ISSN: (3007-0384)
E-ISSN: (3007-0392)
مجلة وهج العلوم للعلوم الصرفة
المجلة متاحة على الرابط
https://uomosul.edu.iq/womeneducation/jwups/

Rand W. Jassim[(1)*], Ebtahag Z. Sulyman[(2)]

[(1,2)] **Chemistry Department, College of Education for Girls, University of Mosul, Mosul-Iraq,**
***Corresponding author e-mail:** rend.es2911@student.uomosul.edu.iq

***Keywords*:**
Unsaturated polyester, green clay, hardness, compressive strength, impact strength, thermal conductivity

ARTICLE INFO

Article history:
Received :04/07/2023
Accepted :10/09/2023
Available online :01/08/2024
Email: jwups@uomosul.edu.iq

Study of some mechanical properties of the prepared polymeric composites unsaturated polyester with green clay

ABSTRACT

Polymeric composites of unsaturated polyester resin were prepared as a base material, in addition to the mechanism of green clay as a supporting and strengthening material, (8,25,55 °C), Some mechanical and thermal tests were conducted.

Through the results, it was found that the values of shock, hardness and tensile strength increased after reinforcement at a temperature of (8.55) °C, while the increase was higher at a temperature of 25 °C, where the increase was significantly and well noticeable when compared to temperatures (8.55). °M. The compressive strength decreased with increasing temperature, but the thermal conductivity decreased after the consolidation process and for all the prepared samples. Therefore, these polymeric composites are considered good thermal insulators.

© 2024JWUPS, College of Education for Girls, University of Mosul.

Alma' rifa Journal of Humanities
Alma' rifa Journal of Humanit

دراسة بعض الخواص الميكانيكية للمتراكبات البوليمرية المحضرة من البولي استر الغير المشبع مع الطين الاخضر

رند وعد جاسم الطائي*[1]، ابتهاج زكي سليمان ال حليم[2]
[(1,2)] قسم الكيمياء، كلية التربية للبنات، جامعة الموصل، الموصل، العراق

الخلاصة:

تم تحضير متراكبات بوليميرية من راتنج البولي استر الغير المشبع كمادة اساس مضافا الية الطين الاخضر كمادة مدعمة ومقوية وتم ذلك بإضافة نسب وزنية مختلفة من الطين الاخضر وبعد اجراء التجارب تم اختيار النسبة الوزنية التي سجلت اعلى النتائج واجريت لها معالجة حرارية عند درجات حرارية مختلفة (8,25,55 °م) ،واجريت لها بعض الاختبارات الميكانيكية والحرارية.

ووجد من خلال النتائج ان قيم الصدمة والصلادة ومقاومة الشد ارتفعت قيمتها بعد التدعيم بدرجة حرارة (8,55) °م في حين كانت الزيادة اعلى عند درجة حرارة 25 °م حيث كانت الزيادة ملحوظة بشكل كبير وجيد عند مقارنتها بدرجات الحرارة (8,55)°م .اما مقاومة الانضغاطية قلت بزيادة درجة الحرارة ولكن التوصيل الحراري انخفض بعد عملية التدعيم ولجميع العينات المحضرة لذا تعتبر هذه المتراكبات بوليميرية عوازل حرارية جيدة .

الكلمات المفتاحية: بولي استر غير مشبع، الطين الاخضر، قوة الصلادة، قوة الانضغاط، قوة الصدمة، التوصيل الحراري.

1- التعريف بالبحث:

المواد المتراكبة من أنجح المواد في الحصول على الخصائص المميزة التي تؤهلنا لان تكون مادة أساسية في العديد من الصناعات المتقدمة والتقنيات المعقدة. يتم تعريف هذه المواد على أنها هيئة أو كيان يتكون من مادتين على الأقل، تسمى إحداهما المادة الاساس، والأخرى تسمى مادة التعزيز. وهذا الكيان قادر على إظهار الخصائص الميكانيكية والفيزيائية بالإضافة إلى قدرته على إخفاء أو تحديد الخصائص غير المرغوب فيها[1].

نتيجة للتطور السريع الذي يحدث في العالم الآن، لا يمكننا تخيل العالم بدون بوليمر لأنه يدخل في العديد من مجالات التطبيقات الصناعية لأنه يتمتع بمزايا خاصة لا تمتلكها الأنواع الأخرى من المواد المعدنية والسيراميكية. ومن اهم مميزات البوليمرات هي خفة وزنها وسهولة تصنيعها ومقاومتها للتأكسد والمحاليل مثل القواعد والأحماض سهلة الاستخدام أيضا[2].

راتنج البولي استر غير المشبع هو من الراتنجات المتصلبة حراريا ولا يمكن استخدامه لوحده في التطبيقات الهندسية لانه مادة هشة وبدون الكفاءة المناسبة وتتم تقويته ببعض مواد التقوية كالالياف الزجاجية والياف الكاربون ودقائق مسحوق نفايات الزجاج توثر على بعض الخواص الميكانيكية للبولي استر غير المشبع الهش والتي لها تأثير على سلوك الكسر ومتانة الكسر[3].

فالمواد المتراكبة من الطين والبوليمر هي مجال بحث مثير ويهدف الاستخدام للعديد من التطبيقات المهمة في صناعة السيارات والطائرات وصناعات التغليف. وتستثمر الشركات مليارات الدولارات سنويًا في تطوير متراكبات البوليمر/ طين النانوي مع التركيز على التطبيقات في الصناعة الطبية الحيوية، والتحكم بالخواص الريولوجية وتغليف المواد الغذائية والمعالجة المسبقة لمياه الصرف الصحي[4].

إن التطورات الحديثة في تقنيات المواد قد عززت تطوير العديد من استراتيجيات التحضير لمركبات البوليمر والطين النانوي الجديدة[5]. وقد خلق هذا الابتكار مركبات جديدة من البوليمر والنانو بخصائص محسنة، التي تم استخدامها بنجاح في مجالات متنوعة مثل الفضاء[6]، والسيارات[7] [8] ، والبناء[9] ، [10] والنفط [11] ، والطب الحيوي[12] ،[13]، ومعالجة مياه الصرف الصحي[14] ، [15]. إن هذه المتراكبات قد عرفت كمواد متميزة بسبب تفوق خصائصها، مثل الكثافة والقوة وكبر المساحة السطحية ومعامل المرونة العالي، مثبطات اللهب، بالإضافة الى الخصائص الميكانيكية الحرارية والكهروضوئية والمغناطيسية[16].

ويتم بالاستناد الى التركيب الكيميائي وتشكل الجسيمات تصنيف الطين في عدة مجاميع مثل السميكتايت والكلوريت والكاولينايت والإيلايت والهالوسايت[17]. نظراً لتوافرها الواسع، وانخفاض التكلفة نسبياً وقلة تأثرها بالعوامل البيئية[18]، وقد تمت دراسة الطين وتطويره لتطبيقات مختلفة[19]، ومع النمو السريع لتكنولوجيا المعادن الطينية استخدمت بشكل متزايد كمواد طبيعية فان وظيفية الطين يستخدم كمواد مالئة فعالة للبوليمرات لتعزيز خصائصها الميكانيكية والحرارية[20].

وتُستخدم هذه الطبقات من الطين الرقيقة أيضاً لتكوين جزيئات نشطة داخل المتراكب، مثل مثبطات للهب [21]، [22] ومضادات الأكسدة[23]، ومضادات التآكل[24] والعوامل المضادة للميكروبات[25].

إن تطور متراكب البوليمر- الطين الجديدة أحدثت تقدماً في كيمياء المواد في السنوات الأخيرة. ويمكن استخدام مادة الطين الصلبة كمواد مالئة وقادرة على تقوية تركيب البوليمر بإعاقة الحركة الحرة لسلاسله المجاورة، علاوة على ذلك، فإنه يتصرف كعنصر لاصق بيني بين الحشو والسلاسل البوليمرية.

إن التحدي الأساسي هو تحقيق التوافق الكيميائي بين البوليمر والمالئ والطين، بالإضافة الى التشتت المتجانس للطين داخل مصفوفة البوليمر وحدوث تفاعل بيني بين حشوات الطبقة الطينية والبوليمر، وبهذا فإن البوليمر داخل المركب تحدده هذه الميزات المترابطة لتشكيل خصائص مركبات البوليمر/ طين مثل القوة[26]، ومعامل المرونة [27]، والاستقرار الحراري[28].

2- الجزء العملي

2-1 المواد المستخدمة

2-1-1 المادة الأساس

البولي استر غير المشبع وهو تركي المنشاء وذو كثافه (1.17) غم / سم^3 والذي يحتوي عتى نوعين من المواد التي تساعد على التصلب وهو بيروكسيد اثيل مثيل كيتون (كبادئ لعملية البلمرة وهو سائل عديم اللون والمادة الثانية هي وكتوات القصدير (قصدير _2_اثيل هكسانول) وهو معجل لتفكك البادئ وهو سائل زيتي القوام ذو لون أرجواني. حيث يضاف المصلد الى البولي استر غير مشبع بنسبه (100:2) حيث يمكن الحصول على عينات مناسبه للقولبة اليدوية عند درجه حرارة الغرفة.

2-1-2 مادة التدعيم

تم استخدام الطين الاخضر وتم الحصول عليه من منطقة شقلاوة في محافظة اربيل لتقوية راتنج البولي استر الغير المشبع حيث توجد الاطيان الخضراء في مدى واسع من مجال استقراريه عدد من المعادن الطينية وتكون الاطيان الخضراء مستقرة بين درجات حرارة سطح الارض 2°م ودرجات حرارة تقترب من 30 °م

شكل (1): المادة المدعمة (الطين الاخضر)

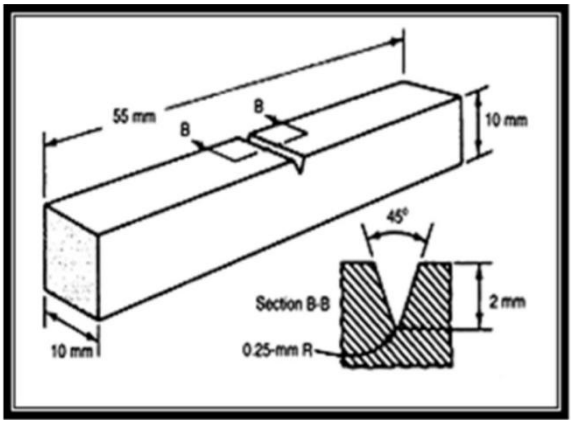
2-2 طريقة العمل

تم استخدام راتنج البولي استر الغير مشبع ومن ثم تمت إضافة المادة المصلبة بنسبة مصلب: بولي استر غير مشبع (100:2) فيتحول الى مادة لزجة ومن ثم تتصلب بعد حوالي 5 دقائق في درجة حرارة الغرفة وقد تم تحضير النماذج باستخدام عملية القولبة اليدوية بدرجة حرارة الغرفة وتم تحضير عينات تتكون من البولي استر الغير المشبع فقط وذلك لدراسة خواصها الميكانيكية ومقارنتها بالنتائج بعد عملية التدعيم ثم يتم تحضير عينات أخرى تحتوي على نسب وزنيه من المادة المدعمة من(5.0%- 60%) عبارة عن الطين الاخضر المجفف من الرطوبة بعدها تمت عملية الطحن بالطريقة اليدوية (الهاون) باستخدام منخل بحجم (75 مايكرو) للحصول على مسحوق ناعم جداً شبيه بالباودر لعملية تجانس افضل مع المادة الاساس بهذا اصبحت مادة التدعيم والتقوية جاهزة للاستخدام. بعدها يتم وضع المادة المتراكبة ضمن قوالب خاصة لكل قياس بالاعتماد على المواصفات الخاصة وبعد الانتهاء من عملية الصب يتم ترك المادة لمدة 24 ساعة وبدرجات حرارية مختلفة (55.8)°م وذلك لكي يتم اكتمال عملية التصلب والتجانس والتداخل المتواجد بين جزيئات المواد.

3-2 تحضير النماذج

1-3-2 اختبار الصدمة

تم تحضير النماذج في هذا الاختبار حسب المواصفات الامريكية (ASTM-D256-87) الموضح في الشكل (2) حيث تحتوي العينة على حز بزاوية مقدارها (45) درجة وعمق (2) ملم وبأبعاد (10×10×55) المناسبة للفحص، وجهاز قياس الصدمة نوع جاربي (Charpy impact instrument) والمجهز من شركة (Tokyo KoKi seizosho, LTD) حيث يتم الحصول على الطاقة الممتصة الكافية لحدوث الكسر في جهاز قياس الصدمة.



الشكل (2): شكل وابعاد العينة المحضرة لاختبار مقاومة الصدمة

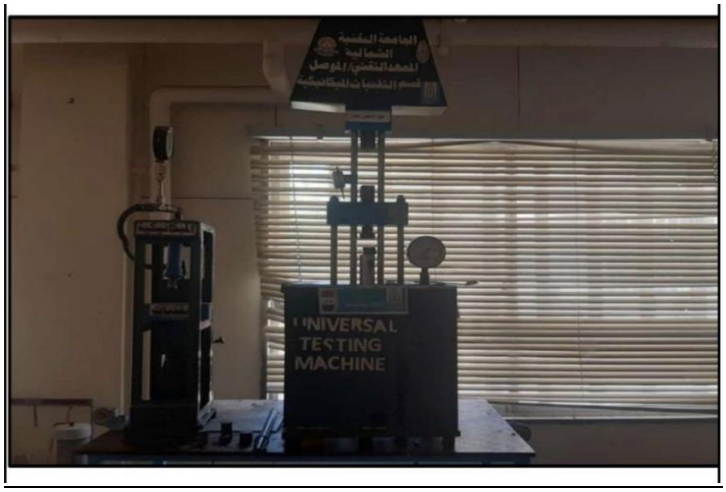
2-3-2 اختبار الصلادة

تم استخدام جهاز الصلادة (Shore-D) من نوع (Durometer Shore) المجهز من شركة (WOLPERT-Germany) اما بالنسبة لشكل الجهاز يشبه الجهاز البوصلة وهو عبارة عن ابرة تقع في المنتصف تكون طريقة الفحص عن طريق تثبيت الجهاز بصورة عمودية على العينة المراد فحصها وقياسها حيث تنغرز الابرة في سطح المادة بعدها يتم الانتظار لمدة 3 ثواني ومن ثم نأخذ قيم الصلادة التي يسجلها الجهاز كما موضح في الشكل (3)

الشكل (3): جهاز فحص الصلادة

3-3-2 اختبار الانضغاطية

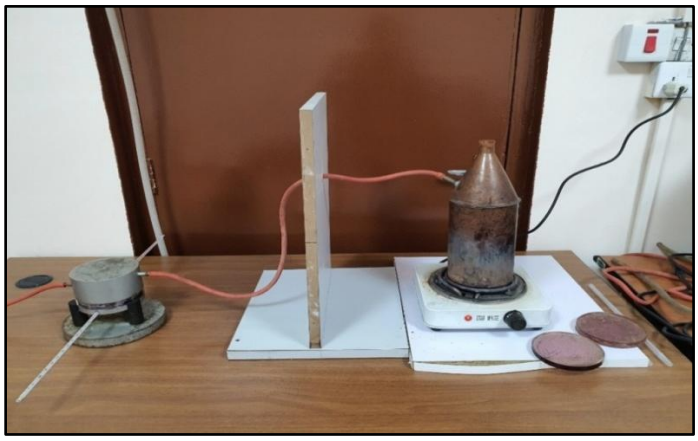
حضرت نماذج اختبار الانضغاطية حسب المواصفات المطلوبة (MSTN-D168) واستخدام مكبس هيدروليكي نوع (Testing machine,CO.LTD)، وهو ذات شكل اسطواني المجهز من شركة (WOLPERT-Germany) كما موضح في الشكل (4).



الشكل (4): جهاز اختبار مقاومة الانضغاط

4-3-2 التوصيل الحراري

استخدام جهاز يدعى بقرص لي الموضح في الشكل (5) والنماذج المستخدمة في هذا الاختبار يجب تكون بقطر (11.23)سم وسمك (1 سم) وهي مواصفات خاصة بالقياس.



الشكل (5): جهاز التوصيل الحراري

3- النتائج والمناقشة

1-3 اختبار الصدمة (Impact Test)

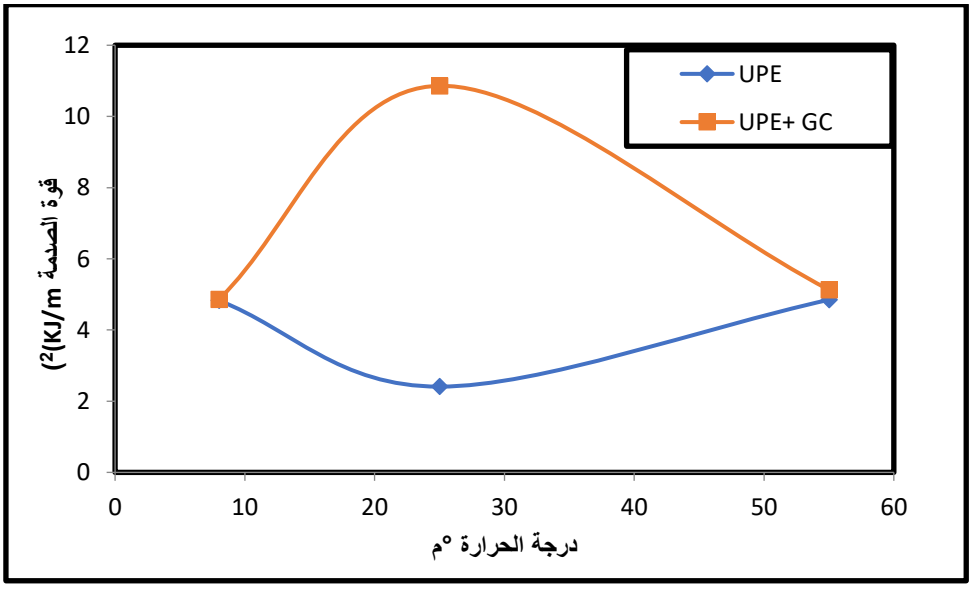
تعرف الصدمة بانها خاصية مقاومة المعدن للكسر عند تعرضه للإجهادات المفاجئة ويعطي الفحص تصور عن الطاقة المصروفة لكسر العينة وكذلك مدى تأثير وجود التشققات على مقاومة المادة المتعرضة لحمل صدمة Impact strength (I.S) = Freature energy/ Area (m^2) [29].

تعتبر مقاومة الصدمة منخفضة بشكل عام للبولي استر الغير المشبع نظراً لهشاشته ولكن بعد التدعيم بالطين الاخضر نلاحظ زيادة مقاومة الصدمة كما في الجدول (1) عما كانت عليه في البولي استر الغير مدعم ويرجع السبب في ذلك كون الطين يتحمل جزء كبير من طاقة الصدمة التي تكون مسلطة على المادة المتراكبة مما يؤدي الى تحسين المقاومة وبالتالي تزداد مقاومة الصدمة[30].

الجدول (1) قيم مقاومة الصدمة للبولي استر قبل وبعد التدعيم وبنسب وزنية مختلفة عند درجة حرارة 25 °م

المتراكبات البوليميرية عند 25°م	قوة الصدمة (KJ/m^2)	المتراكبات البوليميرية عند 25°م	قوة الصدمة(KJ/m^2)
UPE	2.41	UPE+G30%	10.15
UPE+ GC 5%	3.86	UPE+G35%	4.35
UPE+ GC 10%	4.1	UPE+G40%	3.87
UPE+ GC15%	4.35	UPE+G45%	3.3
UPE+ GC20%	4.83	UPE+G50%	2.4
UPE+GC 25%	6.76		

من خلال النتائج اعلاه يتم اخذ النسبة الوزنية التي تمثل اعلى قيمة للصدمة وهي 30% وتعريضها للمعالجة الحرارية عند درجات (8, 25 , 55)°م حيث تبقى العينات عند الدرجات الحرارية المذكورة لمدة 24 ساعة ثم تقاس الصدمة لها.



الشكل (6): العلاقة بين مقاومة الصدمة ودرجة الحرارة قبل وبعد التدعيم عند درجات حرارية (8,25,55) °م

نلاحظ ان مقاومة الصدمة منخفضة قبل التدعيم وذلك لكون البولي استر مادة هشة ولكن بعد تقويته بالطين الاخضر ازدادت قيم الصدمة بشكل ملحوظ واضح ومتفاوت ويعود السبب في ذلك كون الطين الاخضر يعمل على توزيع الاجهاد المسلط على مساحة اكبر وبذلك يقل تركيز الاجهاد في منطقة معينة وايضاً وجود مواد التدعيم يمنع نمو الشقوق الصغيرة التي تحدث نتيجة الصدمة وكذلك كون مقاومة الصدمة للبوليمرات المطاوعة اعلى من مقاومة الصدمة للبوليمرات الهشة وان زيادة الصدمة نتيجة زيادة متانة المادة[31]

هناك علاقة طردية بين قيم الصدمة ودرجات الحرارة بسبب تكسر الاواصر بين جزيئات المادة المتراكبة وكذلك الحركة الانزلاقية التي تزداد بزيادة درجة الحرارة وتزداد امكانية امتصاص الطاقة الذي بدوره يؤدي الى زيادة الطاقة الكامنة للكسر وبالتالي زيادة مقاومة الصدمة[32].

2-3 اختبار الصلادة :Hardness Test (HRR)

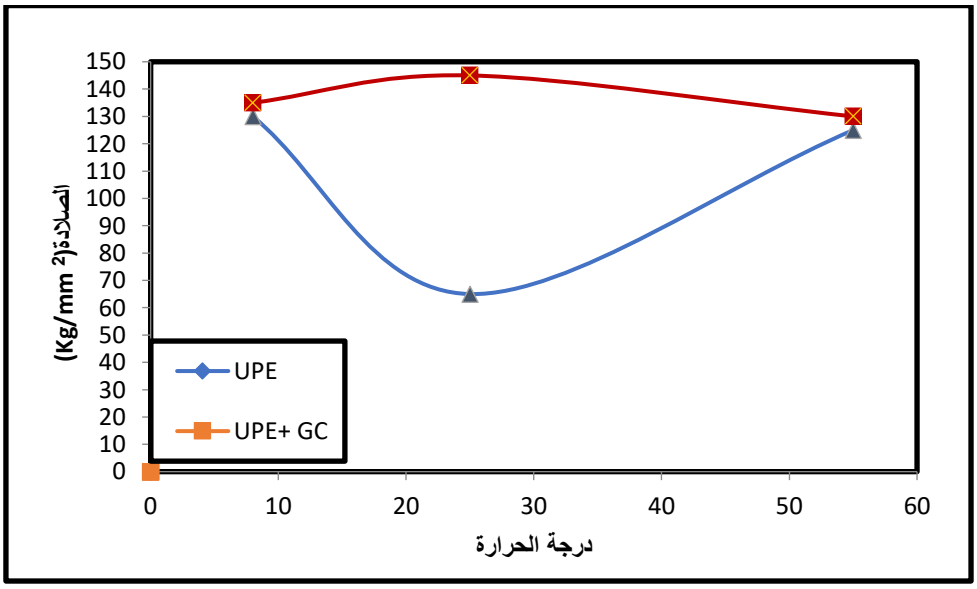
الصلادة تعبير عن مقاومه المعدن للخدش والاختراق بواسطة المواد الاخرى وهي خاصيه مهمه جدا وخصوصا في الاجزاء المعرضة للاحتكاك[33].

وتعرف ايضا بانها مقاومه سطح المادة للتشوه الدائمي الذي يحصل بعده طرق وهي الخدش القطع الثلم الاختراق وتعتمد صلادة المادة على المعاملة الحرارية ودرجة الحرارة العالية ونوع الاواصر والقوه الرابطة بين الجزيئات[34].

جدول (2) قيم الصلادة للبولي استر الغير مشبع قبل التدعيم وبعده بدرجه حرارة 25°م

المتراكبات البوليميرية عند 25°م	الصلادة (Kg/mm^2)	المتراكبات البوليميرية عند 25°م	الصلادة (Kg/mm^2)
UPE	65	UPE+G30%	145
UPE+ GC 5%	55	UPE+G35%	55
UPE+ GC 10%	52	UPE+G40%	35
UPE+ GC15%	51	UPE+G45%	37
UPE+ GC20%	48	UPE+G50%	22
UPE+GC 25%	46		

نلاحظ ان اعلى قيمه للصلادة عند النسبة الوزنية 30%وتمت المعالجة الحرارية عند درجات حراره (8 ,25, 55)°م حيث تبقى العينة عند الدرجات الحرارية المذكورة لمده 24 ساعه ثم تقاس مقاومه الصلادة لها. كما في الشكل (7).



الشكل (7) يوضح العلاقة بين الصلادة ودرجة الحرارة قبل وبعد التدعيم عند درجات حرارية (8,25,55) م°

نلاحظ من النتائج اعلاه ازدياد قيم الصلادة بعد عمليه التدعيم بسبب زيادة الترابطات التشابكية بين كل من المادة الاساس البولي استر وماده التدعيم اضافه لكون ماده التدعيم الطين الاخضر يمتاز بالصلادة العالية والقابلية العالية على تحمل الجزء الاكبر من الاجهاد.

كما نلاحظ ان الصلادة قلت بزيادة درجه الحرارة بسبب كلما زادت درجه الحرارة زادت ليونة المادة بسبب حركه الوحدات البدائية وتكسر الاواصر البينية بينها مما يؤدي الى ضعف مقاومتها للخدش كذلك لزوجه المادة البوليميرية ونوع ماده التدعيم تلعب دور في ظهور الفجوات في المادة المتراكبة فتقل صلادتها[35].

3-3 اختبار الانضغاطية Compression Test

ان مقاومه الانضغاطية هي عباره عن اقصى اجهاد مسلط يمكن ان تتحمله المادة البوليميرية تحت الضغط العمودي المسلط ويمكن حسابها عن طريق المعادلة الأتية:

$$\text{Comp. (MPa)} = \text{Force (N)} / \text{Area (m}^2\text{)}$$

حيث تمثل C.S =مقاومة الانضغاطية

F =القوة المسلطة

A =مساحة المقط[36]

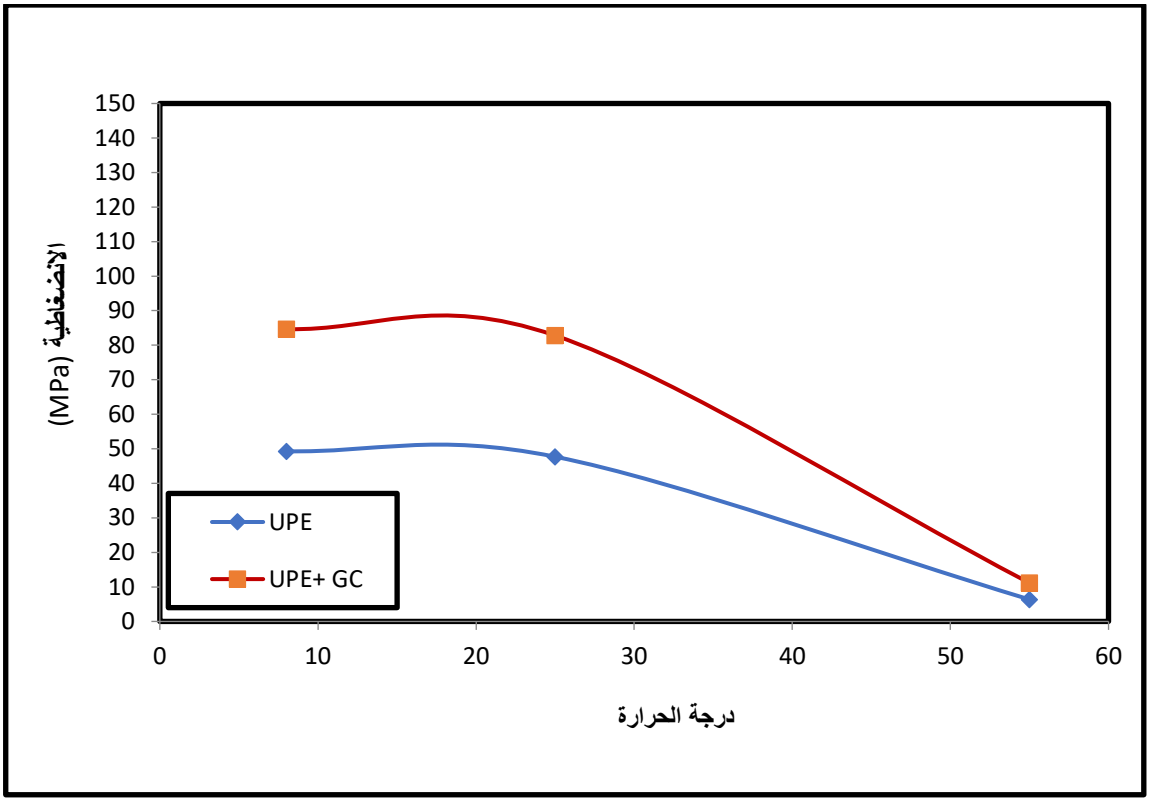
تزداد قيم الانضغاطية بزيادة نسبة التدعيم كما مبين في الجدول (3) لان الجهد يكون موزع على المادة المدعمة فكلما زادت نسبة التدعيم ازدادت قيم الانضغاطية[37].

الجدول (3) يبين زيادة مقاومة الانضغاطية للمادة المقواة بالطين الاخضر نظرا لكفاءة الارتباط بين البولي استر والطين الاخضر

الجدول (3) العلاقة بين قيم مقاومة الانضغاطية والنسب الوزنية للمتراكبات البوليمرية قبل وبعد عملية التدعيم عند درجة حرارة 25°م

المتراكبات البوليمرية	مقاومة الانضغاطية (MPa)عند 25°م	المتراكبات البوليمرية	مقاومة الانضغاطية (MPa)عند 25°م
UPE	47.70	UPE+ GC30%	82.80
UPE+ GC5%	54.14	UPE+ GC35%	74.84
UPE+ GC10%	57.32	UPE+ GC40%	55.73
UPE+ GC15%	66.87	UPE+ GC45%	52.50
UPE+ GC20%	73.24	UPE+ GC50%	50
UPE+ GC25%	79.61		

وتم دراسة تأثير درجات الحرارة على مقاومة الانضغاطية من خلال تحضير ثلاث عينات بدرجات ((55,25,8) °م بنسب وزنية 30% ومن خلال الشكل (8) نلاحظ بان العلاقة عكسية بين الانضغاطية ودرجة الحرارة حيث تزداد ليونة المادة بزيادة درجة الحرارة مما يسبب ضعف المادة.



الشكل (8) العلاقة بين مقاومة الانضغاطية ودرجة الحرارة

قبل وبعد التدعيم عند درجات حرارية (8,25,55) °م

نلاحظ من النتائج اعلاه ان قيم الانضغاطية للبولي استر المدعم تكون اعلى من قيم البولي استر الغير مدعم وذلك ان ماده التدعيم تتحمل اغلب الجهد المسلط الذي يكون مسلط على المادة المتراكبة بالإضافة الى كفاءه الربط بين المادة الاساس البولي استر وماده التدعيم.

كما نلاحظ ان قيم الانضغاطية تتناسب عكسيا مع درجه الحرارة حيث تقل كلما زادت درجه الحرارة بسبب تكسر الاواصر كذلك ضعف قوه الربط بين المادة البوليميرية وماده التدعيم مما يؤدي الى جعل راتنج البولي استر اكثر ليونة فتضعف مقاومته للانضغاط[38].

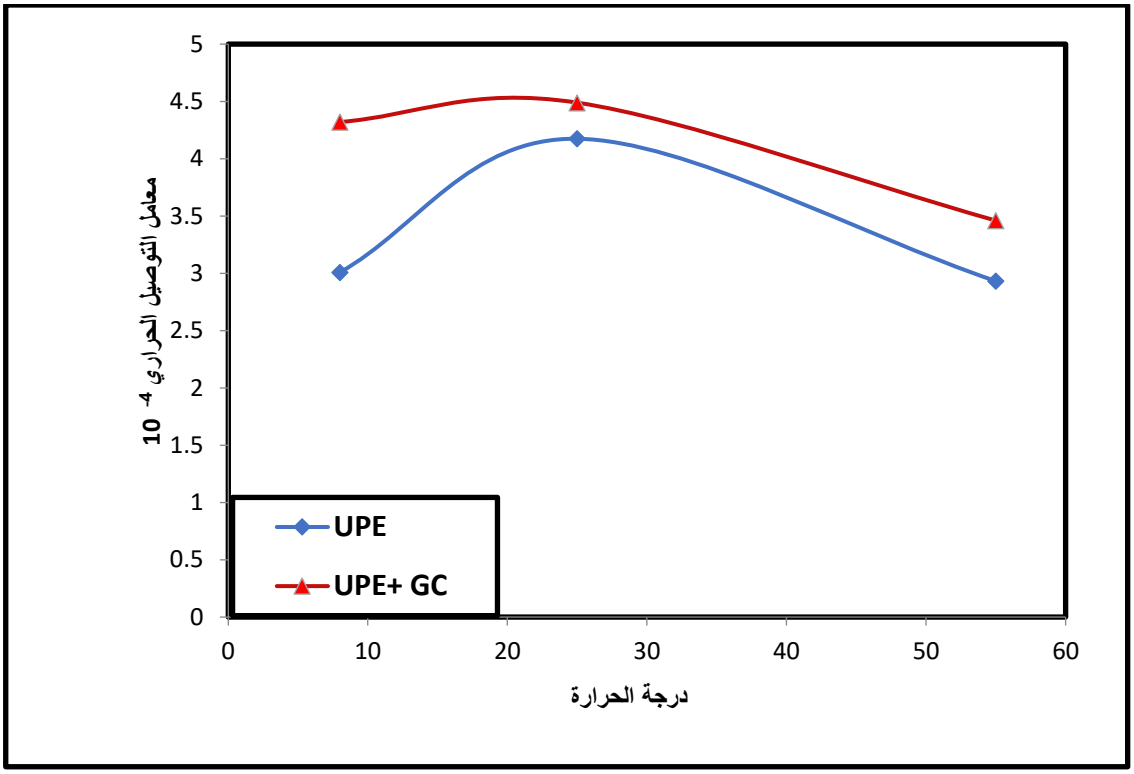
4-3 التوصيل الحراري

يعرف على انه الانتقال التلقائي للطاقة الحرارية عبر المادة من منطقه ذات درجه حرارة مرتفعة الى منطقه اخرى ذات درجه حرارة اقل من سابقتها سعيا وراء الوصول الى تجانس حراري.

توصيل الحرارة هو عمليه انتقال الطاقة الحرارية من خلال انتشار وتصادم مجهري للجسيمات داخل الجسم نتيجة التدرج الحراري ويحدث التوصيل في جميع اشكال المادة ذات الوزن مثل المواد الصلبة والسائلة والغازات والبلازما.

من خلال البحث اظهر لنا ان التوصيل الحراري قل بزيادة درجة الحرارة وذلك بسبب ان البوليمرات تحتوي على الكترونات حره في نقل الحرارة حيث تعتمد الموصلية الحرارية على الاهتزازات الهيكلية في هيكلها الداخلي حيث تقل هذه الاهتزازات عند اضافه حشوات للبوليمر والتي تعيق الاهتزاز وبالتالي تقل الموصلية.[39]

وان مواد التدعيم تعمل على اعاقه الاهتزاز في الهيكل الداخلي للراتنج وبالتالي تنخفض قيم معامل التوصيل الحراري[40] .



الشكل (9) العلاقة بين درجة الحرارة والتوصيل الحراري

4- الاستنتاجات

عند اضافه الطين الاخضر كمادة مدعمة الى البولي استر الغير مشبع والذي يعتبر المادة الاساس سوف يظهر تأثير واضح وجيد على الخواص الميكانيكية والحرارية متمثلا:

1- إن زيادة نسبة التدعيم يعمل على زيادة الخواص الميكانيكية عند درجات حرارة 25 °م.
2- قيم الانضغاطية والشد والصدمة ارتفعت قيمتها بعد التدعيم في حين قلت الصلادة اما عند الدرجات الحرارية (8,55) °م.
3- ارتفعت قيم الصدمة والشد بعد التدعيم في حين كانت الزيادة عالية وملحوظة بشكل جيد عند درجه حراره 25°م عند مقارنتها بدرجات الحرارة (8,55) °م، اما قيم الانضغاطيه قلت بارتفاع درجة الحرارة.
4- انخفاض التوصيل الحراري للبولي استر الغير مشبع بعد التدعيم بدرجه حرارة الغرفة والدرجات الحرارية التي تمت معالجتها (8,55) °م.

المصادر:

[1] P. Peças, H. Carvalho, H. Salman, and M. Leite, "Natural fibre composites and their applications: a review," *Journal of composites science*, vol. 2, no. 4, p. 66, 2018.
[2] S. Farah, D. G. Anderson, and R. Langer, "Physical and mechanical properties of PLA, and their functions in widespread applications—A comprehensive review," *Adv Drug Deliv Rev*, vol. 107, pp. 367–392, 2016.
[3] J. N. Hahladakis, C. A. Velis, R. Weber, E. Iacovidou, and P. Purnell, "An overview of chemical additives present in plastics: Migration, release, fate and environmental impact during their use, disposal and recycling," *J Hazard Mater*, vol. 344, pp. 179–199, 2018.
[4] E. H. Mohsoun and A. R. Ahmed, "Study of Etiquettes Behavior and Some Physical and Mechanical Properties of a Polymeric Basic Composite," *Journal of University of*

Babylon for Pure and Applied Sciences, vol. 27, no. 4, pp. 58–65, 2019.

[5] E. S. W. Ala and E. Z. Sulyman, "Preparation of Polymeric Composites from Saturated Polyesters Glass Powder (Flourscent) and Study of its Mechanical Properties: Preparation of Polymeric Composites from Saturated Polyesters Glass Powder (Flourscent) and Study Of Its Mechanical Properties," *Iraqi Journal of Market Research and Consumer Protection*, vol. 13, no. 1, pp. 131–139, 2021.

[6] S. Rana and R. Fangueiro, *Advanced composite materials for aerospace engineering: processing, properties and applications*. Woodhead Publishing, 2016.

[7] Y. Wu, Y. Zhang, J. Ju, H. Yan, X. Huang, and Y. Tan, "Advances in halloysite nanotubes–polysaccharide nanocomposite preparation and applications," *Polymers (Basel)*, vol. 11, no. 6, p. 987, 2019.

[8] J. M. Garces, D. J. Moll, J. Bicerano, R. Fibiger, and D. G. McLeod, "Polymeric nanocomposites for automotive applications," *Advanced Materials*, vol. 12, no. 23, pp. 1835–1839, 2000.

[9] K. Y. Ann and H.-W. Song, "Chloride threshold level for corrosion of steel in concrete," *Corros Sci*, vol. 49, no. 11, pp. 4113–4133, 2007.

[10] A. A. Sagüés, "Modeling the effects of corrosion on the lifetime of extended reinforced concrete structures," *Corrosion*, vol. 59, no. 10, 2003.

[11] J. Zhu *et al.*, "Poly (butylene 2, 5-furan dicarboxylate), a biobased alternative to PBT: synthesis, physical properties, and crystal structure," *Macromolecules*, vol. 46, no. 3, pp. 796–804, 2013.

[12] J. Chen, E. S. Garcia, and S. C. Zimmerman, "Intramolecularly cross-linked polymers: from structure to function with applications as artificial antibodies and artificial enzymes," *Acc Chem Res*, vol. 53, no. 6, pp. 1244–1256, 2020.

[13] S. Yoshida *et al.*, "A bacterium that degrades and assimilates poly (ethylene terephthalate)," *Science (1979)*, vol. 351, no. 6278, pp. 1196–1199, 2016.

[14] M. H. A. Elella, E. S. Goda, H. M. Abdallah, A. E. Shalan, H. Gamal, and K. R. Yoon, "Innovative bactericidal adsorbents containing modified xanthan gum/montmorillonite nanocomposites for wastewater treatment," *Int J Biol Macromol*, vol. 167, pp. 1113–1125, 2021.

[15] I. Anastopoulos, A. Bhatnagar, B. H. Hameed, Y. S. Ok, and M. Omirou, "A review on waste-derived adsorbents from sugar industry for pollutant removal in water and wastewater," *J Mol Liq*, vol. 240, pp. 179–188, 2017.

[16] B. Zazoum, E. Triki, and A. Bachri, "Modeling of mechanical properties of clay-reinforced polymer nanocomposites using deep neural network," *Materials*, vol. 13, no. 19, p. 4266, 2020.

[17] S. T. 17. Khouloud Jlassi Mohamed M. Chehimi, *Hardback Clay-Polymer Nanocomposites*. Mário Ferreira and Mukul Paul, 2018.

[18] X. Zhang and G. Wu, "Grafting halloysite nanotubes with amino or carboxyl groups onto carbon fiber surface for excellent interfacial properties of silicone resin composites," *Polymers (Basel)*, vol. 10, no. 10, p. 1171, 2018.

[19] A. Saad, K. Jlassi, M. Omastová, and M. M. Chehimi, "Clay/conductive polymer nanocomposites," in *Clay-Polymer Nanocomposites*, Elsevier, 2017, pp. 199–237.

[20] Y. Liu *et al.*, "High performance attapulgite/polypyrrole nanocomposite reinforced polystyrene (PS) foam based on supercritical CO2 foaming," *Polymers (Basel)*, vol. 11, no. 6, p. 985, 2019.

[21] X.-H. Shi, X.-L. Li, Y.-M. Li, Z. Li, and D.-Y. Wang, "Flame-retardant strategy and mechanism of fiber reinforced polymeric composite: a review," *Compos B Eng*, vol. 233, p. 109663, 2022.

[22] X. Jia, B. Shen, L. Zhang, and W. Zheng, "Construction of shape-memory carbon foam composites for adjustable EMI shielding under self-fixable mechanical deformation," *Chemical Engineering Journal*, vol. 405, p. 126927, 2021.

[23] K. P. Črešnar, A. Zamboulis, D. N. Bikiaris, A. Aulova, and L. F. Zemljič, "Kraft lignin/tannin as a potential accelerator of antioxidant and antibacterial properties in an active thermoplastic polyester-based multifunctional material," *Polymers (Basel)*, vol. 14, no. 8, p. 1532, 2022.
[24] A. M. Motlatle, S. S. Ray, V. Ojijo, and M. R. Scriba, "Polyester-based coatings for corrosion protection," *Polymers (Basel)*, vol. 14, no. 16, p. 3413, 2022.
[25] U. Konwar, N. Karak, and M. Mandal, "Vegetable oil based highly branched polyester/clay silver nanocomposites as antimicrobial surface coating materials," *Prog Org Coat*, vol. 68, no. 4, pp. 265–273, 2010.
[26] Y. Zare, "New models for yield strength of polymer/clay nanocomposites," *Compos B Eng*, vol. 73, pp. 111–117, 2015.
[27] B. Chen *et al.*, "A critical appraisal of polymer–clay nanocomposites," *Chem Soc Rev*, vol. 37, no. 3, pp. 568–594, 2008.
[28] S. Gul, A. Kausar, B. Muhammad, and S. Jabeen, "Research progress on properties and applications of polymer/clay nanocomposite," *Polym Plast Technol Eng*, vol. 55, no. 7, pp. 684–703, 2016.
[29] D. K. K. Al-Khazraji and I. Ali, "Al-Mosawi 'Effect Study of Magnesium Oxide on Thermal Conductivity of Unsaturated Polyester Resin,'" *Journal of Babylon University*, pp. 867–876, 2004.
[30] D. B. M. A. S. H. Rasool Ali Hassan, "The Effect of Temperature and Chemical Solutions on the Elastic Modulus Values of Hybrid Composite Materials," *Engineering and Technology Journal*, vol. 28, no. 13, 2010.
[31] D. R. Saadallah and E. Z. Sulyman, "Preparation and study of some mechanical and thermal properties of epoxy composites with natural styrene butadiene rubber (damaged tires)," *Int J Health Sci (Qassim)*, no. I, pp. 6278–6291, 2022.
[32] E. S. Waad Allah, "Preparation and study of some mechanical and thermal properties of the composite of unsaturated polyester with polyethylene and fluorescent powder," 2020.
[33] M. Lyapina *et al.*, "Application of nanobiomaterials in restorative dentistry," *Journal of IMAB–Annual Proceeding Scientific Papers*, vol. 22, no. 1, pp. 1050–1055, 2016.
[34] E. Z. Sulyman and R. E. Ibrahiem, "Preparation Polymeric Composites from Epoxy with Randomly Woven Fiber Glass and Studies the Mechanical Properties," *Rafidain Journal of Science*, vol. 28, no. 3, pp. 104–115, 2019.
[35] A. M. Ahmed and E. Z. Sulyman, "Preparation and study of mechanical and thermal properties of polymeric composites of unsaturated and polyester cellulose fibers," *Int J Health Sci (Qassim)*, no. I, pp. 9305–9321, 2022.
[36] K. G. Satish, B. Siddeswarappa, K. M. Kaleemulla, and others, "Characterization of in-plane mechanical properties of laminated hybrid composites," *Journal of Minerals and Materials Characterization and Engineering*, vol. 9, no. 02, p. 105, 2010.
[37] S. P. Shukla, "Investigation in to tribo potential of rice husk (RH) char reinforced epoxy composite," 2011.
[38] A. M. Ahmed and E. Z. Sulyman, "Study of the mechanical and thermal properties of Polyester Composites Prepared with Nylon66," *Int J Health Sci (Qassim)*, vol. 6, pp. 6265–6277, 2022.
[39] D. K. K. Al-Khazraji and I. Ali, "Al-Mosawi 'Effect Study of Magnesium Oxide on Thermal Conductivity of Unsaturated Polyester Resin,'" *Journal of Babylon University*, pp. 867–876, 2004.
[40] S. C. Paul, M. Y. Miah, A. Gafur, and R. C. Das, "Study of thermal properties of granite powder (scrap) reinforced polyester resin composite," *J Adv Chem Eng*, vol. 6, p. 159, 2016.