مجلة بحوث البناء
المجلد (٩) العدد (١) ٢٠٢٤

استخدام النوفولاك لتحسين خصائص الاسفلت

*[١] مسعد امير اسماعيل،[١] زينة فيصل خضير، [١] سهيلة سعيد عبد الرزاق، [١]رعد يحيى فالح،

[١] عبد العظيم جاسب زامل

[١] قسم الطرق، دائرة بحوث البناء، بغداد، العراق

الخلاصة

يمثل كل من التخدد والرطوبة في الخلطة الإسفلتية سببين رئيسيين في الفشل المبكر للتبليط الاسفلتي, البحث الحالي يتضمن دراسة عملية تفصيليه لاختبار النوفولاك كمضاف لإنتاج القير المعدل باستخدام البوليمرات, نسب مختلفة من هذا المضاف تم اختبارها لتحديد مدى التحسن في الخواص الريولوجية للقير بمفرده والخواص الميكانيكية للخلطة الإسفلتية, الخواص الريولوجية للقير تم تحديدها عن طريق فحص الاختراق وفحص نقطة الليونة وفحص الاستطالة وفحص طبقة القير الرقيقة, اما الخصائص الميكانيكية للخلطة الإسفلتية فقد تم تقييمها عن طريق فحص ثبات مارشال للنموذج وفحص الثبات المتبقي و فحص الشد غير المباشر وفحص التشوهات اللدنة, نتائج الفحوص اظهرت ان النوفولاك حسن بشكل كبير خواص التماسك للقير وكذلك خاصية التلاصق للقير مع الركام في الخلطة الإسفلتية اضافة الى تقليل حساسية الخلطة الإسفلتية , النتائج اظهرت ان اضافة (٤٪) من النوفولاك الى القير يمثل النسبة المثالية لإنتاج القير المعدل باستخدام البوليمرات حيث اظهرت النتائج ان اضافة هذه النسبة الى القير يحسن قوة ثبات مارشال للنموذج حيث بلغت ١٤,٦ كيلو نيوتن وقوة الثبات المتبقي ٩٢,٤٪ وقيمة مقاومة التخدد بحدود ٥,٢ ملم عند ١٤٠٠٠ دورة, ان النسب القليلة جداً من هذه المضافات مقارنة بكميات المكونات الاخرى للخلطة الإسفلتية و السعر المعتدل لهذا المضاف يجعل منه حل ممتاز وعملي لمشاكل الفشل المبكر في التبليط الاسفلتي.

الكلمات الرئيسية: الخواص الريولوجية، القير المعدل، المتبقي من الثبات، ثبات مارشال، نوفولاك

*المؤلف المراسل: مسعد امير اسماعيل
eng.musaid@ymail.com

١ـ المقدمة

اجـري هـذا البحـث لغـرض معرفـة تـأثير مـادة النوفـولاك (novolac) المنتجـة فـي شـركة ذات الصـواري علـى خـواص الريولوجيـة للقيـر وقـد تـم اضـافتها بنسـب مختلفـة مـن اجـل الحصـول علـى النسـبة الامثـل لغـرض اسـتخدامها فـي الخلطـات الاسـفلتية، حيـث تـم اسـتخدام النسـب الافضـل سـوية، لتحقيـق النتـائج المهمـة فـي تحسـين خـواص الاسفلت.

تسـمى هـذه البـوليمرات بالبـاكيلات البلاسـتيكية وتمتـاز بالصـلابة والقسـاوة كمـا أنهـا سـهلة التشـكل فـي قوالـب ولا تتـأثر بالأحمـاض والقواعـد وتسـتخدم فـي صـنع أجسـام الراديـو والتلفزيـون وبطاريـات السـيارات ومفـاتيح الكهربـاء وبعـض قطـع السـيارات والاهم من هذا كله في مجال بحثنا هو زيادة كفاءة المزيج الاسفلتي[١].

تحضـر هـذه البـوليمرات مـن تكـاثف الفينـول مـع الفورمالدهيـد فـي وسـط قاعـدي أو حمضـي علـى مـرحلتين الأولـى يتكـون الـراتنج ذو الـوزن الجزيئـي المـنخفض الـذي يمكـن صـهره أو إذابتـه، ويـتم فـي المرحلـة الثانيـة معالجـة الـراتنج السـابق بحيـث يقـود إلى ناتج ذي روابط متقاطعة.

هناك نوعان من الراتنج ذي الوزن الجزيئي المنخفض وهما [٢]:

الريـزول (Resol) يتكـون هـذا الـراتنج مـن تفاعـل الفينـول مـع فـائض مـن الفورمالدهيد في وسط قاعدي.

النوفـولاك (Novolac) يتكـون هـذا الـراتنج مـن تفاعـل فـائض مـن الفينـول مـع الفورمالدهيد في وسط حامضي.

وحيـث يمتلـك الاسـفلت خصـائص انسـيابية تجعـل منـه لينـا وسـائلا فـي درجـات الحـرارة العاليـة وصـلبا هشـا فـي درجـات الحـرارة المنخفضـة وبالتـالي يكـون الاسـفلت المسـتخدم فـي الخلطـات الاسـفلتية مـؤهلا للعمـل فـي الظـروف الجويـة المختلفـة للمنطقـة المـراد أكسـاؤها ،يـتم خلـط الاسـفلت مـع الركـام (aggregate) الـذي يتكـون مـن الحصـى والرمـل والمـادة المالئـة للحصـول علـى الخلطـة الاسـفلتية والتـي يـتم فرشـها لاحقـا عنـد أكسـاء الطريـق وهنالـك العديـد مـن المـواد المضـافة التـي يـتم خلطهـا مـع الاسـفلت لتحسـين خواصـه الانسـيابية مـثلا الاسـمنت ،النـورة ،البـوليمرات ومنهـا النوفولاك ، المطاط ،الخ.

يتكون الاسفلت من خليط من المركبات العضوية معظمها من الهايدروكاربونات تتراوح اوزانها الجزئية بين ٤٠٠و ٢٠٠٠ (للجزء غير المتطاير) بنسب وتوزيعات متعددة تعتمد على مصدر النفط الخام المنتج منه الاسفلت وطرق التكرير والمعالجة المستخدمة في انتاجه،

ويحتوي الاسفلت ايضا على كميات صغيرة ولكنها مؤثرة من عدد من العناصر الكيميائية الاخرى مثل الكبريت والنتروجين والاوكسجين.

ويعتبر التركيب الكيميائي للمواد الاسفلتية معقد جدا، الا ان عدد من الطرق والتقنيات قد طورت لفصل وتحليل مكونات الاسفلت، معظم طرق التحليل تقسم الاسفلت الى ثلاثة اجزاء رئيسة هي [٢]:

أ- الاسفلتينات Asphaltenes: وتتراوح نسبتها بين (١٢و٣٠) % من القير
ب- الراتينجات Resins: وتتراوح نسبتها بين (٢٥و٤٠) % من القير
ت- الزيوت Oils: وتتراوح نسبتها بين (٤٥و٥٥) % من القير

ويعتبر التكوين الاسفلتي بشكل عام محلول (Sol) بالرغم من امكانية تحول بعض الاسفلتات النفطية الى مادة شبه صلبة (Gel) [٣].
ومن حيث الخواص الطبيعية والميكانيكية يعتبر الاسفلت من المواد المعقدة بسبب التغير الكبير والمستمر في هذه الخواص والذي يعود الى حساسيته العالية للمؤثرات البيئية وخاصة التغير في درجات الحرارة وكذلك سلوكه تحت تاثير الاحمال باعتباره مادة انسيابية مرنة – لزجة "Visco-elastic material "
الاسفلت كمادة رابطة في خلطات الرصف يجب ان يكون قابلا للتلين بالتسخين حتى يصبح سائلا لزجا يمكن ضخه او رشه، ويصبح من السهل خلطه ليغلف حبيبات الركام وبعد استخدامه فان الرصف يجب الا يكون ذا حساسية عالية للحرارة بحيث لا يصبح لينا بسبب ارتفاع درجات الحرارة في الصيف مما يؤدي الى حدوث تشوهات في سطح الرصف ومن جهة اخرى يجب ان لا يكون صلبا جدا في الشتاء حتى يصبح هشا قابلا للكسر [٤].

٢- الهدف

يهدف البحث الى ايجاد مواد مضافة لتحسين اداء الرابط القيري وخصوصا ان القير المنتج من مصافينا لا يتوافر على خاصية تحمل درجة الحرارة العالية التي توافق أجواء العراق صيفا، حيث يتحول الى المادة المائعة بدرجة حرارة لا تتعدى ال ٥٤ درجة مئوية في معظم الاحوال، كما يهدف الى استخدام المواد التي تنتج محليا وبكلفة قليلة جدا قياسا بالمضافات المستوردة والتي ليس لها كفاءة واداء النوفولاك.

٣- العمل المختبري

٣-١ المواد الاولية المستخدمة في البحث

٣-١-١ القير

تم اجراء فحوصات كاملة على القير المأخوذ من مصفى الدورة وادرجت النتائج ضمن الجدول رقم (١) و(٢). حيث اجري فحص النفاذية وذلك بتسخين النموذج الى ان يصبح مائع

ويصب في القالب الخاص بالفحـــص ويترك بحرارة جو المختبر لمدة ساعة وينقل الى حمـام مائي بدرجة ٢٥م° لمدة ساعة ويفحص بعد ذلك بوعـاء فيه ماء بدرجة ٢٥م° وتوضـــــع الابرة على سطح النموذج وتترك لتسقط سقوط حر لمدة خمس ثواني بوجود ثقل ١٠٠غم وتقرأ القراءة من الجهاز.

٣-١-٢ النوفولاك (Novolac) Phenol Formaldehyde Resin

عبارة عن فينول فورمالدهايد وهي بوليمرات مصنعة مستحصلة من خلال تفاعل الفينول او الفينول المعوض مع الفورمالدهايد ويستخدم بشكل واسع في انتاج الكثير من المواد ويستعمل كمادة للتغليف والمهم في هذا الموضوع ايضا استخدامه كمادة لاصقة، المعادلة الاتية توضح طريقة التصنيع:

$$HOC_6H_5+CH_2O_____HOC_6H_4CH_2OH$$

٣-١-٣ ركام (الخشن والناعم)

اجري فحص التدرج لقياس حجوم الركام (الخشن والناعم) وادرجت النتائج ضمن الجدول رقم (٣)

٣-٢ تحضير وتهيئة الخلطات

تم عمل مزيج مختبري وفق معادلة المزج لطبقة رابطـة وبموجب مواصفات الهيئة العامة للطرق الجسور تعديل ٢٠٠٣ (R9-5,R9-3) واعتباره الخلطة المصدرية والتي يتم المقارنة بها عند اضافة النوفولاك وادرجت النتائج ضمن الجدول رقم (٤). تم عمل مزيج مختبري بين نسب مئوية من النوفولاك مع القير واجريت على الخلطـات فحوص النفاذية ونقطة الليونة والاستطالة واللزوجة وادرجت النتائج ضمن الجدول رقم (٥). اجري فحص الثبات لغرض معرفة استقراريه بعض من نماذج الإسفلت بواسطة مطرقة مارشال وفق المواصفة المذكورة آنفاً ومن ثم تكيف هذه النماذج بوضعها (٢٤ساعة) في محمم مائي وتستقر درجة حرارة هذا المحمم (٦٠م°) ثم تعرض النماذج الى جهاز الفحص لمعرفة أقصى حمل والذي يمثل الاستقرارية (Stability)، وعندما يؤخذ نموذج (core) لعمق (٢,٥) ملم أكثر او اقل فان هنالك معامل تصحيح يجب إن يطبق على الحمل الأقصى حيث تكون صيغة المعادلة كالتالي:

Stability=Maximum load* correction factor

وان عامل التصحيح موجود وفق جدول وحسب عمق النموذج حيث كلما زاد العمق صغرت قيمة هذا العامل. جدول رقم (١) و(٢) يبين فحوص القير بحسب النفاذية واللزوجة.

جدول (١): فحوص القير بحسب النفاذية

Grade according Penetration (40-50)			
Property	SPECIFICATION LIMITS	RESULTS	`NOTE
١- Penetration at 25° C(100g,5sec)	٤٠-٥٠	٤٤	
٢-Ductility (at 25° C, 5 cm per min.) cm.	>١٠٠	١٥٠	
٣-Flash point° C.	>٢٣٢	٣٢٠	
٤-Solubility in Trichloroethylene %.	>٩٩	٩٩,٨١	
٥-Residue from thin-film oven test:			
Retained Penetration % of original	>٥٥	٧٧	
Ductility (at 25° C, 5 cm per min.) cm.	>٢٥	١٥٠	
Viscosity, (60° C), Poises- maximum.			
Ductility (at 25° C, 5 cm per min.) cm-minimum.	٢٥	١٥٠	

جدول (٢): فحوص القير بحسب اللزوج

تم اجراء فحوص على القير المأخوذ من مصـــفى الدورة (النفاذية ونقطة الليونة والاســـتطالة واللزوجة) وبحسـب المواصـفات العامة للطرق والجسـور وتعديلاتها لعام ٢٠٠٣يظهر فيها انه مطابق لحدود هذه المواصفات والمتطلبات المذكورة [٥].

جدول (٣): النسب المئوية المارة للركام الخشن والوسط والناعم

Materials	Coarse aggregate (٢٥-١٩) mm	Middle rubble (١٩-١٠) mm	fine sand (١٠-٥) mm	Sand (crushers +natural)
المار من منخل %	-	-	-	-
١,٠انج	١٠٠	١٠٠	١٠٠	١٠٠
٣/٤انج	٣٢	٨٠	١٠٠	١٠٠
٣/٨انج	٠,٢	٢	٨٠	٩٩
رقم (٤)	٠,١	٠,١	٠,٧	٩٤
رقم (١٠)	-	-	٠,١	٧٨
رقم(٣٠)	-	-	-	٥٢
رقم (٦٠)	-	-	-	٢١
رقم(٢٠٠)	-	-	-	٦,٧
معامل المطاطية %	-	-	-	لايوجد
الاملاح الكبريتية%	٠,٢٤٠	٠,٢٢٣	٠,٢٤٠	١,٦٤٥
كاربونات الكالسيوم %CaCo3	-	-	-	-

ادرجت نتائج التحليل المنخلي لهذا الجدوه والتي تم تحضيرها مختبريا وبحسب مواصفة الهيئة العامة للطرق والجسور ويتبين من فحص الاملاح الكبريتية بانها ضمن متطلبات المواصفات الخاصة بها، اما كاربونات الكالسيوم فقد كانت صفر.

جدول (٤): (تصميم معادلة المزج لطبقة رابطة) بموجب مواصفات الهيئة العامة للطرق والجسور تعديل ٢٠٠٣ (R9-5,R9-3)

test	Equation	Equation limits	Requirements
%العابر من منخل			
١,٥ انج - ٣٧,٥ ملم			
١,٠ انج- ٢٥ ملم	١٠٠	١٠٠	١٠٠
٣/٤ انج – ١٩ ملم	٩٥	١٠٠-٨٩	١٠٠-٩٠
١/٢ انج – ١٢,٥ ملم	٨٠	٨٦-٧٤	٩٠-٧٠
٣/٨ انج – ٩,٥ ملم	٦٦	٧٢-٦٠	٨٠-٥٦
رقم (٤) – ٤,٧٥ ملم	٥٠	٥٦-٤٤	٦٥-٣٥
رقم (٨) – ٢,٣٦ ملم	٣٥	٣٩-٣١	٤٩-٢٣
رقم (٥٠) - ٣٠٠ مايكرومتر	١٣	١٧-٩	١٩-٥
رقم (٢٠٠)- مايكرومتر	٦,٣	٨,٣-٤,٣	٩-٣
%نسبة الاسفلت	٤,١	٤,٢-٣,٦	٦-٤
%الثبات (كن)	٨,٩	-	٧ حد ادنى
%الزحف (ملم)	٢,٩	-	٤-٢
الكثافة (غم /سم٣)	٢,٤٠٠	-	-

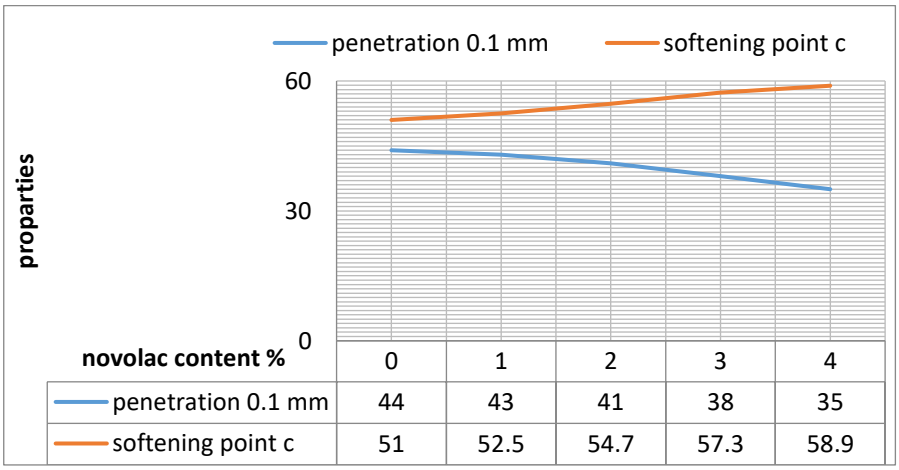
٤- النتائج ومناقشتها

يظهر الجدول اعلاه معادلة المزيج الاسفلتي والتي تم الاستناد عليها في هذا البحث مأخوذة من مواصفات الهيئة العامة الطرق والجسور (R9-3,R9-5) تعديل ٢٠٠٣ ويظهر فيها حدود المعادلة والمتطلبات والتي تم اعتمادها في الخلط المصدرية دون اي إضافة [٥].

جدول (٥): العلاقة بين النسب المئوية للنوفولاك وتأثيرها على الخواص الريولوجية للقير

novolac %	Penetration ٠,١ mm	Softening point Temperature (c°)	Viscosity, (135° C), Cs	Ductility (at 25° C, 5 cm per min.) cm.
٠	٤٤	٥١	٤٧٥	١٥٠
١	٤٣	٥٢,٥	٤٨٠	١٣٥
٢	٤١	٥٤,٧	٥٠٠	١٢٠
٣	٣٨	٥٧,٣	٥١٠	١١٠
٤	٣٥	٥٨,٩	٥١٢	٩٠

يتضمن الجدول اعلاه نتائج فحوص اللزوجة وفي درجة حرارة ١٣٥م° ودرجة الليونة وفحص النفاذية، والتي اضيف فيها النوفولاك بنسب (1%الى ٤%) من وزن القير مقارنه بالخلطة المصدرية (بدون نوفولاك) حيث بينت نتائج الفحوصات ان قيم نقطة الليونة تزداد مع زيادة نسبة النوفولاك المضاف وقد بلغت اعلى قيمة لها في درجة حرارة ٥٨,٩م° [٣]. اما بالنسبة لقيم النفاذية والاستطالة فيظهر في هذا الجدول نقصان قيمها مع زيادة نسبة النوفولاك المضافة، يمكن ان يعزى اسباب التغيرات اعلاه الى زيادة في لزوجة القير بسبب اضافة مادة النوفولاك.



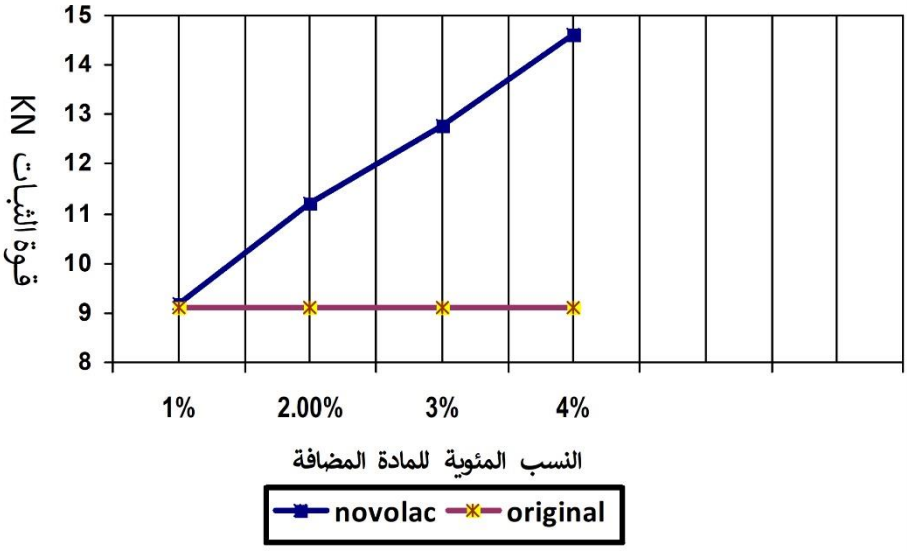
شكل (١): العلاقة بين النسب المئوية النوفولاك وتأثيرها على النفاذية ونقطة الليونة للقير

جدول (٦): نتائج الفحوص للخلطات المتضمنة (النوفولاك) وفق طريقة مارشال

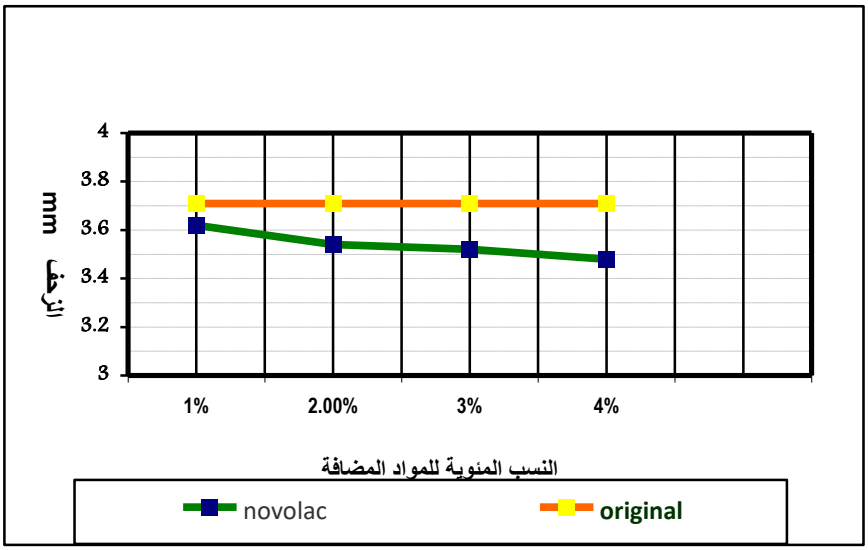
Mix Type	Additives %	Stability(KN)	Flow (mm)
Reference	٪٠	٩,١	٣,٧١
Novolac	٪٤	١٤,٦	٣,٢٢

يظهر في هذا الجدول زيادة الثبات مع تزايد نسبة النوفولاك فيها والى حد ٤%, بحدود ٥٠ % [١].

اما بالنسبة لخاصية الانسياب فأنها تقل مع زيادة نسبة النوفولاك بحدود ٧ %.



شكل (٢): العلاقة بين النسب المئوية للمادة المضافة مع قوة الثبات



شكل (٣): العلاقة بين النسب المئوية للمادة المضافة مع الزحف

٥-تأثير خصائص خليط الاسفلت على التخدد

ان خليط الاسفلت كثيف التدرج يسلك سلوكا اقل تشوها من خليط متدرج يحتوي على فجوة نظرا لوجود ترابط اقل بين الركام، الادلة تبين ان اثار التخدد يمكن الحد منها عن طريق استخدام التدرج الكثيف للركام، ان الرص الصحيح ،مع خليط كثيف التدرج او مستمر التدرج يكون الركام اكثر تقاربا من خليط متدرج ذو فجوة، وبالتالي يكون حاويا على فراغات اقل، ايضا عند ارتفاع درجات الحرارة[٦]، فأن تشابك الركام يصبح اكثر بروزا بينما تكون الخلطات ذات الفجوة بتدرج الركام اكثر عرضة للتخدد في ارتفاع درجة الحرارة وهو ما أكدته اختبار المسار للعجلة في وقت لاحق [٧]

لذا كان لابد من معرفة نتائج القوة المتبقية من جراء تأثير المياه وكذلك سلوك هذا المزيج الاسفلتي تحت الاحمال المرورية المسلطة حسب طريقة عجلة هامبورغ وكما يأتي:

طريقة الفحص (عجلة هامبورغ):

الطريقة القياسية لاختبار عجلة همبورك

اختبار الاسفلت الساخن المضغوط-(AASHTO (T 324-04

فيما يوضح الجدول التالي النتائج الخاصة بفحص التخدد:

جدول (٧): نتائج الفحوص للخلطات المتضمنة المضافات (النوفولاك) وفق طريقة العجلة

Permanent deformation (mm)		loading cycles
Novolac	Reference	Cycles
٠،٨	٢,٤	٢٠٠٠
١,٢	٤,٤	٤٠٠٠
٢,٢	٦,٣	٦٠٠٠
٢,٩	٨,٨	٨٠٠٠
٣,٧	١١,٩	١٠٠٠٠
٤,٧	١٣,٩	١٢٠٠٠
٥,٢	١٧,٥	١٤٠٠٠

الجدول التالي يوضح النتائج الخاصة بفحص القوة المتبقية:

جدول (٨): نتائج الفحوص للخلطات المتضمنة النوفولاك وفق طريقة القوة المتبقية

Type Mix	Treatment	% Retained
Reference	٪٠	٧٢,٩
Novolac	٪٤	٩٢,٤

٦- الاستنتاجات

بالنسبة للقير بإضافة النوفولاك الى القيرنستنتج مايلي:

- نتائج فحوص نقطة الليونة (softening point) بينت لنا بأن هنالك تحسن ملحوظ عند زيادة النسب المضافة من النوفولاك لغاية (٤ %) في حين بلغت نسبة الزيادة بحدود (٢٠ %).
- نتائج فحوص النفاذية (Penetration) بينت لنا بأن هنالك انخفاض ملحوظ عند زيادة النسب المضافة من النوفولاك لغاية (٤٪) في حين بلغت نسبة الانخفاض بحدود (٢٤ %).
- نتائج فحوص السحب (Ductility) بينت لنا بأن هنالك انخفاض ملحوظ عند زيادة النسب المضافة من النوفولاك لغاية (٤ %) في حين بلغت نسبة الانخفاض بحدود (٥٠ %).
- نتائج فحوص اللزوجة (Viscosity) بينت لنا بأن هنالك زيادة ملحوظة عند زيادة النسب المضافة من النوفولاك لغاية (٤ %) في حين بلغت نسبة الزيادة بحدود (٨ %).

بالنسبة للخلطات الاسفلتية باضافة النوفولاك الى القيرنستنتج مايلي:

- نتائج فحوص الثبات (stablity) بينت لنا بأن هنالك تحسن عند زيادة النسب المضافة من النوفولاك لغاية (٤ %) وبلغت نسبة الزيادة بحدود (٥,٥١) كيلو نيوتن.
- نتائج فحوص القوة المبقية بينت لنا بأن هنالك تحسن عند زيادة النسب المضافة من النوفولاك لغاية (٤ %) لنسبة رابط قيري (٤ %) حيث وصلت نسبة القوة المتبقية بحدود (٩٢,٤ %).
- نتائج فحوص التخدد (rutting) بينت لنا بأن هنالك تحسن عند زيادة النسب المضافة من النوفولاك لغاية (٤ %) ولنسبة رابط قيري (٤ %) حيث وصلت قيمة مقاومة التخدد بحدود (٥,٢) ملم عند ١٤٠٠٠ دورة.

٧- التوصيات

مما تقدم انفا نوصي بما يلي:

١- العمل على استخدام النوفولاك بنسبة (٤ %) بإضافتها في خلطات التبليط في الطبقة الرابطة والاساسية لكونها حسنت باضطراد من خصائص الرابط القيري المهمة مثلما بينت لنا النتائج في طرق الفحص التي تم اتباعها.
٢- اجراء مقطع تجريبي بطول ٣- ٥ كلم، بغية التأكد من التحسن المتوقع في الخواص المهمة ومنها مقاومة التخدد ومقاومة الكلل وكذلك التقليل من التأثير التخريبي للمياه.
٣- الاهتمام وتوخي الدقة عند تصميم الخلطات الاسفلتية، وكذلك الاهتمام بنوعية ومصادر المواد الاولية الداخلة في الخلطة وخصوصا عند استخدام ركام بأوجه مكسرة حيث من المتوقع الحصول على زيادة كبيرة في قوة الثبات والخصائص المهمة الاخرى.
٤- التوسع في البحث باستخدام انواع القير الاخرى (٥٠-٦٠) و (٦٠-٧٠) للوصول الى النتائج العملية المناسبة مما يؤمن استخدام انواع القير المنتج من المصافي ومعالجة شحة القير وايقاف استيراده.

المصادر

[١] Mohamed, N. M. (2009) 'The Use of Additives in Improved Pavement Mix Design', PhD Dissertation, Minia University, Minia, Egypt.

[٢] Trakarnpruk, W., and Chanathup, R. (2005) 'Physical and Rheological Properties of Asphalts Modified with Polyethylene-co-Methylacrylate and Acids', Journal of Metals, Materials and Minerals, 15(2), pp. 79-87.

[٣] Asmael, N. M., Ahmed, A. I., and Kareem, Q. S. (2010) 'Effect of Additives Types and Contents on the Properties of Stone Matrix Asphalt Mixtures'.

[٤] Catt, O. V. (2004) 'Investigation of Polymer Modified Asphalt by Shear and Tensile Compliances', Material Characterization for Inputs into AASHTO 2002 Guide Session of the 2004 Annual Conf, Québec City, Canada.

[5] الهيئة العامة للطرق والجسور (٢٠٠٣) "المواصفات العامة للطرق والجسور".

[٦] Abbas, T. K., Saeed, S. M., Kamel, F. H., and Khaled, S. L. (2014) 'Improving Thermal Resistance and Reducing the Effect of Vibrations in Asphalt Mixture using Crushed Tire Granules and Polymers'.

[٧] Al Humeidawi, B., Medhlom, M., Hameed, K., Kadhim, H. (2018) 'Less Published Production of Hard Grade Bitumen for Using in High Modulus Asphalt Concrete'.

Building Research Journal
Volume 9 Number 1 2024

Using Novolac to Enhance Asphalt Properties

*[1]Musaed Ameeir Ismaeel , [1]Zeena n Faisal Khudair,[1] Sohaila Saeed Abdul Razzaq,[1]Raad Yahya Falih, [1]Abdul Adhim JassibZamel

[1] Road Department, Building Research Directorate, Baghdad, Iraq.

Abstract

Both the rutting and moisture in the asphalt mix are two major causes of the early failure of asphalt pavement, the current research includes a detailed study of the novolac test as an additive for the production of modified bitumen using polymers. Different ratios of this addition have been tested to determine the improvement in the rheological properties of the bitumen alone and the mechanical properties of the asphalt mixtures, the rheological properties of the bitumen were determined by the penetration test, the softining point, elongation test and bitumen thin layer, the mechanical properties of the asphalt mixture were evaluated by examining the Marshall stability of the model and the examination of the remaining stability and indirect tensile test and the examination of plastic distortions, the results of the tests showed that the novolac significantly improved the properties of cohesion of the bitumen as well as the property of adhesion to the bitumen with the aggregates in the asphalt mixture in addition to reducing the results showed that the addition of (4%) of the novolac to the asphalt is the optimal ratio of bitumen production modified using polymers where it showed, the results showed that the addition of this ratio to asphalt improves the stability of the Marshall model, which reached 14.6KN and the remaining stability strength of 92.4% and the value of the rutting resistance is about 5.2 mm at 14000 cycles, the very small percentage of these additives compared to the quantities of other components of the asphalt mixture and the moderate price of this additive makes it an excellent and practical solution For early failure problems in asphalt pavement.

Key words: Rheological Properties, Modified Bitumen, Residual Stability, Marshall Stability, Novolac

*Corresponding author Musaed Ameeir Ismaeel
eng.musaid@ymail.com