First Libyan International Conference on Engineering Sciences & Applications (FLICESA_LA)
13-15 March 2023, Tripoli – Libya

دراسة تأثير مستويات الدمك على الخواص الحجمية والميكانيكية للخلطات الأسفلتية

بشير معمر أبوراوي
كلية الهندسة الخمس جامعة المرقب الخمس ليبيا
Aburawi2018@gmail.com

الملخص: تمتلك ليبيا شبكة طرق كبيرة وتمتد في كافة الاتجاهات وتجتاز الأقاليم المناخية المختلفة السائدة في ليبيا ومع التطور العمراني الكبير الذى تشهده البلاد في مختلف المجالات مما يتطلب العمل على إنشاء شبكات طرق جديدة أو صيانة الطرق القائمة فإنه بات من الضروري ضبط ومراقبة جودة الخواص الهندسية لمواد إنشاء الطرق والتي هي من أهم العوامل التي تؤثر على جودة الطرق وضبط عمليات التنفيذ. وتقاس الخصائص الهندسية للمواد المستخدمة في الرصف بواسطة أخذ عينات وعمل التجارب المعملية اللازمة وذلك للتحقق من جودتها ومواصفاتها الهندسية. تستمد هذه الدراسة أهميتها من التنامي المتزايد لمشكلة ظهور الأضرار في بعض الطرق الاسفلتية المنفذة حديثاً حيث تحدث بها انهيارات سابقة لأوانها مما يترب على ذلك من آثار سلبية على كل من سلامة الطرق والاقتصاد والسائق. في هذه الدراسة تم استهداف الخلطة الاسفلتية المستخدمة في تنفيذ بعض الطرق بمدينة الخمس من اجل تقييمها ودراسة تأثير مستوى الدمك على خواصها الحجمية بطريقة مارشال. تستعرض هذه الدراسة تأثير مستوى الدمك على الخواص الحجمية والميكانيكية من خلال دمك الخلطات الأسفلتية عند مستويات دمك مختلفة 25 و 50 و75 و100 ضربة من الجهتين بواسطة مطرقة مارشال واخذ القياسات والاوزان لجميع العينات وتحديد الخواص الحجمية والميكانيكية. تشير النتائج ان مستوى الدمك للخلطات الأسفلتية من العوامل المهمة في ثبات الرصف المرن وبالتالي لابد من الاهتمام بطريقة الدمك وأستخدام المعدات المناسبة وأشارت النتائج ان زيادة عدد الضربات يزيد من ثبات الخلطة وكثافتها في حين يقلل من قيمة التدفق.

الكلمات المفتاحية : الرصف الأسفلتي مستويات الدمك ثبات مارشال التدفق الخواص الحجمية.

1. مقدمة

الخلطات الأسفلتية عبارة عن مزيج متجانس من مواد الرصف وتشمل الرابط الأسفلتي والركام بدرجاته المختلفة وبعض المضافات كالبودرة وغيرها وقد يكون الرابط الأسفلتي محسناً أو غير محسناً وهو يعمل على حماية الخلطة الأسفتية من الماء وكرابط لحبيبات الركام لتكوين كتلة كثيفة متماسكة عندما تلتصق مع بعضها وهذا يؤدى إلى زيادة متانة ومقاومة الخلطة ويتأثر آداء الخلطة الأسفلتية بكل من خصائص مكوناتها كلاً على حدة وبخصائصها مجتمعة.

وتُعتبر الخلطات الأسفلتية 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 الأسفلتية المطلوبة يجب أن تكون ذات جودة عالية. ويتحقق ذلك بتوفر عدد من الخواص الهندسية و الميكانيكية والتي من أهمها الثبات و الانسياب وتعمل الخلطات الأسفلتية المستخدمة في مجال الرصف المرن على أساس الخضوع المؤكد بالانحناء قليلاً تحت كل حمل ثم الرجوع إلى الشكل الأصلي وهو ما يعبر عن خاصية المرونة لهذا النوع من الرصف.

هناك عدة أنواع من الخلطات الأسفلتية في مختلف بلدان العالم من أهمها الخلطة الأسفلتية الساخنة والخلطة

الأسفلتية الباردة والماكدام المسقى بالأسفلت وخلطة الأسفلت الرملي ويعود هذا التنوع في الخلطات الأسفلتية إلى تعدد الاستخدامات والخبرات وذلك باختلاف الظروف البيئية والاقتصادية للمنطقة المزمع إنشاء الطريق بها وخاصة فيما يتعلق بتوفر مواد الإنشاء والالآت والمعدات والتقنيات اللازمة لتنفيذ المشروع وتتفق كافة أنواع الخلطات الأسفلتية المستعملة في أعمال الرصف في ضرورة توفر عدد من الخواص الأساسية التي يمكن التوصل إليها عن طريق تطبيق المواصفات الفنية وطرق التصميم والإنشاء.

ويتعرض الرصف الاسفلتي إلى العديد من الأضرار التي قد تؤثر على الوظيفة التي أنشأ من أجلها وهي جودة القيادة والراحة لمستخدمي الطريق للوصول إلى السلامة والأمان وهذه الأضرار قد تكون بسبب أحمال المرور أو عوامل بيئية (الحرارة والأمطار) أو سوء التصميم والتنفيذ وكذلك استخدام مواد ذات مواصفات لا تتطابق مع الظروف المحلية [1].

وهناك العديد من الاختبارات التي تجرى لمعرفة سلوك المواد الاسفلتية ومن هذه الاختبارات اختبار الشد المباشر وهو من الاختبارات التي تجرى خاصة في البلدان التي تنخفض فيها درجات الحرارة [2].

استخدام اختبار الشد غير المباشر في تحديد ومعرفة تأثير أضرار الرطوبة على الطرق الاسفلتية في دراسة لمعرفة تأثير الرطوبة حيث تم استهداف سبعة طرق من العينات هي عبارة عن عينات اسطوانية ذات قطر 100مم اخذت ابتداء من الطبقة الإسفلتية العلوية إلى طبقة الأساس الحبيبي بواسطة جهاز قطع واستخراج العينات وتم اختبار العينات بواسطة اختبار الشد غير المباشر وتحديد نسبة الشد غير المباشر لدراسة مدى تأثير الرطوبة عليها عند إخضاعها لعدد ثلاث دورات من التجمد والذوبان. حيث اظهرت الاختبارات نتائج مختلفة من طريق لأخر في قيم الشد غير المباشر وبينت الدراسة مدى تأثير الرطوبة الواضح على اضعاف قوة الخرسانة الإسفلتية حيت اظهرت النتائج انخفاض في قيم الشد غير المباشر بعد تعرضها للرطوبة. كما بينت الدراسة أن مشاكل التصريف هي السبب الرئيسي لضرر الرطوبة داخل الأرصفة الإسفلتية لهذا يجب أن تكون الأولوية الإزالة السريعة للمياه من طبقات الرصف الأسفلتي بالإضافة إلى ذلك هناك حاجة ماسة لممارسات البناء الجيدة إذا ينبغي تجنب ضرر الرطوبة بمراعاة الميول الطولية والجانبية أثناء تنفيد الطرق الإسفلتية من اجل ضمان سلاسة التصريف للمياه وضمان استيفاء مستويات الدمك المستهدفة للوصول لأقل نسبة من الفرغات الهوائية داخل الأرصفة الإسفلتية. كما ويعتبر استخدام الخرسانة الإسفلتية المسامية من أفضل الطرق لتجنب أضرار الرطوبة داخل الأرصفة الإسفلتية. وباستخدام الإضافات التي تعزز قوة الربط في الخرسانة الإسفلتية كالبوليمرات والجير والإسمنت يمكن أن يعزز قوة الترابط بين مكونات الخلطة الإسفلتية [3].

تعتبر الخلطات الاسفلتية حساسة للمناخ (للتأثير البيئي سواء من ناحية الحرارة او الرطوبة) ونتيجة لذلك صممت لتلبيتها للظروف البيئية الموجودة حسب التاريخ المناخي لمنطقة معينة ففي حالة زيادة هطول الأمطار من المتوقع أن تزيد حالات التجريد في الخلطات الإسفلتية الساخنة وعند تصميم الخلطات الإسفلتية وفقا للمناخ المحيط ستكون ارصفة الإسفلت ذات عمر أطول ولن تعاني من التلف ومع ذلك فإن طبيعة التجريد تعتمد على كيف ومتى يتم دخول المياه للأسفلت بالإضافة إلى سلسلة من العوامل المتعلقة بالتصميم والبناء والتحميل كلها عوامل تساهم في زيادة ضرر الرطوبة على أرصفة الأسفلت.

وفي دراسة أخرى هدفت إلى تقييم محطات الرصف الاسفلتي بالطرق الرئيسية في مدينة الديوانية بدولة العراق فقد تم اختيار ثلاثة طرق رئيسية مختلفة في مدينة الديوانية وتم مسح كمية العيوب باستخدام طريقتين. تقييم حالة الرصف لتحديد أداء الرصيف وقد تم تحديد 10

عيوب في رصف الاسفلت التي وردت في طريقة تقييم حالة الرصف وأن الشقوق هي الأكثر كثافة في الرصيف يليها التخدّد والحفر أما بقية العيوب فهي أقل كثافة وكلها بسبب سوء تصميم الخلطة الإسفلتية وسوء التنفيذ. وخلصت الدراسة إلى مجموعة من النتائج أهمها ان مستخدمي الطرق المدروسة تأثرت بوعورة الطرق [4]. وكان الهدف من دراسة اخرى تصميم خلطات اسفلتية بطريقة الرصف المتفوق الأداء لإنتاج الخلطات الإسفلتية تكون ذات نجاعة عالية التنفيذ والقضاء على المشاكل مثل (الظهور المكتف للتشققات الطولية والعرضية والتمساحية على كامل مسار القطاع وتعد الحفر أيضاً من أبرز مشاكل هذا القطاع وغيرها من الأضرار). ولغرض تحقيق أهداف الدراسة فقد تتطلب من الباحث القيام ببعض الأعمال الحقلية والتي تتضمت زيارة محاجر إنتاج الركام ومراقبة طريقة إنتاجه في المواقع وأخذ عينات من الركام من هذه المحاجر بطريقة عشوائية وجلبها للمعمل لعمل الاختبارات عليها وكذلك تم استخدام بعض البرامج الهندسية في عملية تصميم الخلطات الإسفلتية. وكانت نتائج الدراسة ان محجر النهضة كان اقل احتياجاً للمادة الرابطة الإسفلتية حيث كانت نسبة الرابط الاسفلتي تشكل 3.3 % من وزن الخلطة الإجمالي وبلغت اعلى نسبة لمحجر إبراهيم مفتاح حيت بلغت 6.4% من وزن الخلطة الإجمالي. وكان كل من نسبة الفراغات المعدنية للركام ونسبة الفراغات المملوءة بالإسفلت والكثافة القصوى للخلطة لجميع المحاجر مطابقة للمواصفات سوبربيف. كما أن النقص الكبير في المادة المالئة جعل من نسبة الغبار محدودة حسب المواصفات [5].

وقد تناولت دراسة أخرى إمكانية استخدام غبار الرخام كمادة مالئة في تصميم الخلطات الإسفلتية بحيث يكون مطابقاً للمواصفات المطوبة لطبقة التغطية السطحية (الاهتراء) للطرق بالإضافة إلى تنظيف البيئة من هذه الملوثات ذات السمية المعروفة. تم في هذه الدراسة توصيف كلاً من الاسفلت و الحصويات والفيلر وتحديد النسبة المثالية للإسفلت لتصميم الخلطات الإسفلتية باستخدام طريقة مارشال وتم تصميم الخلطات الإسفلتية عند محتوى الاسفلت الأمثل باستخدام غبار الرخام بنسب (5 6 7 8 %) من وزن الحصويات الكلي ومن ثم تمت دراسة التغيرات الحاصلة على خصائص الخلطات الإسفلتية ومقارنتها مع الخلطات الإسفلتية المصممة باستخدام المادة المالئة التقليدية (مسحوق الحجر الكلسي) والاسمنت البورتلاندي وذلك عند نفس النسب السابقة. وخلصت الدراسة إلى مجموعة من النتائج أهمها ان هناك إمكانية استخدام غبار الرخام كفيلر في تصميم الخلطات الإسفلتية عند نسبة مثالية 6% من الوزن الكلي للحصويات والتي تم الحصول عندها على أعلى ثبات وقيم انسياب وفراغات هوائية جيدة ويمكن استخدام غبار الرخام كمادة مالئة في تصميم الخلطات الإسفلتية من الناحية الفنية بالإضافة إلى الفوائد البيئية والاقتصادية المتوقعة من هذا الاستخدام. وقد لوحظ خروج نسب الفراغات الهوائية عن القيم المسموحة عند استخدام غبار الرخام كمادة مالئة في تصميم الخلطات الإسفلتية عند النسبة 8% مع بقاء قيم الثبات والانسياب ضمن حدود المواصفات [6].

وفي دراسة هدفت إلى إجراء دراسة ميدانية ومختبرية لمعرفة عيوب وحالة الرصف لأحد الطرق الرئيسية من خلال تحديد عيوب الرصف واسباب ظهورها بطريقة معامل حالة الرصف وبدون اي فحوصات مختبرية للرصف ومقارنة تحديد حالة الرصف بالطريقة التقليدية السائدة بعد اجراء مختلف الاختبارات وما يتطلبه ذلك من كثرة الجهد والكلفة وتطرقت الدراسة أيضاً الى كيفية معالجة هذه العيوب السطحية باستخدام التقنيات الحديثة اثناء تصميم الرصف او عند معالجة هذه العيوب لتقليل أو منع ظهورها وقد تطلب العمل دراسة 50 قطاع لأحد اتجاهي الطريق الاسفلتي وطوله 5 كيلو متر وعرضه 7 متر واجراء الكشف الموقعي وتدوين مختلف عيوب

الرصف بطريقة معامل حالة الرصف وإيجاد قيمة معامل حالة الرصف لكل قطاع لتحديد حالة مقاطع الرصف.

وتم اختيار10 عينات اسفلتية اخرى من الرصف لنفس المواقع لإجراء مختلف الاختبارات المختبرية. وتوصلت الدراسة إلى مجموعة من النتائج أهمها إن 30 قطاع من الطريق كانت بحالة متوسطة وان 20 قطاع كانت ضعيفة وان في الرصف 8 عيوب من 19 عيب قياسي بهذه الطريقة والتي دعمتها نتائج الاختبارات المختبرية في الطريقة التقليدية لتحديد حالة الرصف. وان أسباب ظهور عيوبه هي سوء تنفيذ طبقات الرصف للطريق وعدم كفاءة الطبقة الاسفلتية السطحية لمقاومة أحمال المرور [7].

ويتم الدمك للرصف على تقارب حبيبات الخلطة الأسفلتية مع بعضها البعض لتقليل الفراغات الهوائية الى النسبة الموجودة فى الخلطة الأسفلتية التصميمية مما يقلل من النفاذية التى تسبب تاكسد الاسفلت كما انها تؤدى الى تأثير الرطوبة الضار كذلك فأن الدمك يزيد من متانة وثبات الخلطة الأسفلتية وعمرها ويحسن من سطح الرصف بحيث يكون سلسا للسيارة والراكب واقل استهلاكا للوقود كما ان الدمك يمنع تخدد الرصف وتكون نسبة الدمك المطلوب فى معظم المواصفات من 92% الى 98% حسب نوع الخلطة وطبقة الرصف وكلما زادت نسبة الفراغات الهوائية عن 8% فهناك مشكلة كبيرة واذا زادت عن 15% تصبح المشكلة خطيرة جدا وهذا ينقص من عمر الرصف. وتكون نسبة الفراغات الهوائية في الموقع قبل الدمك تقريبا من 20 الى 25% وبعد الدمك فى الموقع من 6-7%. فى المعمل تكون بين 3-5% بالطبع هذه الارقام قد تزيد او تقل قليلا.

وهناك عوامل تؤثر على عملية الدمك وهى العوامل البيئية مثل درجة حرارة الارض وسرعة الرياح وحرارة الجو وسطوع الشمس وهناك عوامل لها علاقة بمواد وتصميم الخلطة وتنقسم الى الركام من ناحية تدرجه ومقاسه وشكله وأوجهه وحجمه وأيضا بالرابط الأسفلتي من ناحية الخصائص الكيميائية والخصائص الفيزيائية والكمية.

وهناك عوامل أخرى تؤثر على الدمك وهي ظروف الانشاء او التنفيذ مثل عدد المعدات ونوعها ووزنها وسرعتها وعدد الاشواط وسماكة الطبقة بالاضافة الى عوامل اخرى اهمها درجة حرارة الخلطة الأسفلتية والمسافة للموقع ووقت الوصول والتخطيط والمساندة.

نأتى الان لطريقة الدمك وتنقسم الى الدمك الاساسى والدمك الاوسط والدمك النهائى او التشطيب. بداية الدمك يكون فى الطرق التى ليس لها ارصفة من الخارج إلى الداخل ودائما يكون الدمك والرصف من المنطقة المنخفضة فى الطريق الى العليا والسبب حتى لا يزحف الاسفلت. بالطبع هناك اجتهادات كثيرة لطريقة الدمك ودخول المداحل او الدماكات وترتيبها وقد تختلف من مكان لاخر ومن شركة لاخرى بسبب الخبرة او التعود. والنقطة المهمة جدا هو الوصول للدمك المطلوب فى وقت اقصر وبجودة كبيرة لاننا نستطيع الوصول الى الدمك بكل الطرق ولكنها قد تكون مكلفة.

يتم دمك الاسفلت مباشرة خلف الة الفرش اذا كانت درجة حرارة الخلطة الأسفلتية مناسبة ولا يكون هناك زحف للطبقة وللاشارة فأن الة الفرش يصل الدمك منها الى اكثر من 85%. حيث يبدأ الدمك مباشر بالة الدمك ذات العجلات الحديدية الثقيلة بدون هزاز اذا كانت الحرارة بين 140-160 درجه مئوية لانه قد يحدث زحف ويستطيع السائق معرفة ذلك بسهولة عند تشغيل الهزاز. فأذا لم يحدث زحف يتم استعمال الهزاز مباشرة وعدد الاشواط تأتى بالخبرة وهناك معدات تعطيك قيمة الدمك مباشرة.

يأتى بعد ذلك الدمك الاوسط وهنا نستعمل الة الدمك ذات العجلات المطاطية ولا يمنع فى نفس الوقت من استعمال المدحلة الثقيلة بدون هزاز ولكن الدمك يتركز بالة الدمك ذات العجلات المطاطية. بعد ذلك دمك التشطيب وتستعمل فية الة الدمك اقل وزنا وبدون هزاز لازالة اى اثار لالات

الدمك الاخرى واحيانا يستعمل الهزاز فى مناطق لتسويتها اى للتشطيب والتسوية.

2. الطريقة والمواد

تم اعداد العينات المختلفة والتي تم دمكها على عدة مستويات مختلفة وقد تم تحديد الخواص الحجمية لهذه العينات بطريقة مارشال من أجل تحقيق الأهداف المطلوب انجازها.

1.2 العينات

في هذه الدراسة تم استهداف الخلطة الاسفلتية المستخدمة في تنفيذ بعض الطرق بمدينة الخمس وبالتحديد الخلطة الاسفلتية المستخدمة في تنفيذ طريق القبو والمنتجة من شركة الأوصال للمقاولات والاستثمار العقاري وتم اختيارها من اجل تقييمها ودراسة تأثير الدمك على خواصها الحجمية بطريقة مارشال.

2.2 تجهيز العينات من الموقع

تم الحصول على خلطة أسفلتية من الخلطة المذكورة سابقا ونقلها للمعمل وتم أخذ عدد 12 عينة تزن كل عينة 1200 جرام ووضعها داخل الفرن في درجة حرارة الدمك 140 درجة مئوية لمدة ساعتين. والشكل (1) يوضح الخلاطة المنتجة للخلطة الأسفلتية والشكل (2) يوضح الحصول على الخلطة من الخلاطة المركزية الخاصة بالشركة المذكورة.

شكل (1) الخلاطة المركزية لأنتاج الخلطات الاسفلتية

شكل (2) الخلطة المستخدمة في الدراسة

الشكل (3) يوضح وضع الخلطة الأسفلتية بالأوعية وأخالها للفرن لتسخينها الي درجة حرارة الدمك 140 درجة مئوية.

شكل (3) الخلطة الأسفلتية داخل فرن التسخين

3.2 دمك العينات

بعد مرور ساعتين تخرج العينات وتدمك بواسطة مطرقة مارشال بعدة مستويات 25 و 50 و75 و100 ضربة من الجهتين والشكل (4) يوضح دمك العينات بواسطة مطرقة مارشال.

شكل (4) دمك العينات بمطرقة مارشال

تترك العينات لتبرد في درجة حرارة الغرفة ليتم اخراجها من قالب مارشال واجراء القياسات عليها والشكل (5) يوضح شكل العينات بعد الدمك والشكل (6) يوضح شكل العينات بعد أخراجها من قوالب مارشال.

شكل (5) العينة داخل قالب مارشال بعد الدمك

شكل (6) العينات بعد اخراجها من قوالب مارشال

وبعد اخراج العينات من قوالب مارشال يتم اخذ القياسات والاوزان لجميع العينات وتحديد الخواص الحجمية للعينات بطريقة مارشال والشكل (7) يوضح وضع العينات في حمام مائي في درجة حرارة 60 درجة مئوية قبل اختبارها بجهاز مارشال لتحديد الثبات والتدفق والشكل (8) يوضح شكل جهاز مارشال المستخدم في الدراسة.

شكل (7) العينات في الحمام المائي

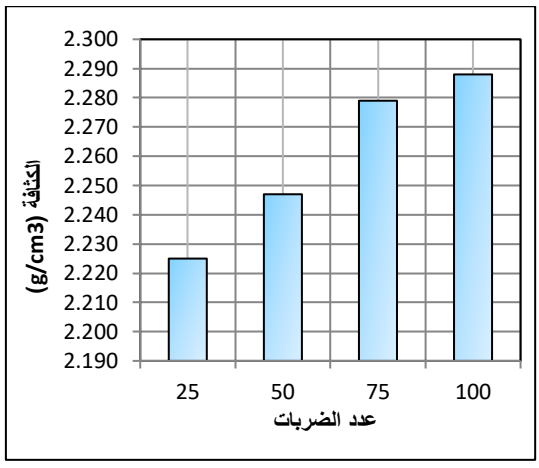
شكل (8) جهاز مارشال

3. تحليل ومناقشة النتائج

تم اخذ المتوسط لكل العينات التي تم دمكها على جميع المستويات وتحديد الخواص الحجمية لها وتأكيد النتائج بطريقة علمية واضحة ومدروسة.

1.3 نتائج كثافة مارشال للعينات

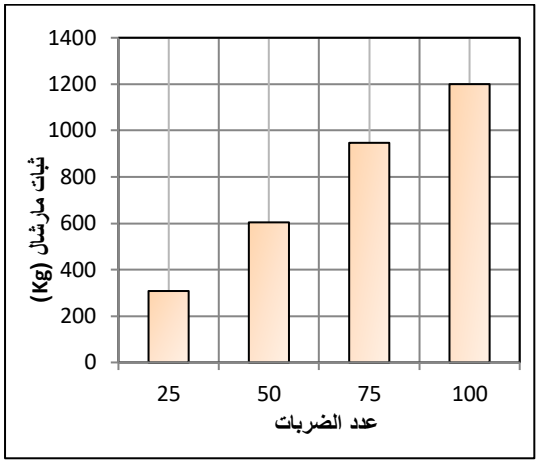
الشكل (9) يبين قيم كثافة مارشال لجميع مستويات الدمك للعينات وأشارت النتائج أنه كلما زاد مستوى الدمك اي زيادة عدد مرات مرور الات الدمك على الرصف فان كثافة مارشال تزيد وبالتالي لابد من حساب عدد مرات مرور الات الدمك على الرصف للوصول الى كثافة مارشال المطلوبة.



شكل (9) نتائج كثافة مارشال

2.3 نتائج ثبات مارشال

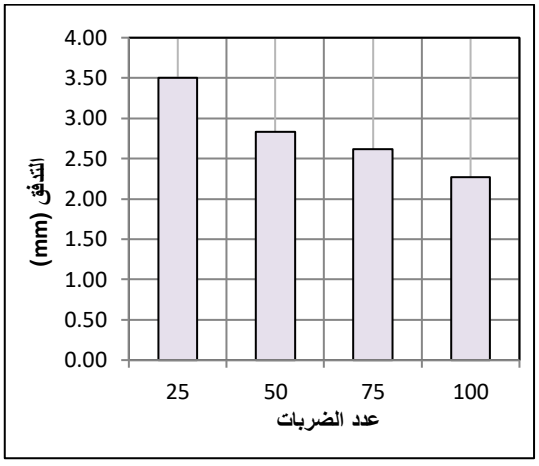
الشكل (10) يبين قيم ثبات مارشال لجميع مستويات الدمك للعينات وأشارت النتائج أنه كلما زاد مستوى الدمك اي زيادة عدد مرات مرور الات الدمك على الرصف فان قيمة ثبات مارشال تزيد وبالتالي لابد من حساب عدد مرات مرور الات الدمك على الرصف للوصول الى قيمة ثبات مارشال التصميمية وهذا يرجع الي ان زيادة الدمك تقلل من الفراغات الموجودة بالخلطة الأسفلتية وتقترب حبيبات الركام من بعضها مكونة خلطة متماسكة.



شكل (10) نتائج ثبات مارشال

3.3 نتائج التدفق

الشكل (11) يبين قيم التدفق لجميع مستويات الدمك للعينات وأشارت النتائج أنه كلما زاد مستوى الدمك اي زيادة عدد مرات مرور الات الدمك على الرصف فان قيمة التدفق تقل وذلك لزيادة تماسك الخلطة الاسفلتية ومقاومتها للتشوه الدائم.



شكل (11) نتائج التدفق

1.5 الخلاصة

يتعرض الرصف الاسفلتي إلى العديد من الأضرار التي قد تؤثر على الوظيفة التي أنشأ من أجلها وهي جودة القيادة والراحة لمستخدمي الطريق للوصول إلى السلامة والأمان وهذه الأضرار قد تكون بسبب أحمال المرور أو عوامل بيئية (الحرارة والأمطار) أو سوء التصميم والتنفيذ وكذلك استخدام مواد ذات مواصفات لا تتطابق مع الظروف المحلية.

تشير النتائج ان مستوى الدمك للخلطات الأسفلتية من العوامل المهمة في ثبات الرصف المرن وبالتالي لابد من الاهتمام بطريقة الدمك وأستخدام المعدات المناسبة وأشارت النتائج ان زيادة عدد الضربات يزيد من ثبات الخلطة وكثافتها في حين يقلل من قيمة التدفق.

2.5 التوصيات

بعد اجراء هذه الدراسة نوصي بالاهتمام بأعمال الدمك بصورة جيدة ودراسة عوامل اخرى مثل دراسة تأثير درجة حرارة الدمك للخلطات الأسفلتية.

المراجع

[1] سامر الصادق نمذجه سلوكية التقادم لنماذج محلية مختلفة من الاسفلت الاسمنتي رسالة الماجستير في قسم الهندسة المدنية كلية الهندسة.

[2] بسام سلطان تحسين الخواص الريولوجية للبيتومين (60-70) بإضافة البولي بروبلين مجلة جامعة تشرين العلوم الهندسية مجلد 40 العدد 6 2018

[3] أبوراوي وأخرون تأثير أضرار الرطوبة على الطرق الإسفلتية مشروع تخرج لنيل درجة البكالوريس قسم الهندسة المدنية جامعة المرقب 2019.

[4] كاظم تقييم محطات الرصف الاسفلتي بالطرق الرئيسية في مدينة الديوانية 2019.

[5] الهمالي وأخرون تصميم خلطات اسفلتية بطريقة الرصف المتفوق الأداء (سوبربيف) للمنطقة الممتدة من اجدابيا حتى جالو اوجله 2019.

[6] فاضل استخدام غبار الرخام كفيلر في تصميم الخلطات الإسفلتية 2017.

[7] علوان عيوب التبليط الاسفلتي وامكانية معالجتها 2017.