

تحسين خواص اسفلت بيجي باستخدام دقائق بولي فنيل فنيل كلورايد

سمير أحمد عواد

قسم الكيمياء- كلية التربية للعلوم الصرفة- جامعة الأنبار

Samir_ahmed210@yahoo.com

Abstract

Acquired materials asphalt Supported particles material polymer (poly vinyl chloride) is particularly important in recent years for its close association in the field of road engineering and the areas of construction as well as significant improvements in the specifications of the asphalt has been observed by searching the properties of rheological improved a good rate with increased rates added to the mix asphalt by reducing the degree of permeability and increase the degree of flexibility, it was noted that increasing ratios Increment of particle polymer to the mix asphalt reduces the degree of absorption over time compared to model asphalt pure non-supported as a testing infrared spectroscopy (FTIR) in order to know the packages absorption ties and how they relate through the comparison between the model and another Asphalt pure polymer supported by a few particle as adding particles polymer particle.

الخلاصة

اكتسبت المواد الاسفلتية المملوءة بدقائق المواد البوليميرية (بولي فنيل كلورايد) أهمية خاصة خلال السنوات الاخيرة لارتباطها الوثيق في مجال التحوير وخلق بيئة نظيفة للتخلص من النفايات التي يكون مصدرها اللدائن وفي مجال هندسة الطرق والمجالات الانشائية فضلا عن التحسينات الكبيرة في مواصفات الاسفلت . لوحظ من خلال البحث ان الخواص الريولوجية تتحسن بنسبة جيدة مع زيادة نسب الاضافة الى خلطة الاسفلت النقية من خلال تقليل درجة النفاذية وزيادة درجة الليونة وزيادة درجة السحب . ولوحظ ان زيادة نسب الاضافة من الدقائق البوليميرية الى خلطة الاسفلت يقلل من درجة امتصاصية الماء للعينات بمرور الزمن مقارنة بنموذج الاسفلت النقي . كما تم اجراء فحوصات مقارنة لطيف الاشعة تحت الحمراء (FTIR) من اجل معرفة حزم امتصاص الاواصر وكيفية ارتباطها من خلال المقارنة بين نموذج الاسفلت النقي واخر مملوء بدقائق البوليمر كما تم تحديد انتشار جزيئات الدقائق البوليميرية باستخدام المجهر الضوئي لتوضيح انتشار الدقائق البوليميرية بين جزيئات الأسفلت.

المقدمة

ان اضافة المواد البوليميرية المختلفة الى الأسفلت ، كالبولي اثيلين ، البولي ستايرين ، البولي بروبيلين ، المطاط الطبيعي ومطاط الاطارات التالفة من الطرق الحديثة المتبعة في التحوير [1] ، اذ تؤدي الى اضافة صفات مختلفة ومطلوبة على المادة الأسفلتية الناتجة بسبب عدم ذوبان المضافات بشكل كلي في الأسفلت [2]. من الطرق الفيزيائية الحديثة المتبعة في التحوير ، اضافة الكبريت الى الأسفلت وبنسب مختلفة الا ان مواصفات الاسفلت الناتج تكون وقتية (غير مستقرة) وتتغير بعد وقت قصير نظرا لحدوث ظاهرة انفصال الاطوار (Phases separation) لمزيج الاسفلت والكبريت [3] . لقد برزت اساليب كيميائية حديثة متعددة ومتنوعة استخدمت في تحوير وتحسين خصائص الاسفلت من ضمنها معالجة الاسفلت بالمواد والدقائق البوليميرية المختلفة ، اذ تتم هذه المعالجة عن طريق تفاعل الكلة محفز يتم اجراءه بين الاسفلت والمادة البوليميرية بعد اجراء بعض المعالجات على الأخيرة لتؤهلها للدخول في التفاعل المطلوب [4]. يعد الاسفلت ذو المواصفات الريولوجية الجيدة جدا قليلة لذلك لجأ العديد من الباحثين لتطوير الخواص الريولوجية للأسفلت بأساليب متعددة [5] ، اهمها استخدام المواد البوليميرية . اجريت في السنوات الأخيرة العديد من الدراسات والبحوث التي أشارت للدور الفعال الذي تلعبه بعض المواد البوليميرية في هذا المجال [6]فعلى سبيل المثال نلاحظ اضافة مسحوق مطاط الاطارات الى اسفلت التبليط تعمل على تحسين الخصائص الميكانيكية والمتمثلة بزيادة في متانتة وتحمله للاجهادات الخارجية المسلطة عليه وزيادة مقاومته للتشققات الناجمة عن تلك الأجهادات [7] . ان اهم الأسباب التي دفعتنا لاستخدام فضلات بلاستيكية ومطاط بوصفها

مضافات بوليميرية هي حجم المشاكل البيئية الكبيرة الناجمة عن تراكم كميات هائلة منها وبقائها لفترات طويلة [8]، نظرا لما تبدي هذه المواد من مقاومة كبيرة لظروف التحلل البيولوجي (Biodegradation) [9] ، فضلا عن الفوائد الاقتصادية التي يشكلها استبدال مواد تجارية نامية مما يسهم في تقليل تكاليف التحويل [10] .

الجزء العملي

استخدم في هذا البحث اسفلت بيجي النقي المنتج من مصفى بيجي في العراق واستخدم في هذا البحث دقائق المادة البوليميرية (بولي فنييل كلورايد) وبقطر ثابت (50 µm) مجهز من شركة (LG – Chem.) في كوريا الجنوبية وبنقاوة (98 %) وتم استخدام الماء المقطر كمادة مضافة للأسفلت لزيادة تجانس عجينة الاسفلت مع اضافة دقائق المادة البوليميرية بشكل متناوب بين الفترة والاخرى لزيادة التجانس للعجينة الاسفلتية واستخدم الماء المقطر ايضا كمنظف للأسفلت الصلب من الاتربة بعد المزج، بعدها صبت في قوالب من الحديد، ابعاد قالب الصب كانت (10 cm) ارتفاع و (8 cm) قطر القالب، تم تزيت القوالب بشمع البارافين لضمان عدم التصاق المادة المتراكبة بالقالب وبعدها ادخلت الى الفرن وتم تسخينها لمدة نصف ساعة وبدرجة حرارة (180°C) وبعدها اخرجت من الفرن ثم تركت النماذج لتبريدها في درجة حرارة المختبر ولمدة ساعة اخرجت النماذج من القالب لغرض استعماله للفحوصات المختبرية اللازمة حيث تم التركيز على بعض الفحوصات الريولوجية الميكانيكية منها فحص النفاذية (Penetrometer test) تم الفحص حسب المواصفة P.27 , (ASTM (D36 – 70 المعتمدة عالميا . والنفاذية : هي المسافة التي تتغرز فيها ابرة قياسية في نموذج اسفلتي تحت ظروف معينة في درجة حرارة و حمولة وزمن معين وتلخصت الطريقة بصهر الأسفلت ثم صبه في قوالب إذ يمتلأ (3/4) القالب على الأقل بالنموذج ويبرد النموذج لمدة (90) دقيقة في حمام مائي بدرجة حرارة (25±2 °C) فحصت جميع النماذج وسجلت النتائج . واجري فحص درجة الليونة للنماذج جميعا باستخدام جهاز فحص الليونة ويختص هذا الجهاز بفحص درجة الليونة للمواد الاسفلتية التي تتراوح درجة ليونتها بين (200-30 °م)، وتكمن اهمية هذا الفحص في ان القير لا يتحول من الحالة الصلبة إلى السائلة عند درجة حرارة معينة بل يتحول بصورة تدريجية، وتنخفض لزجته مع ارتفاع درجة الحرارة، وتعرف درجة الليونة بانها الدرجة الحرارية التي ينزل عندها النموذج الاسفلتي مسافة (٢,٥٤ سم) (انج واحد) عند تسخينه بسرعة (5°م/دقيقة). وقد اجريت التجربة وفقاً للمواصفات القياسية الامريكية (ASTM (D٣٦-٧٠ المعتمدة عالميا. واجريت للنماذج كذلك فحوصات درجة السحب ويختص هذا الجهاز بقياس المسافة التي تستطيل فيها المواد الأسفلتية عند تعرضها الى تأثير السحب وبسرعة ثابتة الى ان ينكسر او ينقطع النموذج الاسفلتي. والاستطالة :هي المسافة التي يستطيل فيها النموذج الاسفلتي عندما يسحب بسرعة (5 سم في الدقيقة) في درجة حرارة (25°C) قبل ان ينقطع ، وهذا القياس يعطي معلومات شاملة عن قابلية الانثناء واللدونة للنماذج الاسفلتية واجري الفحص وفقا للمواصفة القياسية الامريكية (ASTM (D113-85 المعتمدة عالمياً. تم ايضا حساب النسبة المئوية لأمتصاص الماء النقي وتم ذلك من خلال تعريض جميع النماذج من خلال تقطيع جزء من النموذج وباحجام ثابتة لكي نأخذ بنظر الاعتبار الدقة في الوزن لكي يتم الحصول على فروقات واضحة في الوزن في أثناء العمليات الحسابية وتم ذلك من

خلال وزن كل قطعة من كل نموذج وبعدها تم غمر جميع القطع في قناني زجاجية شفافة توضع في كل قنينة (20ml) من الماء النقي وبعدها تترك في درجة حراره المختبر (25°C) ولمدة (90 , 120 , 150 30 , 60) يوم وتوزن بعدها كل عينة بواسطة ميزان حساس ومن ثم تحسب النسبة المئوية لأمتصاص الماء اعتمادا على العلاقة التالية :

$$\text{Water Absorption (W.A \%)} = \frac{W - W_0}{W_0}$$

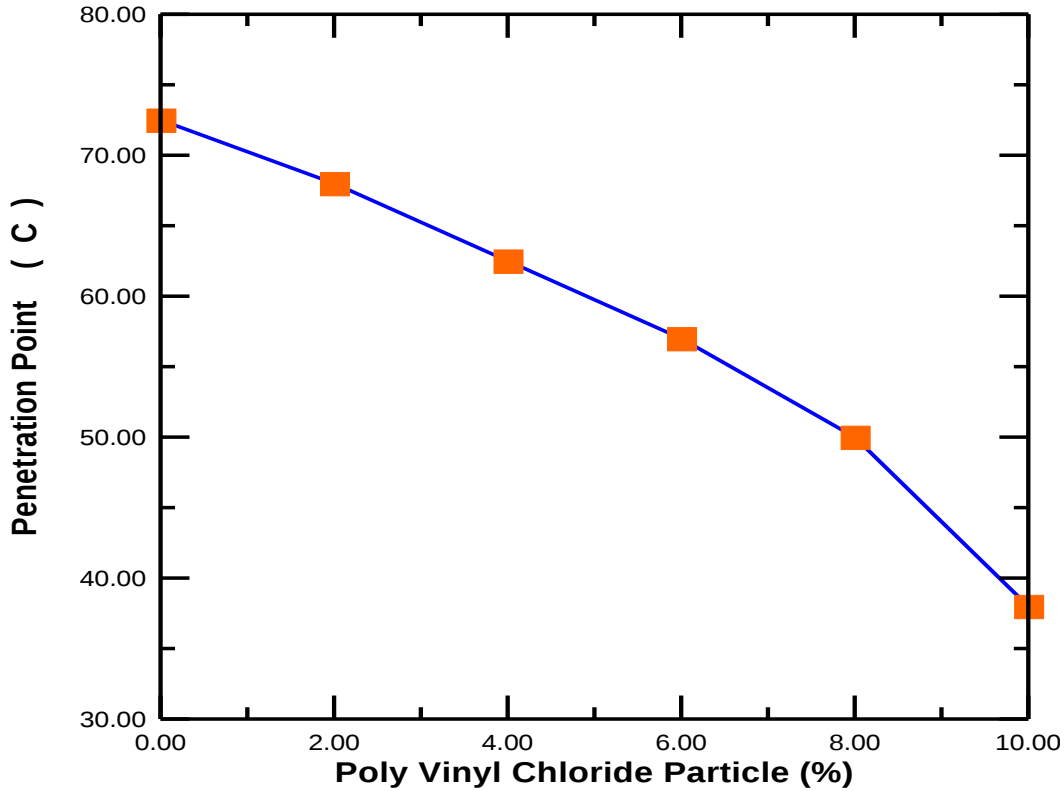
حيث تمثل : W = وزن العينة بعد الامتصاص

W_0 = وزن العينة قبل الغمر بالماء النقي

كما تم اجراء قياس طيف الاشعة تحت الحمراء (FTIR) Infra red spectroscopy) لنموذجين من الاسفلت احدهما نقي بدون اضافة والاخر مملوء بدقائق (بولي فنيل كلورايد) لتحديد مواقع امتصاص الأواصر بعد تخفيف النماذج بمذيب ثنائي هايدروا فيوران (THF) باعتبارها من المذيبات المناسبة والجيدة لتلك النماذج وكذلك تم دراسة الخواص المورفولوجية وذلك من خلال تحديد مواقع انتشار الدقائق البوليميرية ما بين حزيئات الاسفلت المترابكة باستخدام المجهر الضوئي (Letiz) الماني المنشأ .

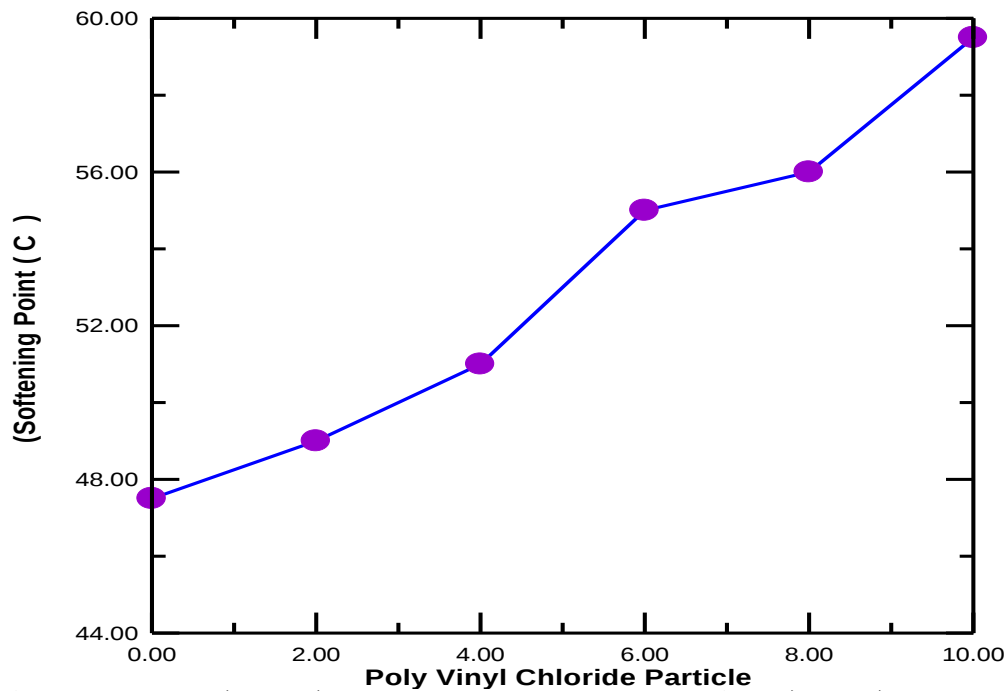
النتائج والمناقشة

لألقاء الضوء على العلاقة بين خواص الاسفلت المملوء بدقائق البوليمر (بولي فنيل كلورايد) ومقارنته مع الاسفلت النقي غير المملوء تم معالجة خواص الاسفلت بدقائق البوليمر من اجل تحسين خصائصه فمن خلال النتائج التي تم التوصل اليها ومن خلال الفحوصات المختبرية الميكانيكية والمبينة في الشكل (1) نلاحظ ان درجة النفاذية تقل مع زيادة نسب الاضافة من (2 % - 10) حيث ان سبب ذلك يعود الى ان دقائق المادة البوليميرية تعمل على زيادة قوة الترابط بين الاسفلت والدقائق المضافة وبالتالي اعطت للاسفلت المترابك قساوة اعلى مقارنة بنموذج الاسفلت النقي غير المملوء والتي تعطي درجة نفاذية اعلى لاختراقها وكما مبين في الشكل التالي



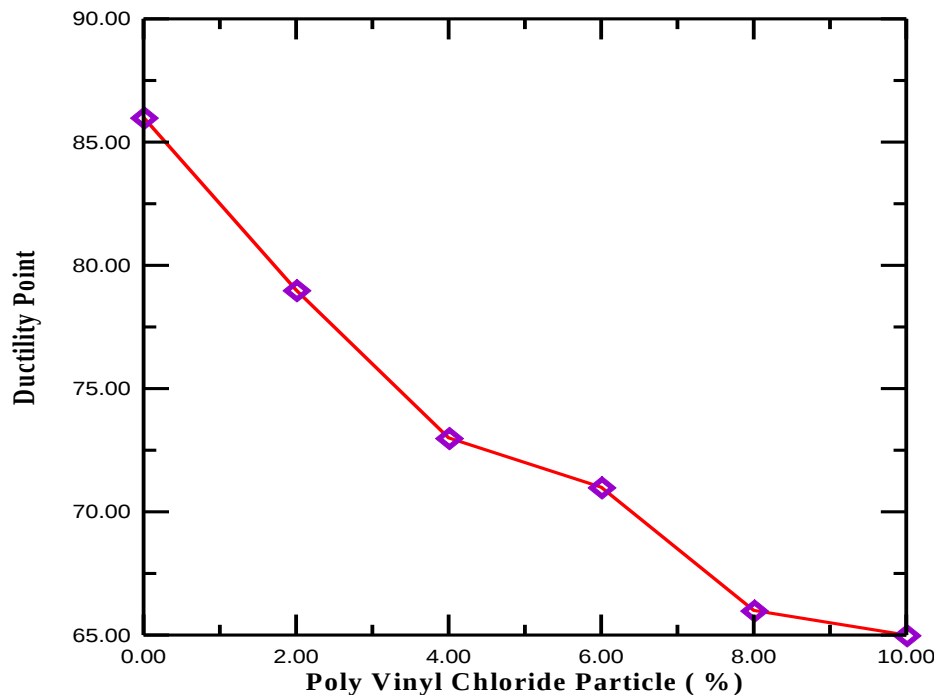
شكل 1: يبين فحص درجة النفاذية لنماذج الاسفلت المملوءة بدقائق (PVC) وبنسب وزنية مختلفة.

اما في الشكل (2) وكما مبين في ادناه نلاحظ ان درجة الليونة تزداد بزيادة دقائق بولي فنيل كلورايد الزيادة في درجة الليونة يعود الى ترتيب الجزيئات وارتباطها مع بعضها بقوة وخاصة عند زيادة درجة الحرارة عمل الى حدوث تماسك أو قلة الثغرات ما بين السلاسل المرتبطة مع بعضها البعض وبالتالي أعطت مواصفات أفضل



شكل 2: يبين درجة الليونة لنماذج الإسفلت المملوءة وبنسب مئوية مختلفة من دقائق بولي فنيل كلورايد

ولوحظ من خلال مشاهدة الشكل رقم (3) ان درجة السحب تتناقص كلما زادت نسبة اضافة دقائق بولي فنيل كلورايد بصورة تدريجية وسبب ذلك يعود الى الدقائق البوليميرية التي عملت على تقليل الفراغات بين جزيئات الأسفلت واصبحت تلك الجزيئات اكثر تماسكا وبالتالي ازدادت البنية التركيبية للأسفلت وهذا ما يلاحظ في الشكل التالي

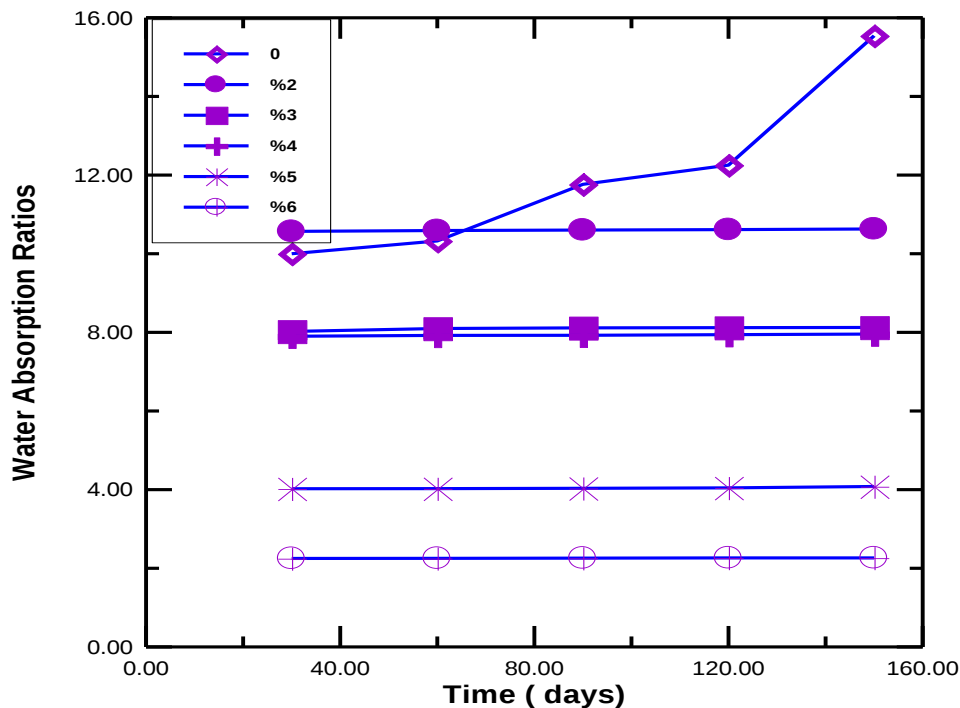


شكل 3: يبين فحص درجة السحب لنماذج الإسفلت المملوءة بدقائق (PVC) وبنسب وزنية مختلفة.

تم في هذا البحث تعيين نسبة امتصاص مادة الأسفلت للماء النقي ، فقد لوحظ من خلال الفحوصات ان مادة الأسفلت ذات نسبة الأضافة الأعلى أعطيت أقل درجة امتصاص للماء والسبب في ذلك يعزى الى القابلية الضعيفة لجزيئات لجزيئات الماء الى التداخل مابين جزيئات عينة الاسفلت المملوء بدقائق المادة البوليميرية بالتالي أعطاء نسبة اقل في امتصاص الماء نتيجة لقلّة الفراغات البينية والتماسك العالي مابين جزيئات الأسفلت ودقائق بولي فنيل كلورايد وكما يبينه الجدول (1) والشكل (4) ادناه

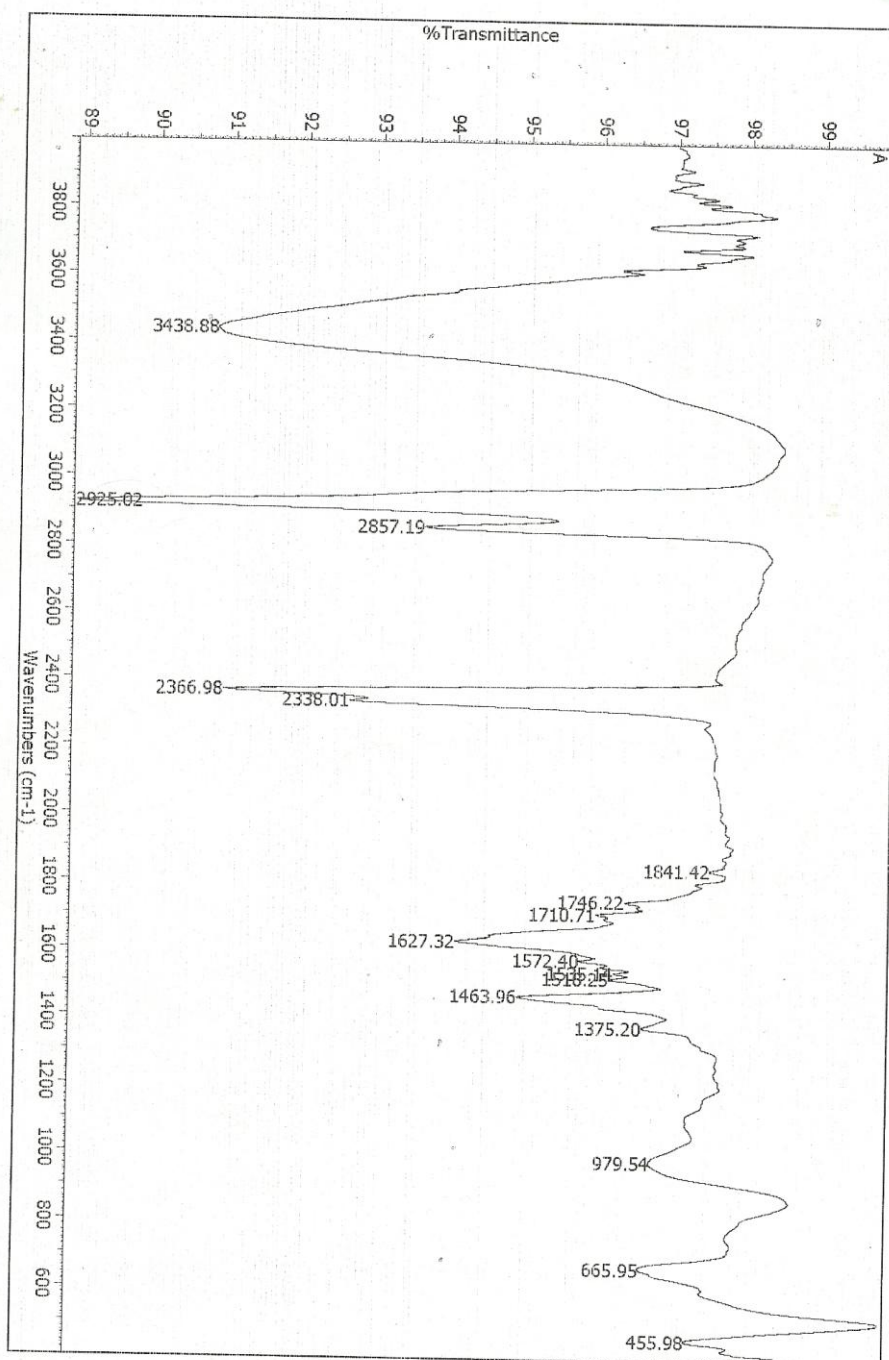
جدول ١: يوضح نسب امتصاص الاسفلت لنماذج الاسفلت المملوءة بالدقائق البوليميرية

نسبة امتصاص الماء لنماذج الاسفلت المملوءة بدقائق (PVC) باليوم	النسبة المئوية لدقائق البوليمر في مادة الاسفلت (%)				
	30	60	90	120	150
0	10.000	10.325	11.765	12.255	15.454
2	10.566	10.582	10.600	10.611	10.628
4	8.022	8.098	8.112	8.118	8.125
6	7.899	7.922	7.925	7.940	7.955
8	4.022	4.026	4.033	4.045	4.078
10	2.250	2.252	2.258	2.263	2.264

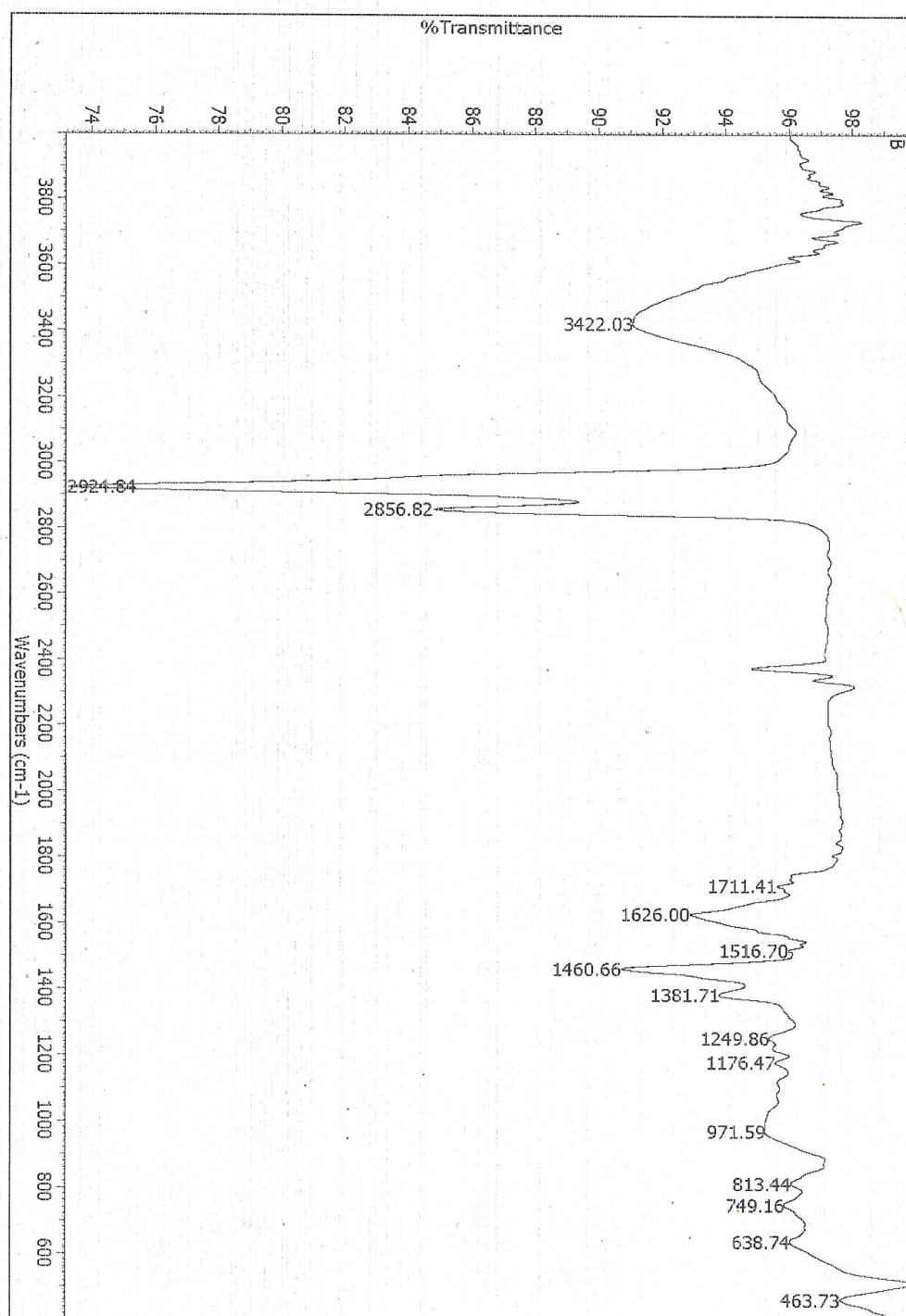


شكل ٤: يبين النسب المئوية لامتصاص الماء بازمان مختلفة للعينات المترابطة

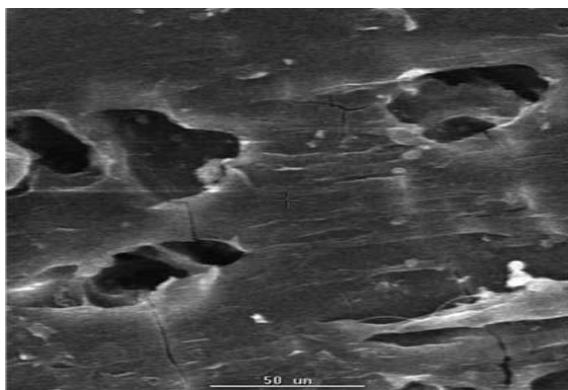
كما بينت الدراسات الطيفية وبالتحديد طيف الأشعة تحت الحمراء (FTIR) في الشكل (5) لنموذج الأسفلت النقي والخالي من المادة المضافة ان حزمة الأمتصاص في المنطقة ذات التردد (3438 Cm^{-1}) تعود الى امتطاط مجموعة الهيدروكسيل (OH) مع مراعاة حدوث امتطاط الحزمة بصورة واضحة عما كانت عليه في طيف نموذج الاسفلت المملوء بالدقائق البوليميرية وحدث حزمة امتصاص في المنطقة ذات التردد (2925 Cm^{-1}) يمثل امتطاط حزم الاصرة (C-H) الأروماتية ، اما طيف الاشعة تحت الحمراء لنموذج الاسفلت المملوء بالمادة البوليميرية فيلاحظ حدوث تغيرات في مواقع امتصاص المجاميع وازاحة واضحة لبعض مواقع الذرات في الجزيئة نتيجة للتداخل بالتفاعل الذي تم ما بين دقائق بولي فنيل كلورايد ومادة الاسفلت فلوحظ من خلال الشكل (6) حدوث امتصاصات المنطقة ذات التردد (2924 Cm^{-1}) وهذا يعود الى حدوث مط غير متناظر للمجموعة (CH_2) المشبعة وتبين المواقع ذات الترددات الامتطاطية اعلى من (3000 Cm^{-1}) الاروماتية اما حزمة الامتصاص (1626 Cm^{-1}) تعود الى امتطاط الاصرة ($\text{C} = \text{O}$) لمجموعة الكربونيل اما ظهور حزمة ($\text{C} - \text{Cl}$) في المنطقة ذات التردد ($600 - 800 \text{ Cm}^{-1}$) يعود الى وجود مركبات احادية الكلور في عينات الاسفلت النقي وتم تحديد الخواص المجهرية لتحديد انتشار الدقائق البوليميرية ما بين جزيئات الأسفلت وكما موضحة في الشكل (7) ادناه .



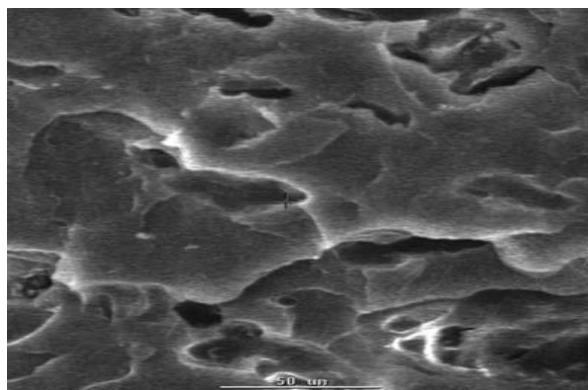
شكل ٥: يبين طيف الأشعة تحت الحمراء (FTIR) لنموذج الأسفلت النقي



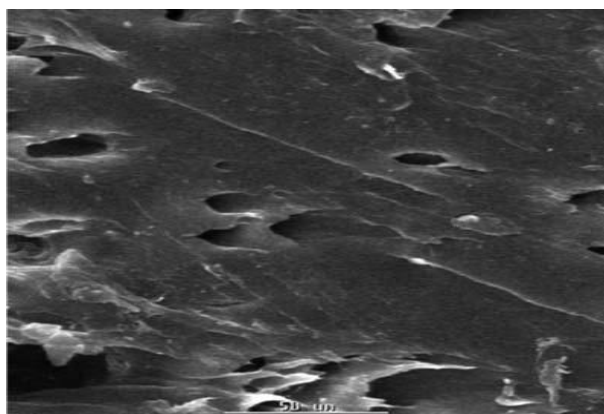
شكل ٦: يبين طيف الاشعة تحت الحمراء لنموذج الأسفلت المملوء بدقائق بولي فنيل كلورايد



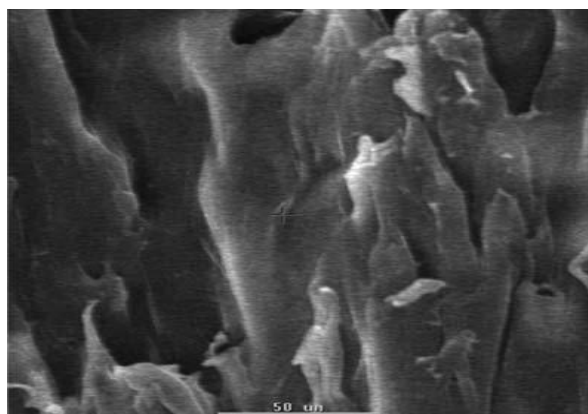
A



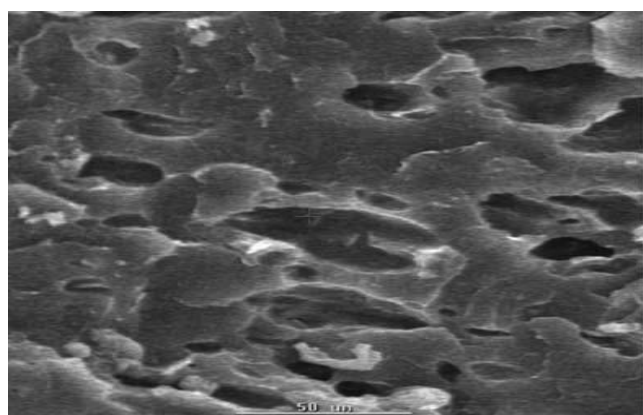
B



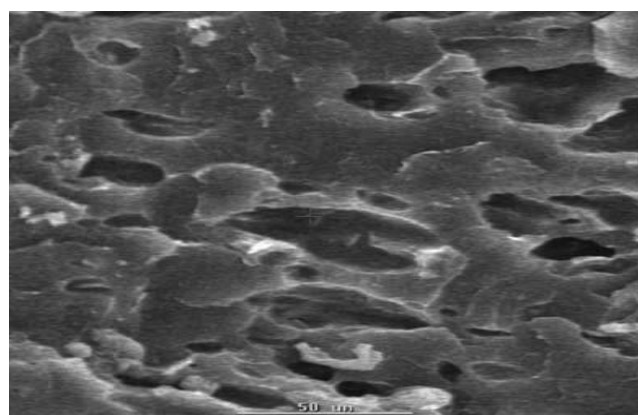
C



D



E



F

شكل ٧: يبين الخواص المجهرية للعينات A- 0% ، B- 2% ، C- 4% ، D- 6% ، E- 8% ، F- 10% من دقائق PVC في نماذج الأسفلت

Reference

- 1) Isacsson, U. and Lu, X., (1999), "Modified Asphalt Pavement Materials - The European Experience," *Proceedings, AAPT*, Vol. 68, p. 35.
- 2) Khattak, M.J. and Baladi, G.Y., (2001), "Paving Asphalt Polymer Blends: Relationships Between Composition, Structure and Properties," *TRB 10*, No. 01-2813, 80th Transportation Research Board Annual Meeting, Washington, D.C.
- 3) Martin, J.R.; Wallace, H.A., (1958). "Design and Construction of Asphalt Pavements". Mc Graw-Hill Book Company, Inc., New York, pp.10-15.
- 4) Brule, B.; Brion, Y. and Tanguy, A., (1988). "Paving Asphalt Polymer Blends: Relationships Between Composition, Structure and Properties". Asphalt Paving Technology: Proc. Association of Association of Asphalt Paving Technologists, Technical Sessions, Vol.57, No.41.
- 5) Kelly, K.P.; Butler, J.R., (1999). "Method of Preparation of Stable Bitumen Polymer Compositions". US Patent 6 180697, Fina Technology.
- ٦) الدبوني، ع.أ.؛ وصالح، ل.ع. (2002) " تحوير الاسفلت بالمعالجة مع البولي اثيلين. تأثير أساليب المعالجة التحويرية على تجانس النظام الاسفلتي". علوم الرافدين، المجلد ١٣، العدد ١ خاص بعلوم الكيمياء، ص (٥٩-٦٦).
- 7) Speight, J.G.; Moschopedis, S.E., (1981) "Chemistry of Asphaltene". American Chemical Society, Washington, pp.1-13.
- 8) Yvonne, B.; Maryro, P.M. and Yajaira, R., (2001). "Polymer Modified Asphalt". *Vision Technologica*, Vol.9, No.1, pp.39-50, .
- 9) Sybilski, D April (1997). "New simplified equation for the computation of absolute Viscosity of polymer-bitumen's" *Materials and Structure*, vol.30, pp.182-187, .
- 10) Robinson H.L., (2004). " Polymers in Asphalt, Rapra Technology Ltd", Shawbury, Shrewsbury, Shropshire, U.K.,