مجلة جامعة النهرين المجلد ١٥ العدد(٣) أيلول، ٢٠١٢ ص ١-١٠
العلوم

دراسة طاقة تحمل إطراف الأقواس المشيدة من الخشب البلاستيكي على البقاء مستمرة لأزمنة مختلفة

رولا عبد الخضر عباس
الجامعة التكنولوجية ، قسم العلوم التطبيقية.

الخلاصة

تمت في هذه الدراسة محاولة الاستفادة من مخلفات صناعة الخشب في العمارة العراقية لإنتاج الخشب الحبيبي في تشييد القاعات على شكل أقواس هندسية بسبب خلو بيئته من الأنواع الجيدة للأخشاب. ففيما يتعلق بهذا الموضوع فقد حضر خشب الثرموست الحبيبي من تدعيم مادة البولي استر غير المشبع بحبيبات (نشارة) خشب الزان مرة وحبيبات خشب الصاج مرة وحبيبات خشب الجام مرة أخرى وبقياس حبيبي يتراوح مابين(μm 32-63) مع إضافة لكل نوع من هذه الحبيبات الخشبية الجبس الإنشائي (Gypsum) مع عوامل تحسين النوعية المتمثلة بأوكسيد المغنسيوم وصبغة اوكسيد التيتانيوم. على أن يتم دراسة خواصها المتعلقة بمشكلة الزحف تحت حمل رباعي الركيزة المسلط على التراكيب المقوسة الأفقية وأثر ذلك على تغير مقاومة ثني إطرافها في ظل التحميل لفترة طويلة. فقد خلص البحث إلى نتائج واضحة وجلية وهو أنه يمكن تحسين طاقة امتصاص مادة البولي استر وزيادة صلابتها بالنسبة للثني بإضافة المواد المسلحة التي سبقت الإشارة أليها بهدف تحسين معامل الزحف الانعطافي.

وإذا كانت معوقات الزحف ألانعطافي بشكل عام هي استخدام الراتنج مع نسيج المادة المقوية. فقد أوضحت هذه الدراسة أن زيادة نسبة هذه المواد المسلحة من 29 إلى 36 wt% يمكن من مضاعفة معامل الزحف الانعطافي وبالتالي زيادة مقاومة ثني أطراف مادة البولي استر خلال فترة التحميل الطويلة.

كما أدت زيادة الحمل الرباعي الركيزة من 24.5 إلى 58.86kPa إلى تضافر الأضرار التي تنتاب أطراف هذه الأخشاب الصناعية والأثر الكبير لهذه الإضرار ميكانيكاً على زيادة الفقد في معامل الزحف ألانعطافي.

المقدمة

لقد استخدمت الأخشاب منذ قديم الأزل في التشييد والبناء ولا زالت تستخدم على نطاق واسع الآن في الأعمال الإنشائية والصناعية كإحدى مواد البناء [1] لما تتميز به من خواص نوردها فيما يلي: وفرة مصادرها، سهولة تشغليها كالتشكيل والوصل والتجميع، خفة وزنها بالنسبة لمواد البناء الأخرى علماً بأن خفة وزنها لا يقلل من مقاومتها للأحمال، عازليتها الجيدة للحرارة والصوت، كما أن المنشآت المشيدة من الأخشاب يمكن أن تعيش طويلاً وبكفاءة تامة (قد تصل إلى مئات السنين) وذلك أذا ما تم المحافظة عليها [٣،٢].

وعلى الرغم من تعدد مزايا الأخشاب فأن هناك بعض العيوب التي يجب أخذها في الاعتبار عند استعمال الخشب كمادة بناء، ولذا يمكن تلخيص هذه العيوب فيما يلي: تمددها وانكماشها بشكل واضح بتأثير الرطوبة الجوية ولا يقف الأمر عند هذا الحد، بل أن الرطوبة العالية تؤدي إلى تحللها وتعفنها، فضلاً عن ذلك تحللها مع الوقت بفعل البكتيريا، كما أن الحشرات تسبب في تآكلها وتسوسها. وهذا بالإضافة إلى قابليتها على الاحتراق. ومن الحقائق الواضحة في الطبيعة أن هناك عدد كبير من أنواع الأشجار في الغابات الطبيعة التي يعتبر استمرارها استمرار لطبيعة الحياة. وعليه فأن المصادر الطبيعة للأخشاب هي مصادر لا تنضب أبداً، ألا أن ألأنواع الهامة منها تجارياً محدودة جداً [٤،٢].

ويمكن القول أن هذه العيوب تعتبر هي المحاور الرئيسية للعمل عليها من أجل تغير صفات الأخشاب تكنولوجياً كتثبيت الأخشاب اتجاه الرطوبة وصناعة أخشاب البلاستيك [٤،٢].

ومما لاشك فيه أن ميلاد صناعة متراكبات الخشب البلاستيكي تضمن التفاعل بين اثنين من الصناعات لا علاقة بينهما تاريخياً وذلك لاختلاف الأسس المعرفية والخبرات والمنظورات المستقبلية، وهما صناعة منتجات الغابات وصناعة البلاستك [٥،٢]. فقد نجحت تقنية المواد المتراكبة في استعمال جزيئات دقائق خشبية منتجة من

عمليات تجزئة الخشب إلى قطع باستخدام ماكينات خاصة أو بالاستفادة من مخلفات صناعة الأخشاب ونشارة الخشب ثم تجفيف الحبيبات في مجففات خاصة لتصير درجة رطوبتها بين (5-12%) ثم يضاف أليها الراتنج الذي يمتلك مجموعة من الخواص المرغوبة في آن واحد والتي لا يمكن الحصول عليها في أية مادة أخرى [٢،٥].

من ناحية أخرى، فأن هذه الخواص تساهم في رفع قيمة المنتج من الخشب البلاستيكي، بل وتفضيله في المجالات العملية على الخشب العادي (الطبيعي) وأن أهم الخواص المؤثرة مايلي:-

١. ثباته، ويعني هذا لا تتغير أبعاده مع الزمن.
٢. تحقيق مميزات علاقة القوة ، الوزن والجساءة.
٣. مقاومة ممتازة للماء والرطوبة.
٤. يستطيع مقاومة مدى واسع للمواد الكيميائية.
٥. القدرة على مقاومة العوامل الجوية.
٦. أسعار المنتجات وتكلفتها تكون معقولة ومقبولة.
٧. لها خصائص كهربائية وحرارية ممتازة.
٨. مقاوم للحشرات. [٢،٦].

هذا مع العلم أن الخشب البلاستيكي أكثر صحياً من الخشب العادي لأن الخشب العادي حتى يخدم فترة أطول يعالج بأنواع مختلفة من مواد الكيميائية بينما الخشب البلاستيكي لا يعالج بالمواد الكيميائية ولهذا فهو صديق للبيئة [2].

ونظر لما تمتلكه هذه المتراكبات من خواص متميزة ملائمة للعديد من التطبيقات الحديثة بشكل يضاهي صناعة الغابات فأن ذلك حفز العديد من الباحثين والمختصين في هذا المجال لتحضير هذه المواد بطرائق شتى والتعرف على أهميتها وخواصها المتغيرة تبعاً لخواص المواد الداخلة في تحضيرها والظروف البيئية المحيطة بها وغيرها من العوامل الأخرى ودراسة الخواص النهائية للمنتج.

ففي عام (2007) قدم الباحث (Bengtsson) وجماعته دراسة لوصف الآثار السلبية التي يسببها الماء في الخواص الميكانيكية لمادة متراكبة متكونة من البولي اثيلين المدعم بدقيق الخشب الذي سبق وأن غمرت فيه لمدة تراوحت بين (1000-3000h)، إذ أن طول فترة الغمر تسبب في حدوث خسارة في متانة وصلابة هذه المتراكبات المحضرة مع نقصان في معامل مرونتها بفعل اكتسابها ليونة ناتجة من امتصاصها للماء [7].

وفي دراسة قام بها الباحث (Saeed) عام (2009) على متراكبات البولي اثيلين عالي الكثافة والواطئ الكثافة المدعم بحبيبات قشور جوز الهند وجبيبات مسحوق الصدف، تبين له تحسن الخواص الميكانيكية المتمثلة بـ (مقاومة الانحناء، الصلادة السطحية، مقاومة الصدمة) بزيادة الكسر الوزني بينما معدل الزحف ومقاومة الانضغاط تقل مع هذه الزيادة في الكسر الوزني [8].

أن حقيقة كون البيئة العراقية تخلو من الأنواع الجيدة من الأخشاب والتي تقتصر بشكل رئيسي في مناطق الوسط والجنوب على النخيل التي تتصف بكونها رخوة البدن لتكونها من خلايا أسفنجية ذات نسيج هش، فإن ذلك يؤدي إلى تفهم حاجة العمارة العراقية لاستيراد الأنواع الجيدة من الأخشاب. وعلى ذلك فالهدف من الدارسة الحالية هو ضرورة استبدال الخشب الطبيعي المستورد بمادة أفضل من الاستفادة من مخلفات صناعة الأخشاب ونشارة الخشب الأمر الذي يجعل من هذا النوع من النفايات الصلبة ثروة قومية في العراق حاضراً ومستقبلاً في سياق الأبعاد المادية والحيوية والاقتصادية والسياسية والثقافية والصحية والاجتماعية. وللوصول إلى هذا الهدف تم تحضير متراكبات خشب الثرموست مكون من مادة البولي استر الغير المشبع المقواة بحبيبات خشب الزان مرة و حبيبات خشب الصاج مرة و حبيبات خشب الجام مرة أخرى بعد أن تم إضافة لكل نوع من هذه الأنواع من حبيبات الخشب الجبس الإنشائي (Gypsum) مع عوامل تحسين النوعية وبكسر وزني قدرة (33wt%)، مع العمل على دراسة خواصها الطبيعية (Physical properties) المطلوب معرفتها لتصميم التراكيب المقوسة الأفقية منها هي قوى الشد والانحناء والقص والخاصية التي تؤثر على المقاومة على المدى البعيد وهي الزحف تحت حمل رباعي الركيزة والعوامل الرئيسية التي تؤثر في هذه الخاصية ويعني هذا أن الأهداف الرئيسية العامة للدراسة هي:

a. دراسة التغيرات الحاصلة في مقاومة الزحف الانعطافية للمادة المحضرة بتأثير تغير طبيعة (نوع) حبيبات الخشب المستعمل في تحضيرها بالمقارنة مع مادة البولي استر الغير المشبع النقي.

b. تحديد تأثير الكسر الوزني لمكونات المتراكبات المحضرة على مقاومتها للزحف ألانعطافي تحت حمل رباعي الركيزة.
c. إيضاح تأثير ثلاثة مستويات من الإجهاد على مقاومة الزحف ألانعطافي تحت حمل رباعي الركيزة للمادة المحضرة.

الجانب العملي

لقد استخدمت في هذه الدراسة مادة البولي استر غير المشبع السعودي المنشأ من قبل شركة الراتنجات الصناعية المحدودة كمادة أساس في المواد المتراكبة المحضرة، وهو عبارة عن سائل لزج يمتلك مواصفات جيدة حيث أنه يعد بوليمر ذو وزن جزيئي واطئ والمعروف بأوليكومر (Oligomer) وعلى ذلك يمكن لهذه المادة أن تتحول إلى الحالة الصلبة عند تصليده وذلك بإضافة المادة المصلدة (Hardener) من نوع (Methylethyl ketone peroxide) (MEKP) وهو مادة سائلة خفيفة القوام ذات لون شفاف تضاف إلى الراتنج بنسبة وزنيه مقدارها (2%) علماً بأن تفاعلات التصليد هذه تحدث في درجة الغرفة المقدرة بـ $(17\mp1\,^{o}C)$.

أما بالنسبة مواد التدعيم (Reinforcing materials) المستخدمة في تقوية الر اتنج السابق الذكر فقد تضمنت حبيبات خشب الزان والجام (الخشب الأبيض) الروماني المنشأ والصاج البورمي المنشأ بحجم حبيبي يتراوح ما بين ($63\text{-}32\,\mu m$) المقاس بطريقة (Sieving analysis) علاوة على الجبس الإنشائي، يضاف إلى ما تقدم احتواء هذه المتراكبات البوليمرية المحضرة على مكونات أخرى وهي أوكسيد المغنيسيوم (MgO) وصبغة أوكسيد التيتانيوم (TiO_2) حيث تصل نقاوة MgO و TiO_2إلى 99.9% إما بالنسبة لحجمها الحبيبي المقاس بطريقة التداخل الضوئي فقد بلغ مقداره في MgO($30\,\mu m$) وفي TiO_2 ($25.31\,\mu m$)، كما أن نسبة الإضافة (Addition ratio) (أو ما تسمى أحيانا بالكسر وزني ψ) لهذه المواد المدعمة في المتراكبات المحضرة تعادل 29wt% مرة و 33wt% مرة و 36wt% مرة أخرى.

وفيما يختص بأعداد هذا النوع من المتراكبات فأنه من الناحية العملية يتوقف على تقنية التشكيل اليدوي (Hand lay – up molding technique) وذلك عن طريق ثلاث خطوات:

١. تهيئة قالب خاص من الحديد المغلون وبأبعاد ($25\times25\times2cm^3$) لعملية الصب الذي ينظف بشكل دقيق بعد عملية التهيئة ثم تبعتها عملية تجفيف له، ليتم فيما بعد دهنه بمادة الفازلين التي تحول دون التصاق الراتنج على القالب في محاولة لتسهيل عملية استخراج المصبوبات بعد اكتمال عملية التصلب.

٢. تجميع مخلفات صناعة الأخشاب بكافة أشكالها وأحجامها كمواد أساسية للحصول على حبيبات الخشب (النشارة)، بحيث تغربل بمنخل (Sieve) يمتاز شابكه بمرور حبيبات بحجم مقداره أقل من ($75\,\mu m$). ومن ناحية أخرى فأن الأجزاء الخشنة تكسر إلى إجراء صغيرة باستخدام ماكنة طحن كهربائية تمكننا من تنعيمها إلى الحجم الحبيبي المطلوب. هذا ويخلط دقيق الخشب بأنواعه الثلاثة المستعملة في هذه الدراسة والمتمثلة بـ (الجام والصاج والزان) بالجبس الإنشائي مع العمل على تجفيف المخلوط المجهز في مجفف كهربائي (Oven) بدرجة حرارة ($50^{o}C$) لمدة ساعة واحدة لغرض إزالة ألرطوبة منه لضمان عدم تكون سطح فاصل مابين المادة الأساس ومادة التدعيم. هذا ويضاف إلى المخلوط المعد أوكسيد التيتانيوم (TiO_2) وأوكسيد المغنسيوم (MgO).

٣. توزن كمية من مادة البولي استر غير المشبع والمادة المصلدة وبنسبة وزنيه قدرها (2%) (بمعنى لكل (100) غرام من مادة البولي استر غير المشبع يضاف لها (2) غرام من المادة المصلدة). وبالتالي تخلط هذه المواد الموزونة داخل وعاء بلاستيكي باستعمال قضيب زجاجي بصورة تدريجية تبعتها عملية الخلط الميكانيكي بواسطة الخلاط الكهربائي. وإثناء عملية الخلط الميكانيكي تسكب كميات صغيرة من مخلوط مواد التدعيم المعد حسب النقطة (2) تدريجياً وذلك منعاً لحدوث التكتلات غير المتجانسة حيث تستمر عملية الخلط على هذه

الشاكلة إلى أن يتم استنفاذ كل المسحوق المستخدم في الخلطة وعادة تستغرق هذه العملية مدة تقدر بـ (ثلاثة دقائق).

وبالتالي فأن مزيج البولي استر غير المشبع مع المصلد ومواد التدعيم الناتج من عملية الخلط يوضع في القالب المهيأ مسبقاً ببطء حتى يملأه ثم تترك هذه المصبوبات لمدة (24) ساعة في درجة حرارة الغرفة ($17\mp1\ ^oC$).

علما بأن هذه المصبوبات المحضرة قطعت إلى عينات نظامية حسب المواصفات القياسية العالمية ومقدارها ($150\times15\times4mm^3$) التي تلاءم جهاز الزحف بالانعطاف تحت حمل رباعي الركيزة العراقي المنشأ والمصمم وفق المواصفات التي وضعتها الجمعية الأمريكية للاختبارات والمواد (ASTM – D2990 – 77) ولا يخفي تميز هذا النوع من الأجهزة الاختبار في تطبيق الحمل على الإطراف القصيرة لعينة الاختبار والذي يمكننا من تسليط حمل داخل مدى قوة مسلطة تتراوح بين (5-700N) ودقة الساعة البيانية (0.01mm) التي تحدد الانحراف (Deflection) الحاصل للعينة الموضوعة تحت الفحص[9] .

تتم عملية الاختبار بتثبيت العينة على مساند الجهاز (الشكل رقم1) وتحمل بحمل من الأسفل الذي يحسب من المعادلة التالية [9]:-

$$\sigma = \frac{2P\ell_a}{bh^2} \quad \text{.....(1)}$$

حيث أن:

(σ): إجهاد الانحناء (Flexural stress) مقاساً بوحدات (N/m^2).

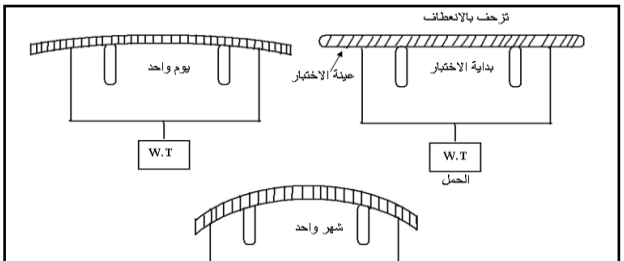
(P): الحمل المسلط مقاساً بـ (N) والذي يمكن الحصول عليه من تطبيق المعادلة التالية:-

$$P = m\times g \quad \text{.....(2)}$$

(M): الكتلة المعلقة مقاسه بـ (kg). (g) التعجيل الأرضي ($9.81m/sec^2$).

(b): عرض العينة مقاساً بـ (m). (h) سمك العينة مقاساً بـ (m).

(ℓ_a): طول اتساع المساند (of supporting span Length) مقاساً بـ (m).



الشكل (1) طريقة اختبار التزحف تحت حمل رباعي الركيزة.

وفي هذا المجال يحسب معامل التزحف الأنعطافي (Flexural creep modulus) تحت حمل رباعي الركيزة من المعادلة التالية [9]:-

$$\text{Flexural creep modulus (Pa)} = \frac{3P\ell_a\ell^2_b}{4bh^3 f} \quad \text{..... (3)}$$

(ℓ_b): امتداد المسند (Supporting span) مقاساً بـ (m).

(f): الانحراف (Deflection) مقاساً بـ (m).

أما انفعال التزحف ألانعطافي (creep strain Flexural) يمكن حسابه بقياس مقدار التشوه بحذر خلال فترة زمنية معينة وبتطبيق المعادلة الآتية[9]:-

$$\in(\%) = \frac{4hf}{\ell^2_b}\times100\% \quad \text{.....(4)}$$

حيث أن ($\in$): انفعال التزحف بالانعطاف أو الثني ويعطي كنسبة مئوية (%).

النتائج والمناقشة

لقد أتضح من هذه الدراسة أن زيادة انفعال الثني تحت حمل رباعي الركيزة عن الانفعال المرن بتقدم العمر أن له آثار سلبية على مقاومة الانحناء وعلى مقاومة المادة للتشوه الشكل رقم (2 و3) [9] ونوضح فيما يلي بعض الحقائق عن العوامل المؤثرة في سلوك الزحف للمتراكبات البوليمرية المحضرة.

a- التأثير التبادلي بين مكونات متراكبات خشب الثرموست المحضرة على مقاومتها للزحف.

يتضح من الشكل رقم (4) أن هناك نقص في انفعال الثني الزحفي للمادة البوليمرية بعد تدعيمها بمزيج حبيبات خشب الزان والجبس الإنشائي يعادل 64.963% من قيمة انفعال الثني الزحفي لحظة تسليط الحمل في المادة الراتنجية (البولي استر غير المشبع) الغير الدعمة و 69.377% بعد تدعيمها بحبيبات خشب الصاج والجبس الإنشائي و

62.011% بعد تدعيمها بحبيبات خشب الجام والجبس الإنشائي. من هذا يتضح أن نقصان انفعال ألتثي الزحفي يؤثر تأثيراً ايجابياً على معامل الزحف (الشكل 2) وكما هو معروف المادة الراتنجية غير المدعمة الخاضعة لفحص الثني (Flexural) تتأثر بالآليات الثلاثة (عمليات الثني الشدي والانضغاطي والقصي [١١،١٠] والتي تساهم مساهمة فعالة بتحطيم الارتباطات أو القوى في البوليمر وذلك بنمو الشروخ الأولية المحدثة بفعل إجهادات الثني والانضغاط والقص. وغالباً لا تتأثر المادة كثيراً بهذه ألاجهادات مع خضوعها لحمل اقل من العادي (أي بمعنى الحمل ضمن حد تناسب) في فترات التحميل القصيرة ألا أنه عادة ما يزداد نمو هذه الشروخ ألأولية في المادة الراتنجية الواقعة تحت تأثير تحميل سريع أو مع طول مدة تسليط الحمل، بما يكفل تكاثرها بشكل كبير وسريع باتجاه السطوح البينية الفاصلة بين السلاسل البوليمرية وقد يحدث تحطيم لتلك السلاسل خلال عملية الانتشار عن طريق امتداد الشروخ باتجاه عمودي على اتجاهها – فأن هذا يسهل تحطيم القوى المسؤولة عن ربط الوحدات التركيبية لهذه السلاسل [12]، ومن جانب آخر، فأن تسليح المادة البوليمرية بالمواد المسلحة يعمل على تحسين طاقة الامتصاص للمكون ويعود السبب في ذلك إلى توزيع ألاجهادات بمختلف أنواعها على حجم أكبر نظراً لتقاسم الطور أو المادة الأساس (Matrix) ومادة التقوية الحمل المسلط [١٤،١٣].

b- تأثير زيادة نسبة وجود المواد المسلحة الجسيمية في الخشب البلاستيكي على مقاومته للزحف.

تشير إحصاءات هذه الدراسة أن 12.219 إلى 19.393% من انفعال الثني الزحفي يفقد من الزان البلاستيكي لحظة تسليط الحمل مع زيادة نسبة المواد المسلحة الجسيمية فيه من 29 إلى 36wt% و 12.193 إلى 35.276% من الجام البلاستيكي و 12.263 إلى 19.277% من الصاج البلاستيكي (الشكل5). ويرجع السبب الحقيقي في نجاح دور زيادة نسبة الكسر الوزني لحبيبات الخشب على رفع النسبة المئوية للفقد في قيمة انفعال الثني الزحفي للخشب البلاستيكي المحضر هو توفر علاقة منفعة قوية بين مادة البولي أستر (Polyester) والحشوات. فمادة البولي استر تعتبر من المواد القصيفة والهشة (Brittle) [6] مما يحدد من استعمالها وبالتالي فأن إضافة جسيمات أخرى من مواد معينة أليها يلعب دورا هاما في زيادة مقاومة هذه المادة ضد نمو التشقق (Crack growth). ورغم ذلك يصمم طور الأساس (Matrix) عادة لحماية طور التقوية من التلف والتآكل والتفاعلات التي قد تفسد خواص هذا الطور. أضف إلى ذلك تقاسم طور الأساس الحمل المسلط مع طور التقوية وهذه الظاهرة هامة في المواد المتراكبة المقواة بالجسيمات والتي تشمل التقوية بالجسيمات الخشنة في هذا المضمار بسبب أن التقوية بالجسيمات الخشنة هي امتداد للتقوية بالجسيمات الدقيقة [14]. وعليه فأن زيادة تركيز هذا النوع من الجسيمات، فضلاً عن طبيعتها ذات أهمية بالغة في مقدار المتانة التي يكتسبها البولي استر (المادة المقواة) وكذا على مقاومتها للزحف يوضح ذلك من الأشكال (11-6).

c- الآثار المنحرفة (المنحنية Flexed) الناتجة عن ثلاث مستويات من الإجهاد على مقاومة زحف الخشب البلاستيكي المحضرة.

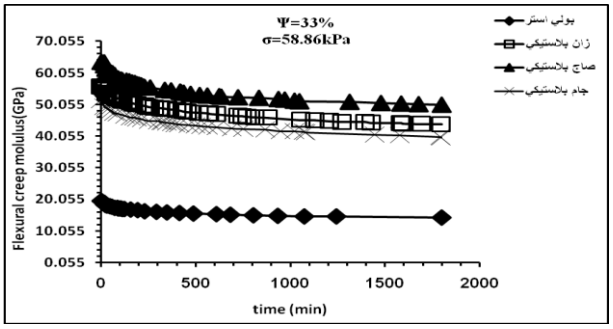
تشير البيانات التالية إلى حجم الارتفاع الحاصل في قيمة انفعال الثني الزحفي في المتراكبات البوليمرية المحضرة مع زيادة الحمل المسلط من 24.5 إلى 58.86kPa لحظة تسليطه فالزان البلاستيكي المحضر يبلغ فيه حجم هذا الارتفاع من 0.0390 إلى 0.05668% وهذا يساوي زيادة في قيمة معامل الزحف الانعطافي من 62.7 إلى 64.66GPa أما الصاج البلاستيكي فبلغ فيه حجم الارتفاع في انفعال الثني الزحفي من 0.03862 إلى 0.0572% وكان مقدار الزيادة في معامل الانعطاف الزحفي من 63.42 إلى 64.16 GPa ونفس الشئ في الجام البلاستيكي يبلغ الارتفاع في انفعال الثني الزحفي من 0.0386 إلى 0.0532% وهذا يقابله زيادة في قيمة معامل الزحف ألانعطافي من 63.42 إلى 68.97GPa، ومن ناحية أخرى.. فإن الاستمرار في زيادة الحمل المسلط إلى 58.86kPa، غالباً ما تنتج عنه زيادة في قيمة الانفعال ألانعطافي وهنا يعني في الحقيقة نقصان في معامل الزحف

ألانعطافي لجميع المواد المحضرة طبقا للنتائج الموضحة في الإشكال (17-12).

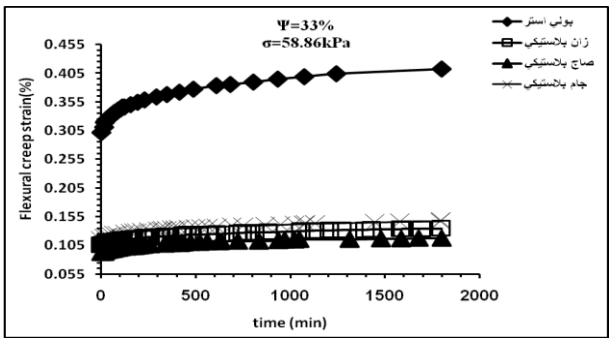
ويتضح مما سبق دور تغير مستويات الحمل المسلط لحظة تسليطه ما عدا الأحمال الواطئة 24.5 إلى 58.86kPa بموجب قانون هوك خلال الاختبار في توسيع الشروخ السابقة الذكر لما تظهره مادة البولي استر غير المشبع من سلوك (Viscoelasticity) التي تجمع فيه بين السلوك المرن و السلوك اللزج للسلوك الميكانيكي مما يؤثر تأثير مباشراً على متوسط عمر الراتنج (Life time) بتكسيره وبالتالي يتعدى تأثير هذا السلوك التأثير على الراتنج إلى التأثير على كفاءة المنتج النهائي (المادة المتراكبة ككل) [١٥،٦]. ومن الجدير بالذكر أن لهذه الدراسة الحالية تكملة قد نشرت بنفس هذه المجلة بعد هذا العدد بعنوان دراسة العلاقة المتبادلة بين أثار البيئة السيئة في عمر إطراف الأقواس المشيدة من الخشب البلاستيكي والخسائر الزحفية.

الاستنتاجات

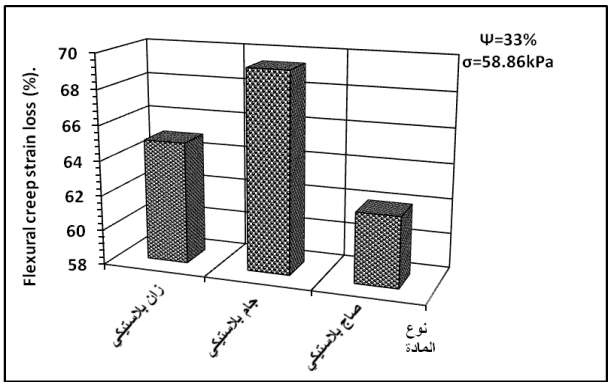
أوضحت الدارسة أن ضعف مقاومة ثني أطراف مادة البولي استر غير المقواة يتلازم مع تقدم العمر رغم تعرضها لحمل رباعي الركيزة أقل من العادي. ألا أنه من السهل تحسين طاقة امتصاصها وزيادة صلابتها بالنسبة للثني بإضافة المواد المسلحة لها فعلى سبيل المثال يقدر النقص في الانفعال الثني الزحفي (creep strain loss% Flexural) بالنسبة إلى النماذج الغير المدعمة لحظة تسليط الحمل الرباعي الركيزة بـ 64.943% بعد تدعيم البولي استر بمزيج من دقيق خشب الزان والجبس الإنشائي و69.377% بعد تدعيمه بدقيق خشب الصاج والجبس الإنشائي و 62.011% بعد تدعيمه بدقيق خشب الجام والجبس الإنشائي. كما أن زيادة نسبة هذه المواد المسلحة من 29 إلى 36 wt% يعمل على انخفاض انفعال الثني الزحفي بشكل عام الذي انعكس على مضاعفة معامل الزحف الانعطافي والذي زاد من مقاومة ثني إطراف مادة البولي استر في ظل التحميل لفترة طويلة. ولقد أوضحت النتائج العملية وجود علاقة مؤكدة بين ارتفاع قيمة الحمل الرباعي الركيزة من 24.5 إلى 58.86kPa ومقدار الفقد في معامل الزحف ألانعطافي وأثر هذا الفقد الذي يمكن من إضعاف مقاومة الخشب البلاستيكي المحضر بكافة أنواعه اتجاه الزحف. وتبدو هذه الظاهرة التي تنتاب العينات المحضرة بإضرارها على المدى الطويل أكثر جلاء في مناطق الأطراف.



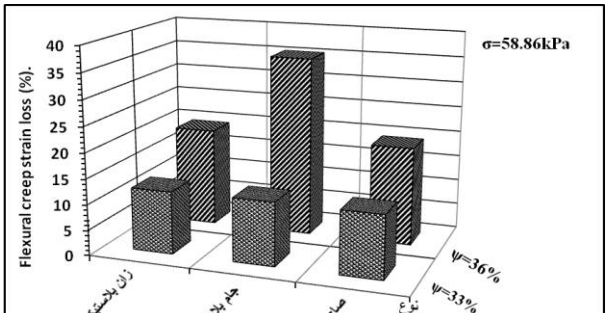
الشكل (2) تأثير طبيعة المواد المدعمة على معامل الزحف الانعطافي لمادة البولي استر الواقعة تحت حمل رباعي الركيزة في الظروف الاعتيادية.



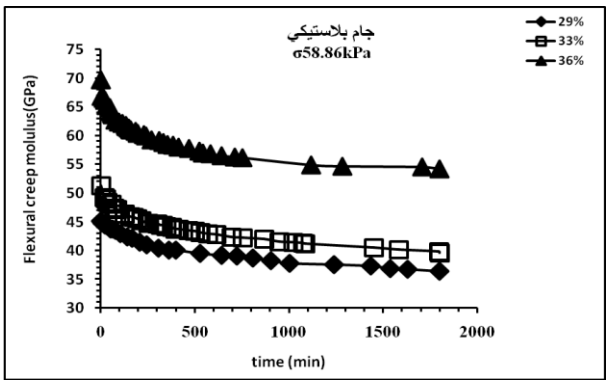
الشكل (3) تأثير طبيعة المواد المدعمة على انفعال الثني الزحفي لمادة البولي استر الواقعة تحت حمل رباعي الركيزة في الظروف الاعتيادية.



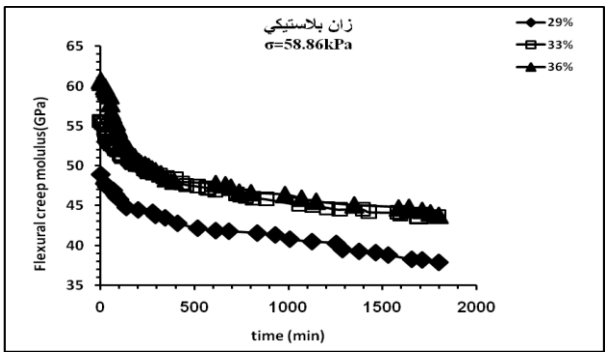
الشكل (4) الفقدان في انفعال الثني الزحفي للمتراكبات البوليمرية المحضرة بالنسبة إلى النموذج الغير المدعم لحظة تسليط الحمل الرباعي الركيزة.



الشكل (5) الفقدان في معامل الزحف الانعطافي للخشب البلاستيكي المحضر بالنسبة للنموذج ذو كسر وزني 29% من مواد التدعم لحظة تسليط الحمل الرباعي الركيزة.

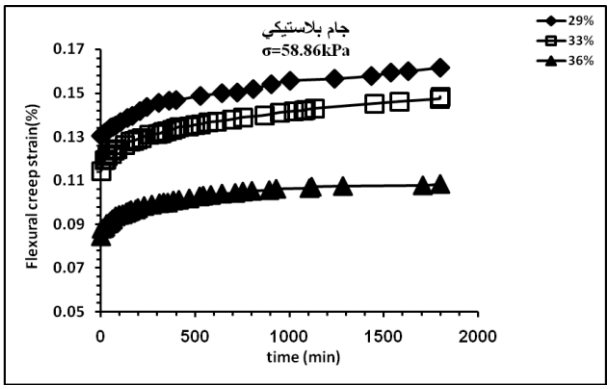


الشكل (6) تأثير تغير نسبة الكسر الوزني لمواد التدعيم في اختلاف قيم معامل الزحف الانعطافي لمادة الجام البلاستيكي الواقعة تحت حمل رباعي الركيزة.

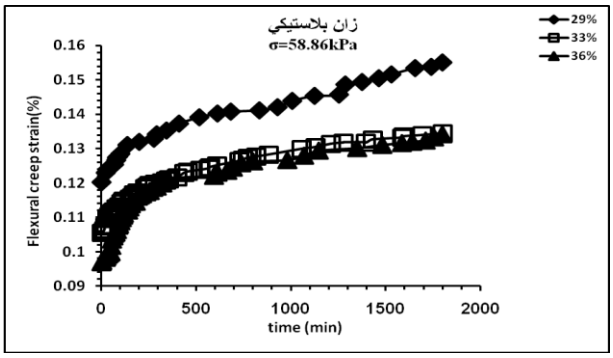


الشكل (7) تأثير تغير نسبة الكسر الوزني لمواد التدعيم في اختلاف قيم معامل الزحف الانعطافي لمادة الزان البلاستيكي الخاضعة لاختبار الانحناء تحت حمل رباعي الركيزة.

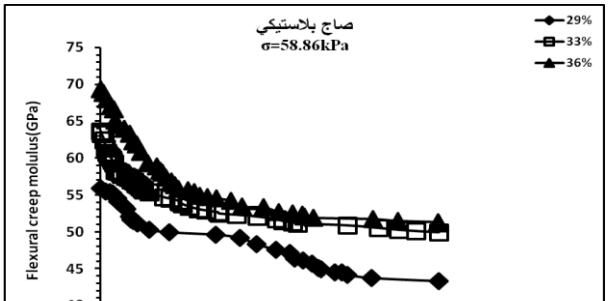
الشكل (8) تأثير تغير نسبة الكسر الوزني لمواد التدعيم في اختلاف قيم معامل الزحف الانعطافي لمادة الصاج البلاستيكي الخاضعة لاختبار الانحناء تحت حمل رباعي الركيزة.

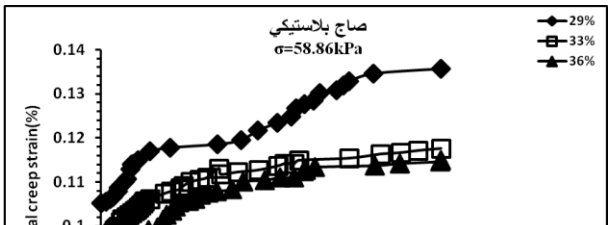


الشكل (9) العلاقة بين نسبة الكسر الوزني لمواد التسليح وانفعال الثني االزحفي بمرور الوقت لمادة الجام البلاستيكي الخاضعة لاختبار الانحناء تحت حمل رباعي الركيزة.

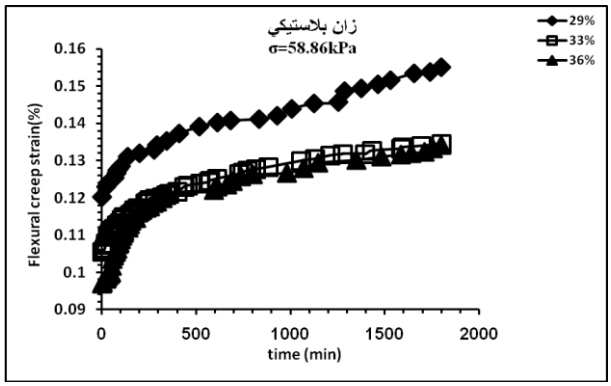


الشكل (10) العلاقة بين نسبة الكسر الوزني لمواد التسليح و انفعال الثني االزحفي بمرور الوقت لمادة الزان البلاستيكي الخاضعة لاختبار الانحناء تحت حمل رباعي الركيزة.

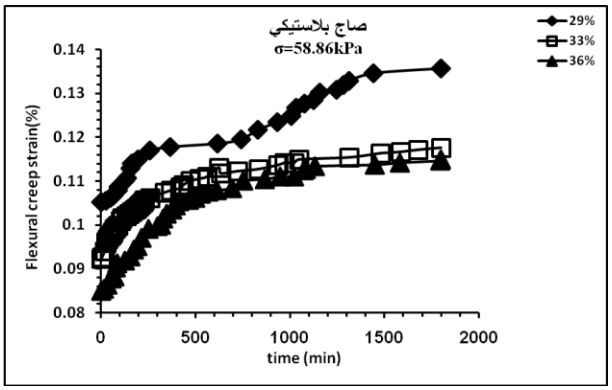




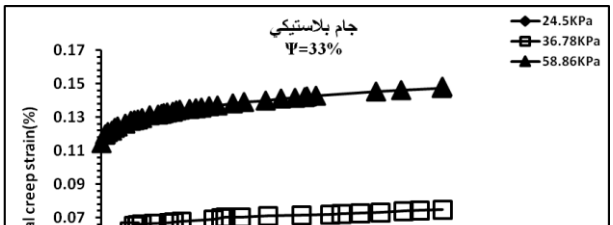
الشكل (11) العلاقة بين نسبة الكسر الوزني لمواد التسليح و انفعال الثني االزحفي بمرور الوقت لمادة الصاج البلاستيكي الخاضعة لاختبار الانحناء تحت حمل رباعي الركيزة.



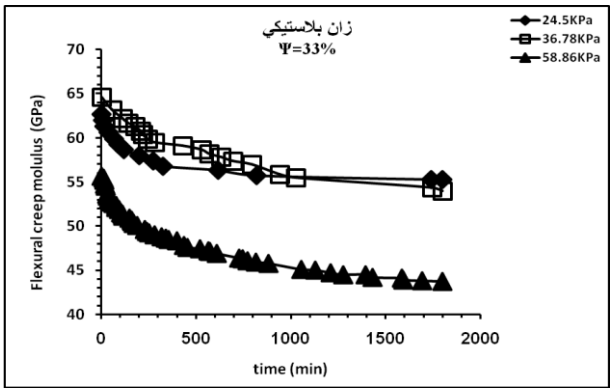
الشكل (12) تأثير ثلاثة مستويات من أجهاد الثني الرباعي الركيزة على قيم انفعال الثني االزحفي لمادة الزان البلاستيكي في الظروف الاعتيادية.



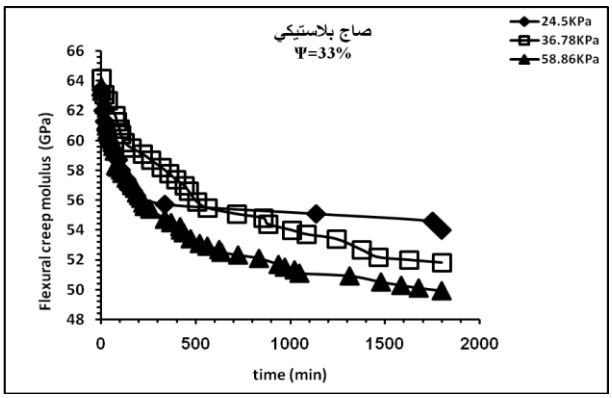
الشكل (13) تأثير ثلاثة مستويات من أجهاد الثني الرباعي الركيزة على قيم انفعال الثني االزحفي لمادة الصاج البلاستيكي في الظروف الاعتيادية.



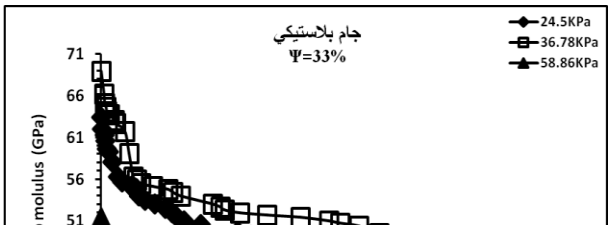
الشكل (14) تأثير ثلاثة مستويات من أجهاد الثني الرباعي الركيزة على قيم انفعال الثني االزحفي لمادة الجام البلاستيكي في الظروف الاعتيادية.



الشكل (15) تأثير تغير إجهاد الثني الرباعي الركيزة على معامل الزحف الانعطافي لمادة الزان البلاستيكي في الظروف الاعتيادية.



الشكل (16) تأثير تغير إجهاد الثني الرباعي الركيزة على معامل الزحف الانعطافي لمادة الصاج البلاستيكي في الظروف الاعتيادية.



الشكل (17) تأثير تغير إجهاد الثني الرباعي الركيزة على معامل الزحف الانعطافي لمادة الجام البلاستيكي في الظروف الاعتيادية.

المصادر

[1] عادل عبد الله الدليمي، "العمارة العربية قبل الإسلام وأثرها في العمارة بعد الإسلام/ مجموعة بحوث ألقيت في حلقة دراسة أقامها مركز الإحياء العلمي العربي"، وزارة التعليم العالي والبحث العلمي/ بغداد، ص120-105، 1990.

[2] د. وليد عبودي قصير، "الصناعة الخشبية"، دار الكتب للطباعة والنشر- جامعة موصل/ الموصل، ص65، 1990.

[3] الأستاذ عبد الكريم الحلبي، "السكك الحديدية - الجزء الأول"، منشورات جامعة حلب – كلية الهندسة، ص162، 1975.

[4] د. محمد رشاد الدين مصطفى حسين، "خواص مواد البناء واختباراتها"، منشورات الراتب للأبحاث الجامعية- بيروت، ص251. 1983.

[5] A. Knop and W. Scheib,"Chemistry and application of phenolic Resins", Springer Verlag Berlin Heidelberg New York, PP. 86-102, 1979.

[6] كيميائي محمد إسماعيل عمر، "تكنولوجيا تصنيع البلاستك المقوى (المسلح)"، دار الكتب العلمية للنشر والتوزيع، القاهرة، جمهورية مصر العربية، ص 8، 2002.

[7] M. Bemgtsson, N. M. Stark and K. Oksman, "Durability and mechanical properties of saline cross-linked wood thermoplastic composites", Journal of composites Science and Technology, Vol.67, PP.2728-2738, 2007.

[8] أريج رياض سعيد، "دراسة الخصائص الميكانيكية لمتراكبات بوليمرية مدعمة بمواد طبيعية"، رسالة ماجستير، قسم العلوم التطبيقية – الجامعة التكنولوجية، ص90، 2009.

[9] R.K. Jain an S. K. Goswamy and K. [9] K. Asthana, "The creep behavior of glass fiber – reinforced polyester laminates", Vol.10, No.1. PP.39-43, January 1979.

[10] G.C. Shih and L.J. Ebert," Flexural failure mechanisms and global stress plane for unidirectional composites subjected to four – point bending tests", Copmosites, Vol.17, No.4, PP.309-320.October1986.

[11] رولا عبد الخضر عباس، "دراسة الخصائص الحرارية والميكانيكية لمادة النوفولاك ومتراكباته"، رسالة ماجستير، قسم العلوم التطبيقية – الجامعة التكنولوجية، ص47، 2001.

[12] T.Kelen, K.Friedrich and M.Grosso." Impact behavior of short fiber/ crystal polymer Composites", Composites Vol. 20, No.3, PP223-233, May 1989.

[13] D. F. Adams and A. K. Miller, "The influence of transverse shear on the static flexure and charpy impact response of hybrid composite materials", J. of material science PP. 1697-1710, Vol. 4, No.9, Sep, 1976.

[14] د. قحطان خلف محمد الخزرجي، "مبادئ هندسة المواد اللامعدنية"، وزراه التعليم العالي والبحث العلمي جامعة بابل – كلية الهندسة، ص 115، 1994.

[15] د. لطيف حاجي حسن النجار و د. سمير فؤاد على توفيق، "تكنولوجيا الخشب"، جامعة الموصل– جمهورية العراق، ص 267-230، 1981.

Abstract

In this study an attempt capitalize on wood industry residues in Iraqi architecture after particle wood production in the construction of halls in engineering arches due to environment absence of good timber species. On the subject attended of particles thermosetting wood consists of unsaturated of polyester reinforced of beech wood shell particles again say wood

shell particles once, and the (gam) wood shell particles again of particles size ranging between (63-32) were added to each species of particle wood construction (Gypsum) with improving the quality of processed (magnesium oxide and titanium oxide paint). On the study of their characteristics on the problem of flexural creep under four – point loading on horizontal acre from constructions and its effect on bending the pins resist change under load for a long time. the study found results are obvious and clear is that improved energy absorbing polyester material and increased durability for lap add articles mentioned armed with the aim of improving flexural creep modulus. If flexural creep constraints generally are using resin with material reinforcement. Our studies have shown that increasing the ratio reinforcement material from 29 to 36% Turn the flexural creep can multiply modulus thus increasing resistance levels to bend polyester material parties during length download pregnancy also increasing four-point loading from 36.78 to 58.86kPa to enact the damage these parties and the terrible impact of this damage mechanics to increase loss in flexural creep modulus.