

# تأثیر دوربین‌های کنترل سرعت در کاهش تخلفات سرعت با استفاده از روش

## بیز و گروه مقایسه (مطالعه موردی محور قزوین-رشت و بم-کرمان)

ابراهیم امیری، دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشکده مهندسی عمران و محیط زیست، دانشگاه تربیت مدرس

مهدی فریدزاد، دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشکده مهندسی عمران و محیط زیست، دانشگاه تربیت مدرس

محمود صفارزاده (مسئول مکاتبات)، استاد، دانشکده مهندسی عمران و محیط زیست، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران

E-mail: saffar\_m@modares.ac.ir

پذیرش: ۱۳۹۷/۱۰/۱۰

دریافت: ۱۳۹۷/۰۳/۰۲

### چکیده

سرعت وسایل نقلیه یکی از عوامل مهم تعیین کننده شدت و میزان جراحات و تصادفات منجر به فوت سرنشینان وسایل نقلیه است. بمنظور ارتقای ایمنی در جاده ها و راه‌های برون شهری، مسئولان حوزه حمل و نقل، تصمیم بر ایجاد محدودیت‌های سرعت گرفته‌اند. در این مطالعه با استفاده از دو روش از مطالعات قبل و بعد، روش تجربی بیز و گروه مقایسه، داده‌های جمع‌آوری شده از تردد شمارهای آزاد راه قزوین-رشت و بزرگراه بم-کرمان مورد ارزیابی قرار گرفت تا میزان تأثیر این دوربین‌ها در کاهش تعداد تخلفات سرعت سنجیده شود. نتایج روش بیز برای دوربین کنترل سرعت در محور رودبار-رستم‌آباد نشان دهنده کاهش ۸۹/۵۱ و نتایج گروه مقایسه آن نشان دهنده کاهش ۸۱ تا ۹۵ درصدی تخلفات سرعت و نتایج روش بیز برای محور حیرت-ماهان نشان دهنده کاهش ۹۴ درصدی تخلفات سرعت و نتایج روش گروه مقایسه نشان دهنده کاهش تقریبی ۸۰ تا ۸۸ درصدی تخلفات سرعت در محدوده دوربین کنترل سرعت است. پس در مجموع می‌توان گفت که دوربین‌های کنترل سرعت در این محورها دارای اثرات مثبتی در کاهش چشم‌گیر تخلفات سرعت در محدوده نصب دوربین با استفاده از روش‌های مذکور است.

واژه های کلیدی: تخلفات سرعت، دوربین‌های کنترل سرعت، روش بیز، گروه مقایسه، مطالعه قبل و بعد

## ۱. مقدمه

دولت‌ها برای نظارت بر اجرای این قوانین و کاهش تخلفات سرعت جهت کاهش تصادفات است [Sarkar and Ghanati, 2006].

نتایج مطالعات قبل و بعد نشان داده است که بکارگیری دوربین‌های کنترل سرعت می‌تواند سرعت خودرو و همچنین تصادفات جاده‌ای را به شکل محسوس و قابل توجهی در نزدیکی مکان‌های نصب دوربین‌های کنترل سرعت کاهش دهند [Goldenbeld and van Schagen, 2005]. در برخی از مطالعات نیز به برآورد اثرات دوربین‌های کنترل سرعت در فواصل مختلف از آن‌ها پرداخته شده است [Shim et al. 2015]. این مسأله به‌ویژه با توجه به احتمال وقوع پدیده پرش کانگرو که رانندگان به طور ناگهانی اقدام به کاهش و یا افزایش سرعت خود قبل و بعد از محل دوربین‌های کنترل سرعت می‌نمایند، از اهمیت قابل توجهی برخوردار است [Mountain, Hirst and Maher, 2005].

دی پاو<sup>۱</sup> و همکاران (۲۰۱۴) به بررسی طول ۵۳ کیلومتر از جاده‌ای در بلژیک شامل ۱۹ مقطع که در آن محدودیت سرعت ۹۰ کیلومتر بر ساعت اعمال شده بود، پرداختند که با استفاده از مطالعات قبل و بعد و با بهره‌گیری از روش گروه مقایسه نشان دادند که نصب دوربین‌های کنترل سرعت در این محور موجب کاهش نرخ تصادفات به میزان ۵٪ و همچنین کاهش نرخ تصادفات منجر به فوت به میزان ۳۳٪ بوده است و این خود نشان دهنده اثر مثبت بکارگیری دوربین‌های کنترل سرعت بوده است [De Pauw et al. 2014c].

همچنین شیم<sup>۲</sup> و همکاران (۲۰۱۵) با تحلیل داده‌های ترافیکی جمع‌آوری شده توسط GPS تاکسی‌ها و با استفاده از روش تحلیل تجربی بیز<sup>۳</sup> با گروه مقایسه<sup>۴</sup> نشان دادند که رانندگان سرعت خود را در نزدیکی مکان‌های نصب دوربین کاهش می‌دهند و در کوتاه‌مدت پس از گذر از دوربین مجدداً سرعت می‌گیرند. آن‌ها نشان دادند که در کل وقوع تصادفات تقریباً ۷/۶ درصد در نزدیکی محل اجرای دوربین کاهش یافته فصلنامه مهندسی حمل و نقل / سال یازدهم / شماره سوم / بهار ۱۳۹۹

سرعت، عامل ۵۰ درصد از تصادفات جاده‌ای در کشورهای کم درآمد و ۳۰ درصد از مرگ و میر در کشورهای پردرآمد و توسعه یافته است، به گونه‌ای که با کاهش سرعت می‌توان تعداد حوادث رانندگی و حتی شدت آن‌ها را کنترل نمود و کاهش داد. بر اساس گزارش‌های سازمان جهانی بهداشت، به ازای کاهش ۵ درصدی سرعت، ۳ درصد کاهش در میزان مرگ و میر و جراحات جدی صورت می‌گیرد [Hamzah et al. 2013]. بدیهی است که سرعت وسایل نقلیه یکی از عوامل مهم تعیین کننده شدت و میزان جراحت است. با افزایش سرعت، فاصله توقف افزایش می‌یابد و در نتیجه احتمال توقف ایمن خودرو کم می‌شود [Mountain, Hirst and Maher, 2005].

جهت ایمنی و کاهش حوادث و تصادفات جاده‌ای ناشی از سرعت، همواره محدودیت‌های سرعت مختلفی بسته به طرح هندسی راه و شرایط محیطی و ترافیکی مسیر از سوی دولت‌ها و گردانندگان سیستم تعریف می‌شود. اما با این حال رانندگانی با عدم رعایت این قوانین و تخطی از سرعت مجاز موجب وقوع حوادث رانندگی و همچنین تصادفات با شدت بالا می‌شوند. استفاده از سیستم‌های سستی مدیریت سرعت شامل حضور پلیس، تابلوها و علائم هشداردهنده تا حد بسیار زیادی عملکرد آن‌ها کاهش یافته است. تابلوها به دلیل تکراری شدن و یکنواختی و گاهی بی‌توجهی بعضی از رانندگان به آن‌ها، پس از مدتی کارایی خود را از دست می‌دهند و پلیس هم به دلیل کمبود امکانات و نیرو و گستردگی معابر درون و برون‌شهری امکان حضور ۲۴ ساعته در تمام محورها را ندارند. بر همین اساس استفاده از فن‌آوری‌های نوین و کارآمد از عوامل مهم و تاثیرگذار در کاهش تخلفات سرعت و در پی آن کاهش تصادفات محسوب می‌گردد. دوربین‌های کنترل سرعت یکی از فراگیرترین و مهم‌ترین راهکارهای بکار برده شده توسط

## تاثیر دوربین‌های کنترل سرعت در کاهش تخلفات سرعت با استفاده از روش بیز و گروه مقایسه

هفته رسیده است و این در حالی است که حجم ترافیک عبوری ۱۲۴۰۰۰ خودرو در روز بوده است [Stoelhorst, 2008].

نتایج کاسکتا و همکاران سال ۲۰۱۱ برای یک هفته قبل از نصب دوربین کنترل سرعت و یک هفته بعد از آن نشان دهنده کاهش سرعت از ۸۰/۸ به ۷۱/۷ کیلومتر بر ساعت، درصد خودروهایی که سرعت خود را کاهش می‌دهند از ۵۱/۶ درصد به ۱۷/۴ درصد، درصد خودروهایی که سرعت خود را ۴۰ کیلومتر بر ساعت بالاتر از سرعت مجاز می‌برند، از ۱/۲ درصد به ۰/۱ درصد و نوسانات سرعت از ۱۸/۱ کیلومتر بر ساعت به ۱۲/۱ کیلومتر بر ساعت رسیده است [Cascetta, Punzo and Montani, 2011].

همچنین صفارزاده و همکاران (۱۳۹۱) نشان دادند که نصب دوربین‌های کنترل سرعت با استفاده از روش نایو ساده به میزان ۳ درصد و با استفاده از روش نایو اصلاح حجم ترافیک، به میزان  $33 \pm 9$  درصد، موجب کاهش وقوع تصادفات می‌شود [Saffarzadeh, Abrishami and Khosravi, 1391].

علاوه بر این فریدزاد و همکاران (۱۳۹۶) نشان دادند که دوربین‌های کنترل سرعت در نزدیکی دوربین دارای اثر مطلوب حدود ۹۰ تا ۹۳ درصدی در کاهش تخلفات سرعت است، در حالی که در مواردی نیز، به دلیل عدم جانمایی درست دوربین، نصب آن موجب افزایش چشمگیر در تخلفات سرعت شده است [Faridzad, Amiri and Saffarzadeh, 2007]. این در حالی است که نتایج مونتا<sup>۶</sup> و همکاران (۲۰۱۵) نشان دهنده کاهش چشم‌گیر سرعت و تغییر در رفتار رانندگان حتی با وجود درک فاصله زیاد از دوربین کنترل سرعت است [Montella et al. 2015].

تحقیقات گسترده‌ای نشان داده است که دوربین‌های کنترل سرعت بر ایمنی ترافیکی تأثیر مثبتی دارند، زیرا سرعت خودرو در اطراف مناطق اجرایی کاهش می‌یابد، اما در برخی از موارد نه تنها در نزدیکی محل اجرای دوربین بلکه در طول بخش‌های

است، اما تصادفات در بالادست دوربین (قبل از دوربین) به دلیل کاهش ناگهانی سرعت توسط رانندگان ۱۱ درصد افزایش یافته است که به دلیل رفتار اجتناب از تخلف<sup>۵</sup> (EAB) رانندگان می‌باشد. رفتار اجتناب از تخلف (EAB) رفتار رانندگان در کاهش ناگهانی سرعت در مواجهه با دوربین کنترل سرعت و یا پلیس است که این کاهش سرعت، نه به دلیل ایمنی، بلکه صرفاً جهت جلوگیری از ثبت تخلف و جریمه است [Shim et al. 2015].

در مطالعه‌ی قبل و بعدی که در انگلستان در سال ۲۰۰۸ انجام شد، با نصب دوربین‌های کنترل سرعت، نرخ تخلفات سرعت تنها ۰٫۲٪ شده است و میانگین تخلفات سرعت روزانه رانندگان از بیشتر از ۱۰۰ تخلف به کمتر از ۱۰ تخلف سرعت کاهش یافت [Collins and McConnell, 2008].

همچنین دی پاو و همکاران (۲۰۱۴) در مطالعه‌ای دیگر نشان دادند که اثر ایمنی مطلوب یک دوربین کنترل سرعت در ۵۰۰ تا ۷۵۰ متری بالادست از بین می‌رود و در نتیجه باعث افزایش ۸ درصدی در کل تصادفات و کاهش ۲۹ درصدی تصادفات منجر به مرگ می‌شود [De Pauw et al. 2014b]. آنان حدس زده‌اند که این افزایش در تصادفات قبل از دوربین احتمالاً به دلیل رفتار اجتناب از تخلف رانندگان (EAB) در هنگام مشاهده دوربین است [De Pauw et al. 2014a].

در مطالعه قبل و بعد دیگری که در یکی از آزادراه‌های هلند در سال ۲۰۰۸ صورت گرفته است، با نصب دوربین‌های کنترل سرعت در این آزادراه، سرعت جریان آزاد متوسط، کاهش‌ی برابر ۱۵ تا ۲۰ کیلومتر بر ساعت داشته است و همچنین میانگین سرعت کاهش داشته و از ۱۰۰ کیلومتر بر ساعت به ۸۰ کیلومتر بر ساعت و برای خودروهای سبک، از ۹۰ کیلومتر بر ساعت به ۸۰ کیلومتر بر ساعت رسیده است. همچنین تخلفات سرعت برای خودروهای سنگین و میانگین سرعت ۸۵ درصد کاهش داشته است. نرخ تخلفات سرعت کاهش و از ۴/۶ درصد به ۰/۶ درصد در روزهای هفته و ۰/۹ درصد در آخر

فصلنامه مهندسی حمل و نقل / سال یازدهم / شماره سوم / بهار ۱۳۹۹

گروه مقایسه و مدل بیز اشاره کرد. در این مطالعه برای بررسی اثرات دوربین‌های کنترل سرعت به عنوان یک اقدام ایمنی بر کاهش تخلفات سرعت از دو روش گروه مقایسه و بیز استفاده شده است که در ادامه جزئیات این روش‌ها بیان می‌شود.

## ۲-۱ روش گروه مقایسه

در این مدل برای پیش‌بینی تعداد تخلفات سرعت بعد از اقدام از گروهی به نام گروه مقایسه که تمام ویژگی‌های گروه هدف را دارا است و تنها اقدام ایمنی در آن اجرا نشده یا بر آن اثر گذار نبوده است، استفاده می‌شود. پیش‌بینی تعداد تخلفات سرعت از حاصل ضرب تعداد تخلفات سرعت بعد به قبل گروه مقایسه در تعداد تخلفات سرعت قبل از اجرای اقدام گروه هدف حاصل می‌گردد. در این مدل عوامل موثر و تاثیرگذار به صورت مستقیم در نظر گرفته نمی‌شوند. اما به دلیل عدم وجود یا تاثیر اقدام در گروه مقایسه در تخلفات سرعت قبل و بعد این عوامل مستتر هستند [Hauer, 2002].

تفاوت تعداد تخلفات سرعت گروه مقایسه و گروه هدف در بازه زمانی مطالعه اهمیت چندانی ندارد. آنچه از اهمیت بالایی برخوردار است، یکسان بودن ویژگی‌های گروه مقایسه در زمان قبل و بعد از اجرای اقدام با گروه هدف است.

در این مطالعه پنجره‌های زمانی به صورت  $i = 1, 2, 3, 4$  است که شامل سال‌های ۹۲-۹۳، ۹۳-۹۴، ۹۴-۹۵ و ۹۵-۹۶ است.

برای محاسبه میزان کارایی اثر دوربین کنترل سرعت، ابتدا باید تخلفات سرعت در دوره بعد از اجرای دوربین، در صورتی که در آن محل دوربین نصب نمی‌شد یا تحت تاثیر دوربین نبود، را از رابطه زیر تخمین زد.

$$\hat{\pi} = r_c \times K \quad (1)$$

که در رابطه بالا  $K$  تعداد تخلفات سرعت در دوره قبل در گروه هدف و  $r_c$  نسبت تخلفات سرعت قبل به بعد در گروه مقایسه است که از رابطه زیر به دست می‌آید.

مرتبط با سیستم ایمنی ترافیکی را افزایش می‌دهد [Goldenbeld and van Schagen, 2005].

در کشور چین مطالعه‌ای توسط ژانگ (۲۰۱۵) جهت بررسی اثربخشی استفاده از دوربین‌های کنترل سرعت بر کاهش سرعت وسایل نقلیه صورت گرفت. بر اساس نتایج این مطالعه، در بزرگراه‌هایی با سرعت مجاز ۱۰۰ کیلومتر بر ساعت که دوربین بصورت طره‌ای و کنار جاده نصب شده بود، بترتیب ۵۰ درصد و ۹۳/۳ درصد کاهش در سرعت رانندگان مشاهده شده و در بزرگراه با سرعت مجاز ۱۲۰ کیلومتر بر ساعت که دوربین کنار جاده نصب شده بود، ۱۷/۴ درصد کاهش سرعت ملاحظه گردید [Zhang, Hu and Chen, 2015].

در مطالعه‌ای که توسط رتینگ (۲۰۰۳) بمنظور اثربخشی بکارگیری دوربین‌های کنترل سرعت ثابت در بزرگراه‌های آمریکا صورت پذیرفته است، مشخص گردید که استقرار دوربین‌های کنترل سرعت در بزرگراه‌های این کشور، باعث کاهش میانگین سرعت رانندگان شده و احتمال آنکه رانندگان سرعت خود را به بالاتر از ۱۰ درصد سرعت مجاز افزایش دهند، ۸۸ درصد کاهش یافته است [Retting, 2003].

بنابراین با توجه به مطالعات گذشته، دوربین‌ها در فواصل مختلف از آن‌ها دارای اثرات متفاوتی بر سرعت رانندگان است و این اثرات برای محل‌ها و محورهای مختلف، متفاوت است. در این پژوهش سعی بر این شده است که میزان کارایی دوربین‌های کنترل سرعت در فاصله ۱۰۰ متری و ۵۰۰ متری نزدیک به دوربین بررسی و ارزیابی گردد.

## ۲. مطالعات قبل و بعد

مطالعه قبل و بعد یکی از روش‌های ارزیابی اقدامات ایمنی است که از مهم‌ترین راه‌های بررسی کارایی اقدام انجام شده است. این روش با استفاده از اطلاعات قبل و بعد از اقدام ایمنی و ویژگی‌های محورها با استفاده از مدل‌های مختلف به بررسی اقدام انجام شده، می‌پردازد که از انواع آن‌ها می‌توان به مدل

تأثیر دوربین‌های کنترل سرعت در کاهش تخلفات سرعت با استفاده از روش بیز و گروه مقایسه

جدول ۱. مقادیر تخلفات سرعت قبل و بعد در محور مورد بررسی و گروه مقایسه

گروه مقایسه	محور شامل نصب دوربین	
$M_i$	$K_i$	تخلفات سرعت قبل
$N_i$	$L_i$	تخلفات سرعت بعد

$$E\{\omega\} = \frac{VAR\{r_T\}}{r_T^2} \cong \frac{1}{M} + \frac{1}{N} + VAR\{\omega\} \quad (۸)$$

$$VAR(\hat{\pi}) = \hat{\pi}^2 \times \left( \frac{1}{K} + \frac{VAR\{r_T\}}{r_T^2} \right) \quad (۹)$$

در رابطه (۸) نسبت تعداد تخلفات بعد به قبل در گروه هدف است که برابر  $r_c$  فرض می‌شود و  $VAR\{r_T\}$  واریانس  $r_T$  است.

علاوه بر روابط بالا باید میزان واریانس  $\theta$  تخمین زده را محاسبه نمود تا بازه تغییرات ارزیابی را دانست که این واریانس از رابطه زیر قابل محاسبه است.

$$VAR(\theta) = \frac{\theta^2 \times \left( \frac{VAR(\hat{\pi})}{\pi^2} + \frac{VAR(\hat{\lambda})}{\lambda^2} \right)}{\left( 1 + \left( \frac{VAR(\hat{\pi})}{\pi^2} \right) \right)^2} \quad (۱۰)$$

که در رابطه بالا  $VAR(\hat{\lambda})$  برابر خود  $\hat{\lambda}$  فرض می‌شود.

## ۲-۲ روش تحلیل تجربی بیز-نایو

در مدل ساده، فرض ثابت بودن همه عوامل تأثیرگذار بر ایمنی بجز اقدام انجام شده در راستای بهبود ایمنی فرض غیر واقعی است. مدل اصلاح حجم ترافیک که بهبود یافته مدل ساده است تنها یکی از عوامل تأثیرگذار بر ایمنی را در نظر گرفته است. در مدل گروه مقایسه همه فاکتورهای قابل اندازه‌گیری و نامشخص و تأثیر آنها در  $r_c$  دیده شده است. اما در روش تجربی بیز علاوه بر قابلیت به کار بردن متغیرهای تأثیرگذار مختلف در میزان تخلفات سرعت، اثر این متغیرها از یک گروه مرجع از مکان‌هایی که متغیرهای تأثیرگذار در آن مشابه مکان مورد بررسی است، نیز استفاده می‌شود (Hauer, 2002).

$$r_c = r_T = \frac{N}{M} \frac{1}{1 + \frac{1}{M}} \quad (۲)$$

همچنین به دلیل اینکه گروه مقایسه‌ای که باید با محل مورد بررسی که مقایسه می‌شود، از نظر ویژگی بسیار شبیه باشد، پس شاخص زیر ( $VAR\{\omega\}$ ) جهت بررسی این شباهت تعریف می‌شود که هرچه کوچکتر (به صفر نزدیک‌تر) باشد، گروه مقایسه‌ای بهتر است (یا شاخص  $E\{\omega\}$  به ۱ نزدیک باشد).

$$VAR\{\omega\} = s^2\{o\} - \left( \frac{1}{K} + \frac{1}{L} + \frac{1}{M} + \frac{1}{N} \right) \quad (۳)$$

در رابطه بالا  $s^2\{o\}$  که از مجذور مجموع انحراف معیارهای تخلفات سرعت در هر پنجره زمانی که با ۰ نمایش داده می‌شود، به دست می‌آید.

$$o_i = \frac{\left( \frac{K_i \times N_i}{M_i \times L_i} \right)}{\left( 1 + \frac{1}{L_i} + \frac{1}{M_i} \right)} \quad (۴)$$

$$s^2\{o\} = VAR\{o_i\} = \frac{\sum_{i=1}^n (o_i - \bar{o})^2}{n - 1} \quad (۵)$$

که در رابطه (۵)،  $n$  تعداد پنجره زمانی است و  $\bar{o}$  میانگین مقادیر  $O_i$  است.

میزان کارایی دوربین‌ها از رابطه زیر قابل محاسبه است.

$$(۶) \quad \text{درصد کارایی دوربین} = (1 - \theta) \times 100$$

$\theta$  نیز از رابطه زیر قابل محاسبه است.

$$(۷) \quad \theta = \frac{\hat{\lambda} / \hat{\pi}}{1 + \frac{VAR(\hat{\pi})}{\pi^2}}$$

در رابطه (۷)  $\hat{\lambda}$  تخمین تعداد تخلفات سرعت مشاهده شده پس از نصب دوربین است که برابر  $L$  فرض می‌شود.  $VAR(\hat{\pi})$  نیز از رابطه زیر قابل محاسبه است.

فصلنامه مهندسی حمل و نقل / سال یازدهم / شماره سوم / بهار ۱۳۹۹

$K$ : تعداد تخلفات سرعت در مکان مورد بررسی است،  
 $\hat{E}\{k\}$ : برآوردی است که از مدل ساخته شده از گروه  
 مرجع و با مقادیر متغیرهای محل مورد بررسی به دست می‌آید  
 و

$\hat{\alpha}$ : ضریبی از وزن  $\hat{E}\{k\}$  و  $K$  در پیشبینی تخلفات  $\hat{k}$   
 است که همواره بین ۰ و ۱ است و از رابطه زیر به دست می‌آید.

### ۳. داده‌ها و مکان مورد بررسی

در این پژوهش، بررسی اثر دوربین‌ها بر کاهش تخلفات سرعت  
 در محور آزادراه قزوین-رشت و بزرگراه کرمان-بم مورد  
 ارزیابی قرار گرفت. برای آنکه بتوان میزان کارایی دوربین‌های  
 کنترل سرعت را سنجید، باید داده‌ها برداشت شده از  
 ترددشمارهایی که در نزدیکی دوربین‌های کنترل سرعت قرار  
 دارند (۱/۵ کیلومتر قبل و ۸۰۰ متر بعد از محل نصب دوربین)  
 مورد ارزیابی قرار گیرند. بنابراین باید مکان‌هایی را انتخاب  
 نمود که ترددشمار در نزدیکی دوربین قرار دارد. در این محور  
 که در شکل ۱ مشاهده می‌شود، فقط دو ایستگاه رودبار در  
 محور رودبار-رستم‌آباد و ایستگاه جیرفت در محور جیرفت-  
 ماهان دارای چنین شرایطی بودند. در ایستگاه رودبار، ترددشمار  
 در فاصله ۱۰۰ متری بعد از دوربین و در ایستگاه جیرفت،  
 ترددشمار در فاصله ۵۰۰ متری بعد از دوربین قرار دارد

در این روش تخلفات پیشبینی شده ترکیبی از وزن تخلفات  
 مشاهده شده در محل مورد بررسی و مکان‌های مرجع است که  
 به صورت رابطه زیر نمایش داده می‌شود.

$$\hat{k} = \hat{\alpha}\hat{E}\{k\} + (1 - \hat{\alpha})K \quad (11)$$

در رابطه (۱۱)

$\hat{k}$ : تخمین تعداد تخلفات سرعت در محل مرجع است،

$$\hat{\alpha} = \frac{1}{1 + \frac{\overline{VAR}\{k\}}{\hat{E}\{k\}}} \quad (12)$$

که در رابطه (۱۲)  $\overline{VAR}\{k\}$  واریانس برآورد شده از  $k$   
 است که از رابطه زیر قابل محاسبه است.

$$\overline{VAR}\{k\} = VAR\{K\} - \hat{E}\{k\} \quad (13)$$

$$VAR\{K\} = (K - \hat{E}\{k\})^2 \quad (14)$$

سپس مقادیر  $\theta$  و واریانس  $\theta$  با استفاده از روابط (۴) و (۶)  
 محاسبه می‌شوند، با این تفاوت که  $VAR(\hat{\pi})$  از رابطه زیر  
 محاسبه می‌شود.

$$VAR(\hat{\pi}) = r_a^2 \times \overline{VAR}\{\hat{k}\} \quad (15)$$

$$r_a = \frac{\text{مدت زمان بعد از اقدام}}{\text{مدت زمان قبل از اقدام}} \quad (16)$$

در رابطه بالا مقدار  $\overline{VAR}\{\hat{k}\}$  به صورت زیر قابل محاسبه  
 است.

$$\overline{VAR}\{\hat{k}\} = (1 - \hat{\alpha})\hat{k} \quad (17)$$



شکل ۱. الف) تصویر سمت راست ایستگاه رودبار ب) تصویر سمت چپ ایستگاه جیرفت

## تاثیر دوربین‌های کنترل سرعت در کاهش تخلفات سرعت با استفاده از روش بیز و گروه مقایسه

ترددشمارهای محورهای رامسر-تنکابن، تنکابن-رامسر، محمودآباد-نور، نور-محمودآباد، عباس‌آباد-چالوس و چالوس-عباس‌آباد از استان مازندران و رودبار-منجیل از استان گیلان که با فاصله زیاد از دوربین قرار داشتند به عنوان گروه مقایسه و محورهای تربت حیدریه-سهراب-شادمهر، سبزوار-نیشابور و چناران-قوچان از استان خراسان رضوی و محور نطنز-اصفهان از استان اصفهان به عنوان گروه مرجع برای محور رودبار-رستم‌آباد انتخاب گردید.

### ۴. نتایج

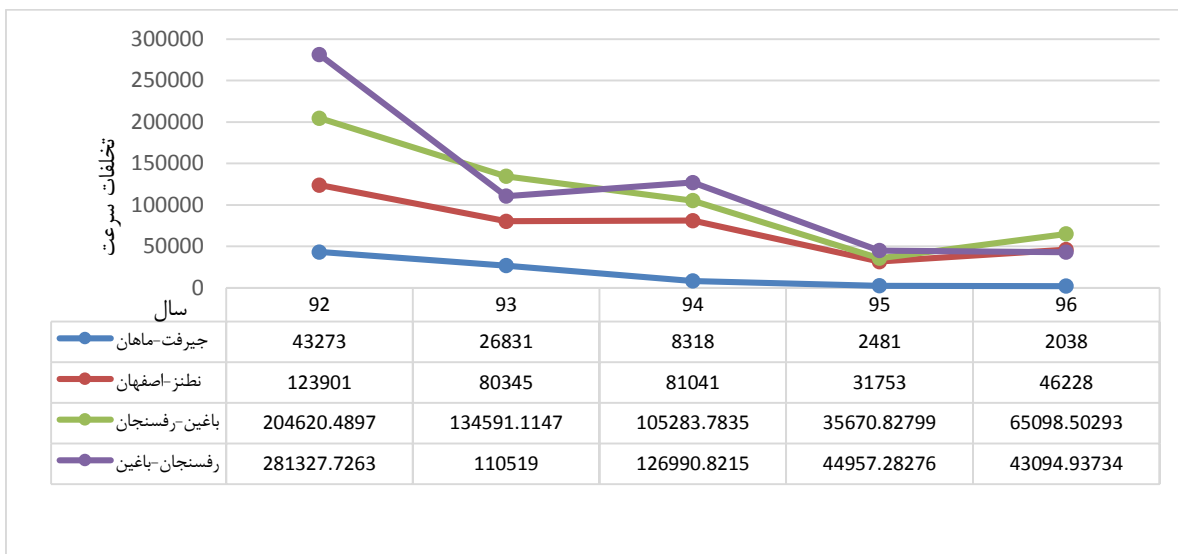
#### ۴-۱ گروه مقایسه محور جیرفت-ماهان

با استفاده از اطلاعات به دست آمده از ترددشمار ایستگاه جیرفت و مقایسه با گروه مقایسه‌ی محورهای باغین-رفسنجان، نطنز-اصفهان، رفسنجان-باغین که در بین سایر محورهای کشور دارای کمترین مقدار شاخص  $E\{\omega\}$  و به ترتیب برابر ۰/۵۵۶، ۰/۹۷ و ۱/۹ بودند و با فاصله از دوربین قرار داشتند،

پس به این منظور داده‌های روزانه ترددشمارهای این دو ایستگاه در ماه‌های خرداد، تیر و مرداد (به دلیل شرایط پایدار جوی در این ایام سال) در سال‌های ۹۲ و ۹۳ به عنوان دوره قبل از نصب دوربین و سال‌های ۹۴ تا ۹۶ به عنوان دوره بعد از نصب دوربین‌های کنترل سرعت، جمع‌آوری گردید. دوربین در هر دو مکان، در ۲۵ بهمن سال ۱۳۹۳ نصب گردید. علاوه بر داده‌های بالا، داده‌های تردد شمار محورهای نطنز-اصفهان از استان اصفهان، رفسنجان-باغین و باغین-رفسنجان از استان کرمان که با فاصله زیاد از دوربین قرار داشتند به عنوان گروه‌های مقایسه و محورهای خمینی‌شهر-نجف‌آباد و نجف‌آباد-فولادشهر از استان اصفهان و محور ماهشهر-بندر امام از استان خوزستان و محور بندرعباس-بندرپل از استان هرمزگان به عنوان گروه مرجع برای محور جیرفت-ماهان، جمع‌آوری گردید. که دلیل انتخاب این محورها به عنوان گروه مقایسه‌ای، داشتن کمترین مقدار شاخص  $E\{\omega\}$  (شاخص شباهت محور) در بین سایر محورها و دلیل انتخاب این گروه مرجع نیز داشتن متغیر یکسان در مدل‌های تخلفات سرعت گروه مرجع و مکان مورد بررسی است. همچنین داده‌های

جدول ۲. نتایج کارایی دوربین‌ها با استفاده از گروه‌های مقایسه

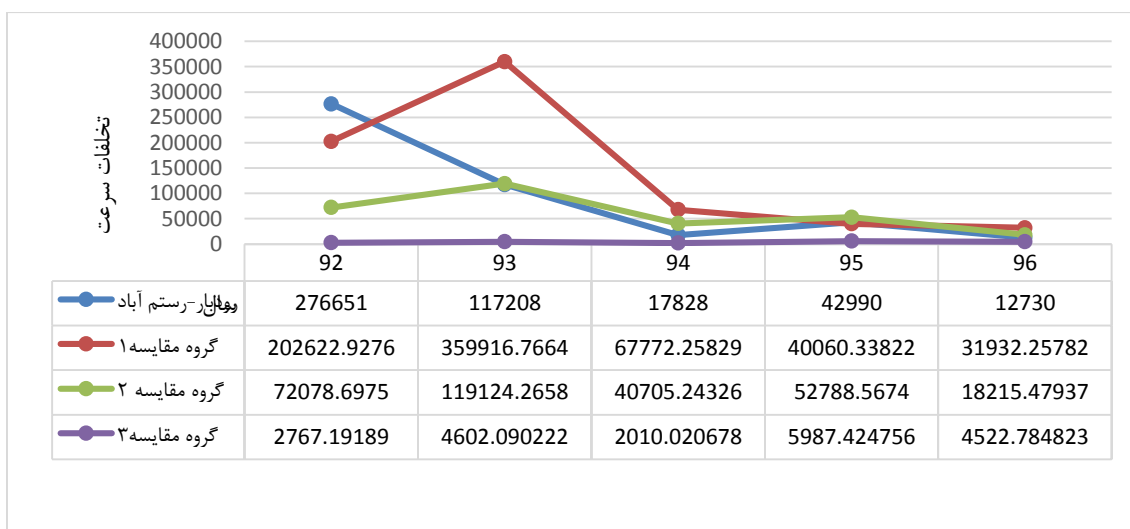
کارایی دوربین (درصد)	$VAR\{\theta\}$	$\theta$	$E\{\omega\}$	گروه مقایسه	
$۸۰/۶۳ \pm ۹/۲۸$	۰/۰۰۸۶	۰/۱۹۳	۰/۵۵۶	باغین-رفسنجان	محور جیرفت-ماهان
$۸۸/۰۶ \pm ۵/۹۶$	۰/۰۰۳۵	۰/۱۱۹	۰/۹۷	نطنز-اصفهان	
$۸۸/۵ \pm ۵/۴۶$	۰/۰۰۲۹	۰/۱۱۵	۱/۹	رفسنجان-باغین	
$۸۱/۰۷ \pm ۲/۹۷$	۰/۰۰۶۷۵	۰/۱۸۹۲	۲/۹۷۰۷	گروه مقایسه ۱	محور رودبار-رستم‌آباد
$۸۹/۹۱ \pm ۴/۶۸$	۰/۰۰۲۱۹۹	۰/۱۰۰۸۹۹	۲/۱۶۷۷	گروه مقایسه ۲	
$۹۵/۰۶ \pm ۲/۴۵$	۰/۰۰۰۶۰۲	۰/۱۰۰۸۹۹	۱/۲۲۸	گروه مقایسه ۳	



شکل ۲. تخلفات گروه‌های مقایسه محور چیرفت-ماهان

برآورد می‌شود. این نتایج برای برای گروه‌های مقایسه ذکر شده در جدول ۲ خلاصه شده است. همانطور که در جدول ۲ مشاهده می‌شود، میزان کارایی دوربین کنترل سرعت محور چیرفت ماهان در مقایسه با گروه مقایسه‌های مذکور، در حدوده ۸۰ تا ۸۸ درصد و با خطای ۵ تا ۹ درصد است، که نشان دهنده بازدهی تقریباً خوب این دوربین در فاصله ۵۰۰ متری بعد از آن است.

انتخاب شدند (جدول ۲). همچنین این محورها به دلیل داشتن شرایط هندسی و محیطی مشابه با محور چیرفت-ماهان جهت بررسی به عنوان گروه مقایسه در نظر گرفته شده است. شکل بالا تعداد تخلفات صورت گرفته در این ایستگاه‌ها را در سال‌های مورد ارزیابی نشان می‌دهد (شکل ۲). پس با استفاده از روابط (۱) تا (۱۰) که روش گروه مقایسه است میزان کارایی دوربین کنترل سرعت ایستگاه چیرفت



شکل ۳. تخلفات گروه‌های مقایسه محور رودبار-رستم آباد



تأثیر دوربین‌های کنترل سرعت در کاهش تخلفات سرعت با استفاده از روش بیز و گروه مقایسه

#### ۴-۲ گروه مقایسه محور رودبار-رستم آباد

با استفاده از اطلاعات به دست آمده از ترددشمار ایستگاه رودبار و مقایسه با گروه مقایسه‌ی ایستگاه‌های محمودآباد-نور، مجموع پنج محور رامسر-تنکابن، رودبار-منجیل، چالوس-عباس‌آباد، عباس‌آباد-چالوس و محمودآباد-نور و همچنین مجموع پنج محور رودبار-منجیل، رامسر-تنکابن، تنکابن-رامسر، محمودآباد-نور و نور-محمودآباد که در بین سایر محورهای کشور دارای کمترین مقدار شاخص  $E\{\omega\}$  و به ترتیب برابر  $۲/۹۷۰۸$  و  $۲/۱۶۷۷$  و  $۱/۲۲۸۲$  بودند و با فاصله از دوربین قرار داشتند، انتخاب شدند (جدول ۲). همچنین این محورها علاوه بر کم بودن شاخص شباهت، به دلیل داشتن شرایط هندسی و محیطی مشابه جهت بررسی به عنوان گروه مقایسه انتخاب شدند. شکل ۳ تعداد تخلفات صورت گرفته در این ایستگاه‌ها را در سال‌های مورد ارزیابی نشان می‌دهد.

پس با استفاده از روابط (۱) تا (۱۰) که روش گروه مقایسه است میزان کارایی دوربین کنترل سرعت ایستگاه رودبار برآورد می‌شود. این نتایج برای گروه‌های مقایسه ذکر شده در جدول ۲ خلاصه شده است.

برای راحتی در نام بردن هر گروه مقایسه، برای آن‌ها، یک نام اختصاری تعریف می‌شود. محمودآباد-نور گروه مقایسه ۱، مجموع پنج محور رامسر-تنکابن، رودبار-منجیل، چالوس-

عباس‌آباد، عباس‌آباد-چالوس و محمودآباد-نور گروه مقایسه ۲ و مجموع پنج محور رودبار-منجیل، رامسر-تنکابن، تنکابن-رامسر، محمودآباد-نور و نور-محمودآباد گروه مقایسه ۳ نامگذاری می‌شود.

#### ۴-۳ روش بیز محور جیرفت-ماهان

همانطور که قبلاً توضیح داده شد، در روش بیز می‌توان اثر متغیرهای زیادی را در مدل وارد نمود و همچنین این مدل را بر اساس تغییرات در متغیرهای مشترک در یک یا چند گروه مرجع بررسی نمود. بر اساس مدل ساخته شده با داده‌های دوره قبل محور جیرفت-ماهان، دو متغیر درصد وسایل نقلیه سنگین (ph) و حجم تردد روزانه (DT) معنادار شده‌است. بنابراین در گروه‌های مرجع نیز باید این دو متغیر معنادار شوند. این محور به دلیل قرار گرفتن در منطقه هموار می‌توان انتظار داشت که حجم تردد روزانه و درصد وسایل نقلیه سنگین مهمترین عوامل تأثیرگذار بر تخلفات سرعت باشند. بنابراین با بررسی محورهای مختلف که اقدام ایمنی نصب دوربین تا مرداد سال ۹۶ در آن صورت نگرفته است، ۳ محور بندعباس-بندرپل، خمینی‌شهر-نجف‌آباد، ماهشهر-بندرامام و نجف‌آباد-فولادشهر

جدول ۳. پارامترهای آماری مدل‌های تخلفات سرعت روش بیز دو محور

محور	نام متغیر	ضریب	آماره t	آماره p
رودبار-رستم آباد	$X_1$	۵۴۶/۴۹۸۴	۱۷/۳۸	۰/۰۰۰
	$X_2$	-۶۷۰/۰۸۰۸	-۱۱/۰۲	۰/۰۰۰
	ثابت	۰/۱۷۵	-۰/۱۵	۰/۸۸۳
جیرفت-ماهان	$X_1$	$۳/۱۱ \times ۱۰^{(-۱۱)}$	۶/۵۹	۰/۰۰۰
	$X_2$	$۲/۳۱ \times ۱۰^{(-۶)}$	۳/۵۲	۰/۰۰۰
	$X_3$	۱/۷۵۴۷۳۷	۸/۵۸	۰/۰۰۰

۰/۹۹۴	۰/۰۱	۱/۱۱۹۵۴۴	ثابت
-------	------	----------	------

همانطور که در جدول ۴ مشاهده می‌شود، در محدوده اثرگذاری دوربین، ۹۴ درصد تخلفات سرعت کاهش یافته است و خطای این برآورد بسیار کم (۰/۸ درصد) است.

#### ۴-۴ روش بیز محور رودبار-رستم آباد

همانطور که قبلاً توضیح داده شد، در روش بیز می‌توان اثر متغیرهای زیادی را در مدل وارد نمود و همچنین این مدل را بر اساس تغییرات در متغیرهای مشترک در یک یا چند گروه مرجع بررسی نمود. پس بدین منظور محوره‌های بندعباس- بندرپل، خمینی شهر-نجف‌آباد، ماهشهر-بندامام و نجف‌آباد- فولادشهر که در آن‌ها اقدام ایمنی نصب دوربین صورت نگرفته است. این گروه مرجع در متغیرهای درصد وسایل نقلیه سنگین و متوسط حجم ترافیک روزانه در سال به عنوان متغیر مستقل، مشترک با محور مورد بررسی هستند. در نهایت مدل زیر برای پیش‌بینی تخلفات سرعت رانندگان با استفاده از میانگین مجموع داده‌های گروه مرجع به دست آمد که جزئیات آن در جدول ۳ آمده است.

$$y = 0.175 + 546.49 \ln(x_1) - 670.08 \sqrt{x_2} \quad (19)$$

که در رابطه ۱۹:

$y$ : تعداد تخلفات سرعت در روز در دوره قبل،

$x_1$ : برابر است با  $\ln(DT)$  که  $DT$  میزان حجم ترافیک روزانه در دوره قبل است و

$x_2$ : جذر درصد وسایل نقلیه سنگین در روز در دوره قبل است ( $x_2 = ph^{0.5}$ ).

که در آن‌ها اقدام ایمنی نصب دوربین صورت نگرفته است به عنوان گروه مرجع محور جیرفت-ماهان انتخاب گردید. در نهایت مدل زیر برای پیش‌بینی تخلفات سرعت رانندگان با استفاده از میانگین مجموع داده‌های گروه مرجع به دست آمد که جزئیات آن در جدول ۳ آمده است.

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 \quad (18)$$

که در رابطه ۱۸  $Y$  تخلفات سرعت روزانه،  $\beta_0$  مقدار عدد ثابت مدل و  $\beta_1$  تا  $\beta_3$  ضرایب متغیرهای  $X_1$  تا  $X_3$  است که مقدار این ضرایب و معناداری آن‌ها در جدول ۳ آمده است. همچنین متغیرهای رابطه ۱ برابر با  $X_1 = DT \ln(ph)$  و  $X_2 = DT^2$  و  $X_3 = ph^2$  هستند که در آن‌ها،  $DT$  حجم تردد روزانه و  $ph$  درصد وسایل نقلیه سنگین است.

در مدل بالا مقدار ضریب نیکویی برازش ( $R^2$ ) برابر ۰/۵۶۷ است. همانطور که در جدول ۳ مشاهده می‌شود، تمامی متغیرها در سطح ۹۹/۹ درصد معنادار شده‌اند. اما مقدار عدد ثابت علاوه بر بسیار کوچک شدن (نزدیک به صفر)، حتی در سطح ۱ درصد هم معنادار نشده است، که این‌ها نشان‌دهنده خوبی مدل در پیش‌بینی تخلفات سرعت براساس دو متغیر  $DT$  و  $ph$  است.

سپس با استفاده از مدل بالا (رابطه ۱۷) و روابط گفته شده در بخش (۳) نتایج مدل بیز به صورت جدول ۴ است.

جدول ۴. نتایج محور رودبار-رستم آباد با استفاده از مدل بیز

ایستگاه	تخلفات سرعت قبل	تخلفات سرعت بعد	$\theta$	$a$	$VAR\{\theta\}$	کارایی دوربین (درصد)
رودبار	۴۲۳۸۰۱	۷۹۹۸۹	۰/۱۰۴۹	۰/۰۲۱۳۱	۰/۰۰۰۰۴	۸۹/۵۱±۰/۶۳

## تاثیر دوربین‌های کنترل سرعت در کاهش تخلفات سرعت با استفاده از روش بیز و گروه مقایسه

جیرفت	۱۲۰۹۳۳	۱۰۲۳۹	۰/۰۵۰۶	۰/۰۵۴۹۳	۰/۰۰۰۰۶۲	۹۴/۹۳±۰/۸
-------	--------	-------	--------	---------	----------	-----------

میزان  $9/28 \pm 80/63$  درصد کاهش و در مقایسه با محور نطنز-اصفهان برابر  $5/96 \pm 88/06$  درصد کاهش و همچنین در مقایسه با محور رفسنجان-باغین،  $5/46 \pm 88/05$  درصد کاهش در تخلفات سرعت را نشان داده است. اما روش بیز میزان کارایی دوربین محور جیرفت ماهان را  $0/79 \pm 94/93$  درصد نشان می‌دهد.

**۵-۲** نتایج روش گروه مقایسه برای محور رودبار-رستم‌آباد در مقایسه با گروه مقایسه ۱ نشان دهنده کاهش  $2/97 \pm 81/07$  درصد، گروه مقایسه ۲ نشان دهنده  $4/68 \pm 89/91$  درصد و در نهایت گروه مقایسه ۳ نشان دهنده  $5/45 \pm 95/06$  درصد در کاهش تخلفات سرعت در محدوده اثرگذاری دوربین است. نتایج مدل بیز برای ایستگاه رودبار با گروه مرجع شامل محورهای تربت حیدریه-سه‌راه شادمهر، چناران-قوچان، سبزوار-نیشابور از استان خراسان رضوی و محور نطنز-اصفهان از استان اصفهان نشان داد که، نصب دوربین کنترل سرعت در این ایستگاه موجب کاهش تخلفات سرعت به میزان  $0/63 \pm 89/51$  درصدی رانندگان در محدوده نصب دوربین شده است.

بنابراین نتیجه می‌شود که نصب دوربین‌های کنترل سرعت باعث کاهش چشم‌گیر تخلفات سرعت در محدوده اثرگذاری این دوربین‌ها می‌شود.

در نهایت موارد زیر جهت مطالعات آتی پیشنهاد می‌گردد:  
 ۱) بررسی این اثرات برای فواصل دور از دوربین (خارج از ناحیه اثرگذاری دوربین که ۱۵۰۰ قبل و ۷۰۰ تا ۸۰۰ متر بعد است).

ضریب نیکویی برازش مدل برابر  $0/9265$  است که نشان می‌دهد، متغیرهای مستقل  $X_1$  و  $X_2$  به خوبی تغییرات صورت گرفته در تخلفات سرعت را توضیح می‌دهند. همچنین این دو متغیر در سطح معناداری ۹۹ درصد معنادار شده و مقدار عدد ثابت آن علاوه بر کوچک بودن نسبت به میانگین متغیر وابسته، فقط در سطح معناداری ۱۰ درصد معنادار شده است (آماره  $p$  برای عدد ثابت برابر  $0/883$  و برای سایر متغیرها برابر ۰ به دست آمد).

سپس با استفاده از مدل بالا (رابطه ۱۹) و روابط گفته شده در بخش (۳) نتایج مدل بیز به صورت جدول ۴ است. همانگونه که در جدول ۴ مشاهده می‌شود، با استفاده از روش بیز برای ایستگاه رودبار، میزان کارایی دوربین کنترل سرعت در کاهش تخلفات سرعت برابر با  $89/51$  درصد است، که این نشان دهنده نقش و کارایی چشم‌گیر دوربین در کاهش تخلفات در نزدیکی محل نصب دوربین است. همچنین اثر متغیرهای روزهای تعطیل، تردد ساعتی و ایام خاص (تعطیلات و که به صورت متغیر دامی وارد مدل‌ها شدند) سال نیز برای هر دو محور، مورد ارزیابی قرار گرفتند، که در مدل‌ها معنادار نشدند.

### ۵. نتیجه‌گیری و پیشنهاد

در این مطالعه، به بررسی نقش و میزان کارایی دوربین‌های کنترل سرعت در کاهش تخلفات سرعت رانندگان در محدوده محل نصب دوربین پرداخته شده است. برای این منظور دو ایستگاه رودبار در محور رودبار-رستم‌آباد و جیرفت-ماهان مورد بررسی قرار گرفتند. برای بررسی کارایی دوربین در این دو ایستگاه، از روش‌های گروه‌مقایسه و بیز استفاده شد که نتایج آن به صورت زیر است:

**۱-۵** ارزیابی کارایی دوربین کنترل سرعت برای ایستگاه جیرفت-ماهان در مقایسه با محور باغین-رفسنجان به

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

- Hamzah, M. K., NG, C. P., Khairuddin, F. H. and Yusof, M. A. (2013) "The Automated Speed Enforcement System—A Case Study in Putrajaya", Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies, Vol. 10, pp. 2133-2146.

- Hauer, E. (2002) "Observational before-after studies in road safety: Estimating the effects of highway and traffic engineering measures on road safety", Pergamon, Tarrytown, NY, USA.

- Høy, A. (2015) "Safety effects of fixed speed cameras—An empirical Bayes evaluation", Accident Analysis and Prevention, Vol. 82, pp. 263-269.

- Montella, A., Punzo, V., Chiaradonna, S., Mauriello, F. and MontaniNo, M. (2015) "Point-to-point speed enforcement systems: Speed limits design criteria and analysis of drivers' compliance", Transportation research part C: emerging technologies, Vol. 53, pp. 1-18.

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

- Retting, R. (2003) "Speed cameras: public perceptions in the US", Traffic engineering and control. Vol. 44, No. 3.

- Shim, J., Park, S. H., Chung, S. and Jang, K. (2015) "Enforcement avoidance behavior near automated speed enforcement areas in Korean

(۲) این مطالعه به تفکیک محورهای با تردد کم و زیاد، کوهستانی و دارای پیچ و همچنین هموار بررسی گردید.

(۳) بررسی اثرات دوربین در محورهای دوطرفه در میزان تخلفات سرعت

## ۶. پی نوشتها

1. Ellen De Pauw
2. Jisup Shim
3. Empirical Bayes(EB)
4. Comparison Group
5. Enforcement Avoidance Behavior
6. Alfonso Montella

## ۷. مراجع

- Cascetta, E., Punzo, V. and MontaniNo, M. (2011) "Empirical evidence of speed management effects on traffic flow at freeway bottleneck", TRB , Annual Meeting, 2011

- Collins, G. and Mcconnell, D. (2008) "Speed harmonisation with average speed enforcement", Traffic Engineering and Control, 49.

- De Pauw, E., Daniels, S., Brijs, T., Hermans, E. and Wets, G. (2014a) "Automated section speed control on motorways: An evaluation of the effect on driving speed", Accident Analysis and Prevention, Vol. 73, pp. 313-322.

- De Pauw, E., Daniels, S., Brijs, T., Hermans, E. and Wets, G. (2014b) "An evaluation of the traffic safety effect of fixed speed cameras", Safety science, Vol. 62, pp. 168-174.

- De Pauw, E., Daniels, S., Thierie, M. and Brijs, T. (2014c) "Safety effects of reducing the speed limit from 90 km/h to 70 km/h", Accident Analysis and Prevention, Vol. 62, pp. 426-431.

تاثیر دوربین‌های کنترل سرعت در کاهش تخلفات سرعت با استفاده از روش بیز و گروه مقایسه

سمنان) "دوازدهمین کنفرانس مهندسی حمل و نقل و ترافیک ایران، تهران. ۱ و ۲ اسفند.

- فریدزاد، م. ، امیری، الف. و صفارزاده، م. (۱۳۹۶) "ارزیابی تخلفات سرعت در محدوده‌ی دوربین‌های کنترل سرعت در راه‌های برون‌شهری (مطالعه موردی آزادراه قزوین-رشت)"، هفدهمین کنفرانس بین‌المللی حمل و نقل و ترافیک، تهران. ۲۹ و ۳۰ بهمن.

- سرکار، ع. و قناتی، الف. (۱۳۹۵) "بررسی پارامترهای موثر بر اثربخشی دوربین‌های کنترل سرعت جاده‌ای در میزان وقوع تصادفات"، دومین همایش سیستم‌های حمل و نقل هوشمند جاده‌ای. ایران، تهران. ۱۹ و ۲۰ بهمن.

expressways", Accident Analysis and Prevention, Vol. 80, pp. 57-66.

- Stoelhorst, H. (2008) "Reduced speed limits and traffic efficiency", European Congress and Exhibition on Intelligent Transport Systems and Services, 7th, Geneva, Switzerland, 2008.

- Zhang, Y., Hu, Z. and Chen, A. (2015) "Urban Road Speed Humps Setting TechNology", ICTE 2015

- صفارزاده، م. ، سیدابریشمی، س. و خسروی، ه. (۱۳۹۱) "روش‌ی برای ارزیابی کارایی دوربین‌های کنترل سرعت در محورهای برون‌شهری ( مطالعه موردی محورهای استان

ابراهیم امیری، درجه کارشناسی خود در رشته مهندسی عمران-عمران راز دانشگاه ایلام اخذ نموده و در سال ۱۳۹۵ موفق به ورود به مقطع کارشناسی ارشد در رشته برنامه‌ریزی حمل‌ونقل دانشگاه تربیت مدرس شده است و در این مقطع همچنان مشغول به تحصیل است. زمینه‌های پژوهشی مورد علاقه ایشان، دوربین‌های کنترل سرعت، قیمت‌گذاری، طراحی پرسشنامه، مدل‌های لوجیت و کاربری زمین است.



مهدی فریدزاد در سال ۱۳۸۹ مدرک کارشناسی خود در رشته مهندسی عمران را از دانشگاه آزاد اسلامی واحد پرند عمران اخذ نموده و در سال ۱۳۹۵ موفق به ورود به مقطع کارشناسی ارشد در رشته برنامه‌ریزی حمل‌ونقل دانشگاه تربیت مدرس شده است. وی هم‌اکنون دانشجوی کارشناسی ارشد در این دانشگاه است. زمینه فعالیت وی در مباحث ایمنی ترافیک و مطالعات قبل و بعد دوربین‌های کنترل سرعت است.



محمود صفارزاده تحصیلات کارشناسی خود در رشته مهندسی عمران را از دانشگاه شهید باهنر کرمان و درجه کارشناسی ارشد، گرایش حمل و نقل راه، از دانشگاه کارلتون کانادا و درجه دکتری خود با گرایش برنامه‌ریزی و طراحی فرودگاه را از همان دانشگاه اخذ نمود و هم‌اکنون استاد دانشگاه تربیت مدرس است. سوابق آموزشی وی تدریس دروس برنامه‌ریزی و طراحی فرودگاه، مهندسی پایانه‌های حمل و نقل، مهندسی ترافیک، مهندسی ترابری، کاربرد کامپیوتر در برنامه‌ریزی و مدیریت فرودگاه، مهندسی سیستم‌های حمل‌ونقل، طرح هندسی پیشرفته راه در دانشگاه‌های تربیت مدرس، صنعتی شریف، صنعتی امیرکبیر است.

