جامعة الموصل
كلية التربية للعلوم الصرفة

الخواص الريولوجية للإسفلت العراقي (الحار والبارد) المحور بطرائق مختلفة (دراسة مقارنة)

محمود خليل سليم حمود المعماري

أُطروحة دكتوراه

الكيمياء

بإشراف

الأستاذ	الأستاذ
الدكتور عمار أحمد حمدون	الدكتور خالد أحمد عويد
1447 هـ	2025 م

الخلاصة:

تعد الطرق وسيلة التواصل بين البشر وتعد الشريان الذي يوصل بين المدن وقصباتها وبما إنها شيء لا غنى عنه كان الاهتمام بها من المتطلبات الضرورية، كما هو معروف إن الإسفلت من المواد غير المتجددة إذ تكلف الدول عمليات رصف الطرق وكذلك عمليات إدامتها ملايين الدولارات سنويا. ومن هذا المنطلق وفي محاولة للحصول على نماذج إسفلت تبليط بخواص ريولوجية أكثر مقاومة للظروف البيئية والأحمال، تركزت دراستنا على مسارين هما:

المسار الأول: ركّز هذا المسار على عمليات تحسين الخواص الريولوجية للإسفلت الحار (الأصل) لغرض إطالة العمر التشغيلي للإسفلت المستعمل في عمليات التبليط بصورة أساسية واشتمل على استعمال خمس مضافات مع نوعين من الإسفلت العراقي، هما إسفلت القيارة والدورة وهي C9، C5، الكبريت، البولي اثيلين واطئ الكثافة والصمغ الحراري (Hot Glou) على وفق ما هو مبين:

أولا: مزج إسفلت القيارة والدورة مع C5، C9، البولي اثيلين واطئ الكثافة، والصمغ الحراري (Hot Glou) وبنسب معينة حسب كل مضاف وعند درجة حرارة (170-180 °م) وزمن مزج (1ساعة)، وأعيدت الخطوات نفسها بوجود الكبريت بنسبة (1%) وزنا كعامل تشبيك.

ثانيا: مزج إسفلت القيارة والدورة مع الكبريت الحر وبنسب مختلفة عند (180 °م)

ثالثا: مزج إسفلت القيارة والدورة مع C5، C9 مع البولي اثيلين واطئ الكثافة بنسب معينة وعند درجة حرارة (180 °م) وزمن مزج 1ساعة، وأعيدت الخطوات نفسها بوجود الكبريت بنسبة (1%) كعامل تشبيك.

رابعا: مزج إسفلت القيارة والدورة مع الصمغ الحراري وتمت اضافتها نسب معينة وعند درجة حرارة (180 °م) وزمن مزج (1) ساعة. وأعيدت الخطوات نفسها بوجود الكبريت بنسبة (1%) كعامل تشبيك.

تم قياس المواصفات الريولوجية للنماذج التي تم الحصول عليها من جميع المسارات مثل (الاستطالة والنفاذية ودرجة الليونة وحساب اللزوجة) وقيم دليل الاختراق، فضلا عن ذلك فقد تم قياس التقادم واستقراريه الخزن وتم فحص مارشال وفحص الشد غير المباشر لأفضل النماذج واستعمال تقنية المجهر الإلكتروني الماسح (SEM) لمعرفة البنية التركيبية للإسفلت لعدد من النماذج المختارة والتي تُعدُّ هي الأفضل من بين جميع النماذج. وتوصلنا من خلال هذه الدراسة إلى إسفلت ذو خواص ريولوجية مختلفة عن الإسفلت الأصل واعطت نتائج ممتازة مقارنة مع المادة الأولية (الإسفلت الاصل) وتلك تمثل الغاية وراء الدراسات المستمرة لتحوير الخواص الريولوجية للإسفلت الأصل بما يتناسب وطبيعة

الاستعمالات في المجالات المتنوعة والمحددة إذ تم الحصول من خلال هذه الدراسة على نماذج إسفلتية ذات مواصفات ريولوجية بالإمكان استعمالها في المجال الأفضل الا وهو مجال التبليط وكذلك كمانع رطوبة وفي التسطيح.

المسار الثاني:

اهتم المسار الثاني بإنتاج الإسفلت البارد وإمكانية تطبيقه لمعالجة وصيانة الطرق وكذلك إمكانية التبليط بالإسفلت المائي أو البارد بدل الإسفلت الحار وذلك نتيجة للكلف العالية لتشغيل الإسفلت الحار وكذلك ما يلحقه من تلوث وحرق وقود لأغراض التسخين والإنتاج.

تعتمد الدراسة على مزج الإسفلت بالماء وبنسب مختلفة تراوحت بين (20–40%) وبنسب إسفلت (50 و60 و70%) وزنا والباقي ماء أو ماء ومذيب وتكون نسبة المذيب (10%) دائما والباقي ماء وبقية المضافات مثل عوامل استحلاب ومواد مثبتة للاستحلاب مثل التايلوز (Hydroxy Methyl Cellulose) وعوامل مساعدة أخرى، وتم استعمال عوامل استحلاب متنوعة وهي على ثلاثة أنواع:

1-عوامل استحلاب انيونية (anionic surfactant) عند ذوبانها بالماء تعطي أيونا سالب الشحنة ومنها حمض السلفونيك (Sulphonic acid)، التكسابون (Lauryl Ether Sulfate Sodium)

2-عوامل استحلاب كتيونية (Cationic surfactant) عند ذوبانها بالماء تعطي أيونا موجب الشحنة ومعظمها من أملاح الأمينات الرباعية طويلة الذيل، ومنها ماء البلسم (Cetyl Trimethyl Ammonium chloride)، والبولي كواترينيوم-7 (Polyquaternium-7)

3-عوامل استحلاب غير أيونية (Nonionic surfactant) مثل حليب الصويا.

كل العوامل أعلاه تعمل على خفض الشد السطحي للماء وتعمل على ربط المادة القطبية بالمادة اللاقطبية وتكوين ما يسمى بالمستحلبات. تم إجراء الفحوصات الفيزيائية على النماذج المحضرة ومنها استقرارية الخزن (Storage Stability)، محتوى الماء (Water Content), محتوى الإسفلت (Residue Content)، وكذلك فحص قابلية التغطية للركام ومقاومة الماء (Coating Ability and Water resistance). وتم إجراء فحص مارشال وفحص الشد غير المباشر لأنموذج انيوني وأنموذج كتيوني وأنموذج غير ايوني لتحديد صلاحيتها للمزج والتبليط ونجاح تلك النماذج.

Summary

Roads are a means of communication between people and are the artery connecting cities and their centers. Since they are indispensable, attention to them has been a necessary requirement. As is known, asphalt is a non-renewable material, and the cost of road paving and maintenance operations costs countries millions of dollars annually. From this perspective, and in an attempt to obtain asphalt pavement samples with rheological properties more resistant to environmental conditions and loads, our study focused on two paths:

Track 1: This track focused on improving the rheological properties of hot asphalt (virgin) to extend the service life of asphalt used primarily in paving operations. It involved using five additives with two Types of Iraqi asphalt, Qayyarah and Doura asphalt, namely C9, C5, sulfur, low-density polyethylene, and Hot Glou, as follows:

First: Qayyarah and Doura asphalt were mixed with C5, C9, low-density polyethylene, and Hot Glou in specific proportions according to each additive, at a temperature of (170-180 °C) and a mixing time of 1 hour. The same steps were repeated with (1%) by weight of sulfur as a cross-linking agent.

Second: Qayyarah and Doura asphalt were mixed with free sulfur in different proportions at (180 °C).

Third: Qayyarah and Doura asphalt were mixed with C5, C9, and low-density polyethylene in specific proportions at a temperature of (180 °C) and a mixing time of 1 hour. The same steps were repeated with (1%) sulfur as a cross-linking agent.

Fourth: Qayyarah asphalt was mixed with Hot Glou, and specific proportions were added at a temperature of (180 °C) and a mixing time of (1 hour). The same steps were repeated with (1%) sulfur as a cross-linking agent.

The rheological properties of the samples obtained from all routes were measured, such as (ductility, Penetration, softening point, and viscosity calculation) and Penetration index values. In addition, aging and storage stability

Processing the indirect tensile strength test of Qayyarah bitumen

Authors: Mhmood khleel Saleem Adviser: Ammar Ahmed Hamdoon,
Kahlid Ahmed Owaid Publisher: University of Mosul

Graphical abstract

Operation Mixing

Rheological tests of asphalt

Preparing the Mix

Preparing the molds

Preparing models for breaking

MS test

ITS test

Broken molds

Abstract :

Bitumen plays a significant role in our daily lives, primarily used in road construction. The main source of bitumen is oil refineries and bitumen from Qayyarah is considered one of the important resources in the city of Mosul. The oil from Qayyarah is a heavy crude with an aromatic origin, and the high-productivity bitumen can be extracted from it, reaching up to 48% and more than a thousand tons daily. However, it fails the indirect tensile strength tests of the asphalt mixtures used in road paving. We attempted to improve its engineering properties, particularly by increasing the indirect tensile strength, using three treatment methods for Qayyarah bitumen, so it remains competitive in the Iraqi market by utilizing cheap and readily available materials like elemental sulfur, low-density polyethylene waste, and C9 petroleum resin, each mixed in two different ratios for processing to reduce industrial operation costs. Our goal was to help Qayyarah bitumen succeed in the engineering mixtures, with the added ratios being 1% and 2% for elemental sulfur, low-density polyethylene, and petroleum resin C9. The results were excellent, showing a clear improvement in the indirect tensile strength test of the asphalt mixtures, an increase in their load-bearing capacity (Marshall test), and homogeneity in scanning electron microscope (SEM) images. The prepared samples did not suffer from phase separation and were within the allowable range.

https://uomosul.edu.iq/libcentral
E-Mail : central library@uomosul.edu.iq

University of Mosul
College of Education
For Pure Science

Rheological Properties of Iraqi Asphalt (Hot and Cold) Modified by Different Methods (A Comparative Study)

Mhmood Khaleel Saleem Hmood

Ph.D. Thesis
Chemistry

Supervised by

Prof.
Dr. Ammar Ahmed Hamdoon

Prof.
Dr. Kahled Ahmed Owaid

2025 A.D **1447 A.H**