JOBS
مجلة العلوم الأساسية
Journal of Basic Science
Print -ISSN 2306-5249
Online-ISSN 2791-3279
العدد الثالث والثلاثون
٢٠٢٥م /١٤٤٧هـ
العدد الثالث والثلاثون
(٥٦٣) (٥٨٢)

تحسين الخواص الميكانيكية والحرارية لراتنج البولي استر غير المشبع باضافة مسحوق حراشف الاسماء

إخلاص زيدان يوسف

ekhlas.23gep61@student.uomosul.edu.iq

د. ابتهاج زكي سليمان ال حليم

ebthalim@uomosul.edu.iq

كلية التربية للبنات /قسم الكيمياء /جامعة الموصل

المستخلص :

في هذا البحث , تم تحضير مادة متراكبة من البولي استر غير المشبع كماده اساس واوكسيد الزنكZnO كماده مدعمه ودراسة بعض الخصائص الميكانيكية(الصلادة، الانضغاطية، مقاومة الصدمة) ولتحقيق هذا الهدف تم تحضير عينات بنسب وزنيه مختلفة(١% – ١٠%). واوضحت الدراسة ازدياد الخواص الميكانيكية عند النسبه ٦% وتمت اضافة مادة التدعيم عند درجات حرارية مختلفة (٧-٢٥-٨٠-١٥٠) °م من اجل مقارنه الخواص الميكانيكية قبل وبعد التدعيم، واعطت النتائج خواص ميكانيكية جيدة , حيث ارتفعت قيم (مقاومة الصدمة، مقاومة الانضغاط ، الصلادة).بينما قلت قيم معامل المرونة (معامل يونك)عند ٢٥ °م. لكن عند اجراء المعالجة في درجات الحرارة (٧،٨٠،١٥٠) . لوحظت تغيرات متفاوتة في القيم الميكانيكية ,حيث شهدت بعضها ارتفاع والاخرى انخفاض . كما تبين ان التوصيل الحراري يزداد مع ارتفاع درجات الحرارة ويقل بانخفاضها . تشير هذه النتائج إلى أن كل من مادة التدعيم ودرجة حرارة المعالجة يؤثران بشكل كبير على السلوك الميكانيكي والحراري للمركبات البولي استر غير المشبعة المقواة باوكسيد الزنك

JOBS
مجلة العلوم الأساسية
Journal of Basic Science
Print -ISSN 2306-5249
Online-ISSN 2791-3279
العدد الثالث والثلاثون
٢٠٢٥م /١٤٤٧هـ

الكلمات المفتاحية: البولي استر، المتراكبات البوليمرية ، اوكسيد الزنك ، الخواص الميكانيكية ، قوة الانضغاط ، قوة الصدمة ، الصلادة ، معامل المرونة ، التوصيل الحراري.

Improving the mechanical and thermal properties of unsaturated polyester resin by adding scahe fish powder

Ekhlas Zidan Youssef

ekhlas.23gep61@student.uomosul.edu.iq

prof. Dr.Ebtehag Zeki Sulyman

ebthalim@uomosul.edu.iq

Department of Chemistry, Education College for Women, University of Mosul, Mosul, Iraq

Abstract :

In this research, a composite material was developed using unsaturated polyester resin as the base matrix and zinc oxide (ZnO) as a reinforcing agent. The study focused on evaluating key mechanical properties, including hardness, compressive strength, and impact resistance. To investigate the effect of filler concentration, samples were prepared with different ZnO weight fractions ranging from (1- 10)%. The results showed that the optimal improvement in mechanical performance occurred at a ٦ wt % ZnO content of. In addition, the influence of processing temperature was examined by curing the composite samples at four different temperatures: 7°C, 25°C, 80°C, and 150°C. At 25°C, the composites demonstrated notable enhancements in impact resistance, compressive strength, and hardness, accompanied by a reduction in Young's modulus. At other processing temperatures (7°C, 80°C, and 150°C), the mechanical properties exhibited varying trends, with some increasing while others decreased. Furthermore, it

JOBS
مجلة العلوم الأساسية
Journal of Basic Science
Print -ISSN 2306-5249
Online-ISSN 2791-3279
العدد الثالث والثلاثون
٢٠٢٥م /١٤٤٧هـ

was observed that thermal conductivity increased with rising temperatures and decreased at lower temperatures. These findings suggest that both filler content and processing temperature significantly influence the mechanical and thermal behavior of ZnO-reinforced unsaturated polyester composites.

Keywords: Polyester, Polymeric composites, Zinc Oxide ZnO, mechanical properties, compressive strength,. Impact strength, hardness, Modulus of elasticity, Thermal conductivity.

المقدمة:

عرف استعمال المواد المتراكبة باشكالها البسيطة منذ قديم الزمان عند الاشوريين حيث استخدموها لبناء الزقورات ، وكذلك استخدم المصريين القش عند صنع الطابوق وذلك لحمايته من التصدعات التي تحدث خلال مرحلة التجفيف (راشد , عبد الرحمن محمد , 2019) . المواد المتراكبة تتكون من مادتين مختلفتين او اكثر غير متجانستين. وتتميز بخواص جيدة مقارنة بخواص كل مادة من المواد المكونة لها(Rajak, et al.,2019) .

يمكن تحضير المواد المتراكبة بدمج المادتين معا بشرط عدم حدوث تفاعل كيميائي بينهما بحيث تحتفظ كل مادة بصفاتها الاصلية الخاصة (Rbaa, et al.,2021).

يمكن الحصول على المواد المتراكبة باستخدام مواد رخيصة الثمن كبديل للمواد باهضه الثمن وان المركب الناتج يظهر خصائص واداء افضل مع تكلفة اقل تتسم بمجموعة من الصفات المرغوبة, منها خفة الوزن ,والمتانة العالية , والعزل الحراري والكهربائي , والمقاومة الميكانيكية والكيميائية , اضافة الى مرونة التصميم , ومقاومتها الجيدة للظروف البيئية التي تحيط بها وغيرها من الخصائص . (Ahmad, A.M. et al,2022)

يتم استخدام اكثر من مليونين طن من هده المواد سنويا في تصنيع المنتجات الهيكلية مثل الدبابات والانابيب (O A Abbass et al.,2020).

JOBS
مجلة العلوم الأساسية
Journal of Basic Science
Print -ISSN 2306-5249
Online-ISSN 2791-3279
العدد الثالث والثلاثون
٢٠٢٥م /١٤٤٧هـ

راتنج البولي استر غير المشبع هو نوع من االراتنجات المتصلبة حراريا ولا يستخدم بمفرده في التطبيقات التقنية لانه مادة هشة ولايمتلك الكفاءة الكافية ولكن عند تقويته ببعض المواد المقوية كالالياف الزجاجية ودقائق مسحوق نفايات الزجاج والياف الكاربون تغير بعض الخواص الميكانيكية لمادة البولي استر الغير مشبع الهش والتي تؤثر بدورها ع طبيعة الكسر (Luyang Gong et al.,2022) بسبب التطور الذي يحصل في العالم , اصبح من الصعب تخيل العالم بدون بوليمرات لانها تدخل في مجالات التطبيقات الصناعية بشكل واسع وذلك لامتلاكه خصائص مرغوبة لاتوجد في بقية المواد المعدنية , (Chawla.,2012)اذ تتميز البوليمرات بخفة الوزن وسهولة التصنيع ومقاومة التاكل والمحاليل مثل الحوامض والقواعد بالاضافة الى سهولة استخدامها (Chittaranjan Deo et al.,2018)

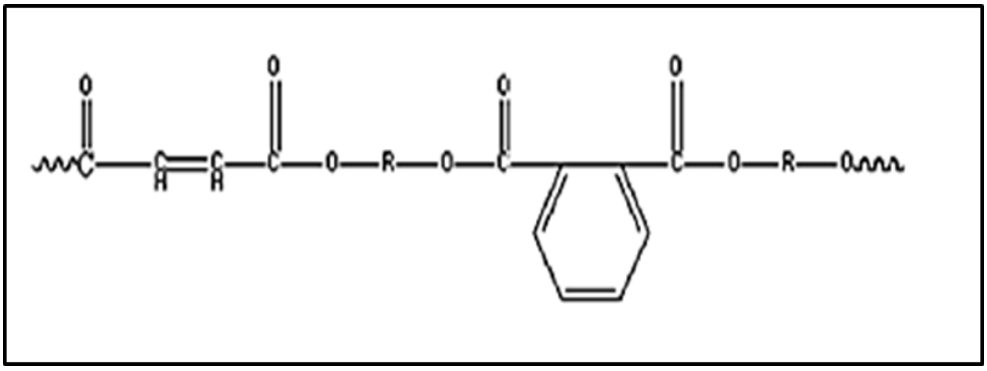
الجزء العملي

اولا _ المواد المستخدمة في البحث

١_ المادة الاساس

البولي استر غير المشبع ذو المنشأ التركي من شركة TURKUAZ POLY ESTER كثافته ١,١٧ ولزوجته بحدود (٥٠٠-٣٥٠) في درجة حرارة الغرفة . تعد من انواع البوليمرات المتصلبة حراريا (ثرموسيتات) . تتصلب وتتحول الى مادة صلبة عند أضافة المصلب الذي يحتوي على نوعين من المواد المساعدة على التصلب الاولى تعتبر بادئ لعملية البلمرة وهي بيروكسيد اثيل مثيل كيتون وهي سائلة عديمة اللون والمادة الثانية هي (قصدير ٢_اثيل هكسانوات) الذي يعمل كمعجل لتفكك البادئ . يتميز بقوامه الزيتي ولونه الأرجواني . يضاف المصلد الى البولي استر غير المشبع ويخلط بنسب من الراتنج الى من المصلد . عند اكمال اضافة المقسي والمحفز الى مزيج الراتنج .تبدا عملية الخلط (الخلط اليدوي) فورا لمدة تتراوح بين دقيقتين وثلاثة دقائق حتى يصبح الخليط لزجا . عند تجاوز هذه المدة . يصبح الخليط شديد الذوبان وترتفع حرارته ,مما يؤدي الى تسارع عملية الذوبان ويعيق عملية الصب.كما ان المنتج النهائي يحتوي على فقاعات هواء كبيرة .يتميز راتنج البولي استر بخصائص ميكانيكية , مع عزله الكهربائي والحراري العالي.

JOBS
مجلة العلوم الأساسية
Journal of Basic Science
Print -ISSN 2306-5249
Online-ISSN 2791-3279
العدد الثالث والثلاثون
٢٠٢٥م /١٤٤٧هـ



الشكل (١) الصيغة التركيب الكيميائي للبولي استر الغير مشبع (Li Mei,2000)

٢_ مادة التدعيم

اوكسيد الزنك (ZnO) **Zinc Oxide**

يعد اوكسيد الزنك من المركبات الكيميائية واسعة الاستخدام، فهو يمتلك خصائص فريدة ، غير مكلف وقادر على امتصاص الاشعة فوق البنفسجية (u.v) وله لون ابيض ناصع كما يمتاز بالثبات الكيميائي ويمتاز بمساحة سطحية كبيرة ، والتوصيل الحراري العالي والانتقائية والذوبانية في المحاليل المائية.

يستخدم بشكل رئيسي في صناعة الاصباغ والدهانات كمادة مبيضة في مستحضرات التجميل للحماية من(u.v) وفي تحفيز انبات البذور ونمو النباتات وفي صناعة المطاط ويدخل في المواد المضافة للأغذية وبالإضافة لذلك يتمتع بخصائص كهروضوئية جعلته مهما في تطبيقات الخلايا الشمسية وفي مجالات طب الاسنان(صناعه الاسنان ، علاج اللثة ، التقويم) كما يستخدم في قتل سلالات بكتيريا مختلفة بسبب امتلاك الزنك خاصية تثبيط التنفس الخلوي ويدمر الغشاء الخلوي ويستخدم في صناعه انابيب الكاربون متعدد الجدران كما يستخدم في عوامل علاج هشاشه العظام ، كما يستفاد منه في التطبيقات البيئية حيث يستخدم كمحفز للتفاعلات الكيميائية في معالجة المياه والهواء وهذا بفضل خواصه الفوتوكيميائية ، ويعتبر اكسيد الزنك ماده مطهره يمنع تكون الأغشية الحيوية على الأجهزة الطبية ، يستخدم اوكسيد الزنك كمادة داعمة في البوليمرات لأنه يزيد التوصيل الحراري لها ويعمل كمادة مالئة في البوليمرات ويحسن الخصائص الميكانيكية

JOBS
مجلة العلوم الأساسية
Journal of Basic Science
Print -ISSN 2306-5249
Online-ISSN 2791-3279
العدد الثالث والثلاثون
٢٠٢٥م /١٤٤٧هـ

.(Kołodziejczak-Radzimska et al ., 2014)

ثانيا _ طريقة التحضير

تستعمل مادة البولي استر غير المشبع بعد اضافة العامل المصلد بنسبة (٢:١٠٠) , مما يحولها الى مادة ذات قوام جيلاتيني تتصلب عند درجة حرارة الغرفة (٢٥) م . تحضر المادة المدعمة اوكسيد الزنك بنسب وزنية مختلفة (١%_١٠%) مع اتباع تقنية القولبة اليدوية ,حيث تصنع قوالب خاصة لكل قياس . تمزج مادة البولي استر غير المشبع مع المصلد الارجواني , ثم يضاف اوكسيد الزنك ويخلط جيدا حتى يحدث تجانس بين البولي استر غير المشبع والاوكسيد . بعد ذلك يضاف المصلد الشفاف ويخلط ببطء شديد لمدة تتراوح بين ٣٠ ثانية الى1-0.5 دقيقة . للحصول على تجانس عالي يفضل استخدام جهاز ultrasonic . ويترك لمدة ٢٤ ساعة عند درجة حرارة الغرفة لاتمام عملية التصلب , مع حدوث تدخل وتجانس تام بين الجزيئات . يتم دراسة تاثير الحرارة على المتراكبات المحضرة عند درجات حرارية مختلفة .

ثالثا _ الاجهزة المستخدمة وتحضير العينات

١.جهاز اختبار مقاومة الانضغاطية Compressive Resistance Instrumental Test

الجهاز المستخدم للقياس مصنع من(Automax) وتحضر عينات الاختبار وفقا للمواصفات

الامريكية(D168-M ST A تكون العينات مكعبة الشكل لضمان قدرتها على تحمل الحد الاعلى من الحمل لمقاومة

الانضغاط.ASTM_D618 يتم استخدام مكبس هيدروليكي نوع . Testing Machine Co (LTD)

لتحديد الحد الاقصى من حمل قوة مقاومة الانضغاط الذي يستطيع النموذج تحمله . وتجدر الاشارة الى ان الجهاز المستخدم لقياس مقاومة الانضغاط تابع لكلية الهندسة| قسم المدني | مختبر فحص المواد

٢. جهاز اختبار مقاومة الصدمة: Impact Test :Resistance Instrumental

JOBS
مجلة العلوم الأساسية
Journal of Basic Science
Print -ISSN 2306-5249
Online-ISSN 2791-3279
العدد الثالث والثلاثون
٢٠٢٥م /١٤٤٧هـ

الجهاز المستخدم من نوع (Chary Impact Test Instrument) والموجود في المعهد التقني _مختبر المعادن , وهو مصنع من قبل شركة (Tokyo Koki Seizosho, LTD) .اما عينة الفحص فتبلغ أبعادها (55*10*10), حيث يتم عمل زاوية قدرها (١٤١,٥=α)درجة وحز عمقه (٢ملم) في النموذج , وفقا للمواصفات القياسية الامريكية (ASTM_D256_87)

٣. جهاز أختبار قوة الصلادة Hardiness Resistance Instrumental Test :

جهاز فحص الصلادة (Durometer Shore) من نوع (Shore_D) والموجود في كلية الهندسة _قسم الميكانيك , والمجهز من قبل شركة Germany_Wolpert , يشبه في تصميمه البوصلة ,حيث يحتوي على ابرة تقع في منتصفه .تتم عملية الفحص بتثبيت الجهاز عموديا على العينة المراد اختبارها, ثم تقاس الصلادة عند انغراز الابرة في سطح المادة . بعد ذلك يترك الجهاز لمدة ثلاثة ثوان قبل تسجيل قيمة الصلادة التي يقيسها الجهاز .

٤. جهاز أختبار المرونة : Flexibility Instrumental Test

يعتمد أختبار المرونة على قياس متغيرين هما (الاجهاد والاستطالة) , لذلك يتم اجراء اختبار الاستطالة على عينات محضرة بابعاد سمك (١سم) وعرض (٢٠سم) , وفقا للمواصفات القياسية (ISOR527) في تحضير نماذج اختبار مقاومة الشد . كانت تحضر باستخدام تقنية رسم الشرائح , استخدم في هذا الاختبار لدراسة خواص المادة المركبة تحت تأثير حمل محوري باتجاهين , باستخدام جهاز (Machine univeral) المجهز من قبل شركة (EIE_England)لقياس هذه الخاصية , وبمعدل حمل (KN50) . الجهاز متاح في كلية الهندسة _قسم المدني _مختبر فحص المواد

٥. التوصيل الحراري : Thermal Conductivit

JOBS
مجلة العلوم الأساسية
Journal of Basic Science
Print -ISSN 2306-5249
Online-ISSN 2791-3279
العدد الثالث والثلاثون
٢٠٢٥م /١٤٤٧هـ

يتم استخدام جهاز قرصي لقياس التوصيل الحراري , حيث تكون النماذج بقطر (١١,٣) وسمك (١,٢).الجهاز المستخدم لهذا الغرض موجود في كلية العلوم _ قسم الفيزياء.

النتائج والمناقشة :

١. اختبار مقاومة قوة الانضغاط Compressive Resistance Test (C.S)

يعد اختبار مقاومة قوة الانضغاط للمادة من الفحوصات المهمة التي توفر رؤية واضحة حول قوة البوليمر ومدى تحمله لظروف الاستخدام . فهنالك العديد من المواد التي قد تبدو هشة (brittle) في حالة الشد لكنها تبدو لدنة (ductil) عند تعرضها للانضغاط (Omar Dagdag, *et al*,2023). لذا , يستخدم هذا الفحص غالبا لتقييم مقاومة الخضوع بالأضافة الى مقاومة الانضغاط . بشكل خاص , تعرف مقاومة قوة الامتصاص بانها الحد الاقصى من الاجهاد الذي يمكن للمادة الصلبة تحمله دون كسر او تشوه تحت تأثير الضغط العامودي ومن خلال هذا الاختبار , يتم تقييم البنية الداخلية الهيكلية للمادة الخاضعة للقياس, حيث تحسب مقاومة المادة للانضغاط قبل عملية التدعيم وبعدها وفقا للمعادلة رقم (١) (Hazim, F, Hassan, *et al*, 2023)

$$C.S\ (Mpa)=force(N)/Area\ (m^2) \quad \ldots\ldots \quad 1$$

مقاومة الانضغاط **C.S** :

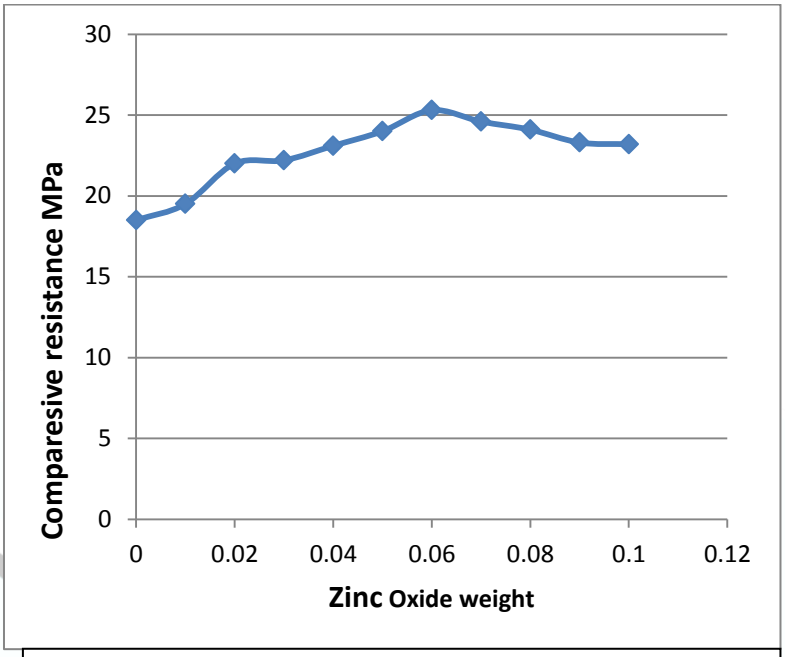
القوة التي تسلط (بالنيوتن)**Force**

مساحة المقطع للعينة والتي تكون على شكل اسطوانة.**Area**

JOBS
مجلة العلوم الأساسية
Journal of Basic Science
Print -ISSN 2306-5249
Online-ISSN 2791-3279
العدد الثالث والثلاثون
٢٠٢٥م /١٤٤٧هـ

الجدول رقم (١) يوضح مقاومة الانضغاط للبولي استرغير المشبع قبل وبعد التدعيم عند درجة حرارية (٢٥) °م

Wt.% 25°C	C.S (UPE+ZnO)
0	18.5
1%	19.5
2%	22
3%	22.2
4%	23.1
5%	24
6%	25.3
7%	24.6
8%	24.1
9%	23.3
10%	23.2



رسم رقم (٢) يوضح مقاومة الانضغاط للبولي استرغير المشبع قبل وبعد التدعيم عند درجة حرارية (٢٥) °م

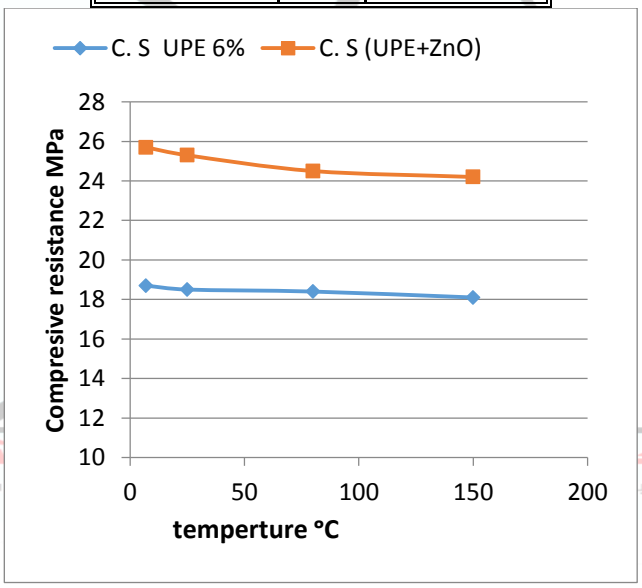
Wt.% 25°C	C.S (UPE+ZnO)
0	18.5
1%	19.5
2%	22
3%	22.2
4%	23.1
5%	24
6%	25.3
7%	24.6
8%	24.1
9%	23.3
10%	23.2

مجلة العلوم الاساسية
للعلوم التربوية والنفسية وطرائق التدريس والعلوم الاساسية

JOBS
مجلة العلوم الأساسية
Journal of Basic Science
Print -ISSN 2306-5249
Online-ISSN 2791-3279
العدد الثالث والثلاثون
٢٠٢٥م /١٤٤٧هـ

من خلال الجدول رقم ١ . يلاحظ ان قيم مقاومة الانضغاط تقل مع ارتفاع درجة الحرارة عند (١٥٠) . وتزداد عند تبريد العينات الى (٧) . في علاقة عكسية يعزى ذلك الى انه مع ارتفاع الحرارة . تتكون مرونة نتيجة ضعف قوة التأصر بين المواد المدعمة والبولي استر بسبب تكسر الاواصر بين السلاسل البوليمرية (Ahmed,& Sulyman.,2022).

temperature	C.S UPE 6%	C.S (UPE+ZnO) 6%
7	18.7	25.2
25	18.5	25.3
80	18.4	24.5
150	18.1	24.2



يؤدي هذا التكسر الى زيادة الحجوم الحرة غير المشغولة بجزيئات البوليمر تقل الكثافة . ومع نقصان الكثافة تنخفض مقاومة الانضغاط في العينات , مما يؤدي الى حدوث انكباس حتى حد معين اما عند تبريد العينات الى درجة حرارة (٧) فان انخفاض الحرارة يقيد حركة السلاسل , مما يؤدي الى نقصان الحجم الحر الغير مشغول بجزيئات البوليمر . فتزداد الكثافة وبالتالي تزداد مقاومة العينات لقوة الانضغاط (Esraa S.Waad Alla, *et al*,2021) .

JOBS
مجلة العلوم الأساسية
Journal of Basic Science
Print -ISSN 2306-5249
Online-ISSN 2791-3279
العدد الثالث والثلاثون
٢٠٢٥م /١٤٤٧هـ

٢.فحص اختبار مقاومة الصدمة Impact Resistance Test

يعتبر اختبار مقاومة الصدمة للبوليمرات من الفحوصات المعقدة للغاية نظرا لتعدد اختبارات قوة التصادم , وهو في الوقت ذاته من الفحوصات الاساسية في مختبرات السيطرة النوعية ومختبرات التصاميم للحاجيات البلاستيكية . ويعد كل من اختبار أيزود واختبار جاربي من اهم الاختبارات في هذا المجال . تعرف بانها عملية قياس لقدرة المادة في مقاومة الكسر عند تعرضها لقوة مسلطة تقاس بالكيلو جول او بالجول . ويمكن تحسين مقاومة العينات باستخدام المواد الداعمة (Fillers) التي تعمل كمواد مالئة تملا الفراغات وتمنع حدوث تشوهات في العينة . يعد اختبار الصدمة مهما للغاية من الناحية العملية , اذ يمكن حساب الطاقة الممتصة اللازمة لتحطيم وكسر العينة المستخدمة في البحث . تستخلص هذه القيمة مباشرة من جهاز الفحص , كما يمكن حسابها باستخدام العلاقة التالية (Rana M Salih, 2017)

$$\text{Impact strength (I.S)} = \frac{\text{Freature energy}}{\text{Area (m)}^2}$$

عند تعرض المواد غير المدعمة لاجهاد مفاجئ , فانها تتكسر بسرعة نتيجة لتحطم الاواصر في السلسلة البوليمرية . لذلك , يتم تعزيز هذه المواد بالمواد المدعمة , حيث تتداخل هذه المواد في السلاسل البوليمرية , مما يزيد من الطاقة اللازمة للكسر .تمر المواد المتراكبة بمرحلتين :المرحلة الاولى : تتمثل في تماسك وقوة الاواصر التي تربط الجزيئات داخل سلاسل البوليمر . المرحلة الثانية : تشمل سحب وكسر المادة المدعمة داخل السلاسل , حيث تكون الطاقة المصروفة لكسر سلاسل المواد المدعمة اكبر من الطاقة اللازمة لكسر الاواصر في السلاسل البوليمرية قبل عملية التدعيم

JOBS
مجلة العلوم الأساسية
Journal of Basic Science
Print -ISSN 2306-5249
Online-ISSN 2791-3279
العدد الثالث والثلاثون
٢٠٢٥م /١٤٤٧هـ

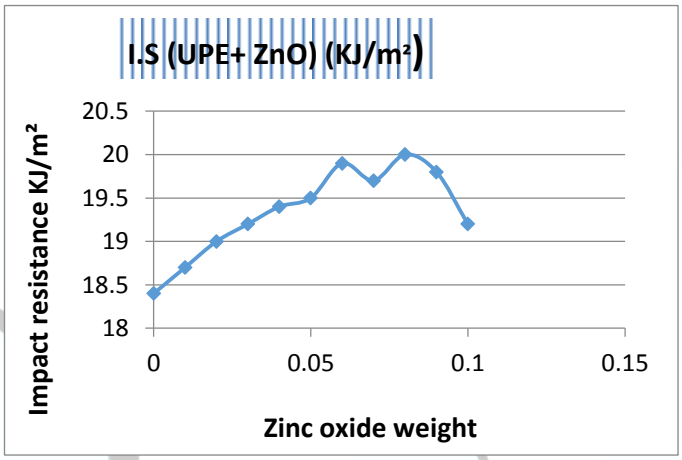
Wt.% 25°C	I.S (UPE+ ZnO) (KJ/m^2)
0	**18.4**
1%	18.7

Wt.% 25°C	I.S (UPE+ ZnO) (KJ/m^2)
0	**18.4**
1%	18.7
2%	19
3%	19.2
4%	19.4
5%	19.5
6%	19.9
7%	19.7
8%	20
9%	19.8
10%	19.2

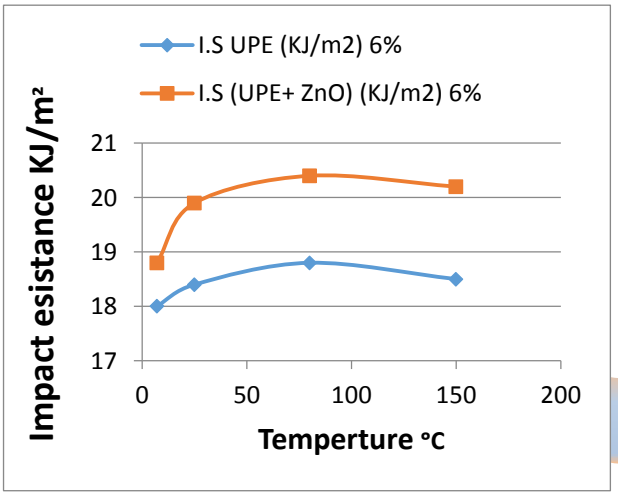
2%	19
3%	19.2
4%	19.4
5%	19.5
6%	19.9
7%	19.7

JOBS
مجلة العلوم الأساسية
Journal of Basic Science
Print -ISSN 2306-5249
Online-ISSN 2791-3279
العدد الثالث والثلاثون
٢٠٢٥م /١٤٤٧هـ

8%	20
9%	19.8
10%	19.2



عند اجراء المعالجة الحرارية للعينات ذات النسبة المئوية (6%) التي تعد افضل نسبة تم اختيارها مقارنة بالنسب الاخرى عند درجات حرارة تتراوح بين (١٥٠_٧) تقل قيم مقاومة الصدمة مع انخفاض درجة الحرارة , وذلك بسبب تقيد حركة السلاسل البوليمرية , مما يمنعها من التحرك بسهولة . بالمقابل ترتفع مقاومة الصدمة مع ارتفاع درجة الحرارة عند (١٥٠) م . بسبب تفكك الاواصر بين الجزيئات المتراكبة , تزيد حركة السلاسل البوليمرية , مما يسمح بامتصاص جزء من الطاقة , الامر الذي يؤدي الى توزيع وانتشار الطاقة اللازمة لحدوث الكسر.كما هو موضح في الجدول رقم (٤) والرسم رقم (١٠) , الذي يظهر انحلال ميكانيكيا (Anwar, M. Ahmad et al., 2023)



يبين الجدول رقم (٥) مقاومة الصلادة للبولي استر غير المشبع قبل وبعد التدعيم عند درجات حرارة (٢٥) م°.

JOBS
مجلة العلوم الأساسية
Journal of Basic Science
Print -ISSN 2306-5249
Online-ISSN 2791-3279
العدد الثالث والثلاثون
٢٠٢٥م /١٤٤٧هـ

Temperatures Ċ	I.S UPE (KJ/m^2) 6%	I.S (UPE+ ZnO) (KJ/m^2) 6%
7	18	18.8
25	18.4	19.9
80	18.8	20.4
150	18.5	20.2

٣. فحص اختبار الصلادة : Hardness Resistance Test

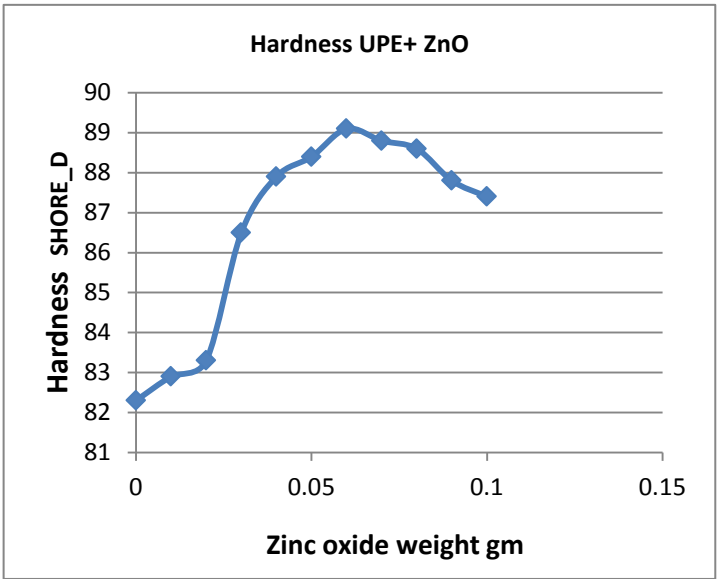
قد تتعرض المواد للخدش والاختراق اثناء استخدامها في المجالات التطبيقية من قبل معدات اكثر صلادة منها , لذا تعد خاصية الصلادة من الخواص الميكانيكية السطحية المهمة . وتعرف بشكل مبسط بانها قدرة سطح المادة على مقاومة التشوه الدائم الناتج عن عمليات مثل : القطع , التاكل , الخدش , والاختراق , تستخدم تجارب الصلادة لقياس مقاومة المادة للتشوهات اللدنة التي تحدث على سطحها . تستخدم رؤوس دقيقة من مواد صلدة تمكنها من التغلغل في المادة الصلدة (Dalia, R. Saadallah, et al., 2022) . تعتمد صلادة المادة على المعالجة الحرارية ودرجة الحرارة المرتفعة , اضافة الى قوة الترابط بين الذرات والجزيئات ونوع سطح المادة يؤدي تقوية البولي استر غير المشبع باوكسيد الزنك الى ارتفاع قيم مقاومة الصلادة . نتيجة زيادة التشابك والتماسك بين البولي استر غير المشبع واوكسيد الزنك , بالاضافة الى الارتباط المتقاطع الذي يخفض من حركة جزيئات البولي استر الغير مشبع .

مجلة العلوم الاساسية
للعلوم التربوية والنفسية وطرائق التدريس للعلوم الاساسية

, مما يزيد من تاثير الصلادة ويزيد مقاومة التشوه يمكن ملاحظة هذا التاثير في الرسم رقم (١١) والجدول رقم (٥) . (Rwaa, E, Ibrahiem, *et al*, 2019).

يوضح الجدول رقم (٤) مقاومة الصدمة للبولي استر غير المشبع قبل وبعد التدعيم عند درجات الحرارة (٧_٢٥_٨٠-١٥٠)م°.

Wt.% 25°C	Hardness UPE+ ZnO



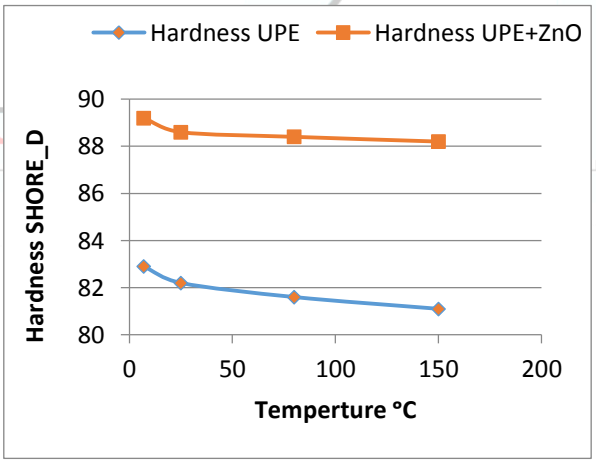
JOBS
مجلة العلوم الأساسية
Journal of Basic Science
Print -ISSN 2306-5249
Online-ISSN 2791-3279
العدد الثالث والثلاثون
٢٠٢٥م /١٤٤٧هـ

0	**82.3**
1%	82.9
2%	83.3
3%	86.5
4%	87.9
5%	88.4
6%	88.6
7%	88.8
8%	89.1
9%	87.8
10%	87.4

عند اجراء المعالجة الحرارية (١٥٠_٨٠_٧) م على العينات ذات النسبة (6%) والتي تم اختيارها كافضل نسبة مقارنة ببقية العينات لوحظ ان قيم الصلادة عند ارتفاع درجات الحرارة الى (١٥٠_٨٠) م كانت اقل من قيمها عند (٢٥)م . يعزى ذلك الى ان ارتفاع درجة الحرارة يؤدي الى زيادة ليونة المادة نتيجة حركة الجزيئات وانفصال الاواصر بينها مما يقلل من مقاومة الخدش والغرز كما يتضح من دراسة بعض خصائصها الميكانيكية . اما عند انخفاض درجة الحرارة الى (٧) م , فقد لوحظ ارتفاع في قيم الصلادة , نظرا لان البوليمرية تصبح مقيدة وتفقد قدرتها على الحركة . مما يزيد من مقاومة المادة للخدش والغرز .

يظهر الجدول (٦) قيم الصلادة للبولي استر غير المشبع قبل وبعد عملية التدعيم عند درجات حرارة مختلفة (١٥٠_80__25_٧)م°

Temperatures C̊	Hardness UPE	Hardness (UPE+ ZnO)
7	82.9	89.2
25	82.2	88.6
80	81.6	88.4
150	81.1	88.2



يظهر الرسم (٧) قيم الصلادة للبولي استر غير المشبع قبل وبعد عملية التدعيم عند درجات حرارة مختلفة (_١٥٠_ ٨٠ __25_٧)م°

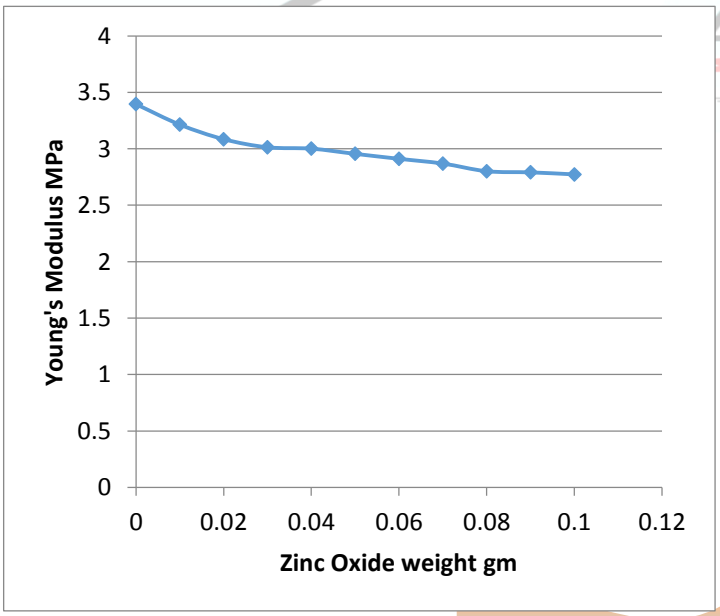
JOBS
مجلة العلوم الأساسية
Journal of Basic Science
Print -ISSN 2306-5249
Online-ISSN 2791-3279
العدد الثالث والثلاثون
٢٠٢٥م /١٤٤٧هـ

٤. اختبار المرونة او معامل يونك: Young's Modulus

معامل الاستطالة ,المعروف ايضا باسم معامل يونك , هو خاصية مادية تعبر عن مقاومة المادة للتشوه . يتم تعريفه على انه نسبة الاجهاد الى الانفعال في المادة عند تعرضها للحمل عند تعرض المادة للتمدد او الضغط او التشوه , فانها تظهر مقدارا معينا من التغير , يعبر عنه بالتغير الجزئي في الابعاد . يحدد معامل المرونة كيفية استجابة المادة للتشوه , ويعد فهمه امرا ضروريا للمهندسين وعلماء المواد , لانه يساعد في تصميم الهياكل والمواد القادرة على تحمل احمال وضغوط معينة مع الحفاظ على شكلها ووظائفها . بالإضافة الى ذلك , يعد معامل يونك عاملا اساسيا في تطوير المواد المتقدمة , مثل المواد المركبة والمعادن التي صممت بخواص محددة لتناسب تطبيقات معينة تعد الراتنجات مواد هشة (brittie) , مما يمنحها مقاومة شد منخفضة جدا .عند اضافة مواد التدعيم , يمكن تحسين مقاومة الشد بشكل ملحوظ , حيث تساعد جزيئات مادة التدعيم على تحمل الاحمال المطبقة . من خلال التجارب , تم الحصول على اعلى مقاومة شد عند النسبة الوزنية (6%) ودرجة حرارة (٢٥)م (Vinayaga moothy R., 2020) . كما هو موضح في الجدول

يبين الجدول رقم (٧) معامل المرونة للبولي استر غير المشبع قبل وبعد عملية التدعيم عند درجة حرارة ٢٥°م

Wt.% 25°C	Young's M (UPE) MPa	Young's M. (UPE+ ZnO MPa
1%	3.295	2.993
2%	3.295	3.015
3%	3.295	3.101
4%	3.295	2.939
5%	3.295	2.824
6%	3.295	2.815



JOBS
مجلة العلوم الأساسية
Journal of Basic Science
Print -ISSN 2306-5249
Online-ISSN 2791-3279
العدد الثالث والثلاثون
٢٠٢٥م /١٤٤٧هـ

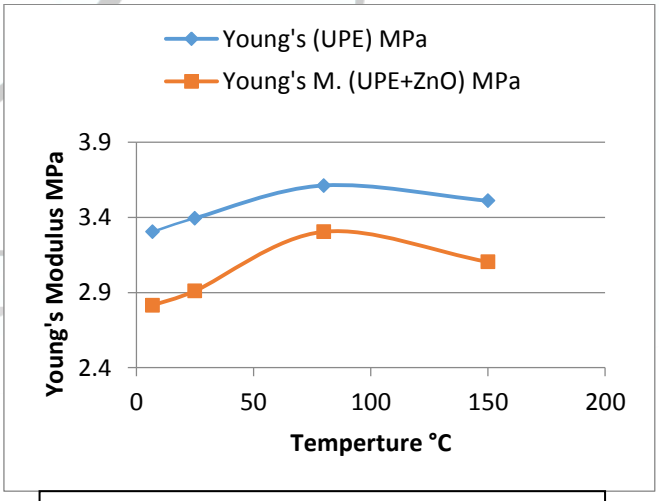
7%	3.295	2.749
8%	3.295	2.713
9%	3.295	2.823
10%	3.295	2.901

يظهر الرسم رقم (٨) معامل المرونة للبولي استر غير المشبع قبل وبعد التدعيم عند درجات الحرارة (_25_)م°

عند اجراء المعالجة الحرارية (١٥٠_٨٠_٧) م واختبار النسبة الوزنية (6%) يلاحظ انخفاض قيم المرونة عند درجة حرارة (١٥٠_٨٠) نتيجة تفكك السلاسل البوليمرية بسبب ارتفاع درجة الحرارة . بالمقابل , عند انخفاض درجات الحرارة , كما في درجة حرارة (٧) م تقل قيم المرونة بسبب تقيد الروابط وحركة السلاسل البوليمرية , مما يجعل المادة اكثر هشة (brittle), (Ahmad., 2022) كما هو موضح في الجدول رقم (٨)

يبين الجدول رقم (٨) معامل المرونة للبولي استر غير المشبع قبل وبعد عملية التدعيم عند درجات الحرارة (١٥٠_٨٠-25_٧)م°

Temperatures Ċ	Young's M (UPE) Mpa	Young's M. (UPE+ ZnO) MPa
7	3.305	2.816
25	3.395	2.911
80	3.613	3.305
150	3.511	3.104



يظهر الرسم رقم (٩) معامل المرونة للبولي استر غير المشبع قبل وبعد التدعيم عند درجات الحرارة (١٥٠_٨٠_25_٧)م°

٥. التوصيل الحراري: Thermal Conductivity

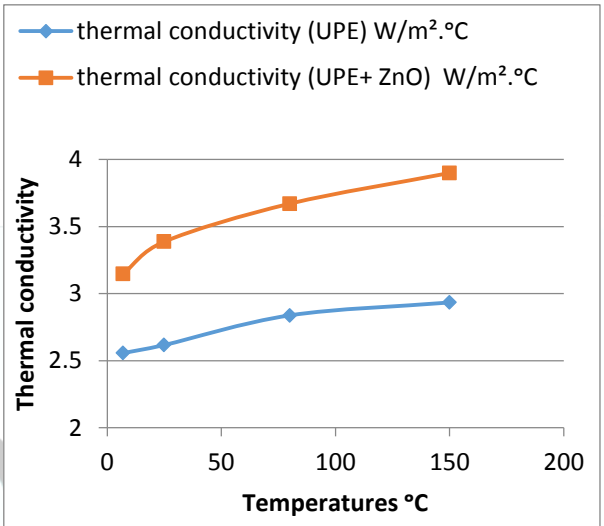
يعرف التوصيل الحراري بانه قدرة المادة على نقل الحرارة بين موصلين يختلفان في درجة حرارتهما , حيث يكون احدهما ذو حرارة اعلى من الاخر وقد اظهرت القيم ارتفاعا في التوصيل

JOBS
مجلة العلوم الأساسية
Journal of Basic Science
Print -ISSN 2306-5249
Online-ISSN 2791-3279
العدد الثالث والثلاثون
٢٠٢٥م /١٤٤٧هـ

الحراري بعد عملية تدعيم البولي استر غير المشبع بمادة اوكسيد الزنك مقارنة بما كان عليه قبل التدعيم . حيث تعمل جزيئات ZnO كنواقل حرارية بمعنى توفر خطوط اضافية لنقل الحرارة تساعد في نقل الحرارة بشكل افضل (Ali, et al., 2002)(فاضل, إيمان نصر, ٢٠٢٠) .

يبين الجدول (٩) التوصيل الحراري للبولي استر غير المشبع قبل وبعد عملية التدعيم عند درجة حرارة (١٥٠_٨٠-25_٧)م°

Temperatures C̊	thermal conductivity (UPE) W/m².°C	conductivity (UPE+ ZnO) W/m².°C
7	2.557	3.148
25	2.617	3.387
80	2.838	3.67
150	2.934	3.8988



يظهر الرسم رقم (١٠) التوصيل الحراري للبولي استر غير المشبع قبل وبعد التدعيم عند درجات حرارية (١٥٠_٨٠-25_٧)م°

الاستنتاج

١. ادت اضافة اوكسيد الزنك كمادة تدعيم الى البولي استر غير المشبع الى ارتفاع قيم الخواص الميكانيكية مثل (الصلادة , مقاومة الانضغاطية , مقاومة الصدمة) مع حدوث انخفاض في قيم معامل المرونة .
٢. ترتفع قيم مقاومة الصدمة عند معالجتها بدرجة حرارة(١٥٠،٨٠،٧)م°
٣. تنخفض قيم (مقاومة الانضغاطية ,معامل المرونة, والصلادة) عند معالجتها بدرجة حرارة (١٥٠_80)م , بينما ترتفع عند تبريد العينات
٤. تنخفض قيم التوصيل الحراري للبولي استر غير المشبع عند درجة حرارة التبريد , لكنها ترتفع مع التسخين وتزيد بارتفاع درجة الحرارة.
٥. بينت النتائج ان قيم جميع الخواص كانت عند درجة الحرارة ٨٠ اعلى مما عند درجة ١٥٠.

المصادر References

References

JOBS مجلة العلوم الأساسية
Journal of Basic Science
Print -ISSN 2306-5249
Online-ISSN 2791-3279
العدد الثالث والثلاثون
٢٠٢٥م /١٤٤٧هـ

[1]. راشد ، عبد الرحمن محمد راشد ،(٢٠١٩)،" دراسة تأثير الاتجاه والكسور الحجمية ودرجة الحرارة على خاصية متانة الانحناء لصفائح بوليمرية مدعمة بالألياف الزجاجية " ، رسالة ماجستير ، جامعة القادسية .

[2]. Rajak, D. K., Pagar, D. D., Kumar, R., & Pruncu, C. I. (2019). Recent progress of reinforcement materials: A comprehensive overview of composite materials. Journal of Materials Research and Technology, 8(6), 6354-6374.

[3]. Rbaa, M., Benhiba, F., Hssisou, R., Lakhrissi, Y., Lakhrissi, B., Touhami, M. E., ... & Zarrouk, A. (2021). Green synthesis of novel carbohydrate polymer chitosan oligosaccharide grafted on d-glucose derivative as bio-based corrosion inhibitor. Journal of Molecular Liquids, 322, 114549.

[4]. Ahmad.A.M.(2022) "Studying The Effect Of Adding (Preparation Of Polymeric Composites From Unsaturated Polyester With Some Types Of Fibers And Study Its Mechanical And Thermal Properties)" Mosul University, College of Education for Girls, Department of Chemistry.

[5]. Abbass, O. A., Salih, A. I., & Al Hurmuzy, O. M. (2020, March). Study of the mechanical and physical properties of bio-composite material based on wheat starch and wheat straw fibers. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* (Vol. 745, No. 1, p. 012075). IOP Publishing.

[6]. Gong, L., Zhang, F., Peng, X., Scarpa, F., Huang, Z., Tao, G., ... & Zhou, H. (2022). Improving the damping properties of carbon fiber reinforced polymer composites by interfacial sliding of oriented multilayer graphene oxide. Composites Science and Technology, 224, 109309.

[7]. Chawla, K. K. (2012). Composite materials: science and engineering. Springer Science & Business Media.

[8]. Deo, Chittaranjan, and Mr Santosh Kumar Sahu. "The effects of fiber treatment on wear performance of lantana-camara/epoxy composites." Int J Adv Technol Eng Res 12.2014 (2018): 23-25.

[9]. Kołodziejczak-Radzimska, A., & Jesionowski, T. (2014). Zinc oxide—from synthesis to application: a review. Materials, 7(4), 2833-2881.

[10]. Dagdag, O., & Kim, H. (2023). Progress in the field of cyclophosphazenes: Preparation, properties, and applications. Polymers, 16(1), 122.

[11]. Ismael, M. N., & Hassan, H. F. (2023). Mechanical behaviour of polymer matrix composite reinforced by silicon carbide particles. Journal of Techniques, 5(2), 108-113.

[12]. Esraa S. Waad Alla; Ebtehag Z. Sulyman,(2021),"Preparation of polymeric Composites From Saturated Polyesters Glass Powder (Flourscent) and Study of Its Mechanical Properties Preparation of polymeric Composites From", Iraqi Journal of Market Research and Consumer Protection,13(1),131-139.

[13]. Salih, R. M. (2017). Effect of water absorption on some mechanical and physical properties of epoxy/polyurethane blend reinforced with nano silica powder. Ira J Phy, 15(32), 92-8.

[14]. Bashar, H. K., Juraimi, A. S., Ahmad-Hamdani, M. S., Uddin, M. K., Asib, N., Anwar, M. P., ... & Hossain, A. (2023). Evaluation of allelopathic effects of Parthenium hysterophorus L. methanolic extracts on some selected plants and weeds. Plos one, 18(1), e0280159.

[15]. Saadallah, D. R., & Sulyman, E. Z. (2022). Preparation and study of some mechanical and thermal properties of epoxy composites with natural styrene butadiene rubber (damaged tires). International Journal of Health Sciences, (I), 6278-6291.

[16]. Ibrahiem, R. E., & Sulyman, E. Z. (2019). Preparation Polymeric Composites from Epoxy with Randomly Woven Fiber Glass and Studies the Mechanical Properties. Rafidain journal of science, 28(3 A).

[17]. Silverman, M. G., Yeri, A., Moorthy, M. V., Camacho Garcia, F., Chatterjee, N. A., Glinge, C. S., ... & Das, S. (2020). Circulating miRNAs and risk of sudden death in patients with coronary heart disease. Clinical Electrophysiology, 6(1), 70-79.

[18]. Khaironi, K. A. S. (2021). Metode Mustaqilli 3. Mustaqilli Arabic Center.

[19]. Li Mei,(2000),"Temperature and Mositure Effectson Composites Materials for Wind Turbine Blades" ,Thesis, Montana State Univercity , Bozenman, March.

[20]. Ali, A. M., Alsaqa, R., & Sultan, N. S. (2022). Study of Thermodynamic Properties of Monoclinic Sulfur (Sβ) Under High Pressure Using Three Different Equations of State for the Treatment Scabies in Dermatology. International Journal of Thermodynamics, 25(2), 33-38. https://doi.org/10.5541/ijot.1003950

مجلة العلوم الاساسية
للعلوم التربوية والنفسية وطرائق التدريس للعلوم الاساسية