانی و تبدیل شدن این شیوه به‌عنوان شیوه‌ی غالب سفر و ارائه‌ی راه‌های موجود برای پایان دادن به استفاده از خودروی شخصی می‌پردازد. در همین راستا در سال ۲۰۱۸ گاندلاچ و همکارانش در مقاله‌ی خود از یک آزمایش انتخاب گسسته برای یادگیری بیشتر در مورد اولویت‌های مردم با توجه به یک مرکز شهر عاری از ماشین در برلین آلمان استفاده کرده‌اند. آگیلرا و کاجیاری در سال ۲۰۲۰، مقاله‌ی مروری در جهت شناسایی عوامل تأثیرگذار بر کاهش مالکیت خودرو و زندگی بدون خودروی شخصی منتشر کردند. در این پژوهش با رویکردی جدید در داخل کشور سعی شده است تا با استفاده از روش آزمایش انتخاب گسسته و تکنیک ترجیحات بیان‌شده به بررسی عوامل مؤثر بر انتخاب شیوه‌های حمل‌ونقل پایدار (پیاده، دوچرخه، اتوبوس و خودروهای اشتراکی) پرداخته شود.

۳. روش پژوهش

در این مطالعه چهار نوع از این شیوه‌ها به‌عنوان گزینه‌ی جایگزین به پاسخ‌دهنده ارائه شده است. این چهار شیوه‌ی حمل‌ونقل پایدار عبارت‌اند از: خودروهای اشتراکی، اتوبوس، دوچرخه، پیاده. برای هر کدام از این شیوه‌ها سه سطح تعریف شده است. در این پژوهش با توجه به انتخاب نرم‌افزار آر برای طراحی و تحلیل داده‌های آزمایش انتخاب گسسته، تعیین تعداد مجموعه موردنیاز و بلوک‌بندی سناریوها برای پرسشنامه و چیدمان سؤالات طبق کدنویسی‌های اجراشده در نرم‌افزار به دست آمد.

۳-۱ انتخاب مدل

در این پژوهش از مدل لوجیت چندجمله‌ای جهت مدل‌سازی استفاده شده است. احتمال انتخاب یک گزینه از بین چندین

آزمایش‌های انتخاب گسسته با استفاده از انواع مدل‌های لجبیت و معادله شماره (۱) محاسبه می‌شود.

۲-۳- تعریف ویژگی‌ها و سطوح

با توجه به هدف پژوهش ویژگی‌های مهم و مورد انتظار افراد برای شیوه‌های حمل‌ونقل پایدار مورد بررسی قرار می‌گیرد. سپس برای هر کدام از ویژگی‌ها سطوحی تعریف می‌شوند. با تغییر در سطوح سناریوهای مختلفی به وجود می‌آید و پاسخ‌دهنده با توجه به سناریویی که با آن مواجه است یکی از انواع شیوه‌های حمل‌ونقل پایدار را انتخاب می‌کند. در این پژوهش در خصوص تعریف ویژگی‌ها و سطوح برای ویژگی‌های مختلف، همواره سطوح یکسانی بین گزینه‌های جایگزین ارائه نشده است. یعنی با توجه به شیوه‌ی حمل‌ونقلی سطوح مناسب با آن شیوه تعریف و ارائه شده‌اند. روش آزمایش انتخاب گسسته به صورت رجحان بیان شده است. در نتیجه در تعریف بعضی سطوح مواردی ذکر شده که در حال حاضر در شهر قزوین زیرساخت مناسبی ندارد.

گزینه را با مطلوبیت‌های مختلف، بر اساس حداکثر سازی مطلوبیت نشان می‌دهد. مک فادن نشان داده است که نتایج احتمالات از طریق رابطه لجبیت زیر محاسبه خواهند شد:

$$P_n(i) = \frac{\exp(V_{in})}{\sum_{j \in S} \exp(V_{jn})} \quad (1)$$

$P_n(i)$: احتمال انتخاب شیوه سفر n برای فرد i .

V_{in} : تابع مطلوبیت شیوه سفر n برای فرد i .

V_{jn} : تابع مطلوبیت سایر شیوه‌های سفر.

در خصوص تصریح مدل نیز می‌توان مطلوبیت فرد از انتخاب گزینه n را به صورت زیر نوشت:

$$U_{jn} = V_n + \varepsilon_j = \alpha_1 + \beta_1 x_{1j} + \beta_2 x_{2j} + \dots + \beta_m x_{mj} + \varepsilon_n \quad (2)$$

U_{jn} : مطلوبیت واقعی گزینه n برای تصمیم‌گیرنده j .

V_n : قسمت مشاهده‌شده مطلوبیت که توسط تحلیلگر محاسبه می‌شود.

β_m : اطلاعات کمی هر سطح در هر ویژگی.

ε_n : خطا یا بخشی از مطلوبیت که برای تحلیلگر ناشناخته است. از آنجاکه مطلوبیت هر گزینه به طور مستقیم قابل اندازه‌گیری و مشاهده نیست، ضرایب (بتاها) رگرسیون فوق برای اطلاعات

جدول ۱. ویژگی‌ها و سطوح

ویژگی‌ها	خودرو اشتراکی	اتوبوس	دوچرخه	پیاده
هزینه سفر	مانند اتومبیل شخصی • ۱۰٪ افزایش	وضعیت فعلی • ۱۰٪ افزایش	وضعیت فعلی • ۱۰٪ افزایش	وضعیت فعلی • ۱۰٪ افزایش
زمان سفر	مانند اتومبیل شخصی • بیش از ۱۰ دقیقه زودتر از • ۱۵ تا ۳۰ دقیقه زودتر از • ۳۰ تا ۱۵ دقیقه دیرتر از	وضعیت فعلی • ۱۵ تا ۳۰ دقیقه زودتر از • اتومبیل شخصی • ۱۵ تا ۳۰ دقیقه دیرتر از • اتومبیل شخصی	مانند اتومبیل شخصی • بیش از ۱۰ دقیقه زودتر از • اتومبیل شخصی • بیش از ۱۰ دقیقه دیرتر از • اتومبیل شخصی	شخصی • ۱۰ تا ۱۵ دقیقه بیشتر از اتومبیل شخصی • ۱۵ تا ۳۰ دقیقه بیشتر از اتومبیل شخصی • بیش از ۳۰ دقیقه بیشتر از اتومبیل شخصی

بررسی اولویت‌های شهروندان در انتخاب شیوه‌های حمل‌ونقل پایدار با استفاده از آزمایش‌های انتخاب گسسته (مطالعه موردی: شهر قزوین)

وضعیت فعلی	• وضعیت فعلی	• تمام طول مسیر ایستاده • نیمی از طول مسیر • ایستاده و نیمی از طول مسیر • نشسته • تمام طول مسیر نشسته	• وضعیت فعلی	• ایجاد مسیر عبور مشترک با • خیابان در تمام خیابان‌های اصلی • ایجاد مسیر ویژه عبور مجزا از • خیابان	ایمنی
• وضعیت فعلی	• وضعیت فعلی	• حذف پارکینگ‌های کنار • خیابان	• مانند اتومبیل شخصی • ایجاد پارکینگ اختصاصی • برای پارک خودروهای اشتراکی • ایجاد پارکینگ عمومی در • خیابان‌های پرتردد و اصلی	• حذف پارکینگ‌های کنار خیابان • ایجاد پارکینگ ویژه • خیابان‌های پرتردد و اصلی	پارکینگ

۳-۳ گردآوری داده‌های آزمایش انتخاب گسسته

پس از اتمام و تکمیل پرسشنامه‌ها طبق آمار تعیین شده برای پژوهش اطلاعات جمع‌آوری شده از پرسشنامه‌ها را در فایل اکسل فراخوانی و به فرمت CSV تبدیل کرده و در نهایت نتایج با این فرمت در نرم‌افزار آر فراخوانی می‌شوند. در این تحقیق با توجه به خروجی نرم‌افزار آر تعداد سناریوها ۹ به دست آمده است. پرسشنامه شامل معرفی مختصری از موضوع است. ۱۴۸ نفر از شهروندان قزوین در نظرسنجی شرکت کرده‌اند.

۳-۴ نتایج مدل

در این قسمت به تحلیل نتایج مدل می‌پردازیم. بر اساس هدف پژوهش تأثیرگذاری عوامل مؤثر بر انتخاب شیوه‌های حمل‌ونقل

پایدار موضوعی است که با بررسی نتایج در پی پاسخ به آن هستیم. ابتدا تأثیر ویژگی‌ها و معناداری‌شان بر مطلوبیت را بررسی کرده سپس تأثیرات نهایی^۲ مدل را برای هر یک از شیوه‌های حمل‌ونقل پایدار مورد بررسی قرار می‌دهیم و در نهایت نیز در خصوص میزان تمایل به پرداخت^۳ افراد برای هر یک از ویژگی‌های غیر قیمتی نتایج را بررسی خواهیم کرد. پس از گردآوری اطلاعات مورد نیاز از طریق پرسشنامه‌ها و ساخت پایگاه اطلاعاتی مورد نیاز، داده‌های به دست آمده وارد نرم‌افزار آر شد و ضرایب تابع مطلوبیت برای هر یک از گزینه‌های حمل‌ونقلی توسط خروجی نرم‌افزار مشخص شد.

جدول ۲. نتایج مدل

P	Z	Se(coef)	exp(coef)	coef	
>2e-16	۱۱,۷۳	۰,۰۹۰۰۳۷	۲,۸۷۵۱۳۱	۱,۰۵۶۰۹۸	ASC
۰,۱۰۳۹۸	۱,۶۲۶	۰,۰۷۰۸۷۹	۱,۱۲۲۱۴۲	۰,۱۱۵۲۳۹	S2
۱,۱۹e۰۵	۴,۳۷۹	۰,۰۶۷۸۹۹	۱,۳۴۶۲۸۶	۰,۲۹۷۳۵	S3
۰,۰۸۵۳	-۱,۷۲۱	۰,۰۶۶۴۶	۰,۸۹۱۹۳۸	-۰,۱۱۴۳۵۸	P2
۰,۰۰۱۸۸	-۳,۱۰۹	۰,۰۶۸۲۱۷	۰,۸۰۸۹۱۴	-۰,۲۱۲۰۶۳	P3
۰,۰۴۵۲۴	۲,۰۰۲	۰,۰۰۳۵۸۱	۱,۰۰۷۱۹۷	۰,۰۰۷۱۷۱	Price
۰,۰۴۰۷۹	۲,۰۴۶	۰,۰۰۳۲۲۱	۱,۰۰۶۶۱	۰,۰۰۶۵۸۹	Time

۳-۴ بررسی تأثیر ویژگی‌ها

Parking₂, Parking₃: مقدار ویژگی پارکینگ برای سطح

دوم و سوم.

Price, Time: مقدار ویژگی هزینه سفر و زمان سفر.

Likelihood ratio test=220.2 on 7 df, p=< 2.2e-16

n= 5328, number of events= 1332

تعریف متغیرهای به کاررفته در مدل در جدول ۳ ارائه شده است.

جدول ۳. تعریف متغیرهای به کاررفته در مدل

نماد متغیر	توضیح متغیر
S2 (Safety 2)	ایمنی سطح دوم
S3 (Safety 3)	ایمنی سطح سوم
P2 (parking 2)	پارکینگ سطح دوم
P3 (parking 3)	پارکینگ سطح سوم
Price	هزینه سفر
Time	زمان سفر

تفسیر هر یک از ویژگی‌ها به صورت زیر قابل ارائه است:

جهت بررسی نتایج همان‌طور که مشاهده می‌شود با توجه به مدل برآوردی مطلوبیت انتخاب شیوه‌های حمل‌ونقل پایدار به هر یک از سطوح ویژگی‌ها مرتبط است. از آنجایی که اطلاعات به شکل فرم بلند^۴ و به صورت (۰ و ۱) برای هر ویژگی وارد شده است؛ برای تحلیل نتایج یک سطح از هر ویژگی حذف شده و سایر سطوح نسبت به سطح حذف شده تعریف می‌شوند. از این رو داریم:

$$V = \beta_1 Safety_2 + \beta_2 Safety_3 + \beta_3 Parking_2 + \beta_4 Parking_3 + \beta_5 Price + \beta_6 Time + \varepsilon \quad (3)$$

V: مطلوبیت ویژگی‌ها

$\beta_1 - \beta_6$: ضریبی که جهت و اهمیت اثر ویژگی‌ها را در مطلوبیت یک گزینه تعریف می‌کند.

Safety₂, Safety₃: مقدار ویژگی ایمنی برای سطوح دوم و سوم.

جدول ۴. تفسیر ضرایب مدل (ضرایب متغیرهای کیفی)

ایمنی	مقایسه بین سطوح	سطح دوم هزینه برای هر شیوه نسبت به سطح اول	سطح سوم هزینه برای هر شیوه نسبت به سطح اول
میزان تأثیر بر مطلوبیت	۰/۱۱	۰/۳	
پارکینگ	مقایسه بین سطوح	سطح دوم زمان سفر برای هر شیوه نسبت به سطح اول	سطح سوم زمان سفر برای هر شیوه نسبت به سطح اول
میزان تأثیر بر مطلوبیت	-۰/۱۱	-۰/۲۱	

جدول ۵. تفسیر ضرایب مدل (ضرایب متغیرهای کمی)

میزان تأثیر بر مطلوبیت	هزینه سفر
۰/۰۰۷۲	
میزان تأثیر بر مطلوبیت	زمان سفر
۰/۰۰۶۶	

باشند به معنی افزایش مطلوبیت آن‌ها و ترجیح مصرف‌کنندگان برای انتخاب آن سطح بیشتر می‌شود و هر قدر این مقدار منفی‌تر باشد ارزش مطلوبیت آن کمتر می‌شود. S1 (ایمنی سطح اول) و P1 (پارکینگ سطح اول) مبنای نظر گرفته شده و برابر ۱ هستند. طبق جدول ۴ سطح دوم و سوم ایمنی هر دو مقادیر مثبت دارند

فصلنامه مهندسی ترافیک/ سال بیست و سوم/ شماره ۹۵ / زمستان ۱۴۰۲

طبق نتیجه به دست آمده و جداول ۴ و ۵ می‌توان بیان کرد: مقدار مثبت (منفی) ضریب تخمین زده شده‌ی یک متغیر مستقل به معنای آن است که با فرض ثابت ماندن بقیه متغیرها، افزایش در مقدار آن متغیر مخلفه‌ی سیستماتیک مطلوبیت را افزایش (کاهش) می‌دهد. هر قدر مقدار به دست آمده برای سطوح مثبت

بررسی اولویت‌های شهروندان در انتخاب شیوه‌های حمل‌ونقل پایدار با استفاده از آزمایش‌های انتخاب گسسته (مطالعه موردی: شهر قزوین)

ذکر شده در جدول ۵ که مربوط به هزینه سفر و زمان سفر است می‌توان نتیجه گرفت نسبت به ایمنی و پارکینگ شهروندان اهمیت کمتری به زمان و هزینه سفر می‌دهند و اولویت اصلی در ترغیب آنان برای جایگزین کردن شیوه‌های حمل‌ونقل پایدار به‌جای خودروی شخصی ایمنی و پارکینگ است.

۳-۴-۲ تأثیرات نهایی

در مدل‌های لوجیت خروجی اولیه تنها اطلاعاتی در خصوص معناداری تأثیر متغیرها و همچنین جهت تأثیر آن‌ها را ارائه می‌دهد؛ اما اگر بخواهیم اطلاعات دیگری مانند انتظار ما از میزان انتخاب افراد از هر یک از گزینه‌های جایگزین را داشته باشیم بایستی تأثیرات نهایی را بررسی کنیم. به این منظور برای ۹ سناریوی ذکر شده در این پژوهش نتایج زیر استخراج شده است.

جدول ۶. تأثیر نهایی تمامی سناریوها

فراوانی	درصد	درصد معتبر	درصد تجمعی
خودرو اشتراکی	۶۲۱	۴۶/۶	۴۶/۶
اتوبوس	۳۱۹	۲۳/۹	۷۰/۶
دوچرخه	۲۵۴	۱۹/۱	۸۹/۶
پیاده	۱۳۸	۱۰/۴	۱۰۰/۰
مجموع	۱۳۳۲	۱۰۰/۰	۱۰۰/۰

$$MWTP = - \frac{\frac{\partial V}{\partial X_N}}{\frac{\partial V}{\partial X_M}} = - \frac{\beta_N}{\beta_M} \quad (4)$$

$MWTP$: تمایل به پرداخت حاشیه‌ای

∂V : مطلوبیت ویژگی‌ها

∂X_N : ویژگی غیر قیمتی

∂X_M : ویژگی قیمتی

β_N : ضریب ویژگی غیر قیمتی

β_M : ضریب ویژگی قیمتی

در این پژوهش ما دو ویژگی غیر قیمتی، ایمنی و پارکینگ و دو ویژگی قیمتی، هزینه سفر و زمان سفر را مورد بررسی قرار داده-ایم. حال برای محاسبه‌ی تمایل به پرداخت شهروندان، چهار

و با توجه به نتایج حاصل می‌توان نتیجه گرفت که مطلوبیت ایمنی سطح دوم هرکدام از شیوه‌های حمل‌ونقل پایدار بیشتر از سطح سوم ایمنی است و ترجیح پاسخ‌دهندگان برای سطح دوم ایمنی بیشتر از سطح سوم است. البته این نکته را باید در نظر داشت که سطح اول ایمنی مبنای در نظر گرفته شده است و بین دو سطح دیگر در ایمنی ارجح است و بعد از سطح اول، به ترتیب سطح دوم و سوم از نظر کاربران حائز اهمیت است. در رابطه با مقادیر به‌دست‌آمده برای سطوح پارکینگ سطح اول مبنای است و از مطلوبیت بالایی برخوردار است و هر دو سطح پارکینگ برای شیوه‌های حمل‌ونقل پایدار نسبت به سطح اول دارای تأثیر منفی بر روی مطلوبیت است. شایان توجه است که سطح سوم نسبت به سطح اول تأثیر منفی بیشتری بر مطلوبیت دارد تا تأثیر سطح دوم نسبت به سطح اول. با توجه به مقادیر

در جدول ۶ تأثیر نهایی ۹ سناریوی ذکر شده به صورت کلی نشان داده شده است. طبق نتایج ۴۷ درصد افراد تمایل به انتخاب خودروی اشتراکی، ۲۴ درصد تمایل به انتخاب اتوبوس، ۱۹ درصد تمایل به انتخاب دوچرخه و ۱۰ درصد تمایل به انتخاب شیوه پیاده‌روی دارند.

۳-۴-۳ تمایل به پرداخت حاشیه‌ای

یکی از موضوعاتی که می‌توان با استفاده از مدل‌های آزمایش انتخاب مورد بررسی قرار داد تمایل به پرداخت میان دو ویژگی است. محصولات در طول زمان به‌منزله‌ی شاخصی برای بررسی تقاضای بازار آن محصول خواهد بود. به عبارتی:

حالت که شامل تقسیم ضریب ایمنی بر هزینه سفر، ایمنی بر زمان سفر، پارکینگ بر هزینه سفر، پارکینگ بر زمان سفر موردبررسی قرار می‌گیرد. این برآوردها اطلاعات بسیار مفیدی به سیاست‌گذاران جهت اعمال سیاست‌های مؤثر در حوزه حمل‌ونقل شهری ارائه می‌دهد. جدول ۷ نتایج حاصل از محاسبات تمایل به پرداخت حاشیه‌ای را نشان می‌دهد.

جدول ۷. تمایل به پرداخت حاشیه‌ای

ویژگی‌ها	سطوح ویژگی‌ها	تمایل به پرداخت حاشیه‌ای
ایمنی	ضریب سطح دوم بر ضریب زمان سفر	۰/۰۶
	ضریب سطح دوم بر ضریب هزینه سفر	۰/۰۶۵
	ضریب سطح سوم بر ضریب زمان سفر	۰/۰۲۲
	ضریب سطح سوم بر ضریب هزینه سفر	۰/۰۲۴
پارکینگ	ضریب سطح دوم بر ضریب زمان سفر	۰/۰۶
	ضریب سطح دوم بر ضریب هزینه سفر	۰/۰۶۵
	ضریب سطح سوم بر ضریب زمان سفر	۰/۰۳۱
	ضریب سطح سوم بر ضریب هزینه سفر	۰/۰۳۴

برای بهبود ۱ پله‌ای هزینه سفر خود مقدار ۰/۰۶۵ از یک پله ایمنی را بدهند و مقدار ۰/۰۶ به این معناست که افراد حاضرند برای بهبود ۱ پله‌ای زمان سفر خود ۰/۰۶ از یک پله پارکینگ را بدهند. همچنین از تقسیم سطح سوم پارکینگ بر ضریب هزینه سفر و زمان سفر، به ترتیب مقدار ۰/۰۳۴ و ۰/۰۳۱ به دست آمده، به این معناست که افراد حاضرند برای بهبود ۱ پله‌ای هزینه سفر خود مقدار ۰/۰۳۴ از یک پله ایمنی را بدهند و مقدار ۰/۰۳۱ به این معناست که افراد حاضرند برای بهبود ۱ پله‌ای زمان سفر خود ۰/۰۳۱ از یک پله پارکینگ را بدهند، یعنی ویژگی پارکینگ از اهمیت بیشتری نسبت به هزینه سفر و زمان سفر برخوردار است باید این نکته را در نظر گرفت که در این پژوهش هدف از بررسی ویژگی پارکینگ در واقع مشخص کردن تمایل افراد برای حذف پارکینگ‌های کنار خیابان و اختصاص دادن ۱ الی ۲ مسیر تصرف شده توسط خودروهای شخصی به فضای سبز، ایجاد مسیر مناسب برای پیاده‌روی و دوچرخه‌سواری است و همان‌طور که از نتایج مشخص است شهروندان به این موضوع و ایمنی توجه زیادی دارند و برایشان از اهمیت بالاتری نسبت به زمان و هزینه سفر برخوردار است.

طبق جدول ۷ از تقسیم سطح دوم ویژگی ایمنی بر ضریب هزینه سفر، مقدار ۰/۰۶۵ به دست آمده یعنی افراد حاضرند برای بهبود ۱ پله‌ای هزینه سفر خود مقدار ۰/۰۶۵ را از یک پله ایمنی از دست بدهند، یعنی ایمنی از اهمیت بیشتری نسبت به هزینه سفر برخوردار است. از تقسیم سطح دوم ایمنی بر ضریب زمان سفر، عدد ۰/۰۶ به دست آمده به این معناست که افراد حاضرند برای بهبود ۱ پله‌ای زمان سفر خود مقدار ۰/۰۶ را از یک پله ایمنی از دست بدهند، یعنی ایمنی از اهمیت بیشتری نسبت به زمان سفر برخوردار است. به همین ترتیب از تقسیم سطح سوم ایمنی بر ضریب هزینه سفر و زمان سفر، به ترتیب مقدار ۰/۰۲۴ و ۰/۰۲۲ به دست آمده، به این معناست که افراد حاضرند برای بهبود ۱ پله‌ای هزینه سفر خود مقدار ۰/۰۲۴ از یک پله ایمنی را بدهند و مقدار ۰/۰۲۲ به این معناست که افراد حاضرند برای بهبود ۱ پله‌ای زمان سفر خود مقدار ۰/۰۲۲ از یک پله ایمنی را بدهند، یعنی ایمنی از اهمیت بیشتری نسبت به هزینه سفر و زمان سفر برخوردار است. در رابطه با ویژگی پارکینگ از تقسیم سطح دوم پارکینگ بر ضریب هزینه سفر و زمان سفر، به ترتیب مقدار ۰/۰۶ و ۰/۰۶۵ به دست آمده، به این معناست که افراد حاضرند

۴. نتیجه‌گیری

مطالعه جاری با استفاده از روش آزمایش انتخاب گسسته به شناسایی ویژگی‌های تأثیرگذار در انتخاب شیوه‌های حمل‌ونقل پایدار و سهم هرکدام از این ویژگی‌ها در تمایل به کاهش استفاده از خودروهای شخصی و جایگزین کردن شیوه‌های حمل‌ونقل پایدار با خودروی شخصی در شهر قزوین پرداخته و به‌طورکلی نتایج زیر را در برداشته است:

۱- بر اساس طراحی آزمون و نمونه‌گیری انجام‌شده مهم‌ترین ویژگی که برای شهروندان حائز اهمیت بوده ایمنی است. چراکه ضرایب تمامی سطوح ایمنی نسبت به سطوح متناظر از سایر ویژگی‌ها بزرگ‌تر است.

۲- پارکینگ یکی دیگر از ویژگی‌های مهم در انتخاب شیوه‌های حمل‌ونقل پایدار است و طبق نتایج مدل همان‌طور که سطح اول ویژگی پارکینگ مبنای قرار گرفته و از مطلوبیت بالایی برخوردار است، سطح سوم نسبت به سطح اول تأثیر منفی بیشتری بر مطلوبیت دارد تا تأثیر سطح دوم نسبت به سطح اول.

۳- از دیگر نتایج می‌توان این استدلال را داشت که شهروندان اهمیت کمتری به زمان و هزینه سفر می‌دهند و اولویت اصلی در ترغیب شهروندان برای جایگزین کردن شیوه‌های حمل‌ونقل پایدار به‌جای خودروی شخصی ایمنی و پارکینگ است.

۴- بر اساس نتایج به‌دست‌آمده از تمایل به پرداخت حاشیه‌ای شهروندان برای افزایش ۱ پله‌ای هزینه سفر تنها حاضرند $0/065$ از سطح دوم و $0/024$ از سطح سوم ایمنی را از دست بدهند و برای افزایش ۱ پله‌ای زمان سفر تنها حاضرند $0/06$ از سطح دوم و $0/022$ از سطح سوم ایمنی را از دست بدهند و این بدان معناست که ویژگی ایمنی از هزینه و زمان سفر برای شهروندان از اهمیت بیشتری برخوردار است.

۵- نتایج تمایل به پرداخت حاشیه‌ای در رابطه با ویژگی پارکینگ نیز نشان می‌دهد که شهروندان برای افزایش ۱ پله‌ای

هزینه سفر تنها حاضرند $0/065$ از سطح دوم و $0/034$ از سطح سوم پارکینگ را از دست بدهند و برای افزایش ۱ پله‌ای زمان سفر تنها حاضرند $0/06$ از سطح دوم و $0/03$ از سطح سوم پارکینگ را از دست بدهند و این بدان معناست که ویژگی پارکینگ از هزینه و زمان سفر برای شهروندان از اهمیت بیشتری برخوردار است.

۶- بر اساس نتایج به‌دست‌آمده از بررسی تأثیرات نهایی نیز می‌توان استدلال کرد خودروی اشتراکی با ۴۷ درصد در جایگاه اول و اتوبوس با ۲۴ درصد در جایگاه دوم از نظر تمایل به انتخاب برای شهروندان قرار دارند. می‌توان نتیجه گرفت با ایجاد سیستم مناسب برای خودروهای اشتراکی اعم از فراهم کردن تعداد زیادی خودرو و راه‌اندازی مسیرهای ویژه برای عبور این وسیله‌ی نقلیه و سرویس‌های اینترنتی برای انتخاب و تعیین زمان و مکان موردنیاز برای استفاده از خودروهای اشتراکی افراد تمایل زیادی به کنار گذاشتن خودروهای شخصی نشان می‌دهند. در رابطه با اتوبوس نیز با افزایش تعداد اتوبوس‌های شهری و زمان‌بندی دقیق و مناسب برای رسیدن اتوبوس‌ها به ایستگاه و ایجاد مسیر عبور مشخص برای این شیوه می‌توان باعث ترغیب افراد به کاهش استفاده از خودروهای شخصی شد.

در این پژوهش با توجه به محدودیت‌های محقق و هدف پژوهش بیشتر عوامل تأثیرگذار بر انتخاب شیوه‌های حمل‌ونقل پایدار مدنظر بود و می‌توان در پژوهش‌های آتی ویژگی‌های دموگرافیک را به‌طور گسترده‌تری موردبررسی و پژوهش قرار داد.

۵. پی‌نوشت‌ها

1. Mode Choice
2. Margins
3. Willingness To Pay
4. Long Form

۶. مراجع

- experiment. *European Transport Research Review*, 2020. 12(1): p. 1-11.
- Urry, J., *The ‘system’ of automobility. Theory, culture & society*, 2004. 21(4-5): p. 25-39.
- Gundlach, A., et al., Investigating people’s preferences for car-free city centers: A discrete choice experiment. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 2018. 63: p. 677-688.
- Aguilera, A. and J. Cacciari, Living with fewer cars: review and challenges on household demotorization. *Transport Reviews*, 2020. 40(6): p. 796-809.
- Haghshenas, H. and M. Vaziri, Urban sustainable transportation indicators for global comparison. *Ecological Indicators*, 2012. 15(1): p. 115-121.
- Aizaki, H., T. Nakatani, and K. Sato, *Stated preference methods using R*. 2014: CRC Press.
- Hartgen, D.T., Attitudinal and situational variables influencing urban mode choice: Some empirical findings. *Transportation*, 1974. 3(4): p. 377-392.
- Youssef, Z., H. Alshuwaikhat, and I. Reza, Modeling the modal shift towards a more sustainable transport by stated preference in Riyadh, Saudi Arabia. *Sustainability*, 2021. 13(1): p. 337.
- Hayden, A., M. Tight, and M. Burrow, Is reducing car use a utopian vision? *Transportation research procedia*, 2017. 25: p. 3944-3956.
- Paulsson, A., Making the sustainable more sustainable: public transport and the collaborative spaces of policy translation. *Journal of environmental policy & planning*, 2018. 20(4): p. 419-433.
- Zhao, X., et al., Evaluation of sustainable transport research in 2000–2019. *Journal of Cleaner Production*, 2020. 256: p. 120404.
- De Nazelle, A., et al., Improving health through policies that promote active travel: a review of evidence to support integrated health impact assessment. *Environment international*, 2011. 37(4): p. 766-777.
- Dédélé, A. and A. Miškinytė, Promoting sustainable mobility: a perspective from car and public transport users. *International journal of environmental research and public health*, 2021. 18(9): p. 4715.
- Amatuni, L., et al., Does car sharing reduce greenhouse gas emissions? Assessing the modal shift and lifetime shift rebound effects from a life cycle perspective. *Journal of Cleaner Production*, 2020. 266: p. 121869.
- König, A. and J. Gripenkoven, Modelling travelers’ appraisal of ridepooling service characteristics with a discrete choice

Investigating the Citizen's Preferences for Using Sustainable Modes of Transportation Using Discrete Choice Experiments (Case Study: Qazvin City)

Pegah Rahnama, MSc student, Transportation planning Engineering, Imam Khomeini International University, Qazvin, Iran

Amir Abbas Rassafi*, PhD Transportation planning Engineering, Imam Khomeini International University, Qazvin, Iran

Mohsen Makaremi Sharifi, PhD student, Transportation planning Engineering, Imam Khomeini International University, Qazvin, Iran

E-mail: rasafi@eng.ikiu.ac.ir

Abstract

One of the most important problems of urbanization is caused by the types of intra-city movement. Air pollution, traffic, sound pollution and mental and physical discomfort are some of the unfortunate consequences in this field. In this research, the factors influencing the decision-making of the citizens of Qazvin city in choosing a sustainable mode of transportation have been studied. Then, by using the discrete choice test method, people's decision to choose one of the sustainable transportation methods has been questioned through the questionnaire of the factors affecting citizens' trips with sustainable transportation methods. Safety was recognized as the most important factor for citizens. First, the results of the model in terms of their significance and then the final effects of each of the methods in the mentioned scenarios have been examined and the results indicate that 47% of people tend to choose a shared car, 24% tend to choose a bus, 19% tend to choose a bicycle and 10% tend to choose a walking method. Also, the willingness to pay has been calculated to improve each of the factors in this research, and it can be argued that parking and safety have a value of 0.065 and 0.06 respectively for people compared to the cost and travel time. It is more important.

Keywords: Discrete Choice Experiment, Sustainable Development, Bike, Public Transport, Carsharing