Journal of Alasmarya University: Basic and Applied Sciences
Vol. 6, No. 5, December 2021, Special Issue for Forth Conference on Engineering Science and Technology (CEST-2021)
مجلة الجامعة الأسمرية: العلوم الأساسية والتطبيقية
المجلد 6 ،العدد 5، ديسمبر 2021، عدد خاص بالمؤتمر الرابع للعلوم الهندسية والتقنية (CEST-2021)

دراسة ديمومة الخلطات الإسفلتية باستخدام اختبار كنتربرو

بشير معمر أبوراوي[1،*]، محمد علي الشريف[2]

[1،*]قسم الهندسة المدنية، كلية الهندسة، جامعة المرقب، الخمس، ليبيا، *aburawi2018@gmail.com*

[2]قسم الهندسة المدنية، كلية الهندسة، جامعة المرقب، الخمس، ليبيا، *sfgwghwa@gmail.com*

الملخص

بالنظر للأهمية الكبيرة لقطاع الطرق كونه أحد الوجوه الرئيسية للمنظر العام للدول ومن خلال ما شهدته الطرق من حملات تطوير من خلال مشاريع الرصف ومن خلال ملاحظة المواد المستخدمة تم ملاحظة عدد من حالات الانهمار والفشل لبعض الطرق مما يتطلب اتخاذ الإجراءات المناسبة لتلافي هذه الأضرار ومنها القيام بتقييم لبعض الطرق. يهدف هذا البحث إلى دراسة إمكانية تحسين أداء الخلطات الإسفلتية وديمومتها والوصول إلى خلطات تمتاز بأداء مستمر ومقبول تحت تأثير الحمولات المحورية المتكررة ومقاومة للعوامل الجوية المختلفة مثل الرطوبة والتجمد والذوبان والحرارة والتي قد تتعرض لها خلال العمر الاستثماري. فقدان الديمومة أو ما يعرف بتقادم الخلطات الإسفلتية هو أكثر مشاكل الرصف المرن شيوعاً ولهذا قمنا بدراسة تأثير الاحمال المتكررة على الخلطات الإسفلتية عن طريق عينات مارشال وذلك بهدف الفهم الجيد للديمومة وظروفها ومتطلباتها وبغرض الوصول إلى ديمومة عالية لهذه الخلطات وتم في هذا البحث تحليل لهذه النتائج والتوصل إلى إيجاد نتائج يمكن من خلالها وضع التقييم الجيد لعدد من الطرق الإسفلتية المنفذة ويستطاع من خلالها الحكم على جودة هذه الخلطات.

الكلمات الدالة:
اختبار كنتربرو.
الاسفلت.
الرصف المرن.
الديمومة.
نسبة الفاقد في الوزن.

**البريد الإلكتروني للباحث المراسل:* *aburawi2018@gmail.com*

1. المقدمة

الثبات والديمومة هما أساس تصميم الخلطات الاسفلتية لذا فإن معيار الثبات يتطلب امتلاك الخلطات الاسفلتية مقداراً أولياً كافياً للثبات ليتحمل المقدار المطلوب من الحمولات المحورية التصميمية أما معيار الديمومة فيتركز على الأداء المستمر والمقبول للخلطات الاسفلتية تحت تأثير كل من الحمولات المحورية وتكرارها والعوامل الجوية المختلفة.

يتميز الإسفلت بخواص كيميائية فريدة تجعله مادة أساسية في انشاء الطرق ذو تصميم ممتاز غير قابل للتأثر بالأحماض والقلويات والأملاح ولخواص مكونات الخلطة الإسفلتية تأثير مهم على أداء الرصف وتعتبر الخرسانة الإسفلتية أفضل أنواع الرصف الأسفلتي ونظراً لارتفاع تكاليفها فإن الأمر يتطلب الاهتمام بتصميم الخلطة حتى تحصل على النتائج المرجوة ويتوقف سمك الطبقة على حركة المرور ونوع طبقة الأساس كذلك الحال ينبغي ان يكون سطح الرصف الإسفلتي المعرض لحركة لمرور صلباً بما فيه الكفاية لمقاومة التشوهات في نفس الوقت يجب أن يكون سطحاً أملساً لقيادة وسائط النقل كما وينبغي أن

ISSN: 2706-9524 (Print) ISSN: 2706-9532 (Online)

يكون له ميل جانبي لتصريف المياه السطحية الى حافات الطريق. تستخدم الخرسانة الإسفلتية على نطاق واسع في رصف الشوارع والمطارات والساحات وذلك لتوفر موادها الأولية محلياً وديمومتها الجيدة بالإضافة إلى سهولة وسرعة تنفيذ الأعمال عند استخدامها وتتم صناعة الخلطة الإسفلتية الساخنة لأغراض الرصف المرن في محطات الخلط.

إن العمر الاستثماري الطويل هو تقريباً المعنى المرادف للديمومة إلا أن هناك أكثر من تعريف لكلمة الديمومة فديمومة المواد تعرف ابأنها المقدرة على البقاء طويلاً في الخدمة وتعرف أيضا بأنها التأدية الآمنة للمنشأ او لأحد أجزائه وللعمر التصميمي المقترح أو بالمقدرة على المحافظة والأداء للمنتج أو أحد مكوناته أو تركيبه وللفترة الزمنية المحددة وفقاً للتصميم. فالمنتج ذو الديمومة العالية هو الذي يستطيع البقاء مدة زمنية طويلة دون ظهور عيوب ملحوظة فيه او تلف [1].

من المعلوم ان قوة الخلطات الاسفلتية تكمن بقوة التلاصق بين المكون الرئيسي (الركام) والذي يشكل (90-95%) من الوزن الكلي للخلطة الاسفلتية والذي يعول عليه في تحمل الاجهادات الناتجة عن الاحمال المرورية والاحوال الجوية وبين المادة الرابطة (الاسفلت). وفي السنوات الأخيرة أظهرت بعض الطرق الإسفلتية المبنية حديثًا انه يحدث بها انهيارات سابقة لأوانها مما يترتب على ذلك من آثار سلبية على كل من سلامة الطرق والاقتصاد والسائق. وكثيراً ما يكون نمط الفشل مرتبطا بالحمل (التآكل والتعب). لتحديد أعمال الصيانة اللازمة اجريت دراسة لتقييم حالة الرصف لمجموعة من الطرق الأسفلتيه وتم استخدام طريقة (مؤشر حالة الرصف) Pavement Condition Index (PCI) لحصر العيوب المختلفة الموجودة بالطريق وتصنيفها طبقاً لمعيارASTM ، وهذه الدراسة عرضت الأداء الفعلي الحالي للرصف [2].

وتمت دراسة لعيوب الرصف في الطبقة السطحية لطريق اسفلتي باستخدام طريقة لإيجاد قيم مؤشر حالة الرصف (PCI) و قد توصل الباحث إلى ان تفكك سطح الرصف وتأثير الجو هما من العوامل الرئيسية لتفاقم العيوب برصف الطريق وكان السبب هو عدم جودة الخلطة الاسفلتية للطبقة السطحية وعدم ضبط نسب مكوناتها وقلة المواد الناعمة وعدم ترابطها مما ادى إلى ظهور هذه العيوب بسطح الرصف [3]. ويعتبر الضرر الناجم عن الرطوبة هو سبب رئيسي لحدوث الفشل في الرصف بالخلطة الاسفلتية وذلك بسبب خسارة الربط أو التقشر الناتجة عن وجود الماء بين الأسفلت والركام وهي مشكلة في بعض المناطق ويمكن أن تكون شديدة في بعض الحالات فلهذا ظهرت الحاجة إلى تقييم الخلطة الاسفلتية المصممة من ناحية حساسيتها للرطوبة. ولقد وجد أن العديد من العوامل مثل خصائص الركام وخصائص الأسفلت والبيئة والحجم المروري وطريقه التنفيذ والصرف يمكن ان تساهم في التقشر(التجريد) [4].

وفي السنوات القليلة السابقة تزايد عدد المركبات والشاحنات وحمولتها المرورية العالية وبتأثير العوامل الخارجية الأخرى مثل درجات حرارة الجو وتأثير الرطوبة وتراكم هذه العوامل على اسطح الطرق مع الصيانة الغير كافية تسببت في حصول تشوهات وعيوب في طبقات الرصف. وقد استعملت الخلطات الاسفلتية المعدلة بالبوليمر لعديد من السنوات لتقليل كمية وشدة التشوه ولتمديد العمر الخدمي لطبقات الرصف بالخرسانة الاسفلتية الساخنة واكدت النتائج ان كثافة بوليمر البولي اثلين (PE) يكون لها تأثير ملحوظ وكبير على خصائص الخلطات الإسفلتية وعند نسبة خلط مثلى تبلغ (3%) حيث ان زيادة الكثافة

تسبب زيادة في قوة ثبات مارشال بنسبة (تفوق 100 %) وتخفض في عمق التخدد بنسبة حوالي (67%) مقارنة بالخلطات الاسفلتية الاعتيادية الغير المطورة واستنتج ان الخلطات الاسفلتية المعدلة باستخدام بولي ايثلين عالي الكثافة HDPE توفر افضل مقاومة ضد التشوهات الدائمة بسبب امتلاكها ثبات و صلابة عالية وقيمة اقل في تدفق مارشال[5]. ومن الأهمية أن يكون للاسفلت رابطة قوية (قوة التصاق) مع الركام وأن يكون له (قوة تماسك) بين جزيئاته وأن يكون الركام قوي وذو شكل وملمس سطحي يساعد على الالتصاق مع الاسفلت ويمكن أن تتأثر هذه الخصائص بعدة عوامل أهمها أضرار الرطوبة. الأعراض الظاهرة لأضرار الرطوبة مختلفة هذا يؤدي إلى الأسطح الخشنة والحفر في طبقة الرصف في نهاية المطاف فقدان القوة الهيكلية والمشكلة الأساسية هي فقدان الالتصاق بين الاسفلت الركام والتماسك بين جزيئات الاسفلت وكذلك ضعف في حبيبات الركام الذي يؤدي إلى تكسرها فعند مراعاة المناخ المحيط وكذلك الخصائص التي سبق ذكرها في تصميم الخلطات الإسفلتية ستكون ذات عمر أطول ولن تعاني من التلف [6].

تهدف هذه الدراسة لتقييم الطرق المستهدفة لتكوين صورة عنها ومعرفة الأكثر تضررا ومدى تأثرها بالعوامل التصميمية والتشغيلية والبيئية الذي يعتبر من الامور المهمة في ضمان جودة الطرق و بناء فكرة عامة عن ما قد ينجم عن التقادم في الخلطات الاسفلتية. ولأجل هذا قمنا بأستخراج ثلاثة عينات من خمسة قطاعات للطرق المستهدفه واجراء اختبار كنتربور عليها لمعرفة خواصها ومدى كفاءتها في مقاومة الضرر الناجم عن الاحمال المتكررة والتقادم.

2. المواد والطرق

1.2 منطقة الدراسة

تم استهداف خمس قطاعات من الطرق في منطقة سوق الخميس – الخمس حيث تم اختبار ثلاثون عينة بواقع ست عينات لكل طريق كالتالي: طريق اللوزات A طريق الالبان B طريق المشعوب C طريق المصيغ D طريق الحاجية E والشكل (1) يوضح منطقة الدراسة هذه الطرق واقعة بمنطقة سوق الخميس- الخمس وثم اختيارها من اجل تقييمها ودراسة مدى تأثير التقادم عليها وعلى خواصها والجدول (1) يبين اسماء العينات واسماء الطرق المستخرجة منها.

شكل 1 مواقع أستخراج العينات.

جدول 1. اسماء العينات والطرق.

اسم الطريق	اللوزات	الالبان	المشعوب	المصيغ	الحاجية
اسم العينات	A1-A6	B1-B6	C1-C6	D1-D6	E1-E6

2.2 جهاز أستخراج العينات وألية أستخراجها

هو جهاز كهربائي ميكانيكي يستخدم في أستخراج عينات اسطوانية ذات اقطار مختلفة وذلك عن طريق الثقب بالدوران يتركب من محرك وذراع توجيه وعجلات وحامل المثقاب والمثقاب. والمثقاب هو عبارة عن اسطوانة مسننة من الاسفل مصنوعة من الفولاذ تدور بسرعة ومزودة بماسورة ضخ مياه من أجل التبريد وكان قطر الاسطوانة المستخدمة 100 مم. وتم أستخراج العينات من الطبقة الاسفلتية العلوية إلى طبقة الاساس الحبيبي وهي عينات اسطوانية ذات قطر 100 مم بواسطة جهاز أستخراج العينات (Core Test) تم اختيار مواقع اجراء الاختبار بحيث أستخراج نموذج لكل مسافة 500 متر طولي في رصف الطريق وهي تفي بمتطلبات المواصفة الامريكية (AASHTO T168) والتي تشترط أستخراج مالا يقل عن نموذجين لكل كيلومتر وبذلك بلغ عدد نماذج العينات 6 عينات من كل طريق من الطرق السابق ذكرها والشكل (2) يوضح شكل الجهاز المستخدم في الدراسة والشكل (3) يوضح طريقة أستخراج العينات والشكل (4) يوضح شكل العينات المستخرجة من الطرق.

شكل 2 جهاز أستخراج العينات.

شكل 3 طريقة أستخراج العينات.

شكل 4 شكل العينات المستخرجة.

3. النظريات والحسابات

1.3 اختبار كنتربرو

لقد تم تطوير العديد من الاختبارات المعملية لتقييم الطرق ويعتبر أختبار كنتربرو من الاختبارات السهلة والسريعة للحصول على النتائج لتقييم الخلطات الاسفلتية والطرق. حيث يتم في هذا الاختبار تعريض العينة للأحمال المتكررة بعد ذلك يتم وزن العينة وليكن (M_0) ثم توضع العينة في جهاز الاختبار لوس

انجلوس بدون الكرات الحديدية وتكون سرعة دوران الجهاز 30 دورة في الدقيقة وعدد الدورات 300 دورة ثم توزن العينة بعد الاختبار وليكن (M_1). تحسب نسبة الفقد في الوزن للعينة من خلال المعادلة رقم (1).

$$L = \frac{M_0 - M_1}{M_0} * 100 \qquad (1)$$

حيث:

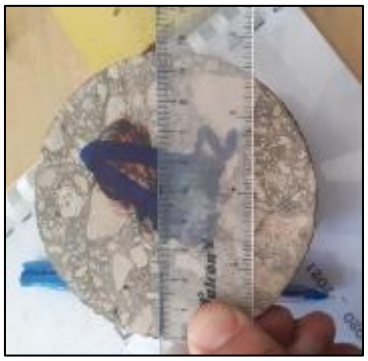
L = نسبة الفقد في الوزن

M_0 = وزن العينة قبل الاختبار

M_1 = وزن العينة بعد الاختبار

2.3 مواصفات العينة

تم قص العينات التي أستخراجت من الطبقة السطحية للطرقات السابق ذكرها لتحاكي الاشتراطات اللازمة لتحقيق اختبار كنتربرو بسمك 67 مم او ما يقاربها وبقطر يقارب 100 مم والشكل (5) يبين قياس سمك وقطر العينة بعد التسوية. وقد تم أستخراج اوزان جميع العينات قبل وبعد الاختبار لأجل التوصل لأكبر دقة و الشكل (6) يبين أخذ الاوزان للعينات.



شكل 5 قياس سمك وقطر العينة بعد التسوية.

شكل 6 *وزن للعينات*.

3.3 طريقة الاختبار

تم اجراء الاختبار على العينات بعد عملية القص والتجفيف واخذ القياسات وقسمت تقسيم العينات إلى مجموعتين كل مجموعة تتكون من ثلاث عينات لكل طريق المجموعة الأولى تم وضعها في درجة حرارة 25 درجة مئوية لمدة 4 ساعات واختبارها عند نفس درجة الحرارة. المجموعة الثانية تم وضعها في درجة حرارة 40 درجة مئوية لمدة 4 ساعات واختبارها عند نفس درجة الحرارة. ولقد تم اجراء الاختبار على هذه العينات لتبيين مقدار الفقد في الكتلة بواسطة اختبار كنتربرو والشكل (7) يبين شكل العينة قبل وبعد الاختبار.

العينة قبل الاختبار

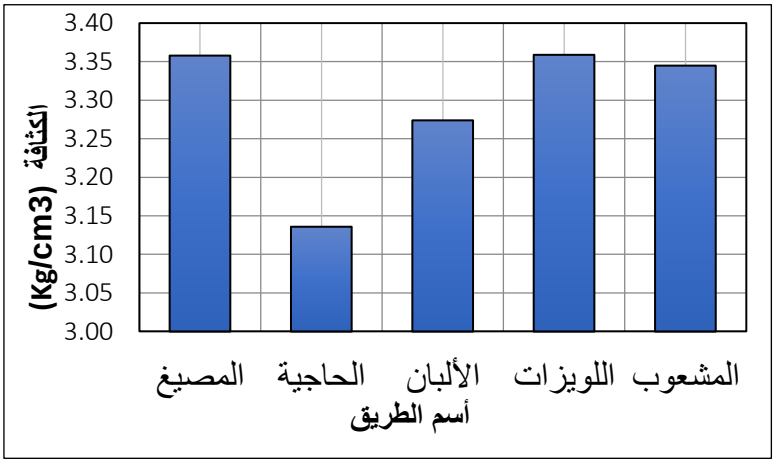
العينة بعد الاختبار

شكل 7 شكل العينة قبل وبعد الاختبار.

4. النتائج والمناقشة

1.4 نتائج الكثافة للعينات

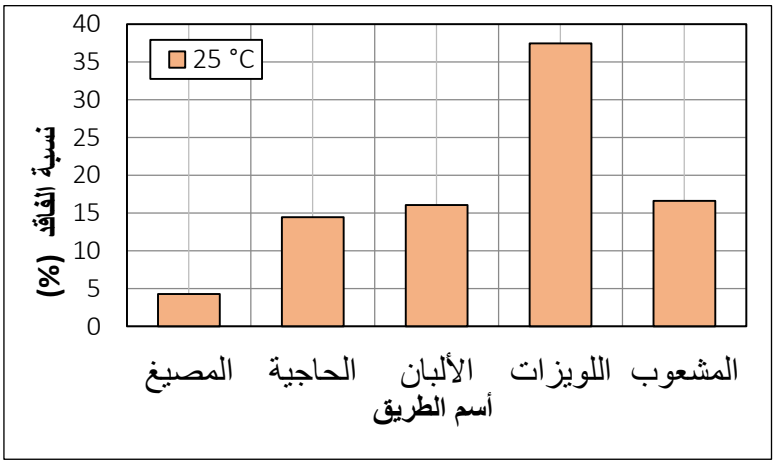
الشكل (8) يوضح نتائج الكثافة للعينات المختبرة ومن خلال الشكل نلاحظ تقارب في النتائج المتحصل عليها للكثافة وذلك لتساوي الظروف البيئة والتشغيلية لهذه الطرق فقط طريق الحاجية اعطت نتائج أقل.



شكل 8 نتائج الكثافة.

2.4 نتائج نسبة الفقد في الوزن للعينات عند درجة حرارة الاختبار 25°C

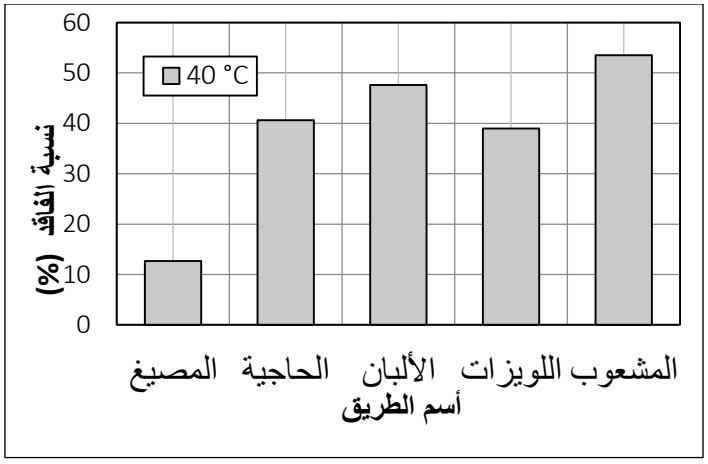
الشكل (9) يوضح نسبة الفقد في وزن العينة نتيجة لتعريضها للحمل المتكرر واظهرت النتائج ان كل الطرق تعدت نسبة المواصفات التي تنص على ان لا تتجاوز نسبة الفقد في وزن العينة بعد الاختبار عن 15% ما عدا طريق الحاجية والطريق المصيغ.



شكل 9 نسبة الفقد في الوزن للعينات عند درجة حرارة الاختبار 25ºC

3.4 نتائج نسبة الفقد في الوزن للعينات عند درجة حرارة الاختبار 40ºC

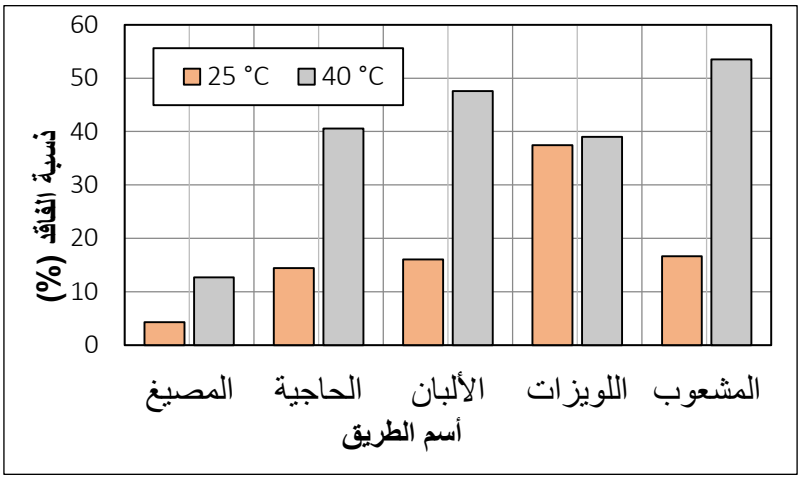
الشكل (10) يوضح نسبة الفقد في وزن العينة نتيجة لتعريضها للحمل المتكرر واظهرت النتائج ان كل الطرق تعدت نسبة المواصفات التي تنص على ان لا تتجاوز نسبة الفقد في وزن العينة بعد الاختبار عن 15% ما عدا طريق المصيغ.



شكل 10 نسبة الفقد في الوزن للعينات عند درجة حرارة الاختبار 40ºC

4.4 المقارنة بين نتائج العينات عند درجتي حرارة الاختبار 25ºC و40ºC

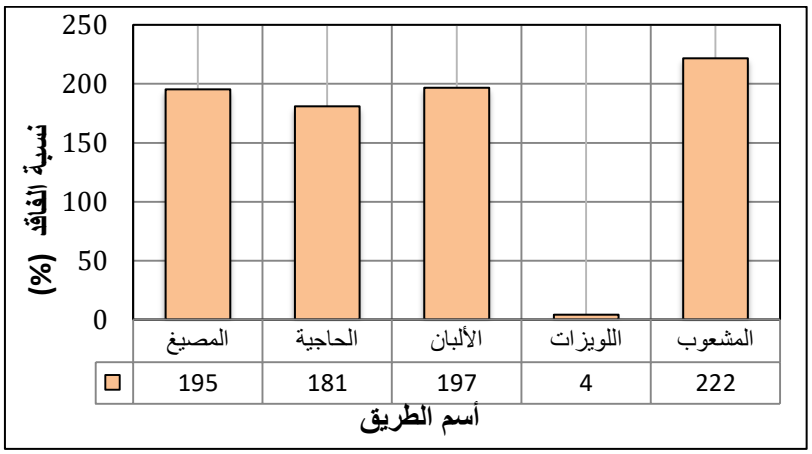
الشكل (11) يوضح نسبة الفقد في وزن العينة نتيجة لتعريضها للحمل المتكرر واظهرت النتائج ان هناك فرق واضح بين نسبة الفقد في الوزن وبين الفرق في درجات الحرارة ولكن هذا الفرق يصبح صغير عند طريق اللويزات.



شكل 11 نسبة الفقد في الوزن عند درجات الحرارة المختلفة.

من الشكل يتبين أيضا من خلال اختبار كنتربرو للعينات أن قيمة نسبة الفاقد في الوزن قد زادت بزيادة درجة الحرارة فعلى سبيل المثال فقد كانت نسبة الفاقد في الوزن لطريق اللوزات (46.37) عندما تم اختبار العينة في 25°C وقلت لتصبح (38.97) عند اختبار العينة عند 40ºC وبالتالي فإن نسبة الفاقد في الوزن تقل كلما قلت دراجة الحرارة خاصة وإن وقوام الاسفلت عند درجة الحرارة العالية تكون أضعف منها عند درجات الحرارة المنخفضة ما يعني امكانية نقص قوة الترابط للركام بفعل الاسفلت عند 40ºC وتقل عند 25ºC.

الشكل (12) يوضح نسبة الزيادة في نسبة الفقد في وزن للعينات نتيجة لتعريضها للحمل المتكرر واظهرت النتائج ان زيادة كبيرة تصل الي 222% في طريق المشعوب و181% و 197% في طريق الحاجية والالبان على التوالي. هذه الزيادة نتيجة لزيادة درجة حرارة العينة مما يسبب في تلين المادة الرابطة وسهولة تفكك حبيبات الركام عن بعضها البعض.



شكل 12 نسبة الفقد في الوزن عند درجات الحرارة المختلفة

5. الاستنتاجات والتوصيات

يعتبر اختبار كنتربرو من الاختبارات السهلة والبسيطة وغير معقدة الحسابات والتي تعطي نتائج جيدة للتعبير عن مدى تماسك الخلطات الاسفلتية وثباتها. غياب القانون يؤثر على عدم الالتزام بقوانين الوزن والاحمال المسموح بها على الطرق ما يتسبب في مرور مركبات الحمل بأوزان عالية لا تتحملها الطبقة الإسفلتية المصممة لتحمل أحمال قياسية ووجود البوابات الامنية على الطرق مما يجعل من حركة المركبات بطيئة لمسافة طويلة وصولا الى موقع تلك البوابات الأمنية وهذا التباطؤ في سرعة المركبات وبالأخص المركبات الثقيلة والشاحنات سيكون السبب الرئيسي في حدوث المشاكل على الطرقات وعدم وجود سيطرة نوعية على المواد الداخلة في الخلطة الإسفلتية وأهمها مادة الاسفلت وهذا يؤدي الى ضعف الخرسانة الإسفلتية وبالتالي ظهور العيوب عليها بعد فترة وجيزة من تنفيذها وعدم وجود معامل أسفلت حديثة في البلاد والاعتماد على معامل قديمة تتعرض للعطل أثناء عملية صناعة الخلطة الإسفلتية بما يجعل من هذه الخلطة غير مطابقة للمواصفات القياسية.

وبالتالي لابد من أحكام السيطرة على الأحمال المحورية من خلال شبكة متكاملة من محطات الوزن يتم نشرها على كافة الطرق الخارجية وأستخدام المضافات لتحسين خواص الاسفلت لمقاومة مشاكل وعيوب الطرق وخاصة التي تساعد على تقليل التقادم في الخلاطات الاسفلتية واستخدام خلطات الاسفلت الدافئ.

المراجع

1) Magdi M.E. Zumrawi, Survey and Evaluation of flexible Pavement Failures, University of Khartoum, Department of Civil Engineering, Khartoum, Sudan, 2013

2) Abdelbary A. ElbasherM A. Yousse /Optimal Maintenance Works for Aborshada Road in Libyan Western Region/جامعة القدس / 33 P1, pp.9-25, 2013.

3) جاسم علون. Asphaltic Pavement Distresses and The possibility of repair. مجلة القادسية للعلوم الهندسية المجلد 8 العدد1. 2015

4) Meor Othman Hamzah, Muhammad Rafiq Kakar and Sayed Abulhasan Quadri, Application of image analysis technique to analyze the adhesion failure of warm mix asphalt, Universiti Sains Malaysia, 2013.

5) Nahla Yassoub Ahmed, Effect of Density of the Polyethylene Polymer on the Asphalt Mixtures, Journal of Babylon University, Engineering Sciences/ No. (4)/ Vol. (22): 2014.

6) Aburawi B., Morad H. and Alhawari M., Study Strength of Bonding between Components of Asphalt Mixtures Using Image Analysis Technology, THE 4th International Conference on Science and Technology, 2021.

STUDY OF DURABILITY OF ASPHALT MIXTURES USING THE CANTERPRO TEST

Bashir M. Aburawi[1,*], Mohammed Ali Alsareef[2]

[1]Department of Civil, College of Engineering, Elmergib University, Libya, aburawi2018@gamil.com
[2] *Department of Civil, College of Engineering, Elmergib University, Libya, sfgwghwa@gmail.com*

ABSTRACT

Given the great importance of roads being one of the main projects in the countries, and through the development campaigns that the roads witnessed through paving projects, and by observing the materials used, a number of cases of collapse and failure of some roads were observed, which requires taking appropriate measures to avoid these damages, including an evaluation of some roads. This paper aims to study the possibility of improving the performance and durability of asphalt mixtures and reaching mixtures that have a continuous and acceptable performance under the influence of repeated axial loads and are resistant to various weather factors such as moisture, freezing, thawing, and heat, which may be exposed to during the investment life. The loss of durability, or what is known as the aging of asphalt mixtures, is the most common problem of flexible paving. For this reason, we studied the effect of repeated loads on asphalt mixtures through Marshall samples, with the aim of a better understanding of durability, its conditions, and requirements, and in order to reach high durability of these mixtures. In this paper, these results were analyzed and arrived at Finding results through which a good evaluation of a number of implemented asphalt methods can be made, and through which it is possible to judge the quality of these mixtures.

Keywords:
Canterpro Test.
Asphalt.
Flexible Pavement.
Durability.
Percentage of Weight Loss.

**Corresponding Author Email: aburawi2018@gmail.com*