المجلة الدولية للهندسة وتقنية المعلومات
journal homepage:www.ijeit.misuratau.edu.ly

دراسة سلوك الخلطات الاسفلتية تحت احمال الضغط باستخدام اختبار الضغط الغير محصور

بشير معمر ابوراوي
جامعة المرقب ، قسم الهندسة المدنية
الخمس ، ليبيا
Aburawi2018@gmail.com

محمد بقي الجنيدي
جامعة المرقب ، قسم الهندسة المدنية
الخمس ، ليبيا

الملخص— **أن التقدم التكنولوجي الذي بدأ في عصر الطرق الحديثة مزال مستمرا حتى اليوم. ولقد امتدت المعرفة الى مجالات التربة والمواد المستخدمة في انشاء الطريق مما جعل تصميم وتنفيذ وصيانة الطرق الأن اكثر كفاءة واقل في التكاليف. هذا بالإضافة الى التقدم الكبير الحاصل في الآلات المستخدمة في انشاء الطرق وكذلك في أدارة اعمال الانشاء نفسها والذي يؤدي الى ثورة في طرق الانشاء والصيانة. ويعتبر قطاع النقل من أهم القطاعات التي تدعم العملية الاقتصادية ويعتبر الركيزة الأساسية للاقتصاد القومي لهذا ظهرت الحاجة لوجود الطرق بمواصفات فنية ممتازة تكون فيها الحركة المرورية مريحة ومنتظمة وخالية من المشاكل والحوادث. 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 و السائق. ومن أنواع الفشل الرئيسية الموجودة في تلك الطرق المشيدة حديثًا الضرر الناتج من التقادم واختلاف درجات الحرارة. تهدف هذه الدراسة لتقييم الطرق الإسفلتية المستهدفة ومعرفة سلوك الخرسانة الاسفلتية تحت احمال الضغط باستخدام اختبار الضغط الغير محصور. ولأجل تحقيق هدف الدراسة تم أخذ عينات لسبع طرق واجراء اختبار الضغط الغير محصور لمعرفة سلوكها ومدى كفاءة أدائها في الظروف البيئية المختلفة واوضحت النتائج ان استخدام اختبار الضغط الغير محصور كان مفيدا جدا في الحصول على نتائج يمكن من خلالها التقييم للطرق وتراوحت قيمة مقاومة الضغط الغير محصور للطرق المختبرة من 550 MPa إلى 770 MPa وأعطت قيم التدفق نتائج مماثلة.**

الكلمات المفتاحية: **الخلطات الاسفلتية، مقاومة الضغط، اختبار الضغط الغير محصور، التدفق، الإسفلت المعدل.**

1. المقدمة

لقد أصبح العالم في وقتنا الحالي يعتمد على استخدام الطرق بالدرجة الاولى في نقل البضائع والأشخاص مما ادى الى انشاء شبكات مكثفة من الطرق في انحاء العالم. ويعتبر قطاع النقل من أكثر القطاعات التي تدعم العملية الاقتصادية. ويعتبر الركيزة الاساسية للاقتصاد القومي. ومع تطور صناعة السيارات وزيادة حمولاتها وسرعتها جعل من الضروري زيادة الاعتناء بمتانة الطرق وقوتها على تحمل احمال المركبات و كذلك الاهتمام بمواصفات الطرق وتصميميها بشكل امن ومريح بمواصفات فنية ممتازة تكون فيها الحركة المرورية مريحة ومنتظمة وخالية من المشاكل والحوادث ويجب ان تتوفر في الطرق أسطح قيادة ناعمة ومقاومة للانزلاق وقوة كافيه لتحمل الاحمال المطبقة عليها دون ظهور عيوب ومشاكل في طبقات الرصف مع المحافظة على خواص الطريق طوال العمر التصميمي لها. ومع مرور العمر التصميمي تبدا الطريق في الانهيار ومن اجل منع هذه المشاكل لابد من اتباع الطرق العلمية والمعملية وذلك بإجراء الاختبارات لمعرفة مدى جودة الطريق ولمعرفة مدى قدرتها على تحمل الاحمال المسلطة عليها.

استلمت الورقة بالكامل في 11 اكتوبر 2021 وروجعت في 25 اكتوبر 2021 وقبلت للنشر في25 اكتوبر 2021،

ونشرت ومتاحة على الشبكة العنكبوتية في 6 نوفمبر 2021.

تلعب الطرق دورا اساسيا في التنمية الاقتصادية والخدمية وتمثل العمود الفقري في التنمية الصناعية وترجع اهمية المواد التي تصنع منها الخلطة الاسفلتية للمحافظة والاستمرارية على الطرق. وتعتمد جودة الخلطة الاسفلتية على مكونات الخلطة ونوعيه الركام والبيتومين وطريقة التصميم والتنفيذ. صناعة الأسفلت من الصناعات الضرورية والمطلوبة على نحو كبير فالأسفلت هو مادة سوداء شبيهة بالإسمنت توجد في النفط الخام ذات لزوجة عالية وهو من المواد التي تصير لينة.

ويجب توفر الخصائص التالية في المواد المكونة لطبقات الرصف:

- يجب أن تتحمل الخلطات الإسفلتية التغير في درجات الحرارة.
- يجب أن تناسب مواد الرصف مع متطلبات التصميم كمقاومة التشققات التمساحية.
- مقاومة الطبقات السفلية للرصف للتشوه الثابت (Permanent Deformation)الناتج عن زيادة الحمولات المحورية.
- دراسة إمكانية تحسين خصائص التربة الطبيعية عن طريق معالجتها بالإسمنت أوالجير أو أية مثبتات أخرى

يتعرض الاسفلت إلى مجموعة من التغيرات تبدأ من مرحلة إنتاج الخلطات الإسفلتية في درجات حرارة مرتفعة إلى مرحلة استثماره تحت تأثير الحمولات والعوامل الجوية وتؤدي هذه المتغيرات إلى منعكسات سلبية على أداء الاسفلت ضمن الخلطة الاسفلتية مما يسبب فقدان الاسفلت للكثير من خواصه الأولية التي قد تصل إلى درجة يصبح فيها غير صالح للاستخدام وفي بعض الحالات يتطلب الاسفلت التعديل كي يحقق المواصفات المطلوبة حيث أن الاسفلت يتم تسخينه إلى درجات حرارة مرتفعة من أجل تأمين اللزوجة الكافية لتغليف حبيبات الركام بشكل جيد ومن ثم تترك الخلطة الاسفلتية بعد الدمك ليبرد في درجة حرارة الجو مما يؤدي إلى زيادة قساوته وتستمر هذه الزيادة مع الزمن خلال الاستثمار ويشار إلى هذا التعب من خلال مجموعة مظاهر يمكن ملاحظتها من خلال تصلب ولزوجة أكبر للإسفلت وازدياد التقصف والهشاشة ويصبح الاسفلت أكثر قابلية للتشوهات والعيوب نتيجة تأثير المياه والعوامل الجوية المختلفة.

استخدم الرابط الأسفلتي المعدل منذ أكثر من 50 سنة وقد لاقى اهتماماً إضافياً في السنوات الماضية وعلى الرغم من أن استخدام الاسفلت المعدل مكلف أكثر من استخدام الاسفلت العادي التقليدي إلا أنه يزيد من عمر الرصف الاسفلتي ويتم ذلك التعديل من خلال إضافة عدة مواد كالبوليميرات أو المواد المالئة والألياف الصناعية والإطارات البالية وغيرها من الإضافات وذلك لتحسين خواص الاسفلت وقد استخدم الاسفلت المعدل بالبولمير لتحسين أداء الرصف الاسفلتي في مجالات عديدة منها تقليل تشققات الرصف الناتجة عن الإجهادات الحرارية والحمولات المتكررة وتقليل التخدد والناتج عن التشوهات اللدنة وزيادة مقاومة الرابط الاسفلتي للتعب الناتج عن درجات الحرارة العالية المرافقة للإنشاء واعطاء الرابط الاسفلتي قساوة عالية في درجات حرارة الخدمة العالية ومرونة أكبر في درجات حرارة الخدمة المنخفضة وللوصول أيضاً إلى التصاق أكبر بين الركام والاسفلت في حال وجود الرطوبة.

إن التخطيط لهندسة الطرق يعتمد على دراسة مجموعة من العوامل المهمة منها التخطيط المالي هو الذي يهتم بوضع المخططات المرتبطة بالمصاريف الماليّة التي سيتم اعتمادها من أجل إنشاء أو صيانة الطرق

ويعتمد هذا العامل على التعاون بين المحلل الماليّ والاقتصادي والمهندس على وضع الأسس العامة لتنفيذ المشروع بناءً على المبلغ الماليّ المتاح لذلك وهكذا يتم إنشاء أو صيانة الطريق بشكل مناسب مع المحافظة على استغلال الموارد الماليّة بطريقة صحيحة.

تقييم الأثر البيئي هو الاهتمام بدراسة مدى التأثير البيئيّ المترتب على إنشاء الطريق في منطقة ما فمثلاً عند وضع المخططات الهندسية للطرق من الواجب على المهندس تجنّب إنشاء الطرق في الأراضي المتاحة للزراعة أو التي تحتوي على الموارد الطبيعيّة كالمياه الجوفية؛ لأن إنشاء الطرق في هذه الأماكن يؤدي إلى التسبب بضرر كبير للغطاء الزراعيّ والبيئيّ فيها .

درجة الأمان هي التي تهتم بقياس ودراسة مدى توفير درجات الأمان المناسبة التي يجب أن تتوافر في الطريق فمن المهم أن يكون طريقاً مستوياً وبعيداً عن وجود أي عوائق تمنع من حركة السير عليه كما من الواجب على مهندس الطرق التأكّد من أن المنطقة الجغرافيّة التي يمتد فيها الطريق تتناسب مع العوامل الإنشائيّة والمخططات الهندسيّة حتى يتم الوصول إلى تحقيق النتائج المطلوبة بشكل صحيح [1].

يعتبر خليط الأسفلت هو المادة الرئيسية المستخدمة في جميع أنحاء العالم لبناء الطرق. وهي تتألف من أربعة عناصر: الإسفلت والركام الناعم والركام الخشن وفراغات الهواء. يسمى مركب الإسفلت والركام الناعم بالمادة المالئة وهو المسؤول عن ربط الخليط مع بعضه البعض. ويعتمد مستوى أداء الأسفلت بشكل جوهري على نسبة كل عنصر من العناصر في هذا الخليط كما يحدد الطريقة التي سوف يستجيب لها الخليط لذلك النسب المختلفة من هذه المكونات الموجودة في الخليط تولد مجموعة واسعة من خلطات الأسفلت. ومع ذلك هناك العديد من العوامل التي تؤدي إلى تدهور الخدمة وتدني مستوى الطرق [2].

وتعتبر الخلطات الإسفلتية المكون الرئيسي لطبقات الرصف في معظم الطرق الحديثة وبالنظر إلى الوظائف المهمة لهذه الطبقات وخاصة قدرتها على مقاومة الإجهادات المختلفة التي تتعرض لها نتيجة لأحمال المرور والتغيرات الحجمية بسبب اختلافات درجات الحرارة اليومية والموسمية فإن الخلطات الإسفلتية المطلوبة يجب أن تكون ذات جودة عالية. ويتحقق ذلك بتوفر عدد من الخواص الهندسية و الميكانيكية و التي من أهمها الثبات والانسياب. ولقد وجدت عدة طرق لتقييم الطرق الاسفلتية.

2. طرق تقييم الطرق الاسفلتية

يعتبر نظام (PAVER) الذي يسمى معامل حالة الرصف من الطرق المتقدمة لتقييم حالة رصف الطرق والكشف عن العيوب الموجودة فيها وهو نظام دقيق وموضوعي طوره سلاح المهندسين الأميركي وبأخذ هذا النظام بعين الاعتبار ليس فقط نوع العيب وإنما أيضاً شدته وكثافته تمهيداً لحساب دليل حالة الرصف (Pavement Condition Index-PCI) وهو مقياس رقمي يتراوح من صفر إلى 100 حيث يعبر الرقم 100 عن وضع ممتاز للرصف. ويستخدم هذا النظام للكشف عن حالة الطرق بشكل دوري تمهيداً لتقدير حاجات الطرق من عمليات الصيانة والإصلاح المختلفة. وأهم ميزات هذا النظام:

- هذه الطريقة شاملة لكل الأسباب المحتملة لظهور عيوب الرصف.
- هي أفضل طريقة تستند على دليل مكتوب وصور تفصيلية موضحة.
- سهلة الفهم والتنفيذ.
- واسعة الانتشار ومستخدمة في أجزاء مختلفة من العالم كما تستعمل هذه الطريقة لتقييم الرصف الإسفلتية للطرق والمطارات.

وتوجد طرق اخرى لتقييم الرصف باستخدام جهاز قياس خشونة الطريق(Roughness or Riding Quality) وهو عبارة عن جهاز متطور يستخدم في تقييم شبكة الطرق وظيفياً لتحديد مستوى خدمة هذه الطرق وتقدير العمر المتبقي لها وكذلك يستخدم كوسيلة لمراقبة جودة تنفيذ الطرق أثناء عملية الإنشاء أو إعادة الإنشاء. ويمكن استخدام جهاز الحمل الساقط (Falling Weight Deflectometer – FWD) في تقييم جودة الطرق ويستخدم هذا الجهاز لتقييم القدرة الإنشائية لرصف الطرق على مستوى المشروع تمهيداً لتحديد حاجاتها من عمليات الإصلاح والصيانة الرئيسية وأهم وظائفه تحديد مواقع الخلل الإنشائي وإعادة حساب معامل المرونة لطبقات الرصف المختلفة إضافة إلى سمك طبقة الاكساء اللازمة لتعزيز القدرة الإنشائية للرصف.

أ. تقييم الرصف

وفي دراسة قام جاسم علوان بدراسة لعيوب الرصف في الطبقة السطحية لطريق اسفلتي بعنوان (عيوب الرصف الاسفلتي وامكانية معالجتها) سنة 2014 تم فيها تقسيم الطريق إلى 98 محطة باستخدام طريقة (PAVER) 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].

وقام سليمان واخرون سنة 2009 بدراسة بعنوان (تقييم خواص الخلطة الاسفلتية الساخنة بولاية الخرطوم) إحدى التحديات التي تواجهه المهتمين برصف وتشييد الطرق هي القدرة علي تحديد مستوي أداء طبقات الرصف من الناحية الإنشائية وقدرتها علي تحمل أحمال المرور والقدرة التصميمية علي مجابهة الفترة الزمنية لعمر الطريق مقارنة بالأداء الفعلي. وكان من أهداف الدراسة تقييم خواص الخلطة الاسفلتية الساخنة أثناء وبعد التشييد لبعض الطرق بولاية الخرطوم ودراسة أثر إعادة التسخين علي خواص الخلطة الإسفلتية ودراسة العلاقة بين خصائص الخلطة الإسفلتية في المعمل والموقع. ولقد تم عمل تصميم خلطة اسفلتية لخمسة طرق بمدن ولاية الخرطوم باستخدام طريقة مارشال وأخذ عينات من الخلاطة و الطريق بالقطع الدائري وإعادة تسخينها واختبارها مع الأخذ في الاعتبار درجة حرارة الخلطة وقياسها بالخلاط والموقع. وأستخدم في الدراسة مقارنة النتائج بطريقة مايكروسوفت أكسل لرسم المخططات والتحليل.

ولقد توصلت الدراسة إلي أن قيم الاستطالة والفلطحة في الركام معظمها تجاوز قيمة المواصفات مما يضعف الثبات في الخلطة وبالتالي يقلل العمر الافتراضي للطريق وكما توصلت الدراسة إلي أن تأثير عوامل التجوية الطبيعية علي الركام زاد من وجود الطبقة الجيرية علي أوجهه مما يزيد الامتصاص وبالتالي يحتاج إلي نسبة عالية من الإسفلت ايضا توصلت الدراسة الي ان قيم الثبات للقطع الدائري اغلبها ضعيفة واقل من قيم المواصفات مما يستوجب اعادة النظر في تصنيف الطرق المرصوفة من حيث الاحمال المرورية. وأوصي البحث بإجراء مزيد من الدراسات للمحاجر ومصادر توريد مواد الرصف بالولاية وبعمل الاختبارات الكيميائية للأسفلت لمراجعة الخواص الكيميائية وتركيبة الأسفلت وذلك من خلال وجود مختبر كيميائي مختص بالأسفلت [4].

المضافات و المحسنات هي مواد معدنية أو لدائن بلاستيكية أو أحماض أمينية تستعمل لتحسين خواص الرابط الإسفلتي أو تحسين التصاقه بالركام و منع التقشر و التأكسد.

يجب أن تكون أنواع وكميات المركبات الكيماوية والمحسنات الإسفلتية المستخدمة ضمن الحدود المدرجة في المواصفات الخاصة أو المقترحة بواسطة الشركة المصنعة كما يجب خلط جميع المركبات الكيماوية والمحسنات الإسفلتية بما في ذلك المواد المضافة المقاومة للتقشر خلطاً تاماً ومزجها بشكل متجانس مع المادة الإسفلتية. أحد الإضافات هي البوليمر وهو مادة تضاف للبيتومين لتحسين مواصفاته وتشمل مانع جيد للتقشير (انفصال الاسفلت عن الركام) ويعطي ديمومة أكبر لعدم تأثره كثيرا بالتغيرات المناخية.

وقام كل من اسماعيل الاحمدية وأخرون سنة 2012 بدراسة بعنوان (تقييم أداء استخدام نفايات البولي إيثلين (PET) في الأسفلت) لتحسين خصائص الإسفلت وتقليل التأثير السلبي لمواد النفايات على الطبيعة والبيئة للمساهمة في اقتراح وسيلة لإعادة استخدام مواد النفايات في مشاريع البناء الهندسية والصناعية مثل رصف الطرق. قدمت الورقة بحثًا تجريبيًا حول تطبيق زجاجات النفايات البلاستيكية (Polyethylene Terephthalate (PET) كمادة مضافة في الخلطة الاسفلتية . ولقد تم اجراء اختبار العجلة وإمكانية التعرض للرطوبة ومعامل المرونة على الخلطات الاسفلتية التي شملت نسبًا مختلفة من نفايات PET بنسبة 0٪ و 2٪ و 4٪ و 6٪ و 8٪ و 10٪ بالوزن من محتوى الإسفلت. ومن خلال النتائج تم تحديد النطاق المناسب لكمية النفايات ليكون 4-6٪ بالوزن من محتوى الإسفلت [5].

وفي دراسة اخرى استخدام الديماتو الحجري والركام الخشن في مزيج من الإسفلت للرصف. و تركز الدراسة على اختبار قوة الضغط وعلاقتها مع الإجهاد في خلطات اسفلتية تحتوي على خليط من أحجار الدوماتو ستون. والدوماتو هو الاسم المحلي لحجر الجير (الكورزيت الدولوميت) التي يمكن العثور عليها في جميع أنحاء منطقة بانجاي بأندونيسيا. في الدراسة تم انتاج خلطات الاسفلت المسامي وذلك باحتواء مزيج من أحجار الدوماتو ستون من 3٪ إلى 5٪ بالوزن من خليط الإسفلت المسامي وكانت نسبة الفراغات الهوائية للأسفلت المسامي تبلغ 17.25 ± 2.5 %. وكان تكوين الركام الخشن والركام الناعم هو 90 ٪ و 10 ٪ على التوالي.

حيث يكون الركام الخشن المكون من حجر الدوميتو المطحون بقطر 8/3 "و 2/1" 50٪ و 50٪ على التوالي. تم استخدام قالب مارشال القياسي بسعة العينة 1200 غرام لتحضير العينات. وتم دمك جميع العينات مع مطرقة مارشال باستخدام ضربات 2×50 وخضعت العينات لاختبار قوة الضغط وتم قياس التشوهات المحورية والجانبية. وكانت نتائج الاختبار تبين أن منحنى الإجهاد من اختبار الضغط لخرسانة الإسفلت الكثيفة متشابهة مع منحنى الإجهاد من الإسفلت المسامي باستخدام الدوماتو الحجري والاسفلت وأظهرت نتيجة اختبار الضغط غير المحصور أن الأسفلت المسامي الذي يحتوي على حجر الدوماتو وخليط مع 4 ٪ لديه قوة الضغط 2.4 MPa [6].

لقد ظهرت بعض العيوب في الطريق من تشققات و حفر وهبوط و تموجات في الطرق نتيجة للأحمال المرورية الكبيرة قبل ان يبلغ العمر التصميمي له مما يترتب عليها من اضرار سلبية على سلامة المركبات والسائقين والطريق وتتمثل المشكلة في تأثير الاحمال على سطح الطريق مما يودي الى حدوث الاضرار من تشققات و حفر وتموجات وغيرها من الاضرار التي تسببها الاحمال الزائدة وتهدف هذه الدراسة لتقييم الطرق الإسفلتية المستهدفة ومعرفة سلوك الخرسانة الاسفلتية تحت احمال الضغط المطبقة على الرصف والناتجة من أحمال المركبات باستخدام اختبار الضغط الغير محصور.

لتحقيق هذه الدراسة تم أخذ 3 عينات لسبعة طرق واجراء الاختبار عليها لمعرفة خواصها ومدى كفاءتها في مقاومة الضرر الناجمة عن الاحمال المسلطة عليها.

3. طريقة الدراسة

أ. أماكن أخذ العينات

ثم استهداف سبعة طرق بواقع ثلاث عينات لكل طريق هذه الطرق واقعة بمنطقة سوق الخميس - الخمس وثم اختيارها من اجل تقيمها والجدول رقم 1 يبين اسماء العينات و اسماء الطرق المأخوذة منها. والشكل رقم 1 يوضح منطقة الدراسة.

جدول 1. أسماء العينات الطرق

اسم الطريق	أسماء العينات		
الالبان	1A	1B	1C
المقريف	2A	2B	2C
المشعوب	3A	3B	3C
التركية	4A	4B	4C
قوقاس	5A	5B	5C
الكسارات	6A	6B	6C
اللويزات	7A	7B	7C

شكل 1. منطقة الدارسة

ب. جهاز أخذ العينات

هو جهاز كهربائي ميكانيكي يستخدم في أستخراج عينات اسطوانية ذات اقطار مختلفة وذلك عن طريق الثقب بالدوران يتركب من محرك ودراع توجيه وعجلات وحامل المثقاب والمثقاب. والمثقاب هو عبارة عن اسطوانة مسننة من الاسفل مصنوعة من الفولاذ تدور بسرعة ومزودة بماسورة ضخ مياه من اجل التبريد وكان قطر الاسطوانة المستخدمة 100مم. والشكل رقم 2 يوضح شكل الجهاز المستخدم في الدراسة.

شكل 2. جهاز استخراج العينات

ج. آلية أخذ العينات

هي عينات اسطوانية ذات قطر100مم أخذت من الطبقة الاسفلتية العلوية إلى طبقة الاساس الحبيبي بواسطة جهاز أخذ العينات (Core Test)وتم اختيار مواقع إجراء الاختبار بحيث أخذ نموذج لكل مسافة 500 متر وبذلك بلغ عدد نماذج العينات 3 عينات من كل طريق من الطرق السابق ذكرها والشكل رقم 3 يوضح طريقة أخذ العينات والعينات المستخرجة من الطرق. والشكل رقم 4 يوضح العينات بعد عمليات القص والتسوية والجاهزة للاختبار.

شكل 3. طريقة أستخراج العينات

شكل 4. العينات بعد عمليات القص والتسوية

د. اختبار الضغط الغير محصور (Unconfined Compression Asphalt Test)

لقد تم أجرى العديد من الاختبارات المعملية لتقيم الطرق الاسفلتية ولكن هذه الاختبارات لا تكفي لمعرفة سلوك الخرسانة الاسفلتية عند اختلاف الظروف المناخية ووضعيات التحميل. ومن هذه الاختبارات يعتبر اختبار الضغط الغير محصور من الاختبارات التي يمكن الاعتماد عليها في تقييم الطرق لسهولة اجراءها ودقة النتائج المتحصل عليها من الاختبار.

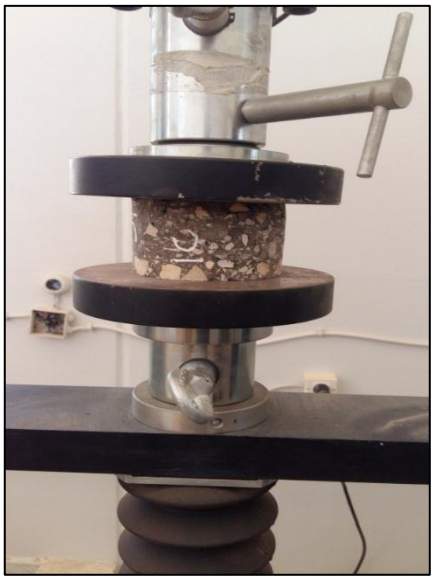
في هذا الاختبار يتم قص العينات التي أخذت من الطبقة السطحية للطرق السابق ذكرها وتسويتها لتحاكي الاشتراطات اللازمة لتحقيق اختبار الضغط الغير محصور بسمك 65مم او ما يقاربها وبقطر يقارب 100مم والشكل رقم 5 يبين شكل العينة بعد عملية القص والتسوية .

شكل 5. العينة بعد عملية القص والتسوية

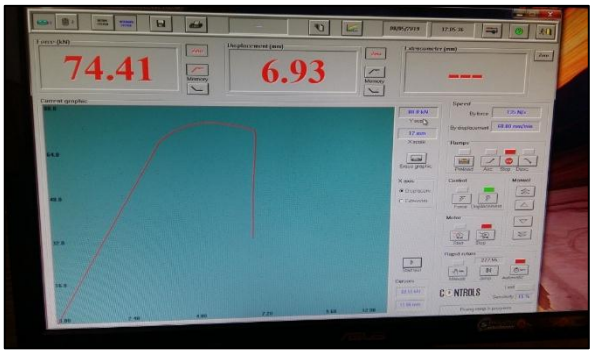
تم أخذ ثلاث عينات لكل طريق ومن ثم تمت عملية التسوية وتم أخذ قياسات الاقطار والسمك والاوزان و أخذ متوسط القراءات للحصول على ادق النتائج. ولقد تم اجراء هذا الاختبار على هذه العينات لتبيين مقدار اقصى حمل بواسطة جهاز الضغط الغير محصور والشكل رقم 6 يبين شكل الجهاز المستخدم والشكل رقم 7 يبين كيفية وضع العينات داخل الجهاز وطريقة التحميل.

ويتم فيه هذا الاختبار تسليط حمل بمعدل ثابت ويتم تسجيل اقصى حمل للعينة (P) قبل الكسر والذي يظهر على لوحة جهاز الحاسوب المشغل للجهاز وتظهر ايضا قيمة التدفق منذ بداية تسليط الحمل حتى لحظة الكسر والشكل رقم 8 يوضح القراءات التي تظهر على شاشة الحاسوب.

شكل 6. الجهاز والعينة



شكل 7. العينة داخل الجهاز وطريقة التحميل



شكل 8. القراءات والاشكال المتحصل عليها

عند اجراء الاختبار يزداد القطر تدريجيا وينقص السمك وتظهر التشققات على العينة حتى انهيار العينة بالكامل. ويكون سلوك العينة ان تفقد مقاومتها للضغط عند الكسر. وقبل الكسر تأخذ العينة شكل البرميل والشكل رقم 9 يبين شكل العينة اثناء الاختبار والشكل رقم 10 يوضح شكل العينة بعد الاختبار.

شكل 9. شكل العينة اثناء الاختبار

شكل 10. شكل العينة بعد الاختبار

وتم استخدام المعادلة التالية للحصول على النتائج

$$\sigma = \frac{P}{A}$$

حيث

σ = اقصى مقاومة للضغط.
P = اقصى حمل تتكسر عنده العينة.
A = مساحة مقطع العينة.

4. النتائج و المناقشة

سيتم عرض كافة النتائج المعملية التي تم إجرائها على كافة العينات على هيئة جداول وأشكال وسوف يتم عمل المقارنات للنتائج.

أ. المواصفات القياسية والنتائج لعينات الطرق

الجداول من رقم 1 الي رقم 7 يبين المواصفات القياسية لعينات الطرق التي استهدفتها الدراسة.

جدول 1. بينات ونتائج طريق الألبان

اسم العينة		قطر العينة	سمك العينة	وزن العينة	التدفق	اقصى حمل
		mm	mm	g	mm	KN
العينات	1A	10.328	6.58	1217	7.81	59.62
	1B	10.323	6.82	1234	3.65	70.28
	1C	10.32	6.76	1278	6.93	47.51

جدول 2. بينات ونتائج طريق المقريف

اسم العينة		قطر العينة	سمك العينة	وزن العينة	التدفق	اقصى حمل
		mm	mm	g	mm	KN
العينات	2A	10.3	6.6	1230	4.4	66.6
	2B	10.34	5.74	1158	16.25	61.25
	2C	10.37	6.81	1238	7.17	47.54

جدول 3. بينات ونتائج طريق المشعوب

اسم العينة		قطر العينة	سمك العينة	وزن العينة	التدفق	اقصى حمل
		mm	mm	g	mm	KN
العينات	3A	10.34	6.79	1326	7.65	61.03
	3B	10.34	6.86	1326	6.5	59.23
	3C	10.33	6.59	1267	6.5	47.46

جدول 4. بينات ونتائج طريق التركية

اسم العينة		قطر العينة	سمك العينة	وزن العينة	التدفق	اقصى حمل
		mm	mm	g	mm	KN
العينات	4A	10.29	6.88	1299	4.86	49.85
	4B	10.32	6.66	1276	6.32	50.25
	4C	10.34	6.21	1146	5.62	55.16

جدول 5. بينات ونتائج طريق قوقاس

اسم العينة		قطر العينة	سمك العينة	وزن العينة	التدفق	اقصى حمل
		mm	mm	g	mm	KN
العينات	5A	10.34	6.77	1203	4.71	53.07
	5B	10.37	6.59	1148	7.6	36.2
	5C	10.32	6.82	1253	8.3	48.17

جدول 6. بينات ونتائج طريق الكسارات

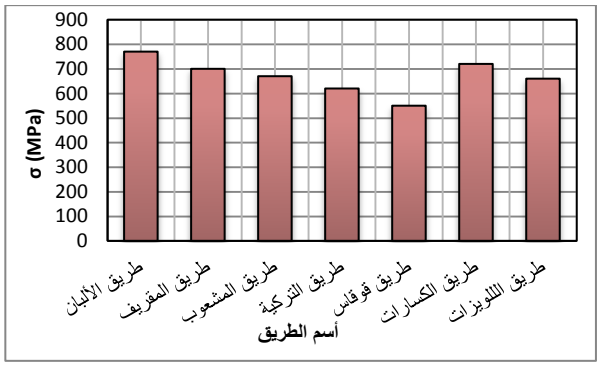
اسم العينة		قطر العينة	سمك العينة	وزن العينة	التدفق	اقصى حمل
		mm	mm	g	mm	KN
العينات	6A	10.33	6.31	1200	9.3	59.18
	6B	10.33	6.72	1291	1.9	55.12
	6C	10.33	6.73	1317	7.6	66.02

جدول 7. بينات ونتائج طريق اللويزات

اسم العينة		قطر العينة	سمك العينة	وزن العينة	التدفق	اقصى حمل
		mm	mm	g	mm	KN
العينات	**7A**	10.34	6.28	1331	5.7	49.00
	7B	10.34	6.86	1173	6.0	65.31
	7C	10.35	6.79	1315	6.9	52.83

ب. نتائج مقاومة الضغط الغير محصور للعينات

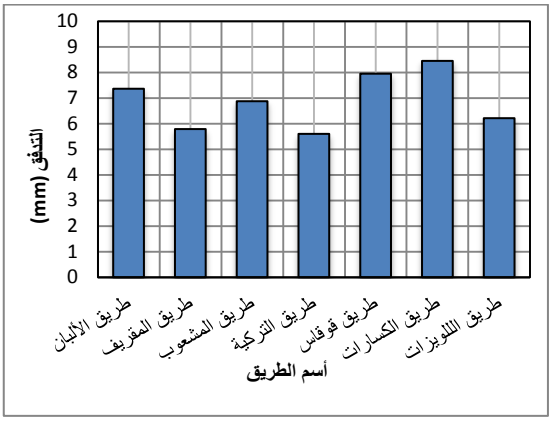
الشكل رقم 11 يبين قيمة مقاومة الضغط الغير محصور لعينات الطرق المستهدفة للدراسة ومن الشكل السابق يتبين لنا طريق قوقاس كانت مقاومة الضغط الغير محصور بها اقل قيمة وبلغت 550 MPa وكانت أضعف الطرق من حيث مقاومتها لإجهادات الضغط الغيرمحصور بينما اعطت طريق الألبان أعلى مقاومة للضغط الغير محصور وبلغت 770 MPa وكانت أقوى الطرق من حيث مقاومتها لإجهادات الضغط الغير محصور.



شكل 11. قيمة مقاومة الضغط الغير محصورة

ج. نتائج قيمة التدفق

المقصود بالتدفق هو التشكل الحاصل في العينة نتيجة الاحمال المسلطة عليه وفي هذا الاختبار يحدث التشكل بزيادة القطر ونقص في السمك. والشكل رقم 12 يبين قيمة التدفق في عينات الطرق.



شكل 12. قيمة التدفق في عينات الطرق

ومن الشكل السابق يتبين لنا ان أكبر ازاحة وقعت في الطريق الكسارات واقل ازاحة وقعت في الطريق التركية.

5. الخلاصة

أرصفة الأسفلت حساسة للمناخ ونتيجة لذلك صممت لتلبيتها للظروف المناخية الموجودة تاريخيا في منطقة معينة. ففي حالة زيادة هطول الأمطار من المتوقع أن تزيد حالات التجريد في الخلطات الاسفلتية الساخنة. فعند تصميم الخلطات الاسفلتية وفقا للمناخ المحيط ستكون ارصفة الأسفلت ذات عمر اطول ولن تعاني من التلف ومع ذلك فإن طبيعة التجريد تعتمد على كيف ومتى يتم دخول المياه والأسفلت لبعضهم البعض بالإضافة إلى سلسلة من العوامل المتعلقة بالتصميم والبناء والتحميل. كلها عوامل تساهم في زيادة ضرر الرطوبة على أرصفة الأسفلت.

عند اجتماع أحمال محورية عالية وضغط اطار عالي ينتج عن دلك اجهادات عالية بالطبقات الاسفلتية اكبر من مقاومة للخلطات الرصف الاسفلتية التقليدية مما ينتج عن ذلك اضرار التخدد المبكرة، ويزداد عمق التخدد بازدياد سمك الطبقات الاسفلتية وتكرار الاحمال المحورية واوضحت النتائج ان استخدام اختبار الضغط الغير محصور كان مفيدا جدا في الحصول على نتائج يمكن من خلالها التقييم للطرق وتراوحت قيمة مقاومة الضغط الغير محصور للطرق المختبرة من (550 – 770) MPaوأعطت قيم التدفق نتائج مماثلة. عليه يمكن تخفيض الأضرر للطرق بضبط حمولات مركبات النقل، وعلى الجهة المسئولة اتخاد قرار بتبني أحد الاساليب إما من خلال اقامة محطات وزن على الطرق، او من خلال الزام المنافذ البرية والبحرية ومصانع ومحاجر مواد البناء تطبيق الحمولات القانونية لمركبات النقل عند خروجها من مواقعها.

الضغط على المؤسسات الحكومية المسئولة عن الطرق الى تطبيق دقيق للقوانين المتعلقة بالأوزان المحورية وحمولات مركبات النقل و فرض غرامات باهظة على المخالفين و ذلك للمحافظة على شبكة الطرق من التدهور السريع .

المراجع

[1] مجد خضر، هندسة الطرق، منشور على شبكة الانترنيت، 2016. تاريخ الدخول 2021/8/31

[2] محمود مسعود النصري، منشور على شبكة الانترنيت 2012. تاريخ الدخول 2021/8/31

[3] جاسم علوان، عيوب الرصف الاسفلتي وامكانية معالجتها، مجلة القادسية للعلوم الهندسية، المجلد 8، العدد1، 2014.

[4] سليمان وأخرون، تقييم خواص الخلطة الاسفلتية الساخنة بولاية الخرطوم، 2009.

[5] اسماعيل الاحمدية، ابراهيم الاحمدية، ماجد زرغار، تقييم أداء استخدام نفايات البولي إيثلين **(PET)** في الأسفلت، 2012.

[6] Chairuddin F., Tjaronge M. W., Ramli M., and Patanduk J., Compressive Strength of Permeable Asphalt Pavement Using Domato Stone (Quarzite Dolomite) and Buton Natural Asphalt (BNA) Blend, IACSIT International Journal of Engineering and Technology, Vol. 8, No. 3, June 2016