

إيجاد علاقات تجريبية لبيان تأثير الأشعة المؤينة والتسخين في الامتصاصية الضوئية لأنواع مختلفة من كواشف الأثر النووي

احمد خلف محميد ، ربيع بهنام خضر

قسم الفيزياء ، كلية التربية ، جامعة الموصل ، الموصل ، العراق

(تاريخ الاستلام: ٢ / ١١ / ٢٠٠٩ ---- تاريخ القبول: ٢١ / ٢ / ٢٠١٠)

المخلص

يهدف البحث الى إيجاد علاقات تجريبية لبيان تأثير الأشعة النووية والتسخين في الامتصاصية الضوئية ولأنواع مختلفة من كواشف الأثر النووي. تم الاستفادة من العديد من البحوث العملية المنشورة . أجريت عملية الملائمة لمنحنيات الامتصاصية الضوئية مع كل من فيض الأشعة المؤينة وجرعة أشعة كاما والتسخين وتم الحصول على علاقات مختلفة بسيطة ومركبة تعطي أفضل توافق بين القيم العملية وحسابات المعادلات التجريبية.

المقدمة

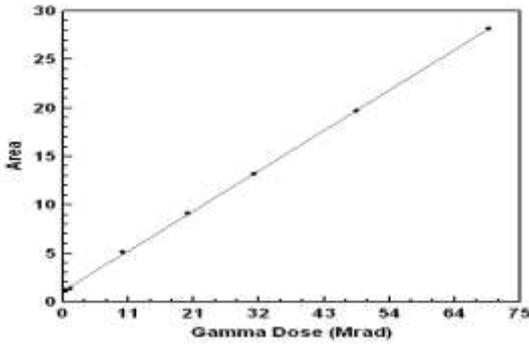
وضوحاً في الكاشف SR-86 وتبين انه مع زيادة الجرعة الإشعاعية فإن الامتصاصية تمتد إلى المنطقة ذات الطول الموجي الأكبر . كما تبين ان تسخين الكواشف المشعة عند درجة حرارة $120^{\circ}C$ وبزمن تسخين 75 min يؤدي إلى عودة الكاشف بشكل جزئي إلى وضعه الاصلي . قام كل من Srivastava & Virk (7) بدراسة تأثير ايونات الليثيوم ذات الطاقة 50MeV وبشدهات (10^{11} - 10^{13}) ion/cm² على الامتصاصية الضوئية للكاشف CR-39 وكان التشعيع باستخدام غرفة مفرغة من الهواء . تبين من خلال تحليل طيف FTIR وجود انشطار في سلسلة البوليمر الأساسية وان معدل الانشطار يزداد مع زيادة مستويات الجرعة كذلك وجد من خلال طيف (UV-Visible) ان الامتصاصية الضوئية تقل بزيادة شدة ايونات الليثيوم . درس محميد (8) تأثير أشعة كاما والتسخين على الامتصاصية الضوئية للبوليمر المستخدم في الاقراص الحافظة للأقراص المكتتزة (CD) . استنتج بأنه يحصل حالة تحلل في السلاسل البوليمرية عند التشعيع وحصول حالة تحلل وتشابك عند التسخين . تبين من دراسة Singh & Prasher (9) أن لأشعة كاما ذات الجرعة تتراوح بين 10^5 - 50 Krad تأثير واضح على كل من سرعة القشط العام وسرعة القشط على طول الأثر والحساسية والامتصاصية الضوئية للكاشف CR-39 . وجد حصول زيادة في هذه المتغيرات مع زيادة جرعة الامتصاص لأشعة كاما . أن أشعة كاما تزيد من توليد مجموعة OH إلى أن تصبح شدتها مساوية إلى شدة مجموعة الكربونيل كذلك تحرر غازي CO₂ , CO . قام Hasan et al (10) بدراسة تأثير أشعة كاما والتسخين على الامتصاصية الضوئية لبولي ميثاكريلات وتبين من خلال هذه الدراسة ظهور ذروة عند الطول الموجي 250nm في حالة زمن التشعيع (5,10)min وظهور ذروتين عند الأطوال الموجية (370 , 400)nm ولازمان التشعيع (30 , 50, 70)min . أما تأثير التسخين فلاحظوا انه عند الطول الموجي 250nm فان الامتصاصية الضوئية تقل مع زيادة درجة حرارة التسخين عند زمن التشعيع (10)min بينما يحصل تذبذب في الامتصاصية الضوئية عند درجة حرارة التسخين عند أزمان التشعيع الأخرى . درس سليمان(11) تأثير كل من جسيمات ألفا والتسخين على

ان للجسيمات المشحونة والنيوترونات والأشعة الكهرومغناطيسية والمعالجة الحرارية تأثيرا كبيرا على الخواص الفيزيائية والكيميائية للبوليمرات. أن التشعيع والتسخين يؤديان إلى تدمير التركيب الأولي للبوليمرات حيث يحصل أما تشابك أو تحلل أو إزاحة الالكترونات أو الذرات أو الجزينات أو انشطار الجزينات ونتيجة لذلك تحصل تغيرات في خواص البوليمرات مثل الكثافة والتوصيلية الكهربائية والامتصاصية الضوئية والوزن الجزيئي ومعامل الانكسار والسعة الكهربائية وغيرها(1). كذلك ان التشعيع والتسخين يؤثران أيضاً على الخواص القشطية كواشف الأثر النووي مثل سرعة القشط العام وسرعة القشط على طول الأثر والحساسية وكفاءة القشط وعمق الأثر النووي (2). للامتصاصية الضوئية أهمية كبيرة في تشخيص التغيرات الفيزيائية التي تطرأ على كواشف الأثر النووي مثل LR-115 , CR-39 , CN-85 كونها من أنواع البوليمرات كذلك تستخدم الامتصاصية الضوئية كمقياس للجرعة الإشعاعية للأشعة المؤينة . أجريت العديد من الدراسات حول تأثير التسخين والتشعيع على الامتصاصية الضوئية لكواشف الأثر النووي حيث درس تأثير كل من اشعة كاما والنيوترونات(3). على الامتصاصية الضوئية للكاشف اسيتات السليلوز ووجد أن الامتصاصية الضوئية تزداد مع زيادة كل من جرعة أشعة كاما والفيض النيوتروني . درس البغلي (4) تأثير أشعة كاما والنيوترونات السريعة على الامتصاصية الضوئية للكاشف CR-39 ووجد إن قمة الامتصاص تحصل عند الطول الموجي (270 nm) وان الامتصاصية تزداد مع زيادة الجرعة الممتصة. قام Ipe & Ziemer (5) بدراسة تأثير أشعة كاما والتسخين على الكاشف CR-39 اذا تم تعريض عينات الكاشف إلى جرعات بمدى (0-280) KGy لوحظ ان العلاقة بين المساحة تحت المنحني للامتصاصية الضوئية وجرعة أشعة كاما تظهر بشكل علاقة رابعة لجرع أشعة كاما (0-40)KGy وتصبح خطية لجرعات كاما العالية. درس Virk et al (6) تأثير ايونات الكربون ^{12}C ذات الطاقة (5 MeV/u) وبيض ion/cm² (10^{11} , 10^{12} , 10^{13}) على كواشف بولي كاربونيل نوع (SR-86 , CR-39) فوجد ان الامتصاصية الضوئية تزداد ضمن مدى الأطوال الموجية (250 - 500)nm وان هذه الامتصاصية أكثر

بعد الحصول على البحوث العملية المنشورة ذات العلاقة بتأثير الأشعة المؤينة والتسخين على الامتصاصية الضوئية لكواشف الأثر النووي ، تأخذ صورة مسح (scanner) لأحد الأشكال المراد دراستها. ولمعرفة الإحداثيات الأصلية للنقاط تم عمل برامج حاسوبي باستخدام نظام الماتلاب وكما موضح ذلك في الملحق .

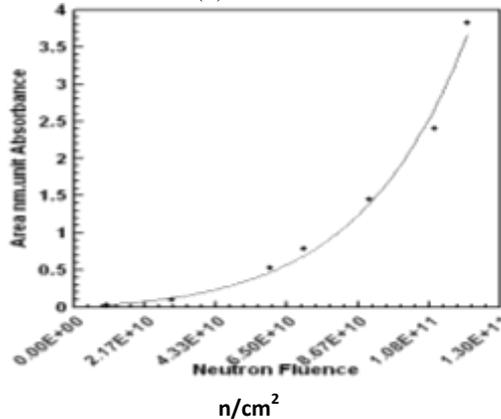
النتائج والمناقشة

الشكل (1) يوضح تأثير أشعة كما على الامتصاصية الضوئية للكاشف اسينات السليولوز CA (3). إذا تم تعريض مجموعة من عينات الكاشف إلى جرع مختلفة من أشعة كما تتراوح بين (0.4 – 70)Mrad بعد اجراء عملية الملائمة تبين أن العلاقة بين المساحة تحت المنحني للامتصاصية الضوئية وجرعة أشعة كما تكون خطية وهي :
$$\sum A = 0.387 * D_{\gamma} + 1.081$$
 (1).....



الشكل (1) المساحة تحت المنحني كدالة لجرعة اشعة كما عند الطول الموجي (260-300) للكاشف اسينات السليولوز .

أما عند تعريض الكاشف CA إلى النيوترونات السريعة ذات طاقة 14.3 MeV تبين أن المساحة تحت المنحني للامتصاصية الضوئية تزداد بزيادة الفيض النيوتروني (3) كما موضح ذلك في الشكل (2). بعد اجراء عملية الملائمة وجد أن أفضل علاقة تصف المنحني في الشكل (2) هي العلاقة الأسية المركبة. وجد أن اقل قيمة للفيض النيوتروني والتي تؤثر على حزمة الامتصاصية الضوئية هي $(10^{10})n/cm^2$. اما اعلى قيمة فهي $(1.2 * 10^{11})n/cm^2$.
$$\sum A = 5.97 * 10^{-11} * \phi_n^{0.86} * EXP(2.418 * 10^{-11} * \phi_n)$$
 (2).....



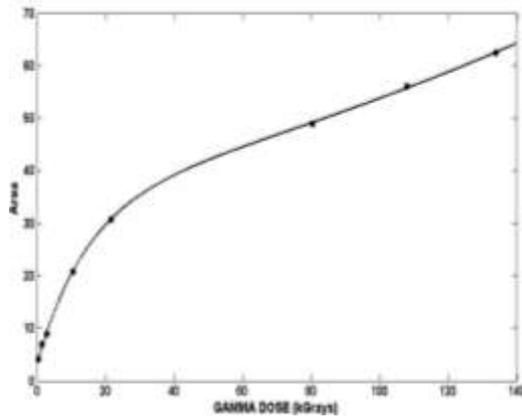
الامتصاصية الضوئية للكاشف PM-355. لاحظ أن تأثير التسخين يكون كبيرا على الامتصاصية الضوئية عند الطول الموجي 304nm ضمن المدى الحراري $^{\circ}C$ (180 – 110) حيث تزداد الامتصاصية الضوئية بزيادة درجة حرارة التسخين للعينات المسخنة والمشعة قبل القشط وبعده.

يهدف البحث الحالي إلى إيجاد علاقات تجريبية لبيان تأثير الأشعة المؤينة والتسخين على الامتصاصية الضوئية للبوليمرات المستخدمة ككواشف للأثر النووي ويمكن الاستفادة من هذه العلاقات في مجالات متعددة أبرزها قياس الجرع الإشعاعية.

الامتصاصية الضوئية في البوليمرات وتأثير كل من الأشعة المؤينة والتسخين عليها

عندما يمر الإشعاع الكهرومغناطيسي خلال طبقة من المادة فأن شدة الإشعاع الساقط بصورة عمودية يكون اكبر من شدة الإشعاع النافذ لان بعض من الفوتونات ذات ترددات معينة قد تمتص .يحتوي طيف الامتصاص للأشعة تحت الحمراء على عدد كبير من القمم في حين يحتوي طيف الامتصاص للأشعة فوق البنفسجية على حزمة عريضة أو أكثر(12). يمكن الاستفادة من طيف الامتصاص الضوئي في معرفة كل التركيب العام للبوليمر والعناصر الداخلة في تركيبه الكيميائي والتغيرات التي تحصل في تركيب البوليمرات ومراكز التلف الحاصلة فيها نتيجة التشعيع والتسخين إضافة إلى قياس الجرع الإشعاعية (5,7). أن تأثير الأشعة المؤينة في البوليمرات يؤدي إلى تآين وإثارة عدد كبير من الجزيئات ويمكن تميز نوعين من التفاعلات إذ يؤدي التفاعل الأول (التشابك) إلى ربط السلاسل مع بعضها البعض بأواصر جانبية متقاطعة تنتج عنها في النهاية تراكيب شبكية معقدة التركيب. يؤدي التشابك إلى زيادة قوة البوليمرات وصلابتها ووزنها الجزيئي(13,14). أما النوع الثاني (التحلل) فيؤدي إلى تحطم الأواصر الكيميائية بين الذرات في السلسلة الرئيسية للبوليمر وتوليد جذور حرة وإزاحة الإلكترونات والذرات. تتولد مراكز للتلف (أو التلون) نتيجة اصطياد الجذور الحرة أو المجاميع المشحونة في الوسط البوليمر(13,15). عند تسخين البوليمر تتحرر غازات (مثل CO, CO₂) ويحدث تغير في أشكالها وألوانها الجزيئية ويمكن تمييز نوعين من التفاعلات أيضا إذ يؤدي التفاعل الأول إلى كسر السلسلة الرئيسية في البوليمر اذا كانت الطاقة المتولدة من الحرارة كافية لكسر الأواصر الكيميائية. إما النوع الثاني من التفاعلات فهو الذي يؤدي إلى احدث تغيرات في الصفات الفيزيائية والكيميائية عند تسخين البوليمر إلى درجات الحرارة العالية دون أن تتأثر السلسلة الرئيسية للبوليمر(13,15). أن التسخين يعمل على تقليل فجوة الطاقة ليتسنى لأكبر عدد من الجزيئات الانتقال إلى المستوى الأعلى أي بمعنى آخر زيادة الامتصاصية عند كل زيادة في درجة حرارة البوليمر (11) .

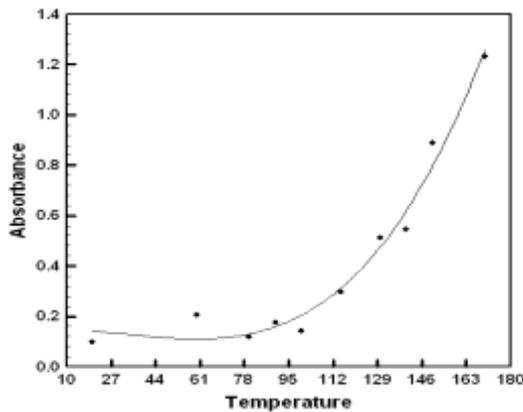
الإجراءات العملية للحصول على البيانات



الشكل (4) المساحة تحت المنحني كدالة لجرع كما للكاشف CR-

. 39

درس أيضاً (Ipe & Ziemer) (17) تأثير أشعة كما والتسخين على الامتصاصية الضوئية للكاشف CR-39. إذ تم تعريض مجموعة من عينات الكاشف إلى جرعة (1.3)KGy من أشعة كما وتركت مجموعة أخرى بدون تشعيع ثم سخنت كلتا المجموعتين عند مدى درجة الحرارة تراوحت بين $^{\circ}C$ (150-20) ولمدة نصف ساعة. لوحظ أن أعلى امتصاصية تحصل عند الطول الموجي 240nm للعينات المسخنة والغير المشعة بكما. كذلك تحصل زيادة واضحة في الامتصاصية مع زيادة درجة الحرارة بعد $^{\circ}C$ 112. ان الامتصاصية الضوئية للعينات المشعة والمسخنة هي اقل مقارنة بالعينات المسخنة فقط كما موضح ذلك في الشكل (5) و الشكل (6).



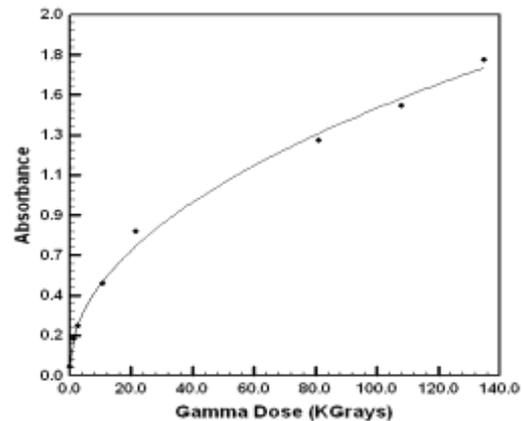
الشكل (5) تغير الامتصاصية الضوئية عند الطول الموجي (240

. CR-39) مع درجات الحرارة للكاشف

الشكل (2) المساحة تحت المنحني كدالة للفيض النيوتروني عند الطاقة (14.3MeV) عند الطول الموجي (260-300 nm) للكاشف اسيتات السليلوز

قام (Ipe & Ziemer) (5) بدراسة تأثير أشعة كما على الكاشف CR-39 إذ تم تعريض عينات الكاشف إلى جرعات بمدى (0 - 280)KGy من أشعة كما الناتجة من المصدر ^{60}Co ثم سخنت إلى درجة حرارة $^{\circ}C$ 70 ولمدة اربعة ساعات. نلاحظ أن العلاقة بين الامتصاصية وجرعة أشعة كما هي لخطية في الجرع الواطنة (0-40)KGy. وتصبح تقريباً خطية عند الجرعات العالية كما في الشكل (3). تم اجراء عملية الملائمة ووجد أن أفضل علاقة بين الامتصاصية الضوئية وجرعة أشعة كما هي المعادلة المركبة الآتية.

$$A = 0.047 - 0.0000163 * D_{\gamma}^{1.5} + 0.145 * D_{\gamma}^{0.5}$$
(3) وتبين أن أعلى فرق بين القيم المحسوبة من المعادلة أعلاه والنتائج العملية هي بحدود 6%.



الشكل (3) الامتصاصية الضوئية كدالة لجرع كما للكاشف CR-

. 39

الشكل (4) يوضح العلاقة بين مساحة ذروة الامتصاص وجرعة أشعة كما للعينات أعلاه وان أفضل معادلة تصف المنحني هي المعادلة المركبة الآتية .

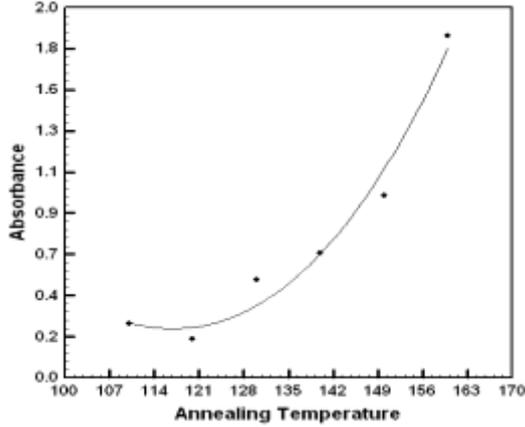
$$\sum A = 35.02 * \text{EXP}(0.0042 * D_{\gamma}) - 30.97 * \text{EXP}(-0.062 * D_{\gamma})$$
(4)

أن أعلى فرق بين القيم المحسوبة والنتائج العملية هي بحدود 4%. وتبين وجود تشابه كبير بين الشكلين (3) و (4).

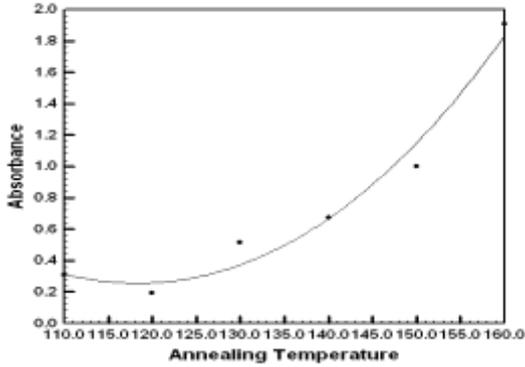
المدى $^{\circ}C$ (120 - 160) كما في الشكل (8) والشكل (9). تبين من خلال دراسته أن تأثير المعالجة الحرارية على الامتصاصية الضوئية تكون قليلة جداً ضمن مدى درجات الحرارة $^{\circ}C$ (30-110). اجريت عملية ملائمة للمنحني في الشكلين وتبين أن المعادلتان المركبتان أدناه مناسبتان لوصفهما.

$$A = 4.454 - 6.63 * 10^{-3} * T_c^{1.5} + 2.623 * 10^{-6} * T_c^3 \dots (8)$$

$$A = 11.01 + 2.01 * 10^{-6} * T_c^3 - 0.2713 * T_c^{0.5} * \ln(T_c) \dots (9)$$



الشكل (8) تغير الامتصاصية الضوئية عند الطول الموجي (304 nm) للعينات المسخنة المشعة مع درجات حرارة التسخين.

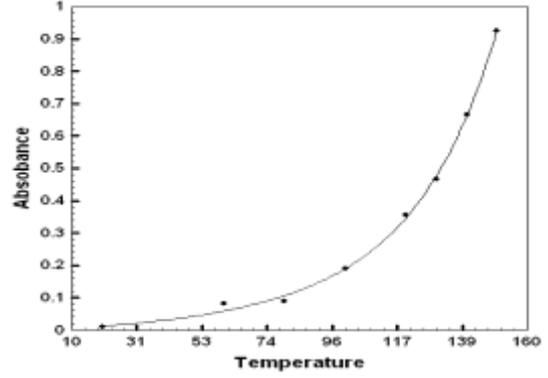


الشكل (9) تغير الامتصاصية الضوئية عند الطول الموجي (304 nm) للعينات المسخنة مع درجات الحرارة التسخين.

أن العلاقة بين مساحة ذروة الامتصاص ودرجات حرارة التسخين للعينات المسخنة والمشعة أعلاه يمكن توضيحها من خلال الأشكال (10) و(11). حيث نلاحظ أن مساحة الذروة تزداد مع زيادة درجة الحرارة وكذلك وجود تشابه كبير بين الشكلين (10) و(11) وأن أفضل معادلة تصف المنحنيين في الشكلان أعلاه هي المعادلتان أدناه

$$\sum_A = 223.96 - 2.729 * 10^{-2} * T_c^2 * \ln(T_c) + 1.061 * 10^{-2} * T_c^{2.5} \dots (10)$$

$$\sum_A = 0.05185 * T_c^{0.0953} * T_c \dots (11)$$



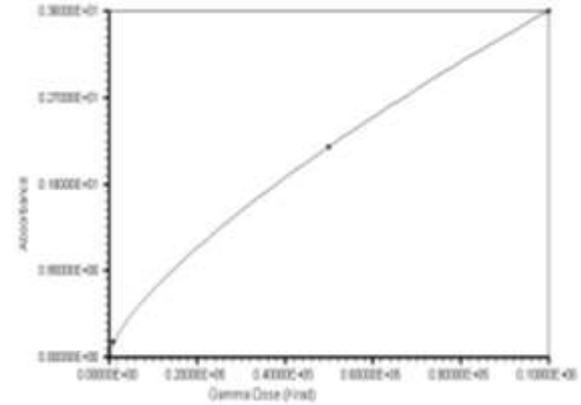
الشكل (6) تغير الامتصاصية الضوئية عند الطول الموجي (240 nm) مع درجات الحرارة والتشيع بأشعة كاما للكاشف CR-39 . يتبين أن المعادلتان أدناه هما مناسبتان لأجراء عملية الملائمة للحالتين أعلاه.

$$A = 0.15 - 1.07 * 10^{-5} * T_c * \ln(T_c) + 5.5 * 10^{-7} * T_c^3 \dots (5)$$

$$A = T_c / (2119.4 - 21.68 * T_c + 0.0575 * T_c^2) \dots (6)$$

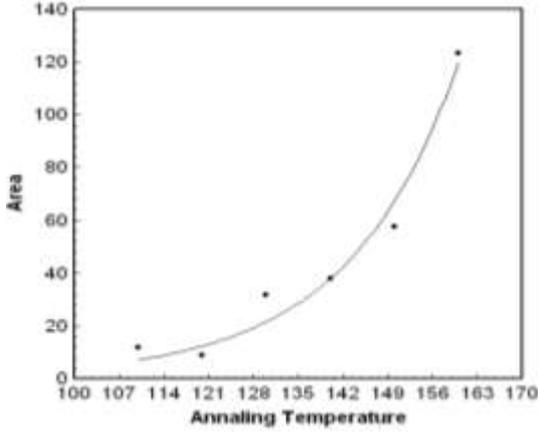
الشكل (7) يوضح تأثير أشعة كاما ضمن المدى (5 - 50) Krad على الكاشف CR-39. نلاحظ أن لاشعة كاما تأثير كبير على الامتصاصية الضوئية. تم إجراء عملية الملائمة للمنحني في الشكل أدناه وتبين أن المعادلة أدناه أعطت نتائج جيدة .

$$A = (0.0125 + 0.584 * 10^{-4} * D_\gamma)^{0.723} \dots (7)$$

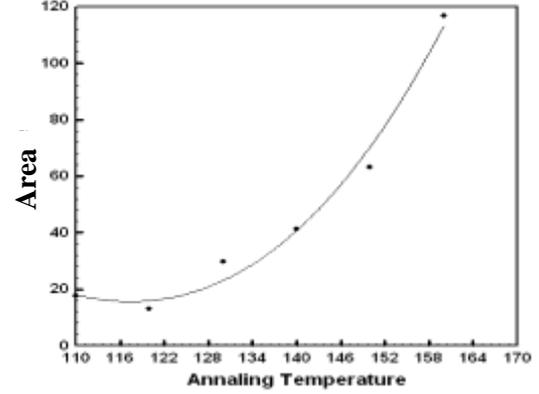


الشكل (7) تغير الامتصاصية الضوئية عند الطول الموجي (270 nm) مع جرعات كاما للكاشف CR-39 .

أجرى سليمان (11) دراسة لتوضيح تأثير كل من جسيمات ألفا والتسخين على الامتصاصية الضوئية لكاشف الاثر النووي PM-355 إذ تم تسخين نماذج من الكاشف لمدى حراري $^{\circ}C$ (30-160) بزيادة $^{\circ}C$ 10 لكل حالة وبزمن تسخين (30 min) حيث قسمت العينات إلى مجموعتين تضم المجموعة الاولى العينات المسخنة والمشعة بجسيمات ألفا (T+α) وبطاقة (1.5 MeV). في حين تضم المجموعة الثانية العينات المسخنة فقط (T). لاحظ أن قمة الامتصاص الضوئية تحصل عند الطول الموجي (304nm) وتزداد الامتصاصية الضوئية بشكل واضح مع زيادة درجة الحرارة ضمن



الشكل (11) تغير المساحة تحت المنحني مع درجات الحرارة التسخين عند الطول الموجي (304 nm) للعينات المسخنة .



الشكل (10) تغير المساحة تحت المنحني مع درجات الحرارة التسخين عند الطول الموجي (304 nm) للعينات المسخنة المشععة

الاستنتاجات

- ١- تم الحصول على مجموعة من المعادلات البسيطة والمركبة يمكن بواسطتها معرفة العلاقة بين الامتصاصية الضوئية (أو مساحة ذروة الامتصاص) وكل من جرعة أشعة كما والفيض النيوتروني ودرجات حرارة التسخين لأنواع مختلفة من كواشف الأثر النووي PM-355 , CR-39 , CA .
- ٢- يمكن الاستفادة من المعادلات التجريبية أعلاه في قياس الجرعة الإشعاعية للأشعة المؤينة .
- ٣- أن لأشعة كما تأثير أكبر على الامتصاصية الضوئية مقارنة مع النيوترونات ذات طاقة (14.3)MeV، وذلك من خلال المقارنة بين الشكلين (1) و (2) . وان لأشعة كما تأثير أكبر على الكاشف CR-39 مقارنة مع الكاشف CA وذلك من خلال المقارنة بين الشكلين (1) و (4) .
- ٤- أن للتسخين تأثير متشابه على الكاشفين CR-39 و PM-355 ، لاحظ الشكلين (5) و (8) .

عند مقارنة الشكلين (1) و (4) يظهر لنا أن لأشعة كما تأثير أكبر على الكاشف CR-39 مقارنة مع الكاشف CA حيث أن مساحة ذروة الامتصاص لعينات الكاشف CR-39 هي أكبر من تلك للكاشف CA والسبب هو اختلاف السمك والتركيب الكيميائي ومقدار التغير الذي يحصل في تركيب الكاشفين أعلاه عند تشعيهما بأشعة كما . عند مقارنة الشكلين (5) و (8) وضمن المدى ^{0}C (110 -160) نلاحظ وجود تشابه بين الشكلين أعلاه وأن للتسخين تأثير متقارب على الكاشفين CR-39 و PM-355 والسبب أن الكاشفين هما كواشف عضوية ومن الأنواع المتعددة الكربون ويعد الكاشف PM-355 بأنه نوعية مطورة من الكاشف CR-39 (16). ان تفسير ما سبق ذكره من زيادة في الامتصاصية الضوئية مع زيادة كل من جرعة أشعة كما والفيض النيوتروني ودرجات حرارة التسخين هو تحطم الأواصر الكيميائية وانسطار السلاسل البوليمرية وتوليد الجذور الحرة مما يزيد من توليد مراكز التلف في الوسط البوليمري كذلك تحرر غازات مختلفة (13,15).

الملحق

يقوم الأمر imread بقراءة الصورة من أي ملف مصمم لدعم الصور الرسومية إياً كانت شدة الألوان المستخدمة . كما أن أمر القراءة imread يتعرف على الطريقة التي تم بها تهيئة الملف حيث أن هذه الطريقة تدعم العديد من طرق تهيئة ملفات الصور الشائعة الاستعمال مثل (BMP) Microsoft Windows Bitmap و Graphics Joint Photographic و Interchange Format (GIF) Experts Group (JPEH) . أي نستطيع كتابة الأمر imread بأشكال مختلفة . فإذا كان لدينا صورة باسم (name picture) نستطيع قراءتها بأشكال مختلفة وكما يلي

```
imread('name picture.jpg');
imread('name picture.bmp');
imread('name picture.gif');
```

إما الأمر imshow يقوم بعرض الصورة والأمر figure يقوم بعرض الشكل بنافذة مستقلة . تقوم الدالة ginput بأخذ نقاط البيانات بوحدات

البيكسل باستخدام الماوس حيث تمثل x-data point عدد نقاط قيم المحور السيني فمثلاً لو كانت عدد نقاط المحور السيني (6) نقاط فيكتب الأمر بشكل الآتي

```
[x_pixl , y_pixlcon]=ginput(6)
```

حيث تمثل x_pixl قيم المحور السيني بالبيكسل و y_pixlcon تمثل قيم المحور الصادي بالبيكسل بدون تغيير .

إما الأمر [] x_real= يمثل قيم المحور السيني (البيانات الأصلية للمحور السيني) فمثلاً لو كان المحور السيني يبدأ من الصفر إلى العشرة بزيادة 2 فيكتب الأمر بالشكل الآتي

```
x_real=[0 2 4 6 8 10 ];
```

وتعاد نفس الطريقة بالنسبة للمحور الصادي (y) ولقيم البيانات . اما الدالة Interp1 تقوم بإيجاد قيم (x) الحقيقية المقابلة لقيم (x) بوحدات البيكسل وكذلك إيجاد قيم (y) الحقيقية المقابلة لقيم (y) بوحدات البيكسل وأخيراً يقوم الأمر plot برسم البيانات .

```
[x_con_pixl , y_pixl]=ginput(y-data point)
y_real = [ ];
image = imread('name picture.jpg');
figure(3)
imshow (image)
[xii,yii] = ginput(data point)
xi = interp1(x_pixl,x_real,xii);
yi = interp1(y_pixl,y_real,yii);
plot(xi,yi,'d')
```

```
clear
clc
image = imread('name picture.jpg');
figure(1)
imshow (image)
[x_pixl , y_pixlcon]=ginput(x-data point)
x_real=[ ];
image = imread('name picture.jpg');
figure(2)
imshow(image)
```

References

- 1- Durrani S .A., Bull R .K., "Solid State Nuclear Track detection" pergamon press,oxford (1987).
- ٢- محمد ،أحمد بهاء الدين ، رسالة ماجستير، كلية العلوم ، جامعة الموصل (1996).
- 3- fadel M .A., Kasim S .A., Nucl. Instr. And Meth , (1977):152(4):500-505.
- ٤- بغيلي ،اياذ جاسم، اطروحة ماجستير، كلية العلوم، جامعة البصرة (1983).
- 5- Ipe N.E., Ziemer P.L., Nucl. Tracks, (1986):11 (3):137-140.
- 6- Virk H.S., Randhawa G.S.R, Thangaraj R Nucl. Instr. And Meth.inphys. Research B:Beam Interactions with Materials and Atoms, (1999):152(4):500-505.
- 7- Srivastava A.,Virk H.S.," Nuclear Track in Solids" (2000).
- ٨- محميد ،أحمد خلف مجلة التربية والعلم ،(2005): العدد(3) مجلد (17) ..
- 9- Singh S, Prasher S ,Nucl. Instr. And Meth B (2004): 222:518-524.
- 10-Hasan H .I., Mheemed A .K., Abdul N.S., tishreen University Journal for Studies and Scientific , (2006):29(2):99-107.
- ١١- سليمان ،إسماعيل رمضان محمد ،اطروحة ماجستير ، كلية التربية ، جامعة الموصل (2006).
- ١٢- بارخ ، في ام ، " اطراف امتصاص الجزيئات العضوية " مطبعة جامعة الموصل (1985) .
- ١٣- سعيد ،علي عبد حسين "الكيمياء الإشعاعية " مطبعة جامعة الموصل (1983).
- 14-Amin S. A, Ph.D. Thesis, University of Bristol, UK.(1981).
- ١٥- محمد ، اكرم عزيز ،"كيمياء اللدائن "، دار الكتب للطباعة والنشر ، جامعة الموصل (1993).
- ١٦- البطاوي ،عمار عبد عبدالله ، اطروحة ماجستير ،كلية التربية ،جامعة الموصل (1999).
- 17- Ipe N.E., Ziemer P.L., SLAC- PUB-3800 (1985).

Finding an Empirical Relationships to Show the Effect of Nuclear Radiation and Temperature on Light Absorption for Different Nuclear Track Detectors.

A . K . Mheemed and R . B . AL-Khayat

Depth Physics ,College of Education , University of Mousl , Mousl , Iraq

(Received: 2 / 11 / 2009 ---- Accepted: 21 / 2 / 2010)

Abstract

In order to obtain an empirical equations to show the effect of nuclear radiation and temperature on light absorption for different nuclear track detector. We employed the available experimentally measured data from other works. Least squares best fits were used to obtain empirical equations for light absorption relating to the flux of the ionization radiation, dose of gamma radiation and temperature. The results indicate a good consistence between the theoretical calculated values and the experimental results.