تحضير إسفلت مؤكسد عراقي جديد باستخدام مضافات محلية

جاسم محمد سلمان
كلية العراق الجامعة – البصرة – العراق
jasim_63@yahoo.com

الخلاصة

تم اعتماد الإسفلت (40–50) والمنتج في مصفى الدورة (والغير مطابق لمواصفات الطبقة السطحية بموجب حدود المواصفات العامة للطرق والجسور العراقية المعدلة عام 2003) كمادة أولية لتحضير إسفلت عراقي مؤكسد جديد ذو خواص ميكانيكية وفيزيائية عالية وذلك عن طريق إضافة بعض المضافات الكيمياوية والبوليمرية محلية المصدر وذلك لزيادة الصلادة للخلطة الإسفلتية. تضمنت الدراسة معالجة الأسفلت المستلم من مصفى الدورة بواسطة النفخ بالهواء لفترات زمنية مختلفة، بعدها تم تحضير خلائط الأسفلت المؤكسد مع الكبريت والمطاط والكربون المنشط ومضافات بوليميرية وبنسب وزنية مختلفة وازمان معالجة مختلفة. اظهرت نتائج الفحص المختبري تطورا واضحا في تجانس الأسفلت المؤكسد المحضر واعطائه مواصفات ممتازة من ناحية القبول.

الكلمات المفتاحية: منتجات برج التقطير، الاسفلت، أكسدة الاسفلت، الاسفلت المؤكسد.

Preparation of new Iraqi paving oxidation asphalt using local additives

Jasim Mohammed Salman*
Iraq university collage - Iraq

Abstract

The asphalt (40-50) produced in the Dora refinery (which does not conform to the specifications of the surface layer according to the Iraqi roads and bridges amended regulations for 2003) was approved as a raw material for the preparation of new oxidized Iraqi asphalt with high mechanical and physical properties by adding some local chemical and polymeric additives to increase the hardness of the asphalt mixture.

The study included treating the asphalt received from the Dora refinery by blowing with air for different periods, then mixed with sulfur, rubber, activated carbon and polymeric additives with different weight ratios and different mixing times to prepare oxidized asphalt. The results of the laboratory examination showed a clear development in the homogeneity of the prepared oxidized asphalt, giving it excellent specifications in terms of acceptance.

Keywords: Refinery products; Asphalt; Paving; Oxide asphalt.

المقـدمـــــة

الأسفلت هوعبارة عن مادة سوداء شبيهة بالإسمنت توجد في النفط الخام، ولها مئات الاستخدامات، فهي تُستخدم في رصف الطرق والشوارع، والمطارات، وفي صناعة الأسقف، ولمنع تسرب الماء. وفي المواد العازلة وفي البلاط، ولتقوية أماكن حفظ المياه وقنوات الري. ويستخدم الأسفلت أيضًا في صناعة الورنيش والأحبار. كما تُستخدم طبقات الأسفلت في حماية خطوط الأنابيب الممدودة تحت الأرض لتحميها من التآكل. والأسفلت من المواد حرارية التلدن. ويحافظ الأسفلت على حالته بطريقة جيدة، وهو عازل جيد للماء، ولا تؤثر فيه معظم الأحماض والأملاح. يستخرج الأسفلت بعزله من النفط الخام وذلك بطرق التكرير التي تنتج البترول والكيروسين والمنتجات الأخرى. وغالبًا ما يستخرج البترول والمواد الأخرى، ذات درجات الغليان المنخفضة،بطريقة التقطير.والزيت الذي يبقى يُسمى عادة الخام المقطوف ويعني (الزيت الخام الذي أزيلت منه المواد الشديدة التطاير). ويُمكن استخدام هذا الزيت للوقود، كما يمكن تنقيته أكثر لاستخراج الأسفلت وغيره من المنتجات الأخرى. وبتغيير طرق التصفية يُمكن الحصول على أنواع مختلفة من الأسفلت. فعلى سبيل المثال يمكن الحصول على الأسفلت المنتفخ أو الأسفلت المؤكسد بنفخ هواء ساخن في الزيت الخام الذي أُزيلت منه المواد الشديدة التطاير. وهذه الأنواع من الأسفلت تُستخدم بكثرة في السقوف، والطلاء، وغيرها من الاستخدامات الصناعية. ويمكن أن يتكون الأسفلت أيضًا بطريقة طبيعية بالترسب في الحُفَر، وفي البحيرات والصخور. وتكون بعض الترسبات الطبيعية التي توجد في الحفر والبحيرات نقية لكن أغلبها يصبح مخلوطًا بالماء وبالمواد الأخرى وأفضل أنواع هذه الترسبات المعروفة والذي يسمى بالقار. ويُوجد النوع المتجمد من الأسفلت والمسمى بالجلسونايت (1-5).

يتميز الإسفلت بخواص كيميائية فريدة تجعله مادة أساسية في إنشاء الطرق، ويتكون بشكل أساسي من هيدروكاربونات مختلفة وكبريت وأوكسجين ونتروجين .تؤثر مكونات الخلطة الإسفلتية على أداء الرصف لاسيما الركام الذي يشكل نسبة كبيرة من الخلطة الإسفلتية .إن تدرج الركام له اثر كبير على أداء الرصف الإسفلتي وخواص الخلطة الإسفلتية مثل الفراغات بين الركام (VMA) voids in mineral aggregate والفراغات المملؤة بالإسفلت voids filled with asphalt (VFA) ونسبة المادة المالئة وسمك الطبقة الزفتية حول الركام. إن ديمومة الخلطات الإسفلتية تعرف بأنها المقاومة طويلة الأمد ضد التقادم (Ageing) ويمكن تعريفها بأنها معدل التغير في الخواص الفيزيائية للخلطة الإسفلتية مع الزمن. يعد الزفت احد أهم مكونات الخلطة الإسفلتية وينتج الزفت من عملية تكرير النفط الخام في المصافي النفطية ويعد من أهم العوامل التي يصعب السيطرة على نوعيتها حاليا فاستخدام مادة إسفلتية ذات قوام قياسي قليل اللزوجة مثل الإسفلت واطئ اللزوجة صنف (85-100) يزيد من التشوهات مقارنة باستعمال إسفلت ذو قوام قياسي عالي اللزوجة صنف (40-50). إن قوة الثبات والتي هي مقدار تماسك مكونات الخلطة الإسفلتية تحت أحمال العجلات ومقاومة الخلطة الإسفلتية على تكون الأخاديد وحدوث الزحف. وسمك طبقة الاكساء يلعب الدور الأكبر في عملية نقل وتوزيع الحمل دون تلف طبقة الاكساء وان اي نقصان في سمك الاكساء سيؤدي الى تهشم الطبقة تحت الأحمال المسلطة وبالتالي فشل في الأداء العام للطريق (6-8). تعتمد المعالجة الصحيحة والفعالة لعيوب الرصف الاسفلتي على التعريف الصحيح والموحد لهذه العيوب ويتم تشخيص حالة الرصف بالملاحظة البصرية واخذ العينات المختبرية لفحصها والتحقق من اسباب الظواهر

السلبية وتسجيل انواع العيوب الموجودة على سطح طبقة الرصف ومن اهم هذه العيوب:

1 – التخدد: وهو هبوط في سطح الطريق بشكل قنوات في منطقة مسار إطار السيارة ويعتبر من العيوب الوظيفيه وايضا من العيوب الانشائيه ويتعلق التخدد بالاحمال ومن اسبابه ضعف مواد تصميم الخلطه في انضغاط الطبقات اضافة الى عدم كفاية الحدل اثناء التنفيذ وليونة مواد الطبقات الاسفلتيه نتيجة تسرب المياه.

2 – الزحف: هي حركة طويله لمساحه موضعيه من سطح الطريق بأتجاه حركة السير ويحدث بسبب اجهاد القص المتولد من حركة المركبات في مواقع الانحدارات وضعف طبقات الرصف السطحيه وضعف ثبات الاساس الحجري وما تحت الاساس والتفاوت الكبير في درجات الحرارة بين الليل والنهار.

3 – التموجات: وهي انخفاضات وارتفاعات متتالية ومتقاربه تحدث بمسافات منظمه وتعتبر من عيوب الاداء الوظيفي للرصفات الاسفلتيه لانها تسبب خشونه للسطح وتؤثر على جودة القياده وتحدث في المواقع التي يحدث فيها تسارع او تباطؤ للحركه ومن اسبابها ايضا ضعف ثبات الخلطه الاسفلتيه او ضعف الاساس.

4 – النضح (عصر الاسفلت): هو انتقال علوي للمواد الاسفلتيه الرابطه في طبقات الرصف الاسفلتي وتشكل هذه المواد على السطح طبقة زجاجيه رقيقه عاكسه مما تجعله لزجاً لماعاً يحدث نتيجة زيادة كميات مواد الربط الاسفلتيه (7–10).

2– الجانب النظري

ان اضافة البوليمرات ومفروم الاطارات الى الخلطة الاسفلتية يعمل على تحسين الخواص الفيزيائية والميكانيكية لكونها مادة رابطة او تستخدم كمالئ (Filler) في بعض البحوث لذلك لايوجد اي تغيير بالتركيب الكيميائي، ان اضافة مفروم الاطارات (Cut Rubber) للخلطة الاسفلتية يؤدي الى تحسين مقاومتها للرطوبة. عند اضافة مفروم الاطارات الى الاسفلت يؤدي الى حدوث انتفاخات (swelling) في المزيج وهذه الانتفاخات تؤدي الى زيادة اللزوجة للخلطة الاسفلتية والناتجة من امتصاصه للزيوت الخفيفة في الاسفلت والنقصان في هذه المادة يقلل من قابلية التصاق الاسفلت بالركام ويؤدي بدوره الى خسارة في الاواصر بين الاسفلت والركام (11) كذلك تشير الدراسات الى اضافة التالف من الاطارات لتحويرالمواصفات الفيزيائية للاسفلت الذي يعتمد على ربط جزيئة المطاط مع بعض جزيئات الاسفلت خلال عملية الالكلة (7) (وذلك باضافة وزن من كلوريد الالمنيوم المائي مع الاسفلت والمطاط المستهلك ويترك المزيج ليتفاعل بفترة زمنية محددة وبامرار تيار من غاز النتروجين لمنع حصول اي اكسدة بدرجة حرارة 160 ° م وقد استعين على ذلك باستخدام حوامض لويس كمحفزات لهذه العملية. لقد وجد بأن الحساسية للاسفلت المعالج تقل كثيرا بزيادة نسبة المطاط المضاف وعند ثبوت نسبة المطاط بزيادة نسبة المحفز المستخدمة تقل الحساسية للإسفلت بالنسبة للحرارة).

يمكن اضافة مفروم الاطارات الى الخلطة الاسفلتية بطريقتين، الأولى والتي تسمى بالطريقة الرطبة حيث تضاف مفروم الاطارات الى الخلطة الاسفلتية الساخنة وبدرجات حرارة عالية حتى تتجانس مع الاسفلت كمادة رابطة. اما الثانية والتي تسمى بالطريقة الجافة والتي تستخدم المطاط كفلر ويضاف كمادة صلبة مع الركام الخشن.

عند المقارنة للخلطة الاعتيادية للرصف الاسفلتي والخلطة الحاوية على مفروم الاطارات (CR) وجد ان الخلطة المعدلة تحد من تكون شقوق الكلل Fatigue crack (والتي تحدث نتيجة اجهادات الكلل للخرسانة الاسفلتية تحت الاحمال المتكررة) وكذلك المقاومة للتشوه الدائم ومقاومة انخفاض درجات الحرارة (13–18).

اما اضافة البوليمرات الى الاسفلت فقد تطرق لها العديد من البحوث السابقة لاهميتها حيث تم اضافة البولي اثيلين تترافثاليت (Poly Ethylene Tetra phthalate, PET) والمستهلكة بنسبة 5% من وزن الاسفلت (19). وفي بحث اخر تم استخدام المخلفات البلاستيكية في تحسين الخواص الفيزيائية والميكانيكية للاسفلت عنداضافة البولي اثيلين (Poly Ethylene, PE) لوحظ انه يسبب زيادة في قيمة جريان مارشال ويقلل من الفراغات اما اضافة البولي بروبلين (PP Poly Propylene,) فيسبب زيادة قيمة قوة مارشال وصلابة مارشال وقيمة الكثافة بينما تقل قيمة جريان مارشال والفراغات الهوائية وحجم الفراغات في الركام، يسبب ايضا تحسن قليل في قابلية الاسفلت للتغطية ويقلل ظاهرة النضح (bleeding) لذلك يوصى باستخدامها في التقاطعات المرورية ونقاط الوقوف للسيارات والساحات لانها تقاوم التشوه الذي يحدثه التخدد والزحف ويقلل ظاهرة الانتزاع التي تحدث بسبب وجود الماء في الرصف الاسفلتي (20).

ان اضافة ستايرين بيوتادين ربر (Styrene Butadiene Rubber, SBR) الى الخلطة الاسفلتية يؤدي الى زيادة في نسبة مقاومة الشد TSR( ) Tensile Strength Ratioاذ تعتمد الزيادة في TSRعلى تركيز SBR (8).

3- الجانب العملي

3-1 تحضير الاسفلت

يتم تحضير وانتاج الاسفلت في وحدات التقطير الفراغي والتي تتكون من برجين الاول vacuum distillation tower، والذي تحصل فيه فصل المواد الخفيفة بواسطة اختلاف درجات الحرارة بعد ان يكون الضغط داخل البرج 76ملم زئبق فتسحب الموادالخفيفة بواسطة مضخات اما المادة المتبقية أسفل البرج فتدفع الى البرج الثاني blowing tower وهذا البرج تحدث فيه عملية الاكسدة بعد ادخال الهواء عليه حيث يقوم الهواء بنزع المواد الخفيفة بطرق كيمياوية ويعتمد الاسفلت المؤكسد على النفاذية والمطاطية.

يمتاز الأسفلت المؤكسد (المنفوخ) بالمواصفات المثبتة في جدول رقم (1) وفقا للمواصفة القياسية العراقية.

جدول (1) المواصفات القياسية العراقية للأسقلت المؤكسد (المنفوخ)

Grade	20-30	5-15	7-12
Penetration @ 25 °C (100g, 5 sec, 0.1 mm)	20-30	5-15	7-12
Softening point °C	80-90	115-130	130-140
Specific gravity @ 15.6 °C	1.0-1.1	1.0-1.1	1.0-1.1
C.O.C.)(Flash point	240	240	240
Ductility @ 25 °C (cm), Min	3	1	1
Solubility in CCl_4 (%w), Min	99	99	99
Loss on heating (%w), Max	0.2	0.2	0.2

3-2 المواد المستخدمة

1. اسفلت الدورة صنف (40 -50) وبكمية 5 كغم.
2. تم استخدام كبريت المشراق الحاوي على نسبة من الشوائب القيرية بحدود 1%.
3. مفروم أنابيب الإطارات المطاطية (من الانابيب المستهلكه والتي يتم تقطيعها وثرمها للاستفاده منها لصناعات مختلفه ولتحسين البيئه).
4. كاربون منشط (مسحوق).
5. مضافات بوليمرية وكيمياوية محلية المنشأ.

3-3 أكسدة الأسفلت

لغرض تحضير وجبة الاختبارإسفلت الدورة المشار له في أعلاه، حيث تم استخدام كميات محددة من المادة الأولية في بيكرات زجاجية (بايركس) حجم 200 ملم، ولغرض الخلط المتجانس تم التسخين في حدود 150 درجة مؤية مع امرار الهواء الجوي من مصدر خارجي عبر انبوب الى داخل محتوى الأسفلت في البيكرات الزجاجية ولفترات زمنية مختلفة للحصول على مستويات مختلفة من الأكسدة وللمواصفات الفيزياوية المطلوبة.

3-4 المعالجة الكيمياوية بالكبريت للأسفلت المؤكسد

تم استخدام اربعة عينات زنة 100g لكل واحدة من الأسفلت المؤكسد والمحضر في اعلاه وخلطه مع الكبريت وبنسبة وزنية مختلفة واكمال التفاعل لفترة زمنية قدرها ساعة واحدة وبدرجة حرارية في حدود 150 °C.

3-5 المضافات

تم استخدام بعض المضافات البوليمرية والكيمياوية بالأضافة الى الأسفلت والكبريت وبنسب وزنية مختلفة. يبين الجدول رقم (2) تأثير مضافات البحث على الأستطالة والنفاذية والليونة للأسفلت المحضر عبر هذه البراءة.

جدول (2) تأثير المضافات على مواصفات المنتج للدراسة البحثية

الأضافات	Softening point	Penetration	Ductility	تأثير المضافات
A	-	+	++	زيادة في المطاوعية وزيادة التماسك والتلاصق ومقاومة التشققات
B	++	+	+	زيادة في القطبية وزيادة في الثبات الحراري للأسفلت وزيادة في اللزوجة
C	/	/	/	زيادة مقاومة الأحمال والسرع العالية
D	++	-	-	زيادة الوزن الجزيئي للأسفلت وزيادة في مقاومة الأسفلت للظروف الجوية وشد اقوى

3-6 الفحوصات المختبرية للأسفلت المحضر

1. تم قياس طيف الأشعة تحت الحمراء لنموذج الأسفلت الأصلي ولنماذج الأسفلت المؤكسد FT-IR وذلك بإذابة 0.1 gm في 100 ml من مادة CCl_4
2. تم قياس الوميض والكثافة والاختراق

جدول (3) نتائج الفحص النهائي لعينات الأسفلت المحضر ولفترات أكسدة مختلفة

مقر جذومنلا	رقم نموذج الأسفلت			
	1	2	3	4
نمز سكلأادة (ةعاس)	0	5	10	20
درةجـ ةنويللا (°م)	46	55	67	85
ةيذافنلا (5 ااث . 25 °م)	82	55	38	21
ةلاطتسلاا (سم. 25 °م)	100	95	25	10
دليل الأختراق (PI)	1.06	0.27	0.91	1.21
نقطة الوميض	240±2 °C			
الكثافة النوعية	1.1 - 1.21			

الاستنتاجات

1. تحضير اسفلت تبليط عراقي مطور ومؤكسد جديد باستخدام مضافات محلية متاحة ومتوفرة ورخيصة الثمن.
2. تم استخدام الأسفلت المنتج في مصفى الدورة (الغير مطابق للمواصفات) والذي تم تطويره عبر هذا البحث للحصول على نوعية اسفلت جديدة ذات مواصفات مقبولة للتطبيقات الصناعية والإنشائية.
3. تم عكس نتائج هذا البحث على بعض معامل انتاج الأسفلت للقطاع الخاص ومنها معمل الفاو لانتاج الاسفلت في السماوة وشركة أنهارالخليج للمنتجات النفطية والأسفلت في بغداد حيث اثبتت النتائج نجاح الفكرة في التطبيق لانتاج هذا المعمل. ويمكن تعميم هذه الفكرة لباقي المعامل.
4. تم الحصول على مواصفات اسفلتية جديدة وجيدة من ناحية الليونة والاستطالة والنفاذية وخلال فترات اكسدة مختلفة.
5. بينت النتائج المختبرية ايجابية استخدام المضافات المحلية المختلفة (A, B, C &D) والتي تم استخدامها في البحث من زيادة في المطاوعية والتماسك والتلاصق ومقاومة التشققات وزيادة الثباتية واللزوجة ومقاومة الاحمال وزيادة الوزن الجزيئي للأسفلت المحضر.
6. حسابات الكلفة والمضافات والعمل لتطوير الطن الواحد من الأسفلت الغير مطابق للحصول على الأسفلت المطور الجديد بلغت 50 دولار امريكي للطن الواحد.
7. تجارب تقويم الأداء للأسفلت المطور والمؤكسد الجديد اثبتت امكانية الاستخدام لمختلف التطلبيقات الصناعية والإنشائية وبكفاءة عالية.

المصادر

1. Claine Petersen J. A Review of the Fundamentals of Asphalt Oxidation, Chemical, Physicochemical, Physical Property, and Durability Relationships. Washington. October 2009.
2. Ghaly N.F. Effect of Sulfur on the Storage Stability of Tire Rubber Modified Asphalt . World Journal of Chemistry 3 (2): 42-50, 2008.
3. Al-Hadidy A. R. I. and Hameed A. T. The Effect of Sulfur Waste and ABS on Asphalt Cement Properties. Al-Rafidain Engineering Vol.19 No.3 June 2011.
4. Abdulhaq H. Abed Ali , Rana A. Yousif. Effect of Rubber Modified Asphalt on the Permanent Deformation of Asphalt Pavement.
5. Petersen, J. C. Chemical Composition of Asphalt as Related to Asphalt Durability: State of the Art.In Transportation Research Record 999, TRB, National Research Council, Washington, D.C., 1984,pp. 13–30.
6. Hveem, F. N., E. Zube, and J. Skog. Progress Report On the Zaca-Wigmore Experimental Asphalt Test Project. Special Technical Publication, American Society for Testing Materials, No. 277, 1959, pp. 1–45.
7. Corbett L. W., Composition of Asphalt Based on Generic Fractionation Using Solvent Deasphalteneing, Elution-Adsorption Chromatography and Densiometric Characterization. Analytical Chemistry, Vol. 41, 1969, pp. 576–579.
8. Corbett, L. W., and R. E. Merz. Asphalt Binder Hardening in the Michigan Test Road after 18 Years of Service. In Transportation Research Record 544, TRB, National Research Council, Washington, D.C., 1975, pp. 27–34.
9. King, W. H., and L. W. Corbett. Relative Oxygen Absorption and Volatility Properties of Submicron Films of Asphalt Using the Quartzite Crystal Microbalance. Analytical

Chemistry, Vol. 41, 1969, pp. 580–583.

10. Knotnerus, J. Bitumen Durability: Measurement by Oxygen Absorption. Industrial and Engineering Chemistry, Vol. 11, 1972, pp. 411–422.
11. Petersen, J. C., F. A. Barbour, and S. M. Dorrence. Catalysis of Asphalt Oxidation by Mineral Aggregate Surfaces and Asphalt Components. Proc., Association of Asphalt Paving Technologists, Vol. 43, 1974, pp. 162–177.
12. Epps, J., Petersen J. C., Kennedy T. W., Anderson D. A., and Haas. R. Chemistry, Rheology, and Engineering Properties of Manganese-Treated Asphalts and Asphalt Mixtures. In Transportation Research Record 1096, TRB, National Research Council, Washington, D.C., 1986, pp. 106–119.
13. Martin, K. L., R. R. Davidson, C. J. Glover, and J. A. Bullin. Asphalt Aging in Texas Roads and Test Section. in Transportation Research Record 1269, TRB, National Research Council, Washington, D.C., 1990, pp. 9–19.
14. Lau, C. K., K. M. Lunsford, C. J. Glover, R. R. Davidson, and J. A. Bullin. Reaction Rates and Hardening Susceptibilities as Determined From Pressure Oxygen Vessel Aging of Asphalts. In Transportation Research Record 1342, TRB, National Research Council, Washington, D.C., 1992, pp. 50–57.
15. Petersen, J. C., J. F. Branthaver, R. E. Robertson, P. M. Harnsberger, J. J. Duvall, and E. K. Ensley. Effects of Physicochemical Factors on Asphalt Oxidation Kinetics. In Transportation Research Record 1391, TRB, National Research Council, Washington, D.C., 1993, pp. 1–10.
16. Lee, D.Y., and R. J. Huang. Weathering of Asphalts as Characterized by Infrared Multiple Internal Reflectance Spectroscopy. Applied Spectroscopy, Vol. 27, 1973, P. 435.
17. Rostler, F. S., and R. M. White. Influence of Chemical Composition of Asphalts on Performance, Particularly Durability. American Society for Testing Materials, No. 277, 1959, pp. 64–88.
18. Nellenstyn, F. J. The Constitution of Asphalt. Journal of the Institute of Petroleum Technologists, Vol. 10, 1924, pp. 311–325.
19. Nellenstyn, F. J. Relation of the Micelle to the Medium in Asphalt. Journal of the Institute of Petroleum Technologists, Vol. 14, 1928, pp.134–138.
20. Mack, C. J. Colloid Chemistry of Asphalts. Journal of Physical Chemistry, Vol. 36, 1932, pp. 2901–2914. 17. Pfeiffer, J. Ph., and R. N. J.