محاسبه ضریب اصلاح تصادفات (CMF) دوربین‌های کنترل سرعت بزرگراهی شهرمشهد

مقاله پژوهشی

علی توکلی کاشانی*، دانشیار، دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه علم و صنعت ایران، تهران، ایران
مرکز تحقیقات ایمنی کاربردی حمل و نقل جاده‌ای، دانشگاه علم و صنعت ایران، تهران، ایران
بهاره بختی، دانش آموخته کارشناسی ارشد، دانشگاه علم و صنعت ایران، تهران، ایران
مرکز تحقیقات ایمنی کاربردی حمل و نقل جاده‌ای، دانشگاه علم و صنعت ایران، تهران، ایران
ابوالفضل محمدزاده مقدم، استادیار، دانشکده مهندسی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران
*پست الکترونیکی نویسنده مسئول Alitavakoli@iust.ac.ir

دریافت: ۹۹/۰۱/۲۹- پذیرش: ۹۹/۰۷/۱۵
صفحه ۹۶-۸۹

چکیده

تصادفات ترافیکی یکی از اصلی‌ترین علل مرگ‌ومیر و جراحات در سرتاسر جهان به شمار می‌روند. سرعت به عنوان یکی از عوامل انسانی، نقش مهمی در این تصادفات دارد. برای کنترل سرعت غیر مجاز و کاهش میزان تصادفات و تلفات، متناسب با نقش معابر راهکارهای مختلفی تاکنون ارائه و مورد بررسی قرار گرفته‌اند. استفاده از دوربین‌های هوشمند کنترل سرعت (سیستم کنترل سرعت هوشمند) از جمله این راهکارهاست که برای راه‌ها با نقش بزرگراهی پیشنهاد گردیده است. به گونه‌ای که استفاده از آن‌ها نشان داده که بکارگیری آن‌ها می‌تواند سرعت خودرو و همچنین تصادفات جاده‌ای را به شکل محسوس و قابل توجهی در نزدیکی مکان‌های نصب دوربین‌های کنترل سرعت کاهش دهد. هدف از انجام این تحقیق ارزیابی ایمنی دوربین‌های کنترل سرعت بزرگراهی مشهد به روش ساده و ساده اصلاح شده می‌باشد. در تحقیق پیشرو کل شبکه بزرگراهی مشهد به طول ۶۵/۱ کیلومتر مورد مطالعه قبل و بعد قرار گرفته و ضریب اصلاح تصادفات دوربین‌های کنترل سرعت بزرگراهی برای اولین بار برای این دوربین‌ها در شهر مشهد محاسبه شده است. نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که این دوربین‌ها در کاهش تصادفات کاربران غیر آسیب پذیر موثرتر هستند اگرچه که در کاهش تصادفات آسیب پذیر نیز موثر می‌باشند.

واژه‌های کلیدی: ارزیابی ایمنی، دوربین‌های کنترل سرعت بزرگراهی، مطالعات قبل و بعد، روش ساده و ساده اصلاح شده، ضریب اصلاح تصادفات

۱- مقدمه

تصادفات ترافیکی یکی از اصلی‌ترین علل مرگ‌ومیر و جراحات در سرتاسر جهان به شمار می‌روند. به طوری‌که هر ساله قریب به ۱/۲میلیون نفر(۲/۱ ٪ در بین مرگ‌ومیرها) در این تصادفات از بین می‌روند و بیش از ۵۰ میلیون نفر نیز مجروح و یا معلول می‌شوند (WHO,2008). مطابق مطالعات انجام گرفته در این آمار، سرعت به عنوان یکی از عوامل انسانی، نقش مهمی در این تصادفات داشته، به گونه‌ایی که (بسته به وضعیت اقتصادی جوامع مختلف) عامل ۵۰ درصد از تصادفات جاده‌ای در کشورهای کم درآمد و ۳۰ درصد از مرگ‌ومیرها در کشورهای پردرآمد و توسعه یافته بوده است(Hamzah et al,2000). بر این اساس بدیهی است که سرعت وسیله نقلیه یکی از عوامل مهم تعیین کننده شدت و میزان جراحت نیز خواهد بود. با افزایش سرعت، فاصله توقف افزایش می‌یابد و در نتیجه احتمال توقف ایمن

خودرو کم می‌شود(Mountain et al,2005). به طوری که گزارش سازمان بهداشت و سلامت جهانی نشان می‌دهد به ازای کاهش هر ۵ درصد سرعت، ۳ درصد در میزان مرگ و میر و جراحات جدی کاهش صورت می‌گیرد، که نیازمند توجه ویژه به این عامل می‌باشد(Hamzah et al,2000). برای کنترل سرعت غیر مجاز و کاهش میزان تصادفات و تلفات، متناسب با نقش معابر راهکارهای مختلفی تاکنون ارائه و مورد بررسی قرار گرفته‌اند. استفاده از دوربین‌های هوشمند کنترل سرعت (سیستم کنترل سرعت هوشمند) از جمله این راهکارهاست که برای راه‌ها با نقش بزرگراهی پیشنهاد گردیده است. به گونه‌ای که استفاده از آن‌ها نشان داده که بکارگیری آن‌ها می‌تواند سرعت خودرو و همچنین تصادفات جاده‌ای را به شکل محسوس و قابل توجهی در نزدیکی مکان‌های نصب دوربین‌های کنترل سرعت کاهش دهد (Goldenbeld andSchagen,2005). در ایران نیز سالانه ۲۷۰۰۰ نفربر اثر تصادفات رانندگی جان خود را از دست داده و ۲۵۰ هزار نفر مجروح می‌شوند(Haghshenas,2006). که بررسی‌های اولیه در این آمار نشان می‌دهد در ۷۱ درصد آن ها عامل انسانی، و در ۱۸درصد نقص فنی و تنها در ۱۱درصد مهندسی ترافیک موثر بوده است(Soori,2009). که عامل سرعت در بین عوامل انسانی از جایگاه ویژه‌ای بر خوردار بوده است به گونه‌ای که موضوع نصب دوربین‌های کنترل سرعت به عنوان یکی از عوامل تأثیرگذار در کاهش تصادفات جاده‌ای ، از چند سال پیش در دستور کار قرار گرفته است (Safarzadeh et al,2013). اما آنچه که در این بین از اهمیت ویژه‌ای برخوردار می‌باشد لزوم کنترل و پایش میزان تأثیرگذاری نصب دوربین‌ها در زمان‌ها و مکان‌های مختلف می‌باشدکه از این طریق بتوان شاهد کاهش بیشتر آمار تصادفات بود. شهر مشهد نیز به عنوان دومین کلان شهر ایران نیز از این قاعده مستثنی نبوده و با جمعیتی بیش از ۲/٤ میلیون نفر و رشد سالانه ۲/۵ درصد، سالانه با ٤۲۵۵۸ تصادف روبرو می‌باشد که ۱۸/۲درصد آنها منجر به فوت یا جرح می‌شوند(شهرداری مشهد، ۱۳۸۷). بررسی آمارهای اولیه در این شهر نیز نشان می‌دهد که تعداد قابل توجهی از تصادفات مربوط به عامل سرعت در شبکه بزرگراهی می‌باشد که استفاده از ابزاری چون دوربین‌های هوشمند کنترل سرعت می‌تواند نقش اساسی در کاهش آن‌ها داشته باشد. در رابطه با تأثیر این دوربین‌ها در سرتاسر دنیا مطالعات متعددی صورت گرفته است که برخی از آن‌ها در ادامه آورده شده است:

لام و همکارانش در سال ۱۹۸٤در بررسی تأثیر دوربین‌های کنترل سرعت بر روی تصادفات در بزرگراه‌های کشور آلمان، به این نتیجه دست یافتند که نرخ تصادفات ۱تا ۱۸ درصد و تصادفات منجر به فوت ۷ درصد کاهش یافته است (Lamm et al,1984). کولمن و همکاران در سال ۱۹۹۵ در کشور استرالیا به منظور یافتن تأثیر دوربین‌های کنترل سرعت در دو موقعیت جداگانه بزرگراهی و درون شهری نسبت به ارزیابی ایمنی دوربین‌های کنترل سرعت متحرک درون شهری با استفاده از روش مطالعه قبل – بعد اقدام نمودند که نتایج حاصله کاهش ۲۲ درصدی تصادفات را مشخص نمود(Coleman et al,1995). ریچارد تی درسال ۲۰۰۰ در ارزیابی تأثیر دوربین‌های کنترل سرعت بر ایمنی راه، با تحلیل اطلاعات دریافتی از ۲٤ دوربین کنترل سرعت در یکی از راه‌های بین شهری کشور نیوزلند در نزدیکی شهر کریس چرچ، با مقایسه آمار تصادفات ناشی از عامل سرعت قبل و بعد از راه اندازی این سیستم، به یک کاهش۹/۱۷درصدی در تعداد تصادفات و ۳/۳۲درصدی در تصادفات جدی و مهم از حیث صدمات و تلفات، رسید(Tay,2000). چن و همکاران در سال ۲۰۰۰ در تحقیقی در بریتیش کلمبیا کشور کانادا در دو موقعیت بزرگراه و خیابان‌های درون شهری نسبت به ارزیابی تأثیر دوربین‌های کنترل سرعت متحرک با استفاده از روش مطالعه قبل- بعد در کاهش تعداد برخوردها و افزایش ایمنی مسیر اقدام نمودند. نتایج حاصله کاهش ۲۵ درصدی تصادفات مرتبط با سرعت و ۱۷ درصدی در برخوردهای منجر به فوت را در روز نشان داد(Chen et al, 2000).

با توجه به مطالعات قبل و بعد صورت گفته روی دوربین‌های کنترل سرعت، می‌توان نتیجه گرفت که این دوربین‌ها در مکان‌ها و زمان‌های مختلف دارای تأثیرات متفاوتی بوده‌اند که همین امر لزوم کنترل میزان تأثیرگذاری این دوربین‌ها را با توجه به داده‌های محلی آشکار می‌سازد.

۲- پیشینه تحقیق

در تحقیق پیشرو تعداد ۱۲ دوربین نصب و بهره‌برداری شده (به صورت دو طرفه) در سال ۱۳۹۲ در شبکه بزرگراهی

شهر مشهد (که درمجموع ۶۵/۱ کیلومتر طول دارند)، مورد بررسی قرار گرفته‌اند. این بزرگراه‌ها عبارت‌اند از: بزرگراه شهید کلانتری، بزرگراه امام علی(ع)، بزرگراه نمایشگاه، بزرگراه آزادی، بزرگراه همت، بزرگراه غدیر، بزرگراه بسیج، بزرگراه شهید، بابا نظر، بزرگراه شهید چراغچی، بزرگراه آیت‌الله هاشمی رفسنجانی، بزرگراه سلسله الذّهب. لازم به ذکر است که در این تحقیق قطعات مورد بررسی به سبب وجود دوربین‌ها به صورت دوطرفه، به صورت مسیر رفت و برگشت می‌باشند.

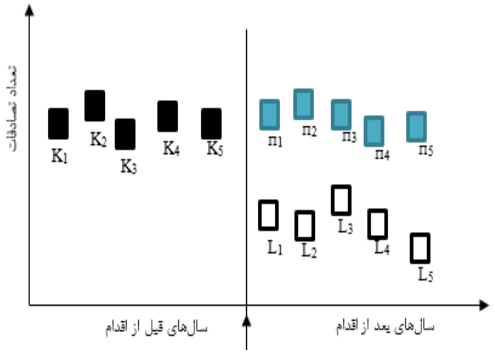
۳- مواد و روش‌ها

۳-۱- اثر بازگشت به میانگین

معمولاً ادارات راه سایت‌هایی با تعداد تصادفات بالا را به منظور پیاده‌سازی اقدام مورد نظر انتخاب می‌کنند که این موضوع باعث به وجود آمدن خطای انتخاب سایت می‌گردد چرا که این سایت‌ها براساس تاریخچه تصادفات انتخاب شده‌اند و نه به صورت تصادفی. در این هنگام پتانسیلی برای شکل‌گیری پدیده بازگشت به میانگین به وجود می‌آید. بازگشت به میانگین پدیده‌ای است که به موجب آن یک دوره با تعداد تصادفات بالا در دوره بعدی شاهد شکل‌گیری تصادفات نسبتاً کمتری می‌باشد.

۳-۲- مطالعه قبل و بعد به روش ساده

این روش ساده‌ترین راه انجام مطالعه قبل-بعد است و دارای ساختاری بسیار ساده می‌باشد. در این روش تعداد تصادفات دوره قبل برای پیش‌بینی نرخ تصادفات مورد انتظار و متعاقبا تعداد تصادفات مورد انتظار در دوره بعد مورد استفاده قرار می‌گیرند. با فرض ثابت بودن شرایط ترافیکی، هندسی، آب و هوا و رفتار رانندگان، تعداد تصادفات قبل از اقدام، تخمین مناسبی از تعداد تصادفات بعد از اقدام به دست می‌دهد. به این ترتیب که تصادفات مورد انتظار در دوره بعد از ضرب تعداد تصادفات دوره قبل برای هر سایت در نسبت طول دوره زمانی تحلیل بعد به قبل محاسبه می‌شود. با این فرض، تنها اقدام انجام شده برای بهبود وضعیت ایمنی، مورد ارزیابی قرار می‌گیرد. در این روش اثر گذشت زمان بر ایمنی نادیده گرفته می‌شود. این روش به دلیل دارا بودن ساختار ساده دارای نواقصی از جمله در نظر نگرفتن فاکتور موثر بر ایمنی (آب و هوا، رفتار رانندگان، تغییر در ترکیب ترافیک، سطح اجرای قوانین) و بازگشت به میانگین اطلاعات در آن است. در ادامه به توضیح مراحل مطالعه ساده قبل-بعد پرداخته می‌شود:



شکل ۱. تصادفات دوره قبل و بعد و پیش‌بینی شده در روش نایو

۳-۲-۱- تخمین $(\hat{\lambda})$ و پیش‌بینی $(\hat{\pi})$

با استفاده از اطلاعات مربوط به تصادفات دوره قبل و رابطه (۱) مقدار $(\hat{\pi})$پیش‌بینی می‌گردد. همچنین مقدار $(\hat{\lambda})$ در روش مطالعه نایو از رابطه (۲) تخمین زده می‌شود. در این روش ضریب اصلاحی برای نابرابری سال‌های قبل و بعد در پیش‌بینی $(\hat{\pi})$ مورد استفاده قرار می‌گیرد که برابر با نسبت سال‌های بعد به سال‌های قبل از اجرای اقدام می‌باشد:

$$\hat{\pi} = \sum r_d(j) \times K(j) \qquad (۱)$$

$$\hat{\lambda} = \sum L(j) \qquad (۲)$$

$\hat{\pi}$: پیش‌بینی تعداد تصادفات در دوره بعد؛

$\hat{\lambda}$: تخمین تعداد تصادفات در دوره بعد؛

$k(j)$: تعداد تصادفات مشاهده شده در دوره قبل؛

$L(j)$: تعداد تصادفات مشاهده شده در دوره بعد؛

r_d: ضریب اصلاح سال‌ها؛

۳-۲-۲- تخمین $Var(\hat{\lambda})$ و $Var(\hat{\pi})$

با فرض پیروی فراوانی تصادفات از توزیع پواسون، واریانس $(\hat{\lambda})$ از رابطه (۳) محاسبه می‌شود. همچنین مقدار واریانس $(\hat{\pi})$ نیز ار رابطه (٤) به دست می‌آید.

$$Var(\hat{\lambda}) = \sum L(j) \qquad (۳)$$

$$Var(\hat{\pi}) = \sum r_d^2(j) \times K(j) \qquad (٤)$$

۳-۲-۳- تخمین $\hat{\delta}$ و $\hat{\theta}$

با استفاده از مقادیر به دست آمده برای $(\hat{\lambda})$و $(\hat{\pi})$ در گام اول و مقدار $Var(\hat{\pi})$ در گام دوم، مقدار $\hat{\delta}$و $\hat{\theta}$ با استفاده از روابط (۵) و (٦) تخمین زده می‌شوند.

$$\hat{\delta} = \hat{\pi} - \hat{\lambda} \qquad (۵)$$

$$\hat{\theta} = (\hat{\lambda}/\hat{\pi}) / \left[1 + \hat{Var}(\hat{\pi})/\hat{\pi}^2\right] \qquad (٦)$$

۳-۲-۳- تخمین $Var(\hat{\delta})$ و $Var(\hat{\theta})$

با استفاده از مقادیر به دست آمده برای $(\hat{\lambda})$و $(\hat{\pi})$در گام اول و مقدار $Var(\hat{\pi})$ و $Var(\hat{\lambda})$ در گام دوم، مقادیر $Var(\hat{\delta})$ و $Var(\hat{\theta})$ به ترتیب از روابط (۷) و (۸) به دست می‌آیند.

$$\hat{Var}\{\hat{\delta}\} = \hat{Var}(\hat{\pi}) + \hat{Var}(\hat{\lambda}) \qquad (۷)$$

(۸)

$$\hat{Var}\{\hat{\theta}\} \approx \hat{\theta}^2 \left[\hat{Var}\{\hat{\lambda}\}/\hat{\lambda}^2 + \hat{Var}\{\hat{\pi}\}/\hat{\pi}^2\right] / \left[1 + \hat{Var}\{\hat{\pi}\}/\hat{\pi}^2\right]$$

۳-۳- روش ساده اصلاح شده

این روش که توسط لرد و کو پیشنهاد شده است به منظور تصحیح اثر انتخاب سایت مورد استفاده قرار می‌گیرد. هنگامی که مشاهدات برای ورود به مطالعه قبل و بعد دارای معیار خاصی باشند، خطای انتخاب سایت شکل می‌گیرد. روش ساده اصلاح شده تخمین‌های دقیق‌تری را نسبت به روش ساده ارائه می‌دهد و نسبت به سایر روش‌های ارزیابی ایمنی مانند روش بیز تجربی و گروه مقایسه‌ای در زمانی که داده‌های مربوط به گروه کنترل موجود نباشد، عملکرد بهتری دارد. در این روش مقدار اثر ایمنی اقدام مورد نظر با توجه به رابطه ۹ محاسبه می‌شود:

(۹)

$$\theta = \theta_{naive}\left[1 + \frac{\dfrac{C+1}{(1+\frac{P(N>C+1)}{P(N=C+1)})}}{\hat{A}_{1,naive} + \left[\dfrac{C+1}{(\hat{A}_{1,naive}\hat{a}_{naive}+1)^{-1}(1+\frac{P(N>C+1)}{P(N=C+1)})}\right]}\right]$$

که در آن:

C: معیار ورود به مطالعه؛

$\hat{a}$: پارامتر پراکندگی؛

$\hat{A}_{1,naive}$: تخمیمنی از نرخ میانگین تصادفات در دوره قبل برای تمامی سایت‌ها؛

P: احتمال می‌باشد.

در این تحقیق از روش فوق به منظور دستیابی به حساسیت مقدار اثر ایمنی اقدام نسبت به معیار ورود استفاده شده است.

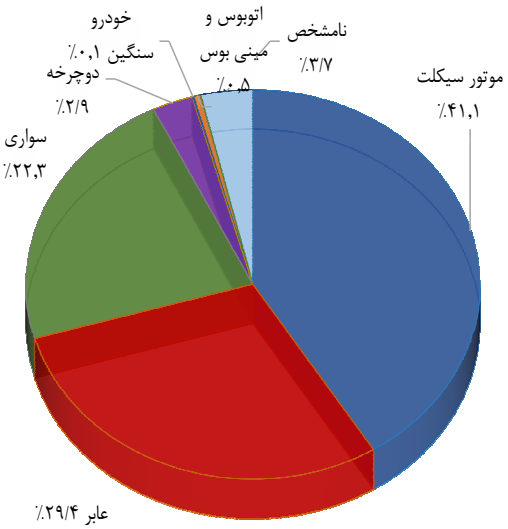
۳-٤- جمع‌آوری داده‌ها و اطلاعات مورد نیاز

اطلاعات مربوط به تصادفات جرحی و حجم ترافیک بزرگراه‌ها به عنوان اساس انجام این مطالعات، از سازمان حمل‌ونقل و ترافیک شهرداری مشهد اخذ و مورد بررسی واقع گردیدند. داده‌های ژئومتری از قبیل عرض راه، نوع میانه، تعدادرمپ‌ها، عرض میانه، و غیره نیز براساس نقشه‌های به روز تهیه شده توسط سازمان حمل‌ونقل و ترافیک مشهد برداشت گردیده است. داده‌های مربوط به تصادفات جرحی فقط برای یک سال قبل از نصب دوربین‌ها (سال۱۳۹۱) و تا ۵ سال بعد از نصب (سال۱۳۹٦) موجود بود. بنابراین در این مطالعه دوره قبل شامل یک سال و دوره بعد شامل ۵ سال می‌باشد.

۳-٤- تقسیم بندی متغیر وابسته به سه دسته مجزا

براساس آمار سازمان بهداشت جهانی بیش از نیمی از کل مرگ‌ومیر ناشی از سوانح ترافیکی در گروه کاربران آسیب‌پذیر راه اتفاق می‌افتد. این گروه شامل عابرین پیاده، دوچرخه‌سواران، موتورسواران، رانندگان سه‌چرخه و دوچرخه‌های موتوری و مسافران آن‌ها می‌باشند. نسبت این کشته شدگان آسیب‌پذیر در کشورهای با درآمد پایین، بیشتر است. با توجه به شکل زیرکه نسبت مجروحین تصادفات به تفکیک وسایل نقلیه مورد استفاده در سال ۱۳۹٦در شهر مشهد را نشان می‌دهند، می‌توان مشاهده نمود که در تصادفات جرحی به وقوع پیوسته در شبکه معابر شهر مشهد، درصد تصادفات مربوط به کاربران آسیب‌پذیر (عابر، دوچرخه و موتور سیکلت) در مقایسه با کاربران غیر آسیب‌پذیر (سواری، اتوبوس و مینی‌بوس و خودرو سنگین) قابل توجه است (شهرداری مشهد، ۱۳۹۷). این مهم سبب گردید که در تحقیق پیشرو تصادفات جرحی در سه دسته به صورت مجزا بررسی

گردند و اثر دوربین‌های کنترل سرعت بر هر یک از این دسته‌ها به طور جداگانه بررسی شود. این سه دسته از تصادفات عبارت‌اند از: ١) تصادفات کاربران آسیب‌پذیر ٢) تصادفات کاربران غیر آسیب‌پذیر ٣) تصادفات کل.



شکل ٢. مجروحین تصادفات به تفکیک وسایل نقلیه مورد استفاده در سال ١٣٩٦

٤- تجزیه و تحلیل و بحث

٤-١- نتایج مطالعه قبل و بعد ساده

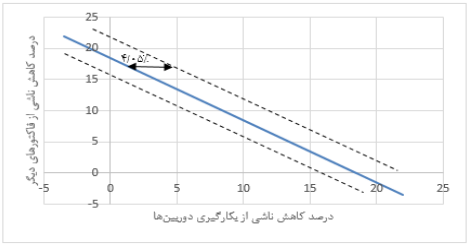
نتایج حاصل از بکارگیری روش ساده در مطالعه قبل و بعد دوربین‌های کنترل سرعت بزرگراهی شهر مشهد در جدول ١ آورده شده است.

جدول ١. تخمین اثرات دوربین‌های کنترل سرعت به روش نایو

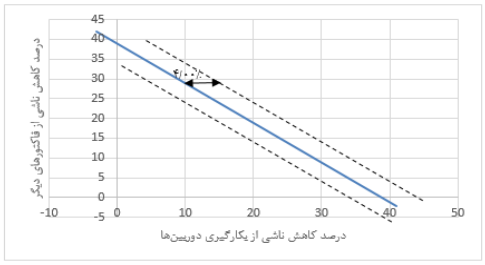
نوع تصادف	آسیب‌پذیر	غیر آسیب‌پذیر	کل
اثر ایمنی	٠/٨١	٠/٦١	٠/٧٢
واریانس مقادیر	٠/٠۴	٠/٠۴	٠/٠٣
مقدار کاهش تصادفات	٠/١٩	٠/٣٩	٠/٢٨

همان‌طور که از جدول بالا مشخص است میزان کاهش در تصادفات مربوط به کاربران آسیب‌پذیر٪٤/٠٠ ±٪١٩، تصادفات کاربران غیر آسیب‌پذیر ٪٤/٠٠ ± ٣٩٪ و برای تصادفات کل ٪٣/٠ ± ٢٨٪ می‌باشد. بیشترین میزان کاهش در گروه تصادفات کاربران غیر آسیب‌پذیر مشاهده می‌شود.

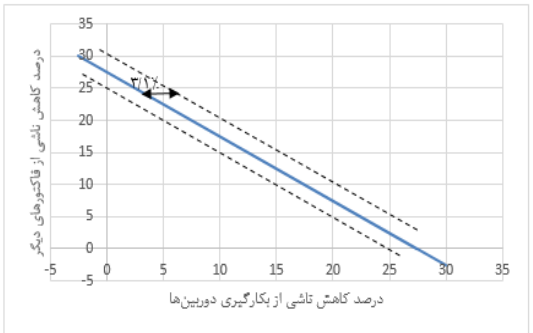
همان‌طور که هائر بیان می‌کند تمامی این مقادیر کاهش در تصادفات، ناشی از بکارگیری اقدام مورد نظر نبوده و فاکتورهای دیگر همچون تغییرات حجم ترافیک، آب و هوا، تغییر رفتار رانندگان، تغییر ناوگان حمل‌ونقل و غیره نیز در این کاهش موثر می‌باشند (reuaH,١٩٩٧). در شکل‌های زیر اثر بکارگیری اقدام مورد نظر در محور افقی و اثر سایر عوامل در محور عمودی نمایش داده شده است. خط پر با زاویه ٤٥ درجه نشان دهنده همه نقاطی است که در آن مجموع تأثیر عوامل یاد شده برابر با ١٩ (تصادفات کاربران آسیب‌پذیر)، ٣٩ (تصادفات کاربران غیرآسیب‌پذیر)،٢٨ (تصادفات کل) می‌باشد. محدوده خطوط خط چین عدم قطعیتی را نشان می‌دهد که در آن مجموع تأثیرات اقدام و سایر عوامل مشخص است.



شکل ٣. جداسازی اثر دوربین‌ها از اثر سایر فاکتورها (تصادفات کاربران آسیب‌پذیر)

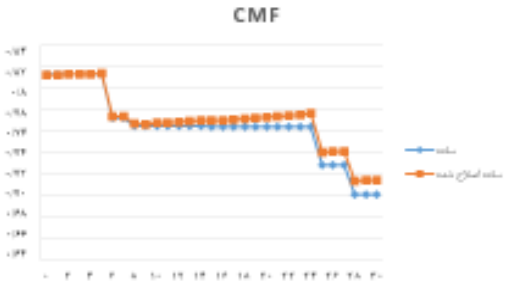


شکل ٤. جداسازی اثر دوربین‌ها از اثر سایر فاکتورها (تصادفات کاربران غیر آسیب‌پذیر)

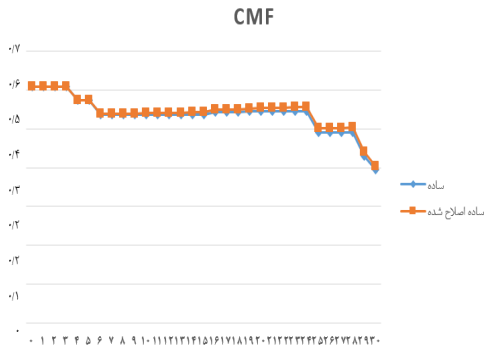


شکل ٥. جداسازی اثر دوربین‌ها از اثر سایر فاکتورها (تصادفات کل)

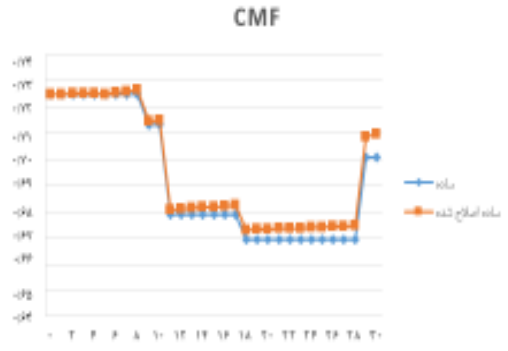
٤-٢- نتایج مطالعه قبل و بعد ساده اصلاح شده



شکل ٦. مقایسه مقدار CMF در روش ساده و ساده اصلاح شده (تصادفات کاربران آسیب‌پذیر)



شکل ٧. مقایسه مقدار CMF در روش ساده و ساده اصلاح شده(تصادفات کاربران غیر آسیب‌پذیر)



شکل ٨. مقایسه مقدار CMF در روش ساده و ساده اصلاح شده (تصادفات کل)

نتایج بکارگیری روش ساده اصلاح شده به وضوح نشان می‌دهد که هرچه مقدار معیار ورود بیشتر باشد تخمین اثر ایمنی دوربین‌ها بیشتر از مقدار تخمینی روش ساده خواهد بود. استفاده از روش ساده اصلاح شده می‌تواند مقدار خطای انتخاب سایت را کاهش دهد.

٥- نتیجه‌گیری

در این مطالعه به بررسی اثر دوربین‌های کنترل **سرعت** در کاهش تصادفات جرحی پرداخته شد. برای این منظور تمامی بزرگراه‌های داخلی شهر مشهد به قطعات همگن تقسیم‌بندی و برای بررسی کارایی دوربین‌های کنترل سرعت از مطالعه قبل و بعد به روش ساده استفاده گردید. نتایج حاصل از این مطالعه بیشترین کارایی دوربین‌ها را در تصادفات مربوط کاربران غیر آسیب‌پذیر نشان می‌دهد که در توجیه این موضوع می‌توان گفت یکی از دلایل این موضوع تبعیت بیشتر رانندگان وسایل نقلیه سواری و سنگین از دوربین‌های کنترل سرعت، در مقایسه با راکبان موتور و عابران پیاده و دوچرخه سواران می‌باشد. به عبارت دیگر وجود دوربین‌های کنترل سرعت باعث کاهش سرعت وسایل نقلیه سواری و سنگین و درنتیجه کاهش تصادفات مربوط به این گروه می‌گردد.

٦-مراجع

-حق شناس، ح.، (١٣٨٤)، "رابطه بین ویژگی‌های شخصیتی و رفتار رانندگی در شهر شیراز"، مجله پژوهشی حکیم،١١ (٣)، ص.٥٥-٤٧.

-سوری، ا.، (١٣٨٧)، "روانشناسی ترافیک"، همایش مشهد، ترافیک، آینده، مشهد، ناجا.

-صفارزاده، م.، ابریشمی، س. ا.، خسروی، ه.، (١٣٩١)، "روشی برای ارزیابی کارایی دوربین‌های کنترل سرعت در محورهای برون شهری (مطالعه موردی محورهای استان سمنان)"، دوازدهمین کنفرانس مهندسی حمل و نقل و ترافیک ایران، تهران، سازمان حمل و نقل و ترافیک تهران، معاونت حمل و نقل و ترافیک شهرداری تهران.

-شهرداری مشهد، (١٣٨٧)، "آمارنامه شهر مشهد"، معاونت برنامه‌ریزی وتوسعه.

-شهرداری مشهد، (١٣٩٧)، "چهاردهمین آمارنامه حمل و نقل شهر مشهد"، معاونت مطالعات و برنامه‌ریزی، پاییز.

-Lamm, R., and J. H. Kloeckner. Increase of Traffic Safety by Surveillance of Speed Limits with Automate Radar-devices on a Dangerous Section of a German Autobahn: A Long Term Investigation. Transportation Research Record 164, 9134, pp.3.

-Mountain, L., W. Hirst, and M. Maher, (2005), "Are speed enforcement cameras more effective than other speed management measures?: The impact of speed management schemes on 30mph roads", Accident Analysis & Prevention, 2005. 37(4), pp. 742-754.

-Tay, R., (2000), "Do Speed Cameras Improve Road Safety? Traffic and Transportation Studies", pp. 44-51.

-World Health Organization (WHO), 2008, "Speed management: a road safety manual for decision-makers and practitioners", Geneva, Global Road Safety Partnership.

-Chen, G., Wilson, R.J., Meckle, W., cooper, P., (2000), "Evaluation photo radar Program in British Colombia", Accident Analysis and Preventin 32(4), pp.517-526.

-Coleman, J. A., Paniati, J. F., Cotton, R.D., Parker Jr., M. R., Covey, R., Pena Jr., H. E., & Morford, G., (1996), "FHWA study tour for speed management and enforcement technology", US Department of Transportation, Washington, DC.

-Goldenbeld, C. and I. van Schagen, (2005), "The effects of speed enforcement with mobile radaron speed and accidents: An evaluation study on rural roads in the Dutch province Friesland", Accident Analysis & Prevention. 37(6), pp. 1135-1144.

-Hamzah, K.M., NG, C.P., Khairuddin, F.H., Yousof, AA.A., (2000), "The automated speed enforcement system", A case study in Putrajaya.

-Hauer, E., (1997), "Observational before-after study in road safety", Pergamon Press, Elsevier Science Ltd. Oxford, UK.

Calculating Crash Modification Factor of Mashhad Highway Speed Cameras

Ali Tavakoli Kashani, Associate Professor, School of Civil Engineering, Iran University of Science and Technology, Tehran, Iran.
Road Safety Research Center, Iran University of Science and Technology, Tehran, Iran.
Bahareh Bakhti, M.Sc., Grad., School of Civil Engineering, Iran University of Science and Technology, Tehran, Iran.
Road Safety Research Center, Iran University of Science and Technology, Tehran, Iran.
Abolfazl Mohammadzadeh Moghaddam, Assistant Professor of Highway and Transportation, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran.

E-mail: AliTavakoli@iust.ac.ir

Received: June 2020-Accepted: November 2020

ABSTRACT
Road traffic crashes are one of the major causes of deaths and injuries around the world. Approximately 1.2 million people (2.1% of all deaths) are killed every year and over 50 million are injured or disabled worldwide due to road traffic crashes. To control speeding and deaths different approaches regarding the road function has been proposed already. Speed cameras are one of these options in use. It has been approved that they are effective in reducing speed and crashes near speed cameras locations. This Study aims at evaluating the highways speed cameras through the Naïve and Naïve adjustment method in city of Mashhad. In this study Mashhad highway network was evaluated by before and after study and speed cameras crash modification factor was calculated for the first time for these cameras. This study revealed that these cameras are most effective in reducing invulnerable crashes however they are effective in reducing vulnerable crashes.

Keywords: Safety Evaluation, Highway Speed Cameras, before and after Studies, Naïve and Naïve Adjustment Method, Crash Modification Factor