

Effect of Gamma – Irradiation on the Colour and the Optical Properties of Undyed Iraqi Cotton Fabrics

S. K. J. Al-Ani

College of Science, Baghdad University, Baghdad-Iraq.

تأثير أشعة جاما على لون أنسجة القطن العراقي غير المصبوغة وخواصها الضوئية الأخرى

سلوان كمال جميل العالني

كلية العلوم ، جامعة بغداد ، بغداد – جمهورية العراق

خلاصة

تم في هذا البحث دراسة تأثير أشعة جاما المنبعثة من الكوبلت 60 على لون أنسجة القطن العراقي غير المصبوغة ، وخواصها الضوئية الأخرى (فجوة الطاقة وعرض ذبول الحالات الموضعية بالفجوة (حافة اورياخ)) لمدى واسع من الجرعات وحتى 1140 كيلو غمري ولأول مرة باستخدام تقنيات متعددة بغية تحسين بعض خصائص الأنسجة القطنية التي تستخدم في المنشأة العامة للصناعات القطنية . استخدم المطياف الضوئي كوسيلة لدراسة تغير اللون ، فجوة الطاقة الضوئية وحافة اورياخ مع تغير الجرعات الإشعاعية . استخدم معامل الاصفى (YE) وفرق اللون (ΔE) بين النماذج المشععة وغير المشععة كمرجع ، كمؤشر للتغير الحاصل في اللون . لوحظ حصول زيادة في قيم هذين المعاملين مع زيادة الجرعة الإشعاعية . وتمت ملائمة النتائج باستخدام معادلة متعددة الحدود من الدرجة الثالثة ، ويمكن اعتبار التغير في لون أنسجة القطن طريقة مبسطة كمجراخ لأشعة جاما . كانت قيم فجوة الطاقة الضوئية (E_{opt}) وحافة اورياخ (E_c) لأنسجة القطن غير المشععة 0.52، 2.24 إلكترون فولت على التوالي. لوحظ حصول انخفاض في منحنى (E_{opt}) عند الجرعة القليلة ثم يتزايد المنحني بزيادة الجرعة ، بينما يسلك منحنى (E_c) عكس السلوك . نال سلوك الخواص المذكورة اعلاء مع الجرعات ان الترابضات العرضية هي المتغلبة في الجرعات القليلة ، بينما تتغلب عمليات التحطم عند الجرعات الإشعاعية العالية .

Abstract

The effects of ^{60}Co source gamma - radiation (0-1140) kGy on the colour, and other optical properties (optical energy gap and Urbach edge) of undyed Iraqi cotton fabrics were investigated for the first time using various techniques, in an attempt to improve some characteristics of these fabrics that are used in the General Establishment for Cotton Industries. Colour measurement was successfully applied as a tool in a study of the change vs. dose. The change in colour was estimated by the yellowness index (YE) and colour difference (ΔE) between the irradiated samples and the unirradiated one as a control. These two parameters were increased with increasing dose and the results were fitted using three degrees polynomial equation. The change in the colour of cotton fabrics is suggested to develop a simple method for γ -ray dosimetry. Optical energy gap (E_{opt}) and Urbach edge (E_e) for unirradiated cotton fabrics were 2.24 and 0.52 eV, respectively. The curve of the former vs. dose had a depression at low doses then increased with increasing dose, while the curve of the latter changed in the opposite sense. The overall behaviour suggested that the crosslinking process is the dominant reaction at low doses, while at higher doses, the process was dominated by degradation

المقدمة

خلال العقود الثلاثة الماضية يظهر أن استخدام الإشعاع المؤين في تقنية صناعة الأنسجة قد جذب انتباه الباحثين والتقنيين على السواء. يعتبر عام 1950 بداية لبحوث تأثير الإشعاع المؤين على الألياف والأنسجة. هناك دراسات عديدة حول تأثير أشعة جاما على نسيج والياق القطن، تم استعراضها من قبل Rutherford [1] و Mahmood [2]، من هذه الدراسات هي تأثير أشعة جاما على الخواص الميكانيكية [3]، قابلية الذوبان في القلويات [4]، الاستجابة للأصباغ والثباتية [5] والتوصيلية الكهربائية [6] ولكن لم

تظهر اية دراسة حول تأثير أشعة جاما على الخواص الضوئية للقطن وخاصة القطن العراقي. لذا تم في هذا البحث دراسة تأثير أشعة جاما على الخواص الضوئية (فجوة لطاقة الضوئية وحافة اورياخ) لأنسجة القطن العراقي والتغير في لونها نتيجة التشعيع والذي قد يستخدم كمجراع. حيث ان زيادة استخدام أشعة جاما في المجالات الصناعية والطبية أدى الى زيادة الاهتمام بإيجاد طرق مبسطة لقياس جرعات أشعة جاما. يعتبر حساب الفرق في اللون بين نموذجين من الجوانب المهمة في الصناعة حيث يجب تحديد التفاوت في اللون بدقة ومن ثم السيطرة عليه.

2-المواد والطرق

1-2: عينة الدراسة

تمت الدراسة على القطن العراقي وهو على شكل انسجة (fabrics) غير مصبوغة ، تم الحصول عليها من المنشأة العامة للصناعات القطنية في بغداد .

2-2:التشعيع

تم التشعيع بأشعة جاما باستخدام المصدر ^{60}Co -Canadian gamma cell- المتوفر في منظمة الطاقة الذرية العراقية في المدى (0.1-1140) كيلوغري بسغل جرعة (2.7941- 2.7047) كيلوغري /ساعة . وكانت فعالية المصدر فترة اجراء البحث (13.7- 14.13) * 10^{13} بكرل . شععت النماذج عند درجة حرارة الغرفة والضغط الجوي الاعتيادي .

2-3 اطياف الانعكاسية الانتشارية

تم ولأول مرة قياس اطياف الانعكاسية الانتشارية لأنسجة القطن العراقي في مدى النول الموجي (400-770) نانومتر وبفترات 10 نانومتر باستخدام المطياف PU Philips 8800UV/VIS [7] مرتبط مع Integrating Spheroid [8]. يعمل الجهاز بسرعة 600 نانومتر / دقيقة، تمت القياسات نسبة الى مادة بيضاء قياسية من مسحوق البولي تترافنورائيلين المضغوط على قاعدة بلاستيكية،

بينما وضع النموذج المراد فحصه على قاعدة سوداء مسطحة، اتخذت قيسم الانعكاسية الطيفية المستحصلة من جهاز المطياف الى الحاسوب الالكتروني وذلك باستخدام برنامج حاسوبي بلغة بيسك (GWBASIC) اعد من قبل Mahmood [9] لهذا الغرض.

3- النتائج و المناقشة

3-1 معامل الاصفرار

أن تعريض أنسجة القطن غير المصبوغة إلى أشعة جاما بسبب تغير لونها نحسب الاصفرار بالشكل الذي يمكن ملاحظته بالعين المجردة ويعتبر معامل الاصفرار مؤشرا لتغير الحاصل في اللون ، يتم حساب هذا المعامل من قيم الانعكاسية وباستخدام نفس البرنامج [9] حيث يعبر عنه بالنسبة (B/L) [10] ، والشكل (3-1) يوضح التغير في هذا المعامل مع الجرعة حيث يزيد بحددة عند الجرعة الواظنة في المسدى (0-200) كيلو غري، ثم يبطء ولحد 1140 كيلو غري، تم ملاءمة النتائج مع المعادلة الآتية :

$$YE = 0.0487 + 0.0006X - 6.6984 * 10^{-7} X^2 + 2.7141 * 10^{-10} X^3 \dots\dots(3-1)$$

حيث X تمثل الجرعة بالكيلو غري . وبذلك يمكن استخدام أنسجة القطن كمجراع وقياس الجرعات الاشعاعية التي يتعرض لها الأشخاص أثناء الحوادث النووية . ان الزيادة الحادة في معامل الاصفرار عند الجرعة القليلة تدل على ان تغيرات كيميائية تحصل في أنسجة القطن حتى في المراحل الاولى من تعرض هذه الأنسجة الى الاشعاعات المؤينة . اكد هذا الشيء الباحثان Zue- Teh و Rui - Min [4] حيث لاحظا ان النماذج المشعة من القطن قد تغير لونها الى الاصفر بزيادة الجرعة . هناك اقتراحات عديدة لتفسير تغير لون معظم البوليمرات والمواد الكيميائية العضوية الاخرى بالتشعيع [11] ويبدو ان هناك تأثيرين مهمين مسؤولين عن هذا التغير :

1- تشكيل الاواصر الثنائية المترافقة

2- اقتناص الجذور الحرة والايونات

تتفق نتائجنا مع ما حصل لآلياف الحرير الطبيعي المشع في مدى الجرعة (0-210) كيلوغري [10] ولآلياف الصوف المشععة في المدى (0-1000) كيلوغري [2] .

2-3 فرق اللون

من قيم الانعكاسية الانتشارية تم حساب الفرق في اللون ΔE بوحدات (CIELAB) باستخدام البرنامج الحاسوبي [9] بين النماذج المشععة بجرع مختلفة وغير المشععة كمرجع . وفق المعادلة الآتية [12-14]

$$\Delta E = [(\Delta L)^2 + (\Delta A)^2 + (\Delta B)^2]^{1/2} \quad (3-2)$$

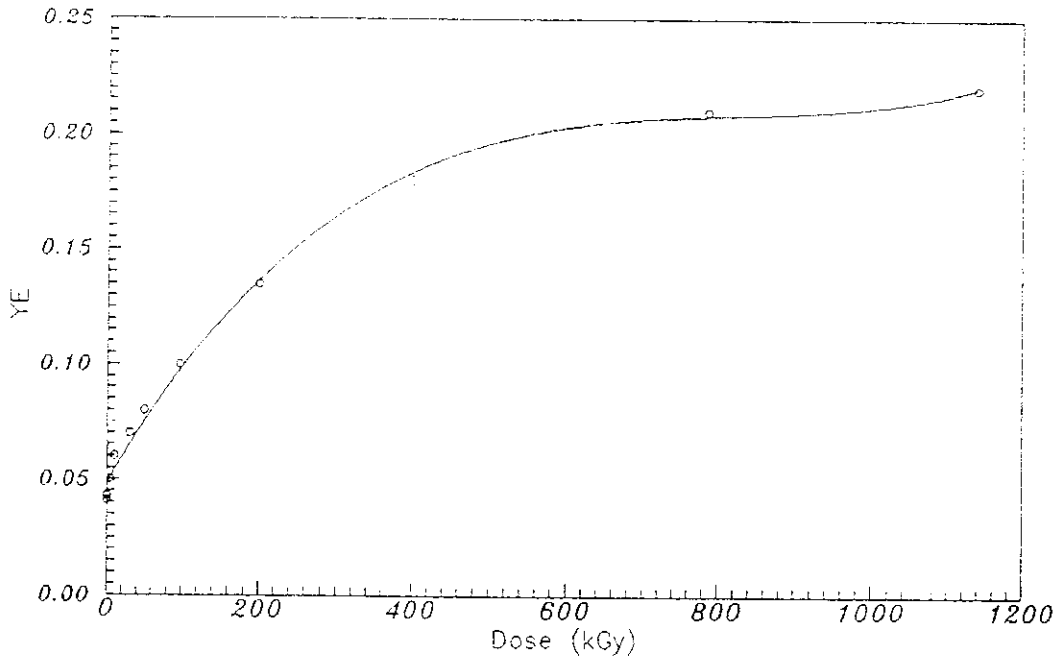
حيث

$$\left. \begin{aligned} L &= 116(Y/Y_0)^{1/3} - 16 \quad 1 \leq Y \leq 100 \\ A &= 500[(X/X_0)^{1/3} - (Y/Y_0)^{1/3}] \\ B &= 200[(Y/Y_0)^{1/3} - (Z/Z_0)^{1/3}] \end{aligned} \right\} \dots\dots(3-3)$$

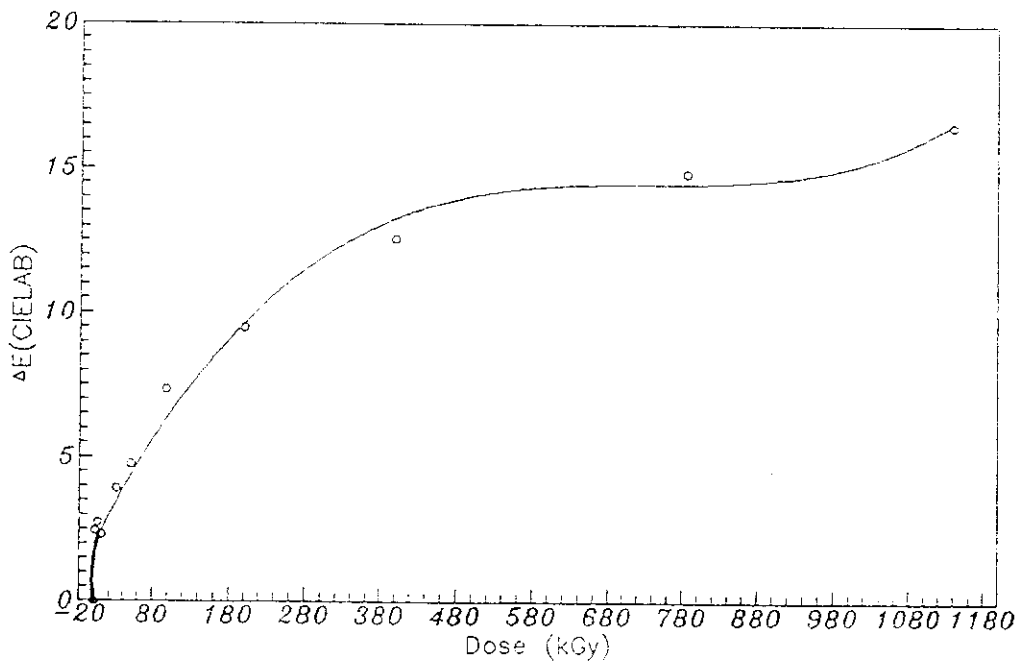
وتمثل Z, Y, X القيم المحفزة الثلاث (tristimulus values) للنموذج و Z_0, Y_0, X_0 القيم المحفزة الثلاث للمصدر المضيء (illuminant) المستخدم ($Y_0=100$).
والعلاقة بين قيم ΔE والجرع الإشعاعية موضحة بالشكل (3-2) ويلاحظ أن سلوك ΔE مع الجرعة مشابه لسلوك YE (الشكل (3-1)) وهو مشابه أيضا لسلوك ΔE مع الجرعة لآلياف النايلون 6 والدرالون المشععة بأشعة كما في مدى الجرعة (1031-12.7) كيلوغري [15] . وتمت ملاءمة النتائج مع المعادلة الآتية :

$$\Delta E = 1.9793 + 0.0509X - 6.9305 * 10^{-5} X^2 + 3.148 * 10^{-8} X^3 \dots\dots(3-4)$$

وبذلك يمكن استخدام أنسجة القطن لقياس الجرعة التي يتعرض لها الأشخاص أثناء الحوادث النووية . كانت الجرعة 1140 كيلوغري بداية عملية تحطيم أنسجة القطن ونشيز الى انه قد تتحطم معظم المواد البوليميرية بجرع اقل من المذكورة اعلاه فمن الممكن استخدام أنسجة القطن كمجراع أيضا في مدى الجرعة (0-1140) كيلوغري.



الشكل (1-3) العلاقة بين معامل الاصفرار (YE) والجرعة الإشعاعية لأنسجة القطن غير المصبوغة



الشكل (2-3) علاقة بين فرق اللون (ΔE) والجرعة الإشعاعية لأنسجة القطن غير المصبوغة

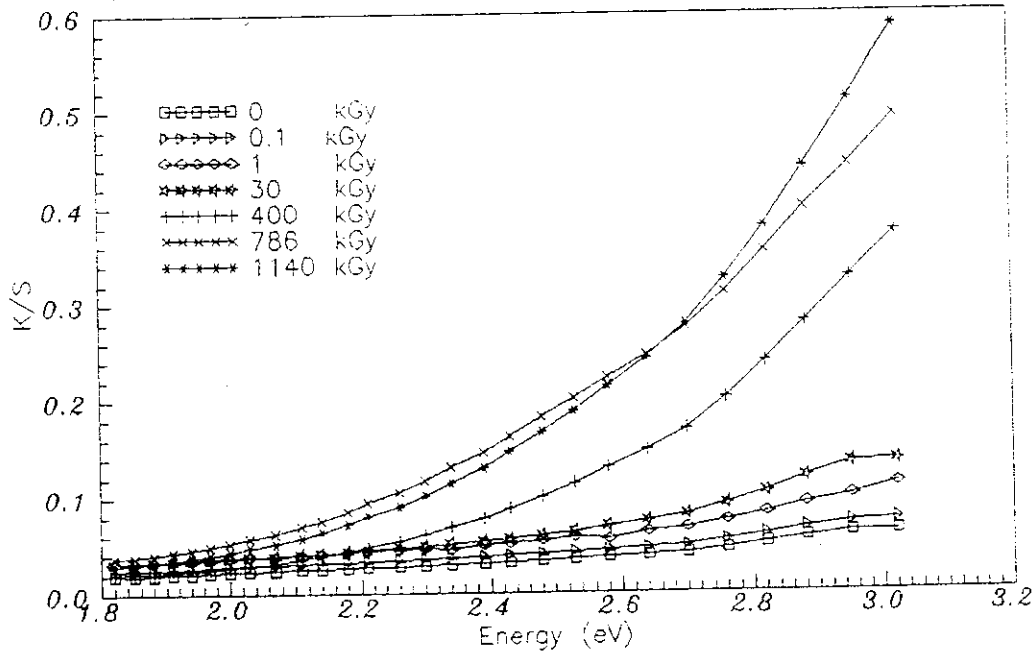
3-3 فجوة الطاقة الضوئية وحافة اوريباخ

من قيم الانعكاسية تم حساب نسبة معامل الامتصاص الى معامل الاستطارة K/S وفق المعادلة الاتية [16]:

$$K/S = (1 - R)^2 / 2R \quad (3-5)$$

حيث R الانعكاسية الانتشارية النسبية .

المنحنيات في الشكل (3-3) تمثل العلاقة بين K/S والطاقة لانسجة القطن غير المشعة والمشعة بجرع مختلفة . استخدمت الطريقة التي وضحها Al-Ani وزملاؤه [17] لحساب فجوة الطاقة من نقطة تقاطع هذه المنحنيات مع الحور X الذي



الشكل (3-3) K/S كدالة لطاقة الفوتون لانسجة القطن غير المصبوغة والمشعة بجرع مختلفة من اشعة جاما

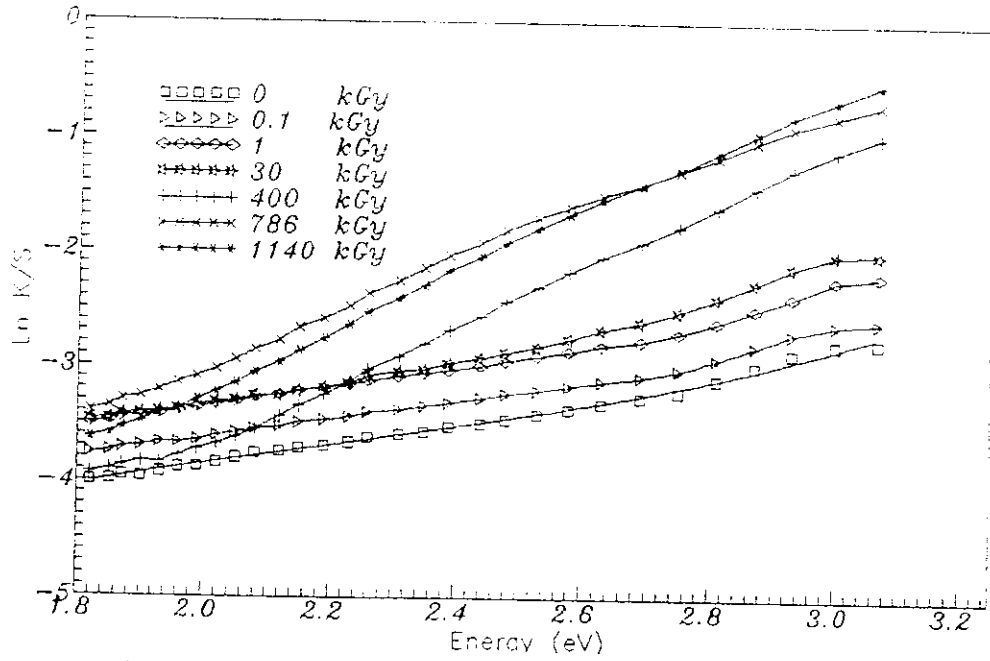
يمثل طاقة الفوتون بوحدات الإلكترون فولت . يمثل الشكل (3-4) العلاقة بين $\ln(K\lambda S)$ والطاقة لنفس النماذج . استقامة هذه المنحنيات عند الطاقات العالية تدل على كون مسلة القطن تخضع الى قانون Urbach لكنها ليست لها حافات حادة مما يدل على انها ذات طبيعة عشوائية . تمثل E_e عرض المواقع المتوضعة في فجوة الطاقة وقد تم حسابها من ميل هذه المنحنيات في المنطقة المستقيمة ، الشكل (3-5) يمثل تغير E_{opt} و E_e مع الجرعة حيث كل منهما يعاكس الآخر في سلوكه . ويلاحظ من هذا الشكل حصول نقصان في قيم E_{opt} مع الجرعة وبقيمة ادنى عند الجرعة اكيلوغري ثم يتزايد ويستقر عند القيمة 2.4 في مدى الجرعة (50-1140) كيلوغري . ويلاحظ ان سلوك E_e مع الجرعة هو معاكس لسلوك E_{opt} .

حسب معلوماتنا لا توجد أي بحوث حول تأثير اشعة جاما على E_e و E_{opt} للخيط والانسجة (للقطن العراقي او غيره من الاقطان العالمية الاخرى) لذلك لا يمكن عمل مقارنة . اتفق سلوك كل من E_e و E_{opt} مع الجرعة في البحث الحالي مع سلوكيهما لالياف الصوف [2] ولكن الزيادة او النقصان حصلت عند الجرعة 20 كيلوغري بدلا من 1 كيلوغري وهذا واضح نتيجة الاختلاف في نوعية الالياف النسيجية .

4- الاستنتاجات

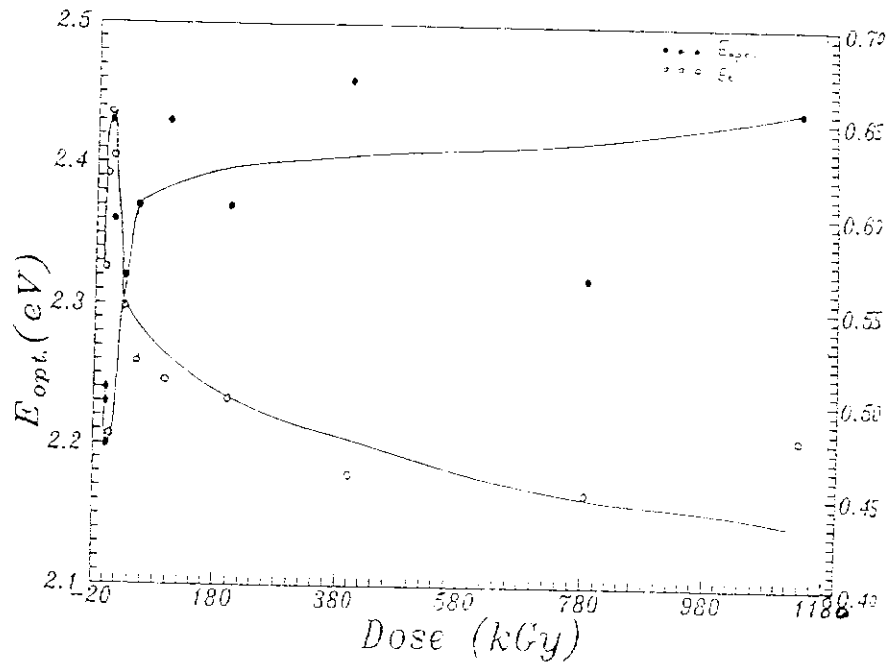
يتضح مما تقدم :

- 1- ان الجرعة العالية قد سببت حصول تحطم في انسجة القطن اثر ذلك على الخواص الضوئية المذكورة انفاً ، اما في الجرعة الواطئة (0.1-10) كيلوغري فقد حصلت ترابطات عرضية جديدة ادت الى تغير معاكس لما حصل في الجرعة العالية، هذه الترابطات العرضية تؤدي الى تحسن في الخواص الميكانيكية وزيادة ثباتية الصبغة للنسيج القطني .
- 2- ان نتائج هذا البحث تتيح الحصول على لون اصفر مثلاً نتيجة تشعيع النسيج القطني الابيض دون الحاجة الى صبغته .
- 3- تعتبر طريقة التشعيع وسيلة مبسطة لقياس الجرعات التي يتعرض لها الاشخاص خلال الحوادث النووية ومقياساً لتغير اللون .



الشكل (3-4) كدالة لطاقة الفوتون لانسجة القطن غير المصبوغة والمشعة بجرع

من اشعة جاما



الشكل (3-5) العلاقة بين فجوة الطاقة الضوئية (E_{opt}) ، حافة اوريباخ (E_c) والجرعة الإشعاعية

لانسجة القطن غير المصبوغة

المراجع

- [1] R.O. Bolt and J.G. Carroll. Radiation Effect on Organic Materials. Academic Press, New York. 1963.
- [2] A. Sh. Mahmood, Ph. D. Thesis, Baghdad Univ., Iraq, 1995.
- [3] A. E. Raubenheimer, and R.L. Galbraith. Am. Dyestuff Rep., V.53.p1059.1964 ,
- [4] M. Zue-Teh. and Z. Rui-Min, Radiat. Phys. Chem., V.25 ,p.893, 1985
- [5] S. Shakra, E.A Karady., and M. Ibrahim. Am. Dyestuff Rep., V. 71, p.18, 1982.
- [6] M.A. Moharram, M.M. Abou-Sekkena, and N.A Hakeem ,J. Appl. Polym. Sci.,V. 32,p. 5439,1986.
- [7] P. U. 8800 UV/Visible Spectrophotometer (Philips Pye Unicam Ltd.England ,1982) Users Manual
- [8] P.U. 7908/24 Integrated Spheroid (ibid) Users Manual.
- [9] A.Sh .Mahmood.,Unpublished Work
- [10]M.Tsukada,G.Freddi.andN.Minoura.J.Appl.Polym.Sci.,V.51. p823,1994.
- [11]A.Chapiro,Radiation Chemistry of Polymeric System,Wiley,New York,1962.
- [12] S.V.Vaeck, J.S.D.C.,V.94,p.301.1978.
- [13] K.McLaren and B.Rigg,J.S.D.C.,V.92,p.337,1976.
- [14] W.G.Osiris,and A.B.Amera, Egypt. J.of Biophys.,V.3p.1.1997.
- [15] A.A. Hamza, M.A. Kabeel, and A.M.El- Said Radia. Phys. Chem., V.34, p.797, 1989.
- [16] P.Kubelka, and F.Munk, Z.Tech.Phys.,V.12,p.593,1931.
- [17] S.K.J.Al- Ani, C.A.Hogarth. and D.N. Waters, J.Mater. Sci.Lett., V.4 ,p.187, 1985.