تحوير المواصفات الريولوجية للاسفلت تأثير المعالجة بالإسفلتين و الإسفلتين المؤكسد على مزائج اسفلت –كبريت

لقاء ادريس سعيد * عماد عبد القادرفائق الدبوني **

استلام البحث 20، كانون الاول، 2012
قبول النشر 11، اذار، 2014

الخلاصة:

تعد دراستنا الحالية امتداداً لسلسلة البحوث التي أجريت في قسم الكيمياء كلية العلوم-جامعة الموصل في موضوع تحوير مواصفات الإسفلت بالمعالجة الفيزيائية مع الكبريت وبالنظر لما تتصف به أنظمة الإسفلت المحور فيزيائياً بالكبريت من خاصية انفصال الطبقات ولغرض الحصول على أنظمة إسفلت – كبريت متجانسة ، قمنا بمعالجة إسفلت بيجي فيزيائياً بالإسفلتين مرة وبالإسفلتين المؤكسد مرة ثانية .أظهرت النتائج مواصفات مغايرة لمواصفات الإسفلت الأصلي وهي تمثل الغاية الأساس وراء السعي المستمر لتحوير المواصفات الفيزيائية للإسفلت الأصلي من ليونة ونفاذية واستطالة بما يتلاءم وطبيعة الاستخدام في المجالات المختلفة والمحددة . وتمت دراسة تجانسية كل نظام بأخذ صور فوتوغرافية للشرائح الميكروسكوبية لمختلف الأنظمة المحورة .

الكلمات المفتاحية:تحوير المواصفات الريولوجية للاسفلت ، الإسفلتين،مزائج اسفلت _كبريت.

1 .المقدمة:

لو حاولنا أن نعطي تعريفاً للإسفلت فيمكن القول انه سائل لزج viscoelastic في درجة حرارة الغرفة مكوناته الهيدروكاربونية مشتقة غالباً من الإسفلت الطبيعي ، ويمكن وصفه بأنه نفط خام ثقيل جداً فقد الجزء الأعظم من مكوناته الخفيفة المتطايرة ، ويمكن أن نوسع هذا التعريف ليتضمن مادة نفطية مقطرة لزجة تحتوي على نسبة قليلة من المواد المتطايرة [2,1] . وتعد الخواص الفيزيائية و الكيميائية للاسفلت مهمة جداً ، إذ يتحدد مجال وطبيعة الاستخدام بطبيعة هذه الخواص ، وهذه الخواص تعتمد اعتماداً كبيراً على طبيعة النفط الخام أو الطريقة المستخدمة لإنتاج الإسفلت، بصورة عامة يتميز الإسفلت بكثافته العالية التي تتراوح مابين (1.0 gm/cm^3 – 1.1) كما يتصف بلزوجة عالية بدرجة حرارة الغرفة . وهو لا يذوب بالماء ويذوب بشكل كامل تقريبا في المذيبات العضوية كالبنزين و رابع كلوريد الكاربون [3]

لمعرفة الخواص الكيميائية للإسفلت نلاحظ أنه عبارة عن نظام متعدد الأطوار مع سلوك ريولوجي مشابه للبوليمرات ذات الأوزان الجزيئية المنخفضة وبسبب الطبيعة المعقدة لهذه المادة فإن التركيب الداخلي الكامل للاسفلت لم يعرف لحد الآن بشكل دقيق ، عموما يتكون الإسفلت من ثلاثة مكونات رئيسة هي الزيوت Oils ، الراتنجات Resins ، و الإسفلتين Asphaltene ، [3,4]. بتفاوت الصفات النهائية للاسفلت تتفاوت مجالات استخدام الإسفلت عليه نجد ان مجال الاستخدام في كثير من الحالات يستوجب تحوير وتغيير طبيعة التوازنات في النظام الإسفلتي بهدف الوصول الى صفات نهائية أكثر ملائمة للاستخدام ولعل من أكثر الصفات التي يهتم الباحثون بتطويرها تلك المرتبطة بالحساسية الحرارية له وما يرافق هده الصفة من صفات أخرى متعلقة بالصلابة واللدونة والتأثر بالمذيبات ..الخ في هذا الصدد نجد أن الباحثين قد سلكوا طرقا مختلفة وأساليب شتى في سعيهم لتحوير الإسفلت فنجد ان الباحثة (صالح ،1999) درست تأثير إضافة نسب محددة من الإسفلتين إلى إسفلت القيارة وبيجي وذلك من خلال إجراء بعض القياسات الريولوجية على النماذج المحورة بإضافة الإسفلتين ومقارنتها مع الإسفلت الاعتيادي غير المعالج ومن ثم مقارنتها مع النماذج الناتجة بعد التعتيق مدة سنة ونصف. أظهرت نتائج القياسات للنماذج الإسفلتية المحورة زيادة في تجانس النظام لكل من إسفلت القيارة وبيجي بالإضافة إلى تحسن مواصفات التعتيق لإسفلت القيارة [5]. وقد قام الدبوني (AL- 2005 Dobouni,) بدراسة تأثير إضافة البولي اثيلين بنسب مختلفة إلى مزائج الإسفلت – كبريت الحاوية على نسب متفاوتة من الكبريت تتراوح مابين 5-15% وزناً وتم تحديد المواصفات الفيزيائية للنماذج الإسفلتية المحضرة .كما تم دراسة تأثير هذه الإضافة على تجانس النظام الإسفلتي بعد فترة تعتيق زادت على سنة باعتماد الفحص الميكروسكوبي حيث لوحظ تأثر الثبوتية الثرموداينميكية لانظمة الإسفلت – كبريت بفعل

*كلية التربية للبنات/قسم الكيمياء/ جامعة الموصل
**كلية العلوم /قسم الكيمياء/ جامعة الموصل

نسب البولي اثيلين المضافة[6]. وهناك دراسة أجريت من قبل الباحثة (2005 ، احمد) هذه الدراسة عنيت بتحوير كل من اسفلت بيجي والقيارة مع البولي ستايرين بطرائق مختلفة حيث كانت درجة التذاوب الحاصلة مابين البولي ستايرين وكل من اسفلت بيجي والقيارة مختلفة. وسعياً لأدراك مسببات اختلاف درجة التذاوب الحاصلة مابين البولي ستايرين وكل من اسفلت بيجي والقيارة ارتأت الباحثة ان تقوم بتجزئةكل من اسفلت بيجي والقيارة كل على حده بتقنية التجزئة بالمذيبات ومعالجة كل مكون من هذه المكونات معالجة كيميائية محفزة مع الكبريت ومن ثم تحويرها بالبولي ستايرين يعقبها إضافة الكبريت لمعرفة وتحديد أي من هذه المكونات أكثر تمازجاً مع البولي ستايرين وتأثراً بإضافة الكبريت وقد لاحظت إن الإسفلين المحور كان أكثر الأجزاء القيرية تذاوباً مع البولي ستايرين[7]. وهناك دراسة قام بها (AL- Dobouni et.al،2006) تضمنت هذه الدراسة تأثير أكسدة الإسفلت على استقرارية مزائج إسفلت – كبريت وقد تمت عملية الأكسدة من خلال مسارين تضمن الأول تعريض الإسفلت لدرجات أكسدة مختلفة إما الثاني فيتضمن معالجة الإسفلت المؤكسد معالجة محفزة إضافية مع الكبريت .النتائج المستحصلة من هذه الدراسة أثبتت أن عملية الأكسدة لها تأثير ايجابي على مزائج إسفلت – كبريت [8] .

وكذلك قام الباحث (احمد ، 2007) بمعالجة إسفلت بيجي بنسب مختلفة من الإسفلتين تحت ظروف ثابتة من درجة حرارة وزمن ، وقام أيضاً بمعالجة إسفلت بيجي بنسب مختلفة من الإسفلتين المؤكسد بأزمان مختلفة (5 ساعات ، 10 ساعات) أيضاً تحت ظروف ثابتة من درجة حرارة و زمن ، كما قام أيضاً بمعالجة إسفلت بيجي مع نسب وزنية مختلفة من الراتنجات المفصولة من اسفلت بيجي تحت ظروف ثابتة من درجة حرارة وزمن ، كذلك قام بمعالجة اسفلت بيجي مع نسب وزنية مختلفة من الراتنجات المؤكسدة تحت ظروف ثابتة من درجة حرارة وزمن ، وأظهرت النتائج مواصفات مغايرة للاسفلت الأصلي إذ أدت بعض المعالجات إلى تحسين المواصفات الريولوجية من درجة ليونة و نفاذية واستطالة ، وأدت المعالجة إلى زيادة درجة الليونة وقلة النفاذية وحصلت على استطالة بقيم جيدة ، كما تمت دراسة تجانسية كل نظام بأخذ صورة فوتوغرافية للشرائح الميكروسكوبية لمختلف الأنظمة المحورة وأعطت الدراسة أنظمة تميل إلى التجانس لكل من إضافة الإسفلتين و الإسفلتين المؤكسد والراتنجات و الراتنجات المؤكسدة ، غير أن إضافة الكبريت تعطي بشكل عام أنظمة غير متجانسة ويزداد عدم التجانس بزيادة نسبة الكبريت ، غير أن تجانس هذه الأنظمة كان أفضل من تجانس الأنظمة الإسفلتية المعالجة بالكبريت لوحده [9].

أما الباحث (ذياب ، 2008) فقد قام بمعالجة الإسفلت فيزيائياً ب الإسفلتين المؤكسد المسلفن ، كما تمت معالجة الإسفلت فيزيائيا بالمركبات الكبريتية المؤكسدة من سلفوكسيد ثنائي المثيل Dimethyl Sulfoxide (DMSO) وحامض سلفونيك دودوسيل البنزين ، ثم تلت هذه العمليات معالجة النماذج الإسفلتية الناتجة فيزيائياً بالكبريت في محاولة للحصول على أنظمة اسفلت - كبريت متجانسة ، و كما تم دراسة تجانسية كل نظام بأخذ صور فوتوغرافية للشرائح الميكروسكوبية لمختلف الأنظمة المحورة بعد تعتيقها لمدة ثلاثة اشهر ولاحظ أن بعض النماذج المحورة كانت أكثر تجانساً مقارنة بالإسفلت غير المحور[10] .

ان إضافة أية مادة إلى الإسفلت بغية تطوير خصائصه سوف يؤدي إلى الإخلال بالتوازنات القائمة في النظام الإسفلتي ،هذا الإخلال بالتوازنات قد ينعكس سلباً أو ايجاباً على تجانس النظام الإسفلتي .

في دراستنا هذه نهدف إلى الحصول على نظام إسفلت – كبريت متجانس ثابت ثرموداينميكياً واعتماداً على المعطيات المستحصل عليها من كل من الدراسة التي قامت بها الباحثة (2005 ، احمد) والدراسة التي قام بها الدبوني وجماعته(AL- Dobouni et.al،2006)[8,7] واللتان تمت الإشارة إليهما سابقاً. من خلال هاتين الدراستين السابقتين نلاحظ إن إضافة الإسفلتين له دور ايجابي في زيادة التجانسية كما أن عملية الأكسدة لها دور مشابه أيضا . لذا وقع اختيارنا على الإسفلتين مادة للتحوير وبمعالجتين رئيستين الأولى إضافة الإسفلتين المفصول من اسفلت بيجي إلى اسفلت بيجي ايضاً وبنسب مختلفة والثانية أكسدة الإسفلتين ثم استخدامه لتحوير اسفلت بيجي ثم أعقبت هذه العمليات معالجة النماذج الإسفلتية المستحصل عليها من المعالجات سالفة الذكر فيزيائياً بالكبريت لملاحظة ودراسة مدى تأثر مزائج إسفلت – كبريت بهذا النمط من المعالجات .

2 .الجزء العملي

2 – 1 المواد المستعملة

1 – اسفلت بيجي Beji Asphalt

تم استخدام اسفلت بيجي المنتج في مصفى بيجي الذي يتميز بالمواصفات الموضحة في الجدول (1)

الجدول (1) الصفات الفيزياوية العامة لاسفلت بيجي

الصفات الفيزياوية العامة	القيمة
درجة الليونة (°م)	46
النفاذية ملم (100 غم، 5 ثا،25 °م)	55
الاستطالة (سم ، 25 ° م)	+100
نسبة الإسفلت ين	25%وزناً

2 – اسفلت مفصول من اسفلت بيجي
2 - كبريت عنصري Elemental Sulphur .
4 - ايثر بترولي (80- 60) °م Petroleum Ether .
5 – زايلين Xylene
6 – هبتان n- Heptane
2-2 الأجهزة المستخدمة Apparatus Used
(1-2-2) أجهزة قياس الخواص الريولوجية للأنظمة الإسفلت ية وتشمل :
1- جهاز قياس درجة الليونة (الكرة والحلقة) Ring & Ball Apparatus
اجري القياس وفقاً للطريقة (D 36- 70) ASTM[11] .
2- جهاز قياس النفاذية (Penetration Apparatus)
اجري القياس وفقاً للطريقة (D6-80) ASTM[12] .
3- جهاز قياس الاستطالة (Ductility Apparatus)
اجري القياس وفقاً للطريقة (D113 -83)) ASTM[13] .

(2-2-2)الجهاز المستخدم لاكسدة الإسفلتين
يتألف هذا الجهاز من الأجزاء المذكورة في أدناه:
1- دورق زجاجي كبير ثلاثي الفتحات. حيث يوضع في إحدى الفتحات أنبوب يصل إلى قعر الدورق الزجاجي وذلك لامرار تيار من الهواء من خلاله. وفي الأخرى يتم وضع المحرار لقراءة درجة الحرارة ، وفي الفتحة الثالثة يوضع المكثف (Condenser) .
2- مسخن كهربائي Electrical Mantle مزود بمنظم Regulator للسيطرة على درجة الحرارة .
3- جهاز Vacuum Pressure Station استخدم لغرض ضخ الهواء إلى الدورق الزجاجي .

(2-2-3) جهاز الرج الكهربائي Electrical Shaker
استخدم هذا الجهاز لرج محلول إسفلت – ايثر بترولي لغرض فصل الإسفلتين .

3-2 الطرائق العملية :

(1-3-2) ترسيب الإسفلتين Asphaltene
وضعت كمية من إسفلت بيجي (15 غم) في داخل وعاء مخروطي ذي غطاء محكم وأضيف لها ايثر بترولي (60-80)°م بنسبة 40:1 حجماً ، وتم رج المحلول لمدة (3) ساعات باستخدام جهاز الرج الكهربائي ، وبعدها سكب المحلول على ورقة ترشيح داخل قمع زجاجي وغسل المتبقي بالايثر البترولي ، وأضيف إلى ورقة الترشيح ، ثم جفف الراسب ووزن بدقة .

(2-3-2) تحوير اسفلت بيجي مع الإسفلتين ودراسة تأثير اضافة الكبريت الى النماذج المحضرة .
أخذت كمية من الإسفلت (بعد أن وزنت بدقة) ووضعت في دورق مجهز بمحرار ومحرك ميكانيكي وتم تسخين النموذج باستعمال مصدر حراري Heating mantel مجهز بمنظم للسيطرة على درجة الحرارة ثابتة عند المدى (150-160) °م ثم تم إضافة 10 % من اسفلتين بيجي للنموذج والتحريك المستمر لساعتين من الزمن . ثم قيست المواصفات المطلوبة من ليونة ونفاذية واستطالة . بعد ذلك قسم النموذج إلى ثلاثة أقسام أضيف إليها نسب متفاوتة من الكبريت وهي إلى التوالي (5%، 10%،15%) .عند درجة حرارة (125-130) °م ومزج لمدة ساعة ثم قياس المواصفات الفيزيائية للنماذج المستحصلة . بعد ذلك اعيدت التجربة باستعمال نسب مختلفة من اسفلتين بيجي (15% ، 20 % ، 22% ، 25%) . وتم قياس المواصفات الفيزيائية للنماذج الإسفلتية المحورة بالإسفلتين ثم النماذج الإسفلتية المحورة بالإسفلتين والكبريت. كما أخذت عينة من كل نموذج حال تحضيره وفرشت بشكل طبقة رقيقة على شريحة زجاجية لدراسة تجانسيه كل نظام . وقد تمت مشاهدة الشرائح حال تحضيرها كما لوحظت بشكل دوري للوقوف على التغييرات التي قد تطرأ على النظام عند التعتيق وتسجيل الملاحظات عليها .

(3-3-2) أكسدة اسفلتين بيجي
تمت إجراء عملية الأكسدة للاسفلتين بإذابة وزن معين من الإسفلت ين في الزايلين ووضع المحلول في الجهاز المعد لغرض أكسدة الإسفلتين الذي سبق توضيحه في الفقرة (2) . سخنت المادة الى درجة الحرارة (125 - 130) °م ثم تم امرار تيار ثابت من الهواء بشكل فقاعات من خلال أنبوب يمر تحت مستوى سطح المادة في الدورق . واستمر التفاعل لمدة خمسة عشر ساعة وبعد انتهاء هذه المعالجة تم تقطير الزايلين . وتجفيف الإسفلتين من ما تبقى من الزايلين.

(2-3-4) تحوير اسفلت بيجي مع الإسفلت ين المؤكسد ودراسة تأثير إضافة الكبريت إلى النماذج المحضرة .

وزنت كمية من الإسفلت بدقة ووضعت في دورق مجهز بمحرار ومحرك ميكانيكي وتم تسخين النموذج باستعمال مصدر حراري مجهز بمنظم حراري للسيطرة على درجة الحرارة ثابتة عند المدى (180-190) °م ثم تم إضافة 10% من اسفلتين بيجي المؤكسد للنموذج والتحريك المستمر لمدة خمس ساعات ثم قيست المواصفات المطلوبة من ليونة ونفاذية واستطالة. بعد ذلك قسم النموذج إلى ثلاثة أقسام أضيف لها نسب متفاوتة من الكبريت وهي على التوالي (5% ، 10% ، 15%) عند درجة الحرارة (125-130) °م ومزج الخليط لمدة ساعة تم بعدها قياس المواصفات الفيزيائية للنماذج. بعد ذلك أعيدت التجربة باستعمال نسب مختلفة من اسفلتين بيجي المؤكسد وهي على التوالي (15 % ، 20%، 25%) وبعد الانتهاء من كل تجربة تم إجراء القياسات المطلوبة لكل نموذج وتسجيل النتائج وتحضير الشريحة الميكروسكوبية لكل نموذج.

(2-3-5) الفحص الميكروسكوبي وإعداد الشرائح

Slide preparation and microscopic examination

تم تحضير الشرائح الميكروسكوبية وذلك بوضع عينة صغيرة من النموذج على الشريحة الزجاجية وتسخينها إلى درجة حرارية لا تقل عن (50 °م) مع ضغط الشريحتين على بعضها لتسهيل انتشار الإسفلت ومن ثم سحب الشريحتين عن بعضهما باتجاه متعاكس تم فحص الشريحة بالمجهر عند قوة تكبير ×40 وأخذت صور الشرائح بكاميرا رقمية نوع Mercury 2.1 Pixels .

3 .النتائج والمناقشة

من ملاحظتنا للدراسات السابقة وفي مجال تحوير الإسفلت لاحظنا إن هذه الدراسات تنقسم إلى قسمين الأول يهتم بأسلوب تحوير الإسفلت فيزيائياً بالمزج مع مواد مختلفة . والأخر يهتم بتحوير الإسفلت كيميائياً عن طريق مفاعلته مع مواد أخرى . هذه الدراسة هدفت إلى دراسة التأثيرات الناشئة عن زيادة النسب المضافة من الإسفلتين إلى الإسفلت حيث قمنا بمعالجة اسفلت بيجي بالإسفلتين مرة و بالإسفلتين المؤكسد مرة ثانية ثم تلت هذه العمليات معالجة النماذج الإسفلتية الناتجة سابقة الذكر بالكبريت معالجة فيزيائية أيضا.

3-1 معالجة الإسفلت بالإسفلتين

تم تحضير خمسة نماذج بمزج الإسفلت مع الإسفلتين بنسب مختلفة وهي على التـــــوالي (10%، 15%، 20%، 22%،25%) هذه المعالجات كانت تهدف بصورة أساسية إلى معرفة التأثيرات الناجمة عن الإضافات المختلفة للاسفلتين بالنسب المذكورة أعلاه تحت ظروف ثابتة من درجة حرارة وزمن . وكانت النتائج المستحصلة من المعالجة أعلاه للنماذج المحورة مدونة كما في الجدول (2):

الجدول (2) تأثير نسبة الإسفلتين المضافة في مواصفات اسفلت بيجي

رقم النموذج	نسبة الإسفلتين (%)	درجة الليونة (°م)	النفاذية (0.1 ملم،25°م ،5 ثا)	الاستطالة (سم،25 °م)	دليل الاختراق PI
0	0	46	55	+100	-2.04
1	10	53	23.7	67	-1.95
2	15	57	17.3	45	-1.67
3	20	57.5	16.1	33.5	-1.69
4	22	62	14.8	30	-1.02
5	25	64	8.8	26	-1.45

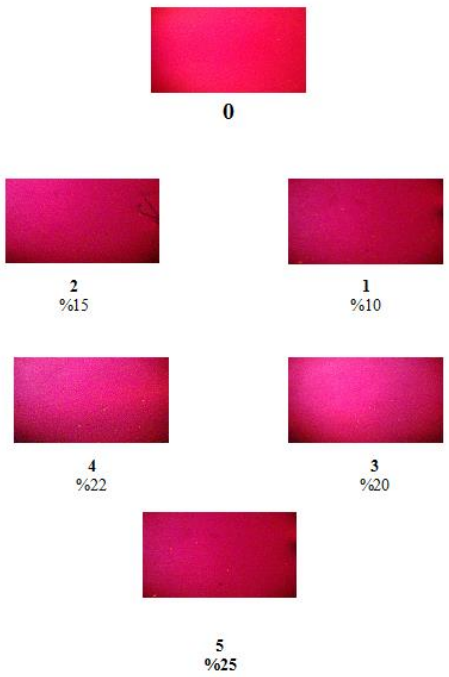
ظروف المعالجة

زمن المزج مع الإسفلت 2 ساعة

درجة الحرارة المستخدمة 150-160 ° م

من متابعة النتائج الواردة في الجدول (2) يمكن ملاحظة الزيادة الملحوظة في قيم درجات الليونة وهذا يدل على تحسين واضح في الحساسية الحرارية مقارنة مع مثيلاته من الإسفلت الغير معالج ويمكننا الاستدلال عملياً على حقيقة هذا الأمر أيضاً من خلال قيم دليل الاختراق (PI) التي تدل على انخفاض الحساسية الحرارية للنماذج المحضرة بشكل عام . وهي إحدى الصفات المهمة التي يمكن الحصول عليها من إضافة الإسفلتين إلى

الإسفلت . انخفاض النفاذية وانحدار القيم بشكل حاد كما هو ملاحظ يدل على أن الإسفلتين المضاف قد ساهم في تحويل النظام الغروي للاسفلت إلى نظام أكثر تكاثفاً وتعقيداً أودى بمصير النفاذية إلى النقصان نظراً لان خصائص الإسفلتين تميل إلى اللدونة والتفتت بشكل عام .وبنفس الطريقة نلاحظ أن انخفاض الاستطالة كان أمراً متوقعاً بالنظر لان مواصفات المزيج الإسفلتي كما رأينا طغت عليه الصفة التي أضفاها عليه إضافة الإسفلتين كما هو ملاحظ من قيم الليونة والنفاذية كما تمت الإشارة إليه في موضعه ويمكن تفسير ذلك اعتماداً على أن إضافة الإسفلتين سوف تعمل على تقليل مرونة الاسفلت بسب الطبيعة الهشة للاسفلتين المضاف. ولغرض معرفة تأثير إضافة الاسفلتين في تجانس الأنظمة الاسفلتية قمنا بإعداد شرائح ميكروسكوبية للنماذج الاسفلتية المستحصلة وتم تعتيقها لفترات زمنية لاتقل عن ثلاثة اشهر ومن ثم تم ملاحظة مدى التجانس ويوضح الشكل (1) صور الشرائح الميكروسكوبية لنماذج الاسفلت المحورة بنسب مختلفة من الاسفلتين. يتضح لنا من ملاحظة صور الشرائح ان النظام (اسفلت - اسفلتين) بمجمله يميل إلى التجانس .



شكل(1) صور الشرائح الميكروسكوبية لمزائج اسفلت بيجي المحور بنسب مختلفة من الاسفلتين

2-3 تأثير إضافة الكبريت في مواصفات اسفلت بيجي المعالج بالإسفلتين .

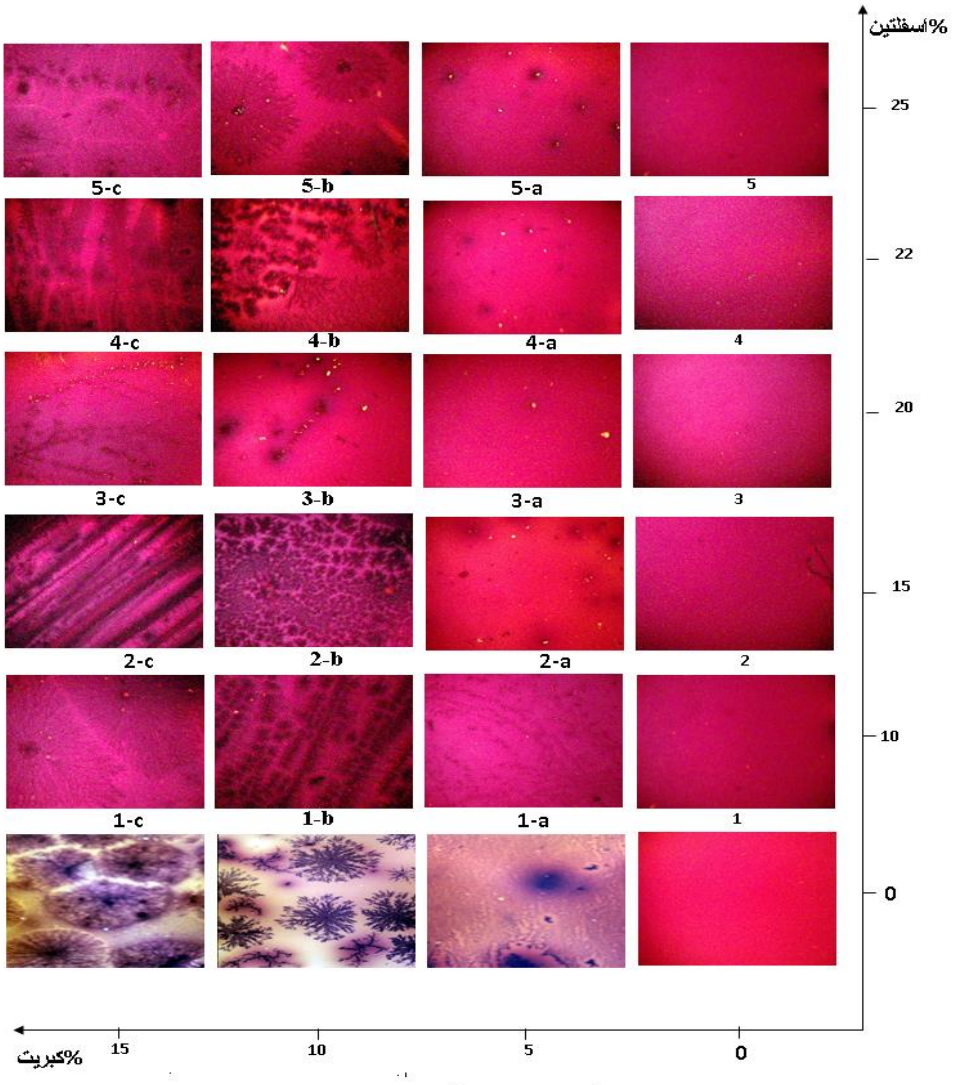
بعد أن تم تحوير الاسفلت بالاسفلتين تم اضافة الكبريت بنسب مختلفة (5%، 10%، 15%) إلى النماذج المحورة ومزجت مع الاسفلت في درجة حرارة (125-130)°م ولمدة ساعة بعدها تم قياس الصفات الفيزيائية للنماذج المحورة بهذه الطريقة كما مدون في الجدول (3) أدناه:

الجدول (3) تأثير إضافة الكبريت بنسب مختلفة في مواصفات اسفلت بيجي المعالج بالإسفلتين

رقم النموذج	نسبة الإسفلتين (%)	نسبة الكبريت (%)	درجة الليونة (°م)	النفاذية (0.1ملم،25°م ،5 ثا)	الاستطالة (سم،25 °م)	دليل الاختراق PI
1	10	0	53	23.7	67	-1.95
1-a	10	5	50	38	71.9	-1.77
1-b	10	10	47	51.8	64	-1.89
1-c	10	15	48	48	66	-1.79
2	15	0	57	17.3	45	-1.67
2-a	15	5	53.5	26	72	-1.69
2-b	15	10	48	38	70	-2.26
2-c	15	15	50	30.7	73.5	-2.17
3	20	0	57.5	16.1	33.5	-1.69
3-a	20	5	54	22.5	88	-1.83
3-b	20	10	53	28.3	68.5	-1.65
3-c	20	15	52	33	75.5	-1.58
4	22	0	62	14.8	30	-1.02
4-a	22	5	58	21	+100	-1.16
4-b	22	10	56	27	80	-1.10
4-c	22	15	55	30.5	91	-1.08
5	25	0	64	8.8	26	-1.45
5-a	25	5	63	13.7	+100	-0.97
5-b	25	10	61	20.3	+100	-0.67
5-c	25	15	59	25.1	+100	-0.65

من ملاحظة النتائج الواردة في الجدول (3) وبالنظر إلى نتائج 1، 2،3،4،5 نجد أن زيادة الاسفلتين تؤدي الى رفع قيم الليونة وخفض قيم النفاذية والاستطالة وهذا يعزى الى زيادة التراكيب ذوات الاوزان الجزيئية العالية في النموذج الاسفلتي وبمتابعة النتائج الواردة في الجدول (3) نلاحظ أن اضافة الكبريت بنسبه الثلاث (5%، 10%، 15%) وزنا الى النماذج المحورة بالاسفلتين ادت الى خفض الليونة بشكل عام وبمقدار طفيف .ان انخفاض قيم درجات الليونة باضافة الكبريت امر معروف ومؤشر سابقا[15,14] وان هدا الانخفاض في الليونة يقابله تحسن وزيادة في قيم النفاذية كما نشهد ظاهرة جيدة وهي تحسن قيم الاستطالة بشكل ملحوظ جداً وخاصة للنموذج رقم 5 بالنسبة للنسب الثلاثة المضافة من الكبريت حيث لم يلاحظ مثل هذا المقدار في التحسن في قيم الاستطالة نتيجة اضافة الكبريت في أي دراسة سابقة ويبدو لنا ان هذا التاثير نتيجة التداخل مابين تأثير اضافة كل من الاسفلتين والكبريت الى المادة الاسفلتية . مبدئيا يمكن القول ان هده النمادج يمكن ان تكون ملائمة جدا للاستخدام في مجال التبليط.

من جهة اخرى وفيما يتعلق بتجانس الأنظمة الإسفلتية المحضرة ولدى مقارنتها مع أنظمة الإسفلت المعالج بنسب 5 %،10% ،15% من الكبريت فقط . نجد أن إضافة الإسفلتين إلى هذه النماذج أدت إلى تحسن واضح في التجانس (شكل2) وفي هذا السياق نجد إن المزائج المحضرة بإضافة 20 % وزناً من الإسفلتين قد أظهرت اعلى حدود التجانس مع الكبريت المضاف بنسبه المستخدمة كافة وبزيادة نسب الإسفلتين المضافة الى حدود اعلى نجد إن درجة التجانس تتغير سلباً .



شكل (2) صور الشرائح الميكروسكوبية لمزائج اسفلت بيجي المحور بنسب مختلفة من الاسفلتين

3-3:معالجة اسفلت بيجي بالإسفلتين المؤكسد

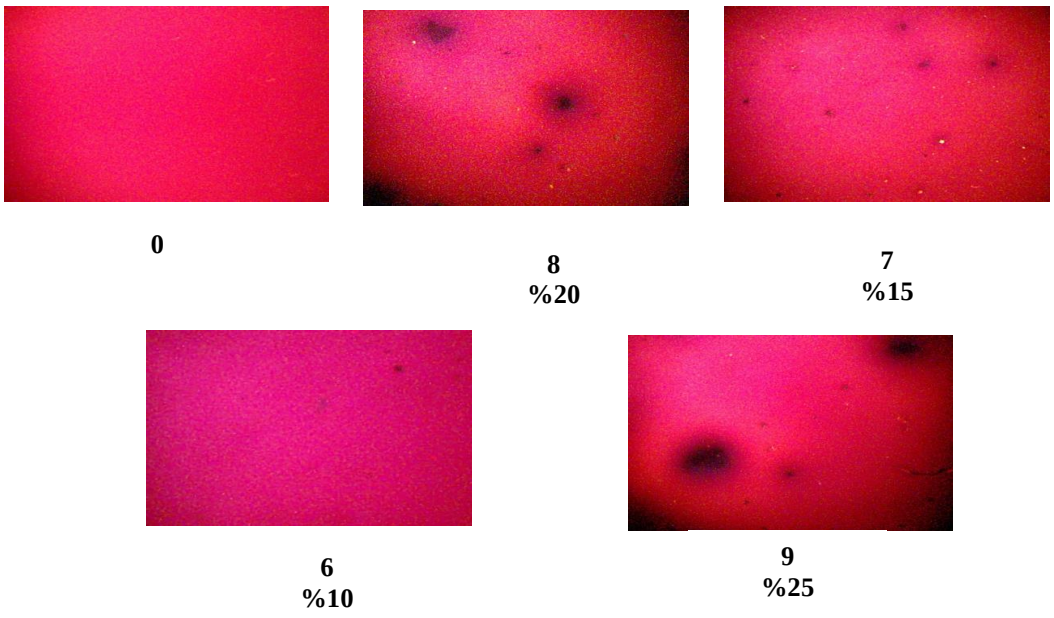
لاتختلف هذه المعالجة عن سابقاتها سوى إن الإسفلتين المفصول سلفاً من الإسفلت البكر قد تمت أكسدته لزمن محدد بغية التعرف على طبيعة التأثيرات الناتجة عن تغيير طبيعة الإسفلتين الكيميائية على مواصفات المزيج الإسفلتي النهائية .حيث تم تحضير أربعة نماذج وذلك من خلال مزج الإسفلت فيزيائياً مع الإسفلتين المؤكسد بنسب مختلفة وهي على التوالي (10%، 15 %، 20 %، 25 %) وزناً عند درجة حرارة (180-190 °م) وزمن 5 ساعات . والنتائج المستحصلة من هذه المعالجة مبينة في الجدول (4)

الجدول (4) تأثير نسبة الإسفلتين المؤكسد المضاف في مواصفات اسفلت بيجي

رقم النموذج	نسبة الإسفلتين المؤكسد(%)	درجة الليونة (°م)	النفاذية (0.1 ملم،25°م ،5 ثا)	الاستطالة (سم،25 °م)	دليل الاختراق PI
0	0	46	55	+100	-2.04
6	10	58	22	70	-1.08
7	15	63	15. 7	23	-0. 75
8	20	68	11	14.5	-0.52
9	25	71	7.8	10	-0.58

إن ما يمكن استنتاجه بشكل عام من نتائج جدول (4) هو أن إضافة الإسفلتين المؤكسد بنسبه المختلفة إلى الإسفلت أدت إلى زيادة ملحوظة في قيم درجات الليونة وانخفاض في قيم النفاذية والاستطالة. هذه التغييرات في مواصفات الإسفلت يمكن أن نعزيها إلى طبيعة المادة المضافة التي تتصف بشكل عام بالهشاشة وانعدام الاستطالة ومن الطبيعي ان تكون الصفات النهائية لأي مزيج عبارة عن محصلة لصفات مكوناته . يظهر لنا من الجدول (4) ان قيمة PI تزداد بصورة عامة مع زيادة نسب الإسفلتين المؤكسد وهذا يعني ان الحساسية الحرارية للنماذج تتغير نحو الأحسن .

إما فيما يتعلق بتجانس الأنظمة الإسفلتية المعالجة بالإسفلتين المؤكسد فانه يبدو من الصور في الشكل (3) إن اقل نسبة مضافة من الإسفلتين المؤكسد تكون متجانسة وهي نسبة (10%) وكلما زادت نسبة الإسفلتين المؤكسد المضافة لوحظ ان حجم دقائق الإسفلتين يزداد حيث تتجمع دقائق الإسفلتين المؤكسد إلى بعضها البعض ويمكننا رؤية النماذج (8، 9) الذين تبدو فيهما دقائق الإسفلتين المؤكسد بشكل كتل صغيرة غير متجانسة مع الاسفلت بسب الزيادة المطردة في نسبة الاسفلتين المؤكسد المضافة . هذا التفسير ينطبق مع النتائج التي حصل عليها الباحث(Speight ، 2004). حيث أشار إلى أن هناك عدة متغيرات ومن ضمنها الأكسدة تؤثر تأثيراً معاكساً للنظام بطريقة تؤدي إلى عدم الاستقرارية أو عدم الامتزاج كمحصلة لتغير القطبية والترتيب التاصري لمكونات النفط الخام[16]



شكل (3) صور الشرائح الميكروسكوبية لمزائج اسفلت بيجي المحور بنسب مختلفة من الاسفلتين المؤكسد

4-3:تأثير إضافة الكبريت إلى اسفلت بيجي المعالج بالإسفلتين المؤكسد

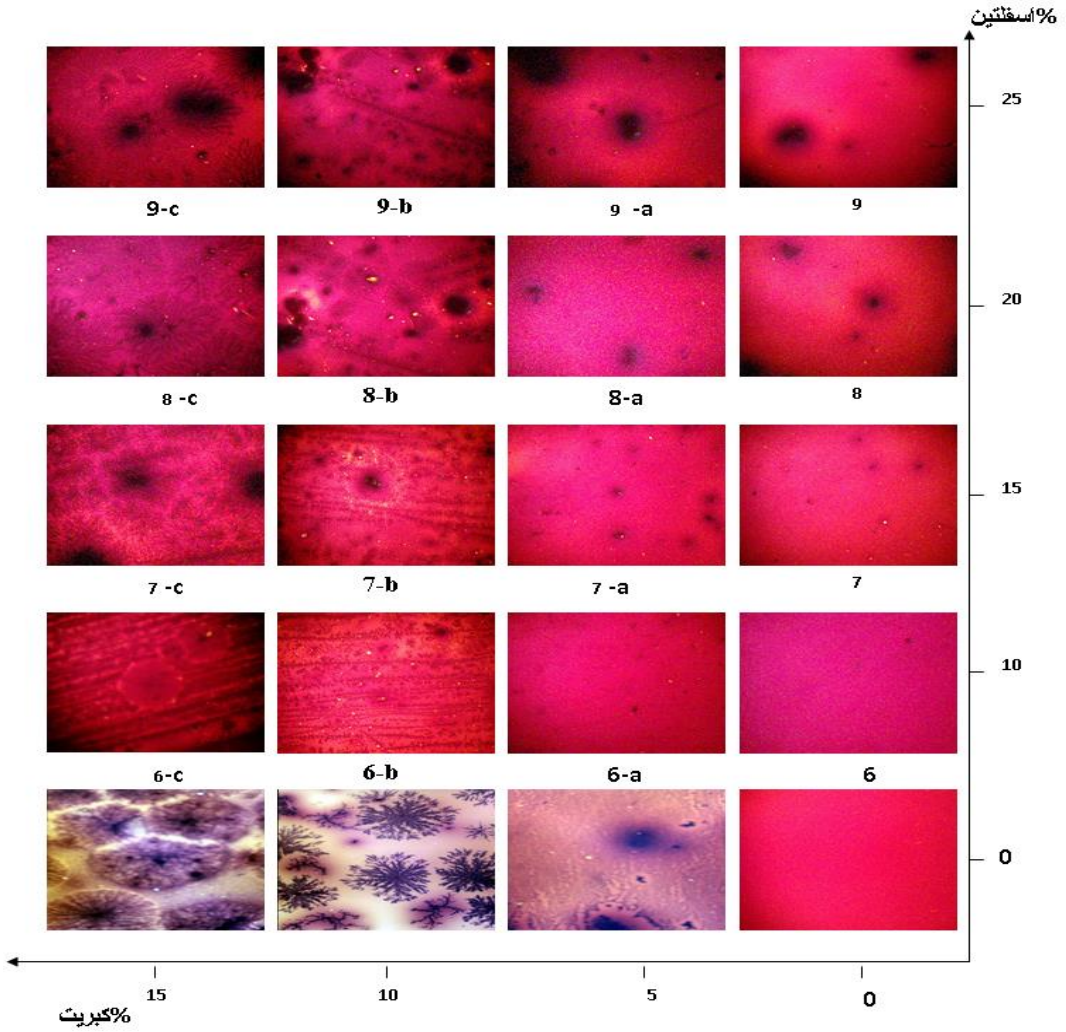
استندت هده العملية إلى الإفادة من نتائج المعالجة السابقة (2-3) التي توصلنا من خلالها الى استنتاج أن المجاميع الاوكسجينية الموجودة بالاسفلت ستؤثر على تذواب الاسفلت_كبريت حيث لاحظنا هناك أن زيادة نسب الأسفلتين المضافة تزيد من نسبة التجانس لذلك ارتأينا أن نقوم بأكسدة الاسفلتين أي (زيادة المجاميع الاوكسجينية) الموجودة بالاسفلتين ولتحديد مدى جدوى عملية اكسدة الاسفلتين قمنا بتحوير الاسفلت بمعالجته مع نسب مختلفة من الاسفلتين المؤكسد وهي على التوالي (10 %، 15 %،20 %،25 %) ثم تلت عملية التحوير هذه معالجة اضافية بالكبريت والنتائج المستحصلة من هذه المعالجة دونت في الجدول (5)

الجدول (5) تأثير إضافة الكبريت إلى اسفلت بيجي المعالج بالإسفلتين المؤكسد

رقم النموذج	نسبة الإسفلتين المؤكسد (%)	نسبة الكبريت (%)	درجة الليونة (° م)	النفاذية (0.1 ملم ، 25° م ،5 ثا)	الاستطالة (سم،25 ° م)	دليل الاختراق PI
6	10	0	58	22	70	- 1.08
6-a	10	5	55	34	+100	- 0.87
6-b	10	10	51.5	43	+100	- 1.16
6-c	10	15	49.5	43.2	+100	- 1.6
7	15	0	63	15.7	23	- 0.75
7-a	15	5	56	22.1	51	-1.46
7-b	15	10	52	27.8	54	-1.896
7-c	15	15	51.5	29.6	57	-1.895
8	20	0	68	11	14.5	- 0.52
8-a	20	5	62	16.3	24	- 0.86
8-b	20	10	60.5	21.6	30.5	- 0.65
8-c	20	15	59	23	30	- 0.81
9	25	0	71	7.8	10	- 0.58
9-a	25	5	64	14	20	- 0.77
9-b	25	10	61	17	23	- 0.97
9-c	25	15	60	19	24	- 0.96

من ملاحظة النتائج الواردة في الجدول (5) وبالنظر الى النماذج 9,8,7,6 نجد أن زيادة نسبة الاسفلتين المؤكسد أدت إلى رفع قيم درجات الليونة وخفض قيم النفاذية والاستطالة وهذا يعزى الى طبيعة المادة المضافة التي تتصف بالهشاشة وانعدام الاستطالة. وبمتابعة النتائج الواردة في الجدول (5) للمعالجة التي نحن بصدد الحديث عنها الان نجد أن اتجاه التغيير ينزع إلى اتجاه واحد ثابت تقريباً وهذا النزوع يسير باتجاه نقصان درجة الليونة وزيادة كلاً من النفاذية والاستطالة بصورة مطردة مما يشي بأن هناك سلوكاً واحداً ينطبق على كافة النماذج المحضرة .واذا استذكرنا النتائج الواردة في الجدول(3) الخاص بالمعالجة التي استخدمنا فيها الاسفلتين غير المؤكسد نجد أننا تمكنا من الوصول إلى حقيقة وهي إمكانية الحصول على درجة من التجانس باستخدام كميات او نسب اقل من الاسفلتين المؤكسد مشابهة لدرجة التجانس التي حصلنا عليها باستخدام كميات اونسب اكبر من الاسفلتين غير المؤكسد والنموذج رقم 6 باجزائه الثلاث يؤكد صحة ماذهبنا اليه حيث أن استطالة النماذج (6 -a، 6-b ، 6-c) هي (**100+**).لو قارنا مابين هذه المعالجة ومعالجة اسفلت بيجي مع الاسفلتين غير المؤكسد لوجدنا أننا توصلنا إلى هذه الاستطالة باضافة (25 % اسفلتين + النسب الثلاثة من الكبريت) وهذا متحقق في النماذج (5 -a، 5-b ، 5-c) وهذه العملية يمكن ان تكون ذات اهمية واضحة اذا ماطبقت على الصعيد الصناعي .الا انه هذه العملية كما في سابقاتها لها حدود فاذا قمنا بمتابعة صور الشرائح الميكروسكوبية نجد انه بزيادة نسبة الاكسدة ونسبة الاسفلتين المؤكسد يقل التجانس ما بين الاسفلت والاسفلتين المؤكسدو الشكل (4) يوضح تأثير المعالجة التحويرية بنسب مختلفة من الكبريت على مزائج اسفلت – اسفلتين مؤكسد .عند مقارنة الصور المستحصلة نجد انه في حالة النسبة (10 %) اسفلتين مؤكسد فان النظام يكون متجانساً لكن بزيادة نسب الإسفلتين المؤكسد إلى (15 %، 20%، 25%) نجد إن دقائق الإسفلتين المؤكسد تظهر بشكل تجمعات في المزيج الإسفلتي. وان إضافة الكبريت بنسبة 10% ،15% تؤثر بشكل طفيف على تجمعات الإسفلتين المؤكسد وهذا السلوك لوحظ شبيهه أيضا من قبل الباحثة (2005،احمد) حيث درست تأثير إضافة الكبريت على مزائج اسفلت - بولي ستايرين. فوجدت إن هذه الاضافة ذات تأثير متباين حيث انه عندما تكون

نسبة البولي ستايرين واطئة يكون تأثير الكبريت بشكل واضح على الإذابة خصوصاً عند نسبة الكبريت 10%، 15%. إما في حالة زيادة نسبة البولي ستايرين إلى 12%،16% فان نسبة الكبريت 15%فقط تؤثر بشكل طفيف على تجمعات البولي ستايرين[7]. ومما يجب ذكره انه في حالة إضافة الكبريت بنسبة 5% إلى جميع النماذج الإسفلتية المحورة بالإسفلتين المؤكسد لم يحدث انفصال للكبريت. بينما كان واضحاً جداً انفصال الكبريت المضاف بالنسب 10%،15% على إن هذا الانفصال في الواقع يكون اقل بكثير مما يمكن أن يكون عليه في حالة إضافة الكبريت إلى الإسفلت لوحده وبدون إضافة أية كمية من الإسفلتين المؤكسد



شكل (4) صور الشرائح الميكروسكوبية لمزائج اسفلت بيجي المحور بنسب مختلفة من الاسفلتين المؤكسد والمضاف له نسب 5% , 10% , 15% وزناً من الكبريت

الاستنتاجات:

بعد اكتمال هذه الدراسة نجد من المناسب إن نحدد بعض أهم النتائج التي أمكن استقراؤها من التجارب المختلفة .

1. إن معالجة إسفلت بيجي بالإسفلتين أعطى أنظمة تميل إلى التجانس علماً بأن درجة التجانس تقل كلما زادت نسبة الإسفلتين في النموذج .
2. إن إضافة الكبريت إلى الإسفلت المعالج بالإسفلتين أعطى وبشكل عام أنظمة غير متجانسة ويزداد عدم التجانس بازدياد نسبة الكبريت غير إن درجة تجانس هذه الأنظمة كانت أفضل من تجانس الأنظمة الإسفلتية المعالجة بالكبريت فقط ؛ وان إضافة الكبريت إلى الإسفلت المعالج بالإسفلتين أعطت نماذج ذوات مواصفات ريولوجية متفاوتة بالنسبة لإسفلت بيجي استناد إلى نسب الإسفلتين والكبريت في النموذج إذ أعطت نسب الإسفلتين العالية مع نسب مختلفة من الكبريت أنظمة ذات قيم ليونة واستطالة عالية مع تحسن النفاذية .

3. معالجة إسفلت بيجي بالإسفلتين المؤكسد أعطى أنظمة متجانسة عند النسبة 10%وان درجة التجانس تقل بإضافة النسب الأعلى من الإسفلتين المؤكسد . ومعالجة الإسفلت مع الإسفلتين المؤكسد أعطت نماذج ذات مواصفات متفاوتة من حيث قيم درجات الليونة والنفاذية والاستطالة وان هذه الظاهرة تحتاج الى مزيد من الدراسة والاستقصاء .
4. إضافة الكبريت بنسب مختلفة الى هذه الأنظمة (أنظمة إسفلت – اسفلتين مؤكسد) زادت من إمكانية الحصول على أنظمة إسفلت – كبريت أكثر تجانساً من أنظمة الإسفلت – كبريت فقط
5. جميع الأنظمة المعالجة ب الإسفلتين تميزت بحساسية أوطأ تجاه الحرارة وهذه ميزة جيدة ومطلوبة .

المصادر:

1. Lesueur , D. (2009)"The colloidal structure of bitumen: Consequences on the rheology and on the mechanisms of bitumen modification" , Advances in Colloid and Interface Science , 145., 42-28.

2- Vassiliev,N. Y. Davison, R. R. Williamson, S. A. and Glover, C. J. 2001"Air Blowing of Supercritical Asphalt Fractions", Ind. Eng. Chem. Res. 40, 1773-1780.

3- Woo ,W. J . Abebresse, E.O. Chowdhury,A . Hilbrich, J. Kraus,Z. Martin , A.E. and Glover ,C. J. (2007)" Polymer Modified Asphalt Durability in Pavements",pp. 1,2,4.

4-.Hatherly,L.W.andLeaver,P.C. (1967). "Asphaltic Road Materials". Ltd. London,pp.17-20,23-24.

5 - عبد العزيز، لبنى صالح .(1999) .“ تحوير الإسفلت بالإسفلتين”، علوم الرافدين 10(2): 16-25.

6- الدبوني ، عمادعبد القادرو عبد العزيز ،لبنى صالح والعكيدي ،شيماء سلطان.(2005) .”تاثير اضافة البولي اثيلين على الثبوتية الثرموداينميكية لمزائج الإسفلت -كبريت“، علوم الرافدين 16(3) : 57-65.

7- احمد ، ايمان اسماعيل. (2006)."اطروحة دكتوراه"،جامعة الموصل،كلية العلوم،قسم الكيمياء.

8-AL-Dobouni,I.A.;LubnaA. Salih, Niam. M. AL-layla., Acceptedfor Publication in J. Pet. Sci., Technology, U.S.A.

9 - احمد ، عادل عمر. (2007). رسالة ماجستير"،جامعة الموصل،كلية العلوم،قسم الكيمياء.

10- ذياب ، محمد مجبل. (2008)،."رسالة ماجستير"،كلية العلوم ، جامعة الموصل.

11- ASTM D36-70,Standard test method for softening point of asphalt and tar pitches,(1972).

12- ASTM D6-80,Standard test method for penetration of bituminous materials,(1981).

13- ASTM D113-85,Standard test method for ductility of bituminous materials, (1986).

14- Al-Tai, A.K., M. Sc. Thesis, Mosul University, p.55-64(1986).

15- حسن ، أيمان طه .(2005). "رسالة ماجستير"،جامعة الموصل،كلية العلوم،قسم الكيمياء.

16. Speight,J.G. ,(2004) " petroleum Asphaltenes:Asphaltenes,Resins and the structure of petroleum"Oil and Gas Science and Technology – Rev . IFP,vol.59,No.5,pp.467-476.

Modification Of Rheological Properties Of Asphalt Effect Of Addition Of Asphaltenes And Oxidized Asphaltenes On The Compatibility Of Asphalt- Sulfur Blends

*Imad A.AL-Dobuni** *Liqaa Idrees Saeed***

*College of Sciences, Dep.of Chemistry ,Mosul University,Iraq
**College of Education for Girls, Dep.of Chemistry ,Mosul University,Iraq

Abstract:

This study is a complementary one to an extended series of research work that aims to produce a thermodynamiclly stable asphalt –sulfur blend.

Asphalt was physically modified wiht different percentages of asphaltenes , oxidized asphaltenes and then mixed with sulfur as an attempt to obtaine a stable compatible asphalt-sulfur blend.

The homogeneneity of asphalt-asphaltenes[oxidized asphaltenes]-sulfur blends were studied microscopically and the results are prsented as photomicrographs.

Generally more stable and compatible asphalt-sulfur blends were obtained by this treatment.