

# بررسی اثر متغیرهای حمل و نقلی بر تغییر استفاده از شیوه سواری شخصی در سفرهای روزانه

میقات حبیبیان (مسئول مکاتبات)، استادیار، دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه صنعتی امیرکبیر، تهران، ایران

محمد کرمانشاه، استاد، دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه صنعتی شریف، تهران، ایران

E-mail: habibian@aut.ac.ir

دریافت: ۱۳۹۲/۰۴/۱۸ پذیرش: ۱۳۹۳/۰۹/۰۱

## چکیده:

سیاست گذاران حمل و نقل برای بهبود شرایط حمل و نقلی جامعه سیاست هایی را اتخاذ می کنند، حال آنکه شهروندان در رویارویی با این سیاستها، تصمیماتی را برای بهبود شرایط سفر خود اتخاذ می کنند. مطالعات متعددی بیانگر آن است که این تصمیمات غالباً منجر به تحقق نیافتن پیش بینی های سیاست گذاران، در تجویز سیاست های مدیریتی حمل و نقل برای جامعه می شود. در این مقاله با استفاده از رویکردی رفتاری، به بررسی نقش متغیرهای حمل و نقلی در تغییر وسیله استفاده کنندگان از سواری شخصی در سفرهای روزانه به محدوده مرکزی شهر تهران، پرداخته شده است. در این رویکرد با استفاده از مبانی طراحی آزمایش و مدل های لوجیت، نقش متغیرهای مؤثر بر تغییر شیوه سفر از وسیله نقلیه شخصی به هفت طریقه جایگزین در اثر اعمال سیاست های مدیریت تقاضای حمل و نقل بررسی شده است. بر این اساس متغیرها به دو دسته متغیرهای حمل و نقلی و متغیرهای غیر حمل و نقلی تقسیم شده اند که نتایج مدل ها بیانگر آن است که در تمامی طریقه های سفر مورد بررسی، نقش متغیرهای غیر حمل و نقلی پررنگ تر است. این مطالعه نشان می دهد که بیشترین سهم متغیرهای حمل و نقلی، در انتخاب گزینه های همگانی با دسترسی پیاده با متوسط ۴۳ درصد و تاکسی با متوسط ۳۱ درصد است. پس از آن، موتورسیکلت با ۱۲ درصد، همگانی با دسترسی های شخصی و تاکسی هر کدام با ۱۰ درصد قرار داشته و گزینه های تاکسی تلفنی و تاکسی با دسترسی شخصی نیز به ترتیب با پنج درصد و یک درصد در مراتب بعدی قرار دارند.

واژه های کلیدی: متغیرهای حمل و نقلی، مدیریت تقاضای حمل و نقل، مدل انتخاب وسیله، رجحان بیان شده، شاخص خوبی برازش

## ۱. مقدمه

امروزه افزایش مالکیت وسیله نقلیه منجر به بروز تراکم ترافیک در شبکه های حمل و نقل جوامع شهری شده است، به طوری که این مسئله به شکلی متداول و فراگیر در نواحی شهری با تراکم جمعیتی بالا در سراسر جهان مشاهده می شود [Van Exel and Rietveld, 2009]. آمارها نشان می دهند که هم اینک، میزان سرانه مالکیت اتومبیل در کشورهای آمریکای شمالی به ۰/۷۳۴ و در اتحادیه اروپا به ۰/۱۷۴ رسیده است [Anon., 2012]. در کشورهای در حال توسعه، مقادیر سرانه مالکیت وسیله نقلیه تا حدودی کمتر است. مطالعات بانک جهانی در سالهای ۲۰۰۸ و ۲۰۰۹ نشانگر آن است که سرانه مالکیت وسیله نقلیه در کشورهای در حال توسعه واقع در اروپا و آسیای مرکزی ۰/۳۸۱، در آمریکای جنوبی و حوزه دریای کاراییب برابر با ۰/۳۴۱، در خاورمیانه و شمال آفریقا برابر با ۰/۷۶۰ و در آسیای شرقی و منطقه اقیانوسیه برابر با ۰/۸۳۰ است [Anon., 2012]. مطالعات نشان می دهند که در کشورهای در حال توسعه، حتی نرخ رشد مالکیت وسیله نقلیه هم در حال افزایش است [Litman, 2005; Li et al., 2010]. بر اساس اطلاعات منتشر شده، میزان مالکیت وسیله نقلیه در کشور ایران در سال ۸۹۹۱ برابر با ۰/۵۲۰، در سال ۲۰۰۸ برابر با ۰/۳۱۱ [Trading Economics, 2012] و در سال ۲۰۱۰ برابر با ۰/۵۷۱ به ازای هر نفر گزارش شده است [Wikipedia, the Free Encyclopedia, 2012]. این مقادیر نشان دهنده رشد زیاد مالکیت وسیله نقلیه در کشور ایران و از جمله شهر تهران به عنوان پایتخت آن است که در دهه های اخیر مقصد مهاجرت بسیاری از ایرانیان از شهرهای دیگر بوده است [Britannica Online, 2012].

امروزه با توجه به افزایش روز افزون وسایل نقلیه و گسترش یافتن ساعات اوج ترافیک در شهرهای جهان، رویکرد مدیریت تقاضای حمل و نقل جایگزین رویکرد سنتی پیش بینی و تدارک شبکه

حمل و نقل در برنامه ریزی حمل و نقل شهری شده است [Van Exel and Rietveld, 2009]. در این راستا، سیاستهای مدیریتی حمل و نقل، گستره وسیعی شامل سیاستهای مؤثر بر حمل و نقل (مانند بهبود سیستم حمل و نقل همگانی، قیمت گذاری استفاده از معابر شهر و قیمت گذاری استفاده از پارکینگ) و سیاستهای مؤثر بر عوامل فرادست حمل و نقل (مانند عوارض مالکیت وسیله نقلیه، طراحی کاربرهای زمین به صورت مجتمع ۱ و مکانیابی کارآی کاربری ها در توسعه شهر ۲) را در بر می گیرد [Litman, 2013].

به طور کلی، هدف از اجرای یک سیاست مدیریت تقاضای حمل و نقل، متعادل سازی تقاضا و عرضه حمل و نقل است. معمولاً سیاست گذاران تلاش می کنند تا با توجه به وضعیت سیستم های حمل و نقل یک شهر، کارآ ترین سیاست مدیریتی حمل و نقل را برای بهبود شرایط ترافیکی و زیست محیطی آن شهر شناسایی کنند. تنوع ویژگیهای سیاستهای مدیریتی حمل و نقل، منجر به اثراتی متفاوت بر الگوی سفرهای افراد جامعه می شود و از آن جا که افراد مختلف با گستره ای از پندارها، عادات و الگوی سفر در جامعه سکونت دارند، تأثیر سیاستهای مدیریت تقاضای حمل و نقل در مقابله با مسئله ترافیک در جوامع مختلف، متفاوت است. از این رو، سیاستهای متفاوتی در جوامع مورد مطالعه به عنوان سیاست کارآ معرفی شده و گاهی لزوم اعمال چندین سیاست نیز برای افزایش دامنه اثرگذاری این سیاستها در جوامع مورد بررسی مطرح شده است [Habibian and Kermanshah, 2011].

هرچند انتخاب سیاستهای مدیریتی حمل و نقل در شهرها به طور مشخص با هدف استفاده کارآ تر از منابع حمل و نقلی جامعه صورت می پذیرد، اما برخی مطالعات نشان می دهند که اثر این سیاستها به مراتب کمتر از انتظار سیاست گذاران است [Habibian and Kermanshah, 2012]. گراهام رو و همکاران در یک مطالعه گسترده با بررسی مطالعات مختلف انجام گرفته بر

امکان‌پذیری سیاسی آنها مطرح کرده است [Loukopoulos, 2005]. از آنجا که مطابقت با پندارهای عمومی به نوعی مقبولیت یک سیاست را نشان می‌دهد، ملاحظه می‌شود که میزان بهبود وضعیت حمل و نقل یک شهر، با نوعی ارزیابی از رفتار مردم در رویایی با سیاستها به منظور شناسایی و انتخاب راهبردهای مؤثر مدیریت تقاضای حمل و نقل، بستگی دارد. در این راستا مطالعات زیادی به بررسی مقبولیت (مانند: [Jakobsson et al. 2000] و [Schade and Schlag, 2003]) و کارایی (مانند: [Zareii, 2003] و [Eriksson et al. 2010]) و جنبه‌های در نظرگیری همزمان آنها پرداخته اند [Viegas, 2001]، و مطالعاتی نیز نشان می‌دهند که همواره کارآترین سیاستها، مقبول‌ترین آنها نیستند [Eriksson et al. 2008; Eriksson et al. 2010].

دوم آنکه، متغیرهای مرتبط با خصوصیات حمل و نقل افراد در سفرهای روزانه نظیر ساعت شروع سفر، هزینه سفر، زمان سفر، الگوی سفرهای روزانه و مواردی از این قبیل، برخی اوقات نقش محدودی در انتخاب راهکار افراد در شرایط اعمال سیاستهای مدیریتی حمل و نقل دارند. رینی و همکاران در مطالعه ای به بررسی نقش عواملی چون زمان سفر، تنش‌های رانندگی و مزایای حاصل از رانندگی در قالب متغیرهای مربوط به سفرهای روزانه در شهر سان‌دیگو در کشور آمریکا پرداخته اند [Raney et al. 2000]. در این مطالعه نقش سه متغیر عملکردی فوق در انتخاب شش راهکار فردی ۴ ارتقای کیفی وسیله شخصی مورد استفاده (مانند ارتقای تسهیلات راحتی یا سایر تجهیزات درونی اتومبیل و یا تعویض آن با اتومبیلی با کیفیت بالاتر)، تغییر زمان سفر، تغییر برنامه کاری، دورکاری، تغییر موقعیت منزل یا محل کار، و تغییر کار یا شیوه زندگی از طریق مدل‌های لجستیک دوگانه بررسی شد. نتایج نشان می‌دهد که مجموع تأثیر متغیرهای مربوط به سفرهای روزانه، در انتخاب هریک از راهکارها از ۱۱ درصد بیشتر نیست. از این رو، آنان تأثیر کم متغیرهای

سیاستهای مدیریت تقاضای حمل و نقل، به بررسی میزان موفقیت این سیاستها در راستای کاهش استفاده از سواری شخصی پرداختند که در برخی موارد نشان دهنده عدم دستیابی به موارد مورد انتظار است [Graham-Rowe et al 2011]. مطالعات متعددی نشان می‌دهند که شهروندان در رویارویی با سیاستهای مدیریتی حمل و نقل، غالباً در جهت بهبود شرایط خود واکنش نشان می‌دهند، که این امر معمولاً منجر به نتایجی می‌شود که با پیش بینی های سیاست‌گذاران ناسازگار است [Choo and Mokhtarian., 2007; Tertoolen et al. 1998; Vlek and Steg, 1996; Salomon and Mokhtarian, 1997]. به عنوان مثال، طرح تردد نوبتی برای دسترسی به مرکز شهر آتن (با هدف کاهش آلودگی هوا از طریق کاهش استفاده از خودرو)، در سال‌های دهه ۰۸۹۱ میلادی منجر به افزایش سرانه مالکیت وسیله نقلیه در این شهر شد [Giaoutzi and Daminides, 1990]. در حقیقت خانواده‌ها با خرید اتومبیل دوم که بعضاً قدیمی تر نیز بود، نه تنها باعث حادثر شدن مسئله ترافیک شدند، بلکه آلودگی هوا نیز تشدید شد.

دلایل ناسازگاری رفتار مسافران با سیاستهای برنامه‌ریزان حمل و نقل را شاید بتوان در قالب دو مقوله کلی زیر دسته بندی نمود: اول آنکه افراد غالباً "در صدد بهبود شرایط خود اقداماتی را انجام می‌دهند که ممکن است مورد نظر سیاست‌گذاران نبوده و مانند مثال شهر آتن، منجر به وخامت اوضاع نیز بشود. این امر بدین سبب است که راهکارهای در دسترس افراد غالباً "متفاوت با راهکارهای مدنظر سیاست‌گذاران جامعه است [Raney et al., 2000] و درحالی که افراد راهکارهای مورد نظر خود را بر اساس معیار مقبولیت آنها انتخاب می‌کنند، سیاست‌گذاران بر اساس میزان کارایی، سیاستها را پیشنهاد می‌کنند. در این رابطه، لوکپولس ۳ زمینه‌های اجرایی سیاستهای مدیریت تقاضای حمل و نقل را مطابقت آنها با پندارهای عمومی، کارایی، و

تقاضای حمل و نقل است و مقوله دوم، بررسی نقش مجموعه متغیرهای حمل و نقلی در تغییر وسیله افراد، نسبت به کل متغیرهای تأثیر گذار بر این امر بر اساس مدل‌های به دست آمده است. برای یافتن پاسخ سوالات فوق، در این مقاله در چارچوب طرح آزمایش، از رویکرد رجحان بیان شده در مدل‌سازی تغییر وسیله سفر افراد از وسیله نقلیه شخصی به سایر طرق، و شناسایی عوامل مؤثر بر آن استفاده شده است.

با این مقدمه، بخش دوم به گردآوری اطلاعات در قالب طرح آزمایش رجحان بیان شده و توضیح نظرسنجی انجام شده می‌پردازد. در بخش سوم مدل‌های پرداخت شده به همراه عوامل مؤثر بر انتخاب گزینه‌ها بررسی می‌شود. در بخش چهارم، سهم مجموعه متغیرهای حمل و نقلی در تغییر وسیله استفاده کنندگان از وسیله شخصی بررسی شده و در بخش پنجم، نتایج و افق‌های ادامه مطالعه ارائه شده است.

## ۲. نمونه مورد مطالعه

در این مطالعه پنج سیاست مدیریت تقاضای حمل و نقل شامل قیمت‌گذاری پارکینگ، افزایش بهای بنزین، قیمت‌گذاری ورودی به محدوده مرکزی شهر، کاهش زمان سفر با سیستم همگانی و کاهش زمان دسترسی به این سیستم برای شهر تهران در نظر گرفته شده است. در گردآوری اطلاعات رجحان بیان شده در طراحی پرسشنامه‌ها، با استفاده از رویکرد طرح کارآء کلیه اثرات متقابل دوتایی علاوه بر اثرات اصلی، در ۳۶ مجموعه انتخاب (سناریو) مدنظر بوده است که به منظور اجتناب از پرسشنامه‌های طولانی، سناریوهای تولید شده در شش گروه پرسشنامه به صورت تصادفی قرار داده شد. هر پرسشنامه دارای شش سناریو و هر سناریو از پنج سطح مربوط به پنج سیاست مورد اشاره تشکیل می‌شد (در مرجع [Habibian, 2011] اطلاعات بیشتری از جزئیات سیاستها و طرح آزمایش این مطالعه ارایه شده است).

حمل و نقلی مورد بررسی را در تغییر رفتار افراد نتیجه گیری کرده اند.

حبیبیان و کرمانشاه در مطالعه‌ای به بررسی اثر ترکیبات سیاستهای مدیریتی حمل و نقل به عنوان بخشی دیگر از متغیرهای مرتبط با حمل و نقل در شهر تهران از دیدگاه دلایل نظری تغییر رفتار حمل و نقلی شهروندان کرده‌اند [Habibian and Kermanshah, In press]. نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که بر اساس مدل‌های به دست آمده برای طبقه‌های مختلف جایگزین سفر با سواری شخصی، تأثیر سیاستها از دیدگاه شهروندان حداکثر ۵۱ درصد و یا بسیار کمتر از آن است. این مطالعه به طور کلی حاکی از تأثیر نسبتاً کم این دسته از متغیرهای حمل و نقلی در رفتار شهروندان است.

بر این اساس، به نظر می‌رسد بخش عمده ای از تفاوت رفتار مسافران با بازتاب رفتاری مورد انتظار سیاست‌گذاران، ناشی از اثر کمتر متغیرهای حمل و نقلی نسبت به متغیرهای اقتصادی-اجتماعی مؤثر بر رفتار شهروندان باشد. چنان که ملاحظه می‌شود، بررسی تأثیر متغیرهای مربوط به حمل و نقل با تمرکز بر بخشی از این متغیرها به طور جداگانه در برخی از مطالعات فوق انجام یافته است.

هدف از این مقاله، انجام بررسی گسترده تر با در نظر گرفتن جنبه‌های بیشتری از خصوصیات سفرهای روزانه به همراه متغیرهای واقعی سیاستهای مدیریتی حمل و نقل به عنوان مجموعه متغیرهای حمل و نقلی است. در مقاله حاضر بیش از ۸۰ متغیر مربوط به حمل و نقل استفاده کنندگان از سواری شخصی شاغل در محدوده مرکزی شهر تهران استفاده شده است. بر این اساس، این مقاله سعی دارد به بررسی دو مقوله زیر بپردازد.

مقوله اول، شناسایی متغیرهای مؤثر بر انتخاب طبقه های جایگزین سفر با وسیله شخصی شهروندان از طریق مدل کردن رفتار تغییر وسیله آنها به واسطه اعمال سیاست‌های مدیریت

## بررسی اثر متغیرهای حمل و نقلی بر تغییر استفاده از شیوه سواری شخصی در سفرهای روزانه

و موتورسیکلت، تعداد افراد دارای گواهینامه در خانواده، ساختار سنی خانوار و سطح تحصیلات فرد گردآوری شد، که برخی از این خصوصیات در جدول ۲ آمده است.

### جدول ۱. خصوصیات حمل و نقلی سفرهای افراد واقع در

#### نمونه مورد مطالعه

متغیر	سطح	تعداد	درصد
زمان شروع اولین سفر	قبل از ۷ صبح	۸۱	۲۸/۱
	از ۷ تا ۸ صبح	۱۰۵	۳۶/۵
	از ۸ تا ۹ صبح	۶۹	۲۳/۹
	از ۹ تا ۱۰ صبح	۳۳	۱۱/۵
زمان سفر منزل تا محل کار	کمتر از ۱۵ دقیقه	۶۹	۲۴/۰
	از ۱۵ تا ۳۰ دقیقه	۷۷	۲۶/۷
	از ۳۰ تا ۶۰ دقیقه	۱۰۶	۳۶/۸
	بیش از ۶۰ دقیقه	۳۶	۱۲/۵
تعداد سفر در طول روز	۲	۱۴۱	۴۸/۹
	۳	۵۰	۱۷/۴
	۴	۵۳	۱۸/۴
	۵+	۴۴	۱۵/۳
	اصلا	۱۶۲	۵۶/۳
	کمتر از ۵۰ درصد	۱۱۲	۳۸/۸
	۵۰ درصد و بیشتر	۱۴	۴/۹
نحوه دسترسی به سیستم همگانی	پایاده روی	۱۷۴	۵۹/۸
	تاکسی	۸۷	۳۰/۲
	رانندگی	۲۹	۱۰/۰
دلیل اصلی استفاده از سواری شخصی	راحتی	۱۶۷	۵۸/۰
	نیاز	۵۶	۱۹/۴
	ضعف همگانی	۶۴	۲۲/۲
	تسهیلات کارفرما	۱	۰/۴

### ۳. مدل‌های انتخاب وسیله

برای تشخیص عوامل اثرگذار بر تغییر وسیله استفاده کنندگان از

پرسشنامه‌ای حاوی اطلاعات رجحان بیان شده در اواسط سال ۱۳۸۸ به صورت مصاحبه حضوری با افراد شاغل در محدوده مرکزی شهر که در سفر صبح خود به محل کار رانندگی می‌کردند، تکمیل شد. در این مطالعه، از اطلاعات حاصل از ۱۴۰۴ سناریوی مربوط به شاغلانی که تغییر وسیله داده بودند، شامل ۲۳۸ مرد (۸۲/۶ درصد) و ۵۰ زن (۱۷/۴ درصد) استفاده شد که به آمار شاغلان شهر تهران نزدیک بود. این نسبت در شهر تهران به ترتیب برابر با ۸۲/۵ درصد و ۱۷/۵ درصد است [Iranian Center of Statistics (ICS), 2009]. در پرسشنامه‌ها اطلاعات حمل و نقلی افراد شامل هدف، زمان شروع و مدت زمان انجام کلیه سفرهای انجام شده در طول روز، نوع و هزینه پارکینگ مورد استفاده، میزان استفاده از بنزین با نرخ آزاد، دلایل استفاده افراد از وسیله نقلیه شخصی و امکان استفاده آنان از سیستم حمل و نقل همگانی ثبت شد. جدول ۱ خلاصه ای از برخی خصوصیات حمل و نقلی مربوط به سفرهای روزانه افراد مورد مصاحبه را نشان می‌دهد. پاسخ این افراد به سناریوهای مختلف در قسمت بعدی پرسشنامه ثبت شد. مصاحبه شونده در هر سناریو به پرسش "اگر در روز مورد نظر تمام تغییرات آن سناریو باهم اتفاق می‌افتاد، شما چگونه به محل کار خود سفر می‌کردید؟" پاسخ می‌داد. به غیر از افرادی که کماکان رانندگی را انتخاب کرده بودند، مصاحبه شونده می‌توانست از بین هفت گزینه، پاسخ خود را انتخاب نماید. این گزینه‌ها شامل: (۱) حمل و نقل همگانی با دسترسی پیاده (W&R)، (۲) حمل و نقل همگانی با دسترسی سواری (D&R)، (۳) حمل و نقل همگانی با دسترسی تاکسی (T&R)، (۴) موتورسیکلت (MC)، (۵) تاکسی با دسترسی سواری شخصی (D&T)، (۶) تاکسی (T) و (۷) تاکسی تلفنی (T-T) بود. در پرسشنامه همچنین به منظور آگاهی از متغیرهای اقتصادی-اجتماعی مربوط به افراد، شامل اطلاعات مربوط به جنسیت، سن، وضعیت تاهل، سطح تحصیلات، موقعیت منزل، مجوز ورود به منطقه مورد مطالعه، مالکیت وسیله شخصی

جدول ۴ آمده است. بر این اساس، طریقه‌های همگانی با دسترسی پیاده و تاکسی به عنوان گزینه‌های متداول تر و طریقه‌های همگانی با دسترسی شخصی و موتورسیکلت با فراوانی کمتری قرار دارند. گزینه‌های همگانی با دسترسی تاکسی، تاکسی تلفنی و تاکسی با دسترسی سواری شخصی نیز با حداقل فراوانی در مرتبه بعدی قرار دارند.<sup>۹</sup>

جدول ۲. خصوصیات اقتصادی-اجتماعی نمونه مورد مطالعه

متغیر	سطح	تعداد	ص
جنسیت	مرد	۲۳۸	۸۲/۶
سن	زن	۵۰	۱۷/۴
	۱۸-۲۹	۱۰۶	۳۶/۹
	۳۰-۳۹	۱۰۹	۳۷/۸
	۴۰-۴۹	۴۳	۱۴/۹
	۵۰-۵۹	۲۴	۸/۳
	+۶۰	۶	۲/۱
تاهل	مجرد	۸۴	۲۹/۲
	متاهل	۲۰۴	۷۰/۸
سطح تحصیلات	کمتر از لیسانس	۱۱۹	۴۱/۳
	لیسانس	۱۰۶	۳۶/۸
	بالتر از لیسانس	۶۳	۲۱/۹
	بلی	۷۲	۲۵/۰
موقع منزل در محدوده مطالعه	خیر	۲۱۶	۷۵/۰
	دارد	۲۱	۷/۳
مجوز ورود به محدوده مطالعه	ندارد	۲۶۷	۹۲/۷
	دارد	۳	۱/۰
بعد خانوار	۱	۳	۱/۰
	۲	۶۹	۲۴/۰
	۳	۱۰۱	۳۵/۱
	۴	۷۱	۲۴/۷
	۵+	۴۴	۱۵/۲
تعداد سواری تحت تملک خانواده	۱	۱۸۵	۶۴/۲
	۲	۷۵	۲۶/۰
	۳+	۲۸	۹/۷
تعداد گواهینامه رانندگی در خانواده	۱	۵۶	۱۹/۴
	۲	۱۴۷	۵۱/۰
	۳	۴۱	۱۴/۲
	۴+	۴۴	۱۵/۳

سواری شخصی به سایر شیوه‌های سفر، رویکرد مدل‌های لوجیت دوگانه<sup>۷</sup> انتخاب شد. در این نوع مدل که صورت کلی آن در رابطه ۱ نشان داده شده است،  $P_n(i)$  بیانگر احتمال انتخاب گزینه  $i$  از میان دو گزینه  $i$  و  $j$ ، برای فرد  $n$  است. مدل لوجیت دوگانه تأثیر جداگانه هر متغیر در انتخاب شیوه مورد نظر را امکان پذیر می‌سازد.

$$P_n(i) = \frac{1}{1 + e^{\beta(X_{jn} - X_{in})}} \quad (۱)$$

در این رابطه، بردار نشان دهنده متغیرهای مشاهده شده گزینه  $i$  برای فرد  $n$ ،  $\beta$  بردار نشان دهنده پارامترهای مدل است. از آنجا که مدل لوجیت از نوع مدل های گسسته می باشند، در فرآیند پرداخت آن از لگاریتم تابع حداکثر درست‌نمایی<sup>۸</sup> مطابق با رابطه (۲) استفاده می‌شود.

$$L(\beta) = \sum_n \sum_{i \in 1,2} (y_{in} \ln(P_n(i))) \quad (۲)$$

در این رابطه  $y_{in}$  متغیر نشان دهنده تمایل به استفاده فرد  $n$  از گزینه  $i$  ام است. در فرآیند پرداخت مدل، اگر فرد  $n$  تمایل به استفاده از گزینه  $i$  را داشته باشد، متغیر وابسته برابر با یک است، و در غیر این صورت صفر است. به این منظور، ابتدا متغیرهای دارای همبستگی با متغیر وابسته، از طریق آزمون همبستگی شناسایی شده و سپس با بیشینه سازی رابطه (۲) از طریق استفاده از نرم‌افزار Nlogit 4.0، مقادیر ضرایب متغیرها ( $\beta$ ) برای مدل های نهایی به دست آمده است. در این رابطه ۱۵۲ متغیر تعریف شد و تأثیر هر یک از آنها در میزان تمایل به هر طریقه سفر بررسی شد. پس از پرداخت مدل ها، گروهی از متغیرها که از اهمیت آماری برخوردار بودند شناسایی شدند، که فهرست این متغیرها به همراه تعریف آنها در جدول ۳ آمده است.

نتایج پرداخت هفت مدل گزینه‌های جایگزین وسیله شخصی در این مطالعه در جدول ۴ نشان داده شده است. تعداد دفعات انتخاب هر طریقه در کل ۱۴۰۴ سناریوی مورد مطالعه که به نوعی نشان دهنده میزان متداول بودن آن طریقه در بین شهروندان است، در

## بررسی اثر متغیرهای حمل‌ونقلی بر تغییر استفاده از شیوه سواری شخصی در سفرهای روزانه

در یک بررسی کلی از نتایج پرداخت مدلها، عوامل تأثیرگذار در انتخاب طریقه‌های مختلف سفر را می‌توان در دو گروه اصلی: مجموعه متغیرهای حمل‌ونقلی (شامل سیاستهای مدیریتی حمل‌ونقل و خصوصیات سفرهای روزانه)، و متغیرهای غیر حمل‌ونقلی (خصوصیات اقتصادی-اجتماعی) دسته بندی کرد. در توضیح نقش این عوامل در مدل‌های انتخاب دوگانه، به دلایلی منطقی اشاره شده، اگرچه می‌توان دلایل دیگری را نیز برای نتایج به دست آمده ارایه کرد. به علاوه، سعی شده است از ورود به جزئیات نقش متغیرهای توصیفی پرهیز شود. در ادامه این بخش، به شرح این دو گروه پرداخته می‌شود.

### ۳-۱ متغیرهای حمل‌ونقلی

با توجه به جدول ۴، نتایج پرداخت مدلها نشانگر آن است که مجموعه متغیرهای مربوط به سیاستها، در تغییر وسیله سفر از سواری شخصی به سایر گزینه‌ها، غیر از تاکسی با دسترسی سواری شخصی، اثرگذارند. سیاست کاهش ۳۰ درصدی زمان سفر حمل‌ونقل همگانی (DPTtime30) موجب افزایش تمایل به حمل‌ونقل همگانی با دسترسی پیاده می‌شود، که مشابه چنین رفتاری در شهر آکلند استرالیا نیز گزارش شده است [O'Fallon et al. 2004]. این سیاست موجب افزایش تمایل به گزینه همگانی با دسترسی تاکسی می‌شود که مطابق انتظار است. از سوی دیگر، اثر همزمان<sup>۱۱</sup> افزایش بهای سوخت و بهبود دسترسی به سیستم‌های همگانی (DDFandA) منجر به افزایش تمایل به سیستم‌های همگانی با دسترسی سواری شخصی می‌شود. به نظر می‌رسد افزایش هزینه بنزین و کوتاه شدن زمان دسترسی به ایستگاه‌های همگانی در استفاده از سواری تا ایستگاه‌های سیستم همگانی مجاور محدوده مرکزی شهر نقش داشته باشد. در شهر ولینگتون نیز افزایش تمایل به حمل‌ونقل همگانی با دسترسی سواری در اثر بهبود دسترسی به سیستم همگانی گزارش شده [O'Fallon et al. 2004] است. از سوی دیگر این سیاست

### جدول ۳. تعریف متغیرهای بکار گرفته شده در مدلها

متغیر	علامت اختصاری
متغیرهای حمل‌ونقلی	
سیاست اخذ هزینه ورودی ۵۰۰۰۰ ریالی به محدوده مطالعه	DCordon5000
سیاست کاهش ۳۰ درصدی زمان سفر همگانی	DPTtime30
اعمال همزمان دو سیاست بهبود دسترسی همگانی و کاهش زمان سفر همگانی	DDT&A
اعمال همزمان دو سیاست قیمت‌گذاری بنزین و بهبود دسترسی همگانی	DDA&F
فاصله منزل تا محل کار	Trip_distance
زمان سفر منزل تا محل کار	Trip_time
احتمال استفاده از بنزین آزاد	Exp_fuel
تعداد سفر روزانه	Ntrips
زنجیره سفر نوع ۱: عدم توقف در مسیر سفر از منزل به محل کار و برگشت	Pattern1
زنجیره سفر نوع ۲: حداقل یک توقف در مسیر سفر از منزل به محل کار و بازگشت	Pattern2
زنجیره سفر نوع ۳: رفتن به محل کاری دیگر پس از کار روزانه	Pattern3
زمان شروع اولین سفر	First_trip_time
احتمال رفتن به محل کار در صورت نبودن وسیله شخصی	Pnocarwk
دسترسی سواره به همگانی (بلی=۱)	PTnwacc
تعداد همراه در سفر اول	First_Nacco
وجود همراه در سفرها (بلی=۱)	Accompany
هزینه پارکینگ پرداخت شده در هفته گذشته	Park_payment
وابستگی سفر روزانه به وسیله شخصی (موافق=۱)	Cardep
استفاده از سواری شخصی به دلیل راحتی (موافق=۱)	Comfort
استفاده از سواری شخصی به دلیل نامناسب بودن سیستم‌های حمل‌ونقل همگانی (موافق=۱)	Poor_PT
متغیرهای اقتصادی-اجتماعی	
مالکیت وسیله شخصی مورد استفاده (بلی=۱)	D_car_own
میزان دسترسی به وسیله نقلیه افراد خانواده (نسبت تعداد وسیله به تعداد گواهینامه)	Car_acc
تعداد موتورسیکلت تحت تملک خانواده	Nmotorcycle
وقوع منزل در محدوده مطالعه (وقوع=۱)	D_home_place
مجوز ورود به محدوده مطالعه (داشتن=۱)	Permission
جنسیت (زن=۱)	Female
سن کمتر از ۳۰ سال	Age <30
سن بین ۳۰ تا ۳۹ سال	Age 30_39
سن بین ۴۰ تا ۴۹ سال	Age 40_49
سابقه شغلی	Job_duration
شغل تمام وقت	Emp_full
تحصیلات لیسانس	Edu: BS
تحصیلات بالاتر از لیسانس	Edu: BS+
وجود فرزند زیر ۱۸ سال در خانواده	D child<=18

میقات حبیبیان، محمد کرمانشاه

ترکیبی، منجر به کاهش تمایل به استفاده از موتورسیکلت نیز می‌شود. سفر با موتورسیکلت و بهبود دسترسی به گزینه‌های همگانی عامل این تأثیر باشد. به نظر می‌رسد که افزایش بهای بنزین به عنوان عامل کاهنده مطلوبیت

جدول ۴. مدل‌های لوجیت دوگانه

تاکسی تلفنی (T_T)	تاکسی (T)	تاکسی یا دسترسی سواری (DandT)	موتورسیکلت (MC)	همگانی یا دسترسی تاکسی (TandR)	همگانی یا دسترسی سواری (DandR)	همگانی یا دسترسی پیاده (WandR)	طریقه جایگزین متغیر
-۱۱/۷۳۲	-۴/۵۹۴	-۱۲/۳۲۳			-۶/۲۰۶	۴/۰۵۱	Constanet
	-۰/۳۴۲*			۰/۶۱۶*		۰/۳۲۶	D PTime30
۱/۰۲۲*							D Cordon 5000
	-۰/۲۸۱*						DD TandA
			-۰/۶۱۵*		۰/۵۹۱		DD FandA
			-۰/۰۵۸				Trip_distance
-۰/۰۵۸		۰/۰۲۴			۰/۰۲۷		Trip_time
۲/۹۵۰						۰/۶۶۵*	Exp_fuel
			-۰/۲۷۱*				Ntrips
	۰/۸۳۶						Pattern1
۱/۵۸۲							Pattern2
			۱/۶۱۲				Pattern3
۰/۰۰۷	۰/۰۰۵	۰/۰۰۷		-۰/۰۱۳		-۰/۰۰۴	First_trip_time
			-۰/۰۲۱				Pncarwk
				۳/۱۵۳	۱/۸۱۰	-۰/۷۰۸	PTnwacc
			-۱/۰۳۳	۰/۶۵۴	-۰/۳۹۶*		First_Nacco
	۰/۹۸۵				-۰/۸۸۶*	-۰/۵۵۸	Accompany
۰/۰۰۰۳*	۰/۰۰۰۲*						Park_payment
			-۲/۳۵۹	۱/۷۰۳			Cardep*car1
						-۱/۸۸۱	Cardep*car2+
			۰/۶۸۳*				Comfort*car2+
۲/۰۷۷	-۰/۶۹۶*						Poor_PT*car2+
۱/۸۸۵							Car_acc
			۲/۴۷۹			-۱/۴۵۸	Nmotorecycle
					-۰/۷۴۹*		D_home_place
			۲/۳۷۹		۱/۰۲۷*	-۰/۷۲۴	Permission
					۲/۶۸۳	-۱/۱۶۳	D_car_own
۱/۴۲۰		۳/۱۴۹		-۱/۵۶۲*			Female
	-۰/۶۲۵		۲/۵۶۴	۳/۱۶۸			Age <30
		۱/۲۵۹		۲/۶۱۸*			Age 30_39
						-۱/۴۳۸	Age40_49
	-۰/۰۳۳		۰/۰۵۴			۰/۰۱۸*	Job_duration
	۰/۷۹۱		-۱/۴۴۶		-۱/۲۴۲		Emp_full
	۰/۵۵۷		-۲/۰۲۵			-۰/۵۶۶	Edu: BS
۱/۶۵۶	۰/۶۳۸	۱/۹۴۵		۱/۳۳۳		-۰/۷۱۲	Edu: BS+
		-۱/۶۱۲	۰/۹۴۸		۰/۶۸۳		D child<=18
۰/۸۶۸	۰/۲۲۹	۰/۸۷۵	۰/۷۷۸	۰/۸۵۳	۰/۶۹۸	۰/۱۶۶	$\rho^2$
۰/۳۱۴	۰/۱۳۷	۰/۳۰۴	۰/۴۳۸	۰/۳۸۲	۰/۳۰۸	۰/۱۲۶	$\rho^2_c$
۰/۸۰۷	۰/۱۰۷	۰/۸۲۱	۰/۶۰۶	۰/۷۶۱	۰/۵۶۴	۰/۰۴۶	$\rho^2_{ms}$
۴۴	۴۵۹	۴۰	۱۱۵	۵۸	۱۳۳	۵۵۵	تعداد سناریوها

متغیرهای حمل و نقل

متغیرهای اقتصادی-اجتماعی

توجه: علامت \* بیانگر سطح معناداری ۵ درصد است. سایر متغیرها در سطح ۱ درصد معنا دارند.



غالب بودن افراد با درآمد بالا نسبت به افراد با سفرهای طولانی تر در استفاده از بنزین با نرخ بازار باشد.

افراد با یک سفر رفت و برگشت بین خانه - کار (Pattern1) ترجیح می دهند از تاکسی در مقایسه با سایر گزینه ها استفاده کنند. این افراد هیچگونه گزینه ترکیبی را بر تاکسی ترجیح نمی دهند، ضمن آنکه تاکسی را جانشین مناسبی برای سواری شخصی می دانند. از سوی دیگر، افرادی که به محل کار دوم (یا سوم) رفت و آمد دارند (Pattern3) از موتورسیکلت استقبال می کنند، که به نظر می رسد با توجه به سفرهای آنها به محل های کار دوم (یا سوم) که به نوعی درآمد پائین آنها را نشان می دهد، سازگار باشد. کسانی که در سفرهای خانه به محل کار توقف های زیادی دارند (Pattern2) تمایل دارند از تاکسی تلفنی در مقایسه با سایر گزینه ها استفاده کنند.

در ادامه بررسی نتایج جدول ۴ می توان به تأثیر ساعت شروع نخستین سفر (First\_trip\_time) بر انتخاب وسیله سفر اشاره کرد. به طور کلی افراد سحرخیز تمایل بیشتری به استفاده از گزینه های همگانی دارند. علامت منفی این متغیر در گزینه های سیستم همگانی با دسترسی های پیاده، و تاکسی به نوعی این تمایل را نشان می دهد. به نظر می رسد، این تمایل ناشی از دسترسی آسان تر به وسایل همگانی در ساعات اولیه روز (به خصوص مترو) و سرعت مناسب این وسایل (اتوبوس) در این ساعتها باشد. از سوی دیگر، کسانی که سفر به محل کار را دیرتر شروع می کنند (احتمالاً مدیران و صاحبان مشاغل پردرآمد) گزینه های پرهزینه تر و بعضاً راحت تری مانند تاکسی تلفنی و ترکیب سواری شخصی و تاکسی را انتخاب می کنند.

دسترسی سواره به حمل و نقل همگانی (PTnwacc) در انتخاب گزینه های ترکیبی همگانی با دسترسی سواری و تاکسی تأثیر مثبت و بر گزینه همگانی با دسترسی پیاده تأثیر منفی دارد. بدیهی است تعریف این متغیر برای سایر گزینه های فاقد سیستم همگانی

نتایج نشان می دهد که هر گونه بهبود در سیستم های همگانی منجر به کاهش تمایل به انتخاب گزینه تاکسی شده است. جدول ۴ نشان می دهد که کاهش ۳۰ درصدی در زمان سفر با سیستم های همگانی (DPTtime30) و نیز بهبود همزمان زمان سفر و دسترسی به این سیستم ها (DDT&A)، از تمایل به انتخاب گزینه تاکسی می کاهد. نتایج همچنین نشان می دهد که سیاست افزایش هزینه ورود به محدوده مرکزی شهر (DCordon5000)، بر تمایل افراد به گزینه تاکسی تلفنی (شامل سرویس محل کار و سرنشین وسیله شخصی) می افزاید. درحقیقت وجود طریقه تاکسی تلفنی به عنوان طریقه ای با سطح خدمتی در حد سواری شخصی<sup>۱۱</sup>، افراد را مجاب می کند تا استفاده از این طریقه را بر پرداخت هزینه ورود با سواری شخصی، به مرکز شهر ترجیح دهند.

فاصله خانه تا محل کار بر انتخاب موتورسیکلت اثر منفی دارد که نتیجه قابل انتظاری است. به علاوه، زمان سفر نیز به عنوان عامل بازدارنده در مدل های انتخاب تاکسی تلفنی ظاهر شده است. بدیهی است با افزایش زمان سفر، هزینه تاکسی تلفنی افزایش خواهد یافت و تمایل به استفاده از این طریقه کاهش می یابد. از طرفی افزایش زمان سفر موجب تمایل به استفاده از سواری شخصی برای دسترسی به سیستم همگانی (D&R) و تاکسی (D&T)، وقتی که هر یک جداگانه با دیگر گزینه ها مقایسه شوند، شده است. به نظر می رسد این مسئله به واسطه عدم دسترسی مناسب ساکنان مناطق حومه ای و شهرک های اقماری اطراف تهران به سیستم های مناسب حمل و نقل همگانی باشد. افراد پر سفر (Ntrips) و آنهایی که مسافت سفر بیشتری را طی می کنند، تمایل چندانی به استفاده از موتورسیکلت ندارند که این امر احتمالاً به واسطه عدم راحتی و ایمنی کم این گزینه باشد. درحالی که استفاده کنندگان از بنزین با نرخ بازار به گزینه همگانی با دسترسی پیاده نیز تمایل نشان داده اند، اساساً تاکسی تلفنی را ترجیح می دهند. این نتیجه می تواند به نوعی نشان دهنده

گروه درآمدی پایین‌تر باشند، تمایل به استفاده از موتورسیکلت نسبت به سایر گزینه‌ها نداشته و استفاده از سیستم همگانی با دسترسی تاکسی را ترجیح می‌دهند. حال آنکه افراد با درآمد بالاتر مطابق انتظار تمایلی به استفاده از سیستم همگانی با دسترسی پیاده ندارند.

### ۲-۳ متغیرهای اقتصادی-اجتماعی

افرادی که مالک وسیله نقلیه مورد استفاده ( $D\_car\_own$ ) هستند، مطابق انتظار تمایل چندانی به استفاده از سیستم‌های همگانی با دسترسی پیاده در مقایسه با سایر گزینه‌ها ندارند. از سوی دیگر، این گونه افراد استفاده از سیستم همگانی با دسترسی وسیله شخصی را نسبت به سایر گزینه‌ها ترجیح می‌دهند، که نتیجه‌ای منطقی است. رانندگان با دسترسی بیشتر به خودرو در خانواده ( $Car\_acc$ )، که می‌تواند به نوعی موقعیت مالی بهتر خانواده را نشان دهد، در صورتی که مجبور به تغییر وسیله نقلیه شخصی خود شوند، بیشترین تمایل را به تاکسی تلفنی در مقایسه با سایر گزینه‌ها نشان داده‌اند. همان‌گونه که انتظار می‌رود، کسانی که در خانواده تعداد موتورسیکلت بیشتری دارند، تمایل بیشتری به استفاده از این وسیله دارند. این گروه تمایل چندانی نسبت به انتخاب سیستم همگانی با دسترسی پیاده در مقایسه با سایر گزینه‌ها ندارند. به نظر می‌رسد بتوان نتیجه گرفت که وجود تعداد بیشتر موتورسیکلت در خانواده به نوعی دسترسی بیشتر به وسیله نقلیه را نشان می‌دهد که در این صورت افراد مجبور به استفاده از سیستم همگانی نخواهند بود. همچنین افرادی که خانه آنها در محدوده ممنوعه مرکز شهر قرار گرفته چون امکان استفاده از پارک سوار را ندارند، بالطبع تمایل کمتری به انتخاب سیستم همگانی با دسترسی شخصی نسبت به سایر گزینه‌ها از خود نشان داده‌اند (علامت منفی متغیر موقعیت منزل ( $D\_home\_place$ ) در مدل همگانی با دسترسی سواری شخصی).

مورد ندارد و از این‌رو این متغیر توصیفی در بقیه مدل‌ها ظاهر نشده است. وجود همراه موجب می‌شود که افراد تمایل کمتری به استفاده از حمل‌ونقل همگانی با دسترسی پیاده یا سواری، در مقایسه با هریک از این طریقه‌های سفر با سایر گزینه‌ها داشته باشند. این افراد در بین تمام گزینه‌ها، تاکسی را به عنوان گزینه مطلوب انتخاب کرده‌اند. تمایل به گزینه ترکیبی همگانی با دسترسی تاکسی در صورت افزایش تعداد همراهان، می‌تواند ناشی از افزایش هزینه انتخاب گزینه تاکسی باشد. علامت مثبت متغیر ( $First\_Nacco$ ) در مدل ( $T\&R$ ) این تمایل را نشان می‌دهد. همچنین افزایش تعداد همراهان موجب کاهش تمایل به استفاده از موتورسیکلت است که درست به نظر می‌رسد.

افرادی که در طول هفته، هزینه پارکینگ بیشتری می‌پردازند، تاکسی و تاکسی تلفنی را به عنوان جایگزین سواری شخصی انتخاب می‌کنند که نتیجه‌ای قابل انتظار است. به نظر می‌رسد که این گونه افراد در استفاده از گزینه‌های با هزینه بیشتر، مشکل چندانی نداشته باشند.

در یک بررسی دقیق از افرادی که در انتخاب وسیله سفر روزانه به عامل راحتی ( $Comfort$ ) اهمیت می‌دادند، ملاحظه شد که درآمد افراد در نقش عامل راحتی بر تغییر وسیله، تعیین‌کننده است. نتایج بعدی پرداخت مدل نشان داد افراد در سطح درآمدی بالاتر، به گزینه موتورسیکلت تمایل دارند. به نظر می‌رسد شاغلان با درآمد بیشتر در محدوده مرکزی شهر تهران، راحتی را در آزادی عملی می‌بینند که موتورسیکلت برای آنها در انتخاب‌هایی نظیر زمان شروع سفر، مسیر سفر و امکان توقف دلخواه در مسیر فراهم می‌سازد. همچنین، شرایط نامناسب سیستم‌های همگانی برای افراد پر درآمد ( $Poor\_PT*Car2+$ )، موجب تمایل آنها به تاکسی تلفنی و دوری آنها از تاکسی می‌شود. این نتایج تا حدودی منطقی به نظر می‌رسد. همچنین افرادی که در ساعات کار، قبل یا بعد از آن، نیاز به وسیله شخصی ( $Cardep$ ) دارند، اگر در

درحالیکه افراد با سابقه شغلی بیشتر (Job-duration) تمایل به سیستم همگانی با دسترسی پیاده روی دارند. به نظر می‌رسد شلوغ بودن سیستم‌های همگانی و در دسترس بودن تاکسی در ساعات اوج تردد، تأثیر عمده‌ای بر رفتار افراد با شغل تمام وقت می‌گذارد. به طور کلی، افراد با سطح تحصیلات لیسانس و بالاتر به طریقه‌های شبه همگانی تمایل بیشتری دارند، درحالی که سایر افراد به گزینه‌های همگانی متمایل ترند. با این وصف این افراد در مقایسه با سایرین، به سیستم همگانی با دسترسی تاکسی (احتمالاً مسافران مترو) نیز تمایل نشان می‌دهند که می‌تواند ناشی از احساس پیچیده تر بودن سیستم مترو برای افراد با سطح سواد کمتر باشد. نتایج نشان می‌دهد که وجود فرزند زیر ۱۸ سال در خانواده بر تمایل افراد به انتخاب گزینه‌های موتورسیکلت و همگانی با دسترسی وسیله شخصی در مقایسه جداگانه هریک با سایر گزینه‌ها تأثیر مثبت دارد و از تمایل به انتخاب تاکسی با دسترسی وسیله شخصی می‌کاهد.

### ۳-۳ اعتبار سنجی مدلها

با توجه به رویکرد تحقیقی این مطالعه که گردآوری اطلاعات وسیعی را در بر نداشته است، در فرآیند مدلسازی این مقاله از تمامی اطلاعات گردآوری شده استفاده شده است و از این رو به منظور سنجش اعتبار مدل‌ها از آزمونهای خوبی برازش استفاده شده است. برای ارزیابی برازش مدل‌های لجیت از شاخص خوبی برازش مطابق با رابطه (۳)، شاخص خوبی برازش سهم بازار مطابق رابطه (۴) و شاخص خوبی برازش نسبت به سهم بازار مطابق رابطه (۵) استفاده می‌شود.

$$\rho^2 = 1 - \frac{L(\beta)}{L(0)} \quad (3)$$

$$\rho^2_{MS} = 1 - \frac{L(C)}{L(0)} \quad (4)$$

$$\rho^2_c = 1 - \frac{L(\beta)}{L(C)} \quad (5)$$

به علاوه، افراد دارای مجوز ورود به محدوده مرکزی شهر (Per-mission)، دسترسی با سواری شخصی به سیستم همگانی را به سایر گزینه‌ها ترجیح می‌دهند. این افراد استفاده از موتورسیکلت را در مقایسه با سایر گزینه‌ها ترجیح می‌دهند، و تمایل چندانی به حمل و نقل همگانی با دسترسی پیاده ندارند. بررسی نتایج مدلها همچنین نشان می‌دهد که زنانی که با خودرو به محل کار خود رانندگی می‌کنند (Female)، تمایل چندانی به حمل و نقل همگانی نداشته، استفاده از گزینه‌های شبه همگانی<sup>۲۱</sup> را ترجیح می‌دهند. به نظر می‌رسد تاکسی تلفنی و تاکسی‌های داخل محدوده مرکزی شهر به سبب برخورداری از ویژگی امنیت مورد نظر زنان نسبت به سایر گزینه‌ها ارجحیت دارند.

زنان حتی در مقایسه با مردان، تمایل کمتری نسبت به گزینه همگانی با دسترسی سواری شخصی دارند. جوان‌ترها در مقایسه با افراد بالای ۴۰ سال تمایل بیشتری به سیستم همگانی با دسترسی تاکسی دارند. شاید این عدم تمایل به سیستم همگانی با دسترسی تاکسی (با احتمال زیاد سیستم مترو) برای افراد مسن تر ناشی از مشکلات دسترسی به سکوها از طریق پله باشد. به نظر می‌رسد علامت منفی مربوط به افراد بالای ۴۰ سال در مدل سیستم همگانی با دسترسی سواری شخصی ناشی از مطلوبیت نسبی استفاده از سواری در این گزینه ترکیبی برای جوان‌ترها باشد. در همین زمینه می‌توان به تمایل کمتر افراد زیر ۳۰ سال به تاکسی نیز اشاره کرد. افراد بین ۱۸ تا ۳۰ سال تمایل بیشتری به موتورسیکلت دارند، که به واسطه توانایی بیشتر آنها در کنترل این طریقه، به نظر منطقی می‌رسد. نتایج همچنین نشان دهنده آن است که افراد بین ۳۰ تا ۴۰ سال استفاده از تاکسی با دسترسی سواری شخصی را نسبت به سایر گزینه‌ها ترجیح می‌دهند. شهروندان شاغل تمام وقت (Emp-full) و افراد با سابقه شغلی کمتر، متمایل تر به استفاده از تاکسی بوده اند. این گروه مایل به استفاده از موتورسیکلت در مقایسه با سایر گزینه‌ها نمی‌باشند،

استفاده شده است [Hauser, 1978]. بر مبنای این روش می‌توان سهم متغیرهای مرتبط با حمل‌ونقل و گستره اثر آنها را به دست آورد. به این منظور از دو روش انتخاب رو به جلو<sup>۴</sup> و حذف رو به عقب<sup>۵</sup> به منظور شناسایی این گستره استفاده شده است. روش حذف رو به عقب و روش انتخاب رو به جلو، حدود این گستره را تامین می‌کند [Raney et al., 2000]. مطابق رابطه (۶)، اثر متغیرهای حمل‌ونقلی در روش انتخاب رو به جلو، از طریق بررسی تفاوت مقدار شاخص خوبی برازش مدل سهم بازار، و شاخص خوبی برازش مدل سهم بازار به همراه این متغیرها، بررسی می‌شود. از سوی دیگر، بر اساس رابطه (۷)، این اثر در روش انتخاب رو به عقب، از طریق بررسی تفاوت مقدار شاخص خوبی برازش مدل نهایی، و مدل نهایی بدون متغیرهای حمل‌ونقلی، انجام می‌گیرد.

$$\Delta\rho_{FW}^2 = \rho_{FW}^2 - \rho_{MS}^2 \quad (۶)$$

$$\Delta\rho_{BW}^2 = \rho^2 - \rho_{BW}^2 \quad (۷)$$

نتایج این روش در جدول ۵ ملاحظه می‌شود. در ردیف‌های اول و دوم به ترتیب شاخص‌های کلی خوبی برازش برای مدل‌های سهم بازار  $\rho_{MS}^2$  و مدل نهایی (ارایه شده در جدول ۴)،  $\rho^2$ ، ملاحظه می‌شود. در ردیف سوم مدل‌های شامل متغیرهای حمل‌ونقلی معنادار به تنهایی حاصل از رویکرد انتخاب رو به جلو،  $\rho^2$  (FW) دیده می‌شود. در ردیف چهارم مدل حاصل از رویکرد حذف رو به عقب بدون متغیرهای حمل‌ونقلی  $\rho^2$  (BW) ملاحظه می‌شود. قابل ذکر است که ردیف‌های سوم و چهارم بر اساس پرداخت مجدد هر یک از مدل‌های هفتگانه با فرضیات مطرح شده انجام گرفته‌اند. مطابق با رابطه (۶)، بهبود شاخص خوبی برازش متغیرهای حمل‌ونقلی معنی‌دار بر اساس روش انتخاب رو به جلو، در سطر پنجم و اعداد متناظر با رابطه (۷) بر مبنای روش حذف رو به عقب، در سطر ششم نشان داده شده است.

در این روابط  $L(0)$ ،  $L(c)$  و  $L(\beta)$  به ترتیب نشان دهنده مقدار تابع حداکثر درست‌نمایی به ازای مقدار صفر، ثابت مدل و کلیه ضرایب مدل است. برازندگی کلی مدل‌ها نشان می‌دهد که مقدار شاخص خوبی برازش آنها،  $\rho^2$ ، از ۰/۱۶۶ برای گزینه حمل‌ونقل همگانی با دسترسی پیاده تا ۰/۸۷۵ برای گزینه رانندگی تا مرز محدوده و استفاده از تاکسی تغییر می‌کند، که نشانگر قابل قبول بودن مدل‌هاست. با این وصف، از آنجا که تمایل بسیار زیاد یا بسیار کم به یک گزینه ممکن است منجر به اثر بیش از حد ثابت مدل و از این رو مقدار قابل توجهی برای این شاخص شود، شاخص خوبی برازش نسبت به سهم بازار، که به آن شاخص مک فدن<sup>۳</sup> نیز گفته می‌شود، در جدول ۴ ارایه شده است. این شاخص میزان خوبی برازش حاصل از متغیرها (بدون در نظر گرفتن اثر ثابت مدل) را نشان می‌دهد. نتایج نشانگر آن است که مقدار این شاخص برای مدل‌های نهایی این مطالعه بین ۰/۱۲۶ تا ۰/۴۳۸ است. مک فدن نشان داد که مقادیر بین ۰/۲ تا ۰/۴ این شاخص بیانگر برازش کامل است، به طوری که می‌توان مقادیر واقع در این بازه را با مقادیر واقع در بازه ۰/۷ تا ۰/۹ در مدل‌های خطی مقایسه کرد [Colombo et al. 2005].

#### ۴. سهم مجموعه متغیرهای حمل‌ونقلی در تغییر وسیله

سهم مجموعه متغیرهای مربوط به حمل‌ونقل در تغییر وسیله افراد شامل ویژگی‌های سفرهای روزانه و ویژگی‌های سیاستهای مدیریتی، نسبت به کل متغیرهای تأثیرگذار بر این امر، مسئله دیگری است که در این مقاله مورد بررسی قرار گرفته است. اگرچه مقادیر شاخص خوبی برازش در برخی از مدل‌های ساخته شده مقادیر بسیار بالایی را نشان می‌دهد، اما از آنجا که این امر می‌تواند به دلیل بسیار کم بودن یا بسیار زیاد بودن تعداد مشاهدات باشد، در این مقاله از روش ارایه شده بر مقدار تابع درست‌نمایی برای بررسی سهم متغیرهای مربوط به سیاستها

ورود به محدوده مرکزی شهر، کاهش زمان سفر با سیستم همگانی و کاهش زمان دسترسی به این سیستم مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج مطالعه نشان می‌دهد که هر دو گروه متغیرهای حمل و نقلی و متغیرهای اقتصادی-اجتماعی بر انتخاب هر یک از طریقه‌های جایگزین استفاده از سواری شخصی اثرگذارند، که به شرح و دلیل این اثرات پرداخته شد.

این مطالعه نشان می‌دهد که بیشترین سهم متغیرهای حمل و نقلی در انتخاب گزینه‌های همگانی با دسترسی پیاده با متوسط ۴۳ درصد و تاکسی با متوسط ۳۱ درصد است. پس از آن، موتورسیکلت با ۱۲ درصد، همگانی با دسترسی‌های شخصی و تاکسی هرکدام با ۱۰ درصد قرار دارند. گزینه‌های تاکسی تلفنی و تاکسی با دسترسی شخصی نیز به ترتیب با پنج درصد و یک درصد در مرتبه بعدی قرار دارند.

بر این اساس می‌توان گفت که تقریباً ارتباط متناظری بین تأثیر متغیرهای حمل و نقلی با میزان رایج بودن استفاده از گزینه‌های غیرشخصی وجود دارد، چراکه تعداد سناریوهایی که در آن‌ها به گزینه‌های غیر شخصی اشاره شده است به نوعی میزان رایج بودن آن‌ها را در جامعه نشان می‌دهد. به نظر می‌رسد سهم خصوصیات حمل و نقلی در گزینه‌های متداول تر، بیشتر بوده و گزینه‌های غیر رایج غالباً بر اساس خصوصیات اقتصادی-اجتماعی انتخاب می‌شوند. با این وصف، انجام مطالعات با نمونه بزرگ‌تر جهت افزایش دقت مدل‌ها قابل پیشنهاد است.

این مطالعه همچنین نشان می‌دهد که به طور کلی نقش متغیرهای حمل و نقلی در جذب افراد به طریقه‌های غیر شخصی در مقایسه با تأثیر خصوصیات اقتصادی-اجتماعی شهروندان کم رنگ تر است، که این مسئله عامل مهمی در برآورده نشدن انتظار سیاست‌گذاران حمل و نقل دارد و لازم است در مطالعات آینده به آنها پرداخته شود.

از سوی دیگر، سهم بیشتر متغیرهای اقتصادی-اجتماعی نسبت

گستره سهم متغیرهای حمل و نقلی در بهبود شاخص خوبی برازش مدلها را می‌توان از نسبت گستره شاخص خوبی برازش در اثر متغیرهای حمل و نقلی مورد نظر به شاخص کلی آن‌ها محاسبه نمود. روابط (۸) و (۹) نحوه محاسبه حدود گستره اثر متغیرهای حمل و نقلی را نشان می‌دهند.

$$BW \text{ bound} = \Delta\rho_{BW}^2/\rho^2 \quad (8)$$

$$FW \text{ bound} = \Delta\rho_{FW}^2/\rho^2 \quad (9)$$

بر این اساس، سطرهای هفتم و هشتم جدول ۵ گستره مورد نظر برای مدل‌های نهایی را نشان می‌دهد.

مطابق سطرهای هفتم و هشتم، متغیرهای حمل و نقلی اهمیت دار در مدل نهایی، حداکثر تأثیری به میزان ۴۵ درصد در انتخاب گزینه‌های حمل و نقل همگانی با دسترسی پیاده و نیز تأثیری حدود ۳۱ درصد در انتخاب گزینه تاکسی دارند. با این وصف در سایر طریقه‌ها میزان تأثیر نسبی متغیرهای حمل و نقلی در حدود ۱۰ درصد است، و گزینه تاکسی تلفنی به طور کلی تأثیر کمتری از خصوصیات حمل و نقلی پذیرفته و عمدتاً تابع خصوصیات اقتصادی-اجتماعی است. به طور کلی جدول ۵ نشان می‌دهد که تأثیر متغیرهای حمل و نقلی بر طریقه‌های مختلف متفاوت است، ضمن آنکه عوامل اقتصادی-اجتماعی، تأثیر بسزایی در انتخاب وسیله افراد می‌گذارند.

## ۵. نتیجه گیری

آنچه در این مقاله آمد، تلاشی در جهت شناسایی میزان اثر متغیرهای حمل و نقلی بر رفتار تغییر وسیله ۲۸۸ نفر از افراد شاغل در محدوده مرکزی شهر تهران است. هفت شیوه حمل و نقل همراه با دلایل و انگیزه‌های استفاده (عدم استفاده) از آنها به جای رانندگی با خودروی شخصی مورد بررسی قرار گرفت. تأثیر پنج سیاست مدیریت تقاضای حمل و نقل شامل، قیمت‌گذاری پارکینگ در محدوده مرکزی شهر، افزایش بهای بنزین، عوارض

- Binary Logit models

- Maximum likelihood function

قابل ذکر است که کم بودن تعداد مشاهدات می تواند در میزان دقت مدل اثرگذار باشد، چنانکه هنشر و همکاران حداقل تعداد ۵۰ مشاهده را در مدل سازی گزینه های انتخاب پیشنهاد نموده اند [Hensher et al., 2005].

از آنجا که در این مطالعه بررسی رابطه میزان رایج بودن گزینه ها با اثر متغیرهای حمل و نقلی نیز مدنظر بوده است و مقادیر شاخص خوبی برازش نسبت به سهم بازار نیز قابل توجه بوده اند، به جای صرف نظر از دو گزینه تاکسی تلفنی (۴۴ مشاهده) و تاکسی با دسترسی سواری (۴۰ مشاهده)، با توجه به اینکه تعداد مشاهدات نیز به مقدار پیشنهادی مورد اشاره نزدیک بوده است، مدل های انتخاب این گزینه ها نیز جهت مقایسه ارایه شده اند.

بر اساس طرح آزمایش این مطالعه، متغیرهای مربوط به سیاست های همزمان به صورت حاصلضربی در مدل وارد شده اند. به علت عدم تنش های ناشی از رانندگی و نیز عدم نیاز به زمانی برای جستجوی پارک این گزینه در مواردی از وسیله شخصی نیز مطلوبیت بیشتری می تواند داشته باشد.

گزینه های شبه همگانی شامل استفاده از تاکسی با دسترسی پیاده یا سواری شخصی، و تاکسی تلفنی است.

- Mc Fadden

- Forward Inclusion (FW)

- Backward Exclusion (BW)

۷. مراجع

-Anon. (2012) "World Data Bank" [Online] Available at: [http://databank.worldbank.org/ddp/html-jsp/QuickViewReport.jsp?RowAxis=WDI\\_Ctry~andColAxis=WDI\\_Time~andPageAxis=WDI\\_](http://databank.worldbank.org/ddp/html-jsp/QuickViewReport.jsp?RowAxis=WDI_Ctry~andColAxis=WDI_Time~andPageAxis=WDI_)

به متغیرهای حمل و نقلی در انتخاب سیاست کارآ برای مدیریت تقاضای حمل و نقل سغره های کاری در محدوده مرکزی شهر تهران قابل تأمل به نظر می رسد. به بیان دیگر این مطالعه به نوعی نشان دهنده آن است که سیاست هایی که به کنترل عوامل اثرگذار بر حمل و نقل می پردازند (مانند سیاست های کنترل مالکیت وسیله نقلیه) ممکن است نقش مؤثرتری نسبت به سیاست هایی چون قیمت گذاری استفاده از تسهیلات و یا بهبود سیستم همگانی در کلانشهرها داشته باشند.

بر این اساس، انجام مطالعات دقیق تر بر این موضوع جهت نتیجه گیری مستدل لازم به نظر می رسد.

همچنین، قابل ذکر است که چون به دلیل هزینه های مترتب بر استفاده از سواری شخصی نظیر زمان هدر شده در ترافیک، زمان جستجوی پارک و مواردی از این قبیل، انتخاب طریقه سفر در کلانشهرها (مانند تهران) تأثیر بیشتری از سطح خدمت طریقه های مختلف سفر می پذیرد، به نظر می رسد تأثیر متغیرهای مربوط به حمل و نقل در یک شهر متوسط یا کوچک به مراتب کمتر از موارد به دست آمده در این مطالعه باشد. از این رو، انجام مطالعات بیشتر در این زمینه نیز قابل پیشنهاد به نظر می رسد.

۶. پی نوشتها

- Land-use density and clustering location efficient development Loukopoulos

- راهکارهای فوق بر اساس دسته بندی ۲۳ راهکار فردی به روش تحلیل عامل بدست آمده است [Mokhtarian et al., 1997].

- برای اطلاع بیشتر در مورد متغیرهای نظری (Subjective variables) در برابر متغیرهای واقعی (Objective variables) به مرجع [Habibian, 2012] مراجعه شود.

- Efficient design

- Eriksson, L., Nordlund, A. M. and Garvill, J. (2010) "Expected car use reduction in response to structural travel demand management measures", *Transportation Research Part F*, 13, pp.329-342.
- Giaoutzi, M. and Daminides, L. (1990) "The Greek transport system and environment", In Button, J.B.a.K. *Transport policy and the environment: Six Case Studies*. London: Earthscan.
- Graham-Rowe, E., Skippon, S., Gardner, B. and Abraham, C. (2011) "Can we reduce car use and, if so, how? A review of available evidence", *Transportation Research Part A*, 45, pp.401-18.
- Habibian, M. (2011) "Designation and assessment of integrated transportation demand management policies", Ph.D Dissertation. Tehran: Sharif University of Technology.
- Habibian, M., (2012) "Exploring the role of TDM policies on car commuters' mode change: Subjective vs. Objective Approach", In Safavi, H.R., ed. *9th International Congress on Civil Engineering*. Isfahan, 2012.
- Habibian, M. and Kermanshah, M. (2011) "Exploring the role of transportation demand management policies' interactions", *Scientia Iranica*, 18(5), pp.1037-44.
- Series~andPageAxisCaption=Series~andRowAxisCaption=Country~andColAxisCaption=Time~andNEW\_REPORT\_SCALE=1andNEW\_REPORT\_PRECISION=0andnewReport=yesandIS\_REPORT\_ [Accessed 22 July 2012].
- Britannica Online Encyclopedia (2012) "Tehran (Iran) : Introduction", [Online] Available at: <http://www.britannica.com/EBchecked/topic/585619/Tehran> [Accessed 21 May 2012].
- Choo, S. and Mokhtarian., P. L. (2007) "Individual response to congestion policies: Modeling consideration of factor-based travel related strategy bundles", In *TRB 86th Annual Meeting Compendium of Papers*. CD-ROM. Washington, D.C., 2007. Transportation Research Board of the National Academies.
- Colombo, S., Hanley, N. and Calatrava-Requena, J. (2005) "Designing policy for reducing the off-farm effects of soil erosion using choice experiments", *Journal of Agricultural Economics*, 56(1), pp.81-95.
- Eriksson, L., Garvill, J. and Nordlund, A.M. (2008) "Acceptability of single and combined transport policy measures: The importance of environmental and policy specific beliefs", *Transportation Research Part A*, 42, pp.1117-1128.



- Litman, T. (2005) "Transportation cost and benefit analysis", [Online] Available at: <http://www.vtpi.org/tca> [Accessed September 25 2006].
- Litman, T. (2013) "Online TDM Encyclopedia", [Online] Available at: <http://www.vtpi.org> [Accessed 2 February 2013].
- Li, J., Walker, J. L. and Srinivasan, S. (2010) "Modeling private car ownership in China: Investigating the impact of urban form across mega-cities", In Proceeding of the 89th Annual Transportation Research Board Meeting, CD-ROM. Washington D.C., 2010.
- Loukopoulos, P. (2005) "Future urban sustainable mobility: Implementing and understanding the impacts of policies designed to reduce private automobile usage", Doctoral dissertation. Gothenburg, Sweden: Goteborg University.
- Mokhtarian, P. L., Raney, E. A. and Salomon, I. (1997) "Behavioral response to congestion: Identifying patterns and socio-economic differences in adoption", *Transport Policy*, 4(3), pp.147-60.
- O'Fallon, C., Sullivan, C. and Hensher, D. A. (2004) "Constraints affecting mode choices by morning car commuters", *Transport Policy*, 11, pp.17-29.
- Raney, E. A., Mokhtarian, P. L. and Salomon, I. (1997) "Behavioral response to congestion: Identifying patterns and socio-economic differences in adoption", *Transport Policy*, 4(3), pp.147-60.
- Habibian, M. and Kermanshah, M. (2012) "Investigating the contribution of transportation demand management policies to car commuters' mode change", *Journal of Transportation Engineering*, 3(3), pp.181-98.
- Habibian, M. and Kermanshah, M. (In press) "Car commuters' mode choice in response to TDM measures: Experimental design approach considering two-way interactions", *Iranian Journal of Science and Technology*.
- Hauser, J. R. (1978) "Testing the accuracy, usefulness, and significance of probabilistic choice models: An information theoretic approach", *Operations Research*, 26(3), pp.406-21.
- Hensher, D. A., Rose, J. M. and Greene, W.H. (2005) "Applied choice analysis, A primer", New York: Cambridge University Press.
- Iranian Center of Statistics (ICS), (2009) "Information of Iranian States", [Online] Available at: <http://www.amar.org.ir/Upload/Modules/Contents/asset16/tehran/tehrpart.html> [Accessed 13 November 2009].
- Jakobsson, C., Fujii, S. and Garling, T. (2000) "Determinants of private car users' acceptance of road pricing", *Transport Policy*, 7(2), pp.153-158.



Research Part A, 43, pp.374-85.

-Viegas, J. (2001) "Making urban road pricing acceptable and effective: searching for quality and equity in urban mobility", *Transport Policy*, 8, pp.289-294.

Vlek, C. and Steg, L. (1996) "Societal reasons, conditions and policy strategies for reducing the use of motor vehicles: A behavioral-science perspective and some empirical data", In *International Conference Towards Sustainable Transportation*. Vancouver, 1996. OECD (1996), *Towards Sustainable Transportation*.

-Wikipedia, the Free Encyclopedia (2012) "List of countries by vehicles per capita", [Online] Available at: [http://en.wikipedia.org/wiki/List\\_of\\_countries\\_by\\_vehicles\\_per\\_capita](http://en.wikipedia.org/wiki/List_of_countries_by_vehicles_per_capita) [Accessed 17 July 2012].

-Zareii, H. (2003) "Evaluation of transportation demand management measures effectiveness in the critical air pollution days", M.Sc. Thesis. Tehran: Sharif University of Technology.

(2000) "Modeling individuals' consideration of strategies to cope with congestion", *Transportation Research Part F*, 3(3), pp.141-65.

-Salomon, I. and Mokhtarian, P. L. (1997) "Coping with congestion: Understanding the gap between policy assumptions and behavior", *Transportation Research D*, 2(2), pp.107-23.

-Schade, J. and Schlag, B. (2003) "Acceptability of urban transport pricing strategies", *Transportation Research F*, 6, pp.45-61.

-Tertoolen, G., Van Kreveld, D. and Verstraten, B. (1998) "Psychological resistance against attempts to reduce private car use", *Transportation Research A*, 32(3), pp.171-81.

-Trading economics (2012) "Passenger cars (per 1;000 people) in Iran", [Online] Available at: <http://www.tradingeconomics.com/iran/passenger-cars-per-1-000-people-wb-data.html> [Accessed 17 July 2012].

-Van Exel, N. J. A. and Rietveld, P. (2009) "Could you also have made this trip by another mode? An investigation of perceived travel possibilities of car and train travellers on the main travel corridors to the city of Amsterdam, The Netherlands", *Transportation*

