دراسة بعض الخواص الريولوجية والميكانيكية للمواد المتراكبة (البولي أستر غير المشبع - نشارة الخشب) باستخدام تقنية الموجات فوق السمعية

شيماء هادي خضير

جامعة بابل/كلية التربية للعلوم صرفة

الخلاصة

في البحث الحالي تم دراسة بعض الخواص الريولوجية والميكانيكية لمتراكب البولي أستر غير المشبع – نشارة الخشب حيث تم معالجة كيماوية لنشارة الخشب باستخدام محلول (NaCl) بنسبة 0.5 عند درجة الحرارة ($85^{o}C$) لمدة أربعة ساعات ولمختلف التراكيز g/ml %(2–10) مع بقاء معدل الحجم الحبيبي لنشارة خشب ثابت في جميع المجموعات مقداره 50 .µm أن الخواص الريولوجية اشتملت الكثافة واللزوجة القصية التي قيست بواسطة استخدام مقياس اللزوجة أستولد.أما الخواص الميكانيكية لمتراكب البولي أستر – نشارة الخشب فقد تم قياس سرعة الموجات فوق السمعية باستخدام تقنية الموجات فوق السمعية ذو التردد (26khz) وتم نظريا حساب معامل الامتصاص وزمن الاسترخاء وسعة الاسترخاء الانضغاطية ومعامل المرونة والممانعة الصوتية النوعية للموجات فوق السمعية عند درجة حرارةالغرفة (^{o}C 20). أظهرت النتائج أن جميع الخواص المذكورة آنفاً لمتراكب البولي أستر غير المشبع – نشارة الخشب تزداد مع زيادة التركيزأسيا اوخطيا أما السرعة والممانعة الصوتية النوعية ومعامل المرونة لمتراكب البولي أستر غير المشبع – نشارة الخشب حيث وجد أنها تتناقص مع زيادة التركيز .وهذه النتيجة تبين وجود اندماج داخلي بين الجزيئات البولي أستر وجزيئات النشارة وكذلك بين جزيئات البولي أستر وحده.

الكلمات الرئيسة : البولي أستر ، المعالجة السطحية ، نشارة الخشب ، والمواد المركبة .

Study of Some Rheologyical and Mechanical Properties of The Composite Materials(unsaturated Polyester-Wood) by Ultrasonic Waves

Abstract :

In the present work, the study of some rheologyical and Mechanical properties for(unsaturated Polyester-Wood Excelsior) composite materials .the chemical treatment to wood excelsior by using solution of (NaCl)by percent (0.5) at (85°C) for(4hr) to different percentages (2–10) % g/ml. the rate grain- size for Wood Excelsior was remained constant at (50µm)for all groups.The rheologyical properties for composite materials Polyester-Wood Excelsior which include, the density and shear viscosity were measured by using Ostwald Viscometer.The mechanical properties, the Ultrasonic velocity had been measured by Ultrasonic waves system with frequency (26KHz), we calculate theoretically , absorption coefficient , relaxation time, relaxation amplitude , compressibility, bulk modulus, and specific acoustic impedance. At room temperature (20°C). The results showed that all properties composite materials(Polyester-Wood Excelsior increase exponentially or linearly by increasing of concentration while velocity, specific acoustic impedance and bulk modules decrease by increasing concentration. This study show association between polyester-Wood Excelsior and solvent molecules, and also between polyester molecules it self .

Key Word : Polyester, surface treatment , wood excelsior , composite materials .

1- مقدمة عامة : General Introduction

المقدمة :

في السنوات الاخيرة كثر استخدام المواد المركبة ذات اساس بوليمري مقواة بالخشب الياف ، دقائق او اشكال اخرى بشكل واسع في الصناعة ، ان سبب استخدام نشارة الخشب كتقوية بشكل واسع يعود لانخفاض الكلفة وسهولة الحصول عليها ,[D. Dobreva , S. Nenkova 2006] .

ان المحدد الرئيسي لاستخدام الياف نشارة الخشب كتقويات لفقر التلاصق البيني بين الهيدروفيلك القطبي (Polor-Hydrophilic) لنشارة الخشب والهيدروفلوبك غير القطبي (Non Polor-Hyrophobic) للبوليمرات . لذا يتم تحسين الربط بين التقويات والبوليمرات بعدة طرق منها الاكساء (Sizing) بمواد منها عامل الربط (Coupling Agent) ، كشمع البرافين(Wax) او بمواد اخرى لتغطية سطح الالياف لتقليل طاقة السطح وزيادة التلاصق بين الالياف والمادة الاساس وبالتالي تحسين الخواص الريولوجية والميكانيكية . كذلك تستخدم المعالجة الكيمياوية (Chemical Treatment) لنشارة الخشب لزيادة الخشونة السطحية وهذا يؤدي الى زيادة المساحة السطحية واحداث ربط تشابكي بيني ميكانيكي بين المواد المضافة والبولي أستر [Bio Graphies and Abstracts,2001].

في عام (2001) اجريت معالجة لسطح الياف الخشب باستخدام البلازما (Plasma) لتحسين الربط بين الالياف والارضية حيث اظهرت النتائج زيادة مقاومة الربط البيني للعينات المقواة بالياف خشب معالجة بالمقارنة مع العينات المقواة بالياف غير معالجة [Yibin Xue , David Veazie,2003] .

وفي نفس العام أجريت معالجة كيمياوية لألياف الخشب باستخدام (Glycerol) و(Maleic Acid) حيث اظهرت النتائج زيادة مقاومة الشد لعينات المواد المركبة المقواة بألياف خشب معالجة بالمقارنة مع العينات المقواة بالياف غير معالجة. وفي عام (2002) اجريت معالجة كيمياوية لسطح دقائق الخشب ولسطح الياف الخشب باستخدام (MAPP) (Maleic Anhydride grafted Polypropylene) حيث اظهرت النتائج ارتفاع مقاومة الشد والانحناء لعينات المواد المركبة ذات اساس بولي بروبلين مقواة بدقائق خشب معالجة بالمقارنة مع العينات المقواة بدقائق غير معالجة(Nicole M. Starck and Robert E. Rowlands, 2002) . في عام (2006) اجريت معالجة كيمياوية لسطح دقائق الخشب باستخدام (NaOH) و($ClCH_2COOH$) ولمدة (48 hr) حيث اظهرت النتائج ارتفاع مقاومة الشد والصدم لعينات المواد المركبة ذات اساس بولي بروبلين مقواة بدقائق خشب معالجة بالمقارنة مع العينات المقواة بدقائق غير معالجة , Dobreva , S. Nenkova [et.al2006]. اما البحث الحالي فيهدف الى تقوية البولي أستر وإنتاج مواد مركبة ذات خواص جيدة لكن فقر التلاصق البيني بين الخشب والبولي استر كان عائقا للحصول على خواص ريولوجية ميكانيكية جيدة لذا تم اجراء معالجة كيمياوية لنشارة الخشب باستخدام (NaCl).

2 – الخصائص الريولوجية: Rheologyical Properties

1-2 اللزوجة القصية:- Shear Viscosity (η_s)

اللزوجة القصية هي إحدى خواص السائل وتعبر عن المقاومة التي تعانيها جزيئات السائل عند حركتها. وتقاس لزوجة المحلول المخفف عادة باستخدام جهاز مقياس اللزوجة ذي الأنبوبة الشعرية نوع أوستولد–فينسك (Ostwald-Fenseke). يمكن حساب اللزوجة للمحلول بقياس زمن الجريان لحجم معين من المحلول خلال أنبوبة أوستولد–فينسك ومقارنته بالزمن اللازم لجريان الحجم نفسه من مادة قياسية (كالماء المقطر) إذ أن [Al-Bermany,2003,]:

$$\frac{\eta_s}{\eta_0} = \frac{t_s \rho_s}{t_0 \rho_0} \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (1)$$

حيث (t_s, t_0) زمن الجريان للماء المقطر والمحلول على التوالي. ρ_s, ρ_0 كثافة الماء المقطر والمحلول على التوالي. η_s, η_0 اللزوجة القصية للماء المقطر والمحلول على التوالي.تقاس اللزوجة القصية بوحدة (g/cm.s) وتسمى بالبويس (poise) .

3– الخواص الميكانيكية: Mechanical Properties

1-3 سرعة الموجات فوق السمعية: Ultrasonic Velocity (V)

أن سرعة الموجات فوق السمعية تختلف باختلاف الوسط الناقل لها. ويمكن حساب سرعة الموجات فوق السمعية في الأوساط المختلفة بدلالة كثافة الوسط (ρ) ومعامل المرونة (k) وتسمى هذه العلاقة بصيغة نيوتن [Harper A.Ch. ,2002]

$$V = \sqrt{k/\rho} \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots (2)$$

إن الامتصاص الناشئ عن اللزوجة القصية والحرارة يسمى بمعامل الامتصاص الكلاسيكي (α_c) ويتناسب مع مربع تردد الموجات فوق السمعية ويعبر عنه بالعلاقة:

$$\alpha_c = \alpha_{vis} + \alpha_{th} \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots (3)$$

إذ (α_{vis}) معامل الامتصاص الناشئ عن اللزوجة.و (α_{th}) معامل الامتصاص الناشئ من الانتقال الحراري من مناطق التضاغط إلى مناطق التخلخل نتيجة لمرور الموجات فوق السمعية في الوسط. لذا يكون معامل الامتصاص [Harper A.Ch. ,2002]:

$$\alpha_c = \frac{8\pi^2 f^2 \eta_s}{3\rho V^3} + \frac{\delta(\gamma-1)\omega^2}{2\rho C_v \gamma V^3} \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (4)$$

(γ) تمثل النسبة بين الحرارة النوعية عند ضغط ثابت (C_p) والحرارة النوعية عند حجم ثابت (C_v)، (δ) التوصيلية الحرارية، (f) تردد الموجات فوق السمعية حيث أن $(2\pi f = \omega)$ التردد الزاوي. أن جزء من عملية الامتصاص يحول طاقة الموجات فوق السمعية إلى حرارة مباشرة، وفي معظم السوائل فأن الامتصاص الناتج عن الحرارة يكون ذا كمية صغيرة جداً إذ يمكن إهمالها لذلك تصبح العلاقة السابقة على ما يأتي [Harper A.Ch. ,2002]:

$$\alpha_c = \alpha_{vis} = \frac{8\pi^2 f^2 \eta_s}{3\rho V^3} \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (5)$$

3- 2 الاسترخاء في السوائل: Relaxation in Liquids

إن حدوث أي تغير فجائي في المنظومة يؤدي بها إلى السير إلى حالة موازنة جديدة تدعى هذه الظاهرة بالعملية الاسترخائية. وهذه العملية تحدث خلال زمن معين يعرف بزمن الاسترخاء ويرمز له بالحرف (t) (Relaxation Time). إن زمن الاسترخاء هو المعدل الزمني اللازم لقفز الجزيئات بين موقعين متماثلين يمكن أن تتميز بها وتكتسب الجزيئة طاقة كافية للتغلب على حاجز الطاقة ليحدث الانتقال، لذلك يعتبر زمن الاسترخاء مقياساً لسرعة تبدد طاقة الموجة.

ويعطى زمن الاسترخاء بالعلاقة:[Khansaa D.S, 2003] :

$$t = \frac{4\eta_s}{3\rho V^2} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (6)$$

وتعرف النسبة (α / f^2) بسعة الاسترخاء (Relaxation Amplitude) وهي سعة الموجة فوق السمعية بعد عملية الاسترخاء[Khansaa D.S, 2003] :

$$D = \alpha / f^2 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (7)$$

والممانعة الصوتية النوعية تعرف من العلاقة الآتية [Khansaa D.S, 2003] :

$$z = \rho V \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (8)$$

ويمكن حساب الانضغاطية من معادلة لابلاس [Khansaa D.S, 2003] :

$$B = (\rho V^2)^{-1} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (9)$$

وأن معامل المرونة هو مقلوب الانضغاطية ويعطى بالعلاقة الآتية [Khansaa D.S, 2003] :

$$k = B^{-1} = \rho V^2 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (10)$$

4-المواد وطرائق العمل

4-1 تهيئة المواد الأولية وتشمل:

*** راتنج البولي أستر غير مشبع**

تم استخدام راتنج البولي استر غير المشبع (Unsaturated Polyester Resin) وهو من الراتنجات المتصلدة بالحرارة والذي يمتاز بفعاليته العالية ولزوجته المنخفضة وكثافته (1.19- 1.1923) غم /سم^3 .

ويصلد هذا الراتنج باضافة عوامل محفزة ومواد مصلدة ومواد معجلة (Accelerator) وتستخدم مادة (Cobalt Octoate) كمادة معجلة .(Hans-Geory E., Vohwinkel F,1986)

يستخدم هذا الراتنج بصورة واسعة في الصناعة لامتلاكه الكثير من الخواص الفيزيائية والميكانيكية الجيدة فضلاً عن سهولة الاستعمال وقلة الكلفة .

***مرحلة تهيئة مادة الإضافة (نشارة الخشب)**

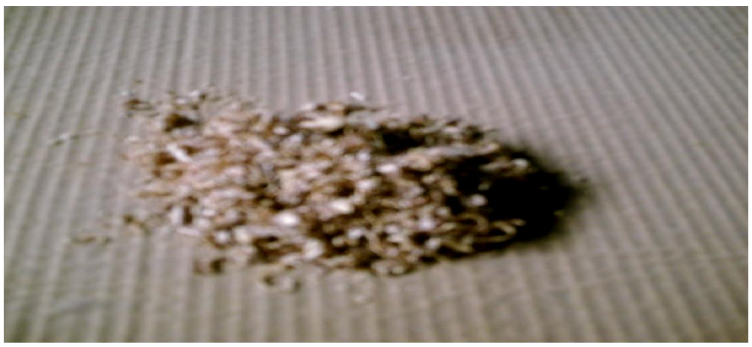
تتضمن هذه المرحلة عدة خطوات هي :

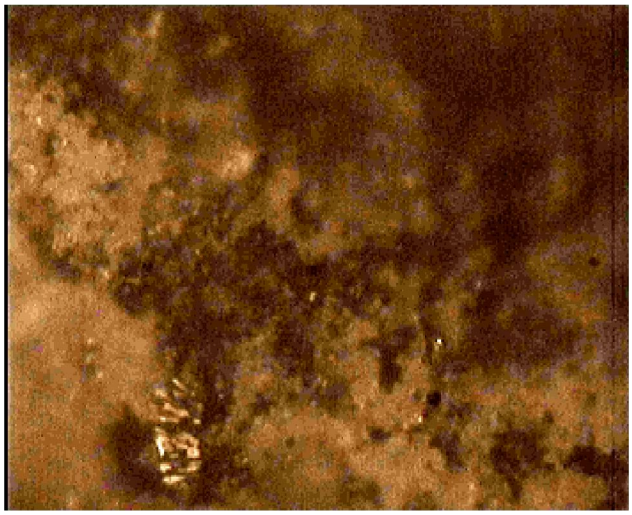
١- التجفيف (Drying) :- تم تجفيف النشارة في فرن التجفيف وبدرجة حرارة (110)°م ولمدة 24 ساعة وذلك لإزالة الرطوبة الموجودة فيها وتهيئتها للمرحلة اللاحقة كما في الشكل (١).

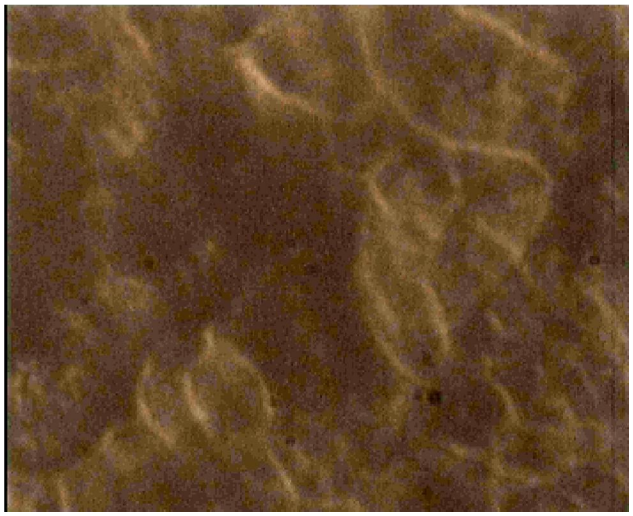
٢- الطحن (Milling) :- تم الطحن باستخدام طاحونة كهربائية .

٣- الغربلة (Sieving) :- تم اختيار (150µM) حجم حبيبي من نشارة الخشب لبيان تأثيره على خواص المنتج النهائي وذلك باستخدام طريقة الغربلة (Sieving) .

٤- الخلط (Mixing) :- بعد إعداد مسحوق نشارة الخشب وبالحجم الحبيبي حضرت الخلطات المستعملة في البحث ، أجريت عملية الخلط باستخدام خلاط كهربائي ولمدة خمس ساعات .وتم أجراء معالجة كيمياوية لنشارة الخشب وذلك لزيادة الخشونة السطحية لسطح النشارة وبالتالي زيادة التلاصق بين النشارة والبولي أستر والشكل (٢) يوضح صور لسطح مادة مركبة ذات اساس من البولي استر مقواة بنشارة (a) غير معالجة ، (b) معالجة ب(NaCl) بقوة تكبير (X-150)







(a) **(b)**

الشكل (٢) يوضح صور لسطح مادة مركبة ذات اساس من البولي استر مقواة بنشارة (a) غير معالجة ، (b) معالجة ب(NaCl) بقوة تكبير (X-150) .

5-النتائج والمناقشة:- Results and Discussion

تم أخذ القياسات العملية وكذلك الحسابات النظرية لكل من الخصائص الريولوجية والميكانيكية ، كما نوقشت أسباب التغيرات التي تحدث في هذه الخواص عند زيادة التركيز أو نقصانه

5-1 الحسابات الريولوجية: Rheologyical Calculation

- الكثافة Density

تم قياس الكثافة لكافة التراكيز باستعمال قنينة كثافة ذات سعة مقدارها (10ml) وميزان إلكتروني مصنع من قبل شركة (Mettler Switzarland) بحساسية 0.0001) عمليا وكما هو موضح في الشكل(٤) الذي تزداد فيه قيم الكثافة مع زيادة التركيز وسببها يعود إلى زيادة كتلة المحلول والانتفاخ الحاصل في جزيئات البولي أستر نتيجة لتجانسها مع نشارة الخشب، وهذه الزيادة تتفق مع ما حصل عليه الباحثون (. ,1989& Hassunعبد المجيد ,1993).

-اللزوجة القصية Shear Viscosity

تم حساب قيم اللزوجة القصية باستعمال المعادلة (1) والشكل (٥) يوضح تغير اللزوجة القصية مع التركيز ونلاحظ أن قيم اللزوجة تزداد مع زيادة تركيزه وسبب ذلك يعود إلى تحويلها إلى شكل معقد مما يؤدي إلى تكوين سلاسل بوليمرية ذات جزيئات كبيرة الحجم نتيجة لزيادة تركيز البولي أستر وبالتالي تؤدي إلى زيادة قوى الاحتكاك الدورانية والانتقالية بين جزيئات البوليمر والمضاف (Al-Bermany, 1995) .

5-2 الحسابات الميكانيكية: Mechanical Calculation

5-2-1 القياسات فوق السمعية Ultrasonic Measurements

5-2-1-1 سرعة الموجات فوق السمعية Ultrasonic Velocity

تم قياس سرعة الموجات فوق السمعية وذلك بقسمة المسافة التي تقطعها الموجة داخل محلول البولي أستر على زمن التأخير (delay time) والشكل(٦) يوضح العلاقة بين سرعة الموجات فوق السمعية لمتراكب البولي استر – نشارة الخشب مع التركيز إذ نلاحظ أن سرعة الموجات فوق السمعية تزداد كلما ازداد التركيز وسبب ذلك هو أن التفاعل (Interaction) أدى إلى اتحاد نوعين من جزيئات البوليمر والنشارة مما أدى إلى تكوين جزيئات كبيرة (Macromolecular) داخل المحلول و التي تعمل على نقل الموجات الميكانيكية من مصدر الاضطراب على هيأة حزم موجية، مما أدى إلى زيادة السرعة خلافاً للسوائل البسيطة أو النقية [الحازمي،١٩٨٦] . وتتفق هذه النتائج مع نتائج الباحثين [Al-Bermany, 1995& Al-Ani, 1992]

5-2-1-2 معامل امتصاص الموجات فوق السمعية Ultrasonic Absorption Coefficient

تم حساب قيم معامل الامتصاص للموجات فوق السمعية عند تراكيز مختلفة باستعمال المعادلة (٥) والشكل (٧) يوضح زيادة معامل الامتصاص لمتراكب البولي استر – نشارة الخشب مع زيادة التركيز، حيث أن معامل الامتصاص يعتمد على اللزوجة والتوصيلية الحرارية والتشتت وبما أن كلاً من التوصيلية الحرارية والتشتت تأثيرهما قليل في المعادلة (٥) لذا يمكن إهماله لذلك فاللزوجة هي مسؤولة عن زيادة امتصاص الموجات فوق السمعية وفي بعض الأحيان يسمى معامل امتصاص اللزوجة [Al-[Bermany,2003]. لذا فإن أي زيادة في اللزوجة تؤدي إلى زيادة في معامل الامتصاص إذ إن معامل الامتصاص يعتمد اعتماداً كبيراً على التركيز في المحلول.وهذا السلوك يتفق مع ما حصل عليه الباحثون [عبد المجيد ،١٩٩٣& العبادي، ١٩٩٥]

5-1-2-3 زمن الاسترخاء Relaxation time

تم حساب قيم زمن الاسترخاء باستعمال القيمة العملية المقيسة لكل من الكثافة واللزوجة والسرعة حسب العلاقة(٦) ، والشكل (٨) يوضح العلاقة بين زمن الاسترخاء لمتراكب البولي أستر – نشارة الخشب والتركيز، إذ يلاحظ زيادة زمن الاسترخاء مع التركيز فيفسر بزيادة حجم السلاسل البوليمرية مما يؤدي إلى زيادة الاحتكاك الداخلي بين طبقات السائل الناتجة من التضاغط والتخلخل نتيجة تأثير الموجات فوق السمعية وبذلك يزداد الزمن اللازم لإعادة الجزيئة المستثارة إلى وضعها الأصلي وهذه النتائج تشابه ما حصل عليه الباحثون[AL-Bermany, 1995] [

5-1-2-4سعة الاسترخاء Relaxation Amplitude

تم حساب قيم سعة الاسترخاء من العلاقة (٧) والشكل (٩) يوضح العلاقة بين سعة الاسترخاء لمتراكب البولي استر – نشارة الخشب والتركيز إذ يلاحظ من الشكل أن سعة الاسترخاء تزداد مع زيادة التركيز والسبب يعود إلى كبر المسافة التي تقطعها الجزيئة أثناء عملية الاستثارة، بسبب كون عزم القصور الذاتي للجزيئة الكبيرة يكون كبيراً [AL-Bermany,2003]علاوة على أن سعة الاسترخاء تتناسب طردياً مع معامل الامتصاص كما موضح بالعلاقة السابقة، وهذه النتائج تتفق مع نتائج الباحثين (Hassun,1989 & العبادي, 1995).

5-1-2-5 الممانعة الصوتية النوعية Specific Acoustic Impedance

تم الحصول على قيم الممانعة الصوتية النوعية باستخدام العلاقة(٨) والشكل (١٠) يوضح زيادة قيم الممانعة لمتراكب البولي استر – نشارة الخشب مع زيادة التركيز، وسبب ذلك يعود إلى زيادة عدد الجزيئات في المتراكب الذي يؤدي إلى زيادة كثافة الوسط الناقل وبالتالي زيادة سرعة الموجات فوق السمعية لأن السرعة تزداد بشكل كبير مع زيادة التركيز مما يؤدي إلى زيادة الممانعة الصوتية النوعية وهذا يتفق مع ما توصل إليه الباحثون [عبد المجيد ، ١٩٩٣ &Al-Ani,1992]

5-1-2-6 الانضغاطية Compressibility

تم الحصول على قيم الانضغاطية من العلاقة (٩) والشكل(١١) يوضح تغير قيم الانضغاطية لمتراكب البولي استر – نشارة الخشب مع التركيز إذ يوضح الشكل نقصان قيم الانضغاطية مع زيادة التركيز، وسبب ذلك يعود إلى اندماج نوعين من الجزيئات التي أدت بدورها إلى تجمع السلاسل البوليمرية المتقاربة بعضها مع بعض نتيجة اندماج نوعين من الجزيئات. وهذا يتفق مع ما حصل عليه الباحثون [الطيار،١٩٩٠ &العامري،٢٠٠٣]

5-1-2-7 معامل المرونة Bulk Modulus

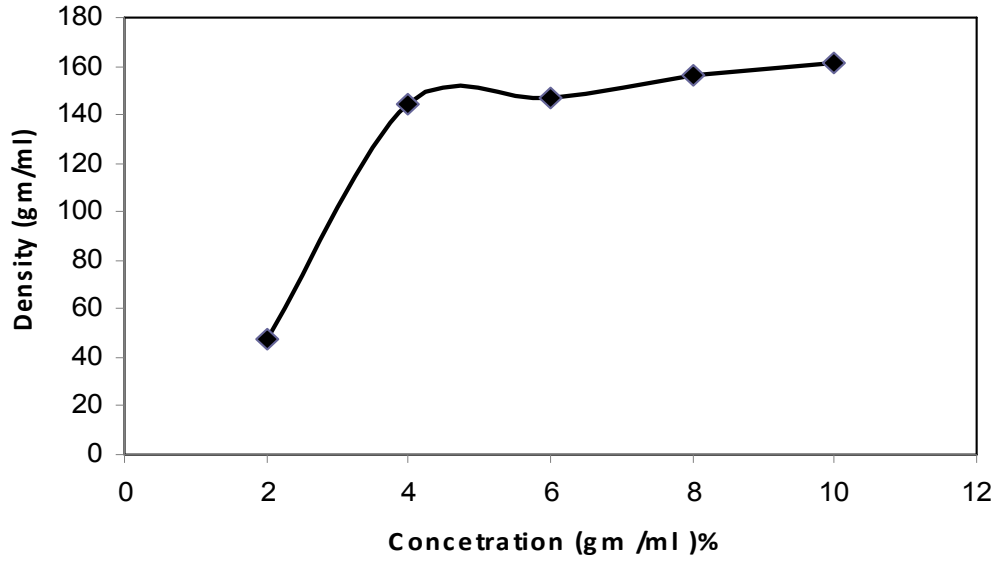
تم حساب قيم معامل المرونة لمختلف التراكيز حسب العلاقة (١٠) والشكل(١٢) يوضح تغير قيم معامل المرونة لمتراكب البولي استر – نشارة الخشب مع زيادة التركيز، إذ نلاحظ من الجدول زيادة قيمها وسبب ذلك من خلال العلاقة السابقة يلاحظ اعتماد معامل المرونة على سرعة الموجات فوق السمعية بصورة رئيسة لذلك فمن المتوقع سلوك معامل المرونة نفس سلوك سرعة الموجات فوق السمعية وهذه النتيجة تتفق مع نتائج الباحثين [Al-Bermany, 1995 & العامري،٢٠٠٣].

الاستنتاجات: Conclusion

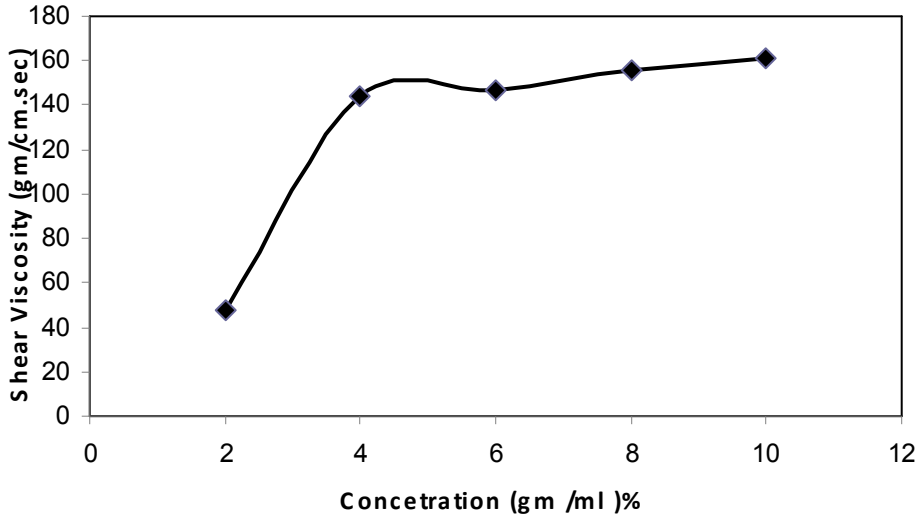
من خلال النتائج والرسومات البيانية أمكن التوصل إلى الاستنتاجات الاتيه :

١. من خلال هذا البحث فان متراكب البولي أستر – نشارة الخشب تضمر تغيراً مستمراً في خواصها الريولوجية والميكانيكية مع زيادة التركيز لذلك يمكن الاستفادة منها في الكثير من التطبيقات الصناعية المختلفة.

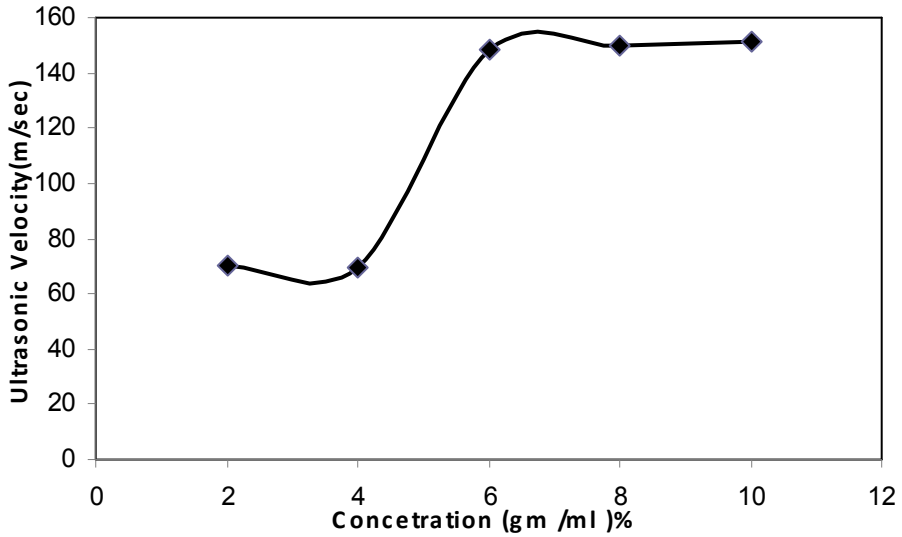
٢. إن وجود الاندماج الداخلي بين جزيئات النشارة و جزيئات البولي أستر أدى إلى جعل المتراكب أكثر قوة ومتانة. إن استخدام نشارة خشب بمعدل الحجم الحبيبي من (150μm) ومعالج كيميائيا يعطي أفضل النتائج من أستخدام أحجام حبيبية أخرى.



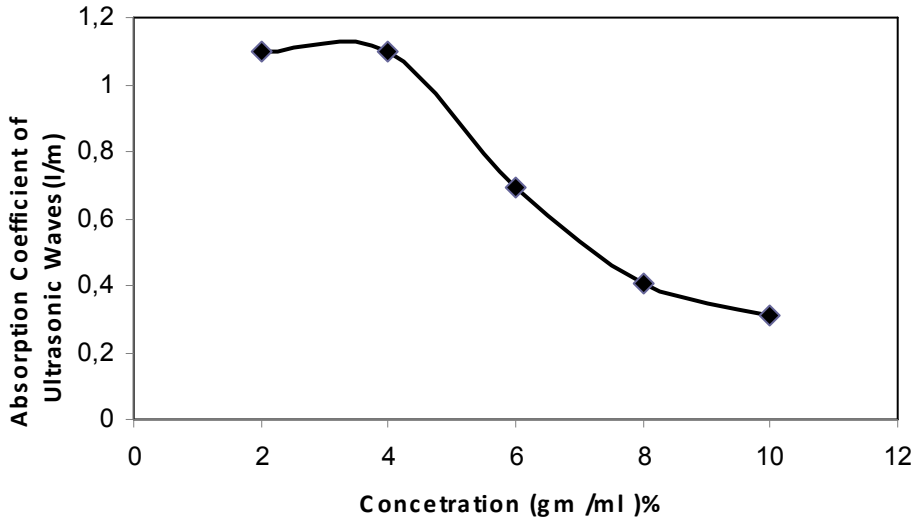
الشكل (٤) يوضح العلاقة بين الكثافة والتركيز لمتراكب البولي أستر المقواة بنشارة الخشب المعالج



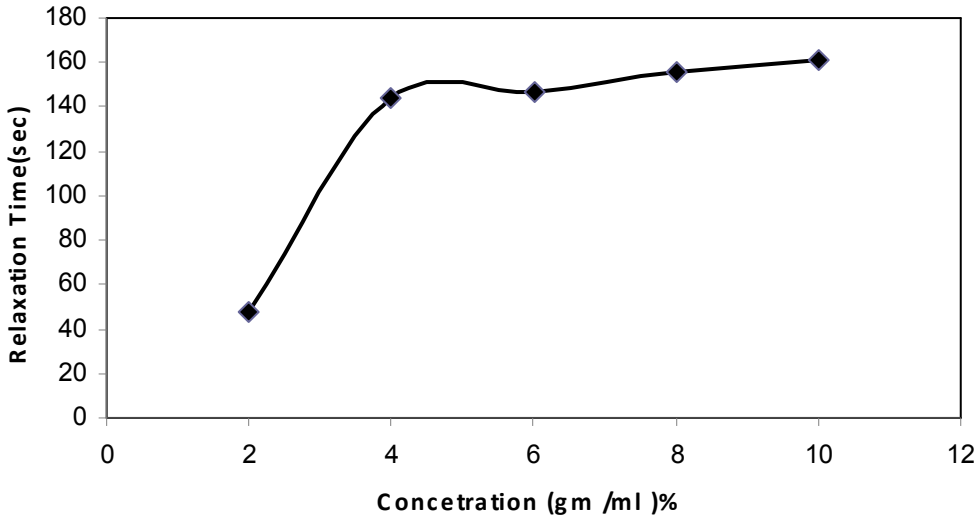
الشكل (٥) يوضح العلاقة بين اللزوجة القصية للموجات فوق السمعية والتركيز لمتراكب البولي أستر المقواة بنشارة الخشب المعالج



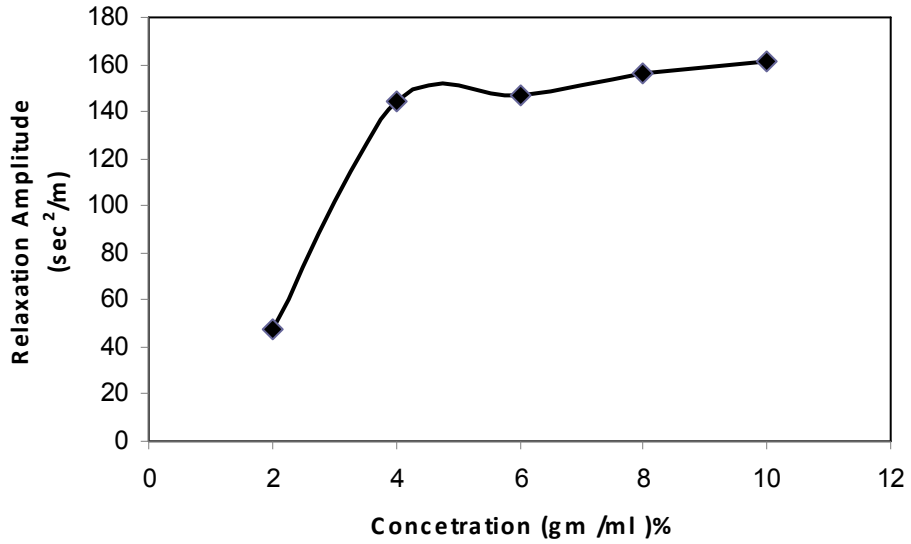
الشكل (٦) يوضح العلاقة بين سرعة الموجات فوق السمعية والتركيز لمتراكب البولي أستر المقواة بنشارة الخشب المعالج



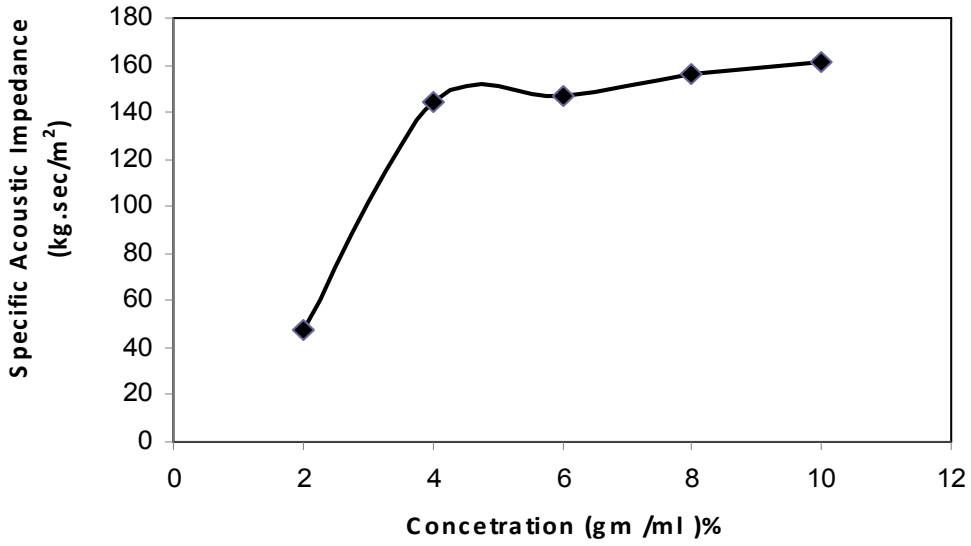
الشكل (٧) يوضح العلاقة بين معامل الامتصاص الموجات فوق السمعية والتركيز لمتراكب البولي أستر المقواة بنشارة الخشب المعالج



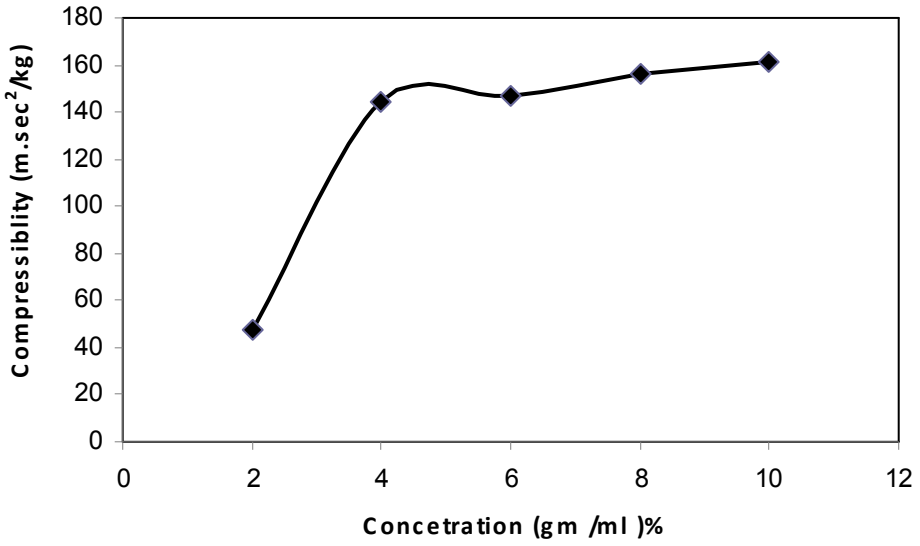
الشكل (٨) يوضح العلاقة بين زمن الاسترخاء والتركيز لمتراكب البولي أستر المقواة بنشارة الخشب المعالج



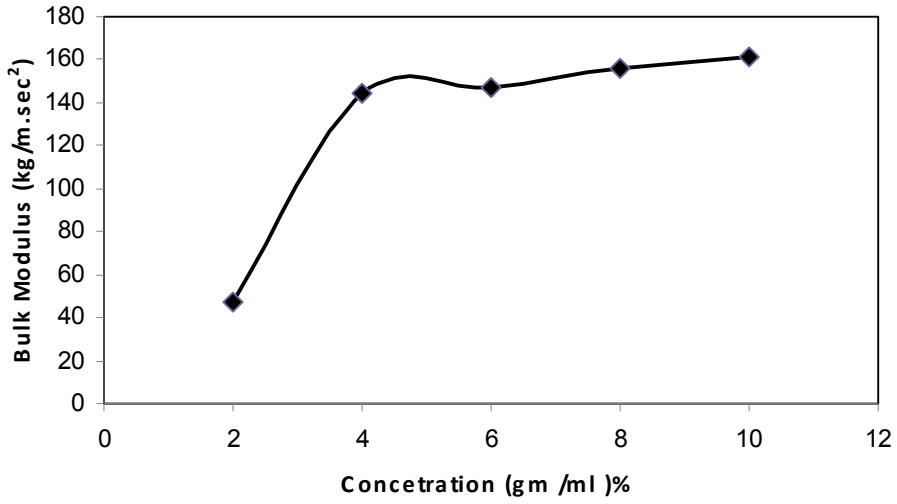
الشكل (٩) يوضح العلاقة بين سعة الاسترخاء والتركيز لمتراكب البولي أستر المقواة بنشارة الخشب المعالج



الشكل (١٠) يوضح العلاقة بين الممانعة النوعية الصوتية والتركيز لمتراكب البولي أستر المقواة بنشارة الخشب المعالج



الشكل (١١) يوضح العلاقة بين الانضغاطية والتركيز لمتراكب البولي أستر المقواة بنشارة الخشب المعالج



الشكل

(١٢) يوضح العلاقة بين معامل المرونة والتركيز لمتراكب البولي أستر المقواة بنشارة الخشب المعالج

المصادر

ألحازمي د. حسن بن محمد و د. محمد بن ابراهيم الحسن ، (١٩٨٦) " الكيمياء العضوية " ، قسم الكيمياء ، كلية العلوم ، جامعة الملك سعود ، الطبعة الاولى ، ، صفحة (٣٠٠- ٢٩١) .

العبادي، زياد، (١٩٩٥) "دراسة تأثير أشعة كاما على الخواص الفيزيائية لبولي ستايرين"، رسالة ماجستير، جامعة بغداد– كلية التربية الثانية، ابن الهيثم.

عبد المجيد، سعاد مصلح الدين ،(١٩٩٣) "دراسة تأثير أشعة كاما على بعض الخصائص الفيزيائية لبعض البوليمرات الذائبة في الماء (بولي فاينيل باريوليرون PVDP)". باستخدام تقنية الموجات فوق السمعية، رسالة ماجستير، الجامعة المستنصرية– كلية العلوم.

العامري، صالح حسون، (٢٠٠٣) "تأثير أشعة كاما ودرجة الحرارة في بعض الخصائص الفيزيائية لبولي ستايرين بيوتادايين"، رسالة ماجستير، جامعة بابل– كلية العلوم.

الطيار ، صباح خضر (١٩٩٠)" دراسة تاثير المذيبات المختلفة على الخصائص الفيزيائية لمادة بولي كلوريد الفاينيل باستعمال تقنية الموجات فوق السمعية "رسالة ماجستير ،جامعة بغداد –ابن الهيثم

Al-Bermany, A.K.J. (1995)"A Study of the Physical Properties of some Cellulose Derivative Polymers", Al-Mustansiryah University, Ph. D. Thesis.

Al-Bermany, A.K.J., (2003)"Babylon Univ. J.", Vol. 8, No. 3.

Al-Ani, S.K.J., (1992)"Acustica J.", Vol. 75, pp. 276- 278. A. Davis, (1983). "Weathering of Polymers ", Applied Science Pub..

Bio Graphies and Abstracts , (2001) " 6 th International Conference on Wood Fibers – Plastic Composites " , USA , May .

D. Dobreva , S. Nenkova , et.al , (2006) " Morphology and Mechanical Properties of Polypropylene – Wood Flour Composites , Department of Polymer Engineering , Bulgaria , (209–219),.

Hans-Geory E., Vohwinkel F., , (1986). "NEW COMMERCIAL POLYMERS 2", Gordon and Breach Science Publishers

Hassun, S.K. and Rahman, S.(1989)"Iraqi J. of Sci.", Vol. 30, N. 3, p 426.

Yibin Xue , David Veazie (2003) " Mechanical Properties of Wood Fiber Composites under The Influence of Temperature and Humidity " , Department of ngineering Clark Atlanta University , Georgia.

Nicole M. Starck and Robert E. Rowlands ,(2002). Effects of Wood Fiber Characteristics on Mechanical Properties of Wood/Polypropylene Composites ", USA ,

Khansaa D.S., Ph.D. , (2003) . Thesis, University of Technology, Baghdad - Iraq