ارایه مدلی جهت انتخاب وسیله نقلیه توسط شهروندان در سفرهای درون شهری (مطالعه موردی: کلان شهر تهران منطقه ٦)

مقاله علمی – پژوهشی

فرشاد چایچی نصرتی، دانش آموخته کارشناسی ارشد، گروه مهندسی عمران، دانشگاه آزاد اسلامی واحد ملارد، ملارد، ایران
علی پایدار*، استادیار،گروه مهندسی عمران، دانشگاه آزاد اسلامی واحد ملارد، ملارد، ایران
*پست الکترونیکی نویسنده مسئول: ap.paydar@gmail.com

دریافت: ۱۴۰۱/۰۹/۱۵– پذیرش: ۱۴۰۲/۰٤/۲۸
صفحه ۲۸۰-۲٦۳

چکیده

ترویج استفاده از حمل‌ونقل عمومی به‌جای بهره‌گیری از خودرو شخصی، عملی‌ترین، مؤثرترین و کم‌هزینه‌ترین راه‌حل برای کاهش معضلات ترافیکی درون‌شهری در کشور است تشویق به استفاده شهروندان از وسایل حمل‌ونقل عمومی به‌جای استفاده از خودرو شخصی، مستلزم ایجاد امکانات و تسهیلات مختلفی برای مردم هنگام استفاده از این وسایل نقلیه است. عدم نگرش و توجه کافی به مسائل حمل‌ونقل و ترافیک در کشور به‌ویژه در سال‌های گذشته، هزینه‌ها و خسارت‌های اجتماعی، اقتصادی و زیست‌محیطی فراوانی را بر جای گذاشته است که مهم‌ترین آن‌ها تهدیدهای منابع انرژی، مصرف بالای سوخت ازدیاد تصادفات فوتی و جرحی، آلودگی هوا، ترافیک و صدمات زیست‌محیطی است. بر اساس آمارهای انتشار یافته هر مسافر خودرو شخصی دوازده برابر مسافر اتوبوس سوخت مصرف کرده و پانزده و نیم برابر آلودگی تولید می‌کند. در این پژوهش هدف اصلی بررسی جهت انتخاب وسیله نقلیه توسط شهروندان در سفرهای درون‌شهری (کلان‌شهر تهران منطقه ۶) می‌باشد. برای این منظور با استفاده از یک پرسشنامه به‌گردآوری اطلاعات و به مدل‌سازی پیش‌بینی مد سفر انتخاب شده توسط شهروندان با هدف‌های سفر مختلف پرداخته ایم. نتایج نشان می‌دهد که عموم شهروندان هدفشان از سفر، هدف کاری می‌باشد که اکثریت آنها وسیله نقلیه شخصی را به عنوان مد سفر انتخاب کرده اند. در ادامه برای مدل سازی انتخاب مد سفر توسط شهروندان از مدل رگرسیون لوجستیک برای هر هدف سفر (کاری، تفریحی، تحصیلی، خرید) و مدل شبکه عصبی استفاده شد. با مشاهده R square بدست آمده از مدل‌های لوجستیک و شبکه عصبی دریافت می‌شود که مدل شبکه عصبی مدل مناسبتری برای انتخاب مد سفر می‌باشد. در همین راستا از مدل شبکه عصبی برای پیش‌بینی انتخاب مد سفر استفاده شد. نتایج صحت سنجی در مدل شبکه عصبی نشان از نزدیکی مقدار پیش بینی به مقدار واقعی دارد.

واژه‌های کلیدی: مد سفر، حمل‌ونقل عمومی، رگرسیون لوجستیک، شبکه عصبی

۱- مقدمه

امروزه حمل و نقل با کلیه جنبه‌های زندگی در شهرها در ارتباط می‌باشد. اوقات فراغت، آموزش، تجارت، صنعت و دیگر جنبه‌ها از جمله حوزه‌هایی هستند که جهت پیوند و ارتباط سازنده با یکدیگر و تداوم بخشیدن به چرخه زندگی در شهرها، نیازمند یک شبکه پایدار برای حمل و نقل در شهرها می‌باشند. داشتن رویکرد پایدار در این حوضه مستلزم داشتن تطابق و هماهنگی میان فعالیت‌های انسانی با یک محیط با نشاط و مبری از آلاینده‌ها در کنار حمایت از پویایی و عدالت اقتصادی به همراه سرزندگی و عدالت اجتماعی می‌باشد که به عنوان ابعاد اصلی توسعه پایدار مطرح می‌باشد.

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 حمل‌ونقل، بستگی دارد. همچنین، در طراحی سیاست‌های مدیریت تقاضای حمل و نقل برای یک جامعه، شرایط عرضه حمل و نقل در آن جامعه دارای اهمیت است. با توسعه شهرها و افزایش تقاضای سفرهای درون شهری، نیاز به جابجایی مردم و کالاها طی سال‌های اخیر روز به روز افزون‌تر گشته است. در این میان مهندسین حمل و نقل و برنامه ریزان شهری، تنها راه مدیریت حمل و نقل و ترافیک شهرها را در افزایش سهم حمل و نقل انبوه و عمومی و توسعه مدیریت سیستم های حمل و نقل شهری دانسته‌اند. چرا که با توسعه سیستم و افزایش کارایی و مطلوبیت آن، با افزایش سهم سیستم‌های حمل و نقل عمومی از تقاضای سفرهای شهری، نیاز به استفاده از وسایل نقلیه شخصی کاهش می‌یابد و این امر می‌تواند تاثیر بسیار مطلوبی در شاخص‌های حمل و نقل و ترافیک، نظیر حجم ترافیک، زمان سفر، میزان تأخیر و نیز شاخص‌های مدیریتی مانند میزان مصرف سوخت و آلایندگی هوا داشته باشد. در بیشتر نقاط دنیا کلانشهرها با مشکلاتی نظیر ترافیک و آلودگی هوا دست به گریبانند. یکی از دلایل عمده آلودگی هوا خودروهای شخصی و استفاده گسترده از آن هست. از آنجایی که سطح مالکیت خودرو با سرعتی معادل سرعت افزایش درآمدهای حاصل از فروش انرژی، افزایش می یابد، لذا کشورهای خاورمیانه یک افزایش سطح مالکیت خودرو را برای یک مدت نسبتاً طولانی را تجربه می‌کنند. این افزایش سطح مالکیت می‌تواند بر مشکلات ترافیکی و زیست محیطی ما بیفزاید. یکی از راهکارهای کاهش ترافیک و آلودگی هوا استفاده از سیستم حمل و نقل عمومی است. از دیگر اهدافی که با گسترش استفاده سیستم حمل و نقل عمومی قابل دستیابی است صرفه جویی در مصرف انرژی، کاهش تصادفات جاده‌ای و ... است. بخش حمل و نقل در حال حاضر به طور متوسط در حدود ثلث مصرف انرژی کشورهای توسعه یافته و درحال توسعه را به خود اختصاص می‌دهد. همچنین سهم آن از مصرف انرژی هنگامی که سهم دیگر بخش‌های مصرف کننده انرژی از کل مصرف انرژی کاهش می‌یابد، افزایش خواهد یافت. هنگامیکه شدت انرژی در وسایط حمل و نقل با یکدیگر مقایسه شوند، این مطلب روشن می‌شود که جایگزینی وسایط نقلیه (به عنوان مثال از حمل ونقل جاده‌ای به حمل و نقل ریلی) راه مؤثری در کاهش مصرف انرژی است. همچنین شدت انرژی به تنهایی بیانگر مصرف انرژی کلی و واقعی یک شیوه حمل و نقل نیست. تراکم شدید جمعیت در شهرهای بزرگ مانند تهران و تمرکز تعداد انبوهی از واحدهای کوچک و بزرگ صنعتی در این شهر موجب بروز چالشهای جدی در تامین و توسعه‌ی امکانات حمل و نقل شده است. به طوری که در سالهای اخیر، علیرغم توسعه قابل توجه زیرساختهای اصلی حمل و نقل همچون مترو و اتوبوسهای تندرو در شهر تهران، کماکان معضلات جدی در این زمینه وجود دارد. شناخت نظرات و دیدگاههای مسافران می‌تواند امکان بهبود سامانه‌های حمل و نقل عمومی بر این اساس را فراهم آورد و از اینرو در تحقیق حاضر، مدلی به منظور تعیین نقش عوامل موثر بر افزایش مطلوبیت حمل و نقل همگانی برای سفرهای با اهداف مختلف با بررسی موردی بخشی از شهر تهران ارایه می‌شود. با توسعه شهرها و افزایش تقاضای سفرهای درون شهری، نیاز به جابجایی مردم و کالاها طی سال‌های اخیر روز به روز افزون‌تر گشته است. در این میان مهندسین حمل و نقل و برنامه ریزان شهری، تنها راه مدیریت حمل و نقل و ترافیک شهرها را در افزایش سهم حمل و نقل انبوه و عمومی و توسعه مدیریت سیستم های حمل و نقل شهری دانسته‌اند. چرا که با توسعه سیستم و افزایش کارایی و مطلوبیت آن، با افزایش سهم سیستم‌های حمل و نقل عمومی از تقاضای سفرهای شهری، نیاز به استفاده از وسایل نقلیه شخصی کاهش می‌یابد و این امر می‌تواند تاثیر بسیار مطلوبی در شاخص‌های حمل و نقل و ترافیک، نظیر حجم ترافیک، زمان سفر، میزان تأخیر و نیز شاخص‌های مدیریتی مانند میزان مصرف سوخت و آلایندگی هوا داشته باشد. با توجه به مطالب گفته شده در این تحقیق با هدف ارایه مدلی جهت انتخاب وسیله نقلیه توسط شهروندان در سفرهای درون شهری، سعی می‌گردد با بررسی متغییرهای مرتبط با انتخاب مد سفر توسط شهروندان در این تحقیق، مدلی به منظور تعیین نقش عوامل موثر بر افزایش مطلوبیت حمل و نقل همگانی برای سفرهای با اهداف مختلف با بررسی موردی بخشی از شهر تهران ارایه شود.

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 قیمت گذاری پارکینگ‌های حاشیه ای و همچنین در قالب سیاست تشویقی مانند ایجاد سامانه اتوبوس تندرو یا BRT بکار برده شوند. در مقاله فلاح تفتی و همکاران 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، ارایه شده است. 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 قیمت گذاری پارکینگ بوده است. همچنین نتایج حاصل از این مدلها همچنین نشان داد که اعمال سیاست های مدیریت تقاضا به صورت ترکیبی میتواند تاثیر بسزایی در کاهش سهم وسایل نقلیه شخصی و افزایش سهم اتوبوس تندرو داشته باشد(فلاح تفتی، شهابی، و تقی زاده، ۱۳۹۷). حمل و نقل به مجموعه‌ای از فعالیت‌های جابه‌جایی انسان و کالا در اقتصاد اتلاق می‌گردد. این خدمات به‌صورت ریلی، جاده‌ای، هوایی، دریایی، لوله‌ای و خدمات پشتیبانی است که به شکل درونشهری، و برونشهری و حتی برون مرزی انجام می شود. بخش قابل ملاحظه‌ای از خدمات حمل و نقل به صورت نهایی و بخشی دیگر در فرآیند تولید مورد استفاده قرار می‌گیرد. از نظر تئوری تقاضا برای حمل و نقل عمدتاً در گروه تقاضای مشتق دسته بندی می شود که از تقاضا برای دیگر کالاها و خدمات ناشی می گردد(Bento, Hughes, & Kaffine, 2013). به این ترتیب، خدمات حمل و نقل فی نفسه مورد تقاضای نهایی و واسطه ای قرار نمی‌گیرند، بلکه تقاضای آنها مستلزم پیدا شدن تقاضا برای دیگر کالاها و خدمات وابسته است که اهمیت این بخش را در زمینه سازی برای فعالیت‌های دیگر بخش‌ها نشان می‌دهد. به طور معمول حمل و نقل عمومی، به مجموعه شبکه‌ها و سیستم‌های حمل و نقلی گفته می شود که در خدمت جابه جایی مردم یک شهر قرار می گیرد. سیستم حمل و نقل عمومی متعلق به یک گروه خاص نیست؛ به این معنا که هر کسی می‌تواند از این حمل و نقل استفاده نماید. حمل و نقل عمومی معمولاً به سیستم‌های ریلی و اتوبوسی اطلاق می‌گردد (Larson, Liu, & Yezer, 2012). البته در یک تعریف فراگیرتر، هواپیمای مسافری و کشتی مسافری نیز جزو حمل و نقل عمومی محسوب می‌گردد. امروزه در بیشتر نقاط دنیا کلانشهرها با مشکلاتی نظیر ترافیک و آلودگی هوا دست به گریبان‌اند. یکی از دلایل عمده آلودگی هوا خودروهای شخصی و استفاده گسترده از آن هست. از آنجایی که سطح مالکیت خودرو با سرعتی معادل سرعت افزایش درآمدهای حاصل از فروش انرژی، افزایش می‌یابد، لذا کشورهای خاورمیانه یک افزایش سطح مالکیت خودرو را برای یک مدت نسبتاً طولانی را تجربه می کنند (Geels, 2012).

این افزایش سطح مالکیت می‌تواند بر مشکلات ترافیکی و زیست محیطی ما بیفزاید. یکی از راهکارهای کاهش ترافیک و آلودگی هوا استفاده از سیستم حمل و نقل عمومی است. از دیگر اهدافی که با گسترش استفاده سیستم حمل و نقل عمومی قابل دستیابی است صرفه جویی در مصرف انرژی، کاهش تصادفات جاده‌ای و ... است. بخش حمل و نقل در حال حاضر به طور متوسط در حدود ثلث مصرف انرژی کشورهای توسعه یافته و درحال توسعه را به خود اختصاص می دهد. همچنین سهم آن از مصرف انرژی هنگامی که سهم دیگر بخش های مصرف کننده انرژی از کل مصرف انرژی کاهش می یابد، افزایش خواهد یافت. هنگامیکه شدت انرژی در وسایط حمل و نقل با یکدیگر مقایسه شوند، این مطلب روشن می‌شود که جایگزینی وسایط نقلیه (به عنوان مثال از حمل ونقل جاده‌ای به حمل و نقل ریلی) راه مؤثری در کاهش مصرف انرژی است. همچنین شدت انرژی به تنهایی بیانگر مصرف انرژی کلی و واقعی یک شیوه حمل و نقل نیست(Chi, Porter, Cosby, & Levinson, 2013). با این وجود، اگر تحلیل ساده ای انجام پذیرد، شدت انرژی برای انتقال مسافر از بیشترین به کمترین به صورت هوایی، اتومبیل های شخصی، راه آهن و اتوبوس و برای حمل ونقل بار از بیشترین شدت انرژی به کمترین شدت انرژی

به صورت هوایی، جاده‌ای (کامیون)، راه آهن، دریایی و خطوط لوله است. در حال حاضر به طور متوسط در شهرهای بزرگ ۲۳ درصد از سفرهای روزانه شهروندان با اتوبوس و ۷ درصد با تاکسی انجام می شود در تهران علاوه بر موارد یاد شده حدود ۵ درصد را مترو جابجا می نماید، درحالی که می‌بایست حداقل ۵۰ درصد از سفرها به وسیله اتوبوس یا قطار شهری انجام شود. یکی از دلایل رشد مصرف بیش از حد فرآورده‌های نفتی (بنزین)، قیمت به نسبت پایین آن هست. قیمت‌ها ابزاری برای تخصیص و مصرف بهینه منابع هستند (Tang & Thakuriah, 2012). با توجه به تنوع سیستم‌های مختلف حمل و نقل عمومی، از این سیستم‌ها به فرآخور نتایج مطالعات در شهرها استفاده گردیده است. اما مسئله مهم در این میان بهره‌مندی از تمامی سیستم‌ها در جهت نایل آمدن به بیشترین و با کیفیت‌ترین میزان جابجایی در شهرها است. می‌توان در توضیح این مطلب چنین گفت که کارایی منفرد هر یک از این سیستم‌ها نمی‌تواند به اندازه کارایی ترکیبی آنها در کنار یکدیگر، اثر بخش گردد. چنانچه در تمامی مطالعات حمل و نقل انجام یافته در شهرها، سیستم‌های متنوع حمل و نقل عمومی را در کنار یکدیگر مورد ارزیابی قرار داده‌اند و در طراحی آنها، شرایط فیزیکی و عملکردی هر کدام مدنظر داده شده است. این امر باعث می‌گردد که هر سیستم در عین خدمت دهی در خصوص جابجایی شهری، با ترکیب با سایر سیستم‌های موجود باعث افزایش کارایی کل مجموعه گردد (Macmillan et al., 2014).

پاور در سال ۲۰۱۲ به ارتباط بین تقاضای حمل و نقل و تولیدات صنعتی و یا رشد اقتصادی اذعان داشتند. بنابراین از عوامل تاثیر گذار بر تقاضای حمل و نقل می‌توان به رشد اقتصادی و یا رشد تولیدات صنعتی اشاره کرد. همچنین در کنار این دو متغیر، عوامل موثر بر تقاضای ریلی مانند سایر کالاها و خدمات می تواند کرایه حمل کالا توسط ریل، کرایه حمل کالا توسط سایر مدهای حمل و نقل و نیز امکانات موجود در سمت عرضه مانند تعداد واگن‌ها و یا طول خطوط باشد (Power, 2012).

مولوی و همکاران در سال ۲۰۱۱ در مقاله‌ای تابع تقاضای حمل ونقل ریلی ۲۷ شرکت فعال در کشورهای اروپائی را برای سال‌های ۲۰۱۲-۲۰۱۰ برآورد نموده‌اند. برای این منظور تقاضا را تابعی از درآمد، قیمت سوخت، قیمت سوخت جانشین، عوامل اجتماعی، عوامل جغرافیایی و محیطی و زمانی در نظر گرفته‌اند. نتایج بدست آمده از تخمین تابع تقاضا نشان می‌دهد تقاضای حمل و نقل ریلی نسبت به قیمت سوخت کم کشش لیکن نسبت به قیمت سوخت جانشین پرکشش است. همچنین نسبت به درآمد نیز با کشش است (Molloy & Shan, 2013). جاوید و همکاران در سال ۲۰۱۴ روند بلند مدت تقاضای حمل ونقل، کشش پذیری قیمت سوخت و چشم انداز نفت برای سیاست حمل ونقل" به بررسی اثر قیمت‌های انرژی بر تقاضای حمل ونقل ایالات متحده امریکا برای سال‌های ۲۰۱۴-۲۰۰۹ پرداختند. وی تغییرات مصرف سوخت در حمل و نقل جاده‌ای برای هر فرد (بزرگسال) را ناشی از سه عامل تغییرات میزان سفر، تغییرات موجودی وسیله نقلیه، تغییرات فراوانی متوسط سوخت وسایل نقلیه می‌داند. میزان سفر بزرگسالان درهر مایل را تابعی خطی از قیمت سوخت، اثر تقابلی قیمت سوخت و درآمد شهری، اثر تقابلی قیمت و جمعیت شهری و تابع غیرخطی از هزینه سوخت در هر مایل در نظر گرفته است. نتایج به دست آمده نشان می‌دهد اثر درآمد نسبت به قیمت سوخت تاثیر بیشتری بر میزان سفر دارد، لیکن هزینه سوخت تاثیر معنی داری بر میزان سفر ندارد (Javid, Nejat, & Hayhoe, 2014). شای و همکاران در سال ۲۰۱۶ تقاضای سفر ریلی را برای شهر لندن با استفاده ار روش دینامیک برآورد نموده است. نتایج مطالعه آن‌ها نشان می‌دهد که از بین متغیرهای در نظر گرفته شده در تقاضای سفر ریلی (جاذبیت مرکز تجاری شهر، هزینه سفر و ارزش افزوده ناخالص) جاذبیت مرکز تجاری شهر بیشترین تاثیر را داشته است.

چائو و همکاران در سال ۲۰۱۵ تقاضای مسافر ریلی را برای سال‌های ۲۰۱۴-۲۰۱۱ به صورت فصلی برآورد کرده است. برای این منظور تعداد مسافر جابجا شده را تابعی از تولید ناخالص داخلی، تعرفه حمل مسافر به ازای هر نفر-کیلومتر، جمعیت فعال و شاخص مالکیت اتومبیل در نظر گرفته است. نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که جمعیت فعال بیشترین تاثیر را بر تقاضای مسافر ریلی دارد (Chai, Yang, Wang, & Lai, 2016). بهارادویچ و همکاران در سال ۲۰۱۷ الگوی تقاضای سفر ریلی را برای خانوارهای

شهری را برای سال های ۲۰۱۶-۲۰۱۵ با استفاده از روش الگوی سیستم تقاضای تقریبا ایده آل برآورد نموده اند. نتایج آن‌ها حاکی از بی کشش بوده تقاضای ریلی نسبت به قیمت و ضروری بودن آن برای خانوارهای شهری و روستایی است(Bharadwaj, Ballare, & Chandel, 2017). راچله و همکاران در سال ۲۰۱۷ تابع تقاضای حمل و نقل ریلی در دو بخش مسافری و باری را با استفاده از روش ARDL برآورد کردند. مطالعه حاضر تقاضای حمل و نقل ریلی مسافری را تابعی از قیمت بلیط اتوبوس، طول خطوط، رشد تولید ناخالص داخلی و درآمد کیلومتر به قیمت ثابت و تقاضای حمل بار را تابعی از رشد تولید ناخالص داخلی، طول خطوط، قیمت حمل بار توسط کامیون و درآمد تن کیلومتر به قیمت ثابت در نظر گفته است. نتایج مطالعات آن‌ها نشان می‌دهد که در هر دو تابع نرخ رشد ناخالص داخلی تاثیرگذارترین متغیر بوده است (Rachele et al., 2017). کالوپوا و همکاران در سال ۲۰۱۶ در مطالعه‌ای شدت مصرف انرژی بخش حمل و نقل زمینی و ریلی را برآورد و مقایسه کرده است.

براساس محاسبات انجام شده، شدت مصرف سوخت جاده و راه‌آهن برای سال‌های ۲۰۱۵-۲۰۱٤ به ترتیب ۹/٤ و ٦/۱۳ خواهد بود که نشان می‌دهد میزان مصرف سوخت در حمل مسافر به شیوه جاده‌ای ۱/۳۵ برابر مصرف سوخت در حمل و نقل ریلی است. همچنین حمل و نقل ریلی در بخش باری یک سوم حمل و نقل زمینی سوخت مصرف می‌کند. به نظر می‌رسد با افزایش مسافت، استفاده از سواری شخصی مطلوبیت بیشتری به دنبال داشته باشد. بر اساس یک طبقه بندی، پیاده‌روی، دوچرخه‌سواری و استفاده از سواری شخصی به عنوان سریع‌ترین طریقه های سفر به ترتیب برای مسافت‌های کمتر از ٦ کیلومتر، ٦ تا ۷ کیلومتر و بیشتر از ۷ کیلومتر معرفی شده‌اند (Kalupová & Hlavoň, 2016).

در سال ۲۰۱٦ در مطالعه‌ای به بررسی سیاست‌های جذب رانندگان سواری شخصی به سایر طریقه‌های حمل و نقل در سفرهای کوتاه کاری پرداخته شد و نشان داد که بر اساس نظرات رانندگان، سه سیاست افزایش هزینه سوخت، محدود کردن ورود به محدوده مرکزی شهر از طریق دریافت هزینه ورود به این محدوده و بهبود کیفیت سیستم حمل و نقل همگانی موثرترین عوامل در عدم استفاده از سواری شخصی در این سفرها است. با توجه به اینکه در شهرهای کشور بریتانیا حدود ٦٦ درصد از سفرهای کاری با سواری شخصی انجام می‌گیرد، کینگهام و همکاران در مطالعه‌ای به نقش سیاست‌های مدیریتی حمل و نقل بر انتخاب طریقه سفر کارکنان شاغل در دو شرکت بزرگ پرداختند (Ercan, Onat, & Tatari, 2016). بولارد درسال ۲۰۱۸ اثر سیاست‌هایی چون افزایش بهای سوخت و بهبود سیستم‌های حمل و نقل همگانی حاکی از تغییر طریقه سفر کارکنان به گزینه‌های غیر از سواری شخصی است. نتایج نشان می‌دهد که نیمی از کارکنان تمایل به استفاده از دوچرخه در مسافت قابل قبول برای دوچرخه سواری دارند. در مطالعه‌ای دیگر به دلیل آنکه بیش از نیمی از سفرهایی که با سواری شخصی در کشور سوئد انجام می‌شود، سفرهای کوتاه‌تر از پنج کیلومتر است، تشویق این افراد به دوچرخه سواری در زمستان از طریق سیاست‌های مدیریت تقاضای حمل و نقل مدنظر قرار گرفته است (Bullard, 2018).

اکور و همکاران در سال ۲۰۱٦ ملاحظه می‌گردد که چون هدف از مطالعه صرفا جذب افراد به دوچرخه سواری بوده است، سفرهای با مسافت کمتری مدنظر قرار گرفته‌اند. به سفرهای کوتاه با سواری شخصی از جنبه‌های دیگری چون جایگزینی آن با پیاده روی نیز پرداخته شده است.

در مطالعه ای که در شهر ادینبوروی اسکاتلند انجام یافته، با استفاده از طرح آزمایش اثر سیاست‌های قیمت‌گذاری پارکینگ و افزایش بهای سوخت بر تمایل به پیاده‌روی استفاده کنندگان از سواری شخصی در مسافت‌های مختلف سفر مورد بررسی قرار گرفته است. نتایج مطالعه فوق حاکی از اثر بیشتر سیاست قیمت گذاری پارکینگ نسبت به سیاست افزایش بهای بنزین در تمایل افراد به پیاده روی است. در مطالعه‌ای دیگر نیز که با هدف تغییر طریقه سفر استفاده کنندگان از سواری شخصی در سفرهای کمتر از ۱ کیلومتر در کشور آمریکا انجام شده است، نقش مسافت و هدف سفر در انتخاب طریقه های جایگزین برای انجام سفر نشان داده شده است (Achour & Belloumi, 2016). نانانکی و همکاران در سال ۲۰۱۷ در مطالعه‌ای به رویکرد چندسیاستی به عنوان راهکاری در مدیریت تقاضای حمل‌ونقل پرداختند. این محققین اثرات سیاست‌های ترکیبی مدیریتی حمل ونقل را بر احتمال انتخاب سواری شخصی نشان دادند. در ادامه

حبیبیان و همکاران به بررسی اثر سیاست‌های مدیریتی حمل و نقل در سفرهای کوتاه کاری پرداخته و مدل تمایل شاغلان در محدوده مرکزی شهر تهران به طریقه‌های حمل و نقل را ارایه نمودند (Nanaki et al., 2017). هی و همکاران در سال ۲۰۱۷ در مطالعه‌ای به برآورد تابع تقاضای مسافری راه آهن در اسلونی طی سال‌های ۲۰۱۷-۲۰۱۵ می‌پردازد. نتایج این مطالعه بیانگر این است که تابع تقاضای مسافری راه آهن نسبت به قیمت و درآمد بی‌کشش است. ضریب کشش درآمدی کمتر از یک در اسلوانی نشان داد که خدمات حمل و نقل مسافری یک کالای نرمال است (He, Yang, & Chang, 2017). لوپز و همکاران در سال ۲۰۱۵ در مقاله‌ای به بررسی اثر قیمت‌های انرژی بر تقاضای حمل و نقل ایالات متحده امریکا برای سال‌های ۲۰۱۵-۲۰۱۳ پرداخته‌اند. در این پژوهش تغییرات مصرف سوخت حمل و نقل جاده‌ای برای هر فرد (بزرگسال) ناشی از سه عامل تغییرات میزان سفر، تغییرات موجودی وسیله نقلیه، تغییرات فراوانی متوسط سوخت وسایل نقلیه فرض می‌شود. میزان سفر بزرگسالان در هر مایل تابعی خطی از قیمت سوخت، اثر تقابلی قیمت سوخت و درآمد شهری، اثر تقابلی قیمت و جمعیت شهری و تابع غیرخطی از هزینه سوخت در هر مایل در نظر گرفته است. نتایج به دست آمده نشان می‌دهد متغیر درآمد نسبت به قیمت سوخت تاثیر بیشتری بر میزان سفر دارد، اما هزینه سوخت تاثیر معنی داری بر میزان سفر ندارد (López-Mosquera, Lera-López, & Sánchez, 2015). گریل و همکاران در سال ۲۰۱۶ به بررسی و توسعه یک مدل پرداخت یارانه به حمل و نقل عمومی شهری در شهر بیجینگ چین پرداخته‌اند. نتایج این مطالعه نشان می‌دهد شکاف حجم مسافر در هر شیوه از حمل و نقل، سهم کمی از یارانه پرداختی به حمل و نقل عمومی از کل درآمد حکومت را فراهم می‌نماید، و لازم است حکومت محلی این شهر سطح حمایت‌های مالی از حمل و نقل عمومی را با محوریت سیاست پایین نگه داشتن هزینه حمل مسافر، افزایش دهد (Gruel & Stanford, 2016). کللو و همکاران در سال ۲۰۱۷ در مقاله خود روند کشش درآمدی و قیمتی تقاضای حمل و نقل را طی سال‌های ۲۰۱۶-۲۰۱۵ مورد بررسی قرار داده است. نتایج پژوهش حاکی از این است که در اواسط قرن نوزدهم کشش درآمدی و قیمتی حمل مسافر بسیار بالا بوده و سپس به مرور زمان کاهش یافته است (Clewlow & Mishra, 2017).

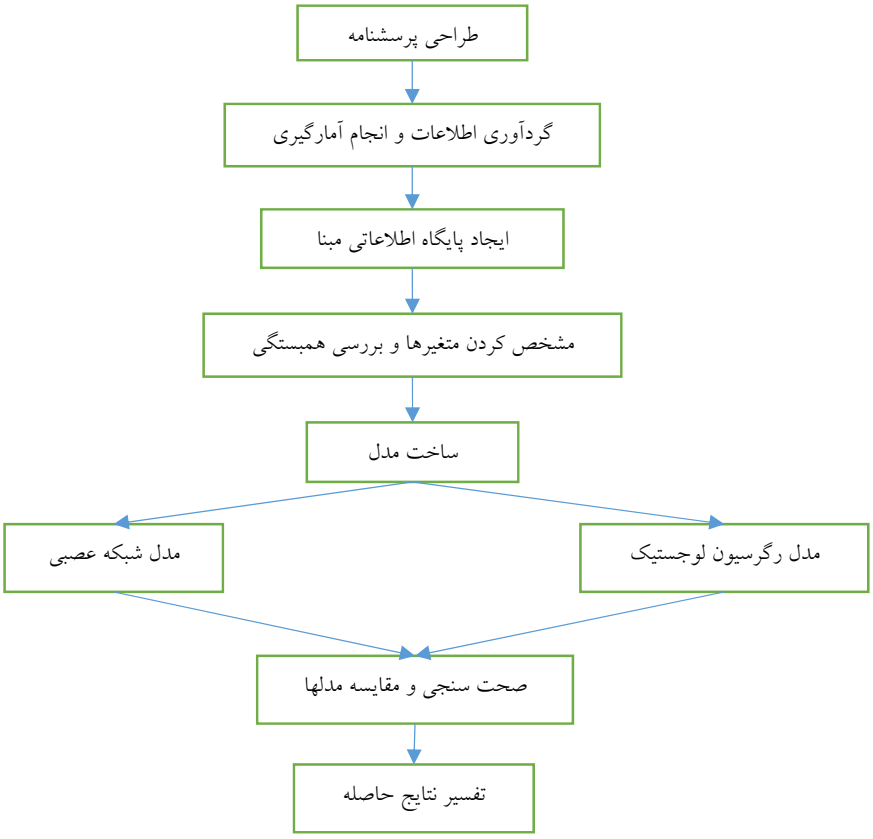
شی و همکاران در سال ۲۰۱۷ در مطالعه‌ای به بررسی تأثیر قیمت سوخت و انتشار گاز دی اکسید کربن بر تقاضای حمل و نقل جاده‌ای در مالزی طی سال‌های ۲۰۱۷-۲۰۱۵ می‌پردازند. یافته‌های این مطالعه نشان می‌دهد که افزایش قیمت سوخت و انتشار گاز دی اکسید کربن، تقاضای حمل و نقل جاده‌ای را در این کشور کاهش داده است (Shen, Chen, & Pan, 2016). کیم و همکاران در سال ۲۰۱۵ به بررسی تاثیر افزایش قیمت بنزین روی مصرف آن بر اساس مدل‌های فضا – حالت و کالمن فیلتر پرداخته است. وی در پژوهش خود بر اساس تکنیک کالمن فیلتر نتیجه می‌گیرد که حساسیت مصرف کننده با تغییر قیمت واقعی تغییر یافته و مصرف سرانه بنزین (مصرف بنزین به ازای هر خودرو) با افزایش قیمت واقعی کاهش می‌یابد (Kim, Ko, & Park, 2015).

۲- روش تحقیق

مدل سازی آماری، همواره یکی از ابزارهای مورد استفاده مهندسین می باشد که برای انجام یک مدل سازی مناسب و نزدیک به واقعیت، باید شرایط و پارامترهای مختلف در نظر گرفته شود. بطور مثال، برای مدل سازی انتخاب سفر، اگر عواملی که در ایجاد انتخاب مد سفر تاثیرگذار باشند، با جزئیات بیشتر در نظر گرفته شود، منجر به تهیه و ارایه یک مدل نزدیک به واقعیت خواهد شد. مدل‌های انتخاب به وسیله انسان، در موقعیت‌های مختلف مورد استفاده قرار می‌گیرد. در این روش هر انتخاب به صورت یک تابع استفاده (تابع مطلوبیت) بیان می‌گردد. به عبارت دیگر اگر بخواهیم این روش را در مورد تفکیک طرق سفر به کار بریم، باید تابع مطلوبیت هر طرق سفر را به صورت مجموع مشخصه‌ها یا مولفه‌های آن درنظر گرفته و سپس انتخاب هر طرق سفر را به وسیله توزیع احتمالی بیان شود. نکته ضروری این است که برای بررسی این روش به دلیل تشابه با روش‌های رگرسیون، پارامتریک یا برازش دادن داده‌ها توجه بر روی نوع ضرایب و تعداد متغیرهای ورودی است. زیرا در این روش مدلی براساس ارتباط بین y (متغیر وابسته) و x ها (متغیرهای مستقل) ایجاد می‌شود.

۲-۱- مراحل تحقیق

مراحل تحقیق ابتدا با ایجاد یک پرسشنامه شروع و سپس گردآوری اطلاعات با پرسش و تکمیل نمودن پرسشنامه صورت می مرتب می‌شود و با نرم افزار SPSS و نرم افزار متلب تفسیر اولیه داده‌ها و ارتباط همبستگی میان آنها انجام می‌شود. پس از آن بدست‌آوردن تابع مطلوبیت و مدل تابع لوجیت و شبکه عصبی کالیبره می‌گردد. در قسمت کالیبره‌کردن تابع مطلوبیت توسط نرم‌افزار در صورتی که خطا زیاد باشد این مرحله تکرار می‌شود و اگر لازم شد متغیرها تغییر می‌کند. در انتها تفسیر و تحلیل نتایج صورت می‌گیرد. شکل ۱ نشان دهنده فلوچارت مراحل تحقیق می‌باشد.



شکل ۱. فلوچارت روش تحقیق

۲-۲- معرفی متغییرهای مدل

در این پژوهش متغیرهایی باید در نظر گرفت که در انتخاب مد سفر افراد موثر است. بنابراین، تابع مطلوبیت که در این‌جا بین دو مدل حمل ونقل شخصی و همگانی است، به متغیرهای زیر وابسته است:

X_1: زمان سفر، X_2: هزینه سفر، X_3: درآمد، X_4: مالکیت خودرو، X_5 : سن مسافر، X_6 : هدف

متغیر زمان سفر خود شامل زیر متغیرهای چون زمان انتظار در ایستگاه و زمان رسیدن تا ایستگاه و زمان سفر از ایستگاه مبدا تا ایستگاه مقصد است. هزینه سفر در حمل و نقل عمومی شامل کرایه می‌شود، اما در حمل و نقل شخصی هزینه سالانه مصرف سوخت پارکینگ و بیمه باید محاسبه گردد. متغیر درآمد برای این آمده که نقش مهمی در انتخاب وسیله دارد فرض بر آن است که درآمد بیشتر تمایل به حمل و نقل عمومی را کاهش می‌دهد. این فرضیه قابل آزمایش در فصل بعد است.

۲-۳- رگرسیون لجستیک

رگرسیون لوجستیک یک مدل آماری رگرسیون برای متغیرهای وابسته دو وجهی یا چند وجهی کیفی است که جهت جایگزینی برای روش رگرسیون خطی در اواخر دهه ۱۹۶۰ و اوایل دهه ۱۹۷۰ مطرح شد. برای انجام تحلیل رگرسیون خطی، متغیر وابسته باید کمی و در سطح سنجش فاصله‌ای باشد اما با استفاده از روش رگرسیون لجستیک امکان تحلیل وجود دارد.

در مباحث مربوط به رگرسیون اغلب بحث بر سر یافتن رابطه‌ای بین متغیر پاسخ y و مجموعه‌ای از متغیرهای پیشگوی $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$ است که می‌توان آن را به صورت $y = f(x_1, x_2, x_3, \dots, x_n)$ بیان کرد. به عنوان مثال می‌دانیم که در حوادث مربوط به رانندگی در جاده‌ها، عوامل وضعیت هوا (x_1)، کیفیت جاده (x_2)، وضعیت راننده (x_3)، استحکام خودرو (x_4) و زمان تصادف (x_5) بر متغیر پاسخ به عنوان متغیر میزان خسارت (y) تاثیر می‌گذارند.

ر وابسته و Y در رابط

در ساده‌ترین شکل می‌توان چنین رابطه‌ای را به صورت رابطه (۱) نوشت:

$$y = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \cdots + \beta_n \quad (۱)$$

که ضرایب $\beta_0, \beta_1, \dots, \beta_n$ به کمک یک نمونه‌ی تصادفی و معمولا به روش کمترین مربعات خطا برآورد می‌شود.

بدیهی است که همیشه تمامی مفروضات فوق برقرار نخواهند بود و این محدودیت‌ها باعث می‌شوند الگوی خطی در بسیاری از مسائل کاربردی کارساز نباشد. مثلاً در برخی از پژوهش‌ها، متغیر پاسخ مورد مطالعه یک متغیر گسسته می باشد که در این حالت، موضوع برآورد پارامترهای معادله نیازمند استفاده از رگرسیون‌های کیفی است. اگر متغیر پاسخ دو وجهی باشد، یعنی پاسخ ها تنها شامل دو حالت وجود یا عدم وجود (که آن‌ها را با مقایر ۰ و ۱ نمایش می‌دهیم) است و از طرفی دیگر متغیرهای پیش‌گو که می‌توانند بر متغیر پاسخ اثر بگذارند، متغیرهایی کمّی باشند در چنین حالتی در طرف چپ تساوی رابطه ۱ فقط شامل مقادیر صفر و یا یک می شود. برای برطرف کردن این مشکل باید طرف سمت چپ تساوی را به یک متغیر پیوسته تبدیل کنیم که این کار در سه مرحله صورت می پذیرد.

۱) در رابطه‌ی (۲) به جای عبارت y از احتمال y استفاده می‌کنیم. در این صورت اگر p احتمال y=1 باشد، 1-p احتمال y=0 است.

۲) از نسبت بخت ($OR = \frac{1-P}{P}$) به جای استفاده مستقیم از احتمال استفاده می‌کنیم.

۳) از متغیر جدید (OR)، لگاریتم طبیعی می‌گیریم تا مقادیر آن مانند سمت راست تساوی بین $(-\infty,+\infty)$ واقع شود. لازم به ذکر است که $\ln\left(\frac{1-P}{P}\right)$ را به طور خلاصه logit (p) می‌گویند.

بااین تغییرات رابطه (۱) به صورت رابطه (۲) درخواهدآمد که به معادله‌ی رگرسیون لجستیک معروف است.

(۲)

$$\ln\left(\frac{1-P}{P}\right) = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \cdots + \beta_n x_n$$

بنابراین شکل عمومی مدل لجستیک به صورت زیر است:

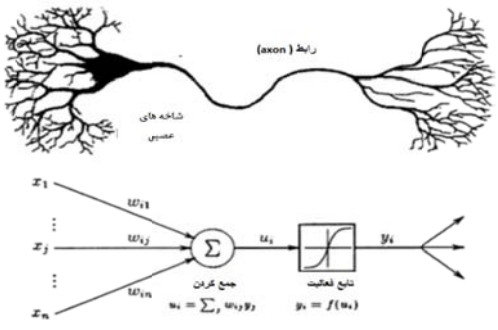
(۳)

$$P = \Pr\left(Y_i = 1 \middle| X\right) = \frac{e^{\alpha + \beta_1 x_{1,i} + \ldots + \beta_k x_{k,i}}}{1 + e^{\alpha + \beta_1 x_{1,i} + \ldots + \beta_k x_{k,i}}}$$

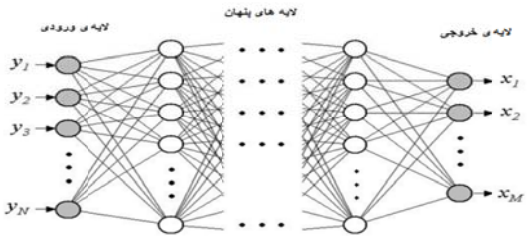
۲-٤- شبکه عصبی

شبکه‌های عصبی اساسا حافظه‌هایی هستند که اطلاعات را حفظ می‌کنند. همانطور که مغز انسان نتایج خاص را حفظ می‌کند، در شبکه عصبی هم مانند مغز انسان، اطلاعات در همه جای شبکه توزیع می‌گردد. مطابق شکل ۲ ساختار شبکه عصبی مصنوعی از مدل نرون‌های زیستی الهام گرفته است و بسیاری از ویژگی‌های نرون‌های زیستی از قبیل غیرخطی بودن، سادگی واحدهای محاسباتی، و قابلیت یادگیری را دارد. نرون یک واحد پردازنده‌ی اطلاعات است که در واقع کوچکترین واحد تشکیل دهنده‌ی شبکه‌های عصبی می‌باشد. در یک نرون مصنوعی، هر یک از مقادیر ورودی، تحت تاثیر وزنی قرار می‌گیرند که تابع این وزن شبیه اتصال سیناپسی (لینک‌های ارتباطی) در یک نرون طبیعی است. عناصر پردازشگر از دو قسمت تشکیل شده‌اند. قسمت اول ورودیهای وزن دار را با هم جمع می‌کند و قسمت دوم یک فیلتر غیرخطی است که تابع فعالیت نرون نامیده می‌شود. این تابع، مقادیر خروجی یک نرون مصنوعی را بین مقادیر

مجانب فشرده می‌کند. این فشرده‌سازی باعث می‌شود که خروجی عناصر پردازشگر در یک محدوده مناسب قرار گیرند (معمولاً بین [۰،۱] یا [۱،۱-]). شبکه‌های عصبی مصنوعی یکی از پویاترین حوزه‌های تحقیق در دوران معاصر می‌باشد که افراد متعددی از رشته‌های گوناگون علمی را به خود جلب کرده است. شبکه عصبی مصنوعی، یک سیستم پردازش اطلاعات به دست آمده از مدل سازی ریاضی و فرآیند یادگیری الهام گرفته از مغز انسان می‌باشد. این ساختار متشکل از پردازنده‌های ساده‌ای می‌باشد که تلاش می‌کنند تا توانایی‌های اساسی و ویژگی‌های مغز انسان مانند یادگیری، یادآوری، شکل‌گیری دانش جدید، تعمیم دادن و کاوش را تقلید کنند. این سیستم از تعداد زیادی عناصر پردازش فوق‌العاده بهم پیوسته تشکیل شده است که برای حل یک مساله با هم هماهنگ عمل می‌کنند. شبکه عصبی مصنوعی‌ها، نظیر انسان‌ها، با مثال یاد می‌گیرند. یک شبکه عصبی مصنوعی برای انجام وظیفه‌های معین، مانند شناسایی الگوها و دسته‌بندی اطلاعات، در طول یادگیری یک پروسه تنظیم می‌شود. در سیستم‌های زیستی یادگیری با تنظیمات در اتصالات سیناپسی که بین اعصاب قرار دارد همراه می‌شود. در یک شبکه عصبی مصنوعی، لایه‌ی ورودی به منزله‌ی پردازشگری است که پس از پردازش داده‌های ورودی، آن‌ها را به شبکه می‌دهد. این لایه یک لایه‌ی عصبی محاسباتی نیست زیرا لایه‌های آن نه وزنی دارند و نه تابع فعالیت هستند. لایه‌ی انتهایی لایه‌ی خروجی است که خروجی شبکه را در پاسخ به یک ورودی خاص مشخص می‌کند. سایر لایه‌ها، لایه‌های میانی یا پنهان نامیده می‌شوند. شکل ۳ ساختار یک شبکه عصبی مصنوعی را طبق تعاریف گفته شده نشان می‌دهد.



شکل ۲. نرون‌های طبیعی و مصنوعی شبکه عصبی



شکل ۳. ساختار یک شبکه عصبی مصنوعی

۳- مطالعه مودی و ویژگی نمونه مورد بررسی

در این مطالعه نمونه آماری پرسشنامه از یکی از شهرهای اقماری و صنعتی تهران استفاده شده است و جزو استان تهران است. منطقه ٦ شهرداری تهران یکی از مناطق شهری تهران است که در مرکز این شهر با مختصات جغرافیایی ۳۵/۷۲۱۱۱۸٦ و ۵۱/۳۹۹٤٦۷۲ واقع است.

با استفاده از ٤۰۰ داده مبدأ-مقصد مربوط به سفرهای ساکنین شهر تهران مدل‌های تفکیک سفر این شهر به گونه‌ای بازسازی می‌شوند که امکان برآورد تقاضای سفر حمل و نقل عمومی را نیز داشته باشند. روش‌های مختلفی برای جمع‌آوری ویژگی‌ها و اطلاعات سفرهای افراد خانوار وجود دارد. ولی روشی که نسبت به روش‌های دیگر قابل اعتماد است، استفاده از پرسشگری وضعیت سفرهای خانوار است. طریقه پرسشگری سفرهای مبدا- مقصد ساکنین شهر در این مطالعه به صورت پرسشنامه آنلاین بوده است. برای این منظور، در پاییز سال ۹۸، مصاحبه‌هایی بین خانوارهای مناطق مختلف شهر تهران صورت گرفت. در مصاحبه اطلاعات خانواده، مشخصات افراد خانوار نظیر سن، جنسیت، شغل، سطح تحصیلات هر فرد، وضعیت گواهینامه رانندگی، وسایل نقلیه در مالکیت خانواده و آدرس محل سکونت پرسیده شده است. در فرم اطلاعات سفرهایی افراد خانوار نیز، برای هر فرد زمان شروع سفر، نوع وسیله نقلیه مورد استفاده، آدرس محل شروع سفر، آدرس محل پایان سفر و هدف از سفر سوال شده است. با توجه به اطلاعات بدست‌آمده از پرسشنامه مشاهده می‌شود که دو سوم مردها و یک سوم زن‌ها مورد پرسش قرار گرفته‌اند. یکی از دلایل انتخاب بیشتر جمعیت مردان این بود که مردان بیشتر سفر انجام می‌دهند. درمورد گروه سنی، بیشتر جوان بودند. در تحصیلات نیز پراکندگی به نسبت خوبی رعایت شده، تعداد افراد خانواده مهم است زیرا در یک خانواده ۲ نفره با درآمد یک میلیون و یک خانواده ٤ نفره با درآمد ۲ میلیون از آنجا که درآمد دوبرابر می‌شود برای سرپرست خانواده چون هزینه دوبرابر می‌شود تفاوتی بین این دو خانواده ایجاد نمی‌شود. اما سرانه درآمد به معنی این نسبت که واحد مورد مطالعه‌ای در این جا خانواده بوده، بلکه واحد مورد مطالعه بر اساس نفر است.

جدول ۱. فراوانی ویژگی‌های جمعیت شاختی شامل جنسیت، سن، تحصیلات، درآمد و خودرو

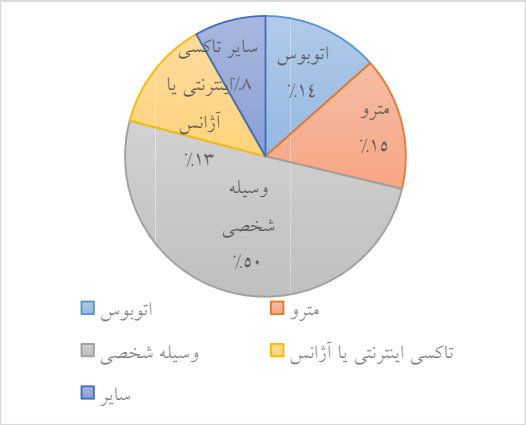
عنوان	میانگین	انحراف معیار	واریانس
سن	۳۱/۹۷۰	۱۱/۲۲۸	۱۲۶/۰۶۰
سابقه کار	۱۰/۹۸۵	۱۳/۵۷۶	۱۸۴/۳۱۸
تعداد اعضای خانواده؟	۳/۷۱۶	۱/۰۸۴	۱/۱۷۶
تعداد افراد شاغل در خانواده	۱/۵۲۳	۰/۸۱۲	۰/۶۶۰
جنسیت	۰/۷۰۱	۰/۴۶۱	۰/۲۱۳
تحصیلات	۲/۲۳۹	۱/۳۴۹	۱/۸۲۱
مالکیت خودرو	۰/۶۲۷	۰/۴۸۷	۰/۲۳۷
درآمد	۱/۰۰۰	۰/۸۱۰	۰/۶۵۶

در جدول ۱ مشخصات نمونه آماری برداشت شده آمده است. میانگین سن پرسش‌شونده‌ها ۳۲ سال است. انحراف معیارها کم در جدول نشان از پراکندگی کم در پاسخ‌ها می‌باشد. به عبارت دیگر نمونه برداشت شده نمونه‌ای نرمال است. در جدول ۲ نشان داده شده که ۷۰٪ پرسش شونده‌ها مردان بودن و بیشتر خانواده‌ها دارای ٤ نفر بوده و ٦۲٪ داری خودرو بوده‌اند.

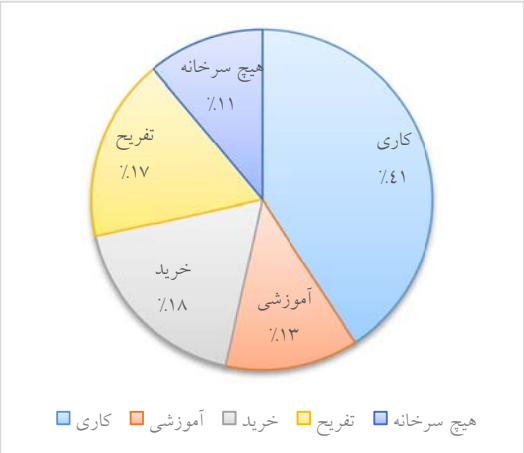
جدول ۲. دیگر ویژگی‌های نمونه آماری

ویژگی	عنوان	فراوانی به درصد
جنسیت	مرد	۷۰
	زن	۳۰
تعداد اعضا خانواده	۱	۳
	۲	۹
	۳	۲۷
	٤	٤۰
	۵ و بیشتر	۲۱
مالکیت خودرو	داشتن خودرو	٦۲/۷
	نداشتن خودرو	۳۷/۳

در نمودار شکل ٤ پنج مد سفری که استفاده می‌شود آورده شده است، مد سایر به پیاده‌رو و دوچرخه سوار و یا روش‌ها دیگر گفته می‌شود. آنچه دیده می‌شود، این است که ۵۰٪ حمل ونقل توسط وسیله شخصی صورت گرفته است. حمل‌ونقل پاراترانزیت یا تاکسی حدود ۱۳٪ و حمل‌ونقل مترو و اتوبوس که در گروه حمل ونقل عمومی به حساب می‌آید، حدود ۳۰٪ است. در مورد اهداف سفر که در شکل ۵ آمده است، سفرهای اجباری که شامل کاری و تحصیلی می‌گردد ٥٤٪ سفرها را تشکیل می‌دهد. سفرهای اختیاری که شامل خرید و تفرح می‌باشد ۳٦٪ را شامل می‌گردد.



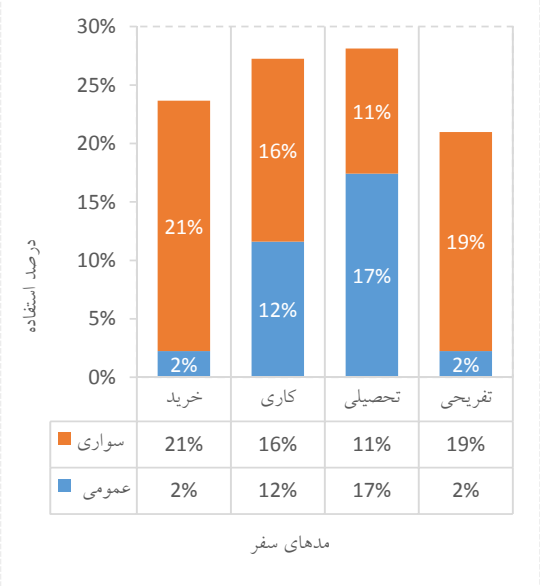
شکل ٤. نمودار دایره‌ای برای مدهای سفر



شکل ٥. نمودار دایره‌ای برای هدف سفرهای مختلف

۳-۱- روابط بین اهداف سفر با مدهای سفر در مطالعه موردی

شکل ٦ روابط بین اهداف سفر با مدهای سفر آمده است، مدهای سفر در دو گروه سواری شخصی یا تاکسی و گروه عمومی که شامل مترو و اتوبوس می‌باشد، آمده است، که در ۱۰۰ واحد در نظر گرفته شده است. بنابراین برای هدف خرید که ۲۳٪ هدف ها را تشکیل می‌دهد مشاهده می‌شود که ۲۱٪ آن با سواری و ۲٪ آن با مد حمل‌ونقل عمومی صورت گرفته شده است. آنچه از شکل ٦ مشاهده می‌شود این است در دو هدف خرید و تفریحی بیشتر افراد مورد پرسش از مد سواری و شخصی استفاده کرده‌اند و در اهداف سفر تحصیلی و کاری این مقدار حدوداً نصف است.



شکل ٦. روابط بین اهداف سفر با مدهای سفر

٤- ساخت و اجرای مدل

٤-۱- ساخت و اجرای مدل لوجستیک

در این قسمت به دلیل آنکه چهار هدف سفر وجود دارد برای هر هدف سفر یک مدل رگرسیون لوجستیک ساخته می‌شود. در تحلیل لوجستیک بعضی متغیرها پیوسته و بعضی دیگر گسسته هستند. در نرم افزار SPSS برای این تفاوت بین متغیرها تمایز و ابزار جداگانه قرار داده شده است. اما برای کاهش پیچیدگی سعی شده تا آنجا که ممکن است متغیرها را به عنوان پیوسته به حساب آورد برای مثال سن یه متغیر گسسته است. اما درصورتی که گروه بندی کوچکتری ایجاد نشود می‌توان از نوع پیوسته بحساب آورد (برای مثال گروه بندی جوان- میان سال – پیر متغیر را تبدیل به یک متغیر طبقه بندی می‌کند. اما همین متغیر سن درصورتی که با اعداد مثلاً ۲۰،۲۶،۲۷ سال باشد، می‌توان متغیر را از نوع پیوسته حساب کرد). جداول ۳ تا ٦ ضرایب مدل برای اهداف خرید، کاری، تحصیلی و تفریحی را نشان می‌دهد. ستون آخر در هر جدول نشان دهنده احتمال رخداد هر متغیر است. بدین ترتیب که بیشتر از یک به معنی آنکه متغیر مثبت است و اگر مساوی یک باشد، تفاوتی برروی هدف سفر ندارد. اگر کمتر از یک باشد تاثیر معکوس نسبت به هدف سفر دارد. ستون‌های دیگر به ترتیب ضریب بتا (که در معادله رگرسیون لوجستیک می‌توان استفاده کرد)، انحراف معیار، اعتبار سنجی، درجه آزادی، سطح معنا داری است.

جدول ۳. ضرایب مدل برای هدف خرید

		B	S.E.	Wald	df	Sig.	Exp(B)
Step 1[a]	age	-۰/۱۰۹	۲۲۳/۶۷۵	۰/۰۰۰	۱	۱/۰۰۰	۰/۹
	edu	۵/۰۹۱	۲۶۱۶/۸۲۸	۰/۰۰۰	۱	۰/۹۹۸	۱۶۲/۵
	car	۸/۵۹۴	۱۷۹۰۵/۶۵	۰/۰۰۰	۱	۱/۰۰۰	۵۳۹۷/۸
	income	-۲۵/۱۵۶	۵۶۴۸/۹۱۴	۰/۰۰۰	۱	۰/۹۹۶	۰/۰
	cost	۰/۰۰۴	۰/۵۸۳	۰/۰۰۰	۱	۰/۹۹۴	۱/۰
	time	-۱/۸۳۶	۲۴۸/۶۶	۰/۰۰۰	۱	۰/۹۹۴	۰/۲
	Constant	۳۵/۹۹۸	۱۸۶۶۴/۶۲۵	۰/۰۰۰	۱	۰/۹۹۸	۴۳۰۳۱۴۱۱۶۲۵/۰

جدول ٤. ضرایب مدل برای هدف کاری

		B	S.E.	Wald	df	Sig.	Exp(B)
Step 1[a]	age	-۰/۱۶۲	۲۱۷/۹۹۵	۰/۰۰۰	۱	۰/۹۹۹	۰/۸۵۰
	edu	-۱۵/۰۲۷	۲۰۸۸/۷۴۵	۰/۰۰۰	۱	۰/۹۹۴	۰/۰۰۰
	car	-۲۰/۴۴۷	۱۳۱۲۱/۴۶۱	۰/۰۰۰	۱	۰/۹۹۹	۰/۰۰۰
	income	۲۴/۲۹۳	۵۸۳۰/۰۳۶	۰/۰۰۰	۱	۰/۹۹۷	۳۵۵۱۵۶۳۰۲/۲۰۰
	cost	۰/۰۰۸	۰/۵۳۶	۰/۰۰۰	۱	۰/۹۹۸	۱/۰۰۸
	time	-۲/۹۶۷	۲۱۲/۰۷۰	۰/۰۰۰	۱	۰/۹۸۹	۰/۰۵۱
	Constant	۳۸/۸۳۷	۵۱۹۳/۴۵۵	۰/۰۰۰	۱	۰/۹۹۴	۷۳۵۴۵۳۸۶/۰۰۰

جدول ۵. ضرایب مدل برای هدف تحصیلی

		B	S.E.	Wald	df	Sig.	Exp(B)
Step 1[a]	age	-۱/۴۷۲	۷۲۱/۲۲۶	۰/۰۰۰	۱	۰/۹۹۸	۰/۲۳۰
	edu	-۱۳/۰۳۶	۵۲۳۸/۹۰۲	۰/۰۰۰	۱	۰/۹۹۸	۰/۰۰۰
	car	۰/۱۹۸	۱۷۲۳۲/۳۲۵	۰/۰۰۰	۱	۱/۰۰۰	۱/۲۱۹
	income	۱۶/۹۹۴	۱۱۱۴۳/۵۶۰	۰/۰۰۰	۱	۰/۹۹۹	۲۴۰۰۷۵۷/۸۰۰
	cost	۰/۰۰۶	۱/۱۱۱	۰/۰۰۰	۱	۰/۹۹۶	۱/۰۰۶
	time	-۲/۳۷۱	۳۷۴/۷۹۰	۰/۰۰۰	۱	۰/۹۹۵	۰/۰۹۳
	Constant	۵۵/۵۷۵	۱۲۶۳۰/۲۳۰	۰/۰۰۰	۱	۰/۹۹۶	۱/۳۷۲

جدول ٦. ضرایب مدل برای هدف تفریحی

		B	S.E.	Wald	df	Sig.	Exp(B)
Step 1[a]	age	-۰/۹۰۲	۹۳۶/۵۸۱	۰/۰۰۰	۱	۰/۹۹۹	۰/٤۰٦
	edu	-۲۰/۸۸۷	٤۲۵۲/۱۸۷	۰/۰۰۰	۱	۰/۹۹٦	۰/۰۰۰
	car	-۳۰/۱۳۳	۱٤۱۸۲/۲۳۵	۰/۰۰۰	۱	۰/۹۹۸	۰/۰۰۰
	income	۳۳/۸۱۷	۹۷۳۸/۷٦۳	۰/۰۰۰	۱	۰/۹۹۷	٦٤٥٦٥٤٦٥
	cost	۰/۰۰۸	۰/٦۳۲	۰/۰۰۰	۱	۰/۹۹۰	۱/۰۰۸
	time	-۲/۲۲۹	۱۹۸/۱۷۷	۰/۰۰۰	۱	۰/۹۹۱	۰/۱۰۸
	Constant	۳۹/۸۷۲	۱۵۵۱۸/۰۹۷	۰/۰۰۰	۱	۰/۹۹۸	۲۰۷۰۰۹۹۸۳/۰۰۰

نسبت اهداف مختلف به شکل رابطه زیر تعریف می‌شود. لازم به ذکر است برای اهداف محتلف کد در نظر گرفته شده است. بنابراین چهار رابطه احتمالی لوجیت نسب به اهداف ایجاد می‌شود که رابطه ٤ در اینجا فقط برای هدف تفریحی نوشته شده است.

$$p_{ni} = \frac{\exp(-0.9age - 20.8edu - 30.1car + 33.8income + 0.008\cos t - 2.22time + 39.8)}{\sum_{1}^{n} \exp(-0.9age - 20.8edu - 30.1car + 33.8income + 0.008\cos t - 2.22time + 39.8) + \exp-(-0.9age - 20.8edu - 30.1car + 33.8income + 0.008\cos t - 2.22time + 39.8)} \quad (٤)$$

به ترتیب مخفف متغیرهای معادل سن، تحصیلات، مالکیت خودرو، درآمد، هزینه سفر، زمان سفر است.

در ادامه متغیرهای استفاده شده در رابطه معرفی می‌گردد.

Age : متغیر سن در رابطه لوجیت است، که دارای ضریب ۰/۹۰- است، که نشان هنده تاثیر کم این متغیر در معادله است.

Edu : تحصیلات نیز با ضریب ۲۰/۸- است.

Car : مالکیت خودرو در انتخاب مد سفر همگانی تاثیر منفی دارد و تاثیر آن مهم است.

Income : میزان درآمد ماهیانه که ضریب آن در معادله ۳۳/۸۱۷ است.

Time : زمان سفر در حمل ونقل عمومی معمولاً بیشتر از حمل ونقل شخصی است.

Cost : هزینه سفر دیگر پارامتر است که مدل لوجیت آمده و تاثیر کمی دارد (۰/۰۰۸).

صحت سنجی مدل برای هر هدف سفر با استفاده از آزمون cox & snell انجام شده است. جدول ۷ R square به دست آمده برای هر هدف سفر را نشان می‌دهد. همانطور که مشاهده می‌شود.

جدول ۷. صحت سنجی مدل برای هر ٤ هدف سفر

اهداف سفر	-2 Log likelihood	Cox & Snell R Square	Nagelkerke R Square
هدف خرید	۰/۰۰۰[a]	۰/٤٦۹	۱/۰۰۰
هدف کاری	۰/۰۰۰[a]	۰/۷٤٤	۱/۰۰۰
هدف تحصیلی	۰/۰۰۰[a]	۰/۷٤۰	۱/۰۰۰
هدف تفریحی	۰/۰۰۰[a]	۰/۳۸۷	۱/۰۰۰

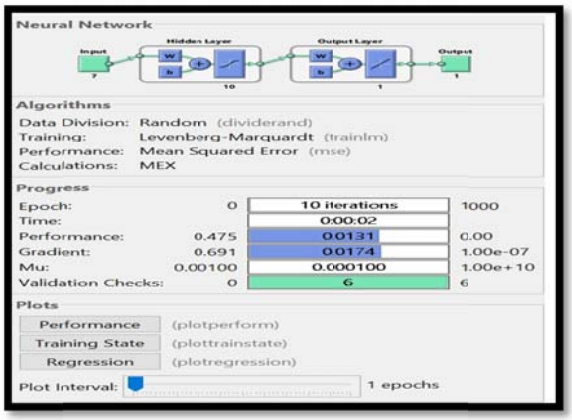
با توجه به جدول ۷ و مشاهده R Square بدست آمده برای هر هدف سفر مشخص می‌شود که، مدل رگرسیون لوجستیک مدل مناسبی برای پیش بینی مد استفاده برای هر ٤ نوع سفر خرید، کاری، تفریحی و تحصیلی نمی‌باشد. به همین دلیل در ادامه با استفاده از مدل شبکه عصبی به مدل سازی پیش‌بینی مد استفاده شهروندان در هر هدف سفر می‌پردازیم. برای مثال در هدف خرید چنانچه مقادیر جدول ۸ در ضرایب ضرب شود مقدار احتمال استفاده از حمل و نقل شخصی ۷۹٪ به دست می‌آید.

جدول ۸ مقادیر متغیرهای مستقل برای مثال مدل لوجیت در هدف خرید

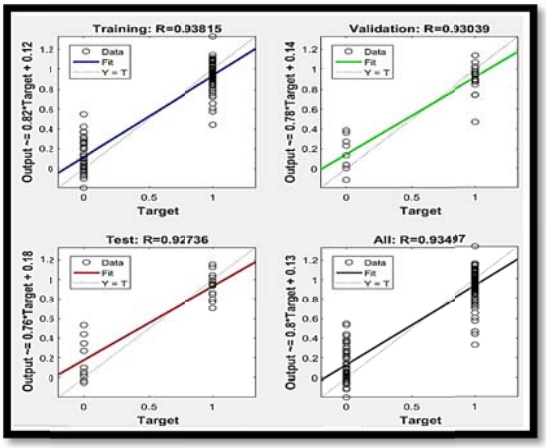
متغیرهای مستقل	ضریب	مقدار		
age	-۰/۱	۳۲	-۳/۲	
edu	۵	۲/٦	۱۳	
car	۸/۵	۰/٦	۵/۱	
income	-۲۵/۱	۱	-۲۵/۱	
cost	۰/۰۰٤	۹۳۰۰	۳۷/۲	
time	-۱/۸۳	۳٤	-٦۲/۲۲	
constant	۳۵/۹	۱	۳۵/۹	درصد احتمال
		جمع	۰/٦۸	۰/۷۹۵۷۵۹٦۹۸

٤-۲- ساخت مدل شبکه عصبی

برای بررسی دقیق‌تر و همچنین پیش‌بینی نزدیک‌تر به واقعیت این پژوهش از مدل شبکه عصبی نیز برای پیش‌بینی مد استفاده شهروندان در هر هدف سفر پی‌پردازیم. در این قسمت یک مدل شبکه عصبی ساخته شده و همان متغیرهای مدل لوجیت برای شبکه عصبی نیز استفاده شده است. الگوریتم و توابع استفاده شده در شکل ۷ آمده است. همانند مدل رگرسیون لوجستیک در مدل شبکه عصبی نیز مدهای سفر به دو قسمت حمل و نقل عمومی و شخصی تقسیم شده است و مدل بتواند با استفاده از همان متغیرها، مد حمل و نقل عمومی و شخصی را مشخص کند. همانطور که در شکل ۸ آورده شده است، دقت مدل بالا بوده و مقدار R به دست آمده برابر ۰,۹۳ شده است.



شکل ۷. توابع استفاده شده برای شبکه عصبی



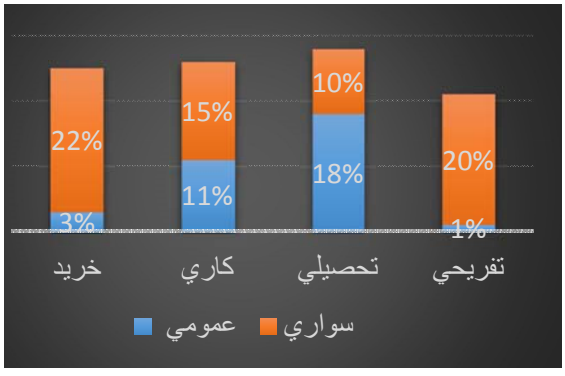
شکل ۸ صحت سنجی شبکه عصبی برای حالت دو مد سفر

جدول ۹. ضرایب مدل و وزن های مدل غیر پارمتری پرسپترون شبکه عصبی را برای هر ۱۰ نرون ساخته شده نشان می‌دهد.

جدول ۹. ضرایب مدل شبکه عصبی

وزن‌های مدل غیر پارمتری پرسپترون شبکه عصبی										
شماره نورون	w(۱،۱)							w(۱،۲)	bias1	bias2
۱	۰/۰۲	−۰/۱٤	۲/۷۳	−۰/۰۵	۹/٤۸	۸/۱۱	−۷/۰۹	۰/۰۳	−۱/۳٦	۲/۰٦٦
۲	۵/۸۷	−۰/۱۸	۰/۱٦	۳/۹۰	۰/۵۹	۰/۱۳	−۸/۰۵	−۱/۱۱	−۷/۲۹	
۳	۰/۰۳	۱۰/۱۲	−۱/۸۱	−۰/۰٤	−۱۰/۵۱	−۹/۸۱	۳/۷٤	۰/۸۱	۲/۹۱	
٤	−۰/۱۳	۵/۳۷	−۲/۳۸	−۲/۸۰	٦/۹۵	۳/۲۰	−۳/۱۷	−۰/۵۵	۲/۹۳	
۵	۰/۰۲	−۷/٦۵	−۳/۳٦	−۰/۰۷	−۰/۸۱	−۰/٦۰	−۳/۵۳	۰/٦٤	۲/٦٦	
٦	۰/۱۵	۱/٤۹	۰/٦۳	۰/۰۵	−٤/۱۷	−۳/۳۹	٤/۵٤	۳/۳۸	−۲/۳۷	
۷	−۲/۸۰	٦/۹۵	−۳/۱۷	۵/۳۷	−۲/۳۸	۰/۵۷	۰/٦۳	۲/۳۷	۹/٤۷	
۸	−۰/۰۷	−۰/۸۱	−۳/۵۳	−۷/٦۵	−۳/۳٦	−۷/۱۱	۱/٤۹	۱/۹۹	−۱/۹۰	

شکل۱۰ پیش‌بینی شبکه عصبی برای هدف‌های مختلف سفر در انتخاب مد سفر را نشان می دهد.



شکل ۱۰. روابط بین اهداف سفر با مدهای سفردر شبکه عصبی

۵- نتیجه‌گیری

هدف سفر نقش عمده‌ای در استفاده از مد سفر دارد، همانطور که با مدل‌ها و روش‌های مختلف آماری نشان داده شد اولین پارامتر در ابتدا هدف سفر است، چنانچه هدف سفر اجباری باشد تمایل به استفاده حمل ونقل عمومی است و اگر اختیاری باشد تمایل به استفاده از وسیله شخصی خواهد بود و هزینه و زمان سفر کمتر اهمیت پیدا می‌کند. هم به طور کلی و هم با حمل ونقل عمومی سفرهای اجباری بر حسب جنسیت برای مردان بیشتر است یعنی مردان سفرهای تحصیلی و کاری بیشتری نسبت به زنان انجام می‌دهند، این با توجه به فرهنگ و شرایط اجتماعی است که

بیشتر مردان در بیرون خانه هستند وزنان در خانه مشغول به کارهای خانه و خانه داری هستند. در سفرهای اختیاری و به‌ویژه خرید در زنان و مردان تفاوت زیادی ندارد. شاید به نوع خرید وابسته است، به این معنی که خرید مایحتاج و موادغذایی روزانه به نوعی خرید اجباری محسوب می‌شود. در مورد پارامتر سن و نقش و تاثیر آن بر اهداف سفرهای تفریحی بیشتر مربوط به جوانان است و همانطور که انتظار می‌رفت سفرهای تحصیلی در بین جوانان بیشتر است؛ اما سفرهای کاری در بین افراد مسن بیشتر است. درآمد تاثیر مثبتی در سفرها با اهداف تفریحی دارد. اما در سفرهای تحصیلی ندارد. درآمد در انتخاب مد سفر حمل‌ونقل عمومی دارای ضریب همبستگی منفی است که نشان می‌دهد افزایش درآمد سبب کاهش استفاده از حمل ونقل عمومی می‌شود. زمان سفر بیشتر تاثیر در مد سفر دارد نه اهداف سفر زیرا در سفرهای اجباری چه زمان زیاد باشد چه نباشد باید سفر انجام شود. تحصیلات بر روی مد سفر تاثیری ندارد و ضریب همبستگی آن نزدیک به صفر است.

عموم شهروندان هدفشان از سفر، هدف کاری می‌باشد که اکثریت آنها وسیله نقلیه شخصی را به عنوان مد سفر انتخاب کرده‌اند. با توجه به پرسشنامه‌های پر شده و مشاهده نظرات شهروندان در رابطه با راحتی سفر، ایمنی سفر، مقایر با محیط زیست بودن مد سفر، اهمیت هزینه سفر و دسترسی به مد سفر این نتیجه حاصل می‌شود که شهروندان به دلیل دسترسی راحت‌تر، سفر ایمن‌تر و سفر راحت‌تر وسیله نقلیه شخصی را به عنوان مد سفر انتخاب می‌کنند. همچنین دریافت می‌شود که ٤١٪ افراد هدف از سفرشان کاری، ١٨٪ هدفشان از سفر خرید، ١٧٪ هدفشان از سفر تفریحی، ١٥٪ هدفشان از سفر تحصیلی و ١٣٪ هدف از سفرشان تحصیلی بوده است. با بررسی رابطه بین هدف سفر و مد سفر در دو گروه سواری شخصی یا تاکسی و گروه عمومی که شامل مترو و اتوبوس است و در ١٠٠ واحد در نظر گرفته شده است، مشاهده می‌شود در دو هدف خرید و تفریحی بیشتر افراد مورد پرسش از مد سواری و شخصی استفاده کرده‌اند و در اهداف سفر تحصیلی و کاری این مقدار حدودا نصف است. در ادامه برای مدل سازی انتخاب مد سفر توسط شهروندان از مدل رگرسیون لوجستیک و مدل شبکه عصبی استفاده شد. در مدل‌سازی رگرسیون لوجستیک برای هر هدف سفر (کاری، تفریحی، تحصیلی، خرید) یک مدل ساخته شد که جداول ٣ تا ٦ جداول ضرایب و جدول ٧ صحت سنجی مدل‌های لوجستیک است.

با مشاهده R square بدست آمده از مدل های لوجستیک و شبکه عصبی دریافت می‌شود که مدل شبکه عصبی مدل مناسبتری برای انتخاب مد سفر می‌باشد. در همین راستا از مدل شبکه عصبی برای پیش‌بینی انتخاب مد سفر استفاده شد. شکل ٨ صحت سنجی مدل شبکه عصبی برای انتخاب بین ٢ مد سفر را نشان می‌دهد که میزان دقیقی است و نشان از نزدیکی مقدار پیش بینی به مقدار واقعی دارد.

٦- مراجع

-فلاح تفتی، م. شهابی، س. و تقی زاده، ی.، (١٣٩٧)، "مدل سازی رفتار انتخاب وسیله کاربران وسایل نقلیه شخصی در قبال اعمال سیاست‌های مدیریت تقاضای سفر (مطالعه موردی: شهر یزد)".

-Achour, H., & Belloumi, M., (2016), "Investigating the causal relationship between transport infrastructure, transport energy consumption and economic growth in Tunisia", Renewable and Sustainable Energy Reviews, 56, pp.988-998 .

-Bento, A. M., Hughes, J. E & ,.Kaffine, D., (2013), "Carpooling and driver responses to fuel price changes: Evidence from traffic flows in Los Angeles", Journal of Urban Economics, 77, pp.41-56 .

-Bharadwaj, S., Ballare, S., & Chandel, M. K., (2017), "Impact of congestion on greenhouse gas emissions for road transport in Mumbai metropolitan region", Transportation Research Procedia, 25, pp.3538-3551.

-Bullard, R. D., (2018), "Transportation matters: stranded on the side of the road before and after disasters strike", Routledge. In Race, Place, and Environmental Justice After Hurricane Katrina, pp. 85-108.

-Chai, J., Yang, Y., Wang, S., & Lai, K. K., (2016), "Fuel efficiency and emission in China's road transport sector: Induced effect and rebound effect", Technological Forecasting and Social Change, pp.188-197.

-Larson, W., Liu, F., & Yezer, A., (2012), "Energy footprint of the city: Effects of urban land use and transportation policies", Journal of Urban Economics, 72(2-3), pp.147-159.
-López-Mosquera, N., Lera-López, F., & Sánchez, M., (2015), "Key factors to explain recycling, car use and environmentally responsible purchase behaviors: a comparative perspective", Resources, Conservation and Recycling, 99, pp.29-39 .
-Macmillan, A., Connor, J., Witten, K., Kearns, R., Rees, D., & Woodward, A., (2014), "The societal costs and benefits of commuter bicycling: simulating the effects of specific policies using system dynamics modeling", Environmental health perspectives, 122(4), pp.335-344 .
-Molloy, R., & Shan, H., (2013), "The effect of gasoline prices on household location", Review of Economics and Statistics, 95(4), pp.1212-1221.
-Nanaki, E., Koroneos, C., Roset, J., Susca, T., Christensen, T. H ,.Hurtado, S. D. G., López-Jiménez, P. A., (2017), "Environmental assessment of 9 European public bus transportation systems", Sustainable cities and society, 28, pp.42-52 .
-Power, A., (2012), "Social inequality, disadvantaged neighbourhoods and transport deprivation: an assessment of the historical influence of housing policies", Journal of Transport Geography, 21, pp.39-48 .
-Rachele, J. N., Learnihan, V., Badland, H. M., Mavoa, S., Turrell, G., & Giles-Corti, B., (2017), "Neighbourhood socioeconomic and transport disadvantage: The potential to reduce social inequities in health through transport", Journal of Transport & Health, 7, pp.256-263 .
-Shen, Q., Chen, P., & Pan, H., (2016), "Factors affecting car ownership and mode choice in rail transit-supported suburbs of a large Chinese city", Transportation Research Part A: Policy and Practice, 94, pp.31-44 .
-Tang, L., & Thakuriah, P. V., (2012), "Ridership effects of real-time bus information system: A case study in the City of Chicago", Transportation Research Part C: Emerging Technologies, 22, pp.146-161.
-Chi, G., Porter, J. R., Cosby, A. G., & Levinson, D., (2013), "The impact of gasoline price changes on traffic safety: a time geography explanation", Journal of Transport Geography, 28, pp.1-11 .
-Clewlow, R. R., & Mishra, G. S., (2017), "Disruptive transportation: The adoption, utilization, and impacts of ride-hailing in the United States".
-Ercan, T., Onat, N. C., & Tatari, O., (2016), "Investigating carbon footprint reduction potential of public transportation in United States: A system dynamics approach", Journal of cleaner production, 133, pp.1260-1276.
-Geels, F. W., (2012), "A socio-technical analysis of low-carbon transitions: introducing the multi-level perspective into transport studies", Journal of transport geography, 24, pp.471-482.
-Gruel, W., & Stanford, J. M., (2016), "Assessing the long-term effects of autonomous vehicles: a speculative approach", Transportation Research Procedia, 13, pp.18-29 .
-He, L.-Y., Yang, S., & Chang, D., (2017), "Oil price uncertainty, transport fuel demand and public health", International journal of environmental research and public health, 14(3), 245 .
-Javid, R. J., Nejat, A., & Hayhoe, K., (2014), "Selection of CO2 mitigation strategies for road transportation in the United States using a multi-criteria approach", Renewable and Sustainable Energy Reviews, 38, pp.960-972.
-Kalupová, B., & Hlavoň, I., (2016), "Intelligent transport systems in the management of road transportation", Open Engineering, 6,1.
-Kim, D., Ko, J., & Park, Y., (2015), "Factors affecting electric vehicle sharing program participants", attitudes about car ownership and program participation", Transportation Research Part D: Transport and Environment, 36, pp.96-106 .

Providing a Model for Selecting a Vehicle by Citizens in Intra-City Trips (Tehran Metropolis, Zone 6)

Farshad Chaichi Nosrati, M.Sc., Grad., Department of Civil Engineering, Malard Branch, Islamic Azad University, Malard, Iran.
Ali Paydar, Assistant Professor, Department of Civil Engineering, Malard Branch, Islamic Azad University, Malard, Iran.

E-mail: farshadchaichi@gmail.com

Received: March 2023- Accepted: August 2023

ABSTRACT
Promoting the use of public transport instead of using private vehicles is the most practical, effective, and least cost-effective way to reduce intra-city traffic problems in a country. Encouraging citizens to use public transport instead of private vehicles requires the various facilities for people when using these vehicles. Lack of sufficient attention to transport and traffic problems in recent years has led to huge social, economic, and environmental costs, the most important of which are risks to energy resources, high fuel consumption, increased fatalities and injuries, air pollution, traffic, and environmental damage. According to published statistics, every passenger in a private vehicle consumes twelve times as much fuel as a passenger in a bus and produces fifteen and a half times as much pollution. This study aims to investigate the vehicles selected by citizens in intra-city travels in District 6 of Tehran. Hence, using a questionnaire, we have focused on gathering information and modeling the travel model selected by citizens with various travel purposes. The results show that the purpose in travel for majority of the citizens is business, most of which have chosen private vehicles as travel mode. Then, for modeling the travel mode selected by citizens, the logistic regression model for each travel purpose (business, leisure, education, shopping) and the neural network model were used. By observing the R square derived from logistic and neural network models, it is found that the neural network model is a more appropriate model for selecting the travel mode. In this regard, the neural network model was used to forecast the travel mode selection. The validation results in the neural network model show the proximity of the prediction value to the actual value.

Keywords: Travel Mode, Public Transport, Logistic Regression, Neural Network