(یادداشت پژوهشی)

محاسبه خسارت محورهای فوق‌سنگین در راهها براساس عملکرد عمر روسازی‌های انعطاف‌پذیر

حسن زیاری، استادیار، دانشکدهٔ عمران، دانشگاه علم و صنعت ایران، تهران، ایران
کیوان بمانا، وزارت راه و ترابری، تهران، ایران
E-mail: bemana@rahiran.ir

چکیده

هر ساله بودجه قابل توجهی صرف ساخت و نگهداری شبکه راهها می‌شود و بنابراین لازم است که در استفاده و حفاظت از لایه‌های گرانقیمت آسفالت دقت کافی مبذول شود. یکی از عوامل خرابی روسازی، عبور بارهای سنگین است که کنترلهای لازم در این مورد باید صورت پذیرد. با عبور این بارها از راهها عمر روسازی کاهش یافته و راهها قبل از پایان عمر بهره‌برداری پیش‌بینی‌شده خود خراب می‌شوند. خرابیهای زودرس باعث اعمال هزینه‌های اضافی و پیش‌بینی‌نشده و عدم هماهنگی با برنامه پیش‌بینی‌شده بودجه‌ای برای نگهداری می‌شوند. بنابراین خسارت ناشی از عبور این بارها باید محاسبه شده تا متولیان راه بتوانند این هزینه‌های تحمیلی را از محورهای فوق‌سنگین دریافت کنند. در این تحقیق به منظور تحلیل عملکرد روسازی در مقابل بارهای سنگین از نرم‌افزار تحلیلی kenlayer استفاده شده است و کاهش عمر روسازی بر حسب تعداد عبور مجاز و با توجه به کرنش‌های ناشی از عبور بارهای سنگین و بر اساس روابط انستیتو آسفالت برای خستگی و تغییر شکل دائم محاسبه شده و هزینه معادل این کاهش عمر به عنوان خسارت برای محورهای فوق سنگین عبوری در نظر گرفته شده است.

واژه‌های کلیدی: روسازی انعطاف‌پذیر، کرنش کششی و فشاری، خستگی، شیار شدگی، بار محوری.

۱. مقدمه

حمل و نقل در هر کشوری از پایه‌های مهم اقتصاد به شمار می‌رود و در تولید و ارایه خدمات نقش اساسی را ایفا می‌کند. در بخشهای مختلف حمل و نقل نیز، حمل و نقل جاده‌ای به دلیل انعطاف‌پذیری مطلوب و ویژهٔ خود، متداول‌ترین شیوه حمل و نقل است. در کشور ما علاوه بر خصوصیات یادشده، شرایط جغرافیایی و همچنین ناکافی بودن شبکه ریلی، باعث اهمیت هر چه بیشتر شبکه حمل ونقل جاده‌ای شده است، به طوری که سهم حمل‌ونقل جاده‌ای از کل حجم حمل و نقل بار در کشور حدود

تاریخ دریافت: ۸٤/۱۲/۱۳ – تاریخ پذیرش: ۸۵/۱۲/۲۰

۸۹ درصد و سهم آن در جابه‌جایی مسافر حدود ۹۳ درصد است[۱]. با این تفاسیر مشخص است که شبکه راهها از بخش‌های حیاتی حمل‌ونقل در کشور بوده و با توجه به میزان سرمایه گذاری در احداث شبکه جاده‌ای ضروری است که در نگهداری از این سرمایه عظیم ملی نهایت دقت و جدیت مبذول شود. خرابی راهها، علاوه بر به اتلاف سرمایه فوق، باعث تحمیل هزینه‌های غیر مستقیم دیگر از جمله استهلاک بیشتر وسایل نقلیه، افزایش زمان سفر و تخریب محیط زیست خواهد شد. بنابراین به منظور جلوگیری از خرابی‌های زودرس در روسازی‌ها لازم است از عبور بارهای بسیار سنگین که از عوامل مهم در خرابی زودرس روسازی است، جلوگیری شود. متخلفین نیز باید متعهد به پرداخت خسارتهای وارده بر شبکه راه شوند. برای محاسبه میزان خسارت، لازم است که میزان تخریب ناشی از عبور بارهای سنگین واقع‌بینانه برآورد شود.

۲. مدل انتخابی و روش تحلیل

به دلیل ملاحظات اقتصادی، ضخامت و جنس لایه‌های روسازی متفاوت است. بنابراین در بررسی عملکرد روسازی در مقابل بارهای فوق سنگین از مدلهایی استفاده شده است که در عمل کاربرد دارند. رفتار روسازی کشسان خطی فرض شده است و در بررسی انجام‌شده، سه نوع مقطع مختلف راه برای سه نوع راه ۲خطه، ٤خطه و ٦خطه در نظر گرفته شده و نتایج بررسی و تحلیل آنها مقایسه شده‌اند. شرایط بارگذاری نیز به گونه‌ای بوده که از بارهای سنگین بیش از مقادیر مجاز برای محورهای مختلف استفاده شده است.

۲-۱ مدل هندسی روسازی

مشخصات مدل‌های هندسی روسازی و ضخامت لایه‌های مختلف به همراه خصوصیات هر لایه در جدول ۱ ارایه شده است[3].

۲-۲ مدل بارگذاری

در بارگذاری استفاده شده در این تحقیق از بارهای بیش ازمقدار مجاز آیین نامه بارهای مجاز روسازی در ایران استفاده شده است. فاصله بین محورها و همچنین فاصله چرخها در محورهای عبوری متفاوتند که مقادیر در نظر گرفته شده و سایر مشخصات بارگذاری برای بارهای مجاز در جدول ۲ آمده است. فشار سطح تماس برای تمام بارها برابر ۸۵ پوند بر اینچ مربع در نظر گرفته شده است و بنابراین با تغییر مقدار بار، شعاع تماس تغییر می‌کند و فشار ثابت است. برای محورهای دارای بار محوری بیش از مقادیر مجاز نیز، فواصل چرخها و محورها و فشار تماس برابر مقادیر جدول ۲ در نظر گرفته شده است و با افزایش بار محوری، شعاع تماس تغییر می‌کند[4].

جدول۱. روسازی مورد استفاده در تحلیل (H ضخامت(Inch)، E مدول کشسانی (psi) و v ضریب پواسن)

نوع راه	لایهٔ آسفالتی	اساس	زیراساس	خاک بستر
۲ خطه	H=٤ E=٤٠٠٠٠٠ v=/٣٥	H=٦ E=٥٠٠٠٠ v=/٣	H=١٠ E=٢٠٠٠٠ v=/٣	E=٧٥٠٠ v=/٤٥
٤ خطه	H=٥ E=٤٠٠٠٠٠ v=/٣٥	H=٨ E=٥٠٠٠٠ v=/٣	H=١٢ E=٢٠٠٠٠ v=/٣	E=٧٥٠٠ v=/٤٥
٦ خطه	H=٦ E=٤٠٠٠٠٠ v=/٣٥	H=١٠ E=٥٠٠٠٠ v=/٣	H=١٤ E=٢٠٠٠٠ v=/٣	E=٧٥٠٠ v=/٤٥

جدول ۲. مشخصات بارهای مجاز مورد استفاده در تحلیل

نوع محور	بار مجاز (ton)	فاصلهٔ محورها (cm)	فاصلهٔ چرخها (cm)	فشار تماس (psi)
منفرد	۱۳	-	۳۵	۸۵
مرکب	۲۰	۱٤۰	۳۵	۸۵

۲-۳ مدل تعیین عمر و معیار خرابی روسازی

شاخص تعیین عمر روسازی در این تحقیق، تعداد محورهایی است که در طول عمر روسازی می‌توانند از راه عبور کنند. این تعداد عبور از روی دو شاخص خستگی لایه آسفالتی و گودافتادگی مسیر چرخ تعیین می‌شوند.

برای محاسبه این دو مقدار، مؤسسات مختلف روابطی پیشنهاد کرده‌اند که در این تحقیق از روابط انستیتو آسفالت برای محاسبهٔ تعداد عبور مجاز بارهای محوری استفاده می‌شود. روابط ۱۰ و ۱۱ تعداد محورهای عبوری مجاز را به ترتیب برای جلوگیری از

ایجاد ترک خستگی در لایه آسفالتی و محدود کردن «شیار شدگی مسیر چرخ» در روسازی را ارایه می‌کنند و مقدار کمتر به دست آمده ازدو رابطهٔ فوق به عنوان تعداد عبور مجاز در نظر گرفته می‌شود. در این تحقیق در بعضی حالات و با بارهای مختلف یکی از دو رابطه فوق تعیین کننده بودند که در اکثر اوقات معیار کنترل کننده در تعیین تعداد محورهای عبوری مجاز، معیار کرنش فشاری روی خاک بستر و یا «شیارشدگی مسیر چرخ» بوده است.

روابط انستیتو آسفالت برای محاسبهٔ عمر روسازی:

$$N_f = 0.0796\times(\varepsilon_r)^{-3.291}(E_1)^{-0.854} \qquad (۱۰)$$

$$N_d = 1.365\times(\varepsilon_c)^{-4.477} \qquad (۱۱)$$

در این روابط N_f، تعداد تکرار مجاز بارگذاری برای جلوگیری از خستگی، N_d، تعداد تکرار مجاز بارگذاری برای محدود کردن «گود افتادگی مسیر چرخ»، ε_r، کرنش کششی زیر لایه آسفالتی، ε_c، کرنش فشاری روی خاک بستر و E_1، مدول الاسیسیته لایه آسفالتی است.

۳. قیمت‌گذاری راه

قیمت‌های درنظرگرفته شده در این تحقیق، برای یک کیلومتر راه محاسبه شده‌اند. هزینه احداث یک کیلومتر راه در نقاط مختلف با توجه به عملیات مختلف از جمله تونل، پل و سایر ابنیه فنی و همچنین منطقه احداث راه و نوع منطقه از نظر وضعیت توپوگرافی و همچنین نوع و اهمیت راه متفاوت است.

اگر قیمت راههای ۲ خطه، ٤ خطه و ٦ خطه به نرخ امروز محاسبه شود، هزینه ساخت یک کیلومتر راه برای هر یک از این نوع راهها مطابق جدول ۳ در نظر گرفته می‌شود.

جدول۳. هزینهٔ متوسط احداث یک کیلومتر راه

(واحد: میلیون ریال)[۱]

نوع راه	هزینهٔ متوسط احداث یک کیلومتر راه
آزاد راه	٦۰۰۰
بزرگراه	۳۰۰۰
راه دوخطه	۱۰۰۰

۳-۱ برآورد ترافیک طرح

با استفاده از جدول آشتو برای ضرایب ترافیک خط طرح که در جدول ٤ آمده است و با فرض اینکه ضریب توزیع جهتی برابر ٪ ۵۰ فرض شود، تعداد کل محور عبوری که از خط طرح عبور خواهند کرد، برابر است با [5]:

الف- راههای دو خطه: $W_D = ٪۵۰ \times ٪۱۰۰ w_T = ۰/۵\ w_T$

ب- راههای چهار خطه: $W_D = ٪۵۰ \times ٪۹۰ w_T = ۰/٤۵\ w_T$

ج- راههای شش خطه: $W_D = ٪۵۰ \times ٪۷۰ w_T = ۰/۳۵\ w_T$

W_D، ترافیک عبوری از خط طرح و w_T، کل ترافیک عبوری از راه است.

جدول٤. ضرایب توزیع ترافیک در خط طرح بر حسب تعداد خط عبور در هر جهت

تعداد خط عبور در هر جهت	۱	۲	۳	٤
ضریب توزیع ترافیک در خط طرح	۱۰۰	۸۰-۱۰۰	٦۰-۸۰	۵۰-۷۵

٤. تعیین مدل اخذ خسارت

اگر ضرایب توزیع ترافیک محور طرح در راههای ٤ خطه و ٦ خطه به ترتیب برابر ۹۰ درصد و ۷۰ درصد در نظر گرفته شوند، با توجه به W_D محاسبه‌شده برای راههای دوخطه، چهارخطه و شش‌خطه، در راههای دو خطه ٪۵۰ قیمت راه از محورهای مجاز عبوری محاسبه شده اخذ می‌شود و این مقادیر در راههای ٤خطه و ٦ خطه به ترتیب برابر با ٪٤۵ و ٪۳۵ قیمت راه خواهد بود، زیرا بقیه محورهای عبوری نیز از بقیه باندهای راه می‌گذرند و بنابراین کل هزینه راه را باید از کل محورهای عبوری راه اخذ کرد، نه از محورهای عبوری از محور طرح.

٤-۱ راههای دو خطه

میزان بارهای مجاز عبوری برای بار مجاز ۲۰ تن در محورهای مرکب و ۱۳ تن برای محورهای منفرد محاسبه می‌شود و قیمت محاسبه شده را بر تعداد این محورها تقسیم می‌کنیم تا هزینه عبور هر محور به دست آید، در این حالت:

قیمت راه (تومان) = ٪۵۰ × (۱۰۰.۰۰۰.۰۰۰) = ۵۰.۰۰۰.۰۰۰

اگر تعداد عبور مجاز از روابط انستیتو آسفالت که قبلاً ذکر شد محاسبه شود، خواهیم داشت:

(از روابط ۱۰ و ۱۱)

٦۱۱۱٤۰ = تعداد محور مرکب عبوری مجاز ۲۰ تن

(از روابط ۱۰ و ۱۱)

۲۳۸۳۲۰ = تعداد محور منفرد عبوری مجاز ۱۳ تن

در نتیجه هزینه هر بار عبور محورهای مجاز فوق از تقسیم هزینه ساخت راه بر تعداد عبور مجاز به ترتیب برابر با ۸۲۰ و ۲۱۰۰ ریال به دست می‌آید. برای بارهای سنگین‌تر نیز به همین منوال عمل می‌کنیم و مقادیر به دست خواهند آمد. سپس با احتساب این نکته که از محورهای مجاز هیچ هزینه‌ای دریافت نمی‌شود، میزان هزینه اضافی و یا خسارت بارهای سنگین‌تر را از کسر هزینه بارهای مذکور محاسبه می‌کنیم. به عنوان مثال برای بار ۲۱ تن محور مرکب داریم:

(از روابط ۱۰ و ۱۱) ۵۱۰۲۰۰= تعداد عبور مجاز محور ۲۱ تن

= هزینه هر بار عبور محور ۲۱ تن

ریال ۹۸۰ = (۵۱۰.۲۰۰/ ۵۰۰.۰۰۰.۰۰۰)

ریال ۱٦۰= ۸۲۰– ۹۸۰= میزان خسارت محور ۲۱ تن برای سایر بارها نیز خسارت به همین روش محاسبه می‌شودکه نتایج‌آن در جداول ۵ و٦ آمده است.

٤-۲ راههای چهارخطه (بزرگراهها)

همانند حالت قبل قیمت راه برای محاسبهٔ خسارت حساب می‌شود:

۱۳۵.۰۰۰.۰۰۰ = (۳۰۰.۰۰۰.۰۰۰) × ٪٤۵ = قیمت راه (تومان)

اگر تعداد عبور مجاز از روابط انستیتو آسفالت که قبلاً ذکر شد محاسبه شود، خواهیم داشت:

(از روابط ۱۰ و ۱۱)

۲۰۰۵۷۰۰ = تعداد محور مرکب عبوری مجاز ۲۰ تن

(از روابط ۱۰ و ۱۱)

۱۰۷٦۷۰۰= تعداد محور منفرد عبوری مجاز ۱۳ تن

در نتیجه هزینه هربار عبور محورهای مجاز فوق از تقسیم هزینه ساخت راه بر تعداد عبور مجاز به ترتیب برابر با ٦۷۰ و ۱۲۵۰ ریال به دست می‌آید. برای بارهای سنگین‌تر نیز به همین روش عمل می‌کنیم و میزان خسارت مانند روش قبل محاسبه می‌شود. میزان خسارت برای بارهای مختلف در جداول ۷ و ۸ آمده است.

جدول ۵. نتایج محور منفرد در راه دوخطه

وزن محور(تن)	تعداد عبور مجاز	هزینه (ریال)	خسارت (ریال)
۱۳	۲۳۸۳۲۰	۲۱۰۰	۰
۱٤	۱۷۷۰۲۰	۲۸۲۰	۷۲۰
۱۵	۱۳۱۰۹۰	۳۸۱۰	۱۷۱۰
۱٦	۹۹۷٤٦	۵۰۱۰	۲۹۱۰
۱۷	۷۷۰۲۲	٦٤۹۰	٤۳۹۰
۱۸	٦۰۱۲۷	۸۳۲۰	٦۲۲۰
۱۹	٤٤۵٦۲	۱۱۲۲۰	۹۱۲۰
۲۰	۳٤۱۳۷	۱٤٦۵۰	۱۲۵۵۰

جدول ٦. نتایج محور مرکب در راه دوخطه

وزن محور(تن)	تعداد عبور مجاز	هزینه (ریال)	خسارت (ریال)
۲۰	٦۱۱۱٤۰	۸۲۰	۰
۲۱	۵۱۰۲۰۰	۹۸۰	۱٦۰
۲۲	٤۰۰۰۰۰	۱۲۵۰	٤۳۰
۲۳	۳۳۲٤۳۰	۱۵۰۰	٦۸۰
۲٤	۲۷۳۲۰۰	۱۸۳۰	۱۰۱۰
۲۵	۲۳۰٤۰۰	۲۱۷۰	۱۳۵۰
۲٦	۱۸۹٤۰۰	۲٦٤۰	۱۸۲۰
۲۷	۱٦۲۳۰۰	۳۰۸۰	۲۲٦۰
۲۸	۱۳٤۸۰۰	۳۷۱۰	۲۸۹۰
۲۹	۱۰٦۸۰۰	٤٦۸۰	۳۸٦۰
۳۰	۸٦۷۰۰	۵۷۷۰	٤۹۵۰

جدول۷. نتایج محور منفرد در راه چهارخطه

وزن محور(تن)	تعداد عبور مجاز	هزینه (ریال)	خسارت (ریال)
۱۳	۱۰۷٦۷۰۰	۱۲۵۰	۰
۱٤	۷۷٤۰۸۰	۱۷٤۰	٤۹۰
۱۵	۵۷۲٤٦۰	۲۳٦۰	۱۱۱۰
۱٦	٤۳٤٤۱۰	۳۱۱۰	۱۸٦۰
۱۷	۳۳۲٦۵۰	٤۰٦۰	۲۸۱۰
۱۸	۲٦٤۵٦۰	۵۱۰۰	۳۸۵۰
۱۹	۱۹۸۵۷۰	٦۸۰۰	۵۵۵۰
۲۰	۱٤۷٤۹۰	۹۱۵۰	۷۹۰۰

جدول ۸. نتایج محور مرکب در راه چهارخطه

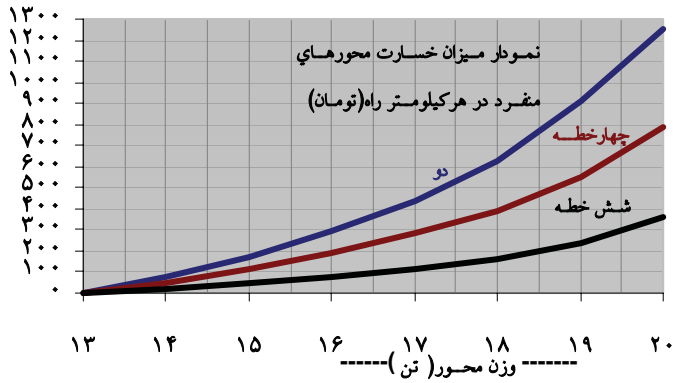
وزن محور(تن)	تعداد عبور مجاز	هزینه (ریال)	خسارت (ریال)
۲۰	۲۰۰۵۷۰۰	٦۷۰	۰
۲۱	۱۷۹۱۳۰۰	۷۵۰	۸۰
۲۲	۱۵۵۸٤۵۰	۸۷۰	۲۰۰
۲۳	۱۳٦۳٦۰۰	۹۹۰	۳۲۰
۲٤	۱۱۵۳۸۰۰	۱۱۷۰	۵۰۰
۲۵	۹۹۱۷۰۰	۱۳٦۰	٦۹۰
۲٦	۸٤۵۱۰۰	۱٦۰۰	۹۳۰
۲۷	٦۹۷۷۰۰	۱۹۳۰	۱۲٦۰
۲۸	۵۷٦۹۰۰	۲۳٤۰	۱٦۷۰
۲۹	٤٦۵۱۰۰	۲۹۰۰	۲۲۳۰
۳۰	۳۳۷۱۰۰	٤۰۰۰	۳۳۳۰

جدول ۹. نتایج محور منفرد در راه شش‌خطه

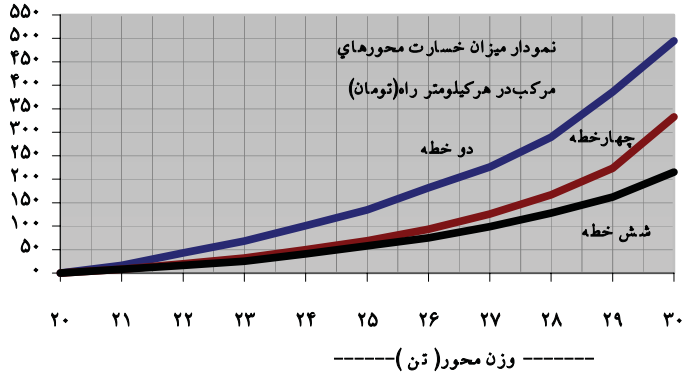
وزن محور (تن)	تعداد عبور مجاز	هزینه (ریال)	خسارت (ریال)
۲۰	۳۱۲۰۳۰۰	٦۷۰	۰
۲۱	۲۸۱۲۵۰۰	۷۵۰	۸۰
۲۲	۲۵۳۵۲۰۰	۸۳۰	۱٦۰
۲۳	۲۲۷۸۵۰۰	۹۲۰	۲۵۰
۲٤	۱۹۳۵۵۰۰	۱۰۸۰	٤۱۰
۲۵	۱٦۸۲۲۵۰	۱۲۵۰	۵۸۰
۲٦	۱٤۷۵٤۰۰	۱٤۲۰	۷۵۰
۲۷	۱۲٦۷٦۰۰	۱٦٦۰	۹۹۰
۲۸	۱۰۷۷۸۰۰	۱۹۵۰	۱۲۸۰
۲۹	۹۱۸۳۰۰	۲۲۹۰	۱٦۲۰
۳۰	۷٤۳۸۰۰	۲۸۲۰	۲۱۵۰

جدول۱۰. نتایج محور مرکب در راه شش خطه

وزن	تعداد عبور	هزینه	خسارت(ریال)
۱۳	۱٤٥٥٨۰۰	۱٤٤۰	۰
۱٤	۱۲۷۸۰۰۰	۱٦٤۰	۲۰۰
۱٥	۱۰۹٥٥۰۰	۱۹۲۰	٤۸۰
۱٦	۹٥٥٦۰۰	۲۲۰۰	۷٦۰
۱۷	۸۱۹٥۷۰	۲٥٦۰	۱۱۲۰
۱۸	٦۹۸٤٦۰	۳۰۱۰	۱٥۷۰
۱۹	٥٤۹۷۹۰	۳۸۲۰	۲۳۸۰
۲۰	٤۱٤۰٥۰	٥۰۷۰	۳٦۳۰



شکل۱. میزان خسارت در محورهای منفرد



شکل۲. میزان خسارت در محورهای مرکب

مقادیر خسارت محورهای مرکب و منفرد در راههای ۲ ،٤ و٦ خطه در شکل‌های ۱و ۲ ارایه شده است.

۵. نتایج

نتایج حاصل از این تحقیق نشان می‌دهند که هرچه جسم راه ضعیف‌تر باشد، اثر مخرب محورهای سنگین بر راه بیشتر خواهد بود. شاید در نگاه اول این‌گونه به نظر می‌رسد که هزینهٔ عبور بارهای سنگین از بزرگراهها و آزادراهها بیش از راههای دوخطه باشد، ولی در عمل این چنین نیست.

مطابق مطالعاتی که در آمریکا و کانادا انجام شده است، هزینه‌های محورهای عبوری در محورهای با ترافیک کمتر (و بالطبع با روسازی ضعیف‌تر) ممکن است تا چندین برابر هزینه‌ها در راههای قوی‌تر باشد[6].

در نتیجه می‌توان گفت که اگر محورهای سنگین از بزرگراهها و آزادراهها عبور کنند، خسارت کمتری به روسازی وارد شده و از لحاظ اقتصادی باصرفه‌تر خواهد بود.

٦. مراجع

۱. علیخانی، محمداسماعیل (۱۳۸۱) "خودکفایی بخش حمل‌ونقل"، نشریهٔ جاده، شماره٤٦، پاییز ۸۱، ص. ۵۳-٤۵.

2. Huang, Yang H. (1993) "Pavement analysis and design", New York: Prentice – Hall , pp.735-752

3. Suleiman, Nabil and Varma, Amiy (2002) "Methodology to assess impacts of alternative truck configurations on flexible highway pavement systems", Transportation Research Record, 1809, pp.148-159.

4. Zhang, Zhanmin Leidy, Joseph.P. (2000) "Impact of changing traffic characteristics and environmental conditions on flexible pavements", Transportation Research Record, 1730, pp.125-131.

5. AASHTO (1989) "AASHTO guide for design of pavement structures", Vol. 2, Washington D.C: AASHTO, pp. H1-H10.

6. Federal Highway Administration (2000) "Comprehensive truck weight and size (TS&W)", Vol. 2, Chapter 6. USA: Federal highway Administration.

Research Note:

Calculation of the Damages on Ultra Heavy Loads on Road Networks on the Basis of Service Life Performance of Flexible Pavements

H. Ziari, Assistant Professor, Department of Civil Engineering, Iran University of Science and Technology, Tehran, Iran.
K. Bemana, M. SC. Graduate, Department Civil Engineering, Iran University of Science and Technology, Tehran, Iran.
E-mail: bemana@rahiran.ir

ABSTRACT
Every year, a considerable amount of money is spent on construction and maintenance of road networks. In this regard, enough care should be taken in the utilization and protection of expensive asphalt layers. One of the main causes of pavement deterioration is heavy wheel loads, which unfortunately occur very frequently in Iran. These loads reduce pavement life and result in the pavement deterioration before their predicted useful life. The damage caused by these wheel loads must be calculated so that the road authorities could compensate for imposed costs.
In this study, KENLAYER software is used for analysis of pavement behavior against heavy loads. Moreover the reduction of pavement design life for each load is calculated based on allowable repetition of each load and according to Asphalt Institute criteria for fatigue and rutting strains. Finally, the equal amount of expense for each load is calculated based on the reduction of allowable repetition. Results of this research show that the weaker the body of the road, the more destructive will be the effects of heavy axes on the road. It may seem that the cost of heavy loads in freeways and expressways is more than costs of two way roads but it is not practically like this. According to some studies in USA and Canada, the costs of passing axes on low traffic roads (and naturally on roads with weaker pavements) may be so much higher than the costs in stronger roads. Therefore it may be claimed that when heavy loads pass through expressways and freeways less damagers would occur to the pavements.

Keywords: Flexible pavements, road networks, damages, Kenlayer.