



## دراسة تأثير العامل المايكروبي على صفات وخصائص متراكبة النوفولاك المدعم

### بألياف الزجاج/ الاسبست

اسراء عطية عجيل  
العلوم التطبيقية/ فرع الكيمياء التطبيقية  
الجامعة التكنولوجية

رولا عبد الخضر عباس  
العلوم التطبيقية/ فرع علم المواد  
الجامعة التكنولوجية

صالح عبد الرضا الصالح  
مركز بحوث البيئة  
الجامعة التكنولوجية

#### الخلاصة:

تم دراسة انعكاس تأثير الاستخدام المسهب لمواد متراكبة بوليمرية مكونة من مادة النوفولاك المقواة بألياف الزجاج مرة وألياف الاسبست مرة أخرى وبكسر وزني مقداره (60%) وبنسبة (10%) من المادة المصلدة (الهيكاسامثيلين تترأمين Hexamethylene- tetraamine) (HMTA) على خواصها الفيزيائية والتي شملت (الصلادة Hardness مقاومة التشوه الانضغاطي، Compressive deformation معامل المرونة الانضغاطي modulus of elasticity Compressive strain energy معامل المرونة الانعطافي Flexural modulus of elasticity، مقاومة الثني القصوى strength Flexural strain energy معامل الرجوعية الانعطافي Flexural resilience modulus، طاقة انفعال الثني Flexural modulus ومقاومة قص الطبقات الداخلية تحت حمل ثلاثي الركيزه)، باعتبار ثبوت أهمية الأوساط البكتيرية كأحد مصادر التلوث التي تسهم بطريقة مباشرة أو غير مباشرة في عملية تقادم هذه المواد المتراكبة. علما بأن متراكبات النوفولاك المدعمة بألياف الزجاج حضرت بنسبتين مختلفتين من المادة المصلدة (HMTA) والمتمثلة بنسبة (14%) وزنا مرة و(10%) وزنا مرة أخرى.

لقد أظهرت نتائج المقارنة بأن تعرض المتراكبات المحضرة للوسط البكتيري يؤثر بشكل سلبي على الصلادة ومقاومة الانضغاط ومقاومة الثني وطاقة انفعال الثني المخزونة. كما خلص البحث أيضا إلى نتائج واضحة وجلية وهو انه يمكن تأخير عملية التقادم بسبب الأوساط البكتيرية باستعمال ألياف الزجاج في مادة النوفولاك أكثر مما هو عليه عند استبدال ألياف الزجاج بألياف الاسبست وخصوصاً مع زيادة نسبة المادة المصلدة من (10%) إلى (14%) حيث تبين أن معامل الرجوعية الانعطافي لهذه المتراكبة يكون اقل مما هو عليه في بقية النماذج المحضرة مما يؤدي إلى رفع الشغل المبذول فيها عند حد التناسب.

## Study the effect of microbial factor on the qualities and characteristics of Novolak composite material, reinforced glass fibers / Asbestos fibers.

Rola Abdul Khader Abbas  
Applied Sciences / Materials  
Science Branch  
Technology University

Saleh Abdol Reza ALSaleh  
Environmental Research Center  
Technology University

Asirae atiya Agil  
Applied Sciences / Applied Chemistry  
Branch  
Technology University

#### ABSTRACT

The study was reflection of the impact of the widespread use of polymer Novolak composite reinforced Glass fiber and Asbestos fiber once again with weight fraction 60% on the physical properties, which included (Hardness, Compressive deformation, compressive modulus of

elasticity, Flexural modulus of elasticity, Resilience modulus, the maximum of Flexural strength, Flexural strain energy and Shear strength inner layers); it is known how much important the media as a source of bacterial contamination, which contributes directly or indirectly in the process of aging of these materials. These Novolak composite reinforced, prepared by weight fraction of (10%) and (14%) of the Hexamethylene-tetraamine (HMTA) hardener material. It showed the results of the comparison, the composite prepared to offer bacterial media, negatively effect on Hardness, Compressive strengths, Flexural strength and Flexural strain stored energy The research also concluded clear results, which is that there is the possibility to delay the aging process of the presence of bacterial circles, using glass fibers in the polymer Novolak composite reinforced, more than it is the use of asbestos fiber. And increase the weight fraction of hardener material to be 14%, coefficient of resilience reversal less than it is in the rest of the models, which leads to raise the value of the work done at the end of proportionality.

#### المقدمة :

تعرف المواد المتراكبة على أنها تلك الأنظمة الناتجة عن اشتراك مادتين أو أكثر مرتبطة مع بعضها بروابط ميكانيكية وكيميائية بحيث تمثل كل مادة طوراً منفصلاً في النظام ، بهدف الحصول على مواد جديدة ذات خواص وتراكيب مناسبة ما بين خواص المواد الداخلة في تحضير هذه المواد المتراكبة وتتجاوز الصفات غير المرغوب فيها لتكون أكثر ملائمة للتطبيقات الصناعية [1]. وعادة ما يطلق على المادة والتي تقوم بربط مواد التقوية ونقل القوى والاجهادات بالطور المضيف الأساس (Matrix material) والذي غالباً ما يكون عبارة عن مواد بوليمرية أو معدنية أو سيراميكية [2] [3]، بينما يطلق على المواد التي تعمل على تقوية الطور المضيف بطور التقوية (Rein forcing phase) الذي غالباً ما يكون عبارة عن دقائق أو ألياف أو شعيرات أو صفائح [3].

فالعديد من التقنيات الحديثة تتطلب مجموعة مواد ذات خواص متميزة لا يمكن الحصول عليها عند استخدام سبائك تقليدية أو سيراميكية أو بوليمرية [4]، فعلى سبيل المثال يبحث مهندسو الطائرات عن مواد متراكبة تمتلك كثافة منخفضة وقوية ذات جساوة (Stiff) عالية ومقاومة التصادم والخدش والتآكل ومن النادر تألف هذه المواد معاً في مادة واحدة كالمعادن أو السيراميك، لذا فالمواد المتراكبة تعتبر الحل الأمثل لتناقض هذه الصفات وقد تلتها بحوث تطويرية للإيفاء بمتطلبات التقدم التكنولوجي [5]. ومن أجل توسيع استخداماته التطبيقية أجريت عدة دراسات بتدعيم جسم البوليمر بالألياف أو باستخدام الأملاح الفلزية أو اللاعضوية وإنتاج متراكب مقاوم لظروف الاستخدام القاسية ، فعلى سبيل المثال تمكن كل من (L.Franke) و (H.J.Meyer) عام (1992) من إنتاج متراكبات مقاومة للرطوبة والتحلل المائي [6]. وبعده قام الباحث (Gardiner) عام (1997) بإثبات إن توافر تأثير الظروف الجوية مثل الأشعة فوق البنفسجية والأوكسجين والرطوبة مع بعضها يزيد من عملية تحلل البوليمر أكثر من فعل الأشعة فوق البنفسجية بمفردها [2].

إما الباحث (Mendil) فقد توصل عام (2008) إلى تدعيم مادة البولي استر الغير مشبع بألياف الجوت المحاكاة على شكل حصيرة وألياف موجه طولياً هي الأفضل في الحصول على خواص ميكانيكية وفيزيائية وبأبولوجية جيدة تتلائم مع البيئة العراقية (شمس قوية وفترة سطوع طويلة وجفاف وغبار) [7].

إما الدراسة الحالية فهي تهدف الى التقليل من الآثار السلبية الناتجة عن تراكم أوساط بكتيرية يوم بعد يوم في جسم متراكبة مكونة من النوفولاك المدعمة بـ (60%) من ألياف الاسبست الغير مستمرة الأشبه بالشعيرات المتقطعة (fiber -whiskers) (Discontinuous) المعروف بـ (Chrysolite) مرة وبألياف الزجاج قصيرة مقطعة بأطوال تتراوح ما بين (6-8mm) وقطر بحدود (10-14µm) مرة اخرى بنسبة ثابتة من المادة المصلدة (HMTA) مقداره (10%)

وكما حضرت أيضا متراكبة النوفولاك المدعمة من ألياف الزجاج في حدود الكسر الوزني السابق الذكر وفي الوقت نفسه تكون محتوية على قدر من (HMTA) أعلى من (10%) بحوالي (4%) لتوقع عمر المتراكب البوليمري التشغيل عندما يتطلب الأمر تخزين أثار الأوساط البكتيرية في أجسامها بمعرفة قدرتها على التقاط هذه الأثار عبر دراسة الانحراف الحاصل في بعض الخصائص الميكانيكية بفعل عملية التعتيق بالاستنابات البكتيري في تطبيقات العوازل الحرارية للبنىات التي تحتاج إلى أن تصمد أمام التغيرات السريعة والقاسية للظروف البيئية وهي متعرضة لاجهادات انضغاطية وانعطافية.

### الجانب العملي:

#### المواد المستخدمة:-

تم استخدام رانتج النوفولاك المنتج محليا في شركة ذات الصواري كمادة أساس وهو عبارة عن كتل صلبة يتم طحنها وخلطها مع المادة المصلدة (HMTA) للحصول على خليط (HMTA -Novolak) مناسب للقوالب بالحرارة والضغط. إما مواد التقوية المستخدمة تتمثل بألياف صناعية قصيرة تعمل على تقوية المادة الأساس وهي ألياف الزجاج نوع (E) وهي بشكل ألياف قصيرة (Short fibers) متقطعة بأطوال معينة تتراوح بين (6-8 mm) وذات قطر بحدود (10-14µm) بحيث تكون هذه الألياف موزعة بصورة عشوائية في جسم مادة الأساس النوفولاكية الذي يسبب تناظر Isotropic خواص المواد المتراكبة المصنعة منه في جميع اتجاهات وإما ألياف الاسبست المعروفة Chrysolite فهي عبارة عن ألياف غير مستمرة أشبه ما تكون بالشعيرات المتقطعة (Discontinuous fibers- whiskers) ذات تراكيب نقيه مغلقة علاوة على ذلك تم استخدام عوامل تحسين النوعية المتمثلة بالمواد التالية سترات الرصاص، (Aniline, PVA, Olic, MgO).

#### الأجهزة المستخدمة: (Instruments)

1- جهاز الانحناء (Bending): لحساب معامل يونك (معامل المرونة الانعطافي) المصنع من قبل شركة (Phywe) الألمانية والذي تثبت في العينة من طرفيها على مرتكزين وتعلق الكتل (Masses) بصورة تدريجية على الحامل المثبت عند منتصف العينة مما يسبب انحنائها تدريجيا ومن خلال مؤشر مقياس الانحراف يمكن قراءة مقدار الانحراف (Defection) الحاصل للعينة ذات الأبعاد المعلومة كما هو موضح بشكل رقم (1).

2- جهاز الصلادة السطحية (Durometer hardness) نوع (shore-A) والمصنع من قبل شركة (Time group Inc.). كما هو موضح بشكل رقم (2)

3- جهاز الانضغاطية: لحساب مقاومة الانضغاط (Compressive strength) باستعمال المكبس الهيدروليكي (Ley Bold Harris No.36110) والذي يمكننا من تسليط حمل داخل مدى قوة مسلطة تتراوح بين (100 N إلى 7.5 KN). حيث توضع العينة في آلة الاختبار بين رؤوس الماكينة، ويطبق الحمل بالتدريج على العينة حتى نقطة انهيار المادة والتي تدل على متانة انضغاطها. كما يقرأ التغيير في طول المقطع الطولي لعينة الاختبار تحت تأثير حمل الانضغاط والذي يدل على تشوه الانضغاط (Compressive deformation). كما هو موضح بشكل رقم (3)

#### تحضير المحلول الميكروبي:-

حضرت أربع علب زجاجية معقمة سعة (1 لتر) لإستحصال المياه العادمة- الحمأة أجريت عملية تنقيتها من الشوائب وجهزت لغمر متراكبة النوفولاك فيها.

#### طريقة تحضير وفحص النماذج:

تم تحضير عينات مقواة بألياف قصيرة بنسبة وزنيه تقدر ب (60%) و من هذا الكسر الوزني المرتفع نوعا ما لمواد التدعيم بلا شك له صله مؤكدة ببيئات النوفولاك باعتبار من أكثر البوليمرات هشاشة ما لم يتم تقويته حيث نادراً ما يستخدم في القوالب دون تقوية، عموما تم تطبيق المعادلة التالية لتحديد الكسر الوزني السابق الذكر [8]:



$$\psi = \frac{W_f}{W_c} \times 100\% \dots\dots(1)$$

$$W_c = W_f + W_m \dots\dots(2)$$

إن ( $W_c, W_m, W_f$ ) : كتلة الألياف والمادة الأساس والمواد المترابطة على التوالي.

حيث كانت المواد المترابطة مكونة من النوفولاك المقواة بألياف الزجاج والنوفولاك المقواة بألياف الاسبست. في الواقع تمت عملية التحضير الابتدائي للمزيج الداخل في تحضير النماذج المترابطة بالاعتماد على طريقة التشرب (method Impregnation) والتي تعد أهم طرائق القولية الفينولية. استنادا إلى ذلك تم إتباع الخطوات التالية في تحضير المترابكات من راتنج النوفولاك وكما يلي:

\* تحضير مزيج الراتنج الفينول وذلك بإذابة الخليط (Novolak –HMTA) في كحول الايثانول باستعمال خلاط ذو سرعة عالية ، بعد ذلك يتم إضافة (عوامل تحسين النوعية ) بشكل تدريجي مع مراعاة استمرار الخلط.

\* تغمر الألياف في مزيج الراتنج الفينولي مع التحريك ومراقبة تشبع كافة الألياف بالراتنج وهكذا نعود إلى تكرار الخطوات السابقة الذكر مع خليط (Novolak –HMTA) ذو نسبة (14%) وزنا مع (HTMA).

\* بعد التأكد من الغمر الجيد وتشبع الألياف بالمزيج الراتنجي تنتقل إلى مرحلة التجفيف بالهواء الساخن بدرجة تتراوح بين ( $70-80\text{ C}^\circ$ )، حيث تترك المادة في جو الفرن عند هذه الدرجة الحرارية لمدة ثلاثة ساعات وبذلك يتم التخلص من كحول الايثانول المستخدم في المزيج عندئذ تصبح المادة المحضرة جاهزة للقولية ومن ثم يتم كبس النماذج المستخدمة في الاختبارات التي تم إعدادها باستخدام المكابس نصف الآلية المصنفة من قبل شركة (Batten feld/Berge) ، حيث ان عملية القولية بمكابس الضغط تتم باستعمال القوالب الفولاذية فأن ذلك يؤدي الى الحصول على عينات نظامية من هذه القوالب الشكل (4).

وعلى قطعت العينات المبينة في الشكل (2) حسب المواصفات القياسية العالمية:-

1- عينات اختبار الانحناء ومثانة الانحناء أعدت حسب النظام القياسي (ASTM-D790) بسلك (6mm) وعرض (15.9 mm) وطول (120 mm).

2- عينات اختبار الصلادة (Shore –A) أعدت حسب النظام القياسي (ASTM-D2240)،

3- عينات اختبار الانضغاطة أعدت حسب النظام القياسي حسب نشرة (ASTMD-695) على شكل مكعبات بمقاسات (12  $\times 6 \times 6\text{ mm}^3$ ).

ومن جهة ثانية استخدمت لكل اختبار نموذجين.

بعد تحضير المترابكات أجريت عليها الفحوصات التالية:-

أولاً: اختبار الانحناء الثلاثي الركيزة:-

تحسب قيمة معامل المرونة الأنعطافي (flexural modulus of elasticity) بتطبيق المعادلة التالية [9]:

$$E_b = \frac{mass}{Deflection} \times \frac{(gL^3)}{48I} \dots\dots(3)$$

حيث إن  $E_b$  : معامل المرونة الأنعطافي والذي يقاس بوحدات ( $\text{N/m}^2$ ).

( $\frac{mass}{Deflection}$ ) : تمثل الميل (Slope) المحسوب من منحنى (mass- deflection).

(L): البعد بين نقطتي التحميل (m).

(I) : يمثل عزم الانحناء الهندسي ( $\text{m}^3$ ) والذي يعطى بالمعادلة التالية [9]:



$$\dots\dots\dots(4) I = \frac{bd^3}{12}$$

حيث إن : (d) : سمك العينة (m).  
(b) : عرض العينة (m) .

يحسب معامل الرجوعية الانعطافي ( Flexural resilience modulus ) بتطبيق المعادلة التالية [10]:-

$$\dots\dots\dots(5) R = \frac{9PD}{2bdL}$$

R: معامل الرجوعية الانعطافي ( Flexural resilience modulus ) . تقاس بوحدات (Pa)  
D: الانحراف الحاصل في العينة مقاسا بـ(m).  
P: الحمل المسلط في مركز العينة مقاسا بـ(N).

تحسب مقاومة الثني القصوى عند نقطة الثل (Flexural strength) بتطبيق المعادلة التالية [11]:-

$$\dots\dots\dots(6) \sigma_{\max}^b = \text{Flexural strength} = \frac{3PL}{2bd}$$

تحسب طاقة انفعال الثني (Flexural strain energy, u) مقاسا بـ (KJ/m<sup>2</sup>) بتطبيق المعادلة التالية [12]:

$$\dots\dots\dots(7) u = \frac{P^2(L/2)^3}{E_b \times b \times d^3}$$

تحسب مقاومة قص الطبقات الداخلية عند نقطة الكسر بتطبيق المعادلة التالية [8]:

$$\dots\dots\dots(8) \tau_{\max} = \frac{3P}{4bd} (N / m^2)$$

حيث إن  $\tau_{\max}$  : مقاومة القص القصوى تحت حمل الثني المؤدي إلى فشل العينة الخاضعة له.

**ثانياً: اختبار الصلادة بطريقة (shore –A):-**

إن اختبار الصلادة يمكن اعتباره مقياساً للتشوه اللدن الذي تعاني منه المادة تحت تأثير الإجهاد الخارجي ثم إجراء اختبار الصلادة بطريقة (Shore –A) باستخدام أداة غرز نقطية وتغلغل أداة الغرز النقطية داخل سطح المادة تحت حمل معين حيث تنتقل المقاومة رأساً إلى عداد القياس لتحديد قيمة الصلادة لتقرأ مباشرة من الجهاز.

**ثالثاً: اختبار مقاومة الانضغاط (Compressive strength):-**

تحسب مقاومة الانضغاط عند نقطة الفشل بتطبيق المعادلة التالية [13]:

$$\sigma_{\max}^{com} = \frac{\text{أقصى حمل ضغط أثناء الاختبار}}{\text{أقل مساحة مقطع قبل الاختبار}} \dots\dots\dots(9)$$

وتقاس مقاومة الانضغاط  $\sigma_{\max}$  بوحدته (N/m<sup>2</sup>).

يحسب قيمة معامل المرونة الأضغاطي (Compressive modulus of elasticity) بتطبيق المعادلة التالية [15]:-

$$E_{com} = \frac{\partial_{com}}{\epsilon_{com}}$$

حيث إن  $\partial_{com}$  :- الإجهاد الأضغاطي عند حد التناسب (N).

$\epsilon_{com}$  : الانفعال عند حد التناسب (m).

### النتائج والمناقشة:

#### اختبار مقاومة الانحناء الاستاتيكي:-

إن الهدف الرئيسي من اختبار الانحناء هو التعرف على السلوك الخطي او ما يدعى أحيانا (Hookean behavior) للمادة الواقعة تحت تأثير الحمل المسلط بالاتجاه العمودي على المستوى السطحي لها [16]. لقد تبين من الشكل (5) إن الانحراف يتناسب طرديا مع الحمل المحدث له ، فعند زوال تأثير الحمل المسلط سوف تسترجع المادة حالتها الأولى ، إي ضمن حد التشوه المرن حيث يتناسب الانفعال طرديا مع الإجهاد المحدث له ويستنتج من ذلك إن المادة تخضع لقانون هوك (Hook's) وإن النسبة بين (Mass/Deflection) مقدارا ثابت [8] ، وهذا يمثل الميل (Slope) المحسوب من الشكل السابق الذكر وعليه من اختبار الانحناء تم حساب قيم معامل المرونة الأضغاطي ( $E_b$ ) باتباع المعادلتين (4,3).

إن الشكل (6) يوضح لنا عند تعريض النماذج المحضرة لوسط بكتيري فأن قيم معامل المرونة ( $E_b$ ) ينخفض وبشكل ملحوظ تبعا لقيم معامل المرونة للنماذج قبل المعاملة البايولوجية (الجدول رقم1) وقد يعزى ذلك إلى حقيقة إن المعاملة البكتيرية تؤدي إلى تحلل الجسور الكيميائية الموجودة بين سطح الألياف والبوليمر ، وبالتالي سوف ينتج عن هذا حصول انفعال كبير مما يؤدي انخفاض هذه القيم.

إما الجدول (2) فقد بين ان أفضل قيمة لمعامل المرونة الأضغاطي تم الحصول عليه بعد المعاملة البكتيرية هي تلك لنموذج راتنج النوفولاك المدعم بألياف الزجاج وذلك لما تمتاز به ألياف الزجاج من خواص متانة عالية تجعل المادة المترابكة الحاوية عليها ذات خواص أفضل.

علاوة على ما ذكر فقد تبين ان زيادة نسبة المادة المصلدة (HTMA) تؤدي الى زيادة الترابط التشابكي (link density Cross-) [17] مما يؤثر بصورة ملحوظة في مقاومة المادة المترابكة الراتنجية للوسط البكتيري.

كما أوضحت هذه الدراسة من خلال الشكل (7) إن الانحلال والتدهور في مادة النوفولاك المدعمة بالألياف الصناعية ينشط شيئا فشيئا على حسب العمر الزمني والذي امتد في هذه الدراسة لأكثر من ثلاث أشهر ((لإبقائها معرضة للوسط البكتيري)) حيث تشاهد أثاره في حصول قصور كبير في مقدرة هذه المواد على إرجاع الطاقة المرنة الميكانيكية الممتصة بعد زوال حمل الثني المؤثر عليها تبعا لمقدار طاقة انفعال المترابكة فيها من ناحية ومقدار معامل الرجوعية الأضغاطي من ناحية أخرى (الجدول 3).

إما الشكل (8) بين إن قيمة مقاومة الثني القصوى ( $\partial_{max}^b$ ) لمترابكة النوفولاك المدعمة بالألياف الزجاجية ذو نسبة (10%) من (HTMA) بعد المعاملة البايولوجية تقدر بحوالي (37.602 MPa) وهذا يعني إن الشقوق المتأصلة في المترابكة النوفولاكية المدعمة بالألياف الاسبستية تنمو بصورة سريعة جدا عند تعرضه لهذا النوع من الاجهادات مما يقوده الى الفشل عند اجهادات واطنة تحت هكذا أوساط بكتيرية مقارنة بالمترابكة المدعمة بألياف الزجاج للأسباب سابقة الذكر (الجدول رقم 4). فلقد أوضحت الدراسة الحالية إن طاقة انفعال الثني عند نقطة الكسر (Flexural strain energy at break point) بالنسبة للنماذج التي عانت في الوسط البكتيري تزداد عن مثيلاتها الغير متعرضة للوسط البكتيري (الشكل 9) وكذلك (الجدول 5).

وهذه المؤشرات دليل على ان مقاومة قص الطبقات الداخلية عند نقطة الكسر تنخفض بعد المعاملة البايولوجية الشكل (10) فهذه البكتيريا تحدث تحلل لجسم المتراكب في اتجاه تفكيك سلسله البوليمرية (الجدول رقم6).

### اختبار الصلادة بطريقة (Shore-A):-

لقد وجد ان قيم الصلادة السطحية المحسوبة بعد المعاملة البايولوجية قد انخفضت من (94.13No.) إلى (86.6No.) لمادة النوفولاك المدعمة بألياف الزجاج ذات نسبة 14% من (HTMA) ومن (92.58No.) إلى (86.466No.) لمادة النوفولاك المدعمة بألياف الزجاج ذات نسبة 10% من (HTMA) (الجدول رقم 7,1).

وهكذا تتباين قيم صلادة النماذج المحضرة وفقا لنوع ألياف التدعيم ونسبة المادة المصلدة (HTMA) عند تعرضها للأوساط البكتيرية بتفوق المادة المتراكبة المقواة بألياف الزجاج ذات نسبة 14% من (HTMA) في مقاومتها للغرز على بقية النماذج المدروسة رغم حقيقة وجود ألياف الاسيست ذات التركيب الليفي المغلق في المادة النوفولاكية في ظروف طبيعية (قبل المعاملة) يعمل على تحسين صلادة النوفولاك مقارنة بألياف الزجاج (الجدول رقم1) ويعزى سبب ذلك إلى حقيقة ان النمو البكتيري يؤدي إلى زيادة ليونة المادة الأساس (النوفولاك) بسبب تحللها وهذا بدوره سوف يعمل على تحطيم وفك الروابط البينية بين الألياف والمادة الأساس في المواد المتراكبة وعليه ستكون هذه المناطق مراكز تتغلغل من خلالها الوسط البكتيري داخل المادة وعليه فإن كفاءة الترابط الكيميائي بين سطح الألياف الزجاجية المعاملة بالمادة الرابطة (Coupling agent) وبين الراتنج يجعلها تتفوق على ألياف الاسيست في حالة التدعيم إثناء عملها في البيئة البكتيرية لان ألياف الاسيست غير معاملة بالمادة الرابطة (Coupling agent) [8] [18] [19].

يفهم من ذلك بأنه كلما كانت الألياف المستخدمة للتدعيم معاملة بالمادة الرابطة (Coupling agent) ازداد مقاومة المادة المتراكبة للأوساط البكتيرية لأنها تعمل على تكوين جسور كيميائية بين سطح الألياف البوليمر حيث تزيد هذه الجسور الكيميائية في مقاومة التحلل البكتيري (الشكل11).

### اختبار الانضغاطية:-

لقد تم حساب معامل المرونة الانضغاطي  $E_{com}$  لجميع النماذج المهيأة بأتباع العلاقة رقم (11) وبلاستعانة بمنحني (الإجهاد – الانفعال) (الشكل رقم 12) ، ومن خلال النتائج المستحصلة المتمثلة بالشكل (13) والجدول (8) وجد ان عملية تعرض النماذج المحضرة لوسط بكتيري مع خضوعها لإجهاد انضغاطي يؤدي إلى انخفاض معاملات اختبار المقاومة الانضغاط والمتمثلة بمعامل المرونة الانضغاطي ومقاومة الانضغاط عند نقطة كسر تبعاً لقيم هذه المعاملات قبل التعريض وحسب البيانات المتوفرة في الجدول (1). أما الشكل (14) والجدول (9) فقد بين تدني قيمة مقاومة الانضغاط بعد المعاملة البكتيرية لنموذج متراكبة النوفولاك المدعمة بألياف الزجاج ذات نسبة (10%) من (HMTA) بمقدار 58.705% ويعود السبب في ذلك إلى أن المواد المقواة بالألياف الزجاجية تكون موزعة فيها هذه الألياف بصورة عشوائية وبذلك تكون قنطرة الخواص (Isotropic) كما هو مذكور سابقاً. فإذا كانت جميع الألياف مرصوفة باتجاه قوى الانضغاط فإن الانهيار سيحدث في المادة عند إجهادات أقل بكثير من إجهادات الفشل الشدي [21]، ومما يزيد الطين بله أن الوسط البكتيري يتسبب بالتسريع بهذا الانهيار بينما يبدي متراكبة النوفولاك المدعمة بالاسيست مقاومة عالية اتجاه الحمل الانضغاطي المحوري مقارنة مع بقية النماذج بسبب تراكبها الليفية المغلقة والتي سبق الإشارة إليها ولكن من المؤكد أن التعرض المستمر للوسط البكتيري لأبد من أن يؤثر في ضعف مقاومة الانضغاط اتجاه الحمل الانضغاطي عند هذا النوع من المتراكبات المحضرة والتي تقدر بحوالي 15.252%. وهذا هو الحال مع انخفاض نسبة المادة المصلدة (HMTA) بمقدار 4% حيث ارتفع مقدار الفقد في مقاومة الانضغاط اتجاه الحمل الانضغاطي من 33.456% إلى 58.705%.

### الاستنتاجات:-

أن هذه الدراسة أظهرت بأن هناك العديد من العوامل تعمل على التعجيل بعملية تعتيق المتراكبات البوليمرية منها الأوساط البكتيرية. ويمكن تمييز خمس صور تشير إلى حصول عملية التعتيق لمتراكبات النوفولاك المحضرة:-

\* ففي الطليعة تعد طبيعة الوسط الزراعي من أهم العوامل التي تؤثر في خواص هذه المواد ويعني ذلك ان الوسط البكتيري ذو تأثير سلبي على المتراكبات المحضرة نظرا لانخفاض معامل المرونة الانعطافي مع زيادة معامل الرجوعية بشكل كبير مقارنة مع قيم هذه الكميات الفيزيائية قبل تعرضها لهذا الوسط .



\* لقد بلغ مقدار ما تفقده المادة المتراكبة المدعمة بألياف الزجاج ذات نسبة 14% من (HMTA) من إجمالي مقاومتها القصوى ( $\sigma_{max}^b$ ) بسبب تعرضها للوسط البكتيري بما يقدر (35.17Mpa) بينما يقدر ما تفقده المادة المتراكبة المدعمة بألياف الزجاج ذات نسبة 10% من (HMTA) تحت نفس الظروف من إجمالي ( $\sigma_{max}^b$ ) بما يقدر ب (53.851 Mpa) و (42.338 Mpa) بالنسبة لمتراكبة النوفولاك المدعمة بالاسبست ذات نسبة 10% من (HMTA).

\* لقد زادت طاقة انفصال التني عند نقطة الكسر في متراكبة النوفولاك المدعمة بألياف الزجاج ذات نسبة 14% حوالي (18.188 kJ/m<sup>2</sup>) و (14.226k J/m<sup>2</sup>) في متراكبة النوفولاك المدعمة بألياف الزجاج ذات نسبة من (HMTA) 10% و (2.125 kJ/m<sup>2</sup>) في متراكبة النوفولاك المدعمة بألياف الاسبست ذات نسبة 10% من (HMTA).

\* لقد نقص نصيب المادة المتراكبة المدعمة بألياف الزجاج ذو نسبة 14% من (HMTA) من قيمة مقاومة قص الطبقات الداخلية عند نقطة الكسر تحت حمل التني الى حوالي 38.246% و 59.30% من إجمالي مقاومة قص الطبقات الداخلية لمتراكبة النوفولاك المدعمة بألياف الزجاج ذات 10% من (HMTA) و (62.248%) من إجمالي مقاومة الطبقات الداخلية لمتراكبة النوفولاك المدعمة بألياف الاسبست ذات 10% من (HMTA) وسبب ذلك التعرض لأوساط بكتيرية.

\* نجمت خسائر في قيم الصلادة ومقاومة الانضغاط القصوى ومعامل المرونة الانضغاطي والتي تبدو أثارها في زيادة تشوه الانضغاط عند غمرها في المحلول البكتيري.

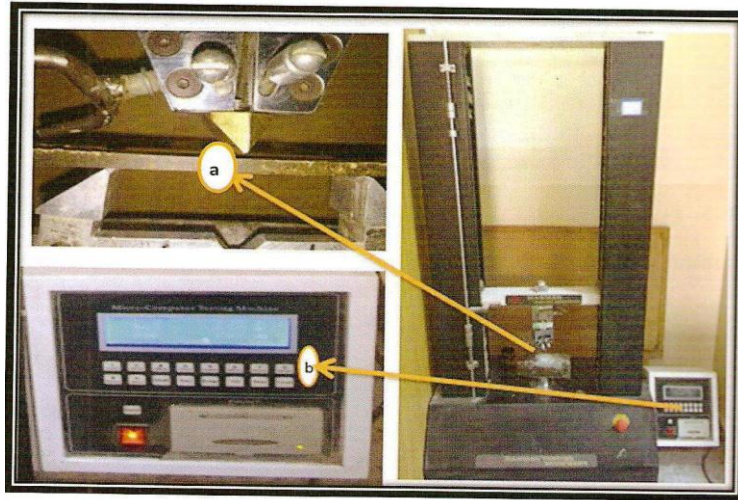
#### المصادر:

- 1- M.Grayson, "Encyclopedia of composite materials and components", John Wiley and Sons, New York, (1983).
- 2- Burry , "New Material and Their Applications", Proceedings of the Institute of physics conference, sep.(1987).
- 3- ا. د. قحطان الخزرجي و د.علي هوبي حليم و ا.د.عبد الواحد كاظم راجح و د.حسن شاكر مجدي. ، " تأثير عمق الشق على مقاومة الصدمة للدائن المقواة بالألياف" ، مجلة اتحاد الجامعات العربية، العدد2، المجلد 14 و(2007)، ص (1-15).
- 4- P.Popper and D.G.S.Davice , "The preemption and properties of self bonded silicon carbide", Power Metallurgy ,No.8,(1961),pp.(113-127).
- 5- W.D.Caloster etal., "Material science and engergeering " ,An International 5<sup>th</sup> edition (USA)(2000),PP.(521-523),(527-543).
- 6- Frank,L.and Meyer,H.J.:Predieting the tensil strength and creep rapture behavior of product glass-rain forced polymer.J.mater,sci.27,1992, pp.( 980-987).
- 7- طارق عبد الجليل مندل.، " استخدام الدولومايت العراقي لتحسين بعض الخواص الميكانيكية والفيزيائية لمتراكب راتنج البولي استر مع ألياف الجوت"،المجلة العراقية للهندسة المدنية، العدد الثاني عشر – أيلول ، (2008) ، ص (10-26).
- 8- رولا عبد الخضر عباس. ،"دراسة بعض الخواص الفيزيائية لمتراكبات بوليمرية المستخدمة في بيئة كيميائية سلبية "، مجلة النهرين –العلوم ، المجلد الثالث – أيلول ،الصفحة (2010) ، ص (1-20).





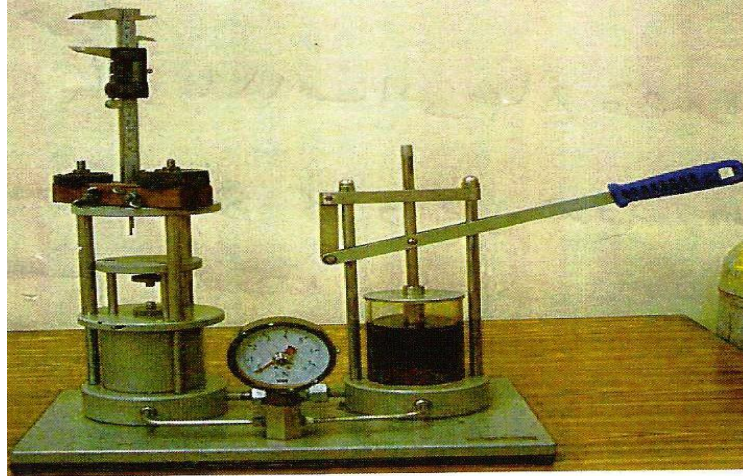
- 9- رغد حسين محمد. "دراسة ظروف التجوية (الإشعاع والمحاليل الكيميائية) على بعض خصائص متراكبات الايبوكسي"، رسالة ماجستير، الجامعة التكنولوجية-قسم العلوم التطبيقية،(2004).
- 10- صاحب عبد المهدي الصفار. "هندسة المعادن والسبائك"، الطبعة الأولى، دار الإيمان للطباعة والنشر والترجمة والتوزيع دمشق-سوريا،(2010).
- 11- M.D.Baijal. "Plastic polymer science and technology", John Wiley and Sons,NewYork, (1982).
- 12- رولا عبد الخضر عباس. "دراسة ارتباط الامطار الحمضية بتطور طاقة انفصال التني المتراكمة في متراكبات النوفولاك وانعكاسه على ارتدادها المرن"، المجلة العراقية للعلوم والتكنولوجيا، المجلد(3) العدد(3)،(2012)، ص (-152-139).
- 13- محمد الجودة إسماعيل. "الجودة واختبارات مواد البلاستيك"، الدار العربية للنشر والتوزيع، القاهرة – جمهورية مصر العربية،(2001).
- 14- سليمان خليفة وجمال عمران، "البلاستيك تصميم وإنتاج"، دار دمشق للطباعة والنشر والتوزيع،(1991).
- 15- د.محمود رشاد الدين مصطفى. "خواص مواد البناء واختباراتها"، منشورات الراتب للأبحاث الجامعية-بيروت،(1983).
- 16- S.S.You, T.W.Chou and F.K.Ko,"Composites",Vol.17,No.3,July, (1986),pp.(227-232).
- 17- W.Y.Chiang and S.Y.Yang, "Journal of Applied Polymer Science", Vol.37,(1989),pp.(499-512).
- 18- أنا.أ.تاكر،ترجمة دز اكرم محمد عزيز.،"الكيمياء الفيزيائية للبوليمرات"، جامعة الموصل،(1984).
- 19- د.كوركيس عبدال ادم و د. حسين علي كاشف الغطاء،"تكنولوجيا وكيمياء البوليمرات"،كلية العلوم –جامعة البصرة،(1983).
- 20- L.Kacir and M.Narkis., "Composites", Vol.10, No.1, Jan, (1979), pp.(31-36).
- 21-M.O.W.Richarson., "Polymer Engineering Composites", (1977) Applied Scieuce pub.LTD, London.



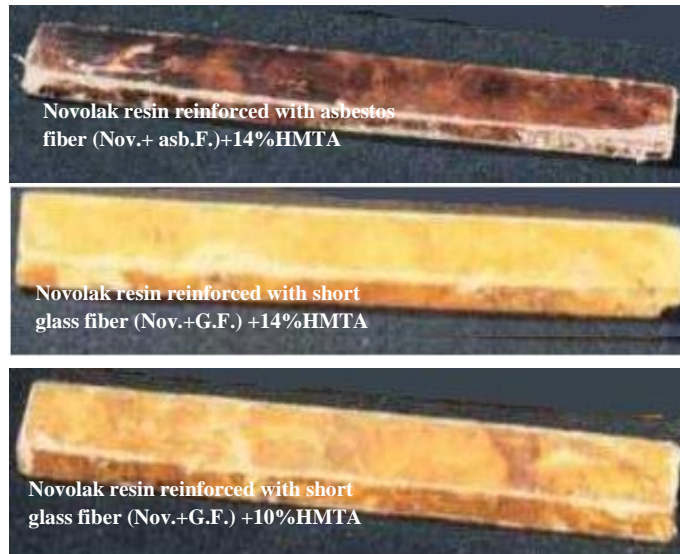
الشكل (1) جهاز اختبار متانة ثلاثي الركيعة. a- تثبيت العينة. b- اخذ القراءة.



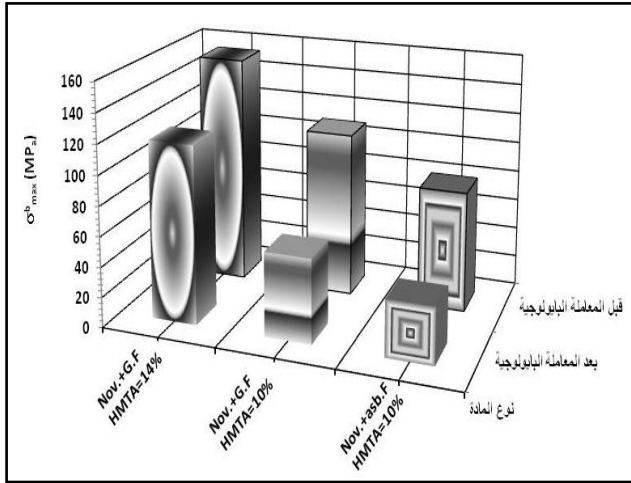
الشكل (2) جهاز اختبار الصلادة (Shore D).



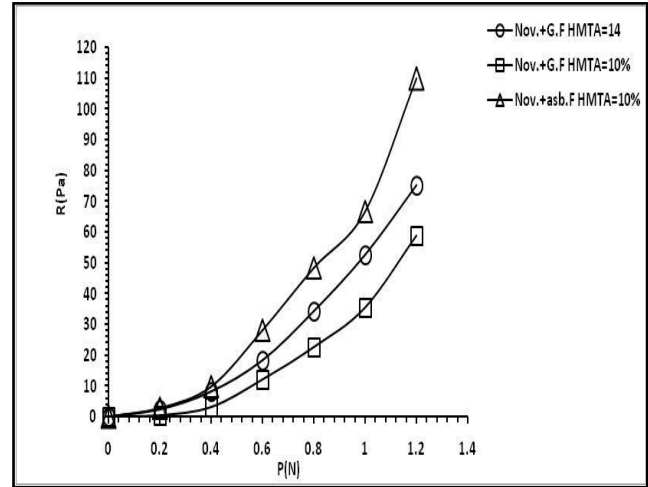
الشكل (3) جهاز اختبار الانضغاطية



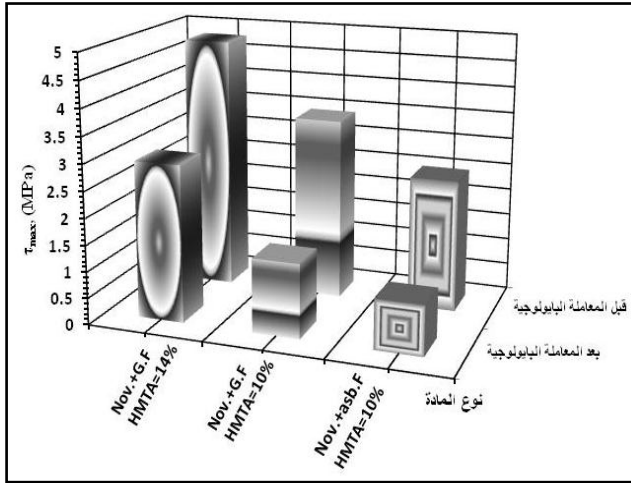
الشكل (4) صور فوتوغرافية للعينات المستخدمة في الدراسة الحالية.



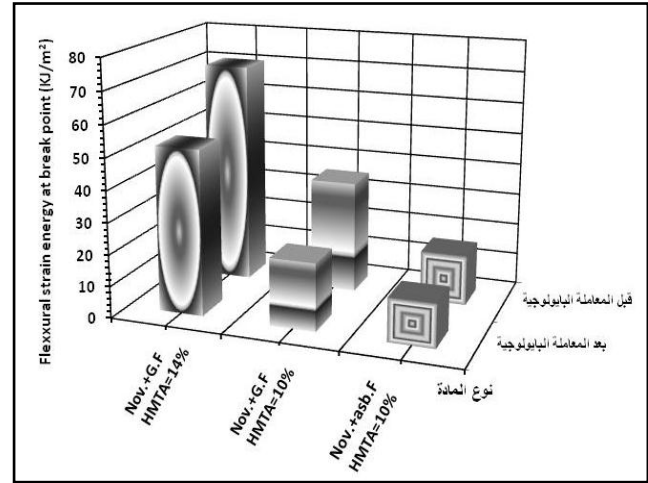
الشكل (8) تغيير مقاومة الشد القصوى عند نقطة الكسر الحاصلة في متراكبات النوفولاك المعاملة بايولوجيا مقارنة مع النماذج الغير معاملة بايولوجيا.



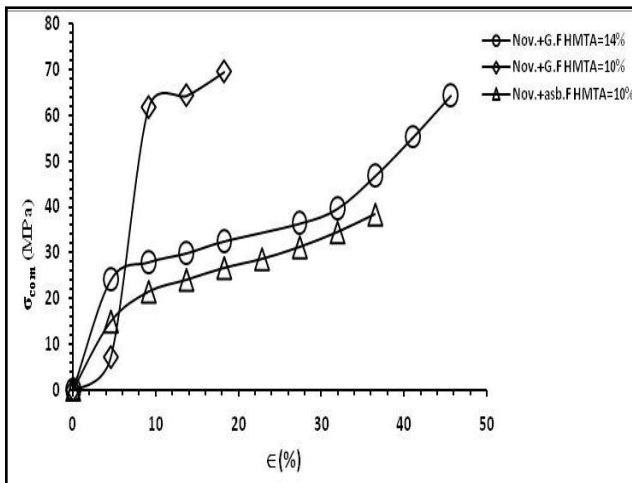
الشكل (7) العلاقة بين معامل الرجوعية وحمل الشد المسلط على مادة النوفولاك المدعمة بالألياف الصناعية وبنسب مختلفة من (HMTA) المتعرضة في الوسط الزراعي.



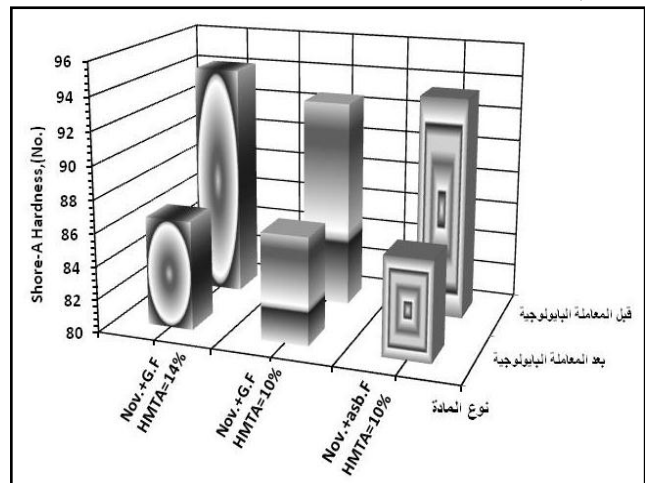
الشكل (10) تأثير المعاملة البيولوجية على مقاومة قص الطبقات الداخلية الحاصلة في متراكبات النوفولاك المحضرة والواقعة تحت حمل الشد.



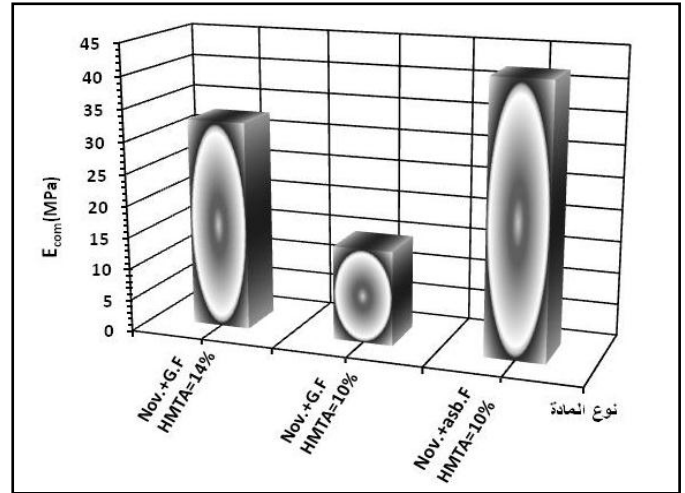
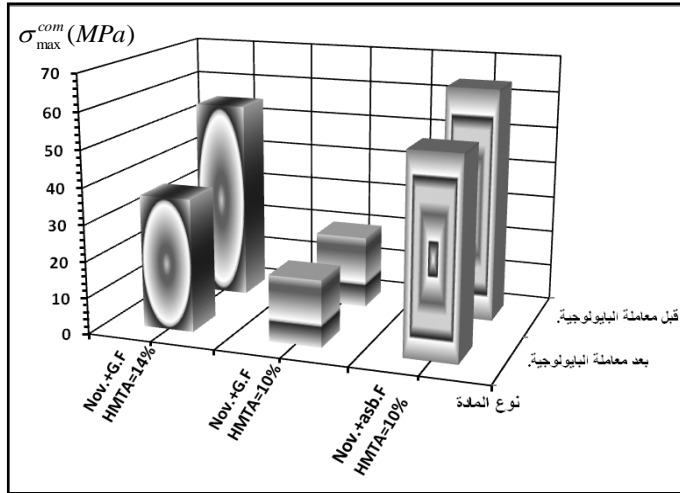
الشكل (9) تأثير المعاملة البيولوجية في اختلاف قيم طاقة انفصال الشد عند نقطة الكسر لمادة النوفولاك المدعمة بالألياف المختلفة.



الشكل (12) العلاقة بين الإجهاد الانضغاطي وانفعال الانضغاط لمتراكبات النوفولاك عند فترة نمو بكتيري.



الشكل (11) تأثير المعاملة البيولوجية على الصلادة السطحية لمتراكبات النوفولاك المحضرة.



الشكل (14) تغير مقاومة الانضغاط القصوى عند نقطة الكسر الحاصلة في متراكبات النوفولاك المعاملة بايولوجياً مقارنة مع النماذج الغير معاملة بايولوجياً.

الشكل (13) معامل المرونة الانضغاطية لمتراكبات النوفولاك المحضرة بنسب مختلفة من HMTA والمدعمة بالألياف المختلفة في إطار المعاملة البيولوجية.

الجدول (1) يستعرض بعض الخواص المدروسة قبل المعاملة البكتيرية [8].

نوع المادة	$E_b$ (Gpa)	$\sigma_{max}^b$ (GPa)	$\tau_{max}$ (MPa)	$\sigma_{max}^b$ (MPa)	Shore-A Hardness (No.)
Nov.+G.F. HTMA14%	3.01	153.5	4.79	54.88	94.13
Nov.+G.F. HTMA10%	2.26	109.7	3.43	20	92.58
Nov.+asb.F. HTMA10%	2.68	79.94	2.49	63.97	93.4

الجدول (2) يستعرض قيم معامل المرونة الانعطافي ( $E_b$ ) لجميع النماذج بعد المعاملة البكتيرية.

نوع المادة	$E_b$ (Gpa)
Nov.+G.F. HTMA14%	1.327
Nov.+G.F. HTMA10%	0.978
Nov.+asb.F. HTMA10%	0.648

الجدول (3) يستعرض قيم معامل الرجوعية الانضغاطي (R) لمادة النوفولاك المدعمة بالألياف الصناعية عند حد التناسب في إطار المعاملة البيولوجية.

نوع المادة	R(Pa)
Nov.+G.F. HTMA14%	58.962
Nov.+G.F. HTMA10%	75.471
Nov.+asb.F. HTMA10%	109.905

الجدول (4) يوضح قيم متانة التني القصوى ( $\sigma_{max}^b$ ) للنماذج المحضرة بعد المعاملة البيولوجية .

نوع المادة	$\sigma_{max}^b$ (MPa)
Nov.+G.F. HTMA14%	118.33
Nov.+G.F. HTMA10%	55.849
Nov.+asb.F. HTMA10%	37.602



الجدول (5) يوضح قيم طاقة انفعال التني عند نقطة الكسر للنماذج المحضرة في إطار المعاملة البايولوجية.

نوع المادة	Flexural strain energy (KJ/m <sup>2</sup> )
Nov.+G.F. HTMA14%	70.342
Nov.+G.F. HTMA10%	35.486
Nov.+asb.F. HTMA10%	15.894

الجدول (6) يوضح قيم مقاومة قص الطبقات الداخلية عند نقطة الكسر  $\tau_{max}^b$  للنماذج المحضرة في إطار المعاملة البايولوجية.

نوع المادة	$\tau_{max}^b$ (MPa)
Nov.+G.F. HTMA14%	2.958
Nov.+G.F. HTMA10%	1.396
Nov.+asb.F. HTMA10%	0.940

الجدول (7) يوضح قيم الصلادة للنماذج (Shore-h) المحضرة بعد المعاملة البايولوجية.

نوع المادة	(Shore-A) Hardness No.
Nov.+G.F. HTMA14%	86.6
Nov.+G.F. HTMA10%	86.466
Nov.+asb.F. HTMA10%	85.966

الجدول (8) يوضح قيم معامل المرونة الانضغاطي ( $E_{com}$ ) للنماذج المحضرة بعد المعاملة البايولوجية.

نوع المادة	$E_{com}$ (MPa)
Nov.+G.F. HTMA14%	32.69
Nov.+G.F. HTMA10%	14.789
Nov.+asb.F. HTMA10%	42.014

الجدول (9) يوضح قيم مقاومة الانضغاط ( $\sigma_{max}^{com}$ ) عند نقطة الكسر للنماذج المجهز في إطار المعاملة البايولوجية.

نوع المادة	$\sigma_{max}^{com}$ (MPa)
Nov.+G.F. HTMA14%	36.519
Nov.+G.F. HTMA10%	8.259
Nov.+asb.F. HTMA10%	54.213