

بهره‌گیری از سیستم‌های WIM (توزین در حال حرکت) برای کاهش هزینه‌های مدیریت شبکه حمل و نقل جاده‌ای

امیر مهرآراء
دانشجوی کارشناسی ارشد رشته مهندسی راه و ترابری
دانشکده مهندسی عمران و محیط زیست
دانشگاه صنعتی امیرکبیر (پلی تکنیک تهران)
Email: a.nafys@yahoo.com

مقدمه:

در کشورهای مختلف از جمله کشور ما، قوانین مربوط به وزن و ابعاد وسایل نقلیه باری، توسط عوامل اجرایی نظارت بر بزرگراه‌ها تدوین شده و به اجرا در می‌آید. علت اعمال این محدودیت، تضمین مقابله با خرابی بیش از حد بر بدنه و سازه روسازی و کاهش طول عمر آن می‌باشد. پر واضح است که فقدان کنترل بر مسأله حاضر باعث خواهد شد که وسایل باری دارای اضافه وزن، به صورت غیر قانونی و بدون جبران خسارت وارد به عموم کاربران راه‌ها و جبران خسارت وارده به سایر شرکت‌ها و آژانس‌های حمل بار در عرصه رقابت با آن‌ها، موجبات کاهش طول عمر سیستم راه‌ها را فراهم کنند. از طرف دیگر این نوع وسایل متخلف، ضمن به خطر انداختن ایمنی سایر وسایلی که به طور مشترک از شبکه حمل و نقل جاده‌ای استفاده می‌کنند، باعث تحمیل هزینه‌ای قابل توجه، به پرداخت‌کنندگان مالیات می‌گردند.

هدف از این نوشتار، تأکید و اثبات نیاز به اعمال کارآمدتر قوانین کنترل وزن و ابعاد وسایل نقلیه باری، با استفاده از تکنولوژی‌های جدید موجود در این عرصه می‌باشد. هم‌چنین نشان داده خواهد شد که اعمال مؤثر این قوانین با استفاده از تکنولوژی جدید و به طور پیوسته با یک برنامه جامع جمع‌آوری اطلاعات، باعث به وجود آمدن شالوده‌ای برای اصول مدیریتی ارزشمند، بر پایه اصول علمی خواهد شد؛ که این اصول مدیریتی، در اتخاذ تصمیمات مدیریتی در زمینه تعمیر و نگهداری و توسعه شبکه حمل و نقلی، بسیار حیاتی است.



سیستم WIM قابل حمل

دەیل استفاده از سیستم WIM و مایگزینی آن با سیستم‌های قدیمی

حفاظت بدنه راه: به حداقل رساندن خرابی‌ها و آسیب‌های هزینه‌زا در بدنه راه، ناشی از عبور کامیون‌های سنگین با استفاده از سیستم‌های نظارت و کنترل وزن کامیون‌ها. باید توجه داشت که افزایش در میزان بار و وزن وسایل نقلیه معادل با افزایش نمایی در نرخ فرسایش راه‌ها می‌باشد. به عبارت دیگر، اگر در محاسبه میزان بار وارده به روسازی فقط ۱۰٪ خطا داشته باشیم، در تخمین نرخ فرسایش آن بیش از ۴۰٪ به خطا رفته‌ایم. وقتی که فعالیت‌های تعمیر و نگهداری به دلیل تخمین نادرست بار ترافیکی در زمان نامناسب انجام گیرد، می‌توان در انتظار یک خرابی زودرس در شبکه حمل و نقلی بود. سیستم‌های WIM در مقایسه با سیستم‌های ایستا، در واقع با جمع‌آوری اطلاعات صحیح‌تر از وضعیت ترافیک، برای طراحان ترافیکی، و با شناسایی کامیون‌های دارای اضافه وزن، با فرسایش زود هنگام راه مقابله می‌کنند.

افزایش ایمنی: جابه‌جایی کارآمد کالاها از طریق وسایل باری باید

با توجه به بحث ایمنی در حمل و نقل عموم وسایل نقلیه، در تعادل باشد. یکی از جنبه‌های مهم ایمنی حمل و نقل، مربوط به شرایط راه است. با اختصاص یک بودجه ناچیز برای تعمیر و نگهداری راه‌ها و افزایش روز افزون استفاده از آن‌ها، نگهداری راه در حد بالایی از کیفیت، کار بسیار دشواری می‌باشد. شیار افتادگی، ترک خوردگی و تشکیل گودال در سطح راه، همگی از جمله عواملی می‌باشند که سطح ایمنی را در جاده‌ها کاهش می‌دهند. یکی دیگر از جنبه‌های ایمنی حمل و نقل عملکرد و شرایط وسایل

نقلیه می‌باشد. درحالی که در بسیاری از تصادفاتی که یک جانب تصادف وسیله نقلیه باری است، مقصر طرف دیگر می‌باشد، اما وزن و ابعاد غیر استاندارد وسایل نقلیه باری باعث وقوع تصادفات جدی‌تر و شدیدتری می‌شوند؛ و این بدان معنا است که مشکلات ایمنی ناشی از وسایل باری و تجاری چندین برابر مشکلات ایمنی ناشی از وسایل سواری می‌باشد.

اندوختن پول مالیات دهندگان: یک سیستم WIM، به ما اجازه

خواهد داد که وزن وسایل نقلیه را، تحت نظارت و کنترل خود داشته باشیم و به این ترتیب فرسایش جاده را به حداقل برسانیم. به کارگیری این سیستم در سطح جاده‌ها منجر به حفاظت از سازه راه و ماکزیم کردن کارآمدی حمل بار شده و متخلفان را شناسایی خواهد نمود. این به معنی پس انداز و صرفه جویی در مصرف مالیات از طریق جاده‌های بهتر، کالاهای ارزان‌تر و اجرای کارآمدتر قوانین می‌باشد. چراکه نیاز به بودجه کم برای حفظ و نگهداری راه به معنی باقی ماندن بخش بیشتری از وجوه مالیات برای زمینه‌های دیگر و یا به معنی دریافت مالیات کمتر می‌باشد.

جلوگیری از بارگذاری اضافی: این واقعیت که عینی بودن برنامه‌های اجرایی در کنترل اضافه وزن، باعث کاهش تعداد کامیون‌های با بار اضافی می‌گردد، در بین مجریان امر، کاملاً شناخته شده است. به عنوان نمونه تعداد بسیاری از ایستگاه‌های مجهز به تکنولوژی WIM در امریکای شمالی تصدیق می‌کنند که تعداد کامیون‌های با بار اضافی در زمان بسته بودن این ایستگاه‌ها تا ۵۰٪ درصد افزایش می‌یابد. استفاده از سیستم‌های WIM در شاهراه‌ها امکان کنترل بار وارد به این راه‌ها برای جلوگیری از تسریع وقوع فرسایش در آن‌ها را به آژانس‌ها و سازمان‌های ذیربط می‌دهد. به این ترتیب کامیون‌های حاوی اضافه بار اجازه عبور و استفاده از این راه‌ها و ایجاد خرابی‌های غیرقابل قبول در آن‌ها را نخواهند داشت.

وزن کردن تمام کامیون‌ها: در ایستگاه‌های وزن‌کشی سنتی کامیون‌ها (استفاده از باسکول)، نیاز است که تمامی کامیون‌ها برای بررسی چشمی و یا وزن‌کشی، خود را به ایستگاه‌های وزن‌کشی معرفی نمایند. در مسیرهای شلوغ‌تر و

در زمان اوج ترافیک، طبیعتاً این ایستگاه‌های وزن‌کشی، سریعاً مملو از صف کامیون‌ها شده و بازرسان برای کاهش صف حاصله مجبور به بستن موقت ایستگاه می‌شوند. از طرف دیگر بستن موقت ایستگاه برای اجتناب از پس زدن صف حاصله به داخل جاده و وقوع خطر ایمنی ناشی از تداخل وسایل نقلیه ساکن و وسایل در حرکت با سرعت بالا امری ضروری است. در چنین حالتی و در هنگام بسته بودن



نیاز به نظارت بر وزن کامیون‌ها:

می‌توان ادعا کرد که زیربنای حمل و نقلی یک ملت، در حکم خط زندگی آن ملت است. یک شبکه ایمن و کارآمد راه، امکان دسترسی سریع و اقتصادی کالا به بازار مصرف را فراهم می‌کند. این امر منجر به تهییج و تحریک فعالیت‌های اقتصادی شده و متضمن یک تجارت رقابتی خواهد بود. با عنایت به این مسأله که یکی از سیستم‌های مهم حمل بار در کشور ایران استفاده از شبکه حمل و نقل زمینی و جاده‌ای است و هزینه‌های حمل و نقلی تأثیر چشمگیری بر قیمت تمام شده کالاهای مصرفی دارند، لذا به نظر می‌رسد که اتخاذ شکلی از سیاست‌های حمل و نقلی که بتواند هزینه جابه‌جایی کالا را پایین بیاورد، ضرورت زیادی داشته باشد. همان‌طور که می‌دانیم سالانه هزینه زیادی در کشور، صرف تعمیرات و نگهداری شبکه حمل و نقل جاده‌ای می‌شود؛ بنابراین استفاده از روش‌هایی برای کاهش این هزینه‌ها و افزایش طول عمر راه‌ها بسیار سودمند خواهد بود. از جمله روش‌های بسیار کارآمد در این راستا، کنترل و محدود نمودن وزن وسایل نقلیه سنگینی است که همه روزه از شبکه جاده‌ها استفاده می‌نمایند. به این ترتیب می‌توان با محدود نمودن وزن وسایل مذکور، باعث کاهش اعمال بارهای بیش از حد مجاز به سازه روسازی راه شده و عمر آن را افزایش داد.

سیستم WIM (Weigh-In-Motion) در ممل‌های افذ عوارض:

اولیای امور بزرگ‌راه‌ها و متصدیان و مالکان جاده‌ها، نیازمند محافظت راه‌ها در مقابل خرابی‌های بیش از حد لزوم و فرسودگی‌های زودرس می‌باشند. متصدیان اخذ عوارض و یا مالکان راه‌ها می‌توانند با تعدیل و تنظیم وزن وسایل نقلیه، سرمایه گذاری صورت گرفته بر سازه راه‌ها را حفظ نمایند. به این ترتیب که متصدیان اخذ عوارض می‌توانند وسایل نقلیه سنگین را برای اخذ عوارض بیشتر، هدف قرار داده و اقدام به جمع آوری اطلاعاتی از وزن این وسایل برای طرح

ریزی وضعیت آبی سازه راه‌ها و فعالیت‌های تعمیر و نگهداری آن‌ها نمایند. هم‌چنین متصدیان امر می‌توانند به جای اخذ عوارض بیشتر از وسایل متخلف ورود آن‌ها را به داخل راه‌های به‌خصوص، محدود و ممنوع نمایند. افزودن سیستم WIM به سیستم اخذ عوارض، باعث خواهد شد که جمع آوری عوارض یا هزینه عبور از مسیر، بر اساس وزن وسایل انجام گیرد. به این ترتیب وسایل سنگین‌تر به دلیل ایجاد

فرسایش بیشتر در بدنه راه‌ها، هزینه بیشتری پرداخت می‌نمایند.

در شکل زیر نمونه‌ای شماتیک از یک سیستم WIM در یک بزرگراه دیده می‌شود. همان‌طور که در شکل مشاهده می‌گردد، سه نوع سنسور برای وسایل نقلیه در نظر گرفته شده است. اولین نوع سنسور که در خط اول بزرگراه قرار می‌گیرد برای وزن‌کشی و تشخیص کامیون‌های با بار اضافی به کار می‌رود. چنان‌چه کامیونی در محل ایستگاه تغییر خط دهد و به طور غیر قانونی از خط دوم عبور نماید، دو لوپ نصب شده در خط دوم (نوع دوم سنسور)، به صورت هم‌عرض با خط اول، عبور کامیون را با توجه به طول آن تشخیص داده و با عکس برداری اتوماتیک از پلاک و یا روش‌های دیگر راننده جریمه خواهد شد. در غیر این صورت سیستم، بعد از شناسایی کامیون دارای اضافه وزن، برخی از اطلاعات آن را ثبت می‌کند. سومین نوع سنسور، در فاصله کمی بعد از سنسور ثبت وزن قرار دارد، و کار آن تطبیق مشخصات ثبت شده از کامیون دارای اضافه بار توسط سنسور اول، با کامیون‌های عبوری از روی آن است. به این ترتیب سنسور سوم با استفاده از تابلوهای الکترونیکی کنار راه، پیغامی برای هدایت راننده متخلف به ایستگاه بازرسی می‌دهد. بعد از این مرحله مجدداً لوپ‌هایی از نوع دوم، هم در مسیر منشعب شده از بزرگراه به طرف ایستگاه وزن‌کشی و هم در مسیر اصلی نصب می‌گردند تا بتوان وسایل وزن شده را ردگیری نمود؛ چراکه ممکن است راننده متخلف بعد از مشاهده پیغام اخطار در تابلو، وارد مسیر انحرافی کنار راه نشده و به مسیر خود در بزرگراه ادامه دهد؛ بنابراین در چنین حالتی نیز اطلاعات وسیله نقلیه به عنوان وسیله متخلف ثبت خواهد گردید.

همان‌طور که قبلاً نیز ذکر شد لوپ‌ها و سنسورهای نصب شده در سطح روسازی ضمن اینکه در ترکیب با یکدیگر می‌توانند کنترلی بر اضافه وزن کامیون‌ها داشته باشند، بسیاری از اطلاعات ترافیکی دیگری را نیز می‌توانند از کل جریان وسایل نقلیه سبک و



سنگین در اختیار ما قرار دهند.

یکی دیگر از انواع سیستم‌های WIM، تجهیزات توزین قابل حمل می‌باشد. در مواردی که قصد احداث یک ایستگاه وزن‌کشی دائمی وجود نداشته باشد و یا به علت کم تردد بودن و یا فرعی بودن مسیر، نیاز به سرمایه گذاری کلان در این مناطق نباشد، به راحتی می‌توان از تجهیزات و سیستم WIM قابل حمل استفاده نمود؛ نمونه‌ای از این سیستم در شکل زیر مشاهده می‌گردد.





ایستگاه، سایر کامیون‌های عبوری از مسیر می‌توانند از کنار این فرایند وزن‌کشی عبور کنند و این در شرایطی است که به احتمال زیاد، بسیاری از آن‌ها دارای اضافه بار می‌باشند. با به کارگیری سیستم‌های WIM در ایستگاه‌های وزن‌کشی تمامی وسایل وزن شده و تمامی وسایل حاوی اضافه بار، شناسایی می‌گردند.

جمع‌آوری انواع اطلاعات ارزشمند: وزن کردن کامیون‌ها، اطلاعات ارزشمندی را برای طرح‌ریزی ترافیکی و فعالیت‌های تعمیر نگهداری سال‌های آتی، در اختیار ما قرار می‌دهد. سیستم‌های WIM، اطلاعات ترافیکی را به طور پیوسته و حتی زمانی که ایستگاه وزن‌کشی تعطیل می‌باشد جمع‌آوری می‌کنند. اطلاعات جمع‌آوری شده شامل زمان‌های اوج تردد، حجم ترافیک، نوع وسایل نقلیه و وزن وسایل مختلف، امکان ارزیابی سیستم‌های هوشمند ترافیک موجود و ارتقای کیفیت عملکرد آن‌ها و نیز طراحی سیستم‌های جدیدتر در آینده را در اختیار طراحان حمل و نقل قرار می‌دهد.

آمادگی برای افزایش در حجم ترافیک: در حال حاضر سیستم حمل و نقل باری سهم قابل توجهی از کل حمل و نقل را در برمی‌گیرد (خصوصاً در کشورهایی مانند ایران). اما با توجه به رشد این بخش از حمل‌ونقل و در واقع لزوم رشد آن در سال‌های آتی، ایستگاه‌های وزن‌کشی سنتی که دارای عملکرد ایستا می‌باشند، به هیچ وجه آمادگی پذیرش حجم بالای کامیون‌ها را در آینده نخواهند داشت. بنابراین با کارگیری سیستم‌های WIM در ایستگاه‌های وزن‌کشی به راحتی می‌توان در سال‌های آتی، حجم زیادی از وسایل نقلیه سنگین را از طریق وزن‌کشی و غربال زنی و طبقه‌بندی از قبل از ایستگاه، مدیریت نمود.

کاهش تأخیر در سیستم حمل بار: ایستگاه‌های وزن‌کشی سنتی با عملکرد ایستا، تقریباً برای کنترل مقبولیت وزن هر کامیون به ۲ دقیقه زمان نیاز دارند. البته این در حالی است که حجم ترافیک در ایستگاه کم باشد، لذا برای ساعات اوج ترافیک، مقدار زمان مورد نیاز بیشتر خواهد بود. بنابراین اتلاف زمان در سیستم حمل و نقل منجر به اتلاف درآمد و بودجه می‌گردد. با به کارگیری سیستم WIM عملیات وزن‌کشی به صورت پویا و دینامیک و با حفظ سرعت نرمال در وسیله نقلیه در بزرگراه‌ها و رمپ‌ها انجام گرفته و هیچ‌گونه اختلالی در حرکت کامیون‌ها ایجاد نخواهد گردید. سیستم WIM تمامی وسایل نقلیه را بر اساس وزن طبقه‌بندی می‌نماید؛ و بدین ترتیب وسایل نقلیه غیر قابل قبول را برای انجام بازرسی‌های بیشتر هدایت کرده و سایر وسایل بدون توقف، اجازه عبور خواهند داشت. به این ترتیب به علت وجود تأخیر کمتر در ایستگاه‌های وزن‌کشی، حمل‌کنندگان کالا می‌توانند کالاها را به موقع و بدون وقوع مضرات رقابت میان شرکت‌های حمل بار برای کوشش در فریب سیستم وزن‌کشی، حمل کنند.

حفاظت محیط زیست: خارج کردن حداقل تعداد کامیون‌ها (فقط

کامیون‌های متخلف) از مسیر و افزایش کارآمدی مصرف سوخت با کم کردن تعداد کامیون‌ها در ایستگاه وزن‌کشی در مقایسه با سیستم‌های ایستا، نیز از جمله دلایل مهم نیاز به جایگزینی سیستم‌های ایستای کنترل وزن با سیستم‌های توزین در حال حرکت می‌باشد.

نتیجه‌گیری:

با توجه به این مسأله که در کشورمان سالانه هزینه بسیار زیادی برای تعمیر و نگهداری راه‌ها صرف می‌شود، بنابراین اعمال یک سیاست نگهداری صحیح بر شبکه راه‌های کشور جهت افزایش طول عمر مفید آن‌ها و افزایش ایمنی در این مسیرها ضروری به نظر می‌رسد. در سال‌های اخیر یکی از تکنولوژی‌های بسیار مؤثر در این راستا استفاده از سیستم‌های کنترل وزن در حال حرکت به صورت دینامیکی (WIM)، می‌باشد. استفاده از این سیستم‌ها دارای فواید بسیاری است که از جمله پر اهمیت‌ترین آن‌ها کنترل و اعمال محدودیت در حرکت کامیون‌های دارای اضافه بار و اخذ عوارض متناسب با وزن وسیله نقلیه و نیز جمع‌آوری اطلاعات با ارزش از خصوصیات جریان وسایل نقلیه مختلف در سطح جاده‌ها برای به کارگیری این اطلاعات در طرح‌ریزی‌های آتی در زمینه مدیریت شبکه راه‌ها می‌باشد.

همان‌طور که دیده شد، در تکنولوژی WIM، وزن کامیون‌ها به طور اتوماتیک اندازه‌گیری شده و به طرق مختلف با وسایط متخلف برخورد می‌گردد. این امر باعث خواهد شد که سرمایه‌گذاری‌های انجام شده بر سازه جاده‌ها در کوتاه مدت تلف نشده و با کاهش بارهای غیر مجاز وارد بر بدنه راه‌ها عمر آن‌ها افزایش یافته و ایمنی بیشتری برای تردد عموم وسایل نقلیه فراهم گردد. از طرف دیگر سیستم‌های WIM می‌توانند اطلاعات با ارزشی از قبیل تردد ساعت اوج، ترکیب انواع وسایل نقلیه، متوسط سرعت حرکت وسایل نقلیه و ... را از جریان ترافیکی در اختیار ما قرار دهند. بدیهی است داشتن اطلاعاتی از این قبیل برای پایه‌گذاری طرح‌های ترافیکی و توسعه شبکه در سال‌های آتی، برای کشور ما که فاقد یک پایگاه اطلاعاتی مدیریتی منسجم در زمینه تعمیر و نگهداری راه‌ها می‌باشد، امری حیاتی است.

مراجع:

1. Kishore, A. and Klashinsky, R., "Prevention of highway infrastructure damage through commercial vehicle weight enforcement", Annual Indian Roads Congress (IRC) session, Calcutta, India, November 4 - 7, 2000.
2. Bushman, R. and J.Pratt, A., "Weigh in motion technology - economics and performance", NATMEC '98, Charlotte, North Carolina, 1998.
3. Trischuk, D., Berthelot, C. and Taylor B., "Weigh-in-Motion applications for intelligent transportation systems-commercial vehicle operations", Transportation Research Record 1816, TRB, 2002. pp. 87-95.