تاثیر اصلاحیه مقررات حمل ونقل بار بر خرابی و اضافه بارها با استفاده از سامانه هوشمند (مطالعه موردی استان اصفهان)

مقاله پژوهشی

محسن ابوطالبی اصفهانی*، استادیار، دانشکده عمران و حمل و نقل، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران

مهرداد رضوانی، دانش آموخته کارشناسی ارشد، دانشکده عمران و حمل و نقل، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران

*پست الکترونیکی نویسنده مسئول:m.aboutalebi.e@eng.ui.ac.ir

دریافت: ۹۸/۰٤/۱۲- پذیرش: ۹۸/۰۹/۲۰

صفحه ٣٤-١٥

چکیده

نیاز به توسعه و به دنبال آن افزایش درخواست ظرفیت حمل بار در کشور و محدودیت‌های موجود در برخی موارد منجر به تغییر آیین نامه‌های مربوطه می‌شود. تغییر در مقررات حمل بار و افزایش تناژ عبوری از مسیر با توجه به عدم تطابق با طرح روسازی های در حال بهره‌برداری، موجب وارد شدن آسیب‌های جدی به سازه روسازی خواهد شد. بنابراین هدف این پژوهش بررسی تاثیر اصلاح مقررات حمل بار در سال ۱۳۹۰ و اضافه بارها بر خسارت وارده به راه‌ها، می‌باشد. همچنین به بررسی جرایم و حساسیت روسازی به نوع وسیله نقلیه با اضافه بار، پرداخته شده است. در این ارتباط از داده‌های سیستم هوشمند تردد شمار و توزین در حال حرکت (WIM) نصب شده در محور اصفهان-مورچه خورت و اصفهان- نایین، استفاده شده است. بر اساس مقررات حمل بار و آیین‌نامه مربوط و نحوه کلاس بندی خودروها در سیستم تردد شمار و WIM و تطابق آنها با یکدیگر، ضریب‌بار هم‌ارز کل و محورهای هر کلاس محاسبه و در حالت قبل و بعد مقررات حمل بار، با بار مجاز و با اضافه بار محوری و اضافه بار کلی وسیله نقلیه، با یکدیگر مقایسه و خسارت وارده به روسازی، مورد بررسی قرار گرفت. نتایج این پژوهش نشان‌دهنده آن است که تغییر مقرارت موجب وارد شدن خسارت جبران ناپذیر به سازه روسازی موجود شده و اضافه بارها بخش قابل توجهی از بارگذاری را به خود اختصاص داده‌اند. همچنین هیچ تناسبی بین جریمه دریافتی، جریمه تعیین شده طبق ضوابط و خسارت وارده از طرف وسایل نقلیه با اضافه بار، وجود ندارد. از طرف دیگر خرابی روسازی به باربر دو محور نوع ۲، بیشترین حساسیت را دارد. بنابراین، استفاده از سیستم WIM جهت کنترل بارها و توزیع آن روی محورهای باربرها ضروری است و تغییر مقررات مستلزم صرف هزینه بیشتر برای تعمیر و نگهداری است که وضعیت موجود دو محور یاد شده گواه بر آن است.

واژه‌های کلیدی: مقررات حمل ونقل بار، خرابی راه، اضافه بار، تردد شمار، سیستم WIM

۱- مقدمه

حمل‌ونقل جاده‌ای و سهم ۸۹ درصدی آن درجا به جایی کالا باعث شده نقش بسیار مهم و کلیدی در صنعت حمل و نقل کشور داشته باشد (زیاری، ۱۳۸۳). یکی از شاخص‌های اصلی توسعه اقتصادی کشورها رشد و توسعه صنعت حمل‌ونقل است و نقش حمل‌ونقل در توسعه پایدار بسیار روشن و انکارناپذیر است. تحولات شگرف دنیای امروز با استفاده از دانش فنی، تکنولوژی و فناوری جدید و پیشرفته برای توسعه پایدار در تمام ابعاد و زمینه‌های زندگی بشر ازجمله صنعت حمل‌ونقل، حرکت‌های تازه‌ای را به ارمغان آورده و در این راستا اقدامات نوین قابل‌مشاهده است (سازمان حمل ونقل و پایانه‌های کشور، ۱۳۹۱). در میان عوامل تاثیر گذار بر خرابی راه‌ها، بارهای وارده نقش بسزایی داشته از این رو در این خصوص همیشه مقررات ویژه‌ای حاکم بوده است. این مقررات مربوطه به وزن کل وسیله نقلیه، وزن محورها و آرایش بارگذاری می‌باشد (معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رییس جمهور، ۱۳۹۰؛

سالم، ۲۰۰۸). هر گونه توسعه افزایش ظرفیت حمل بار در کشور نیازمند توسعه راه‌ها، ناوگان حمل بار و یا هر دو است که سرمایه گذاری سنگینی را لازم دارد. یکی از راههای افزایش ظرفیت، تغییر مقررات است. در این خصوص در سال ۱۳۹۰ با توجه به ملاحضات بالا تغییری در مقررات اعمال و ابلاغ شد. در این تغییر، وزن محوری‌های مجاز عبوری وسایل باری افزایش داده شده است. در طراحی روسازی محورهای تمام وسایل نقلیه با توجه به نوع محور، آرایش چرخها و وزن آن و با استفاده از ضرایب بار هم‌ارز به یک محور مبنا تبدیل می‌شوند که در آن وزن محور، تاثیر قابل ملاحظه‌ای در تعیین ضرایب بار هم ارز دارد. پس برای راه‌های ساخته شده تحت بهره‌برداری، این تغییر تطابقی با شرایط طراحی اولیه ندارد و احتمالا در تحمل وزن محورها، روسازیها دچار خرابی خواهند شد (سازمان راهداری و حمل ونقل جاده‌ای، ۱۳۹۰؛ طباطبایی، ۱۳۹۰؛ معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رییس جمهور، ۱۳۹۰). علاوه بر مسئله تغییر مقررات بیان شده در مسیرهای کشور برای کنترل بار وسایل نقلیه از توزین وسایل باری در ایستگاههای پلیس راه استفاده می‌شود. با توجه امکانات پلیس، کنترلی روی وزن محورهای عبوری تقریبا وجود ندارد. درصورتی که پلیس بخواهد با امکانات موجود خود اقدام به وزن کشی محورها کند صفی طولانی از وسایل نقلیه باری تشکیل می‌شود. پس این امکان وجود دارد که وزن کل خودروهای باری از حد مجاز بیشتر نشود ولی توزیع بار روی محورهای آنها در محدوده تعیین شده نباشد. این افزایش وزن در محورهای عبوری، تاثیر بسزایی روی خرابی‌ها خواهد داشت بطوری که با توان چهارم وزن، خرابی‌ها افزایش می‌یابند (طباطبایی، ۱۳۹۰؛ معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رییس جمهور، ۱۳۹۰). خرابی‌های ایجاد شده در راه‌ها توسط هر خودرو تابعی از نوع محور، تعداد محور، وزن هر محور و آرایش و تعداد چرخهای هر محور است. در کنترل خودروهای عبوری کنترل تعداد محور، آرایش چرخ‌ها و محورها به آسانی صورت می‌گیرد ولی برای کنترل وزن محورها بدون ایجاد صف و سایر اشکلات، نیاز به تجهیزات خاصی است. امروزه به‌کارگیری و توسعه سیستم‌های نوین یکی از نیازهای اساسی و مهم در صنعت حمل‌ونقل جاده‌ای کشور است. در بخش جاده‌ای، دو نوع از سیستم‌های هوشمندی که اطلاعات مهمی ازجمله تعداد، نوع، وزن وسایل نقلیه عبوری و سرعت را در اختیار قرار می‌دهند، سیستم‌های تردد شمار و توزین در حال حرکت (WIM) می‌باشند. سیستم تردد شمار این امکان را می‌دهد که تعداد وسایل نقلیه عبوری از مقطعی از راه را به‌آسانی در اختیار داشت. همچنین سیستم WIM پارامترهایی مانند وزن، سرعت و نوع وسیله نقلیه را بسته به نوع سیستم WIM تعیین می‌کند (تن زاده، ۱۳۹۲؛ صبا، علیمردان و اختیاری، ۱۳۹۲؛ فراست و ذکرالهی، ۱۳۹۳). هر راه متناسب با موقعیت و میزان حجم ترافیکی که قرار است متحمل شود ایجاد می‌گردد اما شاید به ندرت متناسب با این شرایط بهره‌برداری، نگهداری و تعمیر گردد. بخشی از دلایل عدم رسیدن به عمر نهایی در راه‌ها، مربوط به مشخصات سازه‌ای و زیربنایی خود راه است و بخش دیگر مربوط به نحوه‌ی استفاده و بهره‌برداری است که بسیار حائز اهمیت است. زیرا اگر راهی با بهترین روش اجراء ساخته شود اما شرایط بهره‌برداری با مشخصات اجرایی و مقررات بهره‌برداری سازگاری نداشته باشد خیلی زود شاخص‌های مطلوبیت خود را از دست می‌دهد و عملاً از بین می‌رود. لذا در این پژوهش تمرکز روی نحوه صحیح بهره‌برداری و به‌طورکلی مدیریت بهره‌برداری است که در این راستا اهمیت و ارزش تحقیق شناخته خواهد شد. بنابراین هدف و پرسش اصلی این پژوهش ارزیابی تاثیر تغییر مقررات عبور وزن‌های مجاز بر خرابیها و بررسی وجود و مقدار اضافه تناژ محورهای عبوری و تاثیر آنها بر خسارت وارده به روسازی با استفاده از داده‌های میدانی سیستم‌های هوشمند می‌باشد. در این راستا برای رسیدن به اهداف، پرسش‌های زیر قابل مطرح است: تغییر مقررات در حالت عبور با بارهای مجاز چه تاثیری بر خسارت وارده به روسازی‌های موجود خواهد داشت؟ اضافه بارهای کلی مربوط به چه وسایلی و به چه مقدار است و تاثیر آن بر خرابی روسازی چیست؟ اضافه بارهای محوری مربوط به چه وسایلی و به چه مقدار است و تاثیر آن بر خرابی روسازی چیست؟ طبق ضوابط تناسب جرایم اضافه بار با میزان خسارت وارده چگونه است؟ تناسب جرایمه دریافتی با اضافه بار هر وسیله نقلیه و میزان خسارت وارده چگونه است؟ خرابی روسازی راه به عبور چه نوع وسیله نقلیه با توجه به خرابی اعمالی حساسیت بیشتری دارد؟ با توجه به شیوه بهره‌برداری، وضعیت کنونی مسیرهای تحت مطالعه چگونه است؟ سیستم هوشمند تردد شمار و WIM چه نقشی و چه لزومی می‌تواند در کنترل بارها داشته باشد؟ در شبکه راه‌های استان اصفهان تا سال ۱۳۹۳، تنها سه مسیر دارای زیرساخت‌های کافی (وجود سیستم WIM) بوده است. در مسیرهای اصفهان- مورچه‌خورت و اصفهان- نائین، سیستم WIM و تردد شمار فعال بوده که به عنوان مسیرهای منتخب برای این پژوهش برگزیده شده‌اند. علاوه بر وجود سیستم‌های هوشمند در دو محور فوق، به لحاظ تردد وسایل نقلیه سنگین، سهم قابل‌توجهی از تردد راه‌های استان اصفهان را به خود اختصاص می‌دهد.

٢- پیشینه تحقیق

برای رسیدن به اهدف این پژوهش لازم است مطالعات پیشین مرتبط با اهداف بیان شده بررسی شود. در زمینه تردد شمارها، WIM، مقررات حمل بار، تاثیر اضافه بارها و خرابی راه‌ها تاکنون تحقیقات بسیاری صورت گرفته است که پیوند بین مطالعه حاضر و مطالعات انجام شده ممکن است منجر به ارایه نتایج مطلوب‌تری شود. همانطور که ملاحظه خواهد شد آنچه وجه تمایز این تحقیق با سایر پژهش‌هاست، بررسی همه این عوامل با یکدیگر و استفاده از اطلاعات میدانی سیستم هوشمند تردد شمار و WIM، با شرایط راه‌های ایران می‌باشد. در مطالعات سایر کشورها، وضعیت راه‌ها، شرایط آب و هوایی و اقلیمی و آیین نامه‌های مقرراتی متفاوتی وجود دارد و تعمیم نتایج آنها برای سایر کشورها، الگوی درستی را ارایه نمی‌کند. در ادامه برخی از این مطالعات مورد بررسی قرار می‌گیرد. احدی، (١٣٨٧) در تحقیق خود به بررسی نقش اضافه بار بر تصادفات و چگونگی این تاثیر پرداخته‌اند و بیان کردند که در کشور ما حمل و نقل جاده ای در بین سایر مدهای حمل و نقل، وجه غالب است. آنها اظهار داشتند استان خراسان رضوی به دلیل وجود بارگاه امام رضا (ع)، تعدد مراکز صنعتی و ظرفیت بالای کشاورزی و غیره، سالانه پذیرای بیش از ٢٥ میلیون نفر مسافر است. مطالعه آنها در استان خراسان رضوی با جمع آوری اطلاعات میدانی به وسیله پرسشنامه از جامعه آماری حمل و نقل جاده‌ای استان (رانندگان و کارشناسان) و با نمونه برداری به روش تصادفی انجام شده است. بر اساس نتایج این تحقیق اضافه بار به طور غیر مستقیم بر وقوع تصادفات استان موثر است. در پژوهشی که توسط دمیرچی، شفیع پور مرجی، میرشکاریان بابکی و مهری (١٣٩٣) انجام شده به بررسی اثر اضافه بار بر خرابی‌های روسازی بتنی با استفاده از روش اجزاء محدود و با نرم افزار آباکوس پرداخته‌اند. آنها بیان داشتند خرابی، یک فاکتور مهم در طراحی روسازی می‌باشد که عدم شناخت کافی از عوامل ایجاد آن می‌تواند به گسترش خرابی‌ها، شکست و حتی اضمحلال کامل روسازی منجر شود و یکی از عوامل مؤثر در خرابیهای روسازی بتنی اضافه بار وسایل نقلیه می‌باشد. آنها در پژوهش خود ابتدا به مدل‌سازی ساختار روسازی مورد نظر در نرم افزار پرداخته و سپس عکس العمل‌های بحرانی سازه روسازی محاسبه و با استفاده از آن مدلهای خرابی و تعداد تکرار بارگذاری که منجر به خرابی‌های مختلف می‌شود تعیین شد. نتایج تحلیل حاکی از آن است که افزایش بار محور عقبی کامیون دو محوره با وزن محور ٩ تن، بیشترین تأثیر را در خرابی روسازی بتنی داشته است. میرصدری، بهشتی و مدقالچی (١٣٩٠) اقدام به بررسی علل و عوامل بروز تخلف اضافه تناژ در استان زنجان پرداختند. آنها با بررسی تصادفات برون شهری مشخص کردند در ٢٤ درصد تصادفات جاده‌ای وسیله نقلیه مقصرکامیون و تریلی می‌باشد در این بین وسایل نقلیه باری حامل اضافه تناژ نقش برجسته‌تری در بروز حوادث رانندگی جاده‌ای دارند. به ادعای کارشناسان عدم کارایی سیستم‌های خودرو در اثر حمل اضافه تناژ یکی از علل وقوع تصادفات جاده‌ای در ماشین‌های باری می‌باشد. بنابراین آنها با توجه به اهمیت مقوله ایمنی ناوگان باری سعی نمودند تا علل و عوامل موثر بر بروز تخلف اضافه تناژ را مورد بررسی و تحلیل قرار دهند. لذا در اولین گام به بررسی وضعیت تصادفات ناوگان عمومی بار در سطح استان و کشور پرداخته سپس مسئله مشکلات ناشی از تخلف اضافه تناژ را مورد بررسی قرار دادند. دودوو و تروپ (٢٠٠٥) در تحقیقی که روی تأثیر وسایل نقلیه سنگین بر روسازی انجام داده‌اند، خاطر نشان کرده‌اند که میزان آسیبی که هر یک از وسایل نقلیه سنگین به روسازی راه وارد می‌کنند ناشی از سه عامل بار محوری، مشخصات محورها و لاستیک و مشخصات روسازی است. سورس (٢٠٠٨) یک مدل مکانیکی برای تخمین عمر روسازی تحت تاثیر انواع مختلفی از آرایش روسازی با چیدمان تایرها در وسایل نقلیه سنگین ارایه کردند. دراین تحقیق جهت مدل‌سازی خرابی‌ها از نرم‌افزار اجزای محدود آباکوس استفاده و لایه‌های آسفالتی، ویسکوالاستیک[1] در نظر گرفته شد. بررسی آنها نشان می‌دهد استفاده از محورها با چرخ‌های زوج، خرابی کمتری نسبت به تایرهای تک پهن دارد و شدت این خرابی‌ها ناشی از ضخامت لایه آسفالتی است. حاجی بابایی، (٢٠١٤) یک مدل ریاضی برای ادغام موقعیت تسهیلات باری و زیرساخت‌های روسازی ارایه کرده‌اند که در آن به بررسی خرابی ایجاد شده در مسیرهای ترانزیتی پرداخته شده است. نتایج بیان‌گر وجود ترک‌های سازه‌ای و شیار شدگی در این مسیرها است. احتمالا با توجه به عدم وزن کشی محورهای وسایل نقلیه در ایران، توزیع نامناسب با روی محورها می‌تواند یکی از دلایل آن باشد. مارتین (٢٠٠٢) در زمینه خرابی راه و هزینه وارد شده به آن در استرالیا طی تحقیقی نشان داده است که با مد نظر قرار دادن رابطه استاتیکی بین هزینه تعمیر و نگهداری راه با متغیرهای وسایل نقلیه سنگین و چرخه عمر روسازی، ٥٥٪ تا ٦٥٪ هزینه‌های وارد شده، ناشی از خرابی مربوط به وسایل نقلیه سنگین است. در تحقیق میدانی که در مالزی انجام شد، توزیع بار محوری و اضافه بار در بخش مرکزی بزرگراه شمال–جنوب بررسی گردید. این مطالعه به بررسی چگونگی اجرای محدودیت‌های اضافه بارهای منفرد و توزیع فعلی بار محوری در مالزی پرداخته است. تحلیل این اطلاعات نشان داد که محورهای دارای اضافه وزن درصد قابل توجهی از حجم کل محورها را تشکیل می‌دهند. بنابراین توصیه شد تا نظارت بر قوانین تشدید شود تا بتوان محورهای دارای اضافه تناژ را کنترل و از ایجاد هزینه‌های بسیار زیاد برای راه و خطرات ناشی از اضافه بار برای

وسایل نقلیه جلوگیری کرد (یاسین و همکاران، ۲۰۱۲). رخا، کاتز و الکایسی (۲۰۰۳) در یک مطالعه موردی به بررسی دقت سیستم WIM در ایالت ویرجینیا پرداختند که نتایج حاصل از این پژوهش نشان دهنده وجود دقت قابل قبول در وزن کشی وسایل نقلیه باری است در حالی که زمان زیادی در صف‌های باسکول ثابت هدر نرفته است. فراست و ذکر الهی (۱۳۹۳) در تحقیق خود به بررسی سیستم WIM در ایران پرداخته‌اند. در این پژوهش ابتدا به معرفی سیستم توزین در حال حرکت و در ادامه، این سیستم را در محور اردستان-کاشان استان اصفهان تحلیل کرده‌اند. نکته جالب در این تحقیق نشان دادن میزان خطای دستگاه WIM است که داده‌ها و آمارهای ارسالی آن با واقعیت چه میزان اختلاف دارد. آنها با در نظر گرفتن شرایط و خطاهای دستگاه، اطلاعات و داده‌ها را به منظور بررسی اضافه تناژ عبوری پالایش کردند و برای تعیین اضافه تناژ عبوری از سه سناریو استفاده کرده‌اند که به ترتیب زیر است:
سناریوی اول: در نظر گرفتن حداکثر بار مجاز بر اساس مقررات حمل‌ونقل بار در راه‌ها قبل از سال ۱۳۹۰.
سناریوی دوم: در نظر گرفتن حداکثر بار مجاز بر اساس اصلاحیه مقررات حمل‌ونقل بارطبق ابلاغیه شماره ۱۵۰۸۰۷/۱۱ مورخ ۸۹/۱۲/۱ وزارت راه وشهرسازی.
سناریوی سوم :در نظر گرفتن حداکثر بار مجاز در خوش‌بینانه‌ترین حالت (در نظر گرفتن خطای مجاز برای سیستم WIM).

بر اساس هر یک از این سناریوها اضافه تناژ متفاوتی از WIM استخراج‌شده است که بیانگر تأثیر زیاد قوانین و مقررات درراه‌ها است. سابر، روبرت و زو (۲۰۰۸) تأثیر اضافه تناژ را روی پل‌ها و راه‌های ایالت لویسیانا آمریکا بررسی کردند. آن‌ها تأثیرات اقتصادی انواع وسایل نقلیه را بر اساس طبقه‌بندی FHWA مورد آزمایش قراردادند. شیوه انتخابی آن‌ها به این صورت بود که با تغییر وزن مجاز تریلی ۱۸ چرخ ۵ محور به ۳٦، ٤٠ و ٤٦ تن میزان تغییر خسارت وارده به پل‌ها و روسازی راه‌ها را اندازه‌گیری کردند. نتایج حاصل از این پژوهش به افزایش خسارت شدید به پل‌ها و راه‌ها اشاره دارد. به‌طور مثال هزینه وارد به روسازی ناشی از افزایش وزن مجاز از ۳٦ به ٤٠ تن برای تریلر، از ۳٤٦ دلار در سال برای هر تریلر به ٧٦٤ دلار در سال برای هر تریلر افزایش می‌یابد. کامپبل و همکاران (۲۰۰۹) روشی را برای تعیین میزان خسارت به روسازی راه‌ها و پل‌ها ناشی از اضافه تناژ وسایل نقلیه باری به کار بردند. این پژوهش با استفاده از متدولوژیESAL، روی روسازی‌های بتنی تمرکز کرده است. آن‌ها ابتدا به طراحی راه با در نظر گرفتن وسایل نقلیه باری دارای اضافه وزن پرداختند و پس از آن وسایل نقلیه دارای اضافه وزن را حذف نموده و راه را مجدداً طراحی کردند.

نتایج حاکی از آن بود که ضخامت روسازی با حذف وسایل نقلیه باری دارای اضافه وزن ۲/۵ سانتی‌متر کاهش می‌یابد. علاوه بر این حذف هزینه‌های ناشی از روکش ۵ سانتی‌متری برای هر ۱۰ سال، از هزینه‌های تعمیر و نگهداری می‌کاهد. لذا میزان این هزینه‌ها که بر اثر وسایل نقلیه با بار اضافه به راه تحمیل می‌شود، باید از آن‌ها دریافت شود. از دیگر مطالعات تحلیل هزینه در روسازی راه‌ها می‌توان به مطالعات سازمان حمل‌ونقل آریزونا در سال ۲۰۰٦ اشاره داشت که هزینه خسارت ناشی از وسایل نقلیه سنگین را به روسازی‌های خود ۲۱۰ میلیون دلار بر سال تخمین زده است (استراس و سمنس، ۲۰۰٦). در ایالت‌های ویرجینیا و کانزاس هزینه خسارت وارد به راه بر اساس هزینه به مسافت طی شده بیان‌شده است. به‌طوری‌که در ویرجینیا هزینه ۰/۰۳٦ دلار برای ESAL در هر مایل به‌عنوان خسارت به روسازی، لحاظ شده است (کمیته تحقیقات حمل و نقل ویرجینیا، ۲۰۰۸).

۳- مراحل، مبنای و نتایج تحقیق

مراحل انجام پژوهش در شکل ۱ ارایه شده است. این پژوهش نیازمند داده‌ها و اطلاعات اولیه سیستم WIM، تردد شمار و مشخصات و وضعیت راه‌های تحت مطالعه است که از ارگان‌های ذی‌ربط جمع‌آوری‌شده است.

۳-۱- طبقه‌بندی و کلاس‌بندی وسایل نقلیه

برای کنترل شرایط بهره‌برداری، تطابق با فرضیات طراحی لازم است مشخصات وسایل نقلیه اعم از نوع خودرو، تعداد محور، نوع محور، تعداد چرخ، آرایش چرخ‌ها و ترکیب توزیع بار روی محورها، دقیقا تعریف گردد. لذا از سیستم طبقبندی و کلاس‌بندی وسایل نقلیه در آیین‌نامه‌ها استفاده شده است. در ایران طبقه‌بندی وسایل نقلیه طبق نشریه شماره ۲۳٤ مطابق شکل ۲ صورت گرفته است. علاوه بر این، کلاس‌بندی انواع وسایل نقلیه در سیستم تردد شمار و WIM که به ترتیب به ۵ کلاس و ١٤ کلاس مجزا تقسیم‌شده‌اند در جدول ۱ و ۲ ارایه شده است. در این راستا ضوابط حاکم بر عبور و مرور راه‌ها قبل و بعد از سال ۱۳۹۰ مطابق جدول ۳ تعیین شده است (طباطبایی، ۱۳۹۰؛ معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رییس جمهور، ۱۳۹۰؛ سازمان راهداری و حمل ونقل جاده‌ای، ۱۳۹۰؛ سازمان راهداری و حمل ونقل جاده‌ای، ۱۳۹۳).

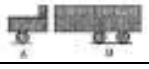
جدول۱. کلاس بندی و وزن متوسط محورهای وسایل نقلیه در سیستم تردد شمار (سازمان راهداری و حمل ونقل جاده‌ای، ۱۳۹۳)

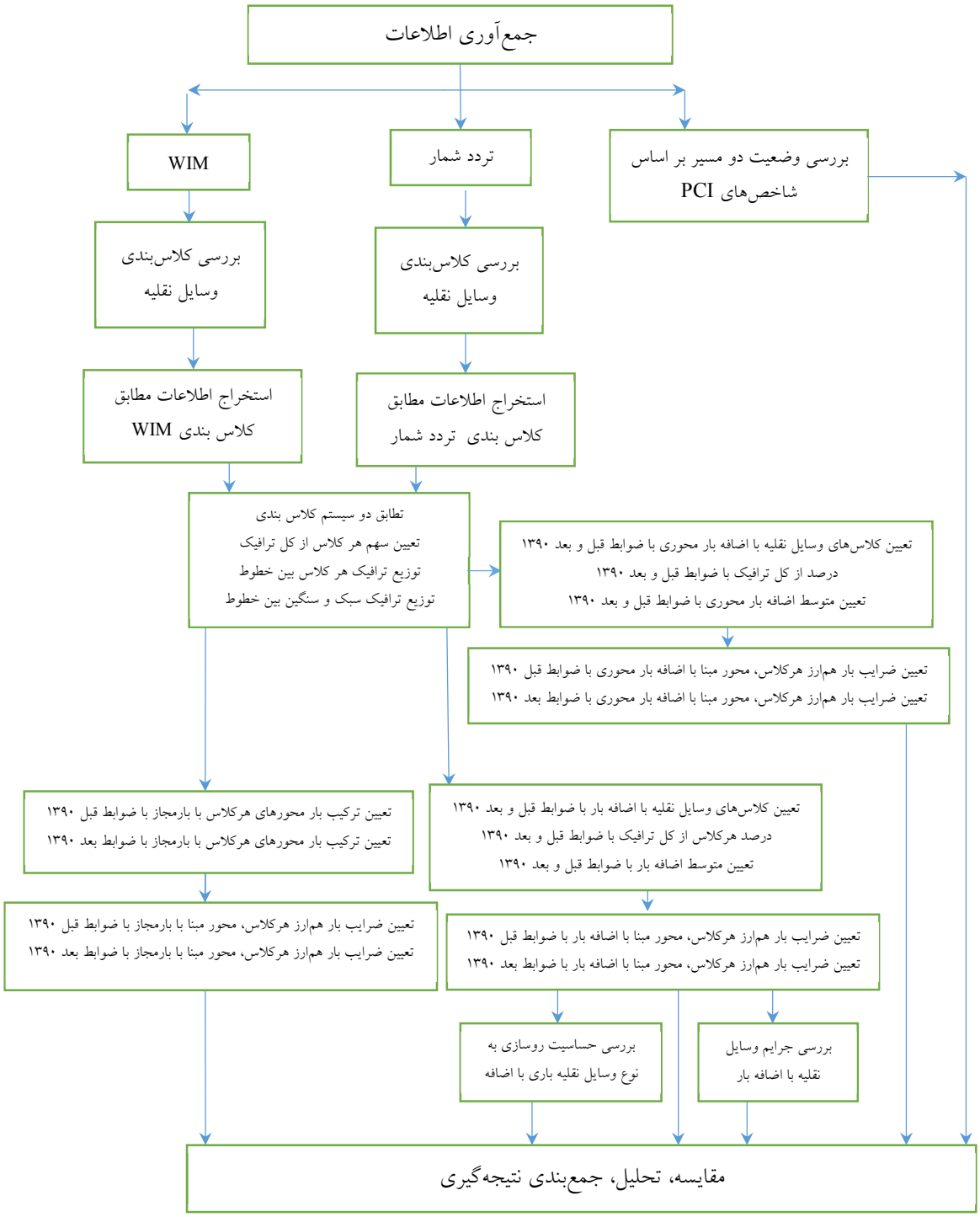
کلاس وسایل نقلیه	مشخصات وسایل نقلیه
۱	سواری و وانت
۲	کامیونت و کامیون‌های کوچک و مینی‌بوس
۳	کامیون‌های معمولی کمتر از ۱۰ متر و سه محورها
٤	انواع اتوبوس
۵	تریلرها و باربرهای بالاتر از سه محور

جدول ۲. کلاس بندی وسایل نقلیه در سیستم WIM (سازمان راهداری و حمل ونقل جاده‌ای، ۱۳۹۰؛ سازمان راهداری و حمل ونقل جاده‌ای، ۱۳۹۳)

کلاس وسایل نقلیه	مشخصات وسایل نقلیه	کلاس وسایل نقلیه	مشخصات وسایل نقلیه
۱	سواری	۸	کامیون ٤ محور
۲	وانت	۹	تریلر ۳ محور
۳	کامیون ۲ محور (نوع۱)	۱۰	تریلر ٤ محور۱۰ چرخ
٤	کامیون ۲ محور(نوع۲)	۱۱	تریلر ٤ محور (نوع ۱ و۲)
۵	اتوبوس دو محور	۱۲	تریلر ۵ محور ۱۲ چرخ
٦	اتوبوس ۳ محور	۱۳	تریلر۵ محور۱۸چرخ
۷	کامیون ۳ محور	١٤	تریلر شش محور

جدول ۳. وزن مجازمحورهای انواع وسایل نقلیه باری(معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رییس جمهور، ۱۳۹۰؛ سازمان راهداری و حمل ونقل جاده‌ای، ۱۳۹۰)

نوع وسیله نقلیه باری		محدودیت ترکیب بار (تن) قبل از سال ۱۳۹۰	محدودیت ترکیب بار (تن) بعد از سال ۱۳۹۰
کامیون ۲ محور ٦ چرخ سبک (نوع ۱)		A+B≤15 A≤6 , B≤13	A+B≤18 A≤8 , B≤13
کامیون ۲ محور ٦ چرخ سنگین(نوع ۲)		A+B≤19 A≤6 , B≤13	A+B≤20 A≤8 , B≤13
کامیون ۳ محور ۱۰ چرخ		A+B≤26 A≤6 , B≤20	A+B≤28 A≤8 , B≤22
تریلی ٤ محور ١٤ چرخ (نوع ۱) (فاصله بین دو محور عقب تریلر کمتر از ۲ متر)		A+B+C≤32 A≤6 , B≤13 , C≤20	A+B+C≤34 A≤8 , B≤13 , C≤22
تریلی ٤ محور ١٤ چرخ (نوع ۲) (فاصله بین دو محور عقب تریلر بیشتر از ۲ متر)		A+B+C≤32 A≤6 , B≤13 , C≤26	A+B+C≤38 A≤8 , B≤13 , C≤26
تریلی ۵ محور ۱۲ چرخ (نوع ۱)		A+B+C≤40 A≤6 , B≤13 , C≤24	A+B+C≤42 A≤8 , B≤13 , C≤24
تریلی ۵ محور ۱۸ چرخ (نوع۲)		A+B+C≤40 A≤6 , B≤20 , C≤20	A+B+C≤44 A≤8 , B≤22 , C≤22



شکل ۱. روند انجام پژوهش در دو مسیر تحت مطالعه

شکل۲. طبقه‌بندی وسایل نقلیه (معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رییس جمهور، ۱۳۹۰)

۳-۲- سیستم‌های هوشمند تردد شمار و WIM

الف) تردد شمار: داده‌های به‌دست‌آمده از تردد شمارها که به‌صورت پیوسته برای کل سال جمع‌آوری می‌شود، اطلاعات ارزشمندی است که می‌توان از آن‌ها برای محاسبه پارامترهای ترافیکی استفاده نمود. این سامانه، اطلاعاتی مانند تعداد خودروی عبوری، میانگین بیشترین و کمترین سرعت وسایل نقلیه، فواصل میان خودروها و در حالت‌های خاص دسته‌بندی وسایل نقلیه به کلاس‌های مختلف را به کاربر، ارائه می‌دهد. تردد شماری که اکنون در سازمان راهداری و حمل‌ونقل جاده‌ای استفاده می‌شود از نوع تردد شمار ثابت حلقه‌ای القایی است که توانایی شمارش، طبقه‌بندی و ثبت سرعت خودروها را دارا است. در شکل ۳ نمونه‌ای از حسگرهای حلقه القایی آورده شده است (صبا، علیمردان و اختیاری، ۱۳۹۲). در این پژوهش داده‌های تردد شمار گرفته شده از سازمان راهداری و حمل و نقل جاده‌ای برای سال ۱۳۹۳ برای هر مسیر به صورت ماهانه جمع آوری و در نهایت به صورت گزارش سالیانه طبقه‌بندی گردیدند. برداشت اطلاعات سیستم‌های تردد شمار به لحاظ انطباق با داده‌های سیستم WIM بسیار با اهمیت است زیرا در دو محور مورد مطالعه هر دو سیستم وجود دارد و با برداشت اطلاعات از سیستم WIM و ترددشمار، صحت سنجی خوبی به لحاظ تعداد وسایل نقلیه عبوری انجام گرفته است. در جدول ٤ آمار سالیانه طبقه‌بندی شده از تردد شمارها برای محورهای بیان شده ارایه شده است.

شکل۳. نمونه‌ای از حسگرهای سیستم حلقه القایی (صبا، علیمردان و اختیاری، ۱۳۹۲)

جدول ٤. جمع بندی گزارش سیستم تردد شمار در سال ۱۳۹۳

کلاس خودو / نام محور	۱	۲	۳	٤	٥	تعداد کل وسایل نقلیه
اصفهان – نایین	١٤٤١٤٨	٩٩٤٠٩	٦٤٦٩٦	١٢١٦٢٩	١٥٤٥٤٣	١٨٨٤٤٢٥
نایین – اصفهان	١٥٣٦٤٨٧	١٥٤٠٧٢	١٥٥٨٦١	١٦٣٩٠٠	٢٣٤٠٣٦	٢٢٤٤٣٥٦
اصفهان – مورچه خورت	٤٠٦٤٤٦٦	٥٥٢٧٨٩	٤٧٧٨٨٨	٢٤٠٧٦١	٦١٣٢٤٣	٥٩٤٩١٤٧
مورچه خورت – اصفهان	٣٧٩٤٥٠١	٥١٠٠٩٩	٤٤٧٤٧٤	١٧٢٦٧٩	٦٢٧٦٤٤	٥٥٥٢٣٩٧
مجموع تردد دو مسیر	١٠٨٣٩٦٠٢	١٣١٦٣٦٩	١١٤٥٩١٩	٦٩٨٩٦٩	١٦٢٩٤٦٦	١٥٦٣٠٣٢٥
درصد از کل	٦٩/٤	٨/٤	٧/٣	٤/٥	١٠/٤	١٠٠/٠

الف) سیستم WIM: برای کنترل وزن و بار محورهای خودروهای باربر، ایستگاه‌های پلیس بین‌راهی اقدام به توزین ماشین‌های عبوری می‌نمایند که در صورت تجاوز بار از حد مجاز، وسیله نقلیه‌ی مزبور را جریمه و یا متوقف می‌نماید. این در حالی است که اگر جایگاه توزین، ظرفیت پذیرش تقاضای عبور را نداشته باشد تشکیل صف می‌شود و بدین سبب کنترل لازم روی بار تمام خوروها و محورهای آنها صورت نمی‌گیرد و پلیس با توجه به نوع بار، حجم آن و میزان خوابیدگی لاستیک، به صورت تصادفی اقدام به کنترل بار می‌نماید. بدین سبب متخصصان اقدام به طراحی سیستم WIM نموده که در حین حرکت و بدون توقف، علاوه بر توزین کل وسیله نقلیه، وزن محورها، سرعت عبور، حجم عبور و کلاس بندی وسایل نقلیه را نیز ارایه می‌کند (فراست و ذکرالهی، ١٣٩٣؛ پری، ٢٠٠٨).

ASTM با توجه به محدوده سرعت وسایل نقلیه، کاربرد و دیگر خصوصیات، WIM را به ٤ نوع مختلف تقسیم کرده است. در این تقسیم‌بندی، تیپ‌های ١ و ٢ برای جمع‌آوری اطلاعات ترافیک برای راه‌های بالای ٤ خط عبور با سرعت بین ١٦ تا ١١٣ کیلومتر بر ساعت و تیپ‌های ٣ و ٤ نیز برای راه‌های ٢ خطه یا بیشتر با سرعت حداکثر ٨٠ کیلومتر بر ساعت استفاده می‌شود جدول ٥ خصوصیات این تیپ بندی را نشان می‌دهد (پورمعلم و رضاپور، ١٣٨٨).

جدول ٥. طبقه بندی ASTM برای انواع WIM (پورمعلم و رضاپور، ١٣٨٨)

تیپ محدده سرعت	تیپ ١ ١٦-١١٣ (کیلومتر بر ساعت)	تیپ ٢ ١٦-١١٣ (کیلومتر بر ساعت)	تیپ ٣ ٢٤-٨٠ (کیلومتر بر ساعت)	تیپ ٤ ٠-١٦ (کیلومتر بر ساعت)
کاربرد	جمع‌آوری اطلاعات ترافیکی	جمع‌آوری اطلاعات ترافیکی	ایستگاه‌های اجباری باسکول	ایستگاه‌های اجباری باسکول
تعداد خطوط	٤	٤	٢	٢
ترازوی صفحه‌ای، سلول بارگذاری بار محور، وزن کل سرعت فاصله بین محورهای جلو و عقب	✓	✓	✓	✓
سنسور پیزوالکتریک تیپ وسیله نقلیه بار معادل تک محوری	✓	✓	-	-
بار چرخ	✓	-	✓	✓

در یک سیستم پیشرفته و کامل WIM درصورتی که وسیله نقلیه سنگین عبوری دارای بار محوری و وزن بیش‌ازحد مجاز باشد، سیستم به‌طور خودکار و با استفاده از فناوری ارتباط بی‌سیم پیغامی را به مرکز کنترل ارسال می‌کند تا مأموران مربوطه اعمال قانون کنند. از مزایای دیگر این سیستم می‌توان به موارد ١) کمک به تعیین بارگذاری تک محوره معادل ٢) اعتبار سنجی دقت متدولوژی تخمین درصد ماشین‌های سنگین عبوری ٣) جلوگیری از اضافه‌بار وارد بر پل‌های متحرک ٤) تعیین توزیع بار عبوری بین خطوط ٥) بررسی و ارزیابی عملکرد روسازی و ارتباط بین بارگذاری و خرابی‌ها ٦) ارایه الگویی به‌منظور برآورد کردن میزان خسارت وارده به روسازی براثر عبور وسایل نقلیه با وزن غیرمجاز و دریافت عوارض و یا جریمه، اشاره کرد (فراست و ذکرالهی، ١٣٩٣؛ پورمعلم و رضاپور، ١٣٨٨؛ ادیب فر، حسن پور و دیباج، ١٣٩١). اطلاعات سیستم WIM در دو محور اصفهان – مورچه خورت و اصفهان – نایین با همکاری سازمان حمل و نقل و پایانه‌های استان اصفهان استخراج گردید. این اطلاعات به صورت OFFLINE و گزارش‌هایی که شرکت طرف قرداد با سازمان حمل و نقل و پایانه‌ها تهیه می‌کند، به سازمان ارسال می‌شود. نمونه‌ای از این گزارش که برای وسایل نقلیه ٥ محور مرتب شده در جدول ٦ آورده شده است.

جدول ٦. بخشی از گزارش اطلاعات سیستم WIM (سازمان راهداری و حمل ونقل جاده‌ای، ١٣٩٣)

سرعت	خط عبوری	تعداد محور	وزن کل(کیلوگرم)	کلاس وسیله	طول کل محور	فاصله محور ١تا٢	فاصله محور ٢تا٣	فاصله محور ٣تا٤	فاصله محور ٤تا٥	وزن محور ١	وزن محور ٢	وزن محور ٣	وزن محور ٤	وزن محور ٥	اضافه تناژ(کیلوگرم)
85	1	5	45750	10	980	350	134	347	149	7230	7700	8150	10180	12490	1750
90	1	5	39810	10	999	348	139	363	149	6380	6320	5780	10730	10590	0
86	1	5	44490	10	976	318	135	367	156	6300	8090	9020	9610	11470	490
71	1	5	45340	10	1013	323	134	403	153	5900	9500	9550	10820	9590	1340
81	1	5	45180	10	1016	322	134	419	141	5210	8490	9660	10760	11080	1180
83	1	5	47920	10	985	346	139	365	135	7010	8710	8610	10730	12850	3920
101	1	5	47200	10	1213	335	136	606	136	7610	13110	12330	5570	8580	3200
106	2	5	44930	10	1188	344	139	549	156	7470	10690	9040	11630	6110	930
85	2	5	44670	10	1042	336	134	416	156	4370	11200	10370	8980	9760	670
84	1	5	45980	10	1013	339	138	389	147	6550	8230	8740	11040	11430	1980
83	1	5	44980	10	1241	342	137	600	162	7480	9800	10050	8540	9110	980
86	1	5	44510	10	1232	339	141	608	144	6450	10380	9860	8750	9070	510
74	1	5	43900	10	1011	340	135	376	160	6080	8420	9060	10640	9710	0
79	1	5	46150	10	1178	327	136	571	144	7570	11370	11180	7720	8320	2150
72	2	5	40140	10	1195	357	142	545	151	6560	8280	8210	8030	9080	0
90	1	5	45950	10	989	338	135	365	151	7120	8600	8880	10610	10740	1950
74	1	5	49750	10	1251	325	139	640	147	7950	12940	11610	9270	7980	5750
88	1	5	45230	10	1046	318	138	443	147	5850	9360	9140	10320	10580	1230
83	1	5	46850	10	1022	315	136	420	151	5360	8840	9140	11210	12300	2850
78	1	5	43660	10	1155	321	135	549	150	5900	9810	10480	8840	8640	0
75	1	5	41020	10	1188	315	140	588	145	5990	8930	9960	8510	7630	0
88	1	5	45610	10	1021	340	139	390	152	6440	8230	8320	10270	12360	1610
81	2	5	34840	9	1044	365	415	130	134	5020	8880	6690	7400	6840	0
86	1	5	45580	10	1028	339	138	387	164	6400	9040	8590	9890	11670	1580
81	1	5	40910	9	1014	374	380	130	130	7350	11650	7130	7320	7460	0

٣-٣- تطابق کلاس‌بندی تردد شمار و WIM

طبقه‌بندی وسایل نقلیه در سیستم تردد شمار در ٥ کلاس بوده که نسبت به طبقه‌بندی ١٤ کلاسه سیستم WIM، کلی‌تر است. در این پژوهش برای محاسبه تاثیر تغییر مقررات عبور و مرور نیاز به تفکیک دقیق‌تر تعداد وسایل نقلیه ارایه شده تردد شمار و اطلاعات جدول ٤ است. بدین منظور از هماهنگی اطلاعات شکل٢ و جداول ١، ٢ و ٣ استفاده شده و تطابق بین کلاس‌بندی تردد شمار و سیستم WIM انجام و در جدول ٧ ارایه شده است. علاوه بر اطلاعات فوق، اطلاعات با ارزش دیگری نیز نظیر درصد وسایل نقلیه به تفکیک در خط ١ و ٢ مسیر، سهم (درصد) هر نوع وسیله نقلیه از کل ترافیک و درصد توزیع هر نوع وسیله نقلیه در خطوط مسیر با استفاده از ابزارهای مرتب‌سازی و فیلتراسیون از داده‌های WIM در نرم‌افزار اکسل قابل استخراج است. لازم به توضیح است با توجه به اینکه اعداد با دقت یک دهم اعشار محاسبه شده‌اند مقادیر صفر، صفر مطلق نیستند. با توجه به سهم وسایل نقلیه بابر در خرابی راه‌ها و تاثیر آنها بر هزینه‌های تعمیر و نگهداری می‌توان بر اساس اطلاعات استخراج شده و ارایه شده در جدول ٧، سهم وسایل باربر را از سایر وسایل نقلیه جدا نمود. در این راستا دسته‌ای از وسایل شامل سواری، مینی‌بوس و وانت‌بارها و یا به عبارت دیگر وسایل نقلیه با وزن کل کمتر از ٥ تن (وسایل نقلیه سبک) و سایر وسایل نقلیه در دسته دوم (وسایل نقلیه سنگین یا وسایل نقلیه با وزن بیش از ٥ تن)، تقسیم بندی می‌شوند. نتایج این تقسیم بندی در جدول ٨ ارایه شده است.

٣-٤-تاثیر تغییر مقررات بر بارگذاری روسازی

در طراحی روسازی‌ها از مفهوم بار هم‌ارز استفاده می‌شود. بار هم‌ارز بیانگر خسارت وارد به روسازی به ازای عبور محور مورد نظر نسبت به خسارت وارده ناشی از عبور یک محور مبنا، تعریف می‌گردد. محور مبنا[1] معمولاً محور منفرد با وزن ٨/٢ تن است و سایر محورها مانند تاندم و تریدم با ضرایب بار هم‌ارز[2] به آن تبدیل می‌شوند. به دلیل وجود انواع وسایل نقلیه در راه‌های کشور و تفاوت در مشخصات آن‌ها، برای تعیین خسارت هر یک به راه، از مفهوم بار هم‌ارز استفاده شده است (معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رییس جمهور، ١٣٩٠؛ آشتو، ٢٠٠١). در این پژوهش برای تعیین ضرایب بار هم‌ارز از نشریه ٢٣٤ و روش تجربی آشتو[3] استفاده شده تا بتوان با تقریبی قابل‌قبول، کلیه وسایل نقلیه را به تعدادی محور استاندارد تبدیل نمود. ضرایب بار هم ارز با توجه به مقطع روسازی دو محور تحت مطالعه، مشخصات آن (١٥ سانتی‌متر آسفالت، ١٥ سانتی‌متر اساس و ٣٠ سانتی‌متر زیراساس) و نوع راه با فرض SN برابر ٥ و Pt برابر ٢/٥ برای محورهای هر کلاس‌خودروها و نهایتا برای هر کلاس با توجه به آیین نامه در قبل و بعد سال ١٣٩٠، محاسبه شده است. به منظور تعیین تاثیر تغییر مقررات بر بارگذاری روسازی می‌توان این چنین فرض نمود که هیچ گونه اضافه باری وجود نداشته است و کلیه وسایل نقلیه در قبل و بعد تغییر مقررات، مطابق وزنهای مجاز عبور کرده‌اند (سطرهای رنگی نشان دهنده وسایل نقلیه‌ای است که بار مجاز آنها افزایش یافته است). بنابراین اختلاف بین تعداد کل محور

مبنای عبوری در دو حالت، تاثیر تغییر مقررات و اضافه بارگذاری را نشان خواهد داد. محاسبات فوق در جداول ۹ و ۱۰ ارایه شده‌اند. ذکر این نکته ضروری است که نحوه توزیع مقدار بار وسایل نقلیه روی محورها، براساس مرتب سازی و تنظیم داده‌های WIM و متوسط گیری از آنها بدست آمده است. ستون آخر جداول فوق از حاصل ضرب کل وسایل عبوری (مطابق جدول ٤، ١٥٦٣٠٣٢٥) در ستون درصد از کل و ستون مجموع ضرایب بار هم‌ارز بدست آمده است. همانطور که ملاحظه می‌شود در دو حالت قبل و بعد از تغییر مقررات تعداد عبور محور مبنا به ترتیب ١٦١٠٦٧٧٤/٠ و ٢٠٦٣٩٣٤٥/١ محاسبه شده که اختلاف آنها، ٤٥٣٢٥٧١/١ محور مبنای هم ارز یعنی افزایش ۲۸ درصدی بارگذاری، ملاحظه می‌شود.

جدول ۷. تطابق کلاس‌بندی تردد شمار و WIM

تردد شمار	درصد	WIM	نوع خودرو	درصد در خط ۱	درصد در خط ۲	درصد از کل	درصد توزیع در خط ۱	درصد توزیع در خط ۲	مجموع
۱	٦٩/٤	۱	سواری	۳٦/۳	٦٤/٥	٥٠/٤	۳٦	٦٤	۱۰۰/۰
		۲	وانت (۲/۵ تن)	۱۳/۲	۱۱	۱۲/۱	٥٤/٥	٤٥/٥	۱۰۰/۰
		۲	وانت (٤ تن)	۹/۸	٤	٦/۹	۷۱	۲۹	۱۰۰/۰
۲	۸/٤	۳	کامیون ۲ محور (نوع۱)	۲/۹	۱/۷	۲/۳	٦۳	۳۷	۱۰۰/۰
		٤	کامیون ۲ محور(نوع۲)	۳/۷	۱/۹	۲/۸	٦٦/۱	۳۳/۹	۱۰۰/۰
		٤	خاور	۳/۱	۰/۷	۱/۹	۸۱/٦	۱۸/٤	۱۰۰/۰
		٤	مینی‌بوس	۱/۸	۱	۱/٤	٦٤/۳	۳٥/۷	۱۰۰/۰
۳	۷/۳	۷	کامیون ۳ محور	۱۱/۳	۳/۱	۷/۲	۷۸/٥	۲۱/٥	۱۰۰/۰
		۹	تریلر ۳ محور	۰/۱	۰/۱	۰/۱	٥۰	٥۰	۱۰۰/۰
٤	٤/٥	٥	اتوبوس دو محور	۳/۱	٥/۹	٤/٥	۳٤/٤	٦٥/٦	۱۰۰/۰
		٦	اتوبوس سه محور	۰/۰	۰/۰	۰/۰	–	–	–
٥	۱۰/٤	۸	کامیون ٤ محور	۰/۲	۰/۱	۰/۱٥	٦٦/۷	۳۳/۳	۱۰۰/۰
		۱۰	تریلر ٤ محور ۱۰ چرخ	۰/۲	۰	۰/۱	۱۰۰	۰	۱۰۰/۰
		۱۱	تریلی ٤ محور (نوع۱)	۲	۰/٤	۱/۲	۸۳/۳	۱٦/۷	۱۰۰/۰
		۱۱	تریلی ٤ محور (نوع ۲)	۰/٦	۰/۷	۰/٦٥	٤٦/۲	٥۳/۸	۱۰۰/۰
		۱۲	تریلی ٥ محور (نوع ۱)	۱/۹	۰/۸	۱/۳٥	۷۰/٤	۲۹/٦	۱۰۰/۰
		۱۳	تریلی ٥ محور (نوع ۲)	۹/۷	٤/۱	٦/۹	۷۰/۳	۲۹/۷	۱۰۰/۰
		۱٤	تریلر ٦ محور و بیشتر	۰/۱	۰/۰	۰/۰٥	۱۰۰/۰	۰/۰	۱۰۰/۰
مجموع	۱۰۰/۰	–	–	۱۰۰/۰	۱۰۰/۰	۱۰۰/۰	–	–	–

جدول ۸ درصد توزیع وسایل نقلیه سبک و سنگین در خطوط دو مسیر تحت مطالعه

نوع خودرو	درصد در خط ۱	درصد در خط ۲	درصد از کل	درصد توزیع در خط ۱	درصد توزیع در خط ۲	مجموع
وسایل نقلیه سبک	٦۱/۱	۸۰/٥	۷۰/۸	٤۳/۱	٥٦/۹	۱۰۰/۰
وسایل نقلیه سنگین	۳۸/۹	۱۹/٥	۲۹/۲	٦٦/٦	۳۳/٤	۱۰۰/۰
مجموع	۱۰۰/۰	۱۰۰/۰	۱۰۰/۰	–	–	–

جدول ۹. ضرایب بار هم‌ارز و تعداد محور مبنای عبوری در هر کلاس با بار مجاز قبل از سال ۱۳۹۰ در دو محور تحت مطالعه

کلاس		نوع خودرو	درصد از کل	ترکیب بار (تن)	ضریب بار هم‌ارز				تعداد محور مبنا
تردد شمار	WIM				محور ۱	محور ۲	محور ۳	مجموع	
۱	۱	سواری	۵۰/۴	۱+۱=۲	۰/۰۰۰۳۸	۰/۰۰۰۳۸	–	۰/۰۰۰۷۶	۵۹۸۷
	۲	وانت (۲/۵ تن)	۱۲/۱	۱+۱/۵=۲/۵	۰/۰۰۲۰۱	۰/۰۰۰۳۸	–	۰/۰۰۲۳۹	۴۵۲۰/۱
	۲	وانت (۴ تن)	۶/۹	۲/۵+۱/۵=۴/۰	۰/۰۰۲۰۱	۰/۰۱۰۵۱	–	۰/۰۱۲۵۲	۱۳۵۰۲/۷
۲	۳	کامیون ۲ محور (نوع۱)	۲/۳	۵+۱۰=۱۵	۲/۲۰۱	۰/۱۳۹۵	–	۲/۳۴۰۵	۸۴۱۴۰۳/۸
	۴	کامیون ۲ محور(نوع۲)	۲/۸	۶+۱۳=۱۹	۵/۹۲۵	۰/۲۹۵	–	۶/۲۲	۲۷۲۲۱۷۷/۴
	۴	خاور	۱/۹	۲+۵=۷	۰/۱۳۹۵	۰/۰۰۳۶۴	–	۰/۱۴۳۱۴	۴۲۵۰۹/۲
	۴	مینی‌بوس	۱/۴	۳/۵+۱/۵=۵	۰/۰۳۶۷۴	۰/۰۰۲۰۱	–	۰/۰۳۸۷۵	۸۴۷۹/۵
۳	۷	کامیون ۳ محور	۷/۲	۶+۲۰=۲۶	۳/۰۲	۰/۲۹۵	–	۳/۳۱۵	۳۷۳۰۶۴۶
	۹	تریلر ۳ محور	۰/۱	۶+۲۰=۲۶	۳/۰۲	۰/۲۹۵	–	۳/۳۱۵	۵۱۸۱۴/۵
۴	۵	اتوبوس دو محور	۴/۵	۶/۵+۱۱=۱۷/۵	۳/۱۶۵	۰/۴۲۱۸۵	–	۳/۵۸۶۸۵	۲۵۲۲۸۶۳/۴
	۶	اتوبوس سه محور	۰/۰	۷/۵+۱۷/۵=۲۵	۱/۸۳۹۶۷۵	۰/۷۴۰۴	–	۲/۵۸۰۰۷۵	–
۵	۸	کامیون ۴ محور	۰/۱۵	۵+۱۰+۱۷=۳۲	۱/۶۴۸۳۵	۲/۲۰۱	۰/۱۳۹۵	۳/۹۸۸۸۵	۹۳۵۲۰/۵
	۱۰	تریلر ۴ محور ۱۰ چرخ	۰/۱	۶+۱۰+۱۶=۳۲	۱/۲۷۵۶	۲/۲۰۱	۰/۲۹۵	۳/۷۷۱۶	۵۸۹۵۱/۳
	۱۱	تریلی ۴ محور (نوع۱)	۱/۲	۵+۱۰+۱۷=۳۲	۱/۶۴۸۳۵	۲/۲۰۱	۰/۱۳۹۵	۳/۹۸۸۸۵	۷۴۸۱۶۴/۳
	۱۱	تریلی ۴ محور (نوع ۲)	۰/۶۵	۵+۹+۱۸=۳۲	۲/۰۲۱۱	۱/۴۷	۰/۱۳۹۵	۳/۶۳۰۶	۳۶۸۸۵۸/۵
	۱۲	تریلی ۵ محور (نوع ۱)	۱/۳۵	۶+۱۱+۲۳=۴۰	۱/۳۰۷۲	۳/۱۶۵	۰/۲۹۵	۴/۷۶۷۲	۱۰۰۵۹۲۴
	۱۳	تریلی ۵ محور (نوع ۲)	۶/۹	۶+۱۸+۱۶=۴۰	۱/۲۷۵۶	۲/۰۲۱۱	۰/۲۹۵	۳/۵۹۱۷	۳۸۷۳۶۲۱/۲
	۱۴	تریلر ۶ محور و بیشتر	۰/۰۵	۶+۱۴+۲۰=۴۰	۰/۷۳۰۲	۰/۷۴۴۵	۰/۲۹۵	۱/۷۶۹۷	۱۳۸۳۰/۵
مجموع	–	–	۱۰۰/۰	–	–	–	–	–	۱۶۱۰۶۷۷۴

۳-۵-تاثیر اضافه بار کلی و تغییر مقررات بر بارگذاری

در این پژوهش با مرتب سازی و تنظیم اطلاعات WIM بدست آمده در قبل و بعد از مقررات سال ۱۳۹۰، مقادیر متوسط اضافه وزن‌ها، نحوه توزیع اضافه وزن روی محورها و درصد خوروهایی که دارای اضافه وزن هستند، استخراج شدند. اطلاعات دو مسیر تحت مطالعه نشان می‌دهد کامیون دو محور (نوع۲)، کامیون و تریلر ۳ محور و تریلر ۵ محور (نوع۲) دارای اضافه تناژ هستند. بر اساس این اطلاعات ضرایب بار هم‌ارز برای هر محور و هر کلاس محاسبه و با توجه به تعداد خودرو دارای اضافه بار، اختلاف تعداد محورهای هم ارز محاسبه و در جدول ۱۱ و ۱۲ ارایه شده است. همانطور که ملاحظه می‌شود تعداد خودروهای متخلف که باید جریمه شوند با تغییر مقررات در سال ۱۳۹۰ از ۱۶۴۲۳۴۱ به ۹۷۷۹۸۹ کاهش یافته که کاهش ۵۹/۵ درصدی مشاهده می‌شود.

نکته قابل توجه مهمتر، اختلاف بارگذاری روسازی در حالت با اضافه بار نسبت به بدون اضافه بار در قبل و بعد مقررات سال ۱۳۹۰ می‌باشد. مقادیر اختلاف تعداد محور مبنای بارگذاری شده توسط خودروهای با اضافه بار در قبل تغییر مقررات ۶۵۲۰۳۳۳/۷ بوده که قابل توجه است. این مقدار که فقط مربوط به اضافه بار ۱۰/۴۹ درصد (جدول ۱۱) از وسایل می‌باشد، ۴۰/۵ درصد (۱۶۱۰۶۷۷۴/۰÷۶۵۲۰۳۳۳/۷، از جدول ۹ و ۱۱) از بارگذاری کل را شامل می‌شود که با تغییر مقررات این مقدار ۲۲/۹ درصد (۲۰۶۳۹۳۴۵/۱÷۴۷۱۹۵۰۷/۵، از جدول ۱۰ و ۱۲) محاسبه می‌شود یعنی ۱۷/۶ درصد (اختلاف دو درصد بیان شده) از اضافه بارگذاری در محاسبه اضافه بار، لحاظ نمی‌شود.

جدول ۱۰. ضرایب بار هم‌ارز و تعداد محور مبنای عبوری در هر کلاس با بار مجاز بعد از سال ۱۳۹۰ در دو محور تحت مطالعه

کلاس		نوع خودرو	درصد از کل	ترکیب بار (تن)	ضریب بار هم‌ارز				تعداد محور مبنا
تردد شمار	WIM				محور ۱	محور ۲	محور ۳	مجموع	
۱	۱	سواری	۵۰/۴	۲=۱+۱	۰/۰۰۰۳۸	۰/۰۰۰۳۸	–	۰/۰۰۰۷۶	۵۹۸۷
	۲	وانت (۲/۵ تن)	۱۲/۱	۲/۵=۱+۱/۵	۰/۰۰۲۰۱	۰/۰۰۰۳۸	–	۰/۰۰۲۳۹	۴۵۲۰/۱
	۲	وانت (۴ تن)	۶/۹	۴/۰=۲/۵+۱/۵	۰/۰۰۲۰۱	۰/۰۱۰۵۱	–	۰/۰۱۲۵۲	۱۳۵۰۲/۷
۲	۳	کامیون ۲ محور (نوع۱)	۲/۳	۱۸=۶+۱۲	۴/۳۸۹	۰/۲۹۵	–	۴/۶۸۴	۱۶۸۳۸۸۶/۲
	۴	کامیون ۲ محور(نوع۲)	۲/۸	۲۰=۷+۱۳	۵/۹۲۵	۰/۵۴۸۷	–	۶/۴۷۳۷	۲۸۳۳۲۰۹
	۴	خاور	۱/۹	۷=۲+۵	۰/۱۳۹۵	۰/۰۰۳۶۴	–	۰/۱۴۳۱۴	۴۲۵۰۹/۲
	۴	مینی‌بوس	۱/۴	۵=۱/۵+۳/۵	۰/۰۳۶۷۴	۰/۰۰۲۰۱	–	۰/۰۳۸۷۵	۸۴۷۹/۵
۳	۷	کامیون ۳ محور	۷/۲	۲۸=۷+۲۱	۳/۶۸۲۵	۰/۵۴۸۷	–	۴/۲۳۱۲	۴۷۶۱۷۲۲/۲
	۹	تریلر ۳ محور	۰/۱	۲۸=۷+۲۱	۳/۶۸۲۵	۰/۵۴۸۷	–	۴/۲۳۱۲	۶۶۱۳۵
۴	۵	اتوبوس دو محور	۴/۵	۱۷/۵=۶/۵+۱۱	۳/۱۶۵	۰/۴۲۱۸۵	–	۳/۵۸۶۸۵	۲۵۲۲۸۶۳/۴
	۶	اتوبوس سه محور	۰/۰	۲۵=۷/۵+۱۷/۵	۱/۸۳۹۶۷۵	۰/۷۴۰۴	–	۲/۵۸۰۰۷۵	–
۵	۸	کامیون ۴ محور	۰/۱۵	۳۴=۶+۱۰+۱۸	۲/۰۲۱۱	۲/۲۰۱	۰/۲۹۵	۴/۵۱۷۱	۱۰۵۹۰۵/۶
	۱۰	تریلر ۴ محور ۱۰ چرخ	۰/۱	۳۴=۷+۱۰+۱۷	۱/۶۴۸۳۵	۲/۲۰۱	۰/۵۴۸۷	۴/۳۹۸۰۵	۶۸۷۴۳
	۱۱	تریلی ۴ محور (نوع۱)	۱/۲	۳۴=۶+۱۰+۱۸	۲/۰۲۱۱	۲/۲۰۱	۰/۲۹۵	۴/۵۱۷۱	۸۴۷۲۴۴/۹
	۱۱	تریلی ۴ محور (نوع ۲)	۰/۶۵	۳۸=۷+۱۱+۲۰	۳/۰۲	۳/۱۶۵	۰/۵۴۸۷	۶/۷۳۳۷	۶۸۴۱۲۴/۵
	۱۲	تریلی ۵ محور (نوع ۱)	۱/۳۵	۴۲=۷+۱۲+۲۳	۱/۳۰۷۲	۴/۳۸۹	۰/۵۴۸۷	۶/۲۴۴۹	۱۳۱۷۷۳۲/۵
	۱۳	تریلی ۵ محور (نوع ۲)	۶/۹	۴۴=۷+۲۰+۱۷	۱/۶۴۸۳۵	۳/۰۲	۰/۵۴۸۷	۵/۲۱۷۰۵	۵۶۲۶۵۴۸/۹
	۱۴	تریلر ۶ محور و بیشتر	۰/۰۵	۴۴=۶+۱۶+۲۲	۴/۳۴۵	۱/۲۷۵۶	۰/۲۹۵	۵/۹۱۵۶	۴۶۲۳۱/۴
مجموع	–	–	۱۰۰/۰	–	–	–	–	–	۲۰۶۳۹۳۴۵/۱

جدول ۱۱. تعداد خودرو با اضافه بارکلی و تعداد محور مبنای مربوطه طبق مقررات قبل از سال ۱۳۹۰

کلاس		نوع خودرو	درصد از کل	درصد هرکلاس با اضافه بار	درصد هرکلاس اضافه بار از کل	تعداد خورو با اضافه بار	متوسط اضافه تناژ	ترکیب بار بدون و با اضافه تناژ (تن)	ضریب بار هم‌ارز با اضافه بار					اختلاف تعداد محور مبنا
تردد شمار	WIM								محور ۱	محور ۲	محور ۳	مجموع	اختلاف	
۲	۴	کامیون ۲ محور (نوع۲)	۲/۸	۳۸	۱/۰۵	۱۶۶۳۰۶/۷	۲/۶۳	۱۹=۶+۱۳ ۲۱/۶۳=۷+۱۴/۶۳	۵/۹۲۵ ۹/۵۰۴۴	۰/۲۹۵ ۰/۵۴۸۷	– –	۶/۲۲ ۱۰/۰۵۳۱	۳/۸۳۳۱	۶۳۷۴۷۰/۲
۳	۷ ۹	کامیون و تریلر ۳ محور	۷/۳	۴۵/۹	۳/۳۵	۵۲۳۷۲۵/۳	۶/۰۱	۲۶=۶+۲۰ ۳۲/۰۱=۸+۲۴/۰۱	۳/۰۲ ۶/۱۵۴۳	۰/۲۹۵ ۰/۹۳۲۱	– –	۳/۳۱۵ ۷/۰۸۶۴	۳/۷۷۱۴	۱۹۷۵۱۵۹/۶
۵	۱۳	تریلی ۵ محور (نوع ۲)	۶/۹	۸۸/۳	۶/۰۹	۹۵۲۳۰۸/۸	۸/۶۷	۴۰=۶+۱۸+۱۶ ۴۸/۶۷=۷+۲۰/۸۳۵+۲۰/۸۳۵	۱/۲۷۵۶ ۳/۵۷۳۲	۲/۰۲۱۱ ۳/۵۷۳۲	۰/۲۹۵ ۰/۵۴۸۷	۳/۵۹۱۷ ۷/۶۹۵۱	۴/۱۰۳۴	۳۹۰۷۷۰۴
مجموع	–	–	-	–	۱۰/۴۹	۱۶۴۲۳۴۱	–	–	–	–	–	–		۶۵۲۰۳۳۳/۷

جدول ١٢. تعداد خودرو با اضافه بار کلی و تعداد محور مبنای مربوطه طبق مقررات بعد از سال ١٣٩٠

کلاس		نوع خودرو	درصد از کل	درصد هرکلاس با اضافه بار	درصد هرکلاس اضافه بار از کل	تعداد خورو با اضافه بار	متوسط اضافه تناژ	ترکیب بار بدون و با اضافه بار (تن)	ضریب بار هم‌ارز با اضافه بار				اختلاف تعداد محور مبنا
تردد شمار	WIM								محور ١	محور ٢	محور ٣	مجموع	اختلاف
٢	٤	کامیون ٢ محور (نوع٢)	٢/٨	٢٤/٦	٠/٦٩	١٠٧٦٦١/٧	١/٧٩	٢٠=٧+١٣ ٢١/٧٩=٧/٥+١٤/٢٩	٥/٩٢٥ ٨/٦٥١٢	٠/٥٤٨٧ ٠/٧٤٠٤	– –	٦/٤٧٣٧ ٩/٣٩١٦	٢/٩١٧٩ ٤٨٥٢٦٦/٢
٣	٧ ٩	کامیون و تریلر ٣ محور	٧/٣	٢٩/٣	٢/١٤	٣٣٤٣١٧	٤/١٣	٢٨=٧+٢١ ٣٢/١٣=٨+٢٤/١٣	٣/٦٨٢٥ ٦/٢٨٨٧	٠/٥٤٨٧ ٠/٩٣٢١	– –	٤/٢٣١٢ ٧/٢٢٠٨	٢/٩٨٩٦ ١٥٦٥٧٢٩/٢
٥	١٣	تریلی ٥ محور (نوع ٢)	٦/٩	٤٩/٧	٣/٤٣	٥٣٦٠١٠/٧	٥/٣٧	٤٤=٧+٢٠+١٧ ٤٩/٣٧=٧/٥+٢٠/٩٣٥+٢٠/٩٣٥	١/٦٤٨٣٥ ٣/٦٣٩٤	٣/٠٢ ٣/٦٣٩٤	٠/٥٤٨٧ ٠/٧٤٠٤	٥/٢١٧٠٥ ٨/٠١٩٢	٢/٨٠٢١٥ ٢٦٦٨٥١٢/١
مجموع	–	–	–	–	٦/٢٦	٩٧٧٩٨٩	–	–	–	–	–	–	٤٧١٩٥٠٧/٥

٣-٦- تاثیر اضافه بار محوری و تغییر مقررات بر بارگذاری

علاوه بر مسئله کنترل کل بار وسایل نقلیه لازم است توزیع بار مجاز یا بار غیر مجاز روی محوری‌های وسایل نقلیه نیز، کنترل شود. همانطور که در جداول ١١ و ١٢ مشاهده می‌شود توزیع اضافه بار بر روی محورهای وسایل نقلیه به طور یکنواخت‌تری نسبت به حالت بدون اضافه بار، توزیع شده است. زیرا رانندگان در حالت اضافه بار به توزیع مساوی بار روی محورها به علت کاهش فشار بیشتر روی محورهای خودرو، کاهش استهلاک لاستیک‌ها، عملکرد سیستم ترمز و خوابیدگی لاستیک‌ها، حساسیت بیشتری نشان می‌دهند. نکته جالب این است که با توجه به اینکه وزن کشی محور وسایل نقلیه در حالت بار مجاز صورت نمی‌گیرد این تخلف در این نوع وسایل بیشتر مشاهده می‌شود. برای نشان دادن این مسئله، با مرتب سازی داده‌های WIM بر اساس وسایل نقلیه با بار مجاز، اضافه بار محوری آنها استخراج شدند. همانند اضافه تناژها این اضافه بار محوری نیز در کامیون دو محور (نوع٢)، کامیون و تریلر ٣ محور و تریلر ٥ محور (نوع٢) مشاهده می‌شود. بر اساس این اطلاعات ضرایب بار هم‌ارز برای هر محور و هر کلاس محاسبه و با توجه به تعداد خودرو دارای اضافه بار محوری، اختلاف تعداد محورهای هم ارز محاسبه و در جداول ١٣ و ١٤ ارایه شده است. مقادیر اختلاف تعداد محور مبنای بارگذاری شده توسط خودروهای با اضافه بار محوری در قبل تغییر مقررات ١٠٣١٤٨٤/٩ بوده که قابل توجه است. این مقدار که مربوط به اضافه بار محوری و ٢/٢٧ درصد (جدول ١٣) از وسایل می‌باشد، ٦/٤٠ درصد (١٦١٠٦٧٧٤/٠÷١٠٣١٤٨٤/٩، از جدول ٩ و ١٣) از بارگذاری کل را شامل می‌شود که با تغییر مقررات این مقدار ٢/٩٦ درصد (٢٠٦٣٩٣٤٥/١÷٤٧٧٥٢٧/٤، از جدول ١٠ و ١٤) محاسبه می‌شود یعنی ٣/٤٤ درصد (اختلاف دو درصد بیان شده) از اضافه بارگذاری در محاسبه اضافه بار لحاظ نمی‌شود. این بارگذاری اضافه به علت عدم کنترل بارهای محوری بوده که به هیچ وجه در طراحی روسازی لحاظ نشده است.

جدول ١٣. تعداد خودرو با بار مجاز و اضافه بارمحوری و تعداد محور مبنای مربوطه طبق مقررات قبل از سال ١٣٩٠

کلاس		نوع خودرو	درصد از کل	درصد هرکلاس با اضافه بار محوری	درصد هرکلاس اضافه بار از کل	تعداد خورو با اضافه بار	متوسط اضافه تناژ	ترکیب بار بدون و با اضافه بار محوری (تن)	ضریب بار هم‌ارز با اضافه بار				اختلاف تعداد محور مبنا
تردد شمار	WIM								محور ١	محور ٢	محور ٣	مجموع	اختلاف
٢	٤	کامیون ٢ محور (نوع٢)	٢/٨	٧/٦	٠/٢١	٣٣٢٦١/٣	٢/٢	١٩=٦+١٣ ٢١/٢=٦/٥+١٤/٧	٥/٩٢٥ ٩/٦٨٧٧	٠/٢٩٥ ٠/٤٢١٨	– –	٦/٢٢ ١٠/١٠٩٥	٣/٨٨٩٥ ١٢٩٣٦٩/٩
٣	٧ ٩	کامیون و تریلر ٣ محور	٧/٣	١٢/٩	٠/٩٤	١٤٧١٩٠/٨	٣/٨	٢٦=٦+٢٠ ٢٩/٨=٧+٢٢/٨	٣/٠٢ ٥/٠١٢٤	٠/٢٩٥ ٠/٥٤٨٧	– –	٣/٣١٥ ٥/٥٦١١	٢/٢٤٦١ ٣٣٠٦٠٥/٢
٥	١٣	تریلی ٥ محور (نوع ٢)	٦/٩	١٦/١	١/١١	١٧٣٦٣٧/٣	٧/١	٤٠=٦+١٨+١٦ ٤٧/١=٧+٢١/٥+١٨/٦	١/٢٧٥٦ ٢/٣٢٠٧	٢/٠٢١١ ٤/٠١٣٧	٠/٢٩٥ ٠/٥٤٨٧	٣/٥٩١٧ ٦/٨٨٣١	٣/٢٩١٤ ٥٧١٥٠٩/٧
مجموع	–	–	–	–	٢/٢٧	٣٥٤٠٨٩/٤	–	–	–	–	–	–	– ١٠٣١٤٨٤/٩

جدول ١٤. تعداد خودرو با بار مجاز و اضافه بارمحوری و تعداد محور مبنای مربوطه طبق مقررات بعد از سال ١٣٩٠

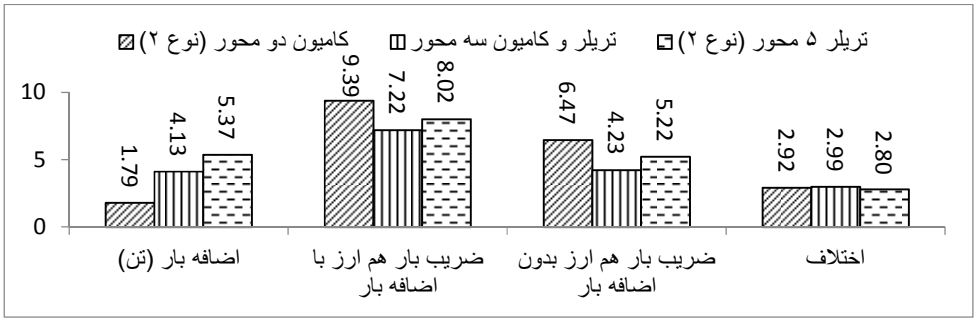
کلاس		نوع خودرو	درصد از کل	درصد هرکلاس با اضافه بار محوری	درصد هرکلاس اضافه بار از کل	تعداد خورو با اضافه بار	متوسط اضافه تناژ	ترکیب بار بدون و با اضافه بار محوری (تن)	ضریب بار هم‌ارز با اضافه بار					اختلاف تعداد محور مبنا
تردد شمار	WIM								محور ١	محور ٢	محور ٣	مجموع	اختلاف	
٢	٤	کامیون ٢ محور (نوع٢)	٢/٨	٤/٩	٠/١٤	٢١٤٤٤/٨	١/٥	٢٠=٧+١٣ ٢١/٥=٧+١٤/٥	٥/٩٢٥ ٩/١٧١٢	٠/٥٤٨٧ ٠/٥٤٨٧	– –	٦/٤٧٣٧ ٩/٧١٩٩	٣/٢٤٦٢	٦٩٦١٤/١
٣	٧ ٩	کامیون و تریلر ٣ محور	٧/٣	٨/١	٠/٥٩	٩٢٤٢٢/١	٢/٥	٢٨=٧+٢١ ٣٠/٥=٧/٥+٢٣	٣/٦٨٢٥ ٥/١٩٠٦	٠/٥٤٨٧ ٠/٧٤٠٤	– –	٤/٢٣١٢ ٥/٩٣١	١/٦٩٩٨	١٥٧٠٩٩/١
٥	١٣	تریلی ٥ محور (نوع ٢)	٦/٩	٩/٥	٠/٦٦	١٠٢٤٥٦/٨	٤/٣	٤٤=٧+٢٠+١٧ ٤٨/٣=٧/٥+٢٢/٥+١٨/٣	١/٦٤٨٣٥ ٢/١٧٠٩	٣/٠٢ ٤/٧٥٣٧	٠/٥٤٨٧ ٠/٧٤٠٤	٥/٢١٧ ٧/٦٦٥	٢/٤٤٨	٢٥٠٨١٤/٢
مجموع	–	–	-	–	١/٣٨	٢١٦٣٢٣/٧	–	–	–	–	–	–	-	٤٧٧٥٢٧/٤

٣-٧- بررسی حساسیت خرابی روسازی به نوع وسایل نقلیه

وسایل نقلیه باربر به دلیل وزن زیاد خسارت زیادی را به روسازی راه‌ها وارد می‌آورند که باعث کاهش نشان خدمت پذیری راه در طول عمر راه می‌شوند. اما حمل بار بیشتر از ظرفیت مجاز هر وسیله نقلیه باربر، سرعت کاهش نشان خدمت‌دهی راه را به‌صورت چشم‌گیری افزایش می‌دهد. نتایج حاصل از این پژوهش حاکی از این است که میزان صدمه وارد شده به راه ناشی از وسایل نقلیه باربر تنها به وزن محموله آن‌ها بستگی ندارد بلکه به نوع وسیله نقلیه (نوع محور، تعداد چرخ و آرایش چرخها) نیز، بستگی دارد. شکل ٤ که براساس اطلاعات جدول ١٢ تهیه شده است نشان می‌دهد خسارت باربرهای دو محوره به روسازی بیشترین مقدار است. به عبارت دیگر حساسیت روسازی به وسایل نقلیه باری دو محور (نوع ٢)، به اضافه بار بسیار بیشتر از کامیونها و تریلرهای ٣ محور و تریلرهای ٥ محور (نوع ٢) است. تریلر(نوع٢)، کامیون و تریلر سه محور با اضافه باری به ترتیب برابر ٣٠٠٪ و ٢٣١٪ کامیون دو محوره، دارای ضریب بار هم‌ارز تقریبا برابر با کامیون دو محوره هستند. این مسئله حساسیت بیشتر کامیون دو محوره را نشان می‌دهد که ناشی از آرایش چرخها و محورهای آن است.

٣-٨- بررسی جرایم وسایل نقلیه با اضافه بار

در ابلاغیه وزارت راه و شهرسازی به شماره ١٠٣٦٤/١٠٠/٠٢ مورخ ١٣٩٥/٠٣/١٢ دستورالعمل نحوه محاسبه هزینه خسارت وارده از طرف وسایل نقلیه با اضافه بار به ازای هر تن-کیلومتر، ارایه شده است (وزارت راه و شهرسازی، ١٣٩٥). در این دستورالعمل محاسبه هزینه خسارت وارده بر اساس نوع محور و تعداد چرخ در هر محور تعیین شده است. علاوه بر این بیان شده اگر وزن محورهای مجاز رعایت شده ولی وسیله نقلیه باری دارای اضافه بار است به ازای هر تن-کیلومتر ٤٠٠٠ ریال هزینه خسارت (صرف نظر از نوع خودرو)، دریافت شود. بر اساس اطلاعات متوسط اضافه بار خودروها و توزیع بار روی محورهای آنها (جدول ١٢) و مقررات بار مجاز محورها در سال ١٣٩٣ (جدول ٣) و دستورالعمل محاسبه هزینه خسارت وارده، مقادیر هزینه خسارت، محاسبه شده و در جدول ١٥ ارایه شده است. در حال حاضر به علت عدم وزن کشی محورها هزینه خسارت براساس کل اضافه بار خودرو دریافت می‌شود و تقریبا بر اساس هر تن-کیلومتر، ١٠٠٠٠ ریال محاسبه می‌شود. همانطور که در جدول ١٥ مشاهده می‌شود این مقدار هیچ تناسبی با مقادیر ابلاغیه نداشته و از طرف دیگر برای تریلر که هیچ اضافه بار محوری ندارد حداکثر هزینه و برای کامیون ٢ محور که بیشترین خسارات (مقایسه ضرایب بار هم‌ارز ارایه شده در جدول ١٢) را به سازه روسازی وارد می‌کند کمترین هزینه خسارت، دریافت می‌شود.



شکل٤. مقایسه ضریب بار هم‌ارز با و بدون اضافه بار برای محورهای دارای اضافه بار

جدول ١٥. هزینه خسارت وارده بر اساس دستورالعمل و مبلغ دریافتی سازمان راهداری

کلاس		نوع خودرو	متوسط اضافه تناژ	ترکیب بار بدون و با اضافه بار (تن)	هزینه خسارت هر محور دارای اضافه بار طبق دستورالعمل (ریال)				هزینه خسارت بر اساس ١٠٠٠٠ ریال به ازای هر تن-کیلومتر
تردد شمار	WIM				محور ١	محور ٢	محور ٣	مجموع یا حداقل	
٢	٤	کامیون ٢ محور (نوع٢)	١/٧٩	٢٠=٧+١٣ ٢١/٧٩=٧/٥+١٤/٢٩	٩١٣٠	٠	–	٩١٣٠	١٧٩٠٠
٣	٧ ٩	کامیون و تریلر ٣ محور	٤/١٣	٢٨=٧+٢١ ٣٢/١٣=٨+٢٤/١٣	١١١٩٠	٠	–	١١١٩٠	٤١٣٠٠
٥	١٣	تریلی ٥ محور (نوع ٢)	٥/٣٧	٤٤=٧+٢٠+١٧ ٤٩/٣٧=٧/٥+٢٠/٩٣٥+٢٠/٩٣٥	٠	٠	٠	٤٠٠٠	٥٣٧٠٠

٤- بررسی وضعیت روسازی دو مسیر تحت مطالعه

سازمان راهداری استان اصفهان در سال ١٣٩٣ گزارش کاملی از وضعیت راه‌های استان ارائه کرده که با شاخص‌های کیفی بیان‌شده است. این شاخص‌های کیفی با استفاده از تعریف محدوده PCI و PSI مطابق جدول ١٦ تهیه شده است (مقدس نژاد، ١٣٧٨).

جدول١٦. شاخص‌های وضعیت روسازی (مقدس نژاد، ١٣٧٨؛ معاونت راهداری، ١٣٩٣)

وضعیت کیفی ازنظر راهداری استان اصفهان	شاخص PCI	شاخص PSI
سالم	١٠٠-٧٦	٥/٠٠-٣/٧٦
خرابی کم	٧٥-٥١	٣/٧٥-٢/٥١
خرابی متوسط	٥٠-٢٦	٢/٥٠-١/٢٦
خرابی شدید	٢٥-٠	١/٢٥-٠/٠٠

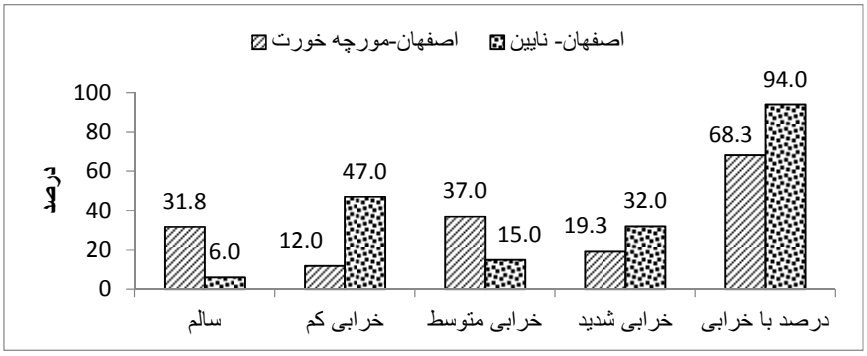
برای درک بهتر هر یک از شاخص‌های کیفی فوق‌الذکر، سازمان حمل‌ونقل و راهداری تعاریف زیر را ارائه نموده است (معاونت راهداری، ١٣٩٣):

١. قطعه سالم: قطعه‌ای که جدیداً بهسازی شده و فاقد هرگونه خرابی اعم از ظاهری یا چشمی... باشند.

٢. قطعه با خرابی کم: خرابی در حد ترک‌خوردگی به مقدار حداکثر ٣٠٪ سطح که می‌توان با عملیات درزگیری نسبت به اصلاح و بهسازی آن اقدام نمود.

٣. قطعه با خرابی متوسط: خرابی موجود در محور علاوه بر ترک‌خوردگی شامل خرابی‌های موضعی با سطوح محدود بوده که می‌توان با عملیات لکه‌گیری (حداکثر ٣٠٪) و درزگیری نسبت به اصلاح و بهسازی آن اقدام نمود.

٤. قطعه با خرابی شدید: سطوح خرابی بیش از ٣٠٪ کل سطح محور بوده و می‌بایست نسبت به بهسازی و اصلاح اساسی و کلی اقدام نمود.



شکل ٥. وضعیت روسازی دو محور تحت مطالعه در سال ١٣٩٣ (معاونت راهداری، ١٣٩٣)

بررسی وضعیت کنونی روسازی در دو محور تحت مطالعه با توجه به اطلاعات قابل دسترس، در شکل ٥ نشان داده شده است. ملاحظه می‌شود که ٩٤ و ٦٨/٣ درصد از مسیرها، دارای وضعیت ناسالم هستند. در بخش‌های قبل وضعیت تغییر مقررات، اضافه بارها و اضافه بارهای محوری در دو مسیر تحت مطالعه نشان داد شده که از آن استنباط می‌شود این وضعیت روسازی پیامد تاثیر پارامترهای فوق و عدم تعمیر، نگهداری و بهسازی کافی، بر خرابی است.

٥- نتیجه‌گیری

هدف از این تحقیق بررسی میدانی نحوه بارگذاری روسازی‌ها و تطابق آن با ضوابط و مقررات و تغییرات آن، با استفاده سامانه‌های هوشمند بوده است. در این راستا از سامانه هوشمند تردد شمار و WIM استفاده شد و تردد وسایل نقلیه و موارد مرتبط با بارگذاری و بهره‌برداری، از اطلاعات بدست آمده، مورد بررسی قرار گرفت. این مطالعه با توجه به حجم داده زیاد و وجود هر دو سیستم هوشمند تردد شمار و WIM و امکان صحت سنجی اطلاعات برای سال ١٣٩٣، بر روی مسیر اصفهان – مورچه‌خورت و اصفهان – نائین صورت پذیرفت و از مفهوم بار هم‌ارز در مراحل پژوهش استفاده شده است. اطلاعات میدانی فوق منجر به نتایج علمی- کاربری بهتری خواهد شد. نتایج حاصل عبارتند از:

الف) محاسبات جدول ٩ و١٠ نشان داد با فرض عدم وجود اضافه بار کلی و محوری، تغییر مقررات منجر به افزایش ٢٨ درصدی بارگذاری روسازی خواهد شد که در طراحی روسازی موجود لحاظ نشده است. بنابراین برای حفظ پایداری مسیر لازم است در خصوص جبران این بارگذاری اضافه، تدابیر مناسب اندیشیده شود. در غیر این صورت نشان خدمت دهی مسیر به شدت کاهش می‌یابد. از جمله راه‌کارها می‌تواند بازنگری طرح روسازی موجود برای بارهای فوق و طرح روکش و یا انجام تعمیر و نگهداری در سطح بالا، باشد. وضعیت کیفیت موجود روسازی مطابق شکل ٥، گواه لزوم تدابیر خاص است.

ب) بررسی اطلاعات WIM نشان داد اضافه بارهای کلی مربوط به کامیون دو محور (نوع٢)، کامیون و تریلر ٣ محور و تریلر ٥ محور (نوع٢) است که جمعا ١٠/٤٩ درصد از کل حجم ترافیک را شامل می‌شوند. تحلیل اطلاعات بدست آمده از جداول ١١ و ١٢ نشان می‌دهد این مقدار خودرو در حالت اضافه بار می‌تواند با مقررات قبل و بعد از سال ١٣٩٠ به ترتیب ٤٠/٥ و ٢٢/٩ درصد از کل ترافیکی را شامل شود که به هیچ وجه در طراحی روسازی لحاظ نشده است و منجر به خسارت جبران ناپذیری در راه خواهد شد، همان گونه که شکل ٥ گواه آن است. از اینجا لزوم کنترل بار وسایل نقلیه و برخورد جدی با آنها برای حفظ سرمایه‌های ملی مشخص می‌شود. در این راستا سامانه‌های هوشمند می‌تواند با دقت مناسب تمام وسایل نقلیه را رصد و گزارش کند.

ج) تحلیل نتایج جدول ١١ و ١٢ نشان می‌دهد تغییر مقررات منجر به کاهش تخلف ٥٩/٥ درصد از خودروها شده است. این به معنی این است که ٥٩/٥ درصد از وسایل نقلیه که در حال تحمیل بار اضافه به روسازی هستند، هیچ جریمه‌ای پرداخت نمی‌کنند و یا به عبارت دیگر خسارت وارد کنندگان به روسازی، در تامین هزینه‌های تعمیر و نگهداری نقشی ندارند. کمبود بودجه و عدم تامین بخشی از هزینه‌ها توسط وسایل نقلیه با اضافه بار، موجب وجود مسیرها با کیفیت سرویس دهی پایین می‌شود (شکل٥).

د) اطلاعات WIM این امکان را فراهم می‌کند که توزیع بار وسایل نقلیه با بار مجاز روی محورهای آنها، ارزیابی شود. جداول ١٣ و ١٤ نشان دادند با فرض رعایت کامل مقررات، خوروهای دارای توزیع نامناسب بار می‌توانند با مقررات قبل و بعد از سال ١٣٩٠، به ترتیب ٦/٤ و ٢/٩٦ درصد از کل بارگذاری را شامل شوند که ٢/٢٧ کل ترافیک بوده و بسیار قابل توجه است و همانند حالت قبل در طراحی روسازی لحاظ نشده است. این مقادیر نشان دهنده لزوم وزن کشی محورها حتی در حالت بار مجاز است و با توجه به مطالب مطرح شده این وزن‌کشی به جزء با استفاده از سامانه هوشمند WIM امکان پذیر نیست که علاوه بر کنترل وزن کلی خودروها وزن محورهای آنها را نیز اندازه گیری و گزارش می‌کنند.

ه) اطلاعات جداول ١١ و ١٢ و شکل ٤ نشان دادند (ضرایب بار هم‌ارز) در حالت اضافه بار و حتی بدون اضافه بار حساسیت خرابی روسازی به نوع وسیله (نوع محور، وزن و آرایش چرخ‌ها) بستگی داشته و در میان وسایل نقلیه، کامیون ٢ محور نوع ٢ از همه اثرات تخریبی بیشتری دارد بطوری که تریلر٥ محور (نوع٢) و کامیون و تریلر سه محور با اضافه باری به ترتیب برابر ٣٠٠٪ و ٢٣١٪ کامیون دو محوره، دارای ضریب بار هم‌ارز تقریباً برابر با کامیون دو محوره هستند. این بدین معنی است که علی‌رغم تصور ظاهری مبنی بر بالا بودن خسارت تریلرها به روسازی راه، خسارت باربرهای دو محور به روسازی بسیار بیشتر است و لزوم کنترل بیشتر آنها را ایجاب می‌کند. نتیجه فوق با پژوهش دمیرچی و همکاران که برای خرابی روسازی‌های بتنی انجام شده بود، تطابق

دارد. بنابراین اگر پلیس راهور و سایر مراجع ذی‌ربط کنترل و حساسیت خود را روی این کلاس از وسایل نقلیه باری معطوف کنند سهم قابل‌توجهی از خسارت‌های روسازی کاهش می‌یابد.

و) جدول ١٥ نشان داد علاوه بر عدم وجود تناسب بین خسارت وارده، جریمه محاسبه شده طبق دستوالعمل، به علت عدم وزن کشی محورها نه تنها با خسارات وارده تطابق ندارد بلکه وسایل با آسیب رسانی بیشتر، کمترین خسارت و وسایل با آسیب رسانی کمتر بیشترین خسارات را پرداخت می‌کنند. این مورد به نوعی عدالت اجتماعی را نیز تحت تاثیر قرار می‌دهد. در اینجا مجددا لزوم استفاده کامل از سیستم‌های هوشمند و کنترل بیشتر کامیون‌های دو محوره محرز می‌شود. مورد دیگر قابل ذکر در خصوص این نوع کامیون این است کل بار مجاز آن با مجموع بار مجاز محورهای آن مساوی بوده در حالی که در سایر باربرها این دو مقدار تفاوت داشته که منجر به کاهش حساسیت توزیع بار روی محورها می‌شود.

ز) مطابق نشریه ٢٣٤ در شرایطی که در هر جهت دو خط عبور وجود داشته باشد، توزیع ترافیک روی خط طراحی ١٠٠-٨٠ درصد ترافیک جهتی است. جدول ٨ که توزیع ترافیک دو مسیر تحت مطالعه را روی خطوط عبوری نشان می‌دهد حاکی از آن است که حداقل ترافیک خط طراحی ٨٠ درصدی، دست بالا می‌باشد زیرا برای ترافیک سنگین، حداکثر این مقدار ٦٦/٦ درصد از داده‌ها میدانی به دست آمده است. پس کیفیت روسازی موجود ناشی از توزیع نامناسب عبور وسایل نقلیه روی خطوط نیست و همانطور که در بخش‌های قبلی مشاهده شد ناشی از تغییر مقررات، اضافه بارهای کلی و اضافه بارهای محوری است.

ح) شکل ٥ نشان می‌دهد روسازهای موجود به علت عدم رسیدگی کافی در شرایط مطلوبی قرار ندارند این در حالی است که وجود سیستم هوشمند و به کارگیری آن در مسیرها می‌تواند به وصول جرایم مربوط به تخلف بار کمک شایانی نموده و منجر به فراهم شدن بخشی از بودجه تعمیر و نگهداری سالانه شود. پس لازم است با توجه به تردد سنگین در محورهای فوق، علاوه بر تعمیر، نگهداری و بهسازی مستمر به کنترل کل بار مجاز وسایل نقلیه و محورهای آنها با سامانه‌های هوشمند اهتمام کرد.

ط) با توجه به مطالعات احدی، میرصدری و همکاران آنها، اضافه بارها در وقوع تصادف نقش مهمی دارند. وجود سیستم‌های هوشمند، به کارگیری و اطلاع رسانی در خصوص آنها، خود عامل باز دارند قوی در رعایت بار مجاز بوده که می‌تواند به افزایش بیشتر ایمنی جاده‌ها منجر شود.

ی) با توجه به چالش‌های بیان شده در بخش‌های قبل و امکانات پیشرفته امروزی قابل دسترس، توصیه می‌شود علاوه بر گسترش سیستم‌های هوشمند در تمام مسیرها، نرم‌افزاری که با سیستم WIM در ارتباط باشد طراحی و جرایم را بر اساس خسارت وارده محاسبه و در اولین ایستگاه پلیس آن را اخذ و یا اقدام به توقف خودرو نمایند. بدین ترتیب هم عمل بازدارند ایجاد می‌شود و هم منبع مالی به روز فراهم می‌شود.

ملاحظه شد که تغییر مقررات مستلزم پیش بینی‌های خاص برای روسازی‌های موجود است. اما آنچه که در بیشتر چالش‌های مطرح شده در این پژوهش قابل تعمق است مربوط به عدم کنترل مناسب بارگذاری راه‌ها در حین بهره‌برداری است. همانطور که ملاحظه و محرز شد لازم است برای کنترل بارگذاری روسازی‌های در حال بهره‌برداری در تمام حالت‌های ممکن، از سیستم‌های هوشمند استفاده شود. در غیر اینصورت علاوه بر وارد شدن خسارت سنگین به روسازی، امکان دریافت هزینه خسارت وارده شده متناسب با خسارت وارده، وجود نخواهد داشت. متاسفانه با وجود دو سیستم هوشمند در دو مسیر تحت مطالعه، بهره‌برداری کافی از آن نمی‌شود که به راحتی می‌توان از آنها برای کنترل بار کلی، بار محورها و تعیین جرایم به صورت عادلانه، استفاده کرد. مخصوصا در مورد خودروهایی که به نظر می‌رسد اضافه بار آنها خرابی کمی ایجاد می‌کنند ولی برعکس است، کنترل قاطع‌تری لحاظ کرد.

٦- سپاسگزاری

بدینوسیله از مدیر عامل و پرسنل محترم سازمان راهداری استان اصفهان و اداره کل راه و شهرسازی استان اصفهان که در انجام این پژوهش یاری رساندند، قدردانی می‌شود.

٧- مراجع

-احدی، م. ر.، صادقی کیا، ع. و امیدوار، ه.، (١٣٨٧)، "بررسی تاثیر اضافه بار وسیله نقلیه باری بر تصادفات جاده ای (مطالعه موردی در استان خراسان رضوی)"، فصلنامه مطالعات مدیریت ترافیک، سال سوم، شماره ١١.

-ادیب فر، ع. ر.، حسن پور، ش. و دیباج، س. م.، (١٣٩١)، "ارزیابی و تحلیل آثار اقتصادی سیستم‌های توزین در حال حرکت"، فصلنامه مطالعات مدیریت ترافیک، سال هفتم، شماره ٢٥.

-پورمعلم، ن. و رضاپور، م.، (١٣٨٨)، "سیستم توزین متحرک وسایل نقلیه سنگین "، دوفصلنامه فناوری حمل و نقل، شماره ١٣.

تن زاده، ج. (١٣٩٢) "طراحی ساختار روسازی راه"، جلد اول، چاپ دوم، انتشارات صانعی، تهران.

-دمیرچی، م.، شفیع پور مرجی، ا.، میرشکاریان بابکی، م. و مهری، م.، (١٣٩٣)، "بررسی اثر اضافه بار بر خرابی‌های روسازی بتنی با استفاده از روش اجزاء محدود"، ششمین کنفرانس ملی سالیانه بتن ایران، تهران، انجمن بتن ایران.

-زیاری، ح. و نوبخت، ش. و بمانا، ک. و خبیری م.، (١٣٨٣)، "تعیین خسارت محورهای سنگین بر روسازیهای آسفالتی"، دومین همایش قیر و آسفالت ایران، تهران.

-سازمان حمل ونقل و پایانه‌های کشور، (١٣٩١)، "سالنامه آماری حمل ونقل جاده‌ای".

-سازمان راهداری و حمل ونقل جاده‌ای، (١٣٩٠)، "اصلاحیه مقررات حمل ونقل بار در راه‌ها".

-سازمان راهداری و حمل ونقل جاده‌ای، (١٣٩٣)، "سالنامه آماری حمل ونقل جاده‌ای".

-صبا، ع.، علیمردان، پ. و اختیاری، ا.، (١٣٩٢)، "سامانه تردد شمار برخط راه‌ها وکاربردهای آن دراقدامات زمستانی مرکز مدیریت راه‌های کشور"، ماهنامه راهبران، شماره ٧١.

-طباطبایی، ا.، (١٣٩٠)، "روسازی راه"، چاپ نوزدهم، مرکز نشر دانشگاهی، تهران.

-فراست، م. و ذکرالهی، م.، (١٣٩٣)، "سیستم توزین در حال حرکت، آیا تکنولوژی مؤثر در ایران است؟"، نخستین همایش سیستم‌های حمل و نقل هوشمند جاده ای، تهران.

-معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رییس جمهور، (١٣٩٠)، "آیین‌نامه روسازی آسفالتی راه‌های ایران. نشریه ٢٣٤"، وزارت راه و شهرسازی، پژوهشکده حمل و نقل، موسسه قیر و آسفالت ایران، تجدید نظر اول.

-معاونت راهداری، (١٣٩٣)، "وضعیت رویه محورهای شریانی کشور"، اداره کل نگهداری راه و ابنیه، معاونت روسازی.

-مقدس نژاد، ف. (١٣٧٨)، "چارچوب سیستم مدیریت روسازی راه‌ها در ایران"، پژوهشکده حمل ونقل وزارت راه و ترابری.

-میرصدری، ز.، بهشتی، ا. ح. و مدقالچی، ع. (١٣٩٠)، "بررسی علل و عوامل بروز تخلف اضافه تناژ در استان زنجان"، دومین کنفرانس ملی تصادفات جاده‌ای، سوانح ریلی و هوایی، زنجان، دانشگاه آزاد اسلامی واحد زنجان.

-وزارت راه و شهرسازی، (١٣٩٥)، "ابلاغیه شماره ١٠٣٦٤/١٠٠/٠٢ به سازمان راهداری و حمل ونقل جاده‌ای، نحوه محاسبه میزان خسارت وارده به جاده‌ها در اثر اضافه بار وسایل نقلیه باربر".

-AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials), (2001), "AASHTO Guide for Design of Pavement Structures", Washington D.C., USA.

-Campbell S. et al., (2009), "Impact of Permitted Trucking on Ohio's Transportation System and Economy", Ohio Department of Transportation, Columbus, OH.

-Dodoo, N.A. and Thorpe, N., (2005), "A new approach for allocating pavement damage between heavy goods vehicles for road-user charging", Transport Policy, Vol. 12, N0. 5, pp. 419-430.

-Hajibabai, L., Bai, Y. and Ouyang Y., (2014), "Joint optimization of freight facility location and pavement infrastructure rehabilitation under network traffic equilibrium", Transportation Research Part B: Methodological, Vol. 63, pp. 38-52.

-Martin, T.C., (2002), "Estimating heavy vehicle road wear costs for bituminous-surfaced arterial roads",

-Salem, H., (2008) "Effect of excess axle weights on pavement life. Emirates Journal for engineering research", Vol. 13, N0. 1, pp. 21-28.

-Soares, R.F., (2008), "A computational model for predicting the effect of tire configuration on asphaltic pavement life", Road Materials and Pavement Design, Vol. 9, N0. 2, pp. 271-289.

-Straus, S.H. and Semmens, J., (2006), "Estimating the cost of overweight vehicle travel on Arizona highways", Arizona Department of Transportation.

-Virginia Transportation Research Council, (2008), "A Review of the Current Overweight Permit Fee Structure in Virginia (HB 1551)". VTRC.

-Yassenn, O.M., et al., (2012), "Axle Load Distribution and Overloading at the Central Part of the North-South Expressway in Malaysia', European Journal of Scientific Research, Vol. 79, N0. 2, pp. 298-309.

Journal of transportation engineering, Vol. 128, N0. 2, pp. 103-110.

-Parry, I.W., (2008), "How should heavy-duty trucks be taxed?", Journal of Urban Economics, 63(2): Vol. 63, N0. 2, pp. 165-668.

-Rakha, H., Katz, B. and Al-Kaisy, A., (2003), "Field evaluation of weigh-in-motion screening on truck weigh station operations", in Intelligent Vehicles Symposium, Proceedings. IEEE.

-Saber, A., Roberts, F.L. and Zhou, X., (2008), "Monitoring System to Determine the Impact of Sugarcane Truck loads on Non-Interstate Bridges", Report No. FHWA/LA.06/418.

Impact of the Amendment of Cargo Transportation Regulations on Damage and Overloads Using Intelligent Systems (Case Study: Isfahan)

M. Aboutalebi Esfahani, Assistant Professor, Faculty of Civil and Transportation, University of Isfahan, Isfahan, Iran.
M. Rezvani, M.Sc. Grad., in Transportation, Faculty of Civil and Transportation, University of Isfahan, Isfahan, Iran.

E-mail: m.aboutalebi.e@eng.ui.ac.ir

Received: September 2019-Accepted: January 2020

ABSTRACT

The need for development and consequently, the demand for cargo capacity increases in the country and the limitations in some cases lead to changes in the relevant regulations. Changes in cargo regulations and increased tonnage due to non-compliance with the design of the existing pavement will cause serious damage to the pavement structures. Therefore, the purpose of this study is to investigate the effects of cargo regulations modification in 1390 and overloads on damages to the roads. Furthermore, it checks the sensitivity of the pavement to the type of overloaded vehicle. Data from intelligent traffic systems and weigh in motion (WIM) installed in the Isfahan- Moorchekhort and Isfahan-Nain have been used. According to the rules of carriage and the relevant regulations, and the classification of cars in the WIM system and their matching with each, other equivalent load factor and the axles of each class are calculated and in the previous and posterior state of the cargo regulations, with allowable load and with overload each axle and overall overload of the vehicle were compared with each other and the damage to the pavement was investigated. The results of this study indicate that the change of regulation has caused irreparable damage to the existing pavement structure and overloads have allocated a significant part of the loading. There is also no correlation between fines, fines imposed according to criteria, and damage caused by vehicles with overload. On the other hand, the failure of the pavement to the truck with two axle's type 2 is most susceptible. Therefore, the use of the WIM system is necessary for controlling loads, and its distribution on the axles, and the change of regulations requires more repair and maintenance costs, which is evidenced by the existing status of the two axles.

Keywords: Freight Regulations, Road Damage, Overload, Vehicle Counter, WIM