نشریه مهندسی عمران امیرکبیر

نشریه مهندسی عمران امیرکبیر، دوره ۵۳ شماره ۱، سال ۱۴۰۰، صفحات ۸۹ تا ۱۰۶
DOI: 10.22060/ceej.2021.19246.7113

بررسی اثر ویژگی‌های راننده و وسیله نقلیه بر ریسک تصادفات عبور از چراغ قرمز

علی توکلی کاشانی[۱،۲،*] ، سعیده امیری فر[۱،۲]، علی میرهاشمی[۱،۲]

[۱] دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه علم و صنعت ایران، تهران، ایران.
[۲] مرکز تحقیقات ایمنی کاربردی حمل و نقل جاده ای، دانشگاه علم و صنعت ایران، تهران، ایران.

خلاصه: عبور از چراغ قرمز یکی از شایع ترین انواع تخلفات در تقاطعات چراغ دار است که در آن وسایل نقلیه بدون توجه به چراغ از تقاطع عبور می کنند و ایمنی خود و سایر کاربران را در معرض خطر قرار می دهند. پژوهش حاضر به بررسی ویژگی های راننده و وسیله نقلیه که در ریسک وقوع تصادفات عبور از چراغ در کشور ایران مؤثر است می پردازد. روش مطالعه بر اساس مفهوم مواجهه شبه القایی و مدل رگرسیون لوجستیک برای ۱۰ متغیر مستقل و یک متغیر وابسته ی دوگانه ی "وضعیت تقصیر راننده" در تصادف می باشد. جامعه ی آماری مورد استفاده شامل ۱۲۴۴۵ تصادف عبور از چراغ قرمز طی سال های ۱۳۹۰ تا ۱۳۹۵ می باشد. نتایج نشان داد عوامل نوع وسیله نقلیه، بومی بودن، نوع گواهینامه و تحصیلات راننده بر ریسک مقصر بودن رانندگان در این نوع تصادفات تأثیر می گذارند. بر اساس مدل رگرسیون لوجستیک، وسایل نقلیه کامیون و امدادی، غیربومی بودن رانندگان و گواهینامه ی پایه ۲ موجب افزایش ریسک مقصر بودن می شود، اما تحصیلات دانشگاهی رانندگان ریسک مقصر بودن آنان را کاهش می دهد. در انتها نیز بر اساس نتایج بدست آمده از مطالعه برخی اقدامات پیش گیرانه به منظور کاهش ریسک تصادفات عبور از چراغ پیشنهاد شده است.

تاریخچه داوری:
دریافت: ۱۳۹۹/۰۸/۲۳
بازنگری: ۱۳۹۹/۱۰/۱۵
پذیرش: ۱۳۹۹/۱۱/۲۱
ارائه آنلاین: ۱۳۹۹/۱۱/۲۷

کلمات کلیدی:
عبور از چراغ قرمز
مواجهه ی شبه القایی
رگرسیون لوجستیک
ریسک نسبی
تقاطعات چراغ دار

۱- مقدمه

سوانح ترافیکی و تلفات ناشی از آن یکی از چالش های کنونی جوامع بشری است که سلامت انسان ها را به خطر انداخته و هزینه های زیادی را بر اقتصاد کشورها تحمیل نموده است. طبق آمار سازمان بهداشت جهانی[۱]، تعداد تلفات سوانح ترافیکی روند رو به رشدی را در پیش گرفته است و در سال ۲۰۱۶ به ۱/۳۵ میلیون نفر رسیده است. مصدومیت ناشی از سوانح ترافیکی هشتمین علت مرگ و میر بین گروه های سنی مختلف می باشد. هم چنین، هزینه های اقتصادی-اجتماعی تصادفات در کشورهای اروپایی در حدود ۵۰۰ میلیارد یورو برآورد شده است که ۳٪ تولید ناخالص اروپا را تشکیل می دهد [۱].

طبق گزارش یونیسف[۲]، هرساله تصادفات ترافیکی در ایران جان ۲۸هزار نفر را می گیرد و بیش از ۳۰۰ هزار نفر را معلول می کند [۲]. عبور از چراغ قرمز یکی از مسائل مهم ایمنی ترافیک در تقاطعات چراغ دار می باشد [۳]. مطالعات انجام شده نشان می دهد عوامل مؤثر بر سوانح ترافیکی عمدتا به چهار گروه تقسیم بندی می شوند: انسان، وسیله نقلیه، راه و محیط [۴]. مطالعه و بررسی این عوامل می تواند منجر به بهبود سطح ایمنی و کنترل تصادفات گردد. عامل راننده و وسیله نقلیه به دلیل نقش مهم و اساسی آنان در وقوع تصادفات عبور از چراغ قرمز تا کنون در کشورهای بسیاری مورد بررسی قرار گرفته است. پژوهش پیش رو در زمینه ی بررسی

1 World Health Organization (WHO)

2 United Nations Emergency Children's Fund (UNICEF)

* نویسنده عهده‌دار مکاتبات: alitavakoli@iust.ac.ir

حقوق مؤلفین به نویسندگان و حقوق ناشر به انتشارات دانشگاه امیرکبیر داده شده است. این مقاله تحت لیسانس آفرینندگی مردمی (Creative Commons License) در دسترس شما قرار گرفته است. برای جزئیات این لیسانس، از آدرس https://www.creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/legalcode دیدن فرمائید.

این دو عامل (راننده و وسیله نقلیه) در ایران ساماندهی شده است. شناسایی عوامل مؤثر بر ریسک وقوع تصادفات می تواند در تعیین اقدامات مناسب برای کاهش تعداد تصادفات مفید باشد. در این پژوهش با استفاده از داده های تصادفات به وقوع پیوسته در ایران، اثر ویژگی های راننده و وسیله نقلیه بر ریسک مقصر یا غیرمقصر بودن در تصادفات عبور از چراغ قرمز مورد مطالعه قرار می گیرد.

از نظر روش تحلیل، تاکنون روش های گوناگونی جهت مدل سازی و تجزیه و تحلیل تصادفات عبور از چراغ قرمز به کار رفته است. به عنوان مثال، جنسوپاکرن و کینت پونگ[1] با استفاده از مدل رگرسیون لوجستیک دوگانه[2] فاکتورهای تأثیرگذاری که منجر به افزایش ریسک رفتار عبور از چراغ می گردد را شناسایی کردند. این فاکتورها شامل ویژگی های انسانی، شرایط فیزیکی تقاطع، عملکرد چراغ راهنمایی و شرایط ترافیکی بودند [۵]. هم چنین، یان و همکاران[3] از مدل رگرسیون لوجستیک چند گانه[4] و ونگ و همکاران[5] [۶] از مدل پروبیت دوگانه[6] استفاده نمودند. بعضی از مطالعات مانند المیتینی و همکاران[7] [۷] دو مدل را با یکدیگر مقایسه کرده اند. برخی دیگر نیز از روش هایی مانند معادلات ساختاری تعمیم یافته[8] یا حداقل مربعات ماشین بردار[9] برای تحلیل تصادفات عبور از چراغ و مدل سازی این نوع از تصادفات استفاده کرده اند مانند مطالعات لی و همکاران[10] [۸] و پارک وپاگ[11] که به بررسی تأثیر تلفن همراه بر ریسک تصادفات عبور از چراغ پرداختند و اثرات طول مدت چراغ زرد، سرعت نزدیک شدن وسایل نقلیه، بیش ترین نرخ شتاب، عرض تقاطع، طول متوسط وسیله نقلیه و زمان عکس العمل راننده را نیز بر وقوع این نوع تصادفات بررسی کردند. در انتها نویسندگان پیشنهاد دادند مهندسان ترافیک یک سیستم هشداردهنده پیش از وقوع تصادف یا قبل از رسیدن به تقاطع برای سهولت تصمیم گیری رانندگان ابداع نمایند [۹]. ژنگ و همکاران[12] در مطالعه ی خود در سال ۲۰۱۸ بوسیله ی پایگاه داده ی GES سه نوع عمده از تصادفات عبور از چراغ را شناسایی و برای هر تصادف عبور از چراغ دو یا سه سناریوی برخورد دسته بندی کردند سپس با استفاده از مفهوم مواجهه ی شبه القایی، رگرسیون لوجستیک و درخت تصمیم به مقایسه ی ویژگی های آنان با یکدیگر پرداختند. نتایج بیان گر آن بود که سرعت، تعداد خطوط و سن راننده بیش از ۵۰ سال نقش بسزایی در مقصر بودن هریک از انواع تصادفات عبور از چراغ دارد. طبق نتایج این مطالعه، راهکارهای مهندسی برای کاهش تصادفات عبور از چراغ ضروری می باشد. برای طراحی تقاطع یک فاصله ی دید مناسب می تواند به کاهش زمان عکس العمل رانندگان و شناسایی به موقع چراغ راهنمایی کمک کند. هم چنین می توان از علائم هشداری برای اطلاع رسانی از وجود چراغ راهنمایی به رانندگان بخصوص در شرایط جوی نامساعد استفاده نمود [۱۰]. شریفیان و نصیری در مقاله خود در سال ۲۰۱۷ به اثرات نامطلوب عبور از چراغ در ایران اشاره کردند. هم چنین در این مطالعه، از یک دوربین برای جمع‌آوری داده ی مورد نیاز از تقاطعات برای بررسی اثرات نامطلوب عبور از چراغ در شهر اصفهان استفاده شد. آن ها یک شبکه ی سلولی را به نقاط درگیری وسایل نقلیه در حال گذر از فازهای متوالی اختصاص دادند، زمان رسیدن وسایل نقلیه به این سلول ها اندازه گیری شد و تأخیرهای اعمال شده به جریان سبز (زمانی که در فاز مقابل چراغ سبز است) اندازه گیری شد. نتایج این مطالعه نشان داد رفتار رانندگان در جریان سبز، زمان گذشته از چراغ قرمز و وجود بازه ی تمام قرمز فاکتورهایی مهمی هستند که موجب تأخیر ناشی از تخلف عبور از چراغ می شوند. علاوه براین، ملاحظه شد که در صورت عدم وجود بازه ی تمام قرمز تأخیری در حدود ۱ الی ۴/۵ ثانیه در فاز سبز بعدی رخ می دهد. هم چنین نتایج مطالعه نشان داد هنگامی که به متخلف عبور از چراغ اجازه ی عبور از تقاطع هنگام چراغ سبز داده نمی شود میزان تأخیر افزایش می یابد [۱۱].

بررسی مرور ادبیات نشان می دهد تاکنون مطالعات بسیاری برای تحلیل عوامل مؤثر بر تخلفات عبور از چراغ قرمز در کشورهای مختلف انجام شده است که نتایج مختلفی در هریک از آن ها بدست آمده است. پژوهش حاضر به منظور پر کردن خلا موجود در زمینه مطالعه عامل راننده و وسیله نقلیه بر ریسک تخلف عبور از چراغ قرمز در کشور ایران انجام شده است. زیرا مطالعات پیشین صورت گرفته در این زمینه در کشورمان بر روی تأثیرات کاربری زمین، هندسه ی تقاطعات و زمان بندی چراغ راهنمایی انجام شده است. از مدل رگرسیون لوجستیک و مفهوم مواجهه ی شبه القایی نیز برای

1 Jensupakarn, and Kanitpong
2 Binomial Logistic Regression Model
3 Yan et al.
4 Multiple logistic regression model
5 Wang et al.
6 Binary probit model
7 Elminity et al.
8 Generalized estimating equations
9 Least squares support vector machines
10 Li et al.
11 Park and pugh
12 Zhang et al.

دستیابی به هدف تحقیق استفاده خواهد شد.

در ادامه، به مروری بر مفهوم مواجهه ی شبه القایی و مدل رگرسیون لوجستیک پرداخته خواهد شد سپس به روش جمع آوری داده و ساخت مدل اشاره خواهد شد و در نهایت متغیرهای معنادار تعیین و بحث خواهند شد.

۲- روش تحقیق

در این مطالعه از مفهوم مواجهه ی شبه القایی و مدل رگرسیون لوجستیک به منظور بررسی داده های تصادفات و تحلیل ریسک عوامل مؤثر استفاده شده است که به تفصیل توضیح داده خواهند شد:

۲-۱- مواجهه ی شبه القایی

برای رسیدن به هدف این مطالعه که بررسی اثر عوامل مختلف بر ریسک تصادفات ناشی از عبور از چراغ قرمز است، باید تعداد تصادفات و شاخص مواجهه[1] در شرایط مختلف و به تفکیک مشخصات رانندگان موجود باشد. مواجهه مفهومی است که تا کنون استفاده ی فراوانی در مطالعات ایمنی ترافیک داشته است. برخی مواجهه را تکرار رخدادهای ترافیکی تعریف کرده اند که منجر به وقوع تصادف می شود. برخی نیز مواجهه را بعنوان معیاری برای شرایط وقوع تصادف بیان نموده اند [۱۲]. بر اساس تعاریف ارائه شده، می توان نتیجه گرفت که بطور کلی، مواجهه شماری از مکان ها و زمان های مستعد برای رخ دادن نوع خاصی از تصادفات است. ریسک تصادف نسبتی از تعداد تصادفات به شاخصی از مواجهه است [۱۳]. داده‌های تعداد تصادفات در گزارشات پلیس موجود می باشد، اما مشکل عمده در بررسی ریسک تصادفات تعیین شاخص مواجهه است. این مشکل به خصوص زمانی که قصد داشته باشیم ریسک تصادف را برای گروه خاصی از رانندگان و یا شرایط محیطی خاصی تعیین کنیم، بیشتر نمایان می‌شود. به عنوان مثال اگر از شاخص وسیله کیلومتر پیموده شده[2] جهت بررسی اثر سن راننده در وقوع تصادف استفاده کنیم، باید علاوه بر اطلاعات حجم ترافیک، اطلاعات مسافت پیموده شده برای گروه‌های مختلف سنی رانندگان نیز در اختیار داشته باشیم، که در عمل دسترسی به چنین داده‌هایی بسیار مشکل خواهد بود. به این جهت محققان همواره سعی در شناسایی راه‌حل‌هایی جهت رفع این مشکل داشته اند. مفهوم مواجهه شبه‌القایی یکی از روش‌هایی است که در مطالعات مربوط به حوزه ی ایمنی مورد استفاده قرار گرفته است. مواجهه شبه‌القایی بر پایه دو فرض اساسی استوار است: ۱- در تصادفات دو وسیله‌ای همواره یکی از رانندگان مقصر و دیگری غیرمقصر است؛ ۲- راننده غیرمقصر در تصادف دو وسیله‌ای نمونه تصادفی از کل وسایل‌نقلیه و رانندگان حاضر در راه در زمان وقوع تصادف است. اولین فرض بیان گر لزوم استفاده از تصادفات دو وسیله ای با یک راننده مقصر ویک راننده غیرمقصر می باشد و فرض دوم نیز بیان می کند معیار مواجهه در این روش رانندگان غیرمقصر می باشد. لازم به ذکر است رانندگان مقصر کسانی هستند که بیش ترین تقصیر را در وقوع تصادفات دارند و رانندگان غیرمقصر آسیب دیدگان تصادفات هستند. بنابراین، مزیت عمده روش مواجهه شبه‌القایی توانایی آن برای برآورد مواجهه برای گروه خاصی از رانندگان و وسایل‌نقلیه است که این امکان در دیگر روش‌ها مانند وسیله‌کیلومتر پیموده شده به سادگی امکان‌پذیر نیست. بنابراین می توان با تقسیم درصد رانندگان مقصر در یک زیرگروه به درصد رانندگان غیرمقصر در همان زیرگروه، ریسک درگیری نسبی[3] (ریسک نسبی) را به عنوان معیاری برای علت وقوع تصادفات بدست آورد.

$$IR_j = \frac{F_j}{NF_j} \qquad (۱)$$

که در آن، F_j و NF_j به ترتیب، فراوانی افراد مقصر و غیرمقصر درگیر در تصادف در دسته j است. از آن جایی که ریسک نسبی بدست آمده برای متغیرهای مؤثر در روش مواجهه شبه‌القایی را نمی‌توان از نظر سطح معناداری آماری آزمود، جهت نشان دادن معناداری متغیرها، نیاز به آزمودن آن با روش های آماری مانند یک مدل آماری (مانند رگرسیون لوجستیک) است. مدل آماری علاوه بر اینکه درستی نتایج را بررسی می‌کند، داده‌ها را نیز خلاصه کرده و اثر هر متغیر بر دیگر متغیرها را نشان می‌دهد.

۲-۲- مدل رگرسیون لوجستیک

همان طور که اشاره شد، مدل‌های رگرسیون لوجستیک جهت بررسی معناداری متغیرهایی استفاده می‌شوند که در روش مواجهه

1 Exposure
2 Vehicle Kilometers Traveled
3 Involvement Ratio Risk (IR)

شبه القایی مؤثر شناخته شده اند. این مدل زمانی قابل‌استفاده می‌باشد که متغیر وابسته دارای مقادیر گسسته باشد. احتمال رخداد یکی از حالت‌ها در صورتی که متغیر وابسته تنها دو حالت داشته باشد مطابق معادله (۲) بدست می‌آید.

$$prob(event) = {}^{1}/_{1+e^{-z}} \qquad (۲)$$

که در این حالت z ترکیب خطی می‌باشد از متغیرهای مورد بررسی مطابق معادله (۳) است.

$$Z = B_0 + B_1X_1 + B_1\mathrm{X}_2 + \ldots + \mathrm{B_N X_N} \qquad (۳)$$

که در آن B_N ضرایب مدل که از روش حداکثر درست‌نمایی[1] بدست می‌آیند و X_N متغیرهای مستقل مورد استفاده در مدل هستند.

در مدل‌های رگرسیون لوجستیک، آماره والد معنی‌دار بودن حضور هر متغیر مستقل در معادله را نشان می‌دهد. مقدار آماره والد از فرمول (۴) محاسبه می‌شود:

$$wald(x_i) = \left[\frac{\beta_{\mathrm{i}}}{\mathrm{S.E.}_{\beta_{\mathrm{i}}}}\right]^2 \qquad (۴)$$

که در آن β_i ضریب متغیر x_i و $S.E$. خطای استاندارد آن است. در واقع آماره والد، فرضیه صفر مبنی بر صفر بودن ضرایب رگرسیون (βها) برای یک متغیر مستقل در مدل را می‌آزماید. در صورت رد این فرض در سطح اطمینان مورد نظر ((sig<0/05، می‌توان گفت حضور متغیر مستقل مورد نظر در مدل معنادار است. هم چنین، در رگرسیون لوجستیک، جهت تعیین میزان تأثیر هر متغیر مستقل بر متغیر وابسته، از آماره‌ای به نام نسبت شانس (OR) استفاده می‌شود. نسبت شانس، در واقع نسبت دو بخت به یک دیگر است و به معنای نسبت احتمال وقوع یک پیامد با فرض عضویت در گروه اول به احتمال وقوع آن پیامد با فرض عضویت در گروه دوم می‌باشد. به عبارتی، نسبت شانس نشان‌دهنده یک واحد تغییر در بخت‌های وقوع یک پیامد به ازای یک واحد تغییر در متغیر مستقل است. از این رو، نسبت شانس را می‌توان معادل β در رگرسیون خطی دانست که بر اساس فرمول (۵) و از طریق تقسیم دو بخت بر همدیگر محاسبه می‌شود:

$$OR = \frac{\frac{1}{P_1}}{\frac{1}{P_0}} = \frac{P_0}{P_1} \qquad (۵)$$

که در آن P_1 برابر احتمال وقوع یک پیامد با فرض عضویت در گروه اول و P_0 احتمال وقوع یک پیامد با فرض عضویت در گروه دوم است. در مدل‌های رگرسیون لوجستیک نسبت بخت‌ها برای هر متغیر برابر $Exp(\beta_i)$ است. پس از محاسبه نسبت بخت‌ها سه حالت مختلف ممکن است رخ دهد:

۱- هرگاه نسبت بخت‌ها بزرگ‌تر از عدد ۱ باشد، تغییر متغیرهای مستقل و وابسته مثبت و هم‌جهت است. یعنی با افزایش مقدار متغیر مستقل، مقدار متغیر وابسته نیز افزایش می‌یابد.

۲- هرگاه نسبت بخت‌ها کوچک‌تر از عدد ۱ باشد، تغییر متغیرهای مستقل و وابسته منفی و در جهت خلاف هم است. یعنی با افزایش مقدار متغیر مستقل، مقدار متغیر وابسته کاهش می‌یابد.

۳- هر گاه نسبت بخت‌ها برابر ۱ باشد، متغیر مستقل تأثیر معناداری بر متغیر وابسته ندارد.

در مدل رگرسیون لوجستیک از روش حداکثر درست نمایی[2] (ML) جهت برآورد تابعی که بیش ترین توانایی در پیش‌بینی احتمال متغیر وابسته بر اساس متغیرهای مستقل را داشته باشد، استفاده می‌شود. هم چنین، از ضرایب تعیین پزودو جهت نشان دادن این که متغیرهای مستقل تا چه میزان توانسته‌اند واریانس متغیر وابسته را تبیین کنند، استفاده می‌شود. تعداد ضرایب تعیین پزودو بسیار زیاد است، اما دو ضریب شناخته شده‌تر از بین آن‌ها ضریب تعیین کاکس و نل[3] و ضریب تعیین نیجل کرک[4] می‌باشند. ضریب کاکس و نل مطابق رابطه (۶) محاسبه می‌شود:

$$R^2_{C\&C} = 1 - EXP\left(-\frac{2}{N}\left(LL(B) - LL(0)\right)\right) \qquad (۶)$$

که در این رابطه N برابر حجم نمونه، $LL(B)$ برابر لگاریتم حداکثر درست نمایی برای مدل و $LL(0)$ برابر لگاریتم درست نمایی

1 Maximum-likelihood method

2 Maximum Likelihood (ML)
3 Cox & Snell R Square
4 Nagelkerke R Square

جدول ۱. ارزیابی طبقه بندی مدل
Table 1. Classification table of the model

مشاهده شده	پیش‌بینی شده	
	مثبت	منفی
مثبت	TP	FP
منفی	FN	TN

در حالت فرض صفر (همه ضرایب مدل برابر صفر) می‌باشد. حداکثر مقدار این ضریب کوچکتر از یک است و قضاوت قطعی با توجه به این ضریب نمی‌توان انجام داد. به این جهت ضریب تعیین نیجل کرک معرفی شد، که در واقع اصلاح شده این ضریب بوده و مقدار آن بین صفر و یک تغییر می‌کند.

ضریب تعیین نیجل کرک مطابقه رابطه (۷) می‌باشد که مقادیر آن بین صفر و یک تغییر می کند:

$$R_N^2 = \frac{R_{C\&S}^2}{1 - EXP\left(2\left(N^{-1}\right)LL(0)\right)} \quad (۷)$$

که در این رابطه $R_{C\&C}^2$ ضریب کاکس و نل، N برابر حجم نمونه و $LL(0)$ برابر لگاریتم درست نمایی در حالت فرض صفر (همه ضرایب مدل برابر صفر) می‌باشد.

یکی از معتبرترین روش های ارزیابی مدل رگرسیون لوجستیک استفاده از منحنی ROC می باشد. در صورتی که هدف مدل تقسیم‌بندی متغیر وابسته در دو سطح به طور مثال مثبت و منفی باشد، مدل بر اساس احتمال پیش‌بینی شده برای هر نمونه و نقطه برش تعیین شده، نمونه‌ها را در این دو گروه طبقه‌بندی می‌کند. در این حالت ممکن است چهار وضعیت پیش آید که در جدول ۱ نشان داده شده‌اند. در جدول TP برابر تعداد نمونه‌های مثبت و TN برابر تعداد نمونه‌های منفی است که توسط مدل به درستی پیش‌بینی شده‌اند، FP برابر تعداد نمونه‌های مثبت و FN برابر تعداد نمونه‌های منفی است که به اشتباه طبقه‌بندی شده‌اند. نمودار ROC نموداری دوبعدی است که در آن محور افقی برابر FPR (نسبت نمونه های مثبت اشتباه طبقه بندی شده) و محور عمودی برابر TPR (نسبت نمونه های مثبت درست طبقه بندی شده) می‌باشد و مطابق روابط (۸) و (۹) بدست می آیند. مساحت زیر منحنی ROC که همواره مقداری بین ۰/۵ و ۱ دارد، معیاری مناسب جهت ارزیابی مدل در طبقه‌بندی نمونه‌ها است.

$$TPR = \frac{TP}{P} \quad (۸)$$

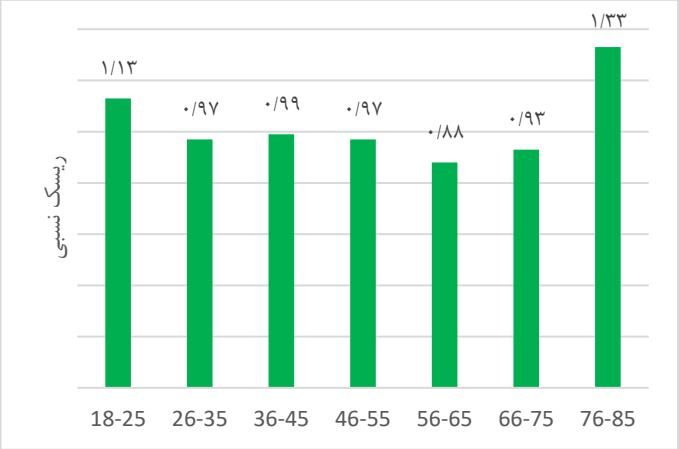
$$FPR = \frac{FP}{N} \quad (۹)$$

در مطالعه ی حاضر، باتوجه به اینکه متغیر وابسته دوگانه و اسمی می باشد (نوع تقصیر راننده)، از مدل رگرسیون لوجستیک برای بررسی معناداری متغیرهای مؤثر استفاده شده است. متغیرهای مستقل نیز عبارتند از سن راننده، جنسیت، بومی بودن، استفاده از کمربند ایمنی، میزان تحصیلات، شغل، میزان تجربه رانندگی، نوع گواهینامه، نوع وسیله نقلیه و سن وسیله نقلیه.

۳- داده های تصادفات

داده های این مطالعه مربوط به گزارشات تصادفات ترافیکی ۵ ساله، از سال ۱۳۹۰ تا ۱۳۹۵ در ایران می باشد. داده ها از فرم گزارشات پلیس ایران که با نام کام ۱۱۴ شناخته می شود استخراج شده است. این فرم دارای اطلاعات کاملی از تصادفات شامل مشخصات راننده و وسیله نقلیه مانند سن، جنسیت، نوع گواهینامه، نوع تقصیر و نوع کاربری وسیله نقلیه، مشخصات تصادف مانند زمان تصادف و نوع برخورد، مشخصات سرنشینان مصدوم و متوفی مانند جنسیت، سن، محل صدمه دیده و وضعیت کمربند ایمنی و مشخصات عابرین پیاده حاضر در تصادفات مانند جنسیت، سن، تحصیلات و شغل است. داده‌ها در چهار جدول جداگانه با نام‌های مشخصات راننده-وسیله نقلیه، مشخصات تصادف، مشخصات سرنشین و تصادف با عابر است.

به منظور کاهش خطا در داده‌ها جهت انتخاب تصادفات دو



شکل ۱. ریسک نسبی تصادف بر اساس گروه سنی رانندگان

Fig. 1. Relative risk of accidents based on drivers' age group

وسیله‌ای ابتدا از جدول مشخصات تصادف تنها تصادفاتی که علت تامه ی آن‌ها عبور از چراغ قرمز (نقض ماده ۱۰۱ آئین نامه راهور) بوده است، انتخاب شده سپس بعد از مرتبط کردن این جدول با جدول مشخصات راننده-وسیله نقلیه، جهت بکارگیری روش مواجهه شبه القایی تنها تصادفاتی که در آن مشخصات دو راننده غیر یکسان ثبت شده است، انتخاب گردید. جهت اصلاح سن راننده‌ها، سنین بین ۱۸ تا ۸۵ سال انتخاب شدند و بقیه سنین به دلیل غیرموجه بودن حذف گردیدند. هم چنین، تقسیم بندی سنین رانندگان بر اساس مطالعات پیشین صورت گرفت [۱۴]. تصادفاتی که در آن‌ها یکی از رانندگان از مشروبات الکلی استفاده کرده بود نیز از تحلیل حذف شدند. در نهایت، با انجام تمام اصلاحات بر روی داده‌ها تعداد ۲۴۸۹۰ وسیله نقلیه درگیر در تصادف جهت تحلیل انتخاب شده‌اند.

لازم به ذکر است که در این مطالعه متغیر وابسته وضعیت تقصیر رانندگان می باشد. رانندگانی که عبور از چراغ آن ها منجر به حادثه شده است "مقصر" و در غیر این صورت "غیرمقصر" شناخته شده اند.

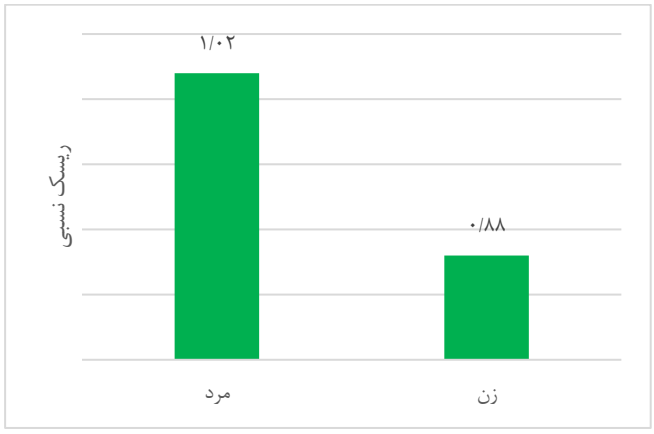
۴- نتایج و بحث

در این بخش، ابتدا نمودارهای ریسک بدست آمده از روش مواجهه شبه القایی برای دسته های هر متغیر آورده شده است که با نتایج مطالعات پیشین مقایسه شده اند. سپس، نتایج مدل رگرسیون لوجستیک ارائه شده است.

براساس شکل ۱، در تصادفات عبور از چراغ قرمز، رانندگان ۷۶-۸۵ سال و سپس رانندگان ۱۸-۲۵ مقدار ریسک بالایی دارند. نتایج مطالعات نشان می دهد ریسک نسبی گروه های سنی رانندگان بصورت U شکل تغییر می کند. بطوری که رانندگان با سن کم و زیاد بیش ترین ریسک را دارند. مطالعه ی استاماتیادیس بیان می کند که ریسک نسبی U شکل گروه سنی رانندگان بیان گر ایمنی نسبی رانندگان میان سال می باشد. رانندگان جوان به دلیل عواملی از قبیل تجربه ی رانندگی کم، ریسک پذیری بالا و سایر عوامل شناختی و نوع رانندگی آنان بخصوص در شب عملکرد ضعیفی دارند. رانندگان مسن نیز به علت ضعف فیزیکی و شناختی و پرهیز از رانندگی در شرایط نیازمند عملکرد بالا نسبت به رانندگان میان سال عملکرد ضعیفی دارند [۱۵]. مطالعات هوانگ و ژنگ نیز با تایید نتایج فوق بیان نمودند کم بودن ریسک رانندگان میان سال می تواند به علت شرایط فیزیکی بهتر آنان، تجربه ی رانندگی و آشنایی بیش تر با عملکردهای ترافیکی در تقاطعات چراغ دار باشد. هم چنین، رانندگان مسن شرایط فیزیکی ضعیفی دارند و توانایی درک و عکس العمل شان پایین تر است [۱۶] و [۱۰]. بنابراین، ریسک عبورازچراغ قرمز در گروه های مختلف متفاوت است و نتایج بدست آمده با مطالعات پیشین سازگار است.

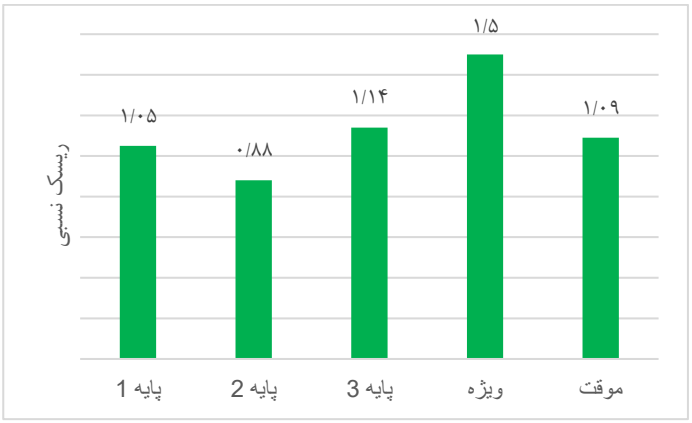
ویژگی مهم دیگری از رانندگان که بر رفتار رانندگی و تصادفات ناشی از آن تأثیرگذار است متغیر جنسیت است. با توجه به شکل ۲ ریسک نسبی رانندگان مرد بیش تر از زنان می باشد.

بررسی متغیر جنسیت در مطالعات مختلف نیز نشان می دهد رانندگان مرد بیش تر از زنان مرتکب تخلفات عبور از چراغ قرمز می شوند. یکی از دلایل محتمل می تواند به علت آن باشد که رانندگان مرد در مقایسه با رانندگان زن مقدار کیلومتراژ بیش تری



شکل ۲. ریسک نسبی تصادف بر اساس جنسیت رانندگان

Fig. 2. Relative risk of accidents based on drivers' gender



شکل ۳. ریسک نسبی تصادف بر اساس نوع گواهینامه رانندگان

Fig. 3. Relative risk of accidents based on drivers' license type

رانندگی می کنند [۱۰]. هم چنین، رفتار رانندگی مردان و زنان به وضوح متفاوت از هم می باشد. عکس العمل ناگهانی مردان هنگام وقوع رخداد، عصبانیت آنان و تمایل شان برای ثابت نمودن مهارت در رانندگی منجر به وقوع چنین تصادفاتی می شود. بطوری که مقدار جریمه شدن رانندگان مرد و تمایل آنان به تخلفات ترافیکی بیش از زنان می باشد. بنظر می رسد این نتیجه به علت رفتار رانندگی پرخطر در مردان می باشد [۱۷]. نتایج پژوهش هوانگ و چین بیان کرد ۹۳/۵ درصد از مواجهه ی تصادفات در تقاطعات مربوط به رانندگان مرد می باشد که این ممکن است به دلیل رانندگی بیش تر مردان در مقایسه با زنان باشد [۱۶].

در شکل ۳، افراد دارای گواهینامه از نوع ویژه که مربوط به رانندگی با ادوات کشاورزی، عمرانی و کارگاهی می باشد بالاترین ریسک را به خود اختصاص داده اند و دارندگان گواهینامه پایه ۲ کم ترین میزان ریسک را دارند. بعد از گواهینامه ی ویژه، بالاترین ریسک مربوط به دارندگان گواهینامه پایه ۳ می باشد که اغلب رانندگان خودروهای سواری هستند. سپس دارندگان گواهینامه موقت بیش ترین ریسک را دارند. گواهینامه موقت مربوط به رانندگانی است که به تازگی گواهینامه اخذ نموده اند و تجربه و مهارت کافی در رانندگی را ندارند.

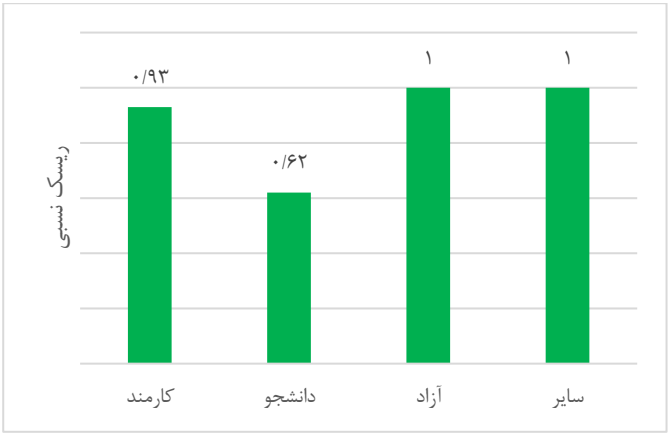
با توجه به شکل ۴، ریسک نسبی وسایل نقلیه آمبولانس و آتش نشانی بسیار بیش تر از سایر گروه ها است. این می تواند به دلیل شرایط عملکرد اضطراری و عدم توقف آنان در تقاطعات باشد. پس از آن نیز کامیون و کامیونت بیش ترین ریسک را دارند. هم چنین مقدار ریسک نسبی خودروهای سواری کم تر از تمامی وسایل نقلیه می باشد.

مطالعه ی العمری[1] بیان کرد رانندگان کامیون بیش ترین ریسک

1 Al-omari

شکل ۴. ریسک نسبی تصادف بر اساس وسیله نقلیه

Fig. 4. Relative risk of accidents based on drivers' vehicle type



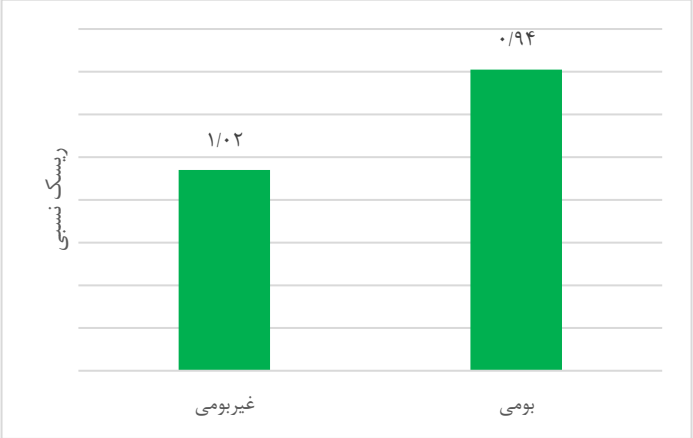
شکل ۵. ریسک نسبی تصادف بر اساس شغل راننده

Fig. 5. Relative risk of accidents based on drivers' occupation

تخلف عبور از چراغ را داشته اند (۱۸/۲٪) و پس از آن خودروهای شخصی (۱۲/۹ ٪) و اتوبوس (۶/۹ ٪) قرار دارند [۱۸]. ژنگ[1] در مطالعه ی خود وسایل نقلیه را به چهار دسته ی سواری، خودروی سبک، خودروی سنگین و سایر طبقه بندی نمود و اذعان کرد وسایل نقلیه ی سنگین به علت ساختار پیچیده و نیاز به عملکرد سریع معمولا نیاز به فاصله ی توقف طولانی تری دارند که می تواند منجر به ترغیب راننده به عبور از چراغ بجای توقف شود [۱۰]. به علاوه، نیاز به زمان طولانی وسایل سنگین به شتاب گرفتن پس از توقف نیز می تواند منجر به عبور از چراغ این دسته شود [۱۹]. مطالعه ی واشبورن نیز در بررسی عوامل مؤثر بر تصادفات عبور از چراغ بیان کرد که بالا بودن ریسک کامیون و کامیونت ها ممکن است به دلیل حمل بار سنگین، توانایی ترمزگیری ضعیف و فشارکاری آنان باشد [۲۰].

در شکل ۵، ریسک نسبی رانندگان به تفکیک شغل نشان داده شده است. همان طور که ملاحظه می شود، ریسک نسبی رانندگان با شغل آزاد و سایر با یکدیگر برابر و بیش از سایر مشاغل می باشد. هم چنین، رانندگانی که دانشجو هستند کم ترین مقدار ریسک نسبی را دارند. نکته قابل توجه آن است که شغل رانندگان می تواند با میزان کیلومتراژ طی شده توسط آنان مرتبط باشد. بطوری که رانندگان با مشاغل آزاد و کارمند عموما نسبت به افرادی که دانشجو هستند روزانه کیلومتراژ بیشتری را در سفرهای کاری طی می کنند که می تواند در ریسک نسبی آنان تأثیرگذار باشد.

1 Zhang



شکل ۶. ریسک نسبی تصادف بر اساس بومی بودن رانندگان

Fig. 6. Relative risk of accidents based on drivers' residence

نتایج پژوهش جنسوپاکارن نشان داد رانندگانی که شغل شان کارمند یا آزاد است نسبت به سایر مشاغل تمایل بیش تری به عبور از چراغ قرمز دارند [۵]. ژنگ و همکاران در مطالعه ی خود مشاغل رانندگان را در ۵ دسته ی "کشاورز"، "کارمند"، "کارگران مهاجر"، "مدیر" و "سایر" طبقه بندی نمودند و نتایج نشان داد شغل راننده در عبور از چراغ قرمز موتورسیکلت سواران تأثیر معناداری دارد، بطوری که کارگران مهاجر و کارمندان بیش ترین ریسک عبور از چراغ را داشتند [۴].

شکل ۶ تأثیر بومی بودن راننده را بر عبور از چراغ قرمز نشان می دهد. مطابق این شکل، رانندگان غیربومی بیش از رانندگان بومی دچار تخلف عبور از چراغ قرمز می شوند و ریسک بالاتری دارند.

رانندگان بومی با محیط آشنا هستند. آشنا بودن راننده نیاز به توجه کم تری دارد (مسیر یابی مکان های آشنا). ناآشنا بودن نیز با هوشیاری راننده در ارتباط است که نیازمند توجه بسیار به یافتن مکان های ناآشنا دارد (رانندگی برای اولین بار، جهت یابی در محیط های ناآشنا یا انجام مانورهای نادرست). این تفاوت بین رانندگان بومی و غیربومی "فرآیند آشنایی[1]" نامیده می شود که طی آن رانندگان ناآشنا با محیط آشنا می شوند [۲۱]. رابطه ی بین بومی بودن و تأثیر آن بر ایمنی ترافیک در مطالعات پیشین بررسی شده است. نتایج بدست آمده از مطالعات در دو دسته قرار می گیرند. برخی مطالعات مانند [۲۲]، [۲۳] و [۲۴] دریافتند بومی بودن رانندگان منجر به افزایش رفتارهای پرخطر آنان و افزایش ریسک وقوع تصادفات می شود. از طرفی، مطالعاتی مانند [۲۵] ، [۲۶]، [۲۷] و [۲۸] بیان کردند رانندگان آشنا به مسیر و بومی کم تر مستعد تخلفات ترافیکی هستند و رانندگان غیربومی بیش تر مرتکب تخلفات خواهند بود. یان و همکاران[2] در مطالعه ی خود برای بررسی تصادفات عبور از چراغ قرمز بومی بودن رانندگان را نیز درنظر گرفتند و نتایج نشان داد با کاهش میزان آشنایی رانندگان با محیط، احتمال مرتکب شدن آنان به تخلف عبور از چراغ افزایش می یابد [۲۹].

مقایسه ی ریسک نسبی رانندگان با توجه به تجربه ی رانندگی آنان در شکل ۷ نشان می دهد با کاهش تجربه ی رانندگی ریسک تخلف رانندگان افزایش می یابد. این نتیجه می تواند به دلیل آن باشد که رانندگان کم تجربه تر معمولاً با سرعت بالاتری رانندگی می کنند و اغلب از گوشی همراه در حین رانندگی استفاده می کنند. شواهد نشان می دهد بطور کلی، رانندگان باتجربه در موقعیت یکسان با رانندگان کم تجربه، محتاط تر عمل می کنند. مطالعاتی مانند مطالعه ی لیو و همکاران[3] بیان کرده اند رانندگان با تجربه بیش تر مستعد مرتکب شدن به تخلفات ترافیکی از قبیل عبور از چراغ قرمز یا تندرانی هستند [۱۷]. در مقابل، مطالعاتی مانند مطالعه ی مارتینز رویزا و همکاران[4] نتیجه گرفتند که تجربه ی رانندگی دارای رابطه ی معکوس با ریسک تصادف می باشد. که به دلیل عدم آشنایی کافی با قوانین ترافیکی و عدم درک کافی از ریسک تصادف می باشد [۳۰] .

شکل ۸ به بررسی ریسک نسبی تصادفات عبور از چراغ قرمز با درنظر گرفتن متغیر کمربند یمنی می پردازد

1 Habituation process

2 Yan et al.
3 Liew et al.
4 Martinez-Ruiza et al.

شکل ۷. ریسک نسبی تصادف بر اساس تجربه ی رانندگی

Fig. 7. Relative risk of accidents based on drivers' experience

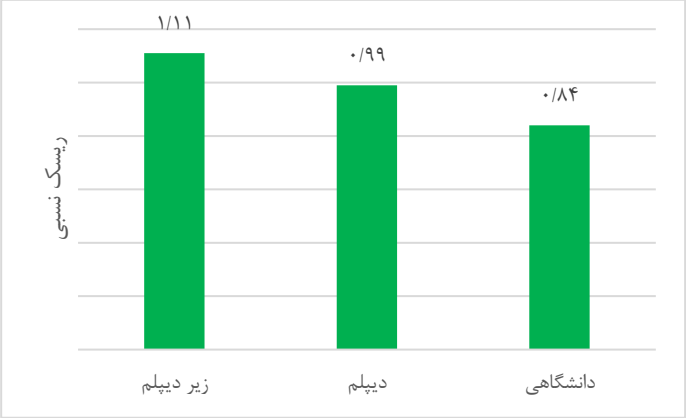
شکل ۸. ریسک نسبی تصادف بر اساس استفاده از کمربند ایمنی

Fig. 8. Relative risk of accidents based on using seatbelt

که مطابق با آن رانندگانی که از کمربند ایمنی استفاده نمی کنند ریسک تصادف بیش تری دارند. استفاده از کمربند ایمنی توسط رانندگان می تواند معیاری از رعایت قوانین رانندگی باشد. این متغیر در مطالعات پیشین عبور از چراغ قرمز نیزر بررسی شده است. برای مثال جنسوپاکارن و همکاران در سال ۲۰۱۸ نتیجه گرفتند رانندگانی که از کمربند ایمنی استفاده می کنند کم تر محتمل تخلف عبور از چراغ قرمز هستند [۵]. هم چنین، پژوهش ووژانیک و همکاران[1] بیان نمود کمیته ی مجامع اروپایی[2] عبور از چراغ قرمز، سرعت بالا و عدم استفاده از کمربند ایمنی را به عنوان مسائلی مهم در ایمنی راه ها معرفی کرده است [۳۱].

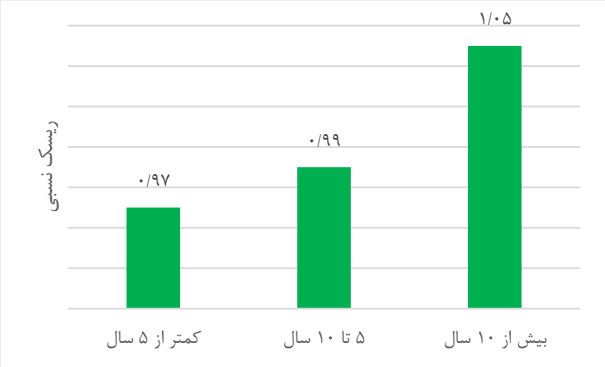
مطابق شکل ۹، با افزایش تحصیلات رانندگان، میزان ریسک آنان کاهش می یابد. این نتیجه با مطالعه ی انجام شده توسط حیدری و خسری مطابقت دارد که بیان می کند تحصیلات، شغل، طبقه ی اجتماعی و بسیاری موارد دیگر می تواند نشان دهنده ی موقعیت اجتماعی افراد باشد. افرادی که دارای موقعیت اجتماعی بالاتری هستند، احساس هم نوایی بیش تری نسبت به قوانین اجتماعی جامعه دارند و در واقع رانندگی را هم بخشی از زندگی خود دانسته، به طوری که رعایت حقوق اجتماعی را نیز در هنگام رانندگی یا هر فعالیتی در حوزه ی ترافیک تسری می دهند و با چنین نگرشی کم تر دچار ناهنجاری رفتاری از جمله نادیده گرفتن قوانین و مقررات راهنمایی و رانندگی می شوند [۳۲]. سازمان بهداشت جهانی نیز در گزارش خود بیان می کند طبق شواهد، هرچه سطح تحصیلات راننده کاهش یابد شانس درگیری در تصادفات ترافیکی افزایش می یابد [۳۳].

1 Vujanic et al.
2 The commission of European communities



شکل ۹. ریسک نسبی تصادف بر اساس میزان تحصیلات راننده

Fig. 9. Relative risk of accidents based on drivers' education



شکل ۱۰. ریسک نسبی تصادف بر اساس سن وسیله نقلیه

Fig. 10. Relative risk of accidents based on vehicle's age

شکل ۱۰ ریسک نسبی وسایل نقلیه را بر اساس سن آن ها نشان می دهد. مشاهده می شود که با افزایش سن وسیله نقلیه ریسک عبور از چراغ آن ها نیز افزایش می یابد. این نتیجه می تواند به دلیل ضعف در عملکرد سیستم ترمز وسایل نقلیه ی مستهلک هنگام ترمز در تقاطعات چراغ دار باشد. پژوهش مارتینز رویزا و همکاران نیز نتیجه ی فوق را تأیید می کند [۳۰].

۴-۲- مدل رگرسیون لجستیک

جهت مدل سازی (برای ۷۰ درصد داده‌ها) ابتدا با استفاده از روش هم زمان[1] تمام متغیرهای مربوط در مدل لحاظ می‌شوند. در روش هم زمان ورود متغیرها به تحلیل در یک مرحله انجام می‌شود. هم چنین با رسم منحنی ROC برای احتمالات پیش‌بینی‌شده اولیه، نقطه برش بهینه برای گروه‌بندی سطوح متغیر وابسته محاسبه شده و در نهایت مدل نهایی با استفاده از متغیرهای شناسایی شده و نقطه برش بهینه، با روش هم زمان به داده‌ها برازش داده می‌شود. مدل نهایی جهت پیش‌بینی احتمال مقصر بودن رانندگان در تصادفات ناشی از عبور از چراغ با توجه به جدول ۲ مطابق رابطه ی (۱۰) می‌باشد؛

$$LN(P)= -۰/۱۳۷ +[۰/۳۸۶ \times (\text{رانندگان غیربومی})]+ [-۰/۱۷۹ \times (\text{رانندگان با تحصیلات دانشگاهی})]+ [-۰/۲۴۲\times (\text{گواهینامه پایه ۲})] + [۰/۷۲۱\times (\text{آمبولانس،آتش نشانی،خودرو ی پلیس یا کامیون})] \times ۲/۷۴۰ \quad (۱۰)$$

با توجه به جدول ۲، متغیر بومی بودن راننده معنادار شده است و نسبت بخت رانندگان غیربومی ۴۷ درصد بیش از رانندگان بومی

1 Enter

جدول ۲. مدل رگرسیون لوجستیک برای تصادفات عبور از چراغ قرمز

Table 2. Logistic regression model for red light running crashes

متغیر	دسته‌بندی	B	S.E	Wald	df	sig	EXP(B) (Odds ratio)	95% CI for Exp(B) Upper	lower
جنسیت	مرد(مرجع)				۱		۱		
	زن	-۰/۰۶۳	۰/۰۳۹	۲/۶۵۹	۱	۰/۱۰۳	۰/۹۳۹	۰/۸۷۰	۱/۰۱۳
سن	۱۸-۲۵	-۰/۰۵۲	۰/۱۰۰	۰/۲۷۱	۱	۰/۶۰۳	۰/۹۴۹	۰/۷۸۱	۱/۱۵۵
	۲۶-۳۵	-۰/۱۱۵	۰/۰۹۵	۱/۴۴۴	۱	۰/۲۳۰	۰/۸۹۲	۰/۷۴۰	۱/۰۷۵
	۳۶-۴۵	-۰/۰۵۸	۰/۰۹۶	۰/۳۵۹	۱	۰/۵۴۹	۰/۹۴۴	۰/۷۸۲	۱/۱۴۰
	۴۶-۵۵	-۰/۰۴۴	۰/۰۹۸	۰/۲۰۱	۱	۰/۶۵۴	۰/۹۵۷	۰/۷۹۰	۱/۱۶۰
	۵۶-۶۵	-۰/۰۹۹	۰/۱۰۵	۰/۸۹۰	۱	۰/۳۴۵	۰/۹۰۶	۰/۷۳۷	۱/۱۱۲
	۶۶-۷۵(مرجع)						۱		
	۷۶-۸۵	۰/۳۶۷	۰/۲۱۸	۲/۸۲۴	۱	۰/۰۹۳	۱/۴۴۳	۰/۹۴۱	۲/۲۱۳
بومی بودن	بومی(مرجع)						۱		
	غیربومی	۰/۳۸۶	۰/۰۳۶	۱۱۶/۵۹۷	۱	۰/۰۰۰	۱/۴۷۲	۱/۳۷۲	۱/۵۷۹
کمربند ایمنی	استفاده(مرجع)						۱		
	عدم استفاده	۰/۰۱۸	۰/۰۳۸	۰/۲۱۹	۱	۰/۶۴۰	۱/۰۱۸	۰/۹۴۴	۱/۰۹۷
تحصیلات	زیر دیپلم(مرجع)						۱		
	دیپلم	-۰/۰۵۶	۰/۰۳۳	۲/۸۳۳	۱	۰/۰۹۲	۰/۹۴۶	۰/۸۸۶	۱/۰۰۹
	دانشگاهی	-۰/۱۷۹	۰/۰۶۱	۸/۶۰۷	۱	۰/۰۰۳	۰/۸۳۶	۰/۷۴۲	۰/۹۴۲
شغل	کارمند	۰/۶۳۳	۰/۳۸۷	۲/۶۷۳	۱	۰/۱۰۲	۱/۸۸۴	۰/۸۸۲	۴/۰۲۵
	آزاد	۰/۵۸۶	۰/۳۸۵	۲/۳۱۹	۱	۰/۱۲۸	۱/۷۹۷	۰/۸۴۵	۳/۸۲۰
	دانشجو(مرجع)						۱		
	سایر	۰/۵۵۲	۰/۳۸۵	۲/۰۵۴	۱	۰/۱۵۲	۱/۷۳۷	۰/۸۱۶	۳/۶۹۸
تجربه رانندگی	۰ تا ۵ سال	-۰/۰۱۳	۰/۰۳۱	۰/۱۷۱	۱	۰/۶۷۹	۰/۹۸۷	۰/۹۲۹	۱/۰۴۹
	بیش از ۵ سال(مرجع)						۱		
نوع گواهینامه	پایه ۱	-۰/۳۳۵	۰/۰۷۲	۰/۳۷۵	۱	۰/۵۴۰	۱/۵۴۳	۰/۳۸۵	۶/۱۸۶
	پایه ۲	-۰/۲۴۲	۰/۰۴۳	۳۱/۵۷۶	۱	۰/۰۰۰	۰/۷۸۵	۰/۷۲۲	۰/۸۵۴
	پایه ۳	۰/۰۵۵	۰/۰۴۰	۱/۸۶۱	۱	۰/۱۷۲	۱/۰۵۶	۰/۹۶۷	۱/۱۴۲
	ویژه	۰/۴۳۴	۰/۷۰۸	۰/۳۷۵	۱	۰/۵۴۰	۱/۵۴۳	۰/۳۸۵	۱/۱۸۶
	موقت(مرجع)						۱		

ادامه جدول ۲. مدل رگرسیون لوجستیک برای تصادفات عبور از چراغ قرمز

Continued Table 2. Logistic regression model for red light running crashes

متغیر	دسته‌بندی	B	S.E	Wald	df	sig	EXP(B) (Odds ratio)	95% CI for Exp(B) Upper	lower
نوع وسیله نقلیه	سواری	-۰/۳۲۳	۰/۳۰۲	۱/۱۴۲	۱	۰/۲۸۵	۰/۷۲۴	۱/۳۰۹	۰/۴۰۱
	اتوبوس	۰/۱۸۵	۰/۳۲۵	۰/۳۲۵	۱	۰/۵۶۹	۱/۲۰۴	۲/۲۷۷	۰/۶۳۶
	مینی‌بوس	۰/۱۲۰	۰/۳۵۵	۰/۱۱۴	۱	۰/۷۳۶	۱/۱۲۷	۲/۲۵۹	۰/۵۶۲
	کامیون	۰/۷۲۱	۰/۳۲۰	۵/۰۹۴	۱	۰/۰۲۴	۲/۰۵۷	۳/۸۴۸	۱/۱۰۰
	کامیونت	۰/۴۸۱	۰/۳۳۳	۲/۰۸۴	۱	۰/۱۴۹	۱/۶۱۸	۳/۱۰۹	۰/۸۴۲
	وانت‌بار	۰/۱۵۳	۰/۳۰۷	۰/۲۴۸	۱	۰/۶۱۹	۱/۱۶۵	۲/۱۲۵	۰/۶۳۹
	تریلر(مرجع)						۱		
	آمبولانس و آتش‌نشانی و خودروی پلیس	۲/۷۴۰	۰/۵۴۹	۲۴/۸۷۲	۱	۰/۰۰۰	۱۵/۴۹۴	۴۵/۴۸۷	۵/۲۷۷
سن وسیله نقلیه	کم‌تر از ۵ سال(مرجع)						۱		
	بین ۵ تا ۱۰سال	۰/۰۲۹	۰/۰۳۰	۰/۹۷۴	۱	۰/۳۲۴	۱/۰۳۰	۱/۰۹۱	۰/۹۷۲
	بیش از ۱۰ سال	۰/۰۲۷	۰/۰۳۶	۰/۵۶۴	۱	۰/۴۵۳	۱/۰۲۷	۱/۱۰۲	۰/۹۵۸
ثابت		-۰/۱۳۷	۰/۵۰۲	۰/۰۷۴	۱	۰/۰۰۰	۰/۰۸		

می باشد. به بیان دیگر، احتمال مقصر بودن رانندگان غیربومی نسبت به رانندگان بومی ۴۷ درصد بیش تر است.

در متغیر تحصیلات راننده، تنها سطح تحصیلات دانشگاهی معنادار شده است و با مرجع قرار دادن تحصیلات زیردیپلم، احتمال مقصر بودن رانندگان با تحصیلات دانشگاهی حدود ۲۰ درصد کاهش می یابد. متغیر بعدی معنادار شده نوع گواهینامه می باشد که تنها نوع گواهینامه ی پایه ۲ معنادار شده است و با مرجع قرار دادن گواهینامه ی موقت نسبت بخت آن ۰/۷۸ می باشد یعنی احتمال مقصر بودنشان حدود ۳۰ درصد کم تر است. در متغیر نوع وسیله نقلیه، کامیون، آمبولانس و آتش نشانی و خودروی پلیس معنادار شدند که با مرجع قرار دادن تریلر، احتمال مقصربودن کامیون ۲ برابر و احتمال مقصر بودن آمبولانس و آتش نشانی و خودروی پلیس ۱۵ برابر می باشد. ضرایب سایر متغیرها در مدل مقدار P_{value} بیش تر از ۰/۰۵ داشتند و از لحاظ آماری معنادار نشدند.

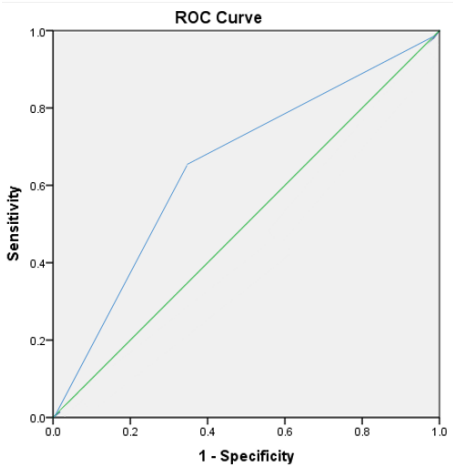
۴-۳- ارزیابی و اعتبارسنجی مدل رگرسیون لوجستیک

نتایج ارزیابی مدل در جداول ۳ تا ۶ نشان داده شده است. مطابق جدول ۳ مدل نهایی (برای ۷۰ درصد داده‌ها) ۷۳/۲ درصد از رانندگان غیرمقصر و ۶۸/۴ درصد از رانندگان مقصر و در مجموع ۷۰/۸ درصد از کل رانندگان را درست طبقه‌بندی کرده است. هم چنین مطابق این جدول دقت طبقه‌بندی برای داده‌های تست (نزدیک به ۳۰ درصد داده‌ها) تفاوت اندکی با داده‌های آزمایشی دارد، از این‌رو می‌توان نتیجه گرفت مدل از اعتبار لازم جهت پیش‌بینی برخوردار است. مطابق جدول ۴، مساحت زیر نمودار ROC برای مدل نهایی با ۰/۵ تفاوت

جدول ۳. طبقه‌بندی داده‌ها برای مدل آزمایشی و تست در مدل رگرسیون لوجستیک

Table 3. Data classification results in logistic regression model

	داده‌های نوع تقصیر		درصد پیش‌بینی
۷۰ درصد داده‌ها	نوع تقصیر	غیرمقصر	۷۳/۲
		مقصر	۶۸/۴
	مجموع کلی		**۷۰/۸**
۳۰ درصد داده‌ها	نوع تقصیر	غیرمقصر	۷۲/۹
		مقصر	۶۸/۲
	مجموع کلی		**۷۰/۵۵**



شکل ۱۱. منحنی COR حاصل از مدل رگرسیون لجستیک

Fig. 11. ROC curve of logistic regression model

جدول ۴. مساحت زیر نمودار و انحراف استاندارد آن برای مدل نهایی رگرسیون لجستیک

Table 4. Area under curve and standard error for logistic regression model

	Area	Std. Error	Asymptotic Sig.	95% Confidence Interval	
				Lower	Upper
۷۰ درصد داده‌ها	۰/۶۹۴	۰/۰۰۲	۰/۰۰۰	۰/۶۸۸	۰/۶۹۷

معناداری دارد، بنابراین می‌توان نتیجه گرفت طبقه‌بندی رانندگان با استفاده از مدل با شانس تفاوت معناداری دارد. منحنی ROC در شکل ۱۱ نشان داده شده است. جدول ۵ مربوط به آزمون کلی نگر می باشد و فرض معنادار بودن متغیرهای مستقلی که وارد مدل می شوند را می آزماید. مطابق این جدول، در سطح معناداری ۰/۰۵ فرض صفر رد می شود و می پذیریم متغیرهای مستقل افزوده شده به مدل از نظر آماری تأثیرگذار بوده و موجب بهبود مقادیر پیش بینی در مدل می شوند. جدول ۶ مربوط به خلاصه مدل است که شامل سه آماره است. آماره -2loglikelihood میزان ضعف پیش گویی مدل را می سنجد و برای مقایسه ی دو مدل استفاده می گردد. با توجه به این که روش مدل سازی بصورت هم زمان بوده است، مقدار این آماره در مدل حاضر نسبت به مدل ابتدایی بهبود یافته است. بنابراین افزودن متغیرهای مستقل موجب بهبود پیش بینی مدل شده اند. دو آماره دیگر جدول یعنی ضریب تعیین کاکس و نل و ضریب تعیین

جدول ۵. آزمون Omnibus ضرایب مدل

Table 5. Omnibus test results

		Chi-square	df	Sig.
Step 1	Step	۱۱۹۳۸/۰۴	۲۹	۰/۰۰۰
	Block	۱۱۹۳۸/۰۴	۲۹	۰/۰۰۰
	Model	۱۱۹۳۸/۰۴	۲۹	۰/۰۰۰

جدول ۶. خلاصه‌ی مدل

Table 6. Model summary

-2 Log likelihood	Cox & Snell R Square	Nagelkerke R Square
۱۰۱۷۶/۱۳۸	۰/۱۳۱	۰/۰۹۶

نیجل کرک نیز میزان تغییرپذیری مدل در رابطه با متغیرهای مستقل را محاسبه می کنند.

۵- نتیجه گیری

این مطالعه به شناسایی ویژگی های رانندگان و وسایل نقلیه مقصر در ریسک تصادفات عبور از چراغ قرمز با استفاده از مفهوم مواجهه ی شبه القایی و مدل رگرسیون لوجستیک می پردازد. متغیرهای مورد بررسی در این مطالعه بر اساس داده های موجود انتخاب شده و شامل ویژگی های رانندگان و وسایل نقلیه است. مطابق نتایج، بومی بودن راننده، میزان تحصیلات، نوع گواهینامه و نوع وسیله نقلیه در مقصر بودن رانندگان در تصادفات عبور از چراغ قرمز نقش بسزایی دارند. به طوری که ریسک نسبی مردان بیش تر از زنان است و گروه سنی ۷۶-۸۵ سال، گواهینامه ی نوع ویژه، وسایل نقلیه ی آمبولانس و آتش نشانی و خودروی پلیس، سطح تحصیلات زیر دیپلم، تجربه ی رانندگی کم تر از ۵ سال، سن وسیله ی نقلیه بیش از ده سال و شغل آزاد بیش ترین میزان ریسک نسبی را به خود اختصاص داده اند. با توجه به نتایج فوق و در راستای پیش گیری و کاهش این نوع تخلفات، اقداماتی مانند افزایش آگاهی رانندگان مرد، برگزاری کلاس های آموزشی به تفکیک سطح تحصیلات رانندگان با تأکید بیش تر بر تخلفات رانندگی در سطوح تحصیلات پایین تر، ایجاد تمهیداتی ویژه برای وسایل نقلیه ی امدادی که در شرایط اضطرار قادر به توقف در تقاطعات چراغ دار نیستند، تاکید بر معاینه ی فنی وسایل نقلیه ی با سن بیش از ده سال در بازه های زمانی کوتاه تر برای بررسی وضعیت سیستم ترمز آن ها و نصب دوربین در تقاطعات چراغ دار می تواند از جمله راه کارهای عملی مؤثر در جهت پیش گیری از وقوع تخلف عبور از چراغ قرمز باشد. پیشنهادات زیر برای تحقیقات آتی ارائه می گردد:

- تهیه و توزیع پرسشنامه در میان رانندگان برای بررسی متغیرهای رفتارشناسی رانندگان (DBQ)
- استفاده از سایر روش ها برای اندازه گیری مواجهه مانند وسیله کیلومتر طی شده
- بررسی اثر سرنشین در افزایش یا کاهش وقوع تخلف عبور از چراغ قرمز

مراجع

[1]I.R.a.T.A. Database", International Road and Traffic Accident Database (IRTAD), Road safety annual report, .2018

[2]Road Traffic Injuries in Iran and their Prevention, A Worrying Picture, in.

[3]FHWA, in, federal highway administration, .2017

[4]G .Zhang, Y. Tan, R.-C. Jou, Factors influencing traffic signal violations by car drivers, cyclists, and pedestrians: A case study from Guangdong, China, Transportation research part F: traffic psychology and behaviour, 42 .216-205 (2016)

[5]A. Jensupakarn ,K. Kanitpong, Influences of motorcycle rider and driver characteristics and road environment on red light running behavior at signalized intersection,

Accident Analysis and Prevention.(2018) ,

[6]J. Wang, H. Huang, P. Xu, S. Xie, S. Wong, Random parameter probit models to analyze pedestrian red-light violations and injury severity in pedestrian–motor vehicle crashes at signalized crossings, Journal of Transportation Safety & Security, (.20-1 (2019

[7]N. Elmitiny, X. Yan, E. Radwan, C. Russo, D. Nashar, Classification analysis of driver's stop/go decision and red-light running violation, Accident Analysis and Prevention, .(2009)

[8]M. Li, X. Chen, X. Lin, D. Xu, Y. Wang, Connected vehicle-based red-light running prediction for adaptive signalized intersections, Journal of Intelligent Transportation Systems, .243-229 (2018) (3)22

[9]H. Park, N. Pugh, Generalized Estimating Equation Model Based Recursive Partitioning: Application to Distracted Driving, Journal of Advanced Transportation, 2018 .(2018)

[10]Y. Zhang, X. Yan, X. Li, J.W. 3, V.V. Dixit, Red-Light-Running Crashes' Classification, Comparison, and Risk Analysis Based on General Estimates System (GES) Crash Databas, Invironmental research and public health.(2018) ,

[11]V. Sharifianjazi, H .Nassiri, Adverse effect of red light violation (RLV) in urban signalized intersections in Iran, International Journal of Civil Engineering, (2017) (8)15 .1116-1107

[12]A.C. Wolfe, The concept of exposure to the risk of a road traffic accident and an overview of exposure data collection methods, Accident Analysis & Prevention, .(1982) (5)14

[13]D.J.T.R.R. Lord, Application of accident prediction models for computation of accident risk on transportation networks, .26-17 (2002) (1)1784

[14]N. Stamatiadis ,J. Deacon, Quasi induced exposure:Methodology and insight, Accident Analysis and Prevention .(1996) 29

[15]N. Stamatiadis, J.A. Deacon, Trends in highway safety: effects of an aging population on accident propensity, Accident Analysis & Prevention, .459-443 (1995) (4)27

[16]H. Huang, H.C. Chin, Disaggregate Propensity Study on Red Light Running Crashes Using Quasi-Induced Exposure Method, Journal of transportation engineering .(2009)

[17]S. Liew, R. Hamidun, N.F.M. Soid, Differences of driving experience and gender on traffic offences among Malaysian motorists, in: MATEC Web of Conferences, EDP Sciences, 2017, pp. .08016

[18]B.H. Al-Omari, H.R. Al-Masaeid, Red light violations at rural and suburban signalized intersections in Jordan, Traffic injury prevention, .172-169 (2003) (2)4

[19]Z.R. Doerzaph, R. Bhagavathula, Identification of factors related to violation propensity: mining the data of the Franklin intersections, Virginia Tech Transportation Institute: Blacksburg.(2011) ,

[20]S.S. Washburn ,K.G. Courage, Investigation of Red Light Running Factors, Southeast Transportation Center The University of Tennessee Knoxville, Tennessee, Department of Civil and Coastal Engineering University of Florida, .2004

[21]P. Intini, P. Colonna, E.O. Ryeng ,Route familiarity in road safety: A literature review and an identification proposal, Transportation research part F: traffic psychology and behaviour, .671-651 (2019) 62

[22]P. Intini, N. Berloco, P. Colonna, V. Ranieri, E. Ryeng, Exploring the relationships between drivers' familiarity and two-lane rural road accidents. A multi-level study, Accident Analysis & Prevention, .296-280 (2018) 111

[23]J. Wu, H. Xu, The influence of road familiarity on distracted driving activities and driving operation using naturalistic driving study data, Transportation research part F: traffic psychology and behaviour, -75 (2018) 52 .85

[24]C. Liu, T.J. Ye, Run-off-road crashes: An on-scene perspective, .2011

[25]G. Yannis, J. Golias, E. Papadimitriou, Accident risk of foreign drivers in various road environments, Journal of safety research, .480-471 (2007) (4)38

[26]K. Yoh, T. Okamoto, H. Inoi, K. Doi, Comparative study on foreign drivers' characteristics using traffic violation and accident statistics in Japan, IATSS research, (2)41

.105-94 (2017)

[27]A.H. Young, A.K. Mackenzie, R.L. Davies, D. Crundall, Familiarity breeds contempt for the road ahead: The real-world effects of route repetition on visual attention in an expert driver, Transportation research part F :traffic psychology and behaviour, .9-4 (2018) 57

[28]W. Jin, Y. Deng, H. Jiang, Q. Xie, W. Shen, W. Han, Latent class analysis of accident risks in usage-based insurance: Evidence from Beijing, Accident Analysis & Prevention, .88-79 (2018) 115

[29]X. Yan, E. Radwan, E. Birriel, Analysis of Red Light Running Crashes Based on Quasi-Induced Exposure and Multiple Logistic Regression Method, Transportation Research Board.(2005) ,

[30]V. Martínez-Ruiza, P. Lardelli-Clareta, E. Jiménez-Mejíasa, C. Amezcua-Prietoa, J.J. Jiménez-Moleóna, J.d.D.L.d. Castillo, Risk factors for causing road crashes involving cyclists: An application of a quasi-induced exposure method, Accident Analysis and Prevention, .(2012)

[31]M. Vujanić, D. Pešić, B. Antić, N. Marković, selection and assessment of the relevant data for reducing the number of red-light running.(2016) ,

[32]H. heydari, M. khosravi, Investigating the relationship between socioeconomic status and respect for traffic rules, Rahvar, .155-129 (1395) (35)13

[33]Global status report on road safety, world health organization, World Health Organization, .2018

چگونه به این مقاله ارجاع دهیم

A. Tavakoli Kashani, S. Amirifar, A. Mirhashemi, Investigating the Impact of Driver and Vehicle Characteristics on the Risk of Red-Light Running Crashes, Amirkabir J. Civil Eng., 53(1) (2021) 89-106.

DOI: 10.22060/ceej.2021.19246.7113

این صفحه عمداً خالی است