تأثير الأشعة فوق البنفسجية على خصائص الكسر لمواد متراكبة هجينة

نبراس فاضل علي الشمري
جامعة الكوفة /كلية العلوم/قسم الفيزياء
E-mail: Nibras.AlShammary@yahoo.com

الخلاصة:
تم في هذا البحث تحضير مواد متراكبة هجينة وذلك بخلط مادة أساس واحدة هي راتنج البولي إستر غير المشبع(UP) مع مواد التدعيم (الألياف الصناعية) لتكوين المواد المتراكبة الهجينة والتي هي مادة متراكبة هجينة مكونة من راتنج البولي إستر غير المشبع(UP) كمادة أساس مقواة بنوعين مختلفين من الألياف الصناعية (ألياف زجاج نوع E-glass بشكل حصيرة محاكة WR + ألياف الكفلر49 وأيضا بشكل حصيرة محاكة WR) ويرمز لها H_1 و مادة متراكبة هجينة مكونة من راتنج البولي إستر غير المشبع(UP) كماده أساس مقواة بنوعين مختلفين من الألياف الصناعية (ألياف زجاج نوع E-glassبشكل حصيرةمحاكة WR + ألياف الكاربون وأيضا بشكل حصيرة محاكة WR) ويرمز لها H_2. و مادة متراكبة هجينة مكونة من راتنج البولي إستر غير المشبع (UP) كماده أساس مقواة بثلاثة أنواع مختلفة من الألياف الصناعية (ألياف زجاج نوع E-glassبشكل حصيرة محاكة WR + ألياف الكاربون وأيضا بشكل حصيرةمحاكة WR + ألياف الكفلر49 وأيضا بشكل حصيرةمحاكة WR) ويرمز لها H_3. والجدير بالذكر إن الكسر الحجمي لجميع المواد المتراكبة الهجينة 30% . إن جميع العينات الخاصة بالاختبارات الميكانيكية (الصدمة) كانت قد حضرت باستخدام الطريقة الميكانيكية واستخدمت طريقة القولبة اليدوية في تحضير القوالب الهجينة . أجريت الاختبارات الميكانيكية (الصدمة) على النماذج الثلاثة ونوقشت نتائج جميع العينات . تمت دراسة تأثير زمن تعرض الأشعة فوق البنفسجية على مقاومة الصدمة للنماذج أعلاه .وقد أظهرت النتائج إنه بزيادة زمن التعرض تقل مقاومة الصدمة ولجميع النماذج.

الكلمات المفتاحية: UP,KF,GF,CF ،مقاومة الصدمة.

The effect of the ultra violent radiation on the fracture properties of Hybrid Composite Materials.

Nibras F. Al.Shammary

Abstract

In this research work a hybrid composite material have been prepared contains one matrix which is unsaturated polyester resin(UNPE) and fabricated fibers, a hybrid composite materials that were prepared are:

A hybrid composite material consists of unsaturated polyester resin(UP) as a matrix reinforced with two different fabricated fibers(EF(W.R) +KF(W.R))(H_1).

A hybrid composite material consists of unsaturated polyester resin(UP) as a matrix reinforced with two different fabricated fibers(EF(W.R) +CF(W.R))(H_2).

A hybrid composite material consists of unsaturated polyester resin(UP) as a matrix reinforced with three different fabricated fibers(EF(W.R)+CF(W.R)+KF(W.R)).

The volume fraction for all hybrid composite material is 30%. All samples related to mechanical tests were prepared by hand layup process in preparation the hybrid molds. A mechanical tests (impact) were done for the three samples.

The results were compared among each other. Also, the effect of the exposure time of the ultraviolet(uv)on impact strength were studied for the above samples.

The results shows that as the exposure time increases the impact strength decreases for all prepared samples.

Key words: UP, KF, GF, CF, Impact strength.

1.المقدمة

نتيجة للتطور الصناعي الكبير الذي شهده العالم في المجالات كافة سعى العلماء والفنيون إلى أيجاد بدائل مختلفة للمواد ذات الاستخدامات الصناعية المتعددة بحيث تكون تلك البدائل ذات مواصفات ونوعية عالية من حيث الكلفة وخفة الوزن والخواص بصورة عامة وذلك لاستخدامه في التطبيقات الصناعية المتعددة كالطائرات والرادارات والسفن والسيارات والأجزاء المستخدمة في الصناعات الفضائية وغيرها، وعليه تم إنتاج ما يعرف بالمواد المتراكبة (Composite Materials) لإنتاج مزيجا من الخواص لا يمكن الحصول عليه من المواد الأصلية المفردة المكونة للمتراكب [3,2,1] .

(1.1) مكونات المواد المتراكبة

ومن الناحية العملية تعرف المواد المتراكبة على إنها نظام المواد المؤلف من اشتراك مادتين أو أكثر غير قابلة على التذاوب أو التفاعل التام فيما بينهما أي لتؤدي إلى تكوين مادة كيميائية جديدة ، بحيث تمثل كل مادة طورا منفصلا في النظام، لغرض الحصول على مواد جديدة ذات خصائص فيزيائية تختلف عن خصائص مكوناتها الداخلة في تشكيله[4].

أي لايمكن وصف المادة المتراكبة بأحد صفات مركباتها فقط بل تحدد بثلاثة عوامل هي:(المادة الأساس ، ومادة التدعيم، والسطح البيني)[5].

(1.1.1) المادة الأساس:

وهي تمثل الطور المستمر في المادة المركبة إذ تعمل على تماسك مواد التقوية (Reinforcing Materials) وربط الأجزاء معاً لتكوين نظام تركيبي متماسك يمكنه تحمل القوى الخارجية المؤثرة فيه [6].

تقوم المادة الأساس بالمحافظة على المادة المضافة من الضرر الناتج من الظروف الجوية وتغير درجات الحرارة والأكسدة والتآكل فضلا عن عملية نقل القوة لها[7].وتتميز المادة الأساس بكونها منخفضة الكثافة وذات صلادة ومقاومة صدمة منخفضين مقارنة مع مواد التقوية[8].

وقد تقتصر وظيفة المادة الأساس على نقل الإجهادات وإيصالها إلى عناصر التقوية، وان تتعدى ذلك في حالة امتلاكها خواص مناسبة فتؤخذ بالنظر. ويمكن أن تكون المادة الأساس مادة سيراميكية او معدنية اوبوليميرية [6]. والأخيرة يمكن أن تكون مطاوعة للحراره(Thermoplastic) أو متصلده حراريا(Thermosetting) تعرف بالراتنجات(Resin)[8].

(2.1.1)مواد التقوية: Reinforcement Materials

وهي عبارة عن مواد تضاف إلى المادة الأساس تعمل على تقوية ورفع وتحسين خواص المادة الأساس وقد تكون مواد التقوية مواد سيراميكية أو فلزية أو لدائنية وتتصف بصورة عامة بالمقاومة العالية **High Strength** أما مطيليتها وهي متنوعة فقد تكون عالية أو منخفضة اعتماداً على نوع المادة والغرض المستخدم لأجله .

وتصنف اعتمادا على الشكل والأبعاد إلى ألياف Fibers أو دقائق Particles أو قشور صفائحية Flackes أو بهيأة شبكة من المواد [9] .

والألياف هي عبارة عن تراكيب خطية تتميز بخواص ميكانيكية وفيزيائية جيدة[7] ،ويمكن أن تكون ألياف طبيعية أو ألياف صناعية مثل ألياف الزجاج (تستخدم بشكل واسع في تقوية المواد الراتنجية) .وكذلك ألياف الكربون وألياف الكفلر Kevlar والتي ازداد استخدامها في تصنيع المواد المتراكبة في التطبيقات كافة لاسيما في المواد المتراكبة الهجينة Hybrid Composite Materials [9] .

إن ألياف التدعيم تأخذ عدة أشكال . فقد تكون حصيرة محاكة Woven Roving أو حصيرة مستمرة Continuous Roving أو على شكل قماش Cloth أو على شكل حصيرة ذات ألياف عشوائية متقطعة [9] Chopped Random Fiber Mats .ومن الصفات التي تمتاز بها الألياف هي امتلاكها متانة ومعامل مرونة عاليين نسبة إلى مادة الوسط الأساس وتمتاز بسطوح وأقطار منتظمة تجعل المادة المتراكبة المصنعة منها ذات صفات متجانسة من حيث الإجهاد [7] .

(3.1.1)السطح البيني Interface

السطح البيني هو منطقة الارتباط بين المادة الاساس ومادة التدعيم والتي تنشأ خلال عملية تصنيع المتراكب . ان ألية نقل القوة من المادة الاساس الى مادة التدعيم هي المبدأ الاساس لتقوية المادة الاساس بمواد ذات معامل مرونة ومقاومة عالية تعتمد بالدرجه الاساس على قوة الربط بين هذه المواد ، وخلاف ذلك سوف يتعذر نقل القوة، وبالتالي تتصرف مواد التدعيم كفجوات داخل المادة الأساس فضلا عن ان سلوك السطح البيني يؤثرفي كيفية فشل المادة والشغل المطلوب لتشققها وتمزيقها [10].

(2.1) المواد المتراكبة الهجينة Hybrid Composite Materials

إن التحسينات الأخيرة في المواد المتراكبة اشتملت على استخدام أنظمة جديدة تعرف بالمواد المتراكبة

الهجينة التي هي متراكبات تربط نوعين مختلفين أو اكثر من الألياف في مادة الوسط نفسها أو نوعاً واحداً من الألياف ضمن أساسين مختلفين مرتبطين في نظام واحد ويتسع التعريف ليشمل مواد تقوية متعددة .

تعرف عملية إدخال نوعين أو اكثر من الألياف في مادة أساس مفردة بالتهجين Hybridization والمادة الناتجة تعرف بالمواد المتراكبة الهجينة Hybrid Composite material[9].

وان أهمية المواد المتراكبة الهجينة تعزى إلى :-

1. إمكانية تقليل الكلفة التي يمكن الحصول عليها من إبدال ألياف غالية الثمن والكلفة بألياف ارخص ثمناً للحصول على هدف التقوية نفسه .

2. إمكانية الحصول على مدى واسع من الخصائص الفيزيائية والميكانيكية بالاختبار الأمثل للألياف المستخدمة والكسر الحجمي للألياف المناسب لها .

3. إمكانية الحصول على خصائص فريدة لا يمكن الحصول عليها عند استخدام نوع واحد من الألياف [9] .

وعند وجود نوعين من الألياف مختلفين في الخصائص في المادة نفسها الراتنجية فأن خصائص المادة المتراكبة الناتجة نوعاً ما هي معدل لخصائص المتراكبات المصنوعة من تلك الألياف المفردة كلا على حده وهذا ما يعرف بسلوك قاعدة المخلوطـات Rule Of Mixtures Behavior فمثلا عند التحميل بإجهاد شد على مادة هجينة ذات ألياف أحادية الاتجاه التي تكون فيها للمادة الراتنجية دور فاعل في نقل الحمل إلى الألياف و لا تتحمل عملياً أي جهد لذلك فأنه من المعقول افتراض إن الانفعال في كلا الليفين متساو لذلك تكون المعادلة نسبة إلى قانون المخلوطات بالشكل التالي [10] :

$$E_H = E_{f_1} \cdot V_{f_1} + E_{f_2} \cdot V_{f_2} \quad -----(1)$$

توجد عدة أشكال من تراكيب المواد الهجينة وهي :

1- هذا النوع يمزج فيه الليفان بشكل دقيق خلال المادة الراتنجية من دون زيادة في تراكيز أحد الألياف عن الآخر .
2- وهي التي تكون فيها المادة على شكل طبقات منفصلة لخليط من الألياف المفردة ومن أمثلتها الأشرطة الهجينة Hybrid Tapes التي يمكن أن تنسج أو تحاك من الألياف المكونة .
3- والتي تتكون كل طبقة فيها من عدة دقائق كل واحدة لنوع من الألياف وتكون موازية لمحور المادة المتراكبة .
4- وهي حالة خاصة من النوع (3) التي تكون فيها قلب (Core) المادة المتراكبة من إحدى أنواع الألياف والقشرة (Shell) الطبقة الخارجية من النوع الثاني وتعرف هذه المتراكبات بالمتراكبات الشطائرية .
Sandwich Composite
5- وهو نوع اكثر تطورا للنوع (3) يتم فيه الحصول على الجساءة من انتقال مواقع الألياف المختلفة وتكون على شكل أوتار أو قضبان داخل مادة متراكبة من ألياف زجاج مستمرة [8].

(3.1) مقاومة الصدمة Impact Strength

تعد فحوصات الصدمة مقياسا لقوة المواد البوليمرية ومقاومتها للإنكسار تحت تأثير إجهادات بسرع عالية إن مبدأ عمل هذا الاختبار يستند إلى إن بعضاً من الطاقة الاولية الموجودة كطاقة كامنة في المطرقة تمتص من قبل العينة خلال حدوث الكسر. و ان الطاقة الممتصة من قبل العينة تعتمد على طبيعة المكونات الداخلة في تصنيع المادة المتراكبة ومدى مقاومتها للاجهاد الخارجي المسلط عليها [11] .

فالمادة البوليمرية ذات المتانة العالية هي التي تمتلك طاقة كسر عالية. ويمكن حساب مقاومة الصدمة من العلاقة التالية [9].

مقاومة الصدمة = الطاقة اللازمة للكسر / مساحة المقطع العرضي للعينة -----(2)

وتقاس بوحدة (الجول / المتر المربع) وأن مقاومة الصدمة تعتمد على عدة متغيرات تتضمن نوع المادة و نظام الإجهاد Stress System وظروف التصنيع والظروف البيئية (Fabrication Condition) والشكل الهندسي للقطعة (Geometry of Article) ومعدل الانفعال (Strain Rate) ونوع التقوية.[12,13].

ويتبين من المعادلة (2) أن القياس الأساس من فحص الصدمة هو الطاقة الممتصة في كسر العينة فبعد كسر عينة الفحص يرتد البندول إلى الارتفاع الذي ينخفض مع زيادة الطاقة الممتصة في الانكسار [14] .

وبصورة عامة أن هناك الكثير من الأبحاث التي وجهت نجو إيجاد تفاسير لآلية الانكسار ويعد العالم كريفيث (Griffith) أول من وضع المبادئ الأساس لآلية الكسر الخطي المرن (Linear Elastic Fracture Mechanics) [8]. فقد اقترح كريفيث (Griffith) وفقاً لقانون حفظ الطاقة أن الطاقة المصروفة لتخليق أو تكوين سطوح جديدة خلال المادة يجب أن تبلغ قيمة طاقة السطح (Surface Energy) [14] وكما يأتي:-

$$V_f \geq 2\gamma \quad -----(3)$$

حيث أن : (V_f) الطاقة المصروفة لتخليق سطوح جديدة خلال الكسر.

(γ) : طاقة السطح (Surface Energy)

(2) الرقم اثنين يشير إلى تخليق سطحين جديدين خلال الكسر[15].

فالكسر (Fracture) هو مصطلح يشير إلى عملية انفصال (Separation) أو التجزئة (fragmentation) جسم صلب إلى قسمين أو أكثر تحت تأثير إجهاد يفوق تحمله وهكذا يتضح من تعريف الكسر (Fraction) أنه يمكن النظر إلى تلك الآلية على أنها متكونة من مرحلتين هما مرحلة تكوين الشق (Crack Initiation) ومرحلة امتداد الشق (propagation Crack) ، ومن الدراسات ما يصنف الكسر عادة إلى صنفين

الكسر الهش (Brittle Fracture) و الكسر المطيلي (Ductile Fracture) [16].

وتكون مقاومة الصدمة للمواد البوليمرية المطيلية أعلى من مقاومة البوليمرات الهشة . ويمكن زيادة مقاومة البوليمرات عن طريق تدعيمها بالألياف التي تعمل على توزيع الإجهاد على حجم اكبر من البوليمرات وتقلل من احتمالية تمركزه وكذلك تمنع نمو الشقوق الصغيرة (Cracks) الموجودة في المادة نتيجة الصدمة[8].

2-الجزء العملي:

(1.2) المواد المستخدمة:

تقسم المواد المستخدمة في البحث على جزئين هما :

(1.1.2) المادة الأساس Matrix :-

تم في هذا البحث استخدام راتنج البولي استر غير المشبع كمادة أساس (UP) وهو أحد أنواع الراتنجات غير مطاوعة للحرارة. يستخدم راتنج (UP) في مدى واسع من التطبيقات الصناعية .

يتكون راتنج البولي استر غير مشبع من سلاسل بوليمرية تذوب هذه السلاسل في المذيبات العضوية الفعالة ومن خصائص راتنج البولي استر هو إمكانية تغييره بتغير نسب المصلدات المضافة أثناء عملية إنتاج الراتنج[8].

استخدم راتنج البولي استر غير المشبع (UP) القابل للمعالجة من الحالة السائلة إلى الحالة الصلبة عند تصليده باستخدام محلول مصلد (Hardener) بإضافة مادة جلاتينية (Jel) في وقت قصير بدرجة حرارة الغرفة .

تم استخدام البادئ للتفاعل (Methyl Ethyl Ketone Peroxide) (MEKP) وهو مركب من بيروكسيد مثيل اثيل كيتون بشكل سائل شفاف بنسبة 2gm لكل 100gm من الراتنج بكونه لزج في درجة حرارة الغرفة .

(2.1.2) مواد التقوية Reinforcement Materials:

استخدمت الألياف (Fibers) كمادة لتقوية الوسط الراتنجي (راتنج البولي استر غير المشبع) وهي على ثلاثة أنواع :-

1.ألياف الزجاج نوع (E-Glass) (Glass Fiber) (G.F)

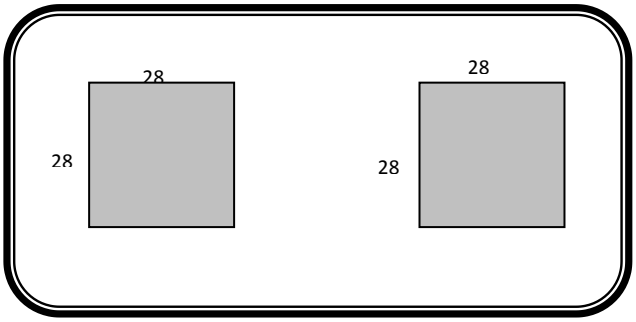
تعد ألياف الزجاج نوع (E-glass) من اشهر الأنواع التجارية الشائعة الاستخدام في تقوية راتنج البولي استر غير المشبع وراتنج الايبوكسي والمواد اللدائنية بصورة عامة وترجع شهرة هذه الألياف إلى كونها رخيصة الثمن سهلة الإنتاج والمعاملة فضلا عن إنها لتكسب المادة الراتنجية المقواة بها مواصفات خاصة جداً من قوة ومتانة عاليتين لذلك نجد إنها تصنع عالمياً بعدة أشكال[17].

2.ألياف الكفلر (Kevlar Fiber) (K.F):

لقد استخدمت ألياف الكفلر (49) في البحث لغرض التقوية وتصنيع مادة متراكبة هجينة وهي تكون ذات لون اصفر ولكن هذا اللون يتغير بحسب الحياكة وتكون بشكل حصيرة من الألياف woven roving وبالطريقة المحاكة علما إنها مصنعة من شركة Dupont [17,8].

3.ألياف الكاربون (Carbon Fiber (C.F)

استخدمت ألياف الكربون من نوع (Hst) التجارية والمحضرة من التفحم والتحلل الحراري المسيطر عليه لألياف البولي اكريلونتريل (PAN) في درجات حرارية تقارب $2600\ ^{O}C$ حيث يحصل على ألياف الكربون التي تمتاز بثباتها العالي للمواد الكيمائية والحوامض ، كذلك درجات الحرارة العالية [17].



الشكل (1) يوضح شكل القوالب المستخدمة.

(2.2) عملية تهيئة القوالب Mold Preparation

1.لغرض صب الخليط تم تصنيع قالب وهو عبارة عن لوحين من الحديد المغلون وبالأبعاد ($28x28$) cm^2 وكما في الشكل(1) . ويجب أن تكون النماذج جميعها بالأبعاد نفسها وذلك لأن طاقة الصدمة تزداد مع زيادة السمك[8].

2-بعد تهيئة القالب أجريت عملية تنظيف دقيقة تبعتها 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 فينل الكحول (PVA) كمادة عازلة بعدها اصبح القالب جاهزاً لعملية الصب .

(3-2) نسب الإضافة Addition Ratio's

تم تصنيع متراكبات هجينة وبكسر حجمي مقداره 30% وذلك بالاعتماد على العلاقة الرياضية التالية :

$$\phi = \frac{1}{1+\frac{1-\psi}{\psi}\left(\frac{\rho_f}{\rho_m}\right)} \quad -----(4)$$

حيث ψ :- الكسر الوزني للألياف في المادة المتراكبة .

ρ_f , ρ_m :- كثافة الألياف والمادة الأساس على التوالي .

ϕ :- الكسر الحجمي للألياف في المادة المتراكبة .

(4.2) تحضير المواد المتراكبة الهجينة Hybrids Preparation

تم خلط المادة الاساس مع مواد التدعيم (الألياف الصناعية) أعلاه لتكوين المواد المتراكبة الهجينة كما يأتي:

تم تحضير مادة متراكبة هجينة وذلك بخلط مادة أساس واحدة هي راتنج البولي إستر غير المشبع(UP) مقواة مع مواد التدعيم (الألياف الصناعية) أعلاه لتكوين المواد المتراكبة الهجينة والتي هي:

1- مادة متراكبة هجينة مكونة من راتنج البولي إستر غير المشبع(UP) كمادة أساس مقواة بنوعين مختلفين من الألياف الصناعية (ألياف زجاج نوع E-glassبشكل حصيرة محاكة+ألياف الكفلر49 وأيضا بشكل حصيرة محاكة) ويرمز لها H_1.

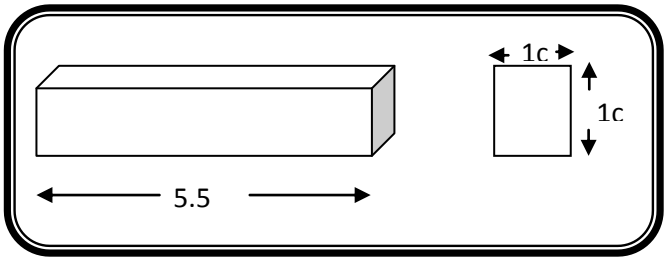
2- مادة متراكبة هجينة مكونة من راتنج البولي إستر غير المشبع(UP) كماده أساس مقواة بنوعين مختلفين من الألياف الصناعية (ألياف زجاج نوع E-glassبشكل حصيرة محاكة+ألياف الكاربون وأيضا بشكل حصيرة محاكة) ويرمز لها H_2.

3- مادة متراكبة هجينة مكونة من راتنج البولي إستر غير المشبع (UP) كماده أساس مقواة بثلاثة أنواع مختلفة من الألياف الصناعية (ألياف زجاج نوع E-glassبشكل حصيرة محاكة+ألياف الكاربون وأيضا بشكل حصيرة محاكة+ألياف الكفلر49 وأيضا بشكل حصيرة محاكة) ويرمز لها H_3

والجدير بالذكر إن الكسر الحجمي لجميع المواد المتراكبة الهجينة 30% . إن جميع العينات الخاصة بالإختبارات الميكانيكية كانت قد حضرت باستخدام الطريقة الميكانيكية واستخدمت طريقة القولبة اليدوية في تحضير القوالب الهجينة سوف تجرى الاختبارات الميكانيكية (الصدمة) على النماذج الثلاثة وسوف يتم مقارنة النتائج.وأيضا سوف يدرس تأثير زمن تعرض الأشعة فوق البنفسجية على مقاومة الصدمة للنماذج أعلاه.

(5.2) عينات اختبار الصدمة Impact Test Specimens

لغرض تحضير عينات المادة المتراكبة الهجينة جرى تقطيع المصبوبات الخاصة بكل مادة إلى قطع صغيرة بشكل متوازي مستطيلات ومن ثم تم تنعيمها حتى تصبح بالأبعاد القياسية بطول 5.5cm وعرض 1cm وحسب النظام العالمي (ISO-179) وكما في الشكل (2) .



الشكل (2) يوضح عينات الصدمة المستخدم.

(6.2) جهاز اختبار الصدمة Impact Test Instrument

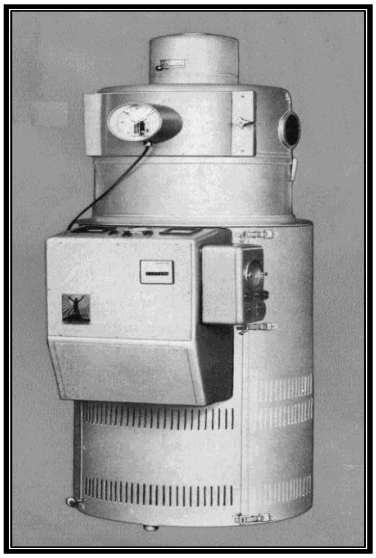
تم استخدام جهاز الصدمة من نوع جاربي Charpy Impact Test Instrument وذلك لغرض إجراء اختبار الصدمة على العينات المحضرة لهذا الاختبار ، إن تقنية الفحص في جهاز جاربي تتم برفع المطرقة إلى أقصى ارتفاع وتثبت جيداً وتوضع العينة في الموقع المخصص لها يتم تصفير مقياس الطاقة أولا ثم يحرر البندول باستخدام العتلة المثبتة على المقياس وبحركة تأرجحية تتحول الطاقة الكامنة إلى طاقة حركية يفقد جزء منها في كسر العينة فيقرأ مؤشر المقياس قيمة الطاقة للكسر (U_c) للعينة .

يتكون جهاز جاربي من بندول مثبت في نهايته مطرقة خاصة لكسر العينات ومن الطرف الآخر يرتبط هذا البندول بقرص دائري مدرج بتدريجات خاصة لحساب مقدار الطاقة المصروفة لكسر العينات ويمتلك البندول كتلة مقدارها 2.275Kg وبسرعة 1.12 m) /sec) ،كما موضح في الشكل(3).

الشكل (3) جهاز قياس الصدمة.

(7.2) جهاز التشعيع بواسطة UV او جهاز التجوية Weathering Test Instrument

استخدم الجهاز المبين في الشكل (4) لتشعيع العينات المستخدمة في البحث ولفترات زمنية (500,1000,1500) ساعة والجهاز المستخدم هو من نوع (Xenotest 150 light and Weather fastness tester) (HANAU) بطاقة 2.3 W/m^2 وبطول موجي (300 – 500)nm .



الشكل (4) جهاز التشعيع بواسطة الأشعة فوق البنفسجية.

3.النتائج و المناقشة:

اجري اختبار الصدمة لمعرفة مقاومة الصدمة عند فترات تعرض للأشعة الفوق البنفسجية عند أزمان مختلفة ويوضح الشكل (6) نتائج تعرض للأشعة الفوق البنفسجية مختلفة.

إن عملية التقوية بالألياف لمادة البولي استر غير المشبع (**UP**) أدت إلى زيادة في الطاقة اللازمة لكسر المادة ، وبالتالي زيادة في مقاومة الصدمة لها هذه الزيادة كانت مختلفة اعتماداً على نوعية الألياف الداخلة في تركيبها وعلى مقدار الكسر الحجمي للألياف في المادة حيث إن هذه الألياف تعمل على إعاقة نمو الكسر بصورة عامة عند المقارنة ما بين طاقة الصدمة للنموذج المقوى بالألياف مع النموذج غير المقوى بالألياف سوف يلاحظ زيادة في حالة الكسر في المادة المقواة بسبب وجود الألياف التي تتحمل الجزء الأكبر من الإجهاد الصدمي [8].

وبذلك سوف تعمل الألياف كمعوقات للكسر (Crack Stopper) فضلا عن طبيعة المتراكب وخواصه الفيزيائية والهندسية [8].

في حالة المادة المتراكبة الهجينة (ألياف الكاربون +ألياف كفلر +ألياف الزجاج) يلاحظ ان الطاقة اللازمة لكسر العينات اكبر بالمقارنة مع المواد الهجينة الأخرى على الرغم من أنها كانت مقاربة قليلا للمادة الأخيرة وهذا يهدف إلى تحسين ورفع خصائص ومتانة المادة . فضلا عن هذا فان الألياف تعمل على تقليل تركيز الإجهادات عند منطقة معينة وتمنع نمو الشقوق الصغيرة التي تحدث نتيجة الصدمة [8].

إن النمو غير المستقر للشق يحدث عندما تكون طاقة الشغل (الطاقة المرنة) تتجاوز الطاقة اللازمة لتكوين السطوح الجديدة [18].

إن العوامل التي تحدد ميكانيكية الكسر في المادة المتراكبة هي :-

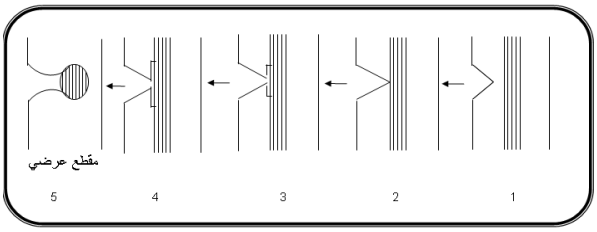
1. الالتصاق بين المادة الأساس والألياف .
2. النسبة بين الطول إلى قطر الليف L/D.
3. منظر نهايات الألياف .
4. مطيلية المادة الأساس.
5. الإجهادات المتبقية نتيجة الاختلاف في قيمة معامل التمدد الحراري لمادة الألياف و المادة الأساس [18] .

لقد استنتج الباحث B.F. Blumentrit [18] أن المادة المتراكبة تتمزق عند انسحاب الألياف Pull Out من المادة الأساس وهذا يحدث في حالة كون طول الليف اكبر من الطول الحرج وان الشقوق تنشأ عند نهايات الألياف أو نتيجة وجود شقوق في المادة الأساس عند السطح الفاصل بين المادة الأساس والألياف [13].

إن ألياف الكفلر ترفع من قيمة مقاومة الصدمة عند تدعيمها للمواد الراتنجية لما تتميز به من خواص متانة ومقاومة صدمة عاليتين تجعل المادة المتراكبة الحاوية عليها ذات خواص افضل بالإضافة إلى هذه الخصائص تمتاز ألياف الكفلر بصفة مميزة عن باقي الألياف وهي عدم اتجاهيتها وكذلك معامل القص الاحادي يكون اقل من معامل الشد الأحادي بمقدار 2%[6] .

وبصورة عامة وقبل الفشل الذي يحدث للمادة المتراكبة تمر المادة المتراكبة بمرحلتين. المرحلة الأولى هي كسر المادة الأساس Matrix والثانية هي الفشل الحاصل في الألياف ويمكن تعليل ذلك بآليتين أما أن تتمزق (Tear) الألياف أو تعاني انسلاخاً من المادة الأساس وتكون الطاقة المصروفة في المرحلة الثانية اكبر من المرحلة الأولى [8].

عندما ينمو الكسر خلال مادة الوسط الهش نحو الألياف فأن مجال الإجهاد أمام الكسر يفصل المادة الأساس عن الألياف لمنطقة صغيرة كما في الشكل (4)



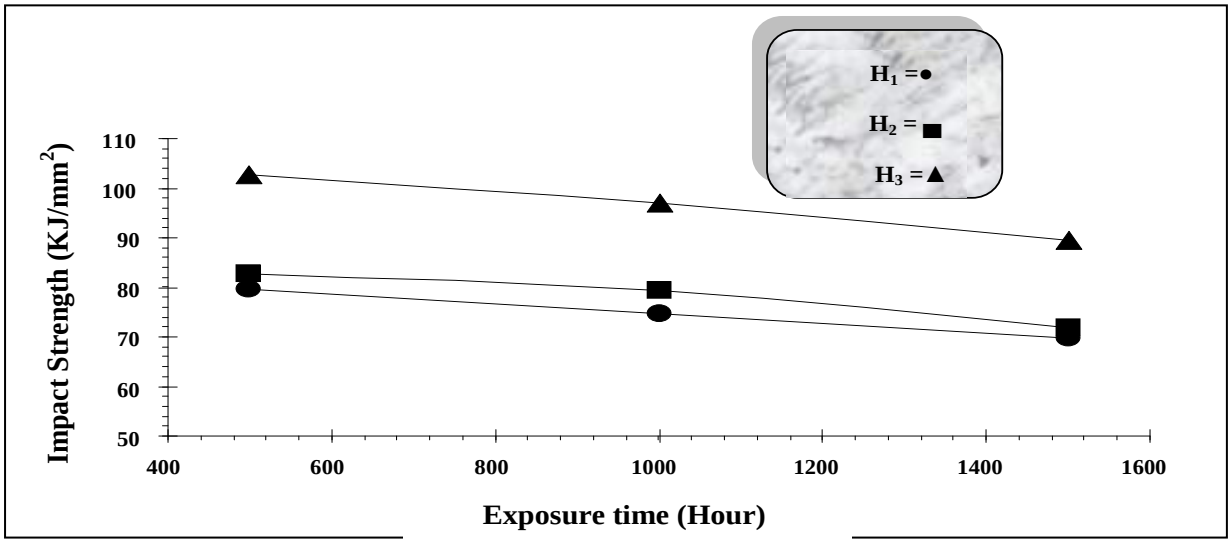
الشكل (5) مخطط لنمو الكسر في مادة متراكبة.

حيث يتوسع الكسر بشكل كبير وتتوقف حركته .إن هذا يحدث في حالة نمو الكسر عمودياً على اتجاه الألياف أما إذا كان الكسر قد حصل بشكل موازٍ فهذا يؤدي إلى فلق (Cleavage) المادة بسهولةً كما في ألياف الخشب[13].

لقد أوضح العالم كوبر إن طاقة سطح الشق للمادة المتراكبة تشمل ثلاثة حدود ممثلة لطاقة تماسك الليف- طاقة تماسك المادة الأساس ومقدار طاقة التلاصق (الليف -المادة الاساس)[18] .

جدول(1) يبين تغير قيم مقاومة الصدمة للنماذج الهجينة المختلفة مع تغير فترات التعرض الى الاشعة فوق البنفسجية .

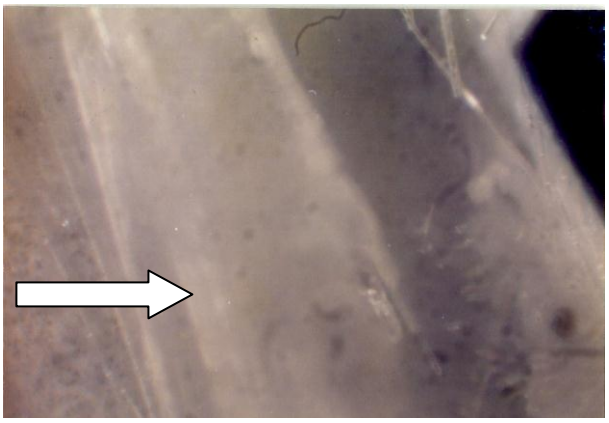
المادة المتراكبة الهجينة Hybrid and Composite Material	Impact Strength (KJ/m^2) Exposure Time (Hour)		
	500	1000	1500
UP + KF (WR) + GF(WR)	79.702	74.5971	69.64992
UP + CF (WR) + GF(WR)	82.693	79.373	71.8801
UP + KF (WR) + CF (WR) + GF(WR)	102.73	97.106	89.4823



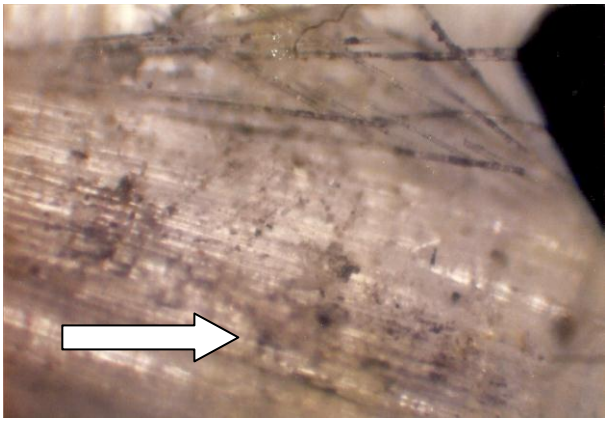
الشكل (6) يوضح العلاقة بين مقاومة الصدمة وزمن التعرض للأشعة فوق البنفسجية لنماذج من مواد متراكبة هجينة .

تم دراسة سطح الكسر لجميع النماذج المحضرة وبإستخدام المجهر نوع(japon/Nikon) والموضحة بالأشكال (15,14,13,12,11,10,9,8,7) والتي توضح سطح الكسر للعينات الهجينة المعرضة الى فترات (500 ,1500,1000) ساعة للأشعة فوق البنفسجية .

شكل (7) UP + KF(WR) + GF(WR) (500H)

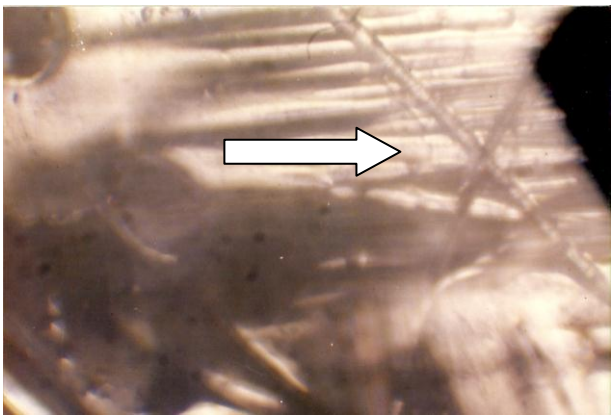


شكل (8) **UP+KF(WR)+GF(WR) (1000H)**

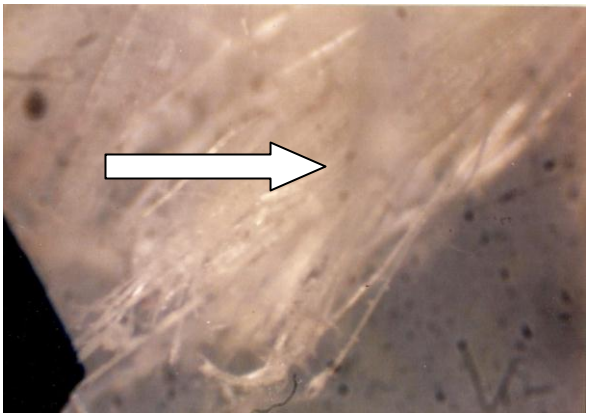


شكل(9)**UP+KF(WR)+GF(WR)(1500H)**

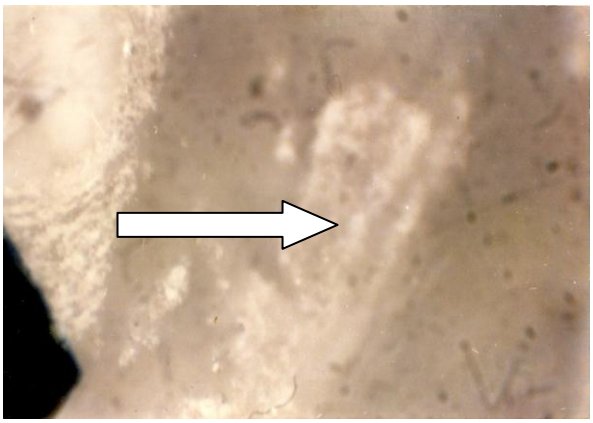
الأشكال (7) و (8) و (9) توضح سطح الكسر لعينة H_1 معرضة الى حقب زمنية مختلفة من أشعة **UV**.



شكل(10) **UP+CF(WR)+GF(WR)(500H)**

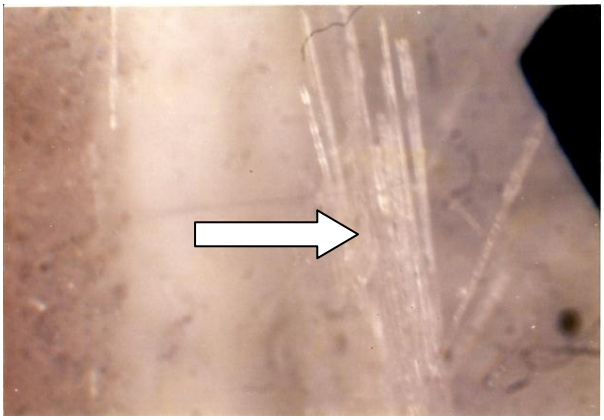


شكل(11) **UP+CF(WR)+GF(WR)(1000H)**

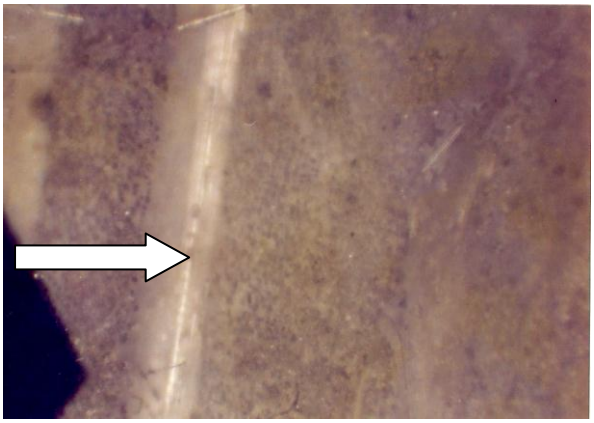


شكل(12) **UP+CF(WR)+GF(WR)(1500H)**

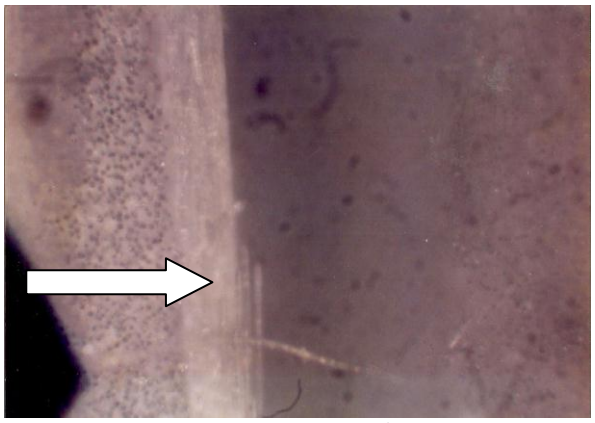
الأشكال (**10**) و (**11**) و (**12**) توضح سطح الكسر لعينة H_2 معرضة الى حقب زمنية مختلفة من أشعة **UV**.



شكل(13)
UP+CF(WR)+KF(WR)+GF(WR) (500H)



شكل(15)
UP+CF(WR)+KF(WR)+GF(WR) (1500H)



شكل (14)

UP + CF(WR) + KF(WR) + GF(WR) (1000H)

الأشكال (13) و (14) و (15) توضح سطح الكسر لعينة H_3 معرضة الى حقب زمنية مختلفة من أشعة UV.

4. الاستنتاجات:

من النتائج الخاصة بهذه الدراسة يمكن استخلاص النقاط الاتية :-

1- أبدت المادة المتراكبة المقواة بألياف الكاربون والكفلر والزجاج (H_3) أعلى قيم متانة صدمة في حين أبدت المادة المتراكبة الهجينة المقواة بألياف الزجاج والكفلر (H_1) أقل قيم متانة صدمة في حين إتخذت المادة المتراكبة الهجينة المقواة بألياف الزجاج والكاربون (H_2) القيم الوسطية .

2- قلت قيم متانة الصدمة مع زيادة مدة التعرض للأشعة فوق البنفسجية ولجميع النماذج وهذا يوضح الأثر السلبي للأشعة فوق البنفسجية على خصائص الصدمة بشكل خاص والخصائص الميكانيكية بشكل عام.

References

[1] M. M. Schwartz, "composite Materials Hand Book ", MerGraw-Hill, Inc., (1984).

[2] M. O. W. Richarson, "Polymer Engineering Composites" Applied Science Pub. Ltd. London,(1977).

[3] د. طالب حسين الشريفي ، د. يحيى عبد المجيد ، " الكيمياء الهندسية "، كلية الهندسة ، جامعة بغداد ، 1980.

[4] L.Holliday,"Composite Material",Elsevier Publishing,London,(1966).

[5] P.K.Laiw,J.G.Greggi,W.A.Logsdon, J.Mat .Sci, **22,**1613, (1987).

[6] بسمة محمد فهد العزاوي "السلوكيات الميكانيكية للمتراكبات الهجينة" رسالة ماجستير،الجامعة التكنولوجية، قسم العلوم التطبيقية (2002)

[7] أوهام محمد حميد، "دراسة تأثير التدعيم بالألياف على بعض الخصائص الفيزيائية لمواد متراكبة" رسالة ماجستير ،الجامعة التكنولوجية- قسم العلوم التطبيقية ،2000.

[8] علي حسن العزاوي(دراسة السلوك الميكانبكي الحراري لمواد متراكبه هجينه)) رسالة ماجستير،قسم العلوم التطبيقية-الجامعة التكنولوجية،2002**.**

[9] D. Hall, "Introduction To Composite Materials", Cambridge University Press, (1981).

[10] أريج رياض سعيد (دراسة الخصائص الميكانيكية لمتراكبات بوليمرية مدعمة بمواد طبيعية) **"،رسالة** ماجستير،الجامعة التكنولوجية- قسم العلوم التطبيقية،2009.

[11] Qahtan Adnan Hamad Al-Jbouri,(Studying Mechanical and physical properties for polymer matrix composite material reinforced by fibers and particles),M.Sc. thesis ,Material Engineering,2008.

[12] R. J. Crawfor, "Plastic Engineering", 2nd ed., Pergamon Press, V. K., 1987.

[13] ناصر عبد الله محمد الساعدي،" دراسة الخواص الميكانيكية لمواد متراكبة"،رسالة ماجستير،الجامعة التكنولوجية- قسم العلوم التطبيقية،1992.

[14] جي ، أي . ديتر ، ترجمة د. عبد الرزاق اسماعيل خضر ،د. عبد الوهاب محمد عبد الله ، " الميتالوجية الميكانيكية" الجامعة التكنولوجية ، قسم هندسة الإنتاج والمعادن ،1994.

[15] L. Mascia, " The Role of Additives in Plastics" , Edward Arndd pub. Ltd. London, 1974.

[16] إنتصار محمد شاطئ (دراسة الخصائص الميكانيكيه والفيزيائية لمادة راتنج النفولاك المدعم بدقائق الفحم النفطي) رسالة ماجستير،الجامعة التكنولوجية-قسم العلوم التطبيقية ،2007.

[17] Husnyia H. Thanon (Investigation of physical and thermal properties for novalac hybrid composites), PH.D thesis , Applied Science University of Technology ,2006.

[18] B.F. Blumentritt, B. T. Vu and S. L. Cooper," Composite", 6, 105,1975.