

ضبط الحمولات الزائدة في ليبيا بين الواقع والمستهدف

محمد الشتيوي بن عمر وهدى يونس الإدريسي*

قسم الهندسة المدنية كلية الهندسة جامعة طرابلس

*مصلحة الطرق والجسور طرابلس

E-mail: m.benomar49@gmail.co

ABSTRACT

Many trucks on Libyan road violate axle load legal limits by carrying additional weights to decrease the transportation cost. These overweight trucks cause severe deterioration to the pavement and thus reduce its life. Moreover, rehabilitated roads during the last few years reached alerting level of deterioration due to excess axle weights. Data collected from weigh stations indicate that most of the loaded trucks with building materials violate the legal axle load limits. This study suggested a set of recommendations for the control of Excess axle weights, the most important of them is to strictly enforce the legal load limits.

المخلص

الكثير من مركبات النقل على الطرق الليبية تخالف حدود الحمولات المحورية القانونية عن طريق نقل حمولات زائدة لتقليل تكلفة النقل. مركبات النقل ذات الحمولات الزائدة تسبب أضرار كبيرة للرصف ومن ثم تقلص عمره. حيث الطرق التي تم إعادة تأهيلها خلال السنوات القليلة الماضية وصلت الى مستويات تدهور خطيرة بسبب الحمولات الزائدة. تشير البيانات المجمعة من محطات الوزن أن معظم مركبات النقل المحملة بمواد البناء تخالف الحمولات القانونية. خلصت هذه الدراسة إلى مجموعة من التوصيات لضبط الحمولات الزائدة وكان من أهمها ضرورة تفعيل وتطبيق الحمولات القانونية بطريقة صارمة.

الكلمات المفتاحية: معامل الضرر؛ الموازين؛ الحمل المحوري؛ عربات النقل؛ الرصف المرن.

مقدمة

بما أن الرقعة الجغرافية لليبيا مترامية الأطراف وتشكل الصحراء معظم مساحتها تقريبا كان لا بد من وجود شبكة طرق برية قادرة على مواكبة العملية التنموية. لان معظم المواد والبضائع يتم نقلها بریا. لقد كان من المستهدف إجراء أعمال تنفيذ وصيانة لشبكة الطرق بقيمة إجمالية تقدر بأكثر من أربعة مليارات دينار ليبي وذلك وصولا إلى شبكة طرق برية قادرة على بناء التنمية المستدامة وربط البلاد بدول الجوار حيث وصل طول هذه الشبكة من الطرق بنهاية العام 2010 م إلى حوالي 34,000 كيلومتر يشمل

16,000 كيلومتر طرق رئيسية [1]. وحيث أن معظم الحركة التجارية تتقل عن طريق البر عبر شبكة الطرق ازدادت الحمولات المحورية للعربات النقل (الشاحنات) لهذا قامت مصلحة الطرق والجسور بليبيا بمحاولة تطبيق بعض من القوانين لحماية الطرق.

عوامل تدهور حالة الرصف

ثلاثة عوامل تعمل على تدهور حالة الرصف: الأحمال المرورية والظروف البيئية والتقدم. في حين لا يوجد لدينا وسيلة للتحكم وضبط البيئة والتقدم نستطيع ضبط الأحمال المحورية المرورية. الأحمال المحورية المرورية هي السبب الرئيسي في تدهور حالة الرصف خصوصا الطرق ذات الأحجام المرورية العالية حيث تسبب كل عربة تمر على الطريق تشوه لحظي بسيط في الرصف ومرور عدد كبير من العربات يؤثر تراكمياً ويقود تدريجياً إلى تشوه دائم (تخدد) وتدهور سطح الرصف بالتشققات الاجهادية (التمساحية). الدراسات السابقة أوضحت أن العربات الصغيرة وعربات النقل الخفيفة لها مساهمة ضئيلة نسبياً في تدهور حالة الرصف مقارنة بعربات النقل الثقيل (الشاحنات). الأحمال المحورية لكل عربة نقل تحدد حجم الضرر الناتج من مرور تلك العربة. حيث أشارت الدراسات السابقة إلى أن حمل المحور وعدد الإطارات وضغط الهواء بالإطارات وسرعة العربة لها تأثير أساسي في تدهور حالة الرصف [1].

اللوائح والقوانين المنظمة لضبط الأحمال المحورية في ليبيا

نظراً لما تمثله شبكة الطرق بمختلف أنواعها من أهمية في دعم التطور الاقتصادي بتسهيل عمليات نقل البضائع والسلع والمواد الخام وتسهيل تنقل المواطنين بين مختلف مدن ليبيا فقد قامت مصلحة الطرق والجسور بإبرام العديد من عقود تنفيذ صيانة هذه الشبكة والمحافظة عليها. وسنعرض بعض القوانين والقرارات التي اتخذتها المصلحة بخصوص الأوزان وإبعاد الشاحنات المسموح بها والغرامات التي تفرض نتيجة التحميل الزائد [1].

القانون رقم (11) لسنة (1984م) بشأن المرور على الطرق العامة

نص هذا القانون على العديد من الالتزامات لمستعملي الطريق ولسائقي المركبات الآلية وعربات النقل ورتب العديد من العقوبات على مخالفة هذه الالتزامات. نصت المادة (37) من هذا القانون فيما يتعلق بالأوزان الزائدة ومخالفة الحمولة المحددة على أنه لا يجوز حمل ركاب أكثر من الحد الأقصى المقرر أو تجاوز الحد الأقصى لوزن وارتفاع وعرض وحمولة عربات نقل البضائع. ورغم أهمية هذا

الموضوع إلا أنه لم يرد في هذا القانون نص مباشر يختص بالعقوبة المترتبة على مخالفة الحمولة المقررة قانونياً. فقد نصت المادة (64) من هذا القانون بمعاينة كل من يخالف أي حكم من أحكام هذا القانون أو اللوائح والقرارات الصادرة بمقتضاه أو القواعد التي تضعها شرطة المرور طبقاً لنص المادة الحادية عشر من هذا القانون بغرامة لا تتجاوز عشرة دنانير. يبدو واضحاً في هذا القانون عدم تناسب العقوبة المنصوص عليها في المادة (64) مع مخالفة الحمولة المقررة وذلك لما تحدثه هذه المخالفة من أثار فادحة بشبكة الطرق العامة والتي تكلف الخزينة العامة أموال طائلة. فهذه العقوبة لا تشكل أي رادع لسائقي عربات النقل.

القرار رقم (71) لسنة (1989 م) بشأن تحديد الأوزان والأبعاد لعربات النقل المسموح لها بالمرور على الطرق العامة

- الأوزان المحورية: حدد القرار الأوزان المحورية القانونية والمسموح بها كما هي موضحة في الجدول (1).

جدول 1: أنواع المحاور وأوزانها القانونية والقياسية

نوع المحور	شكل المحور	عدد الإطارات	الوزن القياسي (طن)	الوزن القانوني (طن)
محور مفرد أمامي		2	5.5	6
محور مفرد خلفي		4	8.2	10
محور مزدوج		8	14.8	20
محور ثلاثي		12	19.8	30

- الأوزان الإجمالية لعربات النقل: حدد القرار الأوزان الإجمالية القصوى لعربات النقل بما في ذلك وزن العربة والحمولة كما هي موضحة في الجدول (2).

جدول 2: الأوزان الإجمالية القصوى لمختلف أنواع عربات النقل

نوع العربة	عربة نقل بمحورين	عربة نقل بمحورين وثلاثة محاور	عربة نقل بمحورين وأربعة محاور	عربة نقل بمحورين وخمسة محاور
الوزن (طن) مسموح به	16	26	36	46

- أبعاد عربات النقل: يجب ألا تزيد أبعاد أي عربة نقل بحمولتها عن الإبعاد المحددة في الجدول (3).

جدول 3: يبين أطوال وأبعاد عربات النقل

العرض	الارتفاع عن سطح الأرض	طول عربة نقل ذات محوريين أو أكثر	طول عربة نقل ذات مفصل	طول عربة نقل مع مقطورة
250 سم	400 سم	12 متر	16 متر	20 متر

القرار رقم (119) لسنة (2006 م) بشأن تحديد المخالفات.

- قامت مصلحة الطرق والجسور بدراسة تركيب عدد من محطات الوزن بعدة نقاط على شبكة الطرق العامة وقامت بتحديد الوزن الزائد وقيمة المخالفات وفقا للآتي:
- مخالفة الوزن الزائد: الجدول (4) يوضح مجال الوزن الزائد وقيمة المخالفة.

جدول 4: مجال الوزن الزائد وقيمة المخالفة

مجال الوزن الزائد	(5-1) طن	(10-6) طن	(20-11) طن	(40-21) طن	أكثر من 40 طن
مقدار المخالفة	5 د.ل/طن	25 د.ل/طن	50 ل/طن	100 د.ل/طن	500 د.ل/طن

- رسوم الوزن: الجدول (5) يوضح أنواع عربات النقل ورسوم الاستعمال لسنة (2006م).

جدول 5: أنواع عربات النقل ورسوم الاستعمال لسنة 2006م

نوع عربة النقل	عربة نقل متوسطة	عربة نقل بدون جرار	عربة نقل بجرار	عربة نقل بمفصل
رسوم الاستعمال	2.5 د.ل	5.0 د.ل	7.5 د.ل	7.5 د.ل

القرار رقم (534) لسنة (2007 م)

- سمح هذا القرار لمصلحة الطرق والجسور بتركيب وتشغيل الموازين اللازمة لمراقبة الأحمال على الطرق العامة على أن تكون رسوم الاستعمال على النحو الموضح بالجدول (5) ولم يشير إلى غرامات مخالفة الحمولات الزائدة.

محاولات مصلحة الطرق والجسور لضبط الأحمال المحورية

- تم اختيار مواقع لمحطات الوزن في مختلف أنحاء ليبيا كما هو موضح في الشكل (1) وهي: رأس جدير؛ أبي كماش؛ الزرير (الوطية)؛ القضاة (غريان)؛ أوجلة؛ الرجمة؛ سيدي عبد العاطي؛ السدادة؛ وادي كعام؛ العزيزية؛ سبها؛ أوباري؛ غوط الرمان؛ إمساع و عدد من المحطات المتحركة.



شكل 1: مواقع محطات الوزن الثابتة

فرضت رسوم مقابل نقل الأحمال على الطرق العامة وفرضت غرامات على الأحمال والأوزان الزائدة التي يتم ضبطها، على أن يتم الاستفادة من المبالغ المتحصل عليها من تلك الرسوم والمخالفات في صيانة الطرق والمحافظة عليها ومن الدروس المستفادة من هذه التجربة:









- لا يتوفر بمصلحة الطرق والجسور الأعداد اللازمة من العناصر المطلوبة لتشغيل محطات الوزن وهي بحاجة إلى أن تتعاقد مع الشركات الوطنية المتخصصة في التركيب وتشغيل الموازين وفقاً للوائح المنظمة لذلك.
- وفقاً للوائح والتشريعات المعمول بها لا يحق للشركات المتعاقد معها على تركيب وتشغيل محطات الوزن بالتصرف في الرسوم والغرامات المجمعة ويجب إيداعها في حسابات الخزنة العامة وبذلك لا يمكن الاستفادة منها بشكل فوري في تغطية أتعاب الشركات المتعاقد معها.
- يجب أن يتوفر لكل محطة وزن عدد من مأموري الضبط القضائي حتى يمكن إلزام عربات النقل دخول محطات الوزن والمرور على الموازين. وهذا يتطلب إما التعاون الوثيق مع مؤسسات الدولة الأخرى مثل شرطة المرور والأمن العام أو الحصول على صلاحية مأموري الضبط القضائي لعدد من العناصر العاملة بمصلحة الطرق والجسور والشركات المتعاقد معها.

- اعتماد قيمة رسوم الاستعمال بالقرار رقم (119) لسنة (2006 م) والمشار إليها بالجدول (5) وكذلك اعتماد قيمة المخالفات للوزن الزائد المذكورة في الجدول (4) وإصدار التشريعات اللازمة لذلك.
- يجب أن يتم اختيار مواقع محطات الوزن وتصميمها وتشغيلها وفقا للمواصفات والمعايير الفنية الدولية.

واقع الأحمال المرورية في ليبيا

تمت دراسة الطريق الساحلي قطاع (الخمس - القره بولي) كحالة دراسية في هذا البحث حيث يعتبر هذا القطاع من أكثر القطاعات التي تتعرض لحركة مرور عربات النقل الثقيل لوجود العديد من مصانع الاسمنت والمواني ومصنع الحديد والصلب ومحاجر الرمل ويبلغ طول هذا القطاع 80 كلم. وتم حصر المرور خلال 24 ساعة لمدة 3 أيام لكل نوع من العربات وفي الاتجاهين والجدول (6) يوضح حجم المرور اليومي (ADT) لكل نوع من العربات وكذلك معامل الضرر التصميمي [2] ومتوسط معامل الضرر الفعلي الذي تم حسابه وفق قانون الأس الرابع.

جدول 6: متوسط الحجم المروري اليومي لمختلف أنواع العربات ومعامل الضرر لكل نوع من العربات

معامل الضرر VDF		حجم المرور اليومي ADT	نوع العربة
الفعلي*	التصميمي		
0.00040	0.00040	5956	 عربة ركوبة صغيرة
0.0017	0.0017	2350	 نقل وركاب صغيرة
0.1036	0.1036	21	 حافلة
6.1311	6.1311	348	 شاحنة ذات محورين
4.1685	4.1685	115	 شاحنة ذات ثلاثة محاور
52.935	4.5116	86	 شاحنة ذات أربعة محاور
73.112	9.3773	107	 شاحنة ذات خمسة محاور
58.472	13.9070	153	 شاحنة ذات ست محاور

* معامل الضرر الفعلي لعربات النقل المحملة وفق الأوزان المحورية المقاسة بمحطات الوزن وهو يساوي مجموع الأوزان المحورية القياسية المكافئة لمحاور مختلف عربات النقل.

بيانات الأوزان المتحصل عليها من محطات الوزن وتحليلها

تم تجميع بيانات أوزان عربات النقل من محطات الوزن في كل من المناطق: النشيع، العزيزية، الزرير، غوظ الرمان، جسر وادي الكوف، حيث اخذت هذه البيانات خلال شهر 12،7،2 لسنة (2009م) [1]. وهي عبارة عن عدد المحاور، الوزن الكلي ونوع الحمولة بالأطنان والبيانات الخاصة بعربات النقل، كانت البيانات موزعة على النحو التالي:

- 161 قراءة لوزن شاحنة ذات 6 محاور.
- 93 قراءة لوزن شاحنة ذات 5 محاور.
- 83 قراءة لوزن شاحنة ذات 4 محاور.

وحللت البيانات المتحصل عليها وذلك بحساب الوزن المطبق على كل محور في الشاحنة بمعرفة وزن الشاحنة الكلي (انظر الشكل (2))، وتم ذلك عبر طرح نصيب المحور الأمامي وهو 6 طن من الحمولة الكلية للشاحنة وتوزيع باقي الحمولة على عدد المحاور المتبقية. وتم حساب متوسط وزن المحور لكل نوع من عربات النقل وهو 16 طن لعربة النقل ذات 6 محاور و 17.75 طن لعربة النقل ذات 5 محاور و 17.33 طن لعربة النقل ذات 4 محاور والجدول (7) يوضح التحليل الإحصائي للبيانات [2].



شكل 2: طريقة حساب الحمل على كل محور

جدول 7: التحليل الإحصائي للبيانات

التحليل	عربات ذات 6 محاور	عربات ذات 5 محاور	عربات ذات 4 محاور
الوسيط	16	17.75	17.33
المنوال	16.6	17.75	15.33
القيمة العظمى	19.24	23.5	29

حساب معامل الضرر للشاحنة ('VDF' Vehicle Damage Factor)

تم حساب معامل الضرر لكل محور عن طريق قانون الأس الرابع، وهو قانون يعطي قيم قريبة لمعامل الضرر حسب الجمعية الأمريكية للطرق والنقل AASHTO [6].

$$\text{Load Equivalency Factor} = \left(\frac{w_i}{w_{sta.}} \right)^4 \quad (1)$$

w_i = الحمل الواقع على المحور.

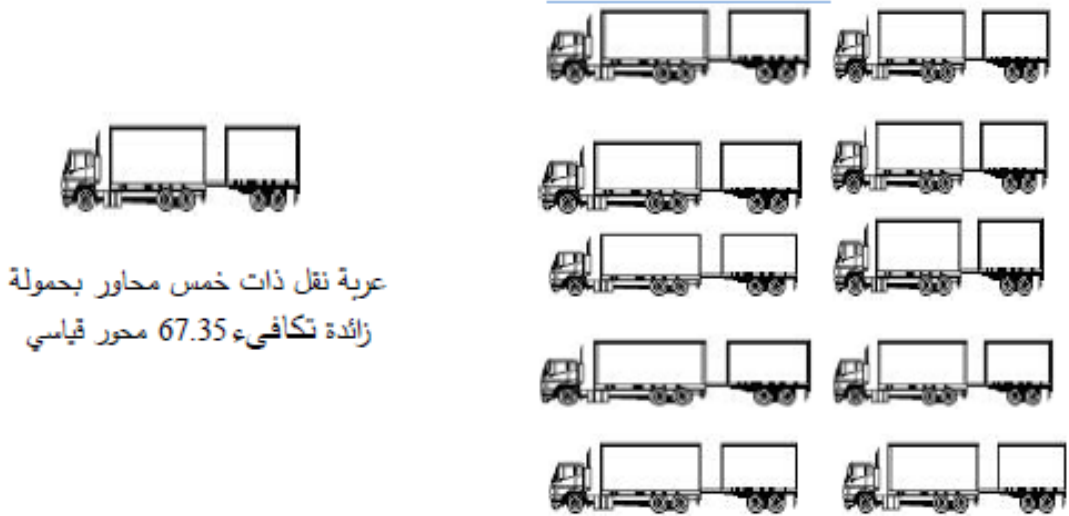
w_{sta} = حمل المحور القياسي.

ومن خلال تجميع معامل الضرر لمحاور عربة النقل يتم الحصول على معامل الضرر لكل عربة نقل. جدول (8) يبين معامل الضرر لعربات النقل ذات 5 محاور من خلال جمع معامل الضرر للمحاور الخمسة.

جدول 8: معامل الضرر لعربات النقل ذات 5 محاور

VDF			رقم المحور				نوع الشاحنة	الوزن
القياسي	القانوني	الفعلي	4 th	3 rd	2 nd	1 st		
3.1	8.04	78.40	33.6	22.3	22.3	0.1	17.75 الأكثر تكرارا	
2.1	6.92	67.35	0	33.6	33.6	0.1		
2.1	7.51	73.11	0	50.6	22.3	0.1		

هذا الجدول يوضح حجم الضرر الذي تسببه زيادة الحمولة المحورية على الطريق، فمثلا عربة النقل ذات خمس محاور ويكون معامل الضرر الذي تسببه الحمولة القانونية 6.92 محور قياسي وفي الحمولة الفعلية التي تم قياسها بواسطة الموازين 67.35 محور قياسي أي زيادة بمقدار 873%، أي انه تعادل 10 عربات نقل من نفس النوع محملة بحمولة قانونية، كما موضح بالشكل (3) [7].



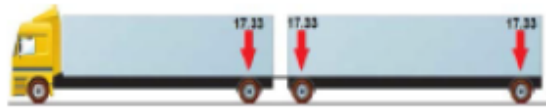
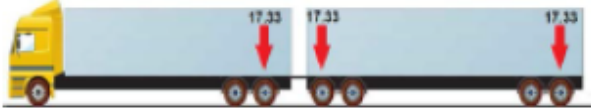
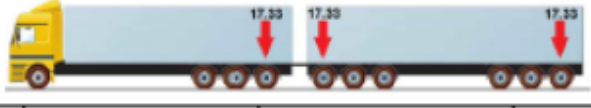
ما يعادلها عربات نقل محملة بحمولة قانونية
(كل عربة نقل تعادل 6.92 محور قانوني)

شكل 3: عربة نقل محملة بحمل زائد وما يعادلها من عربات نقل قياسية

تأثير نوع المحور على معامل الضرر

وللوقوف على تأثير تغير نوع المحور على معامل الضرر للشاحنة، فمثلا لو أخذنا شاحنة ذات أربع محاور وجميعها محاور مفردة وحملناها بالحمل المحوري الفعلي وهو 17.75 طن لكل محور وحسب معامل الضرر بقانون الأس الرابع. بعد ذلك تم تغير نوع المحاور إلى محاور زوجية وثلاثية وحسبت معاملات الضرر في كل حالة. النتيجة موضحة بالجدول (9) وهي تشير إلى إمكانية زيادة حمولة عربة النقل بدون أحداث ضرر للرصف بتغيير أنواع المحاور.

جدول 9: تأثير تغير نوع المحور على قيمة معامل الضرر لعربة النقل

				جميع المحاور فردية
.1	$(17.75/8.2)^4$	$(17.75/8.2)^4$	$(17.75/8.2)^4$	الحمل المكافئ على كل محور
	21.955	21.955	21.95	
65.965				VDF
				جميع المحاور زوجية
.1	$(17.75/14.8)^4$	$(17.75/14.8)^4$	$(17.75/14.8)^4$	الحمل المكافئ على كل محور
	2.0689	2.0689	2.0689	
6.3067				VDF
				جميع المحاور ثلاثية
.1	$(17.75/19.8)^4$	$(17.75/19.8)^4$	$(17.75/19.8)^4$	الحمل المكافئ على كل محور
	0.645	0.645	0.645	
2.03755				VDF

النقص في العمر التصميمي للطريق

الجدول (6) يبين حجم المرور اليومي لحركة المرور في الاتجاهين مصنفة حسب نوع العربة ومعامل الضرر التصميمي ومتوسط معامل الضرر الفعلي لكل عربة وفق طريقة الاشتو (1993) AASHTO لتصميم الرصف المرن , يتم حساب الحمل المحوري المروري المكافئ (ESAL) كالآتي:

1. حساب إجمالي الأحمال المحورية المكافئة خلال السنة الأولى في الاتجاهين

$$W_{18_0} = \sum(ADT \times E_i \times 365) \quad (2)$$

حيث:

E_i = معامل الضرر لنوع العربة i

W_{18_0} = الحمل المحوري المكافئ للسنة الأولى في الاتجاهين

ADT = متوسط حجم المرور اليومي لنوع العربة i

تم حساب W_{18_0} للحالتين: نتيجة متوسط الحمولات الزائدة ، وكما هو مصمم عليه الطريق وفرغت النتائج في الجدول (10).

جدول 10: يبين الأحمال المرورية المصممة ونتيجة الأحمال الزائدة للسنة الأولى

W_{18}		الاتجاه
الفعلي	التصميمي	
3.933×10^6	1.009×10^6	الخمس - القره بولي

$$\bar{W}_{18} = W_{18_0} \times Gf \quad (3)$$

حيث:

\bar{W}_{18} = إجمالي الأحمال المحورية المكافئة خلال الفترة التصميمية في الاتجاهين.

$$Gf = (1 + r)^n - 1/r \quad (4)$$

حيث:

Gf = معدل النمو ، r = معدل النمو السنوي = 5% ، n = الفترة التصميمية (سنة).

$$W_{18} = \bar{W}_{18} \times D_L \times D_D \quad (5)$$

حيث:

D_D = معدل التوزيع الاتجاهي ، D_L = معدل توزيع الحارات ، W_{18} = إجمالي الأحمال المحورية

المكافئة المتراكمة على الحارة التصميمية خلال الفترة التصميمية.

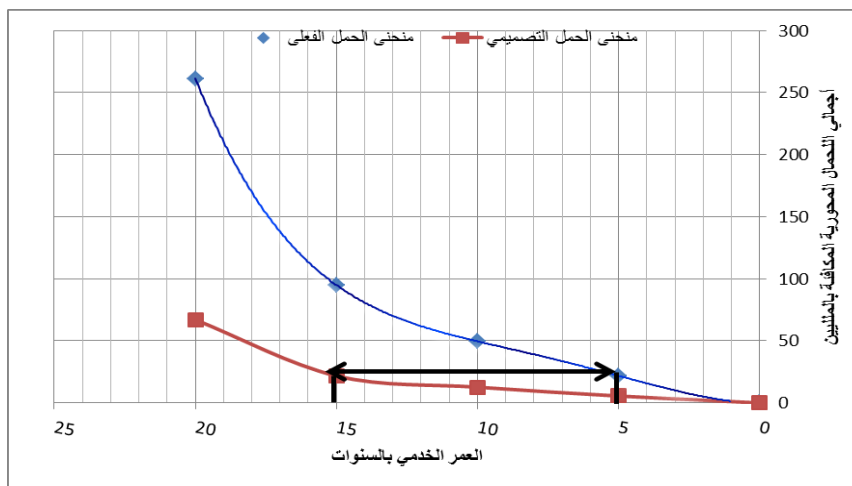
باعتبار أن طريق الخمس القره بولي طريق ذو أربع حارات حاريتين في كل اتجاه وباستخدام

الجدول الخاصة بطريقة الاشتو (AASHTO)، فوجد أن قيمة D_L و D_D تساوي 0.5 و 0.9 على

التوالي، ويفرض أن معدل النمو السنوي يساوي 5% وباستعمال المعادلات السابقة وبالتعويض بقيمة W_{180} بالقيمة التصميمية ومرة بالقيمة الفعلية للأحمال المرورية كما موجود بالجدول (11) نتحصل على إجمالي الأحمال المحورية المكافئة بالحارة التصميمية خلال فترات تصميمية مختلفة كما بالشكل (4).

جدول 11: إجمالي الأحمال المحورية المكافئة بالحارة التصميمية خلال فترات تصميمية مختلفة

الفترة التصميمية (سنة)				التصميمي	إجمالي الأحمال المحورية المكافئة بالحارة التصميمية (بالمليون)
20	15	10	5		
66.44	21.579	12.58	5.53	GF	
67.04	21.77	12.69	5.58		
261.31	84.87	49.48	21.75	الفعلي	



شكل 4: العلاقة بين أجمالي الأحمال المحورية المكافئة والعمر الخدمي للرصف

الشكل (4) يوضح أنه خلال 15 سنة من بداية العمر التصميمي للطريق تكون الحمولة تحت تأثير الأحمال التصميمية حوالي 20 مليون محور مكافئ وحيث أن هذه القيمة تصل إليها الطريق في حوالي 5 سنوات في حالة الأحمال المحورية الزائدة من بداية العمر التصميمي وبذلك يكون العمر التصميمي للطريق انخفض حوالي 10 سنوات نتيجة الأحمال المرورية الزائدة (حوالي 66%).

النتائج

- خلصت هذه الدراسة إلى مجموعة من النتائج على النحو التالي:
- من خلال البيانات المتحصل عليها من محطات الوزن وجد أن معظم عربات النقل المحملة مخالفة للحمولات القانونية.
- الزيادة في الوزن المحوري له تأثير أس القوة الرابعة في حجم الضرر فمثلاً زيادة الحمولة (5%) تسبب زيادة في حجم الضرر (20%).

- لم يتم تفعيل نظام ضبط الحمولات في ليبيا بكفاءة بسبب قصور في القوانين واللوائح الإدارية والفساد الإداري.
- يمكن زيادة حمولة عربة النقل بدون إحداث ضرر للرصيف فقط بتغيير نوع المحور من مفرد إلى زوجي أو ثلاثي.

التوصيات

- تطوير القوانين واللوائح الإدارية والمالية لتسهيل ضبط الحمولات، الزائدة على الطريق.
- تفعيل وتطبيق قانون العقوبات الخاص بالحمولات الزائدة بطريقة صارمة وبغرامات رادعة.
- وضع نظام سليم للمراقبة ودعم أجهزة الإشراف والمتابعة ومنحها الصلاحيات الكافية وتضمينه مبدأ مراقبة الأحمال الزائدة على الطرق.
- الاهتمام بالمواقع المختارة لمحطات الوزن وتوفير أماكن جيدة لتخزين الحمولات الزائدة وتصميم محطات وزن نموذجية.
- إلزام المصانع والموانئ والمنافذ الحدودية بتركيب موازين لمنع الحمولات الزائدة.
- نشر الوعي بين سائقي عربات النقل ومستعملي الطريق عبر برامج التوعية لمنع سوء الاستخدام.

المراجع

- [1] إدارة حماية الطرق، مصلحة الطرق والجسور، دولة ليبيا سنة 2010.
- [2] رائد حمودة وعدنان عريبي (تأثير الأحمال المحورية الزائدة على أداء الطرق) مشروع تخرج بقسم الهندسة المدنية جامعة طرابلس لسنة 2013 م .
- [3] شركة نورول التركية للإنشاءات والتجارة المساهمة (تقرير دراسات وتصاميم أعمال الصيانة لطريق الساحلي قطاع (القره بولي - الخمس) لسنة 2007 م .
- [4] محمد فهمي غانم و خليل أحمد أبو حمد (هندسة الطرق -التصميم الهندسي والانشائي) دار الراتب الجامعية بيروت لبنان.
- [5] Salem, H. M.A, (2008)," Effect of Excess Axle Weights on Pavement Life, "Emirates Journal for Engineering Research,13(1),21-28.
- [6] AASHTO guide for design of pavement structures 1993.
- [7] CSIR, Roads and Transport Technology (1997) The Damaging Effects of over loaded Heavy Vehicles on Road.
- [8] Abdel-Motaleb, M.E., (2007),"Impact of High -Pressure Truck Tires on Pavement Design," Emirates Journal for Engineering Research, 12 (2), 65.
- [9] Chatti, K., Salma, H., and EI Mohtar, C., (2003),"Effect of Heavy Trucks with Large Axle Groups on Asphalt Pavement Damage," Department of Civil and Environmental Engineering, Michigan State University.
- [10] Abdel-Motaleb, M.E., (2007),"Impact of High -Pressure Truck Tires on Pavement Design," Emirates Journal for Engineering Research, 12(2), 65.