View metadata, citation and similar papers at core.ac.uk
brought to you by CORE
provided by Journals of University of Babylon

Journal of University of Babylon for Pure and Applied Sciences,Vol.(27), No.(4): 2019

Study of Mechanical and Physical Properties of Epoxy Resins Supported by Natural Materials

Mohammed Khalil Aelewe[a] **Adnan Raad Ahmed**[b]

[a,b]*Physical department , College of Education and pure Sciences University of Tikrit*
mohammedkhalil905@gmail.com

Submission date:- 8/4/2019 Acceptance date:- 29/4/2019 Publication date:- 29/5/2019

Keywords: Epoxy resins, Tensile, Shock-absorbers, impact absorbers, tinctures

Abstract

In this research the composites materials were prepared by (hand layout). The composites material consist of the base material (epoxy resin) and consist from the support material is the powder of olive seeds with micro size of this material is (53µm) with different weight ratios (0, 0.75, 1.5, 2.25, 3 %) respectively. Also (tensile and impact) and thermal conductivity were studied. The results showed that the best was to test the impact at the weight ratio (1.5 %). As for the thermal conductivity test was the best result in the weight ratio (3%)

دراسة الخصائص الميكانيكية والفيزيائية لراتنج الايبوكسي المدعم بمواد طبيعية

محمد خليل عليوي العيساوي* **عدنان رعد احمد السامرائي****

، قسم الفيزياء ،كلية التربية للعلوم الصرفة ، جامعة تكريت*

الخلاصة

في هذا البحث تم تحضير المواد المتراكبة بطريقة القولبة اليدوية (Hand layout) وتتكون المواد المتراكبة من مادة الاساس وهو (راتنج الايبوكسي) ومادة التقوية هي مسحوق (نوى الزيتون) وبحجم حبيبي مقداره (٥٣µm) وبنسب وزنية مختلفة (% ٣ ، ٢.٢٥ ، ١.٥ ، ٠.٧٥ ،٠) على التوالي، وتم دراسة (الشد و الصدمة) وايضا تم دراسة (التوصيلية الحرارية) وأظهرت النتائج ان افضل نسبة كانت لاختبار الصدمة عند النسبة الوزنية (١.٥%) وبالنسبة لاختبار التوصيلية الحرارية كانت افضل نتيجة عند النسبة الوزنية (٣%)

الكلمات الدالة: راتنج الايبوكسي، الشد، الصدمة، مواد متراكبة، نوى الزيتون.

المقدمة : Introduction

منذ ان خلق الله سبحانه وتعالى الانسان واستخلفه في الارض اهتم بتشكيل وتحوير المواد للحصول على مبتكرات تفيده في مجال حياته ، وقد سُمِّيَتالمراحل التاريخية في تطور الإنسان الحضاري بأسماء بعض المواد التي كثر استخدامها ، فكان العصر الحجري والعصر البرونزي والعصر الحديدي ، ولذا فإن عصرنا الحالي قد نسميه بعصر المتراكبات لاتساع استعمال هذه المواد بشكل كبير [١] . المواد المتراكبة تتكون بصورة رئيسية من جزيئين هما مادة الاساس (Matrix) والمضافات (Additives) . ان المواد المتراكبة التي تكون ذات اساس معدني تكون ذات متانة وجساءة عاليتين اعلى من اللدائن والسيراميك ، وايضا ذات متانة كسر عالية ولكن تكون محدودة الاستعمال بسبب وزنها العالي ، وايضا المواد المتراكبة ذات الاساس السيراميكي تتصف بتحملها لدرجات الحرارة العالية ولهذا السبب غالبا ما تستخدم المواد المتراكبة ذات الاساس (السيراميكي) في صناعة ريش التوربينات لأنها تقاوم التأكسد ، وايضا تستعمل في مجال الصناعات الفضائية، او فوهات الصواريخ ،او في الصناعات الالكترونية الدقيقة . اما المواد التي اساسها اللدائني فإنها تتميز بسهولة التصنيع ، وذات كثافة قليلة وتتميز ايضا بصفات فيزيائية جيدة . وتستخدم في صناعة بعض اجزاء المركبات الفضائية وايضا تستخدم في الصناعة البحرية مثل السفن والقوارب [٢] .

Journal of University of Babylon for Pure and Applied Sciences (JUBAS) by University of Babylon is licened under a Creative Commons Attribution 4.0 International License. 2018.

نظرا لخفة وزن البوليمرات، ومقاومتها للصدا فانها مناسبة للعمل في كثير من الصناعات ، ولتقوية البوليمر التي تكون غالية بعض الشيء . لذا يستعمل مالئات محدودة الكلفة تضاف الى البوليمر لغرض تصنيع متراكبات تفيد في الاعمال التجارية [٣].

من اهم الخصائص الميكانيكية التي من خلالها نميز بين المواد المتراكبة والمعادن هي نسبة الصلابة الى الكثافة .ونسبة المقاومة الى الكثافة [٤] وتعرف المواد المتراكبة بأنها مزيج مكون من مادتين او اكثر للحصول على مادة جديدة تتمتع بخواص ميكانيكية وفيزيائية تكون مناسبة للاستخدام [٥].

منذ العقود القليلة الماضية، تم استخدام الألياف الطبيعية بوصفها تعزيزاً رئيسياً للمواد المركبة. في الوقت الحاضر ، يعد التحقيق في خواص مركبات البوليمر المقواة بالألياف الطبيعية أكثر المناطق جاذبية للباحثين. ويعدر دراسة خصائص وتطبيقات المواد المركبة من البوليمر المقوى بالألياف مجالًا متناميًا سريعًا من الأبحاث في الوقت الحاضر، ينصب الاهتمام على الألياف الطبيعية بسبب أدائها الممتاز في الخواص الميكانيكية والكهربائية، والتكلفة المنخفضة والمزايا الكبيرة للمواد المركبة. بما أن الألياف الطبيعية قابلة للتجديد ، فهي بدون تكلفة أو بتكلفة منخفضة للغاية، خفيفة الوزن، حيث أنها تجد تطبيقات في مجالات مختلفة مثل الفضاء الجوي ، التدريع الكهروستاتيكي ، التدريع الكهرومغناطيسي إلخ [٦]

حيث اجريت العديد من الدراسات السابقة لمعرفة تغير الخواص الميكانيكية لمتراكبات المواد البوليمرية مع تغير نوع وكمية مادة التقوية المضافة ففي عام (٢٠٠٢) قام الباحث (Hussein Ali. H) بدراسة الخواص الميكانيكية وبدرجات حرارية مختلفة. لعدة نماذج من الانابيب المتراكبة المصنوعة من مادتي البولي استر و الايبوكسي والمدعم بألياف الزجاج والكاربون و الكفلر على شكل الالياف احادية الاتجاه . العينات التي تحتوي على ألياف الكاربون اظهرت خواص متميزة عند درجات الحرارة العالية ، بسبب الخواص المنفردة للكاربون [٧] وفي عام (٢٠٠٤) درست الباحثة (رنا العبيدي) تهجين مادة الاساس و مادة التدعيم ، فقامت بتحضير نماذج المواد المتراكبة والتي بدأت من الايبوكسي المدعم بألياف الزجاج وتدرجت بتدعيم الالياف الكفلر على ست مراحل الى ان وصلت الى التدعيم الكلي بألياف الكفلر بالحفاظ على نفس الكسر الحجمي وهو (٣٠%) وقد بينت النتائج المختبرية تحسنا في خواص كل من (الشد – متانة الانحناء – الصدمة) عند زيادة الكسر الحجمي للألياف الكفلر في كل من الخليط ومركب الايبوكسي [٨] وفي عام (٢٠٠٨) قام الباحث (علي هوبي حميد) بدراسة تأثير ألياف الجوت على الخواص الميكانيكية لراتنج الايبوكسي واظهرت النتائج ان الخواص الميكانيكية للايبوكسي المقوى بألياف الجوت كانت اعلى بكثير من الايبوكسي غير المقوى[٩] وفي عام (٢٠١٧) قام الباحث عدنان رعد واخرون ، بتحضير خليط بوليمري ثنائي مكون من مطاط البولي يوريثان السائل و راتنج الايبوكسي ولقد اظهرت النتائج ان هناك علاقة طردية بين مقاومة الصدمة ومقاومة الشد والموصلية الحرارية مع زيادة زمن الغمر من (٠–٢٨) يوما ، واما قيم الصلادة فإنها تنخفض بزيادة زمن الغمر[١٠]

الجانب العملي:

المادة الاساس: Matrix Material

تم استخدام راتنج الايبوكسي (Epoxy Resin) نوع (Sikadur 52) بوصفه مادة أساساً منتجاً من شركة (Sika Gulf) البحرينية، ويكون ذا شكل سائل لزج شفاف وهو من احد انواع البوليمرات اللدنة حراريا (Thermosets) ويكون ذا كثافة (١.٠٨٥٠ Kg/L) وعند اضافة المصلد (Hardener) يتحول الى الحالة الصلبة والمصلد من نوع (Sikadur 52) ويكون على شكل سائل شفاف وكانت نسبة اضافة راتنج الايبوكسي الى المصلد هي (١:٣) اي ان ١gm. من المصلد لكل ٣ gm. من راتنج الايبوكسي عند درجة حرارة الغرفة ويجب ان لا تتجاوز هذه النسبة لأنها اذا تجاوزت هذه النسبة سوف يودي ذلك الى عملية التصلب الفجائي ، وعند اضافة راتنج الايبوكسي (Epoxy Resin) الى المصلد (Hardener) يجب ان يتم الخلط اما بواسطة الخلط اليدوي او الخلط الميكانيكي وبسرعة (٢٥m/min) ولمدة (٥–٢) دقائق الى ان يتجانس الخليط

مادة التدعيم:

تم استخدام نوى الزيتون بوصفه مادة تقوية في هذا البحث وتتلخص طريقة تحضيرها بالأتي:

١. تم جمع نوى الزيتون وبكتلة ٥٠٠gm.
٢. غسل نوى الزينون بالماء للتخلص من المواد العضوية وتم تجفيفها بدرجة حرارة (٥٠°C) ولمدة ٦٠ دقيقة
٣. تم طحن نوى الزيتون بالطاحونة الكهربائية وايضا تم تجفيفه في نفس المدة المذكورة اعلاه
٤. نخل (Sieve) مسحوق نوى الزيتون وبحجم حبيبي مقداره (٥٣ µm)

الاختبارات الميكانيكية:

اختبار الشد: Tensile Test

تم استخدام جهاز اختبار الشد نوع (Instron 1195 Test Machine) وذلك لغرض اختبار مقاومة الشد لعينات البوليمر والمـــواد المتراكبة الاخرى ويتم تثبيت العينة جيدا بواسطة الفكين العلوي والسفلي للجهاز وبعدها يتم تسليط قوة شد على العينة لحين كسرها ويكمن حساب قوة الشد من خلال العلاقة الاتية [11]:

$$\sigma_U = \frac{F}{A} \dots\dots\dots\dots (1)$$

اختبار الصلادة: Hardness Test

نستطيع ان نعبر عن مفهوم الصلادة بانها هي مقياس تشوه اللدن الذي تعاني منه المادة تحت تأثير اجهاد خارجي . وتم اجراء اختبار الصلادة باستخدام جهاز مقياس الصلادة نوع (شور D) وذلك باستخدام اداة غرز نقطية وتتغلغل هذه الاداة داخل سطح المادة وذلك تحت تـــأثير حمل مسلط معين ثم تنتقل المقاومة مباشرة الى عداد المقياس لتحديد قيمة الصلادة [11]

اختبار الصدمة: Impact Test

تم استخدام جهاز الصدمة نوع جاربي وذلك لحساب مقاومة الصدمة وكانت العينات المحضرة وفق المعيار العالمي (ASTM 256-78) اذ يعد اختبار الصدمة من الناحية العملية مهم فمن طريقه نستطيع حساب الطاقة اللازمة للكسر العينة من خلال العلاقة الاتية :[12]

$$\mathbf{I.S = U_C / A} \quad \dots\dots\dots\dots (2)$$

حيث ان:

I.S = مقاومة الصدمة للمادة (J/m^2)

U_C= الطاقة اللازمة لكسر العينة (J)

A = مساحة المقطع العرضي للعينة (m^2)

اختبار الانحناء: Bending Test

تم اجراء الاختبار وفق المعيار العالمي (ASTM (D – 790 اذ تم اجراء اختبار الانحناء ثلاثي النقط ، وذلك بتسليط حمل بصورة تدريجية باستخدام الرأس المدبب عند منتصف العينة المثبتة الى حين حصول الفشل فيها ويمكن ايجاد مقاومة الانحناء والتي تعرف بأنها مقاومـــة المادة لإجهادات الانحناء الخارجية عند تعرضها لأحمال مركزية مختلفة لحين حصول الكسر فيها من خلال المعادلة الاتية [13] :

$$\sigma_f = \frac{3PL}{2bd} \dots\dots\dots(٣)$$ حيث ان

P = القوة عند حدوث الكسر في العينة (N)

L = طول العينة بين المسندين (m)

d = سمك العينة (m)

b = عرض العينة (m)

الاختبارات الفيزيائية:

الموصلية الحرارية Thermal conductivity

نستطيع ان نعرف الموصلية الحرارية للمادة بانها مقياس لقابلية المادة على التوصيل الحراري ، وتـــم حســـاب الموصـــلية الحراريـــة باستخدام جهاز قرص لي وفيه يتم انتقال الحرارة من المسخن الى القرص الذي يليه حتى يصل الى القرص الاخير ، وبالإمكـــان قيـــاس درجـــة الحرارة الاقراص الثلاثة (T_A , T_B , T_C) باستخدام المحارير التي في داخلها وبعد ذلك يتم استخراج قيمة معامل التوصيل الحـــراري (K) مـــن المعادلة الاتية [14]:

$$K\left(\frac{TB - TA}{ds}\right) = e\left[TA + \frac{2}{r}\left(dA + \frac{1}{4}ds\right)TA + \frac{1}{2r}ds\,TB\right] \dots\dots\dots (4)$$

حيث ان e تمثل كمية الطاقة الحرارية المارة خلال وحدة مساحة القرص لكل ثانية $(W/m^2.K)$ ويمكن حسابها من العلاقة الاتية:

$$IV = \pi r^2 e(TA + TB) + 2\pi re\left[dA\,TA + ds\,\frac{1}{2}(TA + TB) + dB\,TB + dc\,Tc\right] \ldots\ldots(5)$$

حيث ان

TA , TB , TC تمثل درجة حرارة الاقراص (A,B,C)

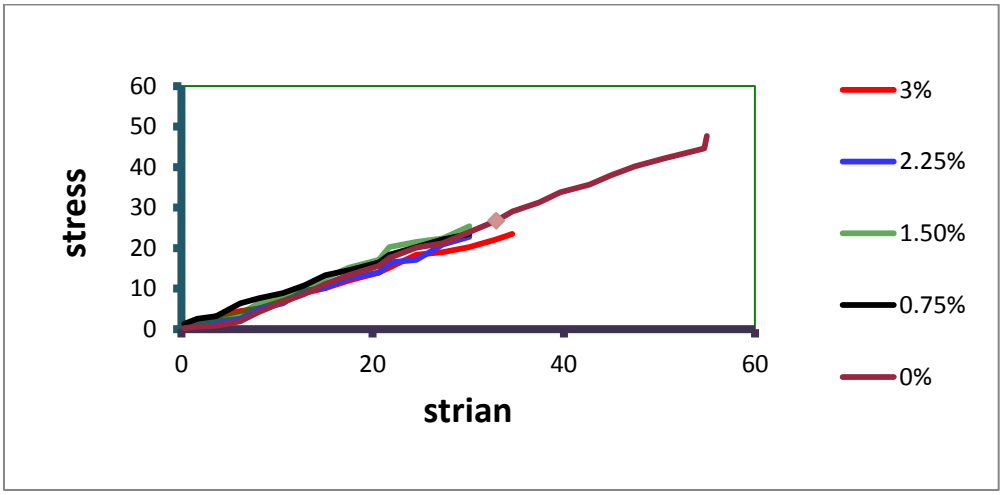
d= سمك القرص (mm)

r = نصف قطر القرص (mm)

النتائج و المناقشة:

اختبار الشد Tensile Test

من النتائج التي استحصلت من اختبار الشد نلاحظ من الشكل (١) ان قوة الشد تتناقص عند زيادة نسبة التطعيم ولكن كانت اعلى قيمة لمقاومة الشد في النموذج الثالث اذ بلغت (١٥٣٦٦.٤٧N/m^2) وهذا يعزى الى استخدام مسحوق نوى الزيتون وبحجم حبيبي صغير إذ إنه يسهل من عملية تغلغل الدقائق داخل مادة الاساس والى داخل المسامات البينية التي قد نشأت في عملية التحضير مما ادى الى زيادة مقاومتها للشد



الشكل (١) يوضح العلاقة بين (الاجهاد – الانفعال) لاختبار الشد

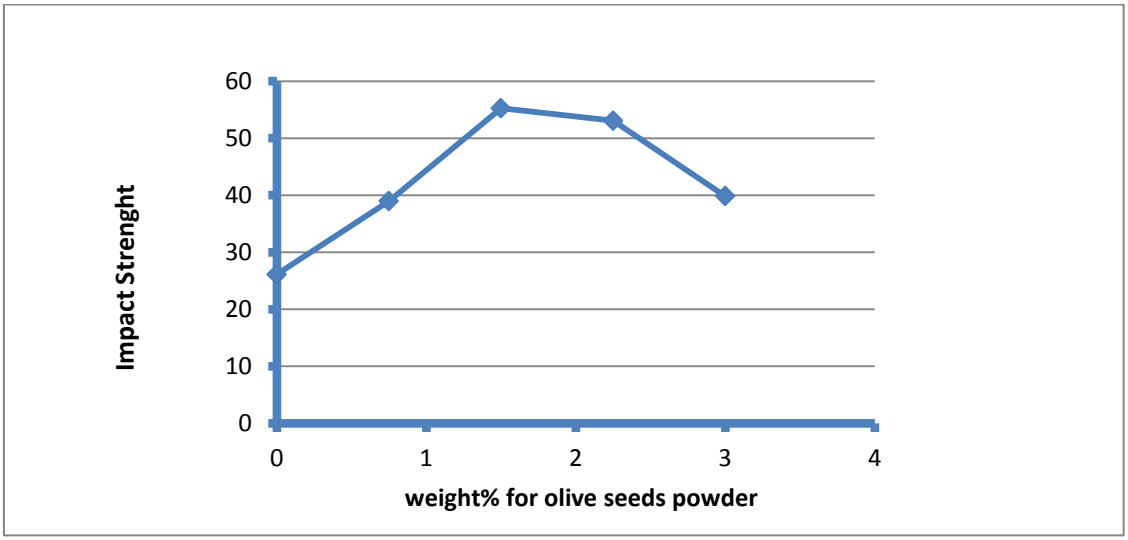
اختبار الصدمة Impact Test

اما اختبار الصدمة فقد اظهرت النتائج الموضحة بالجدول الاتي

Materials			
Matrix	**Reinforced**	**W.T**	**Impact**
Epoxy	حبة الزيتون	٠	٢٦.١٣
Epoxy	حبة الزيتون	٠.٧٥	٣٨.٩٨
Epoxy	حبة الزيتون	١.٥	٥٥.٢٤
Epoxy	حبة الزيتون	٢.٢٥	٥٣.٠٦
Epoxy	حبة الزيتون	٣	٣٩.٨٣

ان العينة الاولى كانت اقل قيمة لمقاومة الصدمة اذ بلغت قيمتها (٢٦.١٣ kJ/m^2) وهذا يعزى الى ان الايبوكسي هو من البوليمرات المتصلدة حراريا (Thermosets) اذا انها تكون غير قادرة على امتصاص الطاقة اي تكون السلاسل الجزيئية غير قابلة للانفصال والاستجابة

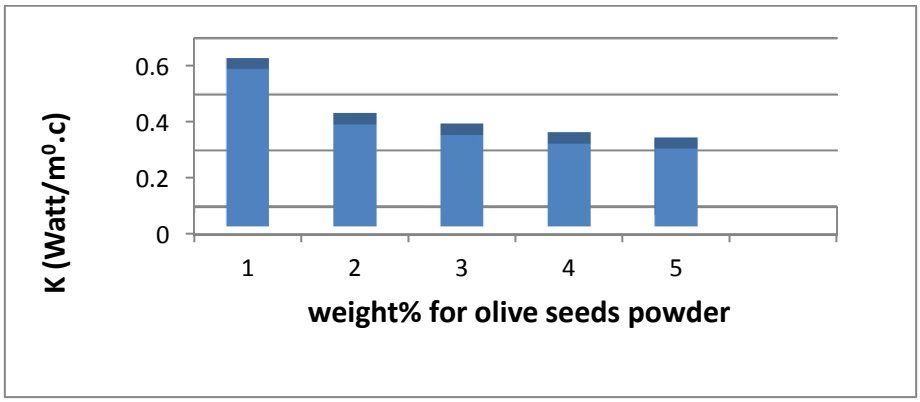
للإجهادات السريعة فيحدث عن الصدمة كسر هش وتكون مقاومة الصدمة بشكل عام اعلى للبوليمرات المطاطية من البوليمرات الهشة ونلاحظ من الشكل (٢) ان عند زيادة نسبة الاضافة تزداد مقاومة الصدمة وكانت اعلى قيمة لها في النموذج الثالث (kJ/m^2 ٥٥.٢٤) والسبب في ذلك ان مادة الاساس ومادة التدعيم كانت في درجة عالية من التشابك والتداخل مما جعلها تمتلك اعلى مقاومة



الشكل (٢) يوضح مقاومة الصدمة مع النسب الوزنية

اختبار التوصيلية الحرارية Thermal Conductivity Test

يوضح الشكل (٣) انه كلما تزداد نسبة التدعيم تقل التوصيلية الحرارية ونلاحظ ان قيمة معامل التوصيل الحراري للنموذج (١) يمتلك اعلى قيمة وهي ($0.55\ W/m^0.c$) والسبب في ذلك ان الايبوكسي مع المصلد بدون نسبة الاضافة يؤدي ذلك الى تكوين شبكة بوليميرية متداخلة مما قد يؤدي الى زيادة كثافة البوليمر نتيجة لزيادة التراص بين السلاسل الجزيئية اي تكون جزيئات المادة تلامس احداها الاخرى مولدة بذلك موصلية حرارية اعلى.



الشكل (٣) يوضح معامل التوصيل الحراري مع نسبة التدعيم

الاستنتاجات

١. ان التدعيم بالدقائق قد حسنت من الخصائص الفيزيائية والميكانيكية لراتنج الايبوكسي.
٢. تقل الموصلية الحرارية بزيادة مادة التدعيم.
٣. ان نسبة الاضافة (١.٥%) من مسحوق نوى الزيتون قد اظهرت اعلى مقاومة للصدمة من باقي الاضافات.
٤. عند زيادة نسبة الاضافة نلاحظ ان قوة الشد تقل.

CONFLICT OF INTERESTS

There are no conflicts of interest.

المصادر References

[١] حسين جبار حسين ، " دراسة خواص الايبوكسي المدعم بمواد طبيعية وصناعية " ، رسالة ماجستير ، الجامعة التكنولوجية ، ٢٠٠٥

[٢] سيناء ابراهيم حسين ، " دراسة بعض الخواص الميكانيكية والحرارية لمتراكبات الايبوكسي والبولي استر غير المشبع المدعمة بطبقات من الياف الكفلر والكاربون " ، رسالة ماجستير ،جامعة بغداد ، ٢٠٠٥

[3] Widad H. "preparation of the epoxy/ Chicken Eggshell Composites to use in Surfaces", Vol.29 .2016

[4] Khalid R. A . & Harith I . J , "The study of fatigue behavior of epoxy composites reinforced by glass and Kevlar fibers " , DIYALA JOURNAL , Vol. 8No :3,July 2012

[5] Ruaa H. A , "Mechanical Properties for Polymer Hybrid Composites Reinforced by Fibers and Particles " , Eng. &Tech. Journal , Vol . 33, Part (A) , No.3, 2015

[6] Ibtihal A. Mahmoud, Mustafa Z. Shamukh , " Characteristics and Properties of Epoxy / Poly Sulfide Blend Matrix Reinforced by Short carbon and Glass Fibers " , (NJES) Vol.20, No.1,2017

[٧]فائق حماد عنتر , هند صلاح حسن , " دراسة خواص الكلال لمتراكب ايبوكسي – الياف زجاجية " , مجلة جامعة الانبار للعلوم الصرفة . المجلد السابع , العدد الثاني لسنة ٢٠١٣

[8] رغد حامد هلال, "دراسة اختباري الشد والكلال لمادة الايبوكسي و ومتراكباتها الهجينية" ،المجلة العراقية الاكاديمية ، العدد . ١٣ ، ٢٠١٣

[9] Alaa Abd Mohammed, "Investigation of Tensile and Impact of Composite Materials Reinforced with Natural Materials" , Eng . & Tech Journal. Vol. 33 , Patr (A) . No , 2015

[10] منشد حطاب المحمداوي, "دراسة السلوك الميكانيكي والحراري لمتراكبات هجينة من الياف الكاربون و الكفلر" ، رسالة ماجستير ، علوم تطبيقية، كلية الرشيد للهندسة والعلوم ، ٢٠٠٤

[11]Lawrance J.Broutman and Richard H.Krock,"Composite Materials ",Vol.2,(1974)

[12]D.Shailaja and M.Yaseen,"Journal of polymer Materials ,Vol.12,No.1,(1995)

[13] ASTM,"Annual Book of ASTM Standdare Section 8plastic ,printed in Easton ,MD,U.S.A,(1989

[14] M.A.Meyers and K.K.Chawla ,"Mechanical Behavior of Materials", prentice Hall ,(1999)