بررسی اثر سن موتورسوار و عوامل محیطی بر ریسک تصادفات موتورسیکلت براساس مفهوم مواجهه شبه‌القایی

علی توکلی کاشانی (مسئول مکاتبات)، استادیار، دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه علم و صنعت، تهران، ایران

رحیم ربیعیان، دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه علم و صنعت، تهران، ایران.

E-mail :alitavakoli@iust.ac.ir

دریافت:۱۳۹۲/۰۳/۱۷ پذیرش:۱۳۹۲/۱۰/۰۳

چکیده:

اصلی‌ترین شاخص مواجهه جهت محاسبه ریسک تصادف، وسیله‌کیلومترپیموده شده‌است. مشکل عمده شاخص وسیله‌کیلومتر پیموده شده، کمبود اطلاعات بوده و این مشکل بویژه زمانی که شاخص مواجهه برای گروه خاصی از کاربران سیستم حمل‌ونقل (مانند رانندگان جوان) و یا شرایط خاصی (مانند زمان شب) لازم باشد، دوچندان می‌شود. از این‌رو محققان شاخصهای مواجهه غیرمستقیم مانند مواجهه القایی و مواجهه شبه‌القایی را برای رفع این مشکلات پیشنهاد کرده‌اند. در این مطالعه اثر یک عامل انسانی (سن) و سه عامل محیطی شامل نوع منطقه (درون‌شهری، برون‌شهری)، هندسه محل (مستقیم، قوس افقی) و روشنایی (روز، شب) بر ریسک مقصر بودن راکب موتورسیکلت بررسی می‌شود. روش تحقیق برمبنای مفهوم مواجهه شبه‌القایی است که مطابق فرض اساسی این روش رانندگان غیرمقصر در تصادفات دووسیله‌ای با یک راننده مقصر و یک راننده غیرمقصر، نمونه تصادفی از کل رانندگان حاضر در جاده در زمان تصادف هستند. داده‌های مطالعه، مربوط به تصادفات ترافیکی سال ۱۳۹۰ در ایران بوده و در مجموع ۳۹۰۱٤ نمونه جهت تحلیل انتخاب شده‌اند. نتایج نشان می‌دهند که احتمال مقصربودن رانندگان جوان و کهنسال بیش از رانندگان میانسال بوده و عوامل محیطی شامل برون‌شهری بودن منطقه (RR=۱.۲۵,Sig<.۰۰۶)، وجود قوس در مسیر (RR=۱.۳۱,Sig<.۰۱۲) و تصادف در هنگام روز(RR=۱.۱۲,Sig<.۰۲۶)، سبب افزایش احتمال مقصربودن راکب موتورسیکلت می‌شود. درنهایت اقداماتی مانند احداث مسیرهای ویژه موتورسیکلت در جاده‌های برون‌شهری، نظارت بیشتر بر معاینه فنی سیستم روشنایی موتورسیکلت، آموزش عملی به موتورسیکلت‌سواران در زمینه افزایش مهارت و آموزش در زمینه آگاهی از خطرات موتورسیکلت جهت کاهش ریسک تصادفات موتورسیکلت پیشنهاد می‌شود.

واژه‌های کلیدی: تصادف، موتورسیکلت، مواجهه شبه‌القایی، ریسک نسبی

۱. مقدمه

موتورسیکلت سواران جزء آسیب‌پذیرترین کاربران سیستم حمل‌ونقل هستند. اندازه نسبتا کوچک همراه با موتور قدرتمند و سرعت بالا، نبود حفاظ برای سرنشینان، پیچیدگی مانور و پایداری کم، ریسک و شدت تصادفات موتورسیکلت را افزایش می‌دهد[Vlahogianni et al. 2012]. از طرفی عواملی مانند افزایش ترافیک و قیمت سوخت، قیمت نسبتاً پایین موتورسیکلت، پارک راحت‌تر و قابلیت مانور بیشتر در ترافیک متراکم، باعث جذب افراد بیشتری به موتورسیکلت شده است. مطابق گزارشهای پلیس ایران، در سال ۱۳۹۰ حدود ۲۵ درصد از تلفات تصادفات، مربوط به سرنشینان موتورسیکلت است، در حالی که تنها ۱۳ درصد از وسایل‌نقلیه شرکت‌کننده در تصادف، موتورسیکلت است. بنابراین شناسایی عوامل موثر بر ریسک تصادفات آنها جهت انجام اقدامات اصلاحی ضروری است. روشهای تجربی مانند جمع‌آوری داده از طریق پرسشنامه یا تحلیل توصیفی داده‌های تصادفات و روش‌های آزمایشی مانند استفاده از دستگاه شبیه‌ساز می‌تواند در زمینه شناسایی اثر هر عامل بر ریسک تصادف مورد استفاده قرار گیرد. از مشکلات عمده در تحلیل تصادفات، کمبود اطلاعات در مورد مواجهه رانندگان است، بویژه مواقعی که شاخص مواجهه برای گروهی از رانندگان و وسایل‌نقلیه یا شرایط محیطی خاصی مورد نیاز باشد. به این جهت بسیاری از پژوهشگران از روشهای غیرمستقیم مواجهه با تصادفات مانند مواجهه شبه‌القایی ۱ و مواجهه القایی در تحلیل داده‌های خود استفاده کرده‌اند[Lardelli-Claret et al. 2000, Magazzù et al. 2006, Haque et al. 2009, Haque et al. 2012, Moskal et al. 2012, Schneider et al. 2012].

در این مطالعه ابتدا نمونه‌هایی از مطالعات انجام شده در زمینه ریسک تصادف موتورسیکلت بررسی شده و سپس بر اساس مفهوم مواجهه شبه‌القایی، ضریب درگیری موتورسیکلت در شرایط محیطی مختلف و برای گروه‌های سنی متفاوت محاسبه شده و مورد بررسی قرار می‌گیرد. در نهایت در قسمت انتهایی نتایج بررسی به صورت مختصر شرح داده خواهد شد.

۲. مطالعات پیشین

تاکنون اثرات عوامل متعددی بر ریسک تصادفات موتورسیکلت‌سواران بررسی شده است. این عوامل را می‌توان در سه گروه اصلی عوامل انسانی، عامل وسیله نقلیه و عوامل محیطی (شامل جاده و شرایط محیطی) طبقه‌بندی کرد. عوامل انسانی مانند الگوی رفتاری و موقعیت اجتماعی، اقتصادی و فرهنگی می‌تواند نقش بسزایی بر ریسک‌پذیری موتورسیکلت‌سوار داشته باشد[Clarke et al. 2005, Vlahogianni, Yannis and Go-lias, 2012].

از دیگر عوامل مهم انسانی تأثیرگذار بر ریسک تصادف، می‌توان به سن راکب موتورسیکلت، تجربه، گواهینامه و مصرف الکل اشاره کرد. مطالعات نشان می‌دهند که موتورسیکلت‌سواران جوان تر و پیرتر، بدون گواهینامه، کم تجربه یا بی‌تجربه و موتورسیکلت‌سوارانی که الکل مصرف کرده‌اند، دارای ریسک بیشتری در تصادفات هستند[Vlahogianni, Yannis and Golias, 2012]. به عنوان نمونه مطابق مطالعات [Moskal, Martin and Laumon, 2012] مصرف الکل، ده برابر و دارا نبودن گواهینامه، دو برابر، ریسک مقصر بودن موتورسیکلت‌سواران را افزایش می‌دهد. در بررسی عامل وسیله نقلیه، حجم موتورسیکلت اصلی‌ترین فاکتوری است که در مطالعات به آن پرداخته شده است. موتورسیکلت با حجم موتور بیشتر، علاوه بر سختی کنترل آن، به دلیل سرعت و وزن بیشتر شدت تصادف را نیز افزایش می‌دهد[Vlahogianni, Yannis and Golias, 2012].

در نهایت عوامل محیطی شامل دو دسته عمده از متغیرها شامل ویژگی‌های راه (زیر ساخت‌ها) و شرایط محیط از دیگر عوامل تأثیرگذار بر ریسک تصادف هستند. از شرایط محیطی بررسی شده بر ریسک تصادفات موتورسیکلت می‌توان به وضعیت آب‌وهوا و

روشنایی مسیر(روز و شب) اشاره کرد. بر خلاف اثر آب‌وهوا که بر ریسک تصادف چندان تأثیرگذار نیست[Vlahogianni, Yan-nis and Golias. 2012] تاریکی فضا عاملی است که در افزایش تعداد تصادفات نقش قابل توجهی دارد. پای[۲] و همکاران نشان دادند تعداد و شدت تصادفات در شب (بین ساعت ۱۹-۲۴)، بویژه در تقاطعات چراغدار، برای موتورسیکلت بیشتر از روز است[Pai and Saleh 2007]. همچنین مطالعات نشان می‌دهند نصب روشنایی در مسیر می‌تواند تا ۳۰ درصد تصادفات جرحی موتورسیکلت را کاهش دهد[Wanvik, 2009]. از دیگر عوامل محیطی تأثیرگذار بر ریسک تصادف موتورسیکلت می‌توان به طرح هندسی راه، درجه راه و وضعیت روسازی اشاره کرد.. مطالعات نشان می‌دهد که شعاع قوس افقی، طول و عرض شانه راه، مکان قطعه راه (فاصله از مناطق مسکونی و کاربری‌ها) اثر معناداری‌بر تعداد تصادفات موتور سیکلت دارد[Vlahogianni, Yannis and Golias, 2012].

تصادفات موتورسیکلت مانند سایر تصادفات بر اثر تعامل نامناسب عوامل اصلی شامل راه و محیط، انسان و وسیله نقلیه رخ می‌دهند. در مطالعات انجام شده در زمینه تصادفات موتورسیکلت، با فرض ثابت بودن سایر متغیرها اثر سطوح مختلف یک متغیر بر ریسک مقصر بودن راکب موتورسیکلت بررسی شده است، که در این صورت اثرات تعامل متغیرها در بررسی در نظر گرفته نمی‌شود. به عنوان نمونه مطابق نتایج مطالعات پیشین ریسک تصادف موتورسیکلت‌سواران جوان اغلب به دلیل هیجان افزایش می‌یابد و ریسک بالای موتورسیکلت‌سواران کهنسال به دلیل ضعف جسمانی است.

بنابراین احتمال دارد اثر عاملی همچون روشنایی بر این دو گروه از موتورسیکلت‌سواران یکسان نباشد. جهت بررسی این مطلب در این مطالعه با طبقه‌بندی داده‌ها بر اساس سطوح مختلف متغیرهای مورد بررسی، اثر هر متغیر به صورت جداگانه و با توجه به تغییرات سایر متغیرها بررسی خواهد شد.

۳. روش تحقیق

به دلیل محدودیت داده‌ها، استفاده از روشهای مستقیم برآورد ریسک تصادف بسیار مشکل خواهد بود که در مورد تصادفات موتورسیکلت این مشکل بیشتر نمایان است. به این جهت در این مطالعه، از مفهوم مواجهه شبه‌القایی جهت محاسبه ریسک نسبی مقصر بودن راکب موتورسیکلت استفاده شده 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 و وسیله‌نقلیه غیرمقصر در تصادف دو وسیله‌ای نمونه تصادفی از کل وسایل‌نقلیه و رانندگان حاضر در جاده در زمان تصادف است و یا به عبارت دیگر راننده غیرمقصر در تصادف دو وسیله‌ای توسط راننده مقصر به صورت کاملا تصادفی از بین کلیه رانندگان حاضر در جاده انتخاب شده و مشابه حالتی است که به صورت میدانی از رانندگان نمونه‌گیری شده باشد. مطابق فرض دوم این روش توزیع رانندگان غیرمقصر انطباق قابل‌قبولی با توزیع کلیه رانندگان حاضر در جاده دارد (به عنوان نمونه این توزیع می‌تواند سن رانندگان باشد). بنابراین تعداد رانندگان غیرمقصر در تصادفات معیار مناسبی جهت شاخص مواجهه بوده و می‌توان ضریب درگیری در تصادف را برای گروه خاصی از رانندگان و وسایل‌نقلیه از تقسیم تعداد رانندگان مقصر به تعداد رانندگان غیر مقصر به دست‌آورد[Jiang and Lyles, 2010]. در متغیرهای طبقه‌ای با انتخاب یکی از سطوح متغیر به عنوان سطح مرجع از تقسیم ضریب درگیری سایر سطوح متغیر بر سطح مرجع، ضریب درگیری نسبی برای سطح موردنظر به دست می‌آید. در صورتی که این ضریب بالاتر و پایین‌تر از یک باشد، نشان می‌دهد که متغیر بررسی شده به ترتیب باعث افزایش و کاهش ریسک مقصر بودن راننده می‌شود.

در این مطالعه جهت محاسبه ضریب درگیری، ابتدا تعداد موتورسیکلت‌سواران مقصر و غیرمقصر بر اساس سطوح مختلف

متغیر سن و متغیرهای محیطی در یک جدول توافقی[۳](مطابق جدول ۱) طبقه‌بندی می‌شوند.

در این جدول سطوح مختلف متغیر سن به عنوان سطر و سطوح مختلف متغیرهای محیطی ستون‌های جدول هستند. سپس با فرض ضریب درگیری نسبی برابر یک (یا به عبارتی نسبت تعداد مقصر به غیرمقصر یکسان) برای کلیه حالات (کلیه سلول‌های جدول) تعداد موتورسیکلت‌سواران مقصر و غیرمقصر مورد انتظار در سلول ij (i شماره سطر و j شماره ستون) جدول ۱ با توجه به معادلات (۱) و (۲) محاسبه می‌شود.

$$D'_{1ij} = \frac{n_{ij} \sum D_{1ij}}{N} \qquad (۱)$$

$$D'_{2ij} = \frac{n_{ij} \sum D_{2ij}}{N} = n_{ij} - D'_{1ij} \qquad (۲)$$

که در آنها:

D'_{1ij} تعداد موتورسیکلت‌سواران مقصر مورد انتظار در سلول ij جدول

n_{ij} = تعداد برخورد (مجموع تعداد مقصر و غیر مقصر) در سلول ij جدول

N = تعداد کل موتورسیکلت سواران مورد بررسی

D'_{2ij} تعداد موتورسیکلت سواران غیرمقصر مورد انتظار در سلول ij جدول

D_{1ij} = فراوانی مشاهده شده برای موتورسیکلت‌سواران مقصر در سلول ij

D_{2ij} = فراوانی مشاهده شده برای موتورسیکلت سواران غیرمقصر در سلول ij

در این‌صورت ضریب درگیری برای هر ترکیب از متغیرها (سلول ij) از معادله (۳) به دست می‌آید:

$$RI_{ij} = \frac{D_{1ij}/D'_{1ij}}{D_{2ij}/D'_{2ij}} \qquad (۳)$$

پس از محاسبه ضرایب درگیری به وسیله معادله ۳، برای هر سطح مشخص از یک متغیر چندین ضریب درگیری مختلف به دست می‌آید. به عنوان مثال مطابق جدول ۲ برای هر گروه سنی از موتورسیکلت سواران ۸ ضریب درگیری در ۸ شرایط محیطی مختلف و یا برای هر سطح متغیر هندسه محل ۳۶ ضریب مختلف به دست آمده است.

در این حالت ضریب درگیری برای هر سطح از یک متغیر از طریق میانگین‌گیری از کلیه ضرایب مربوط به این سطح محاسبه می‌شود. جهت بررسی معناداری تفاوت این میانگین‌ها، با توجه به اینکه نمونه‌ها جفت شده گزارشهای (به عنوان مثال زمانی که همه شرایط محیطی یکسان باشد، ضریب درگیری برای یک گروه سنی با گروه سنی دیگر تشکیل یک جفت نمونه می‌دهد) از آزمون ویلکاکسون[۴] استفاده شده است.

در صورتی که مقدار آماره آزمون از مقدار بحرانی در سطح اطمینان مورد نظر بزرگ‌تر باشد، فرض صفر مبنی بر عدم تفاوت بین میانگین‌ها رد شده و می‌توان گفت تفاوت معناداری بین میانگین‌ها وجود دارد.

مقدار آماره آزمون (Z) از معادله (۴) به دست می‌آید.

$$Z = \frac{T - \frac{n(n+1)}{4}}{\sqrt{\frac{n(n+1)(2n+1)}{24}}} \qquad (۴)$$

که در آن n حجم نمونه مورد استفاده و T مجموع رتبه‌های زوج‌هایی است که افزایش یا کاهش مقدار داشته‌اند. رتبه‌بندی براساس مقدار و علامت تفاوت بین مقادیر زوج‌های وابسته صورت می‌پذیرد.

۴. داده‌های تصادفات

برای انجام این مطالعه از داده‌های تصادفات ترافیکی سال ۱۳۹۰ ایران استفاده شد. با توجه به فروض اساسی روش مواجهه شبه‌القایی ابتدا از بین کل داده‌ها، تصادفات دو وسیله‌ای که در آن یک راننده مقصر و یک غیرمقصر حضور داشته‌اند استخراج شدند. سپس با توجه به هدف مطالعه که بررسی تصادفات موتورسیکلت است، موتورسواران مقصر و غیرمقصر که تعداد آنها برابر ۳۹۰۱۴ نفر است،

انتخاب شدند.

متغیرهای مطالعه بر اساس سه معیار انتخاب شده‌اند: ۱) بر اساس نتایج مطالعات پیشین ۲) با توجه به اینکه داده‌ها بر اساس سطوح مختلف متغیرها در یک جدول توافقی طبقه‌بندی می‌شوند، متغیرها باید به گونه‌ای انتخاب شوند که تعداد نمونه در هر سطح از یک متغیر به میزان کافی موجود باشد. ۳) از آنجایی که در این مطالعه سعی شده اثر هر متغیر به صورت تفصیلی و در تعامل با دیگر متغیرها بررسی شود، بنابراین زیاد بودن تعداد متغیرها سبب پیچیدگی بررسی می‌شود، به این علت تعداد متغیرها باید به‌گونه‌ای باشد که تفسیر نتایج امکان پذیر شود. متغیرهای انتخاب شده شامل یک متغیر انسانی (سن راننده در ۹ گروه مختلف) و سه متغیر محیطی شامل نوع منطقه (دورن‌شهری یا برون‌شهری)، هندسه محل (قوس افقی و مسیر مستقیم) و روشنایی (روز و شب) گزارش‌های انتخاب گروه‌های سنی موتورسیکلت‌سواران نیز بر اساس دو معیار نتایج مطالعات پیشین و تعداد کافی نمونه در هر گروه بوده است. تعداد موتورسیکلت‌سواران مقصر و غیرمقصر به تفکیک سطوح مختلف متغیرها در جدول ۱ نشان داده شده است.

۵. تجزیه و تحلیل

مطابق معادلات توضیح داده شده در قسمت روش تحقیق و داده‌های جدول ۱ ، ضریب درگیری برای ترکیبات مختلف متغیرها محاسبه شده و نتایج این تحلیل در جدول ۱ نشان داده شده است. جهت بررسی اثرات اصلی هر متغیر ابتدا میانگین ریسک برای سطوح مختلف هر متغیر محاسبه شده و با انتخاب یک سطح به عنوان مرجع ریسک نسبی سایر سطوح نسبت به سطح مرجع به دست می‌آید. در جدول ۳ مقادیر ریسک نسبی و سطح معناداری تفاوت

جدول ۱. تعداد موتورسیکلت‌سواران مقصر و غیرمقصر به تفکیک متغیرهای مورد بررسی

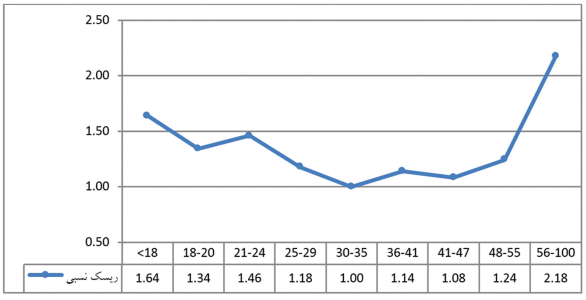
نوع منطقه	برون‌شهری						درون‌شهری					
هندسه محل	قوس				مستقیم		قوس				مستقیم	
روشنایی	روز		شب		روز		شب		روز		شب	
نوع‌تقصیر	D_1	D_2	D_1	D_2	D_1	D_2	D_1	D_2	D_1	D_2	D_1	D_2
سن <۱۸	۱۹	۲۲	۸	۶	۱۷۰	۱۹۵	۴۰	۸۸	۱۵	۱۹	۶	۵	۲۲۶	۵۲۳
۱۸-۲۰	۴۱	۳۷	۱۱	۱۶	۲۶۳	۳۹۷	۱۰۷	۱۷۴	۲۹	۵۰	۱۵	۲۰	۵۱۰	۱۲۴۷
۲۱-۲۴	۴۹	۴۷	۱۸	۱۱	۲۶۳	۴۵۶	۱۱۴	۱۹۹	۳۷	۶۱	۹	۲۱	۵۸۳	۱۴۱۹
۲۵-۲۹	۵۴	۵۳	۱۶	۲۸	۲۹۹	۵۲۱	۹۲	۲۲۴	۳۲	۵۵	۱۱	۱۸	۵۰۸	۱۳۸۴
۳۰-۳۵	۲۶	۵۴	۶	۲۸	۲۳۶	۴۰۳	۶۱	۱۶۲	۳۳	۳۶	۶	۱۳	۳۷۲	۸۶۵
۳۶-۴۰	۱۶	۲۰	۵	۶	۱۰۷	۱۹۴	۳۷	۶۶	۱۱	۱۷	۱	۵	۱۳۶	۳۱۶
۴۱-۴۷	۱۱	۱۸	۱	۴	۱۰۴	۱۵۲	۳۵	۶۱	۱۵	۲۰	۲	۶	۱۱۴	۲۰۷
۴۸-۵۵	۶	۱۴	۱	۱	۱۰۱	۱۲۷	۲۷	۴۸	۱۰	۱۴	۱	۵	۱۰۹	۱۷۷
>۵۵	۱۸	۱۲	۱	۲	۱۴۱	۱۰۱	۲۳	۲۱	۱۳	۲۰	۲	۱	۶۱	۹۲

D_1 = مقصر و D_2 = غیرمقصر

میانگین ریسک‌ها برای هر چهار متغیر مورد بررسی نشان داده شده است. در ادامه این قسمت اثر متغیرها بر ریسک نسبی مقصر بودن راکبین موتورسیکلت توضیح داده می‌شود.

۵-۱ سن

با انتخاب گروه سنی ۳۰-۳۵ به عنوان گروه مرجع، ریسک نسبی سایر گروه‌ها به دست آمده است. در نمودار (۱) مقادیر این ریسک و در جدول ۳ سطح معناداری تفاوت ریسک‌ها مشخص شده است. مطابق نمودار رابطه بین سن و مقادیر ریسک نسبی حالت U شکل داشته و با افزایش سن از جوانی تا میانسالی ابتدا ریسک کاهش و پس از آن با افزایش سن، افزایش می‌یابد. مطابق جدول ۳ تفاوت ریسک نسبی، بویژه برای موتورسیکلت‌سواران زیر ۱۸ سال و بالای ۵۵ سال معنادارتر است. بالا بودن ریسک جوانان می‌تواند ناشی از تجربه کم، هیجان زیاد[Tunnicliff, et al. 2012] و اعتمادبه‌نفس کاذب در زمینه مهارت رانندگی[Liu, Hosking and Lenne, 2009] باشد، اما ریسک بالای کهنسالان می‌تواند ناشی از ضعف فیزیکی، افزایش زمان عکس‌العمل و کاهش حساسیت باشد[Jou, Yeh and Lyles, 2012]. لازم به ذکر است که ریسک بیش از حد موتورسیکلت‌سواران بزرگ تر از ۵۵ سال علاوه بر دلایل ذکر شده می‌تواند به دلیل تعداد کم نمونه‌ها در تعدادی از سلول‌های این سطر از جدول باشد که در این‌صورت ضریب ریسک به تغییرات کوچک حساس بوده و خطا در محاسبات را افزایش می‌دهد.



جدول ۳. ریسک نسبی مقصربودن راکبین موتورسیکلت به ازای سطوح مختلف متغیرهای مورد بررسی

متغیر	سطوح	R	Z	Sig.
سن	۱۸>	۱.۶۴	-۱.۹۶۰	.۰۵۰
	۱۸-۲۰	۱.۳۴	-۱.۴۰۰	.۱۶۱
	۲۱-۲۴	۱.۴۶	-.۵۰۷	.۶۱۲
	۲۵-۲۹	۱.۱۸	-.۹۸۱	.۳۲۶
	۳۰-۳۵	.Re[1]	.Re	.Re
	۳۶-۴۰	۱.۱۴	-.۳۳۸	.۷۳۵
	۴۱-۴۷	۱.۰۸	-.۷۷۱	.۴۴۱
	۴۸-۵۵	۱.۲۴	-.۷۰۰	.۴۸۴
	۵۵<	۲.۱۸	-۲.۲۴۳	.۰۲۵
نوع منطقه	برون‌شهری	۱.۲۵	-۲.۷۶۵	.۰۰۶
	درون‌شهری	.Re	.Re	.Re
هندسه محل	قوس	۱.۳۱	-۲.۵۲۲	.۰۱۲
	مستقیم	.Re	.Re	.Re
روشنایی	روز	۱.۱۲	-۲.۲۳۱	.۰۲۶
	شب	.Re	.Re	.Re

[1] Refrence

جدول ۲. ریسک نسبی مقصر بودن راکبین موتورسیکلت برای ترکیبات مختلف متغیرها

نوع منطقه	برون‌شهری				درون‌شهری			
هندسه محل	قوس		مستقیم		قوس		مستقیم	
روشنایی	روز	شب	روز	شب	روز	شب	روز	شب
سن ۱۸>	۱.۷۳	۲.۶۸	۱.۷۵	.۹۱	۱.۵۹	۲.۴۱	۱.۰۱	.۸۷
۱۸-۲۰	۲.۲۳	۱.۳۸	۱.۳۳	۱.۲۳	۱.۱۶	۱.۵۱	.۹۵	.۸۲
۲۱-۲۴	۲.۹	۳.۲۹	۱.۱۶	۱.۱۵	۱.۲۲	.۸۶	.۹۳	.۸۳
۲۵-۲۹	۲.۰۵	۱.۱۵	۱.۱۵	.۸۲	۱.۱۷	۱.۲۳	.۹۹	.۷۴
۳۰-۳۵	.۹۷	.۴۳	۱.۱۸	.۷۶	۱.۸۴	.۹۳	.۹۳	.۸۶
۳۶-۴۰	۱.۶۱	۱.۶۷	۱.۱۱	۱.۱۳	۱.۳	.۴۰	.۹۲	.۸۶
۴۱-۴۷	۱.۲۳	.۵	۱.۳۷	۱.۱۵	۱.۵۱	.۶۷	۱.۰۱	۱.۱۱
۴۸-۵۵	.۸۶	۲.۰۱	۱.۶	۱.۱۳	۱.۴۳	.۴۰	۱.۱۳	۱.۲۴
۵۵>	۳.۰۱	۱	۲.۸	۲.۲	۱.۳۱	۴.۰۲	۱.۵	۱.۳۳

۵-۲ شرایط محیطی

میانگین ریسک نسبی مقصر بودن راکب موتورسیکلت برای سه متغیر محیطی در جدول (۳) نشان داده شده است. مطابق جدول برون‌شهری بودن منطقه، زمان روز و وجود قوس در مسیر، سه عامل موثر در افزایش ریسک مقصر بودن راکب موتورسیکلت است. وجود قوس در مسیر باعث افزایش ۳۱ درصدی احتمال مقصر بودن راکب موتورسیکلت می‌شود که یکی از دلایل آن می‌تواند سختی کنترل موتورسیکلت در قوس‌ها باشد، بنابراین موتورسیکلت‌سواران در قوس‌ها به دلیل از دست دادن کنترل موتورسیکلت بیشتر مسبب وقوع تصادف هستند. کاهش مسافت دید در قوس‌ها از دلایل دیگر این تفاوت است[Vlahogianni, Yannis and Golias, 2012].

احتمال مقصر بودن راکب موتورسیکلت در جاده‌های برون‌شهری ۲۵ درصد بیشتر از جاده‌های درون‌شهری است. کنترل کمتر پلیس، میانگین بیشتر سرعت و ترکیب متفاوت ترافیک در جاده‌های برون‌شهری می‌تواند از عوامل بالا بودن ریسک در مناطق برون‌شهری باشد[Li et al. 2009]. اما این درصد افزایش در مورد شرایط روشنایی کمتر و حدود ۱۲ درصد است که نشان از تأثیر کمتر روشنایی دارد. دلیل پایین‌تر بودن ریسک مقصر بودن موتورسیکلت سواران در شب می‌تواند ناشی از این امر باشد که اغلب تصادفات موتورسیکلت در شب به دلیل عدم رویت موتورسیکلت توسط رانندگان سایر وسایل‌نقلیه است [Haque, Chin and Debnath, 2009, Schneider et al. 2012]. بنابراین موتورسیکلت در شب، بیشتر قربانی تصادف است.

لازم به ذکر است که بیشتر بودن احتمال مقصر بودن راکب موتورسیکلت در روز به معنای بالا بودن ریسک تصادف در روز نسبت به شب نیست، بلکه در شب راکب موتورسیکلت کمتر احتمال دارد مقصر تصادف باشد. مطالعات نشان می‌دهند شدت و ریسک تصادف موتورسیکلت در شب بیشتر از روز است[Wanvik 2009, Haque, Chin and Huang, 2012].

۵-۳ اثرات تعاملی متغیرهای محیطی

در جدول ۴ ریسک نسبی مقصر بودن راکبین موتورسیکلت برای تعاملات مختلف متغیرهای محیطی نشان داده شده است. همان‌طور که در قسمت قبل توضیح داده شد عواملی مانند برون‌شهری، قوس و روز سبب افزایش ریسک تصادف می‌شوند. با توجه به تأثیر بیشتر دو عامل برون‌شهری و قوس، پیش‌بینی می‌شود که ترکیب این دو عامل سبب افزایش زیاد ریسک تصادف شود. ضرایب ریسک محاسبه شده برای ترکیب متغیرها در جدول ۴ موید چنین پیش‌بینی است (ضرایب ریسک در صورت حضور این دو متغیر عبارتند از ۱/۶۶، ۱/۷۵، ۱/۵۷ که جزء بالاترین ضرایب ریسک موجود در جدول است). اگرچه اثر روشنایی کمتر از دو عامل دیگر است اما با اضافه کردن متغیر روز که ریسک بیشتری نسبت به شب دارد، به دو متغیر دیگر انتظار می‌رود بالاترین ضریب ریسک به دست آید که مطابق جدول (۳) مقدار آن برابر ۷۵/۱ است.

با توضیحاتی مشابه می‌توان نتیجه گرفت که ترکیب شرایط درون‌شهری، شب و جاده مستقیم، کمترین ضریب ریسک را داشته باشند که مقدار آن برابر ۰/۹۶ است.

جهت بررسی دقیق‌تر اثرات متغیرها بر یکدیگر مقادیر ریسک برای سطوح مختلف یک متغیر در صورتی که دیگر متغیرها مشابه باشند در نمودارهای ۲ الی ۴ نشان داده شده است. مطابق نمودار (۲) در تمام موارد ریسک مقصر بودن راکب موتورسیکلت در روز بیشتر از شب است، اما این اختلاف در تمام موارد یکسان نبوده و بویژه در مناطق درون‌شهری اختلاف ریسک بین روز و شب کمتر از مناطق برون‌شهری است.

با توجه به اثر روشنایی مسیر (چراغ) در کاهش ریسک مقصر بودن راکب موتورسیکلت [Wanvik, 2009] یکی از دلایل این تفاوت می‌تواند روشنایی(چراغ) بیشتر مسیرهای درون‌شهری در هنگام شب باشد. همچنین مطابق نمودار (۲) اختلاف کمتر ریسک مقصر بودن در قوس‌ها نسبت به مسیرهای مستقیم در دو حالت روز و شب

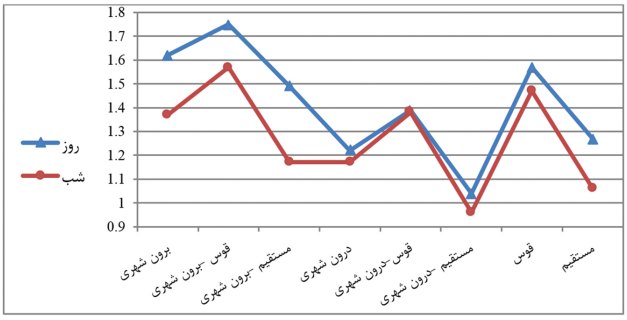
می‌تواند ناشی از این امر باشد که در قوس‌ها مسافت دید کمتر از مسیرهای مستقیم است بنابراین روشنایی در مسیرهای مستقیم اثر بیشتری بر مسافت دید داشته و با کاهش بیشتر مسافت دید ریسک مقصربودن موتورسیکلت‌سوار بیشتر تغییر می‌کند. در نهایت مطابق نمودارهای (۳) و (۴) اثر نوع منطقه و هندسه محل در تغییر ریسک در همه شرایط تقریبا یکسان است.

جدول ۴. میانگین ریسک و ریسک نسبی مقصر بودن راکب موتورسیکلت برای اثرات تعاملی متغیرهای محیطی

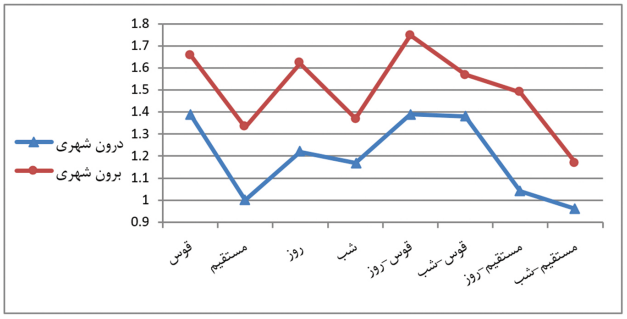
متغیر	سطوح	ریسک	ریسک نسبی
نوع منطقه-هندسه محل	برون‌شهری-قوس	۱،۶۶	۱،۶۶
	درون‌شهری-قوس	۱،۳۹	۱،۳۹
	برون‌شهری-مستقیم	۱،۳۳	۱،۳۳
	درون‌شهری-مستقیم	۱	Re.
نوع منطقه-روشنایی	برون‌شهری-روز	۱،۶۲	۱،۳۹
	درون‌شهری-روز	۱،۲۲	۱،۰۴
	برون‌شهری-روز	۱،۳۷	۱،۱۷
	برون‌شهری-شب	۱،۱۷	Re.
روشنایی-هندسه محل	روز-قوس	۱،۵۷	۱،۴۸
	شب-قوس	۱،۴۷	۱،۳۹
	روز-مستقیم	۱،۲۷	۱،۲
	شب-مستقیم	۱،۰۶	Re.

متغیر	سطوح	ریسک	ریسک نسبی
نوع منطقه-هندسه-روشنایی	برون-قوس-روز	۱،۷۵	۱،۸۲
	برون-قوس-شب	۱،۵۷	۱،۶۴
	برون-مستقیم-روز	۱،۴۹	۱،۵۵
	برون-مستقیم-شب	۱،۱۷	۱،۱۷
	درون-قوس-روز	۱،۳۹	۱،۴۵
	درون-قوس-شب	۱،۳۸	۱،۴۴
	درون-مستقیم-روز	۱،۰۴	۱،۰۸
	درون-مستقیم-شب	.۹۶	Re.

[1] Reference



نمودار ۲. ریسک مقصر بودن ر راکب موتورسیکلت در روز و شب



نمودار ۳. ریسک مقصر بودن راکب موتورسیکلت در مسیرهای درون‌شهری و برون‌شهری

نمودار ۴. ریسک مقصربودن راکب موتورسیکلت در مسیرهای مستقیم و قوس‌های افقی

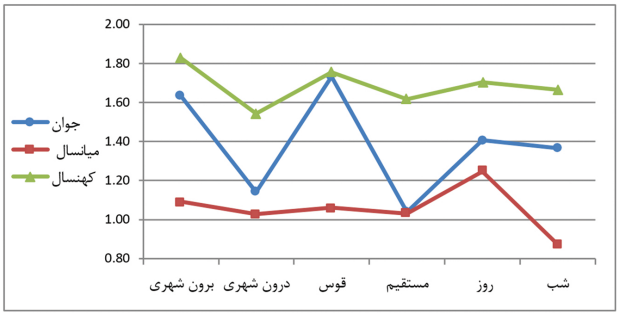
۵-۴ تعامل سن و شرایط محیطی

جهت بررسی اثر شرایط محیطی بر گروه‌های مختلف، با تعدیل تعداد گروه‌های سنی، موتورسیکلت‌سواران به سه گروه شامل جوانان (سن کمتر از ۳۰ سال)، میانسالان (۴۸-۳۰) و سالمندان (سن بیشتر از ۴۸ سال) تقسیم می‌شوند. سپس میانگین ریسک مقصربودن موتورسیکلت سوار در شرایط محیطی مختلف از جدول (۲) محاسبه می‌شود. نتایج این محاسبات در نمودار (۵) قابل مشاهده است. مطابق نمودار، راکبین سالمند در همه شرایط دارای ریسک بالایی بوده و محیط تأثیر زیادی بر مقدار ریسک آنها ندارد. بنابراین می‌توان گروه موتورسیکلت‌سواران سالمند را جزء موتورسیکلت‌سواران با ریسک بالا دانست. موتورسیکلت‌سواران میانسال در بیشتر شرایط محیطی ریسک نزدیک به یک داشته و تأثیرپذیری این گروه از محیط کمتر از سایر گروه‌ها است. در بین متغیرهای محیطی مورد بررسی، روشنایی بیشترین تأثیر بر گروه میانسالان را دارد.

در نهایت نمودار مربوط به موتورسیکلت‌سواران جوان به صورت قابل توجهی با دو نمودار دیگر متفاوت بوده و نشان می‌دهد که این گروه تأثیرپذیری بسیاری از محیط دارند.

دو متغیر هندسه محل و نوع منطقه بر ریسک این گروه تأثیر زیادی داشته و متغیر روشنایی چندان بر ریسک این گروه اثرگذار نیست. همان گونه که بیان شد موتورسیکلت‌سواران جوان به دلیل هیجانات و اعتماد به نفس کاذب دارای ریسک بالایی هستند.

هیجان زیاد و اعتماد به نفس کاذب جوانان نسبت به مهارت‌های خود از یک سو، و سرعت بیشتر وسایل نقلیه در مسیرهای برون‌شهری نسبت به درون‌شهری و سختی کنترل موتورسیکلت در قوس‌ها از سوی دیگر، سبب افزایش ریسک مقصربودن موتورسیکلت‌سواران جوان در این شرایط می‌شود. مطابق جدول (۲) میانگین احتمال مقصر بودن موتورسیکلت‌سواران جوان در قوس‌های برون شهری حدود ۱۳۳ درصد بیشتر از همین احتمال مسیرهای مستقیم درون‌شهری است.



نمودار ۵. ریسک مقصر بودن گروه‌های مختلف موتورسیکلت‌سواران در شرایط محیطی مختلف

۶. جمع‌بندی و نتیجه‌گیری

در این مطالعه اثر سن موتورسوار و سه عامل محیطی شامل نوع منطقه (درون‌شهری، برون‌شهری)، هندسه محل (مستقیم، قوس) و روشنایی (روز، شب) بر ریسک مقصر بودن راکب موتورسیکلت بر پایه مفهوم مواجهه شبه‌القایی بررسی شد. نتایج نشان می‌دهد موتورسیکلت‌سواران جوان و سالمند ریسک بالاتری نسبت به میانسالان داشته و جوانان نسبت به سایر گروه‌های سنی، بیشتر تحت تأثیر شرایط محیطی قرار می‌گیرند. اغلب موتورسیکلت‌سواران جوان به دلیل تجربه کم، هیجان و اعتماد به نفس کاذب باعث افزایش ریسک تصادف می‌شوند، بنابراین آموزش‌های عملی در زمینه افزایش مهارت و آموزش در زمینه آگاهی از خطرات موتورسیکلت می‌تواند در کاهش ریسک این گروه موثر باشد.

در بررسی شرایط محیطی، نتایج نشان می‌دهند که برون‌شهری بودن مسیر، قوس‌های افقی و روز، سه عامل محیطی موثر بر افزایش ریسک مقصر بودن راکب موتورسیکلت است. همچنین مطابق اثرات تعاملی متغیرهای محیطی، اثر روشنایی در جاده‌های برون‌شهری و قوس‌ها بیشتر از جاده‌های درون‌شهری و مسیرهای مستقیم است.

تصادفاتی که در شب رخ می‌دهند اغلب به دلیل عدم رویت موتورسیکلت توسط سایر رانندگان است. بنابراین با نظارت بیشتر بر معاینه فنی موتورسیکلت، بویژه در زمینه سیستم روشنایی می‌توان

ریسک این‌گونه تصادفات را کاهش داد. در جاده‌های برون‌شهری نیز سرعت بالا، ترکیب ترافیک و قابلیت مانور بیشتر موتورسیکلت ریسک را افزایش می‌دهد. اقداماتی مانند احداث خطوط ویژه موتورسیکلت در جاده‌های برون‌شهری، روشنایی مسیر در هنگام شب و محدودیت تردد موتورسیکلت در جاده‌های برون‌شهری می‌تواند ریسک این‌گونه تصادفات را کاهش دهد.

۷. سپاسگزاری

از آقایان مهندس صباغ، جاورتنی و جناب سرهنگ میشانی برای در اختیار گذاردن داده‌ها سپاسگزاری می‌شود.

۸. پانویسها

1- Quasi-Induced Exposure

2- Pai

3- Contingency table

4- Wilcoxon Test

۹. مراجع

-Chang, H. L. and Yeh, T. H. (2007) "Motorcyclist accident involvement by age, gender, and risky behaviors in Taipei, Taiwan", Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour, Vol.10, No.2, pp.109-122

- Clarke, D. D., Ward, P. and Truman, W. (2005) "Voluntary risk taking and skill deficits in young driver accidents in the UK." Accident Analysis and Prevention, Vol.37, No.3, pp.523-529

- Haque, M. M., Chin, H. C. and Debnath, A. K. (2012). "An investigation on multi-vehicle motorcycle crashes using log-linear models." Safety Science, Vol.50, No.2, pp. 352-362

- Haque, M. M., Chin, H. C. and Huang, H. (2009) "Modeling fault among motorcyclists involved in crashes." Accident Analysis & Prevention, Vol.41, No.2, pp. 327-335

- Jiang, X. and Lyles, R. W. (2010) "A review of the validity of the underlying assumptions of quasi-induced exposure", Accident Analysis and Prevention, Vol.42, No.4, pp.352-1358

- Jou, R. C., Yeh, T. H. and Chen, R. S. (2012) "Risk factors in motorcyclist fatalities in Taiwan." Traffic Injury Prevention, Vol.13, No.2, pp. 155-162

- Lardelli-Claret, P., Jiménez-Moleón, J. J., De Dios Luna-del-Castillo, J., García-Martín, M., Bueno-Cavanillas, A. and Gálvez-Vargas, R. (2005) "Driver dependent factors and the risk of causing a collision for two wheeled motor vehicles." Injury Prevention, Vol.11, No.4, pp. 225-231

- Li, M.-D., Doong, J. -L., Huang, W. -S., Lai, C. -H. and Jeng, M. -C. (2009) "Survival hazards of road environment factors between motor-vehicles and motorcycles." Accident Analysis & Prevention, Vol.41, No.5,

pp. 938-947

- Liu, C. C., Hosking, S. G. and Lenné, M. G. (2009) "Hazard perception abilities of experienced and novice motorcyclists: An interactive simulator experiment." Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour, Vol.12, No.4, pp. 325-334

- Magazzù, D., Comelli, M. and Marinoni, A. (2006). "Are car drivers holding a motorcycle licence less responsible for motorcycle - Car crash occurrence?: A non-parametric approach", Accident Analysis and Prevention, Vol.38 , No. 2, pp. 365-370

- Moskal, A., Martin, J. L. and Laumon, B. (2012). "Risk factors for injury accidents among moped and motorcycle riders." Accident Analysis and Prevention, Vol.49, pp. 5-11

- Pai, C.W. and Saleh, W. (2007) "An analysis of motorcyclist injury severity under various traffic control measures at three-legged junctions in the UK." Safety Science, Vol. 45, No.8, pp. 832-847

- Schneider Iv, W. H., Savolainen, P. T., Van Boxel, D. and Beverley, R. (2012) "Examination of factors determining fault in two-vehicle motorcycle crashes." Accident Analysis and Prevention, Vol. 45, pp. 669-676

- Tunnicliff, D. J., Watson, B. C., White, K.M., Hyde, M.K., Schonfeld, C.C. and Wishart, D.E. (2012) "Understanding the factors influencing safe and unsafe motorcycle rider intentions", Accident Analysis and Prevention, Vol. 49, pp. 133-141

- Vlahogianni, E. I., Yannis, G. and Golias, J. C. (2012). "Overview of critical risk factors in Power-Two-Wheeler safety" Accident Analysis and Prevention, Vol. 49, pp. 12-22

- Wanvik, P. O. (2009) "Effects of road lighting: An analysis based on Dutch accident statistics 1987-2006", Accident Analysis and Prevention, Vol.41, No.1, pp. 123-128