استخدام البوليمر في قياس الجرعة الأشعاعية لأشعة كاما

احمد خلف محيميد

قسم الفيزياء – كلية التربية

جامعة الموصل

تاريخ الاستلام	تاريخ القبول
2005/2/12	2005/7/17

ABSTRACT

The work aims at, study the gamma-ray effects on the optical absorption of Taiwan made polymer of (1) mm thickness, which is used as a protector container for CD-discs. The photo-absorption of the polymer is studied within the wavelengths range (300-900) nm and gamma-ray doses (1.656-5.433) Mrad. The effect of annealing treatment on the photo-absorption of the polymer within the temperature range of (75-150)°C have also been studied. Finally, a calibration curve of gamma-irradiation doses measurement using the polymer was determined.

الخلاصة

يهدف البحث الى دراسة تأثير أشعة كاما على الأمتصاصية الضوئية للبوليمر تايواني الصنع سمكه (1) mm والمستخدم في الاقراص الحافظة للاقراص المكتنزه (CD) . تم دراسة الأمتصاصية الضوئية للبوليمر للأطوال الموجية الواقعة ضمن المدى (300-900) nm ولجرع أشعة كاما Mrad (1.656-5.433) . كما اجريت دراسة لتأثير المعالجة الحرارية على الأمتصاصية الضوئية للبوليمر ضمن مدى درجات الحرارة (75-150)°C . تم ايجاد منحني معايرة لقياس الجرعة الأشعاعية لأشعة كاما بوصفها دالة للأمتصاصية الضوئية.

المقدمة

ان للبوليمرات استخدامات واسعة في المجالات الصناعية اذ استخدمت السبائك البوليمرية في تكنولوجيا الاغشية التي استخدمت في فصل بعض الغازات الصناعية وفصل السوائل وتنقيتها من الشوائب وفي الطب وفي فصل النظائر المشعة. وتستخدم البوليمرات ايضا في صناعة المواد البلاستيكية والمطاط الصناعي وانتاج الالياف الصناعية وفي العزل الكهربائي(2,1) . كما تستخدم بعض البوليمرات ولاسيما العضوية منها في الكشف عن الاشعة النووية ومن انواعها كواشف نترات السليلوز ومتعدد الكاربون والى غير ذلك من الكواشف . فضلا عن استخدام هذه الكواشف في دراسة الجرع الأشعاعية مثل الجرع النيوترونية وجرع كاما وحساب تركيز الرادون في هواء المنازل والكشف عن اليورانيوم في الاتربة وغيرها من المواد (3-5) .

ان لاشعة كاما تأثيرات واضحة على المواد العازلة (العضوية واللاعضوية) اذ تؤثر على التوصيلية الكهربائية والصلابة الميكانيكية والامتصاصية الضوئية وغيرها. ويختلف تأثير هذه الاشعة على حسب نوع المادة وجرعة اشعة كاما (6-8) . وقد اقترح Day and Stains (9) ولاول مرة تاثير الاشعاع على المواد البلاستيكية الملونة وتغير الكثافة الضوئية، وبعد ذلك اجريت العديد من الدراسات في هذا الموضوع منها دراسة Whittaker (10) و Orton (11) ، اذ استنتجوا ان النوع التجاري (Red Perspex) يتغير لونه نتيجة للتشعيع بكاما وانه يستخدم في قياس الجرعة للمدى Mrad (1-5).كما تم دراسة التغير في الخواص البصرية للمواد متعدد الكاربون واسيتات السليلوز من قبل Richold *et al* (12) و Mohammed (13) . لقد درس Fink *et al* (14) امتصاصية البوليمرات المشعة ووجدوا ان سبب زيادة الامتصاصية هو تحلل البوليمر ، كما لاحظ محمد (4) انه عند تسخين الكاشف CR-39 فان لونه يتغير ويميل الى الاصفرار بارتفاع درجات الحرارة. ودرس Endo et al.(15) تأثير اشعة كاما في المواد الصمغية المستخدمة في عزل الملفات المغناطيسية ذات الاستخدام الواسع في المعجلات النووية, ووجد انه عند تشعيع هذه المواد تتولد جذور كاربونية وان كميتها تتناسب طرديا مع الجرعة الممتصة. لقد درس McIlvaine (16) تأثير اشعة كاما ذات جرعة امتصاص Mrad (3.5) في بعض المواد البلاستيكية الحرارية مثل النايلون والكاربونيت والاسيتيل الممزوجة مع زيوت واصباغ داخلية ومستويات مختلفة للتقوية بالالياف الزجاجية اذ تستخدم هذه المواد في الصناعات الحديثة للاجهزة الطبية. ويجب الاشارة هنا الى ان اشعة كاما ذات الطاقات العالية تحدث ازاحة في اللون وهذه الازاحة هي باتجاه اللون الاصفر.

يهدف البحث الحالي الى دراسة تأثير اشعة كاما والمعالجة الحرارية في الامتصاصية الضوئية في البوليمر من النوع المستخدم في الاقراص الحافظة للاقراص المكتنزة (CD). كذلك ايجاد منحني المعايرة الذي يمكن بواسطته قياس جرعة اشعة كاما.

الجانب النظري

تأثير اشعة كاما في البوليمرات:

ان امتصاص اشعة كاما في البوليمرات يؤدي الى تأين واثارة عدد كبير من الجزيئات ويمكن تمييز نوعين من التفاعلات اذ يؤدي التفاعل الاول (التشابك) الى ربط السلاسل المتبلمرة مع بعضها البعض باواصر جانبية متقاطعة لينتج عنها في النهاية تراكيب شبكية معقدة التركيب ويؤدي التشابك الى زيادة قوتها وصلابتها ووزنها الجزيئي(17-21) .أما النوع الثاني (التحلل) فيؤدي الى تحطم الاواصر الكيمياوية بين الذرات في السلسلة الرئيسية للبوليمر مؤديا الى فقدان لدونته او مطاوعته او قوة تركيبه ويقلل وزنه الجزيئي (22,19-24) .وتؤدي بعض التغيرات الفيزيائية التي تحدث في البوليمر نتيجة الاشعاع الى تغير اللون او تغير الامتصاصية الضوئية (26,25,17) .

تأثير التسخين في البوليمرات:

عند تسخين البوليمرات تتحرر غازات ويحدث تغير في اشكالها والوانها واوزانها الجزيئية ,ويمكن تمييز نوعين من التفاعلات ايضا اذ يؤدي التفاعل الاول الى كسر السلسلة الرئيسية في البوليمر. فعندما يتعرض البوليمر الى حرارة عالية فان الطاقة المتولدة عند بعض النقاط تعادل أو تزيد عن طاقة الاواصر الكيمياوية التي تربط ذرات السلسلة مما تعمل على كسرها وتحطمها.ان العامل الرئيس الذي يحدد مدى ثبات البوليمر هو قوة الاواصر بين الذرات التي تشد هيكل السلسلة , مثلا تعد اصرة كاربون-كاربون (C-C) من الاواصر القوية والمقاومة للحرارة ويؤدي وجود ذرات اخرى مع الكاربون الى تقليل الثبات الحراري الى حد كبير. لهذا السبب تكون البوليمرات الهيدروكاربونية ومشتقاتها قليلة الثبات حراريا,وتتكسر الاواصر الكيميائية ويكون الانحلال اما عشوائيا او منتظما (26,17). اما النوع الثاني من التفاعلات فهو الذي يؤدي الى احداث تغيرات في الصفات الفيزيائية والكيميائية عند تسخين البوليمر الى درجات الحرارة العالية دون ان تتأثر السلسلة الرئيسية للبوليمر. وقد يحدث ان تتفكك او تنفصل المجاميع الجانبية ويتحول البوليمر بعدها الى مركبات اكثر ثباتا. وفي حالات اخرى يفقد البوليمر صفة الثبات الحراري او قابليته للذوبان اذ تتكون مركبات عديمة الذوبان نتيجة حدوث التشابك بين الجزيئات (26,25,17,5).

الجانب العملي

في هذا البحث تم استخدام البوليمر من النوع المستخدم في الاقراص الحافظة للاقـراص المكتنزة (CD) ,تايواني الصنع سمكه mm (1) اذ تم تقطيع البوليمر الى عدد مـن القطـع المتساوية مساحة كل منها Cm^2 (3.75×1.25) .

تشعيع العينات والمعالجة الحرارية:

عرضت عينات البوليمر الى اشعة كاما باستخدام خلية التشعيع Gamma Cell-220 (27) صنع شـركة (Atomic Energy of Canada) والموجـودة حاليـا فـي (جامعـة الموصل/كلية العلوم). ان خلية التشعيع تحتوي على المصدر المشع (^{60}Co) عمره النصـفي Yr (5.27) بفاعلية اشعاعية Ci (6430) عند صنعه بتاريخ (5/1982) . يتـألف المصـدر المشع من (48) مصدر خطي (Model C198) موضوعة بحيث تشـكل اسـطوانة مشـعة قطرها Cm (20.9) .كان معدل جرعة الامتصاص داخل غرفة التشعيع في سنة صنع الجهاز Mrad/hr (0.535) وتم قياسها من قبل الشركة المجهزة باستخدام دوزميتر نـوع كبريتيـد الحديدوز.وصحح النشاط الاشعاعي باستخدام المعادلة الخاصة بتعـديل النشـاط الاشـعاعي وكانت نتيجته Ci (397.54) عند اخذ القياسات النهائية بتاريخ (7/2003) .ولان العلاقة بين معدل جرعة الامتصاص والفاعلية الاشعاعية علاقة طردية وبـذلك يكـون معـدل جرعـة الامتصاص عند اخذ القياسات النهائية هو Mrad/hr (0.0331).كان زمن التشعيع في الهواء هو hrs (50,70,164).

شععت (5) عينات عند كل زمن تشعيع وسخنت أربع منها في درجات حرارة مختلفة $^{\circ}C$ (75,100,125,150) وعند زمن تسخين ثابـت يسـاوي hr (0.25) . اسـتخدم الفـرن الكهربائي نوع (Thermo line) ذو مدى حراري $^{\circ}C$ (30-1200) في تسخين العينات.

التجارب:

لدراسة تأثير كل من اشعة كاما والمعالجة الحرارية في الامتصاصية الضوئية فقد تم قياس الامتصاصية الضوئية للبوليمر من خلال جهـاز مقيـاس المطيافيـة الضـوئية نـوع (SECIL 1021) ولجميع العينات المسخنة والمشعة (η_t) اضافة الى العينة القياسـية (η_o) (غير المشعة غير المسخنة) ولمدى الأطوال الموجية nm (300-900) .كما تم ايجاد منحني المعايرة بين الامتصاصية الضوئية للبوليمر وكل من جرعة اشعة كاما والتسخين.

النتائج والمناقشة

نلاحظ من خلال الشكل (1) الخاص بالجرعة Mrad (5.433) ان العلاقة بين الامتصاصية الضوئية (η_t) والطول الموجي وللمدى nm (300-900) هي علاقة عكسية وتكون اشدها وضوحا ضمن المدى nm (300-450) أما عند الاطوال الموجية الاكبر من nm (450) فان الامتصاصية الضوئية بالكاد تتغير وان تغيرها قليل جدا. كما نلاحظ انه عند تسخين النماذج المشعة بكاما فان الامتصاصية لا تتأثر تقريبا ضمن الاطوال الموجية الاقل من nm (340) والاكبر من nm (600) وهنالك تغيرا واضحا ضمن المنطقة (340-600) nm وتكررت هذه الحالة للجرع الاخرى. وقد ارتأينا ان نركز في دراستنا الحالية على ان تكون العلاقة بين الامتصاصية الضوئية والطول الموجي ضمن المدى (340-600) nm فقط , وكما موضح في الاشكال من (2) الى (4). نلاحظ من الشكل (2) والخاص بالجرعة Mrad (1.656) وعند درجات الحرارة $^{\circ}C$ (75) و $^{\circ}C$ (150) ان الامتصاصية الضوئية عندهما تكون اعلى مقارنة مع العينة المشعة غير المسخنة,اما عند درجة الحرارة $^{\circ}C$ (100) فان الامتصاصية الضوئية تنطبق تقريبا مع الامتصاصية الضوئية للعينة المشعة غير المسخنة في حين تقل الامتصاصية الضوئية عند درجة الحرارة $^{\circ}C$ (125) مقارنة مع العينة المشعة غير المسخنة. ويمكن تفسير الزيادة في الامتصاصية على ان الطاقة الناتجة من عملية التسخين تكون مساوية لطاقة الاصرة التي تربط مكونات البوليمر أو أكبر منها وبذلك تعمل الطاقة على كسر الاصرة مولدة سلاسل بوليمرية تنتج عن كسر السلسلة الرئيسة في البوليمر (تحلل البوليمر) وهذه السلاسل تكون ذات نهايات فعالة (جذور حرة) ، ويمكن ان تتحرر نواتج غازية مثل CH_4 و H و Co و Co_2 (7,17,26) ، اما النقصان في الامتصاصية فيمكن تفسيره على انه يمكن ان تتفكك السلسلة الرئيسة أو تنفصل بعض المجاميع الجانبية أو تحصل اعادة ارتباط الجذور الحرة فيما بينها بعد ازالة عملية التسخين مما تحول البوليمر بعدها الى مركبات اكثر ثباتا (عملية التشابك)(17-19).

اما عند الجرعة Mrad (2.319) فنلاحظ من الشكل (3) انه عند درجات الحرارة $^{\circ}C$ (75,125,150) فان الامتصاصية تكون اقل مقارنة مع العينة المشعة غير المسخنة, اما عند درجة الحرارة $^{\circ}C$ (100) فان الامتصاصية تقريبا تكون مساوية للامتصاصية في العينة المشعة غير المسخنة. ان زيادة جرعة اشعة كاما أدى الى نقصان الامتصاصية عند درجات الحرارة $^{\circ}C$ (75,150) بحيث اصبحت اقل مقارنة مع العينة المشعة غير المسخنة وهذه الحالة تماما هي معاكسة للحالة التي تعود للجرعة Mrad (1.656) ، وهذا يعني ان الليونة

التي حصلت عند الجرعة Mrad (1.656) عادت لتتصلب ثانية عندما زادت الجرعة الى Mrad (2.319).

نلاحظ من الشكل (4) انه للجرعة Mrad (5.433) فان حالة تغير الامتصاصية الضوئية مع التسخين هي مشابه تماما لما في الشكل (3) ما عدا ان الامتصاصية عند درجة الحرارة C°(75) اصبحت اعلى من الامتصاصية الضوئية للعينة المشعة غير المسخنة,وهذ يعني ان حالة البوليمرعند درجة الحرارة C°(75) اصبحت اكثر ليونة مقارنة مع العينات الاخرى.الشكل(5) يمثل العلاقة بين التغير النسبي في الامتصاصية الضوئية مع جرعة اشعة كاما ضمن المدى Mrad (1.656-5.433) ولثلاثة اطوال موجية nm (340,360,380) وان التغير النسبي في الامتصاصية هو $(\eta_t - \eta_o)$. نلاحظ من الشكل المذكور ان التغير النسبي في الامتصاصية الضوئية للطول الموجي nm (340) اعلى من التغير النسبي في الامتصاصية الضوئية للاطوال الموجية nm (360) وnm (380) على التوالي.وبشكل عام يمكن القول بان العلاقة هي طردية, كما يمكن استخدام هذا الشكل كمنحني معايرة , اذ بالامكان استخدام هذا النوع من البوليمرات مقياسا للجرعة الاشعاعية لاشعة كاما وفي مدى الجرعات المعطاة ويفضل استخدام منحني المعايرة الخاص بالطول الموجي nm (340) استنادا للسبب المذكور اعلاه.

نلاحظ من خلال الشكل (6) العلاقة بين التغير النسبي في الامتصاصية مع الجرعة الاشعاعية للطول الموجي nm (340) لدرجات حرارة مختلفة . نلاحظ انه عند تسخين البوليمر عند درجة حرارة C°(100) فلا يحصل أي تغيير واضح في الامتصاصية مقارنة مع العينة المشعة غير المسخنة, اما عند تسخين البوليمر الى درجة حرارة C°(75) و C°(150) فانه يحصل نقصان (هبوط)في التغير النسبي في الامتصاصية الى الجرعة Mrad (2.319) ثم تبدأ الامتصاصية النسبية بالزيادة بعد الجرعة الاعلى من Mrad (2.319) .كما نلاحظ ان التغير النسبي في الامتصاصية عند درجة الحرارة C°(75) يكون اكبر من التغير النسبي في الامتصاصية مقارنة مع درجة الحرارة C°(150) ولاسيما في الجرع العالية وتكون الحالة عكسية, اي ان التغير النسبي في الامتصاصية عند درجة الحرارة C°(150) اكبر من التغير النسبي في الامتصاصية عند درجة الحرارة C°(75) وعند الجرع الواطئة والاقل من Mrad (2.319) . ان السبب في هذا هو حصول تصلب للبوليمر عند الجرعة Mrad (2.319) ولاسيما عند درجة الحرارة C°(75) في حين انه عند الجرع الاعلى من Mrad (2.319) فانه يحصل ليونة في البوليمر ويكون التحلل اعلى عند درجة الحرارة C°(75) .اما عند درجة الحرارة C°(125) فان التغير في الامتصاصية يكون اقل مما هي

عليه في حالة العينة المشعة غير المسخنة والعينة عند درجة الحرارة $100^{\circ}C$. وهذا يعني ان حالة التصلب عند درجة الحرارة $125^{\circ}C$ هي اعلى من الحالات الاخرى. الشكل (7) يوضح العلاقة بين ($\ln\frac{\eta}{\eta_o}$) مع درجات الحرارة المختلفة ولجرع مختلفة. يتضح من خلال هذا الشكل انه لايمكن ارجاع البوليمرالى وضعه الاصلي (القياسي أي قبل تشعيعه) بسبب عدم تقاطع نهايات هذه المنحنيات مع محور درجة الحرارة (المحور السيني) (أي $\ln\frac{\eta}{\eta_o}\neq 0$ أو $\eta > \eta_o$) وهذا يعود الى ان البوليمر عند تعرضه للاشعاع وتسخينه فانه من الممكن حصول حالة تشابك او تحلل فيه (حالة عشوائية في ارتباط السلاسل البوليمرية). ان عملية ازالة التلف الاشعاعي تحصل في حالة $(\eta = \eta_o)$ أي $(\ln\frac{\eta}{\eta_o}=0)$.

الاستنتاجات

من النتائج التي حصلنا عليها من هذه الدراسة يمكن استنتاج مايأتي:

1- حصول حالة تحلل في السلاسل البوليمرية عند تشعيع البوليمر باشعة كاما وحصول حالة تحلل وتشابك عند تسخينه .
2- لايمكن ارجاع البوليمر الىحالته الطبيعية الى ما قبل التشعيع عند تسخينه.
3- يمكن استخدام البوليمر مقياسا للجرعة الاشعاعية لاشعة كاما ضمن المدى (1.656-5.433) Mrad وعند درجات الحرارة الواطئة.

المصادر

1- برهام، مصطفى احمد . "دراسات مختارة في الصناعات النفطية" ، منظمة الاقطار العربية المصدرة للبترول ، دار الطليعة ، الكويت (1979).

2-ال ادم ، كوركيس عبد. مجلة العلوم، العدد 98 ، ص 28-29 (1998).

3- العاملي ، محمد امين. رسالة ماجستير مقدمة الى كلية العلوم ، جامعة بغداد (1988).

4- محمد ، احمد بهاء الدين. رسالة ماجستير مقدمة الى كليـــة العلـــوم ، جامعـــة الموصـــل (1996).

5- البطاوي ، عمار عبد عبدالله. رسالة ماجستير مقدمة الى كلية التربية ، جامعة الموصـــل (1999).

6- Ibrahim E.M., Sayed A.M. and Dawood R.I., Nucl. Inst. Meth. 150, 555-560 (1978).

7- انا ، ا.تاكر ، ترجمة محمد ، اكرم عزيز. " الكيمياء الفيزيائية للبوليمرات" .مطبعة جامعة الموصل (1984).

8- محيميد ، احمد خلف وحسن ، هناء احسان. مجلة التربية والعلم ، العدد 43 (2000).

9- Day M. and Steins G., Nature. 166,146 (1951).

10- Whittaker B., AERE-R 33, 60 (1964).

11- Orton C.G.,Phys. Med. Biol., 11, 551 (1966).

12- Richold P.H.C.V., *et al.*, Phys. Med. Biol., 18, 665, (1973).

13- Mohammed H.O., KFK 226 (1976).

14- Fink D., Muller M., Chadderton L.T., Cannington P.H., Elliman R.G., and McDonald D.C., Nucl. Inst. and Meth. B32, 125-130 (1988).

15- Endo K., Egawa K., Ohsawa Y., and Michikawa T., Estimation of Radiation Dose to Epoxy Resin by IR Spectrophotometry, KEK, JREC, Tsukuba, Japan (1997).

16- Joshua E., Mcllvaine., Medical Plastics Biomaterials Magazine, 1-7 (1997).

17- Tager A.A., "Physical Chemistry of Polymers", MIR Publisher , Moscow USSR. (1978).

18- Amin S., Ph.D. University of Bristol. (1981).

19- اودنين و سانكستر ، ترجمة اليامور ، خالد يونس. "مبادئ فـــي الكيميـــاء الاشـــعاعية"، مطبعة جامعة الموصل (1985).

20- Van Valk L.H.," Materials for Engineering Concepts and Application", Addison Wesley. (1985).

21- Holbert K.E., Radiation Effects and Damage. http://www.eas.asu.edu./ holbert /eee460/Radiation Effects Damage.pf.(1995).

22- Billmerey F.W., "Text Book of Polymer Science", John Wiley and Sons. Inc.USA. (1965).

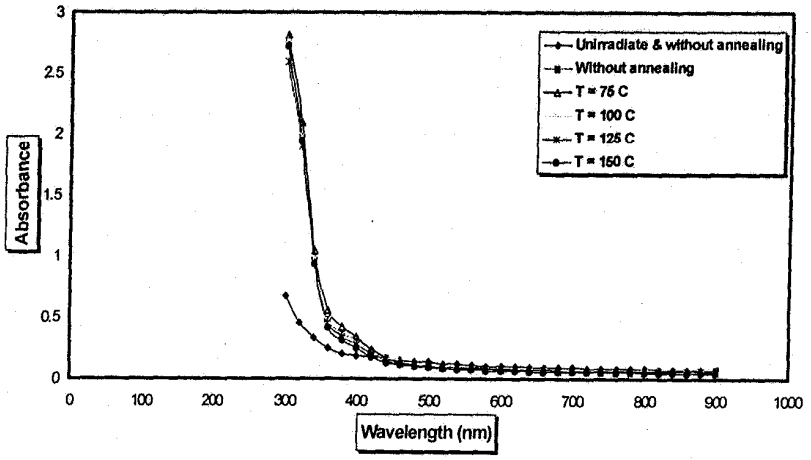
23- سعيد ، علي عبد الحسين. "الكيمياء الاشعاعية" ، مطبعة جامعة البصرة (1983).

24- Buni M.S., Abdul-Kadier A.J. and Akber H.S., J. Math. Phys. 11 (1), 209-218 (1989).

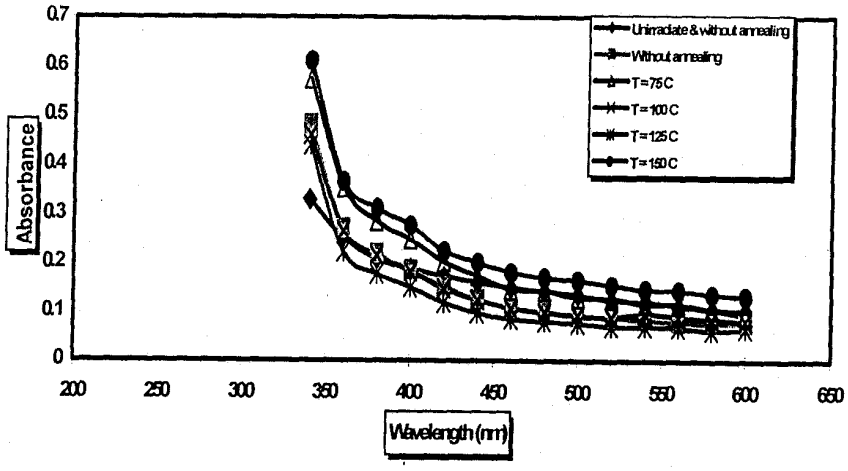
25- محمد ، اكرم عزيز. " كيمياء اللدائن" ، دار الكتب للطباعة والنشر ، جامعة الموصـــل، (1993).

26- Al-Nia'emi S.H.S., Ph.D. Thesis, College of Science University of Mosul (1998).

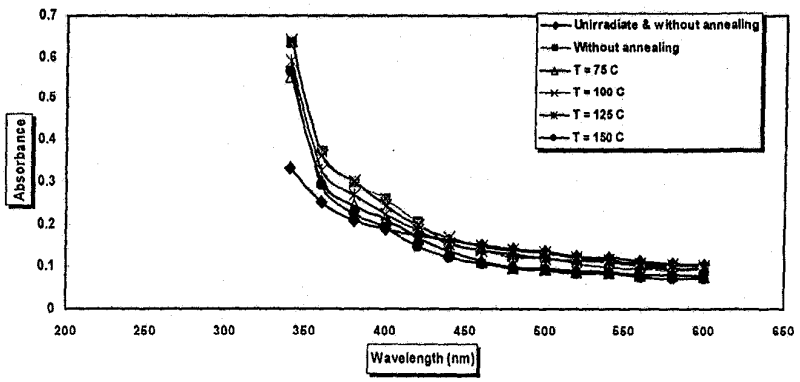
27- SPECIFICATION., Gamma Cell-220 Irradiation Unit, Catalog, (1982).



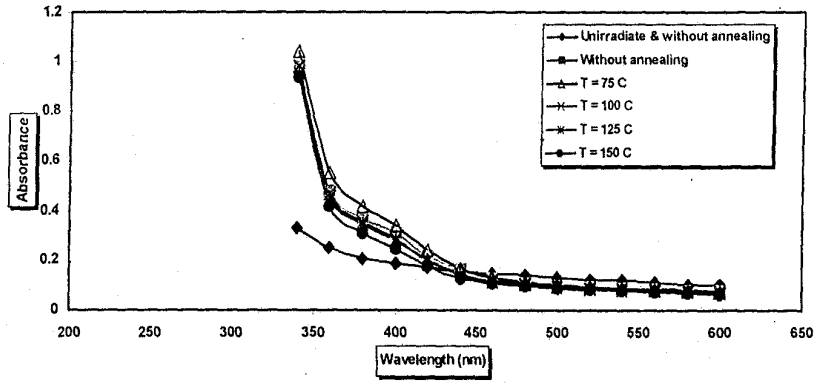
الشكل (1) يوضح العلاقة بين الامتصاصية الضوئية للبوليمر والطول الموجي للجرعة Mrad (5.433)



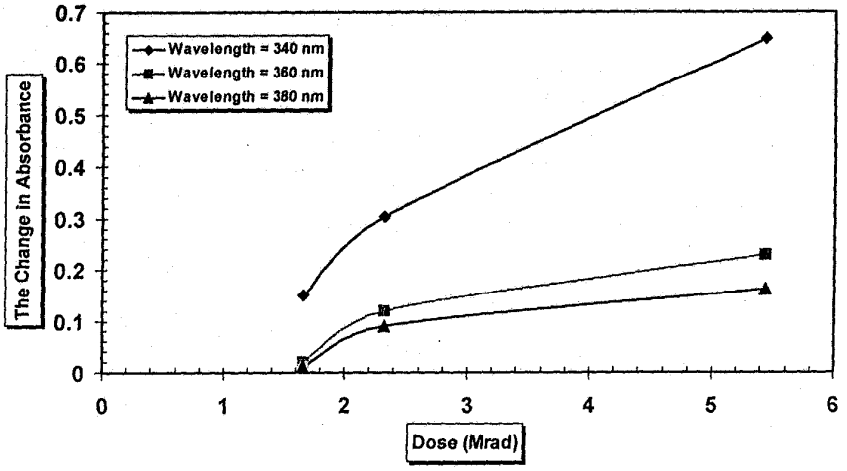
الشكل (2) يوضح العلاقة بين الامتصاصية الضوئية والطول الموجي للجرعة Mrad (1.656)



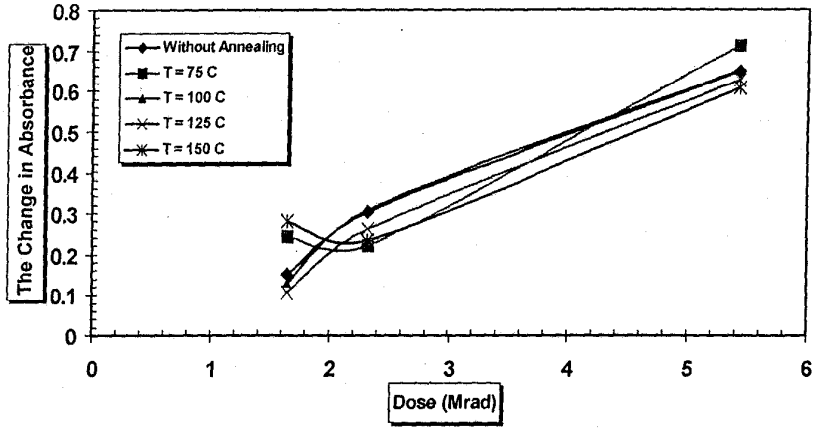
الشكل (3) العلاقة بين الامتصاصية الضوئية للبوليمر مع الطول الموجي للجرعة Mrad (2.319)



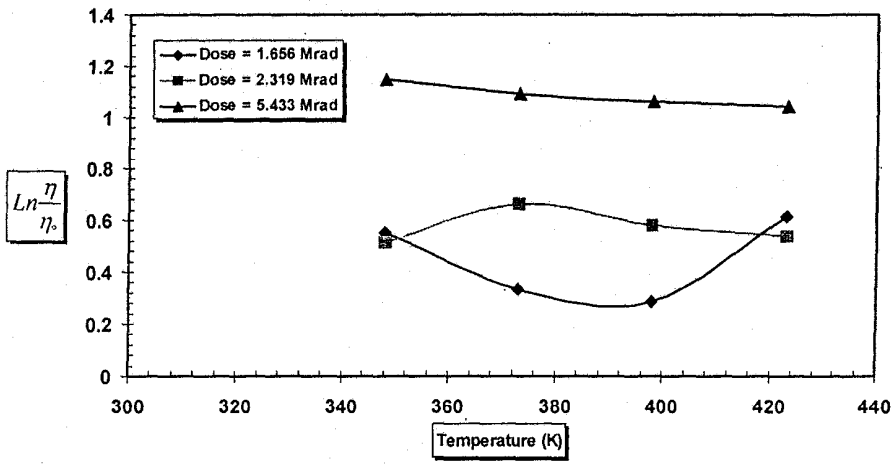
الشكل (4) العلاقة بين الامتصاصية الضوئية للبوليمر مع الطول الموجي للجرعة Mrad (5.433)



الشكل (5) العلاقة بين التغير في الامتصاصية الضوئية للبوليمر مع الجرع المختلفة ولثلاثة اطوال موجية (340,360,380) nm



الشكل (6) العلاقة بين التغير في الامتصاصية الضوئية للبوليمر مع الجرع المختلفة ولدرجات الحرارة المختلفة



الشكل (7) العلاقة بين $\left(\ln\frac{\eta}{\eta_o}\right)$ مع درجات الحرارة المختلفة وللجرع المختلفة