الارتقاء بالبحوث العلمية طريقنا لخدمة المجتمع

# تحوير الخواص الريولوجيه للإسفلت باستخدام الزيوت المستهلكة والزيوت المستهلكة المعاملة مع مخلفات راتنج (الفينول–فورمالديهايد)

عمار أحمد حمدون[1] ، موفق عايش ربيع[2]

[1]قسم الكيمياء ، كلية التربية للعلوم الصرفة ، جامعة الموصل ، الموصل ، العراق

[2]قسم البيئة ، كلية العلوم التطبيقية ، جامعة الانبار ، رمادي ، العراق

**معلومات البحث**

**الكلمات المفتاحية:** اسفلت التبليط، الزيوت المستهلكة، النفايات البوليمرية.

**الاسم:** موفق عايش ربيع

**البريد الاليكتروني:** moufaq.alheety@gamil.com

**رقم الهاتف:**

**الملخص**

يعد بحثنا الحالي امتداد لسلسلة من الدراسات التي أجريت في مواضيع تحوير مواصفات الاسفلت بالمعالجة الكيميائية والفيزيائية مع الكبريت والمواد البوليمرية. من اجل الحصول على انظمة اسفلتية متجانسة، قمنا بمعالجة (الاسفلت–كبريت) بنسب مختلفة من راتنج الفينول–فورمالديهيد والزيت المستهلك. تم الحصول في هذه الدراسة على نماذج اسفلتية ذات مواصفات ريولوجيه بالإمكان استخدامها في مجال التبليط وأخرى يمكن استخدامها مواد مانعة للرطوبة اعتماداً على القياسات التي تم اجراؤها (درجة الليونة والنفاذية والاستطالة ودليل الاختراق).

## المقدمة

الاسفلت هو عبارة عن مادة ذات لون اسود او بني غامق غروية ،شبه صلبة وتكون ذات لزوجة عالية في درجة حرارة الغرفة ويتم الحصول عليه من النفط بوساطة عمليات التقطير المختلفة[1] والقير عموما هي المادة الاكثر استعمالا في التبليط بسبب اداء خدمته المتميزة من حيث الثبات والتحمل ومقاومته للماء[2] وان الخمول الكيميائي الذي يتميز به الاسفلت والمتوافق مع خواصه الفيزيائية هو الامر الذي يجعله مؤهلا لاستخدامات واسعة في الصناعة والبناء منذ الازل وان طبيعة الصفات الفيزيائية له هي التي تحدد طبيعة الاستخدام[4,3] ان عملية تحسين اداء الخلطات الاسفلتية ينجز بطرق مختلفة باستخدام المضافات وتمثل البوليمرات المضافات الاكثر استعمالا في التحوير[5] تؤدي عملية تحوير الخواص الريولوجيه للإسفلت بالمواد البوليمرية الى تصلب الاسفلت وتحسين مقاومته تجاه درجات الحرارة لان التصلب العالي يحسن من مقاومة الاسفلت على تكوين الحفر في المناخ الحار، فضلا عن انه يؤدي الى تحسين اداء الاسفلت بشكل افضل في درجات الحرارة الواطئة، ويلاحظ كذلك انه يحسن خواص التلاصق والتماسك[6]. وخلال الثلاثين سنة الاخيرة ازداد ميل الباحثين تجاه استعمال الكبريت لتحسين الاستقرارية والتوافق لمزائج اسفلت بوليمر[7]. حيث يعتقد ان الكبريت يرتبط كيميائيا بالبوليمر والاسفلت من خلال تكوين اواصر كبريتيد (RSR) sulfid bonds او كبريتيدات متعددة polysulfide-bonds ($RS_XR$) كما يعمل الكبريت كعامل تشابك crosslinking[8]. ويمكن تقسيم اسلوب المعالجات التي استخدمت من قبل الباحثين الى قسمين رئيسيين: الاول استند على اجراء مزج فيزيائي للمضاف مع الاسفلت حيث ان مواصفات الاسفلت الناتج بهذه الطريقة تكون وقتية وتتغير بعد وقت قصير والسبب هو حدوث ظاهرة انفصال الاطوار، اما الثاني فيعتمد على اجراء معالجات كيميائية محفزة وغير محفزة تنتهي بربط المادة المضافة مع المادة الاسفلتية بأواصر كيميائية[10,9]. وبالرجوع الى الادبيات نجد العديد من الدراسات التي تناولت عملية تحوير مواصفات الاسفلت بطرق ومضافات مختلفة منها ما قام به Abraham[11] من دراسة لتحوير المواصفات الريولوجيه للأسفلت حيث قام بعاملة الاسفلت مع نسب مختلفة من الكبريت وعند درجات حرارة متفاوتة واقل من نقطة غليان الكبريت للمحافظة عليه من التحول الى الحالة الغازية وحصل على نتائج مختلفة. كما درس Morchan و Lvor[12] تأثير اضافة الكبريت الى الاسفلت فقد حضرا مزيج من (اسفلت–كبريت) بالمزج عند درجة حرارة 120 مْ ووجدوا ان قياس الاستطالة يزداد عند اضافة (5–20)% وزنا من الكبريت، وعند استخدام كمية اكبر من الكبريت فانه يؤدي الى زيادة في المقاومة الحرارية للمزيج. اما القحطاني[13] استخدم الكبريت كمادة مضافة للإسفلت وبنسب ودرجات حرارية مختلفة وتمت الاضافة بمحاولة اولى فيزيائيا بدون استخدام عامل مساعد وبمحاولة ثانية كيميائيا بوجود نوعين من العوامل المساعدة هي

(كاربونات الكالسيوم وكلوريد الالمنيوم اللامائي) وتم الحصول على مزائج متجانسه وذات مواصفات جديدة. اما jianying [14] وجماعته فقد درسوا تأثير محتوى الايبوكسي على الخواص الريولوجيه للأسفلت واظهرت الدراسة نتائج ممتازة لمواصفات الاسفلت المعامل من حيث المقاومة الجيدة لدرجات الحرارة الواطئة والعالية وتحسين في خواص اللزوجة. واستخدمت اللهيبي[15] نوع من اللواصق والكبريت كمواد محسنة للخواص الريولوجيه للأسفلت واستطاعت الحصول على قيم النفاذية والاستطالة ودرجة الليونة ضمن مدى مواصفات اسفلت التبليط العراقي.

**الجزء العملي**

اولاً:- مزج الإسفلت مع راتنج الفينول–فورمالديهايد بنسب وزنية تراوحت بين (1 ،2 و3)% وزناً من الفينول–فورمالديهايد، عند درجة حرارة 180° م وبوجود 1% وزناً من الكبريت.

ثانياً:- مزج الاسفلت مع الزيت المستهلك (تم الحصول عليه من محلات تبديل زيوت السيارات) حيث تضمنت هذه العملية مسارات عده وهي:-

1- الأكسدة الهوائية للزيت المستهلك ثم المعاملة مع المضافات البوليمرية. أخذ وزن معين من الزيت المستهلك ووضع في دورق ثلاثي العنق ومرر عليه الهواء بسرعة 120سم$^3$/ دقيقة عند درجة حرارة (300± 25)° م، لمدة 48 ساعة لغرض الاكسدة. أخذ وزن معين من الزيت المؤكسد وعومل مع 3% وزناً من راتنج الفينول–فورمالديهايد (المكسر حرارياً عند درجة حرارة (300±25)° م) لمدة 5 ساعات بوجود 1% كلوريد الحديديك اللامائي بوصفه حفازاً لهذه المعاملة.

2- مزج الإسفلت مع الزيت المستهلك والزيت المستهلك المعامل مع 3% وزناً من راتنج الفينول–فورمالديهايد بنسب مختلفة تراوحت بين (4-8)% و(1-3)% وزناً وبزيادة 1% بعملية اكسدة هوائية لمدة 5 ساعة.

3- مزج الإسفلت مع الزيت المستهلك والناتج من المعاملة(1) بنسب مختلفة تراوحت بين (4-8)%و(1-3)% وزناً وبزيادة 1% وزناً لكل معاملة بعملية اكسدة هوائية لمدة 5 ساعة.

ثالثاً:- تحديد مواصفات المواد الاسفلتية الاصل والمعاملة

تم تحديد المواصفات للمواد الاسفلتية الاصل والمعاملة وشمل ذلك قياس كل من النفاذية[16] والاستطالة[17] ودرجة الليونة[18] وحساب دليل الاختراق (PI)[19] لجميع النماذج المحضرة.

**النتائج والمناقشة**

**1-تحوير المواصفات الريولوجية للإسفلت باستخدام الفينول–فورمالديهايد**

تعد عملية معاملة المواد الاسفلتية مع المضافات البوليمرية فيزيائيا وكيميائيا واحدة من اهم الطرق المستخدمة لتحسين خواص الاسفلت. تستخدم هذه الطرق في المعاملة من اجل زيادة مقاومة الاسفلت لعوامل الجو المختلفة من حرارة و برودة والجدول(1) يمثل نتائج معاملة الاسفلت مع مضافات راتنج (الفينول–فورمالديهايد).

**جدول (1) المواصفات الريولوجية للإسفلت المعالج مع نسب مختلفة من راتنج الفينول–فورمالديهايد (PFR) عند درجة حرارة (180)° م وبوجود 1% وزناً من الكبريت وزمن (1 و2 و3) ساعة.**

| النموذج | الزمن ساعة | (PFR) Wt% | درجة الليونة ° م | النفاذية ملم.100غم، 5 ثا،25 ° م | الاستطالة سم .25 ° م | دليل الاختراق |
|---|---|---|---|---|---|---|
| $S_0$ | --- | --- | 56 | 38 | 100+ | -0.428 |
| $S_1$ | 1 | 1 | 57 | 38 | 100+ | -0.336 |
| $S_2$ | 2 | 1 | 60 | 30 | 87 | -0.122 |
| $S_3$ | 3 | 1 | 61 | 24 | 85 | -0.369 |
| $S_4$ | 1 | 2 | 57 | 38 | 100+ | -0.516 |
| $S_5$ | 2 | 2 | 58 | 29 | 82 | -0.574 |
| $S_6$ | 3 | 2 | 63 | 25 | 73 | 0.065 |
| $S_7$ | 1 | 3 | 58 | 40 | 100+ | -0.442 |
| $S_8$ | 2 | 3 | 62 | 26 | 59 | -0.036 |
| $S_9$ | 3 | 3 | 64 | 23 | 48 | 0.080 |

نلاحظ من الجدول (1) أن استخدام أقل نسبة من المضاف قد أعطت نتائج جيدة تقع ضمن مواصفات اسفلت التبليط، كما أن زيادة زمن التفاعل إلى ثلاث ساعات أدى إلى حدوث انخفاض في قيم الاستطالة كما نلاحظ من الجدول اعلاه ان الانموذج ($S_7$) والذي كانت فيه نسبة المضاف 3% كان الافضل من حيث قيم النفاذية مع بقاء قيم الاستطالة والليونة ضمن المواصفات المهمة الاسفلت التبليط. وإن عدم استخدامنا للعامل المحفز في هذه المعاملة هو وجود دراسة سابقة قامت بها (اللهيبي)[15] حيث استخدمت فيها حامض لويس عاملاً مساعداً ولم تعطي هذه الدراسة النتائج المرجوة، لذا ارتأينا استخدام هذه المضافات البوليميرية في هذه المعاملة بوجود 1% وزناً من الكبريت وقد أعطت هذه المعاملات نتائج أفضل مما حصلت عليه اللهيبي وهذا ما يؤيد أن استخدام الاسفلت المكبرت يعطي نماذج اسفلتية محورة تمتاز بامتلاكها خواص ريولوجية جيدة.

**2-تحوير المواصفات الريولوجية للإسفلت باستخدام الزيت المستهلك**

تعتبر الزيوت المستهلكة من الملوثات البيئية الخطيرة وللتخلص من هذه المادة قمنا باستخدامها مضافا للمواد الإسفلتية إذ ان التركيب الهيدروكاربوني لكل من الإسفلت والزيت يعطي درجة عالية من التجانس بين مكونات الوسط.

**الجدول (2) المواصفات الريولوجية للإسفلت المعالج مع نسب مختلفة من الزيت المستهلك عند درجة (180) °م وبوجود 1% وزناً من الكبريت وزمن (1 و2 و3) ساعة**

| النموذج | الزمن ساعة | الزيت المستهلك Wt% | درجة الليونة °م | النفاذية ملم.100غم، 5 ثا،25 °م | الاستطالة سم .25 °م | دليل الاختراق |
|---|---|---|---|---|---|---|
| $S_{10}$ | 1 | 4 | 52 | 48 | 100+ | -0.805 |
| $S_{11}$ | 2 | 4 | 54 | 40 | 100+ | -0.749 |
| $S_{12}$ | 3 | 4 | 57 | 36 | 100+ | -0.336 |
| $S_{13}$ | 1 | 5 | 51 | 57 | 100+ | -0.643 |
| $S_{14}$ | 2 | 5 | 55 | 40 | 100+ | -0.531 |
| $S_{15}$ | 3 | 5 | 58 | 35 | 100+ | -0.193 |
| $S_{16}$ | 1 | 6 | 51 | 62 | 100+ | -0.433 |
| $S_{17}$ | 2 | 6 | 52 | 53 | 100+ | -0.574 |
| $S_{18}$ | 3 | 6 | 55 | 38 | 100+ | -0.641 |
| $S_{19}$ | 1 | 7 | 48 | 75 | 100+ | -0.725 |
| $S_{20}$ | 2 | 7 | 49 | 55 | 100+ | -1.234 |
| $S_{21}$ | 3 | 7 | 51 | 43 | 100+ | -1.283 |
| $S_{22}$ | 1 | 8 | 42 | 75 | 100+ | -2.544 |
| $S_{23}$ | 2 | 8 | 47 | 68 | 100+ | -1.261 |
| $S_{24}$ | 3 | 8 | 50 | 40 | 100+ | -1.671 |

نلاحظ من الجدول (2) إن معاملة الاسفلت بالزيت المستهلك أدى إلى الحصول على نماذج معظمها ذات مواصفات ريولوجيه جيدة باستثناء عدد قليل من النماذج التي تجاوزت فيها قيم النفاذية عن الحد المسموح فيه الاسفلت التبليط، وهذا يعزز ما تم ذكره أعلاه من أن الترابط (التفاعل) بين مكونات الوسط كان على درجة عالية من الكمال والتجانس لكون الزيوت والإسفلت اشتقت من مادة واحدة وهي النفط الخام ما أدى إلى الحصول على هذه النتائج الجيدة.

**3–تحوير المواصفات الريولوجية للإسفلت باستخدام الزيت المستهلك المعامل مع راتنج الفينول–فورمالديهايد**

لمعرفة تأثير زيادة نسبة الاسفلتين على خواص الاسفلت تمت معاملة الزيت المستهلك مع نسبة 3% وزناً من راتنج الفينول–فورمالديهايد إذ تم اختيار هذه النسبة بالاعتماد على الجدول (1) والتي تبين أن استخدم نسبة 3% من راتنج الفينول–فورمالديهايد أعطت نماذج اسفلتية محورة جيدة. وعليه عومل الزيت المستهلك مع راتنج المذكور وبعملية أكسدة هوائية عند (300±25) °م وزمن 5 ساعة بوجود 1% وزناً من كلوريد الحديديك اللامائي والذي يعمل على زيادة المحتوى الإسفلتيني للمواد المتفاعلة وكما ورد ذلك في الأدبيات[15]. بعد ذلك حسبت النسبة المئوية للاسفلتين المفصول والتي بلغت 27% عند استخدام راتنج الفينول–فورمالديهايد، ثم عومل الإسفلت مع الزيت المستهلك المحور وتحت نفس ظروف المعاملات السابقة والجدول أدناه يوضح نتائج المعاملة:

**الجدول (3) المواصفات الريولوجية للإسفلت المعالج مع نسب مختلفة من الزيت المستهلك المعامل مع راتنج الفينول–فورمالديهايد (PFR) عند درجة (180) °م وبوجود 1% وزناً من الكبريت وزمن ( 1 و2 و3) ساعة .**

| النموذج | الزمن ساعة | زيت مستهلك معامل مع Wt% (PFR) | درجة الليونة °م | النفاذية ملم.100غم، 5 ثا،25 °م | الاستطالة سم .25 °م | دليل الاختراق |
|---|---|---|---|---|---|---|
| S25 | 1 | 1 | 56 | 42 | 100+ | -0.209 |
| $S_{26}$ | 2 | 1 | 60 | 36 | 100+ | 0.259 |
| $S_{27}$ | 3 | 1 | 62 | 32 | 100+ | 0.383 |
| $S_{28}$ | 1 | 2 | 55 | 41 | 100+ | -0.477 |
| $S_{29}$ | 2 | 2 | 60 | 33 | 100+ | 0.073 |
| $S_{30}$ | 3 | 2 | 63 | 28 | 100+ | 0.289 |
| $S_{31}$ | 1 | 3 | 54 | 48 | 100+ | -0.343 |
| $S_{32}$ | 2 | 3 | 61 | 32 | 100+ | 0.198 |
| $S_{33}$ | 3 | 3 | 62 | 31 | 100+ | 0.317 |

نلاحظ من الجدول (3) أن معظم النماذج المحضرة في هذه المعاملة كانت ذات مواصفات جيدة ومماثلة لما تم الحصول عليه في معاملة الإسفلت بالرغم من زيادة نسبة الاسفلتين الناتجة من معاملة الزيت المستهلك مع راتنج الفينول–فورمالديهايد إلى27% وزناً. ومن ملاحظة الجداول السابقة نجد أن معاملة المواد البوليميرية مع الزيت المستهلك قبل استخدامها كمواد مضافة إلى الإسفلت تؤدي إلى تحسين كبير في خواص الإسفلت الريولوجية.

**4–تحوير المواصفات الريولوجية للإسفلت باستخدام الزيت المؤكسد**

تم زيادة المحتوى الإسفلتيني للزيت المستهلك عن طريق استخدام عملية الأكسدة الهوائية لمعرفة فيما إذا كان للمحتوى الإسفلتيني تأثير على عمليات تحوير الخواص الريولوجية للإسفلت وكما هو موضح في الفقرة (1) من الجزء العملي، والجدول (4) يوضح النتائج التي تم الحصول عليها:

**الجدول (4) نسبة الاسفلتين المفصولة عند معاملة الزيت المستهلك عند (300±25)ه م و زمن مختلفة وبعملية اكسدة هوائية**

| النموذج | الزمن ساعة | الاسفلتين % |
|---|---|---|
| 1 | --- | Zero |
| 2 | 12 | 4 |
| 3 | 24 | 16 |
| 4 | 36 | 22 |
| 5 | 48 | 40 |
| 6 | 60 | 35 |
| 6 | 72 | 29 |

نلاحظ من الجدول أعلاه أن عملية ضخ الهواء في الزيت المستهلك قد أدت إلى زيادة المحتوى الإسفلتيني إلى40% عند الزمن 48 ساعة وذلك لحدوث عمليات تكاثف أدت إلى زيادة الوزن الجزيئي للزيت المؤكسد ومن ثم زيادة النسبة المئوية للاسفلتين المفصول بعد ذلك بدأت النسبة المئوية للاسفلتين المفصولة بالانخفاض عند الزمن 60 ساعة وهذا يدل على حدوث عمليات حل حراري عند هذا الزمن ومع ذلك تم أخذ الزمن 72 ساعة لأنه في بعض الأحيان تحدث عمليات تكاثف بعد عمليات الحل الحراري عند زيادة زمن التفاعل[20] إلا إن هذا لم يواجهنا في دراستنا هذه ولذلك تم أخذ الزمن 48 ساعة ودرجة حرارة (300±25)ْم كزمن مثالي لعملية أكسدة الزيت المستهلك.

**الجدول (5) المواصفات الريولوجية للإسفلت المعالج مع نسب مختلفة من الزيت المؤكسد عند درجة (180) °م وبوجود 1%وزناً من الكبريت وزمن (1 و2 و3) ساعة.**

| النموذج | الزمن ساعة | الزيت المؤكسد Wt% | درجة الليونة °م | النفاذية ملم.100غم، 5 ثا،25 °م | الاستطالة سم .25 °م | دليل الاختراق |
|---|---|---|---|---|---|---|
| $S_{34}$ | 1 | 4 | 53 | 40 | 100+ | -0.972 |
| $S_{35}$ | 2 | 4 | 56 | 35 | 100+ | -0.601 |
| $S_{36}$ | 3 | 4 | 59 | 28 | 100+ | -0.449 |
| $S_{37}$ | 1 | 5 | 53 | 45 | 100+ | -0.717 |
| $S_{38}$ | 2 | 5 | 55 | 40 | 100+ | -0.531 |
| $S_{39}$ | 3 | 5 | 56 | 35 | 100+ | -0.601 |
| $S_{40}$ | 1 | 6 | 55 | 42 | 100+ | -0.424 |
| $S_{41}$ | 2 | 6 | 57 | 37 | 100+ | -0.277 |
| $S_{42}$ | 3 | 6 | 58 | 30 | 100+ | -0.508 |
| $S_{43}$ | 1 | 7 | 53 | 43 | 100+ | -0.817 |
| $S_{44}$ | 2 | 7 | 55 | 36 | 100+ | -0.754 |
| $S_{45}$ | 3 | 7 | 57 | 27 | 83 | -0.907 |
| $S_{46}$ | 1 | 8 | 54 | 48 | 100+ | -0.343 |
| $S_{47}$ | 2 | 8 | 56 | 45 | 100+ | -0.052 |
| $S_{48}$ | 3 | 8 | 58 | 34 | 100+ | -0.254 |

نلاحظ من الجدول (5) إن عملية إضافة الزيت المستهلك المؤكسد لم تحدث ذلك التغير الكبير على خواص الاستطالة للنماذج المحورة إذ بقيت قيم الاستطالة عند (+100) ما عدا الأنموذج ($S_{45}$) وكذلك الحال في قيم النفاذية والليونة إذ إنها لاتزال ضمن مدى اسفلت التبليط.

**5- تحوير المواصفات الريولوجية للإسفلت باستخدام الزيت المؤكسد المعامل مع راتنج الفينول–فورمالديهايد**

لأجل التوسع في معرفة تأثير زيادة نسبة الاسفلتين تم معاملة الزيت المؤكسد مع نسبة 3% وزناً من راتنج الفينول– فورمالديهايد وبعملية أكسدة هوائية عند 300±25 ْم بوجود 1% وزناً من كلوريد الحديديك اللامائي (كعامل حفاز) وزمن خمسة ساعات إذ أدت هذه العملية إلى زيادة المحتوى الإسفلتيني بنسبة 61%، بعد ذلك أخذ الزيت المؤكسد الناتج من هذه المعاملة وأستخدم مضاف للإسفلت والجدول (6) يوضح نتائج:

**الجدول (6) المواصفات الريولوجيه للإسفلت المعالج مع نسب مختلفة من الزيت المؤكسد (المعامل مع راتنج الفينول–فورمالديهايد(PFR) و $FeCl_3$ 1%) عند درجة (180) °م وبوجود 1% وزناً من الكبريت وزمن (1 و2 و3) ساعة.**

| النموذج | الزمن ساعة | زيت مؤكسد معامل مع Wt% (PFR) | درجة الليونة °م | النفاذية ملم.100غم، 5 ثا،25 °م | الاستطالة سم .25 °م | دليل الاختراق |
|---|---|---|---|---|---|---|
| $S_{49}$ | 1 | 1 | 57 | 38 | 100+ | -0.220 |
| $S_{50}$ | 2 | 1 | 59 | 30 | 100+ | -0.313 |
| $S_{51}$ | 3 | 1 | 63 | 28 | 90 | 0.289 |
| $S_{52}$ | 1 | 2 | 57 | 33 | 100+ | -0.516 |
| $S_{53}$ | 2 | 2 | 60 | 30 | 100+ | -0.122 |
| $S_{54}$ | 3 | 2 | 65 | 27 | 80 | 0.564 |
| $S_{55}$ | 1 | 3 | 50 | 30 | 100+ | -2.211 |
| $S_{56}$ | 2 | 3 | 60 | 29 | 95 | -0.190 |
| $S_{57}$ | 3 | 3 | 70 | 26 | 80 | 1.305 |

ونلحظ من الدراسة ان تأثير الكبريت على النماذج المحورة يكمن في اعطائه مرونة للأنظمة المحضرة، فضلا عن ذلك فان درجة الحرارة المستخدمة 180ْم تعمل على احداث انشطار في الحلقة الثمانية للكبريت S8 وتكوين جذور حره فعاله قادرة على التفاعل مع المادة

الإسفلتية مما يؤدي على حدوث تشابك بينهما وبالتالي احداث تحوير في الخواص الريولوجيه للإسفلت[23,22,21] وان استخدام 1% من الكبريت جاء اعتمادا على دراسات سابقه اثبتت ان هذه النسبة افضل نسبة بالإمكان استخدامها لتحوير مواصفات الاسفلت الريولوجيه[15]. وبالرجوع الى الجداول السابقة نجد ان هناك بعض النماذج المعالجة يمكن استخدامها كأسفلت تبليط بعد اخضاعها للاختبارات الهندسية ونماذج اخرى بالإمكان استخدامها كماستك مانع للرطوبة.

**دليل الاختراق**

هو عبارة عن علاقة متطورة تربط بين درجة ليونة الأنموذج وبين درجة نفاذيته في (25)° م. ويتم التعرف من خلال هذه الدالة على مدى حساسية المادة الإسفلتية وتأثرها بدرجات الحرارة ويمكن حساب تلك الدالة عن طريق تعويض قيم درجات الليونة والنفاذية للأنموذج الإسفلتي في العلاقة الرياضية التالية[24].

$$\frac{20 - PI}{10+PI} = 50 \left( \frac{\text{Log } 800 - \log Pent}{T_{R.B} - T} \right)$$

إذ ان :

Pent = درجة نفاذية الأنموذج الاسفلتي.

PI = دليل الاختراق.

TR.B = درجة ليونة الأنموذج المقاسة بطريقة الكرة والحلقة.

T = درجة الحرارة التي تم عندها قياس درجة النفاذية = (25)° م.

تمتلك معظم أنواع الإسفلت قيم دليل الاختراق تقع بين (– 2 الى + 6) وتدل قيم دليل الاختراق العالية على حساسية كبيرة للمادة تجاه درجات الحرارة أي بعبارة اخرى انه اقل التغيرات الحرارية يمكن أن تؤدي إلى تغيير كبير في المواصفات الريولوجية للمادة. ويمكن القول عموماً بأن الانواع الإسفلتية الجيدة ذات المواصفات الملائمة للاستخدام في مجال التبليط يجب أن تمتلك دليل اختراق ذي قيمة تقع بين (– 2 الى + 2)[25]. وهذا ما تم الحصول عليه في النماذج المحضرة في هذه الدراسة.

**جدول(7) المواصفات القياسية الامريكية ASTM(D491-41) للاسفلت المستخدم لانتاج الماستك[26]**

| القياسات الريولوجيه | الحد الادنى | الحد الاعلى |
|---|---|---|
| درجة الليونة(مْ) | 54 | 65 |
| النفاذية،ملم(100غم،5ثا،25مْ) | 20 | 40 |
| الاستطالة(سم،25مْ) | 15 | ___ |

**جدول (8) المواصفات القياسية العراقية للاسفلت المستحدم في التسطيح[27]**

| القياسات الريولوجيه | الحد الادنى | الحد الاعلى |
|---|---|---|
| درجة الليونة(مْ) | 57 | 66 |
| النفاذية،ملم(100غم،5ثا،25مْ) | 18 | 40 |
| الاستطالة(سم،25مْ) | 10 | ___ |

**جدول (9) المواصفات القياسية العراقية للاسفلت المستخدم في التبليط[28]**

| القياسات الريولوجيه | الحد الادنى | الحد الاعلى |
|---|---|---|
| درجة الليونة(مْ) | 51 | 62 |
| النفاذية،ملم(100غم،5ثا،25مْ) | 40 | 50 |
| الاستطالة(سم،25مْ) | 100+ | ___ |

**الاستنتاجات**

اظهرت نتائج الدراسة الحالية امكانية الاستفادة من الفضلات البوليمرية مثل راتنج الفينول فورمالديهايد ومن بقايا الزيوت المستهلكة الناتجة من المركبات او المحركات الثابتة في تحسين الخواص الريولوجية الاسفلت، حيث ان عملية الاكسدة الهوائية المحفزة للزيت المستهلك والمعامل مع راتنج الفينول فورمالديهايد بوجود الكبريت ادت الى زيادة محتوى الاسفلتين (المكون الاكثر صلابة في الاسفلت) والحصول على بعض النماذج التي يمكن ان تستخدم في التبليط واخرى يمكن استخدامها في التسطيح حسب المواصفات القياسية العراقية.

**المصادر**


1- Zhang, L. and Greenfield M. L. (2008). Effects of polymer modification on Properties and microstructure of model asphalt systems. energy & fuels, 22 : 3363-3375.

2- Polacco, G; Stastna, J; Biondi, D; Antonelli, F; Vlachovicova, Z. and Zanzotto,L. (2004). Rheology of asphalts modified with glycidylmethacrylate functionalized polymers. J .of colloid and interface science, 280: 366-373.

3- Lesueur, D. (2009) "The Colloidal Structure of Bitumen: Consequences on the Rheology and on the Mechanisms Modification" ,Advances in colloid and Interface, 145: 28-42.

4- "Introduction To Asphalt ",Asphalt institute manual series No.5(MS-5) P.2,9-11 ,14,61, (2001).

5- Shirkav, B.(2010). Bitumen Modification with Polysulphide Polymer Prepared from Heavy End Waste " Iranian polymer journal, 19 (5) : 3663-373

6- Awwad, M.T and Shabeeb L. (2007). The use of poly ethylene in hot asphalt mixture. J. Appl. and Sci, l4: 390-396.

7- Kelly, K.P and Butler, J.R. (1999). Method of preparation of stable bitumen Polymer compositions. US Patent, No.6, 180697.

8-Guian, W; Yong, Z; Yinxi, Z; Kang, S and Yongzhong, F. (2002). Rheological characterization of storage-stable SBS-modified asphalts .Polymer testing, 21: 295-302.

9– الدبوني ،ع. ع. ، صالح، ل. ع و العكيدي ، ش. س. (2005) . تأثير اضافة البولي اثلين على الثبوتية الثرموداينميكية لمزائج (اسفلت–كبريت). علوم الرافدين، 3 : 57–65.

10- Mikulas, J; Ivan, K; Milos, H; Alfred, R; Jan, S and Margite, M. (1988). Method or Modified Asphalt Production. Czech.CS236,221, (CI.C10C3/02), 11 Jul 1983,6pp.;Chem.Abstr.,108(20):172526r.

11- Abraham, H. (1961). Asphalt and ailled substances. 6th, NewYork, 1 :178.
12- Lvov, O. N and Movchan, N. I. (1981). Vision Lvov Politelch. Inst, 155, 46, chem. Abst., 96:222296x,
13- القحطـــاني، أ.ع. (2002). تحـــوير المواصـــفات الريولوجيـــة للاسفلت – تأثير المعالجات الكيميائية على الثبوتية الثرموداينميكية في مزائج اسفلت– كبريت .رسالة ماجستير، جامعة الموصل.
14- Peiliang,C., Jianying, Yu and Shuanfa, C. (2010). Effects of epoxy resin contents on the rhelogical properties of epoxy-asphalt blends. Journal of applied Polymer Science, 118 : 3678-3684.
15- اللهيبـي ،س.ع. (2012). تـأثير بعـض المضـافات البوليميريـة على المواد الاسفلتية و مجال الاستفادة منها"، رسالة ماجستير، جامعة الموصل.
16- ASTM, Part II, ($D_{36-70}$), P.27, (1972).
17- ASTM, Section 4, ($D_{5-83}$),P .97, (1986).
18- ASTM, Section 4, ($D_{5-85}$),P .127, (1986).
19- Traxler, R.N. Asphalt its Composition ,Properties in Uses. Haff, Ltd, London, 3: 72-73.
20-- الدبوني،ع.ع.، علي ،ل.ح. (1986).**النفط المنشأ التركيب و التكنولوجيا**، جامعة الموصل، الطبعة الأولى، ص. (65-66).
21- Considine, G. D. (2005). Encyclopedia of Chemistry. 4th ed., John Willey and Sons, Inc, New York, p.1570.
22 – مصطفى، أ. ع و المختار، س. ع. (1988). الكيمياء اللاعضوية والتناسقية. جامعة الموصل، ص 227–228.
23- Cotton, F. A and Wilkson, G. (1988). Advanced Inorganic Chemistry. 5th ed., John Willey and Sons, Inc, New York, pp.494-499.
24–Traxler, R.N. (1961). Asphalt It's Composition, Properties and Uses. Hall, Ltd., London, pp. 7-8, 72-75, 121, 157, 238.
25 – Hobsen, G.D. (1973). Modern petroleum technology. 4th ed., Ltd. Britain, pp. 804-806.
26- ASTM, Part II, ($D_{491-41}$), p.250-251, (1969).
27– المواصـفات القياسـية رقـم 1196 العـام 1988 الصـادرة عـن الجهـاز المركـزي للقيـاس والسـيطرة النوعيـة عـن القيـر المسـتعمل فـي التسطيح .
28– مواصـفات هيئـة الطـرق والجسـور (S.O.R.B) جمهوريـة العـراق – وزارة الاسـكان والتعميـر –قسـم الدراسـات والتصـاميم – بغـداد – 1990 .

# Modification Rheological Properties of Asphalt using Spent Lubricant Oils Treated with waste Phenol- Formaldehyde resin

**Ammar Ahmed Hamdoon[1] , Muwafaq Ayesh Rabeea[2]**

*[1] Department of Chemistry, College of Pure science Education, University of Mosul , Mosul , Iraq*
*[2] Department of Ecology, College of Applied Sciences-Hit, University of Anbar , Ramadi, Iraq*

## Abstract

The search is an extension to previous studies have been carried out to modify the rheological characteristic of asphalt through treatment with sulfur or polymer by physical and chemical methods. The present study aims to produce homogeneity systems by examining the phenol-formaldehyde and spent lubricant oils as additive for asphalt-sulfur blends. Some of the obtained samples gave better rheological characteristic, which can be used in paving or mastic process, according to the measuring of the ductility, penetration and softening point and penetration index.