

بررسی میزان تأثیرگذاری خط‌کشی عرضی روسازی بر آرام‌سازی ترافیک با استفاده از آزمون t (مطالعه موردی: ورودی شهر ایزدشهر)

فرشیدرضا حقیقی، استادیار، دانشگاه صنعتی نوشیروانی بابل
حامد یوسفی*، کارشناس ارشد راه و ترابری، دانشگاه صنعتی نوشیروانی بابل
فاطمه یوسفی، کارشناس ارشد راه و ترابری، دانشگاه آزاد واحد تهران جنوب

E-mail: hamedyoosefi@gmail.com

دریافت: ۹۳/۰۵/۲۰ - پذیرش: ۹۴/۱۱/۲۶

چکیده

کنترل سرعت وسایل نقلیه یکی از عوامل مهم در تأمین ایمنی در مسیرها، مخصوصاً در مقاطع ورودی شهرهایی که در امتداد راه‌های اصلی به وجود آمده‌اند، می‌باشد. یکی از روش‌های کنترل و کاهش سرعت، آرام‌سازی ترافیک به صورت ادراکی است. خط‌کشی‌های عرضی حاشیه‌ای با فواصل کوتاه‌شونده نوع خاصی از این تمهیدات می‌باشد که در این تحقیق در ورودی شهر ایزدشهر اجرا شده است. بررسی میزان تأثیرگذاری این خط‌کشی بر کاهش سرعت، به وسیله مقایسه آماری میانگین سرعت‌های وسایل نقلیه در مراحل قبل و بعد از اجرای خط‌کشی توسط آزمون t در سطح اطمینان ۹۵ درصد صورت گرفته است. سرعت وسایل نقلیه عبوری از این مقطع در یک مرحله قبل (مطالعه قبل) و دو مرحله بعد از اجرای خط‌کشی (مطالعه زودهنگام- بعد و مطالعه طولانی‌مدت- بعد) توسط دستگاه راداری ثبت سرعت، جمع‌آوری شد و سرعت‌ها در سه حالت کل وسایل نقلیه، به تفکیک وسایل نقلیه در روز و در شب و به تفکیک وسایل نقلیه سبک و سنگین دسته‌بندی شد و مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که بیشترین کاهش، به میزان ۵/۴۹ کیلومتر بر ساعت، در میانگین سرعت مربوط به وسایل نقلیه در حالت شب در مطالعه زودهنگام- بعد نسبت به همین حالت در مطالعه قبل بوده است. در حالت کلی، با گذشت زمان و در مطالعه طولانی‌مدت- بعد، تأثیر تمهیدات اجرا شده در کاهش میانگین سرعت وسایل نقلیه وجود داشت؛ اما نسبت به تأثیر این تمهیدات در مطالعات زودهنگام- بعد تقلیل یافته بود.

واژه‌های کلیدی: سرعت، آرام‌سازی ترافیک، مطالعه قبل و بعد، خط‌کشی‌های عرضی، آزمون t.

۱. مقدمه

قسمت از راه‌ها افزایش می‌یابد و در این شرایط، تردد وسایل نقلیه تحت تأثیر فعالیت‌های سایر کاربران غیر خودرویی نیز قرار می‌گیرد. همچنین، با تغییرات ناگهانی نقش راه‌هایی که تردد وسایل نقلیه با سرعت زیاد را

با توسعه کاربری‌های مسکونی و تجاری در امتداد مقاطعی از راه‌های اصلی بین شهری، نقش اجتماعی این

نقلیه، قابل قبول نمی‌باشد. تمهیدات آرام‌سازی ادراکی مانند خط‌کشی‌های سطح راه می‌توانند با در نظر گرفتن مسائل مربوط به ایمنی برای کنترل و کاهش سرعت مورد استفاده قرار گیرند که موضوع بحث این مقاله در زمینه به‌کارگیری نوع خاصی از این نوع خط‌کشی‌ها می‌باشد. در زمینه آرام‌سازی ترافیک به روش ادراکی مطالعات گسترده‌ای در سال‌های اخیر به صورت جدی در دنیا صورت پذیرفته است که در این مقاله به بررسی برخی از این مطالعات پرداخته می‌شود.

۲. مروری بر مطالعات پیشین

گریفین و راینهارت (۱۹۹۵) در مقاله‌ای به مروری بر اقداماتی که در زمینه آرام‌سازی ترافیک در ایالات متحده صورت پذیرفته بود، پرداختند. در این مطالعه، تأثیر مشخصه‌هایی مانند اندازه، رنگ و فاصله در کاهش سرعت به وسیله خط‌کشی‌های به‌کار رفته در تحقیقات مربوط به آرام‌سازی ادراکی ترافیک مورد بررسی قرار گرفت. در این تحقیق به بررسی فاصله بین خطوط مورد استفاده از لحاظ ثابت بودن یا متغیر بودن در محیط شبیه‌ساز رانندگی نیز پرداخته شد که به دنبال مشخص شدن هویت تأثیرگذاری این علائم از لحاظ هشداردهندگی و یا داشتن تأثیرات ادراکی بر رانندگان بود. نتایج نشان داد که در محیط شبیه‌ساز، با ثابت بودن یا متغیر بودن فواصل بین خط‌کشی‌ها، تفاوتی در مقدار کاهش سرعت توسط این علائم دیده نمی‌شود و این به این معنی می‌باشد که این علائم تنها هویت هشداردهندگی دارند. در صورتی که بررسی نتایج در دنیای واقعی نشان داد که استفاده از خط‌کشی‌ها با فاصله کم‌شونده، با تأثیر بر ادراک رانندگان، می‌تواند سرعت وسیله نقلیه را بیشتر کاهش دهد. همچنین، در بررسی بیشتر این تحقیقات، نتایج تأثیر اقدامات استفاده شده در مدت کوتاه بعد از اجرای آن‌ها به دست آمد و در طولانی مدت نتایج دقیقی دریافت نشد. در سال ۱۹۹۹، سازمان حمل و نقل کانزاس، با همکاری

امکان‌پذیر می‌نمایند، افزایش تعداد تصادفات و خسارات ناشی از آن اجتناب‌ناپذیر می‌گردد. راه عبوری در خارج از منطقه شهری، تردد ترافیک وسایل نقلیه با سرعت زیاد را در مسافتی طولانی برای کاربران خودرویی مهیا می‌سازد. در حالی که این مسیر بدون تغییر فیزیکی و هندسی متداول ورودی شهرها، در عبور از جوامع کوچک بین شهری^۱، دسترسی‌های محلی، عبور عابرین پیاده در همه سنین، عبور دوچرخه سواران، پارکینگ حاشیه‌ای و سایر ویژگی‌های اجتماعی را فراهم می‌آورد. طبق تحقیقات انجام شده، ۶۰ درصد تصادفات جاده‌ای در ایران در ورودی شهرها اتفاق می‌افتد (خبیری و احمدی‌نژاد، ۱۳۸۲). این مسئله در جوامع کوچک بین شهری چالش‌ها و مشکلات ایمنی بالقوه‌ای را برای عموم به وجود می‌آورد که در استان مازندران، به دلیل تراکم بالای مناطق مسکونی و رشد این مناطق در امتداد راه اصلی بین شهری، این معضل به کثرت مشاهده می‌شود. با توجه به شرایط ذکر شده، نیاز به استفاده از تمهیداتی که بتوانند کاهش سرعت وسایل نقلیه را بدون به‌خطر افتادن ایمنی آن‌ها در این مقاطع فراهم آورند، ضروری می‌باشد.

سرعت بالای وسایل نقلیه احتمال وقوع تصادفات و بیشتر شدن شدت خسارات ناشی از تصادفات را به همراه دارد. تمهیدات آرام‌سازی ترافیک به عنوان یکی از راه‌حل‌های موجود برای کنترل سرعت وسایل نقلیه مطرح می‌باشد که به دو صورت فیزیکی و ادراکی صورت می‌پذیرد. در مناطق درون شهری و محلی به دلیل سرعت پایین وسایل نقلیه از تمهیدات آرام‌سازی فیزیکی مانند سرعت‌گیرها و سرعت‌کاه‌ها می‌توان استفاده نمود. اما استفاده از این تمهیدات در مقاطعی مانند جوامع بین شهری، به دلیل سرعت بالای وسایل

۱- در این مقاله، آن قسمت از راه‌ها که دسترسی‌ها به آن‌ها به‌واسطه موارد ذکر شده افزایش یافته است، تحت عنوان جوامع کوچک بین شهری شناخته می‌شوند.

همچنین، در این تحقیق، به این نکته اشاره شد که هنگامی که خود قوس از فاصله دورتر قابل مشاهده بود، این تمهیدات کارایی از خود نشان نداده و در قوس‌های تند، رانندگان علاوه بر اینکه تحت تأثیر شرایط هندسی قوس اقدام به کاهش سرعت می‌کنند، نیاز به کاهش سرعت بیشتری دارند تا در کنترل وسیله نقلیه خود دچار مشکل نگردند و ایمنی آن‌ها به خطر نیفتد.

انجمن تحقیقات ترافیک و ترابری ویرجینیا، در سال ۲۰۰۷ به بررسی خط‌کشی‌های عرضی میله‌ای به عنوان ابزاری برای کاهش سرعت وسایل نقلیه در خطوط عبوری مختلف از یک مسیر دو طرفه در رویکرد یک منطقه عملیات تعمیر و ساختمان راه پرداختند (آرنولد و لانتز، ۲۰۰۷). مقایسه بین سرعت‌های جمع‌آوری شده در دوره‌های مختلف زمانی نشان داد که هر چند کاهش میانگین سرعت وسایل نقلیه کم بوده، اما تأثیر این اقدامات به عنوان ابزاری برای کنترل سرعت ایمن و هشداردهنده در رویکرد نواحی مختلف مورد توجه می‌باشد.

مطالعه‌ای در بخش ماهوای آریزونا در سال ۲۰۰۹ در رویکرد قوس یک بزرگراه دو خطه به منظور بررسی تأثیر خط‌کشی‌های عرضی میله‌ای بر کاهش سرعت وسایل نقلیه صورت پذیرفت (لاتوسکی، ۲۰۰۹). علائم شامل جفت خط‌های عرضی در لبه خط طولی میانی بود و چیدمان کلی این خط‌کشی‌ها در طول مقطع شامل سه قسمت اصلی بود که شامل قسمتی با فاصله ثابت در بالادست و پایین‌دست جریان و قسمتی با فاصله متغیر در منطقه انتقالی سرعت بود. مقایسه بین میانگین سرعت وسایل نقلیه در ۳ دوره زمانی قبل، بلافاصله بعد و ۳ ماه بعد از اجرای تمهیدات صورت گرفت که نتایج نشان‌دهنده کاهش سرعت قابل توجه در دوره‌های زمانی بلافاصله بعد و طولانی‌مدت بعد در پایین‌دست منطقه اجرای خط‌کشی‌ها بوده است.

نزدیک‌ترین مقاله از لحاظ موضوعی به تحقیق پیش‌رو،

دانشگاه کانزاس، به بررسی تأثیر استفاده از خط‌کشی‌های عرضی میله‌ای^۱ بر کاهش سرعت وسایل نقلیه که در مسیر ورود به عملیات تعمیر و ساختمان راه اجرا شده بود، پرداختند (مایر، ۲۰۰۱). این خط‌کشی‌ها شامل سه طرح کلی خط‌کشی‌های پیش‌رو^۲، ابتدایی^۳ و منحصراً برای منطقه عملیات تعمیر و ساختمان راه^۴ بود. نتایج ۳۰ روزه از جمع‌آوری داده‌ها در ۱۰ نقطه از مقطعی که خط‌کشی در آن اجرا شده بود، با در نظر گرفتن هر دو اثر هشداردهندگی و ادراکی علائم، نشان داد که این تمهیدات در کاهش سرعت ۸۵٪ و واریانس سرعت‌ها مؤثر بوده، اما مقدار آن کم بوده است.

کاتز و راخا (۲۰۰۸) به بررسی تأثیر خط‌کشی‌های عرضی محیطی در رویکرد قوسی که در ورودی یک شیب‌راه خروجی آزادراهی اجرا شده بود، پرداختند. مسیر مورد نظر به صورت کنترل شده بوده، رانندگان به صورت انتخابی در این تحقیق شرکت نمودند و داده‌ها توسط دستگاهی که در یک اتومبیل کار گذاشته شده بود ثبت می‌شد. موارد بررسی شده شامل تغییرات سرعت وسیله نقلیه در هر لحظه، پروفیل سرعت وسایل نقلیه با توجه به فاصله از مبدأ و وضعیت پدال ترمز وسایل نقلیه با توجه به فاصله از مبدأ بوده است. خط‌کشی‌های مورد نظر شامل دو نوع طرح مجزا با چیدمان عبور وسیله نقلیه از ۲ خط در هر ثانیه و عبور وسیله نقلیه از ۴ خط در هر ثانیه بود. با توجه به نتایج به‌دست آمده، خط‌کشی اجرا شده با چیدمان ۴ خط در هر ثانیه موجب کاهش ۴۴ درصدی میانگین سرعت‌ها نسبت به میانگین سرعت‌ها قبل از اجرای این نوع خط‌کشی شد، که به میزان ۱۹/۷ کیلومتر بر ساعت بوده است. مقدار این کاهش برای خط‌کشی با چیدمان ۲ خط در هر ثانیه، ۱۳/۶ کیلومتر بر ساعت به‌دست آمد.

- 1- Optical speed bars
- 2- Leading
- 3- Primary
- 4- Work zone pattern

داخلی شهر استفاده شده است که ایمنی وسایل نقلیه عبوری را به خطر می‌اندازند. به این منظور، در ورودی این شهر، اقدام به استفاده از تمهیدات آرام‌سازی ادراکی ترافیک شد تا بعد از کنترل سرعت در ورودی شهر، وسایل نقلیه را در مواجهه با آرم‌سازهای فیزیکی داخل شهر قرار دهد. بر اساس طرح‌های موجود برای آرام‌سازی ادراکی ترافیک، طرح خط‌کشی عرضی محیطی برای اجرا در منطقه انتخاب شد. از مزیت‌های این طرح می‌توان به اجرا و نگهداری آسان، استفاده از رنگ کمتر و مقرون به صرفه بودن، باریک‌سازی مسیر عبور حرکت وسایل نقلیه به صورت بصری، پوشانیده شدن سطح کمتری از مسیر عبوری وسایل نقلیه و جلوگیری از مشکلات بعدی در روزهای بارانی و کم شدن اصطکاک بین چرخ و سطح راه، اشاره نمود. در این مقاله با استفاده از یک مطالعه قبل و بعد از اجرای طرح سعی شده تا میزان تأثیرگذاری خط‌کشی‌های عرضی محیطی سطح راه بر کاهش میانگین سرعت وسایل نقلیه به عنوان آرام‌ساز ادراکی ترافیک در ورودی این شهر بررسی گردد.

۴. مواد و روش‌ها

در این تحقیق، بعد از تعیین مقطع و اجرای تمهیدات مورد نظر، به منظور بررسی تأثیر خط‌کشی‌های عرضی محیطی بر آرام‌سازی ترافیک، اقدام به برداشت سرعت وسایل نقلیه در ورودی شهر ایزدشهر در سه مرحله به عنوان مطالعه قبل^۱، مطالعه زودهنگام- بعد^۲ و مطالعه طولانی‌مدت- بعد^۳ شد. میزان تأثیرگذاری این تمهیدات با مقایسه میانگین سرعت‌ها بین مطالعات قبل و بعد صورت پذیرفت. همچنین، در مقطع مورد نظر، برداشت‌هایی از سرعت وسایل نقلیه در مسیر برگشت (به عنوان نقطه کنترلی) نیز صورت گرفت تا تغییرات

مربوط به تحقیقی است که در سال ۲۰۱۱ توسط بلده و دیسانایاکه (۲۰۱۱) روی تأثیر خط‌کشی‌های عرضی میله‌ای بر کاهش سرعت وسایل نقلیه در ورودی جوامع بین شهری صورت پذیرفته است. در این مقاله، منطقه اجرای خط‌کشی‌ها در ورودی یک جامعه کوچک بین شهری در مسیر یک راه دو خطه، دو طرفه، جدا نشده بوده است که داده‌هایی مربوط به سرعت در دو دوره زمانی قبل و بعد و در ۵ نقطه، جمع‌آوری شده و مورد بررسی قرار گرفت. میزان تأثیر این علائم با استفاده از بررسی در تغییر سرعت میانگین و ۸۵ درصد با در نظر گرفتن شرایط مختلف مانند همه وسایل نقلیه، تفکیک وسایل نقلیه با در نظر گرفتن تعداد محورها (دو محوره در مقایسه با بیشتر از دو محور)، روزهای مختلف هفته (روزهای وسط هفته در مقایسه با آخر هفته) و زمان شبانه‌روز (زمان روز در مقایسه با شب) مشخص شد. نتایج مشخص کرد که تغییرات قابل توجهی در کاهش سرعت میانگین و واریانس سرعت‌ها در انتهای اجرای این علائم در همه نقاط مورد نظر، بجز در یک نقطه، مشاهده شد. در این بررسی مشخص شد که کاهش سرعت در روزهای وسط هفته و در طول ساعات روز بیشتر بوده و همچنین کاهش سرعت بیشتری برای وسایل نقلیه با دو محور، بجز در یک نقطه، مشاهده گردید.

۳. موضوع تحقیق

شهر ایزدشهر به صورت خطی در امتداد مسیر اصلی مواصلاتی بین شهرهای نور و محمودآباد واقع در استان مازندران، که به صورت یک راه دو خطه جدا شده می‌باشد، رشد کرده و نقش اجتماعی این بخش از مسیر را افزایش داده است. شرایط ورودی این شهر مشابه شرایطی است که در جوامع کوچک بین شهری وجود دارد، که سرعت وسایل نقلیه در آن زیاد و کنترل نشده می‌باشد. علی‌رغم سرعت بالای ورود وسایل نقلیه به داخل شهر، از سرعت‌گیرها و سرعت‌کاه‌هایی در مناطق

1- Before study

2- Early-after study

3- Long-after study

دوطرفه دوخطه جداشده با ریویژ میانی با محدودیت سرعت ۶۰ کیلومتر بر ساعت و به طول ۴۸۰ متر می‌باشد که خطکشی‌ها در ۴۳۰ متر از این مسافت اجرا شده است. با توجه به مطالعات میدانی، سرعت ۸۵ درصد و همچنین میانگین سرعت وسایل نقلیه از محدودیت سرعت اعلان شده بیشتر بوده است.

در تصویر شکل ۱ محل اجرای خطکشی و موقعیت استقرار وسایل ثبت و برداشت سرعت که با نام St.1 و در فاصله ۱۸۰ متری از پایان خطکشی قرار دارد، مشاهده می‌شود. لازم به ذکر است که موقعیت St.1 و خطکشی در تصویر با استفاده از مختصات جغرافیایی که توسط دستگاه موقعیت‌یاب جغرافیایی به دست آمده با سایت نقشه گوگل تطابق داده و برداشت شده است.

تحت تأثیر محیط و تغییرات فصلی در هر دوره مورد بررسی قرار گیرد. در این بخش، به بررسی مقطع مورد مطالعه، طرح خطکشی و ثبت و جمع‌آوری داده‌ها پرداخته می‌شود.

۴-۱. مقطع مورد مطالعه

شهر ایزدشهر، واقع در استان مازندران، شهری ساحلی، مجاور دریای مازندران می‌باشد که مابین شهرهای نور از طرف غرب و محمودآباد از طرف شرق قرار گرفته و از آن دسته شهرهایی است که با گسترش شهرک‌سازی‌ها و افزایش دسترسی‌ها در امتداد راه اصلی به وجود آمده است. ورودی شهر ایزدشهر از طرف منطقه رستم‌رود (ورودی غربی) شامل یک مسیر



شکل ۱. تصویر ماهواره‌ای تهیه شده از سایت گوگل از مقطع ورودی ایزدشهر

در تحقیقاتی که توسط کاتز و همکاران (۲۰۰۶)، کاتز و راخا (۲۰۰۸)، گیتس و همکاران (۲۰۰۸) و بلده و دیسانایاکه (۲۰۱۱) مورد مطالعه قرار گرفته بود، استفاده شد.

این نوع خطکشی، با کم شدن تدریجی فاصله خطوط از یکدیگر در طول مسیر، با تأثیر بر ادراک رانندگان تصور افزایش سرعت را به آن‌ها القا کرده و رانندگان

همانطور که در این تصویر به خوبی نشان داده شده، افزایش دسترسی‌ها و تراکم مناطق مسکونی نیز در مقطع ورودی شهر کاملاً مشهود است.

۴-۲. طرح خطکشی

در این تحقیق، از خطکشی عرضی محیطی با فاصله‌های به تدریج کم‌شونده با دو خط عرضی پیوسته پیشرو، که

آن استفاده شده بود، مقدار عدد ثابت λ به دست آمد و فاصله سایر خط‌ها نیز مشخص گردید:

$$V_1^2 - V_0^2 = 2ad \quad (1)$$

که V_0 حداقل سرعت، V_1 حداکثر سرعت، a شتاب کاهنده و d فاصله ابتدایی‌ترین و انتهای‌ترین خط‌کشی (در این تحقیق برابر ۴۳۰ متر) می‌باشد. از این رابطه، شتاب کاهنده برابر 0.27 m/s^2 به دست آمد که با قرار دادن آن در رابطه ۲، مقادیر فاصله خط‌های ابتدایی و انتهایی به دست خواهد آمد:

$$\Delta X = \frac{1}{2}at^2 + V_0t \quad (2)$$

که ΔX مجموع فاصله ۴ خط که در هر ثانیه طی می‌شود و t زمان برابر یک ثانیه می‌باشد. طبق این رابطه، فاصله خط‌های ابتدایی و انتهایی به ترتیب برابر $7/7$ و $2/75$ متر به دست آمد.

فرمول نزولی فاصله خطوط به صورت زیر می‌باشد:

$$S = S_0 \cdot e^{-\lambda \cdot n} \quad (3)$$

که S_0 اولین فاصله بین دو خط عرضی ابتدایی، n امین فاصله بین خطوط، n شماره خط و λ مقدار ثابت مشخص می‌باشد. طبق رابطه ۳، مقدار ثابت λ برابر 0.1144 محاسبه گردید و فواصل سایر خط‌های بین خط ابتدایی و نهایی، تعیین شد.

همچنین، شرایط محیطی مقطع از آن جهت که این خط‌کشی‌ها در ورودی شهری با خصوصیتی مشابه خصوصیات جوامع کوچک بین شهری و در یک مسیر دو خطه دو طرفه جدا شده با رفیوژ میانی اجرا شده است، از شرایط محیطی سایر تحقیقات انجام شده در این زمینه متمایز بوده است. از جهت دیگر، بررسی رفتار رانندگان وسایل نقلیه در مواجهه با این طرح به عنوان اولین طرح خط‌کشی آرام‌سازی ادراکی ترافیک اجرا شده در ایران نیز از دیگر مقاصد این تحقیق بود که پاسخ رانندگان ایرانی به این طرح با مقایسه آماری سرعت وسایل نقلیه در دوره‌های مختلف مورد بررسی قرار گرفت.

طرح انتخاب شده، به صورت خط‌های عرضی محیطی

متعاقباً اقدام به کاهش سرعت وسایل نقلیه خود می‌نمایند. از دیگر مزیت‌های استفاده از خط‌کشی محیطی که در بخش مقدمه نیز به آن اشاره شد، اجرا و نگهداری آسان و مقرون به صرفه بودن آن به دلیل استفاده از رنگ و مصالح کمتر نسبت به طرح‌هایی مانند خط‌کشی عرضی پیوسته و شورون می‌باشد. این نکته برای جوامع و شهرهای کوچک که تمایل به اجرای خط‌کشی‌هایی به منظور آرام‌سازی ادراکی ترافیک دارند، به دلیل محدودیت بودجه، بسیار حائز اهمیت می‌باشد. علاوه بر این، خط‌کشی‌های محیطی مسیر حرکت، وسایل نقلیه را از لحاظ دیداری محدودتر کرده که این به معنی هدایت وسیله نقلیه به وسط مسیر عبور و نیاز به تمرکز بیشتر برای حرکت میان خط‌کشی‌های محیطی می‌باشد که این فرایند می‌تواند بر کاهش سرعت وسایل نقلیه نیز مؤثر باشد. از مزیت‌های دیگر این طرح، اشغال سطح کمتری از مسیر عبوری توسط خط‌کشی و رنگ می‌باشد که در روزهای بارانی این مسئله می‌تواند از نظر ایمنی مورد توجه قرار گیرد.

از تفاوت‌های طرح استفاده شده در این تحقیق نسبت به سایر طرح‌ها، می‌توان به نوع چیدمان خط‌کشی‌ها اشاره کرد که با توجه به سرعت میانگین وسایل نقلیه عبوری از مقطع طراحی شده است. ابتدا با استفاده از روابط ساده فیزیکی، فاصله دو خط ابتدایی و انتهایی به دست آورده شد که از بیشترین سرعت به دست آمده از برداشت‌های سرعت قبل از اجرای خط‌کشی به عنوان حداکثر سرعت و از سرعت مجاز اعلان شده در مقطع به عنوان حداقل سرعت در رابطه ۱ استفاده شد. بعد از به دست آوردن شتاب کاهنده از رابطه ۲، طبق قاعده نرخ عبور هر ۴ خط در ثانیه که توسط کاتز و همکاران (۲۰۰۶) برای طراحی خط‌کشی‌ها استفاده شده بود، فاصله دو خط ابتدایی و دو خط انتهایی به دست آمد. سپس، با قرار دادن فاصله ابتدایی و انتهایی خط‌ها در رابطه نزولی ۳ که توسط دراکوپولوس و ورگو (۲۰۰۱) و بازبینی شده در سال ۲۰۰۳) در میلوآکی ویسکانسین از

نبوده است (مکشین و همکاران، ۲۰۰۴). همچنین، برداشت سرعت‌ها در روز غیر تعطیل، در شرایطی که هوا آفتابی و خوب و سطح راه نیز خشک بوده است، صورت پذیرفت.

برداشت داده‌های مربوط به مطالعات قبل در ابتدای فصل تابستان ۱۳۹۲ و به تعداد ۸۱۰ برداشت از سرعت وسایل نقلیه عبوری، داده‌های مربوط به مطالعات زودهنگام- بعد در ابتدای فصل پاییز ۱۳۹۲ و به تعداد ۹۸۴ برداشت و داده‌های مربوط به مطالعات طولانی‌مدت- بعد در انتهای فصل زمستان ۱۳۹۲ و به تعداد ۵۰۵ برداشت (فقط در زمان روز) صورت گرفت. در جدول ۱ نتایج مربوط به داده‌های مربوط به مطالعات قبل و بعد می‌باشد که در آن‌ها تعداد برداشت‌ها، سرعت میانگین، سرعت ۸۵ درصد و انحراف معیار سرعت‌ها در حالت‌های کل وسایل نقلیه، به تفکیک وسایل نقلیه (سبک و سنگین) و به تفکیک ساعت شبانه‌روز (روز یا شب) آورده شده است. در مطالعه طولانی‌مدت- بعد، برداشت‌های سرعت فقط در ساعات روز صورت پذیرفت.

به منظور بررسی تغییرات فصلی سرعت در دوره‌های آماربرداری، اقدام به برداشت سرعت‌ها در جهت مخالف عبور نقطه آماربرداری در همه دوره‌ها به عنوان نقطه کنترلی شد تا دقت آماربرداری‌ها بالاتر رفته و تهدیدات وارده به اعتبار مطالعه به حداقل برسد. نتایج برداشت‌ها در

جدول آورده شده است. نقطه مورد نظر در مسیر برگشت، مقطع مورد مطالعه قرار داشت و آمارگیری سرعت در این نقطه همزمان با برداشت‌های قبل، زودهنگام- بعد و طولانی‌مدت- بعد انجام شد.

سفیدرنگ به عرض ۳۰ سانتی‌متر و طول ۴۵ سانتی‌متر که عمود بر مسیر حرکت بودند اجرا شد. در این طرح، از دو ردیف خط عرضی پیوسته به عنوان خطوط پیشرو برای جلب توجه بیشتر رانندگان استفاده شد. در شکل ۲، شروع خطکشی در مقطع مورد نظر، به همراه خطکشی‌های اجرا شده با طرح و چیدمان مورد نظر، مشاهده می‌شود. در این پروژه، از رنگ سفید ترافیکی سرد برای اجرای طرح خطکشی عرضی محیطی استفاده شد و اجرای خطکشی‌ها در دو شب متوالی صورت گرفت.

۴-۳. ثبت و جمع‌آوری داده‌ها

برداشت سرعت‌ها به وسیله دستگاه‌های راداری دستی با هماهنگی اداره پلیس‌راه نور انجام شد. این دستگاه شامل یک تفنگ لیزری و یک صفحه نمایش هوشمند با قابلیت نمایش فاصله و سرعت وسایل نقلیه بوده و قابلیت ذخیره‌سازی اطلاعات بعد از ثبت آن‌ها نیز وجود داشت.

ثبت سرعت وسایل نقلیه در این تحقیق با رعایت نکاتی که در کتاب اصول مهندسی ترافیک مکشین، که بر اساس آیین‌نامه‌های معتبر بین‌المللی مانند راهنمای ظرفیت راه‌ها^۱ نوشته شده است، صورت پذیرفت. طبق نکات ذکر شده در این کتاب، در هنگام جمع‌آوری اطلاعات، کلیه پرسنل و وسایل آمارگیری از دید وسایل نقلیه مخفی ماندند و به‌منظور اینکه نمونه انتخاب شده و ثبت شده از سرعت وسایل نقلیه نشانگر شرایط حاکم بر سرعت کل جریان ترافیک باشد از روش ثبت سرعت سومین خودرو استفاده شد. به این مفهوم که از ثبت سرعت وسایل نقلیه به ترتیب و پشت سر هم پرهیز شد. همچنین، در مواجهه با جریان حرکت دسته-ای وسایل نقلیه فقط سرعت اولین خودرو در هر دسته ثبت شد زیرا این خودرو قادر به حرکت با سرعت دلخواه بوده و تحت تأثیر حرکت سایر وسایل نقلیه



الف- شروع خط‌کشی و خطوط پیشرو



ب- مقطع مورد مطالعه به همراه خط‌کشی‌های عرضی محیطی

شکل ۲. خط‌کشی‌های اجرا شده

جدول ۱ نتایج مربوط به مطالعات قبل و بعد

مطالعات طولانی مدت- بعد				مطالعات زودهنگام- بعد				مطالعات قبل				ثابت سرعت
سرعت	انحراف	میانگین	تعداد	سرعت	انحراف	میانگین	تعداد	سرعت	انحراف	میانگین	تعداد	
	%۸۵	(km/h)		%۸۵	استاندارد	(km/h)		%۸۵	استاندارد	(km/h)		
(km/h)	(km/h)	(km/h)		(km/h)	(km/h)	(km/h)		(km/h)	(km/h)	(km/h)		
۹۷	۱۴/۲۵	۸۱/۴۳	۵۰۵	۹۴	۱۳/۸	۸۰/۵۷	۹۸۴	۹۷	۱۲/۶۹	۸۳/۷۳	۸۱۰	کل وسایل نقلیه
۹۷	۱۴/۲۵	۸۱/۴۳	۵۰۵	۹۴	۱۳/۵۷	۸۰/۶۹	۷۴۶	۹۷	۱۳/۱۶	۸۲/۵۸	۵۱۳	وسایل نقلیه- روز
-	-	-	-	۹۵	۱۴/۴۹	۸۰/۲۲	۲۳۸	۹۹	۱۱/۶	۸۵/۷۱	۲۹۷	وسایل نقلیه- شب
۹۷	۱۴/۴۶	۸۲/۵۴	۴۴۴	۹۶	۱۳/۹۱	۸۱/۵۷	۸۵۷	۹۸	۱۲/۶۱	۸۴/۸۸	۷۱۴	وسایل نقلیه سبک
۸۵	۹/۲۶	۷۳/۳۴	۶۱	۸۵	۱۰/۶۶	۷۳/۸۲	۱۲۷	۸۵	۹/۷۳	۷۴/۹۸	۹۶	وسایل نقلیه سنگین

جدول ۲. نتایج برداشت نقطه کنترلی

سرعت ثبت شده در دوره	تعداد	میانگین (km/h)	انحراف استاندارد (km/h)	سرعت ۸۵٪ (km/h)
قبل	۲۶۳	۶۵	۱۳/۵۵	۷۹
زود هنگام- بعد	۲۸۱	۷۳/۸	۱۳/۶۷	۸۸
طولانی مدت- بعد	۱۴۱	۷۴/۴۱	۱۰/۶۸	۸۷

۵. نتایج و تحلیل داده‌های برداشت شده

در این تحقیق، میزان کاهش میانگین سرعت وسایل نقلیه به عنوان معیار اثربخشی اقدامات آرام‌سازی در نظر گرفته شده است. برای هر دوره آمار برداری، انحراف استاندارد، سرعت میانگین و سرعت ۸۵٪ محاسبه شد. به منظور بررسی و تحلیل آماری داده‌ها، ابتدا به بررسی نرمال بودن داده‌ها پرداخته شد و سپس از آزمون‌های t و F برای بررسی آماری تأثیر این تمهیدات در کاهش سرعت استفاده شد.

همانطور که مشخص است، تنها برداشت سرعت تعداد معدودی از بی‌نهایت وسیله نقلیه‌ای که از مقطع عبور می‌کنند، از لحاظ صرف وقت و هزینه امکان‌پذیر و از لحاظ آماری در سطوح اطمینان مورد نظر لازم می‌باشد. در حقیقت، آزمون t این امکان را می‌دهد تا از لحاظ آماری اطمینان حاصل شود که در مقایسه بین دوره‌های مختلف، میزان تغییرات حاصله در میانگین سرعت‌های این تعداد معدود داده معنی‌دار باشد. همچنین، برای استفاده از آزمون t ، ابتدا واریانس‌های سرعت وسایل نقلیه در دوره‌های مختلف آمار برداری قبل و بعد در حالت‌های مختلف توسط آزمون F مورد بررسی قرار می‌گیرد.

آزمون t یک فرض منطقی از اینکه میانگین داده‌های موجود در هر نمونه با هم در سطح اطمینان ۹۵٪ اختلاف دارند یا خیر را به ما می‌دهد. بنابراین، فرض صفر (H_0) در آزمون این است که اختلافی بین میانگین‌ها نباشد. به طور مثال، سرعت رانندگان تحت تأثیر این طرح قرار نگرفته باشد. بنابراین، مقدار آماره t باید به میزانی محاسبه شود که در جدول توزیع t احتمال اینکه میانگین سرعت‌ها در دو نمونه با هم برابر

شوند کمتر از ۰/۰۵ باشد. تعیین آماره آزمون F به صورت زیر است:

$$F = \frac{S_1^2}{S_2^2} \quad (۴)$$

که در آن S_1 انحراف معیار نمونه اول و S_2 انحراف معیار نمونه دوم است.

بعد از بررسی برابری یا نابرابری واریانس‌های سرعت‌ها توسط آزمون F ، نوع آزمون t برای بررسی کاهش میانگین سرعت‌ها بین دو نمونه با تعداد سرعت‌های نابرابر تعیین شد. آماره t برای نمونه‌های با واریانس‌های برابر عبارت است از:

$$t = \frac{x_1 - x_2}{s_p \sqrt{1/n_1 + 1/n_2}} \quad (۵)$$

که x_1 و x_2 میانگین سرعت‌ها در دو نمونه، n_1 و n_2 تعداد سرعت‌ها در نمونه‌ها و s_p انحراف معیار تجمعی است که به صورت زیر تعیین می‌شود:

$$s_p = \sqrt{\frac{(n_1 - 1)s_1^2 + (n_2 - 1)s_2^2}{n_1 + n_2 - 2}} \quad (۶)$$

درجات آزادی df در این حالت برابر مجموع تعداد سرعت وسایل نقلیه در دو نمونه مورد بررسی است. آماره t برای نمونه‌ها با واریانس‌های نابرابر عبارت است از:

$$t = \frac{x_1 + x_2}{\sqrt{\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}}} \quad (۷)$$

که درجات آزادی در این روش به صورت زیر تعیین می‌شود:

$$df = \frac{\left(\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}\right)}{\left(\frac{S_1^2/n_1}{(n_1 - 1)} + \frac{S_2^2/n_2}{(n_2 - 1)}\right)} \quad (۸)$$

پس از تعیین آماره t، احتمال برابری میانگین دو نمونه طبق جدول توزیع t تعیین می‌گردد.

به سمت مقادیر کوچکتر، مقدار چولگی منفی است. در حالت کلی، چنانچه چولگی و کشیدگی در بازه (۲، -۲) نباشد، داده‌ها از توزیع نرمال برخوردار نیستند.

در جدول ۳، مقادیر مربوط به کشیدگی نمودار داده‌ها که از نرم‌افزار آماری SPSS در حالت‌های مختلف به دست آمده، آورده شده است. در ستون آخر، ✓ نشان‌دهنده این است که مقدار کشیدگی نمودار داده‌های مربوط در بازه (۲، -۲) بوده و داده‌ها نرمال می‌باشند، و مقدار کشیدگی در همه نمونه‌ها در تمامی دوره‌های مطالعه در بازه مورد نظر قرار داشته است.

۵-۱. بررسی نرمال بودن داده‌ها

به منظور انجام آزمون‌های آماری بر نمونه‌های برداشت شده لازم است که نمونه‌ها توزیعی نرمال داشته باشند. به همین منظور، از معیار چولگی یا کشیدگی داده‌ها برای بررسی تقارن یا عدم تقارن تابع توزیع استفاده شده است. برای یک توزیع کاملاً متقارن، چولگی صفر و برای یک توزیع نامتقارن با کشیدگی به سمت مقادیر بالاتر، چولگی مثبت و برای توزیع نامتقارن با کشیدگی

جدول ۳. نتایج کشیدگی نمودارهای توزیع در شرایط مختلف

مطالعات طولانی مدت - بعد		مطالعات زودهنگام - بعد		مطالعات قبل		حالت‌های بررسی
وضعیت	کشیدگی (Kurtosis)	وضعیت	کشیدگی (Kurtosis)	وضعیت	کشیدگی (Kurtosis)	سرعت‌ها
✓	-۰/۲۶۷	✓	۰/۰۵۵	✓	-۰/۱۹۵	کل وسایل نقلیه
✓	-۰/۲۶۷	✓	-۰/۱۸۳	✓	-۰/۴۱۰	کل وسایل نقلیه - روز
-	-	✓	۰/۱۵۸	✓	۰/۱۴۱	کل وسایل نقلیه - شب
✓	-۰/۲۷۷	✓	۰/۱۰۹	✓	-۰/۱۱۰	کل وسایل نقلیه سبک
✓	۰/۲۱۴	✓	-۰/۰۱۲	✓	۰/۳۲۷	کل وسایل نقلیه سنگین

۰/۹۵ است صادق می‌باشد و در غیر اینصورت واریانس‌ها نابرابرند. در جدول ۴، ✓ نشان‌دهنده تأیید و × نشان‌دهنده رد فرض برابری واریانس‌ها در تعیین روش آزمون t بین دو نمونه مورد بررسی در مطالعات قبل و بعد می‌باشد.

۵-۲. آزمون F

آزمون F در حالات مختلف به وسیله نرم‌افزار SPSS انجام شد و نتایج آن در **Error! Unknown switch argument.** آورده شده است. برابری واریانس‌ها برای حالت‌هایی که سطح اطمینان آن‌ها مساوی یا بیشتر از

جدول ۴. نتایج آزمون F در مطالعات قبل و بعد

بررسی واریانس نمونه‌ها بین دوره‌های قبل و بعد			بررسی واریانس نمونه‌ها بین دوره‌های قبل و طولانی مدت - بعد			حالت‌های بررسی
وضعیت	Sig.	آماره F	وضعیت	Sig.	آماره F	
✓	۰/۹۹۸	۰/۷۹	✓	۰/۹۹۲	۰/۸۵	کل وسایل نقلیه
✓	۰/۹۶۶	۰/۸۵	×	۰/۷۷۵	۰/۹۴	وسایل نقلیه در روز
-	-	-	✓	۰/۹۹۹	۰/۶۴	وسایل نقلیه در شب
✓	۰/۹۹۹	۰/۷۶	✓	۰/۹۹۷	۰/۸۲	وسایل نقلیه سبک
×	۰/۳۴۴	۱/۱۰۴	×	۰/۸۲۸	۰/۸۳	وسایل نقلیه سنگین

۳-۵. آزمون t

برابری میانگین نمونه‌ها باید کمتر از ۵٪ یا همان ۰/۰۵ باشد. در این جدول، ✓ نشان‌دهنده تأیید و × نشان‌دهنده رد آزمون می‌باشد.

نتایج آزمون t برای بررسی کاهش سرعت بین مطالعات قبل و بعد در جدول آورده شده است. میزان احتمال

جدول ۵. نتایج مربوط به آزمون t بین مطالعات قبل و بعد

بررسی میانگین سرعت‌ها بین دوره‌های قبل و بعد				بررسی میانگین سرعت‌ها بین دوره‌های قبل و بعد				حالت‌های بررسی
طولانی‌مدت- بعد		زودهنگام- بعد		طولانی‌مدت- بعد		زودهنگام- بعد		
وضعیت	میزان احتمال	آماره t	اختلاف میانگین (km/h)	وضعیت	میزان احتمال	آماره t	اختلاف میانگین (km/h)	
✓	۱/۲E-۳	۳/۰۴	۲/۳	✓	۰/۰۴۲	۱/۷۲	۳/۲	کل وسایل نقلیه
×	۰/۰۹	۱/۳۴	۱/۱۲	✓	۰/۰۰۵	۲/۵۴	۱/۸۹	وسایل نقلیه در روز
-	-	-	-	✓	۷/۴E-۷	۴/۸۷	۵/۴۹	وسایل نقلیه در شب
✓	۳/۵E-۳	۳/۴	۲/۳۴	✓	۵/۴E-۷	۴/۸۹	۳/۳۱	وسایل نقلیه سبک
×	۰/۱۵	۱/۰۵	۱/۶۴	×	۰/۸۳	۰/۸۳	۱/۱۶	وسایل نقلیه سنگین

۹/۴۱ کیلومتر بر ساعت به دست آمد که در هر دو حالت نسبت به زمان قبل، افزایش میانگین سرعت‌ها مشاهده شده است. سرعت متوسط قبل از اجرای خط‌کشی در نقطه کنترلی ۶۵ کیلومتر بر ساعت، در زمان مطالعه زودهنگام- بعد ۷۳/۸۰ کیلومتر بر ساعت و در زمان مطالعه طولانی‌مدت- بعد ۷۴/۴۱ کیلومتر بر ساعت بوده است. همانطور که مشاهده می‌شود، میانگین سرعت‌ها در برداشت‌های بعد افزایش نشان داده‌اند، که چنین افزایش سرعتی در نقطه کنترلی نشان دهنده تأثیر بیشتر تمهیدات به‌کار برده شده برای آرام‌سازی ترافیک، با توجه به برداشت‌های سرعت، بوده است.

۶. جمع‌بندی و نتیجه‌گیری

به دنبال یافتن اقدامی چاره‌جویانه برای کاهش سرعت در ورودی شهر ایزدشهر در استان مازندران، طرحی از خط‌کشی‌های عرضی محیطی مربوط به آرام‌سازی ادراکی ترافیک انتخاب و اجرا گردید. فاصله خط‌ها در این خط‌کشی به تدریج کاهش می‌یافت تا این تصور را در رانندگان به وجود آورد که سرعتشان در حال

بعد از اینکه کاهش مشاهده شده در سرعت‌های میانگین از لحاظ آماری کافی بود، نوبت به پاسخگویی به این پرسش می‌رسد که آیا سرعت به اندازه مورد نظر کاهش یافته است یا خیر؟ به این منظور، فقط از نتایج توزیع سرعت‌ها در مطالعات بعد از اجرا استفاده شد. توجه شود که بر اساس مشخصات توزیع نرمال، ۹۵٪ احتمال دارد که متوسط واقعی توزیع، مقدار زیر باشد:

$$(9)$$

$$E \mu = x \pm 1/96$$

اگر سرعت مورد نظر در این محدوده قرار گیرد، می‌توان فرض کرد که به کاهش سرعت مورد نظر رسیده است. در هیچیک از حالت‌ها، محدوده سرعت‌های میانگین بعد از اجرای خط‌کشی به سرعت مجاز ۶۰ کیلومتر بر ساعت نرسیده است.

با توجه به جدول ۲، میزان تغییرات سرعت میانگین در نقطه کنترلی در زمان مطالعه زودهنگام- بعد نسبت به زمان قبل از اجرا ۸/۸ کیلومتر بر ساعت و همچنین میزان تغییرات سرعت میانگین در نقطه کنترلی در زمان مطالعه طولانی‌مدت- بعد نسبت به زمان قبل از اجرا

افزایش است و به صورت ناخودآگاه آن‌ها را مجاب به کاهش سرعت وسیله نقلیه خود نمایند. از تفاوت‌های طرح اجرا شده در ایزدشهر می‌توان به نوع طراحی و محیط اجرایی این خط‌کشی اشاره کرد. همچنین، این طرح برای اولین بار در ایران به منظور آرام‌سازی ترافیک استفاده شد که از نظر پاسخ رانندگان ایرانی به این طرح نیز نتایج این تحقیق بسیار حائز اهمیت بوده است.

به منظور بررسی تأثیرگذاری این خط‌کشی‌ها، مطالعه‌ای به صورت قبل و بعد بر سرعت وسایل نقلیه عبوری از این مقطع انجام شد. یک دوره آماربرداری قبل از اجرای این تمهیدات و دو دوره دیگر بعد از اجرای تمهیدات، یکی بلافاصله بعد از اجرا و دیگری ۴ ماه بعد از اجرا، صورت پذیرفت. بعد از اتمام برداشت‌ها، بررسی‌ها و آزمون‌های آماری مانند بررسی نرمال بودن داده‌ها و آزمون t انجام گرفت. لازم به ذکر است که داده‌های سرعت وسایل نقلیه در سه حالت کلی تمام وسایل نقلیه، تفکیک در ساعات شبانه‌روز (روز یا شب)، تفکیک در طبقه‌بندی وسایل نقلیه (سبک یا سنگین) مورد بررسی و تحلیل قرار گرفته‌اند. همچنین، در این پروژه، از نرم‌افزار تحلیل آماری IBM SPSS Statistics 21.0 به منظور محاسبه پارامترهای مورد نیاز آماری و بررسی نرمال بودن داده‌ها، استفاده شد. نتایج کلی حاصل شده شامل موارد زیر می‌باشد:

- با توجه به نتایج به‌دست آمده، سرعت‌های میانگین مطالعات زودهنگام- بعد در حالت‌های کل وسایل نقلیه، وسایل نقلیه سبک، وسایل نقلیه سنگین، وسایل نقلیه در روز و وسایل نقلیه در شب، نسبت به سرعت‌های میانگین در مطالعات قبل به ترتیب ۳/۷۷، ۳/۹، ۱/۵۵، ۲/۳ و ۶/۴ درصد کاهش داشته‌اند و این کاهش سرعت در مطالعات طولانی‌مدت- بعد، در حالت‌های کل وسایل نقلیه، وسایل نقلیه سبک، وسایل نقلیه سنگین و وسایل نقلیه در روز، نسبت به میانگین سرعت‌ها در مطالعات قبل به ترتیب ۲/۷۵، ۲/۷۶، ۲/۱۸

و ۱/۴ درصد بوده است.

- نتایج آزمون t در مقایسه میانگین سرعت‌های مطالعه زودهنگام- بعد با مطالعه قبل نشان داد که در همه حالت‌ها، بجز میزان کاهش میانگین سرعت‌ها برای وسایل نقلیه سنگین، کاهش مقدار متوسط نمونه‌ها از لحاظ آماری کافی بوده است. در مقایسه میانگین سرعت‌های مطالعه طولانی‌مدت- بعد با مطالعه قبل نشان داده است که تنها در دو حالت کل وسایل نقلیه و وسایل نقلیه سبک، کاهش مقدار میانگین سرعت‌ها از لحاظ آماری کافی بوده است.

- در بررسی کاهش سرعت‌ها در مطالعه زودهنگام و طولانی‌مدت- بعد مشاهده شد که در هیچیک از حالات در سطح اطمینان ۹۵٪، محدوده میانگین سرعت‌ها به سرعت مجاز اعلان شده نرسیده‌اند. در طولانی مدت نیز مشاهده شد که میزان کاهش میانگین سرعت‌ها کمتر شده است. یکی از مهمترین دلایلی که تأثیر طولانی‌مدت این تمهیدات را کمتر کرده است وجود رانندگان بومی در بین وسایل نقلیه عبوری و رانندگانی که مکرراً از این مقطع عبور می‌نمایند، بود که در طی گذر زمان، با عادت کردن نسبت به تغییر ایجاد شده در محیط، سرعتشان رو به افزایش گذاشت.

- با توجه به نتایج به‌دست آمده از بررسی تأثیر این خط‌کشی بر کاهش سرعت، می‌توان گفت که این تمهیدات نمی‌تواند به تنهایی در مقطعی مشابه ورودی ایزدشهر، سرعت‌ها را به سرعت مجاز اعلان شده برساند. اما این تحقیق نشان داد که خط‌کشی عرضی اجرا شده، بر کاهش سرعت وسایل نقلیه مؤثر می‌باشد و میزان این کاهش با توجه به نوع رفتار رانندگان عبوری از این مقطع به‌دست آمده است. در آینده، با علم به مقدار تأثیرگذاری این خط‌کشی در کاهش سرعت، می‌توان آن را در کنار علائم دیگر که میزان تأثیرگذاری آن‌ها نیز از قبل مشخص شده، استفاده نمود تا در مقطع دلخواه، با توجه به میزان تأثیرگذاری‌های تمهیدات به- کار گرفته، به کاهش سرعت مورد نظر رسید.

می‌توان به وسیله آن میزان اثرپذیری رانندگان از این خط‌کشی‌ها را به منظور آرام‌سازی ترافیک بهبود بخشید.

۷. سیاست‌گذاری

این تحقیق حاصل تلاش و همت پدیدآورندگان این مقاله و مساعدت و همکاری گروه راه و ترابری دانشگاه صنعتی نوشیروانی بابل، ریاست محترم معاونت اجتماعی فرماندهی نیروی انتظامی استان مازندران، ریاست محترم پلیس‌راه استان، معاونت و عوامل محترم شهرداری ایزدشهر می‌باشد. همچنین، پدیدآورندگان این مقاله از سایر اشخاصی که در اجرای این تحقیق همکاری کرده‌اند کمال تشکر و قدردانی را دارند.

- استفاده از این طرح و طرح‌هایی که از لحاظ عملی تأثیرگذاری آن‌ها به اثبات رسیده، می‌تواند با کاهش سرعت، ایمنی مقطعی از راه راه که علاوه بر کاربران خودرویی، کاربران دیگری چون عابرین پیاده و دوچرخه‌سواران نیز از آن استفاده می‌کنند را فراهم نماید. همچنین، به منظور بالا بردن دقت نتایج این نوع مطالعات می‌توان از ادوات اندازه‌گیری سرعت با قابلیت‌های بیشتر استفاده نمود. ادواتی مانند دستگاه‌های لیزری ثابت و لوله‌های هوای فشرده از جمله ادواتی هستند که با برداشت‌های با تعداد بیشتر از سرعت‌های وسایل نقلیه، در بالا بردن دقت مطالعات کمک شایانی می‌نمایند. اصلاح طرح و ایجاد تغییراتی در اندازه، شکل و رنگ خط‌کشی‌ها نیز گزینه‌هایی هستند که

۸. مراجع

- خبیری، م. م. و احمدی‌نژاد، م. ۱۳۸۲. "بررسی علل تصادفات محدوده ورودی شهرهای کشور". دهمین کنفرانس دانشجویی مهندسی عمران، دانشگاه امیرکبیر، تهران.
- Arnold, E. D. and Lantz, K. E. 2007. "Evaluation of Best Practices in Traffic Operations and Safety, Phase I: Flashing LED Stop Sign and Optical Speed Bars". Virginia Transportation Research Council, Final Report, VTRC 07-R34.
- Balde, A. D. and Dissanayake, S. 2013. "Effectiveness of optical speed bars in reducing approach speeds to rural communities". J. Transport. Safety Secur. 5(3): 240-256.
- Gates, T. J., Qin, X. and Noyce, D. A. 2008. "Evaluation of an Experimental Transverse-Bar Pavement Marking Treatment on Freeway Curves". Transportation Research Record Paper 08-0826.
- Drakopoulos, A. and Vergou, G. 2001. "An Evaluation of the Converging Chevron Pavement Marking Pattern Installation on Interstate 94 at the Mitchell Interchange South-to-West Ramp in Milwaukee County, Wisconsin". Research Report, Department of Civil and Environmental Engineering, Marquette University, Milwaukee, Wisconsin.
- Griffin, L. I. and Reinhardt, R. N. 1995. "A Review of Two Innovative Pavement Marking Patterns That Have Been Developed to Reduce Traffic Speeds and Crashes". AAA Foundation for Traffic Safety, Texas Transportation Institute, t-77843.
- Katz, B. J. and Rakha, H. A. 2008. "Determination of Effective Design of Perceptual Transverse Bars to Reduce Vehicle Speeds on a Controlled Roadway". Transportation Research Record, Paper 08-1253.
- Katz, B. J., Duke, D. E. and Rakha, H. A. 2006. "Design and Evaluation of Peripheral Transverse Bars to Reduce Vehicle Speeds". Transportation Research Record, Paper 06-0577.
- Latoski, S. P. 2009. "Optical speed zone for rural two-lane highways". Inst. Transport. Eng. 79(3): 30-35.
- McShane, W. R., Roess, R. P. and Prassas, E. S. 2004. "Traffic Engineering, Chapter 9, Speed, Travel Time and Delay Studies". Polytechnic University, Third Edition.
- Meyer, E. 2001. "A new look at optical speed bars". ITE J. 71(11): 44-48.