

# ارائه یک مدل قیمت گذاری مسیر جهت کاهش تراکم کریدورهای درون شهری با استفاده از مدل -های انتخاب، مطالعه موردی شهر اصفهان

شهاب حسن پور، یوسف داداشی

۱- عضو هیأت علمی دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه آیت الله العظمی بروجردی

۲- دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی حمل و نقل، دانشگاه آزاد اسلامی واحد الکترونیکی

## چکیده

همواره جلوگیری از وقوع شلوغی در شبکه ترافیک درون شهری از دغدغه های اساسی مدیران ترافیک در سطح جهان بوده است. در این شرایط معضلاتی مانند افزایش چشم گیر زمان سفر، بالا رفتن مصرف سوخت، افزایش آلودگی های زیست محیطی، تهدید سلامت روانی کاربران شبکه حمل و نقل و افزایش تصادفات دور از انتظار نیست. در این مقاله اثرات قیمت گذاری شبکه بر ترافیک برای نمونه مورد پل طبقاتی امام خمینی اصفهان بررسی شد. به منظور اثرسنجی هریک از سناریوهای پیشنهادی قیمت های، لازم است تا سهم هر یک از گونه های حمل و نقلی تعیین گردد. بدین منظور باید مدل های انتخاب وسیله را پرداخت نموده و با بررسی اثرات جانبی متغیرهای قیمتی در آن، نتایج هر سناریو را بررسی نمود. تحلیل نتایج تمایل به پرداخت استفاده کنندگان نشان از کم بودن این تمایل دارد. دلیل این رخداد را می توان در عدم تجربه شهروندان در استفاده از یک تسهیل موازی دارای عوارض، ولی با سطح سرویس بهتر، جستجو نمود. به بیان دیگر شهروندان اصفهانی تجربه ای در خصوص وجود یک معبر دارای عوارض اما مناسب برای سفرهای دوربرد درون شهری که موجب صرفه جویی قابل توجهی در زمان سفرشان گردد ندارند. به طوری که در صورت تعیین عوارض ۱۰۰۰ تومانی، ۴۵ درصد افراد حاضر به پرداخت و استفاده از پل طبقاتی امام خمینی هستند و اگر میزان عوارض به ۱۰۰۰۰ تومان برسد سهم پرداخت و استفاده از پل به ۱۶ درصد کاهش می یابد.

واژگان کلیدی: قیمت گذاری، مدل لوجیت، سفرهای روزانه، اصفهان.

## ۱- مقدمه

سیستم حمل و نقل در انتخاب شیوه، زمان و معبر سفر نقش مهمی داشته باشد. در این نوع استراتژی ها، استراتژی قیمت-گذاری یکی از مهم ترین آنها می باشد که در مدیریت تراکم ترافیک نقش بسزائی دارد [۳].

امروزه ترافیک در بسیاری از کلان شهرهای جهان به بزرگترین معضل شهرنشینی تبدیل شده است. لذا همواره جلوگیری از وقوع شلوغی در شبکه ترافیک درون شهری از دغدغه های اساسی مدیران ترافیک در سطح جهان بوده است [۴]. در این شرایط معضلاتی مانند افزایش چشمگیر زمان سفر، بالا رفتن مصرف سوخت، افزایش آلودگی های زیست محیطی، تهدید سلامت روانی کاربران شبکه حمل و نقل و افزایش تصادفات دور از انتظار نیست. هنگامی که تقاضای سفر افزایش

توسعه شهرها، گسترش شبکه حمل و نقل همراه با توسعه فن آوری در زمینه وسایل نقلیه منجر به افزایش توانایی حرکت و راحتی سفر در شهرها و خارج از آنها گردیده است. افزایش امکانات یاد شده باعث رشد فعالیت های اقتصادی و ایجاد فرصت های بیشتر شده است که در نتیجه، افزایش تقاضای سفر با شرایط مطلوب به هر مقصد دلخواه را در پی خواهد داشت [۱-۲]. از اوایل دهه ۱۹۶۰ مهندسی و برنامه ریزان حمل و نقل با بکارگیری روشهای مدیریت عرضه و تقاضا در سیستم حمل و نقل باعث کاهش مشکلات ناشی از افزایش اتومبیل ها در شهرها شدند. امروزه استراتژی های مختلفی جهت مدیریت تقاضای سفرهای شهری تدوین شده است که می تواند جهت افزایش کارایی

هزینه کاربران شبکه بالا می‌رود. افراد زمانی از شبکه استفاده می‌نمایند که سود حاصل از سفر آنان بیش از هزینه‌های پرداختی باشد [۵]. اما از آنجا که ممکن است استفاده کننده، هزینه وارد شده ناشی از افزایش شلوغی در شبکه را درک نکرده و پرداخت ننماید، حتی هنگامی که کل هزینه بیش از سود سفر است، به سفر ادامه می‌دهد. یکی از راه‌هایی که می‌تواند در درک این افزایش هزینه به کاربران کمک کند، اخذ عوارضی برابر هزینه پرداخت نشده توسط وی به وسیله قیمت‌گذاری استفاده از شبکه حمل‌ونقل می‌باشد. یکی از اهداف قیمت‌گذاری، تاثیرگذاری بر الگوهای سفر و تغییر آن‌ها با توجه به زمان، مکان و وسیله سفر است. بنابراین پس از اعمال قیمت‌گذاری مسیر، تخصیص مسافران بر اساس تمایل آن‌ها به پرداخت عوارض انجام می‌شود.

قیمت گذاری از نگاه گروه‌های گوناگون مواجهه با این روش مدیریت تقاضا اهداف متفاوتی را دنبال می‌کند. این گروه‌ها شامل مدیران شهری، گردانندگان سیستم، گروه نظارت و مصرف کنندگان است. به منظور بررسی گونه‌ای از اهداف که فرآیند مدلسازی و سناریوپردازی را تحت تاثیر قرار می‌دهد، در پژوهش پیش روی اهداف از منظر گردانندگان سیستم بررسی می‌گردد.

## ۲- مرور ادبیات

نحوه پیدایش تراکم را باید در رشد و تقابل نابرابر عرضه و تقاضا در شبکه حمل و نقل دانست. در حالی که فضای معابر، منابعی محدود و کمیاب تلقی می‌شوند، تقاضای تردد در شبکه با افزایش میزان رفاه عمومی از رشد بسیار سریعتری برخوردار می‌باشد [۷-۹]. در جهت مرتفع نمودن این مشکلات، یکی از مهمترین راهبردها، مدیریت تقاضا در شبکه‌های شهری می‌باشد. مدیریت تقاضا به معنای بکارگیری راهکارهایی است که با استفاده از آنها در جهت استفاده بهینه از تسهیلات و زیرساخت‌های موجود از طریق اعمال برخی از محدودیت‌ها اقدام می‌گردد. یکی از مهمترین راهکارهایی که در این زمینه مطرح می‌باشد، استفاده از روشهای قیمت گذاری تراکم در معابر شهری است [۱۰-۱۲].

قیمت گذاری می‌تواند روشهای مختلفی را در برگیرد که هر یک بسته به نوع فن آوری و زیرساخت‌های موجود از قابلیت اجرایی متفاوتی برخوردار می‌باشند. بدیهی است، استفاده از هر کدام از این روش‌ها می‌تواند تاثیرات متفاوتی دربر داشته باشد و امکان بکارگیری راهکارهای مختلفی را در جهت مدیریت تراکم در معابر شهری ارائه نماید [۱۳-۱۵].

در هنگام قیمت گذاری تراکم، علاوه بر انتخاب وسیله، انتخاب مسیر نیز صورت می‌پذیرد. لذا استفاده از مدل انتخاب مسیر مناسب از اجزای مهم پژوهش پیش روی محسوب می‌گردد.

نیاز به مدل‌های انتخاب مسیر بمنظور تعیین مسیر افراد بین مناطق، به سال‌های ۱۹۵۰ و اوایل دهه ۱۹۶۰ پس از ساخت بزرگراه‌های اصلی شهرهای آمریکا برمی‌گردد و روی این بحث ساده متمرکز بود که چه تعداد رانندگان از مسیرهای موجود به مسیر تازه ساخته شده منتقل می‌شوند. مدل‌های انحراف مسیر از اولین این مدل‌ها بودند که درصد انحراف حجم وسایل نقلیه از مسیرهای موجود به مسیرهای جدید را با توجه به نسبت کاهش زمان سفر بین دو مسیر مشخص می‌کردند. با فرض امکان تعیین قطعی هزینه‌های عمومی مسیرها، روش کوتاه‌ترین مسیر یکی از ساده‌ترین روش‌های قطعی انتخاب مسیر رانندگان است. عوامل عدم قطعیت عبارتند از:

عدم اطلاعات کافی رانندگان از شرایط ترافیک؛ امکان انتخاب یک مسیر به سبب آزمایش و جستجوی زمان سفر آنها؛ تغییرات در هزینه عمومی یک مسیر به علت وجود چراغ‌ها، تصادف، صف‌ها و...؛ رفتار و عادات نه لزوماً یکسان در انتخاب مسیر رانندگان و یا اینکه رانندگان لزوماً توابع تجمیع هزینه عمومی (توابع مطلوبیت مسیر) یکسانی ندارند. با توجه به گستردگی عوامل تصادفی بودن انتخاب مسیرها، عموماً فرض می‌شود که تصادفی بودن انتخاب‌ها صرفاً به علت دو حالت درک متفاوت رانندگان از شرایط ترافیک و تفاوت در توابع مطلوبیت بین رانندگان باشد که معمولاً حالت دوم نیز در نظر گرفته نمی‌شود [۱۶-۱۹].

در سال ۱۹۷۷ مفهوم عدم قطعیت در هزینه عمومی مسیرهای شبکه توسط شفی و داگانزو مطرح شد [۲۰] که نتایجاً به ایجاد مدل جدیدی از انتخاب مسیر وسایل نقلیه به نام انتخاب تصادفی ختم شد؛ مدل‌های تصادفی انتخاب مسیر وسایل نقلیه تصویر واقع بینانه‌تری از اتفاقات تصادفی شبکه را در بر می‌گیرد که عدم قطعیت درک هزینه عمومی سفر بین کاربران مختلف پایه آنهاست. روش‌های متعددی برای مدل‌های تصادفی پیشنهاد شده‌اند که دو نوع از آنها نسبتاً بیشتر استفاده شده‌اند. یکی روش مبتنی بر شبیه‌سازی و دیگری روش مبتنی بر نسبت [۲۱].

روش اول از ایده شبیه‌سازی تصادفی هزینه عمومی درک شده توسط کاربران برای تعریف تغییر پذیری در هزینه ادراک شده استفاده می‌کند. در صورتی که روش‌های مبتنی بر نسبت، جریان را با توجه به نسبت محاسبه شده از عباراتی مانند روش لاجیت، به مسیرهای دیگر تخصیص می‌دهند. اولین مدل‌های تصادفی توسط وان در سال ۱۹۶۶ ارائه شد که با مفهوم رقابت مسئله را حل کرد؛ در سال ۱۹۶۸ مدل‌های تصادفی دیگری با در نظرگیری هزینه سفر هر لینک شبکه به عنوان متغیر تصادفی که بصورت نرمال توزیع شده است توسط بورل نیز ارائه شد [۲۲-۲۳].

$P(i)$ : احتمال انتخاب گزینهی  $i$  در سطح پایین،

$P(j^*)$ : احتمال انتخاب گزینهی  $j^*$  در سطح بالا،

$V_i$ : جزء معین مطلوبیت گزینهی  $i$ ،

$V_j$ : جزء معین مطلوبیت گزینهی  $j$  به استثنای  $V_j^*$  (قابل محاسبه به صورت برداری از متغیرهای بیانگر مشخصات فرد تصمیم‌گیرنده و گزینه)

$V_j^*$ : مطلوبیت معادل مجموعه گزینه‌های  $I_j$  در سطح پایین وابسته به گزینهی  $j$  در سطح بالا و

$\varphi_j$ : ضریب بخش مطلوبیت معادل مجموعه  $I_j$  گزینه‌های

به منظور پرداخت مدل‌های انتخاب گسسته‌ی لوجیت و تعیین پارامترهای توابع مطلوبیت گزینه‌ها از روش تخمین درست‌نمایی بیشینه استفاده می‌شود. نحوه‌ی محاسبه‌ی تابع درست‌نمایی بر مبنای احتمال انتخاب هر گزینه توسط هر فرد در رابطه‌ی ۵ نشان داده شده است.

$$L^* = \prod_{q=1}^N \prod_{j \in E_q} P^{y_{jq}} \quad \text{رابطه ۵}$$

در این رابطه:

$N$ : تعداد مشاهدات در نمونه‌ی مورد نظر،

$P^{y_{jq}}$ : احتمال انتخاب گزینهی  $j$  توسط فرد  $q$  در صورتی که  $j$  عضوی از مجموعه گزینه‌های موجود برای فرد باشد و

$y_{jq}$ : اگر گزینهی  $j$  توسط فرد  $q$  انتخاب شود برابر با ۱ و در غیر این صورت صفر.

به منظور بیشینه کردن  $L$  (که برای سادگی به صورت  $L^*$  نشان داده می‌شود) باید مشتقات جزئی آن را نسبت به هر یک از ضرایب تابع مطلوبیت برابر صفر قرار داد و مقادیر پارامترهای توابع مطلوبیت را با حل دستگاه معادلات به دست آورد. در مدل‌های لوجیت آشیانه‌ای متغیری تحت عنوان لگاریتم مجموع از شاخه‌های سطوح پایین به بالا انتقال می‌یابد.

ضریب این متغیر، امید ریاضی بیشینه مطلوبیت ( $IV^*$ )  $\varphi_j^*$  در رابطه‌ی ۳ نام دارد. محدوده‌ی این ضریب در رابطه ۶ نشان داده شده است. این ضریب باید بین دو عدد صفر و یک باشد؛ در غیر این صورت با مفهوم بیشینه‌سازی مطلوبیت جهانی در تناقض است.

رابطه ۶

$$0 < IV_{par} < 1$$

#### ۴- مطالعه موردی

پل طبقاتی امام خمینی اصفهان نخستین بزرگراه دو طبقه کشور و بزرگ‌ترین پل روگذر شهری به طول

روش تصادفی انتخاب مسیر با زمان سفرهای ثابت و بر اساس توابع لاجیت مدلی بود که در سال ۱۹۷۱ توسط دیال ارائه شد که بدلیل کابردی بودن مسئله و سادگی استفاده از مدل لوجیت تا به اکنون در مطالعات گوناگونی مورد استفاده قرار گرفته است [۲۴-۲۷].

#### ۳- روش شناسی

در این پژوهش از میان مدل‌های تفکیک سفر، از سری مدل‌های لوجیت دوگانه، آشیانه‌ای و چندگانه استفاده می‌شود. ابتدا با استفاده از مدل لوجیت دوگانه، انتخاب یا عدم انتخاب افراد بررسی گردیده و سپس سعی می‌گردد تا از روش لوجیت آشیانه‌ای به‌منظور مدل‌سازی استفاده شود و در صورت اثبات عملکرد هم سطح انتخاب‌ها، از روش لوجیت چندگانه استفاده می‌گردد.

فرض اساسی در مدل‌های انتخاب گسسته لوجیت، استقلال بین گزینه‌ها است. به منظور در نظر گرفتن عدم استقلال گزینه‌های در مدل‌های لوجیت، ساختارهای اصلاح‌شده‌ی دیگری از این مدل‌ها مانند مدل لوجیت آشیانه‌ای پیشنهاد شده است (استقلال گزینه‌ها در هر آشیانه برقرار است). به طور کلی ساختار لوجیت آشیانه‌ای از گروه‌بندی زیرمجموعه‌های گزینه‌های وابسته به یکدیگر در سطوح مختلف تشکیل می‌شود. در صورتی که مجموعه‌ی گزینه‌های سطح بالا و مجموعه‌ی گزینه‌های سطح پایین در ساختار آشیانه‌ای باشد، احتمال انتخاب گزینه‌ها با استفاده از روابط ۱ الی ۴ به دست می‌آید.

$$P(i) = P(j^*) \cdot P(i|j^*) \quad \text{رابطه ۱}$$

$$P(i|j^*) = \frac{e^{V_i}}{\sum_{l \in I_j^*} e^{V_l}} \quad \text{رابطه ۲}$$

$$P(j^*) = \frac{e^{(V_{j^*} + \varphi_{j^*} \cdot V_{j^*}^*)}}{\sum_{j \in J} e^{(V_j + \varphi_j \cdot V_j^*)}} \quad \text{رابطه ۳}$$

$$V_j^* = \ln \left[ \sum_{l \in I_j} e^{V_l} \right] \quad \text{رابطه ۴}$$

که در آن‌ها:

۱: گزینهی  $i$  در سطح پایین،

$j^*$ : یک گزینهی خاص  $j$  در سطح بالا،

$P(i|j^*)$ : احتمال انتخاب گزینهی  $i$  از سطح پایین به شرط انتخاب گزینهی  $j^*$  در سطح بالا،

پنج کیلومتر در اصفهان است که مطالعات آن در سال ۸۳ آغاز و در سال ۸۸ افتتاح شد. پل روگذر امام خمینی (ره) به صورت بتنی به عرض متغیر ۲۲ تا ۳۶ متر می باشد که امکان عبور وسایل نقلیه را در ۲ خط عبوری در یکی از باندهای رفت و برگشت میسر می کند.

همچنین این پل دارای ویژگی های بارز و منحصر به فرد ترافیکی از جمله امکان ایجاد خطوط ویژه حمل و نقل عمومی، نظیر تراموا و اتوبوس پرسرعت (BRT) در زیر پل روگذر است که از وسط دو باند طبقه همکف بزرگراه عبور می کند.

این پروژه به طول ۵ کیلومتر ضمن برقراری ارتباط میان رینگ چهارم یا رینگ حفاظتی شهر و رینگ سوم، ۵ تقاطع خیابان امام خمینی (ره) را یکپارچه کرد لذا ترافیک این خیابان به گونه ای روان شد که در عرض ۴ دقیقه، ۷ هزار وسیله نقلیه از آن عبور می کند. با احداث پل روگذر امام خمینی (ره) علاوه بر کاهش ۵ درصدی مدت سفر، افزایش یک کیلومتری سرعت در ساعت، کاهش ۲ درصدی مصرف سوخت، و کاهش ۴ درصدی آلاینده ها در مجموعه شبکه معابر سطح شهر اصفهان نیز رخ داده است. همچنین، پیش از اجرای این طرح زمان تأخیر خودروها به طور میانگین بیش از ۱۴۰ ثانیه و به ازای هر وسیله نقلیه ۲ دقیقه بود، که با بهره برداری از پل روگذر امام خمینی (ره) این مدت به ۱۶/۵ ثانیه کاهش یافته است.

## ۵- مدل سازی

به منظور اثرسنجی هریک از سناریوهای پیشنهادی قیمتتهای، لازم است تا سهم هر یک از گونه های حمل و نقلی تعیین گردد. بدین منظور باید مدل های انتخاب وسیله را پرداخت نموده و با بررسی اثرات جانبی متغیرهای قیمتی در آن، نتایج هر سناریو را بررسی نمود. در مدل سازی یک فرآیند انتخاب فرض اولیه بر عملکرد آشیانه ای انتخاب هاست. این فرضیه با پارامترهایی همچون ضریب IV و آزمون والد کنترل می گردد و در صورت اثبات عدم قطعیت عملکرد آشیانه ای، همه گزینه ها هم سطح بوده و از امتیاز یکسانی برای انتخاب برخوردارند [۶].

در بخش مدل سازی پروژه ابتدا ساختارهای گوناگون لوجیت آشیانه ای ساخته و مورد ارزیابی قرار گرفت. برای هر دو مدل لوجیت آشیانه ای محدوده طرح ترافیک، با استفاده از آزمون والد نشان داده می شود که پارامترهای IV تفاوت معناداری با "1" ندارد. بنابراین از نظر آماری همه پارامترهای IV با مقدار پارامتر IV آشیانه مرجع که بقیه پارامترها نسبت به آن نرمالایز شده اند تفاوت معناداری ندارند. پس از نظر آماری این آشیانه ها می توانند در آشیانه مرجع ادغام شود. در این صورت عملاً مدل لوجیت آشیانه ای به

مدل لوجیت چندگانه تبدیل می شوند [۶]. پس از بررسی ساختارهای گوناگون که از ترکیبهای مختلف گزینه ها حاصل شد، ترکیب جدول ۱ به عنوان مجموعه زیر انتخاب مصرف کننده در هریک از گستره های مورد مطالعه انتخاب گردید.

گزینه های طرح شده را می توان این گونه تشریح نمود:

**گزینه ۱:** پرداخت کامل عوارض و انجام سفر در ساعات اوج (حفظ وضع موجود)

**گزینه ۲:** عدم پرداخت هزینه و تغییر زمان، وسیله یا مسیر سفر

جدول ۱- مجموعه زیر انتخاب مصرف کننده در حالت مدل سازی دوگانه

گزینه های زیر انتخاب	توضیح
۱ و ۲	<ul style="list-style-type: none"> <li>انتخاب وسیله شخصی-عدم تغییر در ساعت سفر-پرداخت کامل عوارض</li> </ul>
۳ تا ۴	<ul style="list-style-type: none"> <li>تغییر زمان شروع سفر به ۱۱ صبح به بعد</li> <li>استفاده از حمل و نقل همگانی</li> <li>موتورسیکلت</li> <li>ازانس</li> </ul>

متناسب با گزینه های زیر انتخاب، اطلاعات پایگاه داده ها همفزون گردیده و پس از اعتبارسنجی و کنترل همبستگی متغیرها، مدل های گوناگونی ساخته شد و در نهایت مدل های جدول ۲ به عنوان مدل های نهایی انتخاب گردید. این مدل از نوع لوجیت دوگانه است و رفتار مصرف کنندگان در پرداخت یا عدم پرداخت عوارض را مدل می نماید و در نتیجه سهم افرادی که از پل تردد خواهند نمود نسبت به کل استفاده کنندگان تعیین می شود.

جدول ۲- خلاصه نتیجه پرداخت مدل‌های انتخاب وسیله

توضیح متغیر	محدوده طرح ترافیک		متغیر
	مقدار	$P[ Z >z]$	
مقدار ثابت	۲.۱۲۴۰	۰.۰۰۰۰	Constant
عوارض ورود در ساعت اوج	-۰.۰۰۱۱	۰.۰۰۰۰	Price
متغیر مجازی شغل کارمند (اگر باشد ۱ و در غیر اینصورت ۰)	-۰.۳۲۱۷	۰.۰۰۰۰	EMP
مرد بودن (اگر باشد ۱ و در غیر اینصورت ۰)	۰.۷۲۲۹	۰.۰۰۰۰	Male
متغیر مجازی تردد بیش از ۳ روز در هفته	-۰.۷۴۵۱	۰.۰۰۰۹	WeekT <sub>3</sub>
متغیر مجازی بعد خانوار بیش از ۲ نفر	۲.۱۴۵۶	۰.۰۰۲۶	HHS <sub>1</sub>
سرنانه مالکیت خودرو	۰.۰۲۹۹	۰.۰۰۰۲	Aco

### ۱-۵- اعتبارسنجی مدل

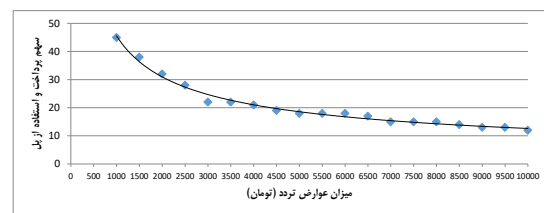
پارامترهای کنترل برازندگی مدل در جدول ۳ ارائه شده است. بر این اساس لگاریتم تابع تمایل (تابع هدف) را در سه حالت فرضیه صفر بودن همه پارامترها ( $L(0)$ )، فرضیه صفر بودن همه پارامترها غیر از ثابتهای تابع مطلوبیت (سهام بازار،  $L-C$ ) و فرضیه درست بودن مدل پرداخت شده ( $L-\beta$ ) قابل دستیابی است. از این جدول پیداست که آماره ( $\chi^2(L-\beta) - \chi^2(L(0))$ )، که دارای توزیع  $\chi^2$  با  $N$  درجه آزادی است ( $N =$  تعداد متغیرهای مدل انتخاب وسیله نقلیه مورد نظر) با اطمینان بیش از ۹۹٪ فرض صفر بودن پارامترها را رد می‌کند. از سوی دیگر آماره ( $\chi^2(L(C)) - \chi^2(L-\beta)$ )، که دارای توزیع  $\chi^2$  با  $1+N-m$  درجه آزادی است ( $m =$  تعداد وسایل نقلیه مورد انتخاب) نشان می‌دهد که مدل ساخته شده از مدل سهم بازار برتر است. مقدارهای شاخص‌های برازندگی  $\chi^2_p$  و  $\chi^2_{p_c}$  و درصد درست‌نمایی مدل‌ها نیز برای اطلاع بیشتر در جدول ۳ گنجانیده شده است. بر این اساس مقادیر  $\chi^2_p$  با توجه به تعداد گزینه‌های مدل شده و در سطح مدل‌های انتخاب چندگانه مناسب است.

جدول ۳- پارامترهای کنترل برازندگی مدل

میزان برآورد	آماره
۱۰۸۴	تعداد مشاهدات
۷	تعداد متغیر مستقل
-۷۵۱/۳۷	$L(0)$
-۶۰۲/۲۲	$L(C)$
-۴۸۱/۸۹	$L(\beta)$
۰/۱۹۸	$\rho^2$
۰/۳۵۸	$\rho_c^2$
۵۳۸/۹۶	$\chi^2[L(\beta) - L(0)]$
۲۴۰/۶۶	$\chi^2[L(\beta) - L(C)]$
۶۵/۲۴	درصد درست‌نمایی (Percent Correct)

## ۵-۲- تعیین تمایل به پرداخت افراد با توجه به سناریوهای پیشنهادی

یکی از پارامترهای مهم در تصمیم گیری پیرامون تعیین نرخ عوارض تردد، سهم آن در کاهش تقاضای تردد از پل با وسیله نقلیه شخصی است. هر چند که در تعیین نرخ عوارض پارامترهای گوناگون اجتماعی، اقتصادی و سیاسی باید مورد توجه قرار گیرد اما اساساً کنترل میزان تمایل به پرداخت شهروندان و در پی آن تصمیم به تغییر وسیله سفر از شخصی به عمومی، راهنمای مناسبی در اینگونه تصمیم گیری هاست. بدین منظور در این بخش از پژوهش به تحلیل تک متغیره مدل ها با محوریت متغیر نرخ عوارض پرداخته می شود تا سهم وسیله نقلیه شخصی استفاده کننده از تسهیلات مورد بررسی تعیین گردد. جهت انجام این تحلیل کلیه متغیرها در سطوح میانی خود فرض شده و کشش پذیری تقاضا به ازاء تغییر نرخ عوارض تحلیل می گردد. نمودار تغییرات تقاضای استفاده از پل در نرخ های گوناگون عوارض در شکل ۱ قابل مشاهده است.



شکل ۱- نمودار تحلیل حساسیت تقاضای تردد به عوارض

اثرات جانبی متغیرهای قیمتی در آن، نتایج هر سناریو را بررسی نمود. این بخش از پژوهش پیش روی به بررسی مدل های پرداخت شده تعلق دارد. یکی از پارامترهای مهم در تصمیم گیری پیرامون تعیین نرخ عوارض تردد، سهم آن در کاهش تقاضای تردد از پل با وسیله نقلیه شخصی است. هر چند که در تعیین نرخ عوارض پارامترهای گوناگون اجتماعی، اقتصادی و سیاسی باید مورد توجه قرار گیرد اما اساساً کنترل میزان تمایل به پرداخت شهروندان و در پی آن تصمیم به تغییر وسیله سفر از شخصی به عمومی، راهنمای مناسبی در اینگونه تصمیم گیری هاست. بدین منظور در این بخش از پژوهش به تحلیل تک متغیره مدل ها با محوریت متغیر نرخ عوارض پرداخته می شود تا سهم وسیله نقلیه شخصی استفاده کننده از تسهیلات مورد بررسی تعیین گردد. جهت انجام این تحلیل کلیه متغیرها در سطوح میانی خود فرض شده و کشش پذیری تقاضا به ازاء تغییر نرخ عوارض تحلیل می گردد. تحلیل نتایج تمایل به پرداخت استفاده کنندگان نشان از کم بودن این تمایل دارد. دلیل این رخداد را می توان در عدم تجربه شهروندان در استفاده از یک تسهیل موازی دارای عوارض، ولی با سطح سرویس بهتر، جستجو نمود. به طوری که در صورت تعیین عوارض ۲۰۰۰ تومانی، ۴۵ درصد افراد حاضر به پرداخت و استفاده از پل طبقاتی امام خمینی هستند و اگر میزان عوارض به ۱۰۰۰۰ تومان برسد سهم پرداخت و استفاده از پل به ۳۵ درصد کاهش می یابد.

## ۷- منابع

1. Leiserowitz A., Maibach E., Roser-Climate, 2011, Renouf C. and Smith N change in the American mind: Public support for climate & energy policies, Yale Project on Climate Change Communication Atlanta Regional Managed Lane
2. System Plan, Stated preference survey, Georgia department of transportation
3. Ubbels B. and Verhoef E, 2005, Behavioural responses to road pricing. Empirical results from a survey among Dutch car owners, European transport
4. Milioti C., Spyropoulou I., Karlafits Drivers stated preferences towards road pricing: the case of Athens, WSEAS International Conference on urban planning and transportation

تحلیل نتایج تمایل به پرداخت استفاده کنندگان نشان از کم بودن این تمایل دارد. دلیل این رخداد را می توان در عدم تجربه شهروندان در استفاده از یک تسهیل موازی دارای عوارض، ولی با سطح سرویس بهتر، جستجو نمود. به بیان دیگر شهروندان اصفهانی تجربه ای در خصوص وجود یک معبر دارای عوارض اما مناسب برای سفرهای دوربرد درون شهری که موجب صرفه جویی قابل توجهی در زمان سفرشان گردد ندارند. پاسخگویی شهروندان به پرسشنامه هایی با ساختار رجحان بیان شده به بسیاری از عوامل اجتماعی، اقتصادی و فرهنگی وابسته است. پرسش شونده در پاسخگویی به عوامل پنهانی می اندیشد که می تواند صداقت پاسخ های وی را تحت تاثیر قرار دهد. این امر در جوامع در حال توسعه تشدید شده و در جوامع توسعه نیافته و ساکن به اوج خود می رسد.

## ۶- نتیجه گیری

به منظور اثرسنجی هر یک از سناریوهای پیشنهادی قیمت های، لازم است تا سهم هر یک از گونه های حمل و نقلی تعیین گردد. بدین منظور باید مدل های انتخاب وسیله را پرداخت نموده و با بررسی

Louviere J. J., Hensher D.A. and Swait J. D .17  
Stated Choice Methods. ,2000 .Swait J. D  
Analysis and Applications. Cambridge  
.University Press, UK  
,2005 .,Olszewki P. and Xie L .18  
Modelling the effects of road pricing on  
traffic in Singapore, Transportation Research  
.115-99 ,39 ,Part A  
Pricing Methods: Techniques for .19  
,Collecting Road, Parking and Vehicle Fees  
TDM Encyclopedia, Victoria Transport ,2010  
.Policy Institute  
Road Pricing: Congestion Pricing, .20  
,Value Pricing, Toll Roads and HOT Lanes  
TDM Encyclopedia, Victoria Transport ,2012  
.Policy Institute  
Urban Transportation ,1985 .,Sheffi Y .21  
Networks, Prentice-Hall, Englewood Cliffs,  
.N.J  
,2003 .,Louviere J.J. and Hensher D .22  
swait Stated choice methods, analysis and  
.applications. Cambridge University Press  
Stated preference survey for new .23  
smart transport modes and services: design,  
pilot study and new revision, MIT Press,  
.2009 ,Transportation systems focus area  
Spears S., Boarnet M. G. and Handy .24  
Draft policy brief on the impacts ,2010 .,S  
of road pricing based on a review of the  
empirical literature, Research on Impacts  
of Transportation and Land Use-Related  
.Policies, California Air Resources Board  
The AKTA road pricing experiment .25  
10th International ,2003 ,in Copenhagen  
.Conference on Travel Behaviour Research  
Pricing For Traffic ,2011 .,Litman T .26  
Safety: How Efficient Transport Pricing  
Can Reduce Roadway Crash Risk, Victoria  
.Transport Policy Institute  
The intersection ,2011 ,Zhan Guo .27  
of urban form and mileage fees: Findings  
from the Oregon road user fee pilot program,  
Mineta Transportation ,04-10 Report  
.Institute  
Transport Planning , 2005.,Flachery C .1  
and Traffic Engineering, Elsevier, Available  
.html.in www.vtpi.org/tdm/tdm35  
,2001 .,Ortuzar J. and Willumsen L .2  
Modeling transport, John Wiley and Sons  
.3rd edition ,0471861102- 978 :13-Ltd; ISBN  
King D. A., Manville M. and Shoup .3  
For whom the road tolls, Technical ,2007 .,D  
University of California ,31 .Report No  
.Transportation Center  
King D. A., Manville M. and Shoup .4  
The olitical calculus of congestion ,2007 .,D  
.99 -78 ,2 ,14 ,pricing, Transport Policy  
,2007 .,Ungemah D. and Collier T .1  
I'll Tell You What I Think!: A national  
review of how the public perceives pricing,  
,1996 Transportation Research Record  
.Transportation Research Board  
Probabilistic ,1971 .,Dial R. B .2  
multipath traffic assignment model which  
obviates path enumeration. Transport  
.111-83 ,5 ,Research  
Some Development in ,2007 .Fisk, C .3  
Equilibrium Traffic Assignment, Advances in  
.255-243 ,11 Transportation Studies  
,2003 .,Link H. and Polak J .4  
Acceptability of transport pricing measures  
among public and professionals in Europe,  
,1839 Transportation Research Record  
.Transportation Research Board  
International scan: Reducing .5  
congestion and funding transportation using  
.AASHTO and TRB ,2010 ,road pricing  
The acceptability ,2011 .,Walker J .6  
of road pricing, Royal Automobile Club  
Foundation for Motoring. Technical Report  
.University of California, Berekely ,35  
,,Nakamura K. and Kockelman K. M .7  
Congestion pricing and road space ,2002  
rationing: an application to the San Francisco  
Bay Bridge corridor, Transportation Research  
.50 -36 ,36 ,Part A  
Ameta- analysis ,2000 .,Kremers, H .16  
of price elasticity of transport demand in a  
general equilibrium framework, Department  
.of Spatial Economic, Free University

## Intra- city road pricing by using of discrete choice model for the case of Isfahan city

Shahab Hasanpour, Yousef Dadashi

.Faculty member, Ayatollah Broujerdi University

.Master of Science, Transportation planning, Islamic Azad University

### Abstract

In recent years, congestion pricing is applied as one of the main demand management methods in urban areas. Although, numerous studies had been performed in urban road networks, but only few of them is about link pricing in urban areas. Imam Khomeini elevated highway, recently built in Isfahan, is the case study of this paper. This route which has many alternative routes (for example Imam Khomeini highway in level elevation) has the potential for link pricing in Isfahan. Due to this fact that currently there is no any pricing mechanism in this route, a stated preference method had been applied for defining the reaction of users to route pricing. A binary logit model was applied for modeling the route choice behavior of users due to pricing. Results showed that using the route in peak hour cause to increase the willingness to pay. Users with mandatory trip goals, have more will to use faster routes. Also, results showed that users with more expensive cars and higher education level pay more for priced routes. Sensitivity analysis of demand have showed that if the pricing toll is going to be set on ۴۵٪ tomans, about ۱۰۰۰ percents of total demand would tend to pay ۱۶, tomans ۱۰۰۰۰۰. For example, if the toll is set to

**.Keywords: Road pricing, Logit, daily trips, Isfahan**