Archive of SID

مدل قیمت‌گذاری تراکم برای معابر پرتراکم شهری (مطالعه موردی: پل طبقاتی صدر)

بابک میربهاء (مسئول مکاتبات)، استادیار، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه بین‌المللی امام خمینی، قزوین، ایران

سعید شرافتی‌پور، دانشجوی دکتری، دانشکده مهندسی عمران و محیط زیست، دانشگاه تربیت مدرس، و پژوهشگر ارشد، پژوهشکده طراحان پارسه، تهران، ایران

علیرضا ماهپور، دانشجوی دکتری، دانشکده مهندسی عمران و محیط زیست، دانشگاه تربیت مدرس، و پژوهشگر ارشد، پژوهشکده طراحان پارسه، تهران، ایران

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

دریافت:۱۳۹۳/۰٤/۱٤ پذیرش:۱۳۹۳/۰۹/۲۵

چکیده

در سالهای اخیر قیمت‌گذاری تراکم به عنوان یکی از مهم‌ترین روشهای مدیریت تقاضا در معابر شهری بکار می‌رود. علی‌رغم مطالعات متعدد انجام شده در خصوص قیمت‌گذاری تراکم در محدوده‌های شهری، قیمت‌گذاری برای کمانهای متراکم شهری به صورت منفرد از سابقه چندانی برخوردار نیست. پل طبقاتی صدر که اخیراً بهره‌برداری شده، به عنوان مطالعه موردی انتخاب گردیده است. این پل که دارای مسیرهای جایگزینی مانند بزرگراه صدر (در همسطح) است، به عنوان یک مسیر بالقوه برای قیمت‌گذاری مطرح است. با توجه به اینکه هنوز در این معبر قیمت‌گذاری انجام نشده است، جهت تعیین واکنش افراد به قیمت‌گذاری از روش رجحان بیان‌شده استفاده شد. پس از طراحی سناریوهای قیمت‌گذاری، نسبت به جمع‌آوری اطلاعات در قالب بیش از ۱۱۰۰ نمونه اقدام گردید. پس از جمع‌آوری داده‌ها و تشکیل بانک اطلاعاتی، نسبت به مدلسازی رفتار انتخاب کاربران با توجه به قیمت‌گذاری طراحی شده با استفاده از یک مدل لوجیت دوتایی انجام شد. نتایج نشان داد تردد در ساعات اوج باعث افزایش تمایل به پرداخت کاربران می‌شود. همچنین، افزایش میانگین قیمت خودرو که می‌تواند به عنوان معیاری برای تمول افراد درنظر گرفته شود، موجب افزایش تمایل به پرداخت افراد می‌گردد. افرادی که غالباً به سفرهای با هدف اجباری مبادرت می‌ورزند، تمایل به پرداخت بیشتری برای استفاده از معبر غیرهمسطح دارند. علاوه بر این، میزان تحصیلات در تمایل به پرداخت افراد برای استفاده از معبر غیرهمسطح تأثیرگذار است. افراد با تحصیلات بالاتر دارای ارزش زمانی و تمایل به پرداخت بیشتری هستند. آنالیز حساسیت انجام شده در ارتباط با تأثیر قیمت بر تقاضای استفاده از معبر غیرهمسطح نشان داد با اعمال عوارض به میزان ۲۰۰۰ تومان، حدود ٤۲ درصد از تقاضا تمایل به پرداخت برای استفاده از پل دارند. پس از آن تمایل به پرداخت با شیب منفی کاهش می‌یابد، به نحوی که در سطح قیمتی ۵۰۰۰ تومان ۶۷ درصد تقاضا به گزینه‌های دیگر منحرف شده و تنها ۳۳ درصد تمایل به پرداخت عوارض خواهند داشت.

واژه‌های کلیدی: هدایت مسیر، تعادل سیستم، تعادل استفاده‌کننده، انتخاب مسیر قطعی.

www.SID.ir

Archive of SID

۱. مقدمه و بیان مسئله

افزایش استفاده از وسایل نقلیه شخصی به ویژه در بازه‌های زمانی اوج ترافیک موجب بروز مشکلاتی مانند افزایش تاخیر، انتشار CO_2، آلودگی صوتی، اختلال در کارایی سیستم حمل و نقل شهری و سایر مشکلات می‌شود. بر اساس پروژه اروپایی یونایت[1] (EUP) هزینه‌های تراکم ترافیک در انگلیس ۱۵ میلیارد یورو در سال و معادل ۱/۵ درصد تولید ناخالص داخلی است. در آلمان و فرانسه بطور تخمینی این مقدار برابر ۱/۳ درصد و ۰/۹ درصد تولید ناخالص داخلی بوده است [De Palma, 2009]. موسسه حمل و نقل تگزاس در بررسی تراکم ترافیک در شهرهای مهم ایالات متحده در سال ۲۰۰۷ نشان داد که تراکم ترافیک مقدار تأخیری در حدود ٤/۲ میلیارد ساعت و ۲/۸ میلیارد گالن مصرف سوخت اضافی با هزینه‌ای در حدود ۸۷ میلیارد دلار به بار آورده است [Bowerman, 2007].

به‌طور کلی دو رویکرد افزایش عرضه و مدیریت تقاضا برای کنترل تراکم ترافیک وجود دارد. افزایش عرضه به معنای توسعه و افزایش ظرفیت معابر و سیستم‌های حمل و نقل همگانی است. اما معمولاً تجربه نشان داده است که با افزایش عرضه پس از مدتی تقاضای سفر هم افزایش می‌یابد که خود موجب افزایش دوباره تراکم خواهد شد. از طرفی افزایش عرضه نیاز به منابع اقتصادی دارد که معمولاً دولت‌ها و مسئولین شهری در تأمین آن بدون دریافت مالیات از مردم ناتوانند [Brownstone et al/ 2003]. از مهمترین رویکردهای مورد استفاده برای مدیریت تقاضا، استفاده از روش قیمت‌گذاری معابر است. برای سالیان زیادی قیمت‌گذاری تراکم به عنوان یکی از روشهای مهم کاهش ترافیک در شهرها مطرح شده است. در این خصوص مطالعات زیادی انجام شده که موید تاثیر مثبت قیمت‌گذاری تراکم می‌باشد [Carey et al. 1993]. با این حال، یکی از مشکلات در ارزیابی منافع بالقوه قیمت‌گذاری پیش‌بینی پاسخ رانندگان به قیمت‌گذاری مستقیم بر آنها می‌باشد. بنابراین، این نیاز وجود دارد تا نحوه واکنش رانندگان را نسبت به قیمت‌گذاری مدلسازی نمود. از طرف دیگر، اکثر مطالعات انجام شده در این زمینه به صورت منطقه‌ای انجام و ارزیابی شده‌اند [Chen, 1990, Small, 1992, Frick et al. 1996, Bhat, 2005, Bureau and Glachant, 2008, Xu and Ben Akiva, 2009] و مطالعات بسیار محدودی در ارتباط با قیمت‌گذاری کمان صورت پذیرفته است.

در این مطالعه سعی بر آن است تا اثر قیمت‌گذاری بر میزان استفاده از یک بزرگراه طبقاتی سنجیده شود. پل طبقاتی صدر به عنوان یک مسیر غیرهمسطح جدید در شهر تهران که دارای مسیر جایگزین در ارتفاع همسطح می‌باشد به عنوان نمونه موردی این مطالعه انتخاب شده است. اطلاعات مورد نیاز با استفاده از روش رجحان بیان‌شده جمع‌آوری شد. در ادامه این مطالعه، مروری بر ادبیات تحقیق مطالعه انجام شده است. سپس روش تحقیق و نحوه جمع‌آوری اطلاعات تشریح شده است. پس از آن فرآیند آماده‌سازی داده‌ها، ساخت مدل و تعیین اعتبار آن مورد بحث قرار گرفته است. در نهایت، نسبت به تحلیل حساسیت قیمت بر تقاضای استفاده کاربران از معبر غیرهمسطح پرداخته شده است.

۲. ادبیات مطالعه

قیمت‌گذاری راه، مالیات مستقیمی است که برای استفاده از راه، وضع شده و شامل عوارض راه، هزینهی طول- مبنا یا زمان- مبنا، قیمت‌گذاری تراکم یا هزینه‌ای است که از وسیله‌های خاصی بر اساس نوع سوخت مصرفی یا میزان آلایندگی وسایل و دریافت می‌گردد [Walker, 2011] عوارض راه، عمدتا از پل، تونل یا مسیرهای ویژه دریافت می‌شود و مطالعات انجام شده در شهر پاریس نشان می‌دهد که این نوع قیمت‌گذاری (مسیر) مکمل حمل و نقل همگانی است [Kilani e. al. 2014]. مطالعات انجام‌شده در این زمینه می‌توانند برپایه رجحان بیان‌شده یا رجحان مشاهده‌شده باشند [King et al. 2007]. در دسته نخست، اطلاعات موردنیاز جهت مدل‌سازی با استفاده از پرسشگری از مردم با فرض اجرا طرح قیمت‌گذاری جمع‌آوری می‌گردد. در دسته دوم، رفتار کاربران پس از اجرای طرح قیمت‌گذاری بررسی می‌شود و داده‌های لازم با مشاهده رفتار واقعی رانندگان جمع‌آوری می‌گردد [Litman, 2007, Ungemah and Col-

www.SID.ir

Archive of SID

. [lier, 2007, Link and Polak, 2003

در زمینه قیمت‌گذاری شبکه مطالعات زیادی صورت گرفته و پروژه هایی نیز در ابعاد واقعی در برخی از شهرهای تعدادی از کشورهای جهان تعریف شده و به انجام رسیده است. از جمله می‌توان به پروژه قیمت‌گذاری در شبکه معابر شهرهای لندن، سنگاپور و هنگ کنگ به منظور کاهش تراکم اشاره کرد. مطالعه دیگری در سال ۲۰۰۵ در دانشکده اقتصاد دانشگاه آمستردام انجام شد [Ubbels and Verhoef, 2005]. در این مطالعه اشاره شده است که تحلیل حساسیت قیمت وابسته به عواملی مانند نوع تغییر قیمت (منظور نوع سیاست قیمت‌گذاری است که می‌تواند ثابت یا متغیر باشد)، نوع سفر و کاربر، کیفیت و قیمت مسیرها، مدها و مقاصد جایگزین دارد. مقادیر الاستیسیته قیمت نسبت به تقاضا نشان می‌دهد که اگر عوارض بسته به ساعت روز تغییر کند، زمان رانندگی تغییر می‌کند.

در پژوهشی که در سال ۲۰۰۸ در دانشگاه صنعتی ملی آتن انجام شد، یک الگوی قیمت‌گذاری برای شهر آتن طراحی و توسط یک پرسشنامه نظر مردم راجع به آن پرسیده شد [Milioti, Spy-ropoulou and Karlafits, 2008]. نتایج نشان داد که بسیاری از کاربران نسبت به منافع الگوهای قیمت‌گذاری معابر آگاهی دارند و برای کاهش تراکم مخالف اجرای چنین طرحی نیستند (حدود ۱۰٪ کاملاً موافق و حدود ۵۳٪ موافقت مشروط). همچنین پژوهش انجام شده به این نتیجه رسید که پارامترهای ویژه‌ای هستند که مقبولیت الگو را تحت تاثیر قرار می‌دهند. شرکت‌کنندگان اشاره کرده‌اند که قیمت‌گذاری معابر می‌تواند روش مناسبی برای کاهش تراکم و آلودگی زیست‌محیطی باشد و تنها ۲/۵٪ افراد اظهار داشته‌اند که قیمت‌گذاری هیچ فایده‌ای ندارد.

مطالعه گوتیرز [Gutiérrez et al. 2013] و ورهوف و همکارانش [Ubbels andVerhoef, 2005] در هلند نشان داد که برای دریافت عوارض، الگوی عوارض متغیر با زمان مناسب‌تر است. ضمناً در مطالعه ورهوف و همکاران واکنش افراد در قبال قیمت‌گذاری نشان داده است که حذف سفر محبوب‌ترین جایگزین برای سفرهای غیراجباری است. همچنین نتایج این پژوهش‌ها نشان داد که وقتی مقدار عوارض با زمان تغییر می‌کند، تغییر زمان آغاز سفر برای تمامی اهداف سفر روش بسیار مطلوبی می‌شود [Ubbels and Verhoef, 2005]. در سال ۲۰۱۰ مطالعه رجحان بیان‌شده برای بررسی حساسیت کاربران به قیمت‌گذاری معابر و تغییر زمان سفر ناشی از اضافه شدن خطوط عوارض‌گذاری شده یا خطوط قیمت‌گذاری شده برای وسایل نقلیه سنگین در شهر آتلانتا انجام شد که بر اساس پرسشنامه‌ی اینترنت پایه بود. مدلسازی انجام شده در آن مطالعه برمبنای مدل لوجیت چندگانه آشیانه‌ای[۲] بود (تعداد مشاهدات= ٤١٧٣). [Guo, 2011]

مطالعات دیگری در سال ۲۰۱٤، نشان داد که افراد حتی اگر قادر به تغییر رفتار نباشند، گزینه‌های جایگزین را امتحان می‌کنند. عمده‌ترین تغییر رفتاری دیده شده، استفاده از مسیرهای جایگزین بوده است. برای سفرهای مقطعی نیز تغییر مقصد، تغییر زمان انجام سفر (ساعات غیراوج) و بعضا حذف سفر اصلی‌ترین تغییرهای ایجاد شده بود. فرض بر آن بود که ایجاد تغییر در سفرهای روزانه (مثل تغییر زمان از ساعت اوج، دورکاری یا استفاده از روشهای دیگر مثل دوچرخه یا حمل‌ونقل همگانی) مشکل باشد. در نتیجه مطالعه مشاهده شد که شرکت‌کنندگان رفتار خود در این نوع سفرها را حداقل به اندازه دیگر سفرها تغییر می‌دهند [Hensher and Bliemer, 2014].

به طور کلی، مطالعات محدودی در ارتباط با قیمت‌گذاری کمان انجام شده و اگر هم معبری به صورت انفرادی قیمت‌گذاری شده عمدتاً مدیریت تقاضا مطرح نبوده و کسب درآمد مد نظر بوده است. اکثر مطالعات در ارتباط با قیمت‌گذاری در سطح محدوده یا شهر صورت پذیرفته و روش رجحان بیان شده به عنوان یک روش پذیرفته‌شده در مطالعات بکاررفته است. در ادامه این مطالعه روش تحقیق و نحوه جمع‌آوری اطلاعات تشریح شده است.

۳. روش مطالعه

در این بخش فرآیند مطالعه تشریح می‌گردد. در بخش اول محدوده مطالعه تشریح شده است، سپس در ارتباط با نحوه جمع‌آوری اطلاعات، نحوه تعیین تعداد نمونه و ساخت و برآورد مدل بحث شده است.

www.SID.ir

Archive of SID

۳-۱ مورد مطالعه

محدوده مورد مطالعه شامل پل طبقاتی صدر است که در امتداد و متصل به یکدیگر می‌باشند. پل طبقاتی صدر از تقاطع بزرگراه صدر- مدرس شروع گردیده و در انتها به بزرگراه بابایی وصل می‌شود. هدف از طرح طبقاتی افزایش ظرفیت ترافیکی بزرگراه صدر از طریق انتقال بخشی از ترافیک آن به طبقه فوقانی می‌باشد. طرح طبقاتی بزرگراه صدر در حد فاصل تقاطع بزرگراه مدرس- صدر تا تقاطع شهید صیاد شیرازی به صورت ۲ خطه در هر جهت عمل می‌کند. رمپ‌های بزرگراه صدر، در تقاطع صدر- مدرس، صدر- کاوه، صدر- قیطریه و صدر- امام علی و صیادشیرازی هستند که طول آنها در مجموع به پنج هزار و ۸۰۰ متر می‌رسد و پل اصلی ۵ هزار و ۸۰۰ متر طول و حدود ۲۳ متر عرض دارد که دارای دو خط عبوری در هر سمت است. محدوده مورد مطالعه در شکل ۱ نشان داده شده است.

هدف از بررسی این محدوده، تعیین میزان تمایل به پرداخت افراد برای استفاده از مسیر غیرهمسطح ذکر شده است. به ازای مسیر مورد مطالعه، معابر جایگزینی وجود دارد که کاربران می‌توانند بدون پرداخت هزینه و استفاده از آن مسیرها به نقاصد خود برسند.

۳-۲ داده‌ها

۳-۲-۱ اطلاعات مورد نیاز

تفاوت در رفتار رانندگان موجب ایجاد نوعی تنوع و ناهمگونی میان کاربران شبکه معابر حمل و نقل بویژه در نواحی درون‌شهری می‌شود. در نظر داشتن این تنوع در تدوین یک راهبرد قیمت‌گذاری تراکم بسیار موثر خواهد بود. بطورکلی تفاوت میان کاربران (بجز تفاوت در خصوصیت کاربر) را می‌توان به این موارد تقسیم‌بندی نمود:

- ارزش زمانی (Value of Time)، ارزش زمانی برای هر فرد مقدار مبلغی خواهد بود که وی، جهت کاهش زمان سفر خود حاضر به پرداخت خواهد بود.

شکل ۱. محدوده مورد مطالعه

www.SID.ir

Archive of SID

– زمان شروع سفر (Departure Time)، هر کاربر براساس هدف سفر، شغل و سایر موارد زمان شروع سفر متفاوتی خواهد داشت. این مسأله در تدوین یک راهبرد قیمت‌گذاری تراکم پویا اهمیت خواهد داشت.

– انتخاب مسیر سفر (Route Choice)، تفاوت در قیمت عوارض تراکم در مسیرهای متفاوت می‌تواند تأثیر بسزائی در مدیریت تقاضای ورودی به محدوده با تراکم ترافیک بالا داشته باشد.

– مد انجام سفر، نوع وسیله‌نقلیه شامل وسائل‌نقلیه همگانی و شخصی، موجب ایجاد تفاوت‌هائی در هزینه سفر می‌شود.

– الاسیسیته تقاضا (Demand Elasticity)، منظور از الاسیسیته تقاضا، تغییر در درصد تقاضا، به ازای یک درصد افزایش در قیمت‌ها می‌باشد. با تعیین ارزش زمانی کاربران الاسیسیته تقاضا نیز تعیین خواهد شد.

هدف از بخش جمع‌آوری اطلاعات، تعیین هر یک از موارد بالا می‌باشد. مطابق ادبیات تحقیق برای این منظور دو روش RP[3] و SP[4] پیشنهاد می‌شود. روش RP، به بررسی ترجیحات هر یک از کاربران، برمبنای شواهد موجود و انتخاب‌های انجام شده توسط هر فرد در دنیای واقعی می‌پردازد. اما در برخی مواقع، ممکن است این‌گونه ترجیحات و انتخاب‌ها قابل ملاحظه نبوده (لازم به ذکر است که پرسشگری قبل از بهره‌برداری از پل انجام شده است) و یا بررسی آن در حال حاضر به‌دلائل مختلف امکان‌پذیر نباشد، در این حالت استفاده از روش SP پیشنهاد می‌شود. در روش SP، با طراحی فرم‌های نظرسنجی از هریک از شهروندان در رابطه با اهداف مورد مطالعه سوالاتی پرسیده می‌شود [Kre-mers, 2000]. در این مقاله هدف اصلی تعیین رفتار رانندگان در استفاده از پل صدر براساس ۱. ارزش زمانی، ۲. زمان شروع سفر و ۳. انتخاب مسیر کاربران خواهد بود.

با توجه به عدم بهره‌برداری از پل در زمان برداشت آمار، جامعه مورد بررسی شامل کلیه افرادی است که پتانسیل تردد از معبر پل صدر را دارند. بر این اساس محل ایستگاه‌های پرسشگری و توقف افراد در صدر همسطح انتخاب گردید. جهت انتخاب نمونه چندین روش گوناگون در پرسشگری آزمایشی مورد ارزیابی قرار گرفت. نمونه‌گیری در ساعات اوج از ۱) محله‌ها و معابر اطراف، ۲) مراکز اداری مانند بانکها، ۳) مراکز خرید و تفریح صورت پذیرفت. نتایج نشان داد بسیاری از نمونه‌های اخذ شده دارای شرایط مناسب پرسشگری نیستند و از سوی دیگر جهت تامین حجم نمونه سالم مورد نیاز مطالعه، پرسشگری باید در معبر اصلی و به شیوه توقف کنار معبر نیز صورت پذیرد.

با توجه به یافته‌ها، نمونه‌گیری به دو شیوه ۱) پرسشگری در محل‌های جذب سفر همچون ادارات دولتی، بانک، پمپ بنزین، مراکز آموزشی و دانشگاهی و مراکز تفریحی مانند پارک و سینما و ۲) پرسشگری در معبر اصلی صدر و با همکاری پلیس از طریق توقف وسایل نقلیه در حاشیه بزرگراه همسطح انجام پذیرفت. مورد اول توسط پرسشگران آموزش دیده، در بازه زمانی صبح تا عصر در نقاطی که پیش از آن توسط بازدیدهای میدانی شناسایی شده بودند انجام شد و مورد دوم نیز در زمان اوج و در یک بازه زمانی ٤ ساعته از ١٦ تا ٢٠ شب برگزار گردید.

۳-۲-۲ تعیین اندازه نمونه

با این فرض که نمونه گیری از جامعه به طور تصادفی صورت می‌گیرد و توزیع آماره نسبت از توزیع نرمال برخوردار باشد از روابط زیر جهت محاسبه حجم نمونه استفاده می‌شود [Lou-viere et. al. 2000]:

$$n = \frac{p(1-p)\, z^2_{\frac{\alpha}{2}}}{e^2} \qquad (۱)$$

که در آن:

n = حجم نمونه

Z = مقدار متغیر نرمال استاندارد، که در سطح اطمینان ۹۵ درصد برابر ۱/۹٦ می باشد

P = مقدار نسبت صفت موجود در جامعه است. اگر در اختیار نباشد می توان آن را ۰/۵ درنظر گرفت. در این حالت مقدار واریانس به حداکثر مقدار خود می‌رسد.

q = درصد افرادی که فاقد آن صفت در جامعه هستند (q =1-p)

e = مقدار اشتباه مجاز

www.SID.ir

Archive of SID

اگر نمونه گیری از جامعه محدود انجام گرفته باشد(N=تعداد کل جامعه)، :

$$n = \frac{p(1-p)\ N\ z^2_{\frac{\propto}{2}}}{e^2(N-1) + p(1-p)\ z^2_{\frac{\propto}{2}}} \quad (۲)$$

n = حجم نمونه

N = اندازه جمعیت،

Z = مقدار متغیر نرمال استاندارد، که در سطح اطمینان ۹۵ درصد برابر ۱/۹۶ می باشد،

P = سهم قابل انتظار،

e = مقدار اشتباه مجاز

در مطالعه جاری از رابطه بالا برای نمونه‌گیری از جامعه محدود استفاده می‌شود. در ارتباط با روش انتخاب نمونه بنابر یافته‌های حاصل از مرور ادبیات، لزوماً شیوه منحصربه‌فردی برای مطالعات حمل‌ونقل توصیه نشده است. بر این اساس روش کوکران در مطالعات گوناگون حمل‌ونقل که انتخاب نمونه در آنها دارای ماهیت تصادفی بوده، مورد استفاده قرا گرفته است. برای آگاهی از این موضوع می‌توان به کتاب روشهای برداشت اطلاعات حمل و نقل (Gasselin and Zemud, 2013) مراجعه نمود. جهت این برآورد ابتدا محدوده تحت نفوذ معبر مورد نظر شناسایی و اطلاعات سفر در آن مورد بررسی قرار گرفت. اخذ تصمیم درباره حجم نمونه، از لحاظ تامین میزان دقت نتایج نمونه گیری و صرفه جویی در مقدار وقت و هزینه، از اهمیتی خاص برخوردار است. بدیهی است که بزرگ بودن حجم نمونه موجب صرف هزینه و وقت زیاد و کوچک بودن حجم نمونه موجب عدم دقت کافی برآوردها می‌شود. با توجه به مطالب یاد شده و با استفاده از رابطه کوکران در حالت معین بودن اندازه جامعه، حجم نمونه‌ای معادل ۱۰۶۶ تعیین گردید.

۳-۳ مدل

در مدل‌های انتخاب، فرض بر این است که فرد مسافر برای هر یک از گزینه‌های موجود مطلوبیتی درنظر می‌گیرد که این مطلوبیت تابعی از ویژگی‌های گزینه و خصوصیات اقتصادی و اجتماعی آن فرد است. بررسی‌ها نشان می‌دهد که رفتار انتخابی افراد دارای ماهیتی احتمالی است، یعنی مسافرین جهت انتخاب وسیله نقلیه باتوجه به ویژگی‌ها و خصوصیات مختلف از یک تابع احتمالی در انتخاب گزینه‌ها پیروی می‌کنند. از این‌رو مدل‌های احتمالی که احتمال انتخاب هر گزینه را براساس عوامل تأثیرگذار تعیین می‌کنند، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار هستند. مبنای مدل‌های رفتاری[۵]، انتخاب از بین مجموعه تصمیم‌هایی (گزینه‌های مختلف) که فرد مسافر با آن روبروست، براساس بیشینه‌سازی مطلوبیت[۶] حاصل از انتخاب یک گزینه در مقایسه با سایر گزینه‌ها استوار است. از سوی دیگر در نظریه مصرف‌کننده، فرد دارای حق انتخاب است. تلفیق مدل‌های رفتاری و نظریه مصرف‌کننده به این امر منتهی می‌گردد که تصمیم‌های مسافر در فرآیند انتخاب، برمبنای مطلوبیت نسبی گزینه‌ها صورت گیرد. به‌علاوه فرض می‌شود که تصمیم‌گیرنده، فردی منطقی است که گزینه‌های موجود و امکان‌پذیر را براساس مطلوبیتشان اولویت‌بندی می‌کند. ساختار اولویتی برمبنای مشخصات و ویژگی مسافر و گزینه‌ها تعیین می‌شود.

ساز و کار رفتار احتمالی بر پایه این فرض است که مطلوبیت گزینه‌ها تحت تأثیر عوامل ناشناخته بر فرآیند انتخاب، نامعین بوده و براساس متغیرهای تصادفی با توزیع‌های خاص(مثلاً پروبیت یا لوجیت) تعیین می‌شود. بدیهی است که فرد تصمیم‌گیر در فرآیند انتخاب، دارای یک مجموعه انتخاب است که گزینه‌ها را از بین آن انتخاب می‌کند. این مجموعه برای افراد مختلف یکسان نیست و تابعی از ویژگیهای اقتصادی- اجتماعی فرد و ویژگیهای گزینه است [Louviere et. al. 2000].

احتمال انتخاب هر وسیله نقلیه به مطلوبیت آن وسیله بستگی دارد، به این صورت که اگر مطلوبیت وسیله‌ای از وسایل دیگر بیشتر باشد، احتمال انتخاب آن وسیله بیشتر می‌شود.

به عبارت دیگر:

$$p_n(i) = p[U_{in} \geq U_{jn} \quad \forall j \neq i, \in C_n] \quad (۳)$$

که در آن:

$p_n(i)$ = احتمال انتخاب گزینه i توسط فرد n،

U_{in} = مطلوبیت گزینه i برای فرد n،

www.SID.ir

Archive of SID

C_n = مجموعه گزینه‌های قابل قبول برای فرد n.

تابع مطلوبیت هر گزینه از دو جز تشکیل شده است: جزء معین و جزء تصادفی

$$J_{in} = V_{in} + \varepsilon_{in} \quad (٤)$$

که در آن:

V_{in}= بخش قابل مشاهده و معین مطلوبیت گزینه i برای فرد n

ε_{in}= بخش غیرقابل مشاهده و تصادفی مطلوبیت گزینه i برای فرد n

بخش معین تابع مطلوبیت هر گزینه، آن بخش از تابع است که برحسب ویژگی‌های گزینه و خصوصیات مسافر تعریف می‌گردد، و بخش تصادفی تابع مطلوبیت بخشی است که میزان آن را نمی‌توان براساس متغیرهای قابل مشاهده تعیین نمود و دارای ماهیتی تصادفی است. ε_{in}، بخش تصادفی تابع مطلوبیت گزینه i را نشان می‌دهد. حال می‌توان درنظر گرفت که این متغیر دارای توزیع‌های احتمالی مختلفی باشد. دو توزیع مناسب که معمولا در این زمینه کاربرد دارند، توزیع‌های نرمال و ویبول اند. بدین ترتیب با انتگرال گیری از تابع توزیع احتمال، مدل پروبیت برای توزیع نرمال و مدل لوجیت برای توزیع ویبال بدست می‌آید. در این مطالعه از مدل لوجیت استفاده شده است که دارای برتری‌هایی نسبت به مدل پروبیت است. از جمله این برتری‌ها، ساده‌تر بودن آن نسبت به مدل پروبیت و عملیاتی بودن آن است. یعنی هر گزینه جدیدی را که مستقل از سایر گزینه‌ها باشد به راحتی می‌توان وارد مدل کرد. از دیگر مزایای این روش این است که نتایج بدست آمده به‌سادگی قابل توضیح و متد نیز به‌آسانی قابل آنالیز شدن است. همچنین در مقایسه نمودارهای نرمال مورد استفاده در مدل پروبیت و نمودار ویبال مورد استفاده در مدل لوجیت مشاهده می‌شود که نمودار نرمال بسیار سریع به آستانه و محور نزدیک می‌شود و این در حالیست که نمودار ویبال به آرامی به محور نزدیک شده و روند نتایج بسیار ملموس‌تر است. اما از معایب این روش اینست که با وجود اینکه برای جوامع آماری بزرگ نتایج بسیار خوبی بدست می‌دهد، برای جوامع آماری کوچک نیاز به دقت و صرف وقت بیشتر دارد [Louviere et al. 2000].

ساختار کلی لوجیت در شرایط دوگزینه‌ای را لوجیت دوگانه و در حالت چندگزینه‌ای، لوجیت چندگانه می‌نامند. در این مطالعه، با توجه به اینکه هدف تعیین استفاده یا عدم استفاده کاربران از پل می‌باشد، از مدل لوجیت دوگانه استفاده شده است. فرمولاسیون کلی مدل در رابطه ۵ نشان داده شده است.

$$P_{in} = \frac{e^{V_{in}}}{\sum_j e^{V_{jn}}} \quad (٥)$$

که در آن:

P_{in}= احتمال انتخاب گزینه i توسط فرد n،

V_{in}= مطلوبیت گزینه i برای فرد n،

V_{jn}= مطلوبیت گزینه j برای فرد n.

٤. تحلیل و نتایج

در این بخش با توجه به بانک اطلاعاتی جمع‌آوری شده و مدل لوجیت ۲ گانه نسبت به مدلسازی انتخاب گزینه‌های سفر افراد با توجه به سناریوهای مختلف قیمت‌گذاری اقدام شده است. در ادامه نتایج بدست آمده تحلیل و اعتبارسنجی شده است.

٤-١ نتایج

نتایج برداشت اطلاعات و مدلسازی انجام شده در ادامه ارائه شده است. ابتدا به نتایج توصیفی اطلاعات پرداخته شده و سپس درارتباط با نحوه پرداخت و تحلیل نتایج حاصل از مدلسازی بحث شده است.

٤-١-١ نتایج توصیفی

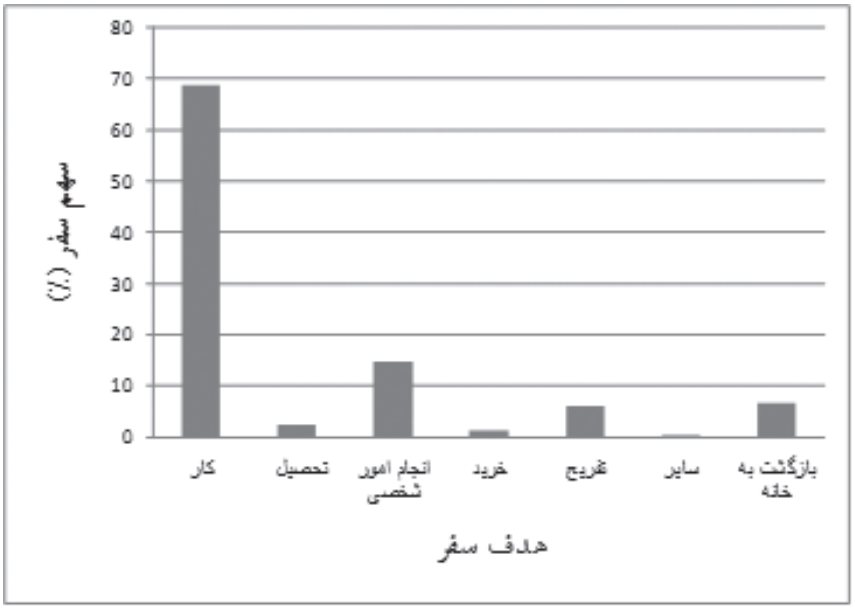
شکل ۲ نشان‌دهنده اهداف سفر افراد بر اساس اطلاعات جمع‌آوری شده می‌باشد. همانطور که مشاهده می‌شود، از افراد پرسش‌شونده نزدیک به ٦٨ درصد افراد دارای هدف سفر کاری هستند. در حدود ۱۳ درصد از افراد نیز با هدف انجام کارهای شخصی سفر می‌کنند.

٤-١-٢ نتایج مدل

جدول ۱ پارامترهای مستخرج از پرسشنامه و استفاده شده در مدل را نشان می‌دهد. پارامترهای ذکر شده با استفاده از نتایج برداشت اطلاعات پرسشنامه بدست آمده و برای ساخت مدل مورد استفاده

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۲. سهم هر هدف سفر در پایگاه داده‌ها

قرار گرفته است. همانطور که نشان داده شده، در حدود ۲۷ متغیر برای مدلسازی استفاده شد. در ارتباط با متغیر قیمت خودرو لازم به ذکر است که این متغیر با توجه به سال ساخت و نوع خودروها برآورد شده است. قیمت خودروها تقریباً با توجه به موارد ذکر شده با تقریب نسبتا خوبی قابل محاسبه است و با توجه به عدم امکان دسترسی به اطلاعات درآمدی خانوار می‌تواند به عنوان مبنای نسبتا مناسبی به جای درآمد استفاده شود. همچنین، متغیر EDD5 نشان‌دهنده تردد از معبر در هر ۷ روز هفته می‌باشد که به نوعی مرتبط با افراد ساکن در محدوده اطراف معبر غیرهمسطح است و امکان استفاده هر روزه آنها از معبر میسر است. با توجه به اینکه هدف اصلی مطالعه انتخاب یا عدم انتخاب مسیر غیرهمسطح صدر توسط کاربر است، سناریوهای تعیین‌شده (متغیر انتخاب) برای این هدف به صورت زیر تعیین شد:

گزینه ۱: پرداخت کامل عوارض و انجام سفر در ساعات اوج (حفظ وضع موجود) (Y=1)،

گزینه۲: عدم پرداخت هزینه و تغییر زمان، وسیله یا مسیر سفر(Y=0)

در جهت مدلسازی فرآیند انتخاب کاربران در این پژوهش فرض اولیه بر عملکرد آشیانه‌ای انتخابها قرار گرفت. این فرضیه با پارامترهایی همچون ضریب IV [۸] و آزمون والد[۹] کنترل می‌گردد و در صورت اثبات عدم عملکرد آشیانه‌ای، همه گزینه‌ها هم‌سطح بوده و از امتیاز یکسانی برای انتخاب برخوردارند. در بخش مدلسازی پروژه ابتدا ساختارهای گوناگون لوجیت آشیانه ای ساخته و مورد ارزیابی قرار گرفت. برای مدل لوجیت آشیانه‌ای، با استفاده از آزمون والد نشان داده می‌شود که پارامترهای IV تفاوت معناداری با "۱" ندارد. بنابراین از نظر آماری همه پارامترهای IV با مقدار پارامتر IV آشیانه مرجع که بقیه پارامترها نسبت به آن نرمالایز شده‌اند تفاوت معناداری ندارند. پس از نظر آماری این آشیانه‌ها می‌توانند در آشیانه مرجع ادغام شود. در این صورت عملاً مدل لوجیت آشیانه‌ای به مدل لوجیت چندگانه تبدیل می‌شوند [Louviere et. al. 2000].

با توجه به این مهم که در این پژوهش هدف مورد مطالعه یک متغیر دوتایی است (پرداخت هزینه و استفاده از معبر غیر همسطح و عدم استفاده از معبر غیرهمسطح)، از مدل لوجیت دوتایی استفاده شد. بر اساس اطلاعات جمع‌آوری شده، مدلهای زیادی ساخته شد که در نهایت نتایج بهترین مدل در جدول ۲ نشان داده شده است.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱. فراوانی ویژگیهای جنسیت، تاهل، سن و بعد خانوار در پایگاه داده‌ها

ردیف	نام متغیر	توضیحات
۱	Constant	مقدار ثابت
۲	ETD1	مجازی[۷] تردد در پیک صبح (اگر تردد در پیک صبح انجام شود برابر ۱ و در غیر اینصورت برابر صفر است)
۳	ETD2	مجازی تردد در پیک عصر (اگر تردد در پیک عصر انجام شود برابر ۱ و در غیر اینصورت برابر صفر است)
۴	PUR	(هدف سفر که در آن کار=۱، تحصیل=۲، انجام امور شخصی=۳، خرید=٤، تفریح=٥)
۵	PURD2	مجازی هدف سفر اجباری* (اگر هدف سفر اجباری باشد برابر ۱ و در غیر اینصورت برابر صفر است)
۶	EDD5	مجازی تردد ۷ روز در هفته (اگر تردد از مسیر در تمام ۷ روز انجام شود برابر ۱ و در غیر اینصورت برابر صفر است)
۷	JOBD1	متغیر ساختگی برابر با ۱ اگر فرد شاغل باشد و برابر ۰ در غیر اینصورت
۸	JOBD2	متغیر ساختگی برابر با ۱ اگر شغل فرد کارمند باشد و برابر ۰ اگر دارای شغل دیگری باشد
۹	MARD1	مجازی متاهل بودن (اگر فرد متاهل باشد برابر ۱ و در غیر اینصورت برابر صفر است)
۱۰	GEN	(جنسیت که در آن مرد=۱، زن=۰)
۱۱	TT	متوسط زمان سفر(min)
۱۲	NP	تعداد سرنشین وسیله نقلیه
۱۳	EN	تعداد تردد کاربر از مسیر در روز
۱۴	ED	تعداد روز استفاده از مسیر در هفته
۱۵	EDU	مدرک تحصیلی
۱۶	EDUN	سنوات تحصیلی
۱۷	AGE	سن
۱۸	JOB	شغل
۱۹	FN	بعد خانوار
۲۰	CARAA	میانگین سن خودروها
۲۱	CARPA	میانگین قیمت خودرو (میلیون تومان)
۲۲	ACO	سرانه مالکیت خودرو
۲۳	Inc	درآمد
۲۴	SYNPP	عوارض ورود در ساعت اوج

*منظور از هدف سفر اجباری، سفرهای کاری و آموزشی است.

جدول ۲. خلاصه نتیجه پرداخت مدلهای انتخاب وسیله

متغیر	محدوده طرح ترافیک		توضیح متغیر
	مقدار	P[|Z|>z]	
Constant	1.90771	0.0000	مقدار ثابت
SYNPP	-0.00017	0.0000	عوارض ورود در ساعت اوج
JOBD2	-0.67783	0.0000	ساختگی شغل کارمند (اگر باشد ۱ و در غیر اینصورت ۰)
CARPA	0.00738	0.0000	میانگین قیمت خودرو خانوار (میلیون تومان)
EDD5	-0.58778	0.0031	ساختگی تردد ۷ روز در هفته
PURD2	0.41427	0.0232	ساختگی هدف سفر اجباری
EDUN	0.09109	0.0278	سنوات تحصیلی
ETD2	0.42773	0.0000	ساختگی تردد در پیک عصر

www.SID.ir

Archive of SID

با توجه به نتایج جدول می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

الف) علامت همه پارامتر ها مطابق انتظار است. برای نمونه درتابع مطلوبیت علامت عوارض با نام SYNPP منفی است و با افزایش میزان عوارض، مطلوبیت تابع پرداخت کاهش می‌یابد.

ب) اساساً همه پارامترها در سطح اطمینان بالاتر از ۹۰ ٪ غیر صفرند. سطح معنی‌داری هر متغیر از مقدار {(P-۱)*۱۰۰} معادل همان متغیر که در ستون کناری هر ضریب در جدول قرار داده شده، قابل محاسبه است.

پ) در مدل متغیر نرخ عوارض در ساعت اوج از اهمیت بسیاری برخوردار است.

ت) در مدل از مقدار ثابت استفاده شده است تا متغیرها و پارامترهای ناشناخته نیز در نظر گرفته شوند. مقادیر حاصل شده در حالت پایه مناسب بوده و از سطوح معنی داری قابل قبولی نیز برخوردارند.

ث) افزایش متغیر میانگین قیمت خودرو خانوار موجب ازدیاد مطلوبیت پرداخت عوارض می‌شود.

ج) تردد در ساعت اوج عصر موجب افزایش تمایل مصرف کننده به پرداخت عوارض می‌شود. این در حالی است که متغیر ساختگی تردد در اوج صبح از لحاظ آماری معنی‌دار نبود. چنین رخدادی ناشی از آن است که استفاده‌کنندگان از پل صدر تراکم زیادی را، قبل از راه‌اندازی پل، در سفرهای عصرگاهی نسبت به اوج صبح تجربه می‌نمودند و طبیعتاً استفاده از پل می‌تواند موجب کاهش قابل توجهی در زمان سفرشان داشته باشد.

چ) با افزایش میانگین قیمت خودرو تمایل به پرداخت افزایش می‌یابد که این امر ناشی از تمول بیشتر صورت می‌پذیرد. این اثرگذاری در خصوص متغیر متوسط سرانه مالکیت خودرو نیز صدق می‌کند.

ح) تردد در همه روزهای هفته فرد را در زمره مصرف‌کنندگان هر روزه قرار می‌دهد و این امر موجب تواتر پرداخت و در نتیجه کاهش تمایل به استفاده از پل می‌گردد.

خ) متغیر ساختگی شغل کارمند دارای اثر منفی بر تمایل به پرداخت است. علت این وجود ساختار منظم کاری برای این شغل نسبت به مشاغل دیگر است. به بیان دیگر گزینه‌هایی همچون تغییر ساعت برای این گروه چندان امکان‌پذیر نیست. با توجه به صلبیت بیشتر ویژگیهای سفرهای این افراد، بویژه سفرهای کاری، استفاده اینگونه رانندگان از پل موجب تواتر پرداخت گردیده و جمع هزینه پرداختی ماهیانه را افزایش می‌دهد. مجموعه این عوامل به همراه سطح درآمدی این شغل سبب اثرگذاری منفی آن بر میزان تمایل به پرداخت گردیده است.

د) سفرهای اجباری از چهارچوب منظم‌تر و منسجم‌تری برخوردارند. اینگونه سفرها که اغلب اهداف کاری و تحصیلی را در برمی‌گیرند، غالباً از انعطاف کمتری در ساعات تردد برخوردار بوده و صرفه‌جویی در زمان سفر اهمیت می‌یابد. بدین ترتیب هدف سفر اجباری موجب افزایش تمایل به پرداخت مصرف‌کننده می‌گردد.

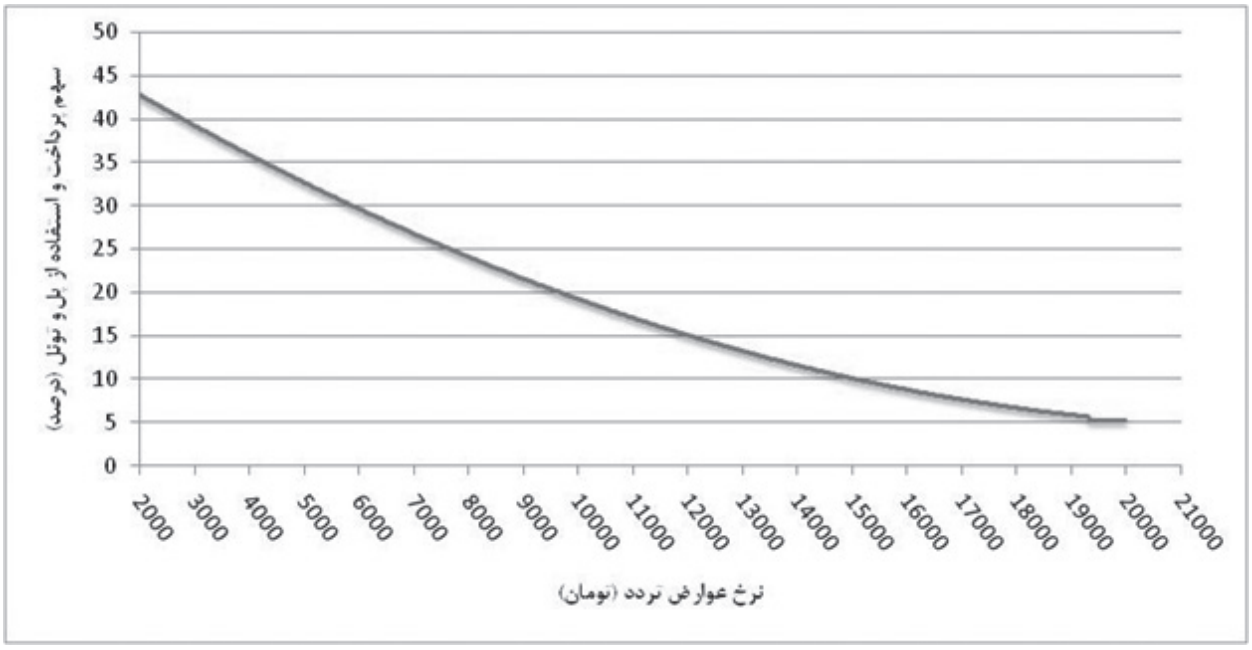
ذ) افزایش سنوات تحصیلی نشاندهنده بالاتر بودن مدرک تحصیلی مصرف‌کننده است. غالبا، افرادی با سطح تحصیلی بالاتر دارای ارزش زمانی بیشتری بوده و این امر موجب تمایل آنان به صرفه‌جویی در زمان سفر و در پی آن افزایش تمایل به پرداختشان می‌گردد. لازم به یادآوری ست که این نوع اثرگذاری قطعی نبوده و ویژگی سطح تحصیلات تنها یکی از متغیرهای اثرگذار بر ارزش زمانی افراد است.

٤-۱-۳ آنالیز حساسیت

یکی از پارامترهای مهم در تصمیم‌گیری پیرامون تعیین نرخ عوارض تردد، سهم آن در کاهش تقاضای تردد از پل با وسیله نقلیه شخصی است. هرچند 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 همگانی، راهنمای مناسبی در اینگونه تصمیم‌گیریهاست. جهت انجام این تحلیل کلیه متغیرها در سطوح میانی خود فرض شده و کشش‌پذیری تقاضا به ازاء تغییر نرخ عوارض تحلیل می‌گردد. حد پایین قیمت‌گذاری در این تحلیل بر اساس مقدار پایین دست توابع تمایل به پرداخت شهروندان تهرانی از مطالعات جامع حمل‌ونقل و ترافیک تهران حاصل شده است. نمودار تغییرات تقاضای استفاده از پل در نرخهای گوناگون عوارض در شکل ۳ قابل مشاهده است.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۳. تحلیل حساسیت تقاضای تردد به عوارض

٤-١-٤ اعتبارسنجی مدل

پارامترهای کنترل برآزندگی 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 (سهم بازار،$L(C)$) و فرضیه درست بودن مدل پرداخت شده ($L(\beta)$) قابل دستیابی است. از این جدول پیداست که آماره $2[\ L(\boldsymbol{\beta}) - L(\mathbf{0})\ ]$، که دارای توزیع $\boldsymbol{x}^2$ 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 $2[\ L(\boldsymbol{\beta}) - L(\mathbf{C})\ ]$ که دارای توزیع $\boldsymbol{x}^2$ با N-m+1 درجه آزادی است (m= تعداد وسایل نقلیه مورد انتخاب) نشان می‌دهد که مدل ساخته شده از مدل سهم بازار برتر است. مقدارهای شاخص‌های برازندگی ρ^2 و ρ_c^2 و درصد درستنمایی مدلها نیز برای اطلاع بیشتر در جدول گنجانیده شده است. بر این اساس مقادیر ρ^2 با توجه به تعداد گزینه‌های مدل شده و در سطح مدلهای انتخاب چندگانه مناسب است.

۵. جمع‌بندی و نتیجه‌گیری

در این پژوهش نسبت به مطالعه تاثیر قیمت‌گذاری بر تقاضای تردد در یک معبر غیرهمسطح (پل طبقاتی صدر) اقدام شد. از روش رجحان بیان شده برای جمع‌آوری اطلاعات استفاده شد که طی آن با طراحی سناریوهایی در خصوص استفاده از معابر

جدول ۳. پارامترهای کنترل برازندگی مدل

آماره	میزان برآورد	آماره	میزان برآورد
تعداد مشاهدات	1412	ρ^2	0.368
تعداد متغیر مستقل	8	ρ_c^2	0.313
L(0)	-978.72	$2[\ L(\beta) - L(0)\ ]$	564.1714
L(C)	-900.521	$2[\ L(\beta) - L(C)\ ]$	720.5694
L(β)	-618.4353	درصد درستنمایی (Percent Correct)	80.73 %

www.SID.ir

Archive of SID

غیرهمسطح از افراد پرسیده شد. سپس با تشکیل یک بانک اطلاعاتی نسبت به مدلسازی انتخاب افراد اقدام شد. با توجه به هدف مطالعه از یک مدل لوجیت دوتایی برای ساخت مدل استفاده شد. نتایج مدل نشان از کم بودن تمایل به پرداخت استفاده‌کنندگان برای استفاده از معابر غیرهمسطح دارد. دلیل این رخداد را می‌توان در عدم تجربه شهروندان در استفاده از یک مسیر موازی دارای عوارض، ولی با سطح سرویس بهتر، جستجو نمود.

به طور کلی، نتایج نشان داد که تردد در ساعات اوج باعث افزایش تمایل به پرداخت کاربران می‌شود. همچنین، افزایش میانگین قیمت خودرو که می‌تواند به عنوان معیاری برای تمول افراد درنظر گرفته شود، موجب افزایش تمایل به پرداخت افراد می‌گردد. افرادی که غالباً به سفرهای با هدف اجباری مبادرت می‌ورزند، تمایل به پرداخت بیشتری برای استفاده از معبر غیرهمسطح دارند. همچنین نتایج نشان داد که میزان تحصیلات در تمایل به پرداخت آنها برای استفاده از معبر غیرهمسطح تاثیرگذار است. افراد با تحصیلات بالاتر دارای ارزش زمانی بیشتر و تمایل به پرداخت بیشتری هستند.

به عنوان پیشنهاداتی برای ادامه این مطالعه می‌توان در ارتباط با تاثیر قیمت‌گذاری بر انتخاب وسیله کاربران اشاره نمود. علاوه بر این بررسی تاثیر قیمت‌گذاری کمان بر وضعیت انتخاب مسیر افراد نیز می‌تواند به عنوان پیشنهادی برای ادامه این مطالعه مطرح شود.

٦. پی‌نوشتها

1- European UNITE Project
2- MNL
3- Revealed Preference
4- Stated Preference
5- Behaviourial Models
6- Utility Maximization
7- Dummy

۸- در برخی از متون به این ضریب ارزش قطعی نیز نام نهاده اند.
9- Wald
10- Commuter

۷. مراجع

- Bhat, Chandra. (2005) "Analysis of travel mode and departure time choice for urban shopping trips", University of Texas at Austin.

- Bowerman, A. (2007) "The costs and benefits of road pricing: comparing nationwide charging with project-based schemes", IEA discussion paper No.17-18.

- Brownstone, D., Ghosh, A., Golob, T.F., Kazimi, C., Van Amelsfort, D. (2003) "Driver's willingness to pay to reduce travel time: evidence from the San Diego I-15 congestion pricing project", Transportation Research A, 37(15), pp. 373–-387.

- Bureau, B. and Glachant, M. (2008) "Distributional effects of road pricing: Assessment of nine scenarios for Paris", Transportation Research Part A: Policy and Practice, vol. 42, issue 7, pp. 994-1007.

- Carey, M. and Srinvasan, A. (1993) "Externalities, average and marginal costs, and tolls on congested networks with time varying flows", Operational Research 41(1), pp. 217-231.

- Chen, Yih and Jana, Rittwik (1990) "Using generalized second price auction for congestion pricing", At-T labs Research Center.

- De Palma, A. (2009) "Traffic congestion pricing methods and technologies", Department of Economics Ecole Polytechnique, Institut Universitaire de France.

- Frick, K.T., Heminger, S. and Dittmar, H. (1996) "Bay bridge congestion-pricing project: Lessons learned to date", -Transportation Research Record 1558, pp.29–38.

- Gasselin, M. Zemud, J. (2013) "Transport survey methods ", Emerland Group Publishing Limited .

- Guo, Z. (2011) "The intersection of urban form and mileage fees: findings from the, Oregon road user fee pilot", MTI Report 10-04. MTI.

- Gutiérrez J., Margarida A., Melhorado C., Martín J C. and Román, C. (2013) "Road pricing in the European Union: direct revenue transfer between coun-

www.SID.ir

Archive of SID

- Louviere, J. J., Hensher, D. A. and Swait, J. D. (2003) "Stated choice methods analysis and applications", Cambridge University Press, UK.

- Milioti, C., Spyropoulou, I. and Karlafits, M. (2008) "Drivers' stated preferences towards road pricing: the case of Athens", WSEAS International Conference on urban planning and transportation.

- Ubbels, B. and Verhoef, E. (2005) "Behavioural responses to road pricing.Empirical results from a survey among Dutch car owners", European transport, Volume 31, Pages 400- 409.

- Ungemah, D. and Collier, T. (2007) "I'll tell you what i think!: A national review of how the public perceives pricing", In: Proceedings of the 86th Annual Meeting of the Transportation Research Board (CD-Rom), Washington, DC.

- Xu, Shunan. and Ben Akiva, M. (2009) "Development and test of dynamic congestion pricing model", Massachusetts Institute of Technology.

tries", Journal of Transport Geography, Volume 33, December 2013, pp. 95-104.

- Hensher, D, A., and Bliemer, M, C.J. (2014) "What type of road pricing scheme might appeal to politicians? Viewpoints on the challenge in gaining the citizen and public servant vote by staging reform", Transportation Research Part A: Policy and Practice, Volume 61, pp. 227-237.

- Kremers, H., (2000) "Ameta-analysis of price elasticity of transport demand in a general equilibrium framework", Department of Spatial Economic, Free University.

- Kilani, M., Proost, S. and Van Der Loo, S. (2014) "Road pricing and public transport pricing reform in Paris: complements or substitutes? ", Economics of Transportation, In Press, Corrected Proof, Available online 22 May 2014.

- Litman, T. (2011) "Pricing for traffic safety: how efficient transport pricing can reduce roadway crash risk", Technical Report, Victoria Transport Policy Institute, Australia

www.SID.ir