



مدل تمایل موتورسیکلت سواران شاغل در محدوده مرکزی شهر تهران به خرید موتورسیکلت برقی

ملیحه شجاعی زاده^۱، میقات حبیبیان^{۲*}

^۱ گروه حمل و نقل، دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه امیرکبیر، تهران، ایران

^۲ گروه حمل و نقل، دانشکده عمران، دانشگاه امیرکبیر، تهران، ایران

تاریخچه داوری:

دریافت: ۱۳۹۶/۱۱/۱۶

بازنگری: ۱۳۹۷/۰۱/۰۶

پذیرش: ۱۳۹۷/۰۲/۲۶

ارائه آنلاین: ۱۳۹۷/۰۳/۰۸

کلمات کلیدی:

موتورسیکلت برقی

موتورسیکلت بنزینی

مدیریت تقاضای حمل و نقل

محدوده مرکزی شهر تهران

مدل لوجیت

خلاصه: امروزه در شهرهای بزرگ و پرجمعیتی مانند تهران، عدم محدودیت استفاده از موتورسیکلت بنزینی در کنار طرح‌های محدود کننده تردد خودرو شخصی مانند طرح زوج و فرد باعث رشد استفاده از موتورسیکلت‌های بنزینی شده است. بر این اساس، استفاده از موتورسیکلت برقی برای کاهش مشکلات ناشی از موتورسیکلت‌های بنزینی مانند آلودگی هوا و آلودگی صوتی، در تهران مورد توجه قرار گرفته است. این مطالعه با کمک اطلاعات حاصل از مصاحبه با ۵۰۳ موتورسیکلت سوار شاغل در محدوده مرکزی شهر تهران با هدف شناسایی عوامل مؤثر بر تمایل موتورسیکلت سواران شاغل در محدوده مرکزی تهران به خرید موتورسیکلت برقی با اعطای تسهیلات مشخص در شرایط ممنوعیت تردد موتورسیکلت‌های بنزینی در این محدوده انجام شده است. در این مطالعه با کمک مدل لوجیت دوگانه نقش متغیرهایی مانند خصوصیات سفر، خصوصیات موتورسیکلت، مشخصات اقتصادی-اجتماعی افراد و پندارهای افراد به استفاده از موتورسیکلت شناسایی شد. نتایج نشان می‌دهد کسانی که به دلیل قیمت ارزان موتورسیکلت از آن استفاده می‌کنند، کسانی که مسافت زیادی در روز می‌پیمایند و آنان که موتورسیکلت قدیمی تری دارند، تمایل کمتری به استفاده از موتورسیکلت برقی دارند. در نهایت، پیشنهادهای جهت کاربرد این مدل نیز ارائه شده است.

۱- مقدمه

به علت مشکلات بسیار زیادی که موتورسیکلت بنزینی به همراه دارد، محدودیت‌هایی برای عدم استفاده از آن در برخی از شهرهای جهان لحاظ گردیده است. به عنوان نمونه در شهرهای شمالی کشور چین، قانون محدودیت تردد موتورسیکلت بنزینی وضع شده است به طوری که در شهری مانند پکن، تنها ۲٪ سفرها با موتورسیکلت بنزینی صورت می‌گیرد. همچنین، از سال ۲۰۰۷ در شهر گوانگژو قانون ممنوعیت تردد تمامی انواع موتورسیکلت در تمامی معابر اعمال شده است. امروزه با ایجاد طرح‌های محدودیت تردد موتورسیکلت بنزینی در چین، افراد به سمت استفاده از وسایل نقلیه الکتریکی از جمله موتورسیکلت برقی پیش رفته‌اند [۳، ۴]. از سوی دیگر، با توجه به افزایش اهمیت حفاظت از محیط زیست در سال‌های اخیر،

امروزه، استفاده بیش از حد از موتورسیکلت بنزینی در کشورهای در حال توسعه، خصوصاً کشورهای آسیایی، آن‌ها را با مشکلات جدی مانند آلودگی هوا، آلودگی صوتی و افزایش تصادفات روبرو کرده است. از آنجا که رشد نیازهای حمل و نقل شهری در این کشورها در اثر رشد اقتصادی-اجتماعی، بیشتر از سرعت پاسخ به آن‌هاست، استفاده از موتورسیکلت بنزینی با قابلیت کاهش زمان سفر، امکان حرکت سریع در راهبندان، امکان خدمت‌رسانی در تا در و سهل الوصول بودن، برای پر کردن خلاءهای موجود در عرضه حمل و نقل به ویژه برای طبقه متوسط جامعه رواج یافته است [۱ و ۲].

* نویسنده عهده‌دار مکاتبات: habibian@aut.ac.ir



استفاده از وسایل نقلیه الکتریکی خصوصاً موتورسیکلت های برقی مورد توجه قرار گرفته است [۵].

تهران به عنوان یک شهر پر جمعیت و در حال توسعه، با مشکلات جدی در زمینه آلودگی هوا، آلودگی صوتی، تراکم ترافیک و تصادفات مواجه است. امروزه رشد روز افزون موتورسیکلت های بنزینی که ارزان قیمت و در دسترس هستند، باعث افزایش مشکلات این شهر شده است. در محدوده مرکزی شهر تهران، طرح محدودیت تردد خودروهای شخصی و طرح تردد زوج یا فرد خودروها وجود دارد در حالی که در سراسر این شهر سیاستی مبنی بر محدودیت تردد موتورسیکلت های بنزینی به چشم نمی خورد. در سال های اخیر، موتورسیکلت های بنزینی با تولید آلودگی بیش از ۵ برابر یک خودرو استاندارد یورو II، ۲۵ درصد از سهم آلودگی هوای شهرهای بزرگ را تشکیل داده اند و با داشتن سطح صدایی نزدیک به ۸۳ دسی بل، حدود ۴۵ درصد آلودگی صوتی شهر تهران را شامل می شوند [۷۶]. موتورسیکلت های برقی با ویژگی های چون سطح پایین صدا، عدم تولید آلودگی و کارایی بالا پتانسیل رفع مشکلات زیست محیطی ناشی از موتورسیکلت های بنزینی را دارند [۸] و از این رو، می توانند جایگزین مناسبی برای موتورسیکلت های بنزینی باشند. با این وصف، در ایران به دلایلی نظیر ناشناخته بودن این محصول، قیمت بالای آن، ارزان بودن سوخت موتورسیکلت های بنزینی و مسافت کوتاه قابل پیمایش در هر بار شارژ کامل موتورسیکلت های برقی هنوز بسیاری از موتورسیکلت سواران بنزینی تمایلی به استفاده از آن ندارند [۹].

با توجه به مشکلاتی که استفاده از موتورسیکلت های بنزینی در شهر تهران به وجود آورده اند، منع تردد موتورسیکلت های بنزینی به عنوان یک راه حل مطرح شده است. در این صورت افراد برای رفع نیازهای حمل و نقلی خود به سایر گزینه ها روی می آورند و در این راستا اگر برای خرید موتورسیکلت برقی تسهیلاتی قرار داده شود، استفاده از این وسیله می تواند مورد توجه قرار گیرد. هدف از این مقاله، شناسایی عوامل مؤثر بر تمایل موتورسیکلت سواران شاغل در محدوده مرکزی شهر تهران به خرید موتورسیکلت برقی در شرایط ممنوعیت تردد موتورسیکلت های بنزینی به این محدوده است. همچنین، در این مطالعه علاوه بر خصوصیات اقتصادی-اجتماعی موتورسیکلت سواران (مشخصات خانوار)، ویژگی های سفر و ویژگی های موتورسیکلت، از متغیرهای پنداری موتورسیکلت سواران نیز

استفاده شده است که در مطالعات گذشته کمتر مورد توجه قرار گرفته است. در این راستا، در فصل دوم به شرح ادبیات تحقیق پرداخته می شود. فصل سوم به گردآوری اطلاعات مورد مطالعه می پردازد و در فصل چهارم روش تحقیق این مطالعه بررسی می شود. فصل پنجم مدل بدست آمده ارائه و نتایج آن تفسیر می شود. در نهایت، در فصل ششم خلاصه و جمع بندی مطالب ارائه می گردد.

۲- ادبیات تحقیق

امروزه در بعضی کشورهای در حال توسعه رشد سریع سفرها به دلیل رشد اقتصادی قابل توجه، و از سوی دیگر مهیا نبودن سیستم حمل و نقل همگانی مناسب منجر به افزایش تقاضای استفاده از وسایل نقلیه موتوری شده است [۱،۱۰]. به علت قیمت ارزان تر موتورسیکلت های بنزینی نسبت به خودرو، استفاده از موتورسیکلت های بنزینی رشد زیادی داشته است؛ به طوری که استفاده از این وسیله باعث کاهش چشم گیر کیفیت هوا شده است [۱۱]. برای حل مشکلات ناشی از موتورسیکلت های بنزینی، بسیاری از کشورها به سیاست هایی مانند محدودیت استفاده از این نوع موتورسیکلت و جایگزین کردن تقاضای سفر با حمل و نقل پاک روی آورده اند. اما این که هر سیاست به چه میزان بر کاهش استفاده از موتورسیکلت بنزینی اثرگذار است، به رفتار انتخاب وسیله افراد بستگی دارد [۱۱،۳]. از جمله سیاست های به کار گرفته شده در برخی کشورها، اعطای تسهیلات خرید وسایل دوچرخ برقی است. این وسایل که شامل دوچرخه برقی، اسکوتر برقی و موتورسیکلت برقی می شوند، از راهکارهای کاهش آلودگی صوتی ناشی از موتورسیکلت های بنزینی در فضای شهر هستند [۱۲] و می توانند به عنوان جایگزینی پاک برای موتورسیکلت های بنزینی شناخته شوند. مطالعات حاکی از آن است که استفاده از موتورسیکلت های برقی راهکاری برای کاهش سرطان نیز قلمداد شده است [۱۳]. امروزه در شهری مانند ماکای چین با جایگزین کردن موتورسیکلت های برقی به جای موتورسیکلت های بنزینی متوسط سطح صدای بالاتر از ۷۵ دسی بل به میزان ۱۲/۷٪ کاهش یافته است [۱۳]. در برخی شهرها مانند گوانگژو به علت آثار زیست محیطی، نظم اجتماعی و هزینه حمل و نقل شهری استفاده از تمامی انواع موتورسیکلت ممنوع شده است [۱۴]. بررسی ها حاکی از آن است که ممنوعیت تردد موتورسیکلت های بنزینی به طور

متفاوتی بر انتخاب شیوه سفر بخصوص خرید موتورسیکلت برقی اثرگذار است و از این رو برای هر شهر مطالعه ای مجزا برای شناسایی عوامل مؤثر بر استفاده از وسایل نقلیه لازم است. براساس جستجوهای نویسندگان تاکنون مدل‌سازی ریاضی درخصوص شناسایی عوامل مؤثر در انتخاب موتورسیکلت برقی در شهر تهران انجام نشده است. همچنین، در بسیاری از مطالعات انجام شده، تنها ویژگی‌های اقتصادی-اجتماعی و موتورسیکلت به عنوان عوامل اثرگذار بر رفتار انتخاب شیوه سفر افراد در نظر گرفته شده است، در صورتی که پندار افراد در مورد یک شیوه حمل و نقل نیز بر انتخاب آن شیوه اثرگذار است. بنابراین ضرورت انجام مطالعه ای در شهر تهران برای شناسایی عوامل مؤثر بر انتخاب موتورسیکلت برقی در شرایط ممنوعیت تردد موتورسیکلت‌های بنزینی در محدوده مرکزی شهر و با ملاحظه پندارهای موتورسیکلت سواران احساس می‌شود.

۳- گردآوری اطلاعات

محدوده مورد مطالعه، محدوده مرکزی شهر تهران منطبق بر محدوده طرح ترافیک این شهر مطابق با شکل ۱ و با مساحت تقریبی ۳۰ کیلومتر مربع در نظر گرفته شد [۲۳] که دربرگیرنده بخش‌هایی از مناطق ۶، ۷، ۱۱ و ۱۲ این شهر می‌باشد. در حال حاضر در این منطقه سیاست گذاری تردد خودروهای شخصی در حال اجرا است، ولی موتورسیکلت سواران می‌توانند آزادانه در این منطقه تردد کنند. از این رو بسیاری از افراد از موتورسیکلت‌های بنزینی برای سفرهای شغلی خود به این منطقه استفاده می‌کنند. به منظور گردآوری اطلاعات در خصوص تمایل افراد به انتخاب موتورسیکلت برقی در شرایط ممنوعیت تردد موتورسیکلت بنزینی در محدوده مرکزی شهر تهران، از موتورسیکلت سواران شاغل در این محدوده سوالاتی در قالب یک پرسش‌نامه مصاحبه ای مطرح گردید. گردآوری داده‌ها در آذر و دی ماه سال ۱۳۹۴ انجام شد و طی آن از ۵۰۳ نفر از موتورسیکلت سوارانی که از موتورسیکلت بنزینی برای مراجعه به محل کار خود استفاده می‌کردند، سوالاتی پرسیده شد. سوالات دربرگیرنده اطلاعات فردی و خانوادگی، خصوصیات سفر اخیر آن‌ها با موتورسیکلت، ویژگی‌های موتورسیکلت مورد استفاده، سیاست‌های حمل و نقلی و پندارهای فردی در مورد استفاده از موتورسیکلت بود. در راستای اجرای مرحله گردآوری اطلاعات، منطقه مورد مطالعه

غیر مستقیم باعث توسعه و پذیرش وسایل نقلیه دوچرخ الکتریکی توسط مردم می‌شود [۱۵]. مطالعات نشان می‌دهد افزایش عوارض شهری، وضع عوارض آلودگی هوا و اعمال تعرفه ورود به محدوده طرح ترافیک برای موتورسیکلت‌های بنزینی، می‌تواند در جایگزینی موتورسیکلت‌های برقی به جای موتورسیکلت‌های بنزینی مؤثر باشد [۱۶].

با گذشت زمان استقبال جوامع از وسایل نقلیه دوچرخ الکتریکی قابل توجه بوده است. برای مثال در کشور چین فروش وسایل دوچرخ الکتریکی از ۰/۱۵ میلیون در سال ۱۹۹۹ به ۲۱ میلیون در سال ۲۰۰۷ رسید [۱۷]. طبق یک نظریه روانشناسی رفتار، انتخاب شیوه سفر می‌تواند فرایندی عمدی یا مبتنی بر عادات رفتاری افراد باشد [۱۸] و عوامل محیطی مانند انگیزه‌های اقتصادی و تغییرات محیط فیزیکی می‌تواند نگرش، قصد، عادت و یا رفتار مسافران را تحت تأثیر قرار دهد [۱۰]. مطالعات صورت گرفته درخصوص عوامل مؤثر بر انتخاب شیوه حمل و نقل حاکی از آن است که در افراد جوان عواملی مانند زمان سفر، هزینه سفر و مالکیت وسیله نقلیه از مهمترین عوامل اثرگذار بر انتخاب شیوه سفر بوده و درک از ایمنی نیز عاملی اثرگذار اما با اهمیت کمتر است [۱۹]. مطالعه ای در کشور مالزی نشان می‌دهد جنسیت، داشتن گواهی نامه رانندگی، دسترسی به وسیله نقلیه شخصی، درآمد افراد و وجود قوانین محدودیت تردد خودرو شخصی از عوامل اثرگذار بر انتخاب شیوه سفر است [۲۰]. طی بررسی‌های به عمل آمده در کشور تایوان درخصوص عوامل اثرگذار بر انتخاب موتورسیکلت برقی، جنسیت، سرعت، سن، تحصیلات و تعداد موتورسیکلت تحت تملک بر انتخاب موتورسیکلت برقی اثرگذار است [۷]. مطالعات دیگری هزینه کم وسایل نقلیه الکتریکی را بزرگ‌ترین مزیت آن برشمرده و نشان می‌دهد نگرانی‌های زیست محیطی عامل اصلی منجر به خرید وسیله نقلیه الکتریکی است [۲۱]. مطالعات نشان می‌دهد با قرار دادن تسهیلات برای یک شیوه حمل و نقل، استفاده از آن شیوه به طور قابل توجهی افزایش پیدا می‌کند [۲۲]. در مطالعه ای که توسط معاونت حمل و نقل و ترافیک شهرداری تهران صورت گرفته است، نقش وام بانکی و کمک دولت برای جایگزینی موتورسیکلت بنزینی با موتورسیکلت برقی بسیار مهم شمرده شده است [۱۶].

با توجه به مطالعات انجام شده، در جوامع مختلف مجموعه عوامل

۴- روش تحقیق

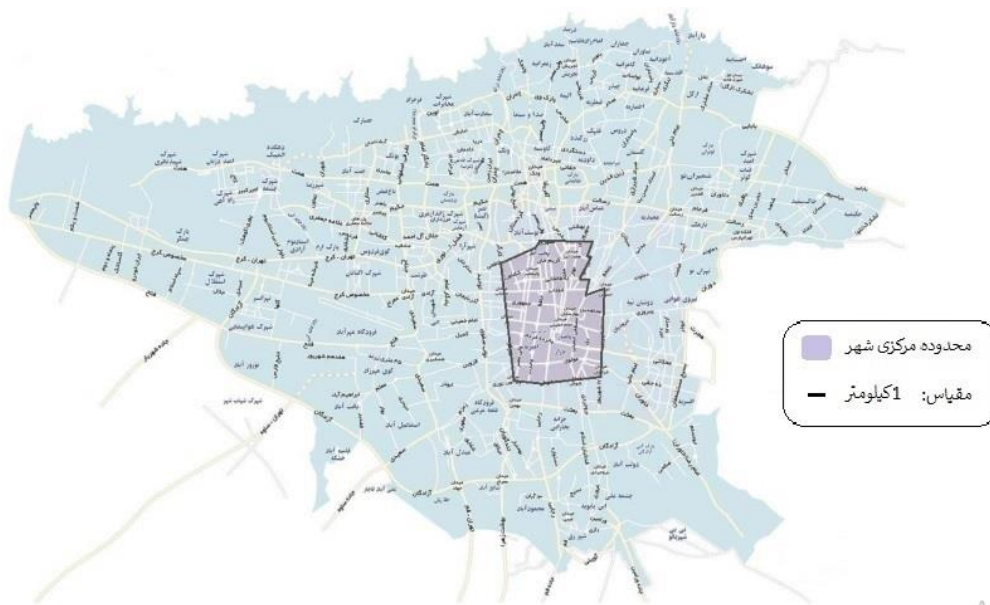
در این مطالعه از مدل لوجیت دوگانه برای پیدا کردن عوامل مؤثر بر انتخاب موتورسیکلت برقی از سوی موتورسیکلت سوارانی که با هدف شغلی در محدوده مرکزی شهر تهران قرار دارند، استفاده شده است. تابع مطلوبیت این مدل به شکل رابطه (۱) است.

$$U_n = \beta_n X_n + \varepsilon_n \quad (1)$$

در این رابطه U_n مطلوبیت استفاده از موتورسیکلت برقی در شرایط ممنوعیت تردد موتورسیکلت بنزینی در محدوده مرکزی شهر تهران است. همچنین، X_n بردار متغیرهای توصیفی فرد n ، β_n بردار ضرایب و ε_n بخش غیر قابل مشاهده تابع مطلوبیت است. چنان که ملاحظه می‌گردد در بخش غیرقابل مشاهده تابع مطلوبیت، ε_n ، عدم قطعیت مشتمل بر در نظر نگرفتن متغیرهای مؤثر احتمالی در طراحی پرسش‌نامه، خطای احتمالی در داده برداری، درک ناصحیح از سیاست‌ها توسط پاسخگویان و مواردی از این دست لحاظ می‌گردد. به طور کلی عدم قطعیت به شیوه‌های مختلفی ممکن است وارد مدل شود، اما مطالعات نشان می‌دهد عدم قطعیت مربوط به داده‌های ورودی (در نظر نگرفتن متغیرهای مؤثر احتمالی در طراحی پرسش‌نامه یا خطای احتمالی در داده برداری) بزرگترین عامل ایجاد آن در مدل است [۲۵]. با این

به ۲۰ بخش مطابق شکل ۲ تقسیم و از هر بخش به نسبت چگالی جمعیتی آن داده برداری انجام شد. داده برداری به صورت تصادفی منظم در خیابان‌های اصلی هر بخش (که غالباً تمرکز کاربری‌های شغلی در آن‌ها قرار دارد) انجام شد. به منظور انتخاب تصادفی داده‌ها، پس از مراجعه به اولین کاربری شغلی واقع در خیابان و مصاحبه با اولین فرد واجد شرایط (دارای موتورسیکلت و متمایل به مصاحبه) در آن، به صورت هر هفت کاربری شغلی یک بار انجام یافت. اگر در یک کاربری فرد واجد شرایطی وجود نداشت، به کاربری شغلی بعدی مراجعه می‌شد. از آنجا که در ایران، زنان مجاز به استفاده از موتورسیکلت نیستند، تمام جامعه آماری این مطالعه را مردان تشکیل می‌دهند. آمار توصیفی نمونه مورد مطالعه مطابق جدول ۱ است.

یکی از سیاست‌های بررسی شده متمایل به استفاده از انواع موتورسیکلت برقی با متوسط هزینه ۱۲ میلیون تومان همراه با ارائه ۶/۵ میلیون تومان تسهیلات به صورت وام در شرایط ممنوعیت تردد موتورسیکلت‌های بنزینی در محدوده مرکزی شهر است. این موتورسیکلت‌ها براساس موتورسیکلت‌های موجود در بازار انتخاب و به افراد ارائه شدند [۲۴]. طبق پاسخ افراد، در شرایط ممنوعیت تردد موتورسیکلت بنزینی در محدوده مرکزی این شهر، ۴۷٪ افراد تمایلی به استفاده از موتورسیکلت‌های برقی نداشتند.



شکل ۱. محدوده مورد مطالعه

Fig. 1. The study zone



شکل ۲. بخش بندی محدوده مورد مطالعه برای داده برداری
 Fig. 2. Segmentation of study zone for data collection

$$P_n = \frac{\exp(U_n)}{\exp(U_n) + \exp(U_m)} \quad (2)$$

در این رابطه U_m عدم مطلوبیت استفاده از موتور برقی در شرایط ممنوعیت تردد موتورسیکلت بنزینی در محدوده مرکزی شهر تهران است. P_n نیز احتمال انتخاب موتور برقی برای فرد n است. بهترین مدل، مدلی است که لگاریتم تابع درست نمایی آن بیشینه شود. مقدار لگاریتم تابع درست نمایی از رابطه (۳) بدست می آید.

$$LL = \sum_{i=1}^n \sum_{n=1}^{c_i} Y_{in} \ln P_i(n) \quad (3)$$

Y_{in} پارامتری است که در صورت انتخاب گزینه n توسط فرد i ، مقدار آن برابر با یک و در غیراین صورت برابر با صفر است. اگر تمام ضرایب مدل برابر با صفر باشد مقدار LL با L_0 نشان داده می شود. اگر تمام ضرایب مدل به جز ضریب ثابت برابر با صفر باشد مقدار LL با L_c نشان داده می شود. اگر ضرایب بدست آمده برای بهترین مدل در رابطه تابع درست نمایی قرار داده شود، مقدار LL با L_β نشان داده می شود.

جدول ۱. آمار توصیفی نمونه مورد مطالعه

Table 1. Descriptive statistics of the data

متغیر	سطح	تعداد	درصد
سن	زیر ۳۰ سال	۱۷۰	۳۳/۸٪
	۳۰ تا ۳۹	۱۸۱	۳۶/۰٪
	۴۰ تا ۴۹	۱۰۳	۲۰/۵٪
	۵۰ سال یا بالاتر	۴۹	۹/۷٪
تاهل	مجرد	۱۴۲	۲۸/۲٪
	متاهل	۳۶۱	۷۱/۸٪
سطح تحصیل	زیر دیپلم	۷۰	۱۳/۹٪
	دیپلم	۲۲۰	۴۳/۷٪
	فوق دیپلم	۸۲	۱۶/۳٪
	لیسانس	۱۱۸	۲۳/۵٪
	فوق لیسانس یا بالاتر	۱۳	۲/۶٪
جمعیت خانوار	۱ نفره	۹	۱/۸٪
	۲ نفره	۷۴	۱۴/۷٪
	۳ نفره	۱۴۴	۲۸/۶٪
	۴ نفره	۱۷۷	۳۵/۲٪
	۵ نفره یا بیشتر	۹۹	۱۹/۷٪
مالکیت خودروی شخصی	۰	۱۳۵	۲۶/۸٪
	۱	۳۰۰	۵۹/۶٪
	۲	۶۴	۱۲/۷٪
	۳ یا بیشتر	۴	۰/۸٪
مالکیت موتورسیکلت	۰	۴	۰/۸٪
	۱	۴۲۵	۸۴/۵٪
	۲	۵۷	۱۱/۳٪
	۳ یا بیشتر	۱۷	۳/۴٪

وصف، عدم قطعیت در مدل های پیچیده ممکن است خود تحت تأثیر پیچیدگی مدل قرار گرفته و عدم قطعیت بیشتری حاصل شود [۲۶]. در مدل لوجیت ملاحظه عدم قطعیت با فرض توزیع گامبل برای بخش غیر قابل مشاهده مطلوبیت انجام می گیرد. ساختار مدل لوجیت دوگانه نیز به صورت رابطه (۲) است.

این مرحله تمام مدل‌های لجوجیت دوگانه قابل قبول ساخته شد و از بین این مدل‌ها، بهترین مدل بر اساس بیشینه لگاریتم تابع درست نمایی انتخاب شد. متغیرهای مدل نهایی و ضرایب آن‌ها در سطح اهمیت ۱۰٪ به همراه شاخص‌های خوبی برازش آن در جدول ۲ نشان داده شده است.

متغیر U_Lcost با علامت منفی در مدل ظاهر شده است که نشان دهنده عدم تمایل این فرد به خرید موتورسیکلت برقی با ارائه تسهیلات در شرایط ممنوعیت تردد موتورسیکلت‌های بنزینی است. از آن جا که این فرد به دلیل ارزان بودن موتورسیکلت بنزینی و پایین بودن توان اقتصادی، این شیوه حمل و نقل را انتخاب کرده است، توانایی خرید موتورسیکلت برقی حتی با اعطای تسهیلات را ندارد.

متغیر $Engsize$ در مدل با علامت مثبت ظاهر شده است که نشان می‌دهد هرچه حجم موتور موتورسیکلت سوار بنزینی بیشتر باشد، تمایل شخص به خرید موتورسیکلت برقی بیشتر می‌شود. بررسی روی اطلاعات بدست آمده از افراد نشان می‌دهد افرادی که موتورسیکلت با حجم بالاتر موتور را انتخاب می‌کنند کسانی هستند که موتورسیکلت را برای لذت بردن از آن انتخاب می‌کنند و در این صورت در شرایط ممنوعیت تردد موتورسیکلت‌های بنزینی به محدوده مرکزی شهر باز هم تمایل به استفاده از موتورسیکلت دارند و بنابراین تمایل آن‌ها به انتخاب موتورسیکلت برقی بیشتر است.

متغیر M_Age با علامت منفی در مدل ظاهر شده است که نشان می‌دهد هرچه موتورسیکلت بنزینی فرد قدیمی‌تر باشد، تمایل او به خرید موتورسیکلت برقی کمتر است. به نظر می‌رسد افرادی که موتورسیکلت بنزینی قدیمی‌تری دارند، کسانی هستند که به دلیل سطح پایین اقتصادی توانایی خرید موتورسیکلت بنزینی به روز نداشته‌اند. در این صورت به دلیل قیمت بالاتر موتورسیکلت برقی، توانایی خرید آن را ندارند.

متغیر $Oil1$ با علامت منفی در مدل ظاهر شده است که نشان می‌دهد فردی که هر ماه روغن موتور موتورسیکلت بنزینی خود را عوض می‌کند تمایلی به خرید موتورسیکلت برقی ندارد. زمانی موتورسیکلت بنزینی هر ماه احتیاج به سرویس تعویض روغن دارد که فرد مسیر زیادی را با موتورسیکلت بنزینی خود طی کند. چنین فردی برایش مهم است که مسافت قابل پیمایش موتورسیکلت بنزینی او در هر بار سوخت‌گیری زیاد باشد. از آنجا که موتورسیکلت‌های بنزینی

برای اعتبارسنجی مدل از آزمون مربع کای (χ^2) و میزان برازندگی مدل استفاده می‌شود. برای آزمون مربع کای باید رابطه (۴) برقرار باشد.

$$-2(L_0 - L_\beta) > \chi_{N,1-\alpha}^2 \quad (4)$$

در این رابطه N تعداد مشاهدات و α سطح اهمیت قابل قبول است. در این مطالعه حداکثر سطح اهمیت قابل قبول برابر با ۱۰٪ در نظر گرفته شده است.

به منظور بررسی برازندگی مدل، رابطه شاخص خوبی برازش، خوبی برازش اصلاح شده و خوبی برازش مک فادن^۱ به صورت رابطه‌های (۵) تا (۷) بیان می‌شود.

$$\rho^2 = 1 - \frac{L_\beta}{L_0} \quad (5)$$

$$\bar{\rho}^2 = 1 - \frac{L_\beta - k}{L_0} \quad (6)$$

$$\rho_{Mc.Fadden}^2 = 1 - \frac{L_\beta}{L_c} \quad (7)$$

همچنین، شاخص درصد درستی پیش‌بینی^۲ توسط مدل برای نشان دادن عدم قطعیت ملاحظه شده در مدل قابل استفاده است. بر اساس این شاخص مجموع موارد درست پیش‌بینی شده (مطابقت پیش‌بینی خرید با مشاهده تمایل به خرید و پیش‌بینی عدم خرید با مشاهده عدم تمایل به خرید) نسبت به کل موارد مورد بررسی (پیش‌بینی خرید با مشاهده تمایل به خرید، پیش‌بینی خرید با مشاهده عدم تمایل به خرید، پیش‌بینی عدم خرید با مشاهده تمایل به خرید و پیش‌بینی عدم خرید با مشاهده عدم تمایل به خرید) محاسبه می‌گردد.

۵- نتایج و بحث

برای ساختن بهترین مدل، باید تمام متغیرهای ورودی در سطح اهمیت ۱۰٪ با متغیر وابسته (انتخاب موتورسیکلت برقی) همبسته باشند. برای این کار همبستگی اسپیرمن به دست آمد و متغیرهای قابل قبول برای مدل‌سازی وارد نرم‌افزار NLOGIT5.0 شدند. در

1 Mc Fadden goodness of fit

2 Percent correct index

جدول ۲. مدل نهایی تمایل به خرید موتورسیکلت برقی

Table 2. Modeling results

سطح معناداری	ضریب متغیر	توضیح متغیر	نام متغیر	دسته بندی
۰/۰۴۱	-۰/۴۸۷	دلیل اصلی انتخاب موتورسیکلت، قیمت مناسب آن است (۱=بلی، ۰=خیر)	U_Lcost	ویژگی‌های سفر
۰/۰۰۰	۰/۰۱۰	حجم موتور موتورسیکلت سوار (سی‌سی)	EngSize	مشخصات موتورسیکلت
۰/۰۰۴	-۰/۰۸۳	مدت زمانی که از تولید موتورسیکلت می‌گذرد (سال)	M_Age	
۰/۰۳۰	-۰/۴۶۸	موتورسیکلت هر ماه سرویس تعویض روغن می‌شود (۱=بلی، ۰=خیر)	Oil1	
۰/۰۸۳	۰/۴۴۴	سن موتورسیکلت سوار بین ۴۰ تا ۴۹ سال است (۱=بلی، ۰=خیر)	Age40_49	مشخصات خانوار
۰/۰۳۱	۰/۳۰۲	تعداد اعضای بین ۷ تا ۱۸ سال خانواده موتورسیکلت سوار (نفر)	HHsize7_18	
۰/۰۴۵	-۰/۳۸۹	از نظر موتورسیکلت سوار، توانایی راندن او از اکثر موتورسیکلت سواران بیشتر است (۱=بلی، ۰=خیر)	Q63_1_3	پندارها
۰/۰۵۰	-۰/۳۹۷	راندن موتورسیکلت به موتورسیکلت سوار حس اعتماد به نفس نمی‌دهد (۱=بلی، ۰=خیر)	Q65_3_3	
۰/۰۰۶	-۰/۵۸۶	از نظر موتورسیکلت سوار، هزینه ورود به طرح ترافیک زیاد است (۱=بلی، ۰=خیر)	Q68_1_3	
۰/۰۹۲	-۰/۳۳۷	از نظر موتورسیکلت سوار، موتورسیکلت توسط رانندگان سایر وسایل نقلیه به راحتی قابل تشخیص است (۱=بلی، ۰=خیر)	Q70_1_3	
۰/۰۳۰	-۰/۷۴۰	از نظر موتورسیکلت سوار، سایر موتورسیکلت سواران ایمن می‌رانند (۱=بلی، ۰=خیر)	Q71_3_3	
	$L_0 = -۳۴۸/۶۵$	$L_\beta = -۳۱۸/۵۲$	$L_c = -۳۴۷/۹۲$	
	$\rho^2 = ۰/۰۸۶$	$\bar{\rho}^2 = ۰/۰۵۵$	$\rho_{Mc.Fadden}^2 = ۰/۰۸۵$	
	$\chi^2 = ۶۰/۲۶$	$N = ۵۰۳$		

دارد، دچار بحران میانسالی می‌شوند. توانایی بدنی این افراد کاهش یافته و ممکن است سعی کنند با انتخاب هایشان، خود را نشان دهند که این امر باعث ایجاد تحولات بزرگ و تصمیمات متفاوت در زندگی آن‌ها می‌شود [۲۷]. بنابراین ممکن است چنین شرایطی زمینه ساز انتخاب موتورسیکلت برقی شود.

علامت متغیر 18_HHsz7 در مدل بدست آمده مثبت است که نشان می‌دهد هرچه تعداد اعضای ۷ تا ۱۸ سال خانوار بیشتر باشد، تمایل فرد به خرید موتورسیکلت برقی بیشتر است. کودکان در این بازه سنی محصل هستند و به این دلیل که حساسیت بیشتری نسبت به آلودگی هوا دارند، به نظر می‌رسد موتورسیکلت سواران بنزینی

در هربار سوخت گیری بین ۳۵۰ تا ۵۰۰ کیلومتر را در محیط شهری طی می‌کنند؛ ولی موتورسیکلت های برقی در هر بار شارژ شدن مسافت ۶۰ تا ۱۳۰ کیلومتر را طی می‌کنند و زمان لازم برای شارژ شدن کامل آن‌ها حدود ۴ تا ۵ ساعت است، پس این شخص تمایل کمتری به استفاده از موتورسیکلت برقی خواهد داشت. به همین علت ضریب این متغیر در مدل منفی می‌باشد.

ضریب متغیر 49_Age40 در مدل مثبت است. یعنی افرادی که بین ۴۰ تا ۴۹ سال دارند، تمایل بیشتری به خرید موتورسیکلت برقی دارند. بخشی از علت این امر می‌تواند به علت بحران میانسالی باشد. افراد در سن ۳۵-۵۰ سالگی که بازه سنی متغیر فوق در این بین قرار

به خرید موتورسیکلت برقی ندارند. این متغیر در سطح معناداری ۵٪ با متغیرهای تعداد خودرو تحت تملک خانوار و مجموع قیمت خودروها، همبستگی منفی و در سطح معناداری ۱۰٪ با متغیر متراژ منزل کمتر از ۵۰ متر همبستگی مثبت دارد و به نظر می‌رسد این افراد، افرادی کم درآمد هستند که خودرو شخصی ندارند و اغلب با خودرو رانندگی نمی‌کنند و از این رو احساس می‌کنند که موتورسیکلت توسط رانندگان سایر وسایل نقلیه به راحتی قابل تشخیص است. این افراد نیز به علت سطح اقتصادی پایین، تمایل به خرید موتورسیکلت برقی ندارند. به همین علت علامت ضریب این متغیر در مدل منفی است.

متغیر 3_3_Q71 با علامت منفی در مدل ظاهر شده است که نشان می‌دهد کسانی که از نظر آن‌ها "سایر موتورسیکلت سواران ایمن رانندگی می‌کنند"، تمایلی به خرید موتورسیکلت برقی ندارند. با توجه به اطلاعات به دست آمده از این افراد، دلایل دیگری مانند "حس اعتماد به نفس گرفتن از موتورسیکلت سواری" و "توانا دیدن خود در راندن موتورسیکلت" و "احساس لذت از راندن موتورسیکلت" نیز در استفاده این افراد اثرگذار نیست. بررسی دقیق تر نشان می‌دهد اینها کسانی هستند که در پرسش‌نامه دلیل عدم استفاده خود از موتورسیکلت برقی را هزینه بالای آن اعلام کرده‌اند.

قابل ذکر است که شاخص درصد درستی پیش‌بینی توسط مدل مقدار ۶۵/۶ درصد را نشان می‌دهد که با توجه به مطالعات، درصد درستی پیش‌بینی بیشتر از ۵۰٪ مقدار قابل قبولی است [۲۸].

۶- نتیجه‌گیری

این مطالعه در ابتدا به بررسی لزوم وجود سیاست‌هایی در راستای محدودیت تردد موتورسیکلت‌های بنزینی در شهر تهران پرداخته شد. سپس با کمک نرم‌افزار NLOGIT5.0، مدل لجیت دوگانه ای برای شناسایی عوامل مؤثر بر تمایل موتورسیکلت سواران بنزینی شاغل در محدوده مرکزی شهر تهران به خرید موتورسیکلت برقی در شرایط ممنوعیت تردد موتورسیکلت بنزینی در محدوده مرکزی شهر تهران ساخته شد. با توجه به متغیرهای معنادار شده در مدل، به نظر می‌رسد کسانی که وضعیت اقتصادی پایین تری دارند، تمایلی به خرید موتورسیکلت برقی با تسهیلات ارائه شده را ندارند و برای این دسته افراد باید تسهیلات بیشتری در نظر گرفت. در

که فرزندان بیشتری در این بازه سنی دارند، مسأله آلودگی هوا برای آن‌ها اهمیت بیشتری دارد و از این رو، تمایل بیشتری به خرید موتورسیکلت برقی دارند.

متغیر 3_1_Q63 با علامت منفی ظاهر شده است و نشان دهنده آن است که موتورسیکلت سوارانی که می‌پندارند "توانایی آن‌ها در راندن موتورسیکلت از اکثر موتورسیکلت سواران بیشتر است"، تمایلی به خرید موتورسیکلت برقی ندارند. بررسی دقیق تر این متغیر نشان می‌دهد که این افراد از موتورسیکلت بنزینی بسیار کم و با هدف لذت بردن از سواری با آن استفاده می‌کنند. بر این اساس نیاز چندانی به ورود با موتورسیکلت به محدوده طرح ترافیک نداشته و طبیعتاً خود را ملزم به خرید موتورسیکلت برقی نمی‌دانند.

متغیر 3_3_Q65 با علامت منفی در مدل ظاهر شده است و نشان دهنده این موضوع است که آن دسته از موتورسیکلت سواران که مخالف با "حس اعتماد به نفس گرفتن از موتورسیکلت سواری" هستند، تمایلی به خرید موتورسیکلت برقی با ارائه تسهیلات در شرایط ممنوعیت تردد موتورسیکلت بنزینی در محدوده مرکزی شهر ندارند. بررسی اطلاعات بدست آمده از این افراد نشان می‌دهد سایر دلایل شامل «احساس لذت از راندن موتورسیکلت» و «توانا دیدن خود در راندن موتورسیکلت» نیز در استفاده از موتورسیکلت این افراد نقشی ندارد و بر این اساس به نظر می‌رسد افراد به دلیل قیمت موتورسیکلت برقی، آن را انتخاب نمی‌کنند. در واقع افرادی که از راندن موتورسیکلت حس اعتماد به نفس نمی‌گیرند در مقابل تغییر شیوه سفر خود از موتورسیکلت به سایر شیوه‌ها حساسیت زیادی نشان نمی‌دهند و برایشان ضرورتی ندارد که حتماً از وسیله‌ای مشابه موتورسیکلت بنزینی خود استفاده کنند.

متغیر 3_1_Q68 با علامت منفی در مدل ظاهر شده است و بیانگر آن است که افرادی که از نظر آن‌ها "هزینه ورود به طرح ترافیک زیاد است" تمایلی به خرید موتورسیکلت برقی با ارائه تسهیلات را نیز ندارند. این افراد، احتمالاً افرادی کم درآمد هستند که حتی ارائه تسهیلات نیز تمایلی به خرید موتورسیکلت برقی در آن‌ها ایجاد نمی‌کند.

متغیر 3_1_Q70 با علامت منفی در مدل ظاهر شده است و بیانگر آن است که افرادی که به نظر آن‌ها "موتورسیکلت توسط رانندگان سایر وسایل نقلیه به راحتی قابل تشخیص است"، تمایلی

فهرست علائم

شرح علائم به کار رفته در این مقاله به این صورت است:

علائم انگلیسی:

L_L : لگاریتم تابع بیشینه درست نمایی

L_0 : لگاریتم تابع بیشینه درست نمایی زمانی که تمام ضرایب

مدل برابر با صفر است

L_c : لگاریتم تابع بیشینه درست نمایی زمانی که تمام ضرایب

مدل به جز ضریب ثابت برابر با صفر است

L_p : لگاریتم تابع بیشینه درست نمایی زمانی که ضریب بهترین

مدل در تابع درست نمایی قرار داده شود

P_n : احتمال انتخاب یک گزینه

U_n : مطلوبیت استفاده از یک گزینه

علائم یونانی:

α : سطح اهمیت قابل قبول

ϵ_n : بخش غیر قابل مشاهده مطلوبیت

$\rho_{Mc.Fadden}^2$: شاخص خوبی برازش مدل

χ^2 : آزمون اعتبارسنجی مدل

مراجع

- [1] M.N.I. Ibrahim, N.K. Yakub, Effect of restricting the operation of motorcycles users to day light period on RTAs: A case study of Jos, Nigeria, *International Journal of Engineering and Technology*, 4 (2014) 180-183.
- [2] A. Kumar, Understanding the emerging role of motorcycles in African cities, *SSATP Discussion Paper*, 13 (2011) 1-24.
- [3] J. Pucher, Z.R. Peng, N. Mittal, Y. Zhu, N. Korattyswaroopam, Urban transport trends and policies in China and India: impacts of rapid economic growth, *Transport Reviews*, 27 (2007) 379-410.
- [4] X. Zhu, Motorcycle ban in guangzhou and two-wheeler issues in china, in: *Presentation at World Bank Transforming Transportation Conference*, Washington D.C., USA, 2011.
- [5] H.-C. Lai, J.-S. Liu, D. Lee, L.-S. Wang, Design parameters study on the stability and perception of riding comfort

واقع از بررسی های انجام شده استنباط می شود ریشه اصلی انتخاب موتورسیکلت برقی توسط موتورسیکلت سواران بنزینی، در وضعیت اقتصادی آن ها است.

در خصوص کاربرد مدل بدست آمده در این مطالعه، می توان اقدام به برنامه ریزی جهت توسعه موتورسیکلت برقی و کاهش استفاده از موتورسیکلت بنزینی در شهر تهران نمود. مدل بدست آمده در این مطالعه نشان می دهد که افرادی که دارای ویژگی هایی هستند که ضریب مربوط به آن ویژگی در مدل مثبت است، موتورسیکلت سوارانی هستند که تمایل به خرید موتورسیکلت برقی دارند و از این رو نیازمند تلاش چندانی از سوی برنامه ریزان برای استفاده از موتورسیکلت برقی نیستند. به نظر می رسد قرار دادن این موتورسیکلت سواران به عنوان بازار هدف برای فروش موتورسیکلت برقی می تواند موفقیت آمیز باشند. از سوی دیگر، این مطالعه نشان می دهد که متغیرهایی که با علامت منفی ظاهر شده اند، ویژگی هایی هستند که افراد دارای آن ویژگی ها تمایل کمتری به استفاده از موتورسیکلت برقی دارند. این دسته از موتورسیکلت سواران به نوعی نیازمند سرمایه گذاری اجتماعی هستند تا به خرید موتورسیکلت های برقی تشویق شوند. برنامه ریزان باید به این گروه توجه ویژه داشته باشند تا با برنامه ها و سیاست هایی دقیق تر و افزایش آگاهی در خصوص پیامدهای منفی استفاده از موتورسیکلت بنزینی برای جامعه، استفاده از موتورسیکلت برقی را بین آنان ترویج دهند.

در این مطالعه، عدم قطعیت از طریق درصد صحیح بودن برآوردهای مدل مورد بررسی قرار گرفت، حال آنکه پیشنهادهایی در راستای کاهش آن می تواند مطرح گردد. در مدل سازی این مطالعه قیمت موتورسیکلت برقی ثابت در نظر گرفته شده است که می تواند در در مطالعات آینده به صورت یک متغیر وارد مدل شود. قابل ذکر است که بر اساس بررسی های مؤلفین، این مطالعه اولین مطالعه ای است که با مدل سازی ریاضی، عوامل مؤثر بر انتخاب موتورسیکلت برقی در تهران را مشخص می کند و می تواند شروعی برای مطالعات دیگر در این زمینه باشد. بر این اساس برای مطالعات آینده باید جنبه های دیگری مانند مطالعه روی سایر اهداف سفر یا افرادی که شغل آن ها وابسته به موتورسیکلت است (مانند پیک موتوری و مسافرکش موتوری) نیز در نظر گرفته شود.

- Environmental office of traffic department of Tehran municipality, OE/93/01/01/1-4/04 (2014). (In persian)
- [17] C.R. Cherry, J.X. Weinert, Y. Xinmiao, Comparative environmental impacts of electric bikes in China, *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 14 (2009) 281-290.
- [18] T. Gärling, K.W. Axhausen, Introduction: Habitual travel choice, *Transportation*, 30 (2003) 1-11.
- [19] D. Simons, P. Clarys, I.D. Bourdeaudhuij, B.d. Geus, C. Vandelanotte, B. Deforche, Why do young adults choose different transport modes? A focus group study, *Transport Policy*, 36 (2014) 151-159.
- [20] W.L. Chee, J.L. Fernandez, Factors that influence the choice of mode of transport in Penang: a preliminary analysis, *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 91 (2013) 120-127.
- [21] I.K. Lai, X.S. Y. Liu, a.W.X. H. Zhang, Factors influencing the behavioural intention towards full electric vehicles: An empirical study in Macau, *Sustainability*, 7 (2015) 12564-12585.
- [22] J. Levine, T. Morton, The impact of automated transit, pedestrian, and bicycling facilities on urban travel patterns, *Summary Report*, (2015).
- [23] A.B. Parsa, M. Habibian, Understanding motorcyclists' behavior toward TDM policies in work tours, in: *Transportation Research Board 96th Annual Meeting*, Washington DC, United States, 2017.
- [24] H. Afshin, V. Hoseini, Technical, economic and executive assess to choose the best electric motorcycle according to Tehran condition (second technical report- Technical-economic assess to choose electric motorcycle and its charging infrastructure, Environmental Office of Traffic Department of Tehran Municipality, OE/93/01/01/1-4/02 (2014). (In persian)
- [25] O. Petrik, F. Moura, J.A.e. Silva, Measuring uncertainty in discrete choice travel demand forecasting models, *Transportation Research and Technology*, (2016) 3-20.
- [26] G.D. Jong, A. Daly, M. Pieters, S. Miller, R. Plasmeijer, F. Hofman, Uncertainty in traffic forecasts: Literature review of the electrical motorcycles under rider leaning, *Mechatronics*, 13 (2003) 49-76.
- [6] Air quality control company. affiliated with Tehran municipality., in, <http://air.tehran.ir/Default.aspx?tabid=562>, 2017.
- [7] Mehr news agency., in, <https://www.mehrnews.com/news/2356943>, 2017.
- [8] Y.-C. Chiu, G.-H. Tzeng, The market acceptance of electric motorcycles in Taiwan experience through a stated preference analysis, *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 4 (1999) 127-146.
- [9] Jamejamonline new agency., in, <https://www.jamejamonline.ir/online/164592711187347787>, 2017.
- [10] H.-L. Chang, S.-C. Wu, Exploring the vehicle dependence behind mode choice: Evidence of motorcycle dependence in Taipei, *Transportation Research Part A: policy and practice*, 42 (2008) 307-320.
- [11] C.-F. Chen, W.-T. Lai, The effects of rational and habitual factors on mode choice behaviors in a motorcycle-dependent region: Evidence from Taiwan, *Transport Policy*, 18 (2011) 711-718.
- [12] J.X. Weinert, The rise of electric two-wheelers in China: factors for their success and implications for the future, University of California, Davis, 2007.
- [13] N. Sheng, X. Zhou, Y. Zhou, Environmental impact of electric motorcycles: Evidence from traffic noise assessment by a building-based data mining technique, *Science of the Total Environment*, 554 (2016) 73-82.
- [14] D. Xingdong, X. Jianmin, W. Bo, Traffic countermeasures research for Guangzhou city in traffic mode transferring period after motorcycle forbidden ban effect, *Journal of Transportation Systems Engineering and Information Technology*, 9 (2009) 145-150.
- [15] A.H.-H. Yu, S. Pettersson, Opportunities and threats for the electric two-wheelers in China, in: *10th ITS european congress*, Helsinki, Finland, 2014.
- [16] H. Afshin, V. Hoseini, Technical, economic and executive assess to choose the best electric motorcycle according to Tehran condition (Fourth technical report-choosing electric motorcycle and its implementing strategies,

Gerontology, 55 (2009) 582-591.
[28] M. Soderbom, Applied econometrics, Mans, University
of Gothenburg, 2009.

and new results for the Netherlands, Transportation, 34
(2007) 375-395.
[27] A.M. Freund, J.O. Ritter, Midlife crisis: A debate,

چگونه به این مقاله ارجاع دهیم

M. Shojaee Zade, M. Habibian, Developing a Model to Predict the Gasoline Motorcycle Commuters' Willingness to Buy the Electric Motorcycles, Amirkabir J. Civil Eng., 53(1) (2021) 331-342.

DOI: [10.22060/ceej.2018.14045.5543](https://doi.org/10.22060/ceej.2018.14045.5543)



