

بررسی تأثیر سیاست‌های قیمت‌گذاری تراکم و بهبود ناوگان اتوبوس‌رانی بر رفتار انتخاب وسیله‌ی شاغلین محدوده‌ی زوج-فرد تهران

سید احسان سید ابریشمی^۱، امیررضا ممدوحی^۲، حمیدرضا فوری^۳

۱- استادیار دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه تربیت مدرس

۲- استادیار دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه تربیت مدرس

۳- کارشناسی ارشد مهندسی برنامه‌ریزی حمل‌ونقل، دانشگاه تربیت مدرس

چکیده

به عنوان یکی از راهکارهای عملی برای کاهش هزینه‌های تراکم ترافیک در شهرها و استفاده‌ی کارآتر از زیرساخت‌های حمل‌ونقل، سیاست‌های مدیریت تقاضای حمل‌ونقل مورد توجه قرار گرفته‌اند. در این پژوهش، سیاست قیمت‌گذاری تراکم با طرح ناحیه-مبنا و با عوارض متغیر نسبت به وقت روز، به عنوان سیاست مدیریتی دفعی و بهبود ناوگان اتوبوس‌رانی از طریق اعمال دو سیاست کاهش زمان سفر با اتوبوس و کاهش فاصله‌ی ایستگاه اتوبوس تا محل کار به عنوان سیاست‌های تشویقی مورد بررسی قرار گرفتند. سیاست‌های مورد نظر در قالب پرسش‌نامه‌ای حاوی سوالات رجحان بیان شده به ۲۳۱ نفر از شاغلین محدوده زوج-فرد شهر تهران ارائه شده است. اثرات اصلی و همین‌طور اثرات اندرکنشی دوطرفه‌ی سیاست‌های مورد نظر، توسط مدل لوجیت چندگانه انتخاب وسیله سفر بررسی شد. این مدل نشان می‌دهد سیاست قیمت‌گذاری تراکم در بین ساعات ۶:۳۰ الی ۹ اگر بصورت همزمان با سیاست کاهش فاصله ایستگاه اتوبوس تا محل کار اعمال شود، بیشترین تأثیر را بر کاهش احتمال انتخاب خودروی شخصی در این ساعات دارد (۶۴٪). همچنین سیاست کاهش زمان سفر اتوبوس در صورتی که به صورت تک سیاست اعمال شود بیشترین تأثیر را در افزایش احتمال انتخاب اتوبوس دارد (۳۱٪).

کلید واژه‌ها: قیمت‌گذاری تراکم، بهبود ناوگان اتوبوس‌رانی، انتخاب وسیله سفر، آزمایش رجحان بیان شده

^۱ Seyedabrishami@modares.ac.ir, ۰۲۱۸۲۸۸۴۹۶۴

^۲ Armamdoohi@modares.ac.ir, ۰۲۱۸۲۸۸۴۹۲۵

^۳ H.Fowri@modares.ac.ir



۱- مقدمه

در بسیاری از شهرهای بزرگ دنیا، تراکم ترافیک به یک معضل رایج تبدیل شده است و جوامع شهری هزینه‌های مالی (مانند هدر رفتن سوخت، اتلاف وقت و غیره) و غیر مالی (مانند معضلات اجتماعی، فرهنگی، مشکلات عصبی و غیره) بسیار زیادی را بابت آن پرداخت می‌کنند. در ایالات متحده، مؤسسه حمل‌ونقل شهر تگزاس (TTI)^۱ در سال ۲۰۰۳ میزان تأخیر سالانه برای هر سفر در ساعات اوج شلوغی، در مناطق بزرگ شهری با جمعیت بیشتر از ۳ میلیون نفر را ۶۱ ساعت برآورد کرده است. این مقدار بسیار بزرگ‌تر از مقدار ۱۳ ساعت برای مناطق با جمعیت کمتر از ۵۰۰ هزار نفر است. تأخیر متوسط سالانه برای همه شهرها از ۱۶ ساعت در سال ۱۹۸۲ به ۴۷ ساعت رسیده است. با توجه به این آمار، اگر تنها هزینه زمان و سوخت هدر رفته در نظر گرفته شود، هزینه تراکم ترافیک برای مردم آمریکا در یک سال برابر با ۶۳/۱ میلیارد دلار خواهد بود [1].

در چنین شرایطی یافتن پاسخ مناسب برای این سؤال که "چگونه می‌توان بدون نیاز به توسعه زیرساخت‌ها، به بهبود وضعیت موجود ترافیک شهری پرداخت و از عوارض ناشی از کمبودهای موجود در این بخش کاست؟" از اهمیت ویژه‌ای نزد مدیران شهری و برنامه‌ریزان حمل‌ونقل برخوردار است. این مسأله باعث شده است که مهندسين و برنامه‌ریزان حمل‌ونقل با به‌کارگیری سیاست‌های مدیریت تقاضای حمل‌ونقل^۲، به بررسی راهکارهای عملی برای کاهش این هزینه‌ها و استفاده‌ی کارآتر از زیرساخت‌های حمل‌ونقل بپردازند. مدیریت تقاضای حمل‌ونقل شامل تمام سیاست‌ها و اقداماتی می‌شود که تقاضای حمل‌ونقل را به گونه‌ای تغییر می‌دهند که باعث استفاده کارآتر از امکانات و تسهیلات موجود و بدین ترتیب، کاهش مشکل تراکم ترافیک و پیامدهای آن شود [2].

یکی از راهکارهای پیشنهادی در زمینه مدیریت تقاضا، قیمت‌گذاری تراکم^۳ است که امروزه کارایی آن به عنوان یک سیاست افزایش دهنده‌ی رفاه اجتماعی، در سطح نظری به اثبات رسیده است [3]. یکی دیگر از سیاست‌هایی که در این راستا مورد استفاده قرار می‌گیرد، بهبود سیستم‌های حمل‌ونقل همگانی است. استفاده از سیاست‌های تشویقی مانند بهبود حمل‌ونقل همگانی در کنار سیاست‌های دفعی مانند قیمت‌گذاری تراکم، دست کم از دو نظر قابل دفاع است. اول اینکه پیاده‌سازی سیاست‌های دفعی باعث کاهش تمایل برخی از استفاده‌کنندگان شبکه در استفاده از خودروی شخصی می‌شود تمایل این افراد برای استفاده از سایر گزینه‌های حمل‌ونقلی را افزایش دهند. بنابراین، لازم

¹ Texas Transportation Institute (TTI)

² Transportation demand management

³ Congestion Pricing



است سیاست‌هایی در جهت افزایش ظرفیت و مطلوبیت گزینه‌های جایگزینی که کارآیی بیشتری دارند، اتخاذ شوند. از این منظر، در صورت عدم استفاده از سیاست‌های تشویقی، استفاده از یک سیاست دفعی می‌تواند ناعادلانه نیز باشد. زیرا عموماً این قشر کم درآمدتر جامعه هستند که محدودیت‌های ناشی از این سیاست‌ها بر آن‌ها تحمیل می‌شود. بنابراین، لازم است در ازای امتیاز ویژه‌ای که در اثر سیاست‌های دفعی به قشر مرفه داده می‌شود، با اعمال سیاست‌های تشویقی، امتیازاتی نیز برای افراد محدود شده ایجاد شود. دوم اینکه به دلیل محدودیت‌هایی که سیاست‌های دفعی به استفاده‌کنندگان تحمیل می‌کنند، عموماً اعمال این سیاست‌ها نارضایتی استفاده‌کنندگان را با خود به همراه دارد. پذیرش یک سیاست توسط عموم استفاده‌کنندگان، یکی از عوامل مهم در موفقیت‌آمیز بودن اجرای آن سیاست است [4]. بنابراین، لازم است در کنار سیاست‌های دفعی، سیاست‌های تشویقی نیز اجرا شوند تا بخشی از نارضایتی عمومی را تعدیل نمایند.

تهران یکی از شهرهایی است که به شکل گسترده‌ای با معضل تراکم در حمل و نقل مواجه است. برای مدیریت این معضل در تهران، دو طرح مدیریتی با نام‌های طرح ترافیک و طرح زوج-فرد استفاده می‌شود. طرح زوج-فرد محدوددهی وسیعی از شهر را در بر می‌گیرد. این طرح در سطح نظری با اشکالاتی همراه است. در درازمدت این طرح می‌تواند باعث افزایش نرخ مالکیت خودرو و در نتیجه پایین آمدن کارآیی طرح شود. علاوه بر این، به دلیل امتیاز ویژه‌ای که این طرح برای قشر مرفه دارد (یعنی استفاده از شبکه در تمام روزهای هفته از طریق خرید دو خودرو با دو پلاک زوج و فرد)، و همین‌طور نادیده گرفته شدن منافع قشر کم درآمد در این طرح، می‌تواند باعث کاهش اعتماد استفاده‌کنندگان نسبت به قانون‌گذاران شود. یکی دیگر از ضعف‌های مهم طرح زوج-فرد که می‌تواند یکی از عوامل تبعیض‌آمیز بودن آن نیز باشد، درآمدزا نبودن آن برای گردانندگان و در نتیجه عدم ایجاد منابع مالی جهت توسعه‌ی ناوگان حمل و نقل همگانی در این محدوده است. زیرا در ازای امتیازی که به قشر مرفه داده می‌شود، منفعت متقابلی برای قشر کم درآمد از طریق توسعه ناوگان همگانی ارزان، ایجاد نمی‌شود. بنابراین، ضرورت بازنگری در طرح مدیریتی اتخاذ شده برای این محدوده و استفاده از طرح‌هایی با رویکرد افزایش رفاه و عدالت اجتماعی، بسیار احساس می‌شود. گستردگی و جمعیت زیاد این محدوده از شهر نیز ضرورت این موضوع را دو چندان می‌کند.

در پژوهش پیش رو، سیاست دفعی قیمت‌گذاری تراکم با عوارض متغیر نسبت به وقت روز و سیاست تشویقی بهبود ناوگان اتوبوس‌رانی (به عنوان گزینه‌ای برای مصرف درآمدهای بدست آمده از طرح قیمت‌گذاری) مورد مطالعه قرار گرفتند. سیاست‌های مرتبط با بهبود ناوگان اتوبوس‌رانی، با دو رویکرد رقیب و مکمل، در کنار سیاست‌های قیمت‌گذاری تراکم بررسی شدند. سیاست‌های دفعی و تشویقی



پیشنهاد شده، به عنوان جایگزینی برای طرح زوج-فرد شهر تهران مطرح و تأثیر آن‌ها بر روی سفرهای کاری در ساعات صبح بررسی شد. این بررسی‌ها شامل مطالعه‌ی تأثیر اعمال هر یک از سیاست‌ها بر روی انتخاب وسیله‌ی انجام سفر و زمان عزیمت سفر شاغلین محدوده‌ی زوج-فرد است. علاوه بر این، تأثیر اعمال هم‌زمان این سیاست‌ها نیز مورد مطالعه قرار گرفته است.

۲- مروری بر مطالعات پیشین

از بین پژوهش‌هایی که در دنیا در زمینه‌ی مدیریت تقاضا انجام شده است، در این بخش تنها مقالاتی بررسی شده‌اند که سیاست‌های قیمت‌گذاری تراکم در آن‌ها مورد توجه قرار گرفته است. ضمناً از بررسی طرح‌های زیرساخت-مبنای^۱ نیز صرف نظر شده است. زیرا در این طرح‌ها معمولاً هدف از دریافت عوارض، تأمین مالی برای ساخت‌وساز و نگهداری راه‌ها، پل‌ها یا تونل‌ها است. دریافت عوارض در این طرح‌ها به صورت یکنواخت^۲، بر اساس وقت روز^۳ و با توجه به نوع خودرو^۴ انجام می‌شود. پژوهش‌هایی که در این بخش مورد مطالعه قرار گرفته‌اند، همگی با هدف افزایش رفاه اجتماعی (افزایش کارایی شبکه) انجام شده‌اند و از مطالعاتی که در آن‌ها قیمت‌گذاری با هدف کاهش آلودگی هوا، آلودگی صوتی و یا کاهش هرگونه هزینه خارجی^۵ بوده نیز صرف نظر شده است.

مطالعه ورهوف^۶ و همکاران در سال ۱۹۹۷ یکی از اولین مطالعات تجربی بود که مقبولیت قیمت‌گذاری تراکم را مورد بررسی قرار داد [5]. ورهوف و همکاران، نظر تعدادی از رانندگان در منطقه دوچرندستاد^۷ را در مورد قیمت‌گذاری تراکم جمع آوری کردند (مثلاً، ایده‌ی خوبی است، ایده بدی است، نظری ندارم)؛ اما آن‌ها توضیحی راجع به نوع طرح قیمت‌گذاری به پرسش‌شوندگان ندادند. اگر آن‌ها نوع طرح را مشخص می‌کردند (مثلاً کمربندی یا کل شبکه)، پژوهش آن‌ها ارزش بیشتری پیدا می‌کرد. در پژوهش جاری مقالاتی مورد مطالعه قرار گرفته‌اند که علاوه بر اینکه نوع طرح قیمت‌گذاری تراکم مورد بررسی آن‌ها مشخص شده است، مقدار عوارض نیز به عنوان گزینه یا بخشی از گزینه‌ی انتخابی پیشنهاد داده شده است.

¹ Facility-based schemes

² Fixed rate

³ Time of day rate

⁴ Vehicle differentiated

⁵ Externalities

⁶ Verhoef

⁷ Dutch Randstad



در نهایت، ۱۰ پژوهش منتشر شده در سال‌های ۲۰۰۵ تا ۲۰۱۱ با داده‌های جمع‌آوری شده در سال‌های ۲۰۰۴ تا ۲۰۱۰ مورد بررسی قرار گرفته است. جامعه آماری این پژوهش‌ها از کشورهای هلند، انگلستان، آمریکا و ایران است و تعداد افراد پرسش‌شونده بین ۳۶۶ تا ۱۵۴۵ نفر است. روش‌های مدل‌سازی گوناگونی در این پژوهش‌ها به کار گرفته شد که عبارتند از: پروبیت، توبیت، رگرسیون، لوجیت چندگانه و لوجیت چندگانه ترکیبی^۱. تمرکز پژوهش‌های انجام شده عمدتاً بر روی اثرات کوتاه مدت قیمت‌گذاری مانند میزان استفاده از خودروی شخصی [10-6] و اثرات بلند مدت مانند تغییر در مالکیت خودرو و محل خانه یا کار [11] و همین‌طور بر روی میزان مقبولیت قیمت‌گذاری تراکم [12] بوده است. برخی از پژوهش‌ها به بررسی عوامل تأثیرگذار در مقبولیت یا در میزان کارایی قیمت‌گذاری تراکم نیز پرداخته‌اند [6] و ارزش کاهش زمان سفر^۲ (ارزش زمان) و تغییرپذیری زمان سفر^۳ را هم بدست آوردند [13 و 14]. در اغلب پژوهش‌ها، اهداف سفر کاری مورد بررسی قرار گرفتند اما در برخی از آن‌ها (مانند [۶، ۹ و ۱۴]) علاوه بر سفرهای کاری اهداف سفر دیگر نیز بررسی شدند و در پژوهش هو و صالح^۴ (۲۰۰۵) تنها هدف سفر خرید مورد بررسی قرار گرفت.

اما در این پیمایش‌ها، بررسی جامعی بر روی موارد یاد شده، انجام نشده است [۴]؛ به عنوان مثال، در پژوهش تسنگ^۵ و همکاران (۲۰۰۵)، تنها پاسخ‌های رفتاری برای یک طرح قیمت‌گذاری مشخص مورد بررسی قرار گرفته؛ مقبولیت و تأثیر روش‌های گوناگون استفاده از درآمدها (مانند بهبود حمل‌ونقل همگانی) برای این طرح و همین‌طور طرح‌های قیمت‌گذاری دیگر مورد بررسی قرار نگرفت [۱۴]. موارد اخیر در برخی از پژوهش‌های دیگر مورد مطالعه قرار گرفته‌اند اما با توجه به اینکه جامعه آماری و همین‌طور پرسش‌ها در این پژوهش‌ها متفاوت‌اند، نمی‌توان پژوهش‌های مختلف را مکمل یکدیگر دانست و نتیجه‌ی مطمئنی از مقایسه‌ی آن‌ها کسب نمود. با توجه به مطالعات انجام شده می‌توان گفت، نیاز به یک پژوهش رجحان بیان شده که در آن خصوصیات کلیدی یک طرح قیمت‌گذاری (مانند میزان عوارض، نوع وابستگی‌ها) و همین‌طور اثرات اندرکنشی آن با سیاست‌های مدیریتی دیگر با هدف بررسی پاسخ‌های رفتاری (به ویژه انتخاب وسیله، تغییر زمان عزیمت سفر) در قالب یک سناریو لحاظ شده باشد، احساس می‌شود.

¹ Probit, tobit, regression, multinomial logit (MNL), mixed multinomial logit (MMNL)

² Value of travel time saving (VTTS), often abbreviate as value of time (VOT)

³ Travel time variability

⁴ Hu and Saleh

⁵ Tseng



۳- طراحی پرسش‌نامه و داده‌ها

۳-۱- طراحی آزمایش رجحان بیان شده

پرسش‌نامه‌ی استفاده شده در این تحقیق، از دو بخش سوالات رجحان آشکار شده و سوالات رجحان بیان شده تشکیل شده است. در بخش رجحان آشکار شده، اطلاعات سفر و اطلاعات اقتصادی اجتماعی پاسخ‌دهندگان مورد پرسش قرار گرفته است. در بخش رجحان بیان شده (جدول ۱) نیز طرح‌های پیشنهادی برای کاهش تراکم ترافیکی، در قالب ۴ سیاست مطرح شدند. به منظور ایجاد قابلیت ساخت مدل‌های غیرخطی، این ۴ سیاست به صورت ۳ سطحی فرض شده‌اند (در صورت دو سطحی بودن سیاست‌ها، تأثیر غیرخطی آن‌ها قابل بررسی نخواهد بود). مقادیر در نظر گرفته شده برای هر یک از سطوح سیاست‌ها نیز بر مبنای نظر کارشناسان و با توجه به نتایج تکمیل آزمایشی پرسش‌نامه انتخاب شد.

جهت طراحی آزمایش، در صورت استفاده از طرح عاملی کامل، این آزمایش شامل $(81 = 3^4)$ سناریو می‌شد. به منظور اینکه تا حد امکان از تغییرپذیری آماری موجود در طرح‌های عاملی کامل جلوگیری شود و با توجه به اهمیت این موضوع که پاسخ‌دهندگان بتوانند در عمل سناریوهای آزمایش را از یکدیگر تمیز دهند، عموماً جهت طراحی آزمایش رجحان بیان شده از طرح عاملی کسری استفاده می‌شود [۱۵]. با توجه به زیاد بودن نسبی تعداد سیاست‌ها و تعداد سطوح سیاست در این تحقیق نیز ترجیح داده شد از طرح عاملی کسری استفاده شود. برای این منظور در نهایت طرح متعامدی انتخاب شد که علاوه بر قابلیت بررسی اثرات اصلی سیاست‌ها، قابلیت بررسی اثرات اندرکنشی دوطرفه بین ۳ تا از سیاست‌ها را نیز دارا بود. با توجه به فرضیات پژوهش، از اثر اندرکنشی دوطرفه بین سیاست مربوط به عوارض بعد از ساعت ۹ و سایر سیاست‌ها، صرف نظر شد و قابلیت بررسی اثرات اندرکنشی دوطرفه بین سایر سیاست‌ها در طراحی آزمایش لحاظ شد. با توجه به ملاحظات مطرح شده، طرحی با ۲۷ سناریو به عنوان طرح آزمایش نهایی انتخاب شد. با توجه به مقدار نسبتاً زیاد تعداد سناریوها، با استفاده از بلوک‌بندی، این سناریوها به ۵ بلوک تقسیم شدند به گونه‌ای که بلوک‌های کد ۱ و ۲، هر کدام شامل شش سناریو و بلوک‌های کد ۳، ۴ و ۵، هر کدام شامل شش سناریو شدند. مشخصات طرح نهایی در جدول ۲ ذکر شده است.



جدول ۱: مشخصات سیاست‌های مورد نظر در پرسش‌نامه رجحان بیان شده

سیاست	تعداد سطوح	مقادیر سطوح
قیمت‌گذاری تراکم از نوع ناحیه-مبنا (هزار تومان)	۳	۴
		۸
		۱۲
قرار دادن تخفیف برای تردد بعد از ساعت ۹ درون محدوده‌ی طرح (درصد)	۳	۰
		۲۵
		۵۰
کاهش زمان سفر اتوبوس (درصد)	۳	۰
		۱۵
		۳۰
کاهش زمان دسترسی پیاده به ایستگاه اتوبوس درون محدوده طرح (دقیقه)	۳	۱۵
		۸
		۳

جدول ۲: مشخصات طرح آزمایش نهایی

تعداد کل سناریوها	تعداد اثرات اندرکنشی دوطرفه دیده شده در طرح آزمایش	کارایی (درصد)	تعداد کل بلوک‌ها	تعداد سناریوهای هر بلوک
۲۷	۳	۱۰۰	۵	۶ - ۶ - ۵ - ۵ - ۵

در بخش رجحان بیان شده‌ی پرسش‌نامه، هر یک از پاسخ‌دهندگان با ۵ یا ۶ سناریو روبرو می‌شد و از او سوال می‌شد "در صورتی که محدودیت زوج-فرد بودن پلاک برداشته می‌شد و امکان تردد شما به این محدوده از طریق پرداخت عوارض امکان‌پذیر می‌بود و در کنار این تغییر، خطوط اتوبوس‌رانی تندرو (BRT) نیز در این محدوده توسعه داده می‌شد، برای رفتن به محل کارتان در ساعات صبح، از کدام یک از شیوه‌های پیشنهاد شده استفاده می‌کردید؟" شیوه‌های سفر پیشنهاد شده به پاسخ‌دهندگان به شرح زیر است:

۱. خودروی شخصی قبل از ساعت ۶:۳۰ صبح؛
۲. خودروی شخصی در بین ساعات ۶:۳۰ الی ۹ صبح؛
۳. خودروی شخصی بعد از ساعت ۹ صبح؛



۴. خودروی شخصی تا نزدیکی محدوده طرح، پارک خودرو و استفاده از اتوبوس (پارک-سوار)؛
۵. اتوبوس (با دسترسی پیاده یا تاکسی)؛
۶. تاکسی (شامل خطی، دربست و تلفنی)؛
۷. عدم انجام سفر (دورکاری یا تغییر محل کار)؛ و
۸. سایر (شامل مترو، موتور، دوچرخه، پیاده روی و تغییر محل سکونت).

۳-۲- داده‌ها

شهر تهران با مساحت تقریبی ۷۰۰ کیلومتر مربع دارای ۲۲ منطقه شهرداری و ۵۶۰ ناحیه‌ی ترافیکی است. در این شهر روزانه ۱۳ میلیون سفر انجام می‌شود که سفرهای کاری ۶۶ درصد از این سفرها را تشکیل می‌دهد [۱۶]. در جدول ۳ برخی از ویژگی‌های جمعیت‌شناختی پاسخ‌دهندگان ذکر شده است.

جدول ۴: ویژگی‌های مرتبط با مشخصات سفر نمونه

درصد	ویژگی	
۱۵/۲	بلی	نیاز به استفاده از خودرو برای انجام امور کاری
۷۳/۲	خیر	انجام سفرهای دیگر پیش از رفتن به محل کار یا هنگام بازگشت
۵/۲	رساندن فرزند به مدرسه	
۱۲	خرید یا دیدار آشنایان	
۹/۶	سایر سفرها	
۶۳	کمتر از ۵۰۰ تومان	هزینه‌ی روزانه پارکینگ
۱۰/۶	از ۵۰۰ تا ۱۰۰۰ تومان	
۱۶	از ۱۰۰۱ تا ۲۰۰۰ تومان	
۱۰/۴	بیش از ۲۰۰۰ تومان	
۵۳	بلی	داشتن دسترسی به اتوبوس (ادراک شخصی افراد)
۴۷	خیر	

در این قسمت به بررسی ویژگی‌های کمی نمونه‌ی آماری (شامل ۲۳۱ پاسخ‌دهنده) پرداخته می‌شود. برخی از پرسش‌نامه‌ها شامل ۵ و برخی دیگر شامل ۶ سناریو هستند. این پرسش‌نامه‌ها مجموعاً ۱۲۵۱ مشاهده برای تحلیل موضوع مورد نظر فراهم ساخته‌اند. مشاغلی که در این پژوهش مورد بررسی قرار داده شده‌اند شامل شغل آزاد، شاغلین سازمان‌ها و ادارات دولتی (مانند بانک‌ها و ادارات وابسته به



شهرداری) و شرکتهای خصوصی است. در جدول ۴ برخی از ویژگیهای مرتبط با سفرهای پاسخدهندگان ذکر شده است.

جدول ۳: ویژگیهای جمعیتشناختی نمونه

درصد	ویژگی	
۹۱/۸	مرد	جنسیت
۸/۲	زن	
۲۲/۵	۲۹-۱۸	سن
۳۸/۵	۳۹-۳۰	
۱۵/۶	۴۹-۴۰	
۱۶	۵۹-۵۰	
۷/۴	بیشتر از ۶۰	
۱/۷	مجرد، یک نفره	ساختار خانوار
۱۹/۵	مجرد، به همراه خانواده	
۱۹/۵	متأهل، بدون فرزند	
۵۹/۳	متأهل، دارای فرزند	
۱۱/۲	زیر دیپلم	تحصیلات
۴۲	دیپلم	
۱۰/۴	فوق دیپلم	
۲۵/۴	کارشناسی	
۱۱	کارشناسی ارشد و دکتری	
۶۷	آزاد	نوع اشتغال
۱۶/۵	کارمند بخش دولتی	
۱۶/۵	کارمند بخش خصوصی	
۱۲	دارای حداقل یک خودروی خارجی (وارداتی)	نوع خودرو
۸۸	بدون خودروی خارجی	

۳-۳- جمع آوری داده

با توجه به اینکه محدوده مورد مطالعه در این پژوهش، محدوده طرح زوج-فرد بوده است، جهت جمع آوری داده، از تمامی مناطقی که با محدوده زوج-فرد همپوشانی دارند آماربرداری انجام شد (۱۰)



منطقه شامل مناطق ۳، ۴، ۶، ۷، ۸، ۱۱، ۱۳، ۱۴، ۱۵ و ۱۶). در ابتدا داده‌هایی به صورت آزمایشی در اسفند ماه سال ۹۱ به منظور ارزیابی پرسش‌نامه و بررسی مقادیر سطوح در نظر گرفته شده برای سیاست‌ها جمع‌آوری شد. پس از انجام اصلاحات مورد نیاز، آماربرداری آزمایشی دیگری در اواخر فروردین ماه سال ۹۲ انجام شد که پرسش‌نامه مثبت ارزیابی شد. سپس آماربرداری اصلی از ابتدای اردیبهشت ماه تا نهم خرداد ماه همان سال انجام شد. به منظور پیچیدگی‌های موجود در فهم سناریوهای بخش رجحان بیان شده، آماربرداری از طریق مصاحبه صورت گرفت؛ به گونه‌ای که تکمیل هر پرسش‌نامه بین ۵ تا ۱۰ دقیقه زمان نیاز داشت.

۴- مدل انتخاب وسیله

به منظور بررسی تأثیر سیاست‌های مورد نظر بر روی رفتار انتخاب وسیله‌ی استفاده‌کنندگان، ابتدا یک مدل لوجیت چندگانه (۸ گزینه‌ای) ساخته شده است و سپس با استفاده از اثر حاشیه‌ای هر یک از سیاست‌های مورد نظر، تأثیر آن سیاست(ها) بر روی انتخاب وسیله و زمان عزیمت سفر استفاده‌کنندگان سنجیده شده است.

یکی از نکاتی که لازم است به آن اشاره شود این است که در نظریه‌ی مدل‌های انتخاب مانند لوجیت، می‌توان یکی از گزینه‌ها را به عنوان گزینه‌ی مبنا انتخاب کرد و مطلوبیت سایر گزینه‌ها را نسبت به این گزینه‌ی مبنا سنجید. در مدل لوجیت انتخاب وسیله‌ی پژوهش جاری، گزینه‌ی "سایر گزینه‌ها" به عنوان گزینه‌ی پایه انتخاب شده است.

مدل نهایی در جدول ۵ ارائه شده است. به منظور ساخت مدل، در ابتدا با استفاده از روش جلوگرا متغیرهای مربوط به سیاست‌های مورد مطالعه در توابع مطلوبیت گزینه‌های مختلف قرار داده شد و از بین آن‌ها متغیرهای معنادار در سطح ۰/۱ انتخاب شدند (البته به غیر از جمله‌ی ثابت). سپس سایر متغیرهای مرتبط با مشخصات سفر و مشخصات فردی که منطقی به نظر می‌رسید در بهبود شاخص‌های خوبی برازش تأثیرگذار باشند، به صورت ساده یا به صورت حاصل‌ضربی به مدل اضافه شدند. پس از این مرحله، با استفاده از روش عقب‌گرا متغیرهایی که از نظر منطقی بودن علامت یا از نظر معناداری قابل قبول تشخیص داده نشدند از مدل حذف شدند. مدل نهایی نیز با اضافه کردن متغیرهای حاصل‌ضربی از سیاست‌های مورد مطالعه بدست آمد. جهت رسیدن به مدل نهایی حدود ۵۰ مدل مورد بررسی قرار گرفت. شاخص‌های خوبی برازش بکار گرفته شده در ساخت مدل، عبارت‌اند از ρ^2 و ρ_c^2 که به ترتیب مقادیر بدست آمده برای آن‌ها ۰/۲۴ و ۰/۱۶ است.



جدول ۵: نتایج پرداخت و تحلیل آماری مدل لوجیت چندگانه‌ی انتخاب وسیله سفر

P-value (t-value)	ضریب	متغیر	گزینه
۰/۰۰۰۰ (۹/۰۱)	۲/۸۷۷۹	جمله‌ی ثابت	خودروی شخصی
۰/۰۰۰۰ (-۸/۱۱)	-۰/۲۷۹۳	عوارض تردد بین ساعات ۶:۳۰ تا ۹ صبح (هزار تومان)	بین ساعات ۶:۳۰
۰/۰۹۳۵ (۱/۶۸)	۰/۴۵۵۶	۴ هزار تومان عوارض تردد پیش از ساعت ۹ (بلی = ۱) ، ضرب در ۳۰٪ کاهش زمان سفر اتوبوس (بلی = ۱)	الی ۹ صبح
۰/۱۳۷۸ (-۱/۴۸)	-۰/۷۷۳۵	۱۲ هزار تومان عوارض تردد پیش از ساعت ۹ (بلی = ۱) ، ضرب در فاصله تا ایستگاه ۳ دقیقه (بلی = ۱)	
۰/۲۰۵۳ (۱/۲۷)	۰/۳۳۶۵	۸ هزار تومان عوارض تردد پیش از ساعت ۹ (بلی = ۱) ، ضرب در فاصله تا ایستگاه ۳ دقیقه (بلی = ۱)	
۰/۰۰۰۰ (-۵/۳۹)	-۱/۸۸۰۰	زمان ورود فعلی به محدوده زوج-فرد، بعد از ساعت ۹ (بلی = ۱)	
۰/۰۰۷۸ (۲/۶۶)	۰/۵۸۹۵	استفاده از خودروی شخصی جهت انجام امور کاری در طول روز (بلی = ۱)	
۰/۰۰۴۰ (۲/۸۸)	۰/۷۱۵۵	مالک حداقل یک خودروی وارداتی (ساخت خارج از کشور) (بلی = ۱)	
۰/۰۰۰۰ (۵/۲۸)	۳/۲۳۱۶	رساندن فرزند به مدرسه پیش از رفتن به محل کار (بلی = ۱) ، ضرب در شغل کارمند (بلی = ۱)	
۰/۰۰۵۹ (۲/۷۵)	۰/۰۱۱۹	زمان سفر فعلی با خودروی شخصی (دقیقه)	
۰/۱۳۴۸ (۱/۵۰)	۰/۴۷۰۶	جمله ثابت	خودروی شخصی
۰/۰۰۰۷ (-۳/۴۰)	-۰/۱۳۰۶	عوارض تردد بعد از ساعت ۹ (هزار تومان)	بعد از ساعت ۹
۰/۰۰۰۰ (۵/۴۰)	۱/۲۳۵۳	زمان ورود فعلی به محدوده زوج-فرد، بعد از ساعت ۹ (بلی = ۱)	صبح
۰/۰۰۰۰ (۴/۱۰)	۱/۱۲۲۴	استفاده از خودروی شخصی جهت انجام امور کاری در طول روز (بلی = ۱)	
۰/۰۰۲۸ (۲/۹۹)	۰/۹۱۹۳	مالک حداقل یک خودروی وارداتی (ساخت خارج از کشور) (بلی = ۱)	
۰/۰۰۰۱ (۳/۸۳)	۱/۰۷۵۰	آدرس محل کار و سکونت* (بلی = ۱)	
۰/۰۲۲۹ (-۲/۲۷)	-۱/۶۷۶۲	دارای شغل دولتی (بلی = ۱)	
۰/۹۹۹۰ (۰/۱۰)	۰/۰۰۱۳	جمله ثابت	خودروی شخصی
۰/۰۰۰۱ (-۳/۸۱)	-۰/۱۰۴۱	دارای شغل آزاد (بلی = ۱) ، ضرب در عوارض تردد بین ساعات ۶:۳۰ تا ۹ صبح (هزار تومان)	قبل از ساعت ۶:۳۰
۰/۰۰۰۰ (-۴/۶۵)	-۰/۲۱۱۱	عوارض تردد بعد از ساعت ۹ (هزار تومان)	صبح
۰/۰۱۶۴ (۲/۴۰)	۲/۴۵۶۳	جنسیت مرد (بلی = ۱)	
۰/۰۲۱۰ (-۲/۳۱)	-۰/۶۱۱۲	ساکن در محدوده‌ی زوج-فرد (بلی = ۱)	
۰/۰۱۷۴ (۲/۳۸)	۰/۷۰۸۶	جمله ثابت	اتوبوس
۰/۰۰۲۰ (۳/۰۹)	۰/۶۱۹۴	فاصله تا ایستگاه اتوبوس حدود ۳ دقیقه (بلی = ۱)	(با دسترسی)
۰/۰۵۰۹ (۱/۹۵)	۰/۳۸۸۴	فاصله تا ایستگاه اتوبوس حدود ۸ دقیقه (بلی = ۱)	پیاده یا تاکسی)
۰/۰۱۶۴ (۲/۴۰)	۰/۸۰۴۶	کاهش ۱۵ درصدی زمان سفر اتوبوس (بلی = ۱)	
۰/۰۰۰۴ (۳/۵۲)	۱/۴۵۱۲	کاهش ۳۰ درصدی زمان سفر اتوبوس (بلی = ۱)	
۰/۱۵۰۹ (-۱/۴۴)	-۰/۰۴۹۹	۱۵٪ کاهش زمان سفر اتوبوس (بلی = ۱) ، ضرب در عوارض تردد بین ساعات ۶:۳۰ تا ۹ صبح (هزار تومان)	



ادامه جدول ۵

گزینه	متغیر	ضریب	P-value (t-value)
	۳۰٪ کاهش زمان سفر اتوبوس (بلی = ۱) ، ضرب در عوارض تردد بین ساعات ۶:۳۰ تا ۹ صبح (هزار تومان)	-۰/۰۷۸۳	۰/۰۳۵۱ (-۲/۱۱)
	۳۰٪ کاهش زمان سفر اتوبوس (بلی = ۱) ، ضرب در فاصله تا ایستگاه اتوبوس ۳ یا ۸ دقیقه (بلی = ۱)	۰/۴۸۴۰	۰/۱۲۳۵ (۱/۵۴)
	امکان پذیر بودن استفاده از اتوبوس (بلی = ۱)	۱/۳۶۰۶	۰/۰۰۰۰ (۸/۸۲)
	زمان سفر از ایستگاه اتوبوس تا محل کار به صورت پیاده (دقیقه)	۰/۰۵۱۳	۰/۰۰۰۰ (۴/۰۷)
	مالک حداقل یک خودروی وارداتی (ساخت خارج از کشور) (بلی = ۱)	-۰/۸۷۶۴	۰/۰۰۸۷ (-۲/۶۲)
	تعداد خودروی شخصی در خانوار	-۰/۳۰۵۴	۰/۰۱۱۱ (-۲/۵۴)
	انجام سایر سفرها قبل از آمدن به محل کار یا هنگام بازگشت به خانه** (بلی = ۱)	-۰/۱۳۶۷	۰/۰۰۰۰ (-۴/۱۱)
	ساکن در محدوده‌ی زوج-فرد (بلی = ۱)	-۰/۵۳۱۴	۰/۰۰۰۶ (-۳/۴۱)
مترو	جمله ثابت	-۰/۸۲۸۶	۰/۰۱۴۱ (-۲/۴۵)
	امکان پذیر بودن استفاده از اتوبوس (بلی = ۱)	۱/۲۷۱۳	۰/۰۰۰۰ (۴/۵۰)
	هزینه روزانه پارکینگ (هزار تومان)	۰/۴۴۵۶	۰/۰۰۰۰ (۴/۸۸)
	عدم انجام سفرهای دیگر قبل از آمدن به محل کار یا هنگام بازگشت به خانه (بلی = ۱)	-۰/۶۷۱۳	۰/۰۱۰۲ (-۲/۵۷)
	شغل کارمند (بلی = ۱)	۰/۶۸۵۱	۰/۰۱۴۰ (۲/۴۶)
موتور	جمله ثابت	-۰/۲۰۳۴	۰/۵۶۳۷ (-۰/۵۸)
	آدرس محل کار و سکونت*** (بلی = ۱)	۰/۵۳۱۹	۰/۰۴۳۶ (۲/۰۲)
	سن بزرگتر یا مساوی ۳۵ سال (بلی = ۱)	-۱/۵۵۴۱	۰/۰۰۰۰ (-۵/۶۲)
	عدم انجام سفرهای دیگر قبل از آمدن به محل کار یا هنگام بازگشت به خانه (بلی = ۱)	۰/۶۲۷۹	۰/۰۴۱۱ (۲/۰۴)
	شغل کارمند (بلی = ۱)	-۱/۸۴۴۲	۰/۰۰۰۲ (-۳/۷۵)
	ساکن در محدوده‌ی زوج-فرد (بلی = ۱)	۱/۲۷۴۹	۰/۰۰۰۰ (۴/۷۶)
تاکسی	جمله ثابت	۱/۱۹۰۶	۰/۰۰۰۱ (۳/۹۰)
	امکان پذیر بودن استفاده از اتوبوس (بلی = ۱)	۰/۷۶۲۹	۰/۰۰۰۰ (۴/۴۳)
	هزینه روزانه پارکینگ (هزار تومان)	۰/۱۹۹۷	۰/۰۰۱۷ (۳/۱۳)
	جنسیت مرد (بلی = ۱)	-۰/۶۷۵۴	۰/۰۰۸۷ (-۲/۶۲)
	دارای شغل دولتی (بلی = ۱)	۰/۵۳۱۷	۰/۰۱۰۵ (۲/۵۶)

سایر گزینه‌ها

* محل سکونت در یکی از مناطق ۱، ۲، ۳ یا ۴ باشد و محل اشتغال در یکی از مناطق ۱۳، ۱۴، ۱۵ یا ۱۶ باشد.
 ** سفرهایی غیر از انجام امور کاری، رساندن فرزند به مدرسه، خرید و دیدار آشنایان؛ مانند رساندن همکار به محل کار.
 *** محل سکونت و اشتغال در یکی از مناطق ۱۳، ۱۴، ۱۵ یا ۱۶ باشد یا اینکه قدرمطلق تفاضل شماره ناحیه‌های محل کار و سکونت کوچکتر یا مساوی ۱ باشد (محل کار و سکونت یا در یک ناحیه باشند یا در دو ناحیه مجاور).



۵- بررسی نتایج و بحث

۵-۱- بررسی نتایج

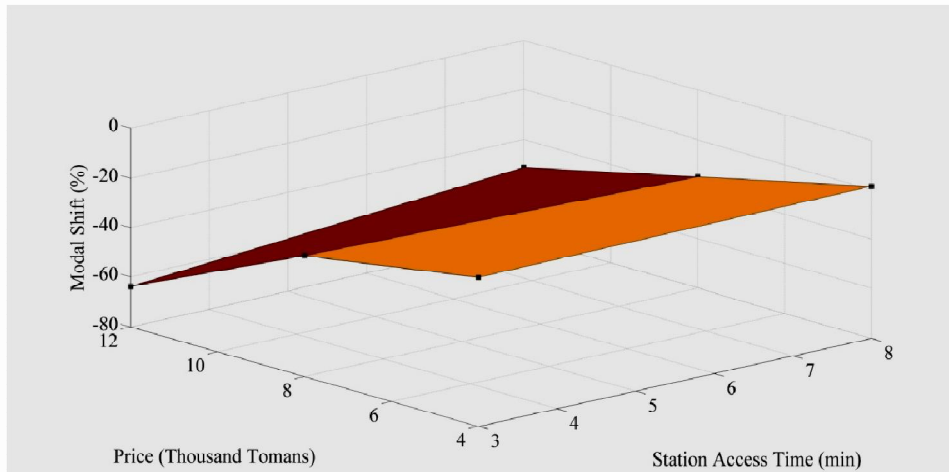
نتایج حاصل از این پژوهش به اختصار عبارت‌اند از:

۱. هر چهار سیاست مدیریتی که در این پژوهش مورد مطالعه قرار گرفتند تأثیر قابل توجهی بر روی رفتار انتخاب وسیله‌ی شاغلین محدوده‌ی زوج-فرد دارند.
۲. در صورتی که سیاست‌ها به صورت تکّی (و نه به صورت هم‌زمان در قالب یک بسته‌ی سیاستی) اعمال شوند، می‌توان گفت سیاست قیمت‌گذاری تراکم در ساعات ۶:۳۰ الی ۹ اثرگذارترین سیاست است. این سیاست بیشترین تأثیر را بر کاهش استفاده از خودروی شخصی در بازه‌ی زمانی مربوطه می‌گذارد (حداکثر ۴۹٪). دومین سیاست اثرگذار، کاهش زمان سفر اتوبوس است که در مقایسه با اعمال سایر سیاست‌ها به صورت تکّی، بیشترین تأثیر را بر بیشتر شدن احتمال استفاده از اتوبوس می‌گذارد (حداکثر ۳۱٪). سومین سیاست اثرگذار، کاهش فاصله ایستگاه اتوبوس تا محل کار است که تأثیر آن بر بیشتر شدن احتمال استفاده از اتوبوس تقریباً نصف سیاست کاهش زمان سفر اتوبوس است (حداکثر ۱۴٪). سیاست قیمت‌گذاری تراکم بعد از ساعت ۹ نیز با اختلاف اندکی نسبت به سیاست کاهش فاصله ایستگاه اتوبوس تا محل کار، آخرین سیاست تأثیرگذار است که بیشترین تأثیر را نیز بر کاهش استفاده از خودروی شخصی بعد از ساعت ۹ صبح دارد (حداکثر ۱۲٪).
۳. با اعمال هر یک از دو سیاست قیمت‌گذاری تراکم، احتمال استفاده خودروی شخصی در بازه‌ی زمانی مربوطه کاهش و احتمال استفاده از سایر گزینه‌های در دسترس افزایش پیدا می‌کند. با اعمال هر یک از دو سیاست بهبود ناوگان اتوبوس‌رانی نیز، احتمال استفاده از اتوبوس افزایش یافته و احتمال استفاده از سایر گزینه‌ها کاهش می‌یابد.
۴. در صورتی که دو سیاست به صورت هم‌زمان (در قالب یک بسته‌ی دو سیاستی) اعمال شوند، اثرگذارترین سیاست‌ها بر کاهش استفاده از خودروی شخصی در بین ساعات ۶:۳۰ الی ۹، قیمت‌گذاری تراکم با نرخ ۱۲ هزار تومان در ساعات ۶:۳۰ الی ۹ و کاهش فاصله‌ی ایستگاه اتوبوس تا محل کار به مقدار ۳ دقیقه است (حدود ۶۴٪). لازم به ذکر است، تأثیر اعمال دو سیاست فوق (با سطوح ذکر شده) به صورت هم‌زمان، بیشتر از جمع تأثیر اعمال هر سیاست به صورت تکّی می‌شود؛ به بیان دیگر، این دو سیاست با یکدیگر هم‌افزایی دارند. در مجموع و با صرف نظر از بسته‌ی دو سیاستی یاد شده (با سطوح ۱۲ هزار تومان و ۳ دقیقه)، بسته‌ی دو سیاستی



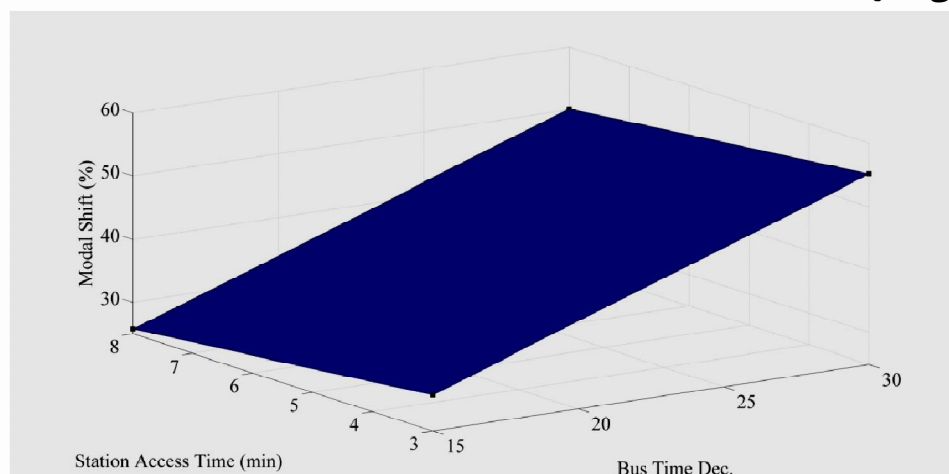
قیمت‌گذاری تراکم بین ساعات ۶:۳۰ الی ۹ و کاهش زمان سفر اتوبوس، بیشترین تأثیر را بر کاهش استفاده از خودروی شخصی در ساعات ۶:۳۰ الی ۹ دارد (شکل ۱).

۵.



شکل ۱: تأثیر ترکیبی سیاست قیمت‌گذاری تراکم در ساعات ۶:۳۰ الی ۹ صبح و کاهش فاصله ایستگاه اتوبوس تا محل کار بر درصد تغییرات در احتمال انتخاب سواری در ساعات ۶:۳۰ الی

۶. اثرگذارترین بسته‌ی دو سیاستی بر افزایش احتمال استفاده از اتوبوس، اعمال هم‌زمان سیاست‌های بهبود اتوبوس‌رانی است. اعمال این بسته‌ی سیاستی می‌تواند تا ۵۰ درصد احتمال استفاده از اتوبوس را افزایش دهد. لازم به ذکر است، در صورتی که سیاست کاهش فاصله ایستگاه اتوبوس تا محل کار در سطح ۳ دقیقه باشد، اعمال این دو سیاست به صورت هم‌زمان، با هم‌افزایی قابل توجهی همراه است.



شکل ۲: تأثیر ترکیبی سیاست‌های بهبود ناوگان اتوبوس‌رانی بر درصد تغییرات در احتمال انتخاب اتوبوس



۵-۲- بحث

علی‌رغم تأثیر نسبی بسیار زیاد قیمت‌گذاری تراکم بر کاهش استفاده از خودروی شخصی در ساعات اوج، باید توجه داشت افرادی که در مواجهه با عوارض تردد در محدوده، تصمیم به تغییر وسیله می‌گیرند، در حقیقت به ظرفیت سایر گزینه‌های موجود (مانند اتوبوس) اضافه می‌شوند. باید به این نکته دقت داشت که این افراد، تصمیم به تغییر وسیله را با توجه به شرایط فعلی سایر گزینه‌ها گرفته‌اند؛ یعنی شرایطی که هنوز سیاست قیمت‌گذاری اعمال نشده است و استفاده‌کنندگان خودروی شخصی به سمت این گزینه‌ها تمایل پیدا نکرده‌اند. بنابراین، در صورتی که بدون ایجاد افزایش ظرفیت لازم در سایر گزینه‌ها، قیمت‌گذاری تراکم به تنهایی اعمال شود، مطلوبیت این گزینه‌ها نیز پایین می‌آید و بخشی از افرادی که نسبت به تغییر وسیله تمایل نشان داده بودند در انتخاب خود تجدیدنظر می‌کنند. در نتیجه، با اعمال سیاست قیمت‌گذاری تراکم بدون ایجاد ظرفیت مورد نیاز در سایر گزینه‌ها، نه تنها از تأثیرگذاری پیش‌بینی شده برای این سیاست کاسته خواهد شد، بلکه مطلوبیت گزینه‌هایی مانند حمل‌ونقل همگانی برای کسانی که در شرایط فعلی از آن استفاده می‌کنند نیز کاهش می‌یابد و حتی می‌تواند باعث شود برخی از این افراد به سمت استفاده از خودروی شخصی تمایل پیدا کنند.

۶- نتیجه‌گیری

به عنوان راهکارهای عملی برای کاهش هزینه‌های مالی و روانی تراکم ترافیکی و استفاده‌ی کارآتر از زیرساخت‌های حمل‌ونقل، سیاست‌های مدیریت تقاضای حمل‌ونقل مورد توجه قرار گرفته‌اند. در این پژوهش، سیاست قیمت‌گذاری تراکم با عوارض متغیر نسبت به وقت روز، به عنوان سیاست مدیریتی دفعی مورد بررسی قرار گرفت. به عنوان سیاست‌های تشویقی نیز بهبود ناوگان اتوبوس‌رانی از طریق اعمال دو سیاست کاهش زمان سفر با اتوبوس و کاهش فاصله‌ی ایستگاه اتوبوس تا محل کار، پیشنهاد شدند. سیاست‌های پیشنهادی به عنوان جایگزینی برای طرح زوج-فرد شهر تهران مورد مطالعه قرار گرفتند.

پس از تهیه پرسش‌نامه با استفاده از تکنیک رجحان بیان شده و مصاحبه با ۲۳۱ نفر از شاغلین محدوده زوج-فرد، اثرات اصلی و همین‌طور اثرات اندرکنشی دوطرفه‌ی سیاست‌های مورد نظر، بر تغییر وسیله از خودروی شخصی به سایر گزینه‌ها، به ویژه اتوبوس ارزیابی شده است. این مطالعه نشان می‌دهد هر چهار سیاست مدیریتی پیشنهاد شده، تأثیر قابل توجهی بر روی رفتار انتخاب وسیله‌ی شاغلین محدوده‌ی زوج-فرد دارند. اثرگذارترین بسته‌ی دو سیاستی بر کاهش استفاده



از خودروی شخصی در بین ساعات ۶:۳۰ الی ۹، قیمت‌گذاری تراکم با نرخ ۱۲ هزار تومان در ساعات ۶:۳۰ الی ۹ و کاهش فاصله‌ی ایستگاه اتوبوس تا محل کار به مقدار ۳ دقیقه است (حدود ۶۴٪). همچنین، اثرگذارترین بسته‌ی دو سیاستی بر افزایش احتمال استفاده از اتوبوس، اعمال هم‌زمان سیاست‌های بهبود اتوبوس‌رانی است که می‌تواند حداکثر تا ۵۰٪ این احتمال را افزایش دهد.



۷-مراجع

- [1] R. C. Larson and K. Sasanuma, "Urban Vehicle Congestion Pricing: A Review," J. Ind. Syst. Eng., vol. 3, no. 4, pp. 227–242, Winter 2010.
- [2] R. G. Clegg and A. J. Clune, "MUSIC project: urban traffic control for traffic demand management," Transp. Res. Rec., no. 1682, pp. 55–61, 1999.
- [3] L. Rotaris, R. Danielis, E. Marcucci, and J. Massiani, "The urban road pricing scheme to curb pollution in Milan, Italy: Description, impacts and preliminary cost–benefit analysis assessment," Transp. Res. Part Policy Pract., vol. 44, no. 5, pp. 359–375, Jun. 2010.
- [4] Z. Li and D. A. Hensher, "Congestion Charging and Car Use: A Review of Stated Preference and Opinion Studies and Market Monitoring Evidence," Transp. Policy, vol. 20, no. 0, pp. 47–61, Mar. 2012.
- [5] E. Verhoef, p nijkamp, and p Rietveld, "The social feasibility of road pricing: a case study for the Randstad area," J. Transp. Econ. Policy, vol. 31, pp. 255–276, 1997.
- [6] B. Ubbels and E. Verhoef, "Behavioral Responses to Road Pricing: Empirical Results from a Survey of Dutch Car Owners," Transp. Res. Rec., vol. 1960, no. 1, pp. 159–166, Jan. 2006.
- [7] S. Hu and W. Saleh, "Impacts of Congestion Charging on Shopping Trips in Edinburgh," Transp. Policy, vol. 12, no. 5, pp. 443–450, Sep. 2005.
- [8] C. O'Fallon, C. Sullivan, and D. A. Hensher, "Constraints affecting mode choices by morning car commuters," Transp. Policy, vol. 11, no. 1, pp. 17–29, Jan. 2004.
- [9] س. سالک مقدم، "استفاده از مدل انتخاب وسیله داده‌های رجحان بیان شده در سیاست قیمت‌گذاری محدوده‌ی مرکزی شهر"، پایان نامه کارشناسی ارشد مهندسی برنامه ریزی حمل و نقل، دانشگاه صنعتی شریف، دانشکده مهندسی عمران، ۱۳۸۱.
- [10] م. حبیبیان، "طراحی و ارزیابی سیاست‌های ترکیبی مدیریت تقاضای سفرهای کاری شهری"، پایان نامه دکتری مهندسی برنامه ریزی حمل و نقل، دانشگاه صنعتی شریف، دانشکده مهندسی عمران، ۱۳۹۰.
- [11] T. Tillema, B. van Wee, and D. Ettema, "Road Pricing and Relocation Decisions of Dutch Households," Urban Stud., vol. 47, no. 14, pp. 3013–3033, Dec. 2010.



- [12] A. W. Agrawal and H. K. Nixon, "What Do Americans Think about Federal Transportation Tax Options?: Results from Year 2 of a National Survey," Mineta Transportation Institute, College of Business, San José State University, 2011.
- [13] Y.-Y. Tseng and E. T. Verhoef, "Value of time by time of day: A stated-preference study," *Transp. Res. Part B Methodol.*, vol. 42, no. 7–8, pp. 607–618, Aug. 2008.
- [14] Y.-Y. Tseng, B. Ubbels, and E. T. Verhoef, "Value of time, schedule delay and reliability - estimates based on choice behaviour of Dutch commuters facing congestion," presented at the 45th ERSA Congress, VU university, Amsterdam, 2005.
- [15] J. J. Louviere, D. A. Hensher, and J. D. Swait, "Stated Choice Methods: Analysis and Application," UK: Cambridge University Press, 2000.
- [16] Municipality of Tehran, <http://atlas.tehran.ir/Default.aspx?tabid=272> Tehran Census, 2006. Accessed on 5 January 2014.



Investigating the Role of Congestion Pricing and Transit Development in Commuters' Mode Choice Behavior; Case Study of Tehran's Even-Odd Zone

Seyedehsan Seyedebrihshami ¹, Amir Reza Mamdoohi ², Hamid Reza Fowri ³

1-Assistant Professor, Department of civil engineering, Tarbiat modares university

2-Assistant Professor, Department of civil engineering, Tarbiat modares university

3-Graduate Student, Department of civil engineering, Tarbiat modares university

Abstract

Today transportation demand management (TDM) policy tools are accepted as practical solutions for decreasing the cost of congestion in urban regions and more efficient use of transport infrastructures. This paper investigates the role of a “time-of-day congestion pricing scheme” as a pull TDM policy and two push TDM policies including “bus travel time reduction” and “bus access time reduction” in commuters' mode choice behavior. The analysis is based on the results of a stated preferences survey which developed through the experimental design approach and was completed by 231 commuters of Tehran's even-odd zone. The main and two-way interaction effects of these policies are assessed by developing a mode choice multinomial logit model. This model shows that bus travel time reduction has the largest effect on bus usage probability (up to 31%). Congestion charging scheme at 6:30-9 AM and bus access time reduction, are also the most effective policy tolls on decreasing car usage probability, if applied simultaneously (up to 64%).

Keywords: *Congestion pricing, Bus fleet improvement, mode choice, Stated preference experiment*

¹ ۰۲۱۸۲۸۸۴۹۶۴.Seyedabrishami@modares.ac.ir

² ۰۲۱۸۲۸۸۴۹۲۵.Armamdoohi@modares.ac.ir

³ H.Fowri@modares.ac.ir

