دراسة تأثير أشعة كاما على فجوة الطاقة البصرية لأغشية البولي مثيل ميثاكريلات (PMMA)

علياء حسين علي*,محمد سامي عبد علي**, محمد حميد عبد الله*
قسم الفيزياء–كلية العلوم–جامعة ديالى, قسم علوم البيئة– كلية العلوم– جامعة القادسية

الخلاصة

تم في هذا البحث دراسة تأثير التشعيع بأشعة كاما لمصدر(Cs137) على معامل الامتصاص و فجوة الطاقة البصرية في الانتقالات غير المباشرة المسموحة والممنوعة لأغشية البولي مثيل ميثاكريلات (PMMA) المحضرة بطريقة الصب وفي درجة حرارة الغرفة . تم تسجيل طيـــفي الامتصاصية والنفاذية لأغشية البوليمر قبل وبعد التشعيع ولمدى من الأطـوال الموجية nm (300 – 900).

Abstract

In this research, We study the effect of irradiation by gamma rays from (Cs^{137}) source on the transmission, absorption coefficient and optical energy gap of the indirect, allowed, forbidden transition for poly (methyl methacrylat) (PMMA) films prepared by using casting technique in room temperature. the absorption and transmission spectra has been recorded in the wave length rang (300-900) nm .

1.المقدمة

البولي مثيل ميثاكريلات (PMMA) من البوليمرات المهمة بسبب كلفته الواطئة ويعتبر من البوليمرات اللدنة حرارياً ففي درجة حرارة الغرفة يكون مادة صلبة وصافية قابلة للتقطيع والبرادة،, استقراريته الطويلة الأمد[1] , وتكون خسائره البصرية واطئة في المنطقة المرئية[2] ودرجة انتقاله الزجاجي واطئة [3], كما يمتاز بالشفافية العالية إذ تبلغ نفاذية الضوء العملية خلاله (92%) مقارنة بالقيمة النظرية والتي تبلغ (92.3 %) عند الأطوال الموجية (360 nm −100 nm) عند سمك (2.54cm) . نتيجة لهذه الصفات يعد بولي مثيل ميثاكريلات (PMMA) من المواد المهمة صناعياً، فيستخدم بديلاً عن الزجاج كألواح شفافة واقية في الطائرات والمصانع والبيوت الزجاجية والمختبرات في التقنيات البصرية المعقدة كالعدسات والمواشير لسهولة تصنيعه وتشكيله [5]. ومؤخراً أستخدم في حقل الكواشف الذكية [3] ،ويستخدم(PMMA) في الصورة العاكسة ثلاثية الأبعاد لتخزين البيانات[4]، وفي صناعة البلورات السائلة وفي العديد من التطبيقات الفوتوالكترونية. في هذا البحث تم تحضير أغشية البولي مثيل ميثاكريلات (PMMA) بطريقة الصب ودراسة تأثير أشعه كاما على النفاذية و معامل الامتصاص وفجوة الطاقة البصرية.

2.الجزء العملي:

باستخدام طريقة الصب حضرت مادة البولي(مثيل ميثاكريلات) (PMMA)، تم تحضير النماذج على شكل أغشية مكونة من خليط من البوليمر النقي المجهز من قبل شركة (Dentaurum) الألمانية وبنقاوة (99.99%)عن طريق إذابة PMMA في الكلورفورم ثم صب الخليط في أحواض زجاجية للحصول على أغشية (PMMA) قيس سمك النماذج المحضرة باستخدام جهاز (indicating micrometer)وكانت بسمك (20±1)µm . تم تشعيع أغشية البوليمر PMMA النقي باستخدام المصدر المشع (Cs137)الذي يمتاز بنصف عمر مقداره (30.17Year) والمصنوع من قبل شركة (Phywe) الألمانية, تاريخ الصنع عام (12/5/1981) وفعالية العنصر(12 µCi) وتم وضع الأغشية أمام المصدر المشع وبصورة مباشرة له وعلى بعد (1mm) من المصدر المشع ولمدة 14 يوم.سجل طيفي النفاذية والامتصاصية باستخدام مطيـاف من نوع (UV-VIS Recording Spectrophotometer) المصنع من قبل شركة شيمادزو اليابانية ولمدى من الأطوال الموجية يتراوح بين nm (1100− 190) وقد سجلت جميع القياسات في درجة حرارة الغرفة.

3.النتائج والمناقشة :

النفاذية هي النسبة بين شدة الضوء النافذ في المحلول إلى شدة الضوء الساقط [6] ، يمثل الشكل (1) العلاقة بين النفاذية والطول الموجي للأغشية قبل وبعد التشعيع، نلاحظ أن النفاذية في المنطقة المرئية للأغشية غير المشعة كانت بحدود 82% وتتغير النفاذية بشكل طفيف بزيادة الطول الموجي. أما عند التشعيع فقد لوحظ زيادة في قيمة النفاذية في هذه المنطقة ، وتزداد النفاذية بازدياد الطول الموجي تم حساب معامل الامتصاص (α) في منطقة الامتصاص الأساسية وفق العلاقة الآتية [7]:

$$\alpha = 2.303\frac{A}{d} \quad \text{---------- (1)}$$

حيث إن: A الامتصاصية, d سمك الغشاء.

يوضح الشكل (2) العلاقة بين معامل الامتصاص وطاقة الفوتون الساقط لغشاء البوليمر قبل وبعد التشعيع، ونلاحظ من الشكل بان تغير معامل الامتصاص في الطاقات الواطئة يكون قليل وعليه فان احتمالية الانتقالات الالكترونية قليلة أما في الطاقات العالية فان تغير معـــامل الامتصاص يكون كبيرا ويدل ذلك على احتمالية كبيرة للانتقالات الالكترونية وهي منطقة حافة الامتصاص. إن معامل الامتصاص يساعد على استنتاج طبيعة الانتقالات الالكترونية فعندما تكون قيم معامل الامتصاص عالية ($\alpha > 104\ cm^{-1}$) عند الطاقات الفوتونية العالية يتوقع حدوث انتقـالات الكترونية مباشرة وتكون طاقة وزخم الإلكترون والفوتون محفوظتين , أما عندما تكـــون قيم معامل الامتصاص واطئة ($\alpha < 104\ cm^{-1}$) عند الطاقات الفوتونيـة الواطئـة فـي هذا الحـالة يتوقـع حدوث انتقـالات الكترونيـة غيـر مباشـرة وفيهـا يحفظ زخـم الإلكترون والفوتـون بمســاعدة فونون [8].

إن النتائج أظهرت إن قيم معامل الامتصاص للبولي مثيل ميثا أكريلايت قبل وبعد التشعيع اقل من $104\ cm^{-1}$ مما يرجح حدوث انتقالات الالكترونية غير مباشرة. تم حساب فجوة الطاقة الممنوعة في الانتقال غير المباشر بنوعيه المسموح والممنوع وفقا للعلاقة : [9]

$$\alpha h\nu = B(h\nu - E_g \pm E_p)^r \quad \text{----------(2)}$$

حيث أن: (hν):طاقة الفوتون (eV) ,B: ثابت التناسب ,(Eg): فجوة الطاقة الممنوعة للانتقال غيـــر المباشر (eV) , (Ep) : طاقة الفونون المصاحب (eV) ,(+) : انبعاث فـونون, (-) : امتصاص فونون . فإذا كان (r = 2) يكون الانتقال غير المباشر مسموحا فتكون المعادلة (2) على الصورة الآتية:- [10]

$$(\alpha h\nu)^{1/2} = B^2 (h\nu - E_g \pm E_p) \text{ ----------(3)}$$

الشكل (3) يمثل العلاقة بين (αhν)1/2(cm-1.eV)1/2 وطاقة الفوتون للبوليمـــر (PMMA) النقي قبل وبعد التشعيع , وبأخذ امتداد الجزء المستقيم من المنحني ليقطع محور طاقة الفوتون عند النقطة (αhν)1/2 = 0 سوف نحصل على قيمة فجوة الطاقة البصرية للانتقال غير المباشر المسموح للبوليمر قبل التشعيع و تساوي(3.36 eV) وقيمتها بعد التشعيع تساوي (3.38 eV) , حيث نلاحظ بان قيمة فجوة الطاقة زادت بعد التشعيع أما إذا كان (r = 3) فيكون الانتقال غير مباشر ممنوع فتكون المعادلة (2) على الشكل الأتي:- [10]

$$(\alpha h\nu)^{1/3} = B^3 (h\nu - E_g \pm E_p) \text{ ----------(4)}$$

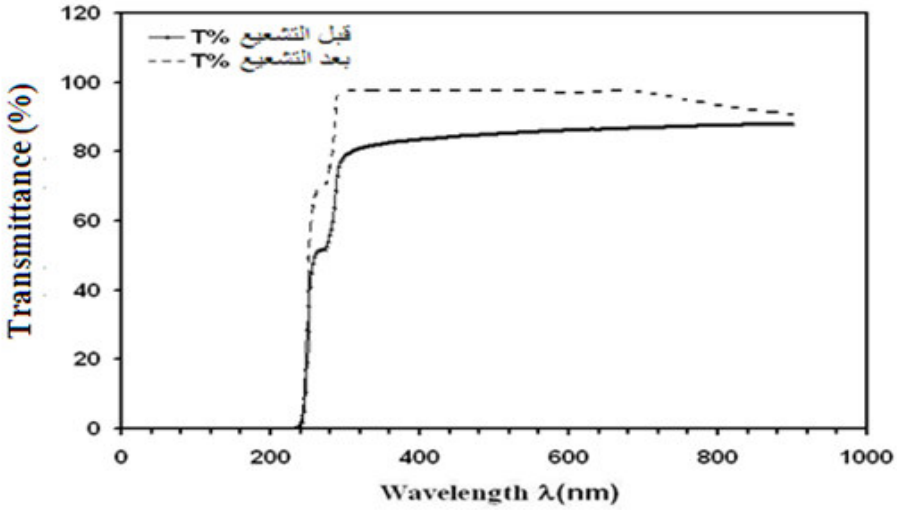
الشكل (4) يمثل العلاقة بين (αhν)1/3 وطاقة الفوتون للبوليمـــر (PMMA) قبل وبعد التشعيع, وبنفس الطريقة السابقة يتم الحصول فجوة الطاقة البصرية للانتقال غير المباشر الممنوع والذي تساوي (3.41 eV) قبل التشعيع , أما بعد التشعيع فكانت (3.43 eV) , إذ نلاحظ بان قيمة فجوة الطاقة قد أزادت بعد التشعيع .

4.الاستنتاجات:

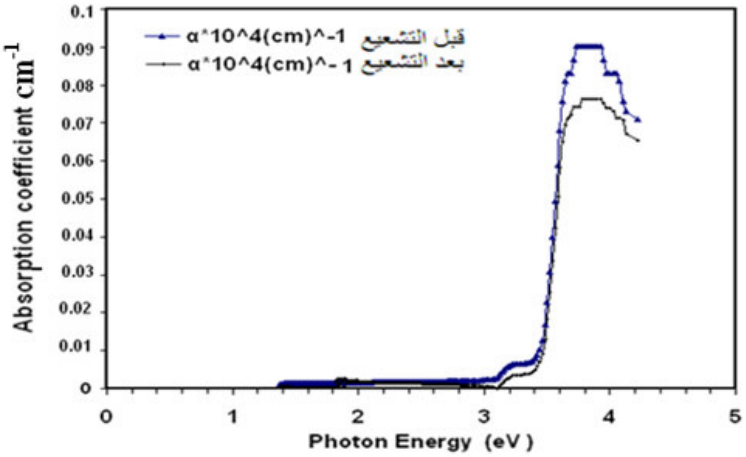
1- بما أن النفاذية للأغشية تكون ثابتة مع زيادة الطول الموجي في المنطقة المرئية فان هذه المادة تصلح كطلاء مضاد للانعكاس ضمن هذه المنطقة.

2 –إن التشعيع أدى إلى تقليل معامل الامتصاص وزيادة فجوة الطاقة.

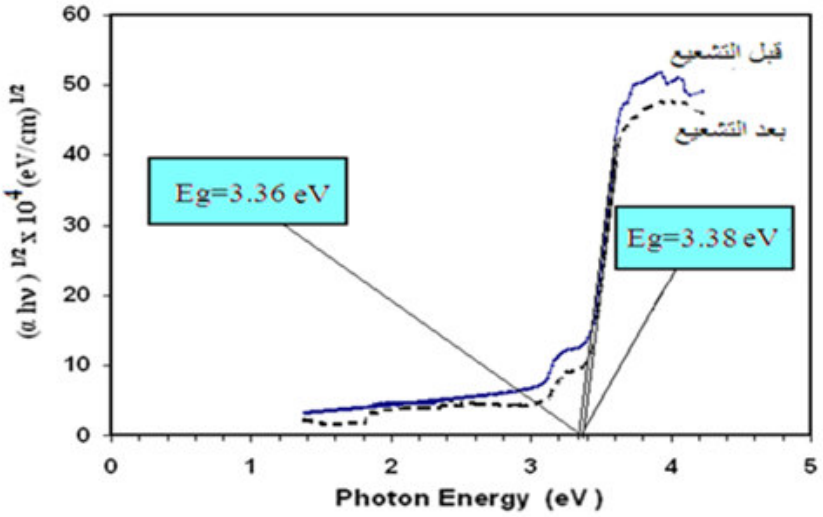
3- لم يغير التشعيع من طبيعة الانتقالات الالكترونية لأغشية البوليمر(PMMA) بل حافظ على طبيعة انتقاله غير المباشرة.



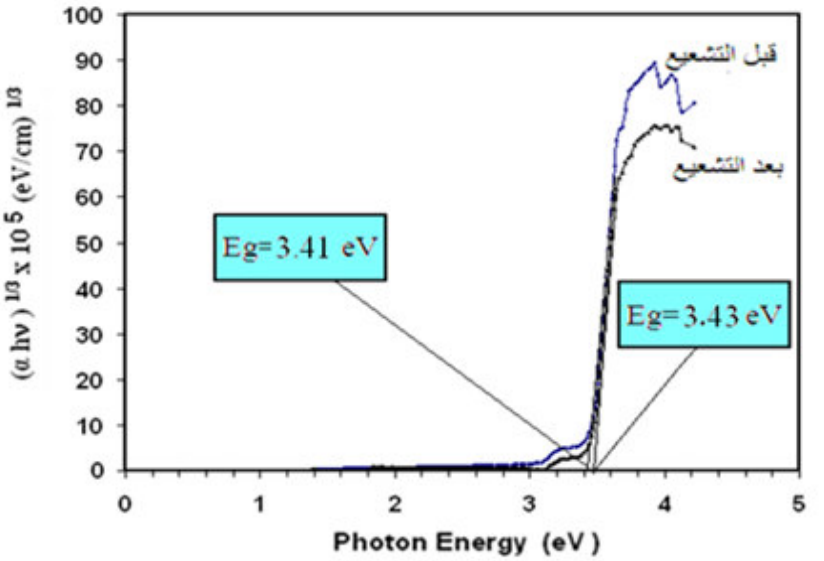
الشكل (1) يمثل النفاذية كدالة للطول الموجي للبوليمر(PMMA) قبل وبعد التشعيع



الشكل(2) يمثل معامل الأمتصاص كدالة لطاقة الفوتون للبوليمر(PMMA) قبل وبعد التشعيع



الشكل (3) يوضح العلاقة بين $(\alpha h\nu)^{1/2}$ وطاقة الفوتون للبوليمر (PMMA) قبل وبعد التشعيع.



الشكل (4) يوضح العلاقة بين $(\alpha h\nu)^{1/3}$ وطاقة الفوتون للبوليمر (PMMA) قبل وبعد التشعيع.

References

[1] Ballato J., "Novelpolymric optical fibers amplifiers and lasers", National textile center research Briefs-Materials competency, (2003).

[2] أكرم عزيز محمد، *"كيمياء اللدائن"*، جامعة الموصل، (1993) .

[3] Addle G. A., Egypt J. Sol., vol. 23, No. 2, (2000).

[4] ياسين , محمد جواد , الجامعة المستنصرية ,مجـــلة كلية التربية , العـــــدد الخامس , ص (371-384), (2005).

[5] M. Nakajima, T. Yoshikawa, K. Sogo, Y. Hirai, Micoelectron Eng ,Vol. 83, (2006) , pp. 876.

[6] Ballato J., "Novelpolymric optical fibers amplifiers and lasers", National textile center research Briefs-Materials competency, (2003).

[7] M. O. H. Cioffi, H. J. C. Vorwald, R. P. Mota, Mater. Charact. , Vol. 50, (2003), pp. 209.

[8] b. l. deng, y. s. hu, y. chiu, l. w. chen, y. s. chiu, polym. Degrade. Stab, Vol. 57, (2003), pp. 269.

[9] N. L. Jacobsen, D. L. Mitchell, D. L. Johnson, R. A. Holt, J. Prosthet. Dent. , Vol. 78, (1997), pp. 153.

[10] B.A. Hasan, J.of college of Education, No.5, (2005), PP. (449- 465).