مجلة جامعة دمشق للعلوم الهندسية
المجلد 42 العدد 2 (2026): 66- 76

Damascus University Journal of Engineering Sceinces
Vo 42 No2. (2023): 66 - 76

استخدام الإسفلت 50/40 كبديل عن الإسفلت 70/60 بالخلطات الإسفلتية من أجل الطرق ذات الميول العالية أو المناطق ذات درجات الحرارة المرتفعة

مهند ألفا*[1]

*[1]. دكتور، مدرس في المعهد التقاني الهندسي – جامعة دمشق.
E-mail: mohannad.alfa@damasusuniversity.edu.sy

الملخص:

يعد إنتشار عيوب الرصف الطرقي من أهم المشاكل المؤدية إلى تدهور أداء الرصف الطرقي وتختلف أنواع هذه العيوب حسب طبيعة إرتباطها بأحمال المرور، وتعتبر شروخ التعب والتخدد من أكثر أنواع العيوب شيوعاً وانتشاراً والمتعلقة بأحمال المرور حيث تم ملاحظة هذه العيوب وبكثرة على شبكة الطرق بالجمهورية العربية السورية.تم التفكير في هذا البحث بإستخدام المواد الإسفلتية ذات درجة الغرز 50/40 كبديل عن المواد الإسفلتية ذات درجة الغرز 60–70 المعدلة بالبوليمير التي تستخدم عادة في المناطق ذات الحرارة المرتفعة والميول العالية وذات الحمولات المحورية العالية، وذلك بسبب أن مادة البوليمير غير منتجة محلياً ونحتاج الى استيرادها بالقطع الأجنبي، وأيضاً بسبب صعوبة اضافة البوليمير إلى الإسفلت بالمجابل المحلية، نظراً لهذه الأسباب وبهدف انتاج مجبول اسفلتي يوازي تقريباً من حيث العمر التصميمي المجبول الإسفلتي المعدل بالبوليمير أدى ذلك الى التفكير باستخدام نوع آخر من المواد اسفلتية. تم تشغيل الوحدة الخاصة بإنتاج مواد اسفلتية في مصفاة بانياس من اجل ضبط الغرز وانتاج مادة رابطة إسفلتية ضمن المواصفات القياسية والتي تتناسب مع البيئة والعوامل المناخية الموجودة بسورية، والحمولات المحورية العالية، وهي المواد الإسفلتية ذات درجة الغرز 40–50، من أجل استخدام هذا النوع من المواد الاسفلتية في الطرق ذات الميول العالية، وذلك بهدف تحقيق ثبات أعلى، وعدم ظهور ظاهرة التخدد بالمستقبل نتيجة الحمولات المحورية العالية وعملية الفرملة المتكررة عند الميول العالية، وخاصة عند درجات الحرارة المرتفعة. تم في هذا البحث تطبيق مجموعة من الإختبارات على كل من المادة الرابطة الإسفلتية، والخلطة الإسفلتية لقياس مدى التحسن الذي حصل وهي اختبارات اللزوجة الزيتية، اختبار مارشال، اختبار المقاومة على الشد غير المباشر، واختبار عامل المرونة الرجوعي، وأقد أظهرت نتائج جيدة من خلال استخدام المواد اسفلتية ذات درجة الغرز 50/40 وذلك من خلال الأداء الأفضل ضد التخدد (من خلال مؤشر القساوة) حيث أن لهذه الخلطات ثبات أعلى وسيلان أقل من خلطات المواد اسفلتية ذات درجة الغرز 60–70، كما أظهر اختبار المقاومة على الشد غير المباشر قيماً أعلى عند درجة الحرارة 25°م ، وكذلك اختبار عامل المرونة الرجوعي الذي أظهر قيماً أعلى عند جميع درجات الحرارة المدروسة 5، 25، 40 °م وذلك من خلال استخدام المواد اسفلتية ذات درجة الغرز 50/40 عوضاً عن استخدام المواد اسفلتية ذات درجة الغرز 60/70.

الكلمات المفتاحية: الخلطات الاسفلتية، عامل المرونة الرجوعي، المقاومة على الشد غير المباشر، خصائص مارشال، اللزوجة الزيتية، التخدد، الميول العالية، درجات الحرارة المرتفعة، اسفلتية ذات درجة الغرز 50/40.

تاريخ الإيداع: 2023/8/13
تاريخ القبول: 2023/9/20

حقوق النشر: جامعة دمشق –سورية، يحتفظ المؤلفون بحقوق النشر بموجب CC BY-NC-SA

http://journal.damascusuniversity.edu.sy/index.php/index/index
ISSN (online): 2789-6854

Use of asphalt 50/60 as a substitute for asphalt 60/70 in asphalt mixtures for roads with high slopes or areas with high temperatures

mohannad Alfa[*1]
[*1.] Dr, Lectural at Engineering Technical Institute.
mohannad.alfa@damasusuniversity.edu.sy

Received: 13/8/2023
Accepted: 20/9 /2023

Copyright: Damascus University- Syria, The authors retain the copyright under a
CC BY- NC-SA

Abstract:

The spread of road pavement defects is one of the most important problems leading to the deterioration of road pavement performance. The types of these defects differ according to the nature of their association with traffic loads. Fatigue cracks and rutting are among the most common and widespread types of defects related to traffic loads. These defects have been observed in abundance on the road network in the Syrian Arab Republic. In this research, we thought about using asphalt materials with a 40/50 grade as an alternative to asphalt materials with a grade of 60-70, modified with polymers, which are usually used in areas with high temperatures, high inclinations, and high axial loads, this is because the polymer material is not produced locally and we need to import it in foreign currencies, Also because of the difficulty of adding polymer to asphalt in local plants, due to these reasons, and with the aim of producing an asphalt aggregate mixture that is approximately equivalent in terms of its design life to the polymer-modified asphalt aggregate mixture, this led to thinking about using another type of asphalt materials. The unit for producing asphalt materials was operated in the Baniyas refinery in order to adjust the penetration and produce an asphalt binder within the standard specifications that are compatible with the environment and climatic factors present in Syria, and the high axial loads, and high axial loads, these are asphalt materials with a penetration grade of 40-50, in order to use this type of asphalt material on roads with high slopes, this is to achieve higher stability, and the phenomenon of rutting does not appear in the future as a result of high axial loads and repeated braking at high inclines, especially at high temperatures. In this research, a set of tests were applied to each of the asphalt binders, and asphalt mixture to measure the extent of improvement that has occurred are kinematic viscounty test, Marshall test, indirect tensile test, and modulus of resilient, good results have been shown through the use of asphalt materials with a penetration grade of 40/50, through better performance against rutting (through the hardness index), as these mixtures have higher stability and less fluidity than mixtures of asphalt materials with a penetration grade of 60-70, The indirect tensile strength test also showed higher values at 25°C, As well as testing the , modulus of resilient, which showed higher values at all the temperatures studied, 5, 25, and 40 °C, by using asphalt materials with a penetration grade of 40/50 instead of using asphalt materials with a penetration grade of 70/60.

Keywords: asphalt mixtures, modulus of resilient, indirect tensile test, Marshall Properties, kinematic viscounty, rutting, high tendencies, high temperatures, asphalt Penetration grade 40/50

المقدمة:

تنتج مشكلة تشققات التعب من زيادة تكرار أحمال المرور عن التي تم إعتبارها أثناء التصميم الإنشائي للطريق، كما تنتج مشكلة التخدد إما من الهبوط الرأسي لتربة التأسيس أسفل طبقات الرصف أو من أحمال المرور التي تسبب مشكلة الزحف وتراكم تشكلات الزحف الغير رجوعية لطبقات الرصف المختلفة.

(El Mitiny, 1980, (Hozayen, 1996), (Alfa, 2008).

وبالرغم من القيام باختبارات واسعة النطاق على مواد الرصف، وكذلك اكتشاف إضافات جديدة تحسن من خواص هذه المواد إلا أن شبكة الطرق بسوريا ما زالت تعاني من تدهور أداء الرصف، ولهذا لابد من فهم أعمق لهذه العيوب ودراسة كيفية التنبؤ بأداء الرصف بعد فترة زمنية محددة.

بعد أخذ عدة عينات واجراء تجربة الغرز على كميات الإسفلتات المستقدمة من مصفاة بانياس، لاحظنا بأن قيمة الغرز من المواد الإسفلتية المنتجة من مصفاة بانياس تتراوح بين /170-220/ في بعض الأحيان، وهذا النوع من المواد الإسفلتية المستخدم من أجل انتاج المجبول الإسفلتي يعتبر من المواد الإسفلتية الطرية وهي لا تصلح للرصف الطرقي ضمن العوامل المناخية والشروط المحيطة والحمولات المحورية العالية والمتكررة الموجودة ضمن مدينة دمشق وخارجها.

وبالتالي يمكن تلخيص مشكلة البحث والهدف من البحث كالتالي:

المشكلة: عانت سوريا في الآونة الأخيرة من زيادة في حدة العوامل المناخية من درجات حرارة مرتفعة بالصيف، وزيادة نسبة الحمولات المحورية العالية، وأيضاً مشكلة الطرق ذات الميول العالية، كل ذلك أدى الى التفكير باستخدام المواد الإسفلتية الصلبة ذات درجة الغرز 50/40.

الهدف: استخدام المواد اسفلتية الصلبة ذات درجة الغرز 50/40 كبديل عن المواد الإسفلتية ذات درجة الغرز 60-70 المعدلة بالبوليمير في الطرق ذات الميول العالية، والحرارة المرتفعة، وذات الحمولات المحورية العالية.

1. المواد المستخدمة:

1. 2 الخواص الفيزيائية للمادة الرابطة الإسفلتية:

تم في هذا البحث دراسة نوعين من المادة الرابطة الإسفلتية المستجرة من مصفاة بانياس وهما الإسفلت ذو درجة الغرز 40-50 والإسفلت ذو درجة الغرز 60-70 . يوضح الجدول رقم 1 الخواص الفيزيائية لنوعي الإسفلت وهي : الغرز، اللزوجة الزيتية، اللزوجة المائية، ونقطة التميع.

درجة حرارة الخلط والفرش

إن من أكثر العوامل الفعالة والمهمة والتي تؤخذ بعين الإعتبار عند تحضير الخلطة الإسفلتية هي درجة حرارة الخلط ودرجة حرارة الفرش للمجبول الأسفلتي.

درجة حرارة الخلط: هي درجة الحرارة التي تقابل لزوجة زيتية مقدارها 170±20 c. s. t لجميع أنواع الإسفلتات في العالم.

درجة حرارة الفرش: هي درجة الحرارة التي تقابل لزوجة زيتية مقدارها 280±30 c. s. t لجميع أنواع الإسفلتات في العالم.

نترجمها من مخطط بياني اسمه مخطط العالم بروك فيلد يعطينا درجة حرارة الخلط والفرش ولأي

http://journal.damascusuniversity.edu.sy/index.php/index/index
ISSN (online): 2789-6854

نوع من المواد الرابطة الإسفلتية المنتجة في مصافي القطر. تمت دراسة العلاقة بين اللزوجة – الحرارة، وذلك بإجراء اختبار اللزوجة على ثلاث عينات من كل نوع من نوعي الاسفلت المدروسة، عند درجات الحرارة 125، 135، 145°م وكانت النتائج كما هو موضح بالجدول رقم 2.

الجدول (1) الخواص الفيزيائية للمادة الرابطة الإسفلتية

الإختبار		رقم المواصفة		60/70	40/50	حدود المواصفات	
		AASHTO	ASTM			60/70	40/50
الغرز (25°م)		T49	D5	65	45	60-70	40-50
اللزوجة الزيتية (C.S.t)	(@125° C)	-	-	580	920	-	-
	(@135° C)	T201	D2170	420	470	320 min	350 mim
	(@145° C)	-	-	310	360	-	-
اللزوجة المائية (Poise)		T202	D2171	2100	2520	2000±400	3000±600
نقطة التميع (°C)		T53	D36	50	52	45-55	50-60

الجدول (2) درجة حرارة الخلط والفرش للخلطة الإسفلتية بنوعيها

نوع الإسفلت	70/60		50/40	
	حد أدنى	حد أعلى	حد أدنى	حد أعلى
درجة حرارة الخلط (C°)	158	163	165	170
درجة حرارة الفرش(C°)	147	155	160	166

Alfa, M., (Damascus-29/5/2023-No.8738)

2. خواص المواد الحصوية:

تم استخدام حصويات خشنة دولوميتية (محجوزة على المنخل N0.4) في الخلطات الإسفلتية المدروسة، تم احضارها من منطقة حسياء في ريف حمص، واستخدمت الحصويات الناعمة من نوع الرمل الكوارتزي السيليسي (المارة من المنخل N0.4)، وأيضاً استخدم الحجر الجيري كمواد مالئة (فلر) (مار من المنخل N0.200)، وتم احضار الرمل الكوارتزي السيليسي من منطقة أبو الشامات.

يبين الجدول رقم 3 التدرج الحبي وخواص مختلف أنواع الحصويات المستخدمة بتصميم الخلطات الأسفلتية في هذا البحث.

الجدول (3) التدرج الحبي وخواص المواد الحصوية المستخدمة

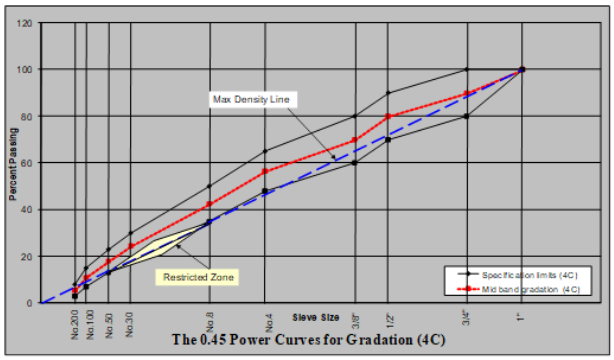
الخواص	رقم المواصفة		الحصويات الخشنة		الحصويات الناعمة	المواد المالئة
	AASHTO	ASTM	مقاس 1	مقاس 2	الرمل السيليسي	
التدرج	T27	C136				
رقم المهزة			المار %	المار %	المار %	المار %
1			100	100	100	100
0.75			99.8	74.2	100	100
0.5			91.9	3.4	100	100
0.375			46.7	0.7	100	100
NO.4			2.7	0.4	99	100
NO.8			1.0	0.4	97	100
NO.30			0.9	0.3	80.5	99
NO.50			0.8	0.3	31	98

http://journal.damascusuniversity.edu.sy/index.php/index/index
ISSN (online): 2789-6854

NO.100			0.7	0.3	5.3	88
NO.200			0.6	0.1	2	72
تجربة الإهتراء (لوس انجلوس)	T96	C131				
بعد 100 دورة %			3.5	4.2		
بعد 500 دورة %			19.6	20.1		
امتصاص الماء%			0.9	1.3		
الوزن النوعي الظاهري			2.805	2.780	2.669	2.701
الوزن النوعي الجاف			2.685	2.682	2.647	2.668
الوزن النوعي المشبع والسطح جاف			2.760	2.717	-	-

3. خواص الخلطة الإسفلتية

تم تحضير وتصميم نوعين من الخلطات الإسفلتية في المخبر. إن التدرج المختار لحصويات كافة الخلطات الإسفلتية المدروسة يوافق الخط المتوسط لحدود التدرج النظامي 4 ج الموجود بالأشتو T27 حسب الجدول رقم 4. حدود مواصفات التدرج والتدرج المنتقى أو المختار مبينة بالشكل 1. (Osman, G. et al, 1984), (Alfa, M., June 2008)



الشكل (1) التدرج الحبي 4ج للحصويات الخشنة والناعمة والبودرة

التدرج المختار وحدود المواصفات للتدرج 4 ج ونتائج اختبار تصميم مارشال الجدول رقم 4 يوضح التدرج المختار، حدود المواصفات للتدرج 4 ج المعتمد، بينما الجدول رقم 5 يوضح نسبة الأسفلت التصميمة ونتائج اختبار مارشال للخلطات الإسفلتية من كلا النوعين.

الجدول (4) التدرج الحبي المختار للخلطات الإسفلتية 70/60 و50/40

نوع الخلطة	رقم التصميم		نوع الإسفلت 70/60	نوع الإسفلت 50/40	حدود المواصفات 4 ج
	AASHTO	ASTM			
التدرج	T27	C136			
رقم المهزة			المار %		المار %
1			100		100
0.75			90		100-80
0.5			80		-
0.375			70		80-60
0.25			60		70-50
NO.4			53		65-48
NO.8			42.5		50-30
NO.30			24.5		-
NO.50			18		23-13
NO.100			11		15-7
NO.200			5.5		8-3

الجدول (5) نتائج تصميم مارشال للخلطات الإسفلتية 70/60 و50/40

نتائج تصميم مارشال	T245	D1559	نوع الإسفلت 70/60	نوع الإسفلت 50/40	حدود المواصفة لتصميم مارشال
نسبة الإسفلت التصميمية %			5.35	5.5	-
الثبات، كيلو غرام			954	1090	1100 الحد الأدنى الصنف أ
الانسياب، (مم)			2.54	2.28	4-2
الفراغات الهوائية، %			4	4.5	5-3 طبقة سطحية
الفراغات الهوائية الموجودة ضمن الحصويات، %			16	15	13

الوزن النوعي			2.35	2.39	-

نلاحظ من الجدول رقم 5 بأن الثبات قيمته أعلى للخلطة الأسفلتية ذات الغرز 50/40 (1090) مقارنةً مع الخلطة ذات الغرز 70/60 (954) أي بزيادة بنسبة مئوية مقدارها 14% وقيمة الانسياب بالعكس، وهذا يعزى لطبيعة التركيب الكيميائي لإسفلت 50/40 من حيث نسبة المالتين فيه أقل من الإسفلت ذو درجة الغرز 70/60 نتيجة عملية التقطير ببرج التقطير بالمصافي، ونلاحظ أن الفراغات الهوائية الموجودة بالخلطة تكون نسبتها أعلى للخلطة الأسفلتية ذات الغرز 50/40 مقارنةً مع الخلطة ذات الغرز 70/60 وهذا يؤدي الى كثافة أقل للخلطة الأسفلتية ذات الغرز 50/40 وعدد أشواط بالدحل أكثر مقارنة مع الخلطة ذات الغرز 70/60 .

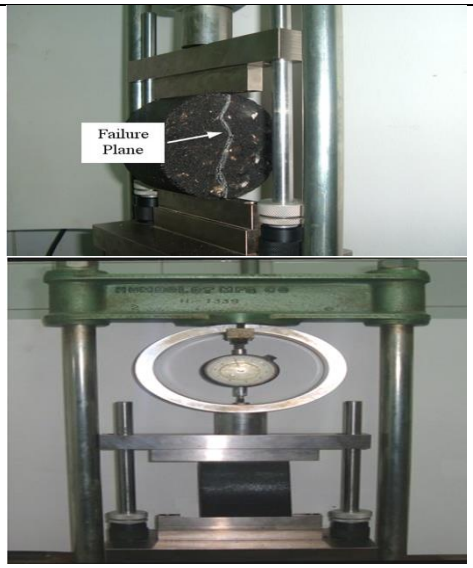
2. نتائج اختبار المقاومة على الشد غير المباشر:

إن نتائج اختبار الشد غير المباشر لثلاث عينات لنوعي الخلطات الإسفلتية 70/60 و50/40 تتلخص بالجدول رقم 6، علماً بأن الإختبار يجرى بدرجة حرارة 25° ويحسب من العلاقة التالية:

(ASTM, Designation: D4123-82, 1987)

$$IDT = \frac{2 \times Pult}{\pi \times t \times D}$$

- IDT : الشد غير المباشر، (باوند/انش2)
- P_{ult} : القوة المطبقة على العينة والتي تؤدي الى انهيارها، (باوند)
- t : سماكة العينة، (انش)
- D : قطر العينة، (انش)



الشكل رقم (2) اختبار المقاومة على الشد غير المباشر

الجدول رقم (6) نتائج الشد غير المباشر للخلطات الإسفلتية 70/60 و50/40

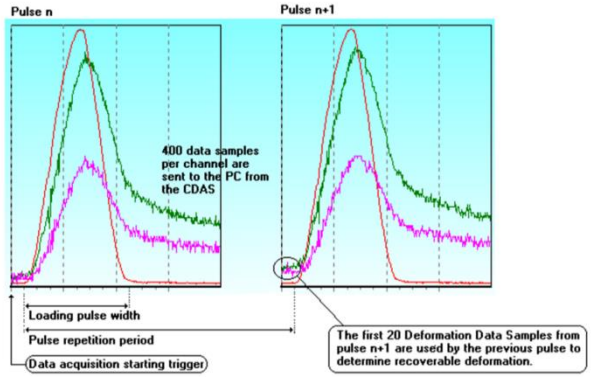
نتائج قوة الشد غير المباشر IDT	نوع الإسفلت 70/60			نوع الإسفلت 50/40		
أرقام العينات	1	2	3	1	2	3
قراءة المؤشر حتى الإنهيار	100	110	105	160	155	150
القوة حتى الإنهيار P_{ult} (باوند)	1429	1571	1500	2280	2209	2138
IDT (باوند/انش2)	94	103	99	150	145	140
متوسط القوة (باوند)	1500			2209		
متوسط الشد غير المباشر IDT (باوند/انش2)	99			145		

نلاحظ من الجدول رقم 6 بأن متوسط الشد غير المباشر IDT لثلاث عينات قيمته أعلى للخلطة الأسفلتية ذات الغرز 50/40 (145) مقارنةً مع الخلطة ذات الغرز 70/60 (99) أي زيادة بنسبة مئوية مقدارها 46%، وهذا يعزى أيضاً لطبيعة التركيب الكيميائي لإسفلت 50/40 من حيث نسبة المالتين فيه أقل من الإسفلت ذو درجة الغرز 70/60 (الطبيعة القاسية لإسفلت 50/40).

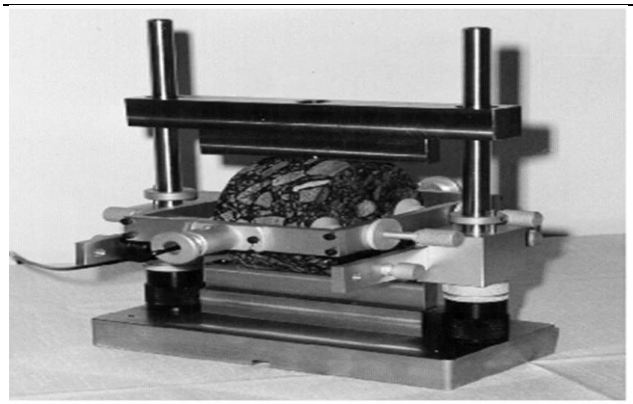
3. اختبار معامل الرجوعية للخلطات الإسفلتية 70/60 و50/40:

هناك ثلاث درجات للحرارة تم اعتمادها من قبل ASTM D4123 و SHRP PO7 وهي 5، 25، 40°م، وان قيمة معامل بواسون كانت قيمة ثابتة لنوعي الخلطات الإسفلتية 70/60 و50/40 وهذه المواصفات المتنوعة مبينة بالجدول رقم 7، وإن طريقة التحميل ومدة التحميل وطريقة وضع وتثبيت العينة مبينة بالشكل 3 و4:

(KB de Vos, Universal Testing Machine, Version 2 June 1996), (NCHRP Project 1-28A, Final Report 1997) (NCHRP Project 1-37A, ERES Division, August 2003)



الشكل رقم (3) طريقة التحميل بإختبار معامل الرجوعية



الشكل رقم (4) طريقة وضع العينة بإختبار معامل الرجوعية

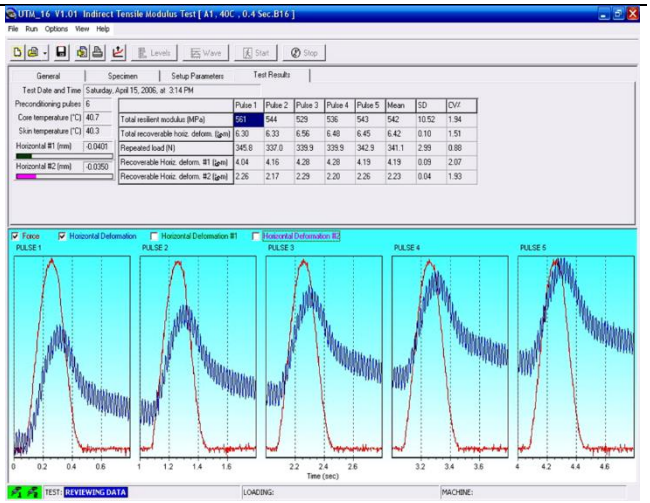
الجدول رقم (7) مواصفات الإختبار المستخدمة من أجل حساب معامل المرونة للخلطات الإسفلتية 70/60 و50/40

درجة الحرارة	5°م	25°م	40°م
% من قوة الشد غير المباشر IDT من أجل القوة المطبقة	30	15	5
% من قوة الشد غير المباشر IDT من أجل قوة التلامس	3	1.5	0.5
القوة المطبقة، نيوتن	2000	1000	335
قوة التلامس، نيوتن	200	100	33.5
قيمة معامل بواسون المفروضة	0.3	0.35	0.40

4. نتائج اختبار معامل الرجوعية للخلطات الإسفلتية 70/60 و50/40:

إن الشكل رقم 5 يوضح شريط عناوين لإجراء اختبار ال UTM (Universal Testing Machine) الذي يحمل الرقم (UTM_16)، رقم اصدار الإختبار، وصف الإختبار واسم الملف للإختبار الحالي.

الشكل رقم 5 يؤكد شكل الإختبار والشريط الأساسي المستخدم من أجل اجراء هذا النوع من الإختبار.



الشكل (5) شكل الإختبار والشريط الأساسي المستخدم من أجل اجراء هذا النوع من الإختبار

نأخذ معامل الرجوعية (معامل المرونة) كنسبة مئوية من قوة الشد بحسب درجة الحرارة 5، 25، 40°م وهي 30، 15، 25% كنسبة مئوية من قوة الشد IDT، وذلك بعد حساب قوة الإنهيار من اختبار قوة الشد IDT. وإن هذه النسبة المختارة كنسبة مئوية من قوة الشد بحسب درجة الحرارة تدخل على جهاز حساب قيم معامل المرونة من أجل قياسه عن طريق جهاز ال UTM. إن معامل الرجوعية قد حسب من خلال اختبار ل UTM-5P وذلك عن طريق تطبيق تحميل متكرر من خلال الشكل رقم 6.

نتائج التشوهات الأفقية قد حسبت. قيم معامل بواسون من أجل حساب معامل الرجوعية قد فرضت حسب درجة الحرارة المختارة بحسب الجدول 7. قيم معامل الرجوعية فيما بعد قد حسبت مستخدمين قيم معامل بواسون المفروضة وأيضاً قيم التشوهات الكلية.

الشكل (6) اختبار ال UTM الذي يحمل الرقم (UTM-5P)

الجدول رقم (8) نتائج اختبار معامل الرجوعية للخلطات الإسفلتية 70/60 و50/40 بدرجات الحرارة 5، 25، 40°

الخواص	نوع الخلطة			حدود المواصفات لطبقة الحماية
	نوع الإسفلت 70/60	نوع الإسفلت 50/40		
نسبة الإسفلت التصميمية %	5.35	5.5		-
الثبات، باوند	2100	2400		1800 الحد الأدنى
الانسياب، (1%إنش)	10	9		14-8
الفراغات الهوائية، %	4	4.5		5-3 طبقة سطحية
الفراغات الهوائية الموجودة ضمن الحصويات، %	16	15		13
الوزن النوعي (t/m3)	2.35	2.39		-
قوة الشد، (PSI) at 25°C	99	145		-
القساوة (باوند/انش)	210	267		
معامل المرونة بدرجة حرارة، (Mpa)	7910	8710	5ºC	-
	2641	3910	25ºC	-
	503	655	40ºC	-

(Alfa, M., June 2008), (WAPA, Washington Asphalt Pavement Association, (n.d.). retrieved. February .20, 2006), Alfa, M., (Damascus-8/8/2023-No.10031).

نلاحظ من الجدول رقم 8 أن قيم الثبات والشد والقساوة ومعامل المرونة بمختلف درجات الحرارة هي أعلى لإسفلت ذو درجة الغرز 50/40 عنه من الإسفلت ذو درجة الغرز 70/60 وهذا يعزى بسبب القساوة العالية ونقص المواد الطيارة من مالتين بالتركيب الكيميائي لإسفلت ذو درجة الغرز 50/40 وهذا يفيد في المناطق ذات الميول العالية ودرجات الحرارة المرتفعة ولكنه يحتاج بالمجبل الى درجة حرارة أعلى بالخلط ويحتاج بموقع العمل الى عدد أشواط بالدحل أكبر حتى نحصل على الكثافة

الأصولية. -Alfa, M., (Damascus-8/8/2023 No.10031)

النتائج والتوصيات:

1.8 النتائج:

1. تحقق نتائج إختبار مارشال للخلطات الإسفلتية ذات نوع الإسفلت 50/40 أداء أفضل ضد التخدد حيث أن هذه الخلطات يكون لها ثبات أعلى (2400) من ثبات الخلطات ذات نوع الإسفلت 70/60 (2100) وأيضاً سيلان أقل للخلطات الإسفلتية ذات نوع الإسفلت 50/40 (9) من سيلان الخلطات ذات نوع الإسفلت 70/60 (10).

2. نلاحظ أن معاملات الرجوعية لإسفلت نوع 50/40 هي أعلى وبجميع درجات الحرارة من معاملات الرجوعية لإسفلت نوع 70/60، وهي تعتبر مؤشر هام على العمر التصميمي للخلطات الأسفلتية.

3. لقد أثر إستخدام أسفلت نوع 50/40 بدلاً من 70/60 تأثيراً جوهرياً على أداء الخلطات الأسفلتية وخصوصاً عند درجات الحرارة العالية حيث إزداد معامل الرجوعية بمقدار 30% عند درجات الحرارة العالية وبمقدار 12% فقط درجات الحرارة المنخفضة.

4. زيادة درجات الحرارة قد أثر تأثيراً فعالاً (كما هو متوقع) على قيمة معامل الرجوعية حيث إنخفض معامل الرجوعية بمقدار 39% و85% لكل من أسفلت 70/60 و50/40 على الترتيب عند زيادة درجة الحرارة من 5°م الى 40°م.

5. نلاحظ أن المقاومة على الشد غير المباشر لإسفلت نوع 50/40 (145) هي أعلى من الشد لإسفلت نوع 70/60 (99) وبدرجة حرارة الإختبار 25°م، وبالتالي الإسفلت نوع 50/40 نوصي بإستخدامه بالطرق ذات الميول العالية بشكل أكبر من الإسفلت نوع 70/60.

6. نلاحظ أن القساوة بالخلطة الإسفلتية نوع 50/40 (267) هي أعلى من القساوة بالخلطة الإسفلتية نوع 70/60 (210) وهذا يرجع للطبيعة القاسية للإسفلت نوع 50/40 مقارنة مع الإسفلت نوع 70/60، وتعتبر القساوة العالية مؤشر مهم لمقاومة التخدد.

8. 2 التوصيات:

1. نوصي بإستخدام الإسفلت نوع 50/40 بالطرق ذات الميول العالية وبالمناطق ذات درجات الحرارة المرتفعة بالصيف وخصوصاً المناطق الشرقية بسورية.

2. نوصي بإستخدام الإسفلت نوع 50/40 بالطرق ذات الأحمال المرورية العالية على مدار العام مثل العاصمة دمشق.

3. نوصي بأن يتم انتاج هذا النوع من الإسفلت 50/40 من قبل مصفاة بانياس من أجل تطبيقه بقطاع تجريبي وذلك من أجل التفكير بإستخدامه في المناطق ذات التحميل العالي مثل مهابط الطائرات، علماً بأن استخدام هذا النوع من الإسفلت ممكن أن يكون كبديل عن استخدام واضافة المواد البوليميرية للخلطات الإسفلتية بمهابط الطائرات في حال عدم توفر هذه المادة وأيضا بسبب شرائها بالقطع الأجنبي.

التمويل: هذا البحث ممول من جامعة دمشق وفق رقم التمويل (501100020595).

(DOCTOR OF PHILOSOPHY In PUBLIC WORKS DEPARTMENT, FACULTY OF ENGINEERING, CAIRO UNIVERSITY, GIZA, EGYPT).
3. Alfa, M., (Damascus-29/5/2023-No.8738). Physical and Chemical Treatment of the Aged asphalt binder found in Al-Beshery Natural Asphalt in order to reuse it again in various types of roads- ISSN 1999-7302.
4. Alfa, M., (Damascus-8/8/2023-No.10031). The optimal and economic management of the use of ALBSHRY natural asphalt in the rehabilitation of the road network in Syria-ISSN 1999-7302.
5. Hozayen A. H. Hozayen, "The Strategic Highway Research Program-An Overview" , Faculty of Engineering, Cairo University, October 1996.
6. KB de Vos, Universal Testing Machine, Reference Manual, Software Platform Version 2 June 1996.
7. Mohamed R.N. El Mitiny, "Material Characterization for Studying Flexible Pavement Behavior in Fatigue and Permanent Deformation" , A Dissertation Submitted to the Graduate School of the Ohio State University for the Degree of Doctor of Philosophy, 1980.
8. NCHRP Project 1-28A " Laboratory Determination of Resilient Modulus for Flexible Pavement Design" Prepared by National Cooperative Highway Research Program, Final Report (1997).
9. NCHRP Project 1-37A " Guide for Mechanistic-Empirical Design of New and Rehabilitated Pavement Structures " Prepared for National Cooperative Highway Research Program Submitted by ARA, Inc., ERES Division, August (2003).
10. Osman, A., Gadallah, A., Noureldin, M., and Radwan, L., " Asphalt Pavement Materials and Mixtures " , Faculty of Engineering, Cairo University, October, 1984.
11. WAPA, Washington Asphalt Pavement Association, Asphalt Pavement Guide Inc. (n.d.). retrieved. February .20, 2006 from http://www.asphaltwa.com/wapa_web/modules/08_evaluation/08_categories.htm (key words: Pavement Performance, Hicks and Mahoney, 1981).

References:

1. ASTM, Designation: D4123-82 (1987) Standard Test Method for Indirect Tension Test for Resilient Modulus of Bituminous Mixtures. American Society for Testing and Materials.
2. Alfa, M., (June 2008). Utilization of Syrian Natural Asphalt in Hot – Mix Concrete Mixtures