ارزیابی روش‌ها و تجهیزات رایج خودروشماری در حمل و نقل جاده‌ای ایران

نعمت الله خورده‌بینان [1]
محمدوریا خورده‌بینان [2]

تاریخ دریافت : ۱۳۸۹/۰۳/۲۶
تاریخ پذیرش : ۱۳۸۹/۰۷/۰۶

چکیده

اطلاعات داده‌ای دقیق از میزان ترافیک انواع وسیله نقلیه در شبکه راه‌ها به امر بهسازی و گسترش سیستم حمل و نقل جاده‌ای کمک شایانی می‌کند. برای رسیدن به این مهم، روش‌های مختلف برداشت میدانی و ثبت داده های آماری از دیرباز در جمع‌آوری اطلاعات ترددشماری برای انواع راه‌ها مورد استفاده بوده است. هدف از این مقاله تعیین بهینه روش و تجهیزات ترددشماری ترافیکی با توجه به شرایط محیطی، هزینه و نوع راه در ایران می‌باشد. به‌این منظور ابتدا انواع روش‌های خودروشماری رایج در ایران بررسی می‌گردد، سپس تجهیزات آشکارگر مکانیزه مورد استفاده در حمل و نقل راه‌های کشور و روش‌های کاربرد آنها ارزیابی می‌شود، در ادامه مزایا و معایب هر کدام از دستگاه‌های خودروشمار با توجه به شرایط شبکه راه‌ها مورد تحلیل قرار می‌گیرد تا کاربرد بهینه این دستگاه‌ها مشخص گردد، در پایان براساس شرایط مختلف و نوع راه مناسب ترین دستگاه‌های الکترونیکی در ترددشماری ترافیکی برای شبکه حمل و نقل جاده‌ای ایران طبقه بندی و پیشنهاد می‌شود.

کلیدواژه‌ها: *خودروشمار، حجم ترافیک، آشکارگر مکانیزه، حمل و نقل جاده‌ای*

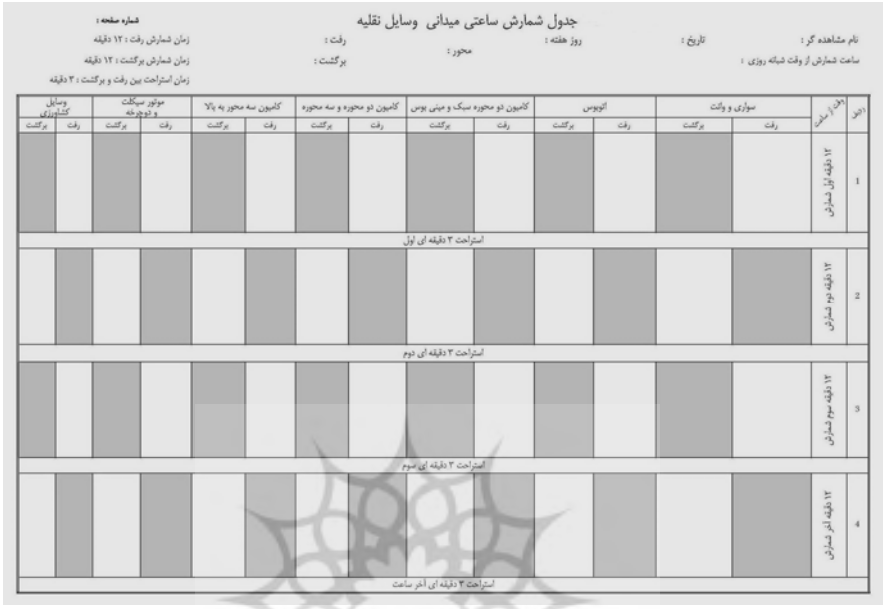
۱ کارشناس ارشد عمران، دانشگاه علم و صنعت ایران، N_khordehbinan@civileng.iust.ac.ir
۲کارشناس ارشد عمران، دانشگاه تهران، Mkhordebinan.ut.ac.ir

مقدمه

شمارش خودرو، مهم‌ترین پارامتر در مطالعه ترافیک است که به‌طور منظم با توجه به روش‌های نمونه‌برداری برروی راه‌ها برای مقاصد موردنیاز انجام می‌گیرد. مطالعات و اندازه‌گیری حجم ترافیک جاده‌ای ازجمله عوامل تعیین‌کننده در سطح تقاضای استفاده از شبکه موجود، برنامه آتی زیربنای جاده‌ای کشور و تسهیلات مستقر در آنها می‌باشد و کاربرد اساسی در تعیین نقش حمل و نقل جاده‌ای کشور، اهمیت جاده‌ها نسبت به یکدیگر، ارزیابی اقتصادی در اولویت‌بندی ساخت، تعریض و بهسازی جاده‌ها، نحوه توزیع ترافیک در شبکه و برآورد تقاضا از روی آن، تعیین پارامترهای تعدیل ظرفیت جاده‌ها، مطالعه تصادفات جاده‌ای، مطالعه قانون‌گذاری حمل و نقل جاده‌ای، مطالعه آلودگی و زیست محیطی، مکان‌یابی تأسیسات بین‌راهی در جاده‌ها و مطالعات مالی پروژه‌های راه، نحوه خودگردانی ساخت و بهسازی جاده‌ها و تأسیسات جانبی آنها دارد[۱]. اگرچه روش‌های مختلفی در جهت ترددشماری ترافیکی در منابع مهندسی ترافیک بحث گردیده اما مطالعات نشان می‌دهد که بررسی مناسبی جهت انتخاب نوع دستگاه بهینه در روش مکانیزه ترددشماری در جاده‌های کشور برای انواع راه‌ها صورت نگرفته است. جمع‌آوری اطلاعات ترافیکی اصولاً مفهومی ساده دارد، شمارش تعداد وسیله نقلیه به‌صورتی‌که از نقطه معین عبور کنند و به‌طور مطلوب به انواع وسیله نقلیه، خط، حرکت گردشی یا سایر عوامل دسته‌بندی می‌شوند و باید تلاش شایانی در تنظیم‌کردن آنها انجام گیرد[۲]. روش‌های شمارش وسایل نقلیه را به‌طورکلی در سه بخش می‌توان تقسیم کرد: (۱) روش دستی که به‌صورت‌های توقف کوتاه، روش یک در میان یا روش ترکیبی متداول است. نمونه‌ای از فرم ترددشماری یک‌ساعته بصری (دستی) براساس تفکیک انواع خودروها در جدول یک نشان داده شده است. (۲) روش مکانیزه با دستگاه‌های قابل حمل که به‌صورت‌های جیبی کوچک یا ثبت تصویری با کمک دوربین موجود می‌باشد. (۳) روش مکانیزه با ایستگاه‌های دائمی با استفاده از شناساگرهای ثابت مانند شناساگر مغناطیسی، شناساگر صفحه فشاری، شناساگر صوتی، مادون قرمز یا شناساگر راداری. البته برای تقاطعات با شکل‌های مختلف نیز روش‌های خاصی وجود دارد. محل نصب شناساگر اهمیت زیادی دارد در حالت کلی

محل نصب با توجه به هدف، نوع شناساگر، نوع وسیله نقلیه یا پیاده موردنظر و نوع محل تعیین خواهد شد[۳،۷].

جدول ۱- جدول شمارش ساعتی به روش دستی



جدول شمارش ساعتی میدانی وسایل نقلیه

نام مشاهده گر : تاریخ : روز هفته : رفت : شماره صفحه :

ساعت شمارش از وقت شبانه روزی : محور : برگشت : زمان شمارش رفت : ۱۲ دقیقه

زمان شمارش برگشت : ۱۲ دقیقه

زمان استراحت بین رفت و برگشت : ۳ دقیقه

ردیف	بازه زمانی	سواری و وانت		اتوبوس		کامیون دو محوره سبک و مینی بوس		کامیون دو محوره و سه محوره		کامیون سه محور به بالا		موتور سیکلت و دوچرخه		وسایل کشاورزی	
		رفت	برگشت	رفت	برگشت	رفت	برگشت	رفت	برگشت	رفت	برگشت	رفت	برگشت	رفت	برگشت
۱	۱۲ دقیقه اول شمارش														
	استراحت ۳ دقیقه ای اول														
۲	۱۲ دقیقه دوم شمارش														
	استراحت ۳ دقیقه ای دوم														
۳	۱۲ دقیقه سوم شمارش														
	استراحت ۳ دقیقه ای سوم														
۴	۱۲ دقیقه آخر شمارش														
	استراحت ۳ دقیقه ای آخر ساعت														

در این مقاله ابتدا روش‌های ترددشماری ترافیکی در ایران بررسی می‌شود سپس قابلیت و مشکلات روش‌های خودروشماری مکانیزه بیان گردیده، مشخصات و چگونگی کاربرد دستگاه‌های الکترونیکی رایج ترددشمار با توجه به وضعیت آمارگیری ترافیکی کشور تحلیل می‌شود، در پایان طبقه‌بندی پیشنهادی این دستگاه‌ها جهت استفاده کار آمد و اقتصادی برحسب انواع شبکه جاده‌ای و شرایط آب و هوایی ارائه می‌گردد.

روش‌های ترددشماری ترافیکی در حمل و نقل جاده‌ای ایران

شواهد بیان می‌کند اطلاعات آماری ترددشماری خودروها در گذشته، همان آمارهای ارائه شده توسط سازمان حمل و نقل و پایانه‌های کشور در سطح شبکه راه‌ها است که از سال ۱۳۷۳ به صورت آمارگیری بصری در تعداد محدودی از راه‌ها شروع به‌کار نموده و تا امروز به صورت مرتب در حال پوشش محورهای بیشتری از شبکه راه‌های کشور با روش‌های مکانیزه می‌باشد، به‌طوری‌که خوشبختانه در سطح کشور بیشتر از ۲۳۰ محور

تحت پوشش آمارگیری پیوسته مکانیزه شبانه‌روزی قرار دارد. اطلاعات ترددشماری ثبت شده درکشور به دو صورت زیر می‌باشد:

- ترددشماری بصری: شمارش تعداد وسیله نقلیه عبوری از محورها توسط نیروی انسانی آموزش‌دیده و با استفاده از فرم‌های از پیش طراحی‌شده در محدوده زمانی مشخص می‌باشد که تا سال ۱۳۸۰ متداول‌ترین روش ترددشماری در کشور بوده و از سال ۱۳۸۱به بعد به صورت ترددشماری کنترلی در بازه زمانی سه روزه یا هفتگی رواج پیدا کرد.
- ترددشماری مکانیزه: شمارش تعداد وسیله نقلیه عبوری از محورها توسط دستگاه ترددشمار در یک محدوده زمانی مشخص می‌باشد و دارای انواع مکانیزه ثابت و مکانیزه سیار است[۲].

الف- ترددشماری بصری در ایران

مطالعات نشان می‌دهد اطلاعات آماری ترددشماری بصری خودروها، جزو اولین اطلاعات ثبت‌شده در بانک اطلاعات آماری موجود در سازمان حمل و نقل و پایانه‌های کشور در سطح شبکه راه‌ها جاده‌ای ایران است، طرح های ترددشماری از سال ۱۳۷۳ عملاً به صورت آمارگیری بصری در تعداد محدودی از راه‌ها شروع شده است، ابتدا در هر سال از یک تا ۴روز آمارگیری انجام گردیده ولی بعدها به شکل یک یا دو بار در سال و هر بار به مدت یک ماه ادامه داشته است. متاسفانه به‌رغم سابقه طولانی ترددشماری بصری، اطلاعات جمع‌آوری‌شده قابل ارزیابی و مقایسه با یکدیگر نبوده و به‌دلیل گسسته‌بودن اطلاعات و استمرارنداشتن آن در دوره‌های زمانی مختلف، ازنظر مدیریت نگهداری راه‌ها کمتر می‌تواند مورد بهره برداری و تجزیه و تحلیل قرار گیرد. بررسی‌ها نشان می‌دهد استفاده از روش بصری در آمارگیری ترافیکی دارای معایب متعدد زیر است:

- امکانات گسترده مورد نیاز جهت اجرا؛
- خطای نیروی انسانی در ثبت اطلاعات تردد در محورها؛
- عدم توانایی در ارائه یک گزارش کامل و مستمر سالانه؛
- مشکلاتی آموزش نیروی انسانی؛
- ساماندهی نیروی انسانی؛

- عدم توانایی در ثبت بعضی خصوصیات ترافیکی چون سرعت لحظه‌ای و متوسط؛
- ارائه گزارش غیرواقعی عمدی دست بالا در بعضی مسیرها توسط نیروهای محلی؛
- عدم نظارت مناسب و مستمر؛
- کمبود نیروی انسانی ماهر هم در اجرا و هم در نظارت؛
- امکانات موردنیاز جهت آموزش؛
- خطای نیروی انسانی در واردکردن فرم‌های اطلاعاتی در رایانه و سایر مشکلات ....

همچنین بررسی دقیق‌تر روی داده‌های ثبت‌شده بصری در ایران، نشان می‌دهد که استدلال منطقی در جهت رشد آمارها با گذشت زمان و نیز طی چندین دوره برداشت صحرایی وجود ندارد که می‌تواند به‌علت خطاهای ذکرشده فوق باشد[۴]. به‌طورکلی جهت استفاده از داده‌های ترافیکی در طراحی‌ها و تعیین مقادیر مختلف فاکتورهای ترافیکی در سطح راه‌های کشور نیاز به داشتن اطلاعات ثبت‌شده ساعتی آن هم طی یک سال کامل می‌باشد که داده‌های ثبت‌شده بصری در ایران دارای این خصوصیت نمی‌باشند باتوجه به معایب فوق و جهت فراهم‌نمودن امکاناتی برای مدیریت مطلوب، طرح شمارش بصری از سال۸۰ به بعد در ایران متوقف و به جای آن از انواع دستگاه‌های مکانیزه ثابت و سیار ترددشمار استفاده گردید[۲].

در خصوص آمارهای ثبت‌شده بصری در کل حدود ۱۴۰۵۸ ردیف داده در سطح کشور وجود دارد و سازمان راهداری و حمل و نقل جاده‌ای آن را به صورت دو فایل جداگانه با فرمت اکسل به‌صورت ترددشماری واقعی و معادل روی سایت سازمان جهت دسترسی عموم قرار داده است[۲،۷].

۱- ارزیابی ترددشماری بصری

امروزه این نوع روش شمارش فقط جهت کنترل تعداد انواع خودروها به‌صورت مقطعی کاربرد دارد. در این روش کلاسه‌بندی براساس طول خودروها نبوده بلکه براساس دسته‌بندی انواع آنها صورت می‌گیرد. ضمناً با این نوع روش شمارش علاوه بر کنترل میزان فراوانی وسایل نقلیه عبوری، می‌توان کلاسه‌بندی انواع ترددشماری مکانیزه را نیز کنترل کرد. البته در موارد زیادی ممکن است محدودیت‌های نیروی انسانی، زمانی و مالی انجام شمارش‌های طولانی را توجیه نکند. شمارش‌های دستی مزیت طبقه‌بندی و حرکات گردشی را نسبت به حالت شمارش مکانیزه دارد، درصورتی‌که با کاهش زمان

لازم برای به‌دست‌آوردن اطلاعات قابل اطمینان بتوان هزینه‌ها را تقلیل داد از این نوع شمارش ترافیکی استفاده به‌خوبی می‌توان استفاده کرد.

ب- ترددشماری مکانیزه در ایران

از سال ۱۳۷۷ به صورت موازی با طرح ترددشماری بصری ایده استفاده از دستگاه‌های ترددشمار الکترونیکی در سازمان راهداری و حمل و نقل جاده‌ای کشور مطرح گردید، اولین نمونه دستگاه‌های ساخت داخل از نوع حلقه‌های القایی، توسط شرکت پویش‌پرداز تولید و با موفقیت آزمایش شد. این نوع دستگاه‌ها که در سازمان راهداری به دستگاه‌های ترددشمار دفنی موسوم هستند در حال حاظر بخشی از محورهای شریانی کشور را تحت پوشش دارد و اطلاعات تردد وسایل نقلیه را به‌صورت لحظه‌ای ثبت می‌کند[۱]. با توجه به تنوع فناوری‌های ساخت دستگاه‌های ترددشمار و کابردهای متفاوت هر نوع، در سال‌های اخیر سمت و سوی برنامه‌های سازمان راهداری و حمل و نقل جاده‌ای کشور در جهت بهینه‌کردن ثبت اطلاعات تردد در محورها باتوجه به نوع محور(بزرگراه، شریانی، اصلی و ...) و نصب دستگاه ترددشمار از نوع متناسب با محورها بوده است.

ترددشماری مکانیزه، شمارش تعداد وسیله نقلیه عبوری از محورها توسط دستگاه آشکارگر که در یک محل مشخص نصب گردیده، در یک محدوده زمانی معین می‌باشد و دارای انواع ثابت و سیار است.

- **مکانیزه ثابت:** معمولاً در ایران از دو نوع دستگاه راداری(RTMS[۱]) و حلقه القایی (ثابت دفنی) یا DTRS[۲] جهت ترددشماری مکانیزه ثابت استفاده می‌شود. امروزه این نوع دستگاه‌های ترددشمار با نصب در محل‌های حساس کاربرد گسترده دارند.
- **مکانیزه سیار:** نوع دستگاه مورد استفاده در ایران بنام NC-97[۳] بوده که بیشتر جهت تهیه گزارش‌ها و یا کنترل ترددشمارهای مکانیزه ثابت کاربرد دارد.

---

[۱] مخفف عبارت Remote Traffic Microwave Sensor که یک نوع آشکارگر راداری وسیله نقلیه است که ساخت شرکت EIS کشور کانادا می‌باشد.

[2] Digital Traffic Registering System

[۳] یک مدل از انواع آشکارگر سیار وسیله نقلیه است

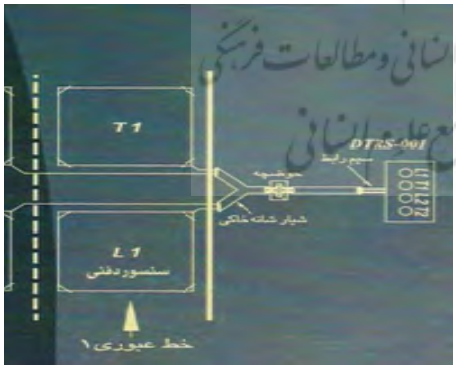
آمار سال ۱۳۸۶ نشان می‌دهد در کشور ایران از تعداد ۱۴۴دستگاه ترددشمار سیار، ۳۰۴دستگاه آشکارگر حلقه القایی (موسوم به ثابت دفنی) و ۴۳دستگاه آشکارگر راداری ساخت کشور کانادا جهت ترددشماری مکانیزه در راه‌ها استفاده می‌شود[۷].

ترددشمارهای مکانیزه ترافیکی

الف- دستگاه آشکارگر وسیله نقلیه مکانیزه حلقه القایی یا ثابت دفنی

اولین نمونه آشکارگر مکانیزه حلقه القایی مورد استفاده در ایران ساخت داخل بوده که در حال حاظر بخشی از محورهای شریانی کشور را جهت ثبت اطلاعات تردد وسایل نقلیه به صورت لحظه‌ای تحت پوشش دارد. دستگاه آشکارگر دیجیتالی مدل DTRS-001[۱] از نوع نصب دائم می باشد. این دستگاه قادر به ثبت سرعت و کلاس خودروها به تفکیک زمان و تاریخ عبور آنها و نیز محاسبه Headway[۲] می باشد. هم اکنون بیشتر از ۳۰۰ دستگاه آشکارگر از این نوع در محورها نصب می باشد که اطلاعات ثبت‌شده توسط آنها به‌صورت ماهانه در اختیار سازمان راهداری قرار می‌گیرد. روی سایت سازمان در قسمت ترددشماری مکانیزه ثابت اطلاعات ثبت‌شده به تفکیک استانی و محوری قابل دسترسی و ذخیره‌کردن است. شکل یک تصویری از دستگاه آشکارگر حلقه القایی مدل DTRS-001 است، شکل دو تصویری از وضعیت قرارگیری لوپ‌های دستگاه روی مسیر تردد خودروها در محور می‌باشد که کروکی وضعیت قرارگیری لوپ‌ها را نسبت به دستگاه آشکارگر و چگونگی اتصال لازم را نشان می‌دهد.

شکل یک: تصویر دستگاه آشکارگر مکانیزه حلقه القایی مدل DTRS-001



شکل دو: شکل لوپ‌های دستگاه آشکارگر حلقه القایی

[۱] مدل ۰۰۱ از Digital Traffic Registering System که یک دستگاه آشکارگر حلقه القایی است.

[۲] فاصله زمانی بین دو وسیله نقلیه که از یک نقطه در طول یک خط عبور می‌کنند.

در شکل سه مراحل اجرای دستگاه آشکارگر مدل DTRS-001 نشان داده شده است شیوه اجرای ساده و بدون نیاز به تجهیزات فنی سنگین از ویژگی‌های اصلی این نوع دستگاه‌های آشکارگر می‌باشد[۵].

شکل سه: شیوه مراحل اجرای لوپ‌های دستگاه آشکارگر حلقه القایی

۱- مشخصات برجسته دستگاه آشکارگر ثابت دفنی

- ثبت تعداد، سرعت، سبقت و کلاس خودروهای عبوری.
- ثبت تاریخ و زمان و شماره خط عبوری.
- استفاده از سنسورهای مغناطیسی دفنی با عمر طولانی.
- دارا بودن نرم افزاهای ویژه جهت استخراج آمار و گزارش‌گیری.

جدول دو خروجی اطلاعات ثبت‌شده توسط دستگاه آشکارگر ثابت دفنی مدل DTRS-001 را نشان می‌دهد[۵].

جدول دو: نمونه‌ای از نمایش داده‌های ثبت‌شده در محور اصفهان – فلکه ذوب‌آهن با دستگاه آشکارگر دفنی

میزان ترند واقعی ساعتی انواع وسایل نقلیه و میانگین سرعت آنها

نام محور : اصفهان - فلکه ذوب آهن کد محور : 213102

1382/10/01

ردیف	ساعت	وضعیت دستگاه	سواری و وانت		اتوبوس		کامیون دو محور بدنه و بیل دیپ		کامیون دو محور و سه محور		کامیون سه محور به بالا		جمع کل ترند ساعتی
			سرعت	ترند	سرعت	ترند	سرعت	ترند	سرعت	ترند	سرعت	ترند	
1	00:00:10 - 01:00:00	ON	83	201	67	2	56	8	47	7	64	18	236
2	01:00:00 - 02:00:00	ON	84	78	70	3	54	1	53	7	59	9	97
3	02:00:00 - 03:00:00	ON	82	30	59	5	42	2	51	13	55	12	62
4	03:00:00 - 04:00:00	ON	85	16	62	1	40	3	48	11	63	17	48
5	04:00:00 - 05:00:00	ON	90	27	57	4	39	4	48	18	80	16	89
6	05:00:00 - 06:00:00	ON	82	48	64	20	58	19	49	13	68	20	120
7	06:00:00 - 07:00:00	ON	80	322	64	149	67	156	58	46	68	59	731
8	07:00:00 - 08:00:00	ON	85	983	62	18	67	132	56	43	53	36	1162
9	08:00:00 - 09:00:00	ON	84	706	56	8	65	76	55	43	59	43	876
10	09:00:00 - 10:00:00	ON	84	721	62	16	66	86	60	51	60	55	928
11	10:00:00 - 11:00:00	ON	77	688	60	10	60	105	57	71	52	46	900
12	11:00:00 - 12:00:00	ON	83	601	56	11	65	89	61	59	59	57	817

موارد ذیل جزو کاربردهای دستگاه شناساگر حلقه القایی می‌باشد[۵]:

- ثبت و کنترل ترافیک در جاده‌ها
- ثبت و کنترل ترافیک در خیابان‌ها و بزرگراه‌های شهری
- کنترل اتوماتیک پارکینگ‌ها
- کنترل ورودی فرودگاه‌ها و اماکن نظامی
- کنترل ورودی مجتمع‌های اداری، مسکونی تجاری و تفریحی

تا سال ۱۳۸۶در سطح کشور تعداد ۳۰۴ دستگاه ترافیک شمار دفنی در ۲۰۹محور به صورت رفت و برگشت نصب شده است. بررسی وضعیت دستگاه‌ها نشان می دهد استان گیلان با ۱۸دستگاه، بیشترین و استان کردستان با ۳دستگاه، کمترین تعداد دستگاه آشکارگر وسیله نقلیه دفنی حلقه القایی را به خود اختصاص داده‌اند[۲،۷].

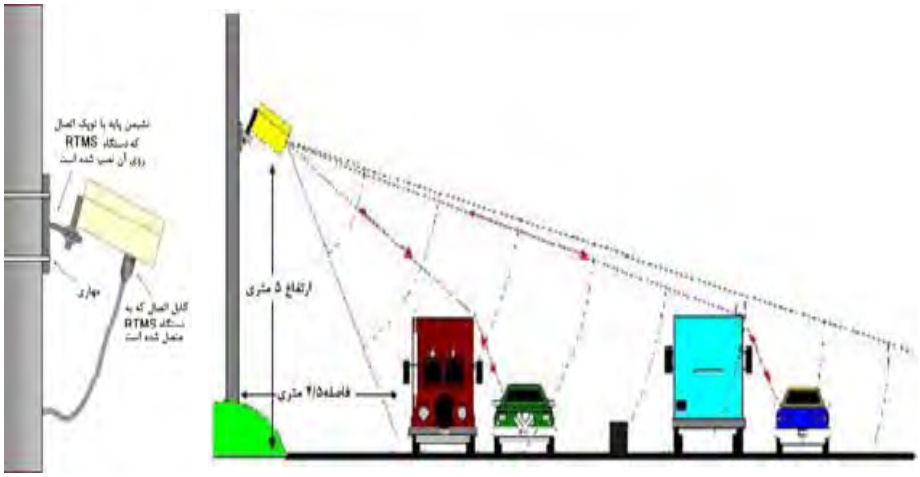
۲- ارزیابی ترددشماری با دستگاه آشکارگر ثابت دفنی

این نوع ترددشمارها در زمینه آشکارسازی وسایل نقلیه در بزرگراه‌ها با وجود ظهور دیگر انواع ترددشمارهای خارج از مسیر عبوری، بیشترین استفاده را دارند. در حقیقت این نوع آشکارگرها به اندازه کافی دقیق می‌باشند به‌طوری‌که گاهی مبنای مقایسه شمارش قرار می‌گیرند. ترددشمارهای ثابت دفنی در هر شرایط آب و هوایی و میزان روشنایی برای اغلب کاربری‌ها جزو بهترین ترددشمارها هستند به شرطی‌که نصب و نگهداری مناسبی داشته باشند[۶].

اطمینان و عمر مفید لوپ‌ها یکی از مهم‌ترین کارکردهای رویه نصب آنهاست. این نوع آشکارگرها نسبت به دیگر دستگاه‌های مکانیزه دقت بالایی در ثبت تردد وسیله نقلیه دارند. این ترددشمارها در شرایط ترافیک کم و زیاد خوب عمل می‌کنند و وضع هوا بر دقت آنها تأثیری ندارد. بزرگترین مشکل دستگاه‌های حلقه القایی دفنی ثابت محل و نوع نصب آنها در سواره‌رو است. لوپ‌ها در آسفالت‌های نامرغوب نباید نصب شوند چون مشکل آسفالت را شدیدتر کرده و آشکارگر کارایی خود را از دست می‌دهد. دقت تعیین سرعت وسیله نقلیه عبوری در این نوع ترددشمارها با تنظیم حساسیت تقویت‌کننده حلقه افزایش می‌یابد.

ب- دستگاه آشکارگر مکانیزه راداری

به علت تراکم ترافیک بزرگراه‌های شهری و تقاطع‌های مجهز به علائم راهنمایی سیستم‌های آشکارگر خارج از جاده امتیاز برجسته‌تری دارند و دستگاه آشکارگر راداری از این نوع است. دستگاه آشکارگر راداری RTMS ساخت شرکت EIS کشور کانادا بوده که یک دستگاه شناسگر وسیله نقلیه با امواج راداری ممتد مایکروویو، چندمنظوره، کم‌هزینه و سازگار با انواع مختلف شرایط جوی می‌باشد. در شکل (۴) دستگاه آشکارگر راداری RTMS نشان داده شده است.



شکل۴- دستگاه آشکارگر راداری RTMS

۱- قابلیت‌های دستگاه آشکارگر راداری

الف - قابلیت به‌کارگیری در کنار جاده:

دستگاه آشکارگر راداری RTMS می تواند به‌صورتی نصب شود که از کنار جاده مسیر حرکت را زیرنظر بگیرد. در این حالت محدوده تخم مرغی شکل با یک زاویه قائمه نسبت به جهت حرکت ترافیک، جاده را زیر پوشش دارد. محدوده زیر پوشش که به‌صورت برش‌های دامنه‌ای ایجاد می‌گردد قادر است تا حداکثر ۸ منطقه ردیابی مجزا (که در واقع همان ۸خط سیر (Lane) عبور خودروها است) ایجاد نماید. منطقه شناسایی ممکن است به‌صورت یک یا چند برش دامنه‌ای تعریف شود. پهنای محدوده تخم مرغی شکل نشان‌دهنده طول و یا مسافتی است که تحت پوشش قرار گرفته است[۱].

ب - قابلیت به‌کارگیری دستگاه RTMS در قسمت روبه‌رو:

دستگاه RTMS می‌تواند در بالای هر خط جاده به‌طوری‌که مناطق شناسایی آن در راستای مسیر جاده قرار گیرد، نصب شود. در این نوع کدگذاری دستگاه در بزرگراه‌ها، سه برش دامنه‌ای پیاپی که تشکیل‌دهنده مناطق ردیابی هستند تعریف می‌شوند، این شیوه برای کنترل سرعت در جاده کاربرد فراوانی دارد. دستگاه قابلیت اندازه‌گیری دقیق سرعت لحظه‌ای هر وسیله نقلیه و همچنین دقت بسیار بالاتری در اندازه‌گیری

سرعت و ایجاد دسته‌بندی‌های توزیع فراوانی سرعت و طول را برای خودروهای عبوری دارا می‌باشد.

ج- توانایی کارکرد در شرایط آب و هوایی:

برعکس سایر تکنولوژی‌های شناسایی، RTMS از امواج مایکروویو با طول موج ۳سانتی‌متر استفاده می‌نماید در نتیجه از بارش‌های بارانی، تگرگ، و برف در شرایط مختلف آب و هوایی اثر نمی‌پذیرد و قادر است در هر شرایطی کار کند. امواج الکترومغناطیس تنها به وسیله اجسامی که نسبت به آنها دارای طول موج بزرگتر هستند متوقف می‌شوند[۱].

اندازه‌گیری حجم ترافیک، سرعت، توانایی تفکیک هر خط در ارائه گزارش، طبقه‌بندی اطلاعات ۸منطقه تعریف‌شده تا ۶۰متر، نگهداری ساده، نصب آسان و توانایی کار در تونل و روی پل‌های فولادی در برف و باران سنگین، باد شدید و زیر تابش بیابانی آفتاب جزو خصوصیات این نوع وسیله آشکارگر می‌باشد. جدول سه نمونه‌ای از گزارش ترددشماری دستگاه RTMS در محور چالوس به کرج را نشان می‌دهد[۷].

جدول سه: نمونه‌ای از نمایش داده‌های ثبت شده ترددشماری در محور کرج – چالوس با دستگاه آشکارگر RTMS

Date	TimePeriodEnding	Lane(کرج - چالوس)	Vol	LV	Speed	Lane(چالوس - کرج)	Vol	LV	Speed
19 09 2003	16:15:00	1	111	3	76	2	288	2	75
19 09 2003	16:30:00	1	78	1	84	3	275	4	76
19 09 2003	16:45:00	1	93	4	93	2	307	4	72
19 09 2003	17:00:00	1	128	4	85	2	326	5	76
19 09 2003	17:15:00	1	167	19	94	2	271	3	77
19 09 2003	17:30:00	1	205	9	94	2	248	3	78
19 09 2003	17:45:00	1	231	10	89	2	282	4	77
19 09 2003	18:00:00	1	260	9	92	2	263	2	77
19 09 2003	18:15:00	1	301	14	87	2	262	8	78
19 09 2003	18:30:00	1	311	11	96	2	281	1	77
19 09 2003	18:45:00	1	342	10	89	2	284	2	76
19 09 2003	19:00:00	1	331	12	88	2	306	5	71
19 09 2003	19:15:00	1	303	7	89	2	279	2	79
19 09 2003	19:30:00	1	346	9	89	2	269	3	74
19 09 2003	19:45:00	1	348	10	90	2	282	3	75
19 09 2003	20:00:00	1	339	13	88	2	294	3	74
19 09 2003	20:15:00	1	337	7	88	2	245	4	75
19 09 2003	20:30:00	1	366	13	85	2	280	2	67
19 09 2003	20:45:00	1	404	20	88	2	310	3	72
19 09 2003	21:00:00	1	306	5	94	2	259	3	78
19 09 2003	21:15:00	1	290	4	92	2	247	1	82
19 09 2003	21:30:00	1	240	8	93	2	223	6	79
19 09 2003	21:45:00	1	282	7	91	2	214	2	79
19 09 2003	22:00:00	1	226	7	96	2	227	0	78

۲- ارزیابی ترددشماری با دستگاه آشکارگر راداری

بررسی‌ها نشان می‌دهد که آشکارگرهای RTMS با حسگر مایکروویو (حسگر جامعی است که شناسایی و نظارت به ترافیک را انجام می‌دهد) برای کاربردهای مدیریتی در بزرگراه‌ها و کنترل تقاطع‌ها استفاده گسترده دارد. RTMS آشکارگری است که حضور وسیله نقلیه عبوری را دقیقاً تشخیص می‌دهد و علاوه بر آن حجم ترافیک، میزان اشغال خطوط عبور، سرعت، جهت، محاسبهHeadway ، اطلاعات دسته‌بندی وسایل‌نقلیه را در هشت ناحیه متفاوت جمع‌آوری می‌کند. اطلاعات مستقیماً به کنترل‌کننده داده می‌شود و با تبادل کابل پورت سریال به دیگر سیستم‌ها انتقال می‌یابد. این دستگاه می‌تواند بالای جاده برای نظارت بر یک خط یا کنار جاده برای نظارت بر چند خط عبور نصب شود. تنظیم نوع کاربرد توسط یک کامپیوتر و یک کابل پورت سریال با دستگاه انجام می‌شود. شمارش تعداد وسایل نقلیه عبوری در آشکارگرهای RTMS خیلی به شمارش آشکارگرهای حلقه القایی نزدیک است. خطای RTMS در حالت استفاده در کنار جاده ٪۱۰ ± است اما دقت در کاربردهایی که دوربین روی خط عبور در جهت حرکت نصب می‌شود بهتر است. RTMS برای تشخیص در بزرگراه‌ها در حالت کنار جاده بسیار مقرون به صرفه است. عمر مفید این آشکارگرها معمولا ۷ سال است. RTMS در مقایسه با دیگر آشکارگرها مشکل ساعت داخلی دارد، برنامه راه‌اندازی RTMS، شمارش را برای ۶۰ ثانیه اول در بعضی زمان‌ها انجام نمی‌دهد. نگهداری RTMS پس از نصب و تنظیم، ساده و راحت است[۶].

ج- دستگاه آشکارگر سیار

دستگاه آشکارگر سیار وسیله نقلیه که در ایران مورد استفاده قرار می‌گیرد از نوع مدلNC_۹۷ است و بیشتر در جهت کنترل یا آمارگیری‌های مقطعی مورد استفاده قرار می‌گیرد. دستگاه آشکارگر NC_۹۷ یک شناسگر وسیله نقلیه است که در مرکز هر خط از جاده به منظور شمارش تعداد و انواع وسایل نقلیه نصب می شود و همان‌طورکه به سرعت نصب می‌شود به سرعت هم برداشته می‌شود. این دستگاه دارای سنسورهای با قابلیت القای مغناطیسی بسیار بالا می‌باشد که می‌تواند با عبور وسیله نقلیه از بالا و یا نزدیکی دستگاه بدون هرگونه تماس فیزیکی وسیله نقلیه را با تقریب مناسب

اندازه‌گیری و شمارش نماید در واقع با عبور وسیله نقلیه تغییری در میدان مغناطیسی دستگاه ایجاد خواهد شد که از این طریق طول و سرعت وسیله نقلیه توسط دستگاه اندازه گیری و ثبت می شود.

شکل پنج تصویر دستگاه آشکارگر سیار NC_۹۷ با پوشش محافظ و شیوه نصب آن در مسیر را نشان می‌دهد. پوشش محافظ لاستیکی طوری ساخته شده که توانایی تحمل بار سنگین وسایل نقلیه را داشته و در مقابل روغن، سوخت بنزین، گازوئیل و مواد شیمیایی مقاوم است.

شکل پنج: دستگاه آشکارگر سیار NC-97

۱- قابلیت‌های دستگاه آشکارگر سیار وسیله نقلیه NC - 97

این دستگاه قابلیت نصب در جاده‌ها، راه‌های چندخطه، خیابان‌های شهری، دور برگردان‌ها، راه‌های متحرک، ورودی پارک‌های تفریحی، روی پل‌ها، ورودی پارکینگ‌ها، ورودی گذرگاه‌ها، ورودی و خروجی تقاطعات و ورزشگاه‌ها را دارا می‌باشد، از دیگر مزیت‌های آن سرعت بالا و سهولت در تخلیه داده‌های ذخیره‌شده در حافظه آن است. همچنین نرم‌افزار همراه، توانایی ترسیم چارت و ارائه گزارش و گراف‌های موردنظر را دارد. سنسورهای این دستگاه آشکارگر توانایی شمارش تعداد خودروها، اندازه‌گیری و

کلاسه‌بندی طول و سرعت وسیله نقلیه، دمای سطح روسازی و شرایط رطوبت روسازی (خشک/ مرطوب) را دارد. دانستن شرایط آب و هوایی به مهندسان طراح ترافیک در تحلیل شرایط ترافیکی جاده و آمار تصادفات کمک می‌کند. با توجه به ماهیت این نوع دستگاه که به‌راحتی قابل نصب و جابجایی می‌باشد از آن جهت ترددشماری در محورهایی که دستگاه آشکارگر ثابت در آنها نصب نشده است استفاده می شود.

۲- ارزیابی ترددشماری با دستگاه آشکارگر سیار NC-97

دستگاه آشکارگر سیار مدل NC-97 یک شناساگر کنترلی بوده و از آن جهت کنترل صحت داده های ثبت‌شده سایر آشکارگرها استفاده می‌شود. لذا استفاده از آن به عنوان دستگاه ترددشمار دائمی صحیح نمی‌باشد. سنسورهای این دستگاه توانایی شمارش تعداد خودروها، اندازه‌گیری طول و سرعت وسیله نقلیه، دمای سطح روسازی و شرایط رطوبت روسازی را دارد. از آشکارگر سیار NC-97 ضمن استفاده کنترلی یا دوره‌ای می‌توان در آمارگیری‌های شرکت‌های مهندسان مشاور که می‌بایست طبق قرارداد پروژه‌های مطالعاتی خود در یک بازه زمانی آمارگیری کنند استفاده کرد.

نتیجه‌گیری

با توجه به تنوع آب و هوایی و راه‌های مختلف موجود در شبکه حمل و نقل کشور، انواع آشکارگر جهت ترددشماری ترافیکی استفاده می‌گردد که تفاوت‌هایی نیز در میزان قابلیت‌های آنها با توجه به نوع راه، میزان نرخ جریان و تعداد خطوط عبوری وجود دارد. در سطح کل کشور به تفکیک ۳۰ استان در یک سری محورها که دارای اهمیت بیشتری (به‌عنوان معیار اولویت در نصب) هستند، دستگاه‌های آشکارگر مکانیزه نصب شده و درحال‌حاضر فعال می‌باشند. مطالعه و ارزیابی روش‌های ترددشماری نشان می‌دهد که ترددشماری بصری امروزه فقط جهت کنترل شمارش انواع خودروها به‌صورت مقطعی کاربرد دارد. از ده‌ها نوع آشکارگر مکانیزه موجود در جهان، از سه نوع آشکارگر حلقه القایی، راداری RTMS و سیارNC-97 در جاده‌های کشور ایران استفاده می‌شود. آشکارگرهای حلقه‌های القایی دفنی ثابت که قابل استفاده در انواع جاده‌ها تا حداکثر ۸ خط عبوری و مکان‌های مختلف است قادر به ثبت سرعت و کلاس

خودروها به تفکیک زمان و تاریخ عبور آنها می‌باشد، علاوه بر دقت بالا در شناسایی حضور وسایل نقلیه عبوری، دارای طول عمر مفید بالا است، از لحاظ اقتصادی هزینه اولیه تهیه دستگاه نیز نسبت به آشکارگر راداری پایین و بسیار مقرون به صرفه به‌نظر می‌رسد. با توجه به شبکه راه‌های کشور و هزینه خرید و نگهداری، این نوع ترددشمار مناسب در جاده‌های دوطرفه و بزرگراه‌های با تعداد خطوط کمتر است. آشکارگرهای راداری RTMS بیشتر قابل استفاده در بزرگراه‌ها بوده و در دو حالت کنار جاده و در راستای جهت حرکت وسایل نقلیه قابل نصب می‌باشد، نگهداری ساده و نصب آسان دارد. اندازه‌گیری حجم ترافیک، سرعت و توانایی تفکیک هر خط در ارائه گزارش، طبقه‌بندی اطلاعات تا ۸ منطقه، قابلیت کار در تونل و روی پل در شرایط آب و هوایی سخت جزو مزایای این نوع وسیله ترددشمار می‌باشد. این مزایا باعث می‌گردد که در آزادراه‌ها و بزرگراه‌های با تعداد خطوط بیشتر که از لحاظ فراوانی در شبکه حمل و نقل کشور کمتر هستند مناسب استفاده باشند تا ضمن کاربرد ثبت داده‌های ترافیکی، جهت کمک به سیستم کنترل ترافیک راهنمایی و رانندگی مورد استفاده قرار گیرند. دستگاه آشکارگر سیار مدل NC-97 یک شناساگر کنترلی بوده و از آن جهت کنترل صحت داده‌های ثبت شده سایر آشکارگرها استفاده می‌شود. سنسورهای این دستگاه ترددشمار توانایی شمارش تعداد خودروها، اندازه‌گیری و کلاسه‌بندی طول، سرعت وسیله نقلیه، دمای سطح روسازی و شرایط رطوبت روسازی را دارد. آشکارگر سیار مناسب استفاده کنترلی یا دوره‌ای آمارگیری در یک بازه زمانی می‌باشد. استفاده دائمی و ثابت در ترددشماری ترافیکی ندارند. بررسی‌ها نشان می‌دهد بررسی خروجی نتایج دستگاه‌های مکانیزه ترددشمار رایج در ایران نشان می‌دهد یک‌سری زمان‌های ثبت‌شده وجود دارد که فاقد داده می‌باشد، این اتفاق ممکن است ناشی از مشکلاتی چون قطعی برق، خرابی دستگاه آشکارگر، قطع ارتباط بین لوپ‌ها و دستگاه آشکارگر به علت فعالیت‌های راه‌سازی و راهداری و یا تحت تعمیربودن و مسدودبودن تردد در مسیر باشد. تأثیر این اتفاقات باعث نقصان در کامل‌بودن آمارهای ترافیکی شده و تأثیر نامطلوبی در استفاده از این گونه آمارها دارد.

سپاسگزاری

از همکاری و پشتیبانی صمیمانه دفتر برنامه‌ریزی و آموزش سازمان راهداری و حمل و نقل جاده‌ای در انجام این تحقیق قدردانی می‌گردد.

منابع

[۱] بی‌نام. (۱۳۸۶)؛ گزارش‌های تخصصی، تحقیقی، اجرایی. فصلنامه ترددشماری، بهار۸۶، سازمان راهداری و حمل و نقل جاده‌ای کشور.

[۲] خورده‌بینان، نعمت الله. (۱۳۸۶)؛ "تعیین مقادیر ضرایب K و D برای راه‌های ایران"، پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد، تهران: دانشگاه علم و صنعت ایران.

[۳] بهبهانی، حمید. قهرمانی، حسین. امینی، بهنام. احمدی‌نژاد، محمود. (۱۳۷۴)؛ "مهندسی ترافیک تئوری و کاربرد"، چاپ اول، تهران: سازمان حمل و نقل و ترافیک تهران، صفحات ۱۷۷ الی ۱۸۹.

[۴] خورده‌بینان، نعمت الله. (۱۳۸۵)؛ " مطالعات حجم و تحلیل و طراحی ترافیکی مسیر رزن – آوج"، سمینار کارشناسی ارشد. تهران: دانشگاه علم و صنعت ایران، فصل سوم، صفحات ۵۷ الی ۶۲ .

[۵] بروشورهای تبلیغاتی شرکت پویش‌پرداز. (۱۳۸۶)؛ سازنده آشکارگرهای حلقه القایی.

[۶] پروفسور دن‌میلتون، ریک پارکر. (۱۳۸۵)؛ " کارگاه آشکار سازی وسیله نقلیه"، ترجمه مهندس مهران بزازان، صفحات ۱۹ الی ۲۲ و ۳۴ الی ۳۵.

[۷] بی‌نام. (۱۳۸۶)؛ آرشیو ثبت داده‌های ترددشماری دفتر فنآوری اطلاعات، تهران: سازمان راهداری و حمل و نقل و پایانه‌های کشور.

[8] Ed Kashuba. (2002); "Development of K and D Factors and Percent Trucks", FHWA, 22/05/2003, The report "State Procedures for Developing K-factors, D-factors, and Percent Trucks" documents the responses to FHWA's request for information on State practices.

[9] Gurcharan Singh, Jagdiush Singh M.E. (civil). (1991); "Highway Engineering", Standard Publishers Distributors.

[10] Leigh Oesterling, Rob Bostrom, Jagan Kaja, (2007); "Ohio Certified Traffic Training ", Presentation.

[11] "Project Traffic Forecasting HANDBOOK", (2002); Department Of Transportation, State of Florida.

[12] Paul H.Wright, Karen Dixon. (2004); With Contributions by Michael Meyer (Georgia Institute of Technologh). "Highway Engineering", Hohn Wiley & Sons Publisher.
[13] Roger P.Ross, Elena S.Prassas and William R. McShane, (1998); "Traffic Engineering", Third Edition, pp. 172-173 & Second Edition, pp. 70, 72-73.
[14] Standard Book "Highway Capacity Manual" (HCM 2000, 1985), TRANSPORTATION RESEARCH BOARD, National Research Council Washington, D.C. 2000, p 8-2 to 8-13, 1985, p 8-3 to 8-14 & 2-10 & 2-12 to 2-13.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی