راهور
۷
فصلنامه
علمی- ترویجی راهور
سال هشتم- شماره ۱۴

پیش‌بینی شدت تصادفات جلو به جلو به کمک مدل رگرسیون لوجستیک و ارزیابی پارامترهای مؤثر

میرزاعلی خوشبخت، کارشناس ارشد مدیریت دولتی دانشگاه تربیت مدرس
دکتر سید علی‌اکبر احمدی، دکترای مدیریتی دولتی و عضو هیئت علمی دانشگاه پیام نور
پویا نجف، دانشجوی کارشناسی ارشد دانشگاه صنعتی شریف، دانشکده مهندسی عمران
حسین نظامیان پورجهرمی، دانشجوی کارشناسی ارشد دانشگاه صنعتی شریف، دانشکده مهندسی عمران

از صفحه ۷ تا ۲۲

تاریخ دریافت: ۹۰/۲/۳ تاریخ پذیرش: ۹۰/۳/۲۷

چکیده

مدل‌سازی شدت تصادفات، از جمله مباحث مهمی است که همواره در تحقیقات ایمنی تصادفات مطرح بوده است. در این تحقیق به بررسی شدت تصادفات جلو به جلو، با توجه به شدت آسیب‌دیدگی راننده پرداخته می‌شود. اطلاعات مورد استفاده شامل تصادفات جلو به جلویی است که هر دو خودرو سواری، تنها یک سرنشین داشته‌اند. برای این منظور از روش رگرسیون لوجستیک استفاده می‌شود. این‌که راننده کدام وسیله نقلیه بیش‌تر آسیب دیده است، به کمک این روش مشخص می‌گردد. ویژگی‌های استاتیکی و دینامیکی وسایل نقلیه علاوه بر عواملی چون کمربند ایمنی، کیسه هوا و امکان خروج بدن راننده از خودرو، متغیرهای مورد بررسی هستند. پس از پرداخت مدل مشخص می‌گردد که مدل رگرسیون لوجستیک از قدرت بالایی در پیش‌بینی شدت تصادفات برخوردار است. با تشکیل توابع الاستیسیته و شبه قیمت حاشیه‌ای به بررسی نقش پارامترها در شدت تصادفات جلو به جلو پرداخته شده و در نهایت مشخص می‌شود که کمربند ایمنی، کیسه هوا و وزن بالای وسایل نقلیه سواری از مهم‌ترین عوامل کاهش احتمال آسیب‌دیدگی راننده می‌باشند. سرعت بالا و خروج بدن راننده از خودرو نیز از عواملی هستند که احتمال آسیب‌دیدگی راننده را افزایش می‌دهند. بر طبق نتایج حاصل، ابعاد خودرو تأثیر چندانی در افزایش ایمنی در تصادفات جلو به جلو ندارد.

کلید واژه‌ها: تصادفات جلو به جلو/ شدت آسیب‌دیدگی راننده/ مدل رگرسیون لوجستیک/ کمربند ایمنی/ کیسه هوا / وزن وسیله نقلیه / ابعاد خودرو

Archive of SID
www.SID.ir

مقدمه و بیان مسئله

تعداد تصادفات ترافیکی به طور چشم‌گیری در کشور رو به افزایش است که خسارات جانی و مالی ناشی از آن، هزینه سنگینی را به کشور وارد می‌کند. از این‌رو، توجه به ایمنی ترافیک همواره جزو برنامه‌های اساسی دولت و شرکت‌های خودروسازی بوده است. از سوی دیگر، کارشناسان ترافیکی همواره به دنبال بررسی عوامل مؤثر در تصادفات هستند که تا چند سال گذشته، امکان بررسی عواملی چون ویژگی‌های استاتیکی و دینامیکی وسایل نقلیه، با استفاده از اطلاعات دنیای واقعی وجود نداشته است. در بسیاری از مطالعات گذشته، از شرایط آزمایشگاهی و بازسازی صحنه وقوع تصادف یا نرم‌افزارهای شبیه‌ساز استفاده شده است.

نقش‌آفرینی فناوری‌های مختلف در طراحی وسایل نقلیه، موجب پیدایش استانداردهای گوناگونی برای وسایل نقلیه سواری شده است. برای مثال، استانداردهای مربوط به کاهش مصرف سوخت، باعث سبک‌تر شدن خودروهای جدیدتر شده است یا براساس قوانین مربوط به طراحی شهرهای نوین و به منظور استفاده مناسب از فضای شهری، ابعاد وسایل نقلیه جدید کاهش یافته است که این امر منجر به نزدیک‌تر شدن محورهای وسایل نقلیه به یکدیگر شده است. از طرفی بر مبنای اصول آیرودینامیکی، شاسی وسایل نقلیه جدید کوتاه‌تر شده و ارتفاع بدنه آن‌ها کاهش یافته است. در نواحی شلوغ شهرهای بزرگ دنیا، وسایل نقلیه سواری مجبورند برای پرداخت مالیات کمتر به صورت پرسرنشین[1] حرکت کنند که این امر موجب پیدایش نگرشی در راستای طراحی وسایل نقلیه در ابعاد بزرگ‌تری می‌شود. از طرفی فضای پارکینگ‌های مرکزی شهرها، کار را برای رانندگان وسایل کوچک‌تر، راحت‌تر کرده است. بدین ترتیب، هنوز هم بسیاری از کارخانجات طراحی خودرو، در سیاست‌های طراحی خود دچار چندگانگی هستند.

همچنان که کارشناسان علوم متفاوت در راستای پیشرفت فناوری خودروسازی حرکت می‌کنند، کارشناسان ترافیک نیز دستاوردهای نوینی در این مورد داشته‌اند. کارشناسان اخیراً به دنبال بررسی عوامل دیگری در تصادفات هستند که اطلاعات دنیای واقعی تا چند سال

1. Carpool

Archive of SID
www.SID.ir

گذشته، امکان این نوع بررسی‌ها را به آن‌ها نمی‌داد. پارامترهایی چون ویژگی‌های استاتیکی و دینامیکی وسایل نقلیه، از این قبیل موارد هستند. این مطالعه به بررسی نقش ویژگی‌های اساسی وسایل نقلیه سواری نظیر ویژگی‌های استاتیکی (وزن، ارتفاع، عرض)، ویژگی‌های دینامیکی (سرعت و لحظه تصادف) و تجهیزات ایمنی وسیله‌ی نقلیه (وجود کیسه هوا، وجود کمربند ایمنی، امکان خروج بخشی از بدن راننده از وسیله نقلیه در تصادف) در شدت تصادفات جلو به جلو می‌پردازد. مدل‌رگرسیون لوجستیک، با توجه به اطلاعات موجود از تصادفات جلو به جلو پرداخت شده و توانایی آن در پیش‌بینی شدت تصادفات ارزیابی می‌گردد. در پایان، اهمیت پارامترهای مورد بررسی به کمک روابط ارائه شده بررسی خواهد شد.

مروری بر مطالعات پیشین

امروزه تصادفات ترافیکی از جمله عوامل مهم در مرگ و میر به شمار می‌رود و پیش‌بینی می‌شود تا سال ۲۰۲۰، تصادفات به عنوان سومین عامل مرگ و میر انسان‌ها مطرح شود. تحقیق در مورد عوامل مؤثر در شدت جراحت سرنشینان وسایل نقلیه، همواره مورد توجه طراحان و شرکت‌های خودروسازی بوده است. امروزه ناسازگاری وسایل نقلیه[1] از جمله عوامل تأثیرگذار در مصدومیت سرنشینان به‌شمار می‌آید. ناسازگاری در حقیقت تفاوت‌های موجود در طراحی انواع مختلف وسایل نقلیه، از قبیل تفاوت در وزن، ارتفاع، سختی و اندازه است که منجر به پیدایش الگوهای مختلفی از شدت تصادفات شده است (هیلد براند و همکاران، ۲۰۰۰: ۲۹-۲۵، اطلاعات ناوگان حمل و نقل کانادا، ۲۰۰۲). مطالعه بر انواع مختلف وسایل نقلیه نشان می‌دهد که نرخ مرگ و میر سرنشینان وسایل نقلیه ۹۰۰ کیلوگرمی، ۵۰ درصد بیش‌تر از نرخ مرگ و میر در وسایل نقلیه ۱۸۰۰ کیلوگرمی است. به نظر می‌رسد در اکثر سناریوهای وقوع تصادفات، سرنشینان خودروهای سبک‌تر در معرض خطرات بیش‌تری نسبت به سرنشینان خودروهای سنگین‌تر هستند (پارتی کا، ۱۹۸۹؛ برویلز و همکاران، ۲۰۰۱: ۶۷۸-۶۷۳). اهمیت طراحی خودرو در تصادفات ترافیکی، تا حدی بالاست که اتحادیه اروپا اعلام

1. Vehicle incompatibility

Archive of SID
www.SID.ir

کرده اســت که اگر طراحی تمام وســایل نقلیه یکسان و مطابق با بالاترین استاندارد باشد، ۵۰ درصد از تلفات تصادفات کاســته خواهد شــد (WHO ,۲۰۰۷). در تحقیقی به بررسی نحوه و شــدت مصدومیت تصادفات غیریکســان پرداخته شــده اســت. در این تحقیق سن راننده، جنسیت راننده، تجهیزات خودرو و شرایط تصادف بررسی شد و ثابت شد که نوع وسیله نقلیه، مهم‌ترین عامل در شــدت جراحت سرنشــینان خواهد بود (دساپریا و همکاران، ۲۰۰۵: ۶۶-۶۰). تحقیق دیگری در آمریکا نشــان داد که با ۱۰۰ پوند کاهش در وزن وســایل نقلیه سنگین، حداقل از ۴۰ تصادف منجر به مرگ در سال جلوگیری خواهد شد (کاهان، ۱۹۹۷). این تحقیق همچنین نشــان می‌دهد که در تصادفات بین یک خودروی ســبک ســواری و یک وسیله نقلیه سنگین، در ۸۰ درصد مواقع، سرنشینان خودروی سبک سواری دچار جراحت شدید شده‌اند.

بررسی‌های سازمان ملی ایمنی ترافیک آمریکا[1] (پاتل و همکاران، ۲۰۰۹). نشان می‌دهد که در تصادفات جلو به جلوی دو خودری سواری، ضربه‌گیر[2] نقش بسزایی دارد. این بررسی به کمک روش اجزای محدود صورت گرفته است. برایتمن (۲۰۰۷) با بررسی تعداد خودروهای سواری و وسایل نقلیه سنگین و نیمه‌سنگین موجود در سال‌های ۱۹۸۸ تا ۲۰۰۴ به این نتیجه رسید که تلفات ترافیکی کاهش یافته است؛ اما این کاهش بیش‌تر مربوط به سرنشینان وسایل نقلیه ســنگین و نیمه‌سنگین بوده اســت. فردت و همکاران (۲۰۰۸) به بررسی اثر ناسازگاری وســایل نقلیه در تصادف دو خودرو و نقش این ناســازگاری در جراحت سرنشینان پرداختند. آن‌ها به کمک روش رگرســیون لوجســتیک ثابت کردند که وسایل نقلیه سنگین و نیمه‌سنگین، به مراتب از خودروهای سبک و شخصی ایمن‌تر هستند.

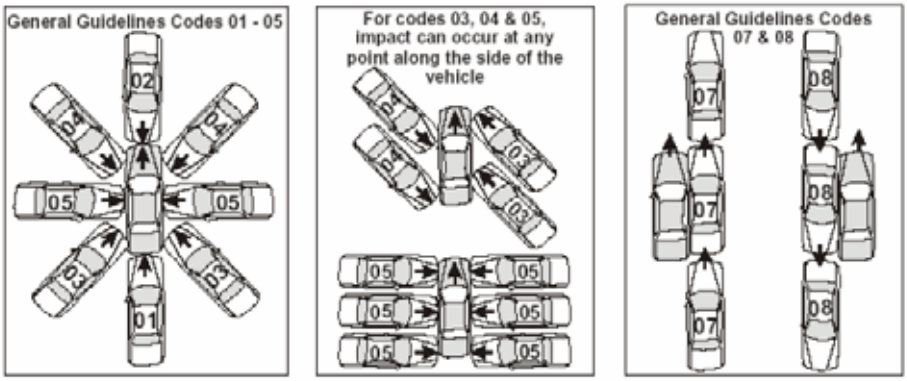
اطلاعات مورد استفاده

در این مطالعه به بررســی تصادفات جلو به جلو پرداخته شــده اســت. بر اساس شکل (۱)، بانک اطلاعاتی FARS[3] تصادفات شماره ۲ را به عنوان جلو به جلو معرفی کرده است (اداره

1. National Highway Traffic Safety Administration (NHTSA)
2. Secondary Energy Absorbing Structure (SEAS)
3.Fatal Analysis Record System

Archive of SID
www.SID.ir

ایمنی ترافیک بزرگراه‌های داخلی، ۲۰۱۱).



شکل ۱: انواع مختلف تصادفات

شـــماره ۲ از نوع جلو به جلو بوده و ســـایر شـــماره‌ها انواع دیگر تصادفات از قبیل جلو به عقب، جلو به پهلو و پهلو به پهلو می‌باشند. مبنای مقایسه برای بررسی شدت تصادف، میزان آســـیب‌دیدگی راننده فرض می‌شـــود. در بسیاری از مطالعات پیشـــین به این نکته اشاره شده است که بهترین عامل نشان دهنده شدت تصادف، میزان آسیب‌دیدگی راننده است. اولاً تمامی وســـایل نقلیه از نظر داشـــتن راننده و مکان قرارگرفتن راننده در خودرو یکســـان هستند. ثانیاً بررسی راننده، امکان ارزیابی عواملی چون کمربند ایمنی و وجود کیسه هوا را فراهم می‌کند. بانک اطلاعاتی FARS برای بررسی شدت جراحت افراد، جدول زیر را ارائه کرده است.

Archive of
www.SID.ir

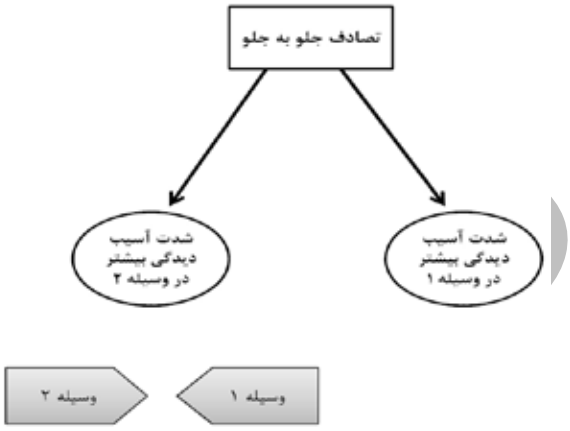
جدول ۱: معیارهای مشخص کننده شدت جراحت

Injury Severity	Variable
No Injury (O)	0
Possible Injury (C)	1
Non-incapaciting Evident Injury (B)	2
Incapaciting Injury (A)	3
Fatal Injury (K)	4
Injured, Severity Unknown	5
Died Prior to Crash	6
Unknown	9

به منظور افزایش دقت در فرآیند مدل‌سازی، تصادفاتی که رانندگان آن‌ها یکی از سه حالت ۵، ۶ و ۹ را دارند، از این فرآیند حذف می‌کنیم. در حالت ۵، میزان آسیب‌دیدگی فرد غیرقابل تشخیص است. حالت ۶ مربوط به عابرینی است که قبل از وقوع تصادف فوت کرده‌اند و در مسیر وسایل نقلیه واقع شده‌اند. حالت آخر نیز جزو مواردی است که اطلاعات کافی برداشت نشده است. نحوهٔ مدل‌سازی این نوع تصادفات به صورت دوگانه خواهد بود. دو حالت مربوط به شدت جراحت، بیش‌تر در رانندگان دو خودرو ممکن خواهد بود. بدین صورت که ممکن است راننده خودرو ۱ یا راننده خودرو ۲ بیش‌تر آسیب دیده باشد. مدل رگرسیون لوجستیک برای این منظور پرداخت شده و میزان توانایی پیش‌بینی شدت وقوع تصادف، بررسی خواهد شد.

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۲: نحوه پرداخت مدل‌ها

۴۵۸ مورد از تصادفات جلو به جلوی سال ۲۰۰۸ در این تحقیق مورد بررسی قرار خواهند گرفت. تصادفات به نوعی انتخاب شده‌اند که در هر دو خودرو، تنها سرنشین حاضر در خودروها، راننده باشد. در حقیقت تصادفات، جلو به جلویی که هر دو وسیله نقلیه سبک سواری و دارای یک سرنشین بوده‌اند، بررسی می‌شوند. این امر مقایسه شدت تصادفات با توجه به شدت آسیب‌دیدگی راننده را آسان‌تر کرده است. مدل رگرسیون لوجستیک با استفاده از ۸۰ درصد از اطلاعات پرداخت شده و از طریق ۲۰ درصد از اطلاعات کنترل خواهد شد. به کمک بخش اول اطلاعات و از طریق تحلیل ضرایب، به نقش پارامترهای مورد بررسی اشاره خواهیم کرد و به کمک کنترل مدل در پیش‌بینی بخش دوم اطلاعات، به بررسی توانایی مدل رگرسیون لوجستیک در پیش‌بینی شدت تصادفات خواهیم پرداخت.

پارامترهای مورد بررسی

سرعت در لحظه تصادف (مایل بر ساعت)، وزن خودرو (پوند)، ارتفاع بدنه (اینچ) و عرض بدنه (اینچ)، برای هر دو وسیله نقلیه، به عنوان متغیرهای پیوسته‌ی جدا در مدل‌سازی مورد استفاده قرار می‌گیرند. نکته‌ای که در مورد وزن وجود دارد این است که بانک اطلاعاتی

Archive of SID
www.SID.ir

راهور
۱۴
فصلنامه
علمی- ترویجی راهور
سال هشتم- شماره ۱۴

دو نوع وزن برای خودروها مشـــخص می‌کند. یکی وزن اســـمی که در واقع همان وزنی است کـــه خـــودرو در زمان تولید کارخانه دارد؛ دیگری وزن واقعی که وزن واقعی خودرو در لحظه تصادف است. یکی از دلایلی که برای انتخاب شدت جراحت راننده، به عنوان شاخص شدت تصادف ذکر کردیم، این بود که بتوانیم اثر عواملی را که مربوط به ویژگی‌های خودرو نسبت به راننده‌اش می‌باشد را مورد ارزیابی قرار دهیم. کیسه هوا و کمربند ایمنی از جمله این عوامل می‌باشند. خروج بخشی از بدن راننده[1] از خودرو در تصادفات، بسیارخطرناک بوده و همواره جلوگیری از این اتفاق، به عنوان یکی از قابلیت‌های خودروها مطرح بوده است. کاربرد این متغیر نیز می‌تواند در مدل‌سازی مفید واقع شود.

رویکرد مورد استفاده

مدل‌های رگرسیون لوجستیک (هنشر و همکاران، ۲۰۰۵). برای شرایطی مناسب هستند که هدف از آن‌ها پیش‌بینی وقوع یا عدم وقوع یک متغیر بر حسب پارامترهای مورد بررسی باشد. در این بررســـی، تصادفات جلو به جلو از لحاظ شـــدت آسیب‌دیدگی به دو دسته (Z۱) آسیب بیش‌تر راننده خودروی اول و (Z۲) آســـیب بیش‌تر راننده خودروی دوم تقســـیم می‌شـــوند. بنابراین تابع احتمال لوجستیک به صورت روابط (۱) و (۲) خواهد بود:

$$P_{Z1} = \frac{e^{U_{Z1}}}{e^{U_{Z1}} + \quad} \qquad P_{Z1} = \frac{e^{U_{Z1}}}{e^{U_{Z1}} + \quad} \tag{۱}$$

$$P_{Z2} = \frac{e^{U_{Z2}}}{e^{U_{Z1}} + \quad} \qquad P_{Z2} = \frac{e^{U_{Z2}}}{e^{U_{Z1}} + \quad} \tag{۲}$$

رابطه (۲) را می‌توان به صورت رابطه (۳) بازسازی کرد:

$$P_{Z2} = \frac{e^{U_{Z2}}}{e^{U_{Z2}}\left(1+e^{U_{Z1}}/_{e^{U_{Z2}}}\right)} = \frac{1}{1+e^{U_{Z1}}}$$

$$P_{Z2} = \frac{e^{U_{Z2}}}{e^{U_{Z2}}\left(1+e^{U_{Z1}}/_{e^{U_{Z2}}}\right)} = \frac{1}{1+e^{U_{Z1}}} \tag{۳}$$

1. Ejection

Archive of SID
www.SID.ir

و از سوی دیگر:

$$P_{Z2} = 1 - \qquad P_{Z2} = 1 - \qquad (۴)$$

که در این روابط:

$P_{Z۱}$= احتمال آن‌که راننده وسیله نقلیه ۱ بیش‌تر آسیب دیده باشد.

$P_{Z۲}$= احتمال آن‌که راننده وسیله نقلیه ۲ بیش‌تر آسیب دیده باشد.

$U_۱$ = تابع مطلوبیت وقوع تصادفات جلو به جلو (آسیب بیش‌تر راننده خودروی ۱)

$U_۲$ = تابع مطلوبیت وقوع تصادفات جلو به جلو (آسیب بیش‌تر راننده خودروی ۲)

تابع مطلوبیت برای وقوع تصادفات به صورت رابطه ۵ تعریف می‌شود:

$$U_i = a_i + a_{1i}X_{1i} + \cdots + a_{\text{ا}} \qquad U_i = a_i + a_{1i}X_{1i} + \cdots + a_{\text{ا}} \qquad (۵)$$

که در آن:

U_i = مطلوبیت گزینه i

X_{ji} = مقدار عامل j در گزینه i در حالی‌که J =۱،۲،...،n

a_{ji} = ضریب تأثیر عامل j گزینه i در حالی‌که J =۱،۲،...،n

فرآیند مدل‌سازی، یک فرآیند تکراری است که برای رسیدن به مدل‌های بهتر انجام می‌شود. مدل رگرسیون لوجستیک از نوع توابع درست‌نمایی بیشینه[1] است که به صورت رابطه (۶) تعریف می‌شود:

$$L(\beta) = \prod_{i=1}^{n} \qquad L(\beta) = \prod_{i=1}^{n} \qquad (۶)$$

که در آن:

L(β)= تابع درست‌نمایی (احتمال) وقوع مشاهدات ۱ تا n به ازای ضرایب β

p(i)= احتمال وقوع مشاهده i

هدف یافتن βهایی است که این تابع را بیشینه کند. برای این منظور از طرفین لگاریتم گرفته و تابع احتمال به صورت رابطه (۷) تعریف می‌شود:

1. Maximum Likelihood Function

Archive of SID
www.SID.ir

$$LL(\beta) = \ln\big(L(\beta)\big) = \sum_{i=1}^{n} (\ln (\text{I}$$

$$LL(\beta) = \ln\big(L(\beta)\big) = \sum_{i=1}^{n} (\ln (\text{I}$$ (۷)

هدف، بیشینه‌سازی این تابع است.

ضریب خوبی برازش[1] (ρ^2) در این روش، ملاکی است که تعیین کننده میزان خوبی برازش مدل بر مشاهدات است. مقدار این ضریب بین صفر و یک تغییر می‌کند، که هر چه نزدیک‌تر به مقدار یک باشد مناسب‌تر است. این ضریب به صورت رابطه (۸) تعریف می‌شود:

$$\rho^2 = 1 - \quad \rho^2 = 1 -$$ (۸)

که در آن:

$LL(0)$ = مقدار تابع لگاریتم احتمال[2] به ازای ضرایب صفر

$L \quad L$ = مقدار تابع لگاریتم احتمال به ازای ضرایب پرداخت شده

نتایج پرداخت مدل

به منظور بررسی عملکرد مدل در میزان پیش‌بینی، ۸۰ درصد از مشاهدات را به منظور پرداخت مدل در نظر گرفته و با ۲۰ درصد مشاهدات نیز قدرت مدل در پیش‌بینی وقوع را بررسی می‌کنیم. جدول شماره ۲ ضرایب مدل لوجستیک را نشان می‌دهد.

1. Goodness of Fit
2. Log-Likelihood Function

Archive of SID

www.SID.ir

جدول شماره ۲: ضرایب مدل لوجستیک برای ۸۰ درصد از اطلاعات

Variable	Coefficient	Standard Error	b/St.er.	P [|z|>z]	Mean
Constant	-0.101	4.06	-0.02	0.98	-----
Airbag1	-1.000	0.32	-3.07	0.00	0.68
Ejection1	0.252+	0.58	0.42+	0.66	0.06
Belt1	-1.040	0.31	-3.28	0.00	0.58
Speed1	0.014+	0.01	1.34+	0.18	50.10
Weight1	-0.001	0.00	-3.62	0.00	3663.99
Height1	-0.003	0.02	-0.13	0.89	62.73
Width1	-0.064	0.04	1.37-	0.16	72.29
Airbag2	+0.727	0.35	+2.05	0.03	0.76
Ejection2	0.465-	0.86	0.53-	0.59	0.03
Belt2	+1.127	0.34	+3.23	0.00	0.74
Speed2	0.012-	0.01	0.96-	0.33	49.05
Weight2	+0.001	0.00	+2.02	0.04	3634.11
Height2	+0.085	0.03	+2.72	0.00	63.55
Width2	+0.030	0.04	+0.65	0.51	72.26

متغیرهایی که نامشان با ۱ همراه است، مربوط به وسایل نقلیه شماره ۱ در تصادف دو خودرو می‌باشند. مهم نیست که در یک تصادف جلو به جلو، کدام وسیله ۱ و کدامیک ۲ نام‌گذاری شوند؛ بلکه مهم این است که ویژگی‌های وسیله ۱ در شدت آسیب‌دیدگی راننده خودروی ۱ لحاظ شوند و برعکس. در این بررسی ۴۵۸ مشاهده از تصادفات جلو به جلو بررسی شده‌اند که هر تصادف به صورت جداگانه دارای ۱۴ متغیر مستقل (هر خودرو ۷ متغیر مستقل) و ۲ متغیر وابسته (میزان آسیب‌دیدگی راننده هر خودرو) است. از آنجا که متغیر وابسته به صورت ۰ و ۱ (بیانگر آسیب بیش‌تر راننده خودروی ۱ یا راننده خودروی ۲) بوده است، پرداخت مدل دوگانه رگرسیون لوجستیک امکان‌پذیر می‌گردد. در بخش اول مدل با ۸۰ درصد اطلاعات (۳۶۶ مورد تصادف جلو به جلو) پرداخت شده است. مقادیر ستون P-Value در حقیقت بیانگر اهمیت آماری متغیر مورد استفاده، در مدل پرداخت شده است و هر چه به صفر نزدیک‌تر باشد، متغیر مربوطه از سطح اطمینان بالاتری برخوردار است. ستون ضرایب نیز بیانگر ضریب هر متغیر در تشکیل تابع مطلوبیت می‌باشد.

جدول شماره ۳ هم ویژگی‌های اصلی مدل پرداخت شده را نشان می‌دهد. همان‌طور که

Archive of SID
www.SID.ir

مشاهده می‌شود، این مدل ۲۹۵ مورد (۱۲۷+۱۶۸) از تصادفات را درست پیش‌بینی کرده است که معدل با ۸۰/۶ درصد از کل ۳۶۶ تصادفی است که مدل با آن پرداخت شده است.

جدول شماره ۳: ویژگی‌های اصلی مدل لوجستیک

		Predictions	
		Predicted	
		۰	۱
Actual	۰	۱۲۷	۳۸
	۱	۶۸	۳۳
Indexes			
Pseudo R-squared			۰,۳۸۵۳
			-۱۵۴,۸۳
LL(۰)			-۲۵۱,۹۱
Correct Prediction			٪۸۰,۶۰

پس از تشکیل تابع لوجستیک به کمک ضرایب مدل و با جایگذاری مقادیر متغیرهای مورد بررسی، مشخص می‌شود که مدل قادر به پیش‌بینی ۷۸ درصد از تصادفات جلو به جلو است. مدل پرداخت شده، ۷۸ درصد از ۹۲ تصادفی که به منظور سنجش مدل در نظر گرفته شده بودند را به درستی پیش‌بینی کرده و با مقدار برابر با ۰/۳۸ قابلیت مناسبی در پیش‌بینی شدت تصادفات جلو به جلو از خود نشان می‌دهد.

تحلیل پارامترها

در این بخش به منظور بررسی نقش متغیرهای به‌کار رفته در مدل، از توابع الاستیسیته[1]

1. Elasticity

Archive of SID
www.SID.ir

و شـبه قیمت حاشـیه‌ای[1] اسـتفاده می‌شود. این توابع به منظور سـنجش اهمیت هر متغیر در افزایش احتمال بروز هر یک از حالات تابع لوجسـتیک به کار می‌روند. به کمک مقادیر این توابع همچنین می‌توان اهمیت نسبی متغیرها در مقایسه با یکدیگر را نیز بررسی کرد. جدول شماره ۴ مقادیر الاستیسیته و شبه قیمت حاشیه‌ای متغیرها را نشان می‌دهد.

جدول شماره ۴: الاستیسیته و شبه قیمت حاشیه‌ای

Variable	Marginal Effect	Elasticity	t-value
Constant	-0.024	-----	-0.02
Airbag1	-0.232	-0.276	-3.07
Ejection1	0.062+	0.007+	0.42+
Belt1	-0.245	-0.250	-3.28
Speed1	0.003+	0.299+	1.34+
Weight1	-0.002	-1.563	-3.62
Height1	-0.000	-0.098	-0.13
Width1	-0.015	-1.978	1.37-
Airbag2	+0.179	+0.239	+2.05
Ejection2	0.115-	0.006-	0.53-
Belt2	+0.274	+0.355	+3.23
Speed2	0.002-	0.255-	0.96-
Weight2	+0.001	+1.098	+2.02
Height2	+0.021	+1.310	+2.72
Width2	+0.007	+0.926	+0.65

توجه به چند نکته ضروری اسـت. نخسـت این که ضرایب مثبت به معنی نقش پارامتر در افزایـش احتمـال مجروحیت بیش‌تر راننده خودروی ۱ بـوده و ضرایب منفی به معنی نقش پارامتر در افزایش احتمال مجروحیت بیش‌تر راننده خودروی ۲ است. دیگر این که، هر چه مقدار t-value بالاتر باشـد، اهمیت آماری متغیر بیش‌تر می‌شـود. بر این اسـاس متغیرهای وزن، ارتفاع، کیسه هوا، کمربند ایمنی و سرعت از اهمیت قابل قبولی برخوردار می‌باشند.

دو نکتـه اساسـی در تحلیـل ضرایب، یکی توجه به واحد متغیرهـا و دیگری توجه به نوع متغیرهاست. بر این اساس سه متغیر کمربند ایمنی، کیسه هوا و خروج بدن راننده از خودرو،

1. Marginal Effect

Archive of SID
www.SID.ir

به صورت دامی[1] هستند. این متغیرها در صورت وقوع، مقدار ۱ به خود می‌گیرند. اما سایر متغیرها از نوع عدد پیوسته می‌باشند. در حقیقت افزایش یک واحدی در این دو نوع متغیر، معانی متفاوتی دارد. بنابراین طبیعی است که در جدول شماره ۳ ضریب متغیر وزن که بسیار مهم است، کم‌تر از متغیر خروج بدن راننده گردد. توجه به مقادیر میانگین هر متغیر در جامعه آماری مورد بررسی که در ستون آخر جدول سوم آمده است، این پدیده را واضح‌تر می‌کند. به دلیل جلوگیری از پیدایش چنین خطایی در تحلیل پارامترها، به جای ضرایب از توابع الاستیسیته و شبه قیمت حاشیه‌ای استفاده می‌شود.

اطلاعات جدول شماره ۴ نشان می‌دهد که متغیرهای کیسه هوا، کمربند ایمنی و وزن خودرو مهم‌ترین پارامترهای هر خودرو در نگهداری از سلامت راننده‌اش است. البته متغیرهای ارتفاع و عرض خودرو نیز تا حدودی در کاهش احتمال آسیب راننده مؤثر بوده‌اند. اما دو متغیر سرعت و خروج بدن راننده از خودرو، تنها متغیرهایی هستند که موجب افزایش احتمال آسیب راننده می‌شوند. برای مثال، ضریب مثبت متغیر Speed۱ نشان دهنده افزایش احتمال مصدومیت بیش‌تر راننده خودرو ۱ می‌باشد؛ در حالی‌که ضریب منفی متغیر Weight۱ به معنی کاهش احتمال مصدومیت بیش‌تر راننده خودرو ۱ است.

نتیجه‌گیری

تعداد تصادفات ترافیکی به طور چشم‌گیری در کشور رو به افزایش است که خسارات جانی و مالی ناشی از آن هزینه سنگینی را به کشور وارد می‌کند. کارشناسان ترافیکی همواره به دنبال بررسی عوامل مؤثر در تصادفات هستند که تا چند سال گذشته، امکان بررسی عواملی چون ویژگی‌های استاتیکی و دینامیکی وسایل نقلیه، با استفاده از اطلاعات دنیای واقعی وجود نداشته است. این مطالعه به بررسی نقش ویژگی‌های اساسی وسایل نقلیه سواری نظیر: ویژگی‌های استاتیکی (وزن، ارتفاع، عرض)، ویژگی‌های دینامیکی (سرعت لحظه تصادف) و تجهیزات ایمنی وسیله‌ی نقلیه (وجود کیسه هوا، وجود کمربند ایمنی، امکان خروج بخشی

1. Dummy variables

Archive of SID
www.SID.ir

از بدن راننده از وسیله نقلیه در تصادف) در شدت تصادفات جلو به جلو می‌پردازد. مدل رگرسیون لوجستیک با توجه به اطلاعات موجود از تصادفات جلو به جلو پرداخت شده و توانایی آن در پیش‌بینی شدت تصادفات ارزیابی می‌گردد.

به منظور بررسی عملکرد مدل در میزان پیش‌بینی، ۸۰ درصد از مشاهدات را به منظور پرداخت مدل در نظر گرفته و با ۲۰ درصد مشاهدات نیز قدرت مدل در پیش‌بینی وقوع را بررسی می‌کنیم. در مرحله پرداخت، مدل ۲۹۵ مورد (۱۲۷+۱۶۸) از تصادفات را درست پیش‌بینی کرده است که معدل با ۸۰/۶ درصد از کل ۳۶۶ تصادفی است که مدل با آن پرداخت شده است. همچنین مدل پرداخت شده ۷۸ درصد از ۹۲ تصادفی که به منظور سنجش مدل در نظر گرفته شده بودند را به درستی پیش‌بینی کرده و با مقدار برابر با ۰/۳۸ قابلیت مناسبی در پیش‌بینی شدت تصادفات جلو به جلو از خود نشان می‌دهد. به منظور بررسی نقش متغیرهای به‌کار رفته در مدل، از توابع الاستیسیته و شبه قیمت حاشیه‌ای استفاده می‌شود. این توابع به منظور سنجش اهمیت هر متغیر در افزایش احتمال بروز هر یک از حالات تابع لوجستیک به کار می‌روند. از تحلیل پارامترها مشخص می‌گردد که:

- کمربند ایمنی و کیسه هوا مهم‌ترین عوامل منجر به کاهش احتمال آسیب‌دیدگی راننده می‌باشند.
- خودروهای سنگین‌تر، مرتفع‌تر و عریض‌تر، در تصادفات جلو به جلو عملکرد ایمن‌تری دارند.
- از بین پارامترهای استاتیکی وسایل نقلیه، وزن بالای خودرو مهم‌ترین عامل مؤثر در افزایش ایمنی سرنشینان است.
- خروج بخشی از بدن راننده در تصادفات جلو به جلو، تا حدی به احتمال آسیب‌دیدگی بیش‌تر راننده می‌افزاید.
- سرعت بیش‌تر خودرو در تصادفات جلو به جلو، احتمال آسیب بیش‌تر راننده را بالا می‌برد.

منابع

[1] Hildebrand, E.D. and Wilson, F.R. (2000), “Performance of Canadian light trucks and vans in collisions”, Proceedings of the ISATA 2000 Automotive and Transportation

Archive of SID
www.SID.ir

Technology conference, Dublin, Ireland, pp. 25-29.

[2] Transport Canada -Vehicle Fleet data (2002), Transport Canada, Ottawa, Canada

[3] Partyka, S.C. (1989),"Registration based fatality rates by car size from 1978 through 1987", DOT HS 80744, National Information Technical Service, Springfield, VA.

[4] Broyles R.W., Clarke S.R., Narine L. and Baker D.R. (2001),"Factors contributing to the amount of vehicular damage resulting from collisions between four-wheel drive vehicles and passenger cars", Accident Analysis and Prevention, Vol.33, pp.673-678.

[5] World Health Organization (WHO) World Report on Road Traffic Injury Prevention (2004), WHO, Geneva, Switzerland.

[6] Desapriya,E.,Pike, I. and Kinney, J. (2005) "The risk of injury and vehicle damage severity in vehicle mismatched side impact in British Colombia", Journal of IATSS Research, Vol. 29(2), pp. 60-66.

[7] Kahane, C. J. (1997), "Relationships between vehicle size and fatality risk in model year 1985-93 PassengerCars and Light Trucks", DOT HS 808 570.

[8] Patel, S.,Prasad, A. and Mohan, P. (2009) "NHTSA's recent test program on vehicle compatibility", Washington DC: National Highway Traffic Safety Administration, Paper Number: 409-0416.

[9] Braitman, K.A., Ferguson, S.A. and Elharam, k.(2007), "Changes in driver fatality rates and vehicle incompatibility concurrent with changes in the passenger vehicle fleet", Public Health Republication, vol. 122(3), pp.319-328.

[10] Fredette, M.(2008), "Safety impacts due to the incompatibility of SUVs, minivans, and pickup trucksin two-vehicle collisions", Accident Analysis & Prevention, Vol. 40(6), pp. 1987-1995.

[11]National Highway Traffic Safety Administration, Fatality Analysis Reporting System (FARS) Encyclopedia,http://www-fars.nhtsa.dot.gov, Accessed: February, 2011.

[12] Hensher, D.A., Rose, J.M., Greene, W.H. (2005), Applied choice analysis, A premier, Cambridge university press.

Archive of SID

www.SID.ir