تأثير التسخين على قطر الأثر النووي والامتصاصية الضوئية للكاشف CR – 39

ليث رابح محمد

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

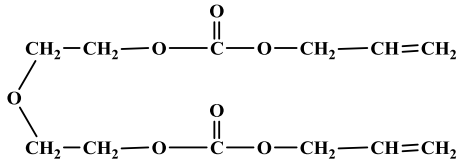
(تاريخ الاستلام: ٢ / ٦ / ٢٠٠٨ ---- **تاريخ القبول:** ٢٩ / ١٠ / ٢٠٠٨)

الملخص :

تم دراسة تأثير التسخين على كل من قطر الأثر النووي والامتصاصية الضوئية للكاشف CR – 39 ذو السمك 250 µm لمدى الدرجات الحرارية (180 – 140) $^{\circ}$C ولزمن تسخين ساعة واحدة ، ولا حظنا أن كل من قطر أثر جسيمات α (E_{α}=1.5MeV) والامتصاصية الضوئية يزدادان بزيادة درجة حرارة التسخين وأن الكاشف يبدأ بالتلف عند درجة حرارة 180 $^{\circ}$C كما تم دراسة المساحة تحت المنحني وإيجاد قيمة فجوة الطاقة .

المقدمة :

اكتشف كاشف الأثر النووي CR – 39 من قبل Cartwright and shrike عام 1978 ويرمز الى (ColumbiaResin) وله التركيب ($C_{12}H_{18}O_7$) وان المونومير يحتوي على المجاميع التركيبية التالية:



يعد كاشف الأثر النووي CR – 39 من أهم كواشف الأثر النووي لسهولته وكلفته البسيطة وحساسيته العالية للأشعة المؤينة [1- 3] واستخداماته الواسعة في قلب المفاعل النووي والكشف عن الايونات الساقطة ودراسة قدرة الإيقاف ومساحة المقطع العرضي وكذلك استخدامه في زراعة الخلايا البكتيرية لمعرفة مدى تجانس سقوط جسيمات ألفا على الخلايا المشعة وذلك بإظهار صور مسارات جسيم ألفا بدقة عالية ، فضلا عن امتلاك هذا الكاشف لمواصفات بصرية عالية ومعامل انكسار اقل بقليل من معامل انكسار الزجاج التاجي Crown glass وهذا ما جعله يستخدم في التطبيقات البصرية. - 7] [4 ، لذلك كانت هناك العديد من الدراسات عليه لمعرفة التغيرات الناتجة عن تسخينه أو تسليط إشعاعات كهرومغناطيسية عليه وكانت لدراسة الامتصاصية الضوئية أهمية كبيرة في تشخيص التغيرات الفيزيائية والكيميائية التي تطرأ على الكاشف CR – 39 كونه نوع من أنواع البوليمرات ذلك أن الامتصاصية الضوئية تدرس وتفسر ما يطرأ على سلاسل البوليمر الرئيسية وما يحدث من تغيير في فجوة طاقة البوليمر من خلال التغيّر في قيمة معامل الامتصاصية الضوئية . ومن الدراسات المتعلقة بهذا الموضوع نجد ان هناك من اهتم بدراسة تأثير أشعة كاما والنيترونات السريعة على الامتصاصية الضوئية للكاشف CR – 39 ومنهم (بغيلي ١٩٩٣) [8] حيث وجد ان قمة الامتصاصية الضوئية تزداد مع زيادة الجرعة الممتصة .

أما (IPE and Ziemer 1986) [9] فقد لاحظا ان أعلى امتصاصية الكاشف CR–39 تكون عند (240 nm) للعينات المسخنة فقط وتزداد بوضوح مع زيادة درجة الحرارة علما ان زمن التسخين كان 30 min . أما (محمد 1996) [3] فقد درس تأثير التسخين والتشعيع على الكاشف CR-39 ذو السمك 500 µm ووجد ان التسخين قبل التشعيع تكون فيه العينات أكثر استجابة من العينات المشعة قبل التسخين وان التسخين قبل التشعيع يسرّع ظهور الأثار . درس (AL–Nia´emi 1998) [10] تأثير الأشعة فوق البنفسجية على الكاشف CR–39 وبطول موجي (254nm) على الامتصاصية الضوئية عند nm (400 – 200) وتبين ان هناك تأثيرا واضحا لهذه الأشعة على الامتصاصية الضوئية وان أعلى امتصاصية تقع عند الطول الموجي (306 nm) للعينة المشعة و (243 nm) للعينة القياسية. أما تأثير الأشعة فوق البنفسجية ذات الطول الموجي (366 nm) على الامتصاصية الضوئية فقد وجد ان هناك تذبذبا في قيم الامتصاصية الضوئية ولا يوجد أي تغيير في موقع القمة للعينات المشعة مقارنة مع العينة القياسية .

كما اهتم (الكعبي 1999) [2] بتأثر التسخين لدرجات حرارية $^{\circ}$C (200 – 130) ولأزمنة تسخين مختلفة min (120 – 30) لكاشف CR – 39 بسمك 500 µ m . فلاحظ ان القطر يزداد بزيادة درجة الحرارة او زمن التسخين .

أما (سليمان 2006) [11] فقد درس الامتصاصية للكاشف (PMM) ووجد ان الامتصاصية ومساحة الذروة تزداد مع زيادة درجة حرارة التسخين .

الجانب النظري :

١) تأثير التسخين على أقطار الأثار لكواشف الأثر النووي العضوية:

تمر البوليمرات ومنها الكاشف CR – 39 بتغيرات فيزيائية وكيميائية عدة عند تسخينها محررة غازات وسوائل مع تغييرات في ألوانها [12] وقد تشمل التغييرات عند تسخين البوليمر كسر السلسلة الرئيسية في البوليمر بسبب الطاقة الممنوحة للآصرة والتي تكون مساوية او اكبر من طاقة الآصرة الكيميائية التي تربط ذرات السلسلة فتحطمها ذلك ان المرونة الحركية لجميع السلاسل البوليمرية تزداد طرديا مع الحرارة .

ويعتمد البوليمر في ثباته الحراري على عدة عوامل قد يكون أهمها وجود جزيئة(H_2) في جزيئة البوليمر فهي تعتبر عامل مقلل للآصرة لذلك تعتبر المواد الحاوية على (H) في تركيبها من المواد القليلة الثبات الحراري [12] . كما ان وجود (O_2) في السلسلة الرئيسية يعد عاملا مساعدا على سرعة تفكك البوليمر حراريا . ومن العوامل الأخرى المؤثرة على الثبات الحراري كثرة التفرعات الجانبية للبوليمر ،

فالآصرة C – C (وهي من أقوى الأواصر المقاومة للحرارة) التي تربط بين الفروع الجانبية اضعف من مثيلاتها في السلسلة الرئيسية . قد تحدث تغييرات في الصفات الفيزيائية والكيميائية ناتجة عن التسخين دون تكسر في الآصرة الرئيسية بل يحدث تفكك وانفصال لبعض المجاميع الجانبية ليتحول البوليمر الى مركب اكثر ثباتا وفي حالات اخرى يفقد صفة الثبات الحراري [12] وفي كل الأحوال تكون نهايات السلاسل المنفصلة المسماة بالجذور الحرة متنافرة مع بعضها لكنها تميل الى الاتحاد فيما بينها بصورة عشوائية تحت قوة اقل مما كانت عليه قبل التسخين (البغيلي 1983) [8] .

وعند تشعيع البوليمر (CR – 39)بجسيمات ألفا يتوالد عدد جديد من الجذور الحرة نتيجة لفقدان جسيم ألفا لطاقته عند مروره في البوليمر وهكذا تكون هذه المنطقة أكثر استجابة مما سواها لعملية القشط الكيميائي حيث يقوم المحلول القاشط بمهاجمة الجذور الحرة ويعمل على فصلها عن جزيئات البوليمر فتتنافر هذه الجذور عن مركز اختراق جسيم ألفا مكونةً آثاراً ذات أقطار اكبر من أقطار الأثار في الكاشف غير المسخن .

٢) تأثير التسخين على الامتصاصية الضوئية وفجوة الطاقة لكواشف الأثر النووي العضوية : للامتصاصية أهمية كبيرة في تشخيص المركبات ومعرفة تراكيبها عند تعريضها لطيف ذي أطوال موجية معلومة ثم معرفة الترددات الممتصة [13] كما أنها مهمة في دراسة فجوة الطاقة ومعرفة الآثار التي تطرأ على تراكيب البوليمرات عند حدوث أي تغييرات فيزيائية او كيميائية عليه .

ان عملية انتقال الجزيئات من مستوى طاقة الى مستوى آخر عالٍ يحتاج الى امتصاص طاقة من الشعاع الساقط عليه ونتيجة لذلك الامتصاص تظهر حزمة عالية في طيف الامتصاص تتناسب مع مقدار الطاقة الممتصة من قبل الجزيئات وهذا ما يؤكده قانون بيير – لامبيرت (Beer–Lambert) والذي ينص على ان " الجزء الممتص من الاشعة الساقطة يتناسب طرديا مع عدد الجزيئات الماصة الموجودة في طريق الاشعة " [13] . وهذا ما يفسر تأثير التسخين على البوليمر حيث انه يعمل على تقليل فجوة الطاقة ليتسنى لأكبر عدد من الجزيئات الانتقال الى المستوى الأعلى أي بمعنى آخر زيادة في الامتصاصية عند كل زيادة في درجة حرارة البوليمر . ذلك ان البوليمرات الصناعية تصنف على أنها مواد شبه موصلة وتسمى أشباه الموصلات العضوية وان تأثير درجة الحرارة تفسره نظرية الحزم Band theory [13] ففي حالة تسخين البوليمر فان الالكترونات الموجودة في حزمة التكافؤ تكتسب شيئا فشيئا الطاقة اللازمة لتجاوز الحزمة الممنوعة(فجوة الطاقة) الى حزمة التوصيل مما يساعد على تقليل المقاومة وزيادة توصيل البوليمر، فزيادة درجة الحرارة تعني ان عرض فجوة الطاقة قد قلّ وأن تركيز حاملات الشحنة(الكترونات او فجوات) قد ازداد، ويكون مستوى فيرمي قد اقترب من حزمة التوصيل او حزمة التكافؤ وذلك حسب نوع حاملات الشحنة [13].

الجانب العملي :

١) التسخين والتشعيع للكاشف CR – 39 : تم استخدام الكاشف CR–39 بسمك 250 µm وتسخينه بفرن كهربائي نوع (memmert U40) لمدة ساعة كاملة وبدرجات حرارة ضمن المدى $^{\circ}$C (140 – 180) وذلك كون هذا المدى يظهر فيه تأثير التسخين بشكل واضح على قطر الأثر [2-3] وبعد ذلك مباشرة قمنا بتشعيع الكاشف بجسيمات ألفا بطاقة مقدارها 1.5MeV من مصدر(^{241}Am) وذلك بوضع المصدر على بعد (3.44 cm) في الهواء ولمدة 5 min .

٢) قياس الامتصاصية الضوئية وفجوة الطاقة للكاشف CR – 39 : استخدم جهاز الامتصاصية نوع (SHIMADZU UV 1650pc) لقياس امتصاصية الكاشف CR – 39 لمعرفة تأثير التسخين فقط لـ (T فقط) والتسخين مع التشعيع (T + α) عليه قبل عملية القشط الكيميائي ، ولمعرفة تأثير التسخين فقط (T فقط) استخدمت عينة مشعة فقط بجسيمات ألفا تمثل العينة القياسية وأخرى سخنت أولا ثم شععت بجسيمات ألفا (T + α) ، أما في الحالة الثانية (T + α) فقد استخدمت عينة قياسية غير مسخنة ولا مشعة مع عينة أخرى مسخنة ومشعة (T + α) وبهذا يظهر تأثير (T + α) على الكاشف. تم حساب معامل الامتصاص(Є) بعد ان تم حساب الامتصاصية الضوئية (A) لكل طول موجي ساقط على الكاشف من خلال القانون التالي [11] :

$$Є = \frac{2.303A}{X} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (1$$

حيث

A– الامتصاصية لكل طول موجي .

X – سمك الكاشف ويساوي 250 µm

بعد ذلك تم رسم العلاقة بين $\sqrt{Є E}$ وطاقة الفوتون الساقط (E) لدرجات حرارية مختلفة ثم تحديد نقطة التماس للجزء المستقيم من المنحني مع محور السينات (E) والذي يمثل طاقة الفجوة (E_{opt}) . والعلاقة التي تربطهما هي [11]:

$$\sqrt{Є E} = \text{const} (E – E_{opt}) \quad \ldots\ldots (2$$

٣) قياس قطر الأثر للكاشف CR – 39 :

تم قشط البوليمر (الكاشف) باستخدام المحلول NaOH بعيارية 6.25 N وبدرجة حرارة 70°C داخل حمام مائي ولأزمنة قشط مختلفة ، ولقراءة الأثار استخدم المجهر الضوئي نوع (Nikon 205870) ياباني الصنع والمكون من عدسة شيئية بقوة تكبيرية (40) وعدسة عينية بقوة تكبيرية (10).

النتائج والمناقشة :

تبين الأشكال (5–1) العلاقة بين الامتصاصية الضوئية والطول الموجي لدرجات تسخين مختلفة $^{\circ}$C (180–140) ونلاحظ ان عرض حزمة الامتصاصية الضوئية كبير وذلك كون كل حالة انتقالية الكترونية في الجزيئة تقترن بعدد كبير من الحالات الاهتزازية والدورانية [11] كما نلاحظ في هذه الأشكال تأثير التسخين فقط (T فقط) وتأثير التسخين مع التشعيع (T + α) على الامتصاصية الضوئية فنجد أنها تزداد بازدياد درجة التسخين وسبب ذلك انه عند انتقال عدة

جزيئات من مستوى طاقة الى مستوى طاقة أعلى فأن كمية كبيرة من الطاقة سوف تمتص وتؤدي الى ظهور حزمة عالية من الامتصاصية شدتها تتناسب مع درجة الحرارة وهذا ما يبينه الشكل(6) فكلما زادت درجة حرارة التسخين كانت الامتصاصية أعلى وهذا يتفق مع نتائج (IPE and Ziemer1986) [9] و (سليمان 2006) [11] ،كما نلاحظ ان اعلى قيمة للامتصاصية الضوئية للكاشف CR-39 تقع ضمن منطقة الأشعة فوق البنفسجية ضمن المدى nm(263-252) .ومن التغيرات التي طرأت على الكاشف تغيير في لونه وميلانه نحو الاصفرار في درجات الحرارة العالية C˚ (180– 170) وهذا توضحه الزيادة العالية في الامتصاصية الضوئية عند C˚ (180) وهذا يتفق مع ما ذكره (محمد 1996) [3].

كما وجدنا في الاشكال (4–1) ان تأثير التسخين فقط (T) على الامتصاصية الضوئية هو اعلى من تأثير التسخين والتشعيع (α + T) على الامتصاصية الضوئية ويعزى ذلك الى أن الكاشف أصبح أكثر تصلبا عند التشعيع بعد التسخين مقارنة مع حالة التسخين فقط ، ولكن الشكل (5) والذي يبين تأثير التسخين فقط والتسخين والتشعيع على الكاشف عند درجة حرارة (C˚ 180) نلاحظ فيه عكس ما ظهر في الاشكال التي سبقته والحقيقة ان هذا دليل على ان الكاشف قد بدأ يفقد خواصه الحقيقة وهذا يتفق مع (محمد 1996) [3]. ويبين الشكل (6) شكل الامتصاصية لجميع الدرجات الحرارية .

نلاحظ في الشكل (7) التغيير في اعلى قيمة للامتصاصية الضوئية مع درجات حرارة التسخين وتأثير التسخين فقط (T) والتسخين مع التشعيع (T + α) على اعلى قيمة للامتصاصية الضوئية .

اما الشكل (8) فيبين تغيير المساحة تحت المنحني للامتصاصية الضوئية مع درجات حرارة التسخين ويلاحظ فيه وجود توافق بين تأثير التسخين فقط(T) وتأثير(T+α) على مساحة الامتصاصية الضوئية.

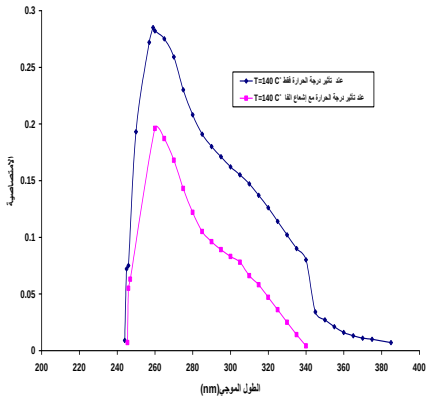
يبين الشكل (9) تغيير قطر الأثر مع أزمنة القشط المختلفة لكل درجة حرارية ، فنجد انه بزيادة درجات التسخين يزداد قطر الأثر لنفس زمن القشط وسبب ذلك يعزى الى ان التسخين يعطي للجزيئات طاقة حركية دورا نية يتناسب مقدارها طرديا مع درجة حرارة التسخين [12] فتزداد المرونة الحركية لجميع السلاسل للبوليمر وقد يصاحب ذلك تكسر في تلك السلاسل وتكوين الجذور الحرة في نهايتها والتي تميل تحت تأثير أي قوة مهما قلت الى الاتحاد فيما بينها بصورة عشوائية وتصبح مناطق ضعيفة وسريعة الاستجابة والانهيار امام سقوط جسيمات ألفا عليها ، وبالتالي تكون أماكن سقوط جسيمات ألفا على البوليمر المسخن ذات اثر اكبر مما لو سقطت هذه الجسيمات على بوليمر غير مسخن . ويبين الجدول (6) قيم اعلى امتصاصية وقيم المساحة تحت منحني الامتصاصية الضوئية للتسخين فقط وللتسخين مع التشعيع بالإضافة الى قطر الأثر النووي لكل زمن قشط لجميع الدرجات الحرارية .

الجدول (١) : يبين تأثير التسخين والتسخين مع التشعيع على قطر الأثر النووي والامتصاصية الضوئية والمساحة تحت المنحني للامتصاصية الضوئية

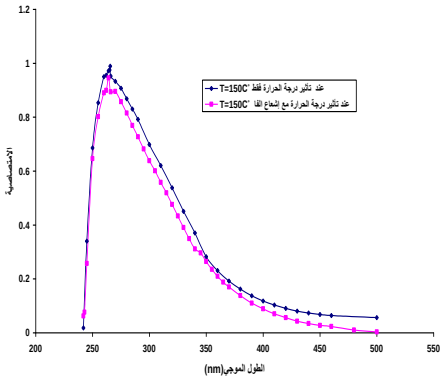
140 ˚C		زمن القشط(min)		60	75	90	105	120
		القطر (μm)		3.311	4.3	4.73	5.074	6.7
تأثيرالتسخين		تأثيرالتسخين والتشعيع		المساحة تحت المنحني فقط(T)			المساحة تحت المنحني (T+α)	
λ(nm)	abs.	λ(nm)	abs.					
259	0.285	258.5	0.197	21.958			10.26	
150 ˚C		زمن القشط(min)		60	75	90	105	120
		القطر (μm)		3.526	4.472	5.203	6.708	7.052
تأثيرالتسخين		تأثيرالتسخين والتشعيع		المساحة تحت المنحني فقط(T)			المساحة تحت المنحني (T+α)	
λ(nm)	abs.	λ(nm)	abs.					
265.5	0.989	264	0.945	96.067			79.097	
160 ˚C		زمن القشط(min)		60	75	90	105	120
		القطر (μm)		4.3	5.203	7.009	7.74	8.944
تأثيرالتسخين		تأثيرالتسخين والتشعيع		المساحة تحت المنحني فقط(T)			المساحة تحت المنحني (T+α)	
λ(nm)	abs.	λ(nm)	abs.					
254.5	1.739	259.5	1.619	93.006			86.553	
170˚C		زمن القشط(min)		60	75	90	105	120
		القطر (μm)		4.8	5.9	7.181	8.6	9.675
تأثيرالتسخين		تأثيرالتسخين والتشعيع		المساحة تحت المنحني فقط(T)			المساحة تحت المنحني (T+α)	
λ(nm)	abs.	λ(nm)	abs.					
256.5	1.797	260	1.771	123.67			115.702	
180 ˚C		زمن القشط(min)		60	75	90	105	120
		القطر (μm)		8.17	9.03	11.18	12.9	13.631
تأثيرالتسخين		تأثيرالتسخين والتشعيع		المساحة تحت المنحني فقط(T)			المساحة تحت المنحني (T+α)	
λ(nm)	abs.	λ(nm)	abs.					
244.5	2.385	249.5	2.582	118.705			107.925	

Absorption = abs.

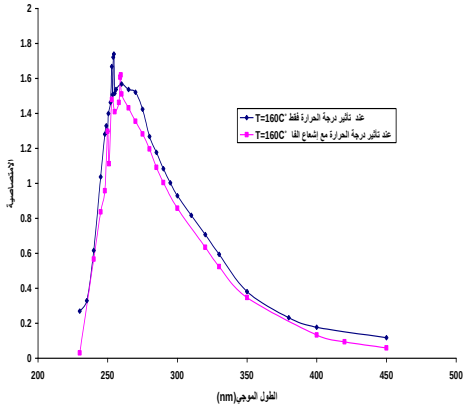
اما الاشكال (14 – 10) فتبين حساب فجوة الطاقة للكاشف CR 39 – لكل درجة حرارية C˚ (180 – 140) ولحالة التسخين فقط (T فقط) ولاحظنا ان قيمة فجوة الطاقة عند 140 C˚ كانت بحدود 3.5 eV اما بالدرجات الحرارية الأعلى فكانت تتذبذب بين-2.5) 2.75 eV) وان معدل قيمة فجوة الطاقة لكل الدرجات الحرارية كانت 2.8)eV) وهذا يؤكد ان لدرجة الحرارة تأثير واضح على فجوة الطاقة وخاصة عند درجات الحرارة العالية وهذا يتفق مع(سليمان 2006) [11] حيث كانت نتائج قيمة فجوة الطاقة متذبذبة للكاشف PMM-355 وتراوحت بين eV (3.14-2.78) ومعدل قيمة الفجوة كان eV (2.93).



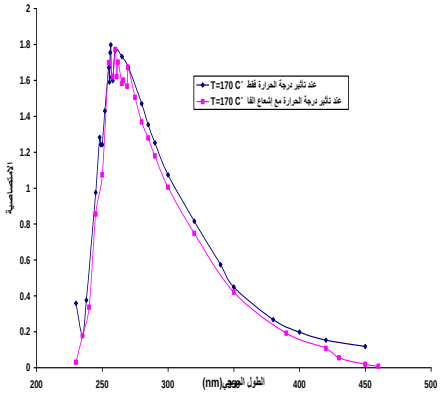
الشكل (١) الامتصاصية الضوئية عند 140˚C



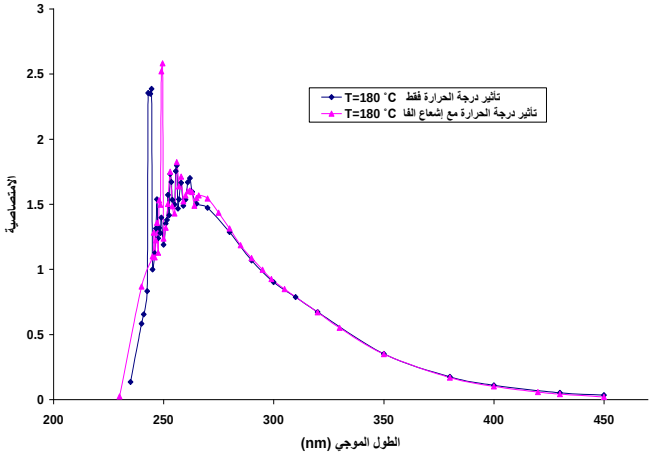
الشكل(٢) الامتصاصية الضوئية عند 150˚C



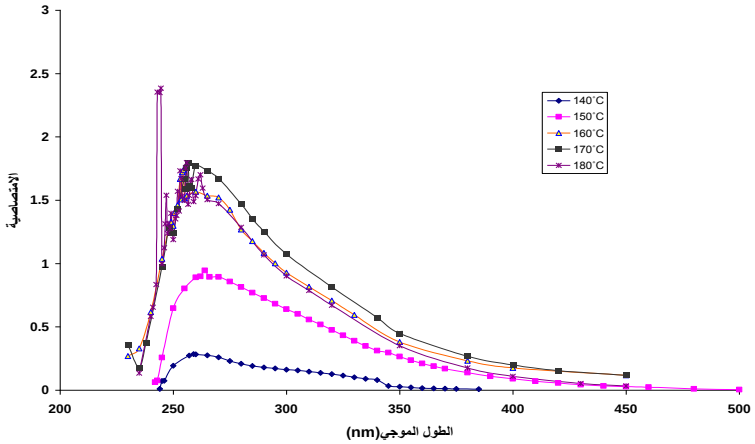
الشكل(٣) الامتصاصية الضوئية عند 160 ˚C



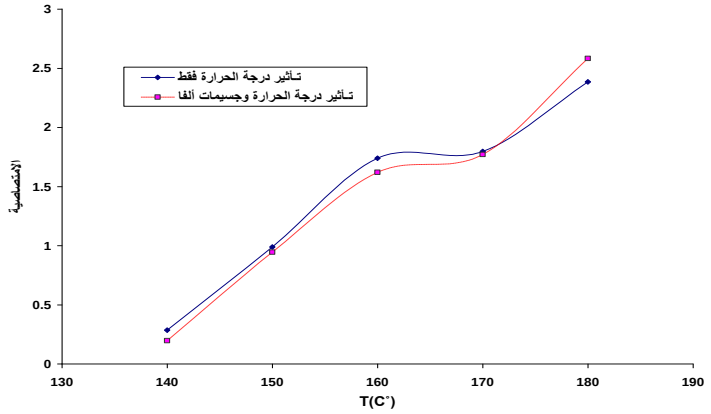
الشكل(٤)الامتصاصية الضوئية عند 170 ˚C



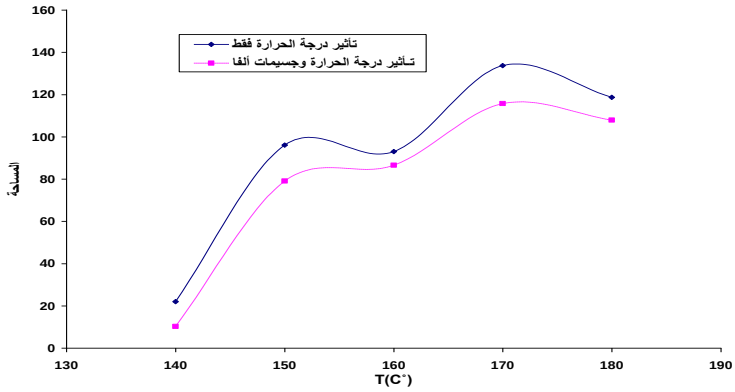
الشكل(٥) الامتصاصية الضوئية عند 180 ˚C



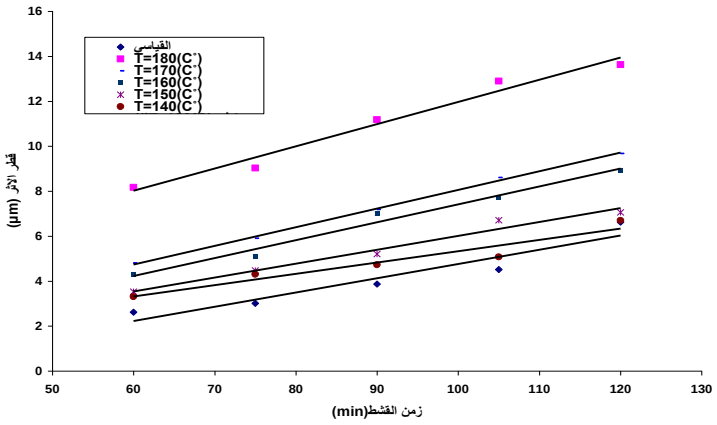
الشكل(٦) الامتصاصية الضوئية عند درجات حرارية مختلفة



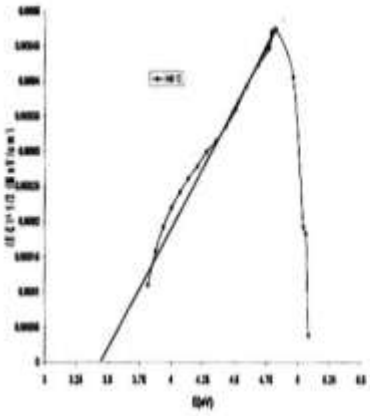
الشكل(٧)التغير في أعلى قيمة للامتصاصية الضوئية لدرجات حرارية مختلفة



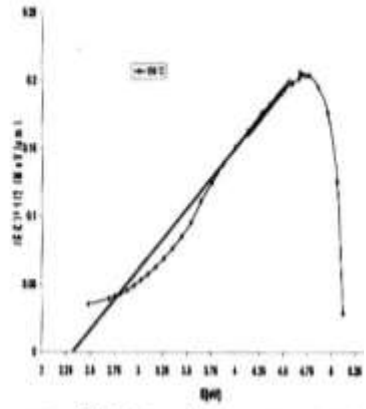
الشكل(٨)التغير في المساحة تحت المنحني للامتصاصية الضوئية لدرجات حرارية مختلفة



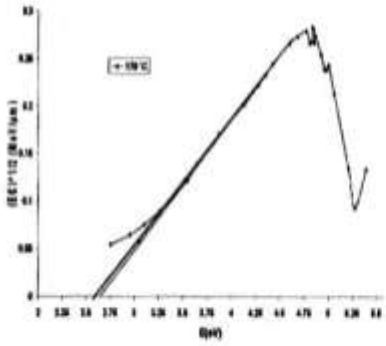
الشكل(٩) تغيير قطر الأثر لأزمنة قشط مختلفة لدرجات حرارية مختلفة



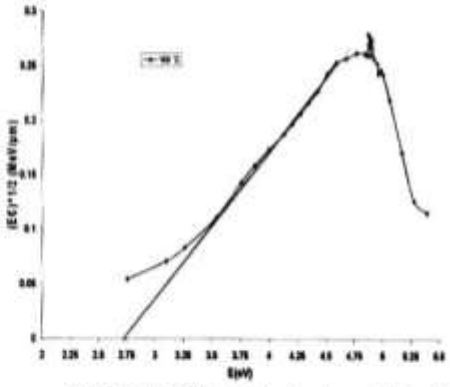
الشكل(10) حساب فجوة الطاقة عند 140°C



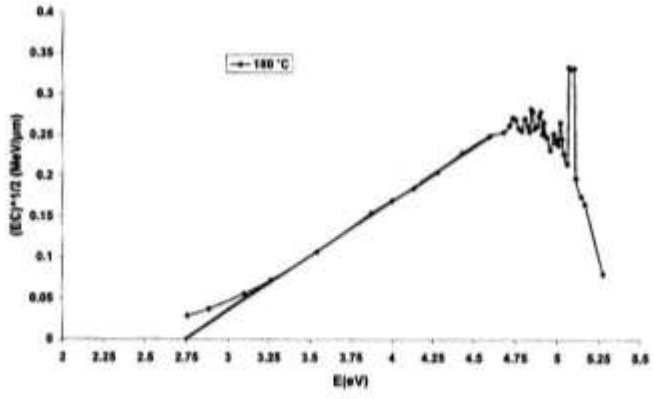
لشكل (11)حساب فجوة الطاقة عند150°C



الشكل(13) حساب فجوة الطاقة عند 170°C



الشكل (12) حساب فجوة الطاقة عند 160°C



الشكل(14) حساب فجوة الطاقة عند180°C

الاستنتاجات :

١) ان اعلى قيمة للامتصاصية الضوئية للكاشف CR – 39 بسمك 250 μm تقع ضمن منطقة الأشعة فوق البنفسجية ضمن المدى nm (263 – 252) .

٢) يزداد قطر الأثر النووي وأعلى قيمة للامتصاصية الضوئية للكاشف CR – 39 مع زيادة درجة حرارة التسخين .

٣) الكاشف CR – 39 يبدأ بالتلف عند 180 °C بسبب اصفرار وكثرة الخدوش والأثار عليه .

المصادر :

1. Surinder Singh and Sangeeta Prasher, NIM, B (215). 2004.
٢. الكعبي ، محمد عبد الحسين / رسالة ماجستير / كلية التربية / جامعة الموصل 1999 .
٣. محمد ، احمد بهاء الدين / رسالة ماجستير / كلية التربية / جامعة الموصل 1996 .
4. Abdel – Rahman. M ; Abdel – Rahman . M . A ; A bo – Elsoud. M Badawi. E. A ; Eissa. M. F and lotly, y. A. Availabel on Line 7 / 1 / 2006.
٥. الصوفي ، ليث رابح محمد / رسالة ماجستير / كلية التربية / جامعة الموصل 1997 .
6. Chan, U. F ; Lau, B. M. F ; Nikezie, D ; Ise, A. K ; Fong, W. F and Yu, K. N. Available on Line 19 April 2007.
7. Ahlen, S. P ; Tarle, G ; Price. P . B Science ; Vol (217), 1982.
٨. بغيلي ، أياد جاسم / رسالة ماجستير / كلية العلوم / جامعة الموصل 1983 .
9. Ipe; N. N and Ziemer, P. L, NIM 11 (13) 1986 .
10. AL – Niaami, S. H ; Ph. D theses ; College of Science ; University of Mosul 1998 .
١١. سليمان ، إسماعيل رمضان / رسالة ماجستير / كلية التربية / جامعة الموصل 2006 .
١٢. تاكر و أ . آنا / " الكيمياء الفيزيائية للبوليمرات " / ترجمة د . أكرم عزيز محمد – جامعة الموصل 1984 .
١٣. بارخ ، في . إم / " أطياف امتصاص الجزيئات العضوية " / ترجمة د . عبد الحسين خضير شربة ، جاسم محمد علي الراوي ، محمد احمد العراقي / جامعة الموصل 1985 .

The Effect of the Temperature on the Nuclear Track Diameter and light Absorbance for CR – 39 Detector

Laith. Rabih. Mohammad

Department of physics, College of Education, Mosul University, Mosul, Iraq.

(**Received:** 2 / 6 / 2008 ---- **Accepted:** 29 / 10 / 2008)

Abstract

In This paper, The effect of the temperature on the Nuclear Track diameter and light Absorbance for CR – 39 Detector(thickness mμ250) have been studied for temperature rang(140 – 180) $^{\circ}$C and annealing time (one hour). We found both of the diameter of the Track of α particles (E_{α}=1.5MeV) and the light Absorbance of the detector have been increased with increasing the temperature and the detector become damage at 180 $^{\circ}$C . In addition, the energy gap and Area under curve of this detector has been estimated.