استعمال المادة السيلانية لتحسين خصائص خشب المخلفات الزراعية البلاستيكي المستخدم في الهياكل الإنشائية

رولا عبد الخضر عباس* رقية فلاح حمادة* عبد الحميد رحيم مهدي**

*الجامعة التكنولوجية / قسم العلوم التطبيقية

**جامعة بغداد / كلية التربية ابن الهيثم – قسم الفيزياء

بغداد– العراق

الخلاصة

تمت في هذه الدراسة الاستفادة من مخلفات الحقول الزراعية قش الأرز لإنتاج الخشب البلاستيكي الذي يستخدم في العديد من التطبيقات بسب خلو البيئة العراقية من الأنواع الجيدة للخشب. حضرت متراكبات الخشب البلاستيكي من مادة البولي بروبيلين المقواة بدقائق قش الأرز بحجم دقائق 300µm< وكسر وزني 40% مع إضافة عوامل تحسين النوعية ومن ضمنها المادة الرابطة السيلانية . أتضح من هذه الدراسة إن معاملة دقائق قش الأرز بالمادة الرابطة السيلانية بنسب تتراوح ما بين 0.1– 2% قد أبدت للمتراكبات الحاوية على المادة السيلانية تحسناً لمقاومة زحف الثنى مما أدى إلى انخفاض انفعال زحف الثني ونقيضاً لذلك تؤثر المادة السيلانية بأن تزداد قيمة معامل زحف الثني ، ومع زيادة نسبة المادة الرابطة السيلانية أيضا تقل طاقة زحف الثني وهذا يعود إلى زيادة الترابط بين المادة الأساس ومادة التدعيم وهذا بدوره أيضا يؤدي إلى زيادة متانة الانعطاف بالمقارنة للمتراكبات الخالية من المادة الرابطة السيلانية.

الكلمات المفتاحية :المادة السيلانية، تحسين، مخلفات زراعية و هياكل إنشائية.

Using of Silane Material to Improve the Plastic Agricultural Waste Wood Applied in the Construction Structures

Rola Abdul Al Khader Abbass* Ruqaya Falah Hamada*

Abdul Hameed Raheem Mahdi**

*University of Technology / Department of Applied Science

**University of Baghdad / College of Education, Ibn Al-haytham – Department of Physics

Baghdad-Iraq

E_mail: abass71rolai@yaho.com

Abstract

This study is to take advantage of residues of agricultural fields Rice straw for the production of the plastic wood which was used in many applications because of the lack of good varieties of wood in Iraq environment, prepared composites of wood of polypropylene reinforced with fine Rice straw with size of particle >300µm and fraction of weight 40% and addition improving quality factors were preparal including the particles Silane coupling agents .It became clear from this study that the treatment of Rice strawthe particles with Silane coupling agent at a ratio ranging between %2 -0.1have indicated improvement of resistance to Flexural creep which led to bending resistance of the compounds material to Flexural creep strain% and this inturn led to an increase of the value of bending modulus Flexural Creep Modulus .The increase in the proportion of material containing Silane decreased flexural creep strain energy and this due to the increase the bonding between the base material and material consolidation and that inturn also led to increase flexural strength(F.S)compared with composite non treatment with Silane coupling agents.

Key Words: Silane, Improve, Agricultural Waste and Construction Structures.

المقدمة

تتيح الأخشاب بقائمة استعمالاتها الطويلة من واقع قدرتها كمواد خام طبيعية فريدة على التجديد المستمر، خصوصاً أن الحديد والبترول تعتبر من المواد المستنفذة وبالتالي من المتوقع لها أن تختفي من الطبيعة في ظل الزيادة في الكثافة السكانية المستمرة وبمرور السنين، وبصفة عامة فأن القدرة المعيشية للفرد تتناسب طردياً مع مقدرة استهلاكه لبعض الأنواع من الأخشاب الجيدة بأي صورة من الصور ألمعروفه (حسن، 1981) حيث كثير ماشوهد استعمال الخشب في عمليات البناء منذ العصور السحيقة كمواد إنشائية بنيت منها أعظم العجائب المعمارية في العالم ، هذا فضلاً عن مجالات كثيرة لكونها من المواد الخفيفة الوزن التي تتمتع بخصائص ميكانيكية جيدة والتي يمكن أن تبقى بكفاية عالية أذا ماتمت المحافظة عليها بشكل دوري .ومن جانب ثان ، تشير الدراسات الخاصة بالمواد الخشبية أن تمدد الخشب وانكماشه ضمن نطاق التغيرات المناخية علاوة على مهاجمة الفطريات والحشرات والقوارض لها هي المصادر الرئيسة لفشلها بالتطبيقات العلمية (قصير، 1990) (عطية، 2008). وللتغلب على هذه العيوب المتأصلة في الخشب والتخفيف من حدة هذه التأثيرات المناوئة وجد العلماء والباحثين طريقة للتغلب على هذه العقبات بالتوجه إلى استغلال بقايا المحاصيل الزراعية والتخلص منها بطريقة علمية مفيدة لتنمية صناعة الأخشاب التي أصبح لها أثر قوي في زيادة رفاهية الإنسان على نطاق العالم والأخذ بالتزايد يومياً بعد أخر باللجوءإلى تقنية المواد المتراكبة والتي تضمن أثنين من الصناعات لا علاقة بينهما تاريخياً وهما صناعة البلاستك وصناعة الغابات ممأدى إلى تخليق مواد جديدة تدعى بـ الخشب البلاستيكي من حيث امتلاكها مجموعة من الخواص المرغوبة في أن واحد والتي لايمكن الحصول عليها في أية مادة أخرى ومن ناحية أخرى فأن هذه الخواص تساهم في رفع قيمة المنتج من الخشب البلاستيكي بل وتفضيله في المجالات العلمية على الخشب الطبيعي.

من الدلائل التي تذكر في تأثير المادة الرابطة السيلانية على ممانعة الزحف لمتراكبة خشب المخلفات الزراعية البلاستيكي تحت حمل ثلاثي الركيزة في مجال ما أمكن تحقيقه لايكون بالمستوى المطلوب أذا لم تتوفر التوافقية بين المادة البوليمرية ومادة التدعيم حيث يعتبر الخشب من المواد القطبية بينما البوليمر من المواد غير القطبية، مما يعني ضعف قابلية الهيدروفيلك القطبي (Polar–hydrophilic) لنشارة الخشب الارتباط الهايدروفيلك غير القطبي للبوليمر بعملية التلاصق.وعلى هذا الأساس قام العديد من الباحثين بالتطرق في دراساتهم إلى تحسين الترابط بين المواد السليلوزية والبوليمر من خلال استخدام طرائق التطعيم الكيميائية أي بعملية التغرية (Sizing) وذلك عن طريق استخدام معززات الالتصاق السيلانية باعتبارها مواد تعمل على استقرار الترابط ما بين السطوح المختلفة القطبية غير المتوافقة قطبياً وتحسين الترطيب الأمر الذي يساعد الحصول على خشب بلاستيكي ناعم وصقيل (خضير، 2013).

ومن الدراسات السابقة التي اعتمدها الباحثون خول استخدام معززات الالتصاق السيلانية حيث توصلواإلى نتائج منها، في عام 1999 قام الباحث هادي بتحضير متراكبات من البولي استر غير المشبع UPE ودقائق سيراميكية حيث أجريت معاملة كيميائية للدقائق بأاحدى المركبات السيلكونية الرابطة اذأظهرت النتائج زيادة كل من قابلية المط (Tensile) ومقدرة الثني والصلاة أذا ما قورنت مع العينات المدعمة غير المعالجة (هادي،1999).وفي دراسة للباحثون (Ismail وآخرون 2001) حيث قاموا بدمج معززات الالتصاق السيلانية منوع Triethoxysilanaminopropylene3 – مع دقائق فحم قش الأرز الابيض والبولي بروبيلين والمطاط الطبيعي بعد صهرها لتحسين عوامل المط وتحسين ممانعة امتصاص المتراكبات للماء (واخرونIsmail,2001). كما قام الباحثان Stark

وآخرون (2002) بأجراء معالجة كيميائية لسطح دقائق الخشب وألياف الخشب باستخدام (MAPP) grafted Anhydride Meleic وهذا أدى الى ظهور زيادة في مقاومة الشد والثني لعينات المواد المتراكبة ذات أساسالبوليمري (بولي بروبلين)المقواة بدقائق وألياف الخشب المعالجة بالمقارنة مع العينات المقواة غير المعالجة (Starck , 2002 واخرون.) قام الباحثان Kaichang و(2013) Xiaofeng بدراسة مادة متراكبة من البولي استر وخيوط (Fiber) الكركد اذأ جريت عملية ربط الخيوط بثلاثة أنواع من معززات الربط ووجدوا أن عملية تغطيس الخيوط بمعززات الارتباط السيلانية يؤدي إلى زيادة الخصائص الميكانيكية وتحسين مقاومتها لامتصاص الماء بصورة أكثر فعالية من المتراكبات غير معالجة بالمعززات .

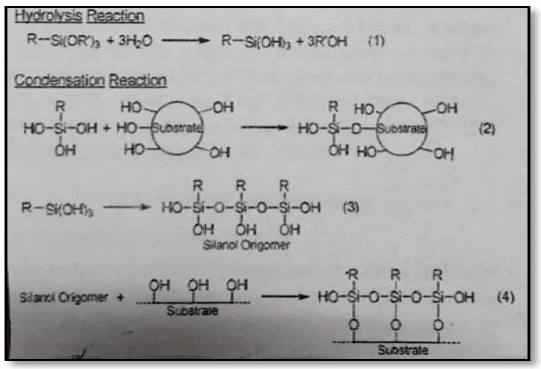
كما تعرف معززات الالتصاق السيلانية بأنها مونومرات كيميائية لها القابلية على التفاعل مع المواد العضوية وغير العضوية حيث تشكل وسيلة ذكية ولاسيما السيطرة على كمية وطبيعة المجموعات الحاضرة على سطحها وعلية فأنها تكون جسور تساهمية بين المضافات والراتنج والتي تضمن أفضل سلوك ميكانيكي. (Boufi،*et al.*, 2002) وعليه تمتاز هذه المواد بامتلاكها مجموعتين فعاليتين كيميائياً كمافي المعادلة :-

$$R-(CH_2)_n—Si—X_3 \ldots\ldots\ldots(1)$$

حيثأن (X)=المجاميع المتفككة مائياً.

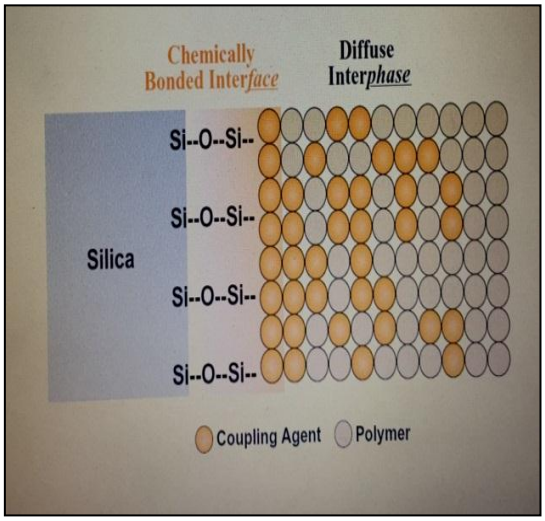
(R)=المجاميع غير متفككة مائيا.

اذ ان التفاعل يحدث بين مكونات المتراكبات أي تتفاعل الهيدروكربونات مع مثيلتها من معززات الالتصاق السيلانية بينما تتفاعل مجموعة السيلكون للمضافات مع فئة (Group) السيلكون للمعززات السيلانية وعبره يتم الترابط وتكوين الجسور التساهمية. Wah 2000, .وشكل (1) يوضح إلية التفاعل بينها (2012 واخرونHirano).



شكل(1) إلية التفاعل(2012 واخرونHirano).

على ايه حال الأداء الوظيفي للسيلانيات العضوية يجب أن تتطابق مع متغيرات الذوباناللراتنج اثناء عملية القولبة لضمان الانتقالبسهولة في السطح البيني وتشكيل شبكة اختراق عند حدود السطح البيني بما يهيئ الفرصة لتحسين الالتصاق بين البوليمرات المطاوعة للحرارة كما موضوح في الشكل (2) الذي اوضحه (Chaudhury واخرون) 1987



شكل (2) السطوح البنية التي تم إنشاؤها بواسطة الأداء الوظيفي للسيلانيات العضوية بين المواد العضوية وغير العضوية(Chaudhury واخرون1987).

ولذا هناك اعتباران هامان بشأن معززرات الالتصاق السيلانية هما

1-الاستفادة المثلى من جزيئات الوظيفة السيلانية العضوية وشروط معالجتها وتهدف إلى التقليل من حد انبعاث المكونات العضوية المتطايرة.

2- تصميم مواد متراكبة جديدة ومستدامة مع المستخدم (Lu, *et al.*, 2000) وهنا يتوقع تزايد

الطلب مستقبلا على الاخشاب البلاستيكية لاسباب عديدة منها

1- يمتاز بخلوه من العيوب مثل العقد والتسوس

2- مقاومته للماء لأنه مغطى بطبقة بلاستيكية وغير قابل للتمدد والانكماش .

3-استقرارية وثبات أبعاده مع الزمن.

4- ذات خصائص كهربائية وحرارية ممتازة .

5-يعد منتجا صديقاً للبيئة لكونه لايحتاج إلى معالجة كيميائية لكي يخدم فترة أطول.

لذا تهدف الدراسة الحالية إلى استبدال الخشب الطبيعي بمادة أفضل اذ تم الاستفادة من المخلفات الزراعية في خلق خشب بلاستيكي للامر الذي يساهم في المحافظة على البيئة وكذلك تعد ثروة اقتصادية وصناعية للبلد لكون البيئة العراقية قد تخلو من الأنواع الجيدة للخشب ، كما وتهدف هذه الدراسة أيضا إلى تفعيل دور المادة الرابطة السيلانية Coupling Silane (Agent) في متراكبة الخشب البلاستيكي بالمقارنة مع المتراكبات الذي تخلو منها لكون المادة الرابطة السيلانية بتاثيرها في مقاومة الانعطاف العظمى عند نقطة التحطم لمتراكبة خشب المخلفات الزراعية البلاستيكي.

المواد وطرائق العمل

المواد المستخدمة

1- الوسط الحاضن(Matrix)

تضمنت الدراسة أستعمال راتنج البولي بروبلين السعودي المنشأ (شركة سابك للصناعات البتروكيمباوية) كوسط حاضن من اجل تحضير المتراكبة الثرموبلاستيكية وهو بشكل حبيبات بيضاء مائلةإلى الشفافية تلين بالحرارة والضغط جدول (1).

جدول (1) بعض المواصفات للوسط الحاضن (البولي روبيلين).

Polymer	Density gm /cm^3	Glass transition Temperature T_g (C°)	Melting Temperature T_m (C°)
Polypropylene (pp)	0.91	-18	160

2- مادة التدعيم (Reinforcing Material)

استخدم قش الأرز كمادة تسليح عضوية في البحث الحالي ، والمحتوية على مادة الخشبين (اللكنين Lignin) ومجاميع فعالة تختلف بطبيعتها الكيميائية من شجرة إلى أخرى . وعموماً أن قش الارز قد أخذت من أكوام المتوفرة في الحقول الزراعية العراقية بغية تحضير المتراكبات.

3-عوامل تحسين النوعية وتصنف المضافات كالاتي

مسحوق ستيرات الخارصين Zinc stearate، مضادات الأكسدة المعروفة باسم Antioxidants -Trastab، Material Blowing كمادة نافشة علاوة على معززات الرابطة السيلانية.

الأجهزة المستخدمة (Instruments)

1- جهاز اختبار مقاومة الثني Flexural) (Strength هو ماكنة قياس مقاومة الثني ثلاثية الركيزة الذي يتم الفحص فيه بتثبيت العينة على مرتكزين ويسلط الحمل بصورة تدريجية بواسطة الرأس المدبب عند منتصف العينة ويستمر تسليط الحمل حتى يحصل الفشل للعينة حيث تسجل قراءة تشير إلى قوة الثني المسلطة على العينة .

2-جهاز الزحف تحت حمل ثلاثي المسند Three (Point Creep)

جهاز الزحف تحت حمل ثلاثي الركيزة 3- Point عراقي المنشأ ومصمم وفقا للمواصفة التي وضعتهاالجمعية الأمريكية للفحص والمواد D2990-77.

3-ماكنة البثق (Extrusion)

انكليزية المنشأ ثنائيةاللولب (Twin Screw) والتي لها القدرة على الخلط الجيد وإعطاء مصبوبات اكثر تماسكا ومرونة .

4- مكبس هيدروليكي نصف إلي.

خطوات إعداد وفحص النماذج

أ- جرت عملية إعدادالعينات بتقوية الوسط الراتنجي بطحن قش الأرز بنسب وزن متنوعة عن طريقة احتسابها على وفق المعادلات الرياضية أدناه

$$\psi_f = \frac{W_f(gm)}{W_c(gm)} \times 100\% \cdots\cdots(2)$$

$$W_c = W_f + W_m \cdots..(3)$$

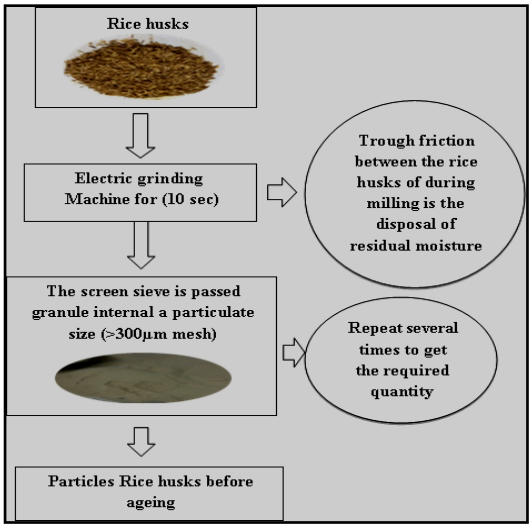
اذإن ψ_f=الكسر ألوزني لمادة التقوية.

W_c= الكسر الوزني للمتراكبة الراتنجية.

W_m= الكسر الوزني للوسط الراتنجي.

ب- أعد خشب المتبقيات البلاستيكي وفق الخطوات التالية

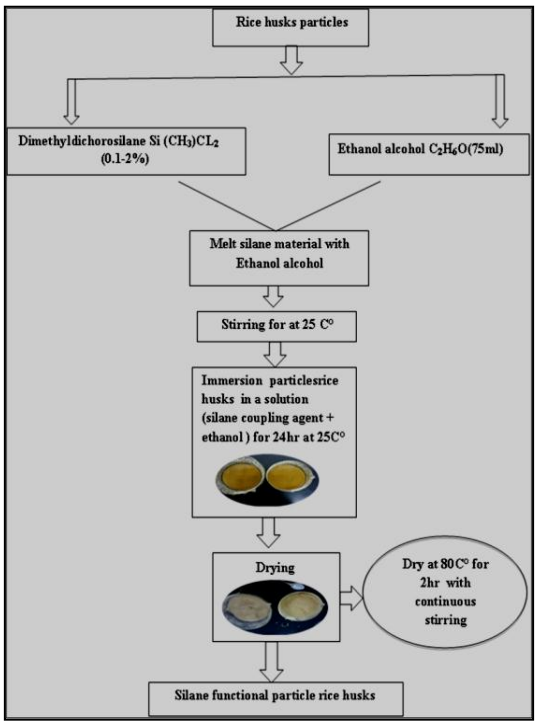
1- يطحن قش الأرز بطاحونة كهربائية وتتبع عملية الطحن عملية نخل طحين قش الأرز للحصول على مسحوق بحجم دقائق أكبر أو يساوي (>300μ_m).وكما هو مبين بشكل (3).



شكل (3) طحن مخلفات الأرز (القش) وتحويلها إلى مسحوق ناعم.

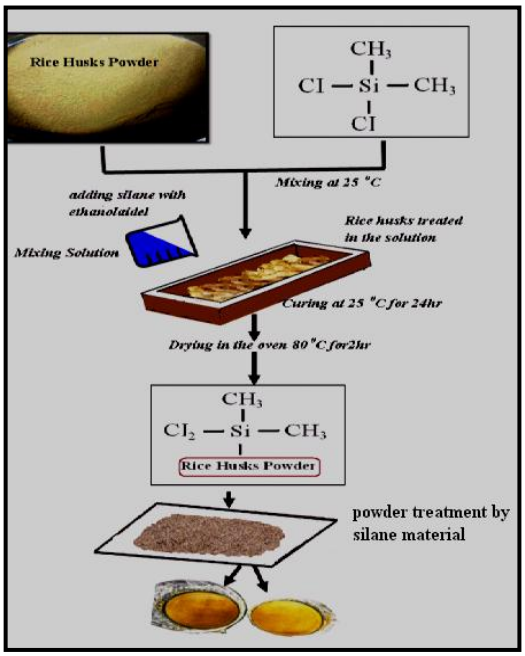
2- يتم إذابة المادة السيلانية في كحول الأيثانول وخلطهما معا وبسرعة لمدة دقيقة واحدة ليتم بعدها غمر دقائق قش الأرز بالمزيج السيلاني مع التحريك مع بعضهما البعض للتأكد من تشبع كافة الدقائق بالمادة السيلانية وتترك بدرجة حرارة الغرفة 25±2 م° ولمدة 24hr.

3- بعد التأكد من الغمر الجيد وتشبع الدقائق بالمزيج السيلاني تجفف باستخدام فرن التجفيف الكهربائي بدرجة حرارة تصل إلى80 م°مع التقليب المستمر بين الحين والاخر للتخلص من الرطوبة و كحول الأيثانول كما موضح شكل(4).



شكل (4) مراحل تغرية (Siqing) طحين قش الأرز بمعززات الالتصاق السيلانية.

4- خلط طحين قش الأرز بمعززات الالتصاق السيلانية مع البولي بروبيلين وبقية مضافات تحسين النوعية شكل كما موضح (5).



شكل (5) الخطوات المتبعة للحصول على طحين قش الأرز مهيئة لخلق جسور كيميائية مع الراتنج.

5- قولبة المزيج المجهزةحسب نقطة (4) بآلة البثق كما مبين بالشكل (6).

شكل (6) ماكنة القولبة بالبثق.

6- تشكيل العجينة البلاستيكية المتراكبة المتكونة حسب الخطوة (5) بالكبس للحصول على خشب بلاستيكي من المتبقيات الزراعية بطول (20 cm) وسمك (0.4 cm) كماهو موضح أدناه في الصورة الفوتوغرافية ادناه (شكل7).

شكل (7) متراكبة الخشب البلاستيكي.

وهذا يتطلب تقطيع المصبوبات بجهاز القطع الليزري (CNC) حسب المواصفات المطلوبة لجهاز زحف الثني كما مبين في الشكل (8).

شكل (8) خشب المتبقيات الزراعي البلاستيكي بعد تقطيعه بجهاز(CNC).

الفحوص المطلوبة

أولاً: فحص مقاومة الثني

(Flexural Strength Test)

استخدم فحص مقاومة الثني بكثرة في تحديد أقصى أجهاد ثني مبذول بصورة عمودية على الامتداد الأفقي للعينة الخاضعة لهذا الفحص ويترتب على ذلك تولد ثلاث أليات متوقع حدوثها في اماكن مختلفة وفي زمن واحد تكون هي المسؤولة عن هذا النوع من الفشل وتشمل على

1- الفشل بسبب اجهادات الشد (Tension).

2- الفشل بسبب اجهادات الانضغاط (Compresion)

3- الفشل بسب اجهادات القصّ(Shear).

عند وضع تصور عن كيفية حدوث الفشل تحت حمل الانحناء فلا بد ان يؤخذ بنظر الاعتبار قيمة اجهاد ثني تحمله المادة المعرضة لذلك النوع من التحميل،تحسبمقاومة الثني من المعادلة الاتية:

$$\textbf{Flexural Strength(F.S)}=\frac{3PL}{2bd^2} \quad \ldots.(4)$$

حيث إن $F.S$: مقاومة الثني(Mpa).
P: الحمل المطبق.
L: البغد بين المرتكزين.
b:عرض النموذج.
d : سمك النموذج.

ثانياً: فحص الزحف تحت حمل ثلاثي النقطة (Three Point Creep)

توضع العينة المحضرة على مساند الجهاز ويتم تطبيق الحمل في منتصف العينة من الأسفل بقيمة ثابتة قدرها (0.541Mpa) التي تحسب من المعادلة:-

$$P=m \times g \ldots\ldots\ldots(5)$$

حيث إن(m) الكتلة المعلقة مقاسه بـ Kg ، gوالتعجيل الأرضي$9.81 m/sec^2$.

وفي هذه الخطوة يسجل مقدار التشوهإي الانحراف (Deformation) الحاصل عند منتصف العينة والذي يرمز له D مقاساً (m) عبر أوقات زمنية محددة واستناد إلى هذه النتائج يمكن معرفة قيمة تشوه زحف الثني (Deformation Creep) من المعادلة :-

$$\text{Creep Deformation}\% = \frac{D}{D_o} \times 100 \ldots(6)$$

ايإن(D) = التشوه الحاصل في منتصف خشب المتبقيات الزراعية البلاستيكي عند اللحظة (t).
(D_o) = التشوه (Deflection) الحاصل في لمنتصف عند اللحظة صفر.
ولتحديد انفعال زحف الثني
من المعادلة الأتية :-

$$\in \% = \frac{6Dd}{l^2} \times 100 \ldots\ldots\ldots(7)$$

حيث أن $\in$ =انفعال زحف الثني ويعطي كنسبة مئوية (%) .
D= التشوه عند منصف العينة،

ولمعرفة معامل الانعطاف الزحفي (Bending Creep Modulus) تستخدم المعادلة الاتية

$$E_f = \frac{pl^3}{4Dbd^2} \quad \text{..... (8)}$$

E_F= معامل زحف الثني (GPa).
حيث إن
P = الحمل المطبق.

في حين تطبق المعادلة (9) لدراسة ارتباط كفاية هذه المواد لامتصاص طاقة الثني المصروفة ضمن حدود المرونة مع تراكم طاقة انفعال الانعطاف المختزنة في المتراكبات الخشبية بمرور الوقت على التحميل وكما ياتي

$$u = \frac{p\left(\frac{L}{2}\right)^2}{E_f bd} \quad \text{.....(9)}$$

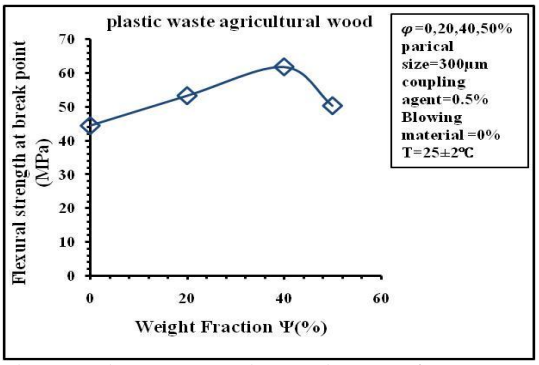
u=طاقة انفعال الانحناء

(Strain Energy)Bending.

النتائج والمناقشة

1-مفعول معززات الالتصاق السيلانية على مقاومة الثني العظمى لحظة انهيار متراكبة خشب المخلفات الزراعية.

إن المواد المتراكبة تحتوي على ثلاث أطوار وهي طور الأساس وطور التدعيم والطور الثالث السطح البيني مما تعد هذهالأطوار هي المسؤولة عن انتقال الإجهاد لمواد التدعيم في المتراكبات البوليمرية وعادة لا تتحمل المادة الراتنجية معظم تأثير الأجهادات الخارجية حيث تنقل الأجهادات إلى التدعيم عبر السطوح البينية، وبذلك يمثل السطح البيني في متراكبة الخشب البلاستيكي أضعف منطقة موجودة فيها ومع زيادة مقاومة السطح البيني بواسطة معاملة مسحوق قشور الأرز بمعززات الالتصاق السيلانية بشكل يضمن تكون جسور كيميائية بين دقائق القش ومادة البولي بروبيلين وبالتالي زيادة ممانعة متراكبة الخشب البلاستيكي العظمى مقاومة تحت ثقل الثلاثي الركيزة بدرجة كبيرة فمثلاً مقاومة الثني العظمى للبلاستيك الخشبي ذات نسبة وزنيه من المعززات الارتباط السيلانية 0.5% تفوق مقاومة الثني القصوى لمتراكبة الخشب البلاستيكي الخالي من المادة الرابطة السيلانية بحوالي. 6767MPa وأن أعلى ممانعة انعطاف عند نقطة الكسر وصلت لها متراكبة الخشب البلاستيكي عند نسبة وزنيه من الرابطة السيلانية 2% وكما موضح في الشكل(9).



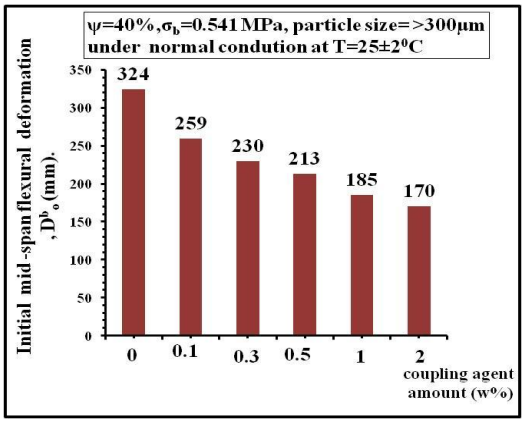
شكل (9) تأثير النسبة المئوية للمادة الرابطة السيلانية Dimethyl Dichloro Silaneعلى مقاومة الثني العظمى لحظة الانهيار في ظل ظروف طبيعية.

2-تأثير المادة الرابطة السيلانية على مقاومة الزحف لمتراكبات خشب المتبقيات الزراعية تحت حمل ثلاثي الركيزة.

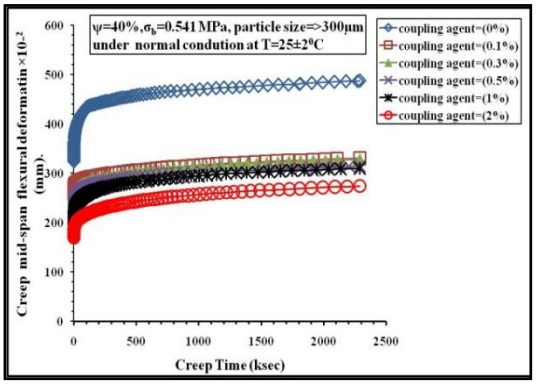
أن معالجة مسحوق قش الأرز بمعززات الارتباط السيلانية، بدافع الضرورة القصوى ، بلا شك له تأثير على مواصفات خشب المتبقيات الزراعية البلاستيكي المعدة في هذه الدراسة .

فقد تبين وجود علاقة مباشرة ما بين درجة الترابط بين السطوح البينية بين مسحوق المتبقيات الزراعية قش الأرز والبولي بروبيلين ، إذ تزداد درجة الترابط هذه بشكل يتناسب طردياً مع قابلية تكوين جسور كيميائية في منطقة السطح البيني Interface التي تحسن من قابلية مادة البولي بروبيلين على ترطيب طحين قش الأرز وزيادة الالتصاق بينهما كما هو مذكور سابقاً (Hirano, *et al.*, 2012) والشكل (10) يوضح نسب مساهمة معززات الالتصاق السيلانية بنقصان انحراف الانعطاف الابتدائي تدريجياً لمتراكبات خشب المخلفات الزراعية البلاستيكي ما بينmm 324–170 بحوالي 2%

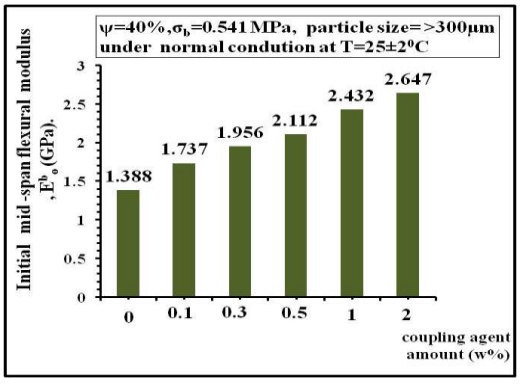
كحد أعلى للمادة الرابطة السيلانية لكون المادة الرابطة السيلانية تمثل مونميرات تربط المادة الأساس اللدائنية من طرف والدقائق من طرف ثاني فبالتالي تسيطر على إعاقة نمو الشقوق واختزال الفراغات المتكونة خلال عملية التصنيع وهذا بدوره يضفي متانة للمتراكب وكما بين (Wah,*et al.*, 2000) ومن جانب أخر ، يمثل الشكل (11) زيادة انحراف زحف الثني عند تعرضها للتحميل ولفترة من الزمن ، ومن الممكن التناقص في قيمة انفعال الثني الابتدائي للمتراكبات المحضرة والمعاملة بالمادة الرابطة السيلانية حيث أعطت اقل انفعال عند نسبة 2% وبمقدار 0.272% أما بالنسبة لمتراكبات خشب المخلفات الزراعية غير المعاملة بالمادة الرابطة السيلانية فقد ازداد الانفعال بمقدار 0.5182% وكما مبين في الشكل (12) وعموماً يزداد هذا الانفعال مع مضي زمن التحميل كما هو واضح في الشكل(13) ويرجع سبب انخفاض الانفعال عند المتراكبات المعاملة بالمادة الرابطة السيلانية من نوع Dimethyl Dichloro Silane هو إلى تحسين الالتصاق بين المادة اللدائنية والدقائق مكونة سطح بيني ذات كفاية متميزة في نقل الحمل من المادة الأساس إلى الدقائق إي مادة التدعيم وهذا يجعل الانفعال يحصل بين الطورين إي مادة الأساس ومادة التدعيم كما هو مذكور أعلاه (هادي،1999).وعليه يتضح من الشكل (14) إن المتراكبات غير المعاملة بالمواد الرابطة السيلانية يقل معامل انعطافها الابتدائي بمقدار 1.388Gpa بسبب وجود بعض العيوب الداخلية والتي تؤثر سلباً عند تسليط الإجهاد على المادة المتراكبة بينما ترتفع قيم معامل الانعطاف عند المتراكبات المعاملة بالمادة الرابطة السيلانية من نسبة0.1-2% بمقدار من 1.737Gpa إلى 2.647Gpa نظراً للدور الايجابي للمواد السيلانية في خفض انحراف الثني للمتراكبات المحضرة، وأن منحنيات معامل الانعطاف الزحفي تتناقص مع اتساع الامتداد الزمني للتحميل كما في الشكل (15) ، وعلاوة على ذلك تزداد طاقة الانفعال لحظة تسليط الحمل t=0ksec للمتراكبات الخالية من المواد الرابطة وبمقدار $270J/m^2$ سبب هذه الزيادة ناجمة عن ضعف قوى الترابط بين السلاسل البوليمرية ومادة التدعيم وبالتالي خلق اجهادات داخلية ، وعموما تقل طاقة انفعال الثني الابتدائي مع زيادة نسبة المادة الرابطة للمتراكبة ذات مواد التدعيم المعاملة بالمادة الرابطة السيلانية بمقدار $74.17J/m^2$ للأسباب المذكورة أنفاً المؤدية الى تراص بيني قوي بين البولي بروبيلين ومسحوق قش الأرز وحسب نشاط المادة الرابطة السيلانية على تكوين الجسور التساهمية ولهذا السبب فأن الأخشاب البلاستيكية ذات مواد تدعيم معاملة بالمادة الرابطة السيلانية تقاوم التشوه بشكل عام وتشوه الزحف بشكل خاص مما يقل من طاقة انفعال زحف الثني المختزنة في تلك الأخشاب بمرور زمن التعرض للحمل الثلاثي الركيزة، وكما هو موضح في الشكل (16) وتزداد طاقة انفعال زحف الثني مع زمن التعرض لفترات التحميل الطويلة للمتراكبات تحت حمل ثلاثي الركيزة. كما في الشكل (17).



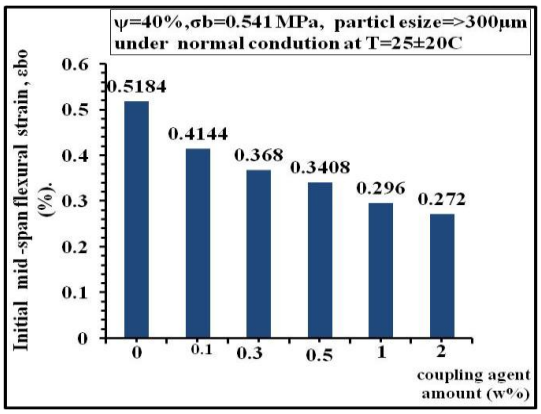
شكل (10) تغير تشوه الثني الابتدائي المتولد عند منتصف خشب المتبقيات الزراعية البلاستيكي في إطار تغير النسبة المئوية الرابطة للمادة السيلانية تحت الظروف الطبيعية.



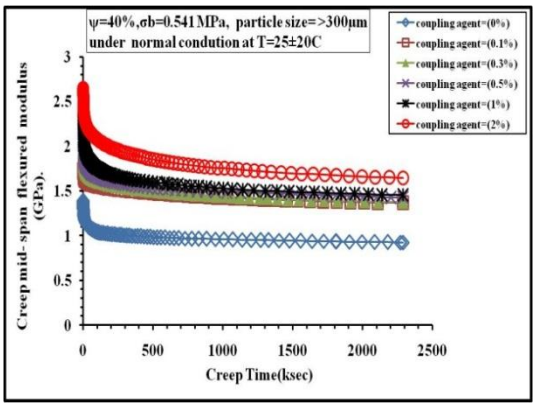
شكل (11) تأثير اختلاف النسبة المئوية للمادة الرابطة السيلانية على قيم انحراف الانعطاف زحف الثني عند منتصف متراكبة خشب المتبقيات الزراعية البلاستيكي تحت الظروف الطبيعية



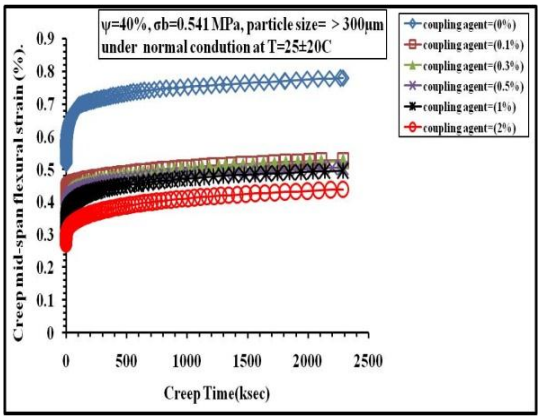
الشكل (14) تحول عامل الثني الأولي لخشب المتبقيات الزراعية البلاستيكي في إطار تحول النسبة المئوية لمعززات الالتصاق السيلانية تحت الظروف الطبيعية.



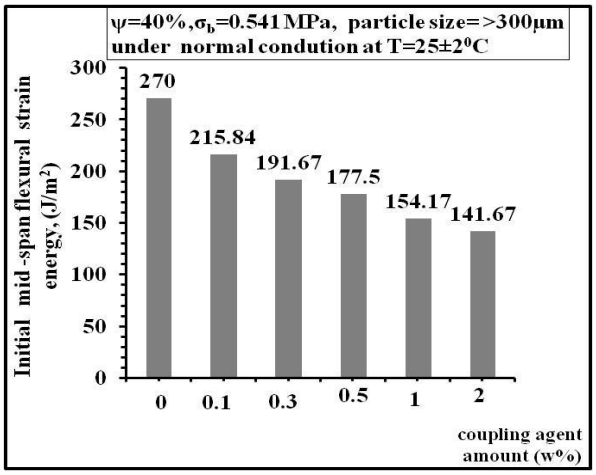
الشكل (12) تبديل انفعال الثني لأولي لخشب المتبقيات الزراعية البلاستيكي في إطار تبديل النسبة المئوية للمادة الرابطة السيلانية تحت الظروف الطبيعية.



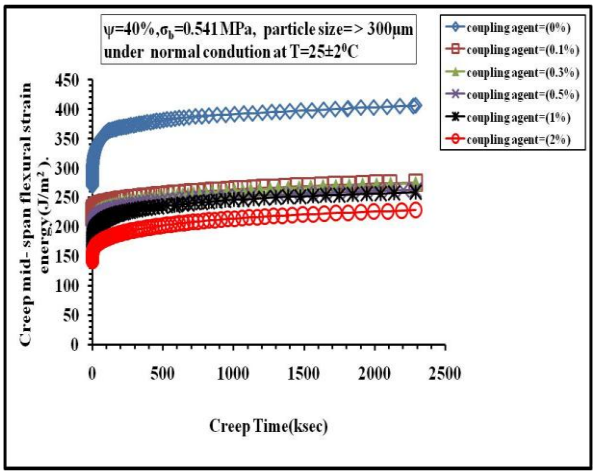
الشكل (15) تأثير تبديل النسبة المئوية لمعززات الالتصاق السيلانية على قيم عامل زحف الثني لخشب المتبقيات الزراعية البلاستيكي تحت الظروف الطبيعية.



شكل (13) تأثير اختلاف نسبة معززات الالتصاق السيلانية على قيم انفعال زحف الثني لخشب المتبقيات الزراعية البلاستيكي تحت الظروف الطبيعية.



الشكل (16) تأثير تحول طاقة انفعال الانعطاف الاولية لمتراكبة لخشب المتبقيات الزراعية في إطار تحول النسبة المئوية لمعززات الالتصاق السيلانية تحت الظروف الطبيعية.



الشكل (17) تأثير اختلاف النسبة المئوية لمعززات الالتصاق السيلانية على قيم طاقة انفعال زحف الثني لخشب المتبقيات الزراعية البلاستيكي تحت الظروف الطبيعية.

الاستنتاجات

لقد أوضحت الدراسة الحالية إن إضافة المادة الرابطة السيلانية إلى متراكبات خشب المخلفات الزراعيةالبلاستيكي لها تأثير عند تسليط الحمل ثلاثي الركيزة مما أدى الى انخفاض انفعال زحف الثني عند زيادة نسبة المادة الرابطة إلى2% وهذا يعني ارتفاع في قيم معامل زحف الثني ونقصان طاقة زحف الثني وهذا يؤكد إن استخدام المادة الرابطة السيلانية لها اثر ايجابي على مقاومتها للزحف وفضلاً عن ذلك أوضحت الدراسة ايضاً إن متراكبات خشب المخلفات الزراعية البلاستيكي التي تحتوي على المادة الرابطة السيلانية ادت الى زيادة مقاومة الثني لها مع زيادة نسبة المادة الرابطة بالمقارنة مع العينات الخالية من المادة الرابطة السيلانية.

المصادر

حسن، لطيف حاجي و توفيق، سمير فؤاد علي.(1981) تكنولوجيا الخشب . جامعة الموصل –جمهورية العراق ص13.

خضير، شيماء هادي (2013). دراسة بعض الخواص الريولوجية والميكانيكية للمواد المتراكبة (البولي استر غير المشبع–نشارة الخشب).باستخدام تقنية الموجات فوق السمعية" مجلة جامعة بابل، العلوم الصرفة والتطبيقية، 21(4)، 1379–1386.

عطية ،أحمد أبراهيم.(2008) تكنولوجيا مواد البناء الطبيعية. الدار العالمية للنشر ، القاهرة .

قصير ، وليد عبودي.(1990) الصناعة الخشبية. دار الكتب للطباعة والنشر – جامعة الموصل، ص66.

هادي، ايناس. محي، (1999) دراسة الخواص الميكانيكية والحرارية للبولياستر غير المشبع والمدعم بدقائق سيراميكية.رسالة ماجستير ، علوم تطبيقية – الجامعة التكنولوجية.

Boufi, M. S.; Abdel Hamid, B.S. and Mohammed, A.(2002) Interaction of Silane Coupling Agent with Cellulose. Langmuir .18, 3203-3208.

Chaudhury, M.K.; Gentle, T.M. and Plueddemann, E.P., (1987).Adhesion Mechanism of Polyvinyl Chloride to Silane Primed Metal Surface.Journal of Adhesion Science. 1(1),29-38.

Hirano, H. ;Kadota ,J. ; Yamashita, T. and Agari,Y. (2012) Treatment of Inorganic Filler Surface by Silane Coupling Agent :Investigation of Treatment Condition and Analysis of Bonding State of Reacted. International Journal of Chemical ,Molecular , Materials Engineering . 6 (1)), 79-85.

Ismail ,H. ;Megal, L. and Abdul Khalil, H ,(2001). Effect of Silane Coupling Agent on the Properties of White Rice Bran Ash –polypropylene /Natural Rubber Composites .Polymer International .50, 606-611.

Kaichang, L. and Xiaofeng, R, (2013). Vergtable Oil-based Coupling Agents for Kenof – fiber Reinforced Unsaturated Polymer Science. 128, 1101-1109.

Lu, J.z, ;Wu, Q. and Nabb, H.S., (2000). Chemical Coupling in Wood Fiber and Composite : A Review of Coupling Agent and Treatment. Society of Wood Science and Technology Stale of the Art, 32(1), 88-104.

Starck, M.; Robert, N. and Rowlands , E. (2002), Effect of Wood Fiber Characteristics on Mechanical Properties of Wood /Polypropylene Composites. Ust.

Wah, C.A;Leong,Y.C. and Gan,S.N. (2000). Effects of Titanate Coupling Agent on Rheological Behaviour ,Dispersion Characteristics and Mechanical of Talc Filled Polypropylene . European Polymer Journal,36 (4),789-801.