# Study of Etiquettes Behavior and Some Physical and Mechanical Properties of a Polymeric Basic Composite

**Esraa Habeeb Mohsoun[a]** **Adnan Raad Ahmed[b]**

[a,b]*Physical department , College of Education and pure Sciences University of Tikrit*
shahab.ahmed1990@gmail.com

Submission date:- 8/4/2019 Acceptance date:- 29/4/2019 Publication date:- 29/5/2019

***Keywords:*** Poly unsaturated polyether, contact wear, overlapping materials, hardness.

**Abstract**

In this research the composites materials were prepared by (hand Layout).The composite material consist of the base material(Unsaturated polyester Resin) and consist from the support material is the (Carbide Tungsten) With different Weight ratios (0 ,0.75 ,1.5 ,2.25, 3%) respectively .We have studied the adhesiveness characteristic of the Wear when we change the forcing load for all the specimens and we deepened three loads (5 ,10 ,15 N) with the stability of speed ,we found out that the Wear rate increases with the increase of forcing load we also examined the (Tensile and Hardness) and we found that the value of the hardness increases with the increase of weight fracturing to get its higher value in the rate of 3% .

# دراسة سلوك البلى وبعض الخصائص الفيزيائية والميكانيكية لمركب ذو أساس بوليميري

**اسراء حبيب محسن*** **عدنان رعد احمد****

** ، **قسم الفيزياء ،كلية التربية للعلوم الصرفة ،جامعة تكريت*

**الخلاصة**

في هذا البحث تم تحضير المواد المتراكبة بطريقة القولبة اليدوية (Hand Layout) وتتكون المواد المتراكبة من مادة الاساس وهي راتنج (البولي استر غير المشبع)(UP) ومادة التقوية وهي (كاربيد التنكستن)(WC) وبنسب وزنية مختلفة (0,0.75,1.5,2.25,3%) على التوالي، كما تم دراسة خاصية البلى الالتصاقي مع تغيير الحمل المسلط لجميع النماذج وتم الاعتماد على ثلاثة احمال وهي (5,10,15 N) بثبوت السرعة وقد وجد ان معدل البلى يزداد بزيادة الحمل المسلط ،كذلك اجري اختبار (الشد والصلادة) وقد وجد ان قيمة الصلادة تزداد بزيادة الكسر الوزني لتبلغ اعلى قيمة لها عند النسبة 3% وهي ($86\ N/mm^2$).وتم دراسة امتصاصية الماء وقد اظهرت النتائج ان اعلى قيمة لها ظهرت عند النسبة 3% .

**الكلمات الدالة:**بولي استر غير المشبع، البلى الالتصاقي،المواد المتراكبة ،الصلادة.

## المقدمة Introduction

تعد المواد المتراكبة من أكثر المواد نجاحا في الحصول على صفات مميزة تؤهلنا لتكون مادة أساسية في الكثير من الصناعات المتقدمة والتقنيات المعقدة وتعرف هذه المواد على انها هيئة او كيان يتكون من مادتين على الأقل احداهما تسمى المادة الاساس (Matrix phase) والمادة الاخرى تسمى مادة التدعيم (Reinforcement phase) وهذا الكيان قادرا على اظهار الخواص الميكانيكية والفيزيائية فضلا عن قدرته على حجب او تحديد الخواص الغير مرغوبة [1].ونتيجة للتطور السريع الذي يحدث في العالم الان لا يمكننا ان نتصور العالم بدون البوليمر لأنه يدخل في مجالات متعددة من التطبيقات الصناعية لأنه يمتلك مزايا خاصة لا تمتلكها الأنواع الأخرى من المواد (المعدنية والسيراميكية) ومن اهم مميزات البوليمرات هي خفة وزنها وسهولة تصنيعها ومقاومتها للتأكسد والمحاليل الاكلة مثل القواعد والحوامض ومن مميزاتها أيضا سهولة

Journal of University of Babylon for Pure and Applied Sciences (JUBAS) by University of Babylon is licened under a Creative Commons Attribution 4.0 International License. 2018.

تلونها [2].تعتبر البوليمرات من اهم نواتج الصناعات الكيميائية. حيث دخلت في تفاصيل الحياة اليومية للإنسان ودخلت مكان عدد من المواد التقليدية فمنذ الحرب العالمية الثانية ولحد الان يتسابق العالم في انتاج العديد من أنواع البوليمرات الصناعية والمتراكبات المحضرة منها [3].ونظرا لتطور علم المواد الذي له الأثر الكبير في نمو واستيعاب نظام جديد يتضمن الإشارة الى معظم المواد الهندسية تم الاهتمام بهذا النظام وأصبح معدل التقدم فيه يزداد بسرعه كبيرة اذ يمثل هذا النظام بالمواد المتراكبة (Composite Material) [4]. ويمكن تعريف المادة المتراكبة هي خلط(دمج) لمادتين او أكثر من المواد للحصول على نظام متعدد الاطوار وبخصائص فيزيائية جديدة تختلف عن خصائص المواد الداخلة في تركيبه [5].نتيجة للتطور الصناعي والتقني أدى الى ظهور المواد المتراكبة لتلبية الحاجة المتزايدة الى مواد جديدة ذات مواصفات خاصة تدخل بوصفها بديلا للمواد الهندسية الأخرى، وبذلك فقد احتلت المواد المتراكبة على اختلاف أنواعها مكانة مرموقة في التطبيقات الصناعية منذ اول ظهور لها، بوصفها عضوا أساسيا ضمن مجموعة المواد المتراكبة، تمتلك المواد ذات الأساس البوليميري أهمية خاصة في العديد من التطبيقات اعتمادا على خواص البوليمير الأساس فضلا عن خواص مادة التقوية. [6].اجريت العديد من الدراسات السابقة لمعرفة تغير الخواص الميكانيكية لمتراكبات المواد البوليميرية مع تغير نوع وكمية مواد التقوية ففي عام (2001) درس الباحث (احمد مكي)الخواص الميكانيكية لمواد متراكبة باستعمال مسحوق معدن الالمنيوم، وتمت دراسة تأثير نسبة الخلط الحجمية وحجم الدقائق في معامل مرونة الشد واجهاد الخضوع لبوليمرات مختلفة وكذلك تأثير تغيير درجة حرارة الاختبار في بعض الخواص الميكانيكية للمادة المتراكبة [7] وفي عام (2007) قام الباحث (جواد كاظم) واخرون بدراسة الخصائص الميكانيكية لمادة متراكبة مكونة من راتنج البولي استر غير المشبع المقوى بدقائق من أوكسيد الالمنيوم AL2O3 او دقائق معدنية من الالمنيوم AL وبحجم دقائق 30 µm وبكسور وزنية ( % 5 ، % 15 ، % 20 ) [8] وفي عام 2011 قامت الباحثة هدى عبد الرزاق بدراسة بعض الخصائص الميكانيكية لمتراكب البولي استر غير المشبع المدعم بألياف الزجاج المحاكة عشوائيا وبكسر حجمي قدره (20%). ان الخصائص الميكانيكية التي تمت دراستها تحت الظروف القياسية هي (معامل يونك ومقاومة الصدمة وصلادة برينل ومقاومة الانضغاط) [9] وفي عام 2017 قامت الباحثة لميس سلام وزهراء فاضل باستخدام البولي استر غير المشبع كمادة أساس وتدعيمها بنسب مختلفة من فرايت الكوبلت، ودرست الباحثة الخواص الميكانيكية مثل (متانة الشد، معامل يونك وصلادة شور دي). كل هذه الخواص تأثرت بإضافة فرايت الكوبلت حيث تزداد مع زيادة نسبة الكوبلت فرايت. اما الخواص الحرارية التي تشمل (التوصيلية الحرارية، النفاذية الحرارية والسعة الحرارية) فقد تم دراستها أيضا وتأثرت بإضافة فرايت الكوبلت حيث ازدادت بصورة بسيطة. [10].

**الجانب العملي:**

**المادة الاساس Matrix Material**

تم استعمال راتنج البولي استر غير المشبع (Un saturated polyester Resin) (Up) وهو أحد أنواع الراتنجات المتصلدة بالحرارة (Thermosetting Resin) وهو بشكل سائل شفاف ذو كثافة ($1.2g/cm^3$) قابل للمعالجة الى الحالة الصلبة بإضافة المصلد (Hardener) شفاف اللون وهو مركب بيروكسيد مثيل اثيل كيتون (MEKP) وكانت نسبة إضافة البولي استر غير المشبع (Up) الى المصلد هي (1:3) أي إضافة 1g من المصلد لكل 3g من البولي استر عند درجة حرارة الغرفة ويتم الخلط اليدوي ولمدة (5-3) دقائق الى ان يتجانس الخليط وعند تجاوز هذه الفترة الزمنية تصبح لزوجة الخليط عالية جدا وكذلك ترتفع درجة حرارتها مما يؤدي الى تسريع عملية التصلب وهذا يعيق عملية الصب فضلا عن احتواء المزيج النهائي على فقاعات هوائية.

**مادة التقوية (Reinforcing Materials)**

تم استخدام كاربيد التنكستن (Tungsten Carbide) كمادة تقوية لراتنج البولي استر غير المشبع (Up) وهي عبارة عن حبيبات تمتاز بانها صلدة (hard) وهشة (britte) نسبيا وتتألف كل حبيبة من حبيبات (WC) من عدد هائل من وحدة الخلايا ويختلف هذا العدد باختلاف حجم الحبيبات ويمتلك كاربيد التنكستن الأحادي (WC) من تركيبين بلوريين هما سداسي محكم الرص (hcp) وهو الشائع وتركيبا مكعبا محكم الرص (ccp) الأقل انتشارا [11].

وتمتلك (WC) خواص فيزيائية فمنها الخصائص الكهربائية والحرارية والميكانيكية وخواص كيمياوية وهي ذات كثافة عالية بحدود ($15.63g/cm^3$) وتصنف ضمن المواد السيراميكية لان كل أوكسيد ونتريد وكاربيد هي مواد سيراميكية ،وهي عباره عن مسحوق رصاصي ناعم ويمكن ضغطه وتشكيله ولها درجة انصهار(2870℃) ونقطه الغليان (6000℃).

**الاختبارات الميكانيكية:**

**اختبار البلى Wear Test**

تم استخدام جهاز البلى الالتصاقي (Adhesive Wear device) ذي ترتيبه المسمار الى القرص (pin –on -Disc) محلي المنشأ والمصمم طبقا للمواصفات (ASTM) حيث يتكون الجهاز من محرك كهربائي يتصل بقرص دوار تبلغ سرعة القرص (950 rpm) ومن ذراع معدنية مستوية تحتوي على ماسك لتثبيت العينة.تم استخدام ثلاث احمال مختلفة وهي (5,10,15N) لجميع النماذج مع ثبوت السرعة ولمدة (2min) ويتم حساب معدل البلى (gram wrote just) من خلال العلاقة التالية[12]:

$$\text{Gram wrote just (g)} = \frac{\Delta W}{S_D} \quad g/cm \quad \dots\dots\dots\dots\dots\dots (1)$$

علما ان:

$\Delta W$ : الفرق بالكتلة للعينه قبل وبعد الاختبار $(g)$

$$\Delta W = W1 - W2 \quad \dots\dots\dots\dots\dots (2)$$

$S_D$ : مسافة الانزلاق $(cm)$ وكانت (5.3cm)

**اختبار الشد (Tensile Test):**

تم استخدام جهاز الشد ذو منشأ كوري لغرض اختبار مقاومة الشد للعينات قيد البحث.

ويتم تثبيت العينات بواسطة الفكين العلوي والسفلي للجهاز بعدها يتم تسليط قوة شد على العينة الى حين كسرها، وباستخدام الراسم البياني للجهاز يتم الحصول على نتائج مباشرة على شكل منحني بين (الاجهاد –الاستطالة) والذي قد يتم تحويله الى منحني (الاجهاد – الانفعال).

**اختبار الصلادة (Hardness Test):**

تم استخدام جهاز صلادة شور D (Shore-D) الفرنسي المنشأ في اجراء اختبار الصلادة باستخدام أداة غرز نقطية داخل سطح المادة تحت حمل معين يؤدي الى ظهور على شاشة الجهاز رقما هو مقياس لمقدار الخدش الحاصل لسطح المادة (Surface Identation).

**الاختبارات الفيزيائية**

**اختبار امتصاصية الماء Absorption Water Test**

تم وزن العينات باستخدام الميزان الالكتروني الحساس الموضح وكان وزن العينات (M1) قبل تغطيسها بالماء.م تغطيس العينات في قناني بلاستيكية حاوية على الماء المقطر مع مراعاة غلق فوهة القناني جيدا لمنع تبخر الماء ووضعها بدرجة حرارة المختبر ولمدة (24ساعة) ، بعدها يتم استخراج العينات من الماء بعد مرور الزمن المحدد باستعمال ملقط خاص بعدها جففت العينة جيدا من الماء ووزنت ثم سجلت قراءة فكانت (M2)، ويتم تكرار تلك العملية لازمان مختلفة تضمنت (3,6,9,12يوم) ويتم حساب النسبة المئوية لامتصاصية الماء (الربح بالكتلة) من خلال المعادلة التالية:

$$\textbf{Wight gain} = \frac{M2-M1}{M1} \times 100\ \% \quad \dots\dots\dots\dots\dots (3)$$

حيث ان:

M1 : وزن العينات قبل تغطيسها بالماء(g).

M2: وزن العينات بعد تغطيسها بالماء(g).

**النتائج والمناقشة:**

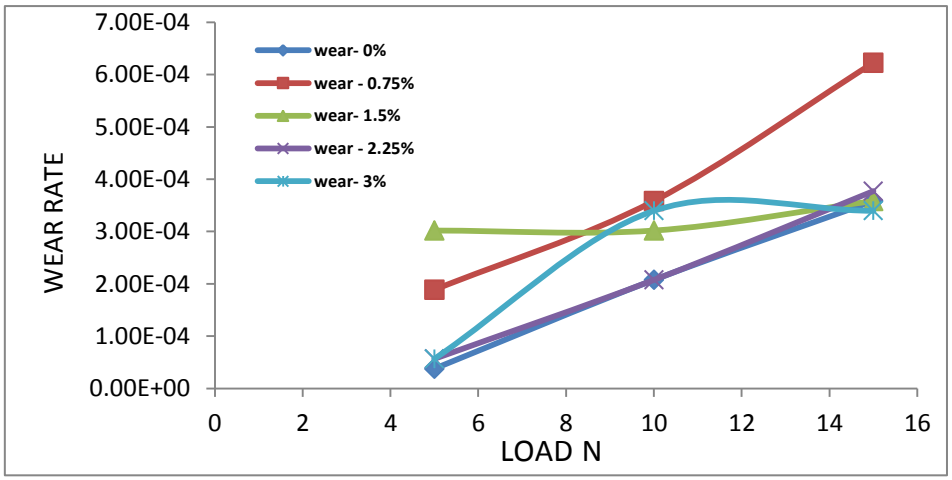
**١. اختبار البلى (Wear Test)**

تمت دراسة تأثير الحمل المسلط في معدل البلى للمواد المتراكبة وتم الاعتماد ثلاثة احمال (5,10,15N) على التوالي ولمدة (2min) لقرص الحديد وتبلغ صلادته (269HB).من خلال ملاحظة الشكل (1) نجد ان زيادة الحمل المسلط يؤدي الى زيادة معدل البلى نتيجة لزيادة قوة الاحتكاك والسبب في ذلك ان قوة الاحتكاك (F) نيوتن تتناسب مع القوة الضاغطة (N):

$$F \alpha N$$

$$F=\mu N$$

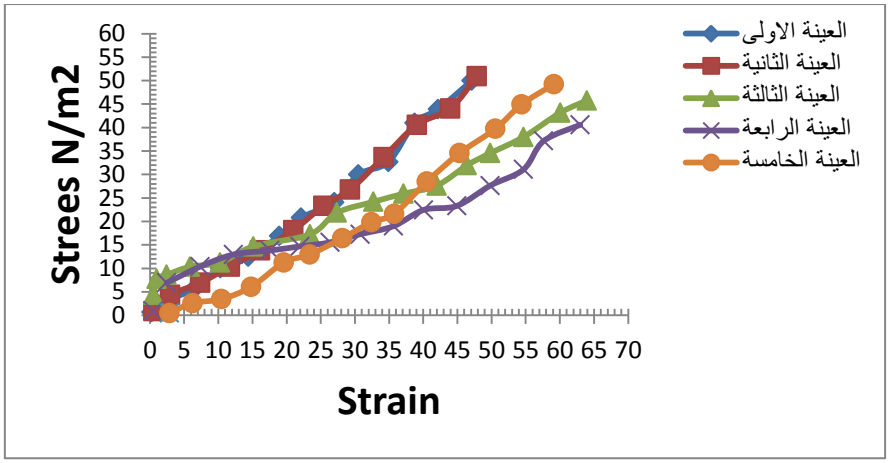
حيث ان μ : معامل الاحتكاك فضلا عن ارتفاع درجة الحرارة بين سطح العينة والقرص الحديدي ،ان كلا السطحين المحتكين يتكون من نتوءات واخاديد وان بداية التلامس بين السطحين يحصل عند النتوءات الحادة ،والذي يؤدي الى حصول تشوه لدن لهذه النتوءات وان زيادة الحمل يؤدي الى زيادة التشوه الحاصل عند قمم النتوءات والمنطقة القريبة من السطح فتزداد الحفر نتيجة لتأثير الدقائق الناتجة عن تحطم قشرة السطح فتتجمع الشقوق الصغيرة مؤدية الى حدوث ازالة لطبقات السطح مكونة الحطام الذي يكون على شكل دقائق رقيقة لهذا يزداد التشوه اللدن مع زيادة الحمل للمتراكبات ذات النسب (2.25%, 0.75, 0) اما المتراكبات ذات النسب (3%, 1.5) فتعطي اقل معدل بلى وخاصة عند الحمل (10N) وان هذا الانخفاض بزيادة الحمل قد يرجع الى وجود طبقة تزييت جيدة والتي تمنع التلامس وتؤخر انتقال سلوك البلى من معتدل الى شديد.




**الشكل (1) يوضح تغير معدل البلى مع الحمل المسلط**

**٢. اختبار الشد Tensile Test**

من خلال ملاحظة الشكل (2) والذي يمثل منحنيات (الاجهاد–الانفعال) تتكون من منطقة تشوه مرن (Elastic Deformation) متمثلة بالعلاقة الخطية بين الاجهاد والانفعال ومن خلال هذه المنطقة يتم حساب معامل المرونة. تعاني المادة البوليميرية ضمن حدود هذه المنطقة تشوها مرنا ناتجا عن شد واستطالة السلاسل البوليميرية دون حصول تكسر في الاواصر، بعدها ينحرف هذا المنحني عن السلوك الخطي نتيجة تولد شقوق داخل المادة البوليميرية، تنمو هذه الشقوق وتتجمع مع زيادة الاجهاد مكونة شقوق اكبر حجما وتستمر التشققات بالنمو مع الاجهاد المسلط لغاية حصول كسر في العينة. وتدعى هذه المنطقة بمنطقة التشوه اللدن (plastic Deformation).




**الشكل (2) يوضح منحني (الاجهاد–الانفعال) لعينات الشد**

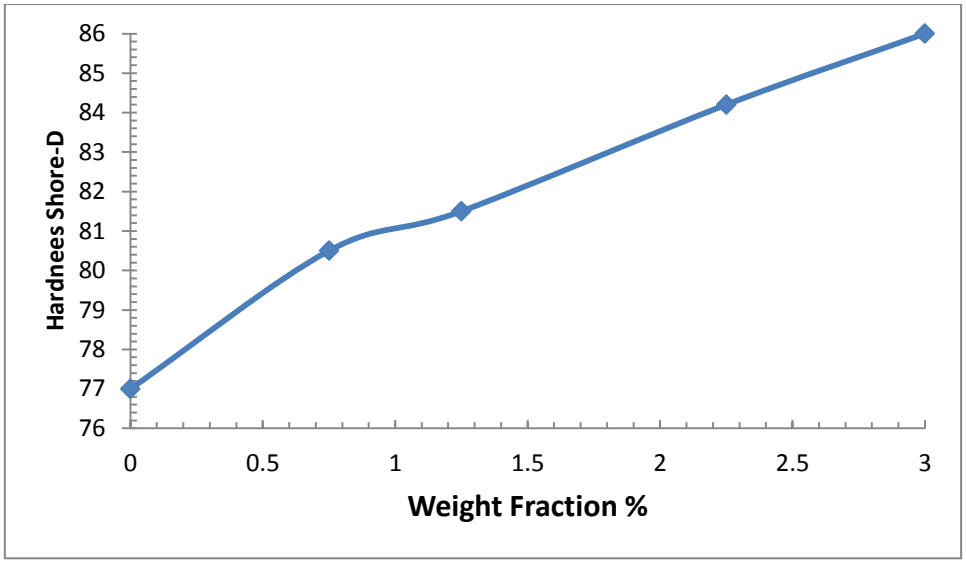
٣. **اختبار الصلادة (Hardness Test)**:اظهرت النتائج الموضحة بالجدول رقم (1):

**الجدول رقم (1):**

| Weight Fraction% | Hardness shore-D(Mpa) |
|---|---|
| 0% | 7 |
| 0.75% | 80.5 |
| 1.5% | 81.5 |
| 2.25% | 84.2 |
| 3% | 86 |

ان العينة ذات الكسر الوزني 3% سجلت اعلى قيمه للصلادة.

يوضح الشكل (3) تأثير زيادة الكسر الوزني للدقائق المضافة في قيم الصلادة. حيث يتضح بأن قيم الصلادة لمادة البولي استر غير المشبع (UP) تزداد بإضافة دقائق كاربيد التنكستن (wc) وتستمر الصلادة بالزيادة مع زيادة الكسر الوزني لتبلغ اعلى قيمه لها عن النسبة 3%، ان زيادة نسبة المادة السيراميكية المضافة ادت الى زيادة الصلادة وذلك لزيادة المساحة التي يشغلها الطور السيراميكي في الطور البوليميري للمادة المتراكبة وكذلك لطبيعة دقائق (WC) التي تعمل كعوائق لتشوه المادة الاساس بسبب الصلادة العالية لهذه الدقائق . وبما ان هذه الدقائق ذات صلادة عالية لذا فأن توزيع هذه المادة المضافة في الارضية اللينة (مادة البولي استر غير المشبع) يؤدي الى زيادة صلادة المادة المتراكبة وبالتالي فأن هذه الدقائق ذات الحجم الصغير جدا تكون سهلة في عملية التغلغل الى داخل المادة الاساس والى داخل الفراغات البينية والمسامات البينية التي تتكون اثناء عملية تحضير المتراكبات ،والذي يؤدي بدوره الى زيادة مساحة التماس ما بين مكونات المادة المتراكبة المحضرة ومن ثم زيادة الترابط فيما بينها. ومن مفهوم الصلادة يمكن اعتبارها مقياسا للتشوه اللدن الذي يمكن ان يحدث في المادة تحت تأثير خارجي ولذا فأن اضافة الدقائق يزيد من صلادتها.



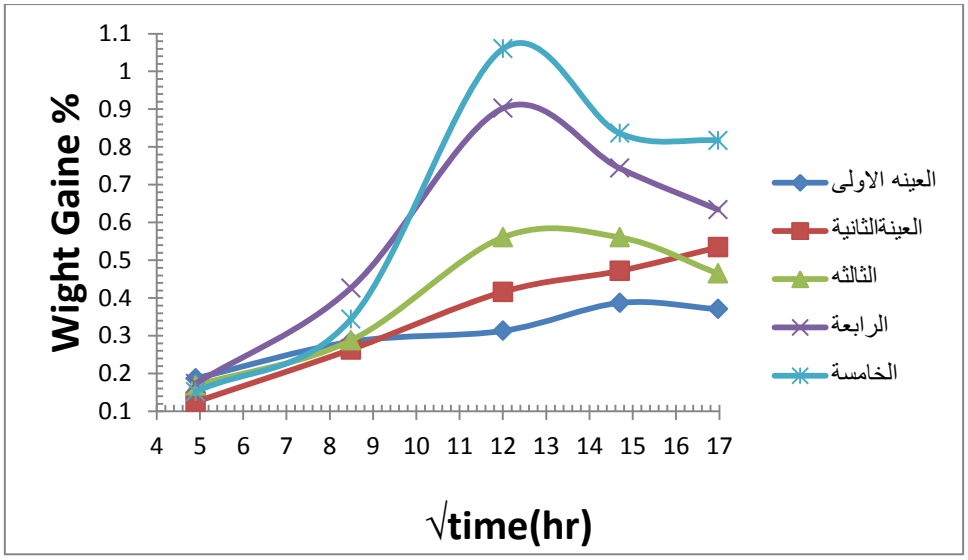

**الشكل (3): يوضح تغير الصلادة مع الكسر الوزني**

**٤. اختبار امتصاصية الماء**

من خلال الشكل (4) نلاحظ ان وزن النماذج يزداد مع زيادة زمن التغطيس وقد ظهرت اعلى قيمة للامتصاصية عند النسبة3%، ويعود ذلك الى ان المادة الراتنجية عندما تكون في حالة تماس مباشر مع السائل (خصوصا عندما يكون الوزن الجزيئي للسائل واطئا) فأن جزيئات السائل سوف تحاول المرور سريعا خلال طور البوليمر مبتدئة بمليء الفجوات الدقيقة ،وتتضمن هذه العملية ابتعاد السلاسل البوليميرية عن بعضها وقد تبين بعد فترة زمنية مقدارها (12) يوم حدوث نقصان في وزن العينات واستمرار هذا النقصان مع زيادة الزمن ،يعزى ذلك الى حقيقة ان البوليمر المنتفخ في بعض الحالات قد يؤدي الى تكوين ضغط كاف لتحطيم الاواصر الكيميائية بين الذرات في السلاسل البوليميرية ذات وزن جزيئي واطئ نتيجة حدوث ظاهرة المج البوليمري (Desorption).

في حالة المادة المتراكبة فقد وجد ان تحلل المادة الاساس سوف يعمل على تحطيم وفك الروابط البينية بين المسحوق السيراميكي والمادة الاساس وبذلك تكون هذه المناطق مراكز يتغلغل من خلالها الماء داخل المادة المتراكبة ولذلك نجد ان اغلب الاحيان تكون قابليه امتصاص المادة المتراكبة اكبر من المادة الراتنجية غير المدعمة.

ان تأثير الماء عند منطقة السطح البيني يكون مهم جدا حيث انه يسبب في اضعاف المادة الاساس على طول فترة التعرض وذلك لانه يحل محل المادة الاساس في هذه المنطقة.




**الشكل (4) يوضح قيم الامتصاصية مع الجذر التربيعي للزمن**

**الاستنتاجات**

١. ان التدعيم بالدقائق قد حسنت من الخصائص الميكانيكية والفيزيائية لراتنج البولي استر.
٢. يزداد معدل البلى بزيادة الحمل المسلط.
٣. تزداد الصلادة بزيادة الكسور الوزنية.
٤. ان نسبة الاضافة (3%) من دقائق كاربيد التنكستن قد اظهرت اعلى نسبة لامتصاصية الماء من باقي الاضافات.

**CONFLICT OF INTERESTS**

**There are no conflicts of interest.**

**المصادر**

[1]Polymer Matrix Composites , Department of Defense Handbook , Volume 1 . Guidelines for characterization of Structural Materials, MIL-HDBK-17-ID 25 February (1994).
[2]R . J Craw Ford,"Plastics Engineering ", $2^{nd}$ ed , Pergamon Press U . K, (1987).
[3] D . R As Keland , " The Science and Engineering of Materials ",Wads wortl , Inc. California , (1984).
[4] بشرى حسني موسى الشعبان "تحضير ودراسة الخواص الميكانيكية لمادة متراكبة من بوليمرات مطاوعة للحرارة "، رسالة ماجستير، الجامعة التكنلوجية، (2006).
[5] سمارة جاسم محمد "دراسة بعض الخصائص الميكانيكية لمتراكب البوليمر –سيراميك"، رسالة ماجستير، جامعة بغداد، كلية العلوم للبنات، (2008).
[6] شيلان توفيق "دراسة تأثير عدد طبقات الايبوكسي المدعم بألياف الزجاج العشوائية والمتعامدة والمتوالفة في متانة الكسر التوصيلية الحرارية " رسالة ماجستير، كلية العلوم، جامعة بغداد، (2003).
[7] D . R As Keland , " The Science and Engineering of Materials ",Wads wortl , Inc. California , (1984).
[8] احمد مكي علي "دراسة الخواص الميكانيكية لمواد متراكبة باستخدام مسحوق معدني"، رسالة ماجستير، قسم هندسة المكائن والمعادن، الجامعة التكنلوجية، (2001).
[9] د. جواد كاظم عليوي، د. علي حسين عتيوي، سعد ميخائيل إيليا ،"دراسة الخصائص الميكانيكية لمادة مركبة ذات أساس بوليميري مقواه بدقائق من (AL2O3) او (AL) "،مجلة الخوارزمي الهندسية، العدد 3،ص25-17،(2007).
[10] هدى عبد الرزاق يونس البكري "دراسة الخصائص الميكانيكية لمتراكب البولي استر غير المشبع المدعم بألياف الزجاج المحاكة عشوائيا وتأثير المحاليل الحامضية على بعض خصائصه الفيزيائية "، مجلة علوم الرافدين، المجلد 23، العدد 1، ص 114–122، (2011).
[11] Lamees Slam، Zahraa Fadyall Attiyah " Thermo –Physical and Mechanical Properties of Unsaturated Polyester /Cobalt Ferrite Composites "Journal of Engineering، Volume 23,Number 4, (2017).

[12] نجم عبد عسكوري، علي عبد أبو جاسم، حيدر حمزة حسين، حسام محسن هويل "دراسة تأثير زمن التشعيع بالالكترونات على صلادة سبائك (كاربيد التنكستن –كوبلت بالالكترونات على صلادة سبائك (كاربيد التنكستن –كوبلت 6%) مجلة جامعة كربلاء العلمية، المجلد السادس، العدد الثالث، (2008).

[13] رولا عبد الخضر عباس، بلقيس محمد ضياء ،مزهر علي صاحب "دراسة البلى الالتصاقي الجاف لمادة مركبة من راتنج الايبوكسي المدعم بألياف الزجاج " جامعة النهرين ،مجلة الهندسة،المجلد 13،العدد 1،الصفحة (130-116) ،(2010).