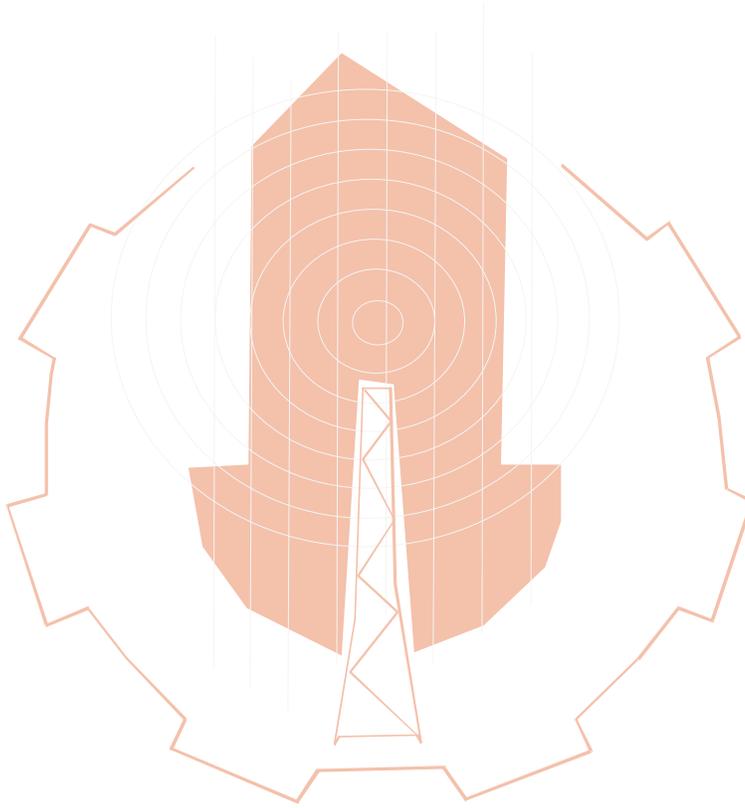




# مجلة البحوث الهندسية



مُحَكَّمة تصدر نصف سنوياً عن كلية الهندسة - جامعة طرابلس



العدد الواحد والثلاثون (31) مارس (2021)



## Contents

## المحتويات

### الأوراق البحثية باللغة العربية

- 1- دراسة عامة حول استخدام القوالب النسيجية في صب الخرسانة  
حكيم عبد القادر السموعي وعلي سعيد البادن وماجر محمد أبوصلاح  
1
- 2- الاحمال المحورية وضغط الاطار لمركبات النقل بالطريق الساحلي قطاع (طرابلس - مصراته)  
محمد الشتوي بن عمر وعبد الحكيم علي الشماح  
16

### Research Papers in English

- 1- Influence of Fine Aggregate Type and Content on the Properties of Grout For Two-Stage Concrete  
*Manal F. Najjar, Enas A. Elmusrati, Amal M. El-khoja, and Abdurrahman A. Elgalhud*  
1
- 2- Influence of Polypropylene Fiber on Plastic Shrinkage Cracks of Concrete  
*Ashraf Abdalkader and Omer Elzaroug*  
13
- 3- Production of Siloxane Oils from Octamethylcyclo-Tetrasiloxane Using Equilibrium Ring Opining Reaction  
*Abduelmaged Abdouallah, Omar Algeidi, Omar Sultan, Mohamed A. Ibrahim*  
25
- 4- The Effect of the Submerged Arc Welding Variables on Bead Geometry of Mild Steel Using Regression Analysis Technique  
*Abdulbaset A. Frefer and Al-Sonosi M. Abohusina*  
35
- 5- Simulation of Si Engine Performance and NOx Emissions  
*Abdorouf M. Naas, Fatima M. Ellafi, and Salem A. Farhat*  
51
- 6- Thermoeconomic Analysis of Alkhoms Steam Power Plant at Different Operating Loads  
*Haitham M. Elhejaji and Giuma M. Fellah*  
71

# الاحمال المحورية وضغط الاطار لمركبات النقل بالطريق الساحلي قطاع (طرابلس - مصراته)

محمد الشتيوي بن عمرو عبد الحكيم علي الشماح

قسم الهندسة المدنية كلية الهندسة جامعة طرابلس

E-mail: m.benomar49@gmail.com

## ABSTRACT

Generally, there is an increase in traffic volumes and trucks sizes and weights all over the world, especially in the last decade which contributed to the early deterioration of road networks. To know the size of the excessive axle loads and tire pressure of truck traffic on the Libyan coastal highway, axle weight and tire pressure surveys were performed in two locations near the city of Al-Khums according to Road Note 40 TRRL procedure. The excess percentages in axle weights are: the single axles are 208% over the standard loads, and 153% over the legal loads and the tandem axle loads are 288% over the standard loads, and 187% over the legal loads, whereas the tri-deme axle loads are 110% over the standard loads, and 50% over the legal loads. The excess percentages in tire pressures are 157% over the standard value of 70 psi, and 80% over the legal value of 100 psi. The calculated average real truck damage factor is 28, and it could be reduced to 4.25 if the truck overloading is controlled.

## الملخص

بصورة عامة، هناك زيادة في الأحجام المرورية (Traffic volumes) وكذلك أحجام وأوزان مركبات النقل (الشاحنات) في معظم دول العالم وخاصة في العقد الأخير والذي بدوره ساهم في الإنهيار المبكر لشبكات الطرق مما يستوجب ضبط الحمولات الزائدة لمركبات النقل. ولمعرفة حجم الزيادة في الأحمال المحورية وضغط الإطارات لمركبات النقل بالطريق الساحلي قطاع (طرابلس - مصراته) تم إجراء مسح للأحمال المحورية وضغط الإطارات في موقعين يتوسطان هذا القطاع (بوابة كعام - مدخل مسلاته) قرب مدينة الخمس وفق منهجية دليل مسح الأحمال المحورية بالدول النامية (Road Note 40 TRRL). من خلال تحليل البيانات المجمعة ومقارنتها بالأحمال المحورية القياسية والقانونية تبين أن الزيادة في الأحمال المحورية الفردية تصل إلى 208% مقارنة بالأحمال القياسية و 153% مقارنة بالأحمال القانونية، بينما وصلت الزيادة للأحمال المحورية الثنائية إلى 288% مقارنة بالأحمال القياسية و 187% مقارنة بالأحمال القانونية، أما بالنسبة للمحاور الثلاثية فقد وصلت الزيادة في حمل المحور إلى 110% مقارنة بالأحمال القياسية و 50% مقارنة بالأحمال القانونية. أما الزيادة في ضغط الإطارات وصلت إلى 80% مقارنة بالقيمة القانونية (100 psi). ووصلت الزيادة في ضغط الإطارات إلى 157% مقارنة بالقيمة القياسية (70 psi). وخلاصة هذا المسح أن متوسط معامل الضرر الفعلي لجميع مركبات النقل هو 28. وفي حالة تم ضبط الحمولات الزائدة لمركبات النقل فإن متوسط معامل الضرر ينخفض إلى 4.25.

**الكلمات المفتاحية:** حمل المحور؛ ضغط الإطارات؛ معامل الضرر لمركبة النقل؛ حمل المحور المفرد المكافئ.

## المقدمة

إدارات الطرق الحكومية، وشركات تصميم وتنفيذ الطرق، تحتاج إلى معلومات واقعية ودقيقة عن حجم حركة مركبات النقل وتوزيع الأحمال المحورية وضغط الإطار لمركبات النقل، حتى تتمكن هذه المؤسسات من التنبؤ بتوزيع وحجم الأحمال المحورية خلال العمر التصميمي للطرق، علماً بأن من أهم العوامل الرئيسية لتدهور وإنهيار الرصف هما الأحمال المحورية الزائدة وضغط الإطار [1]. إن أهمية المعلومات الواقعية والدقيقة عن توزيع الأحمال المحورية في تصميم الطرق الجديدة أو تقوية الطرق القائمة، واضحة جداً من خلال الفرضية المعتمدة ومعمول بها في معظم الهيئات الهندسية الدولية المعتبرة، وهي أن درجة الضرر الذي يصيب الرصف بسبب الحمل المحوري يتناسب مع القوة الرابعة لحمل المحور [2]، والمعادلة التالية توضح قانون القوة الرابعة:

$$\text{المعامل المكافئ لحمل المحور} = (\text{حمل المحور الفعلي} / \text{حمل المحور القياسي})^4 \dots \dots \dots (1)$$

## أهداف الدراسة

الهدف العام من هذه الدراسة هو معرفة الأحمال الواقعية والدقيقة بالطريق الساحلي قطاع (بوابة كعام - مدخل مسلاته) لغرض إعادة تأهيله. بإتباع المنهجية الموضحة في دليل مسح الأحمال المحورية بالدول النامية باستخدام الموازين المحمولة [3] (Road note 40 TRRL). هذه المنهجية توضح الخطوط الإرشادية من النواحي النظرية والتطبيقية للقيام بمسح الأحمال المحورية وعرض وتحليل البيانات وفق الاصول المهنية في هذا المجال. تضمنت دراسة مسح الأحمال المحورية وضغط الإطار عن خمسة نشاطات رئيسية وهي:

1. متطلبات إجراء مسح الأحمال المحورية وضغط الإطار.
2. إختيار مواقع إجراء مسح الأحمال المحورية وضغط الإطار.
3. إجراء التدريبات الأولية عن مسح الأحمال المحورية وضغط الإطار.
4. إجراء المسح الميداني للأحمال المحورية وضغط الإطار.
5. عرض وتحليل النتائج.

## متطلبات إجراء مسح الأحمال المحورية وضغط الإطار

### أولاً: العناصر البشرية:

1. عناصر شرطة مرور يتولون توجيه كل رابع مركبة نقل الى موقع الوزن
2. مهندسين يتولون قياس وتسجيل وزن المحاور وضغط الإطار والمسافة بين المحاور الثنائية والثلاثية ونوع الحمولة.

### ثانياً: المعدات والأدوات:

- عدد 2 ميزان لاسلكي محمول نوع (WWSRF) إيطالية الصنع كما بالشكل (1)، وأبعاد مساحة سطح الوزن لكل ميزان 750 x 561 ملم، ويتميز الميزان بسهولة النقل والمناولة، ويوجد مع كل منهما مطع ومنحدر لتسهيل صعود العجلات ونزولها بدون التسبب في ضرر الميزان كما بالشكل (1)، ويوجد مع الموازين جهاز إلكتروني محفوظ في شنطة لحمايته يعطي نتيجة وزن المحاور لمركبة النقل.
- جهاز لقياس ضغط الإطار كما بالشكل (2).
- شريط لقياس المسافة بين المحاور الثنائية والثلاثية.
- سترات عاكسة.
- جداول لتسجيل البيانات.

- آلة تصوير .
- كرسي + طاولة + مظلة.



الشكل 1: الموازين وملحقاتها



الشكل 2: جهاز قياس ضغط الإطار

### إختيار مواقع إجراء المسح

يعتمد نجاح مسح الأحمال المحورية بشكل كبير على إختيار الموقع المناسب لإجراء المسح بسهولة وأمان. يجب أن يكون موقع مس الاحمال المحورية على قطاع مستقيم من الطريق حتى تتوفر الرؤيا الجيدة وتتمكن المركبة من تخفيض سرعتها والوقوف. كما يجب أن يكون الموقع على جانب الطريق، ويفضل أن يكون مستوي ومرصوف، وبطول يزيد عن ضعف طول مركبة نقل بمقطورة.

قام الفريق الفني بعدة زيارات لمسار الطريق بين بوابة مسلاته وبوابة كعام في الإتجاهين لتحديد المواقع المناسبة لإجراء المسح وفق الشروط المذكورة أعلاه، وقد وقع الإختيار على موقعين يتوسطان القطاع قرب مدينة الخمس تتوفر فيهما الشروط، أحدهما في الإتجاه غرباً وهو مصحة شفاء المدينة، والآخر في الاتجاه شرقاً وهو محطة وقود الإشارة الضوئية لبددة. ويوضح الشكل (3) أماكن الموقعين اللذين نفذت عندها أعمال مسح الأحمال المحورية وضغط الإطار.

### القيام بالتجربة التدريبية

حتى لا تحصل أخطاء غير متوقعة، قام الفريق الفني بإجراء تجربة تدريبية يوم الأحد 2019/9/15م بالموقعين لغرض التأكد من ملائمة الموقعين ومن عمل الموازين وتصميم النموذج المناسب لتسجيل البيانات، وكانت النتيجة أن الموقعين مناسبين جداً لهذا الغرض، وان أفضل نموذج لتسجيل البيانات هو الجدول (1).

### إجراء المسح الميداني للأحمال المحورية وضغط الإطار

بعد التنسيق مع شرطة المرور وأصحاب المواقع تم تحديد أيام الاثنين والثلاثاء الموافق 16 و 17/9/2019م للقيام بمسح الأحمال المحورية وضغط الإطار بالموقعين، بحيث يتم المسح لمدة 8 ساعات يومياً. تم إجراء المسح في اليوم الأول بموقع مصحة شفاء المدينة للخدمات الطبية قبل الإشارة الضوئية لبددة في الإتجاه إلى الغرب من الساعة التاسعة صباحاً إلى الساعة الخامسة مساءً. يوضح الشكل (4) طريقة إجراء المسح ويوضح الجدول (1) عينة من نتائج المسح بالموقع. أما المسح بموقع محطة وقود الإشارة الضوئية لبددة، فقد تم إجراؤه في اليوم الثاني في الإتجاه إلى الشرق من الساعة التاسعة صباحاً إلى الساعة الخامسة مساءً، والجدول (2) يوضح عينة من نتائج المسح بهذا الموقع، بقية النتائج متوفرة بالمرجع [4]، مع العلم بأنه تم وزن محاور 98 مركبة نقل بكل موقع.



الشكل 3: مواقع إجراء المسح

## عرض وتحليل النتائج

النتائج المباشرة من أعمال الرصد الميداني للبيانات (نوع مركبة النقل، وزن كل محور، وزن مركبة النقل، نوع الحمولة، ضغط الإطار، المسافة بين المحاور الزوجية والثلاثية) عرضت عينات منها في الجداول (1، 2) بقية النتائج موجودة في دراسة إعادة تأهيل جزء من الطريق الساحلي [5].



الشكل 4: عملية إجراء وزن المحور

الجدول 1: عينة من نتائج رصد البيانات في الإتجاه إلى الشرق

مشروع صيانة الطريق الساحلي (بوابة مسلاته - بوابة كعام ) ((إلى الشرق)) دراسة مسح الأحمال المحورية وضغط الإطار													
منفذ العمل / فريق مسح الأحمال المحورية وضغط الإطار الموقع: محطة وقود الإشارة الضوئية لبدة التاريخ: 2019/ 9 / 17													
الملاحظات	ضغط الإطار (bar)	المسافة بين المحاور (متر)	نوع الحمولة	وزن المحور (كجم)							نوع توزيع المحاور		
				المجموع	7	6	5	4	3	2		1	
	10.4		فارغة	11330							5610	5720	1.2
	8	1.38	فارغة	33496		6250	6640	4850	4590	4920	6246		1.22+2.22
	10	1.36											
	10.2	1.42	خردة	49510				15910	17970	9370	6260		1.2+22
	10	1.38	فارغة	27230		4250	4640	3750	4320	4720	5550		1.22+2.22
		1.39											
	8	1.37	تريلا	27080			5120	5190	4890	5560	6320		1.22+22
	8	1.48											
	10	1.36	فارغة	16570			3290	2980	1490	3590	5220		1.22+2.2
خزان الاسمنت فارغ	8.8	1.37	خزان اسمنت	30800		5210	4080	4790	5170	5730	5820		1.22+222
	10	1.4											
		1.42											

الجدول 2: عينة من نتائج رصد البيانات في الإتجاه الى الغرب

مشروع صيانة الطريق الساحلي (بوابة مسلاته - بوابة كعام ) ((إلى الغرب)) دراسة مسح الأحمال المحورية وضغط الإطار											
منفذ العمل/ فريق مسح الاحمال المحورية وضغط الإطار الموقع: مصحة شفاء المدينة للخدمات الطبية التاريخ: 2019 / 9 / 16											
الملاحظات	ضغط الاطار (bar)	المسافة بين المحاور (متر)	نوع الحمولة	وزن المحور (كجم)							نوع توزيع المحاور
				المجموع	7	6	5	4	3	2	
الإطار الأمامي مفشوش	10.2		أسمنت								1.2
				20370						14820	
	11.7	1.4	رمل								1.22+2.22
	11.2	1.4		76200		12830	12720	13040	14610	15180	
	8.4	1.42	فارغة								1.21
				13600					3500	4500	
	9.6	1.38	مواد تنظيف								1.22
	10			28520					8420	13170	
	9.8	1.9	فارغة								1.1.22+2.22
	12.2	1.38									
		1.41		33450	4580	4980	4070	4160	4420	6390	
	8.6	1.86	سماد								1.1.22
	9.8	1.38		51840				15470	16180	11230	
	9.4	1.41	قرينيلية								1.2+22
	10			47500				12620	12810	14770	

من هذه النتائج تم حساب معامل حمل المحور (EALF) باستخدام قانون القوة الرابعة معادلة (1) على أساس حمل المحور المفرد القياسي 8.2 طن وحمل المحور الثنائي القياسي 14.8 طن وحمل المحور الثلاثي القياسي 21.5 طن، ومن ذلك تم حساب معامل الضرر لكل مركبة نقل تم وزنها ( $T_F$ )، الجداول (4:3) توضح عينات من هذه الحسابات وبقية الحسابات موجودة في المرجع [6].

الجدول 3: عينة من نتائج حساب الوزن الكلي ومعامل الضرر لكل مركبة في الإتجاه إلى الشرق

مشروع صيانة الطريق الساحلي (بوابة مسلاته - بوابة كعام ) ((إلى الشرق)) دراسة مسح الأحمال المحورية وضغط الاطار												
منفذ العمل/ فريق مسح الأحمال المحورية وضغط الاطار الموقع: محطة وقود الإشارة الضوئية لبدية التاريخ: 2019 / 9 / 17												
الملاحظات	ضغط الاطار (bar)	المسافة بين المحاور (متر)	نوع الحمولة	وزن المحور (كجم)							نوع توزيع المحاور	
				المجموع	7	6	5	4	3	2		1
	10.2	1.38	فارغة	0.6158		0.181493737		0.05829	0.12556158		0.250425	1.22+2.22
	11	1.37		28180		4630	5030	3980	4250	4560	5730	
	11	1.38	شعير	49.467		16.48100514		11.6667	20.18418477		1.13471	1.22+2.22
	11.2	1.42		84520		16550	13270	14970	15480	15890	8360	
	11.2	1.38	شعير	71.807		29.28877645		20.4739	20.99393412		1.050305	1.22+2.22
	12.4	1.42		91540		18040	16390	17230	15640	16040	8200	
	11.4	1.36	أرز	8.3789		3.775287676		1.92421	1.932568354		0.746861	1.22+2.22
	10	1.39		55150		10520	10110	9540	8930	8520	7530	
	10	1.9	فارغة	1.5525	0.129017202		0.0936	0.198600765		1.0199	0.111441	1.1.22+2.22
	10.4	1.38		36050	4400	4470	4480	4780	5100	8140	4680	
	9	1.9	فارغة	0.7724	0.082007555		0.0474	0.124992463		0.44079	0.077227	1.1.22+2.22
		1.39		31370	4000	3920	3780	4230	4570	6600	4270	
	10	1.88	فارغة	0.9094	0.063519693		0.0399	0.097965799		0.60037	0.107679	1.1.22+2.22
	11	1.38		31100	3470	3960	3620	4910	3370	7130	4640	
	11.4	1.35										

الجدول 4: عينة من نتائج حساب الوزن الكلي ومعامل الضرر لكل مركبة في الإتجاه إلى الغرب

مشروع صيانة الطريق الساحلي (بوابة مسلاته - بوابة كعام ) دراسة مسح الأحمال المحورية وضغط الاطار ((إلى الغرب))												
منفذ العمل/ فريق مسح الأحمال المحورية وضغط الاطار الموقع: مصحة شفاء المدينة للخدمات الطبية التاريخ: 2019 / 9 / 16												
الملاحظات	ضغط الاطار (bar)	المسافة بين المحاور (متر)	نوع الحمولة	وزن المحور (كجم)							نوع توزيع المحاور	
				المجموع	7	6	5	4	3	2		1
	12.2	1.36	رخام	220.41		91.46960173		95.1792	32.65761409		1.10781	
	11.6	1.37		114760		23870	21900	25300	17540	17840	8310	1.22+2.22
	12.4	1.33	رخام	172.55		66.79212176		70.6077	33.40234162		1.75276	
	12.2	1.35		110690		21170	21140	23480	17850	17730	9320	1.22+2.22
	11.8	1.35	سيراميك	370.35		213.2999441		65.0087	90.59344336		1.451	
	12.4	1.35		134110		27390	29170	23000	22840	22820	8890	1.22+2.22
	11.2	1.34	سيراميك	376.57		225.7836752		66.2613	83.13703984		1.38681	
	11.4	1.34		133960		28370	29000	23110	21880	22810	8790	1.22+2.22
	10.8	1.34	سيراميك	373.71		220.6333737		64.8957	86.766784		1.41863	
	12.2	1.35		134040		27880	29160	22990	22360	22810	8840	1.22+2.22
	10	1.39	رمل	96.586		36.79114204		26.4543	32.28995533		1.0503	
	10.6	1.4		98300		17520	18930	18370	17370	17910	8200	1.22+2.22
	9.8	1.9	فارغة	0.8666	0.174094362		0.0637	0.112954175		0.38731	0.12854	1.1.22+2.22
	12.2	1.38		33450	4580	4980	4070	4160	4420	6390	4850	
		1.41										

في ضوء نتائج الدراسات الحقلية للأحمال المحورية وضغط الإطار لمركبات النقل. توضح الجداول (5،6،7) مجال التغير في النتائج مقارنة بالقيم القياسية والقانونية. يوضح الجدول (5) مجال التغير في أوزان مركبات النقل ومقارنتها بالأوزان القانونية والقياسية. كما يوضح هذا الجدول أيضاً أن مركبات النقل التي تنقل الرمل والطين والرغام والسيراميك تشكل حوالي 34% من أعداد مركبات النقل وتحتمل النصيب الأكبر في الحمولات الزائدة والضرر الذي يصيب الرصف.

**الجدول 5: مدى ومتوسط أوزان مختلف أنواع مركبات النقل مقارنة بالأوزان القانونية والقياسية**

نوع المركبة	عدد المركبات	وزن المركبة (طن)			الوزن القانوني (طن)	الوزن القياسي (طن)
		أقل وزن	أقصى وزن	المتوسط		
1.2	34	4.140	25.500	13.570	16	13.6
1.21	13	9.820	32.740	19.820	22	19.1
1.22	17	14.080	40.410	24.770	26	20.3
1.1.22	8	20.650	52.240	40.585	32	25.8
1.2+22	23	17.250	68.700	34.673	36	28.4
1.2+2.2	*6	15.170	59.360	39.648	36	29.8
1.2+111	15	15.200	53.520	33.570	34	30.1
1.2+221	1	41.060	41.060	41.060	42	33.9
1.2+222	4	20.380	67.160	44.213	46	35.1
1.2+2.22	*6	20.830	67.240	35.292	46	36.5
1.21+22	1	16.600	16.600	16.600	42	33.9
1.22+22	3	27.080	44.210	37.924	46	35.1
1.22+2.2	3	16.570	18.460	17.803	46	36.6
1.22+222	3	30.800	46.630	36.337	56	41.8
1.22+2.22	*55	24.090	134.110	75.630	56	43.1
1.1.22+2.22	4	31.110	36.050	32.993	62	48.7

(\* نوع الحمولة رمل، أو طين، أو زلط، أو رخام، أو سيراميك)

يوضح الجدول (6) مجال التغير في أوزان المحاور ومقارنتها مع الأوزان القانونية والقياسية للمحاور حيث تصل الزيادة في المحور المفرد إلى 208% مقارنة بالحمل القياسي للمحور المفرد و 157% مقارنة بالحمل القانوني، وتصل الزيادة في المحور الثنائي إلى 288% مقارنة بالوزن القياسي للمحور الثنائي و 187% مقارنة بوزن المحور الثنائي القانوني، بينما تصل الزيادة في المحور الثلاثي إلى 110% مقارنة بالوزن القياسي للمحور الثلاثي و 50% مقارنة بالوزن القانوني للمحور الثلاثي.

**الجدول 6: مدى ومتوسط أوزان مختلف أنواع المحاور ومقارنة بالأوزان القانونية والقياسية**

نوع المحور	وزن المحور (طن)			الوزن القانوني في معظم الدول (طن)	الوزن القياسي (طن)
	أقل وزن	أقصى وزن	المتوسط		
مفرد - زوجي الإطار	2.250	25.300	10.215	10	8.2
ثنائي - زوجي الإطار	5.080	57.370	22.737	20	14.8
ثلاثي - زوجي الإطار	10.870	45.330	24.428	30	21.5

يوضح الجدول (7) أن مجال التغير في قيم ضغط الإطار لمركبات النقل يتراوح من (60 psi) إلى (180 psi)، والقيمة المتوسطة للبيانات المجمعة (141 psi). أما الزيادة في ضغط الإطار وصلت إلى 80% مقارنة بالقيمة القانونية (100 psi). ووصلت الزيادة في ضغط الإطار إلى 157% مقارنة بالقيمة القياسية (70 psi).

الجدول 7: مدى ومتوسط ضغط الإطار لمركبات النقل

أقل قيمة	أعلى قيمة	القيمة المتوسطة	القيمة القياسية	القيمة القانونية
psi	psi	psi	psi	psi
58.02	179.85	141.12	70	100

### حساب متوسط معامل الضرر لمركبات النقل

نتائج حساب القيمة المتوسطة لمعامل الضرر [7] لمركبات النقل ( $T_F$ ) وفق المعادلة (2) في الإتجاه الى الشرق (بوابة مسلاته - بوابة كعام) كانت 13، والقيمة المتوسطة لمعامل الضرر لمركبات النقل ( $T_F$ ) في الاتجاه إلى الغرب (بوابة كعام - بوابة مسلاته) كانت 43، ومتوسط قيمة معامل الضرر لمركبات النقل في الاتجاهين كانت 28، وهذه النتائج قريبة من نتيجة الدراسة [8] التي أجريت في مدينة بنغازي حيث كان متوسط معامل الضرر لمركبات النقل في منطقة بنغازي 19.

$$T_F = \frac{\sum N_i \times T_i}{\sum N_i} \quad (2)$$

حيث أن:

$T_F$  = متوسط معامل الضرر لجميع مركبات النقل.

$T_i$  = متوسط معامل الضرر لمركبة النقل نوع  $i$ .

$N_i$  = عدد مركبة النقل نوع  $i$ .

يوضح الجدول (8) أعداد مركبات النقل التي تم وزنها من كل نوع ومقارنة بين متوسط معامل الضرر الفعلي ومعامل الضرر القانوني والقياسي لكل نوع، وعلى أساس الأحمال المحورية القانونية والقياسية الموضحة في الجدول (6).

الجدول 8: مقارنة بين معامل الضرر القانوني والفعلي لمختلف أنواع مركبات النقل

معامل الضرر لمختلف أنواع مركبات النقل حسب حالة الحمولة				عدد المركبات	نوع المركبة
مشارك بين القانوني والفعلي	وفق الحمولة الفعلية	وفق قانون معظم دول العالم	وفق القانوني الليبي		
2.4	5.0	2.4	2.4	34	1.2
2.3	2.3	2.4	3.53	13	1.21
2.4	5.464	2.4	3.53	17	1.22
2.6	14.767	2.6	3.73	8	1.1.22
4.6	16.175	4.6	5.73	23	1.2+22
6.8	26.518	6.8	6.8	6	1.2+2.2
3.9	5.621	3.9	5.73	15	1.2+111
3.471	**3.471	3.9	6.19	1	1.2+221
3.9	15.758	3.9	6.19	4	1.2+222
6.8	14.221	6.8	7.93	6	1.2+2.22
0.291	**0.291	4.6	6.87	1	1.21+22
3.544	3.544**	4.6	6.86	3	1.22+22
0.298	*0.298	6.8	7.93	3	1.22+2.2
1.592	**1.592	3.9	6.19	3	1.22+222
6.8	78.0	6.8	9.1	55	1.22+2.22
1.0	**1.0	7.0	9.3	4	1.1.22+2.22
4.25	28	4.55	5.95	196	متوسط معامل الضرر

(\*\*) حمولة مركبة النقل أقل من الحمولة القانونية أو مركبة النقل فارغة

## من الجدول (8) يمكن إستنتاج الآتي:

- في حالة جميع مركبات النقل محملة بحمولة قانونية وفق القانون الليبي يكون متوسط معامل الضرر لمركبة النقل 5.95
  - في حالة جميع مركبات النقل محملة بحمولة قانونية وفق قانون معظم دول العالم يكون متوسط معامل الضرر لمركبة النقل 4.55
  - في حالة إعتبار مركبات النقل التي بها حمولات زائدة (معامل الضرر أكبر من معامل الضرر القانوني) محملة بحمولة قانونية ويحسب لها معامل الضرر القانوني ومركبات النقل الفارغة والتي بها حمولة أقل من الحمولة القانونية (معامل الضرر أقل من معامل الضرر القانوني) يحسب لها معامل الضرر الفعلي يكون متوسط معامل الضرر لمركبات النقل 4.25
  - في حالة إعتبارنا الحمولات الفعلية لجميع المركبات يكون متوسط عامل الضرر لمركبة النقل 28
- عليه يمكن تخفيض متوسط معامل الضرر لمركبات النقل إلى قيمة تتراوح من 4.0 الى 6.0 بضبط حمولات مركبات النقل، وعلى الجهة المسؤولة إتخاذ قرار بتبني أحد الأساليب التالية لتحديد قيمة متوسط عامل الضرر لمركبات النقل:
- ✓ ضبط حمولات مركبات النقل على الطريق الساحلي، إما من خلال إقامة محطات وزن على الطريق، أو من خلال إلزام المنافذ البرية والبحرية ومصانع ومحاجر مواد البناء تطبيق الحمولات القانونية لمركبات النقل عند خروجها من مواقعها. في هذه الحالة يتم إستخدام قيمة متوسطة لمعامل الضرر لمركبات النقل لا تقل عن 4.0 ولا تزيد عن 6.0.
  - ✓ تغيير حدود الأحمال القانونية للمحاور لتكون مطابقة لحدود الأحمال القانونية في معظم دول العالم وإستخدام قيمة متوسطة لمعامل ضرر مركبات النقل تتراوح من 4.0 الى 4.5
  - ✓ في حالة عدم تطبيق ضبط حمولات مركبات النقل، يتم تصميم الرصف وفق متوسط قيمة معامل الضرر لمركبات النقل 28.

## الخلاصة

1. عند إجتماع أحمال محورية عالية وضغط إطار عالي ينتج عن ذلك اجهادات قص عالية بالطبقات الإسفلتية أكبر من مقاومة القص للخلطات الرصف الإسفلتية التقليدية مما ينتج عن ذلك أضرار التخدد المبكرة، ويزداد عمق التخدد بازدياد سمك الطبقات الإسفلتية وتكرار الأحمال المحورية.
2. المؤسسات الحكومية المسؤولة عن الطرق في معظم دول العالم، إتجهت إلى تطبيق دقيق للقوانين المتعلقة بالأوزان المحورية وحمولات مركبات النقل وفرض غرامات باهظة على المخالفين وذلك للحفاظ على شبكة الطرق من التدهور السريع.
3. يمكن تجنب حصول أضرار التخدد المبكرة بعد إعادة تأهيل الرصف بتقليل سمك الطبقات الإسفلتية عن طريق إستخدام طبقة أساس قوية وسميكة ويفضل أن تكون معالجة بمادة الأسمت، وضبط حمولات مركبات النقل في حدود الحمولة القانونية من المصدر (مصنع الحديد والصلب، مصانع الأسمت، محاجر الرمل، والمنافذ البرية) ومعظم هذه المصادر بها موازين لمركبات النقل تستخدم لتحديد مقدار الحمولة بغض النظر أن كانت قانونية أو غير قانونية ومن السهل جداً على هذه الجهات إلزام مركبات النقل بالحمولات القانونية.

## التوصيات

1. إعتداد استخدام قيمة متوسطة لمعامل الضرر لمركبات النقل لا تقل عن 4.0 ولا تزيد عن 6.0، عند تصميم الرصف للطرق الرئيسية ذات الاحجام المرورية العالية.
2. ضرورة ضبط حمولات مركبات النقل بإحدى الطرق المذكورة أعلاه.

3. إعتقاد إستخدام تقنية إعادة تدوير كامل عمق الرصف بمادة الاسمنت و/ او الإسفلت الرغوي عند إعادة تأهيل الطرق كثيفة الحركة المرورية.
4. إعتقاد استخدام المادة الرابطة الإسفلتية تصنيف (PG 76-10) في الطبقات الإسفلتية مع إمكانية إضافة مواد مقاومة للتشوه.
5. تغيير قانون الأحمال المحورية القانونية ليكون متفق مع الأحمال المحورية القانونية في معظم دول العالم

#### المراجع

- [1] مكتب الجامعة للاستشارات الهندسية، "دراسة إعادة تأهيل الطريق الساحلي قطاع (بوابة كعام - مدخل مدينة مسلاته)، شركة الأشغال العامة مصراته، 2019.
- [2] مكتب بحوث اكرام الماليزي، التقرير النهائي لدراسات أعمال الصيانة للطريق الساحلي قطاع راس جدير - القره بوللي 6 مايو 2006.
- [3] Transport and Rood Research laboratory (TRRL) Rood Note 40 A guide to the measurement of axle loads in developing countries using a portable axle weigh bridge transport and Road Research laboratory (TRRL) Department of transport U.K 1978.
- [4] يوكسل يروجي ليبيا تصميم الطريق الساحلي البديل قطاع مصراته - إمساعد 2010.
- [5] شركة نورول التركبة للإنشاءات والتجارة المساهمة (تقرير دراسات وتصاميم أعمال الصيانة للطريق الساحل قطاع الخمس القره بوللي) 2008م.
- [6] Abdelsalam M. Eljarm, "Axle Load Survey, A Case Study, Benghazi - Libya" Department of Civil Engineering, University of Benghazi, Libya, 1989.
- [7] RabiaChaudry, and Afsheen Bashir Memon, "Effect of Variation of Truck Factor on Pavement Performance in Pakistan", Mehran University Journal of Engineering and Technology, volume 32, No. 1, January 2013.
- [8] محمد الشتوي بن عمر وهدى يونس الإدريسي "ضبط الحمولات الزائدة في ليبيا بين الواقع والمستهدف" مجلة البحوث الهندسية جامعة طرابلس العدد 22، سبتمبر 2016م.