بررسی عملکرد و قابلیت‌های بهره‌برداری از تابلوهای پیام‌متغیر در راه‌های برون‌شهری

کامران رحیم‌اف[1]

تاریخ دریافت : ۱۳۸۹/۰۳/۱۸
تاریخ پذیرش : ۱۳۸۹/۰۷/۰۶

چکیده

تابلوهای پیام‌متغیر(vms)[2] از زمره تجهیزات کنترل ترافیک هستند که به‌منظور ارائه اطلاعات به رانندگان، در طول مسیر مورد استفاده قرار می‌گیرند. این تابلوها به‌صورت‌های متفاوتی نصب می‌گردند. در طریقه نصب دروازه‌ای، تابلو به‌وسیله پایه‌هایی که در دو طرف جاده واقع شده است، به‌صورت کاملاً حمایت‌شده برروی مسیر سواره‌رو قرار می‌گیرد[3]. درحالتی دیگر، تابلو به‌واسطه پایه‌ای در قسمت شانه‌راه نصب می‌شود[4]؛ در شیوه سوم تابلو با حمایت پایه‌ای که در شانه تعبیه گردیده به‌صورت طره‌ای برروی مسیر سواره‌رو تعبیه می‌شود[5]. اطلاعات نمایش داده‌شده برروی تابلوهای پیام‌رسان متغیر که به‌صورت پویا عمل می‌کنند، از طریق مرکز کنترل و یا در محل نصب تابلو، برنامه‌ریزی می‌شوند. به‌طورکلی این‌گونه تابلوها به‌منظور تأثیرگذاری بر رفتار رانندگان جهت بهبود جریان و عملکرد ترافیک استفاده می‌شوند. نمونه‌هایی از اطلاعاتی که عمدتاً از طریق تابلوهای پیام‌متغیر در اختیار رانندگان قرار می‌گیرند شامل زمان سفر میان مبادی و مقاصد مشخص، وضعیت تراکم ترافیک در کریدورهای بزرگراهی، اطلاعات مرتبط با محل کارگاه‌های عملیات عمرانی، اطلاعات در رابطه با وقایع خاص و ارائه راهنمایی‌های موردنیاز برای رانندگان، اطلاعات مرتبط با عملیات تعمیر و نگهداری در کریدورهای بزرگراهی، اطلاعات مربوط به پیش‌بینی شرایط جوی خاص و قریب‌الوقوع و اطلاع‌رسانی درخصوص حوادث اتفاق افتاده در مسیر می‌باشند. در مجموع همان‌گونه که نیاز ترافیکی ایجاب نموده است، امروزه باتوجه به اهمیت روزافزون کنترل ترافیک و سیستم‌های حمل و نقل جاده‌ای و انتقال اطلاعات و گزارش‌های لحظه‌ای وضعیت مسیرها به رانندگان، جایگاه ویژه‌ای برای تابلوهای اعلام پیام‌متغیر ایجاد گردیده است.

کلیدواژه‌ها: *تابلوهای پیام‌متغیر(VMS)، تجهیزات کنترل ترافیک، اطلاع‌رسانی به رانندگان، مرکز کنترل ترافیک، علائم و تابلوهای ترافیکی*

۱- دکترای برنامه‌ریزی حمل و نقل و مدرس دانشکده علوم و فنون راهنمایی و رانندگی، rahimof@mrt.ir

[2] Variable message sign
[3] Overhead Sign Bridge
[4] Post Mounted on Roadway Shoulder
[5] Overhead Cantilever Structure

مقدمه

امروزه در جهت استانداردسازی و بالابردن سطح کیفی شبکه راه‌های برون‌شهری و باتوجه به اهمیت روزافزون کنترل ترافیک سیستم‌های حمل‌ونقل جاده‌ای، انتقال اطلاعات و گزارش‌های لحظه‌ای وضعیت مسیرها به رانندگان، جایگاه ویژه‌ای برای سیستم‌های اعلام پیام‌متغیر ایجاد شده است.

تابلوهای پیام‌متغیر به‌صورت هوشمند از طریق حس‌گرها یا ارتباط با مرکز کنترل دارای قابلیت تغییر اطلاعات نمایشی می‌باشند که این ارتباط از طریق خط تلفن، بی‌سیم و یا مودم‌های بی‌سیم[1] برقرار می‌شود.

استفاده از دیود ناشر نوری (LED)[2]در تابلوهای پیام‌متغیر شرایط زیر را فراهم نموده است:

۱- امکان دید پیام‌ها در نور مستقیم خورشید و شرایط جوی نامطلوب (مه و بارندگی)؛

۲- کنترل شدت نور بر مبنای نور محیط (شب و روز)؛

۳- تنوع رنگ‌های قابل نمایش؛

۴- امکان نمایش تصاویر گرافیکی.

این تابلوها برای نمایش پیام‌های ترافیکی در سطح جاده‌ها و مبادی پرتردد و حادثه‌خیز مورد استفاده قرار می‌گیرد. صفحه نمایش این تابلو ماتریسی از پیکسل‌های متشکل از LED است که توسط بردهای الکترونیکی کنترل می‌شود که یک نمونه آن در شکل شماره یک نشان داده شده است.

این تابلوها قابلیت ارتباط با مرکز کنترل را داراست. بنابراین کلیه پیغام‌های مربوط به کیفیت جاده، سنگینی ترافیک، توصیه‌های ایمنی و موارد دیگر را می‌توان در زمان‌های مقتضی به تابلو ارسال کرد تا با استفاده از آن، ضریب ایمنی جاده و همچنین فرهنگ رانندگی ارتقاء یابد. همچنین این تابلوها قابلیت تنظیم شدت نور خود براساس نور محیط را داشته و به دلیل رنگ زرد LEDهای ترافیکی[3] در شرایط مختلف آب و هوایی مخصوصا در هوای مه گرفته و بارانی و یا در نقاط فاقد روشنایی کافی و در

1 GSM Modem
2 Light-emitting diode
3 Amber

تاریکی شب به خوبی قابل رویت است. موارد مصرف این تابلوها کلیه آزادراه‌ها، بزرگراه‌ها، جاده‌ها و... می‌باشد.

در این مقاله پس از ارائه مقدمه‌ای کوتاه به مشخصات تابلوی پیام متغیر (VMS) رایج در کشور، فرآیند به‌کارگیری تابلوهای پیام‌متغیر (VMS)، معرفی برخی موارد نصب‌شده در جاده‌های کشور، ارتباط این تابلوها با ITS و جمع‌بندی نهایی پرداخته شده است.

شکل یک: نمایش یک نمونه از تابلوهای پیام‌متغیر

مشخصات فنی تابلوهای پیام متغیر

تابلوهای پیام‌متغیری که در کشور استفاده می‌شود عموماً برای مدیریت و کنترل جریان ترافیک به کار می‌شوند که دارای قابلیت‌ها و مشخصات فنی زیر هستند: [۷]

- نرم افزار برنامه‌ریزی در محیط Windows؛
- نمایش تصاویر و اشکال به همراه متون فارسی و انگلیسی و اعداد؛
- قابلیت نمایش علائم راهنمایی و رانندگی؛
- ارتباط با تابلو از طریق مرکز کنترل به‌صورت به‌هنگام [1]؛
- تنظیم مدت زمان مکث پیام‌ها و نحوه توالی اعلام آنها توسط کاربر؛
- نگهداری اطلاعات در هنگام خاموش‌بودن تابلو؛
- حداقل مصرف انرژی به لحاظ بهره‌گیری از لامپ‌های LED؛
- بدنه سبک با رنگ کوره‌ای الکترواستاتیک و مقوم در برابر نفوذ آب و رطوبت و گرد و غبار؛

1 On-line

- وجود امکانات خنک‌کننده در پشت تابلو برای تهویه فضای داخلی؛
- قابلیت کار با برق ۱۸۰-۲۶۰ولت و فرکانس ۵۰هرتز و دارای حفاظت‌های لازم در برابر تغییرات ولتاژ و جریان و حرارت و شوک‌های الکتریکی؛
- منبع تغذیه سوئیچینگ ۵ ولت ۱۰۰ وات؛
- سیستم ماژولار (۸x۱۶)؛
- قابلیت تنظیم شدت نور LED براساس نور محیط؛
- اپوکسی مقاوم در برابر شرایط آب و هوایی؛
- مجهز به سیستم نگهبانی دیجیتالی جهت جلوگیری از وقفه کار دستگاه؛
- ماژول‌ها دارای حفاظ LED و رزین مخصوص جهت حفاظت از رطوبت و نفوذ آب؛
- LED استفاده‌شده از انواع پرنور ویژه کابردهای ترافیکی، دید در روز به ابعاد ۵ میلی متر؛
- نوردهی ۵۰۰۰mcd (Typical) برای هر LED و طول عمر بیش از ۱۰۰هزار ساعت؛
- زاویه ۳۰ درجه دید راننده به صورت افقی و عمودی.

فرآیند به‌کارگیری تابلوهای پیام‌متغیر

روند مرسوم برای به‌کارگیری مناسب تابلوهای پیام‌متغیر به‌شرح زیر است. البته ممکن است عناوین مورد اشاره در تمامی موارد نصب تابلوهای پیام‌متغیر لحاظ نشوند بلکه در حقیقت طراح براساس قضاوت کارشناسی مناسبی که در ارتباط با هر مورد کسب می‌نماید، ترکیبی از اقدامات زیر را می‌تواند جهت به‌کارگیری تابلوهای پیام‌متغیر درنظر گیرد.

همچنین برداشت اطلاعات ترافیکی برای استفاده در تابلوهای پیام‌متغیر بسته به نوع تهیه این اطلاعات براساس دو روش زیر است:

۱- روش خودکار که در این روش از حس‌گرهای برداشت اطلاعات جهت دریافت داده‌هایی نظیر حجم، سرعت و.. استفاده می‌شود.

۲- روش غیرخودکار که در این روش از امکاناتی نظیر دوربین‌های نظارت تصویری در بالادست محل نصب تابلو و اعلام پیام توسط اپراتور تابلوها در مرکز استفاده می‌شود.

در طول نزدیک به سه دهه اخیر در زمینه اجرای عملیات ترددشماری، اقدامات بسیاری به‌منظور ساماندهی انجام عملیات ترددشماری و استفاده از آن در مواردی نظیر تابلوهای پیام‌متغیر در ایران انجام شده است.

الف- برداشت اطلاعات مورد نیاز برای به‌کارگیری تابلوهای پیام‌متغیر

اطلاعات برداشتی مورد نیاز برای به‌کارگیری تابلوهای پیام‌متغیر به دو دسته تقسیم می‌شوند: دسته اول شامل اطلاعات اولیه مانند دلایل استفاده از تابلوهای پیام‌متغیر و نوع اطلاعاتی که باید بر روی تابلوهای یادشده نمایش داده شوند، می‌باشد. دسته دوم مختص به اطلاعاتی هستند که به‌منظور تعیین محل دقیق به‌کارگیری تابلوهای پیام‌متغیر باید در اختیار طراح قرار گیرند، مواردی نظیر نقشه شبکه ارتباطی اطراف سایت مورد بررسی، مشخصات طرح هندسی مسیر مورد بحث، فهرست و محل دقیق تابلوهای موجود در محدوده مورد مطالعه و محل تأسیسات الکتریکی موجود در نزدیکی مسیر، از جمله این اطلاعات می‌باشند[۷].

ب- تعیین نوع تابلو پیام‌متغیر

پیش از تعیین محل نصب تابلوهای پیام‌متغیر، لازم است پاسخ برخی سؤالات فنی جهت تعیین نوع آن به عمل آید. مواردی نظیر هدف از نصب تابلوهای پیام‌متغیر (ارائه اطلاعات سفر، هشدار در ارتباط با وقوع حوادث، پیش‌آگهی عملیات ساخت، تعمیر و نگهداری جاده و...)، نوع اطلاعات موردنظر برای نمایش بر روی تابلوهای پیام‌متغیر (ارائه پیغام ثابتی که قابلیت روشن و خاموش‌شدن دارد، ارائه تعداد محدودی پیغام توسط تابلو، ارائه تعداد متنوعی از پیغام‌ها توسط تابلو[۱]) و نوع فناوری مورد استفاده در تابلو[۲]، از این دست می‌باشند[۳].

[۱] پاسخ به این سؤال مشخص می‌نماید که چه نوعی از تابلوهای VMS از لحاظ رده عملکردی باید مورد استفاده قرار گیرد. تابلوهای کاراکتری (Character VMS) برای ارائه پیغام ثابت، تابلوهای خطی (Line VMS) برای ارائه پیغام‌های متغیر محدود و تابلوهای تمام ماتریسی (Full Matrix VMS) برای ارائه پیغام‌های متغیر و متنوع، مورد استفاده دارند.

[۲] براساس آگاهی‌های کسب شده توسط طراح در این مرحله، با مدنظر قراردادن مزایا و معایب فناوری‌های موجود و با لحاظ‌نمودن شرایط محل موردنظر جهت بهره‌برداری از تابلوهای پیام‌متغیر، نوع فناوری موردنظر در این زمینه (صفحات چرخنده (Flip Disk)، دیودهای تابنده (Light Emitting Diode)، فیبر نوری (Fiber Optic) و هیبرید (Hybrid)، مشخص می‌شود.

ج- تعیین محل نصب تابلوهای پیام‌متغیر

با استفاده از اطلاعات گردآوری‌شده که پیشتر به آنها اشاره گردید، تعیین محل نصب و بهره‌برداری تابلوها امکان‌پذیر می‌شود. جزئیات تعیین محل نصب و بهره‌برداری به شرح زیر است:

جزئیات قابل حصول از نقشه ارتباطی اطراف سایت مورد بررسی: آگاهی از نحوه ارتباط شبکه جاده‌های برون‌شهری در اطراف محل مورد بررسی این امکان را به طراح می‌دهد تا با تعیین محل مناسب نصب تابلو، حداقل فاصله موردنیاز را پیش از رسیدن وسیله نقلیه به نقطه تغییر مسیر، به‌منظور در اختیار قراردادن فرصت و امکان انجام واکنش مناسب راننده در پاسخ به پیام تابلو، مدنظر قرار دهد.

جزئیات قابل حصول از مشخصات هندسی مسیر مورد بررسی: از آنجایی که حداقل فاصله دید برای وسیله نقلیه‌ای که با سرعت بیش از ۹۰ کیلومتر بر ساعت در حال حرکت است، در حدود ۳۰۰ متر پیشنهاد شده است[۷]، تابلوهای پیام‌رسان متغیر باید در شبکه آزادراهی و بزرگراهی در نقطه‌ای از مسیر نصب شوند که حداقل تا فاصله ۳۰۰ متری از آنها هیچ‌گونه قوس افقی یا قائم در مسیر وجود نداشته باشد، زیرا در ارتباط با تابلوهای الکتریکی مورد بحث حتی تغییر اندکی در زاویه دید می‌تواند موجب ناخواناشدن پیام درج‌شده بر روی تابلو شود. از سوی دیگر، باید دقت داشت که تابلوهای پیام‌متغیر درحالت ایده‌آل در قطعه‌هایی از مسیر با شیب کمتر از یک درصد و در نقطه اوج مسیر (محل با ارتفاع بالاتر نسبت به وسایل نقلیه نزدیک شونده) نصب شود. در واقع این مورد نیز به‌منظور اطمینان از قابلیت خوانابودن پیام منعکس‌شده بر روی تابلو باید مدنظر قرار گیرد.

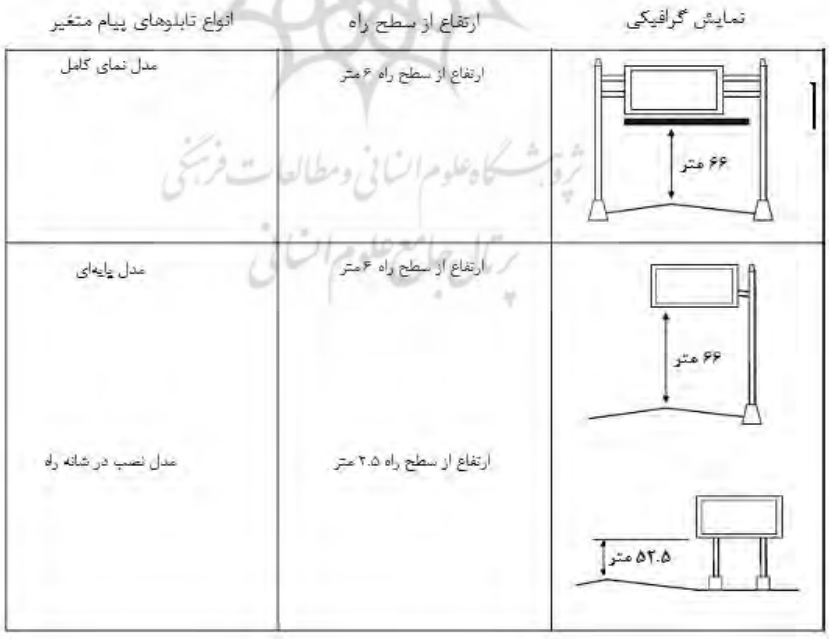
جزئیات قابل حصول از محل دقیق تابلوها و تجهیزات کنترل ترافیک در محدوده مورد بررسی: تابلوهای پیام‌رسان متغیر نباید در تداخل و تقابل با سایر تابلوها و تجهیزات کنترل ترافیک قرار گیرند. از سوی دیگر، در راستای جذب توجه بیشتر رانندگان به پیام‌های مندرج در این تابلوها و سایر تابلوهای هدایتی، توجه شود تا در آزادراه‌ها حداقل فاصله تابلوهای یادشده ۲۵۰متر نسبت به یکدیگر در نظر گرفته شود [۳].

جزئیات قابل حصول از محل تأسیسات الکتریکی موجود در مسیر: از آنجایی که حتی‌المقدور باید محل کابین کنترل مرکزی تابلوهای پیام‌متغیر و منبع انرژی (برق) به یکدیگر نزدیک باشند، محل تأسیسات الکتریکی موجود در مسیر، در تعیین محل دقیق تابلوهای پیام‌متغیر به لحاظ هزینه‌های انتقال برق از جمله کابل‌کشی و غیره تأثیرگذار خواهند بود.

د- جزئیات موردنیاز جهت نصب تابلوهای پیام‌رسان متغیر

پس از تعیین محل دقیق نصب تابلوهای پیام‌متغیر، جزئیات تفصیلی دیگری نیز در ارتباط با نحوه اجرا و نصب متعلقات تابلوهای موردبحث و زیرساخت‌های مرتبط باید مورد توجه قرار گیرند، این موارد عبارت‌انداز[۱]:

- تعیین محل پایه تابلو؛
- تعیین حداقل ارتفاع موردنیاز تابلو از سطح زمین (شکل دو)؛
- تعیین محل کابین کنترل مرکزی تابلو؛
- تعیین جزئیات مرتبط با زیرساخت‌های زیرزمینی موردنیاز؛
- تعیین نحوه تأمین انرژی الکتریکی تابلو و جزئیات مرتبط با مسیرهای سیم‌کشی؛
- ملاحظات ایمنی[۷].



شکل دو: استانداردهای موجود در زمینه حداقل ارتفاع موردنیاز تابلو از سطح زمین [۷].

ارزیابی برخی تابلوهای نصب شده در جاده‌های کشور

الف- محور هراز

به‌منظور اطلاع‌رسانی به مسافران از وضعیت تردد در محور هراز، از تاریخ۱۱ آذر ۱۳۸۶ یک دستگاه تابلو پیام‌متغیر در محل ایستگاه پلیس‌راه استان مازندران نصب و مورد بهره‌برداری قرار گرفت. این تابلو به‌صورت هم‌زمان می‌تواند وضعیت جاده و اطلاعات مربوطه را توسط عوامل راهداری به اطلاع رانندگان و مسافران برساند. این تابلو در ابعاد ۱متر در ۱.۸متر به صورت تک‌پایه‌ای نصب شده و صفحه نمایش آن دارای یک قسمت تک‌رنگ جهت نمایش متون و یک قسمت تمام‌رنگ جهت نمایش علائم متناسب با متون است. قابلیت نمایش ۱۰۰درصد در روز و آفتاب مستقیم– قابلیت کنترل خودکار شدت نور برحسب نور محیط و ارسال اطلاعات از مرکز راهداری از قابلیت‌های این تابلو محسوب می‌شود. براساس بررسی‌های به‌عمل‌آمده به‌منظور اطلاع‌رسانی از وضعیت جاده‌ها و تعیین مسیر مناسب و همچنین پیام‌های ایمنی، این تابلو نقش بسیار مهم و حساسی را ایفاء می‌کند.

ب- محور بوشهر - بندر امام

تابلوی پیام‌متغیر کنترل از راه‌دور در جاده‌های استان بوشهر نصب شد. این تابلو از طریق کابل شبکه، بی‌سیم، فیبرنوری و سیستم تلفن به مرکز متصل می‌شود و به‌وسیله دوربین، اتاق فرمان قابل کنترل و رؤیت است که امکان اطلاع‌رسانی لحظه‌ای و دقیق را به رانندگان می‌دهد. این تابلو در ابعاد۱۶۰x۷۶۸سانتی‌متر و در سه رنگ تقسیم‌بندی شده که از فاصله ۲۰۰ تا ۲۵۰کیلومتری برای رانندگان قابل رؤیت است.

ج- سایر نقاط کشور

مشخصات محل نصب تابلوهای پیام‌متغیر منصوبه در راه‌های کشور که بالغ بر ۱۰۰دستگاه تا پایان نیمه اول سال ۱۳۸۸ در جدول شماره یک آمده است[۱].

جدول یک: مشخصات محل نصب تابلوهای پیام‌متغیر در راه‌های کشور [۱]

ردیف	استان	تعداد	نشانی دقیق محل هرمورد (نام محور ـ کیلومتر ازمبدا ـ نام محل ـ.....)	نوع تابلو		رنگ تابلو		نصب شده	در حال نصب	در برنامه آتی
				بالاسری	کناری	تکرنگ	رنگی			
۱	آذربایجان شرقی	۴	پلیس راه تبریز– میانه						√	-
			پلیس راه مرند– تبریز					√	-	-
			در محل اداره کل					√	-	-
			در جزیره اسلامی (ابتدای حوزه)						-	√
۲	اردبیل	۳	اردبیل ـ آستارا کیلومتر ۱	√		√		√		√
			اردبیل ـ سراب کیلومتر ۱	√		√		√		√
			اردبیل ـ مغان کیلومتر ۲	√						√
۳	اصفهان	۱۳	اصفهان ـ تهران کیلومتر ۲۸ (رفت) ـ پاسگاه پلیس راه	√		√		√	-	-
			اصفهان ـ تهران کیلومتر ۲۸ (برگشت) ـ پاسگاه پلیس راه	√		√		√	-	-
			اصفهان ـ شیراز کیلومتر ۲۵ (رفت) ـ پاسگاه پلیس راه	√		√	√	√	-	-
			اصفهان ـ شیراز کیلومتر ۲۵ (برگشت) ـ پاسگاه پلیس راه	√		√	√	√	-	-
			اصفهان ـ شهرکرد کیلومتر ۱۸ (رفت) ـ پاسگاه پلیس راه	√		√	√	√	-	-
			اصفهان ـ شهرکرد کیلومتر ۱۸ (برگشت) ـ پاسگاه پلیس راه	√		√	√	√	-	-
			نجف آباد ـ داران کیلومتر۵ اداره راه نجف آباد	√		√	√	√	-	-
			نایین ـ اصفهان کیلومتر۳.۵ روبروی کارخانه کاشی نایین	√		√	√	√	-	-
			آزادراه اصفهان ـ فرودگاه کیلومتر ۱	√		√	√	√	-	-
			آزادراه اصفهان ـ فرودگاه کیلومتر ۱۲ (برگشت)	√		√	√	√	-	-
			انارک ـ سه راه جندق کیلومتر۱۰۵ پلیس راه جندق	√		√	√	√	-	-
			خور ـ سه راه جندق (برگشت) پلیس راه جندق	√		√	√	√	-	-
			اردستان ـ کاشان کیلومتر۱۰ پلیس راه اردستان	√		√	√			√

ادامه جدول یک: مشخصات محل نصب تابلوهای پیام‌متغیر در راه‌های کشور [۷]

ردیف	استان	تعداد	نشانی دقیق محل هرمورد (نام محور ـ کیلومتر ازمبدا ـ نام محل ـ.....)	نوع تابلو		رنگ تابلو		نصب شده	در حال نصب	در برنامه آتی
				بالاسری	کناری	تکرنگ	رنگی			
۳	اصفهان	۴	اصفهان ـ نایین کیلومتر ۳۰ پلیس راه سجزی	√		√	√			√
			سمیرم ـ یاسوج کیلومتر ۱.۵ ایست بازرسی	√		√	√			√
			داران ـ الیگودرز کیلومتر۸ پلیس راه دامنه	√		√	√			√
			داران ـ نجف آباد کیلومتر ۸ پلیس راه دامنه	√		√	√			√
۴	ایلام	۲	گردنه قلاجه در محور ایلام – اسلام آباد (رفت وبرگشت)	√		√		√	-	-
			جنب اداره راه ابتدای محور ایلام- شهریوران		√		√	√	-	-
۵	بوشهر	۴	بوشهر ـ دالکی کیلومتر ۲.۷۵	√			√	√	-	-
			گناوه – بوشهر کیلومتر۷.۵	√			√	√	-	-
			خورموج ـ بوشهر کیلومتر۹.۵	√			√	√	-	-
			دالکی ـ بوشهر کیلومتر ۱۲.۵						√	-
۶	تهران	۴	بعد از عوارضی تهران– قم کیلومتر یک	√		√	√	√	-	-
			هراز قبل از دوربرگردان جاجرود		√	√		√	-	-
			کرج چالوس بعد از میدان امیرکبیر	√		√	√	√	-	-
			آزادراه تهران – کرج قبل از پل کلاک	√		√		√	-	-
۷	چهار محال و بختیاری	۲	شهرکرد- اصفهان کیلومتر۱۳- پلیس راه	√		√		√	-	-
			شهرکرد- اصفهان کیلومتر۱۳- پلیس راه	√		√		√	-	-
۸	خراسان رضوی	۶	کیلومتر ۱۰ آزادراه مشهد– باغچه					√	-	-
			محور نیشابور– باغچه کیلومتر ۲۳					√	-	-
			قبل از عوارضی باغچه – مشهد روبروی شهر ملک آباد					√	-	-
			محور باغچه – تربت حیدریه کیلومتر ۱۰ روستای حسن‌آباد					√	-	-
			مشهد- تربت حیدریه مقابل پلیس راه باغچه							√
			مشهد- تربت حیدریه بعداز پل سید جلال							√

ادامه جدول یک: مشخصات محل نصب تابلوهای پیام‌متغیر در راه‌های کشور [۷]

ردیف	استان	تعداد	نشانی دقیق محل هرمورد (نام محور ـ کیلومتر ازمبدا ـ نام محل ـ.....)	نوع تابلو		رنگ تابلو		نصب شده	در حال نصب	در برنامه آتی
				بالاسری	کناری	تکرنگ	رنگی			
۸	خراسان رضوی	۴	مشهد- تربت حیدریه بعداز پل سیدجلال							√
			مشهد- تربت حیدریه بعداز روستای رباط‌سنگ							√
			مشهد- تربت حیدریه - ایست و بازرسی کامه							√
			مشهد- تربت حیدریه حدفاصل پادگان قدس و کارخانه کاشی‌زرین							√
۹	خراسان شمالی	۳	بجنورد ـ جنگل گلستان ـ کیلومتر ۳ (پلیس‌راه بجنورد)	√		√		√	-	-
			بجنورد ـ جنگل گلستان ـ کیلومتر ۱۲۰ روستای چشمه‌خان	√		√			√	-
			بجنورد ـ اسفراین ـ کیلومتر۲ دوراهی ارکان (روستای ا... وردیخان)	√		√			√	-
۱۰	خراسان جنوبی	۲	بیرجند ـ سربیشه کیلومتر ۱۵ مقابل قرارگاه ناجا		√		√	√	-	-
			بیرجند ـ قائم کیلومتر ۱۷ ابتدای گردنه ثمن شاهی		√		√		√	-
۱۱	خوزستان	۱	اهواز – اندیمشک، کیلومتر ۱۰ (پلیس راه)		√		√	√	-	-
۱۲	زنجان	۳	اتوبان زنجان – قزوین کیلومتر ۱۰۳					√	-	-
			عوارضی زنجان – قزوین					√	-	-
			عوارضی زنجان – میانه						√	-
۱۳	قم	۸	قم- سلفچگان کیلومتر ۳۵		√		√	√	-	-
			سلفچگان- دلیجان میدان سلفچگان		√		√	√	-	-
			راهجرد- سلفچگان کیلومتر۱		√		√	√	-	-
			کمربندی قم- اراک کیلومتر۸		√		√	√	-	-
			قم- تهران کیلومتر۵		√		√	√	-	-
			قم- تهران کیلومتر۱۸		√		√	√	-	-
			قم- تهران کیلومتر۵۰		√		√	√	-	-
			قم- تهران کیلومتر۵۰		√		√	√	-	-
۱۴	کرمانشاه	۵	گردنه بیدسرخ محور کرمانشاه – همدان		√			√	-	-
			گردنه بیدسرخ محور کرمانشاه – همدان(برگشت)		√			√	-	-
			کرمانشاه – کامیاران سه‌راهی قلعه شاه‌خانی	√				√	-	-
			محور قزانچی – پاوه سه راهی بیاشوش	√				√	-	-
			محور اسلام آباد قلاجه (راهدارخانه قلاجه)	√				√	-	-

ادامه جدول یک: مشخصات محل نصب تابلوهای پیام‌متغیر در راه‌های کشور [۷]

ردیف	استان	تعداد	نشانی دقیق محل هرمورد (نام محور ـ کیلومتر ازمبدا ـ نام محل ـ.....)	نوع تابلو		رنگ تابلو		نصب شده	در حال نصب	در برنامه آتی
				بالاسری	کناری	تکرنگ	رنگی			
۱۵	گلستان	۵	گرگان ـ نوکنده کیلومتر ۵۱ پلیس راه نوکنده	√		√		√	-	-
			گرگان ـ آزادشهرکیلومتر۷۲ پلیس راه آزادشهر رامیان	√		√		√	-	-
			آزادشهر ـ شاهرود کیلومتر۵۹ راهدارخانه خوش ییلاق	√		√		√	-	-
			مینودشت ـ جنگل گلستان کیلومتر ۴۳ راهدارخانه جنگل	√		√		√	-	-
			جنب ساختمان اداره کل	√			√	√		
۱۶	گیلان	۱۲	رشت ـ قزوین کیلومتر ۲.۱ (نقطه شروع میدان گیل) روبروی سیمکو	√		√		√	-	-
			محور رشت به قزوین – نصب ۶ عدد تابلو درکیلومتر ۵۲.۸ در محل گنجه (طرح ملی سیستم هوشمند کنترل سبقت، سرعت و فاصله ITS)		√		√	√	-	-
			محوررشت به قزوین درمحل گنجه		√		√	√	-	-
			محوررشت به قزوین درمحل گنجه		√		√	√	-	-
			محوررشت به قزوین درمحل گنجه		√		√	√	-	-
			محوررشت به قزوین درمحل گنجه		√		√	√	-	-
			محوررشت به قزوین درمحل گنجه		√		√	√	-	-
			رشت ـ لاهیجان کیلومتر۲.۵ روستای نم‌نم‌آباد	√		√		√	-	-
			رشت ـ لوشان کیلومترحدود ۹۵ روی پل عابر (رفت و برگشت)	√		√		√	-	-
			رشت ـ چابک‌سر پلیس راه لاهیجان	√			√		√	
			رشت ـ قزوین کیلومتر۱۲ پلیس راه	√			√		√	
			سردرب اداره کل	√				√		
۱۷	مازندران	۷	محور ساری – قائم شهر (انتهای محور)					√	_	_
			ابتدای محور آمل ـ هراز پلیس راه قدیم					√	_	_
			سردرب اداره راه و ترابری ساری					√	_	_
			ابتدای کندوان پارک فین						√	_
			فیروزکوه ابتدای محور سوادکوه منطقه هفت‌تن						√	_
			ابتدای محور کیاسر						√	_
			ورودی از سمت استان گلستان						√	_

ادامه جدول یک: مشخصات محل نصب تابلوهای پیام‌متغیر در راه‌های کشور [۷]

ردیف	استان	تعداد	نشانی دقیق محل هرمورد (نام محور ـ کیلومتر ازمبدا ـ نام محل ـ.....)	نوع تابلو		رنگ تابلو		نصب شده	در حال نصب	در برنامه آتی
				بالاسری	کناری	تکرنگ	رنگی			
۱۸	مرکزی	۶	کیلومتر ۱۶ اراک – سلفچگان					√	_	_
			آزادراه ساوه تهران قبل از عوارضی					√	_	_
			روستای قیطانیه کیلومتر ۵۰ همدان					√	_	_
			جنب پلیس راه همدان					√	_	_
			کیلومتر ۴ اراک - همدان					√	_	_
			محور اراک – قم کیلومتر ۱۴					√	_	_
۱۹	همدان	۳	پلیس راه همدان – ملایر کیلومتر ۵۵		√		√	√	_	_
			پلیس راه همدان محور همدان - قزوین کیلومتر ۱۵		√		√	√	_	_
			همدان ـ کرمانشاه ـ سنندج سه راهی صالح آباد کیلومتر ۱۲		√		√	√	_	_

ارزیابی قابلیت‌های بهره‌برداری تابلوهای پیام‌متغیر

با عنایت به شناخت عملکردی از مشخصات و اصول بهره‌برداری تابلوهای پیام‌متغیر، در ادامه به بیان کاربردهای دیگر این تابلوها در سایر زیربخش‌های حمل و نقل هوشمند ضروری به‌نظر می‌رسد. لذا در ادامه به دو ویژگی آنها پرداخته می‌شود:

الف- بهره‌برداری برای سیستم هشداردهنده سرعت مطمئن وسایل‌نقلیه سنگین

وسایل نقلیه باری درصد قابل توجهی از وسایل نقلیه درحال تردد در جاده‌ها را تشکیل می‌دهند. یکی از مهم‌ترین عوامل اثرگذار بر عملکرد این نوع وسایل نقلیه، شیب جاده است. شیب‌های تند یا شیب‌های ملایمی که دارای طول بلندی هستند به شدت بر عملکرد وسایل نقلیه باری که عموماً دارای وزن زیادی هستند، اثر می‌گذارند. به‌نحوی‌که شیب‌های مثبت (سربالایی‌ها) سبب کاهش سرعت این وسایل به سرعت خزشی و در مقابل شیب‌های منفی (سراشیبی‌ها) سبب افزایش سرعت شده و به دلیل وزن زیاد وسیله نقلیه، امکان خارج‌شدن آنها از کنترل می‌گردند. برای رفع مشکل ایجادشده در سربالایی‌ها می‌توان از تمهیداتی نظیر احداث باند کمکی استفاده نمود ولی به‌منظور کنترل وسیله نقلیه باری در سراشیبی‌ها، عمدتاً به مهارت و تجربه راننده

تکیه می‌شود. این در حالی است که هر ساله حوادث ناگواری به دلیل عدم توجه و مهارت کافی رانندگان وسایل نقلیه باری، در کشور اتفاق می‌افتد. از این‌رو لازم است تا از ابزارهای کمکی برای افزایش اطلاعات رانندگان از شرایطی که با آن مواجه هستند، استفاده شود. اهمیت این نکته زمانی بیشتر است که بدانیم بخش قابل توجهی از راه‌های اصلی کشور که مناطق صنعتی، کشاورزی و جمعیتی را به یکدیگر متصل می‌کنند. در بخش‌های کوهستانی و تپه ماهوری هستند که در طول آنها تغییرات زیاد در شیب مسیر وجود دارد.

از جمله مهم‌ترین اطلاعاتی که در سراشیبی‌ها برای رانندگان مفید است، آگاهی از سرعت مطمئنه با توجه به وزن وسیله نقلیه است. در ادامه مشخصات و نتایج استفاده از سیستمی که سرعت ایمن وسایل نقلیه باری را در سراشیبی‌ها محاسبه می‌نماید، ارائه شده است. این سیستم، سرعت مجاز را با توجه به وزن و تعداد محورهای وسیله نقلیه، براساس میزان شیب جاده تعیین نموده و از طریق تابلوهای اطلاع‌رسانی متغیر به رانندگان نشان می‌دهد.

سیستم هشداردهنده سرعت مطمئنه وسایل نقلیه سنگین از چهار بخش تشکیل شده است. این بخش‌ها عبارت‌انداز: سیستم اندازه‌گیری وزن خودروی در حال حرکت (WIM[1])، حلقه‌های خودالقایی، مجموعه سخت‌افزاری و نرم‌افزاری تعیین سرعت مطمئنه و درنهایت تابلوهای پیام‌متغیر خبری که برای نشان‌دادن سرعت تعیین‌شده و اطلاع‌رسانی به راننده مورد استفاده قرار می‌گیرد. با استفاده از سیستم اندازه‌گیری وزن خودروی در حال حرکت و حلقه خودالقایی، وزن و تعداد محور وسیله نقلیه اندازه‌گیری و سپس با کمک برنامه رایانه‌ای، سرعت مطمئنه وسایل نقلیه باری سنگین که دارای وزن بیش از ۲۰تن هستند، محاسبه می‌شود. در نهایت این سرعت برروی تابلوهای اطلاع‌رسان متغیر آشکار می‌گردد (شکل سه). عملکرد این سیستم در مطالعه‌ای در ایالت کلارادو آمریکا مورد بررسی قرار گرفته که در ادامه به نتایج آن اشاره شده است[۲].

[1] Weigh In Motion

شکل سه: نمایش سرعت پیشنهادی بر روی تابلوهای اطلاع‌رسان متغیر[۲].

سیستم هشداردهنده سرعت مطمئنه وسایل نقلیه سنگین در مسیر غربی تونل آیزن‌هاور[۱] نصب شده است. طول مسیر سراشیبی که در ادامه این تونل قرار داشته است ۱۲کیلومتر و شیب منفی آن در حدود ۵ تا ۷درصد بوده است. محل نصب سیستم هشداردهنده سرعت مطمئنه وسایل نقلیه سنگین در داخل تونل درست پیش از خروجی تونل است. شکل (۴) تصویری از این سیستم را در داخل تونل نشان می‌دهد. تابلوهای اطلاع‌رسان، ۲۵۰متر پس از محل جاگذاری حلقه‌های خودالقایی و سیستم اندازه‌گیری وزن خودروی درحال حرکت نصب شده، به طوری‌که کامیون‌ها با سرعت ۶۵کیلومتر بر ساعت، ۴/۲ ثانیه بعد از عبور از روی حلقه‌های خودالقایی می‌توانسته است سرعت مطمئنه را بر روی تابلوهای اطلاع‌رسان مشاهده کنند[۲]. در این مطالعه، برای بررسی عملکرد سیستم، وزن وسیله نقلیه باری، سرعت و ترکیب محور

[1] Eisenhower Tunnel

[۲] اگرچه سرعت مجاز این بخش از تونل و قسمت سراشیبی ادامه آن، در حدود ۵۰ کیلومتر بر ساعت بوده است ولی از آنجایی که وسایل نقلیه سنگین بطور معمول با سرعتی بالاتر از سرعت مجاز این بخش از مسیر را طی کرده‌اند، از این‌رو، برای متوجه ساختن رانندگان از خطرات سرعت بالا، این سیستم در تونل و پیش از سرعت‌گیری رانندگان نصب شده است.

آن، در پایین دست و بالادست محل نصب سیستم هشداردهنده سرعت مطمئنه وسایل نقلیه سنگین اندازه‌گیری شده است. در ایستگاه اندازه‌گیری وزن واقع در بالادست تونل، وزن وسیله نقلیه جهت بررسی عملکرد سیستم اندازه‌گیری وزن خودروی درحال حرکت، ثبت شده است. همچنین در ۲کیلومتر پایین‌دست تونل، سرعت وسایل نقلیه توسط لوله‌های فشار تعبیه‌شده در جاده برای بررسی میزان کاهش سرعت وسایل نقلیه سنگین براثر به‌کارگیری سیستم یادشده، اندازه‌گیری شده است (شکل پنج). این داده‌ها در ۴روز که دارای شرایط آب و هوایی مشابهی بودند، جمع‌آوری شده‌اند. در ۲روز این دوره سیستم هشداردهنده سرعت مطمئنه وسایل نقلیه سنگین غیرفعال و در ۲روز باقیمانده این سیستم فعال بوده است. در نهایت، نتایج این مطالعه حاکی از آن بوده که این سیستم در هشدار به رانندگان و کاهش رانندگی خطرآمیز مؤثر بوده است. در حقیقت، بررسی‌ها نشان می‌داد که سرعت متوسط وسایل نقلیه باری سنگین، تا حدود ۵/۲ کیلومتر بر ساعت با به‌کارگیری این سیستم کاهش یافته است[۲].

شکل چهار: تصویری از تابلوهای اطلاع‌رسان متغیر در داخل تونل [۳].

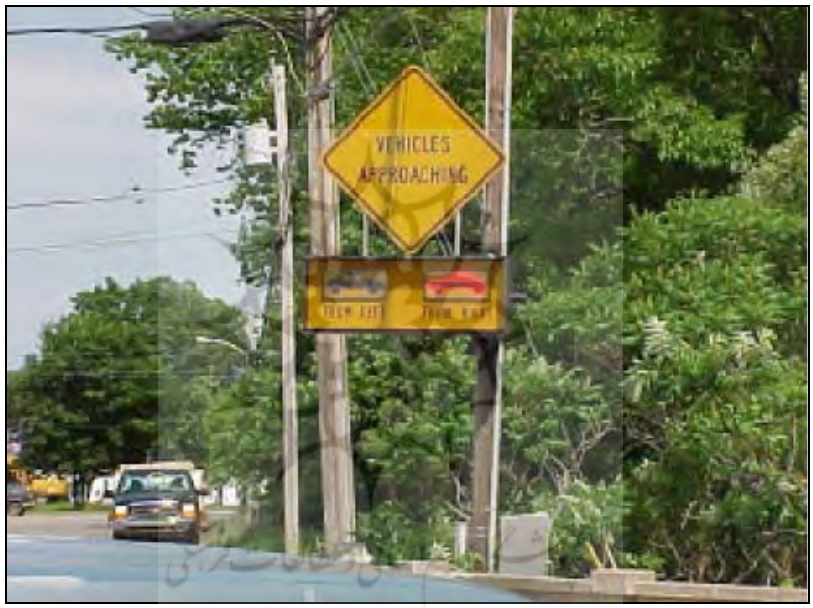
شکل (۵). به‌کارگیری لوله فشار برای اندازه‌گیری سرعت در پایین دست تونل [۲]

ب- سیستم هشداردهنده برخورد وسایل نقلیه در تقاطع‌ها

برخورد وسایل‌نقلیه با یکدیگر در تقاطع‌ها یکی از معمول‌ترین انواع تصادفات در راه‌های برون‌شهری است. در آمریکا سالانه در حدود ۲میلیون فقره تصادف با ۶۷۰۰ کشته در این نقاط رخ می‌دهد[۷]. این تصادفات اغلب به علت قضاوت نادرست رانندگان از موقعیت موجود، فاصله دیدکم و عدم توانایی در تشخیص درست موقعیت سایر وسایل نقلیه رخ می‌دهد. با توجه به ایمنی پایین تقاطع‌های چراغ‌دار و هزینه بالای تجهیز و نگهداری آنها در راه‌های برون‌شهری، استفاده از چراغ‌های راهنمایی زمان‌بندی شده در این نوع جاده‌ها توصیه نمی‌گردد. در این راستا، به‌کارگیری سیستم هشداردهنده برخورد در تقاطع‌ها، به‌عنوان یکی از راهکارهای مناسب کاهش تصادفات در تقاطع‌های بدون‌چراغ و با جریان دوطرفه، می‌تواند مطرح می‌باشد. استفاده از این تجهیزات خصوصاً در تقاطع‌هایی که مسیر فرعی دارای فاصله دید محدودی است، موجب افزایش ایمنی وسایل نقلیه می‌شود. بنابراین، در ادامه نحوه عملکرد این سیستم و نمونه موردی به‌کارگیری آن در یکی از تقاطع‌های کشور ایالات متحده، ارائه می‌شود[۶].

در این سیستم با به‌کارگیری شناسگرهای حلقه‌ای در ورودی‌های یک تقاطع، حضور وسیله نقلیه در مسیر فرعی و سرعت وسیله نقلیه در خیابان اصلی مشخص

می‌گردد و سپس داده‌های به‌دست‌آمده از این شناسگرهای حلقه‌ای به رایانه کنترل‌کننده تقاطع، ارسال می‌شود. این رایانه زمان ورود وسیله نقلیه به تقاطع را محاسبه نموده و برروی تابلوهای نمایشگر متغیر پیغام هشدار مناسب را با توجه به نوع مسیر (اصلی و فرعی) نمایش می‌دهد. رانندگان مسیر فرعی اخطاری در مورد عبور ترافیک در مسیر اصلی به همراه نمادی از یک وسیله نقلیه متحرک که بیانگر جهت و سرعت وسیله نقلیه می‌باشد، دریافت می‌کنند. رانندگان جهت اصلی نیز نماد یک وسیله نقلیه چشمک‌زن را مشاهده می‌کنند که بیانگر حضور وسیله نقلیه در مسیر فرعی است. (شکل شش)



شکل شش: نمونه‌ای از تابلوهای نمایشگر متغیر هشداردهنده حضور وسیله نقلیه در تقاطع‌ها [۶].

هدف از به‌کارگیری این سیستم، آگاه ساختن راننده از وضعیت موجود تردد در تقاطع با کمک اطلاع‌رسانی به موقع و دقیق از ورود وسایل نقلیه از مسیرهای دیگر به تقاطع می‌باشد. این سیستم در یکی از تقاطع‌های ایالت ویرجینیا به‌کار گرفته شد و عملکرد آن در سه فاز قبل، بلافاصله و ۴ماه بعد از نصب، مورد بررسی قرار گرفت. همانطور که در شکل (۷) مشاهده می‌گردد، این سیستم در تقاطع مسیرهای جاده

آدن[1] و مسیر جاده فلیت وود[2] به‌کار گرفته شده است که در آن شناسگرهای حلقه‌ای در سه مکان ابتدایی (۳۰۰متر پیش از تقاطع)، میانی (۱۲۵متر پیش از تقاطع) و در تقاطع، برای محاسبه سرعت وسایل نقلیه در مسیر اصلی و در دو مکان میانی (۶۵ متر پیش از تقاطع) و در تقاطع، برای شناسایی حضور وسیله نقلیه در مسیر فرعی به‌کار رفته‌اند. همچنین باید ذکر نمود، تابلوهای اطلاع رسانی پیام‌متغیر در مسیر اصلی در دو مکان ۱۵۳ و ۴۵متری از تقاطع و در مسیر فرعی در خود تقاطع (به موازات تابلوی توقف)، نصب شده‌اند[۴]. برای بررسی عملکرد این سیستم موارد زیر به‌عنوان معیارهای کارایی مورد بررسی قرار گرفتند[۵]:

سرعت انتخابی راننده پس از مشاهده تابلو[3]: سرعت وسیله نقلیه در شناسگرهای حلقه‌ای میانی که بعد از اولین تابلوی هشداردهنده واقع شده است.

سرعت ورودی به تقاطع: سرعت در شناسگرهای حلقه‌ای نصب شده در تقاطع

اولین کاهش سرعت[4]: اختلاف سرعت مشاهده شده ما بین سرعت ثبت شده در شناسگر حلقه‌ای ابتدایی و شناسگر حلقه‌ای میانی

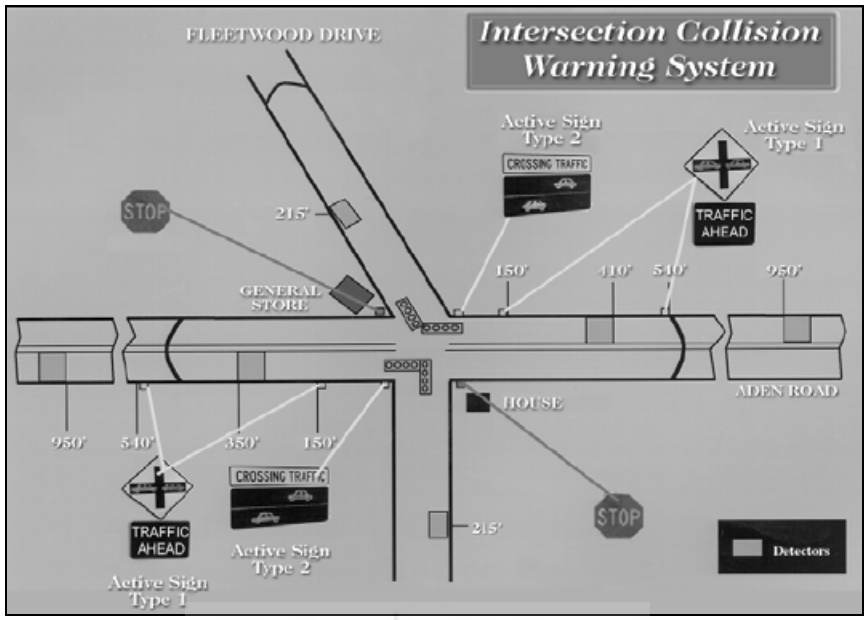
دومین کاهش سرعت[5]: اختلاف سرعت، مابین سرعت ثبت‌شده در شناسگر حلقه‌ای میانی و شناساگر حلقه‌ای تقاطع

کاهش سرعت متوسط: اختلاف سرعت مابین شناسگر حلقه‌ای ابتدایی و شناسگر حلقه‌ای تقاطع

فرصت زمانی پرهیز از تصادف[6]: زمان سپری‌شده پس از مشاهده وسیله نقلیه مقابل در تقاطع تا برخورد احتمالی دو خودرو، هنگامی که عکس‌العمل بازدارنده به‌موقع صورت نگیرد.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

[1] Aden Road
2 Fleetwood Drive Road
[3] Sign Response Speed
[4] First Speed Reduction
[5] Second Speed Reduction
[6] Projected Time to Collision-PTC



شکل هفت: پلان نصب سیستم کنترل برخورد وسایل نقلیه در تقاطع مورد بررسی در ایالت ویرجینیا [۵].

نتایج این بررسی حاکی از کاهش سرعت وسایل نقلیه ورودی به تقاطع و افزایش فرصت زمانی پرهیز از تصادف در زمان به‌کارگیری این سیستم بوده است. هرچند کاهش سرعتی در اولین شناسگر حلقه‌ای مشاهده نگردید ولی وسایل نقلیه در زمان ورود به تقاطع سرعت خود را کاهش دادند. تحلیل قبل و بعد از نصب این سیستم نشان داده است که سرعت متوسط وسایل نقلیه از ۸۰کیلومتر بر ساعت به ۷۲کیلومتر بر ساعت کاهش داشته و میزان متوسط زمانی پرهیز از تصادف، از ۲/۵ ثانیه به ۳/۵ ثانیه افزایش یافته است. این در حالی است که تحقیقات نشان می‌دهد که وسایل نقلیه برای عبور ایمن از تقاطع با استفاده از کاهش سرعت و عبور از میان وسایل نقلیه دیگر بدون توقف کامل به ۳ ثانیه زمان و در صورت نیاز به توقف کامل، به ۴/۶ ثانیه زمان احتیاج دارند و لذا زمان هشداردهی به آنها در فاصله زمانی ۳ تا ۴/۶ ثانیه قبل مناسب است. از این‌رو با استفاده از این سیستم می‌توان زمان پرهیز از تصادف را در این بازه زمانی ایمن جای داد[۵].

نتیجه‌گیری

آمار بالای تصادفات در راه‌های برون‌شهری کشور خصوصاً در تقاطع‌ها، که در آنها رانندگان دارای فاصله دید محدودتری می‌باشند، لزوم به‌کارگیری سیستم‌های هشداردهنده مناسب همچون سیستم هشداردهنده برخورد وسایل نقلیه در تقاطع‌ها[1] را در این نقاط، نمایان‌تر می‌کند. در حقیقت باتوجه به هزینه بالای این قبیل تصادفات، به‌کارگیری چنین سیستم‌هایی در زمان بسیار کوتاه می‌تواند جبران هزینه‌های نصب و راه‌اندازی خود را بکند.

سیستم‌های هشداردهنده سرعت مجاز وسایل نقلیه سنگین تأثیر مثبتی در کاهش سرعت وسایل‌نقلیه در سرازیری‌ها ایفا می‌نمایند. در نتیجه، به‌کارگیری این سیستم در کشور ایران که دارای جاده‌های ناهموار با پستی و بلندی‌های بسیار می‌باشد می‌تواند در کاهش تصادفاتی که به علت سرعت بالای وسایل نقلیه باری و از دست دادن کنترل آنها رخ می‌دهد، مؤثر باشد.

تابلوهای پیام‌متغیر از زمره تجهیزات کنترل ترافیک هستند که به‌واسطه ارائه اطلاعاتی پویا در ارتباط با مواردی نظیر اطلاعات سفر، هشدار وقوع حوادث و پیش‌آگهی عملیات ساخت، تعمیر و نگهداری، مورد استفاده قرار می‌گیرند. در ارتباط با نحوه به‌کارگیری این‌گونه تابلوها جزئیات متفاوتی را در تعیین نوع تابلو، محل دقیق تابلو و جزئیات نصب تابلو باید مورد توجه قرار داد. و با توجه به گسترش استفاده از این‌گونه تابلوها در کشورمان، شایسته است دستورالعمل جامع و مناسبی در مورد نحوه به‌کارگیری تابلوهای پیام‌متغیر تهیه و تدوین شود.

منابع

[۱] براساس اطلاعات دفتر علائم، تجهیزات ایمنی و حریم راه‌ها، سازمان راهداری و حمل و نقل جاده‌ای

[2] B., Jason, "Evaluation of Downhill Truck Speed Warning System on I-70 West EISENHOWER Tunnel", Oregon Department of Transportation, Colorado Department of Transportation, December 1999.

1 ISWC

[3] "Downhill Speed Warning System", Oregon Department of Transportation , August 2002.

http://www.oregon.gov/ODOT/HWY/ITS/project_DSWS.shtml.

[4] D. Peabody et al., "Evaluation of a Vehicle-Actuated Warning System for Stop-Controlled Intersections Having Limited Sight Distances", International Conference on Rural Advanced Technology & Transportation Systems, Vermont, August 2001.

[5] Hanscom, Fred R., “Rural Stop-Sign Controlled Intersection Accident Countermeasure System Device Vehicle-Behavioral Evaluation”, 10th ITS America annual meeting, Virginia, USA, may 2000.

[6] “Intersection Collision Warning System”, FHWA-RD-99-103, April 1999.

[7] Wisconsin Department of Transportation, “Intelligent Transportation Systems (ITS) Design Manual, Chapter 6”, December 2000.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی