

## دراسة بعض الخواص الفيزيائية لمتراكبات بوليمرية المستخدمة في بيئة كيميائية سلبية

رولا عبد الخضر عباس

الجامعة التكنولوجية ، قسم العلوم التطبيقية

## الخلاصة

تم دراسة انعكاس تأثير الاستخدام المسهب لمواد متراكبة بوليمرية مكونة من مادة الايبوكسي المقواة بألياف الزجاج في وسط ملوث بمواد كيميائية بنوعها (ألحامضي والقاعدي) على خواصها الفيزيائية والتي شملت (الصلادة Hardness مقاومة الانضغاط Compressive Sterngh، وتشوه الانضغاط Compressive deformation، وأقصى كمية ممتصة من محلول ألحامضي أو القاعدي  $M_{\infty}$  و الانتشارية  $D$  (Diffusivity))، باعتبار ثبوت أهمية المواد الكيميائية كأحد مصادر التلوث التي تساهم بطريقة مباشرة أو غير مباشرة في عملية تقادم هذه المواد المتراكبة. تم أيضاً دراسة العوامل المعجلة بعملية التعتيق الكيميائي والتمثلة هنا بـ (طبيعة وتركيز الوسط الكيميائي، فضلاً عن درجة حرارته وزمن الغمر فيه) وكيفية تأثير هذه المعجلات على كفاءة الأداء الوظيفي مع تراكمها في جسم المتراكبات المحضرة.

علماً بأن المادة المتراكبة المحضرة دعمت بعدد من الصفائح الرقائقية بهيئة حصيرة من ألياف زجاجية مقطعة (Chopped strand mat) والتي عددها (6، 8، 10، 12) طبقة للحصول على متراكبات مختلفة في الكسر الحجمي لألياف التدعيم بنسبة تراوحت ما بين (20-53.3%)، أما المحاليل الحامضية والقاعدية المنتخبة لهذه الدراسة عبارة عن حامض الاسيتيك (الخليك) وقاعدة هيدروكسيد البوتاسيوم، ذات عياريه تراوحت بين (0.5N-2) بما يعادل زيادة تركيز قاعدة هيدروكسيد البوتاسيوم بنسبة وزنيه تصل إلى نحو (2.8-10.2%) في حين يعادل زيادة تركيز حامض الخليك بنسبة حجمية تصل إلى نحو (3.757-15%).

لقد أظهرت النتائج المقارنة بأن زيادة تركيز الوسط الكيميائي بنوعية (ألحامضي و القاعدي) ودرجة حرارته التي تراوحت بين (14 إلى 60) درجة مئوية علاوة على زمن التعطيس فيه والذي لا يزيد عن (34) ساعة يؤثر كل منها بشكل سلبي على الصلادة ومقاومة الانضغاط، نظراً لأن هذه الأوساط عند دخولها في جسم المتراكب البوليمري تتراكم عاماً بعد عام إلى أن تصل إلى التركيز الضار بخواص المتراكب والذي يتسبب عنه تعتيق المواد المتراكبة المحضرة ويبدو ذلك واضحاً من زيادة قيمت تشوه الانضغاط وكمية الانتفاخ القصوى ( $M_{\infty}$ ، swelling Maximum amount).

كما خلص البحث أيضاً إلى نتائج واضحة وجلية وهو أنه يمكن تأخير عملية التقادم بزيادة عدد طبقات الألياف الزجاجية المدعمة لمادة الايبوكسي حيث صعب عملية التأخير عدم ظهور الأضرار الغير المنظورة للعين المجردة بشكل ملفت في المادة المتراكبة ذات الكسر الحجمي (29%) بالمقارنة بالنموذج ذو الكسر الحجمي (20%) عند غمرها في المحلول الحامضي ذو عيارية (2N) وبدرجة حرارة (14<sup>0</sup>C). وعليه تم الاستفادة من التصوير الفوتوغرافي لتوثيق هذه الإضرار العيانية الملاحظة في المادة المتراكبة ذات الكسر الحجمي (20%)، بينما يكفل التصوير بالمجهر الضوئي رصد الأضرار التي لم ترى بالعين المجردة مع تصوير السطوح المتضررة والأجزاء الجانبية منها والمتولدة في المادة المتراكبة ذات الكسر الحجمي (29%).

كما يؤدي الاستخدام المسهب للمادة المتراكبة في الوسط القاعدي بالتعجيل بعملية تعتيقها بشكل أسرع بالمقارنة بالوسط ألحامضي.

## المقدمة

(Mechanical and chemical bonding) بحيث تمثل

كل مادة طوراً منفصلاً في النظام، بهدف الحصول على مواد جديدة ذات خواص وتراكيب مناسبة ما بين خواص المواد الأولية الداخلة في تحضير هذه المواد المتراكبة

تعرف المواد المتراكبة (Composite materials) على أنها تلك الأنظمة الناتجة عن اشتراك مادتين أو أكثر مرتبطة مع بعضها بروابط ميكانيكية وكيميائية

المتراكبات البوليمرية لعوامل التجوية (weathering)[7]، فالمعروف أن مياه الأمطار أصبحت تحتوي على نسبة عالية من الأحماض [9].

واستناداً إلى ذلك كله يشكل امتصاص الماء ولفترات طويلة من الزمن بعض الأضرار التي تخلق اجهادات الانتفاخ (Swelling stresses) وخاصة أن محاليله الكيميائية المخففة ذات الوزن الجزيئي الواطئ تسبب الفشل في مثل هذه المواد عن طريق تحفيز التصدع والتشقق عند اجهادات أقل بكثير من الاجهادات المتولدة في حالة غياب الوسط المخترق[10،7].

وعلى ذلك وجهت الكثير من الأبحاث نحو إيجاد حلول لهذه المشكلة. وبرزت منها تجارب ميدانية (Pilot studies) لتحسين مقاومة المواد المتراكبة البوليمرية للظروف البيئية. فقد تمكن الباحث (jaaffer) عام (1992) من إنتاج متراكبات لمقاومة الرطوبة والتحلل المائي[11]. كما أثبت الباحث (Gardiner) عام (1997) أن توافر تأثير الظروف الجوية مثل الأشعة فوق البنفسجية والأكسجين والرطوبة مع بعضها يزيد من عملية تحلل البوليمر أكثر من فعل الأشعة فوق البنفسجية بمفردها [2].

أما الباحث (Mendil) فقد توصل عام (2008) إلى أن تدعيم مادة البولي استر الغير المشبع بألياف الجوت المحاكاة على شكل حصيرة و ألياف موجه طولياً هي الأفضل في الحصول على خواص ميكانيكية و فيزيائية وبيولوجية جيدة تتلائم مع البيئة العراقية (شمس قوية وفترة سطوع طويلة) وجفاف وغبار[13].

أما الدراسة الحالية فهي تهدف إلى التقليل من الآثار السلبية الناتجة عن تراكم كميات من الأحماض (والقلويات) بمعنى زيادة تراكيزها يوماً بعد يوم في جسم مادة متراكبة مكونة من مادة الايبوكسي المدعمة بألياف الزجاج بهيئة حصيرة من ألياف مقطعة (Chopped strand mat) من خلال استخدام عدد من هذه الحوائج داخل هذه المادة المتراكبة المحضرة والتي عددها (6، 8، 10، 12) بغية الحصول على متراكبات بوليمرية مختلفة في الكسر الحجمي للألياف والذي يصل إلى نحو (20-53.3%). كما تهدف هذه الدراسة إلى معرفة مدى الانحراف الحاصل في بعض الخصائص الفيزيائية للنماذج المحضرة بفعل العوامل

وتتجاوز الصفات غير المرغوب فيها لتكون أكثر ملائمة للتطبيقات الصناعية [1].

وعادة ما يطلق على المادة الأساس (Matrix material) والتي تقوم بربط مواد التقوية ونقل القوى والاجهادات بالطور المضيف 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 (Reinforcing phase) الذي غالباً ما يكون عبارة عن دقاتق أو ألياف أو شعيرات أو صفائح [2].

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 للتصادم والخدش والتآكل ومن النادر تألف هذه الصفات معا في مادة واحدة كالمعادن أو السيراميك، لذا فالمواد المتراكبة تعتبر الحل الأمثل لتناقض هذه الصفات وقد تلتها بحوث تطويرية للإيفاء بمتطلبات التقدم التكنولوجي [5].

ومع التقدم العلمي والتقني اكتسبت الراتنجات المسلحة شهرة واسعة كمواد لا يمكن الاستغناء عنها أو استبدالها بغيرها لما تمتلكه من خصائص ومميزات حرارية وميكانيكية وكيميائية وإمكانية تشكيلها بأشكال وأحجام مختلفة علاوة على خفة الوزن ومتانتها العالية. لذلك أصبحت المواد المتراكبة مؤهلة للعديد من الاستعمالات الواسعة كأجزاء المباني والطائرات و القوارب والحاويات، [6 7]. إلا أن كثرة استعمال هذا النوع من المواد المتراكبة في البيئة المكشوفة (Outdoor environment) غالباً ما يؤدي إلى تدهور بعض خواصها وأن هذا التدهور في بعض الخواص هو من مظاهر تحلل البوليمرات (Degradation of polymers) مما يؤكد قيام الجسم البوليمري بتخزين هذه الإضرار على مر الزمن..... وان أهم عمليات التحلل هو التحلل المائي (Hydrolysis)[8,7]، فبرغم من قلة الأمطار التي تسقط على معظم الدول العربية إلا أن سقوط الأمطار بما تحويه من ملوثات[9] قد يضيف عبئاً ثقيلاً على مقاومة

2- جهاز قياس الصلادة: لقد تم استخدام جهاز (Durometer Hardness) نوع (Shore – D) والمصنع من قبل شركة (Time Group Inc).

3- الميزان الإلكتروني من نوع (Sartorius) المصنع من قبل شركة (W-Germany) والذي يتحسس القراءات إلى أربع مراتب عشرية.

### 2-3- (طريقة تحضير وفحص النماذج).

تضمنت عملية تحضير النماذج ثلاث مراحل وهي:

#### أ- تهيئة القالب (Mold preparation).

تم تهيئة قالب خاص لعملية الصب مصنوع من الحديد المغلوق وبأبعاد  $25 \times 25 \times 2$  cm<sup>3</sup>، بعد تهيئة القالب أجريت له عملية تنظيف ثم تبعثها عملية تجفيف، ثم بعد ذلك ولضمان عدم التصاق الراتنج على القالب وسهولة استخراج المصبوبات بعد اكتمال عملية التصلب تم وضع النايلون اللاصق على الجدران الداخلية للقالب كمادة عازلة وهكذا أصبح القالب جاهزاً لعملية الصب.

#### ب- نسبة الإضافة (Addition ratio).

تم تصنيع المتراكبات المحضرة بكسور حجمية متنوعة وذلك بالاعتماد على العلاقات الآتية [14]:-

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

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

$$V_f = \frac{1}{1 + \left[ \left( \frac{1-\psi}{\psi} \right) \times \frac{\rho_f}{\rho_m} \right]} \quad (3)$$

حيث أن:

( $\psi$ ) الكسر الوزني لمادة التدعيم في المادة المتراكبة. ( $W_c, W_m, W_f$ ): كتلة الألياف والمادة الأساس والمتراكب على التوالي. ( $\rho_m, \rho_f$ ): كثافة المادة الأساس والألياف على التوالي.

#### ج- تقنية تحضير المتراكبات (Preparation Technique)

تم تحضير المتراكبات باستخدام تقنية التشكيل اليدوي (Hand lay – up molding) بالخطوات التالية:-

1- قطعت طبقات الألياف المستخدمة في هذه الدراسة بالأبعاد  $25 \times 25$  cm<sup>2</sup> ووزنت هذه الطبقات في كل عملية تحضير لمعرفة وزن الراتنج المطلوب لتحضير

المؤثرة في التعجيل بعملية التعتيق الكيميائية والتمثلة بـ (نوع الوسط الكيميائي وتركيزه، فضلاً عن درجة حرارة وزمن الغمر فيه).

### 2-الجزء العملي

#### 2-1- (المواد المستعملة):

##### أ- المادة الأساس (Matrix Material).

استخدمت مادة الايبوكسي المحتوى على مجاميع الايبوكسايد (Epoxydes) نوع كونبكسترا (EP-10) (Conbextra EP-10) الأردنية المنشأ من قبل شركة (Fosroc Jordan company) كمادة أساس في هذا البحث، أما المصلد المستعمل فهو (Metapheny lene diamine) (MPDA) حيث يضاف المصلد إلى الراتنج بنسبة (3:1) ويحدث التفاعل بينهما عند درجة حرارة الغرفة وهو من نوع تفاعل الإضافة (Addition reaction).

##### ب- مواد التدعيم (Reinforcing Materials).

استعملت ألياف الزجاج (غير المحاكة) بهيئة حصيرة من ألياف مقطعة (Chopped strand mat) لتقوية الراتنج، ومن أجل الحصول على متراكبات متنوعة استعملت طبقات من هذه الحصاصير مختلفة العدد وبالتالي فإن عدد هذه الطبقات المستعملة (6، 8، 10، 12) طبقة.

#### 2-2- الأجهزة المستخدمة (Instruments).

1- جهاز الانضغاطية: لحساب مقاومة الانضغاط (Compressive strength) باسـتعمال المكسب الهيدروليكي نوع (Ley Bold Harris No.36110) والذي يمكننا من تسليط حمل داخل مدى قوة مسلطة تتراوح بين (7.5KN إلى 100N). حيث توضع العينة في آله الاختبار بين رؤوس الماكينة، ويطبق الحمل بالتدرج على العينة حتى نقطة انهيار المادة (Point of material collapse) والتي تدل على متانة انضغاطها. كما يقرأ التغير في طول المقطع الطولي لعينة الاختبار تحت تأثير حمل الانضغاط والذي يدل على تشوه الانضغاط (Compressive deformation).

رولا عبد الخضر عباس

وتقليل الاجهادات الداخلية المتكونة أثناء عملية الصب وهذا ماذكرته إحدى الدراسات (14). هذا ويجرى تقطيع المصبوبات المحضرة إلى عينات نظامية حسب المواصفات القياسية العالمية وكمايلي [15, 16]:

عينات اختبار الانضغاطية قطعت حسب نشرة (ASTM D-695) على شكل مكعبات بمقاسات  $(12 \times 6 \times 6 \text{ mm}^3)$ .

عينات اختبار الصلادة بطريقة (Shore – D) قطعت حسب النظام القياسي (ASTM – D2240) بسمك (4mm) وعرض (10mm) وطول (10mm) على أن تكون مسافة الاختبار ناعمة وخالية من أي تلف ميكانيكي.

عينات اختبار الامتصاصية قطعت حسب النظام القياسي (ASTM – D570) على شكل صفيحة مستطيلة القطع (Rectangular) بطول (75mm) وعرض (20mm) وسماكة (4mm) بعد تحضير المترابكات أجريت عليها الفحوصات التالية:

أولاً: اختبار مقاومة الانضغاطية (Strength Test) (Compressive).

تحسب مقاومة الانضغاط باستخدام العلاقة التالية [8, 15]:

$$\text{مقاومة الانضغاط } (\sigma_{com}) = \frac{\text{أقصى حمل ضغط أثناء الاختبار}}{\text{أقل مساحة مقطع قبل الاختبار}} \dots (4)$$

وتقاس مقاومة الانضغاطية  $(\sigma_{com})$  بوحدة  $(\text{N/m}^2)$ .

أما تشوه الانضغاط أو مضعونية المادة (Compressibility)  $(\epsilon_{com})$  فتعطى من العلاقة الآتية [8, 16]:

$$\epsilon_{com} = \frac{l - l_0}{l_0} \dots (5)$$

حيث أن  $(l)$  الطول النهائي (mm)،  $(l_0)$  الطول الابتدائي (mm)،  $(\epsilon_{com})$ : يمثل الانفعال عند لحظة انبعاج جوانب المادة وتشققها بسبب تأثير بواسون (Poisson's effects) [8].

ثانياً: اختبار الصلادة بطريقة (Shore-D) ((Shore-D) Hardness Test).

استخدمت طريقة مقياس التحملية - شور (Shore durometer) نوع D لقياس صلادة المواد المترابكة المحضرة، حيث يتكون هذا الجهاز اليدوي من

المترابك، ثم بعد ذلك تم وضعها في المجفف الكهربائي (Oven) بدرجة حرارة  $(50^\circ\text{C})$  لمدة ساعة واحدة لغرض إزالة الرطوبة منها لضمان عدم تكون سطح فاصل ما بين المادة الأساس ومادة التدعيم.

2- تم وزن كمية من المادة الايبوكسي ثم أضيف لها كمية من المادة المصلدة ونسبة (3:1)، بمعنى لكل (3) غرامات من مادة الايبوكسي يضاف لها (1) غرام من المادة المصلدة جدول رقم (1).

### جدول (1)

يوضح نسب المادة الأساس وألياف التدعيم في المادة المترابكة المحضرة.

عدد طبقات الألياف الزجاجية	كتلة الألياف الزجاجية (gm)	كتلة الايبوكسي (gm)	كتلة المادة المصلدة (gm)	كتلة الايبوكسي + المادة المصلدة (gm)	الكسر الوزني للألياف % $\psi$	الكسر الحجمي للألياف % $V_f$
6	90	120	40	160	36	20
8	120	97.5	32.5	130	48	29
10	150	75	25	100	60	40
12	180	52.5	17.5	70	72	53.3

وقد خلطت المحتويات (مادة الايبوكسي + المادة المصلدة) داخل وعاء بلاستيكي باستعمال قضيب زجاجي بصورة تدريجية تبعثها عملية الخلط ميكانيكياً بواسطة الخلاط الكهربائي لمدة دقيقتين تقريباً لضمان عملية تجانس الخليط.

3- بعد تحضير الراتنج المطلوب إضافته، يتم توزيع طبقة خفيفة من الراتنج على سطح قاعدة القالب بشكل متساوي ومنتظم ثم أضيفت طبقة واحدة من حصيرة الألياف على طبقة الايبوكسي وضغطت بصورة عمودية على مستوى قاعدة القالب بأسطوانة مسننة من الألمنيوم لغرض طرد الفقاعات، وللوصول للسمك المطلوب يمكن تكرار العملية عدة مرات. وبعد الانتهاء من عملية الصب وضع اللوح المعدني (غطاء القالب) على المادة المترابكة لغرض انتظام السمك بعد اكتمال عملية التصلب ولجميع القوالب والتي هي مدة (24) ساعة يتم استخراج المصبوبات من القوالب، بعدها تتم عملية الإنضاج اللاحق (Post curing) حيث توضع المصبوبات المحضرة بدرجة حرارة  $(50^\circ\text{C})$  ولمدة ثلاث ساعات ما يساعد على إتمام التفاعلات الكيميائية

تبرد في جهاز تجفيف وتوزن فوراً باستخدام الميزان الإلكتروني وليكون وزن هذه النماذج ( $m_1$ ) قبل تغطيسها بالمحلول الكيميائي وليكن الحامضي منه (حامض الخليك).

3. تغطيس العينات في قناني زجاجية حاوية على محلول حامضي متمثل بحامض الخليك مع مراعاة غلق فوهات القناني بشكل محكم للحد من ظاهرة التبخر.

4. أخرج العينات من المحلول الحامضي بعد مرور الزمن المحدد باستعمال ملقط خاص مصنوع من (steel Stainless) تمت تهيئة لهذا الغرض بعدها جففت بمسحها بقطعة قماش جافة فوراً ثم وزنت بأسرع ما يمكن وبذلك سجلت قراءتها فكانت ( $m_2$ )، هذا وتسجل الزيادة في الوزن على هيئة زيادة بالنسبة المئوية لامتصاصية (الربح بالكتلة)  $M\%$ ، (Weight gain) العينة للمحلول الحامضي (حامض الخليك) باستخدام المعادلة (7)، أما معامل الانتشار يمكن حسابه من المعادلة (6).

بالإضافة إلى ذلك تم إجراء الاختبارات السابقة الذكر (مقاومة الانضغاط، تشوه الانضغاط والصلادة) على هذه النماذج التي أعدت لهذا الغرض والمغمورة في المحلول الحامضي لدراسة تأثير حامض الخليك عليها. وأخيراً يتم تكرار نفس الخطوات المذكورة أعلاه ولكن هذه المرة مع وسط كيميائي من النوع القاعدي (قاعدة هيدروكسيد البوتاسيوم) تحت نفس الظروف المذكورة سابقاً.

**التجربة الثانية:** دراسة أثر تركيز الوسط الكيميائي سواء الحامضي أو القاعدي على الخصائص الفيزيائية للمادة المترابكة المحضرة والمغمورة فيه.

وفي هذه التجربة تم إتباع الخطوات التالية:

1. حسب الجدول رقم (2) يتم تحديد ثوابت ومتغير هذه التجربة.
2. تكرر الفقرة (2) من التجربة الأولى.
3. تغطيس العينات في قناني زجاجية حاوية على المحلول الحامضي كل قنينة بتركيز وهذه التراكيز هي (3.75، 7.5، 15%) والذي يقابل عيارية مقدارها (0.5N، 1، 2) على التوالي.

نابض محمل بمثل متوازي الجانبين بارز من ثقب في القاعدة، وتتغلغل أداة الغرز النقطية داخل سطح المادة تحت حمل معين تنتقل المقاومة رأساً إلى عداد القياس لتحديد قيمة الصلادة لتقرأ مباشرة من شاشة الجهاز مباشرة.

**ثالثاً:** اختبار الامتصاصية (Absorption Test)

يمكن الاستفادة من قانون فكس (Fick's Law) لوصف السلوك الانتشاري للمحلول الكيميائي بنوعية (الحامضي والقاعدي) في المادة المترابكة المحضرة وذلك بحساب معامل الانتشار ( $D$ , Diffusion coefficient) وكمايلي [8]:-

$$D_x = 3.14 \times \left[ \frac{K_l d}{4M_\infty} \right]^2 \dots \dots \dots (6)$$

حيث أن ( $K_l$ ): هو ميل (Slope) الجزء الخطي لمنحنى الربح في الكتلة مع الجذر التربيعي للزمن. ( $M_\infty$ ): المحتوى المائي عند الوصول إلى حالة الإشباع.

( $d$ ): سمك العينة (mm).

هذا ومن الجدير بالذكر أن النسبة المئوية للربح بالكتل  $M\%$ ، (Weight Gain %)، يتم حسابها من المعادلة التالية [8]:-

$$Weight.gain, M\% = \left[ \frac{m_2 - m_1}{m_1} \times 100\% \right] \dots \dots \dots (7)$$

حيث أن ( $m_2$ ): كتلة العينة بعد الغمر مقاسه ب (gm). ( $m_1$ ): كتلة العينة قبل الغمر مقاسه ب (gm).

**4-2- تحديد الخطوات المتبعة في إجراء التجارب العملية لدراسة تأثير العوامل المعجلة بعملية التعتيق الكيميائية على الخصائص الفيزيائية للنماذج المحضرة والمغمورة فيه.**

**التجربة الأولى:** دراسة تأثير طبيعة الوسط الكيميائي على الخصائص الفيزيائية للمادة المترابكة المحضرة والمغمورة فيه.

وفي هذه التجربة تم إتباع الخطوات التالية:

1. حسب الجدول رقم (2) يتم تحديد ثوابت ومتغير هذه التجربة.
2. وضع العينات المحضرة في فرن تجفيف لا تزيد درجة حرارته عن ( $50^\circ\text{C}$ ) لمدة (1/4) ساعة، ثم

**الخطوة الخامسة:** دراسة تأثير الكسر الحجمي للألياف الزجاجية (عدد الرفاتق الصفائحية من الألياف الزجاجية) المدعمة للمادة المتراكبة المحضرة والمغمورة في وسط كيميائي على خصائصها الفيزيائية.

1. حسب الجدول رقم (2) يتم تحديد ثوابت ومتغير هذه التجربة.
2. تكرر الفقرة (2) من التجربة الأولى.
3. تغطس العينات المحضرة في قناني زجاجية حاوية على المحلول أحامضي كل قنينة بعينات ذات كسور حجمية مقدراتها (20، 29، 40، 53.3%) .
4. تكرر الفقرة (4) من التجربة الأولى.

4. تكرر الفقرة (4) من الخطوة الأولى.

نفس الشيء تعاد الخطوات أعلاه ولكن هذه المرة مع وسط كيميائي قاعدي وهو هيدروكسيد البوتاسيوم بتراكيز (2.8، 5.2، 10.2%) . وهذا يقابل عيارية مقدارها (0.5N، 1، 2) على التوالي.

**الخطوة الثالثة:** دراسة تأثير تغير درجة حرارة الوسط الكيميائي على الخصائص الفيزيائية للمادة المتراكبة المحضرة والمغمورة فيه.

وفي هذه التجربة تم إتباع الخطوات التالية:

1. حسب الجدول رقم (2) يتم تحديد ثوابت ومتغير هذه التجربة.

2. تكرر الفقرة (2) من الخطوة الأولى.

3. تغطس العينات في المحلول أحامضي بالاستعانة

بالحمام المائي من نوع (Magw Lauda Rcs6)

الذي يعمل بدرجات حرارية تتراوح بين

(150<sup>0</sup>C-30) حيث أخرجت العينات الموضوعة في

المحلول أحامضي مرة عند درجة حرارة (40<sup>0</sup>C)

ومرة أخرى عند درجة حرارة (60<sup>0</sup>C) بعد مدة

محدودة وصلت إلى ساعة واحدة وكذا بنسبة للعينات

الموضوعة في المحلول أحامضي عند درجة حرارة

(14<sup>0</sup>C) وهي درجة حرارة المحلول الموضوع ضمن

درجة حرارة الغرفة).

4. تكرر الفقرة (4) من الخطوة الأولى.

**الخطوة الرابعة:** دراسة تأثير زيادة زمن غمر المادة المتراكبة في الوسط الكيميائي على خصائصها الفيزيائية.

وفي هذه التجربة تم إتباع الخطوات التالية:

1. حسب الجدول رقم (2) يتم تحديد ثوابت ومتغير هذه التجربة.

2. تكرر الفقرة (2) من التجربة الأولى.

3. تغطس العينات في قناني زجاجية حاوية على المحلول

أحامضي ولفترات غمر مختلفة. وأن هذه الفترات

الزمنية المنتخبة امتدت إلى ساعة مرة ومرة أخرى إلى

(34) ساعة.

4. تكرر الفقرة (4) من التجربة الأولى.

## الجدول (2)

يوضح متغيرات الاختبار ومحدداته في الدراسة الحالية.

رقم التجربة	متغير التجربة	الكسر الحجمي الألياف $V_f$ (%)	درجة حرارة الوسط الكيميائي ( $^{\circ}\text{C}$ )	طبيعة الوسط الكيميائي	تركيز الوسط الكيميائي (%)	عيارية الوسط الكيميائي (N)	زمن التعرض (hr)	دلالة الاختبار
الأولى	طبيعة الوسط الكيميائي	%53.3	14 $^{\circ}\text{C}$	متغير (حامض الخليك) مرة وقاعدة هيدروكسيد البوتاسيوم مرة اخرى	15% بالنسبة للحامض و(10.2%) بالنسبة للقاعدة	2N	34	تعتبر طريقة الاختبار تجريبية، تصلح لتحديد ثوابت كل تجربة من التجارب الخمس ومنها تبين أن المادة المحضرة ذات الكسر الحجمي (53.3%) تمتص كميات قليلة من المحلول الكيميائي سواء الحامضي أم القاعدي رغم عياريته العالية (2N) وطول زمن التعريض (34) ساعة بينما حدث للمادة المحضرة ذات الكسر الحجمي (20%) الشرومة لامتناس المحلول الكيميائي وبخاصة القاعدي منه بكميات كبيرة غيرت في أبعادها خلال فترة التجربة التي امتدت إلى (34) ساعة. ولذلك عند دراسة تأثير طبيعة وتركيز الوسط الكيميائي فضلاً عن درجة حرارة وزمن الغمر فيه يلزم أن تتمتع العينة المنتخبة لأجراء هذه التجارب عليها بالثبات في الأبعاد ولابد من اختيار مادة ذات قابلية ضئيلة لامتناس المحلول الكيميائي كل هذا يجب حسابه قبل البدء بالدراسة.
الثانية	I تركيز الوسط الكيميائي	%53.3	14 $^{\circ}\text{C}$	حامض الخليك	15-%) (3.75	متغير من (0.5N) إلى (2N)	34	تعتبر طريقة الاختبار تجريبية، تصلح لتحديد ثوابت كل تجربة من التجارب الخمس ومنها تبين أن المادة المحضرة ذات الكسر الحجمي (53.3%) تمتص كميات قليلة من المحلول الكيميائي سواء الحامضي أم القاعدي رغم عياريته العالية (2N) وطول زمن التعريض (34) ساعة بينما حدث للمادة المحضرة ذات الكسر الحجمي (20%) الشرومة لامتناس المحلول الكيميائي وبخاصة القاعدي منه بكميات كبيرة غيرت في أبعادها خلال فترة التجربة التي امتدت إلى (34) ساعة. ولذلك عند دراسة تأثير طبيعة وتركيز الوسط الكيميائي فضلاً عن درجة حرارة وزمن الغمر فيه يلزم أن تتمتع العينة المنتخبة لأجراء هذه التجارب عليها بالثبات في الأبعاد ولابد من اختيار مادة ذات قابلية ضئيلة لامتناس المحلول الكيميائي كل هذا يجب حسابه قبل البدء بالدراسة.
	II تركيز الوسط الكيميائي	%53.3	14 $^{\circ}\text{C}$	قاعدة هيدروكسيد البوتاسيوم	10.2-%) (2.8	متغير من (0.5N) إلى (2N)	34	
الثالثة	درجة حرارة الوسط الكيميائي	%53.3	متغير من (14 $^{\circ}\text{C}$ ) إلى (60 $^{\circ}\text{C}$ )	حامض الخليك	15%	2N	(1)hr	تعتبر طريقة الاختبار تجريبية، تصلح لتحديد ثوابت كل تجربة من التجارب الخمس ومنها تبين أن المادة المحضرة ذات الكسر الحجمي (53.3%) تمتص كميات قليلة من المحلول الكيميائي سواء الحامضي أم القاعدي رغم عياريته العالية (2N) وطول زمن التعريض (34) ساعة بينما حدث للمادة المحضرة ذات الكسر الحجمي (20%) الشرومة لامتناس المحلول الكيميائي وبخاصة القاعدي منه بكميات كبيرة غيرت في أبعادها خلال فترة التجربة التي امتدت إلى (34) ساعة. ولذلك عند دراسة تأثير طبيعة وتركيز الوسط الكيميائي فضلاً عن درجة حرارة وزمن الغمر فيه يلزم أن تتمتع العينة المنتخبة لأجراء هذه التجارب عليها بالثبات في الأبعاد ولابد من اختيار مادة ذات قابلية ضئيلة لامتناس المحلول الكيميائي كل هذا يجب حسابه قبل البدء بالدراسة.
الرابعة	زمن التعرض	%53.3	14 $^{\circ}\text{C}$	حامض الخليك	15%	2N	متغير من (1) إلى (34) ساعة	تعتبر طريقة الاختبار تجريبية، تصلح لتحديد ثوابت كل تجربة من التجارب الخمس ومنها تبين أن المادة المحضرة ذات الكسر الحجمي (53.3%) تمتص كميات قليلة من المحلول الكيميائي سواء الحامضي أم القاعدي رغم عياريته العالية (2N) وطول زمن التعريض (34) ساعة بينما حدث للمادة المحضرة ذات الكسر الحجمي (20%) الشرومة لامتناس المحلول الكيميائي وبخاصة القاعدي منه بكميات كبيرة غيرت في أبعادها خلال فترة التجربة التي امتدت إلى (34) ساعة. ولذلك عند دراسة تأثير طبيعة وتركيز الوسط الكيميائي فضلاً عن درجة حرارة وزمن الغمر فيه يلزم أن تتمتع العينة المنتخبة لأجراء هذه التجارب عليها بالثبات في الأبعاد ولابد من اختيار مادة ذات قابلية ضئيلة لامتناس المحلول الكيميائي كل هذا يجب حسابه قبل البدء بالدراسة.
الخامسة	الكسر الحجمي للمواد المائنة في المترابكات	متغير بنسب تتراوح من (20%) إلى (53.3%)	14 $^{\circ}\text{C}$	حامض الخليك	15%	2N	34	تعتبر طريقة الاختبار تجريبية، تصلح لتحديد ثوابت كل تجربة من التجارب الخمس ومنها تبين أن المادة المحضرة ذات الكسر الحجمي (53.3%) تمتص كميات قليلة من المحلول الكيميائي سواء الحامضي أم القاعدي رغم عياريته العالية (2N) وطول زمن التعريض (34) ساعة بينما حدث للمادة المحضرة ذات الكسر الحجمي (20%) الشرومة لامتناس المحلول الكيميائي وبخاصة القاعدي منه بكميات كبيرة غيرت في أبعادها خلال فترة التجربة التي امتدت إلى (34) ساعة. ولذلك عند دراسة تأثير طبيعة وتركيز الوسط الكيميائي فضلاً عن درجة حرارة وزمن الغمر فيه يلزم أن تتمتع العينة المنتخبة لأجراء هذه التجارب عليها بالثبات في الأبعاد ولابد من اختيار مادة ذات قابلية ضئيلة لامتناس المحلول الكيميائي كل هذا يجب حسابه قبل البدء بالدراسة.

## 3- النتائج والمناقشة:

## 1-1- اختبار تأثير طبيعة الوسط الكيميائي على الخصائص الفيزيائية للمادة المترابكة المغفور فيه.

تدل نتائج هذه الدراسة المتمثلة بالشكل (1) أن تأثير المحلول القاعدي (هيدروكسيد البوتاسيوم) على مقاومة المواد المحضرة للتشوهات اللدنة في المناطق السطحية أكبر بكثير من تأثير المحلول الحامضي (حامض الخليك) ونفس الشيء بالنسبة لأثر المحلول القاعدي على مقاومة الانضغاط

وتشوه الانضغاط وكما هو مبين بالأشكال (2) و (3). وهذه النتيجة تؤكد أن المحاليل القاعدية تعد من المحاليل الأكالسة (Aggressive solutions) ذات التأثير الملحوظ على المواد البوليمرية ومترابكاتها، حيث أنها عادة ما تهاجم هذه المواد بتلدين المادة الأساس علاوة على حدوث عملية تحرر واستبدال للأيونات التي تحتويها ألياف الزجاج وذلك بنفوذ جزيئات المحلول القاعدي خلال المادة المترابكة عبر منطقة السطح البيني التي تعد اضعف منطقة فيه لينعكس ذلك

3-2- اختبار اثر زيادة تركيز الوسط الكيميائي على الخصائص الفيزيائية للمادة المترابطة المغمور فيه. تختلف المادة المترابطة المغمورة في وسط كيميائي سواء أحامضي أم القاعدي ذو درجة حرارة ( $14^{\circ}\text{C}$ ) ولمدة (34) ساعة في مقاومتها الكيميائية للتحلل (Chemical resistance) على حساب تركيزه العياري. فهناك ارتباط وثيق بين التركيز العياري للحامض أو القاعدة المضافة ودرجة التحلل فكلما زاد التركيز العياري كلما زادت فاعليته وكلما تم امتصاصه بدرجة أسرع وبكميات أكبر، مما يؤدي إلى زيادة آلية التحلل ويعزى سبب ذلك إلى حقيقة أن عمليات التحلل هذه تكون مترافقة بنقصان في مقاومة التحلل الكيميائي للمادة وإمكانية فقدان بعض المكونات والتي تبدأ بفقدان السلاسل البوليمرية ذات الوزن الجزيئي الواطئ، حيث أنه عادة ما تحدث هذه العمليات مترافقة مع عملية الامتصاص لكنها تكون منفصلة وبطيئة [19]. فقد وجد أن زيادة تركيز الوسط أحامضي من (3.357%) إلى (15%) يتسبب في زيادة كمية الانتفاخ القصوى بمقدار (5.877%) جدول رقم (4)، بينما تقدر الزيادة في كمية الانتفاخ (26.3%) بعد غمرها في محلول قاعدي يزداد تركيزه من (2.8%) إلى (10.2%) جدول رقم (5)، وعلى ذلك فإن التركيز العياري يلعب دوراً في زيادة الربح بالوزن (شكل رقم 12، 13). كما أوضحت النتائج أن معامل الانتشار يختلف بحسب تركيز الوسط الكيميائي المغمور فيه المادة (شكل رقم 14 و 15). لذلك تعتبر زيادة التركيز العياري احد العوامل الهامة في معرفة مدى تحمل لمثل هكذا ظروف، كما وأن إغفالها يعتبر من المخاطر الكبرى. فعادة تتراكم تركيز هذه الأوساط في جسم المترابك بمرور الوقت، إلى أن تصل تركيزها إلى التركيز الضار وتفاجأ بفشل المادة المترابطة عند اجهادات أقل بكثير من تلك الملاحظة عند غياب الوسط المخترق (المحالييل الكيميائية) [17,10] ويوضح الشكل رقم (6) أن المادة المترابطة تفقد ما مقداره (4.4) درجة على جهاز شور من أجمالي صلابتها بسبب زيادة العياري من (0.5N) إلى (2N) بينما تفقد ما مقداره (13.9) درجة على جهاز شور من أجمالي صلابتها بعد غمرها في المحلول القاعدي مع زيادة العياري الشكل رقم (7). أما (شكل رقم 8 و 9) فقد

بجلاء على كفاءة الترابط البيئي (Interfacial bonding) وذلك بتحلل الجسور الكيميائية الموجودة بين سطح الألياف الزجاجية والبوليمر، وبالتالي سوف ينتج عن هذه الأضرار حصول فشل موضعي في المادة المترابطة عند اجهادات أقل بكثير من تلك الملاحظة في حالة غياب الوسط القاعدي [17,10]. ونظراً لتراكم هذه الأضرار مع مرور الزمن فقد تم رصد النسبة المثوية للامتصاصية للنماذج المحضرة والمغمورة في كل من حامض الخليك مرة وقاعدة هيدروكسيد البوتاسيوم مرة أخرى مع الجذر التريبيعي للزمن وكما هو موضح بالشكل (4) بأجراء اختبار الامتصاصية ومنه تبين حصول زيادة في وزن النماذج مع زيادة زمن التغطيس وقد يعزى ذلك إلى حقيقة أن المادة الراتنجية عندما تكون في تماس مباشر مع سائل واطئ الوزن الجزيئي فان جزيئات الأخير سوف تحاول المرور سريعاً خلال طور البوليمر مبتدئة بملى الفجوات والفراغات الدقيقة الموجودة بين عناصر التركيب فوق الجزيئي (Supermolecular structure) نتيجة لحدوث ظاهرة الانتفاخ (Swelling) [8]، والجدول (3) يوضح كمية الانتفاخ القصوى الحاصل للمترابك البوليمري المحضر بعد غمره في الوسط أحامضي والقاعدي.

فقد أوضح بعض العلماء [18] أن في بعض الحالات قد يؤدي البوليمر المنتفخ إلى تكوين ضغط كافٍ لتحطيم الأواصر الكيميائية بين الذرات في السلسلة البوليمرية وبذلك تفكك السلسلة البوليمرية إلى مترابكات ذات وزن جزيئي واطئ (Desorption molecular weight)، وبذلك فإن تحلل المادة الأساس سوف يعمل على تحطيم وفك الروابط البيئية بين الألياف والمادة الأساس في المواد المترابطة وعليه ستكون هذه المناطق مراكز يتغلغل من خلالها المحلول المائي داخل المادة المترابطة ولذلك نجد أن اغلب الأحيان تكون قابلية امتصاص المادة المترابطة - أكبر من المادة الراتنجية غير المدعمة [18].

ويوضح الشكل (5) أعلى قيمة لمعامل الانتشار سجلت للمادة المترابطة المغمورة في المحلول القاعدي مقارنة بغمر نفس المادة المترابطة في المحلول الحامضي.



معدل التحلل الكيميائي فكلما زادت درجة حرارة الوسط الكيميائي زادت النسبة المئوية للامتصاصية المادة المترابطة الشكل رقم (19). كما أوضحت النتائج أن معامل الانتشار يزداد طردياً مع زيادة درجة الحرارة الشكل رقم (20) وبالتالي فإن دخول المحلول الكيميائي بين أواصر المادة المترابطة يقلل من قوى الربط بين جزيئاتها، حيث جاءت النتائج متشابهة لما توصل إليه الباحث (Pritchard) وجماعته عند دراستهم لمادة راتنجية مغمورة في ماء ساخن بدرجة (45°C) [21].

#### 3-3-4- اختبار تأثير زيادة زمن تعرض مادة مترابطة بوليمرية إلى وسط كيميائي على خصائصها الفيزيائية.

أن زيادة زمن تعرض مادة مترابطة إلى وسط كيميائي ذو تركيز (15%) وعند درجة حرارة (14°C) من (1) ساعة إلى (34) ساعة يؤثر تأثير شديداً على ضعف العديد من خصائصها الميكانيكية ويبدو هذا التأثير في النقص الشديد في قيمة الصلادة بمقدار (2.3) درجة على جهاز شور الشكل رقم (21) وأيضاً في مقاومتها للإجهاد الانضغاطي بمقدار (46.405MPa) الشكل رقم (22) مع زيادة قيمة تشوه الانضغاط بمقدار (41.1798%) الشكل (23). حيث تشجع زيادة زمن تعرض المترابك المحضر إلى المحلول الكيميائي على تتافذ معظم جزيئات هذا المحلول عبر المادة الرابطة من خلال المسافات البينية الموجودة بين الألياف والمادة الرابطة. إذ ستسلك هذه المسافات بوصفها أنابيب شعرية وسينفذ الوسط الكيميائي من خلالها وفق الخاصية الشعرية (Capillary) مألثة التشققات سواء تلك التي تتواجد متصلة في المادة والتي تكون أثناء مرحلة التصنيع أو التي استحدثت. أما الألياف المقوية للمادة فتكون في الغالب ذات نفاذية أقل [11,22]. كما أن وزن النموذج المقرون بزيادة زمن التعرض يسبب انتفاخاً في مادة الترابط تكون سبباً في ضعف متانتها، غير أن الانتفاخ الأول الذي يحدث عند بدء تعرض العينات إلى وسط الغمر لفترات قصيرة يحسن من صفات مادة الترابط مع الزمن بسبب استرخاء الاجهادات وهذا ما أكده الباحث (Plueddemann) [23].

إلا أن زيادة تعرض المترابك البوليمري إلى وسط الغمر سوف يقود في النهاية إلى حدوث عملية تحلل المادة

أوضح أن المترابك البوليمري يعاني من انخفاض مقاومته للإجهاد الانضغاطي مع زيادة تركيز وسط الغمر، حيث تفقد المادة ما مقداره (10.4MPa) من إجمالي أقصى إجهاد تتحمله هذه المادة الجاسئة تحت الضغط العمودي نتيجة لزيادة عياريه الوسط الأحامضي إلا أنها تفقد ما يقدر ب (47.99MPa) من مقاومة انضغاطها نتيجة لزيادة عياريه الوسط القاعدي. وهذه المؤشرات دليل على زيادة تشوه الانضغاط للمادة (شكل رقم 10 و 11) مع زيادة تركيز الوسيط الكيميائي.

#### 3-3-3- اختبار تأثير ارتفاع درجة حرارة الوسط الكيميائي على الخصائص الفيزيائية للمادة المترابطة المغمور فيه.

تبين أن لدرجة حرارة الوسط الكيميائي آثار سلبية على مقاومة المادة المترابطة المغمورة فيه لمدة ساعة واحدة للتشوهات اللدنة في المناطق السطحية وعلى مقاومتها للإجهاد الانضغاطي، فقد تسبب ارتفاع درجة حرارة الوسط الكيميائي من (14°C) إلى (60°C) في فقد المادة المترابطة ما مقداره (5.7) درجة على جهاز شور من قيمة صلادتها الشكل رقم (16) وكذلك خسرت ما يقدر ب (61.225MPa) من إجمالي مقاومتها للإجهاد الانضغاطي الشكل رقم (17). ولا يخفى تأثير كل هذه الأضرار على زيادة تشوه الانضغاط للمادة الشكل رقم (18)، وهذا يعني أن ارتفاع درجة حرارة المحلول قد تسبب في ظهور تأثيرات كثيرة على سطح المادة المترابطة المتعرضة له، فالخطورة ليس في هذه التأثيرات. ولكن الخطورة في الأثر المتراكم بعد مرور فترة تعرض طويلة وما ينتج من ذلك من أضعاف المادة المترابطة وانحلالها بتأثير قوة الشد وهذا بدوره يؤدي إلى نقصان الخواص الميكانيكية للمترابك المحضر [20].

فكلما زادت درجة الحرارة لهذا المحلول الكيميائي كلما زادت ميكانيكية الانتشار وهذه الميكانيكية تتضمن الانتشار المباشر لجزيئات المحلول في المادة الأساس ومنها إلى مادة التدعيم نتيجة لزيادة الطاقة الحركية لجزيئات هذا المحلول. فقد أوضحت الدراسة الحالية أن ارتفاع درجة حرارة الوسط الأحامضي من (14°C) إلى (60°C) يتسبب في زيادة كمية الانتفاخ القصوى بمقدار (1.48392%) جدول رقم (6)، وعلى ذلك فإن درجة الحرارة تلعب دور هاماً في زيادة

الانفصال بين المادة الأساس والألياف والتي تلعب دوراً هاماً في تسريع عملية التحطم المايكروبي (Microdamage). أن هذه النتائج جاءت مشابهة لما توصل إليه الباحث (Schaltz) وجماعته [24] وكذلك (Azhdor) باستخدام متراكب من مادة الأيبوكسي المدعم بالألياف الزجاجية والمغمور في الماء المغلي [25].

### 3-6- دراسة الإضرار العيانية والمجهريّة لسطوح بعض العينات قبل خضوعها لاختبار الانضغاطية والمغمورة في وسط كيميائي.

يعتبر هذا البند مكملاً للنتائج التي وردت في البند (3-5) فمن خلال الدراسة المجهريّة، لوحظ أن الآليات الثلاثة المسؤولة عن امتصاصية المواد المتراكبة البوليمرية المحضرة للمحلول الكيميائي وهي (النفاذية، الانتفاخ والانحلال) تقل مخاطرها في تدهور خواص مثل هكذا نوع من المواد مع زيادة الكسر الحجمي. فقد تعرضت المادة المتراكبة المدعمة بـ (6) طبقات من الألياف إلى الكثير من الإضرار العيانية التي يمكن رؤيتها بالعين المجردة الشكل رقم (29) والمتمثلة بـ (توسعات طبقيّة وتغير كبير جداً في الأبعاد مع بروز الألياف من على الأسطح لأن انفصلاً يحدث عند الحافات (Edges) لكونها مناطق غنية بالراتنج والذي يعمل المحلول أحامضي ذو عيارية (2N) وبدرجة (14<sup>0</sup>C) على مجها بعد (34) ساعة، بينما وجد أن المادة المتراكبة المدعمة بـ (8) طبقات تحت نفس شروط الغمر المذكور أعلاه لا يحدث فيها هذه الأضرار العيانية، إلا أن التصوير المجهري أوضح حصول تشويه (عيب شكلي Deformation) كبيراً عادة ما يتركز في مناطق الغنية بالراتنج (Resin rich zones) ولذلك تظهر آثار الضعف واضحة على السطوح البينية (Interfaces) المجاورة لهذه المناطق في صورة اجهادات كبيرة (Great stresses) لا تلبث أن تفقد مع مرور الوقت وتراكم المحلول في جسم هذه المادة المتراكبة إلى عملية الانفصال (Deboning) ما بين المادة الأساس والألياف وبالتالي حصول الفشل الشكل رقم (30).

الأساس مكوناً مركبات ذات وزن جزيئي واطئ بل يتعدى ذلك إلى تحلل ألياف الزجاج نفسها وكما هو مذكور سابقاً. لذا فإن صفات المتراكب الميكانيكية ستتغير تبعاً لتغير سلوكية تصرف مادة الترابط ومنطقة السطوح البينية مع تغير كمية المحلول الكيميائي الممتصة ويتضح ذلك بالجدول رقم (7) أن كمية الانتفاخ القصوى تزداد بمقدار (8.0239%) مع زيادة زمن التغطيس من ساعة إلى (34) ساعة.

### 3-5- اختبار تأثير نسبة التدعيم بالألياف على الخصائص الفيزيائية لمتراكبات بوليمرية مغمورة في وسط كيميائي.

تتأثر سلوكية المتراكبات البوليمرية المحضرة والمغمورة في المحلول الكيميائي بنسبة الكسر الحجمي للألياف، فلقد أوضحت النتائج أن زيادة النسبة المئوية للكسر الحجمي ( $V_f$ ) من (20%) إلى (53.3%) يتسبب برفع قيمة مقاومة المادة المتراكبة للتشوهات اللدنة في المناطق السطحية بمقدار زيادة هو (23.2) درجة على جهاز شور الشكل رقم (24)، بينما أمكن زيادة مقاومة الانضغاط بمقدار (76.142Mpa) الشكل رقم (25)، وهذا يعني أن تشوه الانضغاط قد انخفض بمقدار (31.935%) الشكل رقم (26). ويلاحظ من الشكل رقم (27) النقصان في النسبة المئوية لامتناسية المحلول الكيميائي في حالة زيادة عدد طبقات الألياف الزجاجية من (6) إلى (12) طبقة ويتضح من النتائج الموجود بالجدول رقم (8) أن كمية الانتفاخ القصوى قد تناقصت بمقدار (166.273%)، وعلى ذلك فإن معامل الانتشار تنخفض قيمته مع زيادة كمية الألياف في المتراكب البوليمري الشكل رقم (28). ولئن أمكن القول أن هذه المؤشرات تدل على حقيقة أن وجود ألياف الزجاج بغزارة في المادة الأساس يزيد من مقاومة الانضغاط والصلادة لأن الألياف تزداد قوتها كلما تعرضت إلى المحلول الكيميائي. إلا أن زيادة زمن تعرض العينات إلى المحلول الكيميائي مع ارتفاع درجة الحرارة يؤدي إلى طغيان انحلال المادة على زيادة قوة الألياف وكما هو مذكور سابقاً. وبالطبع يكون لزيادة نسبة الكسر الحجمي في هذه الحالة له آثار سلبية على خصائص المتراكب الميكانيكية لتوفير الشروط المحيطة الكفيلة بأضعاف السطوح البينية وبالتالي زيادة عدد الفراغات والشقوق نتيجة

## 4- الاستنتاجات:

أن هذه الدراسة أظهرت بأن هناك العديد من العوامل التي تعمل على التعجيل بعملية تعتيق المتراكبات البوليمرية المتعرضة إلى بيئة تحتوي على نسب معينة من المواد الكيميائية بنوعية أحماسي أو القاعدي.

ويمكن تميز خمس صور لمعجلات تعتيق المتراكبات البوليمرية بالمواد الكيميائية:

**أولها-** ففي الطليعة تعد طبيعة الوسط الكيميائي من أهم العوامل التي تؤثر في خواص هذه المواد خاصة- القاعدي منه، ويعني ذلك أن المحلول القاعدي أكثر سلبية على المتراكبات المحضرة نظراً لانخفاض مقاومة هذه المواد للتشوهات اللدنة في المناطق السطحية وكذا مقاومتها للإجهاد الأنضغاطي مع زيادة تشوه الانضغاط وكمية الانتفاخ ومعامل الانتشار بعد غمرها في المحلول القاعدي بشكل كبير بالمقارنة بقيم هذه الكميات الفيزيائية بعد غمر هذه النماذج في المحلول أحماسي.

**ثانياً-** لقد بلغ مقدار ما تفقده المادة المترابطة المدعمة بـ (12) طبقة من الألياف الزجاجية من أجمالي صلاتها بسبب ارتفاع قيمة عيارية المحاليل الكيميائية من (0.5N) إلى (2N) المغمور فيها بما يقدر بـ (4.4) درجة على جهاز شور عند غمرها بالمحلول أحماسي بدرجة حرارة (14°C) ولمدة (34hr) بينما يقدر ما تفقده المادة عند غمرها في المحلول القاعدي بـ (13.9) درجة على جهاز شور تحت نفس الظروف. هذا بالإضافة إلى حقيقة أن ارتفاع قيمة تراكيز المحاليل الكيميائية تؤثر بشكل سلبي على مقاومة الانضغاط حيث تنقص قيمتها بما مقداره (10.4MPa) عند غمرها في المحلول أحماسي، وبما مقداره (47.99MPa) عند غمرها في المحلول القاعدي.

أن هذه الخسائر في قيم الصلادة ومقاومة الانضغاط نجمت عن زيادة كمية الانتفاخ مع زيادة تراكيز الوسط الكيميائي والتي تبدو أثارها أيضاً في زيادة تشوه الانضغاط ومعامل الانتشار.

**ثالثاً-** لقد نقص نصيب المادة المترابطة المدعمة بـ (12)

طبقة من الألياف الزجاجية من قيمة صلاتها إلى حوالي (5.7) درجة على جهاز شور و(61.225MPa) من إجمالي مقاومتها للإجهاد الأنضغاطي مع زيادة درجة حرارة الوسط الكيميائي ذو عياريه (2N) من (14°C) إلى (60°C) وسبب ذلك زيادة كمية الانتفاخ بمقدار (1.4839%) مع ارتفاع درجة حرارة الوسط الكيميائي مسببة أيضاً زيادة في تشوه الانضغاط ومعامل الانتشار.

**رابعاً-** أن زيادة زمن غمر متراكبات بوليمرية مدعمة بـ (12) طبقة من الألياف الزجاجية في محلول كيميائي من ساعة واحدة إلى (34) ساعة يعمل على التعجيل بفقد ما مقداره (2.3) درجة على جهاز شور من أجمالي صلاتها و (46.40MPa) من أجمالي مقاومتها للإجهاد الأنضغاطي مع زيادة تشوه الانضغاط (41.1798%). بالإضافة إلى زيادة كمية الانتفاخ بما مقداره (8.0239%) ومعامل الانتشار.

**خامساً-** تحسين مقاومة المادة المترابطة الراتنجية للتعتيق بالمواد الكيميائية بزيادة كمية الألياف في المادة الأساس، فقد ارتفعت قيم الصلادة للمادة المحضرة بعد غمرها لمدة (34) ساعة في محلول كيميائي ذو عياريه (2N) وعند درجة حرارة (14°C) بما مقداره (23.2) درجة على جهاز شور مع زيادة عدد الصفائح الرقائقية لألياف الزجاج في المادة الأساس الراتنجية من (6) إلى (12) وكذا مقاومة الانضغاط زادت بما مقداره (76.142MPa) مع زيادة عدد هذه الطبقات من (8) إلى (12)، وهذا يعني أن تشوه الانضغاط قد انخفض بما مقداره (3193.5%) نتيجة لانخفاض كمية الانتفاخ بمقدار (166.273%) لذلك فأن معامل الانتشار سوف يقل.

إلا أن من الجدير بالذكر أن المادة المترابطة المدعمة بـ (6) صفائح رقائقية من الألياف الزجاجية تفشل في أداء دورها في السلوك الأنضغاطي تحت هذه الظروف البيئية.

الجدول (6)

يوضح تأثير اختلاف تركيز الوسط الحامضي (حامض خليك) عند درجة حرارة (14<sup>0</sup>C) على كمية الانتفاخ القصوى الحاصلة لمتراكب بوليمري ذو (12) طبقة من الألياف الزجاجية والمغمور في هذا المحلول لمدة ساعة واحدة.

درجة حرارة الوسط الكيميائي (°C)	كمية الانتفاخ (M <sub>2</sub> -M <sub>1</sub> )/M <sub>1</sub> %
14	1.36608
40	2.1823
60	2.850

الجدول (7)

يوضح تأثير زمن الغمر في الوسط الحامضي ذو عياريه (2N) وعند درجة حرارة (14<sup>0</sup>C) على كمية الانتفاخ القصوى الحاصلة لمتراكب بوليمري ذو (12) طبقة من الألياف الزجاجية والمغمور في هذا المحلول.

زمن الغمر في الوسط الحامضي (hr)	كمية الانتفاخ (M <sub>2</sub> -M <sub>1</sub> )/M <sub>1</sub> %
1	1.36608
34	9.39

الجدول (8)

يوضح تأثير عدد طبقات ألياف الزجاج على كمية الانتفاخ القصوى لمتراكب بوليمري مغمور في محلول حامضي (حامض خليك) ذو عيارية (12) وبدرجة حرارة (14<sup>0</sup>C) لمدة (34) ساعة.

درجة حرارة الوسط الكيميائي (°C)	كمية الانتفاخ (M <sub>2</sub> -M <sub>1</sub> )/M <sub>1</sub> %
6	175.663
8	45.36
10	29.46
12	9.39

الجدول (3)

يوضح تأثير نوعية الوسط الكيميائي ذو عياريه (2N) وعند درجة حرارة (14<sup>0</sup>C) على كمية الانتفاخ القصوى الحاصلة لمتراكب بوليمري ذو (12) طبقة من الألياف الزجاجية والمغمور في هذا المحلول لمدة (34) ساعة.

نوع الوسط الكيميائي	كمية الانتفاخ (M <sub>2</sub> -M <sub>1</sub> )/M <sub>1</sub> %
المحلول القاعدي (KOH)	89.7%
المحلول الحامضي (حامض الخليك)	9.39

الجدول (4)

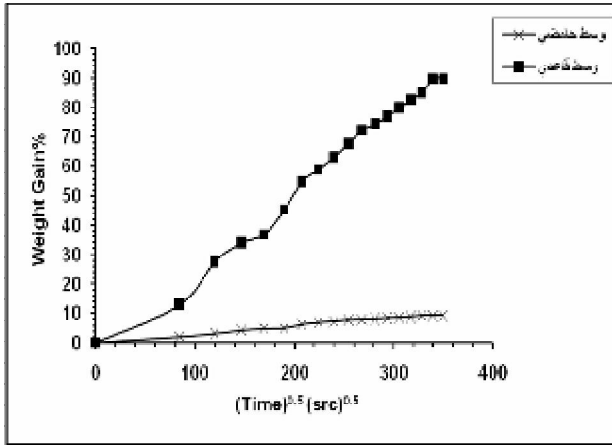
يوضح تأثير اختلاف تركيز الوسط الحامضي (حامض خليك) عند درجة حرارة (14<sup>0</sup>C) على كمية الانتفاخ القصوى الحاصلة لمتراكب بوليمري ذو (12) طبقة من الألياف الزجاجية والمغمور في هذا المحلول لمدة (34) ساعة.

تركيز الوسط الكيميائي (N)	كمية الانتفاخ (M <sub>2</sub> -M <sub>1</sub> )/M <sub>1</sub> %
0.5	3.513
1	4.9
2	9.39

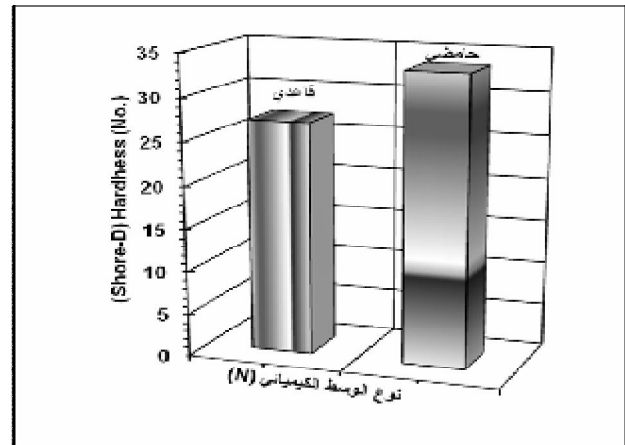
الجدول (5)

يوضح تأثير اختلاف تركيز الوسط القاعدي ذو عياريه (KOH) وعند درجة حرارة (14<sup>0</sup>C) على كمية الانتفاخ القصوى الحاصلة لمتراكب بوليمري ذو (12) طبقة من الألياف الزجاجية والمغمور في هذا المحلول لمدة (34) ساعة.

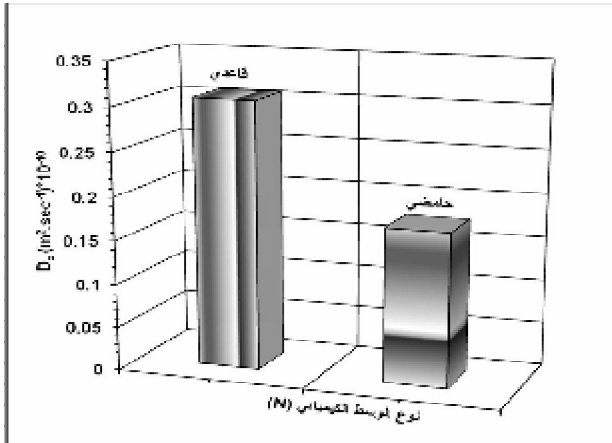
تركيز الوسط القاعدي (N) (NaOH)	كمية الانتفاخ (M <sub>2</sub> -M <sub>1</sub> )/M <sub>1</sub> %
0.5	63.4
1	76.05
2	89.7



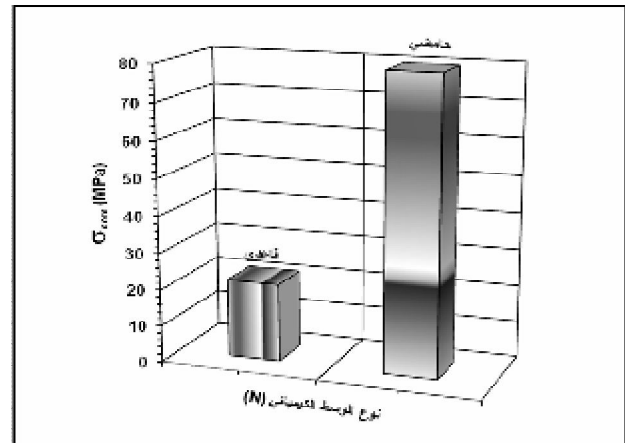
الشكل (4) يمثل العلاقة بين النسبة المئوية للامتصاصية النماذج المحضرات ذات (12) طبقة من الألياف الزجاجية لأوساط كيميائية مختلفة مغمورة فيه ذات عياريه (2N) وعند درجة حرارة (14°C) مع الجذر التربيعي للزمن.



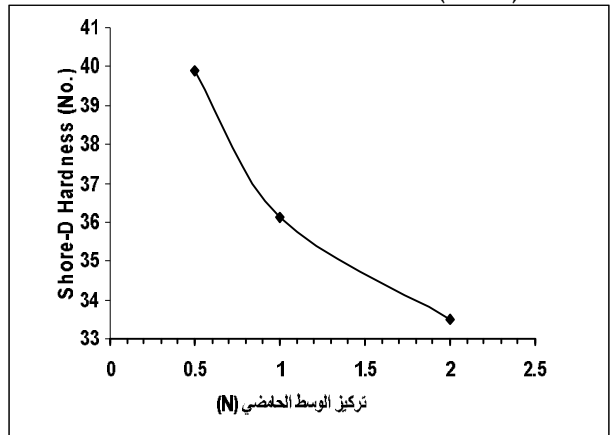
الشكل (1) يوضح تأثير طبيعة الوسط الكيميائي ذو عياريه (2N) وعند درجة حرارة (14°C) في اختلاف قيم الصلادة للنماذج المحضرة ذات (12) طبقة من الألياف الزجاجية والمغمورة في هذه الأوساط لمدة (34hr).



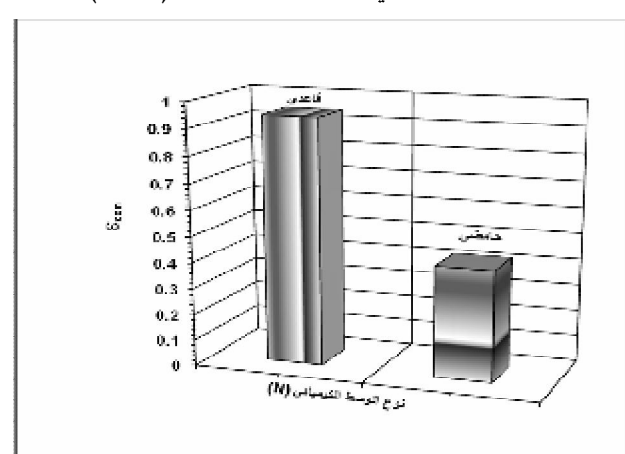
الشكل (5) يوضح معامل الانتشار لمتراكبات بوليمرية مدعمة ب (12) طبقة من الألياف الزجاجية مقارنة بطبيعة الوسط الكيميائي المغمور فيه ذو عياريه (2N) ودرجة حرارة (14°C).



الشكل (2) يوضح تأثير طبيعة الوسط الكيميائي ذو عياريه (2N) وعند درجة حرارة (14°C) في اختلاف قيم مقاومة الانضغاط للنماذج المحضرة ذات (12) طبقة من الألياف الزجاجية والمغمورة في هذه الأوساط لمدة (34hr).

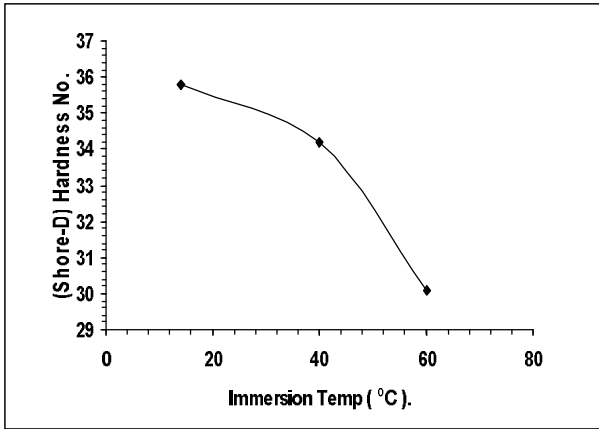


الشكل (6) يوضح تغير قيم الصلادة للمواد المتراكبة المحضرة ذات (12) طبقة من الألياف الزجاجية مع تغير تركيز الوسط الحامضي ذو عياريه (2N) وعند درجة حرارة (14°C) المغمورة فيه هذه النماذج (34hr).

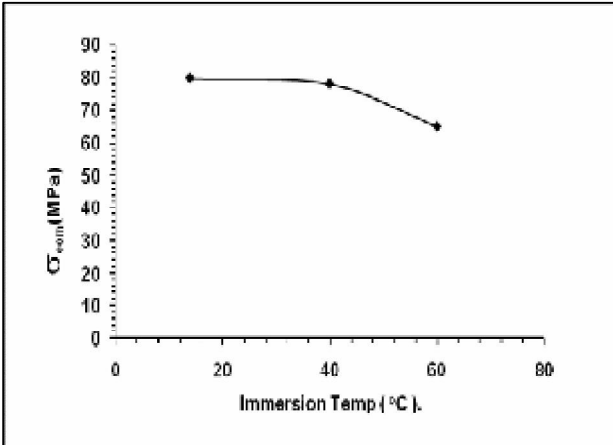


الشكل (3) يوضح تأثير طبيعة الوسط الكيميائي ذو عياريه (2N) وعند درجة حرارة (14°C) في اختلاف قيم تشوه الانضغاط للمواد المتراكبة ذات (12) طبقة من الألياف الزجاجية والمغمورة في هذه الأوساط لمدة (34hr).

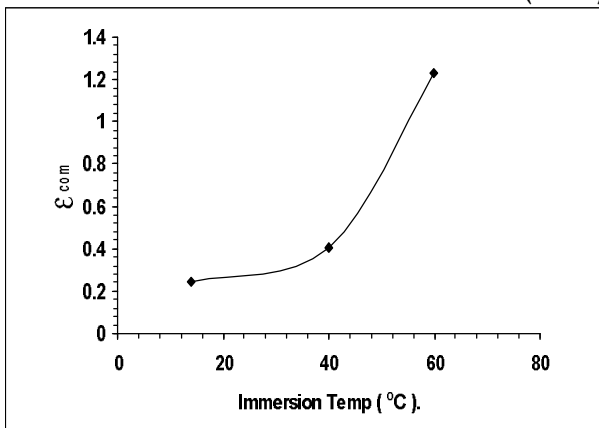




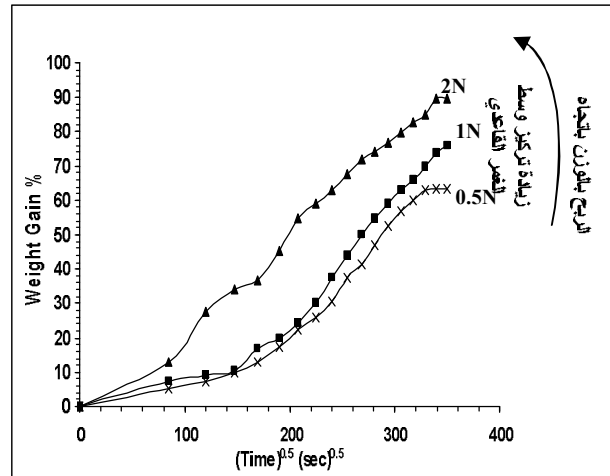
الشكل (16) يوضح تأثير تغير درجة الحرارة الوسط الحامضي ذو عياريه (2N) في اختلاف قيم الصلابة للنماذج السطحية المحضرة ذات الـ (12) طبقة الألياف الزجاجية والمغمورة في الوسط لمدة (34hr).



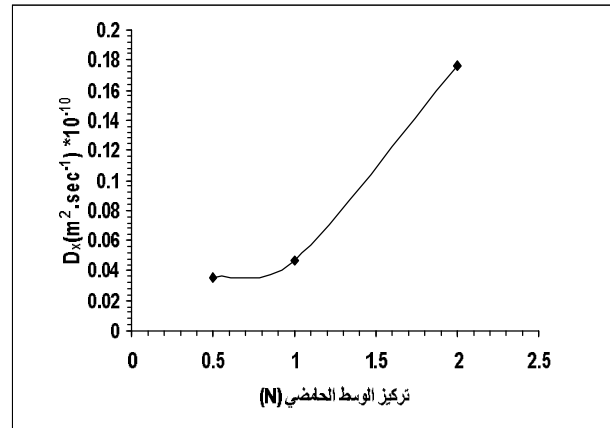
الشكل (17) يوضح تأثير تغير درجة الحرارة الوسط الحامضي ذو عياريه (2N) في اختلاف قيم مقاومة الانضغاط للمواد المتراكبة المحضرة والمدعمة بـ (12) طبقة من الألياف الزجاجية والمغمورة في هذا الوسط لمدة (34hr).



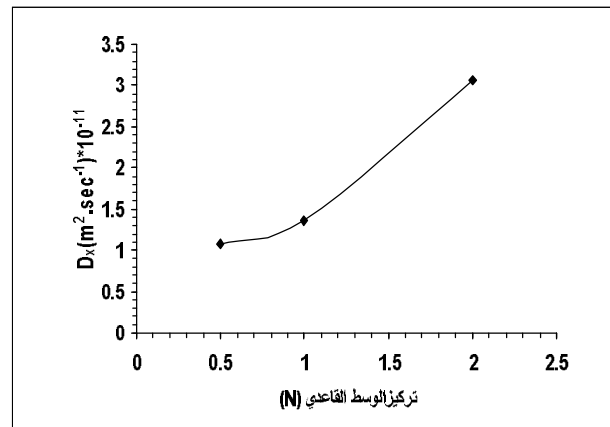
الشكل (18) بين تأثير تغير درجة الحرارة الوسط الحامضي ذو عياريه (2N) في اختلاف قيم تشوه الانضغاط للمواد المتراكبة المحضرة ذات الـ (12) طبقة من الألياف الزجاجية والمغمورة في الوسط لمدة (34hr).



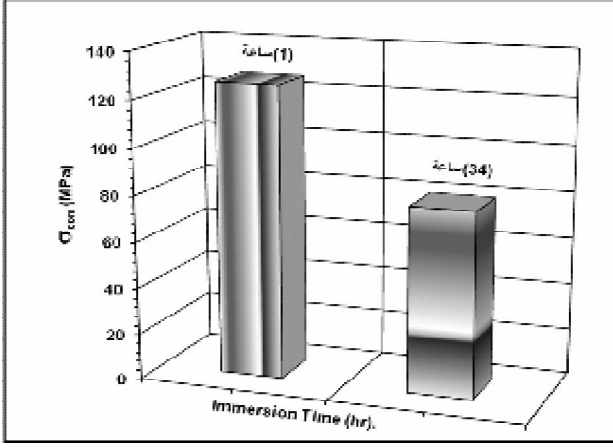
الشكل (13) يمثل العلاقة بين النسبة المئوية للمنتج الصلبة للمنتج الصلبة للنماذج المحضرة ذات الـ (12) طبقة من الألياف الزجاجية والمغمور في المحلول القاعدي ذو تراكيز مختلفة عند درجة حرارة (14°C) مع الجذر التربيعي للزمن.



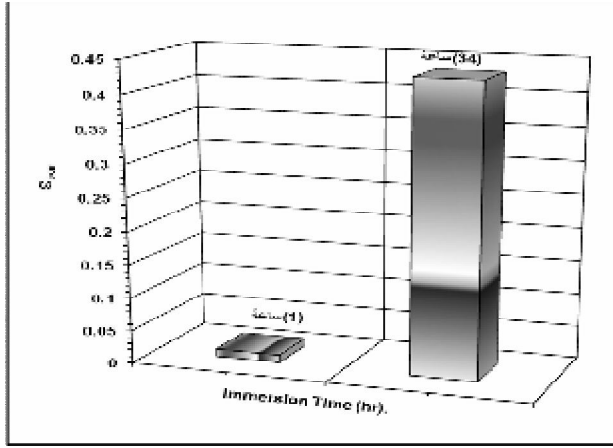
الشكل (14) يبين العلاقة قيم معامل الانتشار للنماذج المحضرة ذات الـ (12) طبقة من الألياف الزجاجية مع اختلاف تراكيز الوسط الحامضي عند درجة حرارة (14°C) والمغمورة فيه هذه النماذج لمدة (34hr).



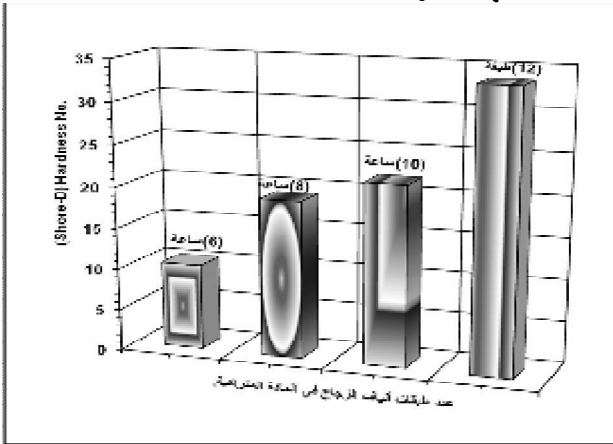
الشكل (15) يبين العلاقة قيم معامل الانتشار للنماذج المحضرة ذات الـ (12) طبقة من الألياف الزجاجية مع اختلاف تراكيز الوسط القاعدي عند درجة حرارة (14°C) والمغمورة فيه هذه النماذج لمدة (34hr).



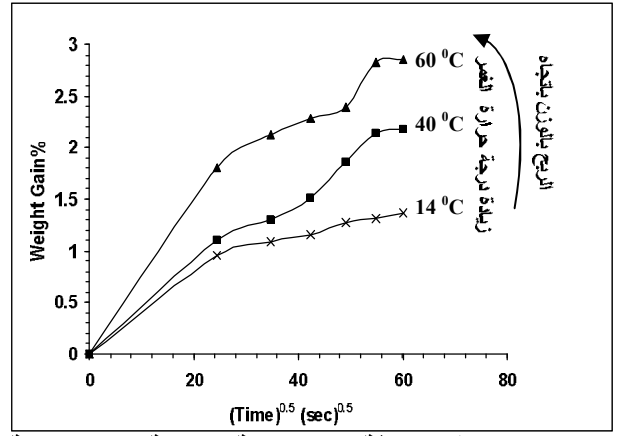
الشكل (22) يوضح تأثير زمن غمر النماذج المحضرة ذات الطبقة من الألياف الزجاجية في وسط حامضي ذو عياريه (2N) وبدرجة حرارة (14°C) على قيم مقاومة الانضغاط لهذه المواد.



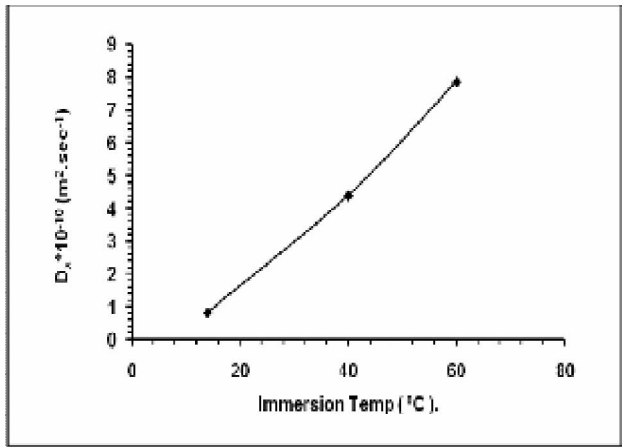
الشكل (23) يوضح تأثير زمن غمر النماذج المحضرة ذات الطبقة من الألياف الزجاجية في وسط حامضي ذو عياريه (2N) وبدرجة حرارة (14°C) على قيم تشوه الانضغاط لهذه المواد.



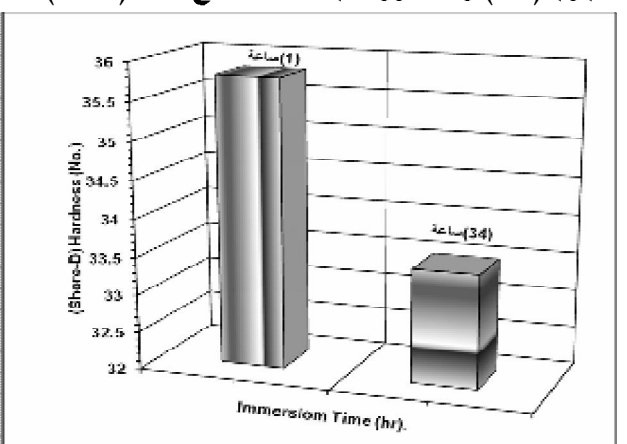
الشكل (24) يوضح تأثير عدد طبقات الألياف الزجاجية على صلادة المواد المتراكبة المحضرة بعد غمرها في وسط حامض (حامض الخليك) ذو عياريه (2N) وبدرجة حرارة (14°C) ولمدة (34hr).



الشكل (19) يمثل العلاقة بين النسبة المئوية للمتبصافية النماذج المحضرة ذات الطبقة من الألياف الزجاجية والمغمور في المحلول الحامضي ذو عياريه (2N) عند درجات حرارة مختلفة ولمدة (34hr) مع الجذر التربيعي للزمن.

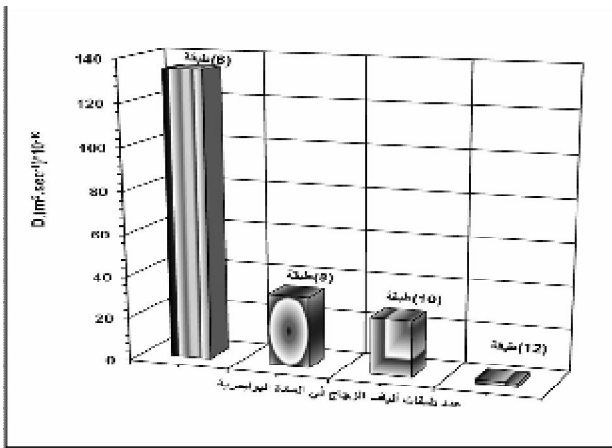


الشكل (20) يوضح العلاقة بين قيم معامل الانتشار للنماذج المحضرة ذات الطبقة من الألياف الزجاجية مع اختلاف درجات الحرارة الوسط الحامضي (حامض الخليك) ذو عياريه (2N) والمغمورة فيه هذه النماذج لمدة (34hr).

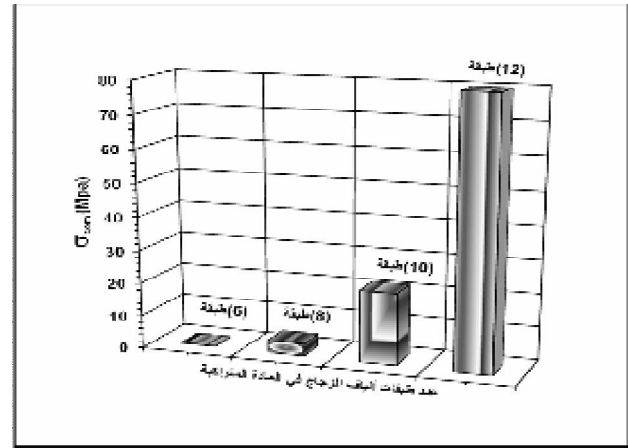


الشكل (21) يوضح تأثير زمن غمر النماذج المحضرة ذات الطبقة من الألياف الزجاجية في وسط حامضي ذو عياريه (2N) وبدرجة حرارة (14°C) على اختلاف قيم الصلادة لهذه النماذج.

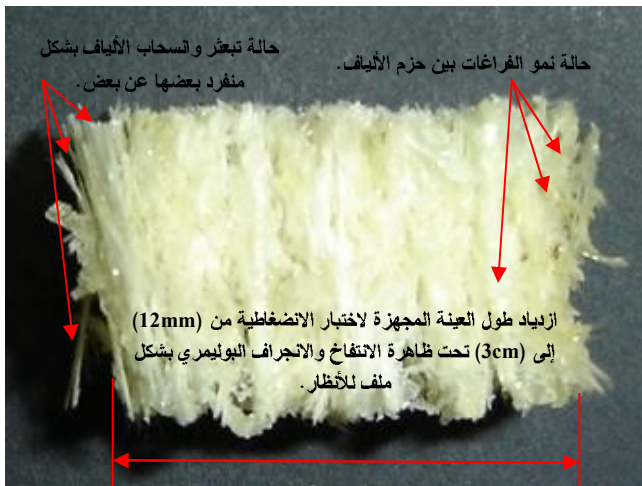




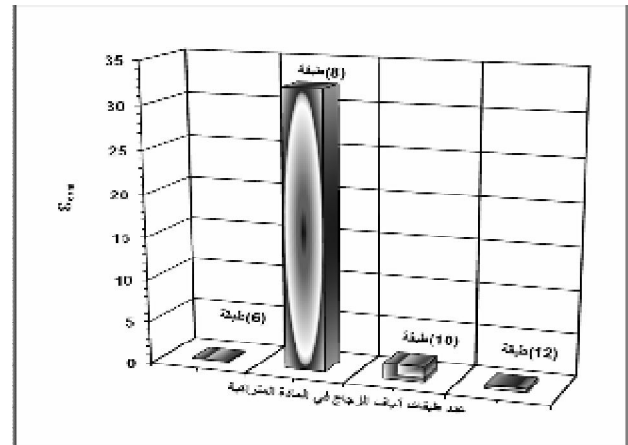
الشكل (25) يوضح تأثير عدد طبقات الألياف الزجاجية على قيم مقاومة الانضغاط للمواد المترابطة المحضرة بعد غمرها في وسط حامض ذو عياريه (2N) وبدرجة حرارة (14<sup>0</sup>C) ولمدة (34hr).  
الشكل (28) يمثل العلاقة بين معامل الانتشار للنماذج المحضرة والمغمورة في المحلول الحامضي ذو عياريه (2N) وعند درجة حرارة (14<sup>0</sup>C) ولمدة (34hr) مع طبقات الألياف الزجاجية المدعمة لهذه المترابكات.



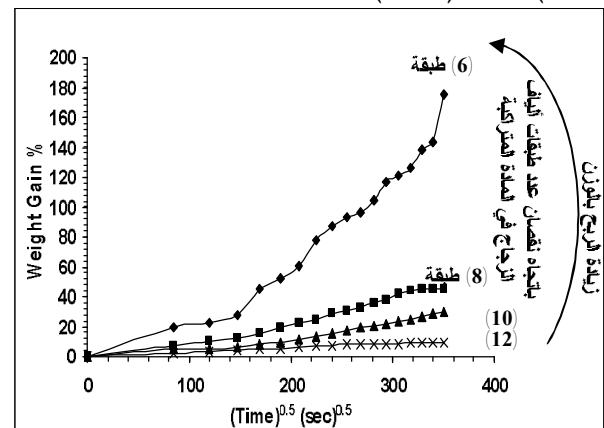
الشكل (26) يوضح تأثير عدد طبقات الألياف الزجاجية على قيم تشوه الانضغاط للمواد المترابطة المحضرة بعد غمرها في وسط حامض ذو عياريه (2N) وبدرجة حرارة (14<sup>0</sup>C) ولمدة (34hr).  
الشكل (29) يمثل صورة فوتوغرافية توضح الأضرار العينية والمتولدة في المادة المترابطة المدعمة بـ (6) طبقات من ألياف الزجاج والمغمورة في حامض الخليك ذو عياريه (2N) وبدرجة حرارة (14<sup>0</sup>C) ولمدة (34hr) ومنها يتبين حالة التحطم للسطوح البينية الفاصلة بين (الأساس- ليف) مع تغير في الأبعاد تحت ظاهرة الانتفاخ والانجراف (المج البوليمري).



الشكل (27) يوضح تأثير عدد طبقات الألياف الزجاجية على قيم تشوه الانضغاط للمواد المترابطة المحضرة بعد غمرها في وسط حامض ذو عياريه (2N) وبدرجة حرارة (14<sup>0</sup>C) ولمدة (34hr).  
الشكل (29) يمثل صورة فوتوغرافية توضح الأضرار العينية والمتولدة في المادة المترابطة المدعمة بـ (6) طبقات من ألياف الزجاج والمغمورة في حامض الخليك ذو عياريه (2N) وبدرجة حرارة (14<sup>0</sup>C) ولمدة (34hr) ومنها يتبين حالة التحطم للسطوح البينية الفاصلة بين (الأساس- ليف) مع تغير في الأبعاد تحت ظاهرة الانتفاخ والانجراف (المج البوليمري).



الشكل (28) يوضح تأثير عدد طبقات الألياف الزجاجية على قيم تشوه الانضغاط للمواد المترابطة المحضرة بعد غمرها في وسط حامض ذو عياريه (2N) وبدرجة حرارة (14<sup>0</sup>C) ولمدة (34hr).  
الشكل (29) يمثل صورة فوتوغرافية توضح الأضرار العينية والمتولدة في المادة المترابطة المدعمة بـ (6) طبقات من ألياف الزجاج والمغمورة في حامض الخليك ذو عياريه (2N) وبدرجة حرارة (14<sup>0</sup>C) ولمدة (34hr).  
الشكل (29) يمثل صورة فوتوغرافية توضح الأضرار العينية والمتولدة في المادة المترابطة المدعمة بـ (6) طبقات من ألياف الزجاج والمغمورة في حامض الخليك ذو عياريه (2N) وبدرجة حرارة (14<sup>0</sup>C) ولمدة (34hr).  
الشكل (29) يمثل صورة فوتوغرافية توضح الأضرار العينية والمتولدة في المادة المترابطة المدعمة بـ (6) طبقات من ألياف الزجاج والمغمورة في حامض الخليك ذو عياريه (2N) وبدرجة حرارة (14<sup>0</sup>C) ولمدة (34hr).



الشكل (29) يمثل العلاقة بين النسبة المئوية للمنتج للمنتج المتناسية مواد مترابطة مختلفة في عدد طبقات الألياف الزجاجية والمغمورة في المحلول الحامضي ذو عياريه (2N) عند درجة حرارة (14<sup>0</sup>C) ولمدة (34hr) مع الجذر التربيعي للزمن.  
الشكل (29) يمثل صورة فوتوغرافية توضح الأضرار العينية والمتولدة في المادة المترابطة المدعمة بـ (6) طبقات من ألياف الزجاج والمغمورة في حامض الخليك ذو عياريه (2N) وبدرجة حرارة (14<sup>0</sup>C) ولمدة (34hr).  
الشكل (29) يمثل صورة فوتوغرافية توضح الأضرار العينية والمتولدة في المادة المترابطة المدعمة بـ (6) طبقات من ألياف الزجاج والمغمورة في حامض الخليك ذو عياريه (2N) وبدرجة حرارة (14<sup>0</sup>C) ولمدة (34hr).  
الشكل (29) يمثل صورة فوتوغرافية توضح الأضرار العينية والمتولدة في المادة المترابطة المدعمة بـ (6) طبقات من ألياف الزجاج والمغمورة في حامض الخليك ذو عياريه (2N) وبدرجة حرارة (14<sup>0</sup>C) ولمدة (34hr).



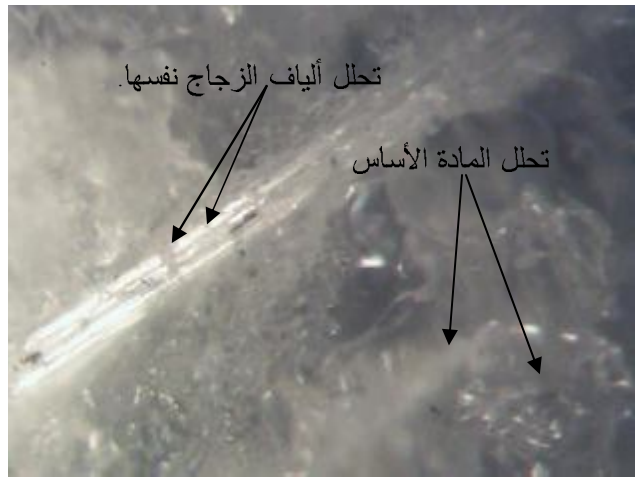
b



a



d



c

الشكل (30- a,b,c,d) يمثل مظهر جانياً قرب سطح متضرر للعينة المدعمة بـ (8) من الألياف الزجاجية بعد غمرها في حامض الخليك ذو عياريه (2N) وبدرجة حرارة (14<sup>0</sup>C) ولمدة (34hr) ومنه يلاحظ حالة نمو الفراغات بين طبقات الألياف بل وبين حزم الألياف نفسها تحت ظاهرة الانتفاخ.

#### المصادر

[5] W.D. Callister et al, "Material Science and Engineering", An International 5th edition (USA) (2000), PP. (521-523), (527-543).

[6] M.W. Gaylord, "Reinforced Plastics Theory and Practice", Cahners Publishing CO. (1974).

[7] Anthony Davis and David Sims, "Weathering of Polymers, Applied Science", (1983).

[8] رولا عبد الخضر عباس، "دراسة الخصائص الحرارية والميكانيكية لمادة النوفولاك ومتراكباتها"، رسالة ماجستير، العلوم التطبيقية - الجامعة التكنولوجية، (2001).

[9] د. أحمد عبد الوهاب عبد الجواد، "موسوعة بيئة الوطن العربي"، الدار العربية للنشر والتوزيع، القاهرة - جمهورية مصر العربية، (1997).

[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] أ.د. قحطان الخزرجي ود. علي هوبي حليم و أ.د. عبد

الواحد كاظم راجح و د.حسن شاكر مجدي، "تأثير عمق الشق على مقاومة الصدمة للدائن المقواة بالألياف"، مجلة اتحاد الجامعات العربية، العدد 2، الجلد 14، (2007)، الصفحة (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).

- [21] G. Pritchard and S.D. Speak, "Composites", Vol.19 No.1, Jan. (1988), PP.29.
- [22] بان مازن مزاحم الشابندر، "دراسة الخواص الكهربائية لمركب الأيبوكسي المسلح بالألياف الزجاجية"، رسالة ماجستير، كلية العلوم - جامعة بغداد، (2005).
- [23] E. P. Plueddemann, "Interface in polymer matrix composites", Vol. 6, (Academic press, NY. 1974).
- [24] C.Lhyman and J.M. Schaltz, "Composite", Vol.18, No.3, July (1987), PP.287.
- [25] A. R. Azhdar, "Impact Fracture Toughness of fiber Reinforced Epoxy Resin", Dec. (1992), M.s.e.
- [10] J. Comyn, "Polymer Permeability", Elsevier Applied Science publishers LTD, London and New York, (1985).
- [11] حارث إبراهيم جعفر، "تأثير الرطوبة وسمك العينات على متانة الطبقات البينية لمركب البولي استر المسلح بالألياف الزجاج" رسالة ماجستير، كلية العلوم - جامعة بغداد، (1992).
- [12] D. Gardiner, "Natural and Artificial Weathering of While P.V.C Window Profiles", Plastics Rubber and Composites Processing and application, Vol. 26, No.2, PP.(59-65), (1997).
- [13] طارق عبد الجليل منديل، "استخدام الدولومايت العراقي لتحسين بعض الخواص الميكانيكية والفيزيائية لمركب راتنج البولي استر مع ألياف الجوت" المجلة العراقية للهندسة المدنية، العدد الثاني عشر - أيلول، الصفحة (10-26)، (2008).
- [14] هناء شكر محمود، "دراسة الخواص الميكانيكية والحرارية لمواد متراكبة باستخدام بعض الألياف"، رسالة ماجستير، قسم الفيزياء/ كلية التربية (ابن الهيثم) - جماعة بغداد، (2008).
- [15] محمد إسماعيل، "الجودة واختبارات مواد البلاستيك"، الدار العربية للنشر والتوزيع، القاهرة - جمهورية مصر العربية، (2001).
- [16] سليمان خليفة وجمال عمران، "البلاستيك تصميم وإنتاج"، دار دمشق للطباعة والنشر والتوزيع، (1991).
- [17] K. V. Den Abeelr, "Correlation between Dynamic Nonlinealy and Static Mechanical Properties of Corroded E-Glass Reinforced Polyester Composites", Vol. 19B, PP. (1359-1366), (1999).
- [18] A. Apicell et at, "Composites", Vol.13, No.4, PP. (406 - 416), Jan. (1982).
- [19] خليل ثابت حسان، "تأثير الكسر الحجمي على الخواص الميكانيكية والحرارية لمادة متراكبة وأخرى هجينة"، رسالة ماجستير، الجامعة التكنولوجية، قسم العلوم التطبيقية (2000).
- [20] وفاء عبد سعود، "الخواص الميكانيكية للمواد المتراكبة باستخدام ألياف النخيل"، رسالة ماجستير، الجامعة التكنولوجية، قسم المكائن والمعدات، (1999).

### Abstract

Study was a reflection of the impact of the extensive use of overlapping materials polymer composed of material of glass fiber reinforced epoxy in the center of both contaminated with chemicals (acid and base) on the physical properties, which included (Hardness, resistance to compression Compressive Strength, compression deformation and deformation Compressive, and absorbed the maximum amount of acid solution or basal  $M_{\infty}$ , and diffuse (Diffusivity) D), as evidence of the importance of chemicals as one of the sources of pollution which contribute directly or indirectly in the process of aging of these materials overlapped. And it was also to examine the factors accelerated the process of chemical aging here (chemical nature and concentration, as well as temperature and immersion time of it) and how these impact on the efficiency of accelerators functioning with accumulation in the composite body prepared. Note that the article supported Overlapping prepared a number of plywood sheets authority mat chopped glass fiber (chopped mat strand) and the (6,8,10,12) layer for composite materials different volumetric fraction of fiber reinforcement ranged between (53.3-20%), and the solution pH elected for this study were acetic acid and a potassium hydroxide, which ranged between standard (2-0.5N), or a greater concentration of potassium hydroxide by weight up to about (10.2-2.8%), while

equivalent to increasing the concentration of acetic acid per volume of up to about (15-3.757%). The comparison results showed that increasing the concentration of the chemical quality of the center (acid and base), and temperature, which ranged between (14 to 60)<sup>0</sup>C in addition to the time of immersion, and not more than (34) hours, all of which have a negative impact on the hardness and resistance to compression, Because these communities as they enter the body polymer composite accumulate year after year to be harmful to focus composite materials and properties caused by the overlapping aging materials prepared and it seems clear from the increase in assessed compression deformation and the amount of swelling maximum. The research also found the results are obvious and clear that it could delay the process of increasing the number of layers of limitation fiberglass reinforced epoxy material which accompanied the process of delay does not appear to unforeseen damage to the third eye in the article is strikingly overlapped with the volumetric fraction (29%) compared with the model is the volumetric fraction (20%) when placed in a standard acid solution (2N) and temperature (14<sup>0</sup>C). Accordingly, use of photography to document these macroscopic damage observed in the article overlapped with the volumetric fraction (20%), while ensuring that the optical microscopy imaging to monitor the damage was not seen by the naked eye with the film surfaces and the parts affected side and the article generated in the overlapped with the volumetric fraction (29 %). The result of the extensive use of overlapping in the center base to accelerate the process is faster than aging medium acid.