

مدل شدت تصادفات موتورسیکلت سواران در شهر تهران

محمدامین ملایجودی، دانشجوی دکتری لجستیک و زنجیره تأمین، دانشکده مهندسی صنایع، دانشگاه جامع امام حسین (ع)، تهران، ایران
ملیحه شجاعی زاده (مسئول مکاتبات)، دانشجوی دکتری برنامه ریزی حمل و نقل، دانشکده مهندسی عمران و محیط زیست، دانشگاه صنعتی
امیرکبیر، تهران، ایران

E-mail: maliheshojaee999@gmail.com

چکیده

امروزه کلان شهر تهران مانند بسیاری از کلان شهرهای کشورهای در حال توسعه به علت افزایش روزافزون تقاضای حمل و نقل و مشکلات سیستم حمل و نقل همگانی، با مشکلات جدی روبروست. یکی از این مشکلات رواج استفاده از موتورسیکلت ها در این شهرهاست که سبب افزایش آلودگی هوا، آلودگی صوتی و تصادفات شده است. امروزه در کشور ما به علت آمار بالای تصادفات رانندگی، بحث ایمنی خصوصاً ایمنی موتورسیکلت سواران از اهمیت بالایی برخوردار است. از این رو این مطالعه با هدف شناسایی عوامل مؤثر بر خسارتی یا جرحی بودن تصادفات موتورسیکلت در شهر تهران با کمک اطلاعات فرم های تصادف پر شده توسط مأموران پلیس راهور در صحنه تصادف در اردیبهشت و آبان سال ۱۳۹۰ انجام شده است. برای ساخت مدل های تصادفات موتورسیکلت در اردیبهشت و آبان سال ۱۳۹۰ در شهر تهران از مدل لوجیت دوگانه استفاده شده است. نتایج نشان می دهد عواملی مانند نوع کاربری زمین محل وقوع تصادف موتورسیکلت، جهت برخورد موتورسیکلت با وسیله دیگر، نوع راه و روشنایی هوا بر شدت تصادف موتورسیکلت و در نتیجه جرحی یا خسارتی بودن آن اثرگذار است.

واژه های کلیدی: موتورسیکلت، ایمنی، مدل لوجیت، تصادفات جرحی و خسارتی

۱. مقدمه

تصادف بر شدت تصادفات موتورسیکلت‌ها اثر می‌گذارد. لازم به ذکر است که وضعیت ایمنی در مطالعات مختلف معانی متفاوتی دارد. در برخی مطالعات مانند مطالعه‌ی لی^۱ و همکاران متغیر استفاده‌شده به جای وضعیت ایمنی، شدت تصادف است. خانعلی و همکاران در بررسی تصادفات موتورسیکلت‌ها در ۷ استان ایران، به این نتیجه رسیدند که شرایط مختلفی مانند سن، شرایط جوی، زمان روز و تخلفات رانندگی در شدت تصادفات موتورسیکلت‌سواران مؤثر است. همچنین، جلاپر^۲ و ژو^۳ در بررسی عوامل مؤثر بر تصادفات موتورسیکلت‌ها در آمریکا نشان دادند شرایط نور، زمان روز، شرایط راننده و شرایط جوی در شدت تصادفات موتورسیکلت نقش دارند. منرینگ^۴ و گروسکای^۵ نشان دادند سرعت زیاد حین رانندگی و عدم رعایت قوانین می‌تواند در تصادفات موتورسیکلت اثر زیادی از خود باقی بگذارد. همچنین، منرینگ و شانکار^۶ در مطالعه‌ی دیگری در یک بازه زمانی ۵ ساله، تصادفات موتورسیکلت را در ۵ سطح بر اساس شدت آسیب‌های واردشده دسته‌بندی کرده‌اند. این سطوح شامل تصادفات دارای خسارت مالی، صدمه احتمالی، صدمه آشکار، صدمه منجر به ازکارافتادگی و تصادفات منجر به مرگ است. همچنین، در این مطالعه خاطر نشان شده است که شدت آسیب وارده تحت تأثیر عوامل محیطی است.

تاکنون مطالعات زیادی به بررسی عوامل مؤثر بر تصادفات موتورسیکلت‌ها پرداخته است. هدف از این مقاله، بررسی عوامل مؤثر بر تصادفات موتورسیکلت‌ها در ماه‌های اردیبهشت و آبان سال ۱۳۹۰ در شهر تهران است. در ادامه و در بخش سوم به توضیح مختصری در خصوص داده‌های مورد مطالعه پرداخته می‌شود. پس از آن در بخش چهارم ساختار مدل لوجیت دوگانه مورد استفاده در مدل‌سازی تبیین می‌شود. سپس در بخش پنجم نتایج مدل‌های ساخته‌شده برای پیش‌بینی جرحی یا خسارتی بودن تصادفات آبان و اردیبهشت ۱۳۹۰ ارائه و متغیرهای معنادار شده در آن تفسیر می‌شود. در بخش ششم جمع‌بندی نتایج ارائه می‌شود و در نهایت خروجی نرم‌افزار از مدل‌های برتر ساخته‌شده

امروزه در بسیاری از شهرهای کشورهای در حال توسعه از جمله تهران استفاده از موتورسیکلت در حال افزایش است. افزایش استفاده از موتورسیکلت‌ها با خود مشکلاتی مانند آلودگی هوا، آلودگی صوتی و افزایش تصادفات را به همراه دارد. مطالعات حاکی از آن است که ۲۵٪ از آلودگی هوای و ۴۵٪ از آلودگی صوتی شهر تهران ناشی از موتورسیکلت‌هاست. از آنجاکه ایران با آمار بیش از ۱۷۰۰۰ کشته در اثر تصادفات رانندگی، در رتبه-بندی سوانح و تصادفات رانندگی دنیا جزء نخستین کشورها به شمار می‌رود، لازم است برای کاهش تصادفات اقدامی جدی کرد. مطالعات نشان می‌دهد ۱۲/۷٪ از کشته‌شدگان تصادفات رانندگی، موتورسیکلت‌سوار بوده‌اند. اکنون ۵۰٪ تصادفات جرحی و فوتی در شهر تهران مربوط به موتورسیکلت‌هاست؛ بنابراین شناسایی عوامل مؤثر بر خسارتی، جرحی و یا فوتی بودن تصادفات موتورسیکلت‌ها در این شهر از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است.

۲. ادبیات پژوهش

امروز استفاده از موتورسیکلت‌ها به علت قیمت پایین آن، گرفتار نشدن در راه‌بندان، کاهش زمان سفر و راحتی در پارک کردن در افراد رده متوسط اقتصادی بسیاری از کشورها افزایش یافته است. با توجه به مشکلاتی نظیر آلودگی هوا، آلودگی صوتی و افزایش تصادفات که با رواج استفاده از موتورسیکلت‌ها، افزایش می‌یابد، لازم است تدبیری برای کاهش مشکلات به وجود آمده در اثر استفاده زیاد از موتورسیکلت اندیشیده شود. عوامل زیادی بر ایمنی موتورسیکلت‌سواران حین رانندگی اثرگذار است و تاکنون مطالعات فراوانی برای بررسی عوامل اثرگذار بر تصادفات موتورسیکلت‌ها انجام شده است. هرچند، بسیاری از عوامل مؤثر بر این دسته از تصادفات قابل مشاهده نیست. ماهانی و همکاران نشان دادند عواملی مانند وضعیت اشتغال، خطای راننده، نوع وسیله نقلیه، میزان خسارت وسیله نقلیه، نوع محیط و نوع

در پیوست آورده خواهد شد.

۳. گردآوری داده‌ها

برای به دست آوردن مدل نوع تصادفات موتورسیکلت‌ها در شهر تهران از اطلاعات فرم‌های تکمیل شده توسط مأموران پلیس راهور در صحنه تصادف استفاده شده است. این اطلاعات مربوط به سال ۱۳۹۰ است که نوع تصادف، شرایط محیطی و علل منجر به ایجاد تصادف در آن ذکر شده است. بازه زمانی مناسب برای داده‌برداری آن دسته از مطالعات حمل‌ونقلی که بناست شاخصی از یک مسئله در کل سال باشند، زمانی است که نه تعطیلی مدارس و ادارات باعث کاهش گروهی از سفرها می‌شود، نه شرایط آب‌وهوایی افراد را وادار کند که شیوه سفر خود را تغییر دهند و نه موقعیتی که باعث افزایش سفرها به‌طور مقطعی و ناگهانی شود (مانند خرید عید و شروع مدارس) در بازه زمانی موردبررسی وجود داشته باشد. با توجه به شرایط یادشده، مناسب‌ترین زمان برای انجام این مطالعات، اردیبهشت‌ماه و آبان ماه است؛ بنابراین، در این مطالعه در دو بازه زمانی اردیبهشت‌ماه و آبان ماه سال ۱۳۹۰ مدل نوع تصادفات موتورسیکلت‌ها در شهر تهران ساخته شد تا با بررسی متغیرهای اثرگذار بر هر مدل و مقایسه آن‌ها، بتوان به درک بهتری نسبت به علل مؤثر بر هر نوع از تصادفات موتورسیکلت در شهر تهران دست یافت.

در این مطالعه متغیر وابسته نوع تصادفات است که دو وضعیت خسارتی و جرحی را در برمی‌گیرد. با توجه به این‌که در دو بازه زمانی موردبررسی، خوشبختانه تعداد تصادفات فوتی نسبت به تعداد فرم‌های ثبت شده بسیار کم بود، تصادفات فوتی نیز در دسته تصادفات جرحی قرار گرفت و در واقع در این مطالعه منظور از تصادف جرحی، تصادفاتی است که منجر به ایجاد جراحت یا حتی فوت شوند.

در مرحله آماده‌سازی داده‌ها با توجه به اینکه در تعداد قابل توجهی از ردیف‌های داده اطلاعات ناقص بود، این ردیف‌ها حذف شد و در نهایت تعداد ۴۵۴۵ تصادف از تصادفات آبان ماه و ۲۲۵۳ تصادف از مجموعه تصادفات اردیبهشت‌ماه مورداستفاده

فصلنامه مهندسی ترافیک/ سال بیست و دوم/ شماره ۹۱ / زمستان ۱۴۰۱

قرار گرفت. در ماه آبان ۷۸/۲٪ تصادفات و در ماه اردیبهشت ۷۲/۶٪ از تصادفات خسارتی بوده‌اند.

۴. روش پژوهش

در این مطالعه از مدل لوجیت دوگانه برای پیدا کردن عوامل مؤثر بر شدت تصادفات موتورسیکلت در شهر تهران 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 خسارتی بودن تصادف موتورسیکلت است. همچنین، X_n بردار متغیرهای توصیفی فرد n ، β_n بردار ضرایب و ε_n بخش غیرقابل مشاهده مطلوبیت است. چنانکه ملاحظه می‌گردد در بخش غیرقابل مشاهده مطلوبیت، ε_n دم قطعیت مشتمل بر در نظر نگرفتن متغیرهای مؤثر احتمالی در فرم‌های ثبت تصادفات، خطای احتمالی در داده‌برداری و مواردی از این دست لحاظ می‌گردد. به‌طور 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 فرم ثبت تصادفات یا خطای احتمالی در داده‌برداری) بزرگ‌ترین عامل ایجاد آن در مدل است. با این وصف، عدم قطعیت در مدل‌های پیچیده ممکن است خود تحت تأثیر پیچیدگی مدل قرار گرفته و عدم قطعیت بیشتری حاصل شود. در مدل لوجیت ملاحظه عدم قطعیت با فرض توزیع گامبل برای بخش غیرقابل مشاهده مطلوبیت انجام می‌گیرد. ساختار مدل لوجیت دوگانه نیز به‌صورت رابطه (۲) است.

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

در این رابطه U_m عدم مطلوبیت تصادف خسارتی موتورسیکلت یا مطلوبیت جرحی بودن آن است. P_n نیز احتمال خسارتی بودن تصادف موتورسیکلت برای فرد n است. بهترین مدل، مدلی است که لگاریتم تابع درست‌نمایی آن بیشینه شود. مقدار لگاریتم تابع درست‌نمایی از رابطه (۳) به دست می‌آید.

داده شود، مقدار LL با $L\beta$ نشان اده می شود.

به منظور بررسی برازندگی مدل، رابطه شاخص خوبی برازش به- صورت رابطه (۴) بیان می شود.

$$\rho^2 = 1 - \frac{L\beta}{L_0} \quad (4)$$

متغیرهای وارد شده به مدل های تصادفات موتورسیکلت در اردیبهشت و آبان سال ۱۳۹۰ در جدول ۱ آورده شده است.

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

Y_{in} پارامتری است که در صورت انتخاب گزینه n توسط فرد i ، مقدار آن برابر با یک و در غیر این 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 به دست آمده برای بهترین مدل در رابطه تابع درست نمایی قرار

جدول ۱. تعریف متغیرهای بررسی شده در مدل

ردیف	تعریف متغیر
۱	تصادف موتورسیکلت در شب اتفاق افتاده است (بله=۱، خیر=۰)
۲	هنگام تصادف هوا صاف بوده است (بله=۱، خیر=۰)
۳	هنگام تصادف هوا ابری بوده است (بله=۱، خیر=۰)
۴	هنگام تصادف هوا بارانی بوده است (بله=۱، خیر=۰)
۵	تصادف در تقاطع دارای چراغ راهنمایی اتفاق افتاده است (بله=۱، خیر=۰)
۶	تصادف در تقاطع دارای پلیس راهنمایی و رانندگی اتفاق افتاده است (بله=۱، خیر=۰)
۷	تصادف در تقاطع بدون کنترل اتفاق افتاده است (بله=۱، خیر=۰)
۸	منطقه تصادف موتورسیکلت، غیرمسکونی بوده است (بله=۱، خیر=۰)
۹	منطقه تصادف موتورسیکلت، مسکونی بوده است (بله=۱، خیر=۰)
۱۰	منطقه تصادف موتورسیکلت، تجاری بوده است (بله=۱، خیر=۰)
۱۱	تصادف موتورسیکلت با جسم ثابت صورت گرفته است (بله=۱، خیر=۰)
۱۲	تصادف موتورسیکلت با عابر پیاده صورت گرفته است (بله=۱، خیر=۰)
۱۳	تصادف موتورسیکلت با موتورسیکلت صورت گرفته است (بله=۱، خیر=۰)
۱۵	هنگام تصادف سطح راه خشک بوده است (بله=۱، خیر=۰)
۱۶	تصادف موتورسیکلت به صورت جلو به جلو انجام شده است (بله=۱، خیر=۰)
۱۷	تصادف موتورسیکلت به صورت جلو به عقب انجام شده است (بله=۱، خیر=۰)
۱۸	تصادف موتورسیکلت به صورت جلو به پهلو انجام شده است (بله=۱، خیر=۰)
۱۹	تصادف موتورسیکلت به صورت پهلو به پهلو انجام شده است (بله=۱، خیر=۰)
۲۰	مکان وقوع تصادف موتورسیکلت در راه غیراصلی بوده است (بله=۱، خیر=۰)
۲۱	مکان وقوع تصادف موتورسیکلت در راه اصلی بوده است (بله=۱، خیر=۰)
۲۲	مکان وقوع تصادف موتورسیکلت در بزرگراه بوده است (بله=۱، خیر=۰)
۲۳	مکان وقوع تصادف موتورسیکلت در آزادراه بود است (بله=۱، خیر=۰)
۲۴	مکان وقوع تصادف یک راه یک جهت بوده است. (بله=۱، خیر=۰)

مدل شدت تصادفات موتورسیکلت سواران در شهر تهران

ردیف	تعریف متغیر
۲۵	مکان وقوع تصادف یک راه دو جهته با جهت‌های مجزا بوده است. (بله=۱، خیر=۰)
۲۶	مکان وقوع تصادف یک راه دو جهته با جهت‌های غیرمجزا بوده است. (بله=۱، خیر=۰)
۲۷	راه مکان وقوع تصادف دارای خط‌کشی ممتد است. (بله=۱، خیر=۰)
۲۸	راه مکان وقوع تصادف دارد خط‌کشی منقطع است. (بله=۱، خیر=۰)
۲۹	راه مکان وقوع تصادف بدون خط‌کشی است. (بله=۱، خیر=۰)
۳۰	از نظر هندسی، مکان وقوع تصادف صاف و مسطح بوده است (بله=۱، خیر=۰)
۳۱	از نظر هندسی، مکان وقوع تصادف دارای سربالایی و سرازیری بوده است (بله=۱، خیر=۰)
۳۲	در زمان وقوع تصادف، وسیله‌ای در حال حرکت مانع دید موتورسیکلت‌سوار بوده است. (بله=۱، خیر=۰)
۳۳	در زمان وقوع تصادف، موتورسیکلت‌سوار مانع دیدی برای موتورسیکلت‌سوار وجود نداشته است. (بله=۱، خیر=۰)
۳۴	عرض راه (متر)
۳۵	فاصله از نزدیک‌ترین ایستگاه استقرار مأمورین پلیس راهور (متر)

۵. تحلیل داده‌ها

که برترین این مدل‌ها بر اساس بیشینه لگاریتم تابع درست‌نمایی انتخاب شد. نتایج مدل‌ها که شامل تعریف متغیرهای معنادار شده در بهترین مدل، ضرایب آن‌ها و معناداری آن ضرایب است در جدول ۲ و ۳ آورده شده است.

برای به دست آوردن مدل تصادفات موتورسیکلت در اردیبهشت و آبان سال ۱۳۹۰، متغیرها وارد نرم‌افزار NLOGIT6.0 شدند. در این مرحله چندین مدل لوجیت دوگانه قابل قبول ساخته شد

جدول ۲. مدل لوجیت دوگانه تصادفات موتورسیکلت‌ها در شهر تهران در آبان ۱۳۹۰

تست t	ضریب محاسبه‌شده	تعریف متغیر
۱۱,۵۳	۱,۹۲۲	عدد ثابت
-۲,۲۲	-۰,۲۷۸	تصادف در تقاطع دارای چراغ راهنمایی اتفاق افتاده است (بله=۱، خیر=۰)
-۲,۵۸	-۰,۳۲۲	منطقه تصادف موتورسیکلت، تجاری بوده است (بله=۱، خیر=۰)
۲,۷۵	۰,۳۶۱	منطقه تصادف موتورسیکلت، مسکونی بوده است (بله=۱، خیر=۰)
۴,۶۳	۰,۶۴۵	تصادف موتورسیکلت با جسم ثابت صورت گرفته است (بله=۱، خیر=۰)
-۱۹,۹۲	-۳,۳۲۷	تصادف موتورسیکلت با موتورسیکلت صورت گرفته است (بله=۱، خیر=۰)
-۹,۵۷	-۶,۸۸۷	تصادف موتورسیکلت با عابر پیاده صورت گرفته است (بله=۱، خیر=۰)
-۱,۴۳	-۰,۲۸۱	تصادف موتورسیکلت به صورت جلو به جلو انجام شده است (بله=۱، خیر=۰)
۴,۲۹	۰,۷۵۸	تصادف موتورسیکلت به صورت پهلو به پهلو انجام شده است (بله=۱، خیر=۰)
-۳,۵۰	-۰,۳۸۹	تصادف موتورسیکلت در شب اتفاق افتاده است (بله=۱، خیر=۰)
۴۵۴۵		تعداد مشاهدات
-۳۱۵۰,۳۵۴		درست‌نمایی در صفر LL(0)
-۱۲۵۷,۲۹۳		بیشینه درست‌نمایی LL(β)
۰,۶۰۱		$P^2 = 1 - LL(\beta) / LL(0)$

جدول ۳. مدل لوجیت دوگانه تصادفات موتورسیکلت‌ها در شهر تهران در اردیبهشت ۱۳۹۰

تست t	ضریب محاسبه شده	تعریف متغیر
-۰,۶۷	-۰,۱۳۵	عدد ثابت
-۴,۵۵	-۰,۷۲۴	منطقه تصادف موتورسیکلت، تجاری بوده است (بله=۱، خیر=۰)
۱۷,۱۷	۲,۶۸۲	تصادف موتورسیکلت با جسم ثابت صورت گرفته است (بله=۱، خیر=۰)
-۹,۸۷	-۱,۸۲۴	تصادف موتورسیکلت با موتورسیکلت صورت گرفته است (بله=۱، خیر=۰)
۲,۲۸	۰,۳۸۳	مکان وقوع تصادف یک راه دو جهته با جهت‌های غیرمجاز بوده است. (بله=۱، خیر=۰)
۵,۸۲	۱,۴۳۷	تصادف موتورسیکلت به صورت پهلو به پهلو انجام شده است (بله=۱، خیر=۰)
۲,۴۶	۰,۴۲۸	تصادف موتورسیکلت به صورت جلو به پهلو انجام شده است (بله=۱، خیر=۰)
۹,۴۴	۱,۷۲۷	تصادف موتورسیکلت به صورت جلو به عقب انجام شده است (بله=۱، خیر=۰)
۲,۱۸	۰,۳۸۸	تصادف در تقاطع بدون کنترل اتفاق افتاده است (بله=۱، خیر=۰)
-۲,۶۲	-۰,۴۴۹	تصادف موتورسیکلت در شب اتفاق افتاده است (بله=۱، خیر=۰)
-۲,۳۵	-۰,۳۹۷	راه مکان وقوع تصادف دارد خط‌کشی منقطع است. (بله=۱، خیر=۰)
	۲۲۵۳	تعداد مشاهدات
	-۱۵۶۱,۶۶۱	درست‌نمایی در صفر LL(0)
	-۷۳۳,۸۱۹	بیشینه درست‌نمایی LL(β)
	۰,۵۳۰	$P^2 = 1 - LL(\beta) / LL(0)$

۱-۵ تفسیر علامت متغیرهای معنادار شده در مدل

تصادفات آبان ماه

متغیر مربوط به چراغ‌دار بودن تقاطع با علامت منفی در مدل ظاهر شده است که نشان می‌دهد در اگر در تقاطعات چراغ‌دار تصادفی توسط موتورسیکلت صورت بگیرد احتمال جرحی بودن آن بیشتر است. علت می‌تواند این امر باشد که این‌گونه تصادفات معمولاً به علت رد شدن موتورسیکلت از چراغ‌قرمز اتفاق می‌افتد که در این وضعیت احتمال برخورد با خودروهای پرسرعت، زیاد است و منجر به ایجاد جراحت می‌شود.

متغیر مربوط به تصادف در منطقه تجاری با علامت منفی در مدل ظاهر شده است که نشان می‌دهد در صورتی که تصادف موتورسیکلت در منطقه تجاری صورت بگیرد احتمال جرحی بودن آن بیشتر است. علت می‌تواند این باشد که در برخی مناطق تجاری رفت‌وآمد خودروهای باربر و سنگین بیشتر است (مثل بازار مبل) و در برخی دیگر، این مناطق با کاربری تجاری در

مدل ساخته شده برای تصادفات آبان ماه و اردیبهشت‌ماه به ترتیب دارای ρ^2 برابر با ۰/۶۰۱ و ۰/۵۳۰ است که نشان می‌دهد هر دو مدل به‌طور قابل قبولی توانسته‌اند خسارتی یا جرحی بودن تصادفات موتورسیکلت در شهر تهران را مدل کنند. مقدار قدر مطلق بیشینه درست‌نمایی در مدل تصادفات آبان ماه بیشتر است که با توجه به بیشتر بودن تعداد مشاهدات در این ماه، این مورد منطقی به نظر می‌رسد. برخی از متغیرهای معنادار شده در دو مدل کاملاً مشابه و یا نزدیک به هم هستند که نشان از این دارد که این متغیرها در هر دو ماه اثر قابل توجهی بر نوع تصادفات داشته‌اند و بررسی آن‌ها برای کاهش از شدت تصادفات می‌تواند مؤثر باشد. در ادامه تفسیر علامت متغیرهای هر مدل آورده شده است.

مدل شدت تصادفات موتورسیکلت سواران در شهر تهران

پیاده بی دفاع بوده و با برخورد هر وسیله با سرعت زیاد به او، دچار جراحت می شود، علامت این متغیر در مدل بدیهی است. متغیر جهت برخورد موتورسیکلت با وسیله دیگر جلو به جلو است، با علامت منفی در مدل ظاهر شده است که نشان می دهد در این نوع تصادف احتمال جرحی بودن آن بیشتر است. در زمان تصادف، هردو وسیله در حال برخورد دارای سرعتی هستند که طبق قانون سوم نیوتون این سرعت و نیروی ناشی از برخورد و متوقف شدن هر وسیله در تصادف باعث ایجاد عکس العملی در آن ها می شود. با توجه به اینکه در حالت موردنظر موتورسیکلت و وسیله دیگر به صورت جلو به جلو با هم برخورد می کنند، این نیروها با هم جمع می شود و نیرو بزرگتری به هر وسیله وارد می شود که شدت صدمه را افزایش می دهد و احتمال جرحی بودن تصادف را بیشتر می کند.

متغیر جهت برخورد موتورسیکلت با وسیله دیگر به صورت پهلو به پهلو است، با علامت مثبت در مدل ظاهر شده است که نشان می دهد در این نوع تصادف احتمال خسارتی بودن آن بیشتر است. با توجه به این که وسایل نقلیه در حین حرکت نیرویی در راستای جهت حرکت خود وارد می کنند، برخورد پهلو به پهلو موتورسیکلت با وسیله نقلیه دیگر، باعث به وجود آمدن نیرو و ضربه چندانیه به آن ها نمی شود و شدت این نوع تصادف معمولاً چندان بالا نیست پس احتمال خسارتی بودن آن بیشتر است.

متغیر مربوط به اتفاق افتادن تصادف در شب با علامت منفی در مدل ظاهر شده است که نشان می دهد اگر تصادف موتورسیکلت در شب اتفاق بیفتد احتمال جرحی بودن آن بیشتر است. با توجه به این که شب به علت کاهش نور، قدرت دید افراد کمتر می شود، احتمال تصادف موتورسیکلت افزایش میابد که چون این برخورد از کاهش دید ناشی شده است، احتمالاً ناگهانی بوده و در سرعت بالا اتفاق می افتد که به خاطر شدت آن، منجر به ایجاد جراحت می شود.

نزدیکی بزرگراه ها واقع شده اند (مراکز خریدی مثل تیرازه) که سرعت وسایل نقلیه در آنجا بسیار بالاست. در هردو صورت اگر برخوردی با موتورسیکلت صورت بگیرد احتمال جرحی بودن آن بیشتر است.

متغیر مربوط به تصادف در منطقه مسکونی با علامت مثبت در مدل ظاهر شده است که نشان می دهد اگر در منطقه مسکونی تصادفی صورت بگیرد احتمالاً خسارتی است. مناطق مسکونی معمولاً خلوت هستند و سرعت وسایل نقلیه در این مکان ها پایین است بنابراین احتمال برخورد با شدت کمتر در این مکان ها بیشتر است که در این صورت تصادف در دسته تصادفات خسارتی قرار می گیرد.

متغیر مربوط به تصادف با جسم ثابت با علامت مثبت در مدل ظاهر شده است که نشان می دهد اگر موتورسیکلت با جسم ثابت برخورد کند احتمال خسارتی بودن آن بیشتر است. در برخورد با جسم ثابت، جسم موردنظر در حرکت نیست پس هنگام برخورد سرعتی در خلاف جهت حرکت موتورسیکلت ندارد که شدت تصادف را بیشتر کند. همچنین، به علت ثابت بودن جسم موردنظر، موتورسیکلت سوار توان کنترل بهتری در زمان برخورد دارد، زیرا مانع برایش قابل پیش بینی تر است. این عوامل می تواند به کم شدت بودن تصادف منجر شود که آن را در دسته تصادفات خسارتی قرار می دهد.

متغیر مربوط به تصادف دو موتورسیکلت با یکدیگر با علامت منفی در مدل ظاهر شده است که نشان می دهد در صورت وقوع تصادف بین دو موتورسیکلت، احتمال جرحی بودن تصادف بیشتر است. از آنجاکه موتورسیکلت وسیله نقلیه دارای ایمنی پایین است و به راحتی در هنگام برخورد، تعادل آن به هم می خورد، در برخورد دو موتورسیکلت که هردو دارای شرایط این چنینی هستند، احتمال جرحی بودن تصادف بیشتر است.

متغیر تصادف با عابر پیاده با علامت منفی در مدل ظاهر شده است که نشان می دهد در تصادف موتورسیکلت با عابر پیاده احتمال جرحی بودن تصادف بیشتر است. با توجه به اینکه عابر

۲-۵ تفسیر علامت متغیرهای معنادار شده در مدل

تصادفات اردیبهشت ماه

متغیر مربوط به راه‌های دوجته غیرمجاز با علامت مثبت در مدل ظاهر شده است که نشان می‌دهد در راه‌های شهر تهران که دوجته هستند اما این دو جهت توسط هیچ چیزی از هم تفکیک نشده‌اند، تصادفات موتورسیکلت با احتمال بیشتری فقط خسارتی است. علت می‌تواند این امر باشد که جداسازی جهت‌های حرکت در راه‌هایی وجود دارد که دسترسی در آن‌ها محدودتر و سرعت بالاتر است و راه دوجته تفکیک نشده دارای سرعت پایین‌تر و دسترسی بیشتر است؛ بنابراین، در راه دوجته تفکیک نشده به علت سرعت پایین‌تر، احتمالاً شدت تصادفات موتورسیکلت چندان بالا نیست و تصادفات با احتمال بیشتری خسارتی است.

هر سه متغیر جهت برخورد موتورسیکلت با وسیله دیگر به صورت پهلو به پهلو، پهلو به جلو و جلو به پهلو است، با علامت مثبت در مدل ظاهر شده است که نشان می‌دهد در این نوع تصادفات احتمال خسارتی بودن آن بیشتر است. با توجه به این که وسایل نقلیه در حین حرکت نیرویی در راستای جهت حرکت خود وارد می‌کنند، برخورد پهلو به پهلو، جلو به پهلو و یا پهلو به جلو موتورسیکلت با وسیله نقلیه دیگر، باعث به وجود آمدن نیرو و ضربه چندانانی به آن‌ها نمی‌شود و شدت این نوع تصادفات معمولاً چندان بالا نیست پس احتمال خسارتی بودن آن بیشتر است.

متغیر مربوط به تقاطع بدون کنترل با علامت مثبت در مدل ظاهر شده است که نشان می‌دهد اگر موتورسیکلت در محل تقاطع بدون کنترل تصادف کند، احتمالاً تصادفات خسارتی است. با توجه به این نکته که تقاطع‌های بدون کنترل معمولاً تقاطع‌های محلی کم‌رفت و آمد هستند، سرعت در این تقاطع‌ها زیاد بالا نیست و در صورت تصادفات موتورسیکلت با وسیله‌ای دیگر، احتمالاً شدت تصادفات پایین است و تنها خسارت به‌جا خواهد گذاشت.

متغیر مربوط به خط‌کشی منقطع وسط خیابان با علامت منفی در مدل ظاهر شده است که نشان می‌دهد در صورتی که تصادفات محلی واقع شود که خط‌کشی وسط خیابان منقطع است، تصادفات احتمالاً جرحی است. در خیابان‌هایی با خط‌کش منقطع سبقت مجاز است که لازمه آن بالاتر بودن سرعت وسایل نقلیه است و این باعث می‌شود که شدت تصادفات ناشی از برخورد بالاتر برود پس احتمالاً تصادفات در این مناطق در دسته تصادفات جرحی قرار می‌گیرد

علامت سایر متغیرها مشابه تفسیر علامت متغیرهای مدل تصادفات آبان ماه است که از تکرار مجدد آن صرف‌نظر می‌شود.

۶. نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج به‌دست‌آمده از مدل‌های تصادفات موتورسیکلت‌ها در آبان و اردیبهشت سال ۱۳۹۰ می‌توان نتیجه گرفت در مناطق تجاری، در راه‌های درون‌شهری که سرعت وسایل نقلیه در آن‌ها بالاتر است، در تقاطعات چراغ‌دار و در شب اگر تصادفات موتورسیکلت اتفاق بیفتند، احتمالاً این تصادفات شدت زیادی دارد و در دسته تصادفات جرحی قرار خواهد گرفت؛ بنابراین، لازم است توجه کافی در این خصوص صورت گیرد و سطح ایمنی برای موتورسیکلت‌سوارانی که در مناطق تجاری تردد می‌کنند، بالاتر رود. همچنین، لازم است در راه‌های درون‌شهری که سرعت وسایل نقلیه در آن بالاست، از تردد موتورسیکلت‌ها جلوگیری شود و یا مسیر ویژه‌ای برایشان در نظر گرفته شود تا کمتر در معرض تصادفات قرار گیرند. ایجاد بستری برای ثبت و پیگیری تخلفات موتورسیکلت‌ها نیز می‌تواند راه دیگری برای ارتقاء سطح ایمنی راکبان موتورسیکلت باشد. با توجه به اینکه در برخی تقاطعات چراغ‌دار موتورسیکلت‌ها از چراغ‌قرمز عبور می‌کنند و همچنین، برخی دیگر از موتورسیکلت‌ها دچار نقص در چراغ‌ها هستند که این موضوع می‌تواند هنگام راندن در شب برای آن‌ها خطرآفرین باشد. با ثبت و پیگیری این‌گونه تخلفات موتورسیکلت می‌توان از رخ دادن

مؤثر بر شدت تصادفات جاده‌ای موتورسیکلت‌ها با استفاده از روش الگوریتم ماشین بردار پشتیبان (SVM) "یازدهمین کنگره بین‌المللی مهندسی عمران، ۱۳۹۷.

– 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, Vol. 4, pp. 180-183, 2014.

– Mehr news agency, in, <https://www.mehrnews.com/news/2356943>, 2017.

– Air quality control company. affiliated with Tehran municipality., in, <http://air.tehran.ir/Default.aspx?tabid=562>, 2017.

– Mehr news agency, in, <https://www.mehrnews.com/news/5097221/%DB%B5%DB%B0>, 2021.

○ Kumar, "Understanding the emerging role of motorcycles in African cities", SSATP Discussion Paper, Vol. 13, pp. 1-24, 2011.

– F. L. Mannering and C. R. Bhat, "Analytic methods in accident research: Methodological frontier and future directions," Anal. Methods Accid. Res., vol. 1, pp. 1–22, 2014.

– M.. Lee, D. O'Reilly, and P. Philips, "The Value of Preventing Non-Fatal Road Injuries: Findings of a Willingness to Pay National Sample Survey". Transport and Road Research Laboratory, 1993.

– M. Jalayer and H. Zhou, "A multiple correspondence analysis of at-fault motorcycle-involved crashes in Alabama," 2017.

– F. L. Mannering and L. L. Grodsky, "Statistical analysis of motorcyclists' perceived accident risk," Accid. Anal. Prev., vol. 27, no. 1, pp. 21–31, 1995.

– F. L. Mannering and L. L. Grodsky, "Statistical analysis of motorcyclists' perceived accident risk," Accid. Anal. Prev., vol. 27, no. 1, pp. 21–31, 1995.

– O. Petrik, F. Moura, J.A.e. Silva, "Measuring uncertainty in discrete choice travel demand

آن دسته از تصادفات موتورسیکلت که به علت سهل‌انگاری در رعایت قوانین است جلوگیری کرد و یا از شدت آن‌ها کاست.

در پایان، لازم به ذکر است که این مطالعه تنها با کمک اطلاعات ثبت‌شده در صحنه تصادف انجام شده است. در مطالعات آینده با ترکیب این اطلاعات و اطلاعات فردی راکبان موتورسیکلت که دچار تصادف شده‌اند، می‌توان به مدل بهتری دست یافت.

۷. سپاسگزاری

نویسندگان این مقاله از دکتر مسعود طبیبی برای در دسترس قرار دادن داده‌های موردبررسی در این پژوهش تقدیر و تشکر می‌کنند.

۸. پی‌نوشت‌ها

1. Lee
2. Jalayer
3. Zhou
4. Mannering
5. Grodsky
6. Shankar

۹. مراجع

– ج. رنگرز، ف. فرزندپور، "بررسی اپیدمیولوژی سوانح در بیماران بستری در بیمارستان نقوی شهرستان کاشان در سال ۱۳۷۹". فیض (فصلنامه علمی پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی کاشان). دوره ۵ (شماره ۲۲): ۹۳–۸۸، ۱۳۸۱.

– ا. محمد فام، ا. قاضی‌زاده، "بررسی اپیدمیولوژیک حوادث رانندگی منجر به مرگ در استان تهران در سال ۱۳۷۸". مجله علمی دانشگاه علوم پزشکی کردستان. سال ششم (شماره ۲۳): ۳۵–۳۳، ۱۳۸۱.

– ح. ابوالقاسمی ماهانی، ح. حمید و س. آقا بزرگی، "بررسی عوامل مؤثر بر شدت مجروحین موتورسیکلت‌سواران با استفاده از الگوریتم‌های داده‌کاوی". سومین کنفرانس ملی تصادفات جاده‌ای، سوانح ریلی و هوایی، زنجان، ۱۳۹۳.

– ک. خانعلی، ا. معین‌الدینی و م. حبیبیان، "شناسایی عوامل

forecasts: Literature review and new results for the Netherlands, *Transportation*, Vol. 34, pp. 375-395, 2007.

forecasting models,” *Transportation Research and Technology*, pp. 3-20, 2016’.

– G.D. Jong, A. Daly, M. Pieters, S. Miller, R. Plasmeijer, F. Hofman, *Uncertainty in traffic*

۱۰. پیوست

در این بخش خروجی مدل‌های برتر ساخته شده آورده شده است:

مدل تصادفات موتورسیکلت در آبان ۱۳۹۰:

```

-----
--
Dependent variable                Y
Log likelihood function           -1257.29257
Restricted log likelihood         -2382.20360
Chi squared [ 9](P= .000)        2249.82207
Significance level                 .00000
McFadden Pseudo R-squared        .4722145
Estimation based on N = 4545, K = 10
Inf.Cr.AIC = 2534.6 AIC/N = .558
-----
--

```

	Coefficient	Standard Error	z	Prob. z >Z*	95% Confidence Interval	
Constant	1.92192***	.16675	11.53	.0000	1.59510	2.24874
X6	-.27804**	.12551	-2.22	.0267	-.52404	-.03204
X10	-.32181***	.12480	-2.58	.0099	-.56641	-.07722
X11	.36052***	.13127	2.75	.0060	.10324	.61780
X13	.64495***	.13939	4.63	.0000	.37176	.91815
X14	-3.32673***	.16701	-19.92	.0000	-3.65406	-2.99941
X15	-6.88689***	.71984	-9.57	.0000	-8.29776	-5.47602
X21	-.28146	.19700	-1.43	.1531	-.66757	.10465
X18	.75826***	.17676	4.29	.0000	.41181	1.10471
X1	-.38880***	.11094	-3.50	.0005	-.60624	-.17137

```

-----
--
***, **, * ==> Significance at 1%, 5%, 10% level.
Model was estimated on Jul 15, 2021 at 05:00:28 AM
-----

```

مدل شدت تصادفات موتورسیکلت سواران در شهر تهران

مدل تصادفات موتورسیکلت در اردیبهشت ۱۳۹۰:

```

-----
--
Binary Logit Model for Binary Choice
Dependent variable                Y
Log likelihood function           -733.88881
Restricted log likelihood         -1323.61469
Chi squared [ 10] (P= .000)      1179.45175
Significance level                 .00000
McFadden Pseudo R-squared        .4455420
Estimation based on N = 2253, K = 11
Inf.Cr.AIC = 1489.8 AIC/N = .661
-----
--

```

	Y Coefficient	Standard Error	z	Prob. z >Z*	95% Confidence Interval	
Constant	-.13478	.20164	-.67	.5039	-.52999	.26042
X14	-.72369***	.15892	-4.55	.0000	-1.03518	-.41221
X17	2.68296***	.15624	17.17	.0000	2.37675	2.98918
X18	-1.82431***	.18484	-9.87	.0000	-2.18659	-1.46203
X26	.38336**	.16844	2.28	.0228	.05323	.71349
X27	1.43668***	.24698	5.82	.0000	.95261	1.92076
X28	.42848**	.17387	2.46	.0137	.08769	.76926
X29	1.72700***	.18294	9.44	.0000	1.36844	2.08555
X9	.38756**	.17800	2.18	.0295	.03870	.73643
X1	-.44864***	.17136	-2.62	.0088	-.78450	-.11278
X11	-.39680**	.16888	-2.35	.0188	-.72781	-.06579

```

-----
--
***, **, * ==> Significance at 1%, 5%, 10% level.
Model was estimated on Jul 17, 2021 at 09:01:29 PM
-----

```

Severity Model of Motorcycle-Rider Accidents in Tehran City

Mohammad Amin Malaijardi, PhD student in Logistics and Supply Chain, Faculty of Industrial Engineering, Imam Hossein University (AS), Tehran, Iran

Maliha Shojaeizadeh*, PhD student in transportation planning, Faculty of Civil and Environmental Engineering, Amirkabir University of Technology, Tehran, Iran

E-mail: maliheshojaee999@gmail.com

Abstract

Today, the metropolis of Tehran, like many metropolises in developing countries, is facing serious problems due to the ever-increasing demand for transportation and the problems of the public transportation system. One of these problems is the widespread use of motorcycles in these cities, which has caused an increase in air pollution, noise pollution and accidents. Today in our country, due to the high number of traffic accidents, the issue of safety, especially the safety of motorcycle riders, is of great importance. Therefore, this study has been conducted with the aim of identifying the factors affecting the damage or injury of motorcycle accidents in Tehran city with the help of information from accident forms filled by traffic police officers at the accident scene in May and November 2013. The double logit model was used to build models of motorcycle accidents in May and November 2013 in Tehran. The results show that factors such as the type of land use where the motorcycle accident occurred, the direction the motorcycle collided with another vehicle, the type of road and the lighting of the air have an effect on the severity of the motorcycle accident and, as a result, whether it is injured or damaged.

Keywords: motorcycle, safety, logit model, injury and damage accidents