

## دراسة تأثير درجة الحرارة والأشعة فوق البنفسجية على قيم التوصيلية الحرارية لمواد متراكبة هجينة

علي حسن رسن هذال\* و د. بلقيس محمد ضياء الدباغ\*\*

تاريخ التسلم: 2008/8/3

تاريخ القبول: 2009/3/5

### الخلاصة

تم في هذا البحث تحضير مادة متراكبة هجينة تحوي مادة أساس واحدة هي راتنج الايبوكسي (EP) مقواة بأنواع مختلفة من ألياف طبيعية وصناعية ( ألياف الزجاج المحاكة والعشوائية + ألياف الكفلر 49 + الألياف المعدنية + ألياف النخيل ) وبكسر حجمي مقداره 25% . إن جميع العينات الخاصة بالاختبارات الحرارية كانت قد حُضرت باستخدام الطريقة الميكانيكية واستخدمت طريقة القولية اليدوية في تحضير القوالب الهجينة . أجريت اختبارات حرارية تضمنت استخدام قرص لي لحساب معامل التوصيل الحراري في درجات حرارية مختلفة. وأظهرت النتائج تحسناً كبيراً في خواص المادة المتراكبة الحاوية على الأسلاك المعدنية لما تتمتع به المعادن من خصائص أدت إلى تحسن الخواص الحرارية. كما لوحظ التأثير الإيجابي لعملية التوجيه في الألياف من خلال النتائج المستحصلة من الهجين الحاوي على الألياف الموجهة ومقارنته بالهجين الحاوي على الألياف العشوائية . ولتوضيح تأثير الأشعة فوق البنفسجية على الخصائص الحرارية . تم تعريض نماذج التوصيلية الحرارية لفترات زمنية مختلفة من الأشعة فوق البنفسجية . وأظهرت النتائج انه كلما ازدادت فترة التعرض إلى الأشعة فوق البنفسجية قلت قيمة التوصيلية الحرارية .

## Study of temperature and ultraviolet radiation effect on the values of thermal conductivity of hybrid composite materials

### Abstract

In this research work a hybrid composite material was prepared contains a matrix which is Epoxy resin (EP) natural and fabricated fibers (Kevler fiber + Woven and short glass fiber + Palm fiber + Metal fiber), the volume fraction for all hybrid composite material was 25 %.

All samples were prepared by hand lay up process.

Thermal tests were done by using Lee disk to determine the coefficient of thermal conductivity at different temperatures, the results obtained showed good improvement of thermal conductivity values of the composite material consists of metal wires as result of improve the thermal conductivity. Also the results showed positive effect of the directionality of fibers to the hybrid which contains fibers as compared with hybrid contents short fibers.

To explain the effect of the ultraviolet (UV) radiation on the thermal properties, the samples were exposed for a period of time to (UV); the results show that as the exposure time increased the thermal conductivity of samples decrease.

**Key words:** Ultraviolet (UV), Hybrid composite (HC), Thermal conductivity (TC)

النماذج كما أوضحت النتائج التأثير السلبي للأشعة فوق البنفسجية على قيم التوصيلية الحرارية حيث

مقدمة:

لقد شاع استخدام المواد المتراكبة ذات الوسط الراتنجي في اغلب التصميمات الحديثة نظراً لتفوق خواصها الحرارية على بقية المواد الأخرى فهناك تطبيقات عديدة قد برزت فيها الحاجة إلى مواد ذات قابلية عالية على التحمل لدرجات حرارية مرتفعة التي قد تتعرض لها المادة أثناء الخدمة بحيث يمكن استخدامها كواقيات حرارية (1)

انخفضت قيم التوصيلية مع زيادة فترات التعرض إلى الأشعة .

قامت الباحثة (5) بدراسة تأثير عدد الطبقات لمتراكب الايبوكسي المدعم بألياف الزجاج العشوائية المتعامدة على متانة الكسر والتوصيلية الحرارية حيث أظهرت النتائج أن متانة الصدمة والتوصيلية الحرارية تزداد بزيادة عدد طبقات التدعيم .

درست الباحثة (2) تأثير الأشعة فوق البنفسجية على قيم التوصيلية الحرارية وعلى قيم الخصائص الميكانيكية الأخرى لمواد راتنجية (راتنج البولي استر الغير المشبع وراتنج الايبوكسي ) وعلى مواد متراكبة من نفس الراتنجات مقواة بألياف صناعية مختلفة ( ألياف الزجاج , ألياف الكفلر وألياف الكربون ) ولمواد متراكبة هجينة تجمع كل الألياف وبكسر حجمي 10% وسجلت القياسات انخفاض في قيم التوصيلية الحرارية مع زيادة فترات التعرض إلى الأشعة فوق البنفسجية مقارنة مع العينات الغير المعرضة إلى نفس الأشعة ونفس الشيء تكرر على باقي الخصائص الميكانيكية .

### 1- 2: الموصلية الحرارية:

الحرارة نوع من الطاقة شأنها شأن باقي الطاقات مثل الطاقة الحركية والطاقة الكهربائية والطاقة الصوتية وغيرها. وأنه إذا تولدت حرارة فأن ذلك يكون بقدر الشغل المبذول في توليدها حيث تنتقل الحرارة من الموضع الساخن إلى الموضع البارد ببعض أو كل الطرائق التالية (1)

(a) التوصيل Conduction.

(b) الحمل Convection.

(c) الإشعاع Radiation.

فمن الجدير بالذكر أن انتقال الحرارة بالتوصيل أو الحمل يكون بطيء نسبة لانتقال الحرارة بالإشعاع لأن سرعة الإشعاع هي سرعة الضوء  $10^8 * 3 \text{ Km.Sec}^{-2}$  هنا سوف يتم تسليط الضوء على انتقال الحرارة بالتوصيل لأن انتقال الحرارة بالحمل لا يحدث إلا في السوائل والغازات حيث تكون الجزيئات حرة الحركة. وتحسب قيمة التوصيلية الحرارية من خلال المعادلة رقم (1) (6, 7) :

$$K = \left( \frac{T_B - T_A}{ds} \right) = e \left( T_A + \frac{2}{r} \left( d_A + \frac{1}{4} ds \right) T_A + \frac{1}{2r} ds T_B \right) \quad (1) \dots\dots$$

وتحسب  $e$  من كمية الحرارة المسلطة

$$H = I \cdot V = p^2 \cdot e \cdot (T_A + T_B) + 2p \cdot e \cdot \left( d_A \cdot T_A + \frac{ds}{2} (T_A + T_B) \right) + d_B \cdot T_B + d_C \cdot T_C \quad (2) \dots\dots$$

حيث  $H$ : المعدل الزمني للطاقة المسلطة على ملف التسخين.

$e$ : كمية الحرارة المفقودة في ثانية واحدة للسنتيمتر المكعب.

$d$ : سمك القرص.

$r$ : نصف قطر القرص.

قام الباحثون (3) بدراسة الخصائص الحرارية للفينيل استر قبل وبعد التسليح بالألياف الصناعية نوع E – glass وبشكل حصيرة محاكاة Woven Roven وبكسر حجمي 43% ومقارنته مع نفس المادة مسلحة بألياف الكربون عالية الانفعال High Strain Woven Roven أيضا بشكل حصيرة وقد تمت دراسة تأثير الأشعة فوق البنفسجية على هذه المواد بفترات مختلفة وأجريت المقارنة بهدف الحصول على أحسن الخواص وقد بينت النتائج إن الأشعة تؤثر سلبيا على خاصية التوصيلية الحرارية كذلك أظهرت النتائج إن المواد المقواة بألياف الكربون تمتلك معامل توصيل حراري عالي مقارنة مع المواد المقواة بألياف الزجاج .

درس الباحثون (4) تأثير الأشعة فوق البنفسجية على قيم التوصيلية الحرارية لمادة متراكبة من الايبوكسي مقواة بأنواع مختلفة من الألياف الصناعية والطبيعية ( ألياف الزجاج , ألياف الكفلر وألياف النخيل ) وبكسور حجمية مختلفة ( 25% , 40% ) وأوضحت النتائج إن المواد المتراكبة المصممة من ألياف الزجاج وبكسر حجمي 40% تمتلك خصائص أفضل بالمقارنة مع باقي

**1-2 المواد المستعملة في البحث:****1-1-2 المادة الأساس Matrix Material**

المادة الأساس المستخدمة في هذا البحث هي راتنج الايبوكسي (Epoxy) نوع (Cy223) حيث يكون على هيئة سائل لزج في درجة حرارة الغرفة والتي هي بحدود  $0^{\circ}C$  (18-30) يتحول إلى الحالة الصلبة بعد إضافة المصلد (Hardener) إلى الراتنج، والمصلد المستخدم من نوع (Modified Amine Hardener) (Hy956) وهو سائل شفاف يضاف إلى الايبوكسي بنسبة (4:1) إي كل (4 غم) من الايبوكسي يضاف لها (1 غم) من المصلد علماً إن المادة مجهزة من شركة (Ciba-Geigy).

**1-2-1 مواد التقوية: Reinforcement Materials-**

استخدمت الألياف (Fibers) كمادة لتقوية الوسط الراتنجي (راتنج الايبوكسي) وهي على أربعة أنواع. لقد تم استعمال نوعين من الألياف الزجاجية (E-Glass) في الدراسة الحالية. الأول بشكل ألياف قصيرة Short Fiber وبأطوال معينة تتراوح ما بين (6-8)mm وذات قطر  $(10-14 \mu m)$ . والثاني ألياف محاكاة بشكل حصيرة Woven Roving (W.R) وبقطر  $(10-14 \mu m)$  ولقد تم طمر الألياف في المادة الراتنجية (البولي استر الغير مشبع) بشكل مرتب على هيئة طبقات (منتظمة) بشكل عشوائي (غير منتظم) لقد استخدمت ألياف الكفلر (49) في البحث لغرض التقوية وتصنيع مادة متراكبة هجينة وهي تكون ذات لون اصفر ولكن هذا اللون يتغير حسب الحياكة وتكون بشكل حصيرة من الألياف woven roving وبالطريقة المحاكاة علماً إنها مصنعة من شركة Dupont (5,4,3). في هذا البحث تم الحصول على مادتين متراكبتين هجينتين من الهجائن الثلاث تحوي على ألياف الكفلر (49)، الهجين الأول متكون من ألياف الزجاج المحاكاة + ألياف الكفلر (49). والهجين الثاني مكون من ألياف الزجاج المحاكاة + ألياف الكفلر 49 + ألياف معدنية (أسلاك معدنية). في هذا البحث تم استخدام الألياف النباتية مضافة إلى ألياف الزجاج لتصنيع مادة متراكبة هجينة وكانت الألياف من النوع المأخوذ من قواعد أوراق النخيل بعد عمليات التكريب التي تجري سنويا.

K : التوصيلية الحرارية

T<sub>A</sub> : درجة حرارة القرص AT<sub>B</sub> : درجة حرارة القرص Bd<sub>A</sub> : سمك القرص Ad<sub>B</sub> : سمك القرص Bd<sub>C</sub> : سمك القرص C

I : التيار الكهربائي المار

V : فرق الجهد الكهربائي المسلط

أن إضافة ألياف المعادن للمواد المتراكبة الهجينة يؤدي إلى زيادة قابلية التوصيل الحراري لكون المعادن مواد ذات قابلية توصيل حراري عال (6, 7) إن آلية انتقال الطاقة الحرارية عبر المادة الصلبة (التوصيل الحراري) تمثل أحد الظواهر الفيزيائية الأساسية التي من خلالها يمكن دراسة وتفسير كيفية تأثر المادة بالحرارة. فالتوصيل الحراري يعد عملية مماثلة لعمليات انتقال الطاقة الأخرى ويحصل عند وجود فرق في درجات الحرارة والذي يقود إلى تولد فيض حراري يستمر حتى يصبح مقدار الانحدار (Gradient) في درجات الحرارة مساوياً إلى الصفر نتيجة انتقال الطاقة من الجانب ذي الدرجة الحرارية الأعلى (5, 10).

بصورة عامة تتأثر قيم التوصيلية الحرارية للمواد العازلة بصورة رئيسة بقيم السعة الحرارية النوعية (C<sub>V</sub>) لها عند درجات الحرارة الواطئة بينما تتناسب قيم (K) عكسياً مع درجة الحرارة عند درجات الحرارة العالية ذلك لأن الفونونات (Phonons) التي تمثل اهتزازات الشبكة هي المسؤولة عن انتقال الحرارة في المواد الصلبة العازلة. لذا فإن عملية تصادم الفونون مع آخر تعد عملية مهمة عند تلك الدرجات التي عندها يزداد عدد الفونونات المشاركة في عملية التصادم. وهذا يعني إن التوصيلية الحرارية في هذه الحالة تعتمد كلياً على معدل المسار الحر للفونونات (معدل المسافة التي يقطعها الفونون بين تصادمين متتاليين) (8, 11).

إن عملية التوصيل الحراري في المواد العازلة كهربائياً يكون بالفونونات التي تعد من النواقل الوحيدة للطاقة والتي تلعب دوراً رئيساً في عملية التوصيل الحراري ولجميع أنواع المواد الصلبة عند درجات الحرارة العالية (2, 12)

2: الجزء العملي:

استخدمت طريقة القولبة اليدوية Hand-Lay Up

Molding في تحضير العينات إذ تم تحضير :-

(a) عينة من مادة متراكبة هجينة (ألياف زجاج + ألياف كفلر 49) .

(b) عينة من مادة متراكبة هجينة (ألياف زجاج محاكاة W.R + ألياف كفلر 49 + أسلاك معدنية) .

(c) عينة من مادة متراكبة هجينة (ألياف الزجاج عشوائية C.S.M + ألياف النخيل) .

2. لغرض تهيئة راتنج الأيبوكسي النقي كمادة أساس حضر المزيج من الراتنج بالبادئ وحسب نسب الخلط (كل 100g من الراتنج تضاف إليه 33g من البادئ ميثا فاينيلان داي أمين MPDA)

3. عند تحضير المتراكبات النيفية الهجينة تم تقطيع حصائر الألياف المستخدمة بالأبعاد (28x28 cm<sup>2</sup>) ووزنت باستخدام الميزان الحساس ذي درجة تحسس مقدارها (0.0001 g) . بحيث تحقق الكسر الحجمي 30% وحضر الراتنج المعالج بالبادئ ووزع فوق سطح القالب بشكل متساوي ومنتظم وأضيفت طبقة واحدة من ألياف الكفلر إلى طبقات ألياف الزجاج وهذا في حالة تحضير العينة (H<sub>1</sub>) .

أما عند تحضير العينة (H<sub>2</sub>) فقد وضعت حصيرة من ألياف الكفلر بين طبقتين من ألياف المعدن ثم أضيفت إلى طبقات من ألياف الزجاج .

أما عملية تحضير العينة (H<sub>3</sub>) فقد أضيفت طبقة من حصيرة ألياف النخيل إلى طبقات ألياف الزجاج بحيث يكون موقع طبقة ألياف النخيل في موقع منتصف ألياف الزجاج .

وضغطت بصورة عمودية على مستوى اللوح بفرشاة مسننة من الألمنيوم وذلك لطرد الفقاعات وللوصول إلى السمك المطلوب ويمكن تكرار العملية عدة مرات وبعد الانتهاء من التشكيل وضع اللوح المعدني على المادة المتراكبة وبعدها ترك المتراكب مدة 24 ساعة بهذا الوضع لغرض إتمام عملية التصلب ثم فصل المتراكب عن اللوح المعدني وترك فترة ست ساعات أخرى في درجة حرارة 60°C وذلك لغرض إكمال التفاعلات الكيميائية 4. قطعت القوالب الخاصة بالفحوصات الحرارية حسب المواصفات الخاصة بالاختبار وأجريت عملية التتعيم والصلب باستخدام أوراق كربيد السليكون وبدرجات نعومة مختلفة وذلك بعد تثبيته في الجهاز الدوار للتتعيم .

## 2-5 عينات اختبار التوصيلية الحرارية

تم تقطيع عينات دائرية مناسبة لاختبار التوصيلية الحرارية بطريقة قرص لي ذات قطر 40mm

استخدمت قيمة الكثافة وهي 0.64g/cm<sup>3</sup> وذلك لغرض استخدامها في معادلة الكسر الحجمي للحصول على مادة متراكبة هجينة وبكسر حجمي مقداره 30% .

تم استخدام أسلاك معدنية لتقوية المادة الهجينة (ألياف زجاج محاكاة + ألياف كفلر 49) . وهي أسلاك الحديد وتمتاز هذه الأسلاك بمقاومتها ومتانتها العاليتين وكلفتها المنخفضة وتوفرها بأقطار مختلفة بالإضافة إلى مقاومتها للظروف الجوية. حيث تم استخدامها بشكل أسلاك مستمرة (Continuous Wires) و تم إجراء تحليل لهذه الأسلاك بالأشعة السينية (X-ray) باستخدام جهاز التحليل لحيود الأشعة السينية نوع (Siemen SD500) وذلك معرفة بعض العناصر الداخلة في تركيب هذه الأسلاك وهي Fe, Zn, Mn ..

## 2-2 عملية تهيئة القوالب Mold Preparation

لغرض صب الخليط تم تصنيع قالب وهو عبارة عن لوحين من الحديد المغلوم وبالأبعاد (28x28) cm<sup>2</sup> .

2. بعد تهيئة القالب أجريت عملية تنظيف دقيقة تبعثها عملية التجفيف .

3. لضمان عدم التصاق الراتنج على القالب بعد التصلب تم تغطية الوجه الداخلي من كل قالب بطبقة رقيقة من مادة النايلون التجاري بديلاً عن الشمع وبديلاً عن مادة البولي فينيل الكحول (PVA) كمادة عازلة بعدها أصبح القالب جاهزاً لعملية الصب .

## 2-3 نسب الإضافة Addition Ratio's

تم تصنيع متراكبات هجينة وبكسر حجمي مقداره 30 % وذلك بالاعتماد على العلاقات التالية (5) .

$$f = \frac{1}{1 + \frac{1 - y}{y} \frac{\rho_f}{\rho_m} \frac{\delta}{\theta}} \quad \dots (3)$$

حيث  $y$  :- الكسر الوزني للألياف في المادة المتراكبة .

$\rho_f, \rho_m$  :- كثافة الألياف والمادة الأساس على التوالي .

$f$  :- الكسر الحجمي للألياف في المادة المتراكبة .

## 2-4 تقنية التحضير Preparation Technology

توجيه ألياف الزجاج سواء كانت موجهة بزواوية أو عشوائية وكذلك ألياف النخيل عشوائية الاتجاه وألياف الكفلر 49 وألياف المعادن موجهة بزواوية). وهذا يتفق مع ما توصل إليه الباحث (Grove) خلال دراسته للتوصيلية الحرارية لمادة متراكبة حاوية على ألياف أحادية الاتجاه مستمرة.

إن إضافة ألياف الزجاج تعمل دائماً على رفع قيمة التوصيلية الحرارية للترانجات (5).

ولهذا نجد إن قيم التوصيلية الحرارية للمادة المتراكبة الهجينة المقواة بالأسلاك المعدنية متفوقة على التوصيلية الحرارية للمادة المتراكبة الهجينة (ألياف زجاج محاكة + ألياف كفلر 49). وكذلك فإن الهجين الثاني يحوي مواد عازلة إن السبب في كون المادة المتراكبة الهجينة (ألياف زجاج عشوائية CSM + ألياف نخيل) كانت قد أعطت أعلى قيم للتوصيلية ويعود إلى كثافة التراص العالية لهذه الألياف حيث إن  $(K)$  تعتمد على كثافة العوازل (2) مولدةً بذلك موصلية عالية. لذلك فإن عملية انتقال الطاقة الحرارية ينتج عن تأثيرين:

1: هجرة الإلكترونات الحرة.

2: الموجات الاهتزازية للشبيكة.

وهذان التأثيران مجتمعان (أي تأثير الإلكترونات مضاف إلى تأثير الموجات الاهتزازية) يعني أن الموصلية الحرارية هي (مجموع المركبة الإلكترونية والمركبة الشبكية). ففي المواد الموصلة للحرارة (المعادن) تكون المركبة الإلكترونية أكبر بكثير من المركبة الشبكية. أما في المواد العازلة فتتحدد التوصيلية الحرارية بالمركبة الشبكية التي تعتمد على تردد التفاعلات المتبادلة بين ذرات الشبيكة ونتيجة لزيادة هذا التردد مع درجة الحرارة فإن قيمة المركبة الشبكية تزداد مع ازدياد درجة الحرارة. ولانتظام الشبيكة تأثير مهم على المركبة الشبكية فمثلاً المواد البلورية مثل الكوارتز لها موصلية أعلى مما للمواد الغير متبلورة مثل الزجاج (9).

إن لوجود السطوح البينية دوراً مهماً في التوصيلية الحرارية فالحرارة في المواد البوليميرية (اللدائنية) والمواد السيراميكية تنتقل بهيئة موجات مرنة ضمن البنية ولوجود السطوح البينية تحصل إعاقة لحركة ومرور هذه الموجات وإن انتقال الطاقة الحرارية بهيئة موجة مرنة تبقى عملية صعبة ومعقدة بسبب وجود انقطاع في البنية والتحول من بنية إلى أخرى. أي أن الموجة تخسر جزءاً من طاقتها عند السطوح البينية ما بين المادة اللدائنية الأساس ومادة الألياف وجزء آخر من الطاقة يضيع أثناء انتقال

وسمك يتراوح mm (2-3) وذلك بعد إجراء عملية التنعيم باستخدام ورق التنعيم وذلك للتخلص من العيوب السطحية

## 2-6 جهاز قياس التوصيلية الحرارية Thermal Conductivity Test instrument

لحساب معامل التوصيل الحراري لجميع النماذج استخدم جهاز قرص لي المصنع من قبل شركة Griffen and Gerge، وفيه يتم انتقال الحرارة من المسخن إلى القرص الذي يليه حتى يصل إلى القرص الأخير.

### 3: النتائج و المناقشة

تم استخدام طريقة قرص لي (Lee Disk) في حساب الموصلية الحرارية ولكافة النماذج باستخدام العلاقة (1) فقد حسبت قيمتها عند درجات حرارية مختلفة وعند تعرضها إلى الأشعة فوق البنفسجية ولفترات زمنية مختلفة والشكل (1) يوضح تغير قيم الموصلية الحرارية مع تغير درجة الحرارة المحيط ولمواد متراكبة هجينة.

أما الشكل (2) فيوضح تغير قيم الموصلية الحرارية عند تعرضها إلى الأشعة فوق البنفسجية ولفترات زمنية مختلفة (500, 1000, 1500) ساعة وقد أظهرت النتائج إن المادة المتراكبة الهجينة (ألياف زجاج عشوائية CSM+ألياف نخيل) قد أبدت أعلى قيم للتوصيلية الحرارية يليها المادة المتراكبة الهجينة المقواة بالأسلاك المعدنية وأخيراً المادة المتراكبة الهجينة الغير المقواة بالأسلاك المعدنية والتي أعطت أقل قيم للتوصيلية الحرارية ويوضح الشكل (1) تغير قيم الموصلية الحرارية مع ارتفاع درجة الحرارة حيث أن قيم الموصلية الحرارية للمواد كافة ازدادت مع ارتفاع درجة حرارة المحيط.

عموماً فإن التقوية بالألياف أدت إلى زيادة الموصلية الحرارية وهذه الزيادة في قيمة الموصلية الحرارية اختلفت في المواد المتراكبة الهجينة اعتماداً على التوصيل الحراري للألياف ولكنها تختلف من ليف إلى آخر ويعتمد ذلك على قابلية التوصيل الحراري للألياف. لذلك يلاحظ أن المادة المتراكبة الهجينة (ألياف زجاج محاكة + ألياف كفلر 49 + أسلاك معدنية) أعطت قيمة توصيلية أعلى من قيمة التوصيلية الحرارية للمادة المتراكبة الهجينة (ألياف زجاج محاكة + ألياف كفلر 49) أما المتراكب الهجين (ألياف زجاج عشوائية + ألياف نخيل) فإن موصليته الحرارية كانت أكبر من باقي النماذج وذلك لاختلاف توجيهه في الألياف (4). (الاختلاف في

- (155-169).
- [2] - بلقيس محمد ضياء الدباغ، "تسليح ودراسة خواص راتنجي الايبوكسي والبولي استر غير المشبع، رسالة دكتوراه الجامعة التكنولوجية، (1996)".
- [3] - B. M .Deya , M.S.Medhet, "Study of the environment of effects on the mechanical and thermal properties of composite material " Fourth international conference on physical of condensed matter , April 18Th- 20 , 2000, University of Jordan
- [4] - بلقيس محمد ضياء الدباغ , إقبال عبد الحميد عبد الرحمن " تأثير الظروف البيئية على السلوك الفيزيائي لمادة متراكبة من راتنج الايبوكسي " مجلة الهندسة والتكنولوجيا , العدد 10 , 2002 .
- [5] - شيلان رفيق عارف، "دراسة تأثير عدد طبقات متركب الايبوكسي المدعم بألياف الزجاج العشوائية المتعامدة والمتوالفة في متانة الكسر والتوصيلية الحرارية" رسالة ماجستير لكلية العلوم - جامعة بغداد. (2003) .
- [6] - M.G.James, " Mechanics of Materials", 6 ed, homson, Canada, (2004).
- [7] - B.B.Johnsen, Kinloch A.J. & Tylor A.C., "Polymer ", Vol. 46, 7352, (2005).
- [8] - H.D. Geum, "Composite Structures ", Vol.68, pp. (225-233), (2005).
- [9] - A.Gupta &K. Santosh," Material Science for Engineering", CBS Publishers & Distributors, New Delhi, (2004).
- [10]- B.Poon,C.Chum.& A.Hilter," J.of Applied Polymer Science"Vol.92,PP. (109-115), (2004).
- [11] - B.C.Poon, S.P.Chum & A. Hitler, "Polymer ", Vol.45, PP. (893- 903), (2004).
- [12] - H.Tayyab.&A. Ibelwaleed , , " Macromolecular Materials & Engineering " ,Vol.29-89, PP.(198-203), (2004).
- [13]- C.RJohn &R.A. Donald," Materials Science, The Science & Engineering of Materials", 4<sup>th</sup> ed, University of Pittsburgh, PA, Brooks/Cole (Thomson Learning), (2003).

الموجة من ليف إلى ليف آخر مختلف عن الليف الأول (13) .

يبين الشكل (2) عملية التغير في قيم التوصيلية الحرارية بعد تعرضها إلى الأشعة فوق البنفسجية لفترات زمنية مختلفة ( 900,600,300 ) ساعة حيث يلاحظ أن قيمة التوصيلية الحرارية تقل مع الزيادة في فترة التعرض إلى الأشعة الفرق البنفسجية لجميع النماذج . كذلك أعطت المادة المتراكبة الهجينة ( ألياف زجاج محاكاة + ألياف كفلر 49 ) أقل قيمة للتوصيلية الحرارية واتخذت المادة المتراكبة الهجينة المقواة بالأسلاك المعدنية قيماً وسطية .

إن الشكل (2) يوضح تأثير التشعيع باستخدام المصدر ( Xenon 150 ) على العينات وكيفية تأثيرها مع التشعيع بالأشعة الفرق البنفسجية وبطول موجي 350 nm وكانت الرطوبة النسبية تتراوح ما بين % (60-35) أما درجة الحرارة داخل الجهاز فكانت من  $^{\circ}C(40-60)$  .

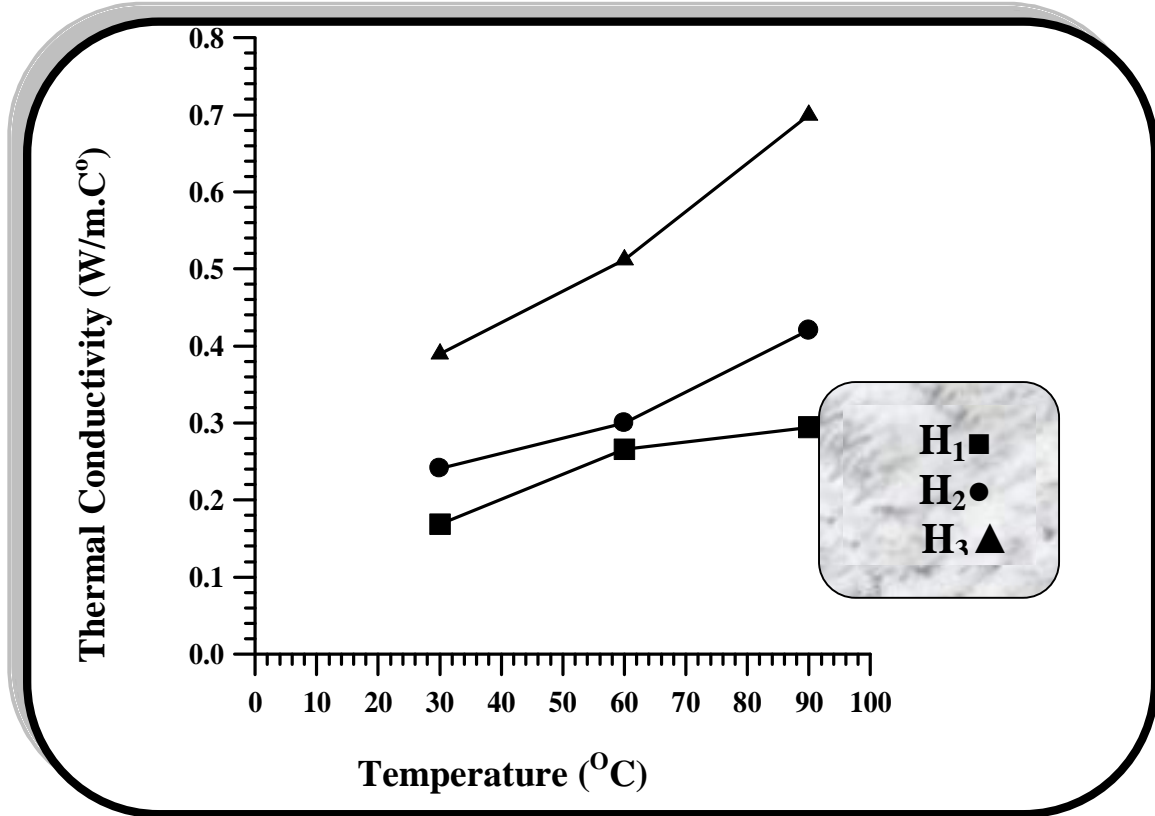
وخلال فترة الاختبار حيث يلاحظ أن تعرض البوليمرات وبصورة عامة إلى الظروف الجوية وخاصة الأشعة الفرق البنفسجية ولفترات طويلة تؤدي إلى إضعاف الربط التقاطعي (Cross Linking ) لجزيئات الراتنج وانفصالها وتكوين جذور حرة خاصة في المناطق الضعيفة وهذا يزداد كلما زاد زمن التعرض إلى الأشعة الفرق البنفسجية وأيضا تغيرت قيم التوصيلية تبعاً إلى نوع الليف المستخدم وهذا يعني إن عملية تعرض المادة إلى الأشعة الفرق البنفسجية يمثل أحد الوسائل المستخدمة في تحلل المادة وفشلها (13) .

##### 5: الاستنتاجات:

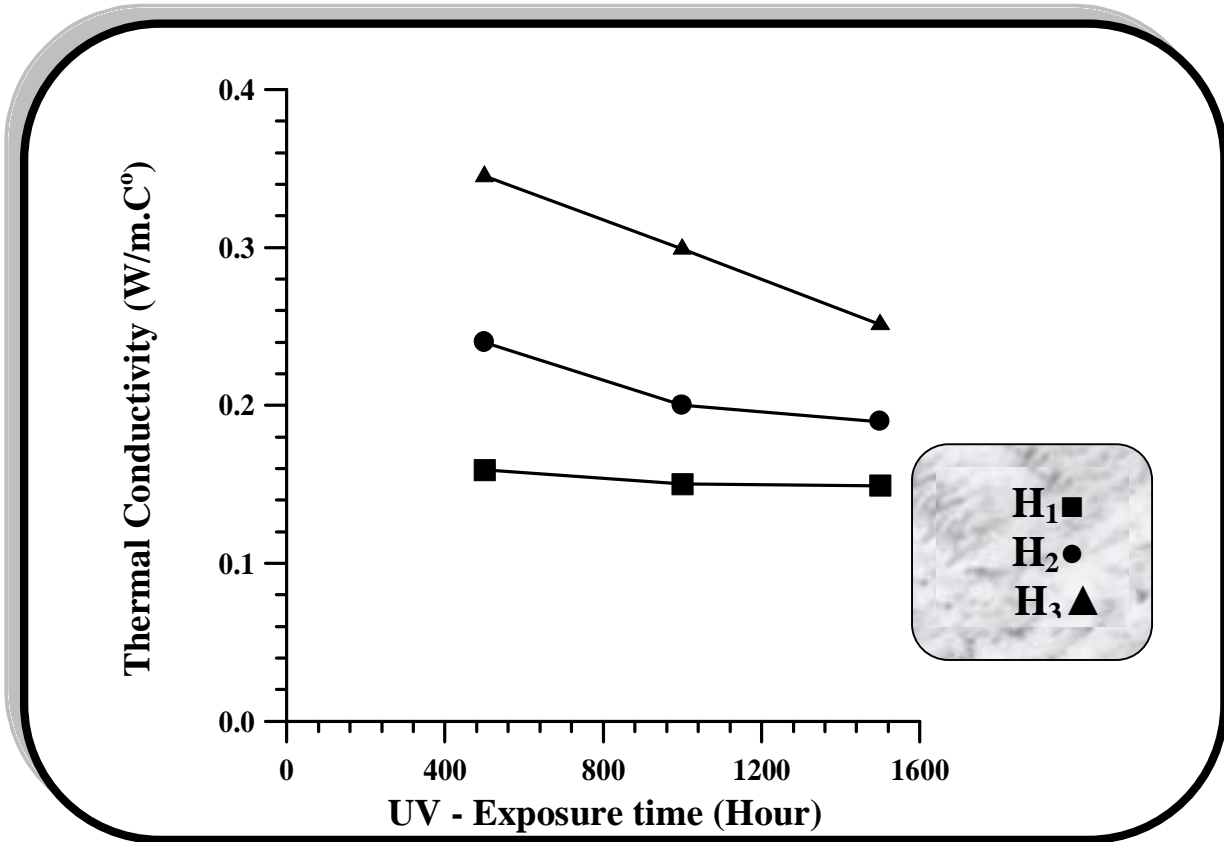
- 1- في اختبار التوصيلية الحرارية . أعطت المادة المتراكبة الهجينة (ألياف زجاج عشوائية C.S.M + ألياف نخيل) أعلى قيم للتوصيلية الحرارية مقارنة مع باقي العينات .
- 2- وازدادت قيم التوصيلية مع ارتفاع درجة الحرارة عند تعرض عينات التوصيلية الحرارية إلى الأشعة فوق البنفسجية . قلت قيم التوصيلية . وتستمر بالنقصان كلما زادت فترة التعرض إلى الأشعة فوق البنفسجية وهذا يدل على الدور السلبي للأشعة فوق البنفسجية على الخصائص الحرارية بصورة عامة وعلى التوصيلية الحرارية بصورة خاصة .

##### المصادر:

- [1]- H. W. C. Yiband, J .B. Shortall,"J. of Adhesion", Vol. 8, No.2, (1976), p.,



الشكل (1) يوضح تغير قيم معامل التوصيل الحراري مع درجة الحرارة لمواد متراكبة هجينة .



الشكل (2) يوضح تغير قيم معامل التوصيل الحراري مع درجة الحرارة لمواد متراكبة هجينة بعد تعرضها إلى الأشعة فوق البنفسجية لفترات زمنية مختلفة .