

دراسة تأثير الإشعاع والكسر الوزني على بعض الخواص الميكانيكية لمتراكبات  
البولي استر غير المشبع المدعم باوكسيد الالمنيوم

ا.م. د. سعاد حامد العيبي      ا.م. إنعام وادي وطن

قسم الفيزياء - كلية التربية ابن الهيثم للعلوم الصرفة - جامعة بغداد

**الخلاصة :-**

يهدف البحث الى تصنيع متراكب بوليمري دقائقي مؤلف من راتنج البولي استر غير المشبع ودقائق اوكسيد الالمنيوم  $Al_2O_3$  بكسور وزنية مختلفة % (10,20,30,50) ودراسة بعض الخصائص الميكانيكية المتضمنة (مقاومة الصدمة، معامل المرونة، مقاومة الانحناء) حيث تضمن البحث دراسة تأثير الإشعاع والكسر الوزني على هذه الخصائص الميكانيكية وتم الاستنتاج من الدراسة زيادة في قيمة كل من مقاومة الصدمة ومعامل المرونة ومثانة الانحناء بزيادة الكسر الوزني ونقصان في (مقاومة الصدمة، معامل المرونة، مثانة الانحناء) بتأثير الإشعاع .

الكلمات المفتاحية :- الإشعاع ، الصدمة ، معامل المرونة ، مثانة الانحناء .

**The Effect of Radiation And Weight Fraction on Some Mechanical Properties of Unsaturated Polyester Reinforced by Alumina oxide**

**D. suad hammed aleabi      Anaam Wadi Watan**

**University of Baghdad\ Ibn AL- Haitham College\  
Department of Physics**

**Abstract:-**

In this research study of some mechanical Properties on composite material consist of unsaturated polyester Resin and particales( $Al_2O_3$ ) Alumina oxides in different weight fraction(10,20,30,50)% and this research study the radiation effect and weight fraction on mechanical Properties (impact strength, modulus of elasticity, flextural strength). The result showed that increase mechanical properties(impact strength,modulus of elasticity,flextural strength) when increase the weight fraction and the

mechanical Properties (impact strength, modulus of elasticity, flexural strength) decreases with the effect of radiation.

**Key word:-** Radiation, impact, modulus of elasticity, flexural strength.

**المقدمة :-** دراسة الخواص الميكانيكية هو معيار في اختبار المواد ودراسة سلوك المواد وتأثير الخواص الميكانيكية في ظروف مختلفة حيث تكتسب أهمية كبيرة لمعرفة مدى ملائمة هذه الخواص في التصميم والتصنيع [1].

يستخدم البوليستر غير المشبع بصورة واسعة في الصناعة لامتلاكه الكثير من الخواص الفيزيائية والميكانيكية الجيدة حيث يمتاز باستقرارية إبعاده وقابلية الترابط الجيدة مع المواد الأخرى فضلا عن سهولة تشكيله حيث لا يحتاج إلى حرارة ولا ضغط وقلّة الكلفة [2،3].

المواد البوليمرية أكثر تأثرا بالإشعاع مقارنة بأنواع المواد الأخرى فلزية أو سيراميكية، حيث تحتوي بعض أنواع الإشعاعات (حزم الإلكترونات، الأشعة السينية، وأشعة بيتا، وأشعة كاما والإشعاع فوق البنفسجية) قدر كاف من الطاقة تمكنها من تخلل جسم البوليمر والتفاعل معه وتأثيرات الإشعاع ليست دائما ضارة بالبوليمر أو مؤذية له ويعتمد التأثير الناتج عن الإشعاعات على نوع البوليمر وطبيعته وكمية الإشعاعات المؤثرة ونوعها تظهر التأثيرات الكيميائية للإشعاع بأشكال عدة مثل التفكك والتشابك وغيرها [4].

#### **الجزء النظري :-**

يعتبر البوليستر غير المشبع من البوليمرات المتصلدة بالحرارة الواسع الاستخدام في المجال الصناعي والمدني إذ يتمتع بكلفته الواطئة وصلادة ومقاومه عالية نسبة إلى خفة الوزن ويستخدم في صناعة الأنابيب والخزانات ويتم تصليد البوليستر بعملية الجذور الحرة حيث تضاف البيروكسيدات العضوية لتعمل كبادئ للجذور الحر [5].

نشأت المواد المترابكة في مجال هندسة الطيران والفضاء بسبب خفة الوزن وتتألف هذه المواد من مادتين مختلفتين أحدهما مادة التقوية وتكون مغمورة في أرضية من مادة بوليمرية إذ ازداد الاهتمام بالمواد المترابكة ذات الأساس البوليمري حيث تستخدم في مختلف التطبيقات الهندسية والتكنولوجية ومن أهم متطلبات استخدام هذه المواد المتانة الجيدة والأداء العالي ومقاومتها للجهدات الداخلية والخارجية المؤثرة عليها إضافة إلى مقاومة الظروف المحيطة من درجة حرارة وضغط [6].

عند تعرض البوليمرات للعوامل الجوية مثل الرطوبة، المحاليل الكيميائية، الأوزون، الضوء، تذبذبات درجة الحرارة والإشعاع فإن بعض خواصها سوف يتغير مثل حدوث تغير في اللون الذي

يصبح داكنا او حدوث تقشر وتحولها الى حالة هشة (brittle) ويمكن تحسين مقاومة البوليمرات للظروف الجوية المذكورة سابقا بإضافة حشوات مختلفة مثل بعض الحشوات السيراميكية ( ceramic filler) أو مواد لتعتيمها (Opaque filler) أو مواد لامتناص الأشعة [٧].

اغلب تطبيقات المواد المتراكبة خاصة ذات الأساس البوليمري تكون في المحيط الخارجي كأجزاء المباني والطائرات وكذلك القوارب وحاويات المياه كل هذه الأمور دعت العديد من العلماء والباحثين بتوجيه أفكارهم وجهودهم لدراسة المواد المتراكبة وبالأخص ذات الأساس البوليمري وذلك لما تتمتع به من مميزات أهمها المتانة النوعية نسبة الى وزنها (High strength to weight) وجاءت بحوثهم العلمية لتسليط الضوء قدر الإمكان على أهمية هذه المواد وبأوسع المجالات تبعا لخواص المواد الداخلة في تصنيعها والظروف الجوية المحيطة بها وغيرها من العوامل الأخرى. فقد قام الباحث (Gu Huang) بتصنيع عينات من البولي استر غير المشبع المقوى بطبقات من ألياف الزجاج وتعريضها للإشعاع لمدة (٢٠-٢٠٠) ساعة حيث تم إجراء اختبار الشد للعينات ووجد إن هناك انخفاض واسع في مقاومة الشد للعينات [٨].

كما قام الباحثان (D.C.philips) بدراسة حول تشعيع مادة البولي فينيل كلوريد (PVC) بالإشعاع المؤين (Ionizing Radiation) لمدى من درجات الحرارة واستنتج الباحثان إن الفائدة من التشعيع هو استخراج الجرعة الكافية حيث إن هذه الجرعة مهمة ومطلوبة تحت أي ظروف تشغيل مختلفة كخاصية فيزيائية مميزة [٩].

### الجزء العملي

#### المادة الاساس

تم استخدام راتنج البولي استر غير المشبع (UP) كمادة أساس من شركة (SIR) السعودية إذ يكون على شكل سائل شفاف وردي اللون يضاف له مصلد بنسبة وزنية (٢) غم لكل (١٠٠) غم من مادة البولي استر غير المشبع وله كثافة تقدر بحوالي ( ١,٢g/cm<sup>3</sup> ) .

#### مواد التقوية

وهي عبارة عن دقائق من اوكسيد الالمنيوم ( Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ) المجهزة من شركة (RIEDEL- DE HAEN AG) الالمانية وبدرجة نقاوة ٩٩,٩٩ % .

#### تحضير العينات

حضرت عينات لمواد متراكبة من البولي استر غير المشبع المدعم بدقائق اوكسيد الالمنيوم بكسور وزنية مختلفة % (١٠,٢٠,٣٠,٥٠) وقد استخدمت طريقة القولبة اليدوية في تصنيع المواد المتراكبة (Hand Lay-up Molding) لأنها بسيطة الاستخدام ويمكن الحصول منها على عينات

بإشكال وإحجام وإبعاد مختلفة حيث تم خلط اوكسيد الالمنيوم مع البولي استر بطريقة الخلط اليدوي الى ان يتم تجانس الخليط وصبه في القالب وقد تم تغليف القالب المستخدم لصب العينات بورق حراري وذلك لضمان استخراج العينة من القالب بعد تصلبها وبعد اكتمال عملية التصلب والتي هي مدة ٢٤ ساعة يتم استخراج المصبوبة من القالب ثم بعد ذلك تتم عملية المعالجة (curing) بدرجة حرارة (٥٠ °C) ومدة ثلاث ساعات وذلك لإتمام التفاعلات الكيميائية ولتقليل الاجهادات المتكونة أثناء عملية التصلب ثم بعد ذلك يتم تقطيع العينات حسب الأبعاد الخاصة بكل اختبار أجريت عملية التنعيم والصقل باستعمال أوراق كاربيد السليكون بدرجات مختلفة .

### الأجهزة المستخدمة في البحث

#### ١- جهاز اختبار الصدمة Impact Test Instrument

لغرض حساب الطاقة المطلوبة للكسر والتي يمكن حساب مقاومة الصدمة للمادة من خلالها تم استعمال جهازالصدمة نوع جاري (Charpy Test) والمصنع من قبل شركة ( Testing Machines INC..AMITYVILLE NEW YORK)

#### ٢- جهاز اختبار الانحناء Bending Test Instrument

لغرض حساب معامل المرونة لجميع العينات الخاصة استخدم الجهاز المصنع من قبل شركة (Phywe) الالمانية ان الطريقة التي تم بها هذا الاختبار تعرف بالاختبار الثلاثي النقاط ( Three point Test ).

تم التشعيع بأشعة كاما (Gamma radiation) بطاقة (Mev) (١,١٧٢ - ١,٣٣٢) ويعمر نصف  $\gamma_{٥,٢٦}$  حيث استخدم العنصر المشع الكوبلت  $Co^{60}$  حيث يتميز هذا العنصر برخص سعره نسبيا وجرت عملية الاشعاع في مختبر خاص حيث تتبعث الإشعاعات من مصدر الإشعاع وتقوم باختراق العينات المستخدمة في البحث وقد كانت مدة تشعيع العينات هي لمدة (٧) ايام .

### النتائج والمناقشة

#### أولاً:- تأثير الإشعاع والكسر الوزني على مقاومة الصدمة

الكثير من البوليمرات تبدي انخفاض في خواصها الميكانيكية عندما تتعرض للإشعاع خلال عمر الخدمة نتيجة التفاعلات الكيميائية المتولدة بواسطة الإشعاع . تبدأ عملية التشعيع بامتصاص الطاقة الإشعاعية وتنتهي عندما تتوازن ثرمودانيمكا ويحصل بين هاتين العمليتين عدد من العمليات المتعاقبة توزع في ثلاث مراحل أساسية هي:-

١. المرحلة الفيزيائية (مرحلة امتصاص الطاقة الإشعاعية في المادة).

٢. المرحلة الفيزيائية - الكيميائية (مرحلة انتقال الطاقة بين النواتج الوسيطة )

٣. المرحلة الكيماوية (مرحلة إعادة التوازن الكيماوي )

أظهرت النتائج المتمثلة بالشكل (١) تغير في قيم مقاومة الصدمة بتأثير الإشعاع حيث هنالك انخفاض في قيم مقاومة الصدمة بتأثير الإشعاع ويمكن تفسير السبب في ذلك إلى تحطم السلاسل البوليمرية بتأثير طاقة الإشعاع حيث إن التعرض للإشعاع يؤدي إلى إضعاف الربط التقاطعي (cross linking) لجزئيات الراتنج وانفصالها وتكوين جذور حرة خاصة في المناطق الضعيفة وهذا يزداد كلما ازداد التعرض للإشعاع ونتيجة ذلك سوف تقل مقاومة الصدمة [١٠] .

كما يلاحظ من الشكل زيادة في مقاومة الصدمة بزيادة الكسر الوزني ويعود السبب في ذلك إلى انه عند إضافة دقائق اوكسيد الالمنيوم إلى الراتنج فان طاقة الكسر تزداد مما يؤدي إلى زيادة متانة المادة المتراكبة لان الدقائق تؤدي إلى انحراف الشق والتسبب بمساحة سطحية كبيرة للكسر إذ إن ملاقة الشق للدقائق أثناء تقدمه خلال المادة سيولد إعاقة لحركته من قبل هذه الدقائق التي تعد بمثابة حواجز أمام الشق وتعمل على تثبته في مراكز تواجد الدقائق ولكي يتجاوز الشق هذه الحواجز ويستمر بالنمو سيغير من شكله ويتحول إلى مجموعة شقوق ثانوية صغيرة محاولا بذلك المرور بين الدقائق حيث إن هذا الأمر يؤدي إلى زيادة في سطح الشق وبذلك تزداد الطاقة اللازمة لحدوث الكسر [١١].

ثانياً: - تأثير الإشعاع والكسر الوزني على معامل المرونة

من الشكل (٢) الذي يوضح العلاقة بين الكسر الوزني ومعامل المرونة الناتج من اختبار الانحناء للعينات المستخدمة في البحث حيث يلاحظ من الشكل نقصان في قيمة معامل المرونة بعد التعرض للإشعاع ويمكن تفسير ذلك إلى انه بتعرض المادة المتراكبة للإشعاع سوف يؤدي ذلك إلى حدوث تدهور في السلسلة الجزئية بحدوث تأكسد وتكوين غازات معينة حيث يؤدي هذا التحلل بالإشعاع الى تكسير الأواصر ما بين السلاسل البوليميرية وهذا يؤدي إلى الهشاشة وتفكك المادة بصورة تدريجية [١٠].

إما علاقة معامل المرونة بالكسر الوزني فيمكن ملاحظة حدوث زيادة في قيمة معامل المرونة بزيادة الكسر الوزني ويرجع السبب ذلك إلى وجود الدقائق الحشوية الذي يؤدي إلى التقييد أو التحديد لمرونة الجزئيات الكبيرة مما يجعل عملية الاسترخاء أكثر صعوبة وبالتالي يؤدي إلى زيادة في معامل المرونة للمادة المتراكبة بزيادة الكسر الوزني [١٢].

ثالثاً :- تأثير الإشعاع والكسر الوزني على متانة الانحناء

يعتبر اختبار متانة الانحناء من الاختبارات المعقدة لان العينة تتعرض إلى عدة اجهادات في نفس الوقت هي إجهاد الشد الذي يحصل عند السطح الخارجي للعينة وإجهاد الضغط الذي يحصل على

السطح الداخلي للعينة وإجهاد القص الذي يحدث عند السطح البيئي لها وتفشل المادة المترابطة بتأثير احد هذه الاجهادات الثلاثة اعتمادا على نوع مادة التقوية والمادة الأساس وقوة الترابط بينهما . من الشكل (٣) الذي يوضح العلاقة بين الكسر الوزني ومتانة الانحناء نلاحظ زيادة متانة الانحناء بزيادة الكسر الوزني والسبب في ذلك يعود إلى امتلاك دقائق اوكسيد الالمنيوم مقاومة عالية تجاه الإجهاد الانضغاطي والقصي ويمكن إن يعود السبب كذلك الى قوة الترابط العالية لدقائق اوكسيد الالمنيوم مع راتنج البولي استر غير المشبع [١٣]

إما علاقة قيم مقاومة الانحناء بتأثير الإشعاع الذي يوضحه الشكل (٣) نفسه نلاحظ نقصان في قيمة متانة الانحناء بتأثير الإشعاع ويسبب الوزن الجزيئي العالي للبوليمرات الذي يتضمن آلاف الوحدات من ذرات الكربون فان نسبة قليلة من الإشعاع من الممكن إن تحدث تأثيرات على نسبة كبيرة من الجزيئات وهكذا فان مقدار قليل من الإشعاع من الممكن إن يسبب تغير كبير في معدل الوزن الجزيئي حيث يؤدي ذلك بالتالي إلى إن اختراق الأشعة قد يؤدي إلى حدوث الهشاشة والتصدع وذلك سوف يؤدي إلى نقصان انفعال الفشل مع فقدان المرونة [٩]

#### **الاستنتاجات**

بعد إجراء البحث والدراسة حول تأثير كل من الكسر الوزني والإشعاع على الخصائص الميكانيكية لمادة بوليمرية من راتنج البولي استر غير المشبع اظهرت النتائج زيادة في كل من الصدمة ، معامل المرونة ، ومتانة الانحناء مع زيادة الكسر الوزني لمادة اوكسيد الالمنيوم كما اظهرت النتائج تدهور الخصائص الميكانيكية بعد التشعيع لجميع العينات .

#### **المصادر**

1. Bhargna, A.K,2013,"Engineering Materials Polymer,Ceramics,and Composite",PHI Learning private limited Delhi.
2. John Martin,2009,"Material for Engineering",3nd,Ed,woodhead publishing,limited,Cambridge,England.
3. Khurmi, R.Sand R.S sedha,2008"Material sciences",S.chand and company Ltd,New Delhi.
- ٤- منصور وهرة، د.رامي،د.علي ،٢٠٠٥،"تأثير المائات العضوية على منحنيات التصلب لمركبات البولي استر غير المشبع"، مجلة جامعة تشرين للدراسات والبحوث العلمية ، سوريا ، سلسلة العلوم الهندسية ، المجلد ٢٧، العدد ١، الصفحات (٨١-٩٨).
- 5.Kanng Wenfeng& Richardson Ashley (2007),"Anew Amine promoter for low temperature of MEKP Initiated Unsaturated polyester Resin system",composite Research, Journal,Vol.1,Issue.4,p. 14

٦. عبدالله ، فاتن نعمان (٢٠٠٧)"دراسة تأثير الحجم الحبيبي للدقائق ودرجة حرارة التشكيل على الخواص الميكانيكية للمواد المترابطة ذات الاساس البوليمري"، مجلة الهندسة والتكنولوجيا ، قسم التعليم التكنولوجي ، الجامعة التكنولوجية، بغداد ،المجلد ٢٥، العدد ٥، الصفحات (١٩٨ -٢٠٦).

7. Watter E.Driver,"Plastics Chemistry and Technology",Van Nostrand Reinhold Company (1971).

8.Gu.Huang(2007),"Degradation of glass fiber/polyester composite after Ultraviolet Radiation" Materials&Design,Journal, vol.29,Issue.7,p.p(1476-1479).

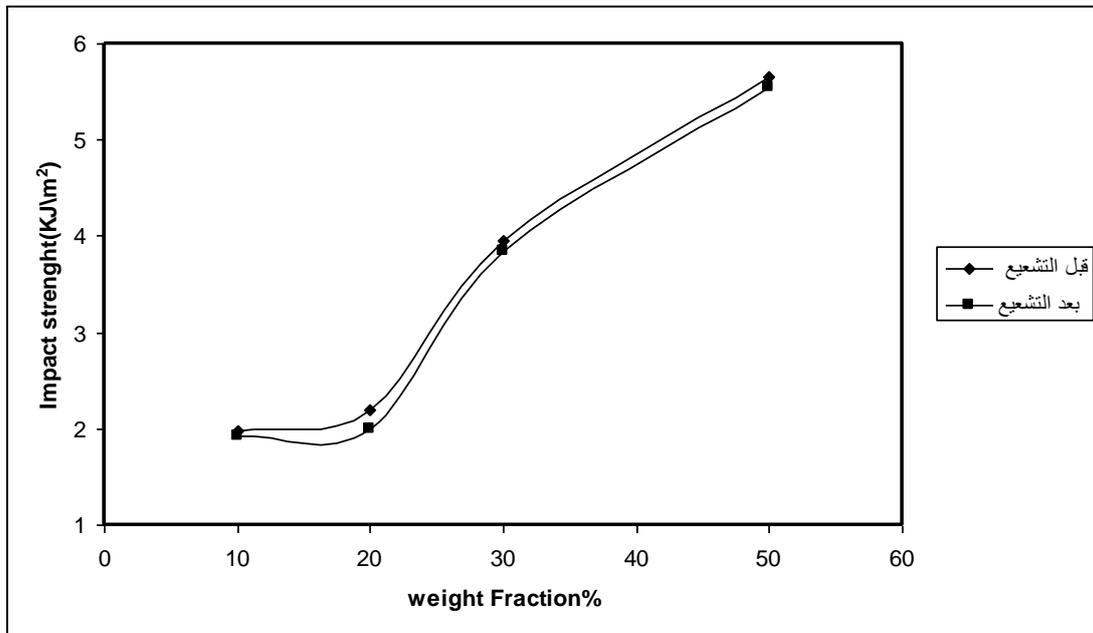
9. D.C.Philips,(1988),"Effect of Radiation on Polymer ", Journal of Materials Science and Technology, vol .4,P.(85-91).

١٠. د. مهندس علي الاشرم (١٩٩٤)، "اللدائن وخواصها التكنولوجية، صناعة البلاستيك"، كلية الهندسة ، جامعة الاسكندرية وجامعة بيروت العربية ، دار الراتب الجامعية بيروت،لبنان.

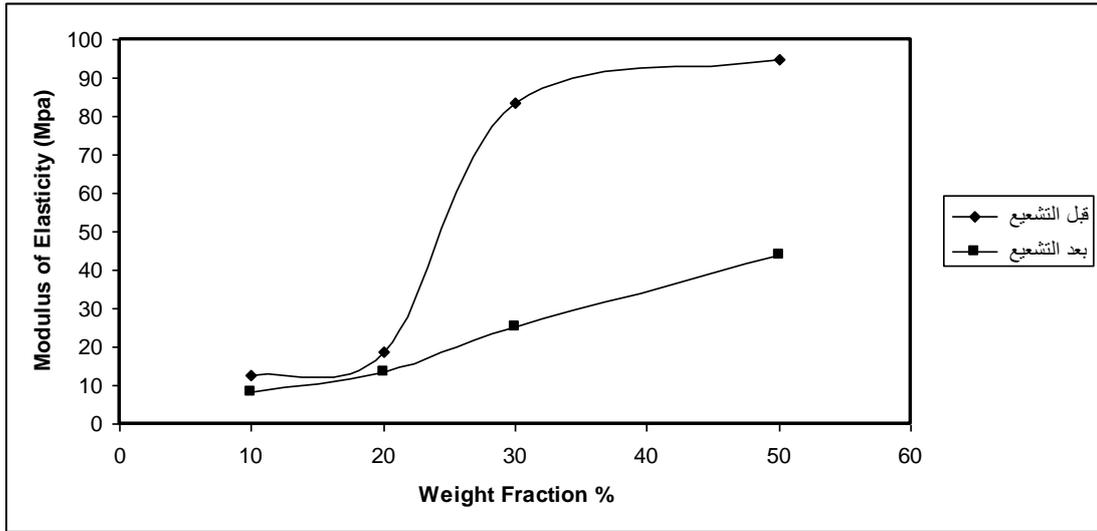
١١. وسن جبار مناتي،(٢٠٠٥) " دراسة السلوك الفيزيائي لمادة مترابطة دقائق بوليمرية " (٢٠٠٥)،رسالة ماجستير ، قسم العلوم التطبيقية ، الجامعة التكنولوجية ، بغداد.

12. E.Sideridis (1986),"The Dynamic Modulus of particulate – filled polymers and defined by the concept of interphase",composite science and technology,vol .27,No.4,p.p(305-332).

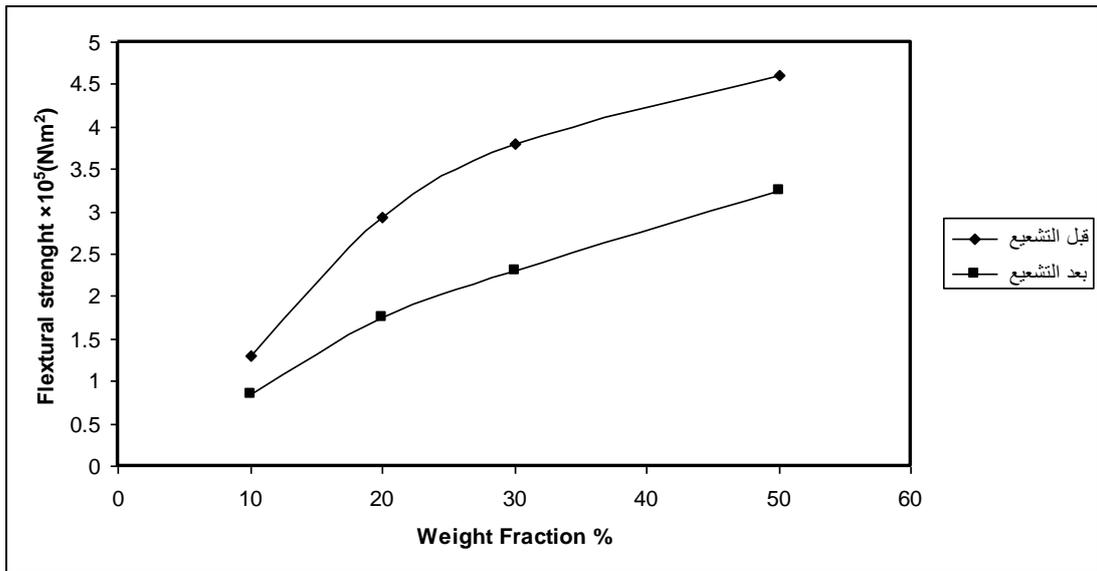
13. S.V.Kulkarni,J.S.Rice&B.W.Rosen,(1975)"An investigation of the compressive strength of Kevlar 49/ epoxy composites" composites ، vol.6,No.5,p.p(217-225).



شكل (١) العلاقة بين الكسر الوزني ومقاومة الصدمة للعينات قبل التشعيع وبعده ولكسور وزنية مختلفة



شكل (٢) العلاقة بين الكسر الوزني ومعامل المرونة للعينات قبل وبعد التشعيع وكسور وزنية مختلفة .



الشكل (٣) العلاقة بين الكسر الوزني ومقاومة الانحناء للعينات قبل وبعد التشعيع وكسور وزنية مختلفة .