

# مدل سازی رفتار انتخاب وسیله کاربران وسایل نقلیه شخصی در قبال اعمال

## سیاست‌های مدیریت تقاضای سفر (مطالعه موردی: شهر یزد)

مهدی فلاح تفتی (مسئول مکاتبات)، استادیار، دانشکده عمران، دانشگاه یزد، یزد، ایران

سلیمان شهبابی، دانش آموخته کارشناسی ارشد، دانشکده عمران، دانشگاه یزد، یزد، ایران

یاسر تقی زاده، دانشجوی دوره دکتری، دانشکده عمران، دانشگاه علم و صنعت ایران، تهران، ایران

E-mail: fallah.tafti@yazd.ac.ir

دریافت: ۱۳۹۴/۱۰/۱۸ پذیرش: ۱۳۹۶/۰۱/۲۰

### چکیده

در جوامع امروزی با رشد جمعیت، افزایش مالکیت و تردد وسایل نقلیه، افزایش عرضه به تنهایی قادر به پاسخگویی نیازهای حمل و نقلی نیست و بایستی از روش‌های مدیریت تقاضا نیز استفاده شود. روش‌های مدیریت تقاضا می‌توانند در قالب سیاست‌های محدودسازی مانند سیاست‌های قیمت‌گذاری محدوده‌ای و قیمت‌گذاری پارکینگ‌های حاشیه‌ای و همچنین در قالب سیاست تشویقی مانند ایجاد سامانه اتوبوس تندرو یا BRT بکار برده شوند. در این مقاله نتایج یک تحقیق در رابطه با بررسی تاثیر بکارگیری هر کدام و یا ترکیبی از سیاست‌های یاد شده بر رفتار انتخاب وسیله نقلیه کاربران برای سفرهای کاری به ویژه زمانی که یک سیستم حمل و نقل عمومی مناسب مانند سامانه اتوبوس تندرو در شهری مانند یزد فراهم شده باشد، ارائه شده است. نمونه آماری مورد نیاز این مطالعه از طریق پرسشنامه‌های تکمیل شده که برای مطالعات امکان سنجی ایجاد سامانه اتوبوس تندرو برای شهر یزد به روش رجحان بیان شده تهیه شده بود، فراهم گردید. در این تحقیق، برای سفرهای با هدف کاری مدل‌های لجیست چندگانه و آشیانه‌ای ساخته شدند نتایج این مدل‌ها نشان داد که از میان سیاست‌های مورد بررسی، بالاترین تاثیر در کاهش سهم استفاده از خودروی شخصی و افزایش سهم اتوبوس تندرو مربوط به سیاست اخذ عوارض عبور و پس از آن سیاست قیمت‌گذاری پارکینگ بوده است. نتایج حاصل از این مدل‌ها همچنین نشان داد که اعمال سیاست‌های مدیریت تقاضا به صورت ترکیبی می‌تواند تاثیر بسزایی در کاهش سهم وسایل نقلیه شخصی و افزایش سهم اتوبوس تندرو داشته باشد.

واژه های کلیدی: سیاست‌های مدیریت تقاضای سفر، مدل انتخاب وسیله، سیستم اتوبوسرانی تندرو، مدل لجیست چندگانه، مدل لجیست آشیانه‌ای.

## ۱. مقدمه

### ۱-۱ کلیات موضوع تحقیق

پیامد رشد جمعیت و افزایش تعداد خودروها در سطح شهرهای دنیا، تراکم ترافیک و تبعات و مشکلات ناشی از آن است که بطور روز افزون در حال گسترش است. این اتفاق علاوه بر اثرات منفی زیست محیطی، باعث نارضایتی شهروندان از وضعیت شبکه معابر شهری می‌گردد. راه حل افزایش عرضه تسهیلات حمل و نقل شخصی برای رفع این مشکلات، علاوه بر داشتن هزینه فراوان سرمایه گذاری، باعث جذب بیشتر خودروهای شخصی به مرکز شهر می‌شود و بنابراین راه حل مناسبی برای مدیریت تقاضای سفر در یک نیست. از آنجا که هدف تمامی مدیران در سطوح عالی، فراهم کردن بیشترین میزان رفاه ممکن با توجه به امکانات موجود است و محدودیت‌های بسیاری در مورد گسترش امکانات و زیر ساخت‌های حمل و نقلی در شهرهای مختلف وجود دارد، استفاده از حداکثر پتانسیل موجود و ساماندهی آن از بهترین راهکارهای برطرف کردن تراکم ترافیک بخصوص در نقاط مرکزی شهرها است. یکی از مهم‌ترین راهکارها برای رسیدن به این هدف استفاده از روش‌های مدیریت سیستم‌های حمل و نقل و مدیریت تقاضاست.

سیاست‌های مدیریتی مطرح شده در این مقاله مشتمل بر دو دسته سیاستها است؛ یکی سیاستهای محدودسازی استفاده از خودروی شخصی و دیگری سیاستهای تشویقی به منظور استفاده بیشتر از حمل و نقل همگانی که به این دو دسته سیاستها، به ترتیب سیاستهای دفعی و سیاستهای جذبی نیز گفته می‌شود. سیاست‌های محدودسازی استفاده از وسایل نقلیه شخصی که در این مقاله بررسی شده‌اند شامل قیمت گذاری محدوده‌ای و قیمت‌گذاری پارک حاشیه‌ای هستند. سیاست تشویقی مطرح شده در این مقاله توسعه حمل و نقل همگانی از طریق ایجاد سامانه اتوبوس تندرو یا بی آر تی<sup>۲</sup> برای شهر است.

برای بررسی میزان تاثیر بکارگیری این سیاستهای ترکیبی، تشخیص داده شد که بهتر است این تحقیق در قالب یک

مطالعه موردی بر روی یکی از شهرهای کشورمان انجام گیرد. در این راستا، شهر یزد با توجه به جایگاه تاریخی، جاذبه‌های توریستی، رونق تجاری و صنعتی، تجمع اماکن و کاربری‌های جاذب سفر در بخشهای مرکزی این شهر، وابستگی خیلی زیاد شهروندان به وسایل نقلیه شخصی و جایگاه ضعیف سیستمهای حمل و نقل عمومی در آن از یک سو و محدودیت عرضه تسهیلات حمل و نقلی، نظیر کمبود خیابان‌های عریض و پارکینگ از سوی دیگر که منجر به ایجاد مشکلات متعدد ترافیکی بویژه در خیابان‌های مرکزی آن شده است، برای این مطالعه موردی انتخاب گردید. چرا که در این شرایط، افزایش عرضه و ایجاد تسهیلات حمل و نقل که همراه با هزینه‌های بسیاری است، چاره ساز نیست و بنابراین باید به سمت سیاست‌های مدیریت تقاضا روی آورد. از ویژگیهای دیگر این شهر، انجام مطالعات طرح جامع حمل و نقل در اواخر دهه ۸۰ شمسی برای آن و آشنائی نویسندگان این مقاله با این شهر بود.

برای ارزیابی سیاست‌های مذکور و رفتار کاربران، از روش رجحان بیان شده<sup>۱</sup> استفاده گردید. به این منظور ترکیب‌های مختلف از اجرای سیاست‌ها در قالب پرسشنامه طراحی و ایجاد شد. سپس از طریق آمارگیری، نظرات مردم برداشت شد. در طی این آمارگیری و پس از پالایش اطلاعات، ۴۰۰ پرسشنامه تکمیل شده بود که با وجود ۴ حالت در هر پرسشنامه، حجم نمونه برابر با ۱۶۰۰ به دست آمد. با استفاده از این داده‌ها، در گام نهایی تاثیر بکارگیری این سیاست‌ها از طریق ساخت مدل-های پیش‌بینی انتخاب وسیله سفر از نوع لوجیت آشیانه‌ای و لوجیت چندگانه بررسی شد که نتایج آن در بخش مربوطه ارائه خواهد شد.

نوآوری این تحقیق، مدل‌سازی رفتار مسافران در رویارویی با سیاست‌های ترکیبی و همزمان مدیریت تقاضای حمل و نقل و پیاده سازی آن در شرایط یک شهر واقعی است. با استفاده از چنین رویکرد نادری، مدلی پیشنهاد شده است که با استفاده از آن می‌توان قبل از اجرای خطوط اتوبوس تندرو در یک شهر، تاثیر اجرای همزمان سیاست‌های محدودسازی تردد وسیله نقلیه شخصی و میزان اثرگذاری آنها را بررسی نمود. از دیگر ویژگی‌های این مطالعه، بررسی میزان اثربخشی سطوح مختلف

## مدل سازی رفتار انتخاب وسیله کاربران وسایل نقلیه شخصی.....

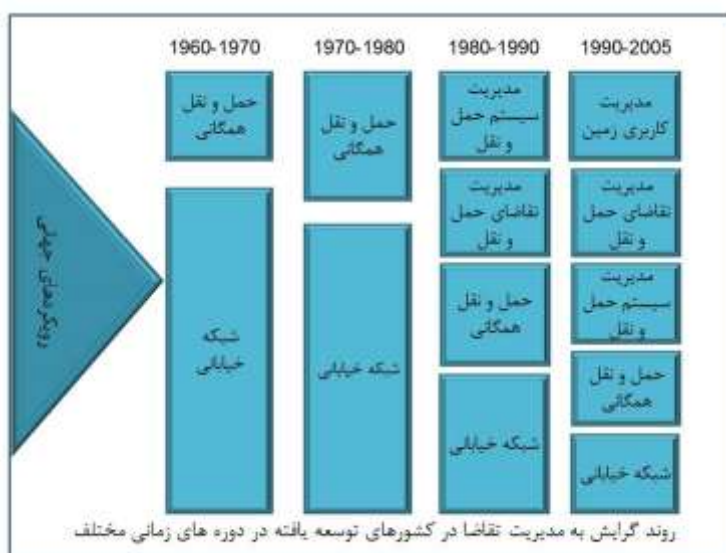
مفاهیم اولیه مدیریت تقاضای سفر از اوایل دهه ۱۹۷۰ میلادی به وجود آمده است؛ در آن زمان هدف از مدیریت تقاضای سفر این بود که برای سفرهای وسایل نقلیه تک‌سرنشین، گزینه‌های مختلفی ارائه شود تا به این ترتیب از تعداد وسایل نقلیه کاسته شده و در مصرف انرژی صرفه جویی گردد. همچنین بهبود کیفیت هوا و کاهش تراکم در ساعات اوج حاصل شود. جایگاه مدیریت تقاضا در کشورهای توسعه یافته در دوره‌های زمانی مختلف در شکل ۱ نشان داده شده است. همانگونه که در این شکل مشاهده می‌گردد، مدیریت تقاضای سفر و سایر موضوعات مرتبط با آن، از سال ۱۹۹۰ به بعد در کشورهای توسعه یافته جهان با اولویت و اهمیت خیلی بیشتری مورد توجه قرار گرفته است. این شکل به وضوح نشان می‌دهد که امروزه موضوعات مدیریتی در برنامه‌ریزی حمل و نقل، جایگزین رویکرد مورد توجه سنتی ایجاد و توسعه شبکه خیابانی در دهه‌های ۶۰ و ۷۰ میلادی شده است [Pisarski, 1996]. خلاصه‌ای از مطالعات انجام شده در زمینه بکارگیری روش‌های مختلف مدیریت تقاضای سفر و اثرات آنها بر بهبود شرایط ترافیکی شهرها و رفتار انتخاب وسیله افراد در جدول ۱ ارائه شده است.

سیاست‌ها در جهت سوق دادن هر چه بیشتر شهروندان به استفاده از حمل و نقل عمومی خصوصاً اتوبوس تندرو است.

ویژگی دیگر این تحقیق، کاربردی بودن مدل‌های حاصله از رویکرد پیشنهادی در آن است. به عنوان نمونه، اجرای مدل‌های ساخته شده برای شهر یزد، اولویت اجرای سیاست‌های محدود کننده به صورت همزمان با احداث خطوط تندرو را مشخص نمود. نتایج نشان داد که بالاترین تاثیر در بین سیاست‌های همزمان با احداث خطوط اتوبوس تندرو، مربوط به سیاست اخذ عوارض و پس از آن سیاست قیمت گذاری پارکینگ بوده است. همچنین با توجه به بالا بودن سهم استفاده از شیوه جایجائی با موتورسیکلت در بسیاری از شهرهای کشورمان منجمله شهر یزد که خود یکی از معضلات ترافیکی این شهرها است، در این مطالعه رفتار موتورسواران در قبال سیاست‌های اعمال شده نیز مورد توجه قرار گرفته است.

## ۲. پیشینه مطالعاتی

### ۲-۱ بررسی روشهای پیشنهادی یا بکار رفته برای مدیریت تقاضای سفر



شکل ۱. جایگاه مدیریت تقاضای سفر در کشورهای توسعه یافته در دوره‌های زمانی مختلف [Pisarski, 1996]

## مهدی فلاح تفتی، سلمان شهابی، یاسر تقی زاده

جدول ۱. مطالعات مرتبط با اعمال راهکارهای مدیریت تقاضا و تاثیر آن‌ها بر انتخاب وسیله سفر

ردیف	خلاصه موضوع مورد مطالعه	خلاصه نتایج مورد مطالعه
۱	نگرش عمومی به شیوه‌های مدیریت تقاضا در شهرهای کمبریج و نیوکاسل انگلیس	در این مطالعات کارآترین و پذیراترین روش برای کاهش وسایل نقلیه شخصی در هر دو شهر، ترکیب دریافت هزینه استفاده کنندگان شبکه و بهبود حمل و نقل همگانی شناسایی شده است [Thorpe and Jaensirisak, 2000].
۲	قیمت گذاری تراکم در شهر لندن از کشور انگلیس	این مطالعات حاکی از کاهش تردد ۶۵۰۰۰ وسیله نقلیه در روز، افزایش ۲۰ درصدی استفاده از اتوبوس، افزایش ۱۷ درصدی سرعت وسایل نقلیه و افزایش ۲۰ درصدی قابلیت اعتماد سفر با حمل و نقل عمومی در پی اجرای طرح قیمت گذاری تراکم بود [Transport for London, 2003].
۳	قیمت گذاری تراکم از نوع پویا در شهر استکهلم کشور سوئد	این مطالعات کاهش ۲۲ درصدی خودروها، افزایش ۶ درصدی استفاده از حمل و نقل عمومی و کاهش ۱۴ درصدی آلاینده‌های زیست محیطی در پی قیمت گذاری تراکم در این شهر را نشان داد [Brundell-Freij, 2005].
۴	پارکینگ‌های حاشیه‌ای و ارتباط آن با تراکم ترافیک در شهر بوستون آمریکا	مشاهده شد که ۳۰ درصد از تراکم ترافیک شهر ناشی از جستجو برای فضای پارک است و میانگین زمان صرف شده برای این موضوع برابر با ۷ الی ۸ دقیقه است که به کل زمان سفر اضافه می‌شود [Arnott, and Inciz, 2006].
۵	تاثیر ترکیب سیاست‌ها بر انتخاب وسیله سفر	نتیجه گرفته شد که برای کاهش سفر با وسیله شخصی به همان میزان که بر بهبود گزینه‌های حمل و نقل تاکید می‌شود باید به سیاست‌های مالی بازدارنده توجه شود [Washbrook et al. 2006].
۶	بررسی تاثیر سیاست‌های مختلف اخذ هزینه بر ترافیک شهری	نتیجه گرفته شد که حساسیت بالا نسبت به سیاست‌های هزینه‌ای، بکارگیری مناسب ترکیب سیاست‌های هزینه‌ای، تسهیلات پارک سوار، ایجاد پارکینگ در مرکز شهر و اخذ عوارض معابر، فواید فردی و اجتماعی بالایی را بدنبال خواهد داشت [Inturri and Ignaccolo, 2011].
۷	بررسی سهم سیاست‌های مدیریتی حمل و نقل بر انتخاب طریقه‌های جایگزین سواری شخصی	نتیجه گرفته شد که سیاست‌های جذبی عمدتاً بر انتخاب طریقه‌های همگانی موثر است و سیاست‌های دفعی بر انتخاب طریقه‌های شبه همگانی موثر است [Habibian and Kermanshah, 2012].
۸	ارزش زمانی کاربران در معابر قیمت-گذاری شده	نتیجه گرفته شد که در صورت وضع مقدار ارزش زمانی فعلی بدست آمده به عنوان عوارض ورود به محدوده در شرایط کنونی، حدود ۴۰ درصد از استفاده کنندگان، وسیله شخصی را برای رفت و آمد انتخاب می‌کنند [Mirbaha et al. 2013].
۹	دلایل استفاده شهروندان تهرانی از سواری شخصی برای سفرهای کاری	نتایج مدل لوجیت دوگانه نشان داد که افراد عمدتاً به واسطه عوامل راحتی، موقعیت منزل، سن و دوربودن ایستگاه‌های حمل و نقل عمومی از محل خانه، از سواری شخصی استفاده می‌کنند [Habibian and Kermanshah, 2013].
۱۰	مدل‌سازی تقاضا تحت شرایط متفاوت سیاست‌های قیمت‌گذاری معابر و پارکینگ	نتایج این مطالعه نشان داد که راننده‌ها به قیمت‌گذاری معابر حساسیت بیشتری نسبت به قیمت‌گذاری پارکینگ دارند. همچنین در بین رانندگان تمایل به پرداخت هزینه‌ی پارکینگ نسبت به عوارض قیمت‌گذاری معابر، بالاتر است [Ahmadi Azari et al. 2013].
۱۱	ارزیابی تقاضا برای اهداف مختلف سفر تحت سناریوهای مختلف قیمت‌گذاری تراکم	نتایج نشان داد که سیاست‌های هزینه‌ای مانند قیمت‌گذاری معابر و پارکینگ، برای سفرهای با هدف غیرکاری موثرتر از سفرهای با هدف کاری است. همچنین افراد با هدف سفرکاری تمایل بیشتری به پرداخت پول برای هزینه پارک و عوارض معابر، نسبت به دیگر اهداف سفر دارند [Ahmadi Azari et al. 2013].

## مدل سازی رفتار انتخاب وسیله کاربران وسایل نقلیه شخصی.....

ردیف	خلاصه موضوع مورد مطالعه	خلاصه نتایج مورد مطالعه
۱۲	قیمت گذاری تراکم و بهبود حمل و نقل همگانی	نتیجه مدل لوجیت چندجمله‌ای نشان داد که قیمت گذاری تراکم در ساعات ۶/۳۰ الی ۹ صبح بیشترین تاثیر را در کاهش استفاده از خودروی شخصی داشته است، همچنین مقبولیت کاهش زمان سفر بیشتر از کاهش فاصله دسترسی به حمل و نقل همگانی است [Fori, 2013].
۱۳	ارزیابی اثرات قیمت‌گذاری تراکم بر رفتار انتخاب طریقه جابجائی سفرهای کاری	بر اساس نتایج مدل‌ها، متغیر هزینه در توابع مطلوبیت تمامی مدها بیشترین مقدار -t test را داشته موثرترین متغیر در انتخاب وسیله بوده است. استفاده کنندگان از خودروی شخصی در صورت افزایش هزینه سفر، تمایل به تغییر طریقه سفر به سمت تاکسی را دارند [Khodadadiyan et al. 2014].
۱۴	تحلیل واکنش کاربران خودروی شخصی نسبت به سیاست‌های مختلف مدیریت تقاضای سفر	نتایج نشان داد که کاهش زمان سفر و افزایش راحتی، در گروه سیاست‌های جذبی و افزایش قیمت سوخت و محدودیت پارک خودرو در گروه سیاست‌های دفعی، بیشترین تاثیرگذاری را بر انتخاب وسیله کاربران خودروی شخصی داشته است [Mansoori et al. 2014].
۱۵	ارزیابی بلند مدت اثر ترکیبی سیاست‌های مدیریت تقاضای حمل و نقل با استفاده از مدل پویایی سیستم	نتایج نشان داد که ترکیب سیاست قیمت‌گذاری پارکینگ همراه با دو سیاست افزایش بهای سوخت و قیمت گذاری ورود به محدوده طرح ترافیک، اثر قابل توجهی در کاهش هزینه‌های تحمیل شده بر جامعه دارد [Ostadi Jafari and Habibian, 2014].

در مطالعاتی که در سالهای گذشته به منظور امکان سنجی و طراحی سامانه اتوبوس تندرو شهر یزد انجام گرفت، نظر شهروندان یزدی در رابطه با طریقه سفر انتخابی آنها در صورت اجرای ترکیبی از سیاستهای مدیریت تقاضا مورد سؤال قرار گرفت. برای این نظر سنجی، از روش رجحان بیان شده استفاده شد که اطلاعات حاصله از آن در مطالعه حاضر مورد استفاده قرار گرفته است [Shabestan Consultants, 2013]. در این بخش کلیاتی از روند نظر سنجی و نتایج حاصله ارائه شده است.

در این نظر سنجی، سیاست‌های پیشنهادی طرح جامع حمل و نقل شهر یزد شامل ایجاد سامانه اتوبوس تندرو، قیمت گذاری ورود به محدوده و قیمت گذاری پارکینگ مورد استفاده قرار گرفتند. حدود متغیرهای قیمتی با بررسی شرایط شهر یزد و شهرهای دیگر در زمان انجام این تحقیق، مانند نرخ‌های پارک حاشیه‌ای، نرخ کرایه تاکسیهای خطی، اتوبوس و تاکسی تلفنی، همچنین حساسیت نشان داده شده توسط مردم این شهر به مبالغ پیشنهادی اولیه که از آمارگیری پایلوت ارزیابی شد، تصمیم گیری و نهائی شده است. شایان ذکر است که تغییر این حدود هیچ خللی در ساختار و مدل‌های اصلی ارائه شده در این مقاله نخواهد داشت

بررسی مطالعات خلاصه شده در جدول ۱ نشان می‌دهد که تاکنون مطالعات زیادی در رابطه با سیاست‌های مدیریت تقاضا در جهان انجام شده‌اند و این مطالعات نشان داده‌اند که بکارگیری سیاست‌های دفعی و جذبی می‌تواند در کاهش تراکم ترافیک و بهبود شرایط سفر و شرایط زیست محیطی موثر باشند. اما این بررسی حاکی از آن است که مطالعاتی که در آن تاثیر بکارگیری ترکیب سیاست‌های دفعی و جذبی توامان با یکدیگر مورد بررسی قرار گرفته باشد به ندرت انجام شده است. همچنین مطالعاتی که در آن بطور مشخص و همزمان تاثیر بکارگیری ترکیب سیاست‌های دفعی قیمت گذاری معابر و قیمت گذاری پارکینگ‌ها یک سو و سیاست جذبی ایجاد سامانه اتوبوس تندرو از سوی دیگر بر رفتار انتخاب وسیله سفر افراد را با در نظر گرفتن ویژگی‌های اقتصادی-اجتماعی و ویژگی‌های سفر آنها و برای اهداف سفر متفاوت مدل سازی شده باشد، مشاهده نشد. بنابراین در مقاله حاضر سعی شده است که با چنین رویکردی به این موضوع پرداخته شود.

## ۲-۲ بررسی نتایج نظرخواهی از شهروندان یزدی کشور ایران

استفاده کرده است یا خیر؟ تنها در صورتی که جواب فرد مثبت بوده، مصاحبه با وی انجام شده است. در پاسخ به همین سوال، طریقه فعلی سفر فرد مورد نظر نیز ثبت شده است. در قسمت دوم این برگه اطلاعات سفر روزانه شهروندان (مبدا سفر، مقصد سفر، هدف سفر و غیره) مورد پرسش قرار گرفته است. در قسمت سوم این برگه اطلاعات شخصی افراد مورد پرسش قرار گرفته است. در قسمت چهارم که خروجی اصلی پرسشنامه است، انتخاب‌های هر فرد وارد شده است، از هر فرد، چهار حالت سوال شده بود که هر حالت در برگیرنده ترکیبی از سیاست‌های مختلف مورد نظر بود.

۳. برگه حالت‌ها: این بخش، بخش اصلی پرسشنامه طراحی شده بود و در آن، ترکیب حالت‌های مختلف سیاست‌های دفعی همزمان با سیاست‌های جذبی ایجاد اتوبوس تندرو از فرد سوال شده بود و فرد پاسخ دهنده طریقه سفر خود را در برخورد با هر یک از این حالت‌های ترکیبی انتخاب نموده است. ۱۶ حالت طراحی شده در قالب چهار بلوک ۴ تایی تقسیم‌بندی شده بودند. بر این اساس، چهار پرسشنامه نوع الف، ب، ج و د طراحی شده بود و در هر پرسشنامه ۴ حالت از فرد مورد نظر سوال شده بود.

قابل ذکر است که در هر یک از حالت‌ها، فرد مورد پرسش یکی از ۷ طریقه جایجائی زیر را برای انجام سفر خود انتخاب نموده است:

۱. اتوبوس تندرو
۲. اتوبوس تندرو با دسترسی سواری شخصی (به این معنی که بخشی از سفر خود را که محدودیت عوارض یا پارکینگ وجود ندارد با سواری شخصی انجام دهد و پس از پارک کردن وسیله نقلیه، ادامه سفر را با اتوبوس تندرو انجام دهد).
۳. اتوبوس تندرو با دسترسی موتورسیکلت
۴. سواری شخصی
۵. موتورسیکلت
۶. تاکسی
۷. سایر طرق (که در این صورت انتخاب مورد نظر فرد، توسط پرسشگر ثبت شده است)

بر این اساس، برای سیاست‌گذاری ورود به محدوده طرح، چهار مقدار صفر، ۲۰۰۰، ۳۰۰۰ و ۵۰۰۰ تومان برای خودروهای شخصی و برای موتورسیکلت‌ها نصف این عوارض در نظر گرفته شدند. برای قیمت‌گذاری پارکینگ به ازای هر ساعت پارک خودروی شخصی مقادیر صفر، ۲۰۰، ۳۰۰ و ۵۰۰ تومان فرض شدند. همانگونه که اشاره شد، در ابتدا مقادیر دیگری برای این سیاستها منظور شده بود که در طی آمارگیری پایلوت مشخص گردید که آن قیمت‌ها برای شهر یزد بالا می‌باشند و بنابراین قیمت‌های نهائی برابر با مقادیر مورد اشاره در نظر گرفته شدند. لازم به ذکر است که موتورسیکلت هزینه پارک ندارد.

شایان ذکر است که برای طراحی پرسشنامه‌ها و ایجاد حالت‌های مختلف از ترکیب سیاستها یا پارامترهای مورد نظر، از نرم‌افزارهای مختلفی استفاده می‌شود که معروف‌ترین آنها نرم‌افزار ساس<sup>۳</sup> است. در مطالعه‌ای که داده‌های لازم برای این پژوهش از آن بدست آمده است نیز از این نرم‌افزار برای استخراج حالت‌های مختلف استفاده شده است.

ترکیب تمامی حالت‌های مورد بررسی برابر با ۳۲ حالت گردید (قیمت عوارض: ۴ مقدار، قیمت پارکینگ: ۴ مقدار و سیاست یکطرفه‌سازی ۲ مقدار). از آنجایی که امکان آوردن تمام این ۳۲ حالت در پرسشنامه‌ها وجود نداشت و گیج‌کننده و غیرقابل پرسش بود، به کمک نرم‌افزار ساس حالت‌های شبیه و نزدیک به هم از ترکیب حالتها حذف شدند و در نهایت ۱۶ حالت باقی ماندند. ۱۶ حالت باقی مانده شامل تمامی ترکیب‌های مناسب و متفاوتی از سیاستهای مورد نظر بودند.

فرم پرسشنامه طراحی شده برای مطالعه مورد اشاره از سه بخش اصلی به شرح زیر تشکیل شده بود:

۱. برگه توضیحات: در این بخش پرسشگر برای آشنایی بیشتر شهروندان با سیاست‌های ذکر شده و اتوبوس تندرو، با کمک گرفتن از عکس‌های گویا و قابل درک، توضیحات لازم را به پاسخ دهندگان ارائه نموده بود.
۲. برگه ورود اطلاعات: این بخش شامل چهار قسمت بود؛ قسمت اول شامل اطلاعات مربوط به پرسشگر، نوع پرسشنامه، تاریخ و مکان پرسشگری بود. در این قسمت یک سوال اساسی از فرد شده که آیا امروز از خودروی شخصی، موتورسیکلت یا تاکسی برای سفر روزانه خود

## مدل سازی رفتار انتخاب وسیله کاربران وسایل نقلیه شخصی.....

اندازه نمونه قابل قبولی برای مدلسازی انتخاب طریقه جابجائی است.

همانطور که قبلاً اشاره شد، در این نظرسنجی از ۴ نوع پرسشنامه الف، ب، ج و د استفاده شده بود که سهم هر یک از آنها در جدول ۲ ارائه شده است. مبنای کار این بوده است که تقریباً سهم تمامی پرسشنامه‌ها یکسان باشد. اطلاعات ارائه شده در این جدول نشان می‌دهد که توزیع نسبتاً یکسانی از پرسشنامه‌ها انجام شده است.

جدول ۲. سهم انواع پرسشنامه‌ها در نظرسنجی

نوع پرسشنامه	فراوانی	درصد فراوانی
الف	۹۸	۲۴
ب	۱۱۵	۲۹
ج	۱۰۱	۲۵
د	۸۶	۲۲
کل	۴۰۰	۱۰۰

همچنین اطلاعاتی چون سهم مشخصات فردی پاسخ‌دهندگان (سن، جنس، تاهل، میزان تحصیلات، شغل، تعداد اعضای خانواده) و اطلاعات سفر پاسخ‌دهندگان (طریقه فعلی سفر، هدف سفر، زمان سفر، امکان دسترسی به حمل و نقل همگانی و ضریب مالکیت خودرو) نیز مورد تحلیل و بررسی قرار گرفتند که در غالب موارد، اطلاعات واصله همخوانی قابل قبولی را با اطلاعات حاصله از طرح جامع حمل و نقل یزد نشان دادند.

### ۳. روش شناسی تحقیق

#### ۳-۱ بررسی مدل‌های انتخاب وسیله سفر لوجیت

مبنای شکل‌گیری بسیاری از مدل‌های انتخاب، نظریه اقتصادی مطلوبیت تصادفی است. در این مدل‌ها فرض شده است که فرد در هنگام انتخاب منطقی تصمیم می‌گیرد و انتخاب او بر اساس مطلوبیت گزینه‌ها که ناشی از ویژگی‌های فرد تصمیم‌گیرنده و شرایط محیطی است صورت می‌گیرد.

همچنین در مطالعه انجام شده گزینه اتوبوس جزء طریقه فعلی سفر مورد بررسی قرار نگرفته و فرض شده است که افرادی که در حال حاضر از گزینه اتوبوس استفاده می‌کنند، با ایجاد سامانه اتوبوس تندرو نیز همچنان از حمل و نقل همگانی (اتوبوس معمولی یا اتوبوس تندرو) استفاده خواهند کرد.

نمونه پرسشنامه‌هایی که به منظور نظرخواهی از شهروندان و با هدف جمع‌آوری اطلاعات و داده‌های مورد نیاز طراحی و مورد استفاده قرار گرفتند، در پیوست مقاله ارائه شده است.

مراحل کلی طراحی فرآیند آمارگیری رجحان بیان شده و اجرای آن شامل آموزش پرسشگران، تعیین و تقسیم بندی محدوده آمارگیری، انجام آمارگیری پایلوت، بررسی مشکلات پرسشگران و تصحیح پرسشنامه‌ها در صورت نیاز و انجام آمارگیری اصلی بوده است. برای محدوده پرسشگری، کریدور اصلی پیشنهادی در مطالعات طرح جامع حمل و نقل شهر یزد برای ایجاد سامانه اتوبوس تندرو انتخاب شده است. این کریدور از میدان ابوذر یزد شروع شده و تا چهار راه شحنه ادامه دارد. این کریدور به ۷ ناحیه تقسیم شده بود و در هر ناحیه ۲ الی ۳ پرسشگر، آمارگیری را انجام داده بودند. مدت زمان آمارگیری سه روز کاری متوالی بوده است. در مجموع ۴۰۹ پرسشنامه برداشت شده بود که در این بین، ۹ پرسشنامه کاملاً مردود تشخیص داده شد. برخی پرسشنامه‌ها نیز قابل اصلاح بودند. کمبود اطلاعات در این پرسشنامه‌ها جزئی بوده و با بررسی اطلاعات ثبت شده در سایر سؤالات، اصلاح شدند. در رابطه با انداز نمونه، تعداد نمونه‌های (پرسشنامه‌ها) تکمیل شده برای این تحقیق از حداقل لازم بیشتر است؛ چراکه مطالعات قبلی نشان داده است که اندازه نمونه ایده آل مورد نیاز به ازای هر طریقه جابجائی قابل انتخاب بایستی بین ۳۰ تا ۵۰ باشد [Ahern and Tapley, 2008; Hensher, 1994].

با توجه به اینکه در این مطالعه ۷ طریقه جابجائی مورد پرسش قرار گرفته‌اند، حداقل اندازه نمونه پاسخنامه‌های مورد نیاز برابر با ۳۵۰ (۷×۵۰) است که از ۴۰۰ پاسخنامه دریافتی کمتر است. همچنین هر فرد برای هر کدام از چهار حالت یا سناریو معرفی شده، یک گزینه شیوه جابجائی را انتخاب نموده است. بدین ترتیب تعداد کل طرق جابجائی انتخاب شده توسط ۴۰۰ فرد آمارگیری شده برابر با ۱۶۰۰ شیوه جابجائی بوده است که



ساختار چند جمله ای



ساختار آشیاانه ای

شکل ۲. انواع ساختار مدل لوجیت

### ۲-۳ متغیرهای بکاررفته در مدل‌های لوجیت سفر

متغیرهایی که به طور مستقیم از سؤالات پرسش‌نامه به دست آمده‌اند و در مدل‌های لوجیت بکار رفته‌اند به همراه سطوح مربوط به هر متغیر و نام به کار رفته برای این متغیرها در نرم‌افزار مدل‌سازی، در جدول ۳ ارائه شده‌اند. این متغیرها در قالب سه بخش معرفی شده‌اند؛ متغیرهای مربوط به سیاست‌ها، متغیرهای مربوط به ویژگی‌های سفر و متغیرهای مربوط به ویژگی‌های افراد سفرکننده (متغیرهای اقتصادی - اجتماعی). شایان ذکر است که یک سری متغیرهای حاصل‌ضربی نیز در مدل‌ها به کار رفته‌اند که این متغیرها در بخش معرفی مدل بکار رفته در آنها، توضیح داده شده‌اند. از بین سیاست‌های دفعی که در مرحله آمارگیری در نظر گرفته شده بودند، سیاست یکطرفه سازی معابر با توجه به اینکه از روش‌های مدیریت تقاضا کنار گذاشته شده است و در مبانی علمی به شدت با تردید به آن نگاه می‌شود، در مرحله مدل‌سازی چشم پوشی گردید.

در این مدل‌ها مطلوبیت گزینه به صورت تابعی از ویژگی‌های آن، مشخصات فرد تصمیم‌گیرنده و شرایط محیطی در نظر گرفته شده است [McFadden, 1974]. این تابع دارای دو بخش معین و تصادفی است و در حالت کلی با رابطه ۱ نمایش داده می‌شود.

$$U_{jq} = V_{jq} + \varepsilon_{jq} \quad (1)$$

که در آن:

$U_{jq}$ : مطلوبیت درک شده انتخاب گزینه  $j$  توسط فرد  $q$ ،

$V_{jq}$ : قسمت قابل اندازه‌گیری مطلوبیت انتخاب گزینه  $j$

توسط فرد  $q$  و

$\varepsilon_{jq}$ : قسمت غیر قابل مشاهده (خطای تصادفی) مدل است.

به این ترتیب می‌توان گفت احتمال این که فرد  $q$  گزینه  $j$  را

انتخاب کند از رابطه ۲ بدست می‌آید:

$$P_{jq} = P(U_{jq} \geq U_{mq}) \quad m \neq j \in C_q \quad (2)$$

که در رابطه فوق  $C_q$  مجموعه گزینه‌های قابل انتخاب

توسط فرد  $q$  است. در صورتی که فرض شود بخش خطای

تصادفی تابع مطلوبیت از توزیع گامبل پیروی می‌کند، تابع

تجمعی منجر به مدل لوجیت می‌شود.

به طور کلی به دو صورت می‌توان مدل‌های لوجیت را به

کار برد: به صورت چندگانه و آشیاانه‌ای (یا سلسله مراتبی). در

مدل‌های چندگانه، وسایل حمل و نقلی در کنار یکدیگر در نظر

گرفته می‌شوند و تمامی آن‌ها به یک نسبت ثابت بر روی

یکدیگر تأثیرگذار خواهند بود، اما در ساختار آشیاانه‌ای وسایل

موجود یک آشیاانه بیشترین تأثیر را بر یکدیگر می‌گذارند و

سیس تأثیر خود را از طریق آشیاانه‌های بالاتر بر سایر آشیاانه‌ها

اعمال می‌نمایند [Koppelman and Bhat, 2006]. شکل ۲

این دو نوع ساختار را نشان می‌دهد.



## مدل سازی رفتار انتخاب وسیله کاربران وسایل نقلیه شخصی.....

جدول ۳. متغیرهای بکاررفته در مدل سازی

نام بکار رفته در مدل	سطوح متغیر	متغیر	نوع متغیرها
TOLLA	*۰،۲،۳،۵	هزینه ورود به محدوده طرح ترافیک برای خودرویی شخصی (هزار تومان)	متغیرهای مربوط به سیاست‌ها
TOLLM	۱، ۱/۵، ۲/۵ *	هزینه ورود به محدوده طرح ترافیک برای موتورسیکلت (هزار تومان)	
PCOST1	۰/۲، ۰/۳، ۰/۵ *	هزینه اخذ شده برای پارکینگ وسایل نقلیه شخصی به ازای هر ساعت (هزار تومان)	متغیرهای مربوط به ویژگی‌های سفر
LNTTIME	۰ - ۳/۶۸۸۹	لگاریتم زمان سفر	
PTIME	۰ - ۱۶	زمان پارک وسیله نقلیه شخصی (ساعت)	وضعیت دسترسی به حمل و نقل همگانی برای افراد
ACCTRADJ	۰ - ۱		
AUTOPRES	۰ - ۱	مد فعلی مورد استفاده خودرویی شخصی است	مدفعلی مورد استفاده موتورسیکلت است
MOTOPRES	۰ - ۱		
CAROWN	۰ - ۱/۳۳۳۳	ضریب مالکیت خودرویی شخصی هر خانوار	وضعیت تاهل افراد (متاهل=۱)
MARADJ	۰ - ۱		
SEXADJ	۰ - ۱	جنسیت افراد (مرد=۱)	تحصیلات زیر دیپلم تا فوق دیپلم
EDU1	۰ - ۱		
EDU2	۰ - ۱	تحصیلات لیسانس	تحصیلات تکمیلی
EDU3	۰ - ۱		
YOUNG	۰ - ۱	سن کمتر و مساوی بیست و چهار سال	سن بین بیست و پنج الی چهل و چهار سال
MIDDLE	۰ - ۱		
ADULT	۰ - ۱	سن بین چهل و پنج الی شصت و چهار سال	سن بالای شصت و پنج سال
AGED	۰ - ۱		
EMPLOYEE	۰ - ۱	شغل کارمند	شغل آزاد
FREEJOB	۰ - ۱		
HIEARNER	۰ - ۱	شغل پردرآمد	شغل دانشجوی
STUDENT	۰ - ۱		
OTHERJOB	۰ - ۱	سایر شغل‌ها	

\* هزینه‌ها مربوط به سال ۱۳۹۱ و بر حسب هزار تومان است.

بررسی تأثیر همزمان سیاست‌ها بر انتخاب وسیله را ممکن ساخته است. در این ساختار، متغیر وابسته یک گزینه منتخب است که در صورت انتخاب، مقدار آن برابر با یک و در غیر این صورت برابر با صفر در نظر گرفته می‌شود.

جهت ساخت مدل انتخاب وسیله از نرم‌افزار ان-لوجیت<sup>۴</sup> استفاده شد. این نرم‌افزار، زیرمجموعه نرم‌افزار لیمدپ<sup>۵</sup> است. نرم‌افزار لیمدپ یک برنامه رایانه‌ای برای تخمین و تحلیل

## ۴. ساخت مدل لوجیت انتخاب وسیله سفر

### ۴-۱ انتخاب نرم افزار

داده‌های حاصل از پرسشنامه‌های رجحان بیان شده، برای تشخیص عوامل تأثیر گذار بر انتخاب وسیله با استفاده از ساختار مدل‌های لوجیت استفاده شد. این نوع مدل‌ها، امکان

کافی مشاهده برای مدل‌سازی برخوردار نبودند، ساخت مدل-های لوجیت جداگانه برای تک تک اهداف سفر میسر نگردید و بنابراین مدل‌سازی انتخاب وسیله تنها برای سفرهای کاری که مهمترین بخش از سفرهای روزانه شهری از حیث تعداد و تمرکز زمان وقوع را تشکیل می‌دهند انجام گرفت. شایان ذکر است که تعداد مشاهدات برای سفر کاری برابر با ۱۲۰۰ مشاهده، سفر خرید و تفریح برابر با ۱۹۲ مشاهده و برای سفرهای انجام امور شخصی و سایر، برابر با ۱۷۲ مشاهده بود. لازم به ذکر است که این تعداد مشاهدات برای هر هدف سفر مطابقت خوبی با درصدهای اهداف سفر شهروندان یزدی در مطالعات طرح جامع حمل و نقل شهر یزد داشت که بیانگر قابل اعتماد بودن و صحت آمارگیری انجام شده است.

در ابتدا ساخت مدل برای هفت گزینه (طریقه جابجائی) انجام شد. اما به دلیل بالا بودن تعداد گزینه‌ها و متغیرها، مدل‌ها به خوبی پرداخت نشدند و مدل‌های مناسب و خوبی حاصل نگردید. بنابراین برای بهتر شدن عملکرد مدل‌ها و کم شدن پیچیدگی‌های فرآیند ساخت مدل‌ها و رسیدن به مدلی با شاخص‌های آماری مناسب، سه گزینه مربوط به اتوبوس تندرو با یکدیگر تجمیع گردیدند و به عنوان یک گزینه در مدل‌ها بکار رفتند و ساخت مدل‌های انتخاب وسیله با پنج گزینه ادامه یافت.

#### ۴-۲ مدل نهایی انتخاب وسیله سفرهای کاری

#### ۴-۲-۱ مدل لوجیت چندگانه برای سفرهای کاری

توابع مطلوبیت مدل نهایی چندگانه برای هدف سفرهای کاری شهر یزد در روابط (۳) الی (۷) ارائه شده اند:

مدل‌های رگرسیونی و نیز مدل‌های دارای متغیرهای وابسته کیفی و یا محدود شده است. نویسنده این برنامه ویلیام اچ. گرین<sup>۶</sup> از اقتصاددانان برجسته دانشگاه نیویورک آمریکا است [Moshiri and Naderi, 2002]. با اضافه شدن ان-لوجیت در نسخه جدید لیمدپ، این نرم‌افزار کامل‌ترین بسته نرم‌افزاری برای مدل‌های لوجیت چندگانه و لوجیت آشیانه‌ای موجود نسبت به دیگر برنامه‌های اقتصادسنجی عمومی است [Econometric Software, 2015].

برای ساخت مدل انتخاب وسیله، ابتدا مدل‌های مناسبی با ساختار لوجیت چندگانه و لوجیت آشیانه‌ای و با استفاده از نرم‌افزاران- لوجیت ساخته شدند. بر روی مدل‌های ساخته شده آزمون‌های آماری t تست، والد تست<sup>۷</sup> و نسبت درست‌نمایی بیشینه<sup>۸</sup> انجام شد. نتایج این آزمون‌های آماری و مقایسه عملکرد این دو نوع مدل نشان داد که مدل لوجیت آشیانه‌ای نسبت به مدل لوجیت چندگانه برتری قابل ملاحظه‌ای ندارد. به عبارت دیگر نتایج نشان داد که رفتار انتخاب وسیله شهروندان یزدی تحت طرق جابجائی معرفی شده از نوع آشیانه‌ای ناست. بنابراین مدل لوجیت چندگانه به عنوان مدل نهایی برای سفرهای کاری انتخاب گردید.

برای نشان دادن این موضوع، در بخش بعد ابتدا مدل لوجیت چند جمله‌ای و سپس مدل آشیانه‌ای ساخته شده برای سفرهای کاری ارائه شده است و از مقایسه آزمون‌های آماری انجام شده بر روی دو مدل، مدل نهایی انتخاب وسیله برای سفرهای کاری معرفی گردیده است.

در بحث پرداخت مدل‌های انتخاب وسیله، ابتدا سعی بر این بود که برای تمامی اهداف سفر، مدل‌های لوجیت جداگانه‌ای ساخته شود، اما بدلیل اینکه بعضی از اهداف سفر از تعداد

$$U(\text{BRT})=2.29644+0.65531 \times \text{MIDDLE}+0.40975 \times \text{LNTTIME}+0.64821 \times \text{ACCTRADJ}+0.28906 \times \text{EMPLOYEE} \quad (۳)$$

$$U(\text{AUTO})=-0.39859+0.57953 \times \text{SEXADJ}-0.55892 \times \text{YOUNG}-0.39652 \times \text{TOLLA}-2.30546 \times \text{PCOST1}+4.29102 \times \text{AUTOPRES}+1.04002 \times \text{CAROWN}+0.60321 \times \text{EDU3} \quad (۴)$$

$$U(\text{MOTOR})=-1.36371-0.85344 \times \text{YOUNG}+1.21668 \times \text{EDU1}+2.50860 \times \text{SEXADJ}-0.68108 \times \text{TOLLM}+2.11509 \times \text{MOTOPRES} \quad (۵)$$

$$U(\text{TAXI})=0.36469-1.66471 \times \text{MIDDLE}+1.23704 \times \text{EDU2} \quad (۶)$$

$$U(\text{OTHER})=1.51527 \times \text{EDU1}+1.90623 \times \text{STUDENT}-0.61704 \times \text{MARADJ} \quad (۷)$$

## مدل سازی رفتار انتخاب وسیله کاربران وسایل نقلیه شخصی.....

پذیرش مدل‌های لجیت است. در ستون آخر جدول مقدار درصد درستی برآورد مدل نهایی که از تقسیم تعداد برآوردهای درست مدل نهایی برای هر گزینه به تعداد مشاهدات مربوط به هر گزینه بدست می‌آید، ارائه شده است. نتایج آزمون‌های انجام شده بیانگر این است که مدل ساخته شده برای سفرهای کاری، مدل مناسب و قابل قبولی است و متغیرهای وارد شده در توابع مطلوبیت نقش بسیار موثری در پرداخت مدل داشته‌اند.

### ۴-۲-۲- مدل لجیت آشیانه‌ای برای سفرهای کاری

ساختار نهایی مدل آشیانه‌ای برای سفر کاری در شکل ۳ نشان داده شده و توابع مطلوبیت مدل نهایی آشیانه‌ای برای سفر کاری در روابط (۸) الی (۱۲) ارائه شده‌اند.

همچنین، نتایج آزمون‌های آماری برای مدل لجیت آشیانه‌ای انتخاب وسیله سفر برای سفرهای کاری در جدول ۵ ارائه شده است. همان‌طور که از نتایج ملاحظه می‌شود نتایج آزمون‌های  $t$  و والدتست برای ساختار آشیانه‌ای موردنظر قابل قبول است و مدل آشیانه‌ای ساخته شده مدل مناسبی است، اما با توجه به رد شدن نتیجه آزمون نسبت درست‌نمایی ملاحظه می‌گردد که مدل لجیت آشیانه‌ای ساخته شده بهتر از مدل نهایی لجیت چندگانه ناست و به همین دلیل مدل لجیت چندگانه برای این هدف سفر به عنوان مدل برتر انتخاب گردیده است.

در جدول ۴ نتایج آزمون‌های آماری برای مدل لجیت چندگانه انتخاب وسیله سفر برای سفرهای کاری ارائه شده است. از راست به چپ در جدول ۴، در ستون دوم جدول مقدار لگاریتم درست‌نمایی بیشینه برای مدلی که تمام توابع مطلوبیت آن برابر با صفر است ارائه شده است. در ستون سوم مقدار لگاریتم درست‌نمایی بیشینه برای مدلی که توابع مطلوبیت آن تنها ثابت ویژه گزینه‌ها را دارد ارائه شده است، در ستون چهارم مقدار لگاریتم درست‌نمایی بیشینه برای مدل نهایی ارائه گردیده است. در ستون‌های پنجم و ششم، مقادیر شاخص خوبی برازش و شاخص خوبی برازش اصلاح شده برای حالتی که مقایسه بین مدل نهایی با مدلی که تمام ضرایب توابع مطلوبیت آن برابر با صفر باشد، ارائه شده است. در ستون‌های هفتم و هشتم، مقادیر شاخص خوبی برازش و شاخص خوبی برازش اصلاح شده برای حالتی که مقایسه بین مدل نهایی با مدلی که در توابع مطلوبیت آن تنها ثابت ویژه گزینه‌ها وجود داشته باشد، ارائه شده است. بر اساس خوبی برازش اصلاح شده ملاحظه می‌گردد که نقش متغیرهای مدل نسبت به مقادیر ثابت آن مقدار قابل توجهی است که حاکی از مناسب بودن برازش مدل‌ها دارد. شاخص مربع رو نشان‌دهنده کارایی کلی مدل است و بطور کلی اگر از  $0/2$  بیشتر باشد، مدل خوبی به حساب می‌آید. شاخص  $\rho^2$  مساوی با  $0/3$  در مدل لجیت، تقریباً معادل با  $R^2$  مساوی با  $0/6$  در مدل‌های رگرسیون خطی است. به طور کلی  $\rho^2$  بین  $0/3$  تا  $0/4$  متناظر با  $R^2$  بین  $0/6$  الی  $0/9$  است که مقدار مناسب و قابل قبولی برای

جدول ۴. آزمون‌های ارزیابی مدل لجیت چندگانه انتخاب وسیله سفرهای کاری

درصد	$\rho^2_{c,adj}$	$\rho^2_c$	$\rho^2_{adj}$	$\rho^2$	LL( $\beta$ )	LL(C)	LL(0)	آزمون
درستی برآورد								
نتیجه آزمون	۰/۲۲۹	۰/۲۳۳	۰/۵۳۷	۰/۵۴۸	-۸۷۳	-۱۱۳۸/۶	-۱۹۳۱/۳	



شكل ۳. ساختار آشيانه‌اي براي سفرهاي كاري

$$U(\text{BRT}) = 3.56901 + 1.54318 \times \text{ACCTRADJ} + 0.14981 \times \text{PTIME} + 1.14240 \times \text{MIDDLE} \quad (8)$$

$$U(\text{AUTO}) = 0.77529 - 1.29470 \times \text{LNTTIME} + 2.13525 \times \text{CAROWN} + 7.77389 \times \text{AUTOPRES} - 1.28327 \times \text{TOLLA} - 4.87429 \times \text{PCOST1} + 3.03871 \times \text{SEXADJ} - 3.00841 \times \text{AGED} + 1.94237 \times \text{EDU3} \quad (9)$$

$$U(\text{MOTOR}) = 0.17578 - 2.19161 \times \text{TOLLM} + 6.70973 \times \text{SEXADJ} + 2.17939 \times \text{FREEJOB} + 1.40891 \times \text{LNTTIM} \quad (10)$$

$$U(\text{TAXI}) = 1.90785 + 1.45455 \times \text{EDU2} - 1.49341 \times \text{MIDDLE} \quad (11)$$

$$U(\text{OTHER}) = -.75129 \times \text{LNTTIME} - 2.31333 \times \text{EMPLOYEE} + 1.13357 \times \text{EDU1} \quad (12)$$

جدول ۵. آزمون‌هاي بررسي مدل لوجيت آشيانه‌اي سفرهاي كاري

قبول يا رد آزمون	آزمون	آشيانه	نوع آزمون
قبول	$4.258 \geq 1.96$	Private	آزمون t
قبول	$2.412 \geq 1.96$	Public	
-	fixed	Other	
قبول	Wald-test = $(0.30329 - 1) / 0.07122 = -9.78 < -1.96$	Private	والد تست
قبول	Wald-test = $(0.35565 - 1) / 0.1474 = -4.37 < -1.96$	Public	
-	fixed	other	
رد	$1.08 < 3.84$		آزمون نسبت درست نمایی، اهمیت (0,05) ≤
	IV*(PRIVATE) = 0.30329	IV(PUBLIC) = 0.35565	IV(OTHER) = FIXED = 1
	LL(β) = -873.54	$\rho^2 = 0.548$	$\rho^2_{\text{c,adj}} = 0.229$
		$\rho^2_{\text{adj}} = 0.534$	$\rho^2_{\text{c}} = 0.233$

درصد درستی برآورد مدل آشيانه‌اي براي سفرهاي كاري برابر است با : ۷۰/۲٪

\* ضريب آشيانه‌اي<sup>۹</sup>

## ۵. سناریوسازی با مدل نهایی انتخاب وسیله

### سفر

در بخش قبلی، مدل‌های انتخاب وسیله ساخته شده و آزمون‌های آماری لازم برای تایید این مدل‌ها ارائه شد. در این بخش، برای آشنایی با کاربرد مدل نهایی انتخاب وسیله ساخته شده برای شرایط مورد بررسی، یک سری سناریوهای متفاوت ساخته شده و احتمال انتخاب وسایل مختلف سفر تحت سناریوهای فرضی ارائه شده‌اند. لازم به ذکر است که در تمامی حالت‌ها، تمامی متغیرهای مرتبط با ویژگی‌های افراد سفر کننده در توابع مطلوبیت مانند سن، شغل، جنسیت، تاهل و غیره برابر با یک فرض شده‌اند.

چیدمان سناریوها به این صورت فرض شده‌اند که ابتدا احتمال انتخاب وسایل سفر در حالتی که هیچ سیاست محدود کننده‌ای برای خودروی شخصی وجود نداشته باشد محاسبه شده است سپس سیاست‌ها به ترتیب سادگی و سهولت در اجرا بصورت تکی و از سطح پایین تا بالای سیاست در نظر گرفته شده‌اند. در نهایت، اعمال سیاست‌ها به صورت ترکیبی در نظر گرفته شده است و احتمال انتخاب وسایل سفر در حالت‌ها و سطوح مختلف محاسبه شده‌اند. در جدول ۶ احتمال انتخاب وسایل سفر تحت سناریوهای فرضی برای سفرهای کاری ارائه گردیده است.

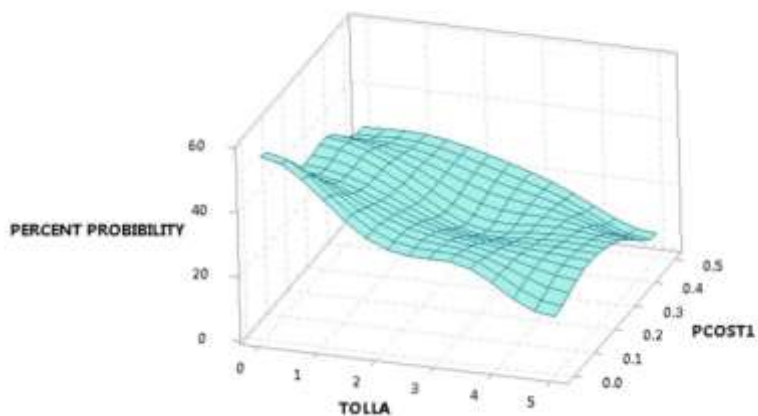
در شکل‌های ۴ و ۵ نمودارهای مرتبط با تاثیر اعمال همزمان سیاست‌های اخذ عوارض و قیمت‌گذاری پارکینگ بر احتمال انتخاب اتوبوس تندرو و خودروی شخصی در سفرهای کاری نشان داده شده است. مقایسه شکل‌های ۴ و ۵ نشان می‌دهد که در رابطه با سفرهای کاری، تاثیر بکارگیری ترکیبی سیاست‌های اخذ عوارض و قیمت‌گذاری پارکینگ بر بالا رفتن احتمال انتخاب اتوبوس تندرو و کاهش احتمال انتخاب خودرو شخصی خیلی بیشتر از حالتی است که این دو سیاست به تنهایی بکار می‌روند و در مقایسه این دو سیاست، تاثیر اخذ عوارض بیشتر است.

بررسی متغیرهای مورد استفاده در توابع مطلوبیت بدست آمده برای مدل نهایی چندگانه برای هدف سفرهای کاری، اطلاعات زیر را بدست می‌دهد:

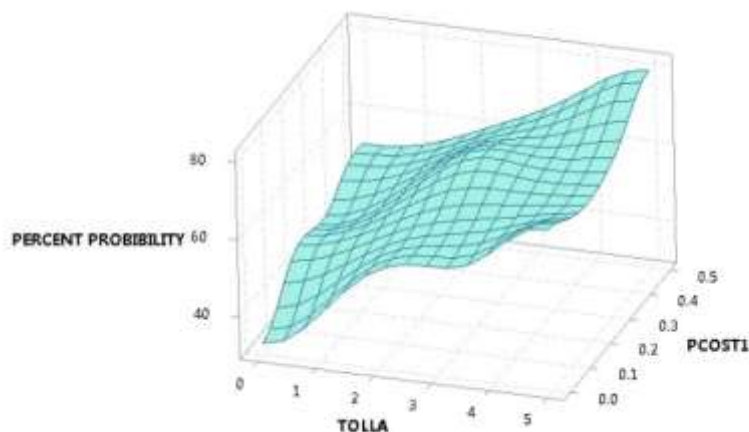
- در تابع مطلوبیت استفاده از اتوبوس تندرو، هیچ یک از متغیرهای عوارض ورود به محدوده طرح ترافیک و هزینه پارکینگ وارد نشده‌اند چراکه این متغیرها خودروهای شخصی را محدود می‌کنند و بنابراین در تابع مطلوبیت اتوبوس تندرو ظاهر نشده‌اند.
- در مقابل، متغیرهای عوارض ورود به محدوده طرح ترافیک و هزینه پارکینگ در تابع مطلوبیت استفاده از خودرو شخصی با علامت منفی ظاهر شده‌اند که حاکی از تاثیر قابل توجه آنها در کاهش مطلوبیت استفاده از خودرو شخصی است و تا حد زیادی قادر خواهند بود تاثیر مثبت متغیرهای ضریب مالکیت خودرو خانوار و مد فعلی مورد استفاده خودرو شخصی را خنثی نمایند.
- متغیر لگاریتم زمان سفر در مدل مطلوبیت استفاده از اتوبوس تندرو با تاثیر مثبت وارد شده است و نشان می‌دهد که مسافری در سفرهای طولانی خود تمایل بیشتری به استفاده از اتوبوس تندرو نشان داده‌اند.
- کسانی که در حال حاضر از موتورسیکلت استفاده می‌نمایند به وضع عوارض ورود به محدوده طرح ترافیک حساسیت نشان داده‌اند و مطلوبیت این مد برای آنها در پی وضع عوارض کاهش خواهد یافت.
- متغیرهای مربوط به سیاست‌های اخذ عوارض و یا هزینه پارکینگ در میزان مطلوبیت استفاده از دو مد استفاده از تاکسی و سایر مدها تاثیر قابل توجهی نداشته‌اند.
- یک یا چند متغیر مربوط به ویژگی‌های افراد سفرکننده در توابع مطلوبیت تمامی مدها وارد شده‌اند.

جدول ۶. احتمال انتخاب وسایل سفر تحت شرایط فرضی برای مدل نهایی سفرهای کاری (%)

حالات فرضی									وسایل انتخابی سفر
۹	۸	۷	۶	۵	۴	۳	۲	۱	
TOLLA=5 PCOST1=0.5 ACCTRA DJ=1 TTIME=2 PTIME=8 CAROW N=1	TOLLA=5 PCOST1=0.5 ACCTRA DJ=1 TTIME=1 PTIME=8 CAROW N=1	TOLLA=3 PCOST1=0.3 ACCTRA DJ=1 TTIME=1 PTIME=8 CAROW N=1	TOLLA=5 PCOST1=0 ACCTRA DJ=1 TTIME=1 PTIME=8 CAROW N=1	TOLLA=3 PCOST1=0 ACCTRA DJ=1 TTIME=1 PTIME=8 CAROW N=1	TOLLA=0 PCOST1=0.5 ACCTRA DJ=1 TTIME=1 PTIME=8 CAROW N=1	TOLLA=0 PCOST1=0.3 ACCTRA DJ=1 TTIME=1 PTIME=8 CAROW N=1	TOLLA=0 PCOST1=0 ACCTRA ADJ=1 TTIME=15 PTIME=8 CAROW N=1	TOLLA=0 PCOST1=0 ACCTRA ADJ=1 TTIME=15 PTIME=8 CAROW N=1	TOLL A=0 PCOST1=0 ACCTRA ADJ=1 TTIME=15 PTIME=8 CAROW N=1 WN=1
۵/۱۳	۶/۲۹	۱۷/۹۸	۱۷/۰۶	۳۰/۰۴	۲۸/۶۱	۳۸/۸۵	۵۵/۹۳	۶۶/۰۲	AUTO
۸۳/۰۴	۸۰/۰۱	۶۷/۵۳	۷۰/۹۲	۵۷/۰۳	۵۱/۸۷	۴۴/۴۲	۳۲/۰۲۷	۱۹/۷۷	BRT
۳/۱۱	۳/۶۹	۶/۱۴	۳/۲۶	۵/۰۲	۱۳/۱۱	۱۱/۲۵	۸/۰۹	۹/۵۵	MOTOR
۰/۴۳	۰/۵۰۸	۰/۴۳	۰/۴۵	۰/۳۶	۰/۳۳	۰/۲۸	۰/۲۰۳	۰/۲۳۴	TAXI
۷/۹۳	۹/۴۱	۷/۹۲	۸/۳۱	۶/۷۴	۶/۰۸	۵/۰۲	۳/۷۵	۴/۴۳	OTHER



شکل ۴. تاثیر اعمال همزمان سیاست‌های اخذ عوارض و هزینه پارکینگ بر احتمال انتخاب خودروی شخصی در سفرهای کاری



شکل ۵. تاثیر اعمال همزمان سیاست‌های اخذ عوارض و هزینه پارکینگ بر احتمال انتخاب اتوبوس تندرو در سفرهای کاری

## ۷. جمع‌بندی و نتیجه‌گیری

نتایج مقایسه مدل‌های لوجیت چندگانه و لوجیت آشیانه‌ای برای تمامی اهداف سفر نشان داد که رفتار انتخاب وسیله شهروندان یزدی تحت طرق جابجائی معرفی شده از نوع آشیانه‌ای نیست. به همین سبب، مدل نهایی برای سفرهای کاری از نوع لوجیت چندگانه انتخاب شد.

نتیجه عمده‌ای که از این مطالعات بدست آمد، یکی امکان اثبات دست‌یابی به مدل‌های ریاضی مناسب است که از طریق آن‌ها می‌توان سهم استفاده از مدهای حمل و نقل شهری انتخاب شده توسط مسافرین شهری را وقتی در معرض سیاست‌های مختلف مدیریت تقاضای حمل و نقلی قرار می‌گیرند را برآورد و یا پیش‌بینی نمود. دستاورد دیگر این تحقیق نشان دادن این مهم بود که از طریق مدل‌های ساخته شده، می‌توان میزان اثربخشی سطوح مختلف سیاست‌ها در جهت سوق دادن هر چه بیشتر شهروندان به استفاده از حمل و نقل عمومی خصوصاً اتوبوس تندرو را برآورد نمود.

در پایان این تحقیق، سناریوهای فرضی مختلفی با توجه به مدل نهایی انتخاب وسیله ساخته شده تعریف و احتمال انتخاب وسایل سفر مختلف در هر یک از سناریوهای فرضی بدست آمد. نتایج بدست آمده از سناریوهای فرضی برای سفرهای کاری در شهر یزد نشان داد در صورتی که هیچکدام از

## ۶. بررسی اثرات حاشیه‌ای سیاست‌ها

اثر حاشیه‌ای به عنوان میزان تغییر در احتمال انتخاب گزینه مورد نظر، به ازای یک واحد تغییر در متغیرهای مربوط به سیاست‌ها تعریف می‌شود. در صورتی که میزان تغییر در احتمال انتخاب برای همان گزینه‌ای که متغیر مربوط به آن تغییر کرده است محاسبه شود، به آن اثر حاشیه‌ای مستقیم گفته می‌شود، و در صورتی که این احتمال برای دیگر گزینه‌ها محاسبه شود به آن اثر حاشیه‌ای عرضی یا متقابل گفته می‌شود [Hensher et al. 2005]. اثرات حاشیه‌ای سیاست‌های مختلف برای دو طریقه سفر اتوبوس تندرو و خودروی شخصی در جدول ۷ ارائه شده است.

جدول ۷. اثر حاشیه‌ای سیاست‌های مورد نظر و تاثیر آن بر

تغییر وسیله حمل و نقل برای سفرهای کاری

متغیر	سطوح متغیر	اتوبوس تندرو	خودروی شخصی
دریافت عوارض از خودروی شخصی	۰	-۰/۱۴۵۵۶	۰/۲۶۹۲
	۲۰۰۰	-۰/۰۳۷۴	۰/۰۶۳۳
	۳۰۰۰	۰/۰۶۹۷	-۰/۱۱۸۹
اخذ هزینه پارکینگ	۰	۰/۱۵۳	-۰/۲۸۵
	۲۰۰	-۰/۰۹۰۲۲	۰/۱۷۳
	۳۰۰	۰/۰۱۴۹	-۰/۰۲۸
	۵۰۰	۰/۰۳۷۱	-۰/۰۶۹۵
	۵۰۰	۰/۰۸	-۰/۱۵۴

## ۹. سپاسگزاری

از شهرداری یزد و مهندسین مشاور شبستان یزد برای در اختیار گذاشتن اطلاعات مربوط به آمارگیری رجحان بیان شده مربوط به مطالعات سیستم حمل و نقل اتوبوس تندرو شهر یزد، سپاسگزاری می‌شود.

## ۱۰. مراجع

- استادی جعفری، مهدی و حبیبیان، میقات (۱۳۹۳) "ارزیابی بلندمدت اثر ترکیبی سیاست‌های مدیریت تقاضای حمل و نقل با استفاده از مدل پویایی سیستم (مطالعه موردی: کلانشهرمشهد)"، فصلنامه علمی پژوهشی مهندسی حمل و نقل، سال ششم، شماره ۱، پاییز ۱۳۹۳، ص ۲۱-۳۴.

- حبیبیان، میقات و کرمانشاه، محمد (۱۳۹۱) "بررسی سهم سیاست‌های مدیریتی حمل و نقل بر انتخاب طریقه‌های جایگزین سواری شخصی در سفرهای کاری روزانه"، فصلنامه علمی پژوهشی مهندسی حمل و نقل، سال سوم، شماره ۳، بهار ۱۳۹۱، ص ۱۸۱-۱۹۷.

- حبیبیان، میقات و کرمانشاه، محمد (۱۳۹۲) "مدل‌سازی دلایل استفاده شهروندان از سواری شخصی در سفرهای کاری به محدوده مرکزی کلانشهر تهران"، فصلنامه علمی پژوهشی مهندسی حمل و نقل، سال چهارم، شماره ۲، زمستان ۱۳۹۱، ص ۱۱۷-۱۳۶.

- خدادادیان، مسعود، آرمان، محمدعلی، محمدی، آرش و عابدینی، مهدی (۱۳۹۳) "ارزیابی اثرات قیمت‌گذاری تراکم بر رفتار انتخاب مد سفرهای کاری در شهر تهران"، چهاردهمین کنفرانس بین‌المللی مهندسی حمل و نقل و ترافیک، تهران، ایران.

- فوری، حمیدرضا (۱۳۹۲) "بررسی اثرات قیمت‌گذاری تراکم و توسعه حمل و نقل همگانی، بر رفتار انتخاب وسیله استفاده کنندگان شبکه"، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران.

سیاست‌های مدیریت تقاضا اعمال نشوند و فقط اتوبوس تندرو ایجاد شده باشد، سهم خودروی شخصی برابر با ۶۶ درصد و سهم اتوبوس تندرو برابر با ۱۹ درصد خواهد بود. در صورت اعمال همزمان سیاست‌های مدیریت تقاضا در بالاترین سطح، سهم استفاده از خودروی شخصی قابل کاهش به ۶ درصد و سهم استفاده از اتوبوس تندرو قابل افزایش تا ۸۰ درصد است هر چند این مقادیر ایده آلی به لحاظ تفاوت رجحان بیان شده و واقعی شهروندان بعید است در عمل کاملاً تحقق یابد. بدین ترتیب نتایج نشان داد که بکارگیری ترکیبی و همزمان سیاست‌های محدودسازی، تاثیر خیلی بیشتری در کاهش سهم استفاده از خودرو شخصی و افزایش استفاده از اتوبوس تندرو می‌تواند داشته باشد. هر چند شدت این تاثیر بر حسب ترکیب سیاست‌های اعمال شده و سطح اعمال هر سیاست متفاوت است.

بررسی اثرات حاشیه‌ای سیاست‌ها در سطوح مختلف بر سفرهای کاری نشان داد که اثر حاشیه‌ای سیاست اخذ عوارض عبور در کاهش سهم استفاده از خودروی شخصی بیشتر از هزینه پارکینگ است.

در مجموع می‌توان نتیجه گرفت که در بین سیاست‌های محدود سازی استفاده از خودروی شخصی، موثرترین سیاست، مربوط به سیاست اخذ عوارض عبور است. پس از آن سیاست قیمت‌گذاری پارکینگ موثر است. در اکثر مطالعات داخلی و خارجی صورت گرفته مرتبط با این موضوع، میزان موثر واقع شدن سیاست‌های محدودسازی استفاده از خودروی شخصی به همین ترتیب بوده است که این خود گواهی بر صحت مطالعه صورت گرفته است.

## ۸. پی‌نوشت‌ها

1. Stated Preference
2. BRT (Bus Rapid Transit)
3. SAS (Statistical Analysis System)
4. NLOGIT 4 (Nested LOGIT model)
5. LIMDEP (LIMited DEpendent variable models)
6. William H. Greene
7. Wald Test
8. Maximum Likelihood Estimation
9. IV (Inclusive Value)



- Hensher, D. A. (1994) "Stated preference analysis of travel choices: The state of practice", *Journal of Transportation*, Vol. 21, No. 2, pp. 107-133.
- Hensher, D. A., Rose, J. M. and Greene, W.H. (2005) "Applied choice analysis: A primer", Cambridge University Press.
- Inturri, G. and Ignaccolo, M. (2011) "Modelling the impact of alternative pricing policies on an urban multimodal traffic corridor", *Journal of Transport Policy*, Vol. 18, No. 6, pp.777-785.
- Koppelman, F. K. and Bhat, C. (2006) "A self instructing course in mode choice modeling: multinomial and nested logit models", Manual Prepared for U.S. Department of Transportation Federal Transit Administration.
- McFadden, D. L. (1974) "Conditional logit analysis of qualitative choice behavior", In *Frontiers in Econometrics*, ed. by P. Zarembka, Wiley, New York.
- Pisarski, A. (1996) "Commuting in America II", *The Second National Report On Commuting Patterns and Trend*, Lansdowne, VA, Eno Transportation Foundation Inc.
- SAS Institute Inc (2016) "SAS Software", Available at [http://www.sas.com/en\\_us/industry/travel-transportation.html](http://www.sas.com/en_us/industry/travel-transportation.html), Accessed date: 2.20.2015
- Seik, T. F. (2000) "An advanced demand management instrument in urban transport: Electronic road pricing in Singapore", *Journal of Cities*, Vol. 17, No. 1, pp. 33-45.
- Thorpe, N., Hills, P. J. and Jaensirisak, S. (2000) "Public attitudes to tdm measures: a comparative study", *Journal of Transport Policy*, Vol. 7, No. 4, pp. 243- 257.
- Transport for London (2003) "Congestion charging: six months on", Published by Transport for London (TFL), UK.
- Washbrook, K., Haider, W. and Jaccard, M. (2006) "Estimating commuter mode choice a discrete choice analysis of the impact of road pricing and parking charges", *Journal of Transportation*, Vol. 33, No. 6, pp. 621-639.
- مشیری، سعید و نادری، مرتضی (۱۳۸۰) "معرفی نرم افزار LIMDEP-7"، فصلنامه پژوهش‌های اقتصادی ایران، سال سوم، شماره ۸، بهار و تابستان ۱۳۸۰، ص ۱۱۵-۱۲۶.
- منصوری، هومن، ابوطالبی اصفهانی، محسن و حق‌شناس، حسین (۱۳۹۳) "تحلیل واکنش کاربران خودرو شخصی نسبت به سیاست‌های مختلف مدیریت تقاضای سفر مطالعه موردی: اصفهان ایران"، چهاردهمین کنفرانس بین‌المللی مهندسی حمل و نقل و ترافیک، تهران، ایران.
- مهندسان مشاور شبستان یزد (۱۳۹۲) "گزارش مطالعات سیستم حمل و نقل اتوبوسرانی تندرو شهر یزد"، شهرداری یزد، معاونت حمل و نقل و ترافیک.
- میربها، بابک، صفارزاده، محمود، سیدابریشمی، سیداحسان و شرافتی پور، سعید (۱۳۹۲) "تعیین ارزش زمانی کاربران شبکه راه در معابر قیمت گذاری شده شهری"، فصلنامه مهندسی حمل و نقل، سال چهارم، شماره ۳، بهار ۱۳۹۲، ص ۲۷۵-۲۹۲.
- Ahern, A. A. and Tapley, N. (2008) "The use of stated preference techniques to model modal choices on interurban trips in Ireland", *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, Vol. 42, No. 1, pp. 15-27.
- Ahmadi Azari, K., Sulisty, A., Hussain, H. and Davoodi, S. R. (2013) "Evaluation of demand for different trip purposes under various congestion pricing scenarios", *Journal of Transport Geography*, Vol. 29, No. 1, pp. 43-51.
- Ahmadi Azari, K., Sulisty, A., Hussain, H. and Riza Atigh, O. R. (2013) "Modelling demand under parking and cordon pricing policy", *Journal of Transport Policy*, Vol. 25, No. 1, pp. 1-9.
- Arnott, R. J. and Inciz, E. (2006) "An integrated model of downtown parking and traffic congestion", *Journal of Urban Economics*, Vol. 60, No. 3, pp. 418-442.
- Brundell-Freij, K. (2005) "Stockholm, congestion charging history, status and future", Lund University, Sweden.
- Econometric Software Inc (2015) "LIMDEP Software", Available at [www.limdep.com](http://www.limdep.com), Accessed at 2.20.2015.

## پیوست - نمونه پرسشنامه مورد استفاده

	مطالعات امکان خطوط BRT در شهر یزد	پنجمین مشاوره
<p>شهر یزد گرامی، با سلام، شهرداری یزد در نظر دارد تا با استفاده از اطلاعات جمع آوری شده توسط این پرسش نامه خدمات اتوبوس تندرو (BRT) را در سطح شهر ایجاد نماید. خواهشمند است با تکمیل این پرسش نامه ما را در جهت خدمات رسانی بیشتر به خودتان یاری نمایید. این پرسش نامه بدون نام بوده و نظرات شما به صورت محرمانه باقی خواهد ماند.</p>		
<b>معرفی BRT</b>		
	<ul style="list-style-type: none"><li>✓ سامانه اتوبوس تندرو یا BRT، یکی از جدیدترین طبقه‌های حمل و نقل عمومی به شمار می‌رود.</li><li>✓ خطوط BRT در مسیرهای اصلی شهر و برای جابه جایی سریع شهروندان احداث می‌شوند.</li><li>✓ BRT در طول مسیر دارای خط ویژه بوده و مسیر آن از سایر وسایل نقلیه مجزا است.</li><li>✓ با توجه به افزایش روز افزون ترافیک در شهر یزد، نیاز به چنین سیستمی احساس می‌شود.</li><li>✓ تجربه استفاده از این سیستم در شهر تهران بسیار موفق بوده است.</li></ul>	
	<ul style="list-style-type: none"><li>✓ زمان انتظار مسافران در ایستگاه‌ها نسبت به اتوبوس معمولی پایین تر است.</li><li>✓ سیستم جمع آوری بلیط هوشمند است.</li><li>✓ مسافران به دلیل طراحی خاص ایستگاه از ایمنی و امنیت بیشتری برخوردار هستند.</li><li>✓ برنامه زمانی اتوبوس‌ها مشخص است و اطلاع رسانی مناسب در این زمینه انجام می‌شود.</li></ul>	
<p>۱- به علت حرکت BRT در مسیر ویژه، سرعت آن در ساعات اوج ترافیک بسیار بیشتر از وسیله نقلیه شخصی خواهد بود.</p> <p>۲- با احداث BRT زمان سفر خودروی های شخصی و موتورسیکلت به دلیل کم شدن عرض سواره رو، بالا خواهد رفت.</p> <p>۳- همچنین پارک حاشیه‌ای در خیابان های باریک مانند خیابان کاشانی حذف خواهد شد.</p>		

بخش توضیحات، صفحه اول



### سياستهای همزمان با اجرای BRT در شهر یزد

#### ۱- محدوده طرح ترافیک

- در این سیاست، **خودروهای شخصی و موتورسیکلت** باید برای ورود به محدوده طرح ترافیک **عوارض** بپردازند.
- این عوارض به صورت روزانه اخذ می شود.



#### ۳- یکطرفه سازی

- به دلیل کاهش عرض خیابان ها در مسیرهای BRT، ممکن است نیاز به یکطرفه سازی برخی معابر باشد.
- لذا تنها مسیر خطوط BRT در این خیابان ها دوطرفه است و برای سایر وسایل مانند خودروی شخصی و موتورسیکلت مسیر یکطرفه خواهد بود.




#### ۲- قیمت گذاری پارکینگ

- در صورت استفاده از وسیله نقلیه شخصی، فرض کنید برای پارک کردن در مقصد خود، باید هزینه پارک حاشیه ای یا ورود به یک فضای پارکینگ را بپردازند.
- این هزینه به صورت ساعتی در نظر گرفته می شود.

بخش توضیحات، صفحه دوم

مهدی فلاح تفتی، سلمان شهابی، یاسر تقی زاده

	مطالعات احداث خطوط BRT در شهر یزد	مهندسین مشاور شبستان
---	-----------------------------------	----------------------

نوع پرسشنامه: .....	شماره پرسشنامه: .....	
نام پرسشگر:	تاریخ پرسشگری: ۹۱/۰۹ / ...	زمان پرسشگری: --: --
مکان پرسشگری: محله: ..... خ. اصلی: ..... خ. فرعی: ..... نام تقاطع، میدان یا ساختمان مشهور: .....		

آیا امروز از خودروی شخصی یا موتورسیکلت یا تاکسی برای سفر روزانه خود استفاده نموده‌اید؟  بله  خیر  (پایان مصاحبه)

در صورتی که پاسخ مثبت است از کدام وسیله استفاده نموده‌اید؟ سواری شخصی  موتورسیکلت  تاکسی

**الف - اطلاعات مربوط به سفر روزانه**

۱) مبدا سفر: محله: ..... خ. اصلی: ..... خ. فرعی: ..... نام تقاطع، میدان یا ساختمان مشهور: .....
۲) مقصد سفر: محله: ..... خ. اصلی: ..... خ. فرعی: ..... نام تقاطع، میدان یا ساختمان مشهور: .....
۳) منظور (هدف) از سفر: کاری <input type="checkbox"/> تحصیلی <input type="checkbox"/> خرید <input type="checkbox"/> تفریح <input type="checkbox"/> کار شخصی <input type="checkbox"/> سایر <input type="checkbox"/>
۴) متوسط زمان سفر شما چقدر است؟ ..... دقیقه
۵) در صورت استفاده از خودروی شخصی، زمان پارک شما در مقصد حدوداً چند ساعت است؟ ..... ساعت
۶) آیا در طول سفر شما (یا قسمتی از آن) امکان استفاده از حمل و نقل همگانی وجود دارد؟ <input type="checkbox"/> بله <input type="checkbox"/> خیر <input type="checkbox"/>

**ب - مشخصات سفرکننده:**

۷) سن: .....	۸) جنسیت: مرد <input type="checkbox"/> زن <input type="checkbox"/>	۹) وضعیت تأهل: مجرد <input type="checkbox"/> متأهل <input type="checkbox"/>
۱۰) میزان تحصیلات: زیر دیپلم <input type="checkbox"/> دیپلم و فوق دیپلم <input type="checkbox"/> لیسانس <input type="checkbox"/> فوق لیسانس/ پزشکی عمومی <input type="checkbox"/> دکتر/ پزشک متخصص <input type="checkbox"/>		
۱۱) شغل: کارمند <input type="checkbox"/> شغل آزاد <input type="checkbox"/> دانشجو <input type="checkbox"/> خانه دار <input type="checkbox"/> بازنشسته <input type="checkbox"/> پزشک <input type="checkbox"/> بیکار <input type="checkbox"/> سایر <input type="checkbox"/>		
۱۲) تعداد اعضای خانواده: .....	۱۳) تعداد خودروهای در مالکیت خانواده: ..... دستگاه	

**ج - انتخاب ها:**

انتخاب	BRT-۱	BRT-۲ یا دسترسی شخصی	BRT-۲ یا دسترسی موتور	۴-سواری شخصی	۵-موتور سیکلت	۶-تاکسی	۷-سایر
حالت اول							
حالت دوم							
حالت سوم							
حالت چهارم							

برگه ورود اطلاعات

## مدل سازی رفتار انتخاب وسیله کاربران وسایل نقلیه شخصی.....



### نوع پرسشنامه: الف

فرض کنید خط BRT در تمامی حالتها احداث شده و وجود دارد. حال با در نظر گرفتن سایر سیاستهای ذکر شده در هر حالت، لطفاً طریقه سفر خود را انتخاب نمایید.

**توجه:** هزینه ورودی موتورسیکلت به محدوده طرح ترافیک (در صورت وجود سیاست) نصف هزینه ورودی خودروی شخصی است.

**حالت اول:** خط BRT احداث شده است. اگر هزینه پارک خودروی شخصی به ازای هر ساعت ۵۰۰ تومان باشد و سیاست یکطرفه‌سازی نیز اجرا شده باشد، در این صورت انتخاب شما برای انجام سفر کدام است؟

BRT	۱	BRT با دسترسی سواری شخصی	۲	BRT با دسترسی موتورسیکلت	۳		
سواری شخصی	۴	موتورسیکلت	۵	تاکسی	۶	سایر :	۷

**حالت دوم:** خط BRT احداث شده است. اگر هزینه ورود خودروهای شخصی به محدوده طرح ترافیک ۵۰۰۰ تومان و هزینه پارک خودروی شخصی به ازای هر ساعت ۵۰۰ تومان باشد، در این صورت انتخاب شما برای انجام سفر کدام است؟

BRT	۱	BRT با دسترسی سواری شخصی	۲	BRT با دسترسی موتورسیکلت	۳		
سواری شخصی	۴	موتورسیکلت	۵	تاکسی	۶	سایر :	۷

**حالت سوم:** خط BRT احداث شده است. اگر هزینه ورود خودروهای شخصی به محدوده طرح ترافیک ۳۰۰۰ تومان باشد، هزینه پارک خودروی شخصی به ازای هر ساعت ۲۰۰ تومان باشد و سیاست یکطرفه‌سازی نیز اجرا شده باشد، در این صورت انتخاب شما برای انجام سفر کدام است؟

BRT	۱	BRT با دسترسی سواری شخصی	۲	BRT با دسترسی موتورسیکلت	۳		
سواری شخصی	۴	موتورسیکلت	۵	تاکسی	۶	سایر :	۷

**حالت چهارم:** خط BRT احداث شده است و سیاست دیگری وجود ندارد. در این صورت انتخاب شما برای انجام سفر کدام است؟

BRT	۱	BRT با دسترسی سواری شخصی	۲	BRT با دسترسی موتورسیکلت	۳		
سواری شخصی	۴	موتورسیکلت	۵	تاکسی	۶	سایر :	۷

نمونه حالت‌ها(الف)



نوع پرسشنامه: ب

فرض کنید خط BRT در تمامی حالتها احداث شده و وجود دارد. حال با در نظر گرفتن سایر سیاستهای ذکر شده در هر حالت، لطفاً طریقه سفر خود را انتخاب نمایید.

توجه: هزینه ورودی موتورسیکلت به محدوده طرح ترافیک (در صورت وجود سیاست) نصف هزینه ورودی خودروی شخصی است.

حالت اول: خط BRT احداث شده است. اگر هزینه ورود خودروهای شخصی به محدوده طرح ترافیک ۳۰۰۰ تومان باشد و سیاست یکطرفه‌سازی نیز اجرا شده باشد، در این صورت انتخاب شما برای انجام سفر کدام است؟

BRT ۱	BRT ۲ با دسترسی سواری شخصی	BRT ۲ با دسترسی موتورسیکلت	BRT ۳
۴ سواری شخصی	۵ موتورسیکلت	۶ تاکسی	۷ سایر : .....

حالت دوم: خط BRT احداث شده است. اگر هزینه ورود خودروهای شخصی به محدوده طرح ترافیک ۲۰۰۰ تومان و هزینه پارک خودروی شخصی به ازای هر ساعت ۳۰۰ تومان باشد، در این صورت انتخاب شما برای انجام سفر کدام است؟

BRT ۱	BRT ۲ با دسترسی سواری شخصی	BRT ۲ با دسترسی موتورسیکلت	BRT ۳
۴ سواری شخصی	۵ موتورسیکلت	۶ تاکسی	۷ سایر : .....

حالت سوم: خط BRT احداث شده است. اگر هزینه ورود خودروهای شخصی به محدوده طرح ترافیک ۵۰۰۰ تومان باشد، هزینه پارک خودروی شخصی به ازای هر ساعت ۲۰۰ تومان باشد و سیاست یکطرفه‌سازی نیز اجرا شده باشد، در این صورت انتخاب شما برای انجام سفر کدام است؟

BRT ۱	BRT ۲ با دسترسی سواری شخصی	BRT ۲ با دسترسی موتورسیکلت	BRT ۳
۴ سواری شخصی	۵ موتورسیکلت	۶ تاکسی	۷ سایر : .....

حالت چهارم: خط BRT احداث شده و سیاست یکطرفه‌سازی نیز اجرا شده باشد. در این صورت انتخاب شما برای انجام سفر کدام است؟

BRT ۱	BRT ۲ با دسترسی سواری شخصی	BRT ۲ با دسترسی موتورسیکلت	BRT ۳
۴ سواری شخصی	۵ موتورسیکلت	۶ تاکسی	۷ سایر : .....

نمونه حالتها(ب)



## مدل سازی رفتار انتخاب وسیله کاربران وسایل نقلیه شخصی.....



مطالعات احداث خطوط BRT در شهر یزد

مهندسین مشاور شبستان

### نوع پرسشنامه: ج

فرض کنید خط BRT در تمامی حالتها احداث شده و وجود دارد. حال با در نظر گرفتن سایر سیاستهای ذکر شده در هر حالت، لطفاً  
طریقه سفر خود را انتخاب نمایید.

**توجه:** هزینه ورودی موتورسیکلت به محدوده طرح ترافیک (در صورت وجود سیاست) نصف هزینه ورودی خودروی شخصی است.

**حالت اول:** خط BRT احداث شده و هزینه ورود خودروهای شخصی به محدوده طرح ترافیک ۵۰۰۰ تومان باشد. در این صورت انتخاب شما برای انجام سفر کدام است؟

BRT	۱	BRT با دسترسی سواری شخصی	۲	BRT با دسترسی موتورسیکلت	۳		
سواری شخصی	۴	موتور سیکلت	۵	تاکسی	۶	سایر : .....	۷

**حالت دوم:** خط BRT احداث شده است. اگر هزینه ورود خودروهای شخصی به محدوده طرح ترافیک ۵۰۰۰ تومان و هزینه پارک خودروی شخصی به ازای هر ساعت ۲۰۰ تومان باشد، در این صورت انتخاب شما برای انجام سفر کدام است؟

BRT	۱	BRT با دسترسی سواری شخصی	۲	BRT با دسترسی موتورسیکلت	۳		
سواری شخصی	۴	موتور سیکلت	۵	تاکسی	۶	سایر : .....	۷

**حالت سوم:** خط BRT احداث شده است. اگر هزینه ورود خودروهای شخصی به محدوده طرح ترافیک ۳۰۰۰ تومان باشد، هزینه پارک خودروی شخصی به ازای هر ساعت ۵۰۰ تومان باشد و سیاست یکطرفه‌سازی نیز اجرا شده باشد. در این صورت انتخاب شما برای انجام سفر کدام است؟

BRT	۱	BRT با دسترسی سواری شخصی	۲	BRT با دسترسی موتورسیکلت	۳		
سواری شخصی	۴	موتور سیکلت	۵	تاکسی	۶	سایر : .....	۷

**حالت چهارم:** خط BRT احداث شده و هزینه پارک خودروی شخصی به ازای هر ساعت ۳۰۰ تومان باشد. در این صورت انتخاب شما برای انجام سفر کدام است؟

BRT	۱	BRT با دسترسی سواری شخصی	۲	BRT با دسترسی موتورسیکلت	۳		
سواری شخصی	۴	موتور سیکلت	۵	تاکسی	۶	سایر : .....	۷

### نمونه حالت‌ها(ج)



نوع پرسشنامه: د

فرض کنید خط BRT در تمامی حالتها احداث شده و وجود دارد. حال با در نظر گرفتن سایر سیاستهای ذکر شده در هر حالت، لطفاً طریقه سفر خود را انتخاب نمایید.

توجه: هزینه ورودی موتورسیکلت به محدوده طرح ترافیک (در صورت وجود سیاست) نصف هزینه ورودی خودرویی شخصی است.

**حالت اول:** خط BRT احداث شده، اگر هزینه پارک خودروی شخصی به ازای هر ساعت ۳۰۰ تومان باشد و سیاست یکطرفه‌سازی نیز اجرا شده باشد، در این صورت انتخاب شما برای انجام سفر کدام است؟

- ۱ BRT     
  ۲ BRT با دسترسی سواری شخصی     
  ۳ BRT با دسترسی موتورسیکلت  
 ۴ سواری شخصی     
  ۵ موتورسیکلت     
  ۶ تاکسی     
  ۷ سایر : .....

**حالت دوم:** خط BRT احداث شده است. اگر هزینه ورود خودروهای شخصی به محدوده طرح ترافیک ۲۰۰۰ تومان و هزینه پارک خودروی شخصی به ازای هر ساعت ۵۰۰ تومان باشد، در این صورت انتخاب شما برای انجام سفر کدام است؟

- ۱ BRT     
  ۲ BRT با دسترسی سواری شخصی     
  ۳ BRT با دسترسی موتورسیکلت  
 ۴ سواری شخصی     
  ۵ موتورسیکلت     
  ۶ تاکسی     
  ۷ سایر : .....

**حالت سوم:** خط BRT احداث شده است. اگر هزینه ورود خودروهای شخصی به محدوده طرح ترافیک ۵۰۰۰ تومان باشد، هزینه پارک خودروی شخصی به ازای هر ساعت ۵۰۰ تومان باشد و سیاست یکطرفه‌سازی نیز اجرا شده باشد، در این صورت انتخاب شما برای انجام سفر کدام است؟

- ۱ BRT     
  ۲ BRT با دسترسی سواری شخصی     
  ۳ BRT با دسترسی موتورسیکلت  
 ۴ سواری شخصی     
  ۵ موتورسیکلت     
  ۶ تاکسی     
  ۷ سایر : .....

**حالت چهارم:** خط BRT احداث شده است و هزینه ورود خودروهای شخصی به محدوده طرح ترافیک ۲۰۰۰ تومان است. در این صورت انتخاب شما برای انجام سفر کدام است؟

- ۱ BRT     
  ۲ BRT با دسترسی سواری شخصی     
  ۳ BRT با دسترسی موتورسیکلت  
 ۴ سواری شخصی     
  ۵ موتورسیکلت     
  ۶ تاکسی     
  ۷ سایر : .....

نمونه حالت‌ها(د)



## مدل سازی رفتار انتخاب وسیله کاربران وسایل نقلیه شخصی.....

مهدی فلاح تفتی، درجه کارشناسی در رشته مهندسی عمران را در سال ۱۳۶۸ از دانشگاه علم و صنعت ایران و درجه کارشناسی ارشد در رشته عمران-راه و ترابری را در سال ۱۳۷۰ از دانشگاه علم و صنعت ایران اخذ نمود. در سال ۱۳۷۹ موفق به کسب درجه دکتری در رشته مهندسی ترافیک از دانشگاه ولز-کاردیف انگلستان گردید. وی در سالهای ۱۳۸۴-۱۳۸۰ به عنوان مشاور ارشد در شرکت مهندسی مشاور اتکینز انگلستان فعالیت نمود. زمینه های پژوهشی مورد علاقه ایشان شبیه سازی ترافیک، سیستمهای هوشمند حمل و نقلی، ایمنی ترافیک، کاربرد تکنیکهای هوش مصنوعی در حمل و نقل، روشهای مدیریت ترافیک و سیستمهای حمل و نقل عمومی بوده و در حال حاضر عضو هیات علمی با مرتبه دانشیار در دانشگاه یزد است



سلمان شهابی، درجه کارشناسی در رشته عمران - عمران را در سال ۱۳۸۹ از دانشگاه آزاد مشهد و درجه کارشناسی ارشد خود در رشته عمران- راه و ترابری را در سال ۱۳۹۴ از دانشگاه یزد اخذ نمود. زمینه های پژوهشی مورد علاقه ایشان در زمینه حمل و نقل و مدیریت تقاضاست.



یاسر تقی زاده، درجه کارشناسی خود در رشته مهندسی عمران را در سال ۱۳۸۷ از دانشگاه صنعتی شریف و درجه کارشناسی ارشد در رشته مهندسی برنامه ریزی حمل و نقل را در سال ۱۳۹۰ از دانشگاه علم و صنعت ایران اخذ نمود. در سال ۱۳۹۲ مقطع دکتری در رشته مهندسی برنامه ریزی حمل و نقل در دانشگاه علم و صنعت را آغاز نموده و هم اکنون در شرف کسب درجه دکتری است. زمینه های پژوهشی مورد علاقه ایشان طراحی و برنامه ریزی سیستم های حمل و نقل همگانی به ویژه اتوبوسرانی شهری، اقتصاد حمل و نقل، قیمت گذاری تراکم و پیاده سازی سیستم ارزیابی عملکرد سیستم های حمل و نقل است.

