Kirkuk University Journal /Scientific Studies (KUJSS)
Volume 11, Issue 4, December 2016 , p.p(70-83)
ISSN 1992 – 0849

تأثير المعالجة الحرارية في طاقة تنشيط معدل القشط العام لكاشف CR-39

أحمد عبد إبراهيم[1] , ندى منصور حسن[2]

[2,1] جامعة كركوك / كلية العلوم / قسم الفيزياء

ahmedabd71@yahoo.com [1]

nadamansor667@yahoo.com [2]

تاريخ استلام البحث:2015/11/8 تاريخ قبول البحث:2016/4/25

الملخص

يهدف البحث إلى دراسة تأثير المعالجة الحرارية في طاقة تنشيط معدل القشط العام (E_B) لكاشف الأثر النووي CR-39المسخن في درجة حرارة 145 °C لمدة 20 min , في درجات حرارة قشط (50,60,70,80) °C وعيارية N (3,5,7,9) من محلول هيدروكسيد البوتاسيوم (KOH) لمدة قشط 2 h . فقد تم إيجاد طاقة تنشيط معدل القشط العام وكانت للكواشف غير المسخنة بحدود eV (0.303 , 0.327 , 0.274 , 0.284) للعياريات N (3,5,7,9) على التوالي , وللكواشف المسخنة E_a^B كانت بحدود eV (0.301, 0.249 , 0.246 , 0.227) لعياريات قشط N (3,5,7,9) على التوالي . ولوحظ ان طاقة التنشيط لا تعتمد كثيراً على عيارية المحلول القاشط ودرجة حرارته إذ وجد ان معدل طاقة التنشيط للكاشف غير المسخن هو $E_B = 0.297$ eV وللكاشف المسخن $E_a^B = 0.255$ eV .

الكلمات الدالة : كاشف الأثر النووي CR-39 , المعالجة الحرارية , طاقة التنشيط .

Effect of Heat Treatment on the Bulk Etch Rate Activation Energy of CR-39 Detector

Kirkuk University Journal /Scientific Studies (KUJSS)
Volume 11, Issue 4, December 2016 , p.p(70-83)
ISSN 1992 – 0849

Ahmed A. I. AL-O'bedy [1] , *Nada M. Hassan* [2]

[1,2] Kirkuk University / College of Science - Physics Dept.

ahmedabd71@yahoo.com [1]

nadamansor667@yahoo.com [2]

Received date:8/11/2015 **Accepted date:25/4/2016**

ABSTRACT

The aim of this paper is to study the effect of heat treatment on the bulk etch rate activation energy (E_B) of the nuclear track detector CR-39 at thermal heating of 145 °C for 20 min . An aqueous solution of KOH with normality (3,5,7,9) N and temperature (50,60,70,80) °C have been used to each the detector for 2h . The bulk etch rate activation energy (E_B) for unheated detectors was about (0.284, 0.274, 0.327, 0.303) eV and for heated detectors (E_a^B) was (0.227, 0.246, 0.249, 0.301) eV for etching normalities (3,5,7,9) N respectively . It has been observed that the activation energy does not depend so much on the normality and temperature of the etchant solution . The activation energy rate for unheated detectors was $E_B = 0.297 \quad eV$ ***and for heated detectors was*** $E_a^B = 0.255 \quad eV$ **.**

Keywords **:** nuclear track detector CR-39 , heat treatment , activation energy **.**

1. المقدمة (Introduction)

نظراً لما يمتاز به كاشف الأثر النووي CR–39 من تجانس مادته وتماثل خواصه وشفافيته ونقاوته البصرية العالية وحساسيته العالية فقد وظف في العديد من التطبيقات كاستخدامه في تسجيل آثار البروتونات والنيوترونات وجسيمات ألفا فضلاً عن استخدامه في دراسات الأشعة الكونية وغيرها [1,2,3] . ولاحظ العديد من الباحثين ان استجابة كاشف الأثر النووي CR–39 تتأثر كثيراً بالعوامل البيئية ومن بينها نوعية المحلول القاشط وتركيزه ودرجة حرارته , وكذلك الأشعة

Kirkuk University Journal /Scientific Studies (KUJSS)
Volume 11, Issue 4, December 2016 , p.p(70-83)
ISSN 1992 – 0849

الكهرومغناطيسية والمعالجة الحرارية , فقد تركزت معظم هذه الدراسات على تأثير هذه العوامل على كل من معدل القشط العام ومعدل القشط على طول الأثر وقطر الأثر وكثافة الآثار وطاقة التنشيط [4,5,6,7] .

ويمكن إيجاد معدل القشط العام (V_B) بطريقة تغير سمك الكاشف (Thickness Variation Method) وهذه الطريقة تتم أما بتشعيع الكاشف بالطاقة المحددة للجسيمات المشحونة أو بدون تشعيعه ثم إجراء عمليات القشط المتعاقبة عليه , إذ يتم قياس سمك الكاشف قبل عملية القشط الكيميائي وبعده $\Delta h\ (\mu m)$ لأزمان قشط مختلفة $\Delta t\,(h)$ واستخدام العلاقة الآتية :

$$V_B = \frac{1}{2}\frac{\Delta h}{\Delta t} \qquad \text{..... (1)}$$

وقد أفترض العالم ارهينوس عام 1897 ان الجزيئة الاعتيادية لا تستطيع أن تسهم في التفاعل الكيميائي ولكي تشترك يجب عليها ان تكتسب طاقة معينة تدعى طاقة التنشيط (activation energy) والتي تعرف بأنها الطاقة اللازمة للتغلب على قوة التنافر بين الجزيئتين أو الدقيقتين المتفاعلتين وإحداث التصادم بينهما تمهيداً للتفاعل [8] .

حيث يمكن حساب طاقتي التنشيط لمعدل القشط العام E_B والأثر E_T وذلك بإيجاد ميل (slope) العلاقة البيانية بين ($\ln V_B$ و $1/T$) و ($\ln V_T$ و $1/T$) وتطبيق المعادلة التالية [9] :

$$E(eV) = 8.625 \times 10^{-5} |slope| \qquad \text{..... (2)}$$

2 . الجزء العملي (Experimental)

في هذه الدراسة أُخذت مجموعتين من كاشف CR-39 بأبعاد $(1\times1)\ cm^2$ الأولى تم تسخينها لمدة 20 min بدرجة حرارة 145 °C وتُركت المجموعة الثانية بدون تسخين . قيس سمك الكاشف قبل عملية القشط بواسطة كاميرا رقمية

Kirkuk University Journal /Scientific Studies (KUJSS)
Volume 11, Issue 4, December 2016 , p.p(70-83)
ISSN 1992 – 0849

مربوطة إلى الحاسوب . تم قشط كل قطعة من المجموعتين تحت نفس الظروف باستخدام محلول KOH بعيارية (3,5,7,9)N لكل درجة حرارة (50,60,70,80)°C لزمن قشط 2 h وبعدها تم قياس سمك الكواشف المقشوطة . من الفرق الناتج في السمك قبل عملية القشط وبعده Δh حُسب معدل القشط العام (V_B) من العلاقة (1) للمجموعتين المسخنة وغير المسخنة للعياريات ودرجات الحرارة المذكورة في أعلاه ثم رُسمت العلاقة بين معدل القشط العام (V_B) ودرجات الحرارة للمحلول القاشط للمجموعتين كلتيهما . ومن ميل الخط المستقيم بين ($\ln V_B$ و $\frac{1}{T}$) فقد استخدمت العلاقة (2) لحساب طاقة تنشيط معدل القشط العام للكواشف المسخنة وغير المسخنة .

3. النتائج والمناقشة (Results & Discussion)

1.3 تأثير درجة حرارة المحلول القاشط على معدل القشط العام

ان زيادة سرعة التفاعل بين مادة الكاشف والمحلول القاشط يتم أما بزيادة عدد أيونات المحلول القاشط (OH) من خلال زيادة تركيزه أو زيادة طاقته الحركية من خلال زيادة درجة المحلول القاشط (KOH) . ان سرعة التفاعل بين المحلول ومادة الكاشف تعتمد على عدد الجزيئات المهاجمة وكذلك على طاقة تلك الجزيئات , وبصورة عامة فان معدل سرعة التفاعل يزداد إلى ضعف قيمته الأصلية تقريباً عند زيادة درجة حرارة المواد المتفاعلة بمقدار (10°C) [8,10,11] وان زيادة درجة حرارة المحلول بثبوت تركيزه تعني زيادة الطاقة الحركية للجزيئات مع ثبوت عدد الأيونات المهاجمة لذا فان الارتفاع في درجة الحرارة تؤدي إلى اكتساب بعض الجزيئات لتلك الطاقة . ان زيادة طاقة الجزيئات تؤدي إلى زيادة في تحلل الكاشف مما يؤدي إلى زيادة في سمك المادة المزالة من سطح الكاشف مع ثبوت زمن القشط وهذا يؤدي إلى زيادة أقطار الآثار المقشوطة ومن ثم زيادة معدل نمو قطر الأثر وزيادة معدلات القشط العام والأثر (V_B و V_T) [11] .

الجدول (1) يبين قيم معدل القشط العام (V_B) المحسوب بطريقة السمك المزال عند عياريات ثابتة ودرجات حرارة قشط مختلفة (50,60,70,80) °C للكاشف غير المسخن , أما الجدول (2) فيبين قيم معدل القشط العام (V_B) للكاشف المسخن .

Kirkuk University Journal /Scientific Studies (KUJSS)
Volume 11, Issue 4, December 2016 , p.p(70-83)
ISSN 1992 – 0849

الجدول (1) : قيم معدل القشط العام لكاشف CR-39 غير المسخن

عند عياريات ودرجات حرارة قشط مختلفة

N	T (°C)	1000/T (°K)	VB (µm/h)	Ln VB
3	50	3.095	0.678	-0.388
3	60	3.003	1.086	0.082
3	70	2.915	1.393	0.331
3	80	2.832	1.629	0.487
5	50	3.095	0.95	-0.051
5	60	3.003	1.493	0.4
5	70	2.915	2	0.693
5	80	2.832	2.172	0.775
7	50	3.095	1.257	0.228
7	60	3.003	1.764	0.567
7	70	2.915	2.715	0.998
7	80	2.832	3.303	1.194
9	50	3.095	1.629	0.487
9	60	3.003	2.443	0.893
9	70	2.915	3.393	1.221
9	80	2.832	4.072	1.404

الجدول (2) : قيم معدل القشط العام لكاشف CR-39 المسخن بدرجة 145 °C لمدة 20 min عند عياريات ودرجات حرارة قشط مختلفة

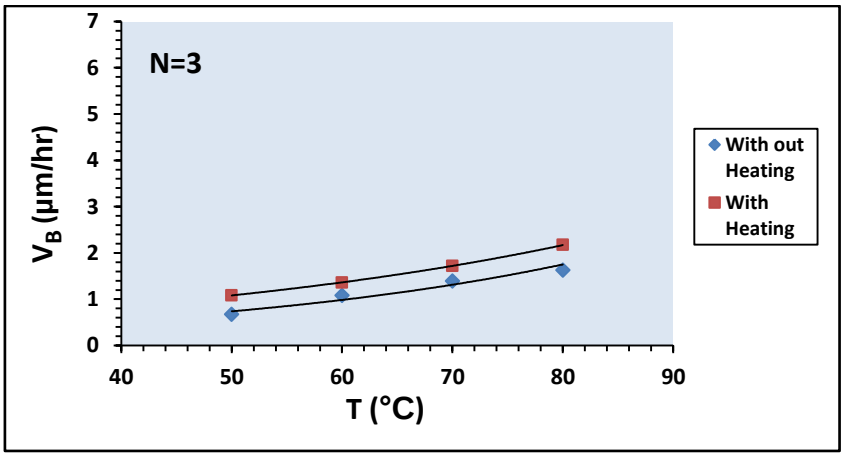
N	T (°C)	1000/T (°K)	VB (µm/h)	Ln VB
3	50	3.095	1.086	0.082
3	60	3.003	1.357	0.305
3	70	2.915	1.72	0.542
3	80	2.832	2.172	0.775
5	50	3.095	1.3	0.262
5	60	3.003	1.764	0.567
5	70	2.915	2.315	0.839
5	80	2.832	2.735	1.006

Kirkuk University Journal /Scientific Studies (KUJSS)
Volume 11, Issue 4, December 2016 , p.p(70-83)
ISSN 1992 – 0849

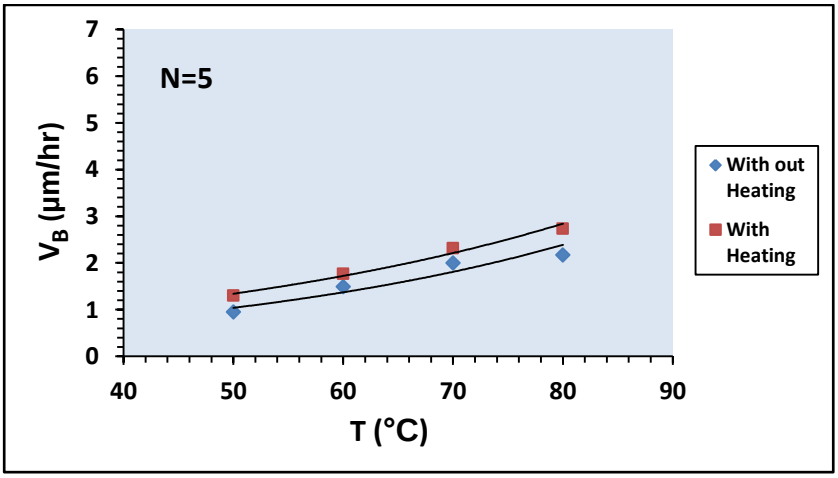
7	50	3.095	1.9	0.641
7	60	3.003	2.443	0.893
7	70	2.915	3.529	1.261
7	80	2.832	3.901	1.361
9	50	3.095	2.433	0.889
9	60	3.003	3.258	1.181
9	70	2.915	4.615	1.529
9	80	2.832	6.016	1.794

الأشكال من (1) إلى (6) توضح تأثير درجة حرارة المحلول القاشط على معدل القشط العام (V_B) لعياريات قشط مختلفة إذ يظهر ان قيم (V_B) تزداد أسياً بارتفاع درجة الحرارة وان نمط الزيادة متشابهة للعياريات المختلفة المستخدمة N (3,5,7,9) عند زيادة درجة الحرارة من 50 °C إلى 80 °C بزيادة 10 °C. وهذا يتفق مع ما توصل إليه Shoeib et al [12] في دراسة تأثير المعالجة الحرارية على بعض خصائص كاشف الأثر النووي CR-39 المشعع بجرعات مختلفة (0-100) kGy من أشعة كاما من مصدر الكوبلت ^{60}Co والمسخن بدرجات حرارة C° (50,100,150) بعد تعرضه إلى جسيمات ألفا من غاز الرادون الجوي . فقد وجدوا أن معدل القشط العام (V_B) يزداد مع زيادة جرعة أشعة كاما ومع زيادة كل من درجة حرارة التسخين وزمن التسخين . كذلك تتفق نتائجنا مع ما توصل إليه النعيمي [13] في دراسة تأثير درجة حرارة المحلول القاشط في معدل القشط العام (V_B) لكاشف الأثر النووي CR-39 باستخدام طريقة القياس المباشر لـ "طول – قطر" (L_e-D) لجسيمات ألفا , بطاقة 2.5 MeV من مصدر الأمريشيوم ^{241}Am عند ظروف قشط 6.25N ودرجات حرارة °C (55,60,65,70) للمحلول القاشط NaOH . فقد وجد أن معدل القشط العام يزداد أسياً مع درجة حرارة المحلول القاشط , إذ تراوحت قيمه بين $\mu m.hr^{-1}$ (1.1022-1.424) ضمن مدى درجات الحرارة المذكورة .

Kirkuk University Journal /Scientific Studies (KUJSS)
Volume 11, Issue 4, December 2016 , p.p(70-83)
ISSN 1992 – 0849

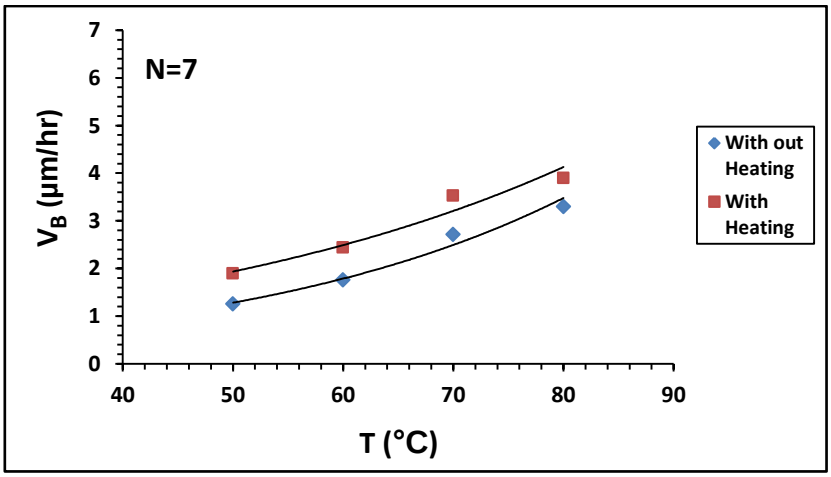


الشكل (1) يمثل علاقة معدل القشط العام (V_B) مع درجة حرارة المحلول القاشط للحالتين مع تسخين الكاشف وبدونه عند عيارية (3N)

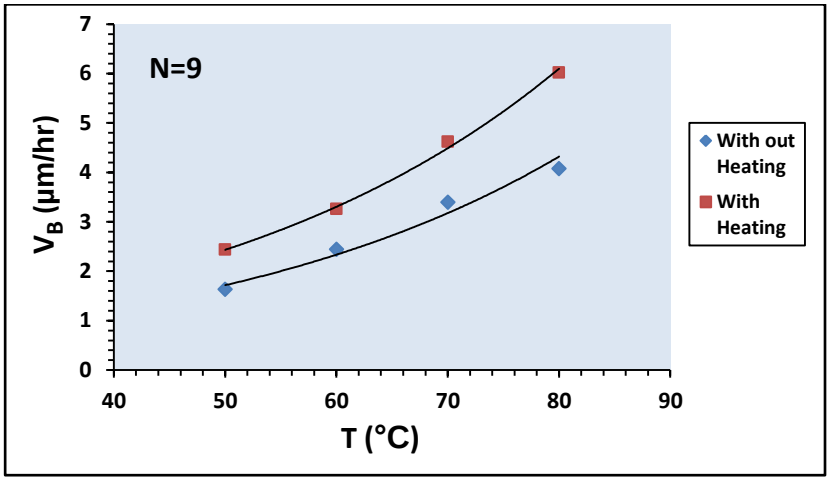


الشكل (2) يمثل علاقة معدل القشط العام (V_B) مع درجة حرارة المحلول القاشط للحالتين مع تسخين الكاشف وبدونه عند عيارية (5N)

Kirkuk University Journal /Scientific Studies (KUJSS)
Volume 11, Issue 4, December 2016 , p.p(70-83)
ISSN 1992 – 0849

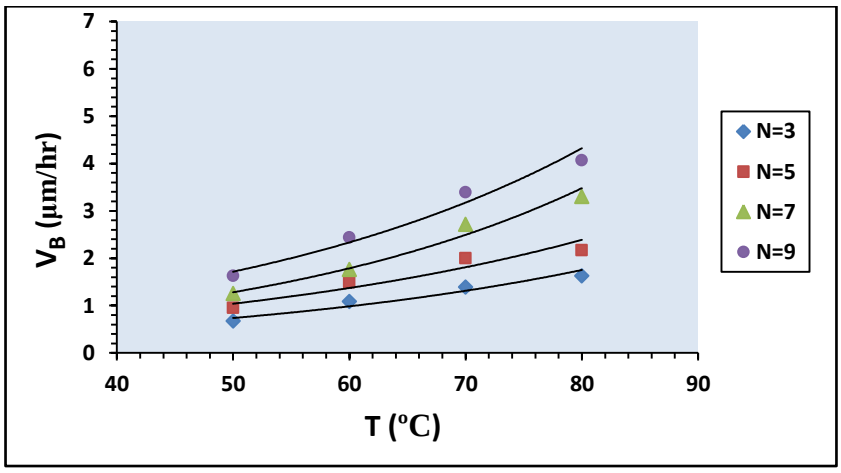


الشكل (3) يمثل علاقة معدل القشط العام (V_B) مع درجة حرارة المحلول القاشط للحالتين مع تسخين الكاشف وبدونه عند عيارية (7N)

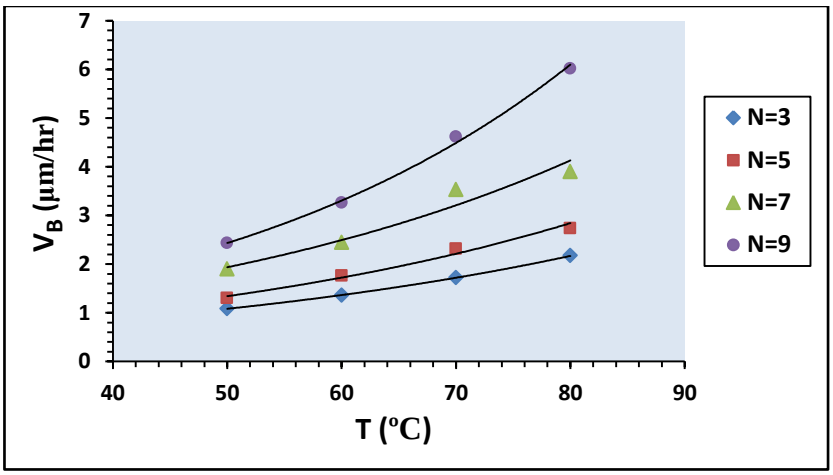


الشكل (4) يمثل علاقة معدل القشط العام (V_B) مع درجة حرارة المحلول القاشط للحالتين مع تسخين الكاشف وبدونه عند عيارية (9N)

Kirkuk University Journal /Scientific Studies (KUJSS)
Volume 11, Issue 4, December 2016 , p.p(70-83)
ISSN 1992 – 0849



الشكل (5) يمثل علاقة معدل القشط العام (V_B) لكاشف CR-39 غير المسخن مع درجة حرارة المحلول القاشط عند عياريات قشط مختلفة



الشكل (6) يمثل علاقة معدل القشط العام (V_B) لكاشف CR-39 المسخن بدرجة حرارة 145 °C لمدة 20 min مع درجة حرارة المحلول القاشط عند عياريات قشط مختلفة

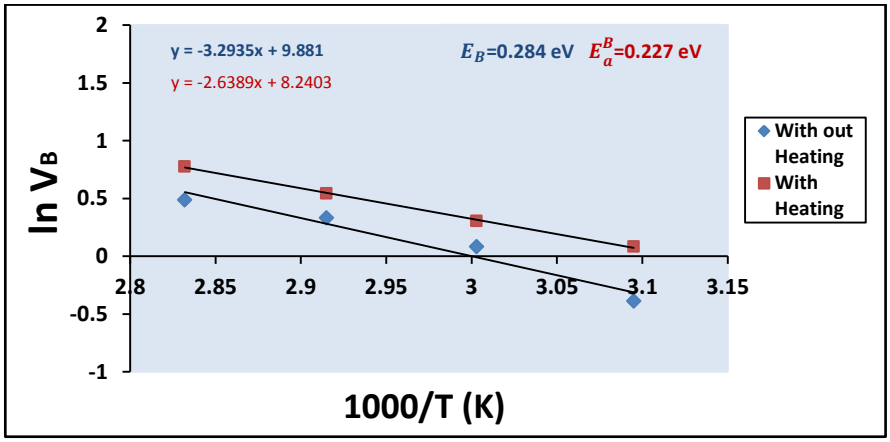
2.3 إيجاد طاقة تنشيط معدل القشط العام

ان معظم النظريات الحديثة للتغيرات الكيميائية تفترض ان التفاعلات الكيميائية الحرارية تكون دائماً بحاجة إلى طاقة إضافية لحدوث التفاعل وقد تحصل الجزيئات المتفاعلة لمثل هذه الطاقة عن طريق التصادم مع بعضها البعض لكي

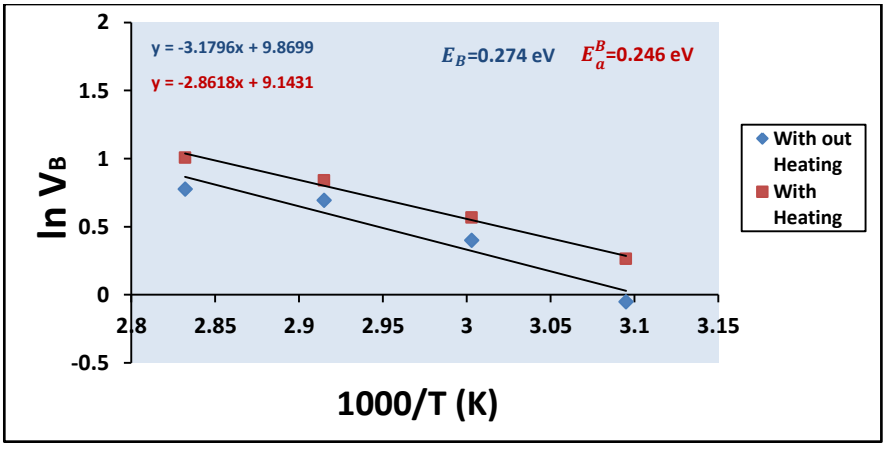
Kirkuk University Journal /Scientific Studies (KUJSS)
Volume 11, Issue 4, December 2016 , p.p(70-83)
ISSN 1992 – 0849

تنشط.ان طاقة التنشيط هي أقل طاقة لازمة لبدء عملية التفاعل , وبصورة أدق هناك طاقة الحد الفاصل بين المواد المتفاعلة والنواتج اذا استطاعت جزيئات المواد المتفاعلة اجتياز هذا الحاجز من الطاقة سوف تتحول عندئذ إلى نواتج . [8,10]

الأشكال من (7) إلى (12) تبين لوغاريتم معدل القشط العام (V_B) مع 1000/T(k) لعياريات قشط مختلفة N (, 3 (5, 7, 9 من محلول KOH , وبإيجاد ميل العلاقة وتطبيق المعادلة (2) وجد أن طاقة تنشيط معدل القشط العام E_B هي بمعدل 0.297 eV للكواشف غير المسخنة , في حين كانت طاقة تنشيط معدل القشط العام E_a^B للكواشف المسخنة بمعدل 0.255 eV .

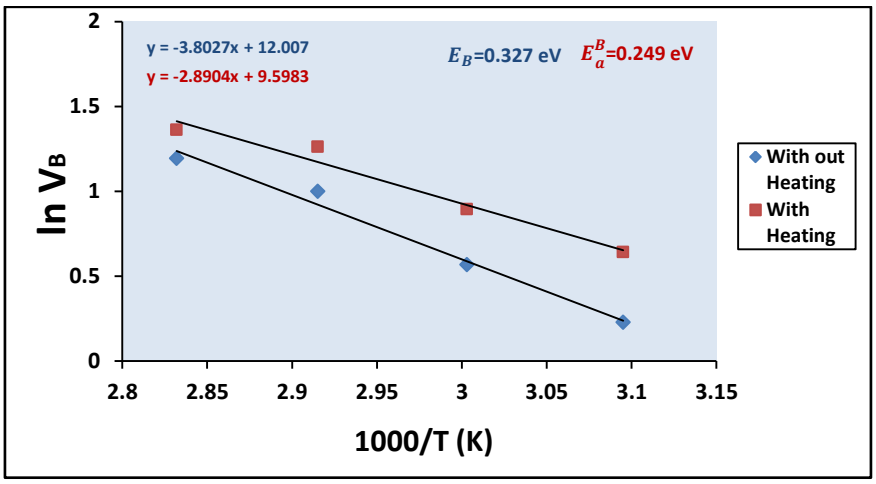


الشكل (7) العلاقة بين Ln V_B و 1000/T(k) عند تركيز (3N)

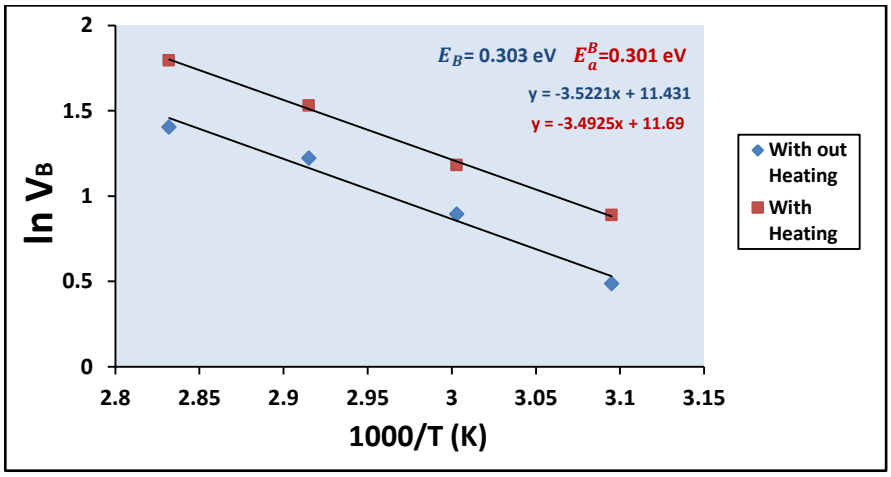


الشكل (8) العلاقة بين Ln V_B و 1000/T(k) عند تركيز (5N)

Kirkuk University Journal /Scientific Studies (KUJSS)
Volume 11, Issue 4, December 2016 , p.p(70-83)
ISSN 1992 – 0849

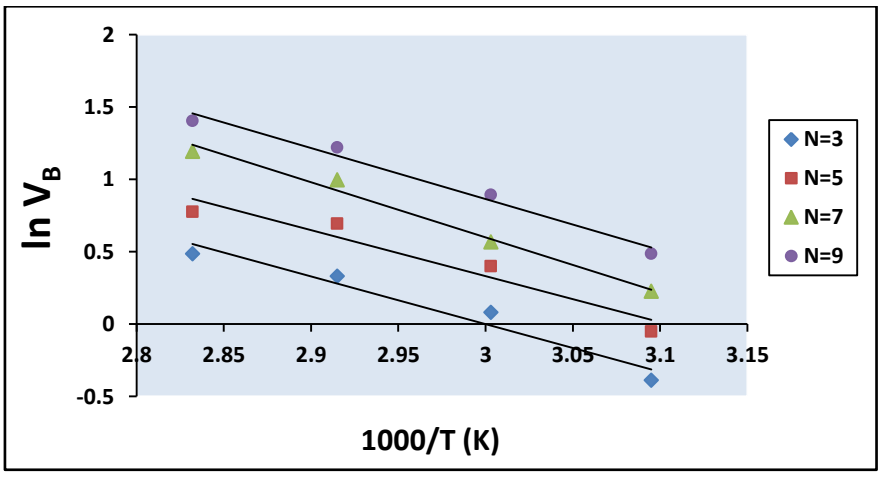


الشكل (9) العلاقة بين Ln V_B و 1000/T(k) عند تركيز (7N)

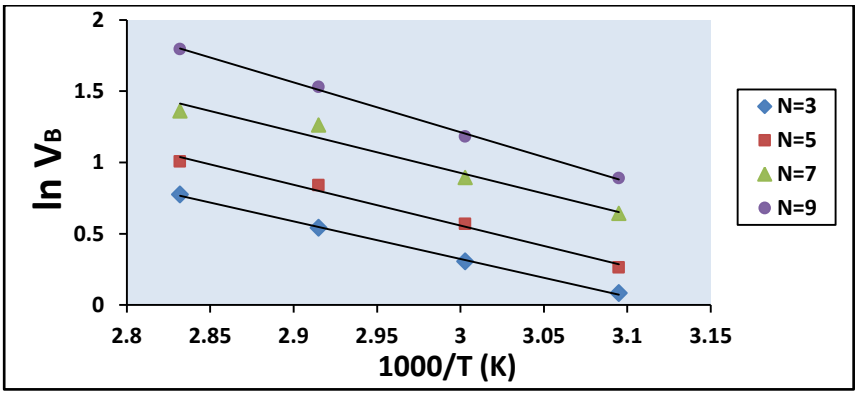


الشكل (10) العلاقة بين Ln V_B و 1000/T(k) عند تركيز (9N)

Kirkuk University Journal /Scientific Studies (KUJSS)
Volume 11, Issue 4, December 2016 , p.p(70-83)
ISSN 1992 – 0849



الشكل (11) العلاقة بين Ln V_B و 1000/T(k) لكاشف CR-39 غير المسخن عند عياريات قشط مختلفة



الشكل (12) العلاقة بين Ln V_B و 1000/T(k) لكاشف CR-39 المسخن بدرجة 145 °C

لمدة 20 min عند عياريات قشط مختلفة

الجدول (3) : قيم طاقات تنشيط معدل القشط العام لكاشف CR-39 المسخن بدرجة 145 °C

لمدة 20 min وغير المسخن عند عياريات قشط مختلفة

Normality N	Bulk Etch Rate Activation Energy	
	E_a^B eV (heated)	E_B eV (unheated)
3	0.227	0.284
5	0.246	0.274
7	0.249	0.327
9	0.301	0.303

Kirkuk University Journal /Scientific Studies (KUJSS)
Volume 11, Issue 4, December 2016 , p.p(70-83)
ISSN 1992 – 0849

يلاحظ من النتائج في أعلاه ان طاقة التنشيط لا تعتمد كثيراً على عيارية المحلول القاشط أو درجة حرارته بل تعتمد على طبيعة الجزيئات المتفاعلة بين جزيئات الكاشف والمحلول القاشط وان قيمتها تكون اقل للكواشف المعالجة حرارياً إذ كان معدل طاقة التنشيط للكاشف المسخن $E_B = 0.297 \quad eV$ ولكاشف غير المسخن كانت بحدود $E_a^B = 0.255 \quad eV$. وهذه النتيجة تتفق مع ما توصل إليه Zamani [14] فوجد ان E_B هي بحدود (0.9 ± 0.1) eV في كاشف CN–85 المقشوط بمحلول NaOH لعياريات N (1–10) ولدرجات حرارة °C (25–55) . كذلك وجد AL–Najjar et al [15] قيمة واحدة لطاقة تنشيط سرعة القشط العام E_B وتساوي 0.73 eV في كاشف CR–39 في محلول NaOH للتراكيز % (5,15,25,30) في درجات حرارة قشط °C(40,60,70) .

4.الاستنتاجات (Conclusions)

من النتائج التي تم الحصول عليها يمكن ان يُستنتج أن معدل القشط العام V_B لكاشف CR–39 يعتمد على الظروف القشطية إذ وجد انه يزداد مع عيارية المحلول القاشط ودرجة حرارته , وأن قيمته تكون أكبر للكواشف المعالجة حرارياً . بالمقابل وجد أن طاقة التنشيط لا تعتمد كثيراً على عيارية المحلول القاشط أو درجة حرارته بل تعتمد على طبيعة الجزيئات المتفاعلة بين جزيئات الكاشف والمحلول القاشط وان قيمتها تكون اقل للكواشف المعالجة حرارياً إذ كان معدل طاقة التنشيط للكاشف المسخن $E_B = 0.297 \quad eV$ ولكاشف غير المسخن كانت بحدود $E_a^B = 0.255 \quad eV$.

5.المصادر (References)

[1] B. C. Cartwright , E. K. Shirk , and P. B. Price . *" A Nuclear Track Recording Polymer of Unique SensitivitY and Resolution "* , Nucl. Inst. and Meth. 153, 457-460 , (1978) .

[2] S. A. Durrani , and S. A. S Al-Najjar . *" Electrochemical Etching Studies of the CR-39 Plastic "* , Nucl. Inst . and Meth. 173,97-102 , (1980) .

[3] S. A. Durrani , and R. K. Bull . *" Solid state nuclear track detection, Principles, Methods and Applications "* , Pergamon Press Oxford , (1987) .

[4] S. Kumar , S. Chander , J. S. Yadav , and A. P. Sharma . *" Some Enviromental Effect Studies on the Response of CR-39 (DOP) Plastice Track Detector "* , Nucl. Tracks .12, 129-132 , (1986) .

[5] J. Singh , S. Singh , and H. S. Virk . *" Etching Studies of CR-39 Plastic Track Detector "* , Nucl. Tracks. Radiat. Meas . 15,187-190 , (1988) .

[6] H. S. Virk , S. K. Modgil , G. Singh , and R. K. Bhatia . *" Annealing Characteristics of Heavy ion Radiation Damage, in SSNID 's and Concept of Single Activation Energy "* , Nucl. Inst. And meht. In Phys. Resea. B. 32:401-404, (1988).

[7] A. K. Mheemeed . *" The Effect of Chemical Etchant on the Properties of CR-39 Nuclear Track Detector "* , 21, (1994) .

[8] عبد المجيد الدباغ , وبنان عقراوي . الحركيات والكميات الكهربائية , مطبعة جامعة الموصل (1992) .

[9] E. Mark , E. Pahl , T.D. Purtcheller and Mark . Tschermarks Min Petr . Mitt 20,131-154 , (1973) .

[10] مسلم عبد محمد . الكيمياء الفيزيائية ، دار الكتب للطباعة والنشر، جامعة الموصل ، العراق (1988) .

[11] علي عبد الحسين سعيد . الكيمياء الفيزيائية مبادئ سرعة التفاعلات الكيميائية , جامعة البصرة (1980) .

[12] M.Y. Shoeib , T.M. Hegazy , and G.M. Hassan . *" Effect of Heat Treatment On Some Properties of CR-39 Nuclear Track Detector irradiated by Gamma ray "* . BINY-SUEF UNIVERSITY JOURNAL OF BASIC AND APPLIED SCINCES 74-79 , 3(2014) .

[13] سعيد حسن سعيد النعيمي , "تأثير درجة حرارة المحلول الكيميائي في معدل القشط العام لكاشف CR−39" , المجلد 8 , العدد 1 , ص ص 49−55 (2015) .

[14] M. Zamani . *" Etching Properties of CN-85 Plastic Track Detectors "* , Nucl. Tracks Radial . Meas. 11(1-2):39-43. (1986) .

[15] S. A. R. AL-Najjar , R. K. Bull , and S. A. Durrani . *" Some Chemical and Electrochemical Etching Properties of CR-39 Plastic "*, In:Proc. 10 th Int. ConF . *" Solid State Nuclear Track Detectors "* , Loyn, and Supp1.2, Nucl. Tracks . Pergamon, Oxford 328 , (1980) .