تأثير أشعة بيتا على الخصائص البصرية لأغشية البولي مثيل ميثاكريلات (PMMA) النقية

خلدون محمود رشيد
مديرية تربية الكرخ الأولى ،وزارة التربية

الخلاصة

درس في هذا البحث تأثير أشعة بيتا في الخصائص البصرية البولي مثيل ميثاكريلات (PMMA) النقية المحضرة بطريقة الصب، اذ درست الخصائص البصرية لهذه الأغشية قبل التشعيع وبعده من خلال تسجيل طيفي الامتصاصية والنفاذية لمدى الأطوال الموجية nm(1100-190) (تدريج كامل) ومنها يتم حساب ودراسة الامتصاصية، والنفاذية، و الانعكاسية، ومعامل الخمود، معامل الانكسار ،ثابت العزل الكهربائي بجزئيه الحقيقي والخيالي .

المقدمة

يمتاز PMMA بخواص كيمائية وفيزيائية جيدة [1,2]فمن الناحية الكيمائية يعد PMMA مادة مقاومة للحوامض والمواد الكيميائية القلوية المخففة لكنه يذوب في المذيبات العضوية، مثل البنزين، والتلوين، والكلوروفورم. وبالنسبة الى خصائصه الفيزيائية يمتاز PMMA بكونه من البوليمرات المتأثرة بالحرارة (لدنة حرارياً) ففي درجة حرارة الغرفة يكون مادة صلبة وصافية قابل للتقطيع والبرادة، وبارتفا ع درجة الحرارة يصبح أكثر ليونة وبالوصول إلى درجة الحرارة (T_g=102^{o}C) التي تمثل درجة حرارة الانتقال الزجاجي لـ PMMA تبدأ خصائص المرونة وقابلية المد والتشكيل بالظهور مما يوفر إمكانية تشكيله بالحرارة إلى أشكال معقدة ومختلفة. يمتاز ايضا بكونه من أهم المواد المستعملة ، مثل متحسسات الغاز ولاسيما للمركبات العضوية المتطايرة (VOCS) وذلك بسبب حساسيته وانتقائيته العاليتين [1و2]، واستقراريته الطويلة الأمد [3]، وكلفته الواطئة وكذلك لفقده البصري الواطئ في المنطقة المرئية [4] ودرجة انتقاله الزجاجي الواطئة [5]، إذ وجد ان PMMA حساس للمركبات العضوية المتطايرة مثل الزايلين والتلوين لحدود كشفية تصل الى جزء من المليون ويعد ذلك من خصائصه العامة [6].

عند تشعيع البوليمرات بصورة عامة فان التشعيع يؤدي عمليتن في البوليمرات حسب نوع البوليمر المشعع، اما يؤدي التشعيع الى تكسير الاواصر فمن ثم تتكسر السلال البوليمرية، او يؤدي الى ترابط ترابط بالاواصر ومن ثم تتشابك السلاسل البوليمرية والبوليمر بولي مثيل ميثاكريلات (PMMA) من النوع الاخير ،اذ يؤدي التشعيع الى ترابط اواصره البوليمرة وتشابك سلاسله، مما يؤدي الى زيادة في الخواص البصرية (موضوع الدراسة) في هذا النوع من البوليمرات.

ان البوليمرات التي تتعرض لبخار المذيب تمتص الجزيئات العضوية وتنتفخ وصولا إلى حالة الاتزان وبعد هروب هذه الجزيئات المذيبة فان البوليمر يعود لينكمش رجوعا الى حجمه الابتدائي. وبسبب خصائص الانتفاخ والانكماش فقد تم استعمل البوليمر في تطبيقات عديدة، تتضمن المتحسسات الكيميائية [7]، وفي الصورة العاكسة ثلاثية الأبعاد لتخزين البيانات[8]، والسيطرة على تسليم الهواء [9]،وفصل واستخراج المعادن[10] واقطابا" جيلاتينية في النضائد الحديثة [11]،وفي المتسعات الجبارة [12]، و كذلك في نبائط الكهروكروم [13].

كما يمتاز PMMA بالشفافية العالية، إذ تبلغ نفاذية الضوء العملية خلاله (92%) مقارنة بالقيمة النظرية التي تبلغ (92.3 %) عند الأطوال الموجية (360 nm −100 nm) عند سمك (2.54cm) ويكون شفافا" بالنسبة الى الضوء المرئي ليوفر بديلاً من الزجاج يستعمل ألواحا" شفافة واقية في الطائرات، والمصانع ،والبيوت الزجاجية،

والمختبرات في التقنيات البصرية المعقدة ،مثل العدسات والمواشير لسهولة تصنيعه وتشكيله فضلا" عن رخص ثمنه. ومؤخراً أستعمل في حقل الكواشف الذكية [3] لما يتمتع به من خصائص.

كما يعد بولي مثيل ميثاكريلات (PMMA) من المواد المهمة صناعياً والتي تعرف على الصعيد التجاري والصناعي بالزجاج العضوي (Organic Glass) أو البرسبكس(Perspex) اذ يعد تعتبر من الرانتجات الصناعية التي يمكن تلوينها بسهولة بالوان مختلفة لتستعمل في اعمال الديكور والاثاث فضلا" عن استعمالها بشكل واسع في صناعة الاشكال الهندسية والاغراض الزراعية [4].

أن التأثير الرئيس للأشعة في البوليمرات هو انحلالها (Degradation) او تشابكها (Cross linking).كما اسلفنا، ويمثل هذان التأثيران التغيرات الرئيسة في خواص البوليمر، اذ يتولد من عمليتي التحلل والتشابك ونواتجها تغير في بعض الخواص البصرية مثل تغير لون البوليمر المشعع الذي يعتمد على مدة التشعيع، ونوع الإشعاع المستخدم.[6].

الجزء العملي

لقد استخدمت طريقة الصب لتحضير مادة البولي(مثيل ميثاكريلات) (PMMA) وذلك لعدم احتياجها إلى تقنيات متقدمة وأجهزة معقدة، ويمكن بواسطتها تحضير نماذج ذي مساحة كبيرة نسبيا وذي سمك متساو تقريبا.

حضرت النماذج على شكل أفلام مكونة من خليط من البوليمرالنقي المجهز من شركة (Dentaurum) الألمانية وبنقاوة (99.99%)عن طريق إذابة PMMA في الكلورفورم ثم صب الخليط في أحواض زجاجية للحصول على أغشية بوليمرية بسمك 20 مايكرون . قيس سمك النماذج المحضرة باستخدام جهاز indicating micrometer 0.25nm ذي المدى (0-100μm) .

شععت أغشية البوليمر PMMA النقي باستخدام المصدرالمشع (Sr^{90}/Y^{90}) ذي الفعالية الاشعاعية (100μC) وعمر نصف مقداره (28.5Year) والمصنع بتاريخ (31/10/1978) من قبل شركة (Phywe) الألمانية. وضعت الأغشية أمام المصدر المشع وعلى بعد (1mm) من المصدر المشع ولمدة 240 ساعة متواصلة.

لقد سجل كل من طيفي النفاذية والامتصاصية باستخدام مطياف من نوع UV-VIS UV-160A (Recording Spectrophotometer) المصنع من شركة شيمادزو اليابانية ولمدى من الأطوال الموجية يتراوح بين (190-1100) nm اذ سجلت جميع القياسات في درجة حرارة الغرفة.

النتائج والمناقشة

1- الامتصاصية (A):

يمثل الشكل(1) طيف الامتصاص للأشعة فوق البنفسجية UV والضوء المرئي VIS لبولي مثيل ميثاكريلات (PMMA) النقي ونلاحظ زيادة في الامتصاصية للبوليمر المشعع عن البوليمر النقي قبل التشعيع،ان الزيادة الحاصلة في نسبة الامتصاصية ناتجة من زيادة الخواص البصرية للبوليمر المشعع ،اذ تترابط الاواصر البوليمرية بالتشعيع مما يؤدي الى تشابك بالسلاسل البوليمرية، وهذا يؤدي الى زيادة الكثافة البوليمرية لوحدة المساحة، ويمكن حساب هذه النسبة من خلال حساب اعلى نسبة امتصاصية بعد التشعيع الى اعلى امتصاصية قبل التشعيع ولاكثر من نقطة.

2- النفاذية (T) :

هي النسبة بين شدة الضوء النافذ في المحلول إلى شدة الضوء الساقط [9]

يمثل الشكل (2) طيف الانبعاث للبوليمر بولي مثيل ميثاكريلات (PMMA) والمشعع ونلاحظ بان طيف الانبعاث للبوليمر المشعع اقل من البوليمر بولي مثيل ميثاكريلات (PMMA)قبل التشعيع، دلالة على ان نسبة النفاذية تزداد بهذا التشعيع بزيادة الطول الموجي.

3- الانعكاسية :-

حسبت الانعكاسية باستخدام العلاقة الآتية [10]:

$$R+T+A=1 \qquad \text{----------(1)}$$

اذ ان: (R) الانعكاسية، (T) النفاذية،(A) الامتصاصية

يمثل الشكل (3) العلاقة البيانية بين الانعكاسية والطول الموجي لبوليمر بولي مثيل ميثاكريلات (PMMA)والمشعع ، ونلاحظ من الشكل بان الانعكاسية (R) تزداد لاغشية PMMA المشععة بزيادة الطول الموجي .

4- معامل الخمود :-

يمكن حساب قيم معامل الخمود من المعادلة الآتية [12]

$$K_o = \frac{a\lambda}{4\pi} \qquad \text{----------(2)}$$

اذ ان: (k_o) معامل الخمود، (α) معامل الامتصاص، (λ) الطول الموجي.9

5- معامل الانكسار:-

معامل الانكسار(n_o) يمكن حسابه من المعادلة الآتية [13]:

$$n_0 = \left[\left(\frac{1+R}{1-R}\right)^2 - \left(K_0^{\,2}+1\right)\right]^{1/2} + \frac{1+R}{1-R} \qquad \text{----------(3)}$$

يمثل الشكل (4) تغير معامل الخمود دالة" لطاقة الفوتون لبوليمر بولي مثيل ميثاكريلات(PMMA)والمشعع ونلاحظ من الشكل بان معامل الخمود للبوليمر النقي ثابت تقريبا عند الطاقات الواطئة ثم يقل تدريجيا بصورة قليلة ثم يزداد عند الطاقات العالية أما البوليمر المشعع فنلاحظ بان معامل الخمود ثابت تقريبا عند الطاقات الواطئة ثم يزداد سريعا عند الطاقات العالية .

اما الشكل (5) فيمثل تغير معامل الانكسار دالة لطاقة الفوتون للبوليمر النقي والمشعع وان طبيعة منحني معامل الانكسار مشابهة تقريبا لطبيعة منحني الانعكاسية وذلك لاعتماد معامل الانكسار على الانعكاسية ، ونلاحظ من الشكل ان الزيادة السريعة بقيم معامل الانكسار بزيادة طاقة الفوتون للبوليمر النقي والمشعع لكن قيم معامل الانكسار للبوليمر المشعع تصل الى مقدار ذروتها البالغة (4.49) عند قيمة الطاقة eV (5.0) ثم تقل بعدها سريعا .

6- ثابت العزل الحقيقي والخيالي:-

حسب ثابت العزل الكهربائي بجزئيه الحقيقي(ϵ_1) والخيالي (ϵ_2) من خلال العلاقتين الآتيتين **[13]**:

$$\epsilon_1 = n_o^{\,2} - K_o^{\,2} \qquad \text{----------(4)}$$

$$\epsilon_2 = 2n_oK_o \qquad \text{---------- (5)}$$

يمثل الشكل (6) تغير ثابت العزل الكهربائي الحقيقي مع طاقة الفوتون الساقطة ،ونلاحظ من الشكل أن ثابت العزل الحقيقي يزداد بزيادة طاقة الفوتون الساقط كما يلاحظ ان منحني ثابت العزل الحقيقي يتصرف مثل تصرف منحني الانكسار. أما الشكل (7) فيمثل العلاقة بين ثابت العزل الكهربائي الخيالي، وطاقة الفوتون الساقط لأغشية البوليمر قبل وبعد التشعيع ويلاحظ من الشكل ان طبيعة تغير منحني الجزء الخيالي لثابت العزل مشابهة لطبيعة منحني معامل الخمود.

الاستنتاجات

1- ان التشعيع ادى الى زيادة الامتصاصية ، وذلك للتغير الحاصل في التركيب البنائي للبوليمراذ يؤدي التشعيع الى ترابط في الاواصر بين السلاسل البوليمرية وزيادة كثافة البوليمر.

2- اظهرت النتائج بعد التشعيع ان معامل الامتصاص اقل من $10^4\ cm^{-1}$ وهذا يعني حصول انتقالات الكترونية غير مباشرة مسموحة وممنوعة.

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

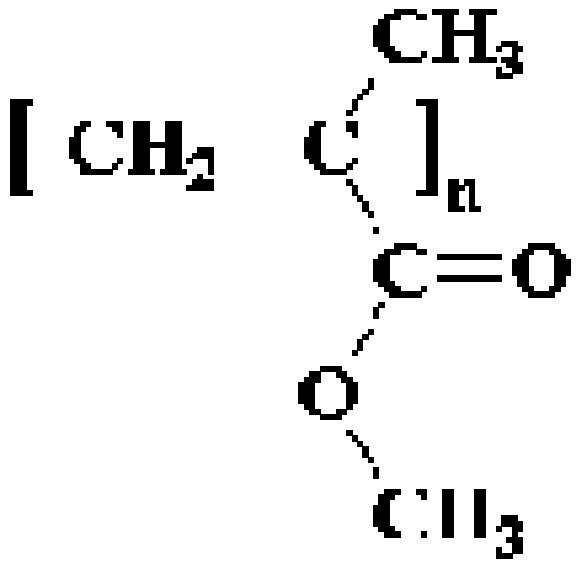
4- أدى تشعيع البولي مثيل ميثاكريلات(PMMA) إلى زيادة في الثوابت البصرية بزيادة طاقة الفوتون الساقط

المصادر

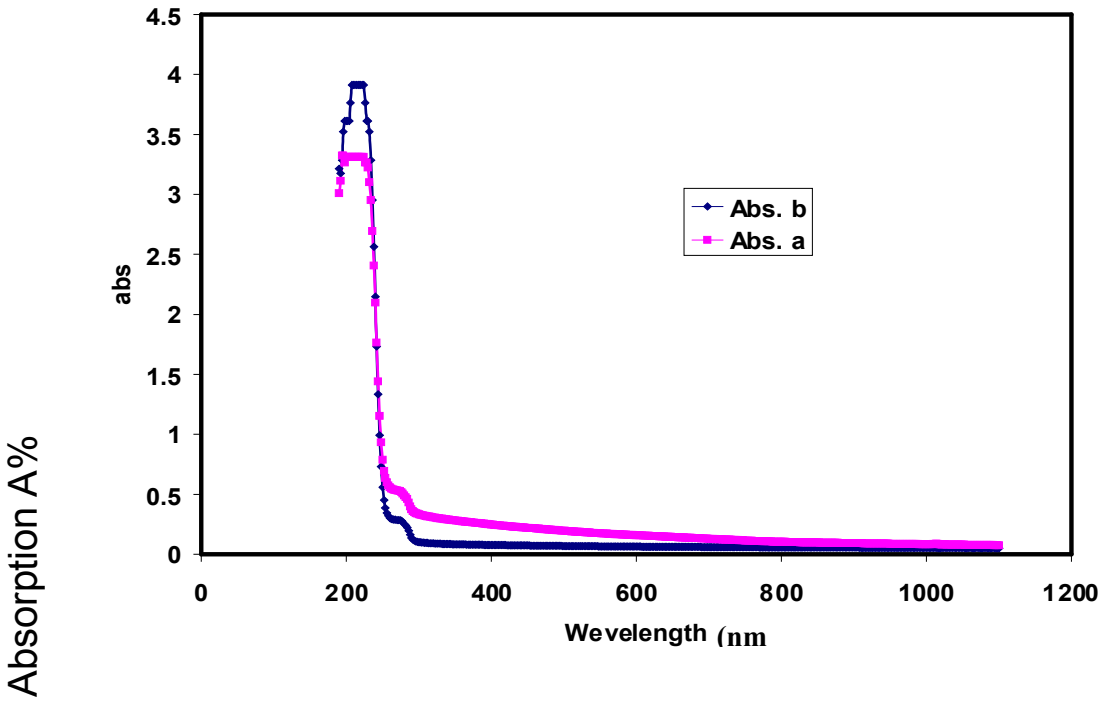
1- Osswald, T. A. (1998). "Polymer Processing Fundamentals", Hauser Pubs., Munich.

2- Harman, F. M. (1976). "Encyclopedia of Polymer Science and Engineering", 2nd Ed, . 15, p(377-397),

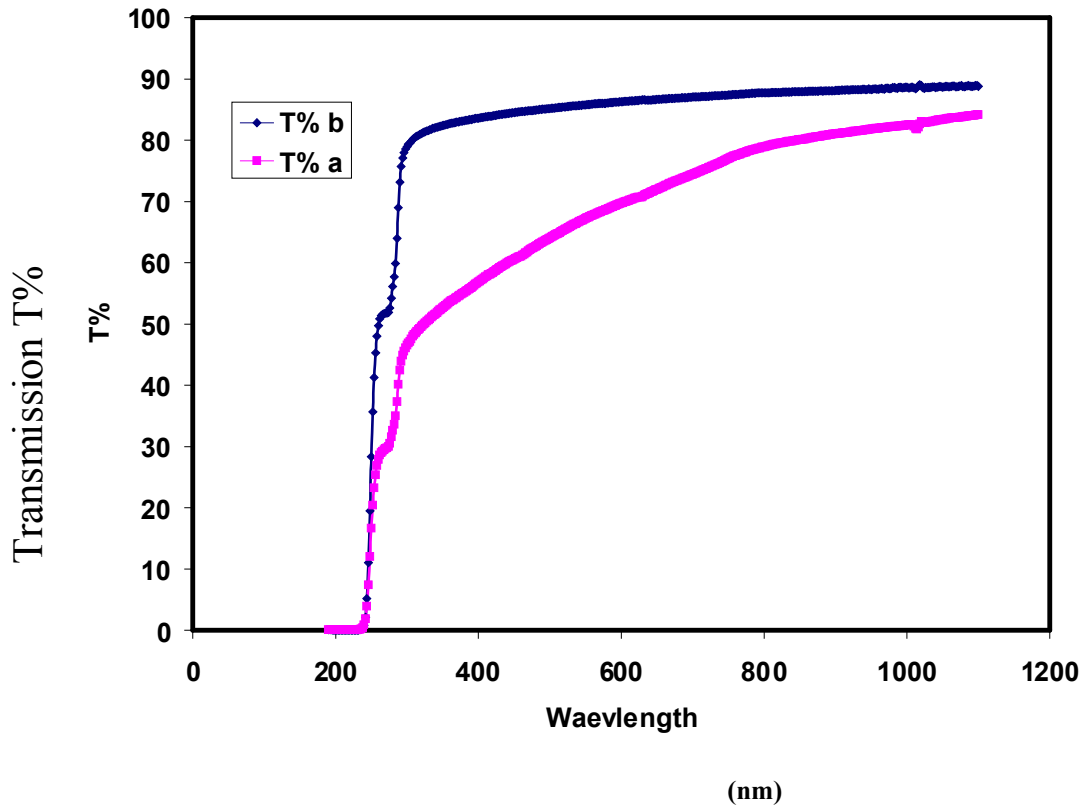
3- Ballato, J. (2003) "Novelpolymric optical fibers amplifiers and lasers", National textile center research Briefs-Materials competency,
4-اكرم عزيز محمد،(1993) "كيمياء اللدائن"، جامعة الموصل،
5-Addle, G. A. (2000) Egypt J. Sol.23,(2).
6- BAJPAI ,R .et al. (2003), Bull. Mater. Sci., 26(4):401–405. © Indian Academy of Sciences.9
7. Hasan ,B.A. (2005),J.of colloge of Education, 5,449-465.
8- ياسين ، محمد جواد ،(2005) , الجامعة المستنصرية ،مجلة كلية التربية ، العدد الخامس، ص,384-371 ،.
9- رهيف ، محسن صلبوخ ،(2005) الجامعة المستنصرية ، مجلة كلية التربية ،العدد الخامس ، ص 384-371 .
10- لفتة ، عبد الكريم ،(2008) الجامعة المستنصرية ، مجلة كلية التربية ،العدد الاول،ص 341-328
11-Arthur, W.A. (1973), Textbook of physical chemistry, University of Southern California
12- Habubi, N. F.; Mishjil, K. A.; Hassoni,M. H. (2005), J. Of Education, 5, 410
13- Mutter, S. F. ; Ibrahim,A. E. and Tawfig,S. A. (2000), Si J. Iraqi Atomic Energy Commission, 2, 167.



شكل (1): يمثل التركيب البنائي لسلاسل بوليمر (PMMA) [11]

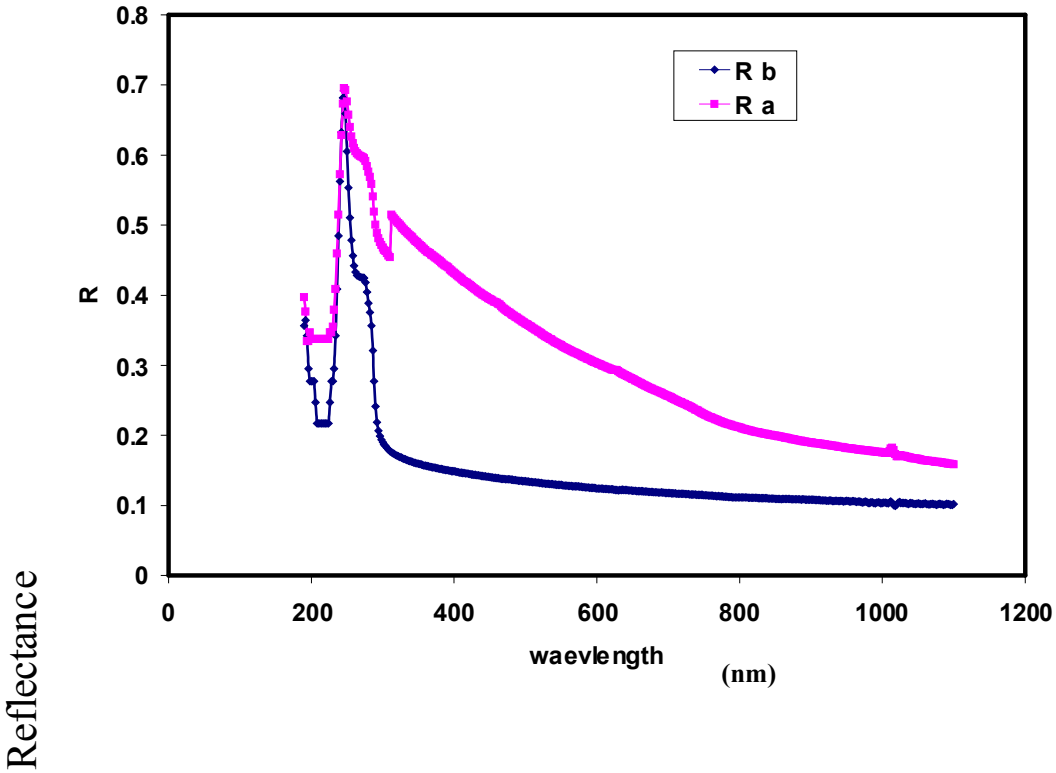


شكل (2): يوضح العلاقة بين الطول الموجي والامتصاصية للاغشية PMMA قبل وبعد التشعيع

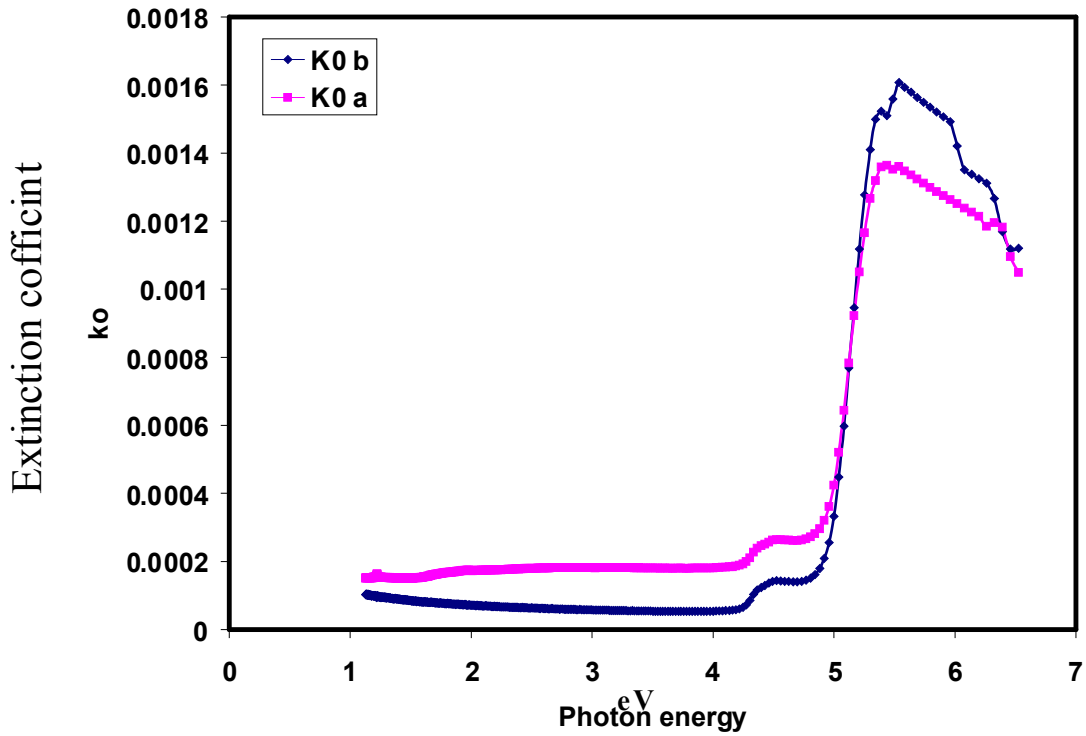


شكل (3): يوضح العلاقة بين الطول الموجي والنفاذية (T) للاغشية PMMA قبل وبعد التشعيع

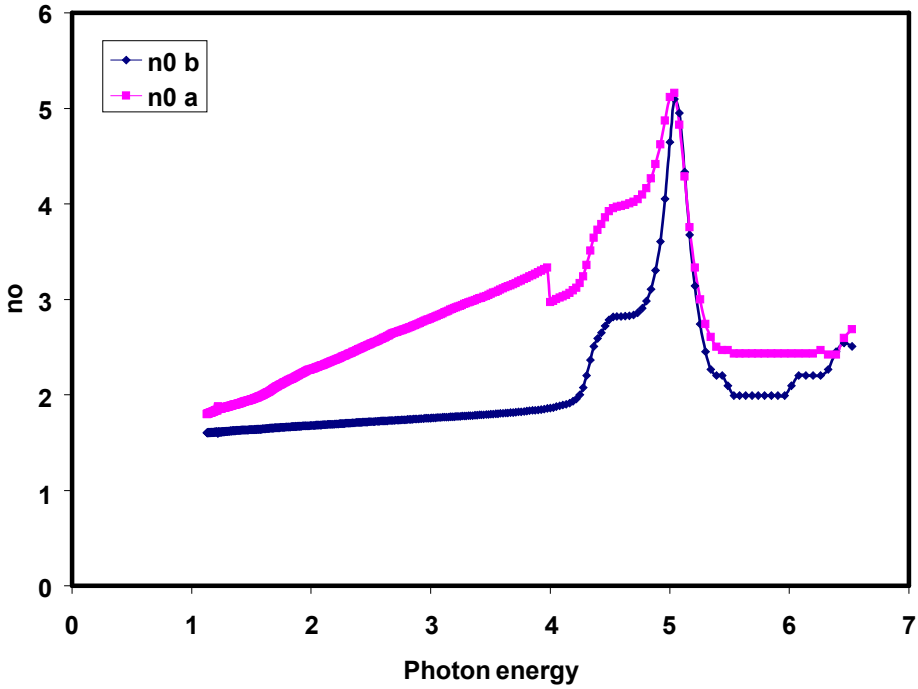
[1] –اذ ان a تمثل البوليمر بعد التشعيع ، b تمثل البوليمر قبل التشعيع، بالنسبة الجميع الاشكال



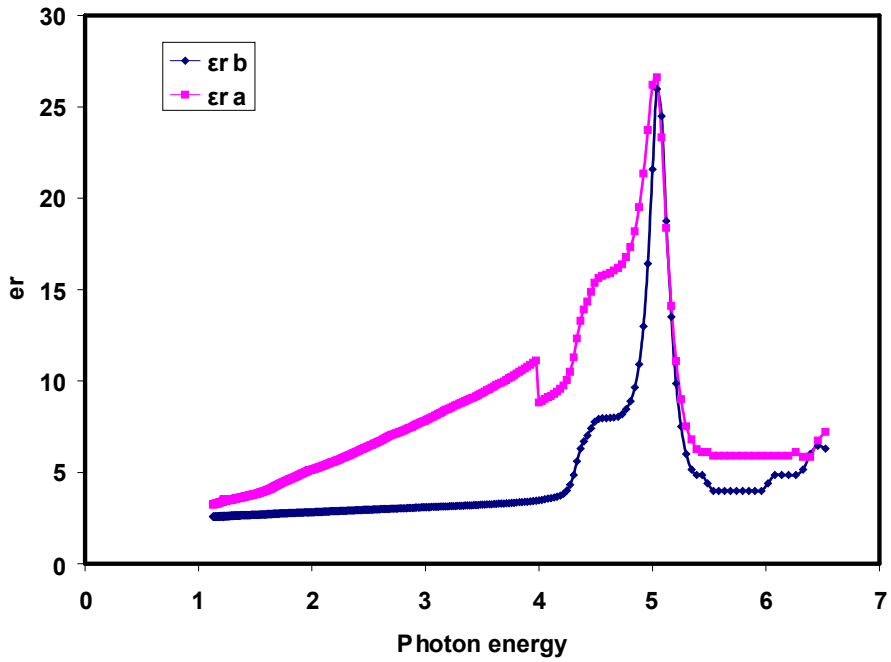
شكل (4): يوضح العلاقة بين الطول الموجي والانعكاسية (R) للاغشية PMMA قبل وبعد التشعيع



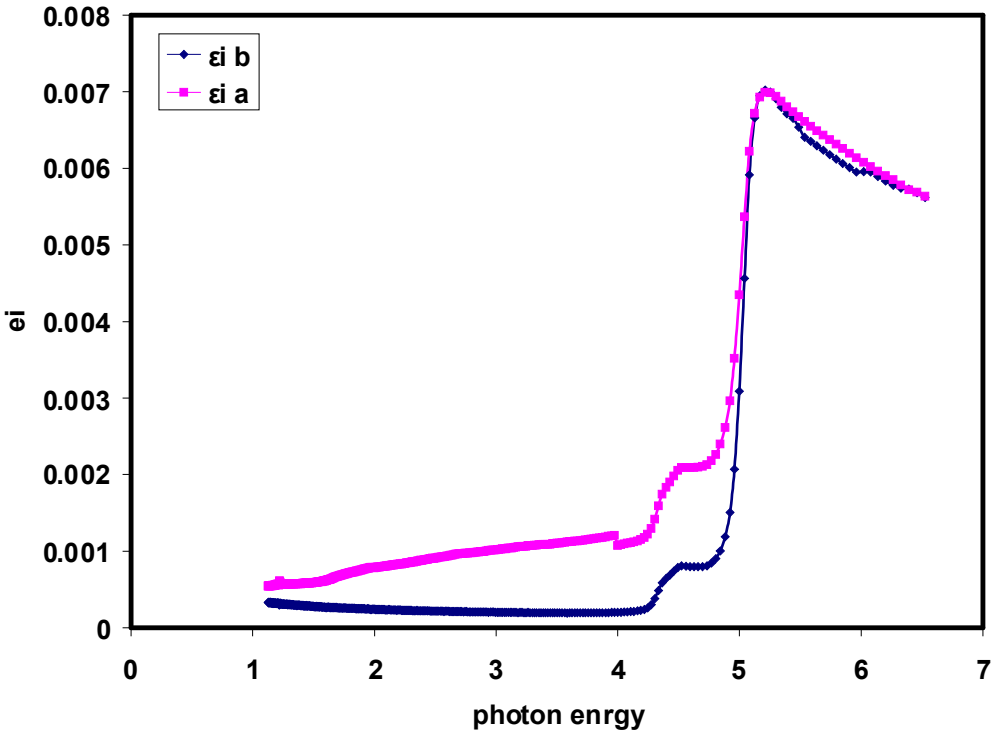
شكل (5): يوضح العلاقة بين طاقة الفوتون ومعامل الخمود (K_0) للاغشية PMMA قبل وبعد التشعيع



شكل (6): يوضح العلاقة بين طاقة الفوتون مقاسا ب (eV) ومعامل الانكسار (n_0) للاغشية PMMA قبل وبعد التشعيع



شكل (7): يوضح العلاقة بين طاقة الفوتون مقاسا ب (eV) وثابت العزل الحقيقي (E_r) للاغشية PMMA قبل وبعد التشعيع



شكل (8): يوضح العلاقة بين طاقة الفوتون مقاسا ب (eV) وثابت العزل الخيالي (E_i) للأغشية PMMA قبل وبعد التشعيع

IBN AL- HAITHAM J. FOR PURE & APPL. SCI. VOL.23 (3) 2010

The Effects of the Opticals Properties on the (PMMA) Puerty

K. M. Rashid

Directorate of First al-Karkh Education, Ministry of Education

Abstract

In this research, we studied the effect of (β-rays) on the optical properties of pure (PMMA) films prepared by using casting technique, and the optical properties for these films was studied before and after irradiation by recording the Absorption and Transmission spectra for a range of wavelength range (190-1100) nm. and then the absorption and Transmission and the reflectivity, extinction coefficient, refractive index, and real and imaginary parts of dielectric constant was studied.