Effect Buried Soil On Mechanical and Physical Properties of (UP) Composites Flexture strength

H. J. Abd Al-Hussien
Applied science department, University of Technology/ Baghdad..
Email: hjabber82@gmail.com

Received on 25/5/2017 & Accepted on 12/10/2017

Abstract

In this study Composite made of natural fibers (Jute ,Reed, Fronds palm) and unsaturated polyester resin and another artificial (Glass fiber) is investigated in this study by means of soil burial for 4 months. The mechanical properties determine (tensile, Flexture strength ,Impact and Hardness) physical properties (water absorption and Biodegradability) before &after soil burial. Scanning electron microscope (SEM) analysis was conducted to visualize the effect of the quality of adhesion between the fibers and matrix. The soil burial investigation results revealed that natural fiber-polyester composites showed highest degradation percentage as compared to polyester resin and fiberglass. As the amount of degradation in mechanical properties (tensile, Flexture strength , Impact and Hardness) for Unsaturated polyester reinforced with Jute (JC) is equal to (56%) , (34%) , (54%) and (10%), respectively, As for Unsaturated polyester reinforced with Glass fiber (G.C) accounted for (16%), (19%),(25%), and (4.5%) respectively.

تأثير الطمر في التربة على الخصائص الميكانيكية والفيزيائية لمتراكبات البولي استر

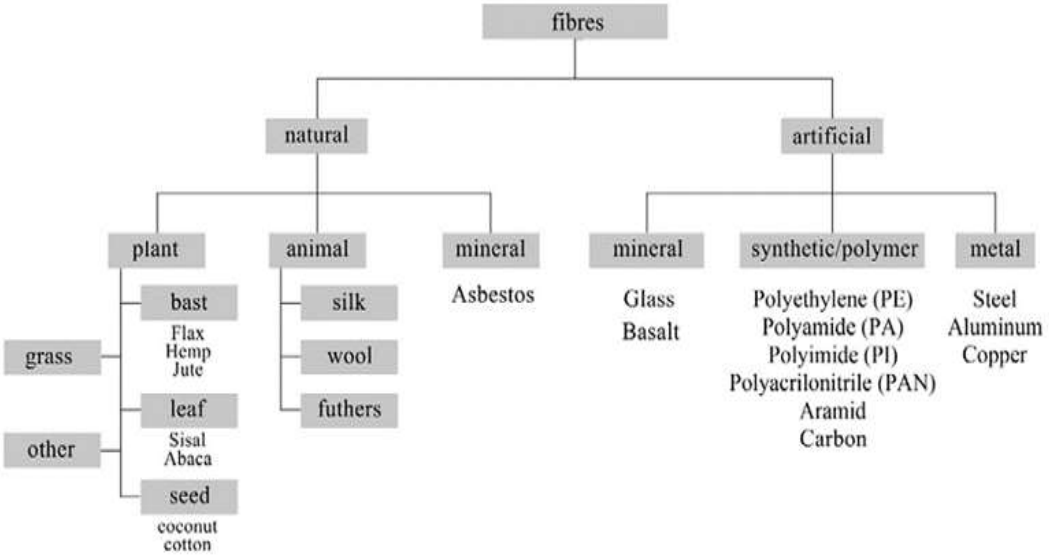
الخلاصة

في هذه الدراسة حضرت نوعين من المركبات الاولى من ألالياف الطبيعية (الجوت ،القصب وسعف النخيل) وراتنج البولي استر غير المشبع و الاخرى من الالياف الصناعية (الياف الزجاج) وراتنج البولي استر غير المشبع، ويتم التحقيق في هذه الدراسة عن طريق دفن في التربة لمدة 4 أشهر. حددت الخصائص الميكانيكية مثل (الشد، متانة الانحناء ،الصدمة والصلادة) والخصائص الفيزيائية (نسبة امتصاص الماء وقابلية التحلل) قبل وبعد دفن العينات في التربة كما اجري تحليل المجهر الإلكتروني (SEM) لتصوير تأثير جودة الالتصاق بين الألياف والبولي استر. كشفت نتائج التحقيق في دفن التربة أن المركبات البولي استر المقوى بالالياف الطبيعية أظهرت أعلى نسبة انحطاط بالمقارنة مع المركبات المقواة بالياف الزجاج و راتنج البولي استر لوحده، اذ بلغ مقدار التدهور في الخصائص الميكانيكية (الشد، متانة الانحناء ،الصدمة والصلادة) لمتراكبات البولي استر المقوى بالجوت (J.C) بنسبة (56%) و(34%) و(54%) و(10%) على التوالي ،اما المتراكبات البولي استر المقواة بالياف الزجاج (G.C) فبلغ مقدارها(16%) و(19%) و(25%) و(4.5%) على التوالي.

المقدمة:

بدأ الاهتمام في الاونة الاخيرة بمجال الالياف الطبيعية (natural fibers) والتركيز على البحوث التي تهتم في استخدام هذه الالياف لتقوية البوليمرات[1]. الألياف الطبيعية هي احدى المواد التي تحل محل المواد الاصطناعية وقد كان تطوير المواد المركبة من الألياف الطبيعية أو المركبات الصديقة للبيئة موضوعا ساخنا مؤخرا بسبب تزايد الوعي البيئي وجذبت انظار الباحثين لسببين الاول نظرا لما تتمتع به من خواص جيدة مثل خفة الوزن ،كثافة قليلة ،غيرسامة، مصادر متجددة ومنخفضة الكلفة [2]، اما السبب الاخر قابليتها للتحلل عضويا بحيث تتحلل في التربة بعد دفنها،اذ ان كل الاشياء المصممة من المواد المركبة لها عمر افتراضي وبعد انتهائه كانت هناك طريقتان تقليديتان للتخلص منها الاولى بوضعها في مدافن خاصة والثانية بحرقها في محارق خاصة وكلتا الطريقتان مسببة للتلوث ومكلفة ، وتستخدم مركبات الألياف الطبيعية في العديد من الصناعات مثل السيارات، والسلع الرياضية، البحرية، الكهربائية،البناء، والأجهزة المنزلية [3]. ومن المثير للاهتمام توجد أنواع متعددة من الألياف الطبيعية التي تتوفر بكثرة مثل الجوت ، النخيل ،القصب ، الموز،القمح، الكتان ، وجوز الهند ثبت أنها تكون جيدة وفعالة التعزيز للبوليمرات المتصلدة حراريا و غمد الألياف تتألف أساسا من السليلوز ، اللكنين والبكتين ومادة شبه سليلوزية (Hemi cellulose) [4]،الشكل التالي يبين تصنيف الالياف بصورة عامة [5].

2412-0758/University of Technology-Iraq, Baghdad, Iraq
This is an open access article under the CC BY 4.0 license http://creativecommons.org/licenses/by/4.



الشكل(1) تصنيف الالياف[5].

تناولت العديد من البحوث دراسات مختلفة للمتراكبات الطبيعية ففي سنة (2009) اجرى الباحث (A.A. Rashdi) وزملاؤه دراسة متانة الشد ونسبة امتصاص الرطوبة للبولي أستر غـــير المشبع المـــــدعم بـــألياف الكناف بعد طمرها في التربة ,أظهرت النتائج ان نسبة امتصاص الرطوبةازدادت مع زيادة نسبة الوزنية للألياف [6].

وفي عام (2013) حضر الباحث (Samivel) مادة متراكبة هجينة من البولي استرالمقواة بالياف الموز والكناف وتوصل الى ان مقاومتها لامتصاصية الماء كانت افضل من المادة المتراكبة المقواة بالياف الموز (غير هجين)[7].

واهتمت دراسة اخرى للباحث (Braga, R. A) وفريقه عام (2015) بالتقصي عن الخصائص الميكانيكية والحرارية للبولي استر المدعم بالياف الجوت والزجاج واستنتج ان متانة الشد والانحناء قد تحسنت ومقدار الامتصاصية للماء ازدادت بعد تدعيم النماذج بالياف الجوت [8]

اما الدراسة التي اجريت في عام (2017) للبـــاحث (V. K. Singh) و شركاؤه ناقشت تأثير التهجين بـــألياف الجوت ودقائق اللوز للايبوكسي المدعم بنسب وزنية مختلفة على متانة الصدمة والانحناء وتوصلوا الى ان افضل نسبة للتدعيم عند (15%) لالياف الجوت و(5%) دقائق اللوز [9] .

ويركز البحث الحالي امكانية تصنيع متراكبات من الالياف الطبيعية واستبدالها بالالياف الصناعية (الزجاج) ودراسة قابلية التحلل البيولوجي للمتراكبات الطبيعية بعد طمرها في التربة.

الجزء العملي

المواد المستعملة:

الياف التدعيم: تم استعمال نوعين من الالياف النوع الاول الالياف الصناعية متمثلة بألياف الزجاج من نوع (E - glass) ، والنوع الاخر هوألالياف الطبيعية وتشمل الجـوت احد اهم الألياف الطبيعية المستخدمة في العديد من الصناعات،سعف النخيل يتوفر بكثرة في العراق (نظرا لكثرة النخيل) يتم اختيار سعف جيد وبعدها يجفف لمده (3) أيام تحت أشعة الشمس اما القصب فهذا النوع من االألياف موجود بكثرة في الأهوار ،يقطع القصب وبعدها يغسل بالماء لأزالة الأوساخ والطين ومن ثم يجفف في الفرن بدرجة حرارة (90^oC).الجدول (1) يوضح الخصائص الميكانيكية للالياف المستعملة في البحث.

الراتنج : راتنج البولي استرغير المشبع المستعمل بالدراسة الحالية يكون على هيئة سائل شفاف متصلد حرارياً، كثافته ($1.35g/cm^3$) وهذا الراتنج قابل للمعالجة الى الحالة الصلبة بعد ان يضاف اليه مُصلده من نوع بيروكسيد اثيل مثيل كيتون وبنسبة (2 wt%) ليتحول الى مادة صلبة بدرجة حرارة الغرفة،تم تحضير المصبوبات بطريقة الصب اليدوي (Hand-layout) وبنسبة وزنية ثابتة لالياف التدعيم (10 wt%) ،خلط البولي استر مع مصلده لمدة (10-8) دقائق لضمان تجانسه وبعدها قطعت الالياف الى قطع متساوية ووضعت داخل القالب وسكب عليها البولي استربصورة منتظمة وتترك المصبوبات (24) ساعة لتتصلب وبعدها تقطع النماذج للاختبارات.

الجدول (1) الخصائص الميكانيكية للالياف المستعملة في البحث

Fiber type	Density (g/cm^3)	Young's modulus (GPa)	Tensile Strength (MPa)	Elongation at break (%)
E-glass	2.5	70	2000-2500	2.5-3
Jute	1.3-1.46	10-30	393-800	1.5-1.8
Reed	1-1.8	3.7-8	140-200	0.9-1.4
Plam	0.9-1.2	2.5-5.4	125-180	0.6-1.2

الفحوصات:

1. الاختبارات الميكانيكية : قطعت النماذج حسب المواصفات القياسية ويجرى عليها اختبار متانة الشد وفق المواصفة ASTM-D638M) واختبار متانة الانحناء وتحسب وفق المعادلة (1) والمواصفة (ASTM-D790) ومتانة الصدمة وتحسب وفق المعادلة (2) والمواصفة (ISO-179) والصلادة نوع شور(Shore- D)(ASTM-D2240) ، جميع عينات البحث دفنوا في تربة الحديقة لمدة (16) أسبوعا وبعد كل شهر يتم سحب العينات بعناية وغسلها بالماء المقطروتجفيفها عند درجة حرارة (50 ^oC) لمدة (4) ساعات ثم يتم الاحتفاظ بها في الغرفة درجة الحرارة لمدة (24) ساعة. لأجل تحديد سلوك العينات في البيئة،تحسب متانة الانحناء (F.S) (N/mm^2) وفق المعادلةالآتية:

$$F.S=3PL/2bd^2 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (1)$$

اذ ان:

P: أقصى حمل تتحمله العينة (N).

L: البعد بين نقطتي التحميل (mm).

b: عرض العينة (mm).

d: سمك العينة (mm).

اما متانة الصدمة فتحسب من العلاقة الآتية :

$$I.S = U/A \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (2)$$

اذ ان :

I.S = متانة الصدمة وتقاس بـ (KJ/m^2).

U = طاقة الكسر (KJ).

A = مساحة المقطع (m^2).

2. اختبار امتصاصية الماء: نماذج الامتصاصية، وهي بأبعاد mm(10*10) وفق المواصفة (ASTM-D570) تم غمرها في الماء وذلك بعد ان تحسب كتلتها قبل الغمر بوساطة الميزان الالكتروني الحساس، وبعد مرور (10) ايام على الغمر تستخرج النماذج وتجفف وتحسب كتلتها بالميزان الحساس وتكررهذه العملية لمدة اربعة اشهر، تحسب النسبة المئوية للتغير في الكتلة للنماذج المغمورة في الماء من المعادلة التالية:

$$\text{Water Absorption}= \frac{M_2 - M_1}{M_1} \times 100 \ \% \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (3)$$

اذ ان:

M_1: كتلة العينة قبل الغمر (g).

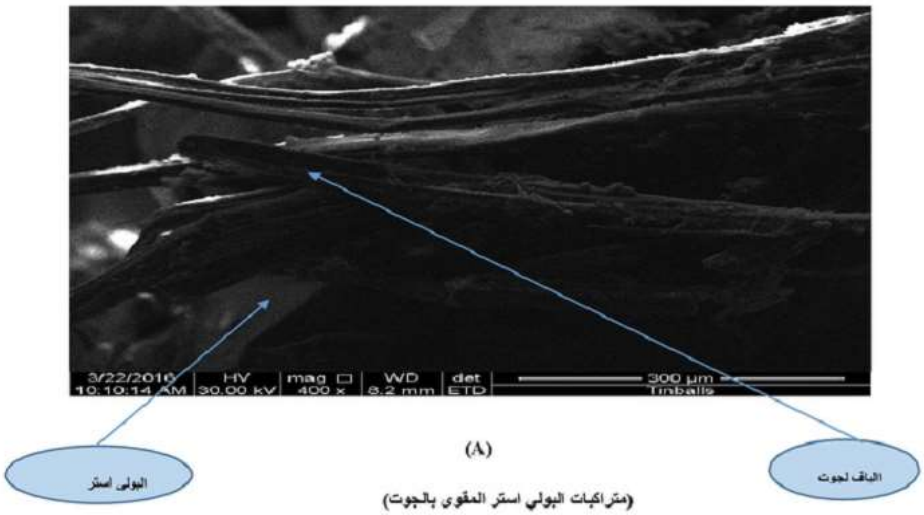
M_2: كتلة العينة بعد الغمر (g).

3. اختبارتحلل المتراكبات بعد الطمر في التربة: السليلوز لديه ميل إلى التحلل عندما يدفن في التربة التي مستوى الرطوبة لا تقل عن 25٪ (تسقى بالماء كل يومين) . طمرت النماذج في تربة الحديقة بعمق قدم واحد وبعد (10) ايام تسحب النماذج بعناية من التربة وتنظف من الطين بغسلها بالماء المقطر وتجفف بفرن (50 ^oC) وتترك (24) ساعة ويتم وزنها بالميزان الحساس ،قابلية التحلل تحسب من تغير وزن النماذج قبل وبعد طمرها في التربة باستعمال المعادلة (3) المذكورة انفا.

النتائج والمناقشة

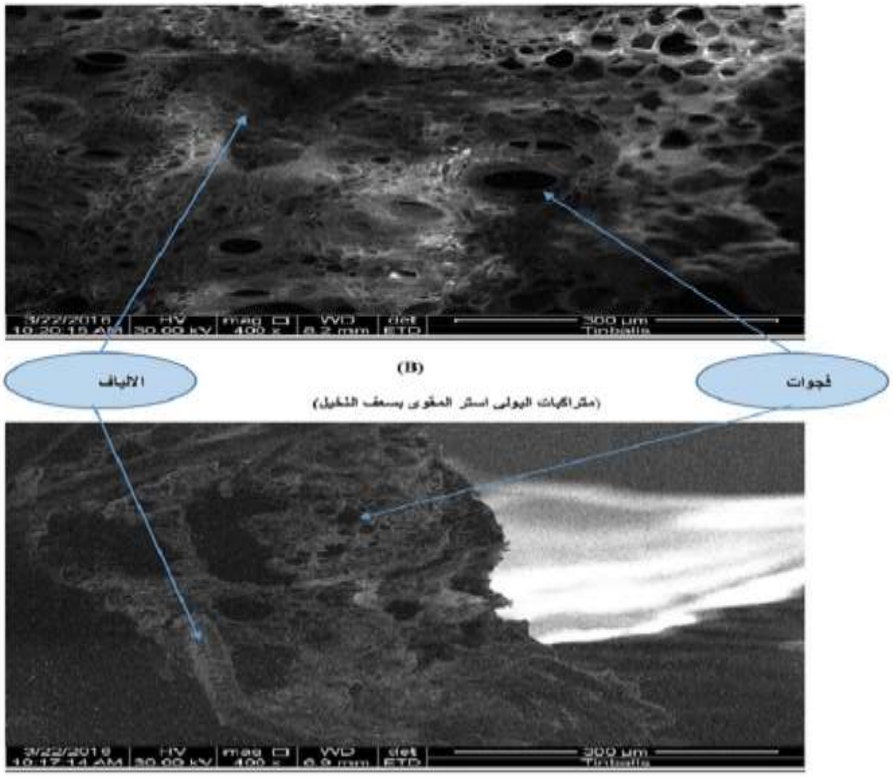
1- تحليل المجهر الالكتروني الماسح(SEM): صور (SEM)هي وسيلة عملية لتأكيد التصاق بين الألياف والمادة الاساس وان أسطح الكسر تكشف ما إذا كانت حزم الألياف مشربة فعلا بالمادة الاساس أم لا. الشكل (2) يبين صورة مجهرية لسطح عينات الصدمة للمتراكبات المدعمة بالالياف الطبيعية والصناعية والبولي استر ومنها نلاحظ تأثير التدعيم على طبيعة نمو الفجوات والشقوق خلال المادة، ولمعرفة طبوغرافية السطح للنماذج لاحظنا طبيعة تركيب كل أنموذج من نماذج المتراكبات البوليمرية المدعمة وغير المدعمة. من ملاحظة الصور المجهرية في الاشكال(B,C) نستنتج أن الترابط السطوح بين ألياف (السعف النخيل و القصب) والبولي استر غير المشبع ليست جيدة مع التصاق منخفضة لوجود فجوات بينهما. اما الشكل (A،

D) نلاحظ أن الألياف تم سحبها من البولي استر بدلا من كسر وهذا يدل على الترابط البيني الجيد والالتصاق العالي بين الألياف (الجوت والزجاج) والمادةالاساس لامتلاك هذه الألياف قابلية عالية على الامتصاص مما ادى الى حصول تشابك ميكانيكي أوترابط الكيميائي بين الألياف والبولي استر.



(A)

(متراكبات البولي استر المقوى بالجوت)

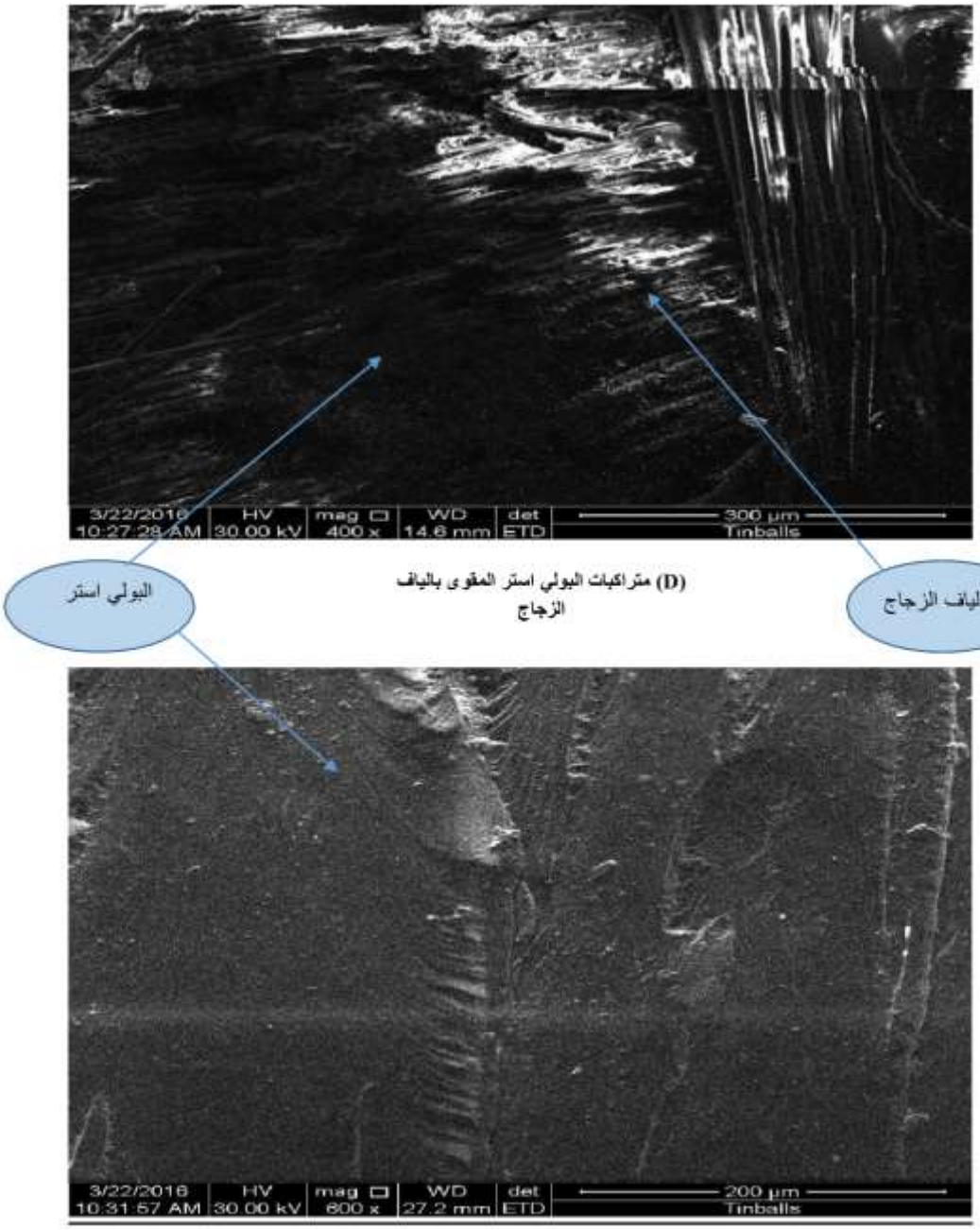


(B)

(متراكبات البولي استر المقوى بسعف النخيل)

(C)

(متراكبات البولي استر المقوى بالقصب)



(D) متراكبات البولي استر المقوى بالياف الزجاج

(E) البولي استر غير المشبع

الشكل (2) صورة مجهرية بواسطة (SEM) للنماذج (A,B,C,D,E) بعد اختبارالصدمة .

2- الاختبارات الميكانيكية:

من ملاحظة الجدول (2) الذي يبين نتائج متانة الشد ومتانة الانحناء ومتانة الصدمة والصلادة لنماذج البولي استر قبل وبعد التدعيم بالالياف الطبيعية والياف الزجاج نتوصل الى ان متانة شّد (Tensile Strength) قد تحسنت بعد التدعيم بالالياف الطبيعية وان اعلى متانة شد كانت لبولي استر المدعم بالياف الجوت (J.C) حيث بلغت قيمتها ($28.3\ N/mm^2$) ويعود السبب في ذلك لتحمل الياف الجوت الجزء الاكبرمن الاجهاد الخارجي المسلط على المادة المتراكبة،وبالنسبة لمتانة الانحناء للبولي استرتبلغ (45.09MPa) وازدادت هذه القيمة بعد تدعيمها بالياف الجوت لتصبح (114.81 MPa) فمن مميزات المواد المتراكبة عن غيرها باحتوائها على ثلاث مناطق هي المنطقة الاساس ومنطقة التدعيم والمنطقة البينية، وتتغير الخواص الميكانيكية للمتراكبات تبعا لتأثير كل منطقة اذ تعد هذه المناطق هي المسؤولة عن أنتقال الاجهاد ومواد التدعيم في المتراكبات البوليمرية عادة لا تتحمل معظم تأثير الاجهادات الخارجية وذلك لأن المادة البوليمرية (المادة الاساس) تقوم بنقل الاجهادات إلى مواد التدعيم

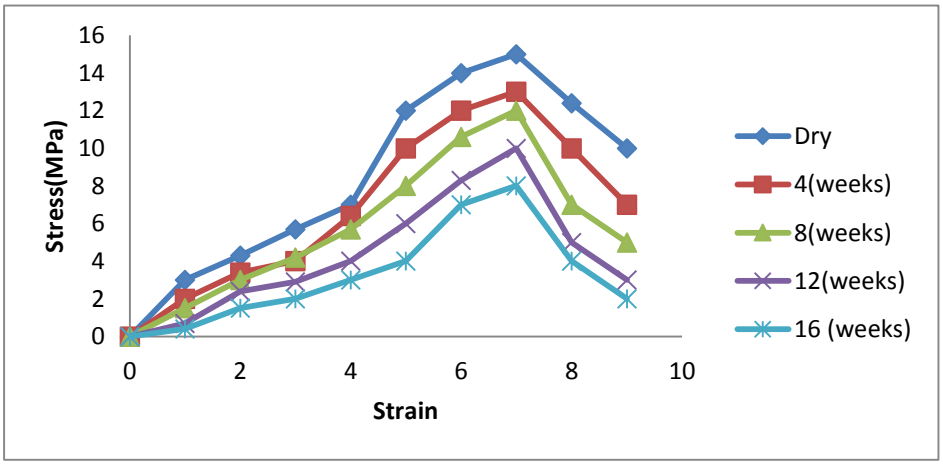
عبر السطوح البينية وهذا ما بينه الباحث (Yiband) [10]، ومن ملاحظة الجدول (2) يتبين لنا ان متانة الصدمة للبولي استر قد ازدادت بعد تدعيمها بالالياف وان اعلى مقاومة صدمة كان للبولي استر المدعم بالياف الجوت ($7.4\ KJ/m^2$) ويعزى السبب في ذلك لقابلية الياف الجوت على امتصاص مقدار كبير من الطاقة قبل حصول الكسر[8].اما اختبار الصلادة يتبين لنا ان صلادة المادة المركبة المدعمة بالياف الزجاج اعلى من المادة المركبة المدعمة في القصب ومن بقية النماذج والسبب في ذلك لان الياف الزجاج جساءتها عالية .

الجدول (2) نتائج الاختبارات الميكانيكية

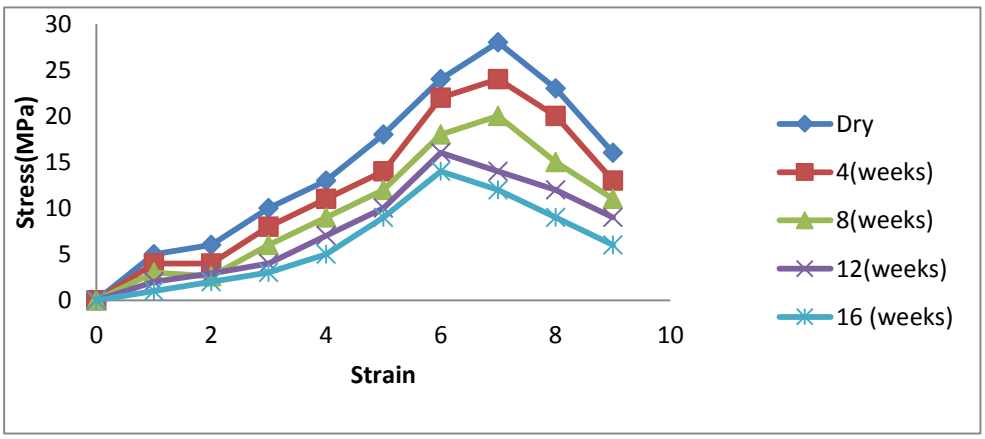
sample	Tensile Strength (MPa)	Flexural Strength (MPa)	Bending Strength (KJ/m^2)	Hardness
UP	**15. 26**	**45.09**	**3.84**	80.39
J.C	**28.33**	**114.81**	**8.05**	86.67
G.C	**27.61**	**100.68**	**6.91**	81.06
R.C	**17.49**	**87.52**	**6.43**	84.15
P.C	**18.4**	**90.72**	**6.22**	76.41

3- تأثير الطمر في التربة على الخصائص الميكانيكية:

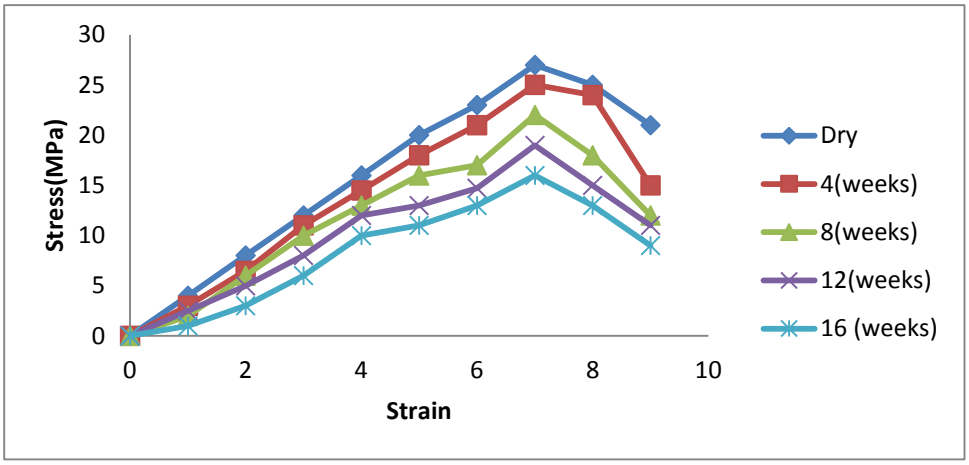
تم دفن العينات لمدة تصل إلى 16 أسبوعا في التربة من أجل دراسة تأثير هذه الحالة البيئية على الخصائص الميكانيكية للعينات. يتم رسم قيم متانة الشد ضد التدهورالوقت (أسابيع) ويظهر في الشكل(8) أن جميع العينات انخفضت ببطء بعد 16أسبوع من الطمرفي التربة بسبب ان الالياف الطبيعية لها قابلية للتحلل نتيجة لاحتوائها على السليلوز، السليلوزلديه ميل قوي لتتحلل عندما يدفن في التربة علاوة على ذلك ان المياه تخترق من حواف القطع وبالتالي الالياف تمتص الماء في غضون بضع دقائق [11]. ولكن عينة (G.C) احتفظت بمتانة شدها أكثر من العينات الأخرى ، لان مركبات الزجاجية على أساس (E-glass) هي مقاومة للماء (strongly hydrophobic) وبالتالي صد المياه أبقى الكثير من نزاهتها خلال الطمر في التربة.



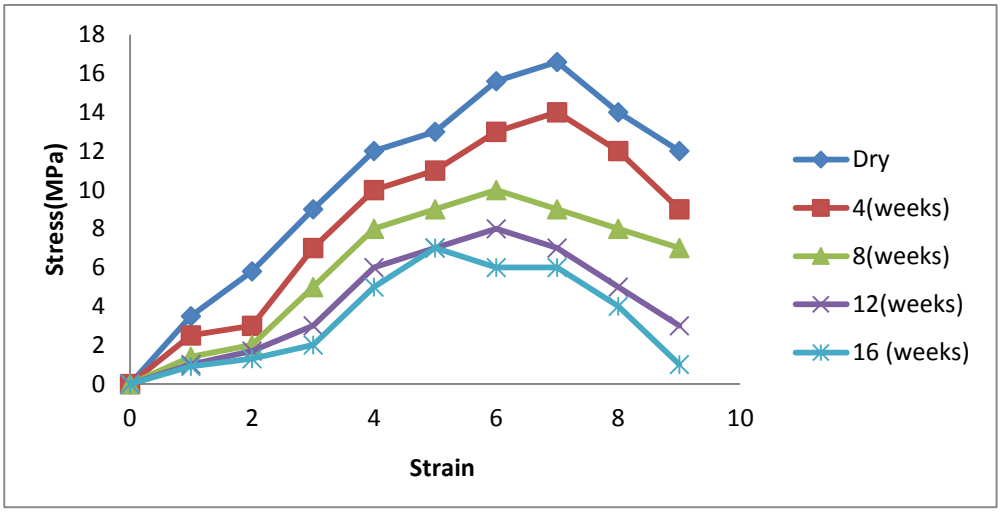
الشكل (3) العلاقة بين الاجهاد- الانفعال للنماذج (UP) قبل وبعد الطمر (اربعة اشهر).



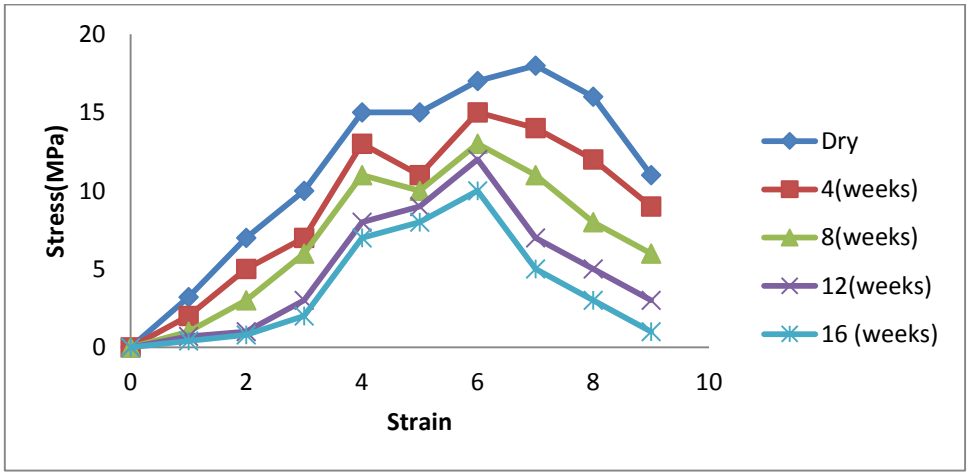
الشكل (4) العلاقة بين الاجهاد- الانفعال للنماذج (J.C) قبل وبعد الطمر (اربعة



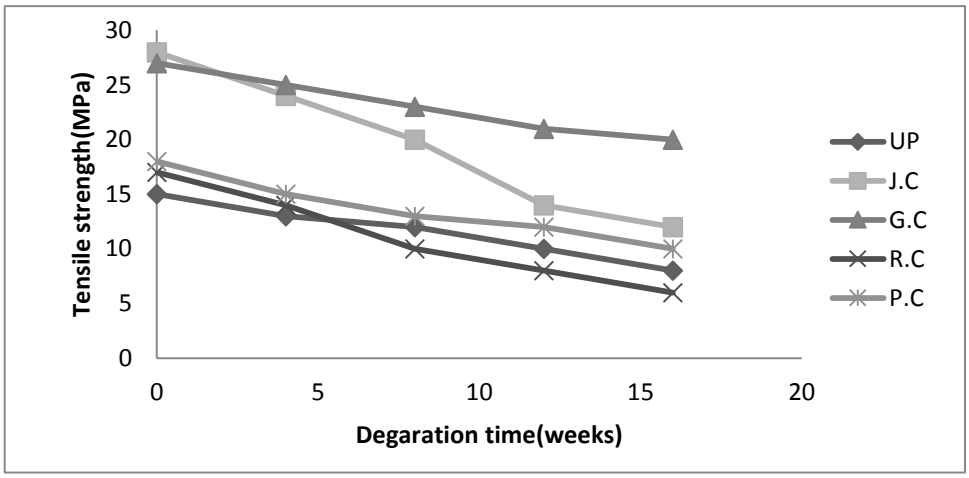
الشكل (5) العلاقة بين الاجهاد- الانفعال للنماذج (G.C) قبل وبعد الطمر (اربعة اشهر).



الشكل (6) العلاقة بين الاجهاد- الانفعال للنماذج (R.C) قبل وبعد الطمر (اربعة اشهر).

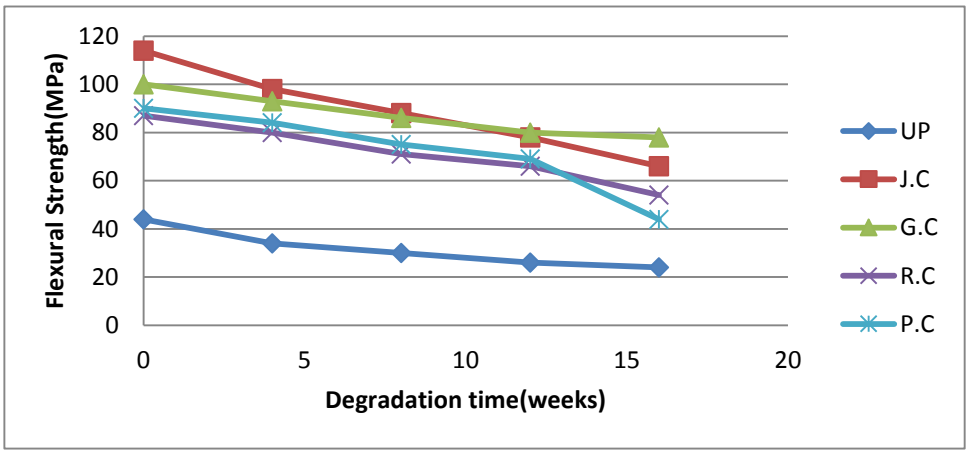


الشكل (7) العلاقة بين الاجهاد- الانفعال للنماذج (P.C) قبل وبعد الطمر (اربعة اشهر).



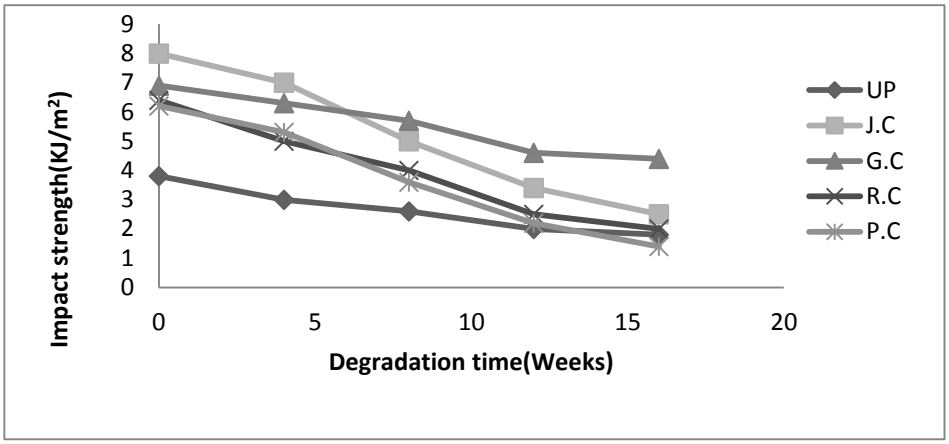
الشكل (8) العلاقة بين متانة الشد ـ زمن الطمر للنماذج.

اما متانة الانحناء بعدالطمر يحصل نقصان في قيم متانة الانحناء مع زيادة زمن الطمر كما هو موضح في الشكل (9) بعد 4 أسابيع من الدفن في التربة،فان مركبات الالياف الطبيعية تنخفض بشكل ملحوظ ولكن مركبات (E-glass) أظهرت تغيير طفيف وكلما ازداد زمن الطمر نلاحظ حصول تدهور في متانة الانحناء لمركبات الالياف الطبيعية مقارنة بالانخفاض الطفيف لمركبات الياف الزجاج ويعزى السبب في ذلك الى التركيب الكيمياوي للالياف الطبيعية التي تمتلك نسبة عالية من السليلوز واللكنين والتي تجعل الالياف مادة ماصة للماء والتي تولد فجوات صغيرة مابين الليف والبولي استر وان وجود هذه الفجوات يمنع انتقال الحمل المسلط بصورة كلية من المادة الاساس الى الليف وهذا يتفق مع الباحث (Sergio .M)[12].

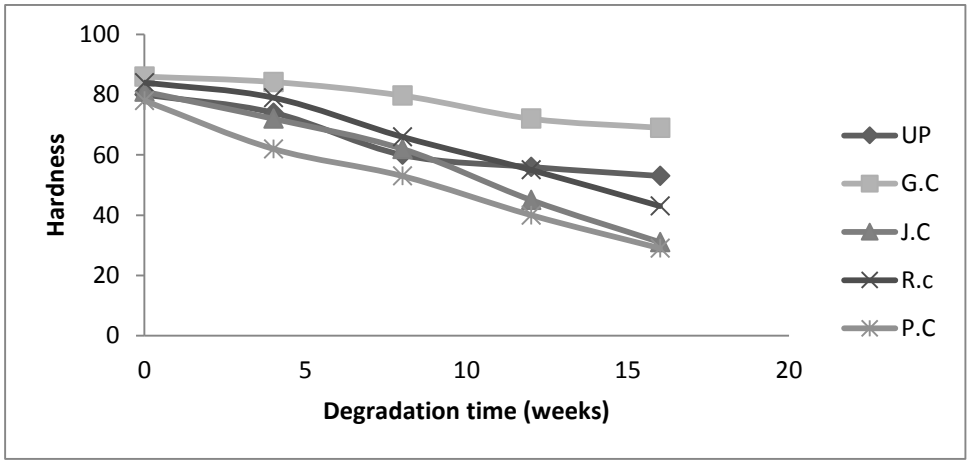


الشكل (9) العلاقة بين متانة الانحناء ـ زمن الطمر للنماذج

نلاحظ من الشكل (10) حصول انخفاض في قيم متانة الصدمة عند طمر النماذج في التربة لمدة 8 اسابيع اذ انخفضت متانة الصدمة بنسبة (24%) لعينات (J.C) مقارنة بالانموذج (G.C) اذ كان مقدار الانخفاض بنسبة (6%) وبعد 16 اسبوع ازداد الانخفاض في قيم متانة الصدمة ويمكن ان نفسر ذلك ان قابلية الالياف على امتصاص الماء ادى الى ضعف الترابط بين الليف والمادة الاساس (البولي استر) والذي تضمنت حصول بداية الشق ثم نموه في المادة الاساس وحدوث كسرللالياف وانسحاب (Pullout) وانفصال وتمزق [13]. اما تأثير الطمر في التربة على الصلادة فان جميع النماذج قد ابدت انخفاضاً ملحوظاً في قيم الصلادة بعد 16 اسبوع كما هو موضح في الشكل (11). والسبب في ذلك يعود الى تغلغل الماء الى منطقة السطح البيني (منطقة ترابط الليف مع المادة الاساس) ويؤدي الى تحللها وانفصالها عن بعضها البعض وهذا بدوره يعمل على زيادة المسامية (Porosities) وبذلك يزداد امتصاص المادة للماءوالذي يعمل الاخير على زيادة ليونة المادة ، اذ يؤدي انتشار الماء خلال المواد الى تكسر الاواصربين السلاسل البوليمرية وظهور الفقاعات التي تعد من ظواهر التشوه في الانموذج [14] ويمكن ملاحظته في الشكل (12)



الشكل (10) العلاقة بين متانة الصدمةـ زمن الطمر للنماذج

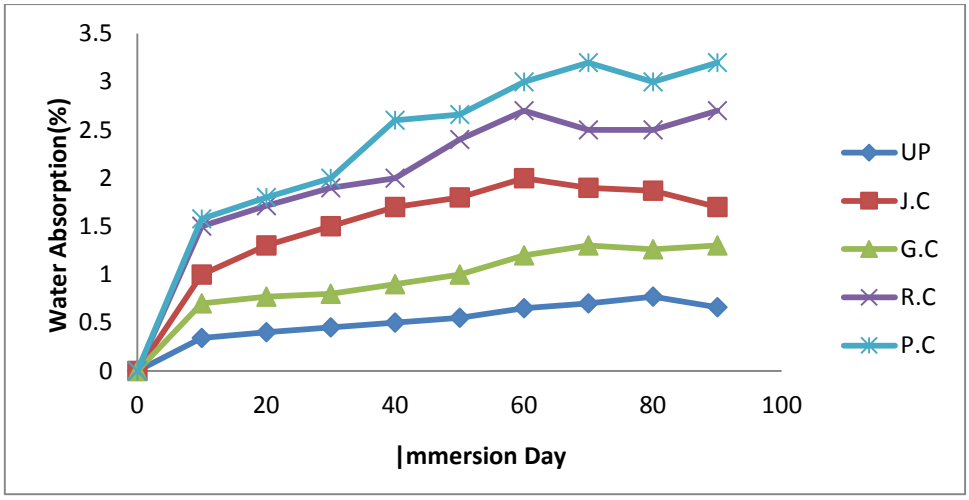


الشكل (11) العلاقة بين الصلادة ـ زمن الطمر للنماذج

الشكل (12) صورة فوتوغرافية للنماذج (A,B,C,D,E) بعد الطمر في التربة لمدة 16 اسبوع .

- إختبار إمتصاصية الماء :

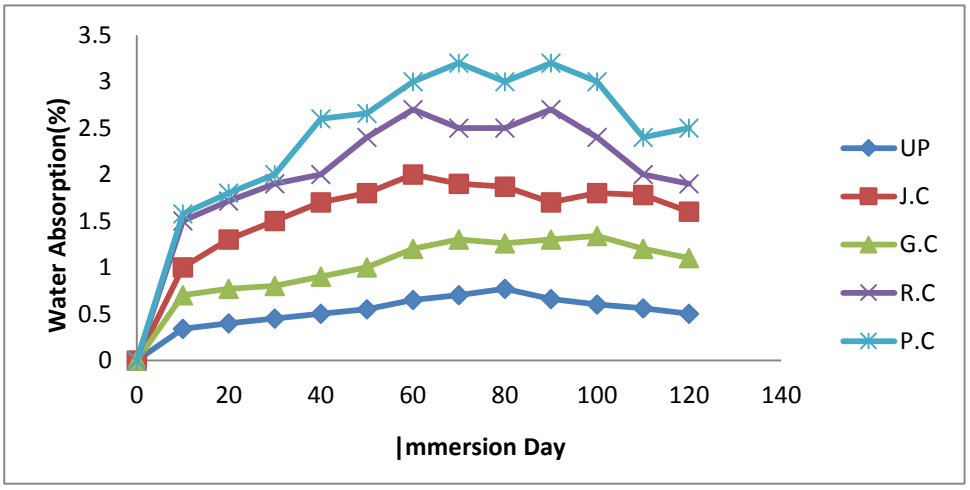
الشكل (13) يمثل العلاقة بين نسبة الامتصاصية للماء مقابل زمن الغمر ولجميع نماذج البحث يتبين انه بزيادة زمن الغمر يزداد الربح بالوزن وهذه الزيادة تكون متوسطة الى ان تصل النماذج الى حد الاشباع وبعدها يحصل انحدار بالوزن ،وان نسبة الامتصاصية للمتراكبات المدعمة بالياف الطبيعية (R.C,P.C,J.C) اعلى من (UP) و(G.C) والسبب في ذلك يعود الى وجود نسبة عالية من مجاميع الهيدروكسيل (OH-Group) المرتبطة هيدروجينا بجزيئات السليلوز واللكنين والتي تجعل الالياف الطبيعية مادة ماصة للماء (Hydrophilic) [15] .



الشكل (13) العلاقة بين نسبةالامتصاصية ـ زمن الغمر للنماذج

5- قابلية التحلل Biodegradability:

ونتائجها موضحة في الشكل (14) الذي يوضح معدل التحلل لنماذج البحث مع زمن الطمر وان الانتشار يحصل بشكل تام للنماذج وبعد 60 يوم تبداء النماذج بالتحلل ويزداد بزيادة زمن الطمر، ونلاحظ ان نسبته اعلى في المتراكبات الطبيعية مقارنة مع البولي استر والمتراكبات المدعمة بالياف الزجاج اذ ازداد معدل التحلل للمتراكبات الطبيعية بنسبة (10%) مقارنة مع البولي استر والنموذج (G.C) وهذه الزيادة تشير الى ان الالياف الطبيعية مفضلة وتسرع من عملية التحلل للمتراكبات البوليمرية، ويعزى السبب في ذلك الى ان طمر النماذج في التربة يجعلها معرضة لتجمعات ميكروبية طبيعية المتضمنة البكتريا والفطريات وان وجود هذه التجمعات في التربة تعمل على تحلل النماذج [16].



الشكل (14) العلاقة بين معدل التحلل – زمن الطر للنماذج

الاستنتاجات

- أظهرت النتائج التحليلية باستعمال تقنية المجهر الالكتروني الماسح (SEM) التصاق عالي وسطح بيني جيد لمتراكبات الجوت والزجاج لامتلاك هذه الألياف قابلية عالية على الامتصاص مما ادى الى حصول تشابك ميكانيكي بين الألياف والبولي استر.

- اظهرت المتراكبات المدعمة بالياف الجوت متانة ميكانيكية عالية مقارنة بمتراكبات الزجاج والمتراكبات الطبيعية الاخرى.
- بعد اختبار الطمرفي التربة حصل تدهور في الخصائص الميكانيكية للمتراكبات الطبيعية ويعزى السبب في ذلك الى التركيب الكيمياوي للالياف الطبيعية التي تمتلك نسبة عالية من السليلوز واللكنين والتي تجعل الالياف مادة ماصة للماء ،وعلى العكس من ذلك فإن متراكبات الزجاج حافظت على الكثير من خصائصها الميكانيكية .
- قابلية التحلل ونسبة امتصاص الماء يزداد مقدارهما بزيادة زمن الطمر ،و نسبة امتصاص الماء وقابلية التحلل عالية للمتراكبات الطبيعية مقارنة بالبولي استر ومتراكبات الياف الزجاج والسبب في ذلك يعود الى وجود نسبة عالية من مجاميع الهيدروكسيل المرتبطة هيدروجينا بجزيئات السليلوز واللكنين والتي تجعل الالياف الطبيعية مادة ماصة للماء

References

[1]-A. M. Hashim, J. K. Oleiwi," Tensile Properties Distribution of Coir Natural Fiber Using Weibull Statistics", Eng. &Tech.Journal,vol(34), No.6, pp1080-1087 2016 .

[2]-A. A. Mohammed, "Investigation of Tensile and Impact of Composite Materials Reinforced with Natural Materials", Eng. &Tech.Journal,vol(33) , No.4 pp919-933,2015 .

[3]- J.M. Francis & B. T. Varughese. ," Effect of chemical modification on properties of hybrid fibe biocomposites.Composites," Applied Science and Manufacturing r, pp 352-363,2008.

[4]- M. J. John, and R. D. Anandjiwala, "Recent developments in chemical modification and characterization of natural fiber-reinfoced composites", Polymer composites, Wiley InterScince, pp.187-207,2008.

[5]- T. S.Munawar , "Natural fiber-reinforced polymer composites", Proceedings-Pakistan Academy of Sciences, 44(2), p. 134, 2007.

[6]-.A.A. Rashdi, S.M. Sapuan , M.M.H.M. Ahmad and A. Khalina," Water absorption and tensile properties of soil buried kenaf fibre reinforced unsaturated polyester composites (KFRUPC)", Journal of Applies, pp342-359,2009.

[7]- P.Samivel," Mechanical Behavior of Stacking Sequence in Kenaf and Bananafiber Reinforced-Polyester Lami-nate,". IJSSIR, 2,2013.

[8]-B.A. Silva, R. S.,Magalhaes.," Comparative analysis of the mechanical and thermal properties of polyester hybrid composites reinforced by jute and glass fiber', Journal of Engineering Research and Applications, pp.113-118, 2015.

[9]-V. K. Singh,,,P. Negi,and A. Bisht,"Characterization of Flexural andImpact Strength of Jute/Almond Hybrid Biocomposite", Journal of Testing and Evaluation, 2017.

[10]-A. Bismarck ," Surface characterization of flax, hemp and cellulose fibers; Surface properties and the water uptake behavior Polymer Composites, Composites Science and Technology 23, pp 872-894,2004.

[11]-Y., H. Cand, "Dynamic Elastic Modulus Measurement in Materials," Journal of Adhesion, Vol. 8, No. 2, 1976.

[12]-M. A. Khan, C. Kopp and G. Hinrichsen, "Effect of Vinyl and Silicon Monomer on Mechanical and Degradation Properties of Bio-Degradable Jute-Biopol Composite," Journal of Reinforced Plastics and Composites, Vol. 20, No. 16, pp. 1414-1429, 2001.

[13]-S. N. Monteriro, P. D. Lopes and M. dAlmeida, "Mechanical Strength of Polyester Matrix Composites Reinforced with Coconut Fiber Wastes", Revita Materia, v. 10, n. 4, pp. 571-576, 2005.

[14]- G. N. Herrmann," Natural and man-made cellulose fibre-reinforced poly (lacticacid) (PLA) composites mechanical characteristics and application areas Composites", Applied Science and Manufacturing, pp 810-821,2009.

[15]-H. U. Zaman ," Production and Properties of Short Jute and Short E-Glass Fiber Reinforced Polypropylene-Based Composites", Open Journal of Composite Materials, 2,pp 40-47,2012,

[16]- A. A. Kafi, M. Z. Abedin, M. D. H. Beg and M. A. Khan, "Study on the Mechanical Properties of Jute/Glass Fiber-Reinforced Unsaturated Polyester Hy-brid Composite: Effect of Surface Modification by Ultra-violet Radiation," Journal of Reinforced Plastics and Composites, Vol. 25, No. 6, pp. 575-588, 2006..

[17]- V.A. Alvarez, R.A. Ruseckaite and A. Va´zquez.. Degradation of sisal fibre/Mater Bi-Y biocomposites buried in soil. Polymer Degradation and Stability, pp3156-3162,2006.

هدى جبار عبد الحسين حاصلة على شهادة البكالوريوس فرع المواد - قسم العلوم التطبيقية - الجامعة التكنولوجية عام 2004, حاصلة على شهادة الماجستيرعام 2008فرع علم المواد - قسم العلوم التطبيقية - الجامعة التكنولوجية ، ومستمرة في العمل في الجامعة التكنولوجية - قسم العلوم التطبيقية- فرع علم المواد