سلوك ثبات الخلطة الخرسانية الاسفلتية لطبقة سطح الطريق بتغيير درجة الحرارة لفحص مارشال[+]

THE STABILITY BEHAVIOR OF AN ASPHALTIC CONCRETE ROAD SURFACE LAYER DURING VARIATION OF VARIOUS TEMPERATURE DEGREE IN MARSHAL TEST

فيصل كاظم عبد الحسين[*]

المستخلص :

ليست هناك دراسات في مجال الخلطات الخرسانية الاسفلتية الحارة التي تعتمد فيها بيان نتائج عملية عند الفحص بطريقة مارشال وايجاد علاقات بين الخواص الاساسية ومنها (الثبات ، الكثافة ، النسبة المئوية للفراغات في الخلطة ، الزحف والنسبة المئوية للفراغات المملوءة بالبتيومين) .

في هذا البحث تم اعتماد نسب مئوية للبتيومين ممثلة بـ (4% , 4.5% , 5% , 5.5% , 6%) لايجاد محتوى البتيومين الأمثل بفحص مارشال عند $60C^0$ وبأستخدام المواد الاولية التي تجهز الى معمل أسفلت الدورة التابع الى دائرة مشاريع امانة بغداد وهي (الركام ، الفلر ، البتيومين) واستخدام صنف من الاسفلت – سمنت بدرجة غرز (٤٠ – ٥٠) تم الحصول عليه من مصفى الدورة .

ومن خلال استخدام القوانين والنتائج تم الحصول على محتوى البتيومين الامثل بـ (5.16%) . تم فحص النماذج للخرسانة الاسفلتية بهذه النسبة المئوية المثلى فحصلنا على نتائج طابقت جميع الخواص لمواصفات هيئة الطرق والجسور (S.O.R.B) لسنة ١٩٩٩ .

لا ننصح بأستخدام نسب مئوية للبتيومين في تصميم الخلطة الخرسانية الاسفلتية بـ (4%) واقل أو (6%) واكثر لعدم حصولنا على نتائج جيدة كونها لا تطابق مواصفات الـ (S.O.R.B) في النسبة المئوية للفراغات والنسبة المئوية للفراغات المملوءة بالبتيومين بالنسبة الاولى وقيم الثبات ، الزحف ، النسبة المئوية للفراغات والنسبة المئوية للفراغات المملوءة بالبتيومين بالنسبة للثانية على التوالي .

أوضحت نتائج فحص الثبات بدرجات حرارة مختلفة قد ازدادت عند الفحص بدرجة حرارة أقل من $60C^0$ كما هو الحال عند $30C^0$ ، $45C^0$ في حين قلت قيمة الثبات للنماذج المفحوصة عند درجات حرارة اكثر من $60C^0$ كما هو الحال عند الفحص بـ $70C^0$.

Abstract:

There aren't a lot of studies in a hot asphaltic concrete mixture field that depends on test process results on Marshall Method and determing the combination between the Marshall main properties such as (Stability , Bulk density , voids ratio percent , Flow and voids percent filled with bitumen) .

[+] تاريخ استلام البحث: ٢٠٠٨/١/٣٠ ، تاريخ قبول النشر : ٢٠٠٨/٧/٢١

[*] مدرس / معهد التكنولوجيا – بغداد

The research depends on the bitumen percent of (4% , 4.5% , 5% , 5.5% and 6%) to determine the optimum bitumen content for Marshall test by using row materials purches to " Daurah Asphalt Plant " in project office of Amant Baghdad using grade of asphalt cement (40 – 50) penetration obtained from the Daurah Refinery " .

Through the formulas application the optimum bitumenouse content (O.B.C) which appear (5.16%) . Samples of asphaltic concrete with the (O.B.C) were tested then get results meet requirement of " Specification for Roads and Bridges " S.O.R.B – 1999 .

Bitumen percent ratio should be not used in asphaltic concrete mix design with 4% and les 6% and up due to bad results and not fit the (S.O.R.B) specification in voids ratio percent ,voids ratio filled with bitumen for the first percentage and stability , flow , voids ratio percent , voids ratio percent filled with bitumen for the second percentage respectively .

The results showed that the value of stability test in different degree of temperature increased with low of $60C^0$ as in $30C^0$, $45C^0$ and it's value decreased for the samples test up of $60C^0$ as in $70C^0$ test .

المقدمـــة :

تقام الطرق الترابية المثبتة في كثير من الدول الفقيرة والنامية حيث لا تتوفر الامكانيات المادية ويطلق على مثـل هذه الطرق قليلة التكاليف ، وعموماً فأن هذه الطرق يمكن تحويلها مستقبلاً الى طرق جيدة بعد أضافة طبقة سطح اليها [1] ويستعمل الأسفلت في اعمال كثيرة اهمها رصف الطرق ذلك لانه يعمل على ربط أحجار الرصف ببعضها جيداً ، ويعمـل كعازل لمنع تبخر المياه من التربة أو أليها من السطح فتحتفظ بخواصها . ربما ساعد علـى أسـتعمال الأسـفلت أمكانيـة الحصول عليه بكميات وفيرة من مصادر الطبيعة وبأسعار معتدلة [2] .

تعتبر الخرسانة الاسفلتية افضل انواع الرصف الاسفلتي ونظراً لارتفاع تكاليفها فأن الامر يتطلب الاهتمام بتصميم الخلطة حتى تحصل على النتائج المرجوة ويتم تجهيز الخلطة المكونة من كسر الاحجـار الخـشنة والناعمـة والبـودرة والبتيومين مسبقاً في مراكز الخلط الساخن ويتوقف سمك الطبقة على حركة المرور ونوع طبقة الاساس . كذلك الحال ينبغي أن يكون سطح التبليط الأسفلتي المعرض لحركة المرور صلباً بما فيه الكفاية لمقاومة التشوهات في نفس الوقت يجـب ان يكون سطحاً أملساً لقيادة وسائط النقل كما وينبغي ان يكون له ميل جانبي لتصريف المياه السطحية الى حافات الطريق بذلك يتم حفظ الاسفلت الكلي وطبقة ما تحت الأساس من الاضرار الناجمة عن الرطوبة على أن يكون السطح مقاوم للانزلاق وذا ربط جيد مع الطبقات الدنيا في المنشأ الاسفلتي [3] .

خواص المادة الاسفلتية:

ان الاسفلت هـو مـادة رابطـة (Cenemtitiouse) سـوداء او بنيـة عاتمـة اللـون ومتنوعـة القـوام (Consistencies) حيث تتواجد على ثلاث حالات الصلبة (Solid) وشبه الصلبة (Semisolid) او الـسائلة (Liquid) وتتكون بشكل رئيسي من البنتومين (bitumen) الذي يلين ليصبح مائعاً (Liquefy) عن تسخينه حيث بمستطاعته طلـي اجزاء الركام اثناء انتاج المسلطة الحارة [4] .

ان فهم تصرف المادة الاسفلتية يستند الى معرفة تكوينها ويتم ذلك عـن طريـق التحليـل الكيميـائي للاسـفلت (Chemical analysis) فاتركيب الكيميائي ويتألف من العناصر الجزيئية (Fractional Componant) للاسفلت السمنتي

من المركبات التالية : الاسفلتينات (asphaltenes) والمالتين (Maltens) ويمتاز كل جزء من هذه المركبات بخـــواص معينة تخصه من حيث الوزن الجزيئي (Mocular Weight) وقابلية ذوبانه في المذيبات (Soluble) ونشاطه الكيميـــاوي (Chemical reactivity) وتمثيله لقوام المادة الاسفلتية (bodying agent) [5] .

صناعة الخلطة الخرسانية الاسفلتية الحارة:

تستخدم الخرسانة الاسفلتية على نطاق واسع في اكساء الشوارع والمطارا ت والساحات وذلك لتوفر موادها الاولية محلياً وديمومتها الجيدة واعطائها سطحاً مستوياً خالياً من المطبات بالاضافة الى سهولة وســـرعة تنفيـــذ الاعمـــال عنـــد استخدامها تتم صناعة الخلطة الاسفلتية الحارة لاغـــراض التبليـــط المرن في معامل الاسفلت ذات الخلط احـــار – (Hot Mix) وهي تشمل نوعين رئيسين هما معامل ذات الخلط المتواصل ومعامل الدفعة [6] .

طرق الرصف بالأسفلت [2]

هنالك طرق كثيرة للرصف بالأسفلت وسيتم تقسيم الأنواع الرئيسية منه حسب طريقة الانشاء والتنفيذ وكما يلي :-

١- طبقة دهان السطح بوضع Surface Dressing أو Seal Coat أو Prime Coat أو طبقة لصق Tack Coat .

٢- المكادام المسقى Grouted or Penetration Macadam

٣- الخلطات السابقة تجهيزها Premix مثل

أ- مكادام أسفلتي Bituminous Bound Macadam .

ب- حصيرة أسفلتية Carpot .

ج- خرسانة أسفلتية Asphaltic Concrete .

د- الاسفلت الناعم Sheet Asphalt .

هـــ- اسفلت ماستك Mastic Asphalt .

وفي جميع الخلطات السابقة فأن البتيومين المستخدم اما ان يكون على هيئة بتيومين صلب أوقار أو بتيومين ســـائل او مستحلب واستخدام أي من هذه المواد الرابطة يتوقف على نوع وطريقة الانشاء وامكانية الحصول على هـــذا النـــوع مـــن البتيومين ومواد الخلطة الاخرى ومدى توافر ماكينات واجهزة الرصف ومدى ملائمتها هذا بالاضافة الى العوامل الجوية . ويحتاج البتيومين والقار الى التسخين حتى يصل الى درجة اللزوجة المناسبة لعمل الخليط . وعموماً هنالك ثـــلاث انـــواع رئيسية للخلطات الاسفلتية .

١- المخلوط على الساخن بأستعمال مواد خلط ساخنة ويستعمل فيه البتيومين الصلب ٤٠/٣٠ ، ٤٠ / ٥٠ ، ٦٠ / ٧٠ تبعاً للاحوال الجوية وانواع مواد الخلط والنوع المطلوب من المخلوط الساخن .

٢- النوع الذي يستعمل فيه البتيومين السائل مع مواد الخلط الحجرية في درجة حرارة الجو او دافئة قليلة ويسمى احيانـــاً بالمكادام الأسفلتي .

٣- النوع الذي يستعمل فيه مستحلبات خاصة مثل (كولاتس مكس) أو (ثيرولاس) ولا تسخن المواد الحجرية اطلاقاً .

أنواع الفشل المحتملة على الاسطح المبلطة بالخرسانة الاسفلتية [7]

اولاً : <u>الفطور (Cracks)</u> : وتكون بالاشكال التالية :-

أ) فطور على شكل جلد التمساح Alligator Cracks .. سببها ضعف طبقة الارضية الطبيعية (Sub Grade) أو ضعف الطبقات تحت السطح .

ب) فطور حافة التبليط (Edge Cracks) .. وهي طولية تتكون من الثلث الخارجي الموازي لحافة الطريق وقد ترافقها فطور عرضية بسبب ضعف الكتف الذي يعمل كمسند (Lateral Support) أو بسبب تغلغل الرطوبة تحت مسافة من التبليط من جهة الاكتاف .

جـ) الفطور بين المسارات (Lane Cracks) وهي طولية بين مسارات الطريق بسبب ضعف الربط بين مسارات الفارشة أو اختلاف ثقل السيارات التي تمر على كل مسار .

د) فطور انعكاسية (Reflection Cracks) وتظهر على طبقات الاكساء من خلال الفطور الموجودة على طبقة السطح دون معالجة بشكل انعكاسي .

هـ) فطور انكماشية (Shrinkage Cracks) . سببها التغير الحجمي لمواد الخلط التي تحتوي على نسبة قير عالية من النوعية ذات النفاذية الواطئة .

و) فطور بسبب التعريض لجزء من الطريق (Widening Cracks) . وهي طولية تظهر بين التبليط القديم والجديد وسببها ضعف الربط بين الجزئين .

ثانياً : <u>التشوهات</u> (Distortions) :

وتحدث بسبب ضعف طبقة الارضية الطبيعية (Sub Grade) عندما يحدث هطول أو تحرك في هذه الطبقة أو بسبب هبوط في طبقة (Sub base) وليس من الضروري أن يصاحب ذلك ظهور فطور وقد تكون التشويهات نتيجة تكرار مرور الاثقال المحورية العالية بشكل متواصل ويمكن أن تكون على شكل

أ- اخاديد (Ruts) : وسببها قلة حدل طبقات الاسفلت اثناء التنفيذ أو بسبب الحركة المطاطية للخلطة الاسفلتية لعدم احتوائها على ثبات كافي والتي لا تستطيع تحمل المرور .

ب- التشوهات على شكل طيات أو التواء (Corrugation & Shoving) وتظهر في المناطق التي يستخدم فيها جهاز التوقف (Brake) مثل الاقواس الحادة ، ومقتربات الجسور ، الاضوية المرورية . والسبب يعود الى ضعف الاستقرارية للخلطة وزيادة نسبة المواد القيرية والمواد الحصوية الناعمة وذات الشكل الدائري .

جـ- الهبوط في مستوى التبليط (Grade Depression) وتكون على شكل خسوفات في مساحات معينة من الطريق بسبب ضعف في اساس تلك المساحات وهي تشبه (البركة) .

د- خسوفات حفريات الخدمات كالمجاري والهواتف سببها عدم الضغط الجيد لمواد اعادة الدفن .

هـ- الحفر (Pot Holes) .. وتظهر لضعف طبقة الاسفلت الناتج عن قلة نسبة البتيومين أو ضعف بتصريف المياه السطحية .

و- التفكك Ravelling .. حيث تتطاير المواد الحصوية الناعمة اولاُ ثم الخشنة ويتحول سطح الطريق الى سطح خشن بسبب قلة الحدل في الاجواء الباردة أو وجود شوائب في الخلطة أو زيادة في المزيج الاسفلتي أو ضعف الحصى المستعمل.

ثالثاً : مخاطر الانزلاق (Skid Hazzard) :

حيث تحدث بسبب نعومة الطريق الناجم من نزف القير (Bleeding) أو برى الحصى .

هدف البحث :

يهدف البحث الى دراسة سلوك تحمل الخرسانة الاسفلتية لطبقة سطح الطريق للاثقال وبما يعرف عنه بالثبات (كيلو نيوتن) بتأثير النسب المئوية المختلفة من البتيومين الداخلة في تصميم الخلطات وأختلاف درجات الحرارة عند الفحص وبالتالي تحديد النسبة المئوية للبتيومين المثلى من خلال الخواص الأخرى والمتعلقة بالكثافة الحقيقية ونسبة الفراغات الهوائية في الخلطة ومقارنة تلك النتائج بمواصفات هيئة الطرق والجسور (S.O.R.B) لسنة ١٩٩٩ [8] .

الجانب العملي :

تم تهيأة واختبار (٦٠) نموذج (باربعة مجاميع هي G_1 , G_2 , G_3 , G_4 وبثلاث نماذج لكل مجموعة) لكل درجة من درجات الحرارة لفحص النماذج بـ $30C^0$ ، $45C^0$ ، $60C^0$ و $70C^0$ لنسب مختلفة من البتيومين أبتداءاً من 4% , 4.5% , 5% , 5.5% وانتهاءاً بـ 6% من الوزن الكلي للخلطة الخرسانية الاسفلتية أي بزيادة لنسبة البتيومين مقدارها 0.5% . تكونت الخلطة الخرسانية الاسفلتية من المواد التالية .

المجاميع (Aggregate) :

هي ذات المجاميع الخشنة والناعمة لمعمل أسفلت الدورة التابع الى أمانة بغداد حيث تجلب المجاميع الخشنة والناعمة من مقالع النباعي شمال بغداد بحجم اقصى مساوي الى (١٩ ملم) واصغر حجم للمجاميع الخشنة هو (4.75 ملم) أما المجاميع الناعمة فحجمها يتراوح بين (2.36 ملم) و (0.075 ملم) وهو مطابق لمواصفات هيئة الطرق والجسور (S.O.R.B) [8] . وأن الكثافة النسبية والنسبة المئوية للاملاح والامتصاص للرمل هي (2.60) ، (0.07) و (0.725) على التوالي أما للمجاميع الخشنة التي كانت من نوع الركام المكسر فأن الكثافة النسبية والنسبة المئوية للاملاح والامتصاص والسحق بجهاز لوس انجلز فهي (2.62) ، (0.06) ، (0.48) و (24.4) على التوالي .

البودرة Lime :

تم استخدام مادة البودرة من نوع النورة المطفأة على شكل حبيبات صغيرة جداً وتم جلبها من معمل النورة في كربلاء وهي ذاتها التي تستخدم في معمل اسفلت الدورة .. حبيباتها اصغر حجماً من (0.075) ملم والجدول رقم (١) يبين الخواص الفيزياوية لهذه المادة .

جدول رقم (١): الخواص الفيزياوية للنورة المطفأة المستخدمة في البحث

Property	Result
Passing Sieve No 200 , %	99

Apparent Specific gravity	**2.75**
Surface Area (m^2 / kg)	**779**

البتيومين Bitumenous :

نوع الاسفلت المستخدم هو اسفلت – سمنت صنف (٤٠ – ٥٠) المجهز الى معمل اسفلت الدورة من مصافي الـدورة والذي تطابق عند فحصه في مختبراتها مواصفات هيئة الطرق والجسور (S.O.R.B) والجدول رقم (٢) يمثل الخـواص الفيزياوية ونتائج الفحص ومدى مطابقته للمواصفة المذكورة اعلاه .

جدول (٢): الخواص الفيزياوية للاسفلت – سمنت صنف (٥٠ – ٤٠)

Property	Unit	Value	S.O.R.B Spec.
Pentration ($25C^0$ 100g .5 sec)	**1/10 mm**	**44**	**40 – 50**
Softening point (Ring and Ball)	**C^0**	**54**	**51 – 62**
Ductility ($35C^0$. 5cm/min)	**Cm**	**110**	≥100
Flash point (Cleven Open Cup)	**C^0**	**264**	≥240
Solubility in Organic Solvent	**%**	**99.3**	≥99
Loss on Heating (5hrs at $163C^0$)	**%**	**0.43**	**< 0.75**
Penetration after Heating % of Original	**%**	**78**	≥50
Increase of softening point R.B after Heating (5 hrs at $163C^0$)	**C^0**	**4**	**< 10**
Ductility after Heating ($25C^0$, 5 cm/min)	**Cm**	**83**	≥50

الاجهزة المستخدمة في البحث :

خضعت عينات الفحص المرصوصة بطريقة مارشال الى مواصفات هيئة الطرق والجسور لعام ١٩٨٣ [9] حيث تم استخدام مطرقة الرص التي تسقط سقوطاً حراً من ارتفاع (٤٥٧ ملم) مع ملاحظة أبقاء محور هذه المطرقة عمودياً على قاعدة ومجموعة القالب أثناء الرص ثم تزال لوحة القاعدة والطوق ويقلب القالب ويعاد التجميع مرة أخرى ثم يسلط نفـس العدد من الدقات على وجه العينة المقلوبة . تزال لوحة القاعدة نهائياً وتبرد العينة في الهواء ومن ثم تخرج من القالب مـع مراعاة عدم حصول أي تشوه فيها ويتم اخراج العينة من القالب بأستخدام رافعة أو مكبس ثم توضع على سطح ناعم لكـي تكون معدة للفحص . حيث تم من خلال الفحوص المختبرية ايجاد الوزن النوعي ونسبة الفراغات الهوائية فـي الخلطـات الاسفلتية والنسبة المئوية للفراغات المملوءة بالبتيومين .

النتائج والمناقشة :

عند رسم نتائج البحث الواردة في الجداول (٣ ، ٤ ، ٥ ، ٦ ، ٧) تم الحصول على الاشكال المرقمة (١ الى ١١) **ومنها يمكن ملاحظة ما يلي :**

١- من الجداول (٣ الى ٦) بينت قيم فحص الثبات (كيلو نيوتن) كمعدل لمجاميع النماذج المفحوصة بنسب مختلفة من البتيومين قد ازدادت بزيادة النسبة المئوية للبتيومين في الخلطة الى حد معين ثم بدأت هذه القيم بالتناقص مع استمرار زيادة النسبة المئوية للبتيومين فعلى سبيل المثال عند درجة حرارة $60C^0$ وهي درجة مارشال للفحص حصلنا على قيم للثبات هي (8.1 , 12 , 13.4 , 11.6 ,7.6) لنسب مئوية للبتيومين هي (4 , 4.5 , 5 , 5.5 , 6) على التوالي ويرجع السبب في ذلك الى زيادة قوة الترابط بين البتيومين والمجاميع والبودرة حيث ان حبيبات المجاميع تنزلق بشكل أفضل بسبب الزيادة في نسبة البتيومين على حساب تناقص في نسبة المجاميع للخلطة مما يعطي أمكانية للرص بشكل أفضل فتزداد الكثافة الحقيقية بشكل نسبي ما يؤدي الى زيادة في قابلية تحمل الاثقال المسلطة بشكل أفضل حتى الحصول على أقصى ثبات (كيلو نيوتن) حيث كانت عند النسبة المئوية للبتيومين (5%) . وأن الاستمرار في زيادة هذه النسبة الى 5.5 أو ٦ تؤدي هذه الزيادة الى تباعد في الحبيبات عن بعضها وتقل الكثافة الحقيقية ما ينتج عنها تناقص في قيم الثبات تمثلت بـ 11.6 و 7.6 (كيلو نيوتن) على التوالي .

٢- ومن ملاحظة جدول رقم (٧) والاشكال ١ ، ٢ و٤ فقد تم الحصول على محتوى البتيومين الامثل مساوياً الى (5.16%) عندها تم تصميم خلطة على اساس هذا المحتوى الجديد للبتيومين وتم الحصول على قيم للثبات ، الكثافة الحقيقية ، نسبة الفراغات في الخلطة ، النسبة المئوية للفراغات المملوءة بالبتيومين والزحف ممثلة بالارقام 12.6 (كيلو نيوتن) ، 2.375 غم / سم^3 ، 3.05% ، 80% و 3.6 ملم على التوالي حيث طابقت النتائج مواصفات (S.O.R.B) والموضحة في جدول رقم (٨) .

٣- عند تغيير درجة حرارة الفحص للنماذج بالزيادة والنقصان عن $60C^0$ فأن النتائج بينت بأن قيم الثبات (كيلو نيوتن) تزداد كلما قلت درجة الحرارة وتقل بزيادتها عند نفس المحتوى من البتيومين في الخلطة فعلى سبيل المثال حصلنا على نتائج للثبات (كيلو نيوتن) مساوية الى (18.2 ، ١٥ ، 13.4 و 11.4 (كيلو نيوتن) عند فحص النماذج بدرجات حرارة هي ($30C^0$ ، $45C^0$ ، $60C^0$ ، $70C^0$) على التوالي لنسبة محتوى بتيومين (5%) . هذا يعود الى ان كفاءة الرص تقل عند زيادة درجة حرارة الفحص عن الـ $60C^0$ وتزداد الكفاءة للرص عندما تقل عن $60C^0$ خاصة وان صلابة وقوام البتيومين عند درجات الحرارة العالية تكون أضعف منها عند درجات الحرارة المنخفضة ما يعني امكانية زيادة قوة الترابط للمجاميع بفعل البتيومين عند انخفاض درجات الحرارة للفحص عند الـ $60C^0$ وتقل بزيادتها عنها [10] .

٤- ومن الشكل رقم (٢) ولنفس الاسباب الواردة في النقطة (١) ينطبق الأمر على الكثافة الحقيقية للنماذج المفحوصة بتغيير النسبة المئوية للبتيومين حيث تم الحصول على قيم (2,34 ، 2,36 ، 2,37 ، 2,38 و 2,36 غم / سم^3 لنسب مئوية للبتيومين (٤ ، 4.5 ، ٥ ، 5.5 و ٦) على التوالي .

٥- بينت الاشكال (٣ ، ٤) زيادة في النسبة المئوية للفراغات المملوءة بالبتيومين وتناقص في قيم النسبة المئوية للفراغات في الخلطة على التوالي مع الزيادة في النسبة المئوية للبتيومين المستخدم في الخلطة .

١- من مموشرات فحوصات مارشال للنماذج الخرسانية الاسفلتية هي زيادة قيم الزحف عند زيادة النسبة المئوية للبتيومين حيث تم الحصول على النتائج المساوية الى (2.6 ، 2.9 ، 3.3 ، 3.9 و 4.3 ملم) لنسب مئوية للبتيومين (٤ ، 4.5 ، ٥ ، 5.5 و ٦) على التوالي .

الاستنتاجات :

نستنتج من خلال البحث ما يلي:

١- تزداد قيمة الثبات للنماذج المفحوصة عند زيادة النسبة المئوية للبتيومين الى حد يمثل أقصى ثبات ثم تأخذ قيم الثبات بالتناقص مع زيادة النسبة المئوية للبتيومين .

٢- تزداد قيم الثبات للنماذج المفحوصة عند درجة حرارة اقل من $60C^0$ أي عند $45C^0$ و $30C^0$ وتقل هذه القيم عند الفحص بدرجة حرارة $70C^0$ عند ثبوت النسبة المئوية للبتيومين للحالتين .

٣- عدم مطابقة قيمة الثبات (كيلو نيوتن) كمعدل فحص النماذج عند درجة حرارة $60C^0$ حيث تمثلت بالقيمة (7.6) كيلو نيوتن عند استخدام محتوى بتيومين 6% مقارنة بالمواصفة (S.O.R.B) والتي تحدد الثبات بـ (8.0) كيلو نيوتن كحد ادنى . وعند الفحص بدرجة حرارة $70C^0$ فأن قيم الثبات (6.8 ، 7.2 ، و 5.7 كيلو نيوتن) عند استخدام محتوى بتيومين (4% ، 5.5% ، 6%) على التوالي لا تطابق المواصفة المذكورة (S.O.R.B) وكما موضح ذلك في الجدولين (٣ و ٦) الخاصة بفحوص النماذج بدرجات الحرارة ($60C^0$ ، $70C^0$) على التوالي .

٤- طابقت نتائج النماذج المفحوصة بطريقة مارشال بدرجة حرارة $60C^0$ وباستخدام محتوى البتيومين الأمثل لجميع المواصفات المذكورة (S.O.R.B) لطبقة سطح الطريق .

٥- تزداد الكثافة الحقيقية المرصوصة الى حد عند زيادة النسبة المئوية للبتيومين ثم يبدأ هذا المنحني بالنزول أي الكثافة تقل عند زيادة النسبة المئوية للبتيومين وان المنحنى الخاص بالكثافة يشابهه الى حد كبير منحنى الثبات مع النسبة المئوية للبتيومين .

جدول (٣): قيم الثبات (كيلو نيوتن) عند درجة حرارة $60C^0$

البتيومين %	G_1	G_2	G_3	G_4	معدل قيم الثبات كيلو نيوتن
4.0	7.6	8.3	8.2	8.3	8.1
4.5	11.8	12.3	12.2	11.8	12
5.0	13.1	13.7	14.2	12.5	13.4
5.5	12.3	11.1	11.8	11.1	11.6
6.0	6.9	7.9	7.5	8	7.6

جدول (٤): قيم الثبات (كيلو نيوتن) عند درجة حرارة $30C^0$

البتيومين	G_1	G_2	G_3	G_4	معدل قيم الثبات

%					كيلو نيوتن
4.0	10	9.2	10.3	10.1	9.9
4.5	13	13.3	12.7	13.8	13.2
5.0	15.3	14.6	14.3	15.٤	14.9
5.5	15.5	15.5	15.5	15.9	15.6
6.0	11.7	11.5	11.1	10.9	11.3

جدول (٥): قيم الثبات (كيلو نيوتن) عند درجة حرارة $45C^0$

البتيومين %	G_1	G_2	G_3	G_4	معدل قيم الثبات كيلو نيوتن
4.0	9.4	9.2	8.9	9.3	9.2
4.5	12.7	12.4	12.8	12.1	12.5
5.0	14.6	14.9	13.9	14.6	14.5
5.5	14	14.6	14.1	14.5	14.3
6.0	11.1	10.9	10.2	11.0	10.8

جدول (٦): قيم الثبات (كيلو نيوتن) عند درجة حرارة $70C^0$

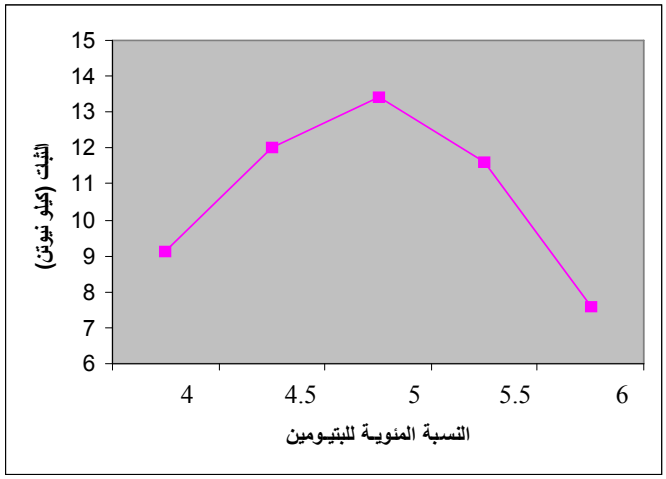
البتيومين %	G_1	G_2	G_3	G_4	معدل قيم الثبات كيلو نيوتن
4.0	7.0	6.7	6.9	6.6	6.8
4.5	10.4	10.8	9.9	9.7	10.2
5.0	9.4	9.3	9.7	10	9.6
5.5	7.2	7.1	6.9	7.6	7.2
6.0	5.9	5.5	6.4	5.1	5.7

جدول (٧): معدل نتائج فحوصات مارشال عند درجة حرارة $60C^0$ بأختلاف النسبة المئوية للبتيومين

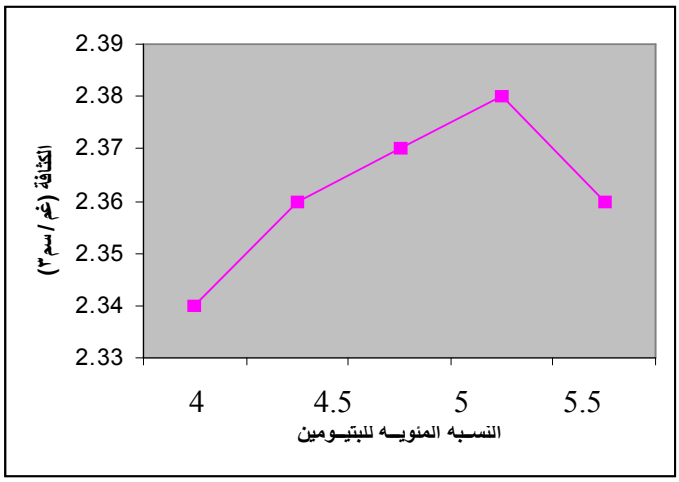
% للبتيومين	الثبات (كيلو نيوتن)	الزحف (ملم)	الكثافة الحقيقية (غم / سم^3)	الكثافة النظرية (غم/سم^3)	% للفراغات في الخلطة	% للفراغات مملوءة بالبتيومين
4.0	9.1	2.6	2.34	2.46	4.8	60.2
4.5	12	2.9	2.36	2.45	3.7	67.0
5.0	13.4	3.3	2.37	2.445	3.1	77.0
5.5	11.6	3.9	2.38	2.435	2.2	84.0
6.0	7.6	4.3	2.36	2.4	1.65	85.3

جدول (٨): النماذج المفحوصة بطريقة مارشال بدرجة حرارة $60C^0$ بمحتوى بتيومين أمثل ومقارنة ذلك بالمواصفة (S.O.R.B)

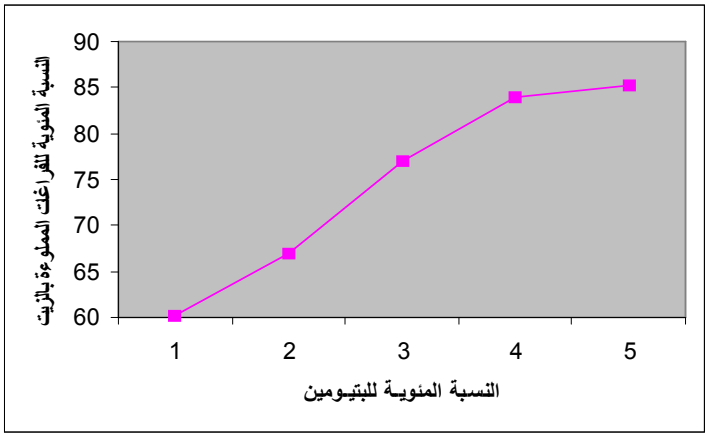
نوع الفحص	النتيجة	المواصفة (S.OR.B)
الثبات (كيلو نيوتن)	12.6	8.0 حد ادنى
محتوى البتيومين الامثل	5.16	7 – 4
النسبة المئوية للفراغات في الخلطة	3.05	5 – 3
النسبة المئوية للفراغات المملوءة بالبتيومين	80	85 – 65
الزحف (ملم)	3.6	4 - 2



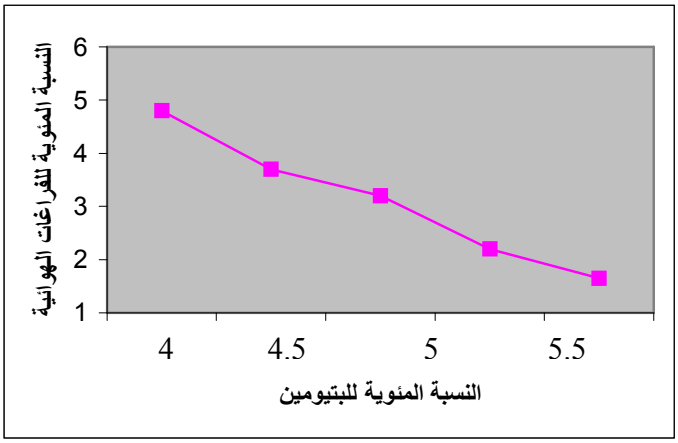
شكل(١): العلاقة بين الثبات (كيلو نيوتن) والنسبة المئوية للبتيومين عند فحص مارشال $60C^0$



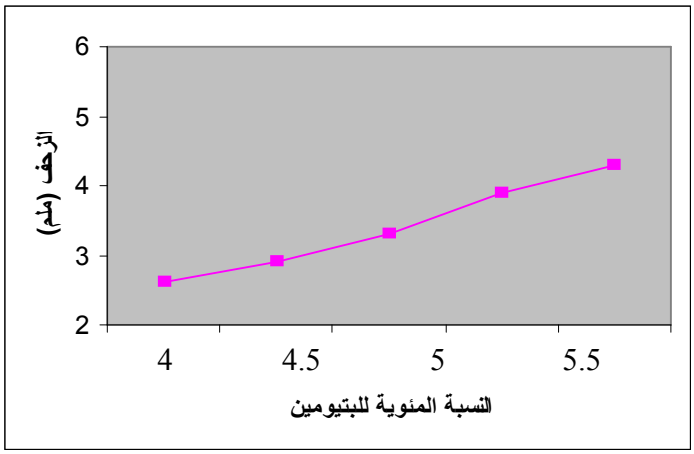
شكل(٢): العلاقة بين الكثافة (غم/سم^3) والنسبة المئوية للبتيومين عند فحص مارشال $60C^0$



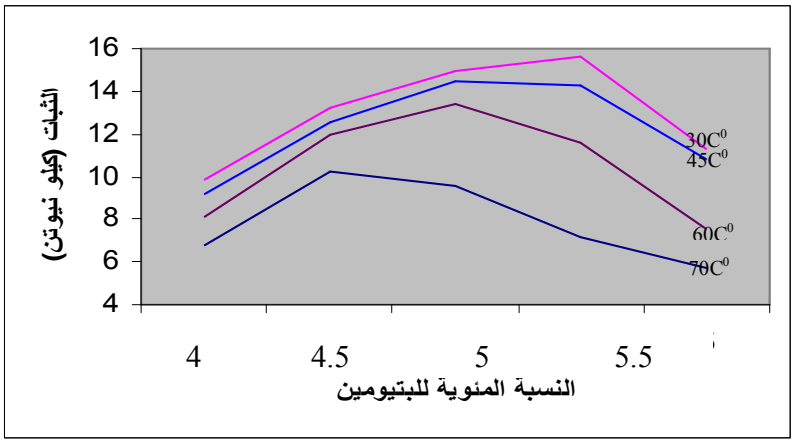
شكل(٣): العلاقة بين نسبة الفراغات والنسبة المئوية للبتيومين عند فحص مارشال $60C^0$



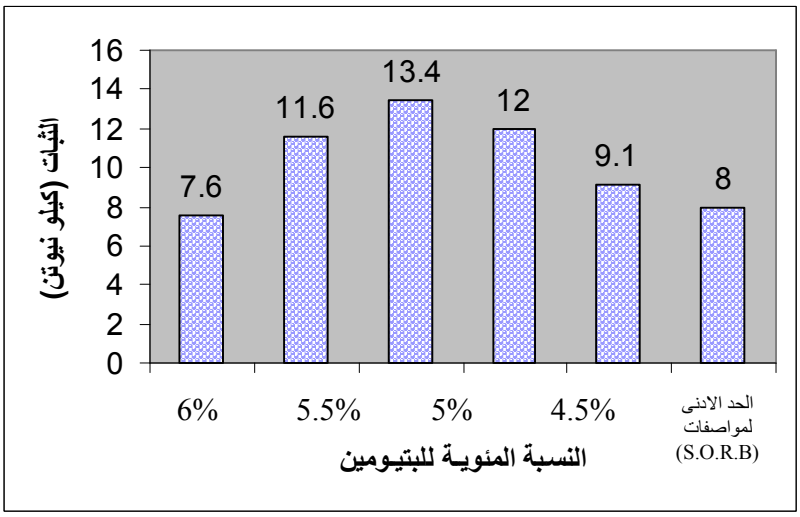
شكل (٤): العلاقة بين النسبة المئوية للفراغات والنسبة المئوية للبتيومين عند فحص مارشال $60C^0$



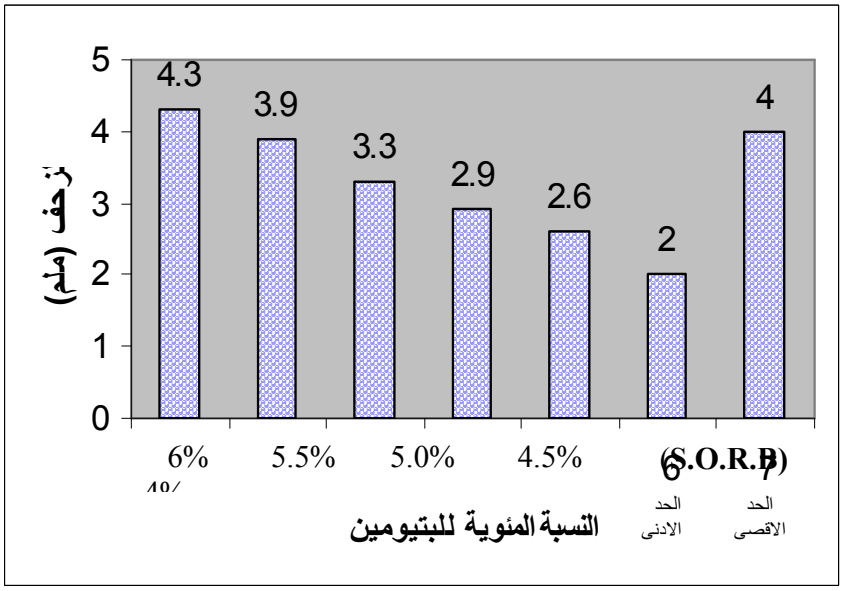
شكل (٥): العلاقة بين الزحف (ملم) والنسبة المئوية للبتيومين لفحص مارشال $60C^0$



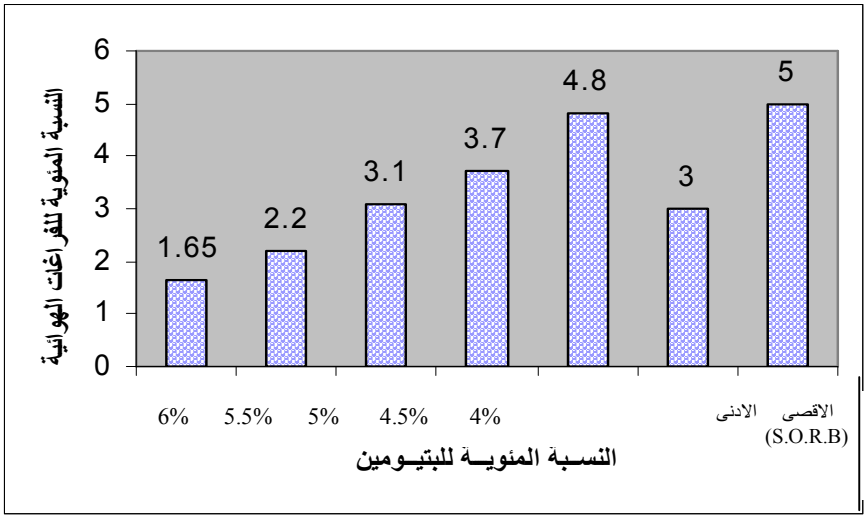
شكل(٦): العلاقة بين النسبة المئوية للبتيومين وقيمة الثبات (كيلو نيوتن) لدرجات حرارة مختلفة عند الفحص



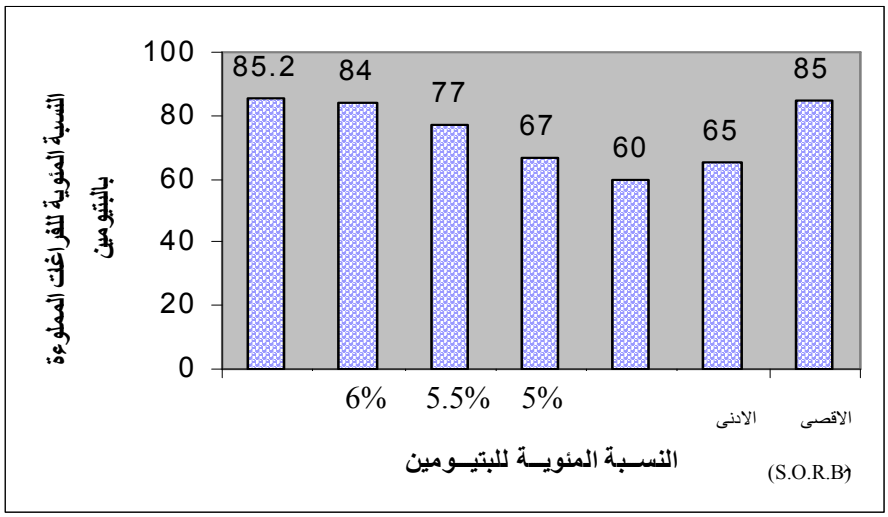
شكل(٧): العلاقة بين الثبات (كيلو نيوتن) لفحص مارشال عند $60C^0$ والنسبة المئوية للبتيومين المختلفة مقارنة مع مواصفات (S.O.R. B) بحدها الادنى



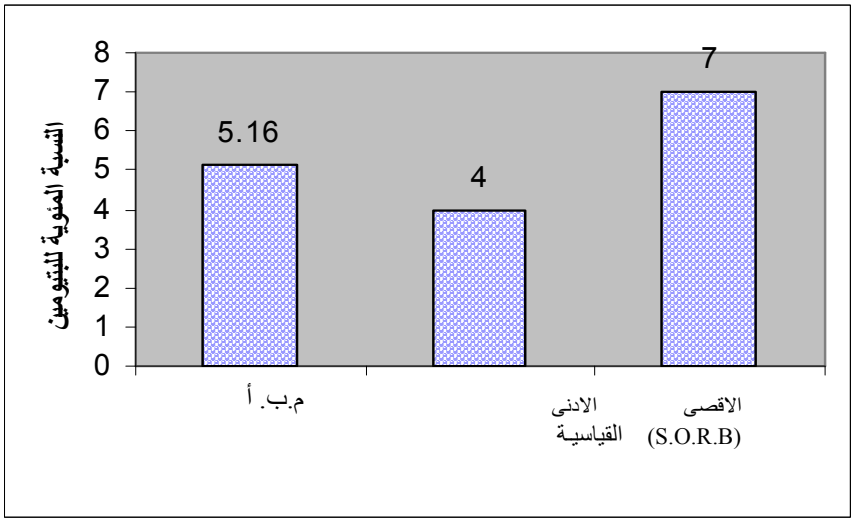
شكل(٨): العلاقة بين الزحف (ملم) لفحص مارشال عند $60C^0$ والنسبة المئوية للبتيومين المختلفة مقارنة مع مواصفات (S.O.R.B) بحدها الادنى



شكل(٩): العلاقة بين النسبة المئوية للفراغات الهوائية لفحص مارشال عند $60C^0$ والنسبة المئوية للبتيومين المختلفة مقارنة مع مواصفات (S.O.R.B) بحدودها الدنيا والقصوى



شكل(١٠): العلاقة بين النسبة المئوية للفراغات المملوءة بالبتيومين لفحص مارشال عند $60C^0$ والنسبة المئوية للبتيومين المختلفة مقارنة مع مواصفات (S.O.R.B) بحدودها الدنيا والقصوى



شكل (١١): العلاقة بين محتوى البتيومين الامثل لفحص مارشال عند $60C^0$ والنسبة المئوية للبتيومين المختلفة مقارنة مع مواصفات (S.O.R.B) بحدودها الدنيا والقصوى

التوصيات:

من خلال هذا البحث اوصي بدراسات مستقبلية تتضمن ما يلي :-

١- استخدام بدائل للمادة المالئة (البودرة) من غير النورة المطفأة وبيان تأثيرها على خواص الخرسانة الاسفلتية .

٢- تأثير استخدام المضافات على خواص الخلطات الخرسانةالاسفلتية الحارة .

٣- دراسة مقارنة لنتائج فحوصات الخلطات الاسفلتية باستخدام اسفلت – سمنت بدرجات غرز مختلفة .

٤- ضرورة تحديث مواصفات الطرق والجسور في العراق .

المصادر :

1 – الدكتور محمود توفيق سالم " *هندسة الطرق* " – الجزء الثاني – كلية الهمدسة – جامعة بيروت العربية – ١٩٨٥ ص١٩ .

٢ – الدكتور محمود توفيق سالم " *هندسة الطرق والمطارات* " – الجزء الاول – جامعة بيروت العربية – ١٩٨٥، ص٢٧٩ .

٣ – لمهندس نامق حويز احمد والمهندس محمد حسين رسول " *هندسة التبليط الاسفلتي* " – ١٩٨٥ ص٣٣ .

4 - Ghaleb , Mhammed Mowaffik " Behaviour of Asphaltic Concrete Under Repeated Loading " . MSc Thesis , Baghdad University 1992 , P.5 .

5 - Corbett . L.W. and SCHWEYER , H.E. " Composition and Rheology Considerations in age Hardening of bitumen " proceding Association of asphalt paving Technologists Vol . 50 , 1981 .

6 - AL- Hadithi , Bevian Ismail " Developing Quality Management System Product Realization according to ISO 9001 – 2000 of Hot Asplaltic concrete production AL – Dorah Plants " MSc. Thesis University of Technology 2004 , P. 29 .

7 – عدنان . أ . مظلوم : عبد الوهاب . م . طه وعبد النافع عبد الموجود "*تطور الطرق والجسور في العراق لغاية ١٩٩٠* " – ١٩٩٢ ص ٧٦ ، ص ٧٨ .

٨ – " مواصفات هيئة الطرق والجسور (S.O.R.B) " جمهورية العراق – وزارة الاسكان والتعمير – قسم الدراسات والتصاميم – بغداد – ١٩٩٩ .

٩ – " مواصفات هيئة الطرق والجسور (S.O.R.B) " – جمهورية العراق – وزارة الاسكان والتعمير – قسم الدجراسات والتصاميم – بغداد – ١٩٨٣ .

10- Asphalt Institute " Asphalt Hot – Mix Recycling " Manual Series No. , 20 (MS-20) Second Edition , U.S.A – 1986 .