مجلة جامعة دمشق للعلوم الهندسية
المجلد41 العدد (4) – 2025: 220-230

Damascus University Journal for engineering sciences
Vo 41 number (4) -2025: 220-230

المعالجة الفيزيائية والكيميائية للمادة الرابطة الأسفلتية المتقادمة الموجودة بالإسفلت الطبيعي البشري وذلك لإعادة استخدامها مرة أخرى بمختلف أنواع الطرقات

مهند محمد ألفا[1*]

[1*] مدرس في المعهد التقاني الهندسي جامعة دمشق.
mohannadalfa@damascusuniversity.edu.sy.

الملخص:

نظراً للإرتفاع الهائل في أسعار المواد البترولية في الفترة الحالية وشراء البترول الخام بالقطع الأجنبي وخروج كثير من آبار النفط عن الخدمة بسبب التخريب الواضح والممنهج للمنشآت النفطية أدى إلى التفكير بإستخدام ومعالجة هذا الإسفلت الطبيعي البشري والمنتج من المحاجر الطبيعية بعد تحسين خصائصه الفيزيائية والكيميائية لتحقيق المواصفات القياسية المطلوبة لرصف الطرق وهذا يمثل هدفاً قومياً هاماً لرصف الطرق بتكلفة مالية قليلة مع ضمان جودة الإنشاء وتحقيق العمر الافتراضي المستهدف، ويعد الأسفلت الطبيعي من المواد القابلة للإنتاج والإستهلاك مرة أخرى، وهي تعد رافدة للإقتصاد الوطني بتكلفة مالية بسيطة، علماً بأن مصافي القطر كانت ترفدنا سابقاً قبل الأزمة ب 20–30% من حاجة الشبكة الطرقية بالقطر، والباقي عن طريق الإستيراد.

يستهدف هذا البحث في مراحله الأولى تحديد الخصائص الكيميائية والفيزيائية للمواد المنتجة المتاحة من الإسفلت الطبيعي بمختلف درجاتها وأنواعها المستخدم بها هذه المواد ودراسة مدى تحقيق هذه الخصائص للمواصفات القياسية المنصوص عليها عالمياً، ثم يستهدف البحث دراسة أفضل الأساليب العلمية والإقتصادية والعملية المتاحة لتحسين خصائص الفيزيائية والكيميائية لتلك المواد الرابطة الأسفلتية المتقادمة، وأن نعرف بشكل علمي ودقيق النسب المثلى لمواد إعادة الشباب من إسفلت المصافي وغيرها من المواد المعالجة المضافة إلى المادة الرابطة الإسفلتية الموجودة بالإسفلت الطبيعي من أجل استخدامها بالرصف الطرقي مرة أخرى.

تشير النتائج للخصائص الكيميائية والفيزيائية لأن الإسفلت الطبيعي يفتقد الخصائص المطلوبة لضمان تحقيق العمر التصميمي نتيجة لتعرضه لعوامل التأكسد والبلمرة في فصلي الصيف والشتاء خلال وجوده بالطبيعة لملايين السنين، ولقد أثبت البحث إمكانية تحسين تلك الخصائص باستخدام إضافات إقتصادية وعملية هي الأسفلت الطري نسبياً ذو درجة الغرز +300 وهو يعتبر فيول بنسبة عملية تتراوح بين (30–45%) تقريباً من وزن المادة الأسفلتية بالخلطة أو مخلفات زيوت التزييت المعتادة بنسبة 8% تقريباً، وتشمل أيضاً النتائج التفصيلية للأختبارات المختلفة التي تم إجراؤها على المادة الرابطة الإسفلتية المستخدمة بخلطات الرصف باستخدام هذه المحسنات، ويشمل أخيراً هذا البحث الخلاصة والتوصيات التي تم التوصل إليها في هذا البحث سواء من النواحي العلمية أو العملية التطبيقية.

الكلمات المفتاحية: الإسفلت البشري الطبيعي، مواد إعادة الشباب، العمر التصميمي، المواد المحسنة.

تاريخ الايداع: 2023/3/27
تاريخ القبول: 2023/5/29

حقوق النشر: جامعة دمشق – سورية، يحتفظ المؤلفون بحقوق النشر بموجب الترخيص CC BY-NC-SA 04

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

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

Mohannad Mohammad Alfa*[1]

*[1.] Dr, Lecturer at the Technical Engineering Institute, Damascus University.
mohannadalfa@damascusuniversity.edu.sy.

Received: 27/3/2023
Accepted: 29/5/2023

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

Abstract:

Due to the huge rise in the prices of petroleum products in the current period, the purchase of crude oil in foreign exchange, and the outage of many oil wells due to the clear and systematic sabotage of oil facilities, this led to the thinking of using and treating this Al-Beshery Natural Asphalt produced from natural quarries after improving its physical and chemical properties to achieve the standard specifications required for paving roads, and this represents an important national goal for paving roads at a low capital cost while ensuring the quality of construction and achieving the targeted life span, Natural asphalt is a material that can be produced and consumed again, It is a tributary to the national economy at a small capital cost, note that the Asphalt refineries used to supply us previously, before the crisis, with 20-30% of the road network needs in our country.

This research aims in its early stages to determine the chemical and physical properties of the available produced materials from Natural asphalt in various grades and types in which these materials are used and a study of the extent to which these characteristics achieve the international standard specifications, Then the research aims to study the best scientific, economic and practical methods available to improve the physical and chemical properties of those aged asphalt binders, And to know scientifically and accurately the optimal proportions of rejuvenating materials from refinery asphalt and other treated materials added to the asphalt binder existing in Natural asphalt in order to use it in road paving again.

The results of chemical and physical properties indicate that Natural asphalt lacks the required properties to ensure the achievement of its design life as a result of its exposure to oxidation and polymerization factors in the summer and winter seasons during its existence in nature for millions of years, The research has proven the possibility of improving these properties by using economical and practical additives, which are relatively soft asphalt, it has a penetration of +300 and is considered fuel, with a practical ratio ranging between (30-45%) approximately of the weight of the asphalt material in the mixture, or the usual lubricating used oil with a percentage of approximately 8%, it also includes the detailed results of the various tests that were conducted on the asphalt binder used in paving mixes using these improvers. Finally, this research includes the conclusion and recommendations reached in this research, whether from the scientific or practical aspects.

Keywords: Al-Beshery Natural Asphalt, rejuvenating agent, design life, improved materials.

المقدمة:

يتواجد الأسفلت الطبيعي مختلطاً بالرمال والأتربة بسوريا في دير الزور (محاجر البشرى) وكفرية جنوب شرق مدينة اللاذقية على مسافة 40 كم، وتتجاوز الكميات المتاحة من هذا الإسفلت الطبيعي ملايين الأطنان بما يكفى لرصف الطرق في سوريا لعدة عقود، ويستخدم هذا الأسفلت حالياً بصورة بدائية لإنشاء طبقات معالجة سطحية للطرق الريفية التي تخدم أحجام حركة مرور محدودة للغاية، ونظراً للإرتفاع الهائل في أسعار المواد البترولية في الفترة الحالية على مستوى العالم فإن القدرة على استخدام هذا الإسفلت الطبيعي بعد تحسين خصائصه لتحقيق المواصفات القياسية المطلوبة لرصف الطرق يمثل هدفاً قومياً هاماً لرصف الطرق بتكلفة رأسمالية قليلة مع ضمان جودة الإنشاء وتحقيق العمر الافتراضى المستهدف الشكل رقم 1. (Guha et al, 1963, Ministry of Manufacturing, Syria), (Alfa,2004), (Alfa,2008,4-8), (ASTM D6626-01, 2006, accessed on August 13), (Geology Study, 2002, Syria), (Long Term Performance, 1977, 3 January), (TLA of America 2002, 2006, accessed on August 13).

الشكل(1) المادة الأولية الخام من الإسفلت البشري الطبيعي بالمقلع

1. المواد:

12. خواص الرمل السيلسي الموجود بالإسفلت الطبيعي البشري: إن خواص الرمل الموجود بالإسفلت البشري الطبيعي هي كما في الجدول رقم 1.

الجدول(1) خواص الحصويات والفلر

الإختبار	رمل البشري الناعم	حدود المواصفة
اختبار لوس انجلوس نسبة الفاقد(%) , -بعد 100 دورة -بعد 500 دورة	 - -	 - < 50
نسبة امتصاص الماء (%)	80.	< 5
نسبة التفتت(%) ,n	-	-
الوزن النوعي الجاف للحصويات	2.545	-
الوزن النوعي المشبع السطح للحصويات	-	-
الوزن النوعي الظاهري للحصويات	2.594	-

2. الخواص الفيزيائية للمادة الرابطة المستخلصة من الإسفلت البشري الطبيعي والأسباب التي أدت للمعالجة الفيزيائية:

إن الأسفلت الطبيعي يتكون من مادتين أساسيتين، الأولى الرمل الكوارتزي أو السيليسي، والثانية هي الإسفلت الطبيعي المتقادم نتيجة عملية البلمرة والأكسدة عبر ملايين السنين.

ولدى إجراء اختبار الاستخلاص على عينة من الإسفلت الطبيعي بإستخدام مذيب قوي يسمى تراي كلور اتيلين فقد تبين أن نسبة الأسفلت في الخليط من الإسفلت والرمل هي 19.63%، وأن نسبة الرمل السيليسي هي 79.4%، بينما نسبة المواد الطيارة المتواجدة هي 1%. إن الرمل الطبيعي المستخلص من الأسفلت الطبيعي البشري هو من نوع التدرج المفتوح المتوقع بين أرقام للمناخل بين 50 و200 حسب الجدول رقم 2(Alfa,2008,59)

الجدول (2) التدرج لرمل البشري المستخلص

المناخل	No. 8	No.30	No.50	No.100	No.200
%، نسبة المار	100	95.6	65.5	10.2	0.2

نلاحظ من الجدول 3 أن قيمة الغرز القليلة للإسفلت البشري المستخلص (36)، وقيمة اللزوجة الزيتية والمائية العالية والتي

تعد تقريباً 5 أضعاف قيمة الإسفلت الصناعي المستخدم في الرصف الطرقي مؤشراً واضحاً على عملية البلمرة والأكسدة للإسفلت الطبيعي والتي تمت عبر ملايين السنين وبالتالي يدل على قساوة الإسفلت الطبيعي وعمره القصير من الناحية الفيزيائية، وإن اختبار غشاء الطبقة الرقيقة الدوار يدل على هذا العمر القصير بهبوط قيمة الغرز إلى 22 بعد عملية تعريض العينة الأسفلتية إلى الحرارة مع الزمن (درجة حرارة 163°م، الزمن 5 ساعات).

(Alberta et al, 1989, Final Report Vol.3), (Shaker, 1983, 20)

الجدول (3) الخواص الفيزيائية للإسفلت البشري الطبيعي المستخلص

إسفلت المصفاة ذو درجة غرز 100-85	الإسفلت البشري المستخلص	الإختبار
90	36	الغرز
203	1,450	اللزوجة الزيتية.C. St
1800	17,222	اللزوجة المائية (@ 60° C) (Poise)
40	59	تجربة الحلقة والكرة(.°C)
+100	58	الإستطالة (@25°C, 5 cm/min) (cm)
60 42 33	22 18 -	اختبار غشاء الطبقة الرقيقة: الغرز بعد عملية التقادم (@ 25° C, 100g, 5 S), (0.1mm) after: التسخين لمدة 5 ساعات- التسخين لمدة 10 ساعات- -التسخين لمدة 15 ساعة

المحاولة رقم 1 (تم شحن كمية 50 كغ من إسفلت مصفاة حمص ذو درجة الفرز 70–60).

والمحاولة رقم 2_(إسفلت مصفاة بانياس ذو درجة الفرز (85–100) تم إضافة النوعين السابقي الذكر على المادة المستخلصة من الإسفلت البشري الطبيعي وقد أظهرت أنه يحتاج إلى مادة محسنة أطرى من السابقتين من أجل أن يغيير مواصفاتها لتكون قريبة من متطلبات المواصفات القياسية للإسفلت المعروف والمكرر ذو درجة الغرز 100–85.

عدة مواد تم التحقق منها في هذه المحاولة رقم 3. وإن المواصفات التي أتبعت في إختيار هذه المواد هي كالتالي:

أ–قابلة للتجانس مع مادة الإسفلت الطبيعي كمادة خام.

ب–سهولة الخلط بين مادة الإسفلت البشري الطبيعي الخام مع مادة إعادة الشباب (المحسن) الإثنين في المخبر، وفي المستقبل، في الحقل.

ت–يجب أن تحقق الجانب الإقتصادي من أجل أن تؤكد أن المزيج النهائي يجب أن يكون اقتصادي بشكل كاف.

في هذه المحاولة رقم 3، هناك نوعين من الإضافات تم اختيارهم كمحسن لجعل الإسفلت الطبيعي قابل للرصف الطرقي وذلك بعد عدة محاولات وتجارب:

- الأولى بإضافة زيوت عوادم السيارات على البارد وبنسبة قليلة.
- الثانية بإضافة إسفلت المصافي الساخن ذو درجة الغرز +300 وهي تعتبر فيول على الخلطة الأسفلتية المكونة من الإسفلت الطبيعي وبنسب اقتصادية.

المحسن الأول (زيوت عوادم السيارات) له ايجابيات واضحة بكونه مادة من مخلفات محركات زيوت السيارات والتي هي على الأغلب ليس لها قيمة، ماعدا فقط تكلفة النقل، وهي مادة هيدروكربونية قابلة للتجانس مع مادة الإسفلت البشري الطبيعي كمادة خام وهي تعتبر أيضاً كمصدر موجود ومستمر لا يمكن أن ينضب أو أن ينتهي. الخواص الفيزيائية لهذه المادة (زيوت عوادم السيارات) موجودة في الجدول 4.

الجدول(4) الخواص الفيزيائية لزيوت عوادم السيارات

الإختبار	النتائج
اللزوجة الزيتية (C. St.) (@ 135 ° C)	8
محتوى الماء(%)	0
التقطير بدرجة حرارة 125°، 225°و 360°م(%)	6

المحسن الثاني هو (الإسفلت ذو درجة الغرز +300)، والذي تم شحنه من مصفاة حمص، وتم استخدامه بالدراسة. الخواص الفيزيائية والتركيب الكيميائي لهذه النوع من درجة الأسفلت موجودة في الجدولين 5 و6.

الجدول(5) الخواص الفيزيائية للإسفلت ذو درجة الغرز +300

الإختبار	النتائج
الغرز (@ 25° C, 100g, 5 S), (0.1mm)	310
اللزوجة الزيتية (C. St.) (@ 135 ° C)	90
اللزوجة المائية (Poise) (@ 60° C)	170
نقطة التطرية(°C.)	38
الإستطالة (@25°C, 5 cm/min), (cm)	+100
نقطة الإشتعال(°C.)	200+

الجدول(6) التركيب الكيميائي للإسفلت ذو درجة الغرز +300

التركيب الكيميائي	النتائج
الزيوت (%)	44.4
(المواد الراتنجية)	53.3
أسفلتين، %	2.3

4. الخواص الفيزيائية للإسفلت البشري المعالج بإستخدام مادة زيوت عوادم السيارات:

الجدول 7 يوضح الخواص الفيزيائية للإسفلت البشري المعالج بمقدار من (5–8%) من مادة زيوت عوادم السيارات وبالمقارنة مع الإسفلت ذو درجة الغرز 85–100.

النتائج أظهرت بشكل واضح من خلال الجدول 7 أن النسبة 8% من مادة زيوت عوادم السيارات استخدمت كمادة محسنة للأسفلت البشري الطبيعي، المعالجة النهائية حققت كل الخواص المطلوبة، بالمقارنة مع الإسفلت ذو درجة الغرز 85–100. إن النسبة 92–8% من المزيج بين الإسفلت البشري وزيوت عوادم السيارات، بشكل متتالي، أظهرت بشكل واضح قيم للزوجة أعلى (من أجل اللزوجة الزيتية والمائية) من إسفلت المصافي التقليدي ذو درجة الغرز 85–100. وهذا يعزى من الطبيعة الغير شمعية للخليط بين الإثنين والذي ينتج عنه وبشكل واضح قيمة أكبر للزوجة.

وبشكل عام، النتائج أظهرت أن النسبة 8% من زيوت عوادم السيارات أكدت بأنها النسبة التصميمية من أجل معالجة خواص المادة الرابطة من الإسفلت البشري الطبيعي المستخلص

الجدول(7) الخواص الفيزيائية للإسفلت البشري المعالج بإستخدام مادة زيوت عوادم السيارات

الإختبار	نسبة زيوت عوادم السيارات% (من الوزن الكلي للأسفلت)					إسفلت المصفاة ذو درجة غرز 85-100
	0	5	6	7	8	
الغرز (@ 25º C, 100g, 5 S), (0.1mm)	63	15	46	75	80	90
نقطة التطرية (ºC.)	58	56	55	54	50	40
اللزوجة الزيتية.C. St	1,450	585	730	640	530	203
اللزوجة المائية (@ 60º C) (Poise)	30017,	7400	5100	4130	3800	1800
اختبار غشاء الطبقة الرقيقة: الغرز بعد عملية التقادم (@ 25º C, 100g, 5 S), (0.1mm) after: التسخين لمدة 5 ساعات	22	24	30	35	45	60
نقطة التطرية (ºC.) التسخين لمدة 5 ساعات	-	65	66	63	60	-

5. الخواص الفيزيائية للإسفلت البشري المستخلص والمعالج بإستخدام مادة الإسفلت ذو درجة الغرز +300

النتائج المشاهدة في الجدول 8 أكدت أن النسبة بين 30 إلى 45% من الإسفلت ذو درجة الغرز +300 والذي استخدم كمحسن والذي نتج عنه مزيج معالج حقق الحدود المطلوبة من غرز ونقطة تطرية للإسفلت المعروف والتقليدي المكرر ذو درجة الفرز 85–100. النسبة 45 % من الإسفلت ذو درجة الغرز +300 كأسفلت ممزوج حقق الخواص الفيزيائية مثل الغرز ونقطة تطرية. لكن، اللزوجة الكاينامانيكية (الزيتية) بدرجة الحرارة 135ºم كانت أعلى من اللزوجة للإسفلت التقليدي ذو درجة الفرز 85–100. مرة أخرى، هذا يعزى لطبيعة المادة القاسية المكون منها الإسفلت الطبيعي (محتوى الشمع هو 0.1). إختبار غشاء الطبقة الرقيقة بعد 5 ساعات للإسفلت البشري المعالج (53–60) هو قريب جداً من نتائج الإسفلت المعروف والتقليدي المكرر ذو درجة الفرز 85–100 (60).

الجدول(8) الخواص الفيزيائية للإسفلت البشري المستخلص والمعالج بإستخدام مادة الإسفلت ذو درجة الغرز +300

الإختبار	نسبة الإسفلت ذو درجة الغرز 200-250 % (من الوزن الكلي للأسفلت)					إسفلت المصفاة ذو درجة غرز 85-100
	0	25	30	40	45	
الغرز (@ 25º C, 100g, 5 S), (0.1mm)	63	53	62	73	80	90
نقطة التطرية(ºC.)	58	65	52	49	45	40
اللزوجة الزيتية.C. St	1,450	740	610	550	450	203
اللزوجة المائية, (@ 60º C) (Poise)	30017,	6400	4700	3600	2500	1800
اختبار غشاء الطبقة الرقيقة: الغرز بعد عملية التقادم (@ 25º C, 100g, 5 S), (0.1mm) after: التسخين لمدة 5 ساعات	22	28	40	53	60	60
نقطة التطرية(ºC.) التسخين لمدة 5 ساعات	-	64	60	55	50	-

6. التركيب الكيميائي للمادة الرابطة المستخلصة من الإسفلت البشري الطبيعي والأسباب التي أدت للمعالجة

إن القيمة العالية للإسفلتين في الإسفلت البشري المستخلص، وأيضاً القيمة القليلة للبرافين المتواجد فيه مقارنةً مع إسفلت المصافي تعد مؤشراً مهماً لعملية البلمرة والأكسدة للإسفلت الطبيعي عبر ملايين السنين، وبالتالي الزيوت تحولت إلى مواد راتنجية، والمواد الراتنجية تحولت إلى أسفلتين، وبالتالي الوزن النوعي للمواد الزيتية للإسفلت الطبيعي قريب من الوزن النوعي للمواد الراتنجية للإسفلت الصناعي وهذا يعد مؤشراً مهماً لعملية المعالجة التي سوف تتم على الإسفلت الطبيعي وذلك من أجل تصحيح مواصفاته لكي تتقارب مع المواصفات الكيميائية والفيزيائية لإسفلت المصافي والذي يستخدم في الرصف الطرقي حسب الجدول رقم 9.

(Rostler et, 1959, Tech. Pub No. 227), (Stepwise chemical demineralization, 2006, 45, 906-912).

الجدول(9) التركيب الكيميائي للمادة الرابطة المستخلصة من الإسفلت البشري الطبيعي

الإختبار	الإسفلت البشري الطبيعي المستخلص	الإسفلت الصناعي ذو درجة الغرز 85-100
التركيب الكيميائي ومحتوى البرافين		
الإسفلتين، (%)	27.1	20.3
الزيوت، (%)	29.2	34.5
المواد الراتنجية، (%)	43.7	45.2
البرافين، (%)	0.1	5.4
الكبريت، (%)	2.10	0.1 - 0.8
الوزن النوعي للزيوت	1320	339
الوزن النوعي للمواد الراتنجية	-	1380

الجدول 10 يوضح التركيب الكيميائي للخليط التصميمي بين الإسفلت البشري المستخلص والنسبة 8% من مادة زيوت عوادم السيارات. هذه النتائج أوضحت أن إضافة نسبة 8% من مادة زيوت عوادم السيارات أنقصت محتوى الإسفلتين وزادت محتوى المالتين بالتركيب الكيميائي للخليط من المادة الرابطة الأسفلتية المعالجة، وبالترتيب. وهذا يقيم أن الإسفلت المعالج سوف يكون أقل قساوةً، وبشكل متتالي، ستكون الخلطة الأسفلتية المعالجة أقل عرضةً للتشققات في المستقبل.

الجدول(10) التركيب الكيميائي للخليط التصميمي (المقارنة مع مادة الإسفلت الطبيعي الخام والإسفلت الصناعي ذو درجة الغرز 85- 100)

التركيب الكيميائي	الإسفلت البشري الطبيعي المستخلص	الإسفلت البشري الطبيعي المستخلص +8% زيوت عوادم السيارات	الإسفلت الصناعي ذو درجة الغرز 85-100
أسفلتين، %	27.1	4.32	20.3
مالتين (موادراتنجية+زيوت)، %	972.	6.67	79.7

الجدول 11 يوضح التركيب الكيميائي للمزيج بين الإسفلت البشري المستخلص ونسبة 45% من الإسفلت ذو درجة الغرز+ 300.

الجدول(11) التركيب الكيميائي للخليط التصميمي المكون من 45%-55% (إسفلت ذو درجة الغرز +300 +اسفلت البشري مستخلص) بالمقارنة مع الإسفلت البشري كمادة خام والإسفلت الصناعي ذو درجة الغرز 85-100

التركيب الكيميائي	الإسفلت البشري الطبيعي المستخلص	الإسفلت البشري الطبيعي المستخلص +45% إسفلت ذو درجة الغرز +300	الإسفلت الصناعي ذو درجة الغرز 85-100
أسفلتين، %	127.	21.8	20.3
مالتين (موادراتنجية+زيوت)، %	72.9	78.2	79.7

هذه النتائج أوضحت أن إضافة نسبة 45% إسفلت ذو درجة الغرز +300 تنقص نسبة الأسفلتين وتزيد نسبة المالتين أكثر من زيوت عوادم السيارات، بشكل متتالي. وهذا يعبر على أن الإسفلت المعالج بالنسب الأصولية سيكون أقل قساوةً، وبالتالي، ستكون الخلطات الأسفلتية المعالجة أقل حساسيةً للتشققات في المستقبل.

7. النتائج والتوصيات حول استخدام ورصف الإسفلت البشري

7. 1 النتائج:

اعتماداً على النتائج في هذا البحث، الآتي يمكن أن نستنتجه:

1. نتائج اختبار الاستخلاص على عينة من الإسفلت الطبيعي فقد تبين أن نسبة الأسفلت في الخليط من الإسفلت والرمل هي 19.63%، وأن نسبة الرمل السيليسي هي 79.4%. إن الرمل الطبيعي المستخلص من الأسفلت الطبيعي البشري هو من نوع التدرج المفتوح المتوقع بين أرقام للمناخل بين 50 و200. الوزن النوعي الجاف والظاهري للرمل المستخلص من الإسفلت الطبيعي البشري هو 2.545 و2.594 طن/م3، بالتتالي.
2. الإسفلت البشري الطبيعي كمادة رابطة اسفلتية تعد مادة قاسية ومتأكسدة مقارنةً مع الإسفلت الصناعي المستخدم والمعرف ذو درجة الغرز 85-100 وذلك من خلال الغرز القليل، اللزوجة العالية، نقطة التطرية العالية وقيم الاستطالة القليلة للإسفلت البشري الطبيعي مقارنةً مع الإسفلت ذو درجة الغرز 85-100.
3. الهبوط بقيمة الغرز بعد مدة 5 ساعات بإستخدام اختبار غشاء الطبقة الرقيقة إلى قيمة الغرز 22 يدل على التشققات التي يمكن أن تتعرض لها طبقات الرصف المكونة من الإسفلت الطبيعي البشري والغير معالج وبشكل أسرع من الخلطات المكونة من الإسفلت الصناعي المكرر التقليدي أو خلطات الإسفلت البشري الطبيعي المعالجة بأحد أنواع المحسنات.
4. الإسفلت المستخلص من مادة الإسفلت البشري الطبيعي تحتوي على مالتين بنسبة (72.9%) وأسفلتيين بنسبة (27.1%). وإن المالتين كمركب كيميائي يتألف من الزيوت بنسبة (29.2%)، المواد الراتنجية بنسبة (43.6%)، والشموع بنسبة (0.1%).

5. منهجية التحسينات تمثلت بحوالي 45% من اسفلت المصافي الطري (ذو درجة غرز +300) واستخدمت كإضافة من أجل الحصول على نتائج مخبرية مرضية للإثنين المادة الرابطة الإسفلتية والخلطات المكونة منها.

6. وبشكل مشابه، 8% من مادة متجانسة، ذات تكلفة منخفضة، منتج من مخلفات عوادم السيارات (زيوت المحركات المستعملة) قد أضيف إلى مادة الإسفلت الطبيعي البشري وقد حققت تحسينات بشكل كاف وعالي للإثنين المادة الرابطة الإسفلتية والخلطات المكونة منها.

7. التطبيقات الحقلية للخلطات الإسفلتية المكونة من الإسفلت البشري المعالج يجب أن تتبع تكنولوجيا مشابهه ومتلائمة مع طبقات الرصف المكشوطة والمعاد استخدامها مع بعض التعديلات البسيطة بالنسبة للأسفلت الطبيعي.

8. زيوت عوادم السيارات هي أكثر إقتصادية من الإسفلت الطري ذو درجة الغرز +300 وذلك تبعاً للتالي:

- ❖ زيوت عوادم السيارات تضاف إلى الخلطات الإسفلتية بدون عملية تسخين (على البارد)، بالمقارنة مع الإسفلت الطري ذو درجة الغرز +300.
- ❖ الون الجزيئي لزيوت عوادم السيارات هو أقل، بالمقارنة مع الإسفلت الطري ذو درجة الغرز +300.
- ❖ زيوت عوادم السيارات هي أقل لزوجةً من الإسفلت الطري ذو درجة الغرز +300 (8 سانتي ستوك–اللزوجة الزيتية الكاينماتيكية بدرجة حرارة 135°م)، ولهذا السبب، يمكن أن نقوم بخلطها مع عناصر الخلطة الأخرى بشكل سهل وسلس.

7. 2 التوصيات:

1. استخدام الإسفلت البشري بالصورة الحالية وبدون إضافات هو صالح فقط للطرق من الدرجتين الثالثة والرابعة، حيث تبين من خلال هذه الطرق المنفذة أنها طرق ذات غزارات مرورية ضعيفة.

2. التحقق من البدائل عن طريق انتاج مختلف درجات وأنواع المواد الرابطة الأسفلتية من خلال التحكم من تركيز ونسبة الإضافات المحتملة (المحسن).

3. تصميم، وتقييم لإنجاز قطاع حقلي تجريبي من هذا النوع من طبقات الرصف آخذين بعين الإعتبار إنجاز خلطات الإسفلت البشري الساخنة المحسنة.

4. يجب إجراء بعض الإختبارات على الخلطات الإسفلتية المعدلة من الإسفلت البشري الطبيعي وذلك باستخدام إضافات تطبيقية واقتصادية مختلفة عن هذا البحث، والهدف من هذه الإضافات زيادة العمر التصميمي للمنشآت الطرقية المنفذة بهذا الإسفلت، بحيث نجعل هذه المنشآت الطرقية المنفذة بهذا الإسفلت مقاربة لمواصفات الخلطات الإسفلتية المعتمدة والمستخدمة بالرصف الطرقي.

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

References:

1. Alberta & Virama Karya Feasibility Study for Refining Asbuton, "Physical and Chemical Characterization of Asbuton", Final Report Vol.3, Jakarta (1989).

2. Alfa M., (2004). Construction of Low-Volume Roads by Al-Beshery Natural Asphalt (Master Thesis, College of Engineering, Damascus University).

3. ASTM D6626-01, "Standard Specification for Graded Trinidad Lake Modified Asphalt Binder", accessed on August 13, (2006).

4. Alfa, M., (June 2008). Utilization of Syrian Natural Asphalt in Hot – Mix Concrete Mixtures (DOCTOR OF PHILOSOPHY In PUBLIC WORKS DEPARTMENT, FACULTY OF ENGINEERING, CAIRO UNIVERSITY, GIZA, EGYPT).

5. Guha M., and Al-Betar A., "Report about Al-Beshery Natural Asphalt", Ministry of Manufacturing, Syria, 1963.

6. Geology Study of Al-Beshery Natural Asphalt, "the General Authority for Geology and Metal Fortunate", Syria, 2002.

7. "Long Term Performance of Trinidad Asphaltic Concrete" - Trinidad Lake Asphalt 3 January (1977).

8. TLA of America 2002, "Design and Hosting: Power Pix TLA- Trinidad Lake Asphalt-Natural Asphalt", accessed on August 13, (2006).

9. Rostler, F.S. and Sternberg, "Influence of Chemical Composition of Asphalts on Performance, Particularly Durability", ASTM Spec. Tech. Pub No. 227, (1959).

10. Shaker M., "Evaluation and improvement of local asphalt". Ph.D. Dissertation, Faculty of Engineering, Cairo University. 1983.

11. Stepwise chemical demineralization of Goyniik (Turkey) oil shale and pyrolysis of demineralization products", Ind. Eng. Chem. Res. 2006, 45, 906-912.