دراسة تأثير الغمر بالماء على معامل المرونة والصلادة لمتراكب بوليمري من البولي اثيلين عالي الكثافة المدعم بألياف الزجاج.

سلمى محمد حسن، عفاف فاضل سلطان و نادية محمد حسن
قسم الفيزياء ،
+كلية العلوم ، جامعة بغداد.

الخلاصة

تم دراسة معامل المرونة (E) والصلادة السطحية لمادة متراكبة مكونة من مادة البولي اثيلين عالي الكثافة High density polyethylene(HDPE) المقواة بألياف الزجاج. ومن ثم تمت مقارنة خواص هذه المواد عند فترات غمر مختلفة بالماء المقطر بدرجة حرا رة (25±2C) ولفترات زمنية بلغت ٨ و١٦ و٢٤ يوم. وقد كانت نسبة الكسر الوزني المستخدمة (٢٨%) وان مواد التقوية المستخدمة هي عبارة عن الياف محاكة بهيئة حصيرة من الياف مقطعة (chopped stand mat)، كما تم اجراء اختبار الأمتصاصية لجمع النماذج قيد الدراسة مع حساب معامل الأنتشار وذلك بعد غمرهما في الماء المقطر ولفترات زمنية استمرت لمدة (٢٨) يوم، لقد وجد بأن معامل المرونة (E) و الصلادة السطحية تزداد في حالة التقوية وتقل مع زيادة فترات الغمر في الماء المقطر، اما معامل الأنتشار فأنه يزداد في حالة التقوية بالألياف وان النسبة المئوية لإمتصاصية الماء تزداد بزيادة فترات الغمر.

كلمات مفتاحية: المواد الاساس، المواد المتركبة، معامل المرونة، الصلادة السطحية.

الهدف من الدراسة

تهدف هذه الدراسة التعرف على دور الية التدعيم في التأثير على قيم معامل المرونة والصلادة السطحية لمتراكب بوليمري يتألف من راتنج البولي اثيلين عالي الكثافة المدعم بألياف الزجاج نوع (E-glass) المحاكة بهيئة حصيرة من الياف مقطعة، ومعرفة مدى الانحراف الحاصل في معامل المرونة والصلادة السطحية للنماذج المحضرة بفعل عملية الامتصاص الناتجة بفعل زيادة زمن التغطيس في الماء المقطر بدرجة حرارة الغرفة والتي تبلغ (25∓2°C).

الجانب النظري:

اولا- (الموادالمتراكمة)

هي تلك الانظمة الناتجة من اشتراك مادتين اواكثر، بحيث تمثل كل مادة طوراً منفصلاً في النظام، بهدف الحصول على مواد جديدة ذات خواص تختلف عن خواص المواد الاولية الداخلة في تحضير المادة المتراكبة وتتجاوز الصفات غيرالمرغوب فيها لتكون اكثر ملائمة للتطبيقات الصناعية ان الصفات المرغوبة للمادة المتراكمة البوليمرية اوالمادة المتراكمة بصورة عامة هي عبارة عن صفات المكونات الاساسية للمادة المتراكبة وهذه الصفات تعتمد على كل من [٦]،[٧],[٨]:

١. المادة الأساس (Matrix material).
٢. مواد التدعيم (Reinforcement materials).
٣. السطح البيني وقوة التلاصق (Interface and Bonding).

المادة الأساس

وهي المادة الأساسية التي تقوم بربط مواد التقوية ونقل القوى لها وتدعى احياناً (بالمادة الرابطة) التي غالباً ما تكون عبارة عن معدن اوسيراميك او مادة بوليمرية [٦].

مواد التقوية

وهي تلك المواد التي تعمل على تقوية المادة الأساس (q)، وان مواد التقوية هذه تختلف مصادرها فبعضها يأتي من المواد المعدنية الطبيعية او المواد العضوية او العضوية التركيبية سيراميكية، سليلوزية [١٠].

السطح البيني وقوة التلاصق

ان مصطلح (interface) يعرف على انهُ سطح يكون منطقة مألوفة ومعروفة او حد ما يشابه هذا السطح في العديد

من النواحي الحدود الحبيبية الموجودة في المواد ذات الطور الواحد. بمعنى ان المادة الأساس وموادالتدعيم، كل على حدة يمثل طور بحد ذاته. اما المنطقة المتكونة او المحصورة ما بين طوريين تسمى (interphase). ان تركيب وخواص السطح البيني تلعب دوراً مهماً في تحديد الخواص الفيزيائية والميكانيكية للمواد المتراكبة، حيث ان الأجهاد الذي يسلط على المادة الأساس ينتقل عبر السطح البيني الى موادالتدعيم كألالياف والدقائق[١].

الظروف البيئية المؤثرة في الخواص الفيزيائية للبوليمر ومتراكباته

تتأثر المواد البوليميريه ومتراكباتها بالظروف البيئية على اختلاف انواعها (الحرارة والتشعيع والمحاليل الكيميائية والرطوبة)، ويظهر هذا التأثيرواضحاً على معظم الخصائص ومنها الخصائص الميكانيكية [١١]. بصورة عامة ان البوليمرات ذات مقاومة لتأثير الماء ولكن هذا لا يعني انها لا تمتص الرطوبة بشكل نهائي، فهي تمتص نسبة قليلة جداً [13] فأمتصاصية المواد للرطوبة والمحاليل تتم بثلاث مراحل نورد منها ما يلي :-

المرحلة الأولى: تنافذ المحاليل بمختلف انواعها خلال البوليمر بعملية الأنتشار.

المرحلةالثانية: استمرار عملية تنافذ الماء خلال البوليمر يؤدي الى حدوث ظاهرة الأنتفاخ (swelling) مع تولد مقدار معين من الأجهادات الداخلة في المادة .

المرحلة الثالثة: هذه المرحلة تتضمن انحلال وتدهور الخواص الأصلية للمادة نتيجة لأختراق ومهاجمة المحاليل بأنواعها نتيجة لحصول ظاهرة المج البوليمري. ان عملية الأمتصاص غالباً ما تتبع قانوني فكس والذي ينص على ان كمية الماء الممتصة تزداد بصورة خطية مع الجذر التربيعي للزمن بدرجة حرارة المختبر، وبعد ذلك تقل بصور تدريجية لحين الوصول الى مرحلة تتسم بأستمرار نسبي [١٤]. ان النسبة المئوية للربح بالكتلة (weight gain%) للنماذج في المحاليل بأنواعها يتم حسابها من المعادلة التالية [١]:-

$$\text{Weight gain\%} = \frac{m_2 - m_1}{m_1} * 100\% \quad \ldots\ldots\ldots (1)$$

حيث ان :-

(m_1): كتلة العينة بعد الغمر مقاسة بـ (gm).

(m_2):- كتلة العينة قبل الغمر مقاسه بـ (gm).

اما معامل الأنتشار (D_x) (diffusion coefficient) يعطى من قانون فكس الثاني وكما يلي[15] :-

$$D_X = \pi \left[\frac{K_t d}{4M_\infty}\right]^2 \quad \ldots\ldots\ldots (2)$$

حيث ان:

(K_t): هوميل (slope) الجزء الخطي لمنحنى الربح في الكتلة مع الجذر التربيعي للزمن.

(M_∞): المحتوى المائي عند الوصول الى حالة الأشباع.

(d) سُمك العينة .

الخواص الميكانيكية قيد الدراسة

معامل المرونة

اذا اثرت قوة شد ما على مادة بوليمرية بحيث تعمل على استطالتها و رسمنا خطاً بيانياً بين الأجهاد والأنفعال يتضح ما يلي:-

المنطقة الأولى :- وفيها يتناسب الأجهاد طردياً مع الأنفعال بعلاقة خطية حيث اذا مازيل الانفعال عادت المادة الى طولها الأصلي وتسمى هذه المنطقة من منحني (الأجهاد – الأنفعال) بحد التناسب والتي فيها تخضع المادة لقانون هوك (Hooks' law) الذي ينص على ان الأنفعال الحادث بتأثير الأجهاد المسلط يتناسب طردياً مع الأجهاد المحدث لهُ، يستنتج من ذلك ان النسبة بين الأجهاد الى الأنفعال هي مقدار ثابت ويسمى هذا المقدار بمعامل المرونة (modulus of elasticity) او معامل يونك (Young's modules) ويمكن التعبير عنه بالصيغة التالية [١٦] :-

$$E = \frac{\sigma}{\epsilon} \quad \ldots\ldots\ldots (3)$$

حيث ان(E) معامل يونك (N/m^٢) الذي يمثل ميل الخط المستقيم من منحنى (الأجهاد – الأنفعال).

المنطقة الثانية: اذا زاد الأجهاد بعد ذلك بدأ الخط المستقيم بألأنحناء حتى نقطة يطلق عليها (tensile yield point) وهي تمثل نهاية السلوك المرن في المادة البوليمرية.

المنطقة الثالثة: وهي المنطقة التي تبرز بعد نقطة الخضوع وتكون فيها التغيرات الطارئة على البوليمر غير عكوسة

وبذلك فأن المادة البوليمرية تتعرض الى الأنسياب اللدن في هذه المرحلة حتى نقطة الكسر و يسمى الأجهاد عند هذهِ النقطة باجهاد الكسر. بصورة عامة ان جميع هذه المراحل المذكورة اعلاه لا تبرز جميعها في كل انواع البوليمرات، فالبوليميرات اللدنة لا تتجاوز حد التناسب، ولا تعاني تشوه لدن لأن التمزق يحدث بعد نقطة حد التناسب لخضوع [١٦].

الصلادة

هي خاصية من الخصائص الميكانيكية للمواد والتي لها اهمية كبيرة في التطبيقات العملية. والصلادة هي مقياس لمقاومة المواد للاختراق الخارجي و عوامل البلى والتأكل الأخرى للسطح [١٦]. ان خاصية الصلادة ليست من الخصائص الاساسية للمادة ويمكن ان تُعرف بأكثر من طريقة فمثلاً تعرف بأنها مقاومة المواد للقشط او مقاومة المواد للتشوهات. وتكون المادة ذات صلادة عالية عندما يكون من الصعب عمل غرز او خدش في سطح المادة ويعتمد اختبار الصلادة على حساب إحد اوكل خصائص المادة [١٦] [١٧] .

الجانب العملي

المواد المستعملة

المادة الأساس (matrix material): استعملت في هذه الدراسة مادة بوليمرية من النوع المطاوع للحرارة وهي البولي اثيلين عالي الكثافة (HDPE).

مواد التدعيم (reinforcing materials) استعملت الياف الزجاج نوع (E) المحاكة بهيئة حصيرة كمواد تدعيم لتقوية راتنج البولي اثيلين عالي الكثافة.

تقنية التحضير: اعتمدت طرائق القولبة بالبثق وتقسم مراحل القولبة بالبثق الى ثلاث مراحل وكما يلي:-

المرحلة الأولى: (تهيئة المادة البوليمرية) (HDPE) تتطلب هذه المرحلة التحضير الأبتدائي بغية الحصول على مادة تكون جاهزة للقولبة وكما يلي: يتم وزن كمية من المادة المختارة في الدراسة وتبلغ (٥٠٠gm). المرحلة الثانية (عملية القولبة بالبثق) تعتمد طريقة القولبة بالبثق على امرار المادة البوليمرية (حبيبات او مسحوق) الى حجرة التسخين في الالة عن طريق القمع ليصار الى تلدينها بالحرارة بواسطة لولب الرفع الحلزوني حيث يتحرك اللولب دورانياً داخل اسطوانة مسخنة بوساطة مسخنات حرارية ونتيجة لحركة اللولب يندفع البوليمر تدريجياً الى الأمام ومن خلال اندفاعه داخل اسطوانة البثق ترتفع درجة الحرارة وتبدأ حبيبات البوليمر بالتجانس، وعندما يبلغ مقدمة الباثقة يتحول الخليط الى منصهر متجانس ثم يندفع الى الأمام ويصل الى فوهة الباثقة ليأخذ الشكل المحدد له. علماً بأن جهاز البثق المستخدم ذات لولب واحد وان ضغط الصاقلة يبلغ (6 bar) وان درجة حرارة المسخن الأول قيست بـ ($463\ K^{\circ}$) بينما درجة حرارة المسخن الثاني قيست بـ ($٤٨٣K^{\circ}$) وان سرعة دوران البرغي (screw) الحلزوني تبلغ (٣٩rpm) لجميع النماذج المحضرة. وبذلك يتم الحصول على قطعة مقولبة بوليمرية على شكل صفيحة (sheet) كمنتج من جهاز البثق. امالمرحلة الثالثة (القولبة بمكابس الضغط) فتتم قولبة الصفائح المتكونة في المرحلة السابقة بمكابس الضغط وذلك بغية التخلص من اتجاهية السحب المتولدة فيها والتي تصاحب عملية القولبة بالبثق كما ان القولبة بمكابس الضغط يمكن الحصول على النماذج المتراكبة. استناداً الى ذلك تم تحضير العينات المستخدمة في هذه الدراسة بأستخدام القالب المارقة (flash). علماً بأن القالب المستخدم ذو طول (١٢cm) وعرض (٥cm) وان الصفائح الناتجة من عملية البثق تم تقطيعها بطول (١٠cm) وعرض (٤,٥cm) بغية تلافي سيح المنصهر من حافة القالب اما عملية التحضير للقولبة فتتم بالشكل الأتي:-

1- فتح القالب و تنظيفه و تشحيمه ببعض المواد المزلقة والمتمثلة هنا بسائل البرافين من نوع (paraffin flushing art 7162) ثم تعبئة القالب باليد وذلك بوضع طبقة من الخليط البوليمري المتكون بأتجاه معاكس وبزاوية (١٨٠°) بحيث يبقى وجه الصفيحه نحو الأعلى هذا بالنسبة لأعداد (HDPE) النقية اما لأعداد متركبات (HDPE) فأنه يوضع في حلقة من الياف الزجاج المحاكة بهيئة حصيرة من الياف مقطعة بين طبقتين من المادة البوليمرية المقولبة بأتجاه معاكس وبزاوية (١٨٠°) بحيث يبقى وجه الصحيفة نحو الأعلى وهكذا نستمر في وضع مواد التدعيم المتبقية للحصول على الكسر الوزني

والذي يقدر بـ (٢٨wt%) وذلك بالأعتماد على المعادلة التالية [١٨]:

$$\Phi=\frac{w_f}{w_c}*100\% \quad \ldots\ldots (4)$$

وان (Wc) تعطى من المعادلة التالية (١٨):-

$$W_c=W_f+W_m \quad \ldots\ldots (5)$$

حيث ان:-

(φ): الكسر الوزني للالياف في المتراكب.

(W_C,$W_m$$W_F$): كتلة الالياف والمادة الاساس والمتراكب على التوالي.

2- اغلاق القالب ويوضع تحت ضغط خفيف حيث يلامس الجزء العلوي من القالب المواد الموجودة في التجويف، تتوقف حركة مكبس قليلاً قبل ان يهبط ليسلط الضغط الأقصى حين ابتدأ سيولة البوليمر في التجويف. ان زمن التوقف القليل لا ضرورة له في حالة التسخين الأولى المسبق اما اذا لم تسخن المواد قبل وضعها بالتجويف وكانت رطبة قليلاً فتترك برهة محددة قبل ضغط المكبس للحد الأقصى وينتظر خلال اغلاق القالب عملية اتمام النضج النهائي. علماً بأن الضغط المستخدم في تحضير النماذج هو (٨٥bar) وان درجة حرارة المكبس المسلط هي بحدود K° (423-428) وان الوقت المستغرق لتنضيج النماذج هو بحدود (١٥) دقيقة.

3- تتم عملية فتح القالب يدوياً في مكبس الضغط المستخدم في تحضير النماذج.

4- بعد استخراج القالب من المكبس وقبل الشروع في استخراج العينة من القالب تجري عملية تبريد للقالب بالماء وبدرجة حرارة ($٢٩٨K^{\circ}$) يجري بعدها عملية نزع القطعة المقولبة من القالب. الواقع ان هذه النماذج قطعت حسب المواصفات (ASTM)(ANSI/ASTM-D790) لأجراء اختبار الأنحناء (bending) اما عينات اختبار الصلادة شور (Shore-D) قطعت حسب المواصفة (D2240) بينما عينات اختبار الامتصاصية قطعت حسب المواصفة (D٥٧٠).

الاجهزة المستخدمة

١- جهاز الأنحناء لحساب معامل المرونة المصنع من قبل شركة (PHYWE) الألمانية.

يعد اختبارالأنحناء من الأختبارات المهمة والمعقدة لكونة يتضمن التعرض لنوعين من القوى الأولى قوة الضغط (compression) والشد (tension) [١٩]. فمن خلال هذا الفحص يمكن معرفة التغير في الأنحراف تحت تأثير حمل متغير وبذلك يمكن حساب معامل يونك بأستخدام العلاقة التالية [١] :-

$$E=\left[\frac{Mass}{Deflection}\right]\left[\frac{gl^3}{48I}\right] \quad \ldots\ldots (6)$$

حيث ان: (mass/deflection): تمثل الميل (slope) المحسوب من منحنى (mass-deflection).

(l): البعد بين نقطتين التحميل (m).

(I): يمثل عزم الانحناء الهندسي والذي يعطى بالمعادلة التالية [١]:-

$$I=\frac{bd^3}{12} \quad \ldots\ldots (7)$$

حيث (b) : عرض النموذج(m).

(d) :سمك النموذج (m) .

٢- جهاز اختبار الصلادة

لقد تم استخدام جهاز (durometer hardness) نوع (shore-d) في اجراء اختبار الصلادة بأستخدام اداة غرز نقطية وبتغلغل اداة الغرز النقطية داخل سطح المادة تحت تأثير حمل معين يؤدي الى ظهور ارقام على شاشة الجهاز وان هذه الأرقام هي مقياس لمقدار الخدش لسطح المادة (surface indentation).

ولدراسة وتحديد تاثير الامتصاصية للماء المقطر بدرجة ($T=33\mp2C^{\circ}$) في معامل المرونة والصلادة السطحية تم اتباع الخطوات التالية للنماذج المحضرة :-

لقد تم غمر النماذج في الماء وبدرجات حرارة ($T=33\mp2C^{\circ}$) وحسب الخطوات التالية:

1- توزن العينات باستخدام الميزان الالكتروني والذي يتحسس الى اربعة مراتب عشرية وكان وزنها (m_1) قبل غمرها بالماء المقطر.

2- تغطيس العينات في قناني زجاجية حاوية على الماء المقطر لمدة (٨،١٦،٢٤) يوم مع مراعاة غلق فوهات القناني بشكل محكم للحد من ظاهرة التبخر الماء.

3-اخرجت العينات من الماء المقطر بعد مرور الزمن المحدد باستعمال ملقط خاص مصنوع من (stainless steel) تمت تهيئته لهذا الغرض بعدها جففت جيدا من الماء ووزنت ثم سجلت قراءتها فكانت (m_2)، واخيرا تم اجراء الاختبار المذكور اعلاه على هذه النماذج المغمورة بالماء المقطر لدراسة تاثير الرطوبة على معامل المرونة والصلادة السطحية.وقد يتم حساب النسبة المئوية لامتصاصية (زيادة بالكتلة) العينة للماء المقطر باستخدام المعادلة (١)، ومن المعادلة (٢) يمكن الحصول على قيمة معامل الانتشار (D_x) للنماذج المحضرة بعد اجراء الخطوات (١)،(٢)،(٣) ولفترات تتراوح من (٣-٢٨)

النتائج والمناقشة

١-اختبارالانحناء (bending test) ان الهدف من اختبار الانحناء هو التعرف على السلوك الخطي او ما يدعى في اغلب الاحيان (Hooken behavior) للمادة الواقعة تحت تاثير الحمل المسلط باتجاه العمودي على المستوى السطحي لها [٢٠] حيث يلاحظ من الاشكال (1)،(2)،(3)،(4) ان الانحراف (deflection) يتناسب طرديا مع الحمل المحدث له، فعند زوال تاثير الحمل المسلط تسترجع المادة حالتها الاولى اي ضمن حد التشوه المرن يتناسب الانفعال طرديا مع الاجهاد و سيتنتج من ذلك ان المادة تخضع لقانون هوك وان النسبة بين (mass/ deflection) مقدار ثابت ويمثل هنا الميل (slope) المحسوب من الاشكال السابقة الذكر. والشكل (5) يبين عند تدعيم راتنج البولي اثيلين عالي الكثافة بالياف الزجاج يؤدي الى زيادة قيم معامل المرونة حيث ان عملية التقوية تلعب دورا ايجابيا في تقليل نسبة الزيادة في معدل الانفعال للمادة البوليمرية (HDPE)، فعند تسليط الاجهاد على المادة المتراكبة سوف يتوزع الاجهاد على كل من المادة الاساس والالياف [٢١]. اما الشكل (5) والجدول (1) فيبينان ان قيم معامل المرونة قد انخفضت بعد غمرها في الماء المقطر، ان الانحدار الحاصل في قيم معامل المرونة بعد غمر العينات في الماء يمكن ان يفسر بالميكانيكية الاتية:

نتيجة لحدوث بعض الانكماش والتشبع غير الكافي ما بين المادة الاساس ومواد التدعيم اثناء عملية القولبة للمادة المتراكبة، فان شقوقا صغيرة ممكن ان تنشأ على السطح والفجوات تظهر في المادة الاساس فعندما تتعرض هذه المادة المتراكبة للمحيط المائي فأن الماء سوف ينتشر في المادة الاساس وخصوصا في الفجوات التي تكونت اثناء مرحلة القولبة، وبذلك ينتج عنها عمليا الامتصاص اللدونة وفي النهاية انحلال المادة الاساس عند الغمر لفترات طويلة [١٤]،[٢٢].

جدول (١)

زمن الغمر (days)	E(Gpa)	
	Pure	Composite
0	13.30708	33.4125
8	12.3576	13.99086
16	10.1863	12.22624
24	7.70850	10.60708

٢- اختبار الصلادة (hardness test)

يظهر من الجدول (٢) والشكل (٧) تاثير زيادة فترات الغمر في الماء المقطر على صلادة النماذج المحضرة حيث يلاحظ عند تعرض النماذج لفترات غمر مختلفة (٨،١٦،٢٤) يوم بان قيم الصلادة قد انحدرت لان زيادة زمن التغطيس قد ادى الى زيادة ليونة المادة حيث ان امتصاص الماء ممكن ان يودي الى تلدين المادة الاساس نتيجة لتحطم قوى فان در فالز (Vande Waals) ما بين سلاسل البوليمر، اي انه يقلل من حاجز الطاقة لحركات اجزاء السلسلة [١٤] [٢٣].

جدول(٢)

زمن الغمر (days)	Shore-D (No)

	pure	composite
0	٤١,٣	٤٨,٧
8	٤٠,٩	٤٦,٥
16	٣٩,٥	٤٢,٧
24	٣٧,٨	٣٤,٦

اختبار الامتصاصية: عند غمر النماذج المهيئة لهذا الغرض في الماء المقطر وجد بان وزن النماذج يزداد مع زيادة زمن التغطيس كما هو موضح بالشكل (٨) ويعود ذلك الى حقيقة ان المادة البوليمرية عندما تكون في تماس مباشر مع سائل واطئ الوزن الجزيئي (مثل الماء) فان جزيئات الاخير سوف تحاول المرور سريعا خلال الطور البوليمر مبتدئة بمل الفجوات والفراغات الموجودة بين عناصر التركيب فوق الجزيئي بوساطة ميكانيكية الشقوق المايكروية [١٥]، كما تبين بعد مضي وقت يبلغ (٢١) يوم بالنسبة للمادة المتراكبة اما المادة البولمرية غير المدعمة بعد مضي وقت يبلغ (٢٤) يوم، حدوث نقصان في وزن النماذج واستمرار هذا النقصان مع الزمن وذلك نتيجة لحدوث ظاهرة المج. اما في حالة المواد المتراكبة فقد وجد ان تحلل المادة الاساس سوف يعمل على تحطيم وفك الروابط البينية بين الالياف والمادة الاساس وبذلك تكون هذه المناطق مراكز يتغلغل من خلالها الماء داخل المادة المتراكبة ولذلك نجد انه في اغلب الاحيان تكون قابلية امتصاص المادة المتراكبة اكبر من المادة البوليمرية غير المدعمة [٢٤] كما هو مبين في الجدول (٣) والشكل (٩).

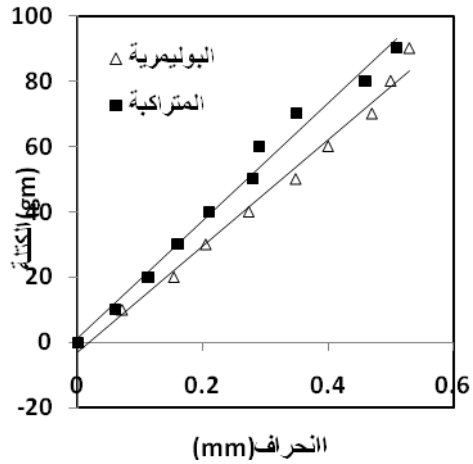
جدول (٣)

نوع المادة	$D_x(m^2.sec^{-1})*10^{-13}$
Pure(HDPE)	1.1926
Composite(HDPE+G.F)	1.0782

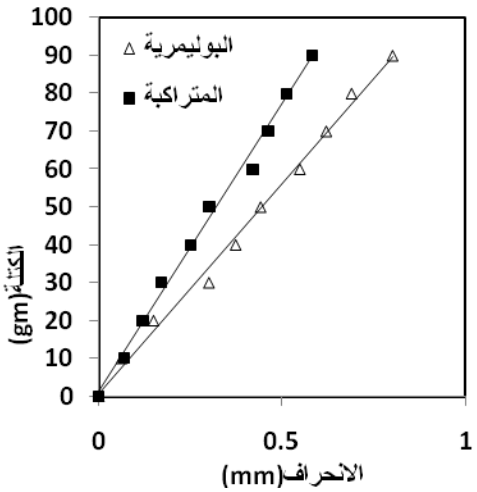
الاستنتاجات

نستنتج مما ذكر بان تدعيم المادة الاساس بالياف قد حسّن بشكل كبير قيم معامل المرونة والصلادة السطحية، كما لوحظ ان معظم السلوكيات والخواص التي تتميز بها المادة البوليمرية بعد التدعيم بالالياف تعتمد على زمن الغمر في الماء المقطر ويضاف الى ذلك تاثير اخر يتمثل بالفحص وطبيعته الهندسية حيث يقل معامل المرونة والصلادة السطحية مع زيادة الغمر. ان النسبة المئوية لإمتصاصية الماء المقطر يزداد مع زيادة زمن الغمر الى ان نصل الى حد الاشباع بعدها تبدا النسبة المئوية للامتصاصية بالتناقص مع زيادة زمن الغمر وان معامل الانتشار للمادة المتراكبة اكبر مما هو عليه بالنسبة للمادة البولمرية غير المدعمة.

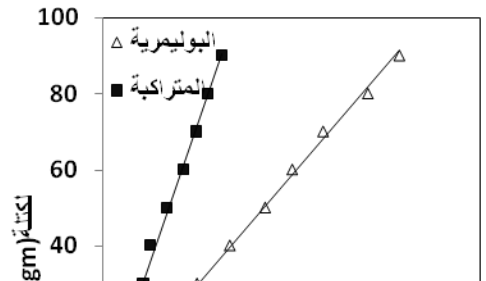
الأشكال البيانية



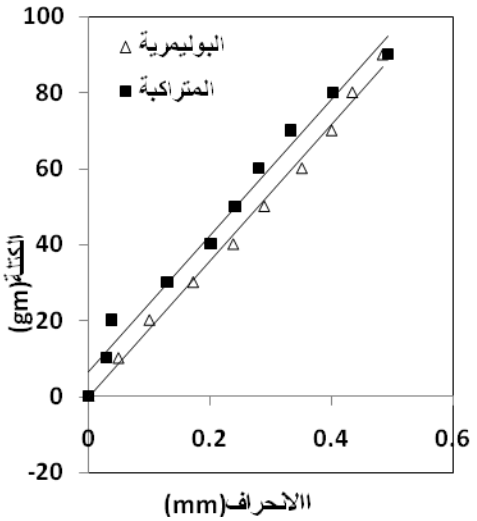
الشكل (١) العلاقة بين الكتلة والانحراف لنماذج بوليمرية ومتراكبة بعد غمرها في الماء المقطر لمدة ١٦ يوم.



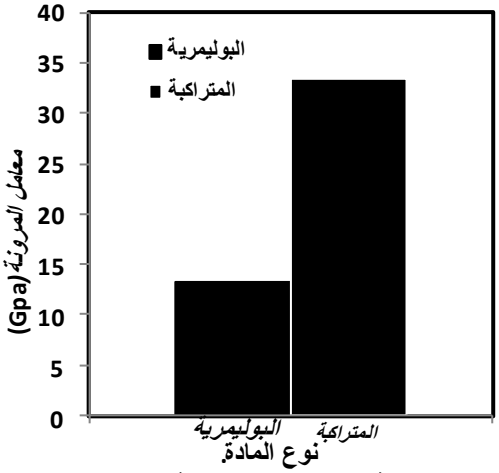
الشكل (٢) العلاقة بين الكتلة والانحراف لنماذج بوليمرية ومتراكبة بعد غمرها في الماء المقطر لمدة ٢٤ يوم.



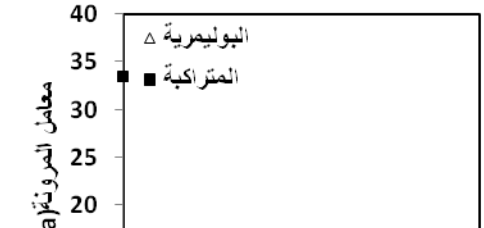
الشكل (٣) العلاقة بين الكتلة والانحراف لنماذج بوليمرية ومتراكبة قبل غمرها في الماء المقطر ولدرجة حرارة ٣٣ ±٢ C°.



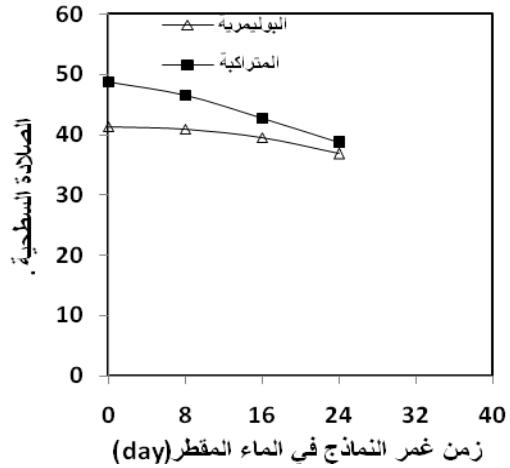
الشكل (٤) العلاقة بين الكتلة والانحراف لنماذج بوليمرية ومتراكبة قبل غمرها في الماء المقطر ولدرجة حرارة ٣٣ ±٢ C° ولمدة ٨ ايام.



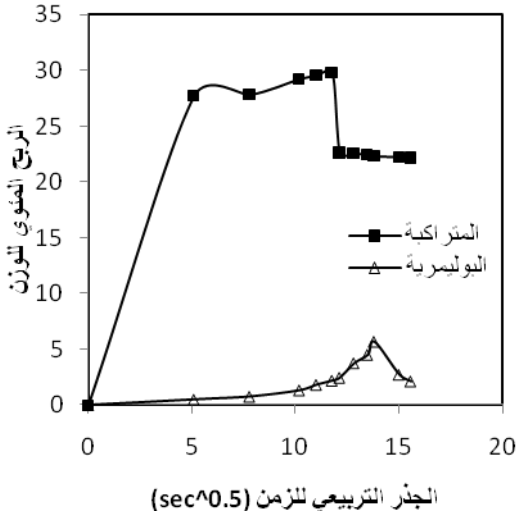
الشكل (٥) العلاقة بين معامل المرونة ونوع المادة المحضرة قبل غمرها في الماء.



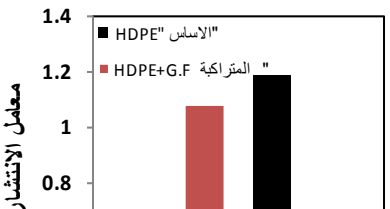
الشكل (٦) العلاقة بين معامل المرونة وزمن غمر النماذج في الماء.



الشكل (٧) العلاقة بين الصلادة السطحية وزمن غمر النماذج في الماء.



الشكل (٨) العلاقة بين الربح المئوي للوزن والجذر التربيعي للزمن.



الشكل (9) العلاقة بين معامل الانتشار ونوع المادة المحضرة.

المصادر

[1] عبد الخضر عباس "دراسة التاثير الحراري على الخواص الميكانيكية لمتراكب هجيني"، مجلة جامعة النهرين- العلوم، المجلد ٥، ص١١-٢٣، ٢٠٠٧.

[2] Gary. A.C & Pawar S.K, "Environmental Effect on Fracture Behavior of Glass Fiber Reinforced Polyesters"; Fiber Science & Technology; vol.17; pp. 133- 139; 1982.

[3] Phillips D.C, "Effect of Radiation on Polymers"; Journal of materials Science technology; vol.21; No.4; pp. 307-317; 1984.

[4] Gardiner. D "Natural and Artificial weathering of white P.V.C window profiles", Plastics Rubber and composites Processing and Application; vol.26; No.2; pp 59-65; 1997.

[5] Grayson. M, "Encyclopedia of composite Materials and components", John Wiley and Sons; New York; 1983.

[6] Weeton. J. W. Peters. D.M and Thomas. K.L. "Engineer's Guide to composite materials" published by American society for metals; 1987.

[7] Lawrence. H. V an Vlack, "Elements of materials science and engineering", Addison-Wesley publishing company, Inc.; 1987.

[8] Sheldon. R. P, "composite polymeric materials"; school of materials science publishing, London; 1982.

[9] Capek. I, Casas. J, "physical properties of polymers" John wily and Sons; Inc; 2007.

[10] د. محمد زهير الحمصي "موسوعة اللدائن"، مطبعة الهندي، دمشق- سوريا، ١٩٨١.

[11] Bikales. M "Encyclopedia of polymer science and engineering"; john and *wiley sons ;* vol, 4; 1985.

[12] Emanuel. N. M, "chemical physics of polymer Degradation and Stabilization", (VNU sci.) (Press, netheland; 1987.

[13] Leveme William. H, "Polymer Engineering", Elsevier scientific publishing company; 1975.

[14] Comyn. J, "Polymer Permeability", Elsevier Applied Science publishers LTD, London & New York; 1985.

[15] A PIicella. A, "Composite"; vol. 13; No. 4; pp. 406-410; 1982.

[16] Baijal. M.D "plastics polymer science & Technology", John Wiley and sons, New York; 1982.

[17] Vernon John, "Testing of Materials", Hong Kong press; 1992.

[18] Hull. D, "An Introduction to composite materials", 1st ed., Cambridge university press, U.K.; 1981.

[19] Meyers. M. A & chawla k. k, "Mechanical Behavior of materials", prentice 1999.

[20] Yau. S. S, chou. T. W & F.K.KO, "composite" Journal of materials science technology vol.17, No.3, pp. 227-232, 1986.

[21] ف بيلي، ترجمة د.حسين باقر رحمهُ الله، مبادئ هندسة المعادن والمواد، قسم هندسة الأنتاج والمعادن، الجامعة التكنولوجية ١٩٨٥.

[22] William. D. Callister, "introduction, Introduction to polymers", springer-verlag Berlin Heidelberg New York .2001.

[23] Van Den. K Abeele E-mail: Koen.Vandevelde@bwk.Kwenven.ac.be.k. van de mechanical properties of corroded E-glass reinforced polyester composites'; vol.19b; pp. 1359-1366; 1999.

[24] Dewimille B & Bunsell A.R, "composites", Journal of materials science technology vol.14, No.1, pp.35-40, 1983.

Abstract

Elastic modulus (E) and surface indentation of composite materials that consist of high density polyethylene (HDPE) reinforced with (30 wt %) ratio of glass fiber have been studied. Comparison is made between the properties of composite at different immersion times (8, 16, 24) days and also the physical properties characteristics are studied by a absorption tests for all samples included diffusion coefficient by immersing them for a period of time in water and then calculated. It was found that elastic modulus, and surface indentation and diffusion coefficient for (HDEP) increases when the materiel is reinforced with fiber, while it decreases when the immersion time increases.