



## تأثير نوع مادة التقوية على خاصية الصلادة لمتراكب ثرموسيت- ألياف

مجيد شهاب احمد الجابري ، د. فائق حماد عنتر الفهداوي

كلية العلوم - جامعة الانبار / الانبار - العراق

### الخلاصة:

تضمن هذا البحث تحضير نوعين من متراكبات الألياف ولنفس الأساس بطريقة القولبة اليدوية وبكسر حجمي مقداره (25%). تم تقسيم متراكبات الألياف إلى نوعين: مادة متراكبة مكونة من راتنج الايبوكسي كمادة أساس مدعمة بطبقتين وأربع طبقات وست طبقات من الألياف الزجاجية نوع (E-Glass) المحاكاة بشكل حصيرة. مادة متراكبة مكونة من الايبوكسي كمادة أساس مدعمة بطبقتين وأربع طبقات وست طبقات من ألياف الصوف الصخري الخشن. في هذا البحث تم دراسة خاصية الصلادة للمتراكبات أعلاه في الظروف الطبيعية وبعد الغمر بالماء الاعتيادي لفترات زمنية مختلفة هي (5, 10, 15) يوما وبدرجة حرارة الغرفة. أظهرت النتائج العملية بأن قيمة الصلادة السطحية لكلا النوعين من العينات في الظروف الطبيعية تزداد بزيادة عدد طبقات التدعيم وان قيمتها لمتراكبات الالياف الزجاجية اعلى من قيمتها لمتراكبات ألياف الصوف الصخري، وبعد غمر العينات بالماء الاعتيادي لاحظنا ان الصلادة السطحية تقل مع زيادة مدة الغمر بالماء ومع زيادة عدد طبقات التدعيم ولكلا النوعين من المتراكبات، ولكن قيمتها في متراكبات الالياف الزجاجية اكبر من قيمتها لمتراكبات ألياف الصوف الصخري.

### معلومات البحث:

تاريخ التسليم: 2016/6/26  
تاريخ القبول: 2016/11/13  
تاريخ النشر: 2018 / 11 / 27  
DOI: 10.37652/juaps.2022.171669

### الكلمات المفتاحية:

متراكبات الألياف،  
القولبة اليدوية،  
راتنج الايبوكسي،  
الألياف الزجاجية نوع (E-Glass).

### المقدمة:

ان المواد المتراكبة يمكن تعريفها على أنها تلك الأنظمة الصلبة الناتجة عن اشتراك مادتين او أكثر لا يتفاعلان كيميائيا ولكن يتحدان فيزيائيا لتكوين مادة جديدة تمتلك خواص تختلف عن خواص المواد المفردة الداخلة في تركيبها [4,3]. واهم هذه الخواص هي انخفاض الكثافة، ومتانة عالية ووزن خفيف، وانخفاض كلفة التصنيع، ولا تصدأ ولا تتآكل تكون أيضا ذات عزل حراري وكهربائي جيد. تتكون المادة المتراكبة من المادة الأساس (Matrix) ومادة التقوية (Reinforcement)، ومن الممكن ان تكون مادة الأساس ومادة التقوية مكونة من مادة بوليمرية أو سيراميكية أو معدنية [5].

ان معظم المواد المتراكبة ذات الأساس المعدني مثل الحديد والألمنيوم تمتاز بمتانتها العالية ولكن كثافتها العالية جعلتها محدودة الاستعمال، والمواد المتراكبة ذات الأساس السيراميكي تمتاز بتحملها

ان مصطلح المواد المتراكبة حديث التسمية ولكنة قديم العهد، حيث استخدم البابليون القدماء المواد المتراكبة المكونة من الزيت والقش لتعبيد الطرق، واستعملوا شعر الخيل والحيوانات والقش لصناعة قرميد البناء، واستخدم السومريون الزيت والقش لصناعة القوارب، اما الآشوريون فقد استخدموا القش والطين لصناعة الزقورات منذ أكثر من خمسة آلاف سنة [2,1].

College of \*, Corresponding author at Department of physics  
University of Anbar . Anbar – Iraq.science  
E-mail address

استخدام مواد متراكبة ذات خواص ميكانيكية عالية جدا، وذلك عن طريق مزج مادتين او أكثر من مواد التقوية في المادة الأساس او مزج مادتين او أكثر من مواد الأساس لنفس مادة التقوية وذلك لتكوين مواد متراكبة هجينة (Hybrid composi) [10].

### راتنج الايبوكسي Epoxy Resin

الايوكسي كلمة إغريقية مكونة من مقطعين هما (EP) وتعني بين و(OXY) وتعني أوكسجين. ويحتوي راتنج الايبوكسي على مجموعة واحدة او أكثر من مجاميع الايبوكسيدات (Epoxyde) الذي يمثل الوحدة الأساسية لراتنج الايبوكسي، وابطس صيغة له هو الاوكسيران (Oxirane) الذي يمثل مركب حلقي متكون من ذرة أوكسجين مرتبطة بذرتي كاربون مع بعضهما [11] ترتبط مجموعة الايبوكسي كيميائيا مع الجزيئات الأخرى لتشكيل شبكة ثلاثية الأبعاد ذات ربط تشابكي ( Cross Linked Networks)، اما العملية التي يحصل بواسطتها الترابط الكيميائي فتعرف بعملية المعالجة (Curing). وتصنف هذه المواد بوصفها مواد متصلدة بالحرارة (Thermosetting) إذ نلاحظ ان راتنجات الايبوكسي تتحول من سوائل ذات لزوجة واطئة الى مواد صلبة ذات وزن جزيئي عالي عند مزج عوامل المعالجة المناسبة تتحول بسرعة الى الطور المتصلد بالحرارة [12]. يتصلد راتنج الايبوكسي ضمن مدى حراري بين (5C°-180) والراتنج المتصلد يمكنه الاستقرار الحراري لدرجة حرارية تصل الى (250C°). ولا توجد مواد طيارة تنتج خلال عملية التصلد، وهذه الصفة تتميز بها راتنجات الايبوكسي على معظم الراتنجات المتصلدة حراريا [57]. وراتنج الايبوكسي ذو قابلية جيدة للالتصاق لا تحتاج الى ضغط عالي وزمن طويل وقليل الانكماش وذو مواصفات ميكانيكية عالية تجعله يتحمل الاجهادات العالية المسلطة عليه ويمتلك خاصية عزل كهربائي جيدة، اما متراكبات الايبوكسي فتكون ذات مقاومة عالية للمواد الكيميائية [13].

لدرجات الحرارة العالية ومقاومتها للتأكسد، إلا ان مقاومتها للصدمة ضعيفة، وتستخدم في الصناعات الفضائية والصناعات الالكترونية الدقيقة [6]. اما المواد المتراكبة ذات الأساس البوليمري فتعد من أفضل الأنواع المتراكبة وأكثرها شيوعا، لما يتميز به البوليمر المقوى من صفات ميكانيكية عالية، أدت الى استخدامه في الصناعات المدنية والعسكرية [7]. ان اختيار المواد المضافة اللدائنية او المعدنية او السيراميكية يكون حسب نوعية الاستخدام، سواء أكانت استخدامات إنشائية او صناعية او في مجالات حرارية او كهربائية، وتكون مواد التقوية المضافة الى المادة الأساس على أشكال وأنواع مختلفة، فقد تكون على شكل ألياف (Fibers) مستمرة او غير مستمرة (مقطعة) او صوف (Wool)، او على شكل قشور (Flakes) او دقائق (Particles) او حشوات (Fillers). مرتبة اما بشكل منفرد او تكون من عدة طبقات (Laminates) [8,9]. وكثير من المواد المتراكبة لها استخدام واسع في التطبيقات المختلفة التي لا تعتمد فقط على الخواص الفيزيائية والميكانيكية، وإنما تعتمد على قابليتها على تغيير خصائصها طبقا للمواد المستخدمة فيها [9]، وظهر حديثا مصطلح المتراكبات المتقدمة (Advanced Composites) في تصميم مواد متراكبة معينة تمتلك خواص متميزة يتم توصيفها في تطبيقات تكنولوجية ( High Technology) متقدمة لم تكن معروفة من قبل.

ان المواد البوليمرية المدعمة بالألياف هي أكثر المتراكبات البوليمرية شيوعا وذلك لما تتصف به الالياف من خواص شد ومرونة ومتانة عالية واهم العوامل المؤثرة في خواص الالياف المستخدمة في عملية التقوية هي قطر الليف وطوله واتجاهه والكسر الحجمي [10]. ان أول استعمال للمتراكبات البوليمرية المقواة بالألياف الزجاجية قد ظهرت في عام (1930)، حيث دخلت في صناعات الطائرات السيارات والصناعات الكهربائية [5]. ان التطور الصناعي أدى الى البحث عن

إن الألياف الزجاجية المستخدمة في تدعيم راتنج الايبوكسي هي من نوع (E-glass) والمحاكاة بشكل حصيرة (Woven Roving) ومن النوعية الخشنة. ويعتبر هذا النوع من الألياف الأكثر شيوعا في الاستخدامات الصناعية بسبب متانتها وصلابتها الجيد وسهولة إنتاجها وتوفرها في الطبيعة.

## 2. الياف الصوف الصخري Rock wool fiber

تصنع ألياف الصوف الصخري من صخور البازلت بشكل ألياف طويلة أو ألياف مقطعة، وتمتلك كثافة مقدارها  $(0.7 \frac{gm}{cm^3})$ . تعد الألياف من العوازل الحرارية نظرا لما تمتاز به من مقاومة حرارية تصل إلى  $(8000C^{\circ})$ ، ومقاومة كيميائية عالية .

### تحضير النماذج المختبرية :

استخدمت طريقة القولية اليدوية (Hand lay-up molding) في تحضير المتراكبات البوليمرية لأنها من الطرق السهلة والشائعة الاستعمال، وتتلخص هذه الطريقة بما يلي:

#### 1. تهيئة القالب المستخدم لصب المواد المتراكبة وكما يلي:

a. نقطع لوحين زجاجيين بأبعاد (30cm X 30cm X0.6cm) ليمثل احدهما القاعدة التي يتم الصب عليها والآخر يمثل الغطاء.

b. ننظف اللوحين الزجاجيين قبل البدء بعملية الصب بالماء والصابون جيدا لغرض إزالة المواد العالقة والأتربة وبعدها يتم تجفيف اللوحين بفرن تجفيف بدرجة حرارة  $(50^{\circ}C)$  ولمدة (15) دقيقة وذلك لتبخير الدهون والمواد العضوية الأخرى.

c. نغلف اللوحين الزجاجيين (القاعدة والغطاء) بورق حراري لضمان سهولة استخراج المصبوبات من القالب والحيلولة دون التصاقها بالقالب بعد اكتمال عملية التصلب .

d. نضع القالب في مكان مستوي ويكون جاهزا لصب العينات .

#### 2. تحضير العينات المتراكبة

## المضافات Additives:

وهي مواد كيميائية غالبا ما تكون صلبة تضاف لتطوير بعض الخواص الفيزيائية، الميكانيكية، الكهربائية... الخ حسب ما يتطلبه التصميم النهائي للمادة المطلوب تحضيرها من حيث الاستخدام الجديد للبوليمر او لتقليل كلفة المنتج. في هذا تم استخدام نوعين من المضافات وهي الياف الزجاج (GF) والياص الصوف الصخري (RWF) والغرض منه تحسين متانة راتنج الايبوكسي. وتعد الالياص الزجاجية من المواد الاساسية المستعملة في تدعيم الراتنجات بشكل عام، وذلك لكونها سهلة التصنيع، والتشكيل، وتمتاز بالمتانة العالية، والكلفة الاقتصادية الواطئة.ايضا يتم تصنيع الصوف الصخري محليا من صخور البازلت وهي صخور قاعدية سطحية متكونة من الصخور البركانية التي تتدفق فوق سطح الارض [14].

## الجزء العملي

### المواد المستخدمة

#### المادة الاساس Matrix Material:

#### راتنج الايبوكسي Epoxy Resin:

استخدم في هذا البحث راتنج الايبوكسي من نوع (EP10) المستورد من شركة (Fostore) الأردنية كمادة أساس في تحضير المادة المتراكبة . ويمتاز راتنج الايبوكسي بأنة سائل شفاف ولزج ذو كثافة  $(1.4-1.1 \frac{g}{cm^3})$ . يتحول راتنج الايبوكسي إلى الحالة الصلبة بعد إضافة مصلد إليه والذي يكون سائل شفاف بدرجة حرارة الغرفة  $(30^{\circ}-18C)$  والمصلد المستخدم هو من نوع ميتا فنيولين دايمين (MPDA) (Meta Phenylen Diamine) وينسبة خلط (1:3).

#### مواد التدعيم Reinforcing material :

في هذا البحث تم استعمال نوعين من مواد التدعيم لتقوية راتنج

الايوكسي وهي:

#### 1. الالياص الزجاجية Glass fiber

في قيم الصلادة لهذه المتراكبات، وذلك لان فحوصات الصلادة تعتمد على مقاومة الاختراق لأسطح هذه المواد. وتتأثر الصلادة بعدد من العوامل وأهمها:

a. نوع القوى الرابطة بين الجزيئات.

b. نوع السطح.

c. درجة الحرارة وظروف تحضير المادة المتراكب.

في بحثنا هذا تم قياس الصلادة السطحية للعينات باستخدام طريقة (شور D) قبل الغمر بالماء وبعده ، ولفترات زمنية مختلفة.

الجدول (1) يوضح قيم الصلادة لمتراكبات الالياف الزجاجية و متراكبات اليااف الصوف الصخري قبل الغمر بالماء وبعده وبدرجة حرارة الغرفة .

| Sample Number | Sample composition | Hardness (N/mm <sup>2</sup> ) |                      |        |        |
|---------------|--------------------|-------------------------------|----------------------|--------|--------|
|               |                    | N.C                           | Immersion Time (day) |        |        |
|               |                    | 0                             | 5                    | 10     | 15     |
| 1             | EP+2 LG.F          | 67.333                        | 65.5                 | 59.667 | 51.166 |
| 2             | EP+4 LG.F          | 70.833                        | 68.833               | 63.333 | 55.667 |
| 3             | EP+6 LG.F          | 75.166                        | 71.166               | 65.833 | 59.333 |
| 4             | EP+2 LR.W          | 64.333                        | 59.5                 | 55.333 | 49.667 |
| 5             | EP+4 LR.W          | 67.166                        | 63.667               | 59.166 | 52.5   |
| 6             | EP+6 LR.W          | 70.333                        | 66.5                 | 62.5   | 55.333 |

اختبار الصلادة في الظروف الطبيعية  
Hardness test in natural Condition

a. نتائج فحص الصلادة لمتراكبات الألياف الزجاجية المتعامدة  
الجدول(1) يوضح قيم الصلادة لنوعين من المتراكبات وهما:

متراكبات الألياف الزجاجية المتعامدة نوع (E- Glass) و متراكبات الصوف الصخري وبعده من الطبقات هي (2,4,6) طبقة لكل منهما في الظروف الطبيعية وبدرجة حرارة الغرفة.

الجدول (1) والشكل (1) يوضحان بأن قيم الصلادة لمتراكبات الألياف الزجاجية في الظروف الطبيعية تزداد بزيادة عدد طبقات التدعيم. حيث نلاحظ إن قيمة الصلادة عند تدعيم اليبوكسي بطبقتين

في هذا البحث تم تحضير نوعين من العينات المتراكبة وبنفس الكسر الحجمي (25%) وهما:

a. عينات المادة المتراكبة المكونة من راتنج اليبوكسي المدعم بالألياف الزجاجية نوع (E-Glass) المحاكة بشكل حصيرة خشنة.

b. عينات المادة المتراكبة المكونة من راتنج اليبوكسي المدعم بألياف الصوف الصخري.

وعند تحضير العينات من النوعين أعلاه تم إتباع الخطوات التالية:

1. تقطيع الألياف الزجاجية أو ألياف الصوف الصخري بأبعاد 20cm × 20cm .

2- تتم عملية خلط راتنج اليبوكسي المضاف إلي مصلده بنسبة وزنيه (1:3)، خلطا جيدا باستخدام الخلاط الكهربائي وبعدها نصب قليلا من هذا الخليط المتجانس على قاعدة القالب المغطى بالورق الحراري وبعدها نضع طبقات ألياف التدعيم على القاعدة مع مراعاة صب الراتنج بين طبقات الألياف .ثم نضع فوقه الورق الحراري والغطاء الزجاجي ونضع ثقلا مناسباً على الغطاء لضمان تجانس السمك وخروج الفقاعات.

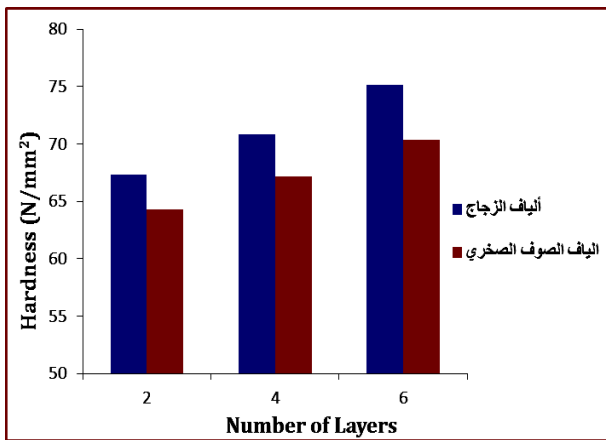
3- يترك القالب فترة زمنية (72) ساعة بدرجة حرارة الغرفة لكي يكتمل التصلب.

4- نضع العينات في فرن تجفيف بدرجة حرارة (50°C) ولمدة (6) ساعات وذلك لتقليل الاجهادات الداخلية المتكونة إثناء النقل وأيضاً للحصول على أفضل تشابك.

النتائج العملية لفحص الصلادة :

إن الصلادة هي معيار للتشوه اللدن الذي تعانیه المادة المعرضة للإجهاد الخارجي، لذا فإن عملية تدعيم اليبوكسي بعدد من طبقات الألياف الزجاجية المتعامدة أوألياف الصوف الصخري قد تؤدي إلى تغير

الصلادة عند طبقتين من ألياف الصوف الصخري هي  $(64.333\text{N/mm}^2)$  وتزداد هذه القيمة عند أربع طبقات من الصوف الصخري إلى  $(67.166\text{N/mm}^2)$  ثم تصل إلى  $(70.333\text{N/mm}^2)$  عند ست طبقات من ألياف الصوف الصخري. وعند مقارنة قيم الصلادة لمتراكبات الألياف الزجاجية الموضحة وألياف الصوف الصخري الموضحة بالشكل (1) نجد إن قيم الصلادة لألياف الصوف الصخري هي اقل من قيمها للألياف الزجاجية ولكافة طبقات التدعيم والسبب في ذلك يعود إلى قوة التلاصق بين الأيوكسي والألياف حيث يكون الالتصاق بين طوري الأيوكسي والألياف الزجاجية المتعامدة (أي المحاكاة بشكل حصيره) قوي جدا نتيجة نفوذ وتغلغل راتنج الأيوكسي بين الألياف الزجاجية . أما قوة التلاصق بين الأيوكسي وألياف الصوف الصخري فإنها تكون اقل وذلك لصعوبة نفوذ وتغلغل راتنج الأيوكسي إلى داخل ألياف الصوف الصخري وترطيبها نتيجة لوجود الفراغات الهوائية وبالنتيجة يكون التصاقها مع بعضها أو مع سلاسل راتنج الأيوكسي اقل مما في متراكبات الألياف الزجاجية وبالتالي تكون صلابتها اقل مما في متراكبات الألياف الزجاجية ولكافة طبقات التدعيم.



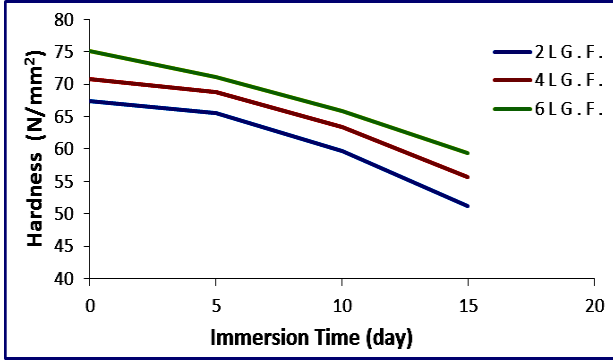
الشكل (1) يوضح علاقة الصلادة مع عدد الطبقات لمتراكبات الألياف الزجاجية المتعامدة والألياف الصوف الصخري في الظروف الطبيعية.

من الألياف الزجاجية المتعامدة هي  $(67.333\text{N/mm}^2)$  وتزداد إلى القيمة  $(70.833\text{N/mm}^2)$  عند التدعيم بأربع طبقات من الألياف الزجاجية ثم تزداد إلى القيمة مقدارها  $(75.166\text{N/mm}^2)$  عند التدعيم بست طبقات من الألياف الزجاجية . والسبب في ذلك يعود إلى زيادة التشابك والتراص الذي يقلل من حركة جزيئات البوليمر ويؤدي إلى زيادة مقاومة المادة للخدش [15]. فتزداد مقاومتها للتشوه اللدن حيث تعتمد صلادة المواد على نوع القوه التي تربط بين الذرات أو الجزيئات في المادة، فكلما كان الربط اقوي تزداد قيمة الصلادة، لذا فأن الربط القوي عند السطح البيني بين الطورين لراتنج الأيوكسي والألياف الزجاجية المتعامدة أدى إلى زيادة الصلادة . وبزيادة عدد الأسطح البينية بين الأيوكسي والألياف الزجاجية مع زيادة عدد طبقات الألياف الزجاجية المتعامدة يزداد الربط القوي بينهما وبالتالي زيادة قيمة الصلادة إضافة إلى ذلك فأن الألياف الزجاجية المتعامدة هي التي ستتحمل الجزء الأكبر من الإجهاد المسلط ومقاومة التشوه اللدن [16].

كما ان راتنج الأيوكسي يمتلك سلاسل بوليمرية متشابكة وقوة التصاق عالية مع الألياف الزجاجية المتعامدة والناجمة من وجود المجاميع المستقطبة [17].

#### b. نتائج فحص الصلادة لمتراكبات الصوف الصخري:

النتائج العملية لقيم الصلادة لمتراكبات الصوف الصخري موضحة بالجدول (1) والشكل (1). حيث يتضح من الشكل (1) بان قيمة الصلادة تزداد مع زيادة عدد طبقات الصوف الصخري في المادة المترابكة، ويعزى سبب ذلك إلى ترتيب الألياف الطويلة والتناقص في الفجوات الهوائية المحصورة ما بين حزم الألياف والطبقات وكذلك اتجاهية الألياف، فعند زيادة عدد الطبقات ستزداد مناطق التماس بين طوري الأيوكسي وألياف الصوف الصخري عن طريق السطح البيني وهذا ما يؤدي إلى زيادة الصلادة . ففي الشكل (1) نجد إن قيمة

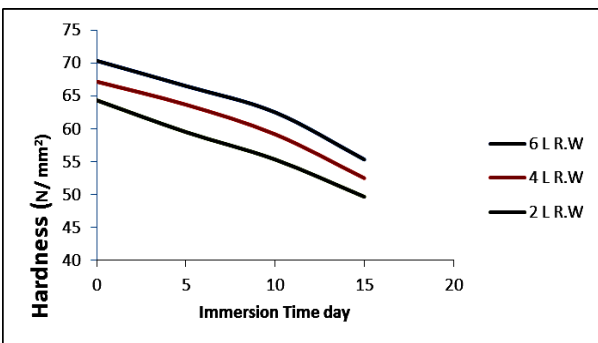


الشكل (2) يوضح علاقة الصلادة مع مدة الغمر بالماء لمتراكبات الألياف الزجاجية المتعامدة.

اختبار الصلادة لمتراكبات ألياف الصوف الصخري بعد الغمر بالماء: من الجدول (1) والشكل (3) نلاحظ بأن الصلادة لمتراكبات ألياف الصوف الصخري تقل مع زيادة زمن الغمر بالماء ولفترات زمنية ( 5, 10, 15 ) يوم.

وسبب ذلك يعود إلى إن ألياف الصوف الصخري تكون ذات أبعاد غير منتظمة وبذلك فأنها تكون أقل انتشارا وتوزيعها غير منتظم خلال المادة الرابطة لذا تكون امتصاصيتها للماء أقل مما للعينات المدعمة بالألياف الزجاجية المتعامدة ولنفس فترة الغمر . وذلك لأن الألياف الزجاجية المتعامدة تكون ممتدة في كل أجزاء المادة الرابطة وهذا يعني زيادة الانابيب الشعرية التي ينفذ من خلالها الماء مما يجعل امتصاصيتها للماء أكبر مما لألياف الصوف الصخري [19].

الأشكال (4)، (5)، (6) توضح مقارنة قيم الصلادة لمتراكبات الألياف الزجاجية المتعامدة و متراكبات ألياف الصوف الصخري مع مدة الغمر ولمختلف طبقات التدعيم .



الشكل (3) يوضح علاقة الصلادة مع مدة الغمر بالماء لمتراكبات ألياف الصوف الصخري.

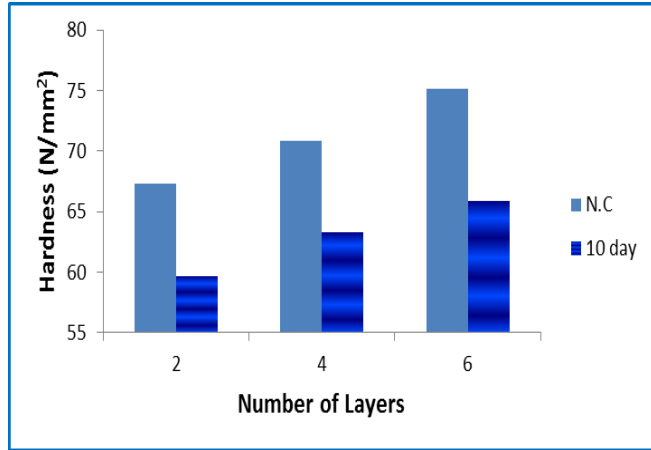
## 2. اختبار الصلادة بعد الغمر بالماء Hardness Test After Immersion In Water

لمعرفة تأثير الماء على العينات التي تم تحضيرها وهي متراكبات الألياف الزجاجية المتعامدة و متراكبات ألياف الصوف الصخري، فقد تم غمرها بالماء الاعتيادي ولفترات زمنية مختلفة وهي ( 5, 10, 15 ) يوم وبدرجة حرارة المختبر . النتائج العملية لقيم الصلادة حسب فترات الغمر أعلاه موضحة بالجدول (1).

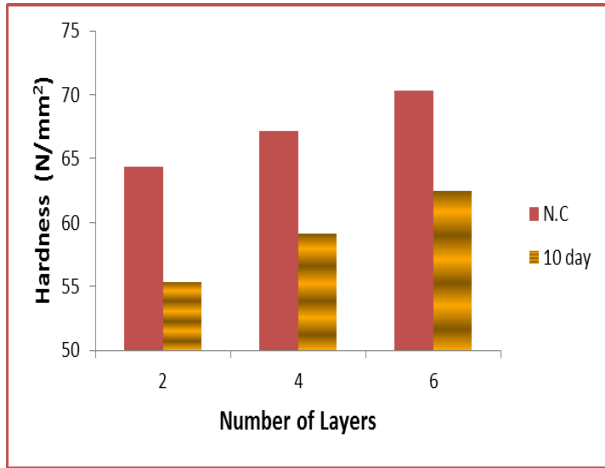
a. اختبار الصلادة لمتراكبات الألياف الزجاجية المتعامدة بعد الغمر بالماء:

الجدول (1) والشكل (2) يوضحان بأن قيمة الصلادة لمتراكبات الألياف الزجاجية تقل مع زيادة مدة الغمر بالماء ولكافة الطبقات وسبب ذلك يعود إلى إن راتنج الايبوكسي الذي يحيط بالألياف الزجاجية عندما يوضع في الماء ذات الوزن الجزيئي الواطئ، فأن جزيئات الماء تحاول التوغل إلى السطح البيني من خلال طور الايبوكسي مبتدئة بملئ الفجوات الرقيقة والفراغات الموجودة بين عناصر التركيب الفوق الجزيئي (Super Molecular Structure) مما يؤدي إلى ابتعاد السلاسل البوليمرية عن بعضها وتكوين ضغط كاف لتحطيم الأواصر الكيماوية بين الذرات في السلسلة البوليمرية وهذا يقود إلى تفككها إلى مركبات ذات وزن جزيئي واطئ نتيجة لحدوث ظاهرة المحج البوليمري ( Desorption ) [18]. إن تحلل المادة الأساس سوف يعمل على تحطيم وفك الروابط البينية بين الألياف والمادة الأساس مما يساعد على نفوذ الماء إلى داخل المادة المتراكبة وانسلاخ الليف عن الايبوكسي وهذا بدوره يؤدي إلى قلة صلادة المادة .

الشكلان (7)، (8) يمثلان مقارنة قيم الصلادة لمتراكبات الألياف الزجاجية و متراكبات ألياف الصوف الصخري في الحالتين الجافة والغمر لمدة (10) يوم ولمختلف طبقات التدعيم. ومنها نجد إن قيم الصلادة في الحالة الجافة اكبر مما في حالة الغمر بالماء ولمختلف الطبقات ولكلا النوعين من المتراكبات.

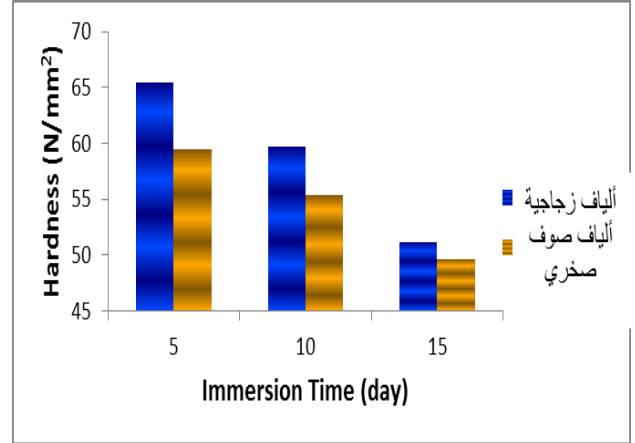


الشكل (7) يوضح مقارنة لقيم الصلادة في الحالتين الجافة والغمر بالماء لمدة (10) يوم لمتراكبات الألياف الزجاجية المتعامدة ولمختلف طبقات التدعيم .

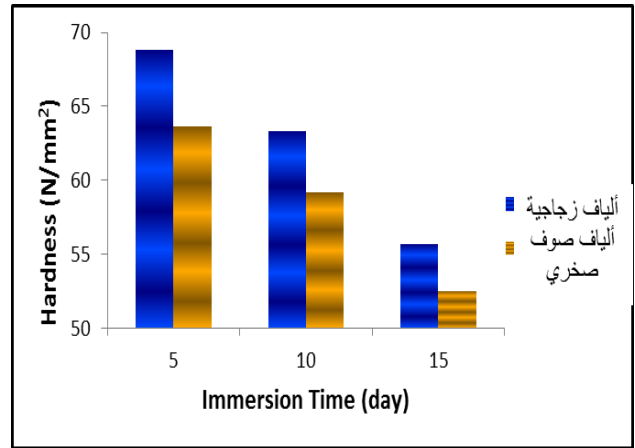


الشكل (8) يوضح مقارنة لقيم الصلادة في الحالتين الجافة والغمر بالماء لمدة (10) يوم لمتراكبات ألياف الصوف الصخري ولمختلف طبقات التدعيم.

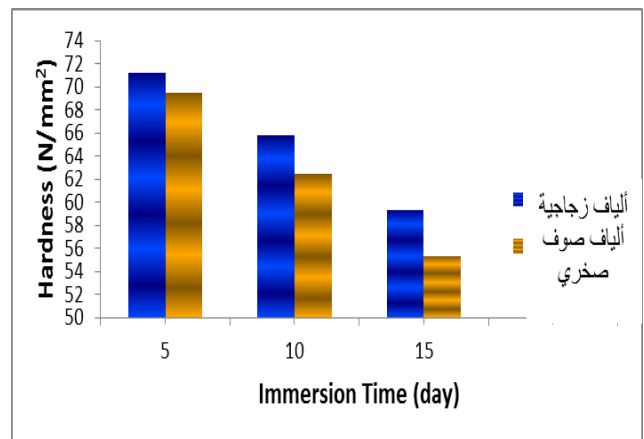
من الشكلين (7)، (8) اللذان يوضحان مقارنة لقيم الصلادة في الحالة الجافة، وحالة الغمر بالماء لكلا النوعين من الاللياف الزجاجية المتعامدة، واللياف الصوف الصخري، ولمختلف طبقات التدعيم، ولمدة غمر (10) أيام نجد في حالة الاللياف الزجاجية ان قيمة الصلادة في الحالة الجافة تكون اكبر منها في حالة الغمر بالماء لمدة (10) أيام،



الشكل (4) يوضح مقارنة لقيمة الصلادة لطبقتين من متراكبات الألياف الزجاجية المتعامدة وطبقتين من ألياف الصوف الصخري مع مدة الغمر بالماء .



الشكل (5) يوضح مقارنة لقيمة الصلادة لأربع طبقات من متراكبات الألياف الزجاجية المتعامدة وأربع طبقات من متراكبات الصوف الصخري مع مدة الغمر بالماء .



الشكل (6) يوضح مقارنة لقيمة الصلادة لستة طبقات من متراكبات الألياف الزجاجية المتعامدة وستة طبقات من ألياف الصوف الصخري مع مدة الغمر بالماء .

2. مقارنة قيم الصلادة للحالتين الطبيعية والمغمورة بالماء :

3- تقل الصلادة مع مدة الغمر بالماء الاعتيادي ولكافة طبقات التدعيم لمتراكبات الألياف الزجاجية المتعامدة ومتراكبات ألياف الصوف الصخري.

#### المصادر:

1. M. O. W. Rechadson, "Polymer Engineering Composites", Applied science pud LTD, London 1977.
- 2-1. د. كوركيس عبدأل آدم، د. حسين علي كاشف الغطاء، "تكنولوجيا البوليمرات"، جامعة البصرة، كلية العلوم، 1983.
3. M. Garyson, " Encyclopedias of composite materials and components", John Wiley and sons, Newyork, 1993 .
4. L.H. Sperling, " Introduction to physical polymer science ", Lehigh university, John Wiley and sons, Inc, USA, 2006.
- 5- فريريليمر، ترجمة د. صلاح محسن عليوي " أساسيات علم البوليمر" قسم الكيمياء، كلية العلوم، جامعة الموصل، 1971.
6. M.A. Meyers and k.k. Chawla, "Mechanical behavior of materials "، Newjersy prentice Hall, 1999 .
7. J.G. Morley, "High performance of fiber composites "، university of Nottingham, UK, 1987.
8. A.M . Hindeleh and sh. Abdo, "Relationship between Crystalline Structure and mechanical Properties in Kevlar ® 9 fibers", Journal of polymer communication , vol. 30, N: 6, pp (184-186), 1989 .
9. Microsoft, Encarta, " composite materials Encyclopedia "، 2000.
10. W. Bolton, Engineering material Technology", Third Edition, Newyork, 1998.
11. R . Mibly, " plastic Technology "، MC Graw – Hill, Inc, USA, 1973.
12. A. C. Grag and Y . W . Mai, " Failur Mechanism in Toughned Epoxy Resins– Areview ", Composites

وسبب ذلك يعود الى ان راتنج الايبوكسي عندما يوضع في الماء ذي الوزن الجزيئي الواطئ فأن جزيئات الماء تتوغل الى السطح البيني من خلال طور الايبوكسي حيث تبدأ بملء الفجوات والفراغات بين عناصر التركيب الفوق الجزيئي مما يؤدي الى ابتعاد السلاسل البوليمرية وتكوين ضغط يكفي لتحطم الأواصر الكيماوية بين الذرات في السلسلة البوليمرية ويجعلها تتفكك الى مركبات ذات وزن جزيئي واطي، وتحلل المادة الأساس يعمل على تحطيم وفك الروابط البينية بين الالياف والمادة الأساس مما يساعد على توغل الماء الى داخل المادة المتراكبة وانسلاخ الليف عن الايبوكسي مما يؤدي الى قلة الصلادة. اما في حالة الياف الصوف فأن قيم الصلادة كذلك تكون في الحالة الجافة اكبر منها في حالة الغمر بالماء لمدة (10) أيام ولمختلف طبقات التدعيم والسبب في ذلك يعود الى ان قوة التلاصق بين الايبوكسي والياف الصوف الصخري تكون قليلة وذلك لصعوبة تغلغل راتنج الايبوكسي الى داخل الياف الصوف الصخري نتيجة لوجود الفراغات الهوائية ومن ثم يكون التصاقها مع بعضها، او مع سلاسل راتنج الايبوكسي قليلة مما يؤدي الى سهولة دخول الماء الى داخل هذه الالياف ومن ثم يؤدي الى قلة صلادة هذه المادة المدعمة بهذه الالياف أي الياف الصوف الصخري.

#### الاستنتاجات Conclusions

1- تزداد قيم الصلادة بزيادة عدد طبقات التدعيم لمتراكبات الألياف الزجاجية المتعامدة ومتراكبات ألياف الصوف الصخري في الظروف الطبيعية.

من خلال النتائج التي تم التوصل إليها في هذه الدراسة يمكن أن نستنتج مايلي:

2- إن قيم الصلادة لمتراكبات الألياف الزجاجية المتعامدة تكون اكبر منها في متراكبات ألياف الصوف الصخري في الظروف الطبيعية ويعد الغمر بالماء.



- composite matrix reinforced by fibers and particles", Msc .Thesis, Material Engineering, 2008.
18. A. Apicella, C. Miqliaresi, C. Nicodemo, L. Nicolais, I. Lucerino, and S. Roccotelli "Composites ", vol. 13, no: 4, pp (406 -410), 1982.
- 19-بان مازن الشابندر، " دراسة الخواص الكهربائية لمتراكب الايبوكسي المدعم بالألياف الزجاجية"، رسالة ماجستير، جامعة بغداد، كلية العلوم، 2005.
- Science and Technology, vol . 31, NO. 3, pp .(179 - 223), 1988.
- 13.L . Hnery and k . kevitteg, " Hand book of Epoxy Resin ", MC – Graw Hall, 1967..
14. A. D. Car wad and Lawrence, " Analysis and performance of fiber composites ", John and sons, USA, 1980..
- 15.W. Yang, W. Shi, Z. M. Li, B. H. Xie and J. M. Feng, "Mechanical Properties of Glass Bead-Filled Linear Low Density Polyethylene", J. of Elastomer and plastic , vol. 36, No.3, pp(251 -265), 2004.
- 16-نور طيب الذهبي، " دراسة الخواص الفيزيائية لمتراكبات بوليمرية"، رسالة ماجستير، كلية العلوم، الجامعة المستنصرية، 2002.
- 17.Q . A. Hamad AL – Jubohri, "Studying Mechanical and physical properties for polymer matrix

## effect of the type of reinforcing for hardness properties for (thermoset – fibers) composite.

Majeed SHihab Ahmed, Prof . Dr. Faik Hammad Anter

Department of physics. College of science. University of Anbar . Anbar – Iraq

### Abstract:

This research included preparation of two types of fiber composites and the the basis as ato break the stereotypes and manual volumetric rate of 25% . The characterization of the fiber is divided into two types:

Overlapping material composed of epoxy resin as a subsidized two layers and four layers. six layers of fiber glass basis of the type (E-Glass) is woven mat.

Overlapping material composed of epoxy as supported by two layers and four layers. six layers of caors rock wool fibers basis . In this paper the hardness characteristic study of the above complexes in natural conditions and after immersion normal water for different time periods is (5,10,15) days at room temperature . The results showed the process that the value of surface hardness for both types of specimens in natural conditions increases with the number of layers of reinforcement and that the value of the complexes fiberglass higher than the value of the complex rock wool fibers, after immersion the samples with water usual noticed that the surface hardness decreases with increasing duration of water immersion and with increasing number of reinforcement layers and both types of complexes. but their value in the complexes, fiberglass largest of its value for the characterization of rock wool fibers .