

## ارایه مدل پیش‌بینی تأثیر استفاده از انواع سرعت‌گیرها در تقاطع‌ها و دوربرگردان‌ها در کاهش تصادفات

### مقاله پژوهشی

امین چوبدار، دانش آموخته کارشناسی ارشد، گروه مهندسی عمران، واحد ملارد، دانشگاه آزاد اسلامی، ملارد، تهران، ایران

امین فرج‌اللهی\*، گروه مهندسی عمران، واحد ملارد، دانشگاه آزاد اسلامی، ملارد، تهران، ایران

علیرضا عاملی، گروه مهندسی عمران، واحد ملارد، دانشگاه آزاد اسلامی، ملارد، تهران، ایران

\*پست الکترونیکی نویسنده مسئول: AminFarajollahi@gmail.com

دریافت: ۹۸/۱۱/۰۵ - پذیرش: ۹۹/۰۳/۲۰

صفحه ۸۰-۶۷

### چکیده

شاخص ایمنی و میزان کنترل تصادفات از جمله معیارهای مهم ارزیابی عملکرد شبکه‌های حمل و نقل می‌باشد. یکی از ابزارهای موثر در کنترل تصادفات و ترافیک، توانایی پیش‌بینی تصادفات می‌باشد که بر اساس آن می‌توان به مدیریت ترافیک و چگونگی استفاده از ابزارهای کنترل سرعت و ترافیک پرداخت. لذا در این پژوهش به بررسی و ارایه مدل پیش‌بینی تأثیر استفاده از انواع سرعت‌گیرها در کاهش تصادفات پرداخته شده است. بدین منظور داده‌های مربوط به تصادفات در ۵۰ تقاطع و دوربرگردان در طی ۵ سال اخیر در شهرستان قائم‌شهر مورد مطالعه قرار گرفته است. با بررسی‌های میدانی پارامترهای سرعت و سیله‌ی نقلیه، عرض سرعت‌گیر، ارتفاع سرعت‌گیر، فاصله تا تقاطع، تعداد لاین عبوری و فاصله‌ی علائم هشدار دهنده نیز به عنوان پارامترهای متغیر و تأثیرگذار بر تعداد تصادفات انتخاب شده‌اند. با استفاده از مدل‌های پراکنش، نحوه‌ی تغییرات پارامترهای مختلف بر اساس تعداد تصادفات در محل‌های مختلف نیز مورد ارزیابی قرار گرفته و مدل‌هایی با استفاده از تحلیل رگرسیون به منظور استفاده در پیش‌بینی تصادفات به دست آمده است. نتایج نشان می‌دهد عدم استفاده از علائم هشدار دهنده در تقاطعات با سرعت‌گیر ۱۸ درصد آمار تصادفات را افزایش می‌دهد که این میزان افزایش در تقاطعات با سرعت‌گیر ۱۱ درصد می‌باشد. همچنین استفاده از سرعت‌گیر و سرعت‌کاه‌هایی با هندسه‌ی غیر استاندارد ۵ تا ۱۲ درصد آمار تصادفات را افزایش می‌دهد، که این افزایش در تقاطعات دارای سرعت‌گیر نسبت به تقاطعات دارای سرعت‌کاه نیز بیشتر بوده است.

واژه‌های کلیدی: سرعت‌گیر، تقاطع، دوربرگردان، مدل پیش‌بینی تصادف

### ۱- مقدمه

می‌گردد. از این رو آرام‌سازی جریان ترافیک یکی از روش‌های اصلی در جهت افزایش سطح ایمنی در معابر است [حقیقی و شهبازی، ۱۳۹۵]. سرعتگیرها و سرعت‌کاه یکی از متداول‌ترین ابزار کنترل سرعت جریان ترافیک نیز بشمار می‌آیند. از این رو در سال‌های اخیر استفاده از سرعتگیرها و سرعت‌کاه‌ها در کشور ما نیز به طور گسترده‌ای مورد استفاده قرار گرفته است، اما ذکر این نکته بسیار حائز اهمیت است که در نصب بسیاری از آن‌ها استانداردهای جهانی در مورد مکان، طراحی سطح مقطع و نحوه مناسب نصب نیز رعایت نمی‌شود. در بسیار از موارد هم ضمن استفاده از سرعت‌گیر در نزدیکی تقاطع‌ها و دوربرگردان‌ها نیز هم چنان بروز تصادفات متوقف نشده و ابزارهای مورد استفاده کارایی مناسب خود را نشان نداده‌اند. همین امر باعث کم اثر بودن این ابزار در کنترل

عملکرد شبکه معابر هر شهر یا کشور معیار مهمی در رشد اقتصادی آن می‌باشد، بطوریکه می‌توان گفت کشورهای توسعه یافته دارای شبکه حمل و نقل کارایی می‌باشند. از جمله معیارهای مهم ارزیابی عملکرد شبکه‌های حمل و نقل شاخص ایمنی و میزان کنترل تصادفات آن می‌باشد. معیار ایمنی در شبکه معابر، نقش بسزایی در میزان اعتمادپذیری شبکه دارد. در این راستا پارامترهای زیادی در معیار ایمنی شبکه معابر دخیل است که از مهم‌ترین آن‌ها می‌توان به سرعت وسایل نقلیه نیز اشاره نمود [گل‌رو و همکاران، ۱۳۸۵]. از این رو موانعی که باعث کاهش سرعت شوند می‌توانند به عنوان یکی از پارامترهای موثر در این امر باشند. بطوریکه کاهش سرعت موجب افزایش ایمنی عابر پیاده و کاهش تعداد و شدت تصادفات در بین وسایل نقلیه در تقاطع‌ها و دوربرگردان‌ها نیز

با دانستن عوامل معین‌کننده ورودی، ویژگی‌ها را در مرحله انتهایی فرایند پیش‌بینی یا تخمین زد. ارایه مدل‌های پیش‌بینی تصادف مشخص می‌نماید که چه متغیرهای توصیفی از رخداد یک تصادف باید در مدل وارد شوند تا بهترین و در حد امکان کامل‌ترین توصیف از علت رخداد تصادف بیان گردد. در این شرایط اهمیت ابزار تحلیل اطلاعات در مدل‌سازی مشخص می‌گردد [احمدی و علیمحمدی، ۱۳۹۴]. پس از بررسی‌های به عمل آمده مشخص گردید نرم افزار SPSS قادر است ما را در به ثمر رساندن تحقیق، آنالیز داده‌ها و خروجی‌های لازم، یاری رساند. نرم‌افزار SPSS یکی از قدیمی‌ترین برنامه‌های کاربردی در زمینه تجزیه و تحلیل‌های آماری است. این نرم افزار یکی از نرم افزارهای تخصصی آمار می باشد و بیشتر به بحث‌های آماری در حیطه علوم اجتماعی، روانشناسی و علوم رفتاری و ... می‌پردازد. همچنین یک تجزیه کننده جامع و انعطاف پذیر آماری و یک سیستم مدیریت داده است که می تواند داده‌ها را تقریباً از همه انواع فایل‌ها بگیرد و از آنها در تولید گزارش‌های کاربردی و تجزیه و تحلیل پیچیده آماری از رفتار مرکب داده‌ها استفاده کند. قبل از تحلیل و بررسی داده‌ها باید مشخص شود که کدام از یک متغیرها دارای قدرت توصیف‌کنندگی بالاتری در مقایسه با بقیه متغیرها هستند. از سوی دیگر باید مدل رگرسیون مورد استفاده جهت مدل‌سازی نیز مشخص شود، که در ادامه به تشریح انواع مدل‌های رگرسیون پرداخته شده است.

#### ۴- مطالعه موردی

در پژوهش حاضر ابتدا به منظور بررسی تاثیر استفاده از سرعت‌گیرها در تقاطع‌ها و دوربرگردان‌ها، آمار مربوط به تصادفات در محدوده‌های مختلف شهرستان قائم‌شهر جمع آوری شده است. مناطق هدف تقاطع‌ها و دوربرگردان‌ها می‌باشند. پس از جمع‌آوری آمار دقیق تصادفات و بررسی شرایط سرعت‌گیرها پارامترهایی نظیر فاصله‌ی سرعت‌گیر از تقاطع و دوربرگردان، ارتفاع سرعت‌گیر، فاصله علائم هشداردهنده، ترافیک راه، تعداد لاین عبوری و ... بررسی و به عنوان متغیرهای اصلی مسئله ثبت می‌شوند. همچنین تعداد تصادفات در طی یک سال نیز به عنوان متغیر وابسته در نظر گرفته شده است. پس از بررسی پارامترهای مختلف تاثیر گذار با استفاده از نرم افزار SPSS و با استفاده از مدل رگرسیون نمایی به مدل‌سازی و ارایه‌ی مدل پیشنهادی پیش‌بینی تصادف در تقاطع‌ها و دوربرگردان‌های شهرستان قائم‌شهر به عنوان یک مطالعه‌ی موردی نیز پرداخته می‌شود. در این پژوهش آمار ۵۰ تقاطع و دوربرگردان مورد بررسی قرار گرفته است. در ادامه آمار تصادفات مربوط به ۵ سال اخیر تقاطعات مورد نظر نیز با رجوع به داده‌های پلیس راهنمایی و رانندگی استان مازندران و شهرستان قائم‌شهر نیز جمع آوری شده است. در جدول ۲ آمار تصادفات مربوط به ۵ سال اخیر تقاطعات مورد بررسی نیز ارایه شده است.

سرعت وسایل نقلیه شده است. در نتیجه ارایه‌ی راهکارهای مناسب به منظور بر طرف کردن نواقص گذشته به منظور اجرای اصولی سرعت‌گیرها بر اساس مشخصات ترافیک و شرایط تقاطع و جاده نیز می‌تواند باعث افزایش کارایی این ابزارها و کاهش نرخ تصادفات شود.

#### ۲- پیشینه تحقیق

امیرمسعود رحیمی و وحید عباسی در سال ۱۳۹۲ به ارزیابی تأثیر ابزارهای کاهش سرعت در کاهش حوادث ترافیکی پرداخته‌اند. در این پژوهش به بررسی یکی از مدل‌های ابزار کنترل سرعت که در نقاط مختلف دنیا از آن استفاده می‌شود پرداخته شده است. همچنین به بررسی تاریخیچه، تفاوت‌ها و شباهت‌ها، وسعت استفاده، مزایا و معایب و نیز قواعد و استانداردهایی که باید برای نصب این ابزارها و مدل‌های جدید آن‌ها در نظر گرفته شود نیز پرداخته شده است. همچنین در این مطالعه به بررسی سیستم‌های مذکور و ارایه راه‌حلی برای رفع مشکلات این ابزارهای کنترل سرعت در کشور بر اساس تجربیات جهانی نیز پرداخته شده است [رحیمی و عباسی، ۱۳۹۲]. ابوالفضل مشکینی و همکاران در سال ۱۳۹۳ به بررسی عوامل مؤثر در افزایش تصادفات درون شهری و ارایه راهکارهایی جهت کاهش آن پرداخته‌اند. در این پژوهش علل تصادفات در شهر زنجان مورد بررسی قرار گرفته و راهکارهایی برای کاهش آن ارایه شده است. نتایج نشان می‌دهد از مجموع ۱۸۶۹ مورد تصادفات اتفاق افتاده در سال ۱۳۹۰ در شهر زنجان، در حدود ۱۶۸۰ مورد یعنی حدود ۹۰ درصد تصادفات عوامل انسانی تأثیر گذار بوده و در مقابل تنها در ۷۲ مورد یعنی حدود ۳/۸۵ درصد عوامل محیطی و در ۱۱۷ مورد یعنی ۶/۱۵ درصد عوامل فنی و مدیریتی دخیل بوده‌اند [مشکینی و همکاران، ۱۳۹۳]. با توجه به مطالب بیان شده، می‌توان به اهمیت مطالعه‌ی عوامل تأثیر گذار بر تصادفات و سرعت وسایل نقلیه نیز پی برد. لذا در این پژوهش مدل پیش‌بینی تصادفات در تقاطعات دارای سرعت گیر بر اساس مدل رگرسیون ارایه می‌گردد. با توجه به آمار تصادفات در طول سه سال مدل مذکور ارایه شده است و بر اساس آمار تصادفات در دو سال بعد، صحت نتایج آن مورد اعتبار سنجی قرار گرفته است. میزان تاثیرگذاری کلی سرعتگیرها در کاهش سرعت و تصادفات وسایل نقلیه در محل تقاطعات و دوربرگردان‌ها نیز مورد بررسی قرار می‌گیرد.

#### ۳- روش تحقیق

در تجزیه و تحلیل ریاضی و نظری فرایندهای مربوط به علوم و مهندسی، هدف به دست آوردن یک رابطه یا الگوریتم ریاضی برای ارتباط بین متغیرها و پارامترهای ورودی یا تعیین کننده با پارامترها و متغیرهای خروجی است، به نحوی که بتوان

جدول ۱. مشخصات مربوط به تقاطعات و دوربرگردان‌های مورد استفاده در پژوهش

فاصله علائم هشدار دهنده (متر)	تعداد لاین عبوری	فاصله سرعت‌گیر (متر)	ارتفاع سرعت‌گیر (سانتی‌متر)	عرض سرعت‌گیر (متر)	سرعت متوسط وسایل نقلیه عبوری (کیلومتر بر ساعت)	نام تقاطع یا محل دوربرگردان
۱۰۰	۳	۳۰	۱۵	۹	۷۰	تقاطع شهید مهدوی
۹۰	۳	۶۴	۱۰	۱۳	۶۰	دوربرگردان روبروی مسجد امام رضا خ تهران
۰	۲	۶۷	۱۰	۱۲	۷۰	دوربرگردان روبروی پمپ بنزین خ تهران
۱۰۰	۲	۴۴	۷	۶	۵۰	دوربرگردان سه راه شهید مهدوی
۰	۳	۱۹	۵	۵	۴۰	تقاطع شهید بابایی
۰	۲	۱۴	۵	۱۰	۴۵	تقاطع شهید گرایلی
۰	۲	۳۶	۶	۱۱	۵۵	تقاطع شهید رحمتی
۰	۲	۸۶	۷	۹	۶۰	تقاطع شهید عظیمی
۰	۲	۴۳	۷	۸	۵۰	تقاطع میدان طالقانی به میدان امام
۰	۱	۳۸	۱۰	۶	۶۵	تقاطع شهید طبری
۰	۱	۶۵	۳	۱	۴۴	تقاطع امام علی
۰	۲	۵۵	۱۰	۵	۵۷	دوربرگردان میدان جانبازان به میدان امام
۶۰	۲	۹۵	۵	۱۰	۶۳	دوربرگردان اول خیابان ساری به سمت میدان طالقانی
۰	۲	۳۱	۵	۱۱	۵۵	دوربرگردان روبروی ایستگاه راه آهن
۰	۲	۶۹	۶	۱۲	۵۳	تقاطع کوی نساجی
۱۵۰	۲	۱۶۹	۹	۱۱	۷۵	دوربرگردان روبروی جایگاه سوخت مهمانسرا
۱۴۰	۲	۲۵۰	۷	۵	۷۰	دوربرگردان جایگاه سوخت میدان امام
۲۰	۲	۲۵	۵	۶	۶۵	تقاطع شهید رجایی
۴۰	۲	۵۵	۹	۱۲	۷۰	دوربرگردان خیابان تهران (نمایندگی سایپا)
۰	۱	۴۰	۱۰	۲	۳۰	تقاطع میدان بازارچه
۵۰	۲	۲۰	۵	۴	۵۵	دوربرگردان انتهای بلوار ولیعصر
۷۰	۲	۱۰۰	۶	۳	۶۰	تقاطع میدان کفشگرکلا
۵۵	۲	۵۰	۱۰	۱۲	۴۵	دوربرگردان خ تهران تقاطع مخابرات

۲۴	۱	۳۰	۶	۵	۴۰	تقاطع عدالت
۲۸	۱	۱۰	۳	۱	۳۰	تقاطع خ شهید موسوی
۳۰	۱	۳۰	۳	۱	۳۰	تقاطع خ لاریمی
۴۸	۲	۵۰	۷	۱۱	۵۰	تقاطع شهید جاندل
۰	۱	۳۰	۸	۳	۳۵	تقاطع خ عدالت
۰	۲	۱۰۰	۷	۱۰	۶۰	تقاطع عدالت خ بابل
۰	۱	۵۰	۵	۲	۴۵	تقاطع میدان بسیج
۰	۱	۵۰	۷	۲	۴۰	تقاطع بسیج
۲۰	۱	۴۰	۱۰	۱	۳۵	تقاطع شهید جوادی
۰	۲	۳۶	۹	۳	۵۵	تقاطع بوعلی
۲۵	۱	۱۰	۸	۳	۴۰	تقاطع خ شرافت
۰	۲	۵۰	۶	۵	۵۰	تقاطع شهید صفاری
۳۰	۲	۴۰	۱۰	۵	۶۷	تقاطع دکتر شریعتی
۰	۲	۲۰	۷	۳	۶۵	دوربرگردان روبروی نمایندگی سایپا خ ساری
۱۵۰	۳	۷۰	۱۰	۸	۷۵	دوربرگردان روبروی رستوران استار خ ساری
۱۴۰	۲	۶۰	۹	۷	۶۸	دوربرگردان بلوار شهیدان سادات نیا
۱۰۰	۲	۳۰	۱۰	۷	۵۵	تقاطع بلوار شهیدان سادات نیا
۰	۲	۳۰	۷	۸	۶۲	دوربرگردان ابتدای بلوار ولیعصر
۰	۱	۲۵	۳	۱	۴۵	تقاطع اخوان
۲۰	۲	۵۷	۱۰	۵	۵۴	تقاطع جانبازان
۰	۱	۵۰	۷	۲	۴۰	تقاطع گلستان
۲۰	۱	۴۰	۱۰	۱	۳۵	تقاطع جم نو
۰	۲	۳۶	۹	۳	۵۵	تقاطع جم نو خ میر نظام‌الدین
۲۵	۱	۱۰	۸	۳	۴۰	تقاطع جانبازان به ساری
۰	۲	۵۰	۶	۵	۵۰	دور برگردان خ امام به سمت کیاکلا
۳۰	۲	۴۰	۱۰	۵	۶۷	دور برگردان کیاکلا به سمت امام
۲۰	۱	۴۰	۱۰	۱	۳۵	تقاطع ورودی میدان امام از سمت کیاکلا

جدول ۲. فراوانی تصادفات ثبت شده در ۵ سال اخیر تقاطعات مورد بررسی در شهرستان قائمشهر

تعداد تصادفات میانگین سالانه	۱۳۹۴	۱۳۹۳	۱۳۹۲	۱۳۹۱	۱۳۹۰	نام تقاطع یا محل دور برگردان
۶۸	۶۸	۸۴	۷۱	۵۲	۶۴	تقاطع شهید مهدوی
۴۲	۵۱	۵۱	۲۸	۳۷	۴۳	دوربرگردان مسجد امام رضا خ تهران
۴۵	۳۹	۵۴	۳۳	۴۷	۵۲	دوربرگردان روبروی پمپ بنزین خ تهران
۵۲	۵۸	۴۴	۴۶	۶۱	۵۰	دوربرگردان سه راه شهید مهدوی
۵۴	۴۱	۵۲	۴۵	۷۲	۶۱	تقاطع شهید بابایی
۵۸	۴۷	۷۸	۶۲	۵۷	۴۵	تقاطع شهید گرایلی
۵۹	۵۳	۴۱	۵۸	۶۳	۷۹	تقاطع شهید رحمتی
۶۱	۵۲	۴۸	۶۳	۷۸	۶۲	تقاطع شهید عظیمی
۶۰	۷۲	۵۹	۶۱	۴۹	۵۸	تقاطع میدان طالقانی به میدان امام
۴۵	۴۷	۴۴	۵۲	۳۸	۴۶	تقاطع شهید طبری
۴۵	۳۲	۶۵	۵۴	۲۵	۵۱	تقاطع امام علی
۴۴	۴۹	۳۶	۲۸	۵۹	۴۷	دوربرگردان میدان جانبازان به میدان امام
۶۰	۴۸	۵۶	۶۳	۷۶	۵۹	دوربرگردان اول خیابان ساری به سمت میدان طالقانی
۴۵	۵۱	۳۳	۵۵	۳۷	۵۱	دوربرگردان روبروی ایستگاه راه آهن
۳۵	۳۴	۳۹	۴۷	۳۵	۱۸	تقاطع کوی نساجی
۶۸	۶۴	۷۸	۵۴	۷۰	۷۵	دوربرگردان روبروی جایگاه سوخت مهمانسرا
۷۴	۶۸	۵۲	۶۱	۱۰۱	۹۰	دوربرگردان روبروی جایگاه سوخت میدان امام
۵۴	۴۷	۵۳	۵۲	۷۲	۴۷	تقاطع شهید رجایی
۵۴	۷۸	۴۱	۴۸	۵۹	۴۴	دور برگردان خیابان تهران (نمایندگی سایپا)
۵۹	۶۲	۵۸	۶۳	۶۱	۵۲	تقاطع میدان بازارچه
۵۷	۵۷	۶۳	۷۸	۴۹	۳۸	دور برگردان انتهای بلوار ولیعصر
۵۸	۴۵	۷۹	۶۲	۵۸	۴۶	تقاطع میدان کفشگرکلا
۴۳	۳۲	۴۹	۴۸	۵۱	۳۴	دوربرگردان خ تهران تقاطع مخابرات
۴۶	۶۵	۳۶	۵۶	۳۳	۳۹	تقاطع عدالت
۴۹	۵۴	۲۸	۶۳	۵۵	۴۷	تقاطع خ شهید موسوی
۴۶	۲۵	۵۹	۷۶	۳۷	۳۵	تقاطع خ لاریمی
۴۵	۵۱	۴۷	۵۹	۵۱	۱۸	تقاطع شهید جاندل
۴۵	۳۲	۶۵	۵۴	۲۵	۵۱	تقاطع خ عدالت
۴۴	۴۹	۳۶	۲۸	۵۹	۴۷	تقاطع عدالت خ بابل
۵۰	۵۲	۷۲	۴۷	۳۲	۴۹	تقاطع میدان بسیج

۵۰	۴۸	۵۹	۴۴	۶۵	۳۶	تقاطع بسیج
۵۲	۶۳	۶۱	۵۲	۵۴	۲۸	تقاطع شهید جوادی
۵۰	۷۸	۴۹	۳۸	۲۵	۵۹	تقاطع بوعلی
۵۳	۶۳	۵۸	۴۶	۵۱	۴۷	تقاطع خ شرافت
۵۳	۵۳	۴۸	۴۷	۷۷	۴۲	تقاطع شهید صفاری
۴۵	۴۱	۳۶	۴۳	۶۴	۳۹	تقاطع دکتر شریعتی
۵۹	۵۸	۵۳	۷۳	۶۶	۴۷	دوربرگردان نمایندگی سایپا خ ساری
۵۹	۶۳	۵۸	۸۸	۵۴	۳۳	دوربرگردان رستوران استار خ ساری
۶۶	۷۹	۷۴	۷۲	۶۳	۴۱	دوربرگردان بلوار شهیدان سادات نیا
۴۷	۴۹	۴۴	۵۸	۵۶	۲۹	تقاطع بلوار شهیدان سادات نیا
۴۱	۳۶	۳۱	۶۶	۳۸	۳۴	دوربرگردان ابتدای بلوار ولیعصر
۴۵	۲۸	۲۳	۷۳	۶۰	۴۲	تقاطع اخوان
۵۴	۵۹	۵۴	۸۶	۴۲	۳۰	تقاطع جانبازان
۵۰	۷۹	۴۹	۳۶	۲۸	۵۹	تقاطع گلستان
۴۵	۷۴	۴۴	۳۱	۲۳	۵۴	تقاطع جم نو
۷۱	۷۲	۵۸	۶۶	۷۳	۸۶	تقاطع جم نو خ میر نظام الدین
۵۲	۶۳	۵۶	۳۸	۶۰	۴۲	تقاطع جانبازان به ساری
۳۵	۴۱	۲۹	۳۴	۴۲	۳۰	دور برگردان خ امام به سمت کیاکلا
۴۴	۴۵	۳۲	۶۵	۵۴	۲۵	دور برگردان کیاکلا به سمت امام
۵۰	۷۹	۴۹	۳۶	۲۸	۵۹	تقاطع میدان امام از سمت کیاکلا

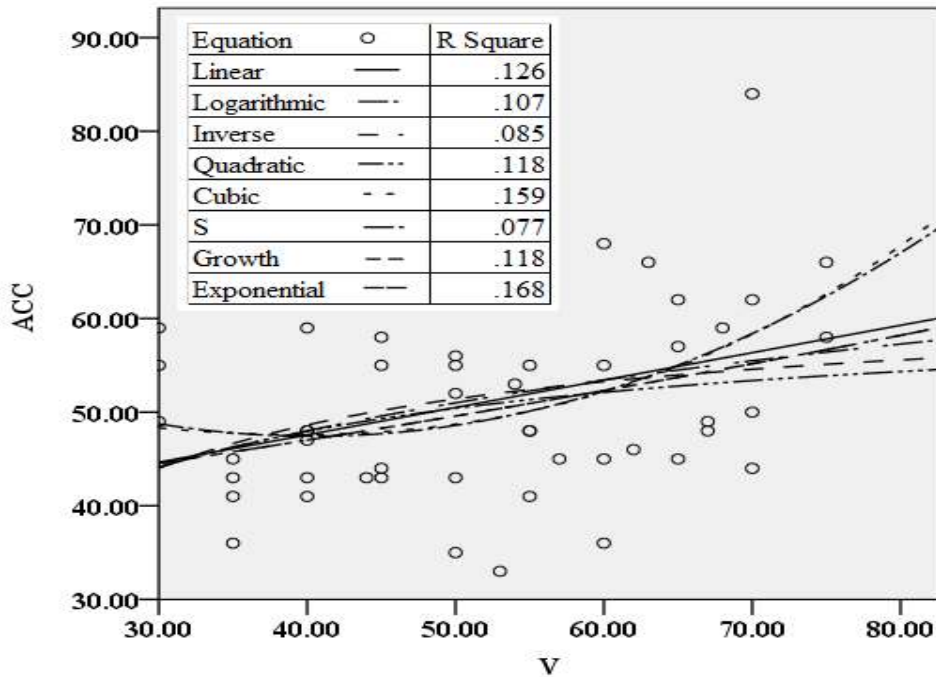
### مدل پیش‌بینی تصادفات

یک نمونه رگرسیون بین دو پارامتر تعداد تصادفات و سرعت نمایش داده شده است. همانطور که مشاهده می‌شود منحنی نمایی بالاترین ضریب همبستگی را نشان می‌دهد.

به منظور مدل‌سازی مناسب تصادفات می‌بایست ابتدا نوع رابطه‌ی هر یک از پارامترها با فراوانی تصادفات نیز مورد بررسی قرار گیرد. بدین منظور ابتدا در جدول ۳ متغیرهای مورد استفاده به همراه نماد هر یک ارائه شده است. در شکل ۱

جدول ۳. پارامترهای تاثیر گذار در فراوانی تصادفات

نماد پارامتر	توضیح	واحد
V	سرعت متوسط وسایل نقلیه عبوری	کیلومتر بر ساعت
D	عرض سرعت‌گیر	متر
H	ارتفاع سرعت‌گیر	سانتی‌متر
L	فاصله سرعت‌گیر	متر
Line	تعداد لاین عبوری	تعداد
Sign	فاصله علائم هشدار دهنده	متر



شکل ۱. برازش‌های مختلف بین پارامترهای تعداد تصادفات و سرعت وسیله نقلیه

حال می‌بایست از بین توابع تصادفی نمایی پیشنهاد شده برای مدل‌های رگرسیون مدل مناسب نیز انتخاب شود. لذا با بررسی رگرسیون به دست آمده با توابع مختلف در نهایت تابع تصادفی که بیشترین ضریب همبستگی را نتیجه بدهد مورد استفاده قرار گرفته است. این تابع از قانون بازگشت نزولی پیروی می‌کند و برای این نوع تحقیقات بهترین گزینه محسوب می‌شود. که تابع آن به شکل رابطه‌ی ۱ می‌باشد.

$$b1 / (1+EXP(b2+b3 * x)) \quad (1)$$

در ادامه و با استفاده از داده‌های جمع‌آوری شده و با استفاده از برازش نمایی و غیر خطی به مدلسازی مدل پیشبینی تصادفات در تقاطع‌ها و دوربرگردان‌های شهرستان قائمشهر پرداخته شده است. پس از انتخاب نوع مدل غیرخطی طبق رابطه‌ی ۲ تحلیل رگرسیون نیز صورت پذیرفته است. نتایج تحلیل داده‌های تصادفات در تقاطعات و دوربرگردان‌های مورد مطالعه نیز در جداول ۴ الی ۶ ارایه شده است.

(۲)

$$\text{Accident number} = b1 / (1+EXP(b2+b3 * \text{sign})) + b4 / (1+EXP(b5+b6 * \text{line})) + b7 / (1+EXP(b8+b9 * L)) + b10 / (1+EXP(b11+b12 * H)) + b13 / (1+EXP(b14+b15 * D)) + b16 / (1+EXP(b17+b18 * V))$$

جدول ۴. روند تغییر پارامترهای مسئله در ۸ مرحله‌ی تکرار

تکرار		مقدار اولیه	۱	۲	۳	۴	۵	۶	...	۱۴۵۰
پارامتر	b2	۰.۰۰	۰.۰۰	۰.۰۰	۰.۱۱	-۰.۲۷	-۰.۲۷	۱.۲۵	...	۶۱.۸۶
	b3	۰.۰۰	۰.۰۰	۰.۰۰	-۰.۰۱	-۰.۰۱	-۰.۰۱	۰.۰۱	...	-۱.۱۹
	b4	۰.۰۰	۱۱.۵۵	۱۱.۵۵	۵.۶۵	۱۳.۱۰	۱۳.۱۰	۱۷.۰۴	...	۴۳.۲۰
	b5	۰.۰۰	۰.۰۰	۰.۰۰	-۰.۲۳	-۰.۲۷	-۰.۲۷	۱.۳۱	...	۰.۷۰

b6	۰.۰۰	۰.۰۰	۰.۰۰	-۱.۷۹	-۰.۸۳	-۰.۸۳	-۱.۲۵	...	-۰.۴۶
b7	۰.۰۰	۱۱.۵۵	۱۱.۵۵	۵.۳۱	۱۳.۱۰	۱۳.۱۰	۱۳.۳۰	...	۲۷.۵۷
b8	۰.۰۰	۰.۰۰	۰.۰۰	۰.۰۷	-۰.۲۷	-۰.۲۷	۰.۲۲	...	۲۲.۰۰
b9	۰.۰۰	۰.۰۰	۰.۰۰	-۰.۰۲	-۰.۰۲	-۰.۰۲	۰.۰۵	...	-۰.۱۳
b10	۰.۰۰	۱۱.۵۵	۱۱.۵۵	۵.۶۵	۱۳.۱۰	۱۳.۱۰	۱۶.۲۱	...	۶.۹۱
b11	۰.۰۰	۰.۰۰	۰.۰۰	۰.۰۷	-۰.۲۷	-۰.۲۷	-۰.۶۵	...	-۲۶.۷۰
b12	۰.۰۰	۰.۰۰	۰.۰۰	۰.۳۴	۰.۱۴	۰.۱۴	۰.۲۲	...	۵.۴۱
b1	۰.۰۰	۱۱.۵۵	۱۱.۵۵	۵.۶۵	۱۳.۱۰	۱۳.۱۰	۱۷.۵۸	...	۳.۲۳
b13	۰.۰۰	۱۱.۵۵	۱۱.۵۵	۵۴.۰۰	۱۳.۱۰	۱۳.۱۰	۱۸.۵۳	...	۲۵.۳۵
b14	۰.۰۰	۰.۰۰	۰.۰۰	۰.۱۸	-۰.۲۷	-۰.۲۷	-۱.۸۴	...	-۵۸.۱۰
b15	۰.۰۰	۰.۰۰	۰.۰۰	۰.۳۳	۰.۱۳	۰.۱۳	۰.۰۱	...	۴.۸۳
b16	۰.۰۰	۱۱.۵۵	۱۱.۵۵	۵.۶۵	۱۳.۱۰	۱۳.۱۰	۱۶.۵۲	...	۳.۹۵
b17	۰.۰۰	۰.۰۰	۰.۰۰	۰.۱۲	-۰.۲۷	-۰.۲۷	۱.۱۰	...	۹۷.۲۱
b18	۰.۰۰	۰.۰۰	۰.۰۰	-۰.۰۷	-۰.۰۲	-۰.۰۲	-۰.۰۳	...	-۱.۸۱

جدول ۵. تخمین ضرایب مدل رگرسیون غیرخطی تصادفات در تقاطعات و دوربرگردان‌های مورد مطالعه

		تخمین	خطای استاندارد	کران پایین	کران بالا
پارامتر	b2	۶۱.۸۶	۵.۲۹	۵۰.۸۳	۷۲.۸۸
	b3	-۱.۱۹	۴.۸۰	-۱۱.۱۹	۸.۸۲
	b4	۴۳.۲۰	۸۹۲.۹۷	-۱۸۱۹.۵۰	۱۹۰۵.۹۱
	b5	۰.۷۰	۹۱۲۶.۴۲	-۱۹۰۳۶.۶۹	۱۹۰۳۸.۰۹
	b6	-۰.۴۶	۱۶.۵۲	-۳۴.۹۲	۳۴.۰۱
	b7	۲۷.۵۷	۱۶.۰۷	-۵.۹۶	۶۱.۱۰
	b8	۲۲.۰۰	۱.۹۷	۱۷.۸۸	۲۶.۱۱
	b9	-۰.۱۳	۱۳۱۰.۰۸	-۲۷۳۲.۹۰	۲۷۳۲.۶۵
	b10	۶.۹۱	۱۷.۲۲	-۲۹.۰۲	۴۲.۸۳
	b11	-۲۶.۷۰	۵.۵۶	-۳۸.۳۱	-۱۵.۰۹
	b12	۵.۴۱	۲۶۲.۱۰	-۵۴۱.۳۳	۵۵۲.۱۵



	b1	۳.۲۳	۱۵۵۸۰	-۳۲۱.۷۶	۳۲۸.۲۲
	b13	۲۵.۳۵	۴۶.۱۰	-۷۰.۸۲	۱۲۱.۵۲
	b14	-۵۸.۱۰	۵۵۲.۲۱	-۱۲۰۹.۹۸	۱۰۹۳.۷۸
	b15	۴.۸۳	۱۶۹۵.۴۴	-۳۵۳۱.۸۰	۳۵۴۱.۴۶
	b16	۳.۹۵	۶.۴۷	-۹.۵۵	۱۷.۴۵
	b17	۹۷.۲۱	۵۴.۰۰	-۱۵.۴۴	۲۰۹.۸۶
	b18	-۱.۸۱	۳۳.۵۸	-۷۱.۸۵	۶۸.۲۳

جدول ۶. مدل رگرسیون غیر خطی تصادفات

	جمع مجذورات	df	میانگین مجذورات
رگرسیون	۱۳۴۲۵۲.۷۰	۳۰.۰۰	۴۴۷۵.۰۹
باقیمانده	۱۴۴۸.۳۰	۲۰.۰۰	۱۲۲.۴۱
مجموع تصحیح نشده	۱۳۶۷۰۱.۰۰	۵۰.۰۰	
مجموع تصحیح شده	۵۳۲۱.۶۲	۴۹.۰۰	

دست آمده تعداد تصادفات را با ضریب تغییرات برابر ۰/۷۲ نیز به دست آورد. مدل رگرسیون پیش بینی تصادفات در تقاطعات و دوربرگردان‌های شهرستان قائمشهر نیز طبق رابطه‌ی ۳ به دست آمده است.

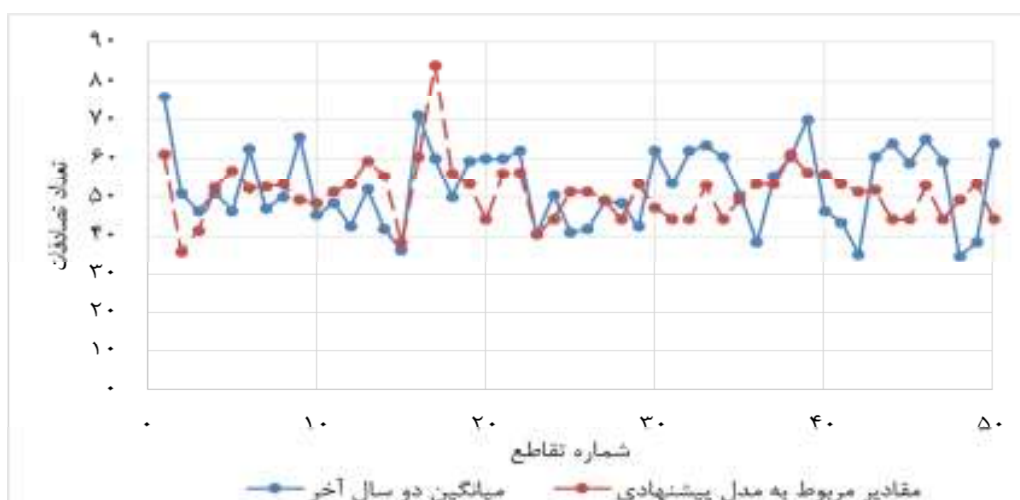
پس از طی ۸ مرحله توسط نرم افزار و با استفاده از روش کاهش باقیمانده‌ی تجمعی با کاهش میزان باقی مانده جدول آنوای ۶ به دست آمده است. تا بتوان بر اساس ضرایب به

(۳)

$$\text{Accident number} = 3.23 / (1+\text{EXP}(61.86-1.186 * \text{sign}))+43.2 / (1+\text{EXP}(0.69-0.45 * \text{line}))+27.56 / (1+\text{EXP}(21.99-0.127 * L))+6.9 / (1+\text{EXP}(-26.7+5.4 * H))+25.35 / (1+\text{EXP}(-58.1+4.83 * D))+3.95 / (1+\text{EXP}(97.2-1.8 * V))$$

نیز تعداد تصادفات به میزان ۶۳/۳ عدد در سال می‌رسد که در مجموع می‌توان بیان داشت که استفاده از سرعت‌گیر ۱۳/۱۱ درصد احتمال وقوع تصادف را در مجموع برای تقاطعات مورد بررسی کاهش می‌دهد. به منظور ارزیابی صحت و تطابق مدلسازی با واقعیت مسئله نتایج مدل با آمار تصادفات در دو سال ۱۳۹۴ و ۱۳۹۵ اعتبارسنجی شده است. در شکل ۲ مقایسه‌ی بین نتایج مدل و آمار تصادفات نیز ارائه شده است.

به عنوان مثال میزان تصادفات در یک تقاطع با سرعت متوسط وسایل نقلیه‌ی برابر با ۶۰ کیلومتر بر ساعت، عرض سرعت‌گیر برابر با ۲ متر، ارتفاع ۱۰ سانتی متر، فاصله‌ی ۳۰ متری سرعت‌گیر از تقاطع، تعداد لاین ۲ و علامت در فاصله‌ی ۱۰۰ متری به میزان ۵۵ تصادف در سال خواهد بود. در همین مثال در صورتی که فرض بر آن باشد که سرعت‌گیر وجود ندارد طبق محاسبه‌ی موجود بر طبق مدل پیش بینی ارائه شده



شکل ۲. مقایسه نتایج مدل پیش بینی تصادفات و آمار تصادفات دو سال آخر

### ارزیابی تصادفات در تقاطعات استاندارد و مقایسه با تقاطعات غیر استاندارد

در این بخش به بررسی تصادفات در تقاطعات استاندارد و مقایسه آن با تصادفات در تقاطعات غیر استاندارد پرداخته شده است. بدین منظور با استفاده از مدل پیش‌بینی تصادفات آرایه شده در این پژوهش، تصادفات در مقاطع استاندارد و غیر استاندارد تعریف شده و تعداد تصادفات نظیر در جداول ۷ الی ۹ پرداخته شده است. در ادامه جداول مذکور آرایه شده است.

جدول ۷. پیش‌بینی تصادفات در تقاطعات دارای سرعت گیر استاندارد

شماره تقاطع	استاندارد	نوع ابزار کنترل سرعت	عرض (متر)	ارتفاع (سانتی متر)	سرعت عملکردی	فاصله علائم هشدار دهنده	تعداد لاین	تعداد تصادفات
۱	✓	سرعت گیر	۲	۶	۴۰	۲۰	۲	۴۳/۱۱
۲	✓	سرعت کاه قوسی	۴/۷	۱۰	۵۰	۳۵	۲	۴۷/۹۱
۳	✓	سرعت کاه تخت	۷/۵	۱۰	۶۰	۴۵	۲	۵۰/۱
۴	✓	سرعت کاه تخت	۹	۱۰	۷۰	۵۰	۲	۵۲/۲۲

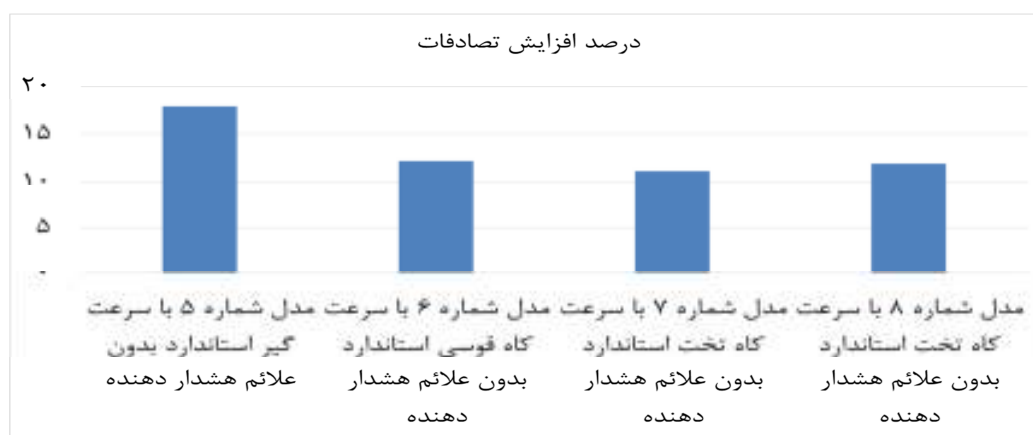
جدول ۸. پیش‌بینی تصادفات در تقاطعات با سرعت گیر استاندارد بدون علائم هشدار دهنده

شماره تقاطع	استاندارد	نوع ابزار کنترل سرعت	عرض (متر)	ارتفاع (سانتی متر)	سرعت عملکردی	تعداد لاین	تعداد تصادفات
۵	×	سرعت گیر	۲	۶	۴۰	۲	۵۲/۴۶
۶	×	سرعت کاه قوسی	۴/۷	۱۰	۵۰	۲	۵۴/۵۵
۷	×	سرعت کاه تخت	۷/۵	۱۰	۶۰	۲	۵۶/۳۸
۸	×	سرعت کاه تخت	۹	۱۰	۷۰	۲	۵۹/۲۹

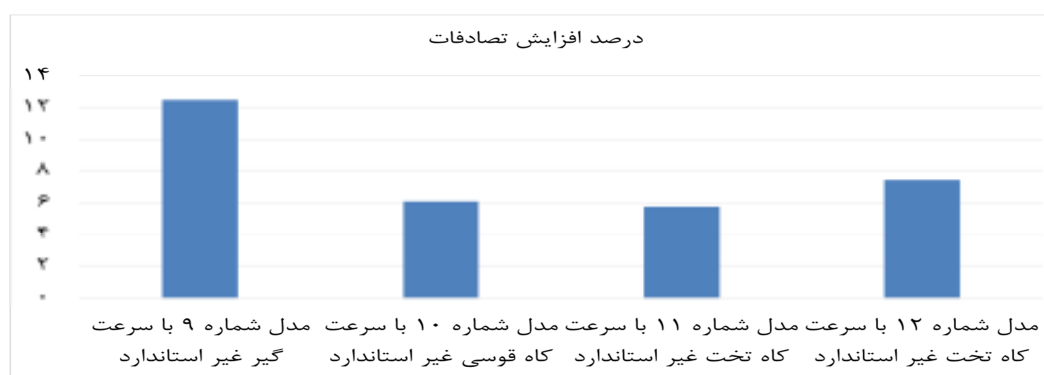
جدول ۹. پیش بینی تصادفات در تقاطعات با سرعت گیر غیر استاندارد

شماره تقاطع	استاندارد	نوع ابزار کنترل سرعت	عرض (متر)	ارتفاع (سانتی متر)	سرعت عملکردی	فاصله علائم هشدار دهنده	تعداد لاین	تعداد تصادفات
۹	×	سرعت گیر	۰/۵	۳	۴۰	۲۰	۲	۴۹/۲۳
۱۰	×	سرعت کاه قوسی	۳	۸	۵۰	۳۵	۲	۵۱/۰۱
۱۱	×	سرعت کاه تخت	۵	۸	۶۰	۴۵	۲	۵۳/۱۶
۱۲	×	سرعت کاه تخت	۷	۸	۷۰	۵۰	۲	۳۹۵۶

در ادامه میزان افزایش تعداد تصادفات در تقاطعات غیر استاندارد نمایش داده شده است.



شکل ۳. درصد افزایش تعداد تصادفات در تقاطع با ابزار کنترل سرعت استاندارد و بدون علائم هشدار دهنده



شکل ۴. درصد افزایش تعداد تصادفات در تقاطعات غیر استاندارد

دروبرگردان در شهرستان قائم شهر جمع آوری گردید. داده‌های مذکور فراوانی تصادفات را در طی ۵ سال اخیر در مناطق مورد مطالعه نیز ارایه نمودند. با بررسی‌های میدانی پارامترهای سرعت وسیله نقلیه، عرض سرعت‌گیر، ارتفاع سرعت‌گیر، فاصله تا تقاطع، تعداد لاین عبوری و فاصله‌ی علائم هشدار دهنده نیز به عنوان پارامترهای متغیر مسئله و تعداد تصادفات به عنوان متغیر وابسته نیز تعریف شدند. با استفاده از مدل‌های پراکنش نحوه‌ی تغییرات پارامترهای مختلف بر اساس تعداد تصادفات در محل‌های مختلف نیز مورد ارزیابی قرار گرفت تا مدل‌نمایی به منظور استفاده در مدلسازی و تحلیل رگرسیون غیر خطی نیز انتخاب گردید. با استفاده از نرم افزار SPSS داده‌ها مورد تحلیل رگرسیون غیر خطی قرار گرفته و مدل پیش بینی تصادفات در تقاطعات مورد بررسی نیز به دست آمد. که نتایج فعالیت‌های صورت گرفته در ادامه ارایه شده است.

-پارامترهای سرعت وسیله نقلیه تا قبل از عبور از سرعت‌گیر، عرض سرعت‌گیر، ارتفاع سرعت‌گیر، فاصله

همانطور که در شکل‌های ۳ و ۴ نمایش داده شده است، عدم استفاده از علائم هشدار دهنده در تقاطعات با سرعت‌گیر ۱۸ درصد آمار تصادفات را افزایش می‌دهد که این میزان افزایش در تقاطعات با سرعت‌کاه نیز حدود ۱۱ درصد می‌باشد. همچنین استفاده از سرعت‌گیر و سرعت‌کاه‌هایی با هندسه‌ی غیر استاندارد از ۵ درصد تا ۱۲ درصد آمار تصادفات را افزایش می‌دهد، که این افزایش در تقاطعات دارای سرعت‌کاه نسبت به تقاطعات با سرعت‌گیر نیز بیشتر بوده است.

## ۵- نتیجه‌گیری

در پژوهش حاضر ابتدا به بررسی اصول، مبانی و تاریخچه‌ی ارزیابی فراوانی تصادفات و مدل‌های پیش‌بینی پرداخته شد. ارایه مدل پیش‌بینی تصادفات در تقاطعات و دربرگردان‌ها از جمله مهمترین اهداف این پژوهش بوده است که با استفاده از مدل‌ها رگرسیون نیز این مهم صورت پذیرفت. بدین منظور در این پژوهش ابتدا داده‌های مربوط به تصادفات در ۵۰ تقاطع و

حمل و نقل و ترافیک تهران، معاونت حمل و نقل و ترافیک شهرداری تهران.

-رحیمی، ا. م. و عباسی، و. (۱۳۹۲)، "ارزیابی تأثیر ابزارهای کاهنده سرعت در کاهش حوادث ترافیکی"، هفتمین کنگره ملی مهندسی عمران، زاهدان، دانشگاه سیستان و بلوچستان.

-سلمانی، م.، رمضان زاده لسبویی، م. دریکوند، م. و ثابتی، ف. (۱۳۸۷)، "بررسی عوامل مؤثر بر تصادفات جاده ای و ارائه راهکارهایی برای کاهش آن"، پژوهش های جغرافیای انسانی، شماره ۶۵، ص. ۸۷-۱۰۴.

-گل رو، ا.، کرمانشاهی، ش. الف. و دریایی، د. (۱۳۸۵)، "تحلیل و ارزیابی تأثیر انواع سرعتگیر بر افزایش شاخص اعتمادپذیری در شبکه معابر شهری"، هفتمین کنفرانس مهندسی حمل و نقل و ترافیک ایران، تهران، معاونت حمل و نقل و ترافیک شهرداری تهران.

-مشکینی، الف. غلامحسینی، ر. و زادولی خواجه، ش. (۱۳۹۳)، "بررسی عوامل مؤثر در افزایش تصادفات درون شهری و ارائه راهکارهایی جهت کاهش آن (مطالعه موردی: شهر زنجان)"، سومین کنفرانس ملی تصادفات جاده ای، سوانح ریلی و هوایی، زنجان، دانشگاه آزاد اسلامی واحد زنجان.

-Antić, B., Pešić, D., Vujanić, M., & Lipovac, K., (2013), "The influence of speed bumps heights to the decrease of the vehicle speed-Belgrade experience". Safety science, 57, pp.303-312.

-Austin, R. and Carson, J., (2002), "An alternative accident prediction model for highway-rail interfaces". Journal of Accident Analysis and Prevention, Vol. 34, pp. 31-42.

-Gitelman, V., Hakkert, A. S., Doveh, E. and Cohen, A., (2006), "Screening tools for considering grade separation at rail-highway crossings", Journal of Transportation Engineering, Vol. 132, No. 1. pp. 52-59.

-Johansson, C., Rosander, P., & Leden, L., (2011), "Distance between speed humps and pedestrian crossings: Does it matter?". Accident Analysis & Prevention, 43(5), pp.1846-1851.

-Kanjnavapastit, A., & Thitinaruemit, A., (2013), "Estimation of a speed hump profile using quarter car model". Procedia-Social and Behavioral Sciences, 88, pp.265-273.

-Saccomanno, F. F., Fu, Liping and Miranda, M. F., (2004), "Risk- based model for identifying highwayrail grade crossing black spots", Journal of Transportation Research Record, No. 1862, pp. 127-135.

سرعت گیر تا تقاطع، فاصله ی علائم هشدار دهنده ی سرعت گیر از جمله پارامترهایی می باشند که در تخمین تعداد تصادفات در تقاطع های دارای سرعت گیر بسیار نقش دارند.

-در مدل سازی و پیش بینی تعداد تصادفات برای متغیرهای سرعت متوسط وسایل نقلیه، عرض سرعت گیر، ارتفاع سرعت گیر، فاصله سرعت گیر، تعداد لاین عبوری و فاصله علائم هشدار دهنده برازش مناسبی ارزیابی می گردد.

-در این مطالعه، پس از تست مدل های رگرسیون خطی نتایج خوبی یافت نشد، لذا بر اساس مدل های غیرخطی که پاسخ بهتری را نیز در بر خواهند داشت، شمار تصادفات مدل گردید.

-مدل رگرسیون پیش بینی تصادفات در تقاطعات و دوربرگردان های شهرستان قائم شهر طبق رابطه ی ارائه شده و با ضریب تغییرات ۰/۷۲ محاسبه گردید.

-می توان بیان داشت که استفاده از سرعت گیر در تقاطعات مورد بررسی با توجه به یک مثال با میانگین پارامترها نیز می تواند ۱۳/۱۱ درصد احتمال وقوع تصادف را در مجموع برای تقاطعات مورد بررسی کاهش دهد.

-عدم استفاده از علائم هشدار دهنده در تقاطعات با سرعت گیر ۱۸ درصد آمار تصادفات را افزایش می دهد که این میزان افزایش در تقاطعات با سرعت کاه نیز حدود ۱۱ درصد می باشد. همچنین استفاده از سرعت گیر و سرعت کاه هایی با هندسه ی غیر استاندارد ۵ تا ۱۲ درصد آمار تصادفات را افزایش می دهد، که این افزایش در تقاطعات دارای سرعت گیر نسبت به تقاطعات دارای سرعت کاه نیز بیشتر بوده است.

## ۶- مراجع

-احمدی، م. و علیمحمدی، ع. (۱۳۹۴)، "آنالیز زمانی و مکانی تصادفات رانندگی با استفاده از تراکم پنجره ای فازی"، فصلنامه مهندسی حمل و نقل ایران، دوره ۷، شماره ۲، ص. ۱۹۱-۲۰۵.

-حقیقی، ف. ر. و شهبازی، ش. (۱۳۹۵)، "مدل ارزیابی شدت تصادفات در میدان ها (مطالعه موردی شهر تهران)"، فصلنامه مهندسی حمل و نقل ایران، دوره ۷، شماره ۳، ص. ۴۳۵-۴۴۸.

-رحمانی رضائیه، م. (۱۳۹۱)، "طراحی و ساخت یک سیستم کنترل سرعت هوشمند (سرعتگیر هوشمند)"، یازدهمین کنفرانس مهندسی حمل و نقل و ترافیک ایران، تهران، سازمان

# **Evaluation of The Speed Bumps Utilization at Junctions and U-Turns on Accidents and Vehicles' Speed and Offering Prediction Model of The Speed Bumps Effects on The Accidents Reduction**

*Amin Choubdar, M.Sc., Grad., Department of Civil Engineering, Malard Branch, Islamic Azad University, Malard, Tehran, Iran.*

*Amin Farajollahi, Department of Civil Engineering, Malard Branch, Islamic Azad University, Malard, Tehran, Iran.*

*Alireza Ameli, Department of Civil Engineering, Malard Branch, Islamic Azad University, Malard, Tehran, Iran.*

*E-mail: AminFarajollahi@gmail.com*

Received: February 2020-Accepted: July 2020

## **ABSTRACT**

Safety indicator and range of controlling accidents is considered as one of the important criteria of evaluating transport networks. One of the effective instruments in controlling accidents and traffic is the ability to predict accidents that given this issue, traffic can be managed and the instruments of controlling speed and traffic are used. So the prediction model of the impact of using types of speed bumps in decreasing accidents has been investigated and presented in the research. For this purpose, data related to accidents in 50 junctions and U-Turns during 5 recent years in Ghaemshahr have been studied. Through field studies, parameters such as speed of vehicles, width of speed bump, height of speed bump, distance from junction, the numbers of crossing line and distances of warning signs have been selected as variable and affective parameters on the numbers of accidents. By using scattering models, the way of changes of different parameters were evaluated based on the numbers of accidents in the different places and the final model was obtained by using regression analysis in order to be used in the prediction of accidents. The results showed that if the warning signs are not used in the junctions with speed bump, it will increase the numbers of accidents up to 18% that the increase in the junctions with speed hump is about 11%. Using speed bumps and speed humps with non-standard geometry will increase the numbers of accidents 5 to 12% that the increase in the junctions having speed bumps is more than the increase in the junctions having speed humps.

**Keywords:** Speed Bumps, Junctions, U-Turns, Accident Prediction Model