

اثربخشی روش آرام سازی ترافیک، ترکیب خطوط اکستروژن و خطوط لرزاننده عرضی (رامبل استریپس) در مدیریت سرعت

فریدون مقدس نژاد^۱، محمد علی نادم نالکیاشری^۲

۱- دانشیار دانشکده مهندسی عمران و محیط زیست دانشگاه صنعتی امیر کبیر

۲- کارشناس ارشد راه و ترابری از دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران جنوب

چکیده

وقوع هر تصادف، معلول علل مختلفی می باشد که در میان این علل مختلف سرعت وسایل نقلیه یکی از عوامل مهم و انکارناپذیر در بروز تصادفات می باشد. آرام سازی ترافیک عبارتست از مجموعه اقداماتی که برای کاهش سرعت وسایل نقلیه و همچنین شدت بروز تصادفات در معابر استفاده می گردد. اثربخشی روش های آرام سازی ترافیک در کاهش سرعت وسایل نقلیه و همچنین ارتباط آن با موضوع تصادفات از موضوعاتی است که در انتخاب روش های آرام سازی ترافیک بسیار مهم می باشد. در این تحقیق با جمع آوری اطلاعات مربوط به سرعت وسایل نقلیه در ۴ منطقه مطالعاتی که اقدامات آرام سازی ترافیک در آن ها اجرا شده اند، روابطی برای پیش بینی تغییرات سرعت در اثر عبور از این اقدامات ارائه شده است. این مناطق مطالعاتی دارای اقدامات خطوط لرزاننده اکستروژن و خطوط لرزاننده عرضی (رامبل استریپس) به صورت ترکیبی مورد بررسی قرار گرفته اند. روابطی با استفاده از روش های رگرسیون مجموعه این دو اقدام ارائه شده است و با توجه به نتایج حاصل از آن ها ۴ منطقه به عنوان گروه مقایسه مورد تحلیل قرار گرفته و کاهش سرعت در آن ها پیش بینی شده است.

کلید واژه: آرام سازی ترافیک، خطوط اکستروژن، خطوط لرزاننده عرضی، رگرسیون.

۱- مقدمه

طبقه بندی و تلاش در جهت اصلاح آنهاست. در خصوص اقدامات مورد نیاز در نقاط حادثه خیز راهکارهای متفاوتی نظیر انواع روش های آرام سازی و یا اصلاح هندسی، بسته به محل و نوع نیاز مورد استفاده قرار می گیرد. آرام سازی ترافیک نیز خود انواع و اقسام مختلفی دارند که بنا به نظر کارشناسان متخصص ترافیک مورد استفاده قرار می گیرند. گام بعدی در استفاده از هر کدام از این آرام سازی ها، بررسی میزان تاثیر گذاریشان در کاهش سرعت، افزایش ایمنی و یا کاهش میزان و شدت تصادفات است. این که هر کدام به چه میزان تاثیر گذار خواهند بود و به بیان مهندسی تر، استفاده از هر کدام و یا ترکیب چند نوع مختلف از آن ها، با چه رابطه ای می تواند باعث کاهش سرعت وسایل نقلیه عبوری شود. اینکه برای کاهش چه میزان سرعت، بایستی از چه ترکیب و تعداد آرام سازی استفاده شود و تاثیر آن ها بر کاهش تصادفات چیست؟

سرعت بالا در رانندگی همچنان جذابیت شوم خود را داراست. رقابت کارخانجات خودروسازی مختلف در دنیا و ارائه "حداکثر سرعت" و "شتاب اولیه" به عنوان فاکتور های مهم و تاثیر گذار در انتخاب گزینه ها، همچنان نشان از مقبولیت بالای جهانی این آیتم در نگاه مشتریان دارد. امری که با کاهش زمان تصمیم گیری و عکس العمل و افزایش تصادف ریست تصادف، امروزه به عنوان یکی از مهمترین عوامل ایجاد تصادفات جاده ای به شمار می آیند. بر همین اساس اولین اقدام شناسایی عوامل بالقوه ایجاد تصادفات است تا بتوانند با رفع و یا کاهش آن ها، پتانسیل وقوع تصادف را کاهش دهند. به طور واضحی، می بایست کنترل سرعت در صدر برنامه ها قرار گیرد.

از دیگر اقداماتی که در راستای فوق الذکر با جدیت در حال پیگیری است، شناسایی نقاط حادثه خیز محورهای مختلف،

moghadas@aut.ac.ir

mohamad_nadem@yahoo.com



۲- تعریف مسأله و اهداف تحقیق

اما باز هم بسیاری از برنامه های آرام سازی با توجه به محدودیت های بودجه ای برای تنها یک نوع اقدام (که معمولا ارزانترین آن ها می باشد) طراحی شده اند. برنامه های آرام سازی ترافیک معمولا با در نظر گرفتن اقدامات پشت سرهم طراحی می شوند. از این رو در طراحی برنامه ها همیشه یک ابزار مانند دروازه، علائم ترافیکی و یا نوشته های کف راه برای اطلاع رسانی به رانندگان نسبت به نزدیکی مناطق دارای محدودیت سرعت وجود دارد و این موضوع به این علت انجام می پذیرد که سرعت بالادستی در مواجهه با اولین اقدام آرام سازی در صف تحت اثر این ابزار نصب شده قرار گیرد. روش بررسی نیازمند بررسی تاثیرات در صف اقدامات بوده و تمایل عمده به آرام سازی ترافیکی کل یک محدوده با اقدامات پشت سرهم می باشد. [۱]

۳-۱- انتخاب محل های مورد مطالعه

بررسی اثرات روش های آرام سازی ترافیک در مرحله اول با انتخاب موقعیت هایی صورت پذیرفت که دارای پتانسیل بالای وقوع تصادفات ناشی از سرعت بالای وسایل نقلیه بوده و در نقاط حساسی از جاده ها قرار گرفته اند. موقعیت های انتخاب شده می بایستی دارای اقدامات آرام سازی ترافیک بوده و اطلاعات مربوط به سرعت وسایل نقلیه در بازه ی زمانی قبل و بعد از آرام سازی ترافیک در دسترس بوده و یا قابل اندازه گیری باشند. در موضوع آرام سازی ترافیک در راه های برون شهری و در مبحث آزاد راه ها ایستگاه های اخذ عوارض و در مبحث راه های اصلی، محدوده های مسکونی و ورودی به شهر ها از اهمیت ویژه ای برخوردارند و جز مهمترین محل های نیازمند اجرای اقدامات آرام سازی ترافیک می باشند. در همین راستا ایستگاه های اخذ عوارض در محور تهران - قم در محدوده بهشت زهرا و محور تهران - پردیس که دارای اقدامات آرام سازی ترافیک می باشند، به عنوان مناطق مورد مطالعه در آزادراهها انتخاب شدند. همچنین در رابطه با راه های اصلی نیز در موضوع محدوده های مسکونی، محدوده بیاض در محور انار-رفسنجان، ورودی به کرمان در محور کرمان-سیرجان به عنوان محدوده های مسکونی که تمهیدات آرام سازی ترافیک در آن ها انجام شده است، انتخاب گردیدند. در ادامه روند تحقیق به منظور پیش بینی میزان کاهش سرعت وسایل نقلیه از گروه مقایسه استفاده گردید. گروه های مقایسه به مناطقی اطلاق می گردد که در آن ها اصلاحات ایمنی مورد نظر انجام نگرفته است و مشابه با مناطق اصلاح شده هستند. برای این منظور بسیاری نقاط مورد ارزیابی قرار گرفتند و با توجه به هندسه مقاطع و ترافیک عبوری از مناطق مختلف، محل هایی به عنوان گروه های مقایسه انتخاب شدند.

آمارها نشان می دهد که در ایران تقریبا ۳۰ تا ۴۰ درصد کشته ها و یا مجروحان در اثر عامل سرعت دچار حادثه شده اند. مهمترین مشکل سرعت زیاد، افزایش فواصل دید تصمیم گیری و توقف است. بنابراین با توجه به اهمیت نقش کنترل سرعت در کاهش عوارض سوء و تبعات منفی ایمنی جاده ای، امروزه در بسیاری از کشورهای جهان تلاش گسترده ای در امر کنترل و کاهش سرعت وسایل نقلیه در حال انجام است. در این میان یکی از مهمترین اقداماتی که در کشورهای مختلف برای کنترل و کاهش سرعت وسایل نقلیه به خصوص در مناطق مسکونی به مرحله اجرا در می آید، آرام سازی جریان ترافیک می باشد. تاثیرات روش های مختلف آرام سازی ترافیک در مدیریت سرعت در راه های برون شهری، مساله ای است که تاکنون در رابطه با آن پژوهشی انجام نشده است و با توجه به اهمیت این موضوع بر مساله ایمنی در معابر، در این پژوهش سعی خواهد شد که تاثیرات روش های مختلف آرام سازی ترافیک بر مدیریت سرعت بررسی شود. این موضوع با استفاده از جمع آوری اطلاعات موجود در مطالعه موردی و با استفاده از شیوه مطالعه قبل و بعد از اجرای روش های آرام سازی انجام خواهد شد. در نهایت مدلی برای ترکیب روش های آرام سازی ترافیک عنوان خواهد شد و تاثیر هر یک از این روش های آرام سازی ترافیک در مناطق مشابه مناطق مورد مطالعه تحلیل و بررسی می گردد.

۳-۲ روش بررسی

روش های زیادی برای آرام سازی ترافیک وجود دارد. معمول ترین اقدامات آرام سازی ترافیک عبارتند از سرعت گیر تخت، سرعت گیر قوسی، باریک سازی سرعت کاه ها. بر اساس این اقدامات که در راه ها وسایل نقلیه را ملزم به کاهش سرعت می نمایند، رویکرد بررسی بر روی اقداماتی از قبیل سرعت گیر ها (تخت و قوس)، سرعت کاه متمرکز شده است. اقدامات آرام سازی بایستی به صورت جداگانه، به صورت پیوند با همان اقدام (مانند دو سرعت گیر) و یا به همراه اقدامات دیگر (مانند سرعت گیر و نوارهای لرزاننده) و توأم با عملکردهای ترکیبی ممکن مورد بررسی قرار گیرند. بیشتر اقدامات آرام سازی به صورت سلسله وار و پشت هم اجرا شده اند. ترتیب اقدامات اجرا شده معمولا به نحوی است که میانگین سرعت در طول راه را به سطح مطلوب برسانند. توصیه شده است که استفاده از یکسری اقدامات به صورت باهم از عملکرد تکی اقدامات بهتر می باشد.

عبوری در مناطق مورد مطالعه و دسته بندی مناطق مشابه هم از متوسط ترافیک عبوری روزانه در سال (AADT) استفاده گردید. در جدول زیر اطلاعات مربوط به متوسط ترافیک عبوری روزانه در سال در مناطق مورد مطالعه نشان داده شده است. [۳]

با توجه به موارد گفته شده ایستگاه های عوارضی در محور تهران - ساوه و رشت-قزوین در آزادراه ها و همچنین در رابطه با راه های اصلی نیز در موضوع محدوده های مسکونی، محدوده مسکونی جوزم در محور انار-شهربابک و محدوده مسکونی محدوده مسکونی زیدآباد در محور سیرجان-شهربابک به عنوان گروه مقایسه انتخاب گردیدند. برای مطالعه بر روی ترافیک

| موقعیت | AADT | موقعیت | AADT |
|----------------------------|-------|---------------------------|-------|
| ایستگاه عوارضی تهران-قم | ۳۲۰۷۳ | ایستگاه عوارضی تهران-ساوه | ۳۲۲۸۹ |
| ایستگاه عوارضی تهران-پردیس | ۱۲۵۹۵ | ایستگاه عوارضی رشت-قزوین | ۱۳۴۶۷ |
| محدوده مسکونی بیاض | ۴۳۷۸ | محدوده مسکونی جوزم | ۴۵۲۰ |
| محدوده ورودی به کرمان | ۱۰۲۸۰ | محدوده مسکونی زید آباد | ۱۰۰۶۹ |

جدول ۱- متوسط ترافیک روزانه در سال در مناطق انتخاب شده برای مطالعه [مرجع : سازمان راهداری و حمل و نقل جاده ای]

با توجه به ابزارهای اندازه گیری سرعت در کشور و عدم وجود بانک اطلاعاتی جامع برای سرعت های موجود در مقاطع مختلف در راه ها، محقق برای دستیابی به سرعت های نقطه ای در نقاط مورد مطالعه از دوربین کنترل سرعت (Laser Gun) که از طریق سازمان راهداری و حمل و نقل جاده کشور در اختیارش قرار گرفت، اقدام به برداشت میدانی سرعت نقطه ای وسایل نقلیه در نقاط قبل و بعد از آرام سازی های ترافیک انجام شده در نقاط مورد نظر نمود. به منظور بررسی میزان اثرات آرام سازی ترافیک سرعت وسایل نقلیه در محدوده قبل و بعد از اقدامات آرام سازی ترافیک در هر موقعیت با استفاده از دوربین لیزرگان اندازه گیری شده و نتایج آن به صورت سرعت قبل و بعد از آرام سازی به صورت زیر می باشد.

اقدامات آرام سازی موجود در این مناطق مطالعاتی عبارتند از:

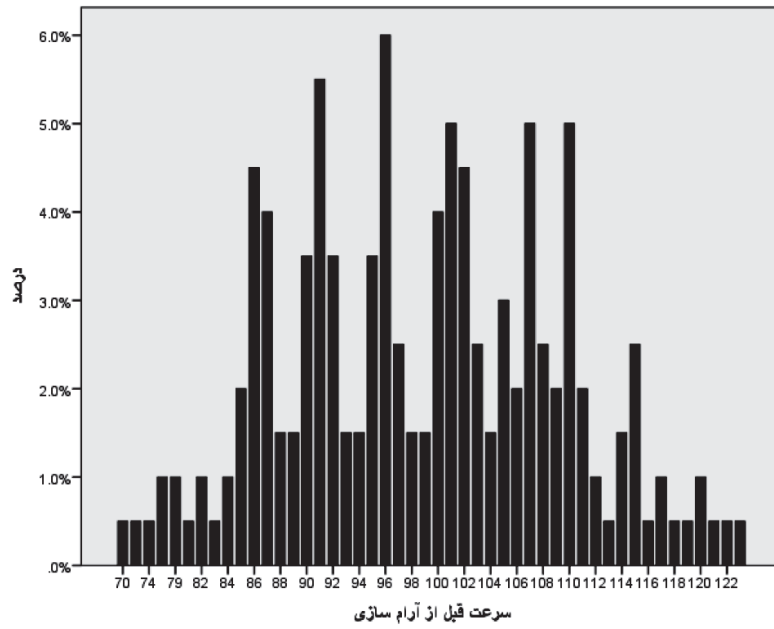
- ۱- نصب تابلوهای اطلاعاتی پیش آگاهی
- ۲- درج خط نوشته ها روی روسازی
- ۳- استفاده از نوارهای لرزاننده زرد رنگ (اکستروژن)
- ۴- استفاده از نوارهای لرزاننده رامبل استریپس

۳-۲- اندازه گیری سرعت وسایل نقلیه

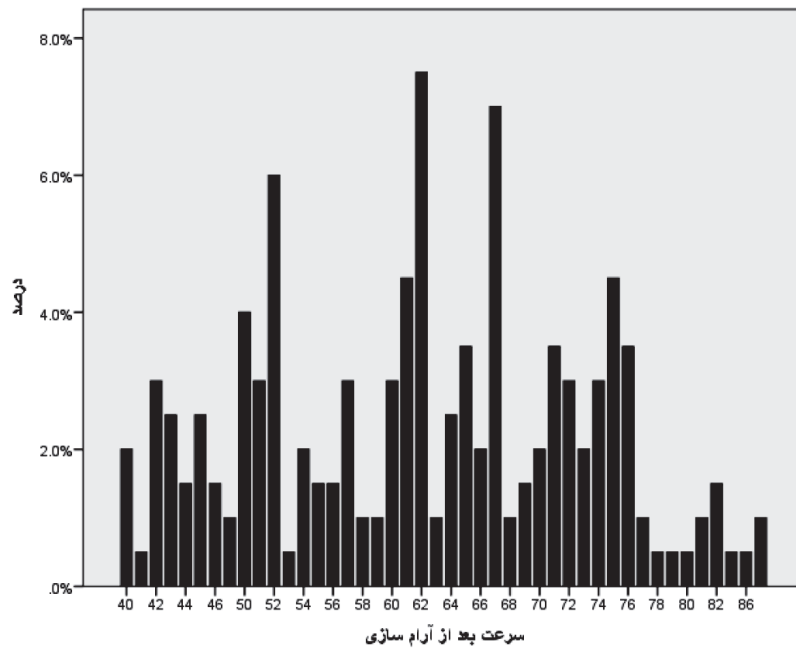
روش های بسیاری برای اندازه گیری سرعت وسایل نقلیه موجود می باشند، اما تعداد کمی از آن ها می توانند این اطلاعات را در نقاط مختلف در طول محل های انتخاب شده فراهم نمایند. روش های معمول برای اندازه گیری سرعت شامل استفاده از سرعت سنج راداری، زمان سنج الکترونیکی با استفاده از وسایلی نظیر سنسورهای نوری، ضبط ویدئویی و استفاده از دوربین های کنترل سرعت می باشد. [۲]

| | | | | | | | | | | | |
|----|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|------------------------------|
| ۷۰ | ۷۹ | ۸۸ | ۹۰ | ۹۵ | ۹۸ | ۱۰۰ | ۱۰۵ | ۱۱۲ | ۱۱۷ | ۱۲۰ | سرعت قبل از آرام سازی ترافیک |
| ۴۲ | ۴۲ | ۵۲ | ۵۱ | ۶۲ | ۶۰ | ۶۲ | ۶۸ | ۷۴ | ۷۹ | ۸۰ | سرعت بعد از آرام سازی ترافیک |

جدول ۲- نمونه ای از سرعت های برداشت شده در رویکرد تهران-قم در ایستگاه عوارضی تهران-قم



نمودار ۱- نمودار درصد فراوانی سرعت وسایل نقلیه در مقطع قبل از آرام سازی ترافیک در رویکرد تهران-قم [۳]



نمودار ۲- نمودار درصد فراوانی سرعت وسایل نقلیه در مقطع بعد از آرام سازی ترافیک در رویکرد تهران-قم [۳]

همچنین در مناطق مقایسه نیز سرعت وسایل نقلیه در مقطع ۵۰۰ متری نقطه مورد نظر اندازه گیری شد.

| | | | | | | | | | | | | | | |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|----|----|----|
| ۱۱۸ | ۱۱۲ | ۱۱۱ | ۱۱۰ | ۱۰۸ | ۱۰۷ | ۱۰۶ | ۱۰۵ | ۱۰۳ | ۱۰۱ | ۱۰۰ | ۹۷ | ۹۶ | ۹۵ | ۷۸ |
| ۱۱۵ | ۱۱۱ | ۱۱۰ | ۱۱۰ | ۱۰۸ | ۱۰۶ | ۱۰۶ | ۱۰۵ | ۱۰۳ | ۱۰۱ | ۹۹ | ۹۷ | ۹۶ | ۹۵ | ۷۸ |

جدول ۳- سرعت وسایل نقلیه در مقطع ۵۰۰ متری ایستگاه اخذ عوارض محور تهران-ساوه [۳]

۴- تحلیل اطلاعات

برای انجام تحلیل بر روی سرعت های برداشت شده از مدل سازی و بدست آوردن رابطه ای برای سرعت در مقطع قبل از آرام سازی ترافیک و بعد از آن استفاده شده است. برای صحت سنجی مدل های بدست آمده در این تحقیق از آزمون های آماری t و آزمون تحلیل واریانس یک طرفه ANOVA یا آزمون F (پارامتری) و آزمون همبستگی استفاده شده است.

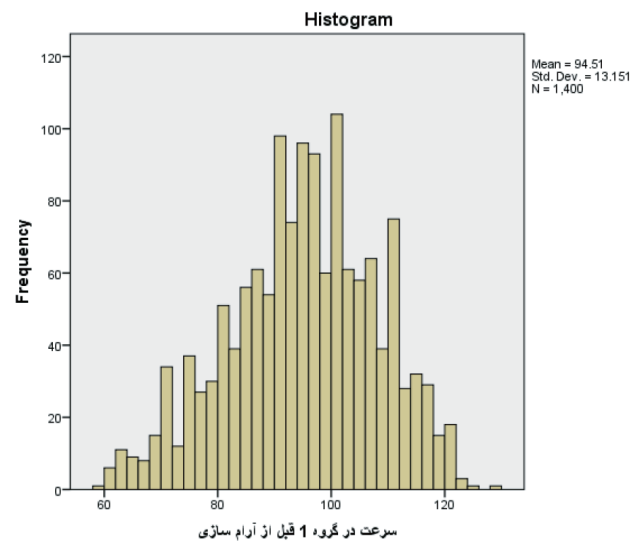
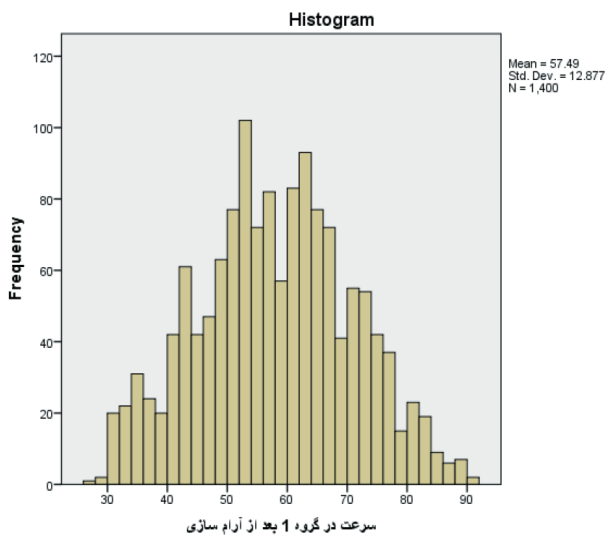
در ابتدا تحلیل اطلاعات سرعت برداشت شده از ۱۴۰۰ وسیله نقلیه در اثر عبور از اقدامات آرام سازی ترافیک صورت گرفته، انجام خواهد شد و با نتیجه گیری بر روی آنالیزهای انجام شده به پیش بینی کاهش سرعت در گروه مقایسه پرداخته می گردد.

| درصد کاهش | مقدار کاهش | درصد کاهش | مقدار کاهش | بعد از آرام سازی | | | | قبل از آرام سازی | | | | نام منطقه |
|-----------|------------|--------------|--------------|------------------|-------------|------------|----------|------------------|-------------|------------|----------|--|
| | | | | میانگین سرعت | بیشینه سرعت | کمینه سرعت | سرعت %۸۵ | میانگین سرعت | بیشینه سرعت | کمینه سرعت | سرعت %۸۵ | |
| ۸۵ درصدی | سرعت ۸۵ | میانگین سرعت | میانگین سرعت | ۴۰ | ۹۰ | ۷۴ | ۶۱/۷۸ | ۷۰ | ۱۲۸ | ۱۱۰ | ۹۸/۷۱ | ایستگاه عوارضی تهران - قم، رویکرد تهران - قم |
| ۳۱/۵ | ۳۵ | ۳۵/۸ | ۳۵/۱۴ | ۳۹ | ۸۹ | ۷۶ | ۶۲/۹۸ | ۷۱ | ۱۲۴ | ۱۱۱ | ۹۸/۱۲ | ایستگاه عوارضی تهران - قم، رویکرد قم - تهران |
| ۴۲/۱ | ۴۸ | ۴۳/۴ | ۴۳/۶۹ | ۴۲ | ۸۵ | ۶۶ | ۵۷ | ۶۸ | ۱۲۲ | ۱۱۴ | ۱۰۰/۶۹ | ایستگاه عوارضی تهران - پردیس، رویکرد تهران - پردیس |
| ۲۷/۷ | ۳۱ | ۳۲/۷ | ۳۲/۱۶ | ۴۳ | ۸۹ | ۸۱ | ۶۶/۰۳ | ۷۰ | ۱۲۲ | ۱۱۲ | ۹۸/۱۹ | ایستگاه عوارضی تهران - پردیس، رویکرد پردیس - تهران |
| ۲۸/۲ | ۳۹ | ۴۵/۴ | ۴۰/۱ | ۳۰ | ۷۸ | ۶۳ | ۴۸/۳ | ۵۹ | ۱۱۷ | ۱۰۲ | ۸۸/۴ | محدوده مسکونی بیاض، رویکرد انار - رفسنجان |
| ۳۶/۶ | ۳۷ | ۴۳/۲ | ۳۸/۱۳ | ۲۹ | ۷۷ | ۶۴ | ۵۰/۰۶ | ۶۰ | ۱۱۷ | ۱۰۱ | ۸۸/۱۹ | محدوده مسکونی بیاض، رویکرد رفسنجان - انار |
| ۳۱/۷ | ۳۲ | ۳۷/۱ | ۳۳/۱ | ۲۷ | ۷۷ | ۶۹ | ۵۶/۲۵ | ۶۰ | ۱۱۲ | ۱۰۱ | ۸۹/۲۲ | ورودی به شهر کرمان |

جدول ۴- تحلیل اطلاعات مربوط به سرعت وسایل نقلیه مناطق مطالعاتی [۳]

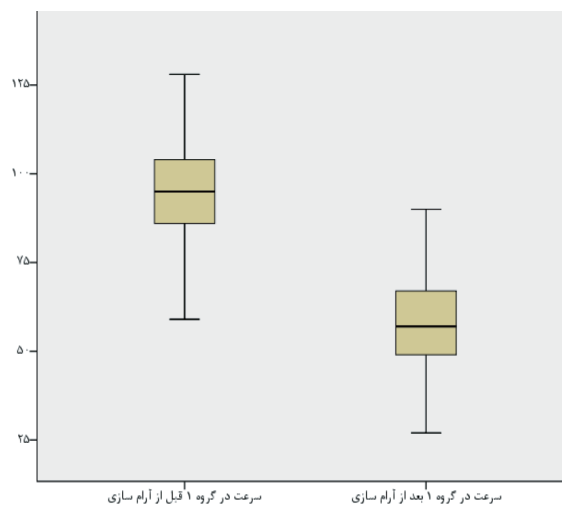
سرعت وسایل نقلیه در اثر عبور از این اقدامات آرام سازی ترافیک کلیه اطلاعات مربوط به سرعت های قبل و بعد از مقطع آرام سازی به صورت مجموع در نرم افزار SPSS مورد تحلیل قرار گرفت که نتایج آن به صورت مدلی برای پیش بینی سرعت وسایل نقلیه ارائه می گردد.

بر اساس اطلاعات فوق که بر اساس برداشت سرعت ۱۴۰۰ وسیله نقلیه در ۴ منطقه مطالعاتی در اثر عبور از مقطع آرام سازی شده با نوارهای لرزاننده زرد رنگ (اکستروژن) و نوارهای عرضی (رامبل استریپس) با کاهش ۲۷/۷ الی ۴۲/۱ درصدی در سرعت ۵۸ درصدی مواجه خواهد بود. بر این اساس برای پیش بینی



نمودار ۴- نمودار هیستوگرام برای سرعت بعد از آرامسازی [۳]

نمودار ۳- نمودار هیستوگرام برای سرعت قبل از آرامسازی [۳]



نمودار ۵- نمودار جعبه ای برای سرعت قبل و بعد از آرام سازی ترافیک [۳]

| | | سرعت قبل از آرامسازی | سرعت بعد از آرامسازی |
|----------------------|---------------------|----------------------|----------------------|
| سرعت قبل از آرامسازی | Pearson Correlation | ۱ | .۹۲۷** |
| | Sig. (2-tailed) | | .۰۰۰ |
| | N | ۱۴۰۰ | ۱۴۰۰ |
| سرعت بعد از آرامسازی | Pearson Correlation | .۹۲۷*** | ۱ |
| | Sig. (2-tailed) | .۰۰۰ | .۰۰۰ |
| | N | ۱۴۰۰ | ۱۴۰۰ |

** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

جدول ۵- ضرایب همبستگی برای مناطق مطالعاتی [۳]

این رابطه بسیار قوی است. علامت ضریب همبستگی نیز مثبت می باشد یعنی جهت این رابطه مستقیم است.

در فاصله اطمینان ۹۵٪ سطح معنی داری بدست آمده برابر است با $Sig = 0/000$ یعنی با اطلاعات موجود بین سرعت قبل از آرام سازی و میانگین میانگین سرعت بعد از آرام سازی رابطه و همبستگی معناداری وجود دارد. با توجه به $|r_s| = 0/۹۲۷$ شدت

| Pair | سرعت بعد از آرامسازی - سرعت قبل از آرامسازی | Paired Differences | | | | t | df | Sig. (2-tailed) | |
|------|--|--------------------|----------------|-----------------|---|---------|----------|-----------------|-------|
| | | Mean | Std. Deviation | Std. Error Mean | 95% Confidence Interval of the Difference | | | | |
| | | | | | Lower | | | | Upper |
| 1 | | -۳۷/۰۱۸ | ۴/۹۸۰ | .۱۳۳ | -۳۶/۷۵۷ | -۳۷/۲۷۹ | -۲۷۸/۱۳۴ | ۱۳۹۹ | .۰۰۰ |

جدول ۶- آزمون مقایسه ای اطلاعات مربوط به سرعت وسایل نقلیه در مناطق مطالعاتی [۳]

با توجه به معادلات بدست آمده و بزرگترین ضریب R^2 که مربوط به معادله رگرسیون توانی است معادله زیر برای بدست آوردن سرعت بعد از آرام سازی ترافیک انتخاب می گردد: (رابطه ۱).

$$y = 0.056x^{1.523} \quad (1)$$

y = سرعت بعد از آرام سازی ترافیک و x = سرعت قبل از آرام سازی ترافیک

میزان کاهش میانگین سرعت ۳/۳۹٪ و میزان کاهش سرعت ۴/۳۴٪

همچنین با توجه به معادله بدست آمده پیش بینی کاهش سرعت در گروه مقایسه به ترتیب جدول زیر می باشد:

با توجه به نتایج آزمون t میزان t بدست آمده برابر $t = ۲۷۸/۱۳۴$ با درجه آزادی $df = ۱۳۹۹$ در فاصله اطمینان ۹۵٪، سطح معنی داری برابر $Sig = ۰/۰۰$ است. یعنی بین میانگین سرعت قبل از آرام سازی و میانگین سرعت بعد از آرام سازی تفاوت معناداری وجود دارد. همچنین به دلیل اینکه تفاضل میانگین ها برابر عدد $-۳۷/۰۱۸$ می باشد، می توان این گونه نتیجه گرفت که میانگین سرعت قبل از آرام سازی بیشتر از میانگین سرعت بعد از آرام سازی است یعنی فرآیند آرام سازی با استفاده از نوارهای عرضی لرزاننده و رامبل استریپس موثر بوده است.

| سرعت 85 درصدی در مقطع 500 متری موقعیت | سرعت پیش بینی شده در اثر اقدامات آرام سازی | سرعت میانگین در مقطع 500 متری موقعیت | نام نقطه | نام محور |
|---|--|--|----------|----------------------------------|
| ۷۲/۹۸ | ۱۱۱ | ۶۰/۲ | ۹۷/۸۴ | ایستگاه اخذ عوارضی تهران-ساوه |
| ۸۱/۱۴ | ۱۱۹ | ۶۲/۲۴ | ۹۹/۹۸ | ایستگاه اخذ عوارضی قزوین-رشت |
| ۶۱/۳۱ | ۹۹ | ۴۸/۱۳ | ۸۴/۴۵ | جوزم انار-شهربابک |
| ۶۹/۰۱ | ۱۰۷ | ۵۱/۲۲ | ۸۷/۹۷ | زیدآباد سیرجان-شهربابک |

جدول ۷- پیش بینی سرعت و تصادفات در گروه مقایسه

۵- نتیجه گیری

۱- مطالعه انجام شده نشان دهنده کاهش ۳۹/۳ درصدی در میانگین سرعت وسایل نقلیه بوده است.

۲- مطالعه انجام شده نشان دهنده کاهش ۳۴/۴ درصدی در سرعت ۸۵ درصدی وسایل نقلیه بوده است.

۳- رابطه $y = 0.056x^{1.523}$ برای بدست آوردن ارتباط میان سرعت وسایل نقلیه قبل و بعد از آرام سازی ترافیک در اثر اقدامات نوارهای لرزاننده اکستروژن و رامبل استریپس بدست آورده شد که در آن $y =$ سرعت بعد از آرام سازی ترافیک و $x =$ سرعت قبل از آرام سازی ترافیک

۶- مراجع

1- TAYLOR, M.A.P., YOUNG, W.. Traffic Analysis. New Technology & New Solutions.

Hargreen Publising Company. Melbourne, 1988.

2- Maria Barbosa H. "Impacts of traffic calming measures on speeds on urban roads",The University of Leeds Department of Civil Engineering Institute , Submitted in accordance with the requirements for the Degree of Doctor of Philosophy,2005.

۳- نادم نالکیشری، م. مقایسه اثربخشی روش های آرام سازی ترافیک در مدیریت سرعت و ارتباط آن با تصادفات، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد واحد تهران جنوب، ۱۳۹۳.