

دراسة متغيرات القشط الكيماوي لكاشف الأثر النووية (PM-355)

كاظم عجيل عبيد

كلية العلوم - جامعة ذي قار

الخلاصة

تناول هذا البحث دراسة خواص القشط الكيماوي لكاشف الأثر النووية البوليمري PM-355 وهو من فصيلة الكاشف CR-39 ويدعى بالمثالي Super ، باستخدام طريقة القشط الكيماوي. بمحلول هيدروكسيد الصوديوم NaOH وهيدروكسيد البوتاسيوم KOH بعيارية 4-12N ودرجة حرارة $50-70C^0$ وذلك بعد تشعيع العينات بجسيمات الفا من المصدر Am^{241} بطاقة 5.4MeV لقد حصلنا على أن سرعتي القشط V_B وقشط الأثر V_T وسرعة توسع الاقطار V_D تزداد بزيادة درجة حرارة وعيارية محلول القشط. وقد وجد ان قيم هذه المتغيرات اعلى عند استخدام هيدروكسيد البوتاسيوم كمحلول قشط. كما حسبت قيم الزمن التمهيدي للقشط Etch induction time ووجد بانه ينخفض بشدة عند قيم عالية نسبيا من العيارية. كما تم حساب قيم نسبة معدل القشط Etch Rate Ratio عند هذه الطاقات لجسيمات الفا. وحسبت كذلك عند درجة حرارة $70C^0$ للطاقات 4-2.5MeV وكذلك عند عيارية 6N لمحلول هيدروكسيد الصوديوم NaOH بدرجتي حرارة $50-60C^0$ وتم الاستنتاج بان القشط باستخدام محلول هيدروكسيد الصوديوم NaOH بعيارية 6N عند درجة حرارة $70C^0$ هي افضل ظروف القشط .

المقدمة

ان كواشف الاثر النووية في الحالة الصلبة Solid-State-Nuclear Track Detectors SSNTD تحقق ميزتين مهمتين هما السرعة والكفاءة [1,2]. لذلك حلت محل الانواع الاخرى من كواشف الجسيمات في كثير من المجالات . فحين تعجز المستحلبات النووية عن كشف الجسيمات احادية الشحنة بوجود خلفية اشعاعية عالية من الجسيمات الخفيفة فانها تعمل في هذه الظروف [3,10] فهي غير حساسة كذلك لاشعة كاما وبيتا فاذا لاحظنا قدرتها العالية على التميز بين الجسيمات زاد ادراكنا لمقدار تفوقها على الكواشف شبة الموصلة [4]. وعندما تكون مقننات التالى الحراري ملائمة للعمل الذي يتطلب ان تكون ابعاد الكاشف دقيقة ، فان ميزتها هنا ان الاثار تبقى محفوظة فيه دون فقد بتاثير ظروف البيئة الاعتيادية . وفي الحقيقة أن كواشف الاثر النووية الصلبة تحفظ الاثار لزمن يمكن القول انه لانهائي دون فقد الا عند درجات الحرارة العالية [5]. أن كواشف الاثر النووية الصلبة صغيرة الحجم يمكن ان تقطع بابعاد مناسبة لظروف العمل وانها يمكن ان تحفظ في مواقع مختلفة بمساعدة وسائل بسيطة [6]. لذا فان كواشف الاثر النووي تكون ذات افضلية في حالة عدم وجود نظام كشف مماثل بالإضافة الى ان كواشف الاثر النووية الصلبة فيها مميزات كثيرة اخرى [7,1] منها ان كل جسيم يقابل اثر واحد تماما في كواشف الاثر الصلبة كما ان كواشف الاثر النووية الصلبة تشمل عددا كبيرا من المواد،

ان هذا يمنح فرصة لاختيار الانسب لكل عمل، بالإضافة الى ذلك ان مواد كواشف الاثر ذات حساسية عالية للاشعاع. ويمكن تغيير استجابتها بأحداث تغيير في تركيبها او في اسلوب معالجتها، لذا فان هذه الكواشف قادرة على تسجيل مدى واسع من الجسيمات بدأ من البروتونات. هذا كما وان كواشف الاثر النووية الصلبة هي مواد عازلة فعند مرور الجسيم فيها يخلق على طول مساره بها مناطق محطمة تدعى آثار Tracks تحفظ فيها دون فقد في الظروف الاعتيادية [1]. كواشف الاثر النووي اثبتت نجاحها في القياسات طويلة الامد وللشعاع الضعيفة المستوي ماعدا الاشعة الكهرومغناطيسية وجسيمات بيتا.

الجانب النظري

معدل القشط العام (V_B).

أن معدل القشط العام يعرف على انه السرعة التي تزال فيها المادة المنتظمة (غير المحطمة نتيجة الاشعاع) من صفيحة الكاشف بواسطة محلول القشط [8]. فعند ازالة طبقة من سطح الكاشف سمكها (h) خلال فترة زمنية (t) يكون

$$V_B = h/t \dots\dots\dots (1)$$

أن معدل القشط العام يتاثر بتغييرات طريقة القشط المستخدمة أن علاقة V_B بدرجة حرارة القشط T يعبر عنها بالصيغة التجريبية التالية [8]

$$V_B = A \exp(-E_B/KT) \dots\dots\dots (2)$$

حيث A ثابت، E_B طاقة التنشيط لمعدل القشط العام، K ثابت بولتزمان، T درجة حرارة القشط المطلقة.

قياس معدل القشط العام (V_B).

تم قياس معدل القشط العام بطريقة فرق السمك اذ أن قشط الكاشف يؤدي الى ازالة طبقة من سطحه أن سمك الطبقة المزالة من وجه واحد مقاسه بوحدة $10 \mu m$ [10]

$$h = 1/2 (X_1 - X_2)$$

حيث X_1 السمك الاصيل للكاشف قبل القشط، X_2 سمك الكاشف بعد القشط

هذا السمك يزال خلال فترة زمنية مقدارها (t) أن سرعة القشط العام تحسب من العلاقة (1) التي تعطينا قيمة V_B مقدرة بوحدة ميكرومتر على الساعة أن ميل العلاقة المرسومة بين السمك المزال من وجه واحد (h) لعدة فترات زمنية (t) يعطي معدل القشط العام (V_B).

معدل قشط الاثر (V_T).

يعرف على انه سرعة ازالة محلول القشط لمادة الكاشف المحطمة (بسبب الاشعاع) كما يعرف باناه معدل القشط على طول الاثر [4] وبالإضافة الى متغيرات طريقة القشط المستخدمة فان (V_T) تعتمد كذلك على طاقة الجسيم المفقودة فقد تكون دالة بمعدل التاين الابتدائي او معدل الطاقة المفقودة المحررة أن (V_T) توصف بالمعادلة التجريبية التالية

$$V_T = b \exp(-E_T/KT) \dots\dots\dots (3)$$

حيث b ثابت للكاشف، E_T طاقة التنشيط لمعدل قشط الاثر

حساب معدل قشط الاثر V_T .

من العلاقة V_{Bt}

حيث V_{Bt} سمك الطبقة المزالة، L المسافة التي يمتد بها القشط من نقطة الاصل، والعلاقة $D = 2V_B L / (V_T^2 - V_B^2)^{1/2}$

حيث أن D تمثل قطر الاثر المقشوط أن اعظم قيمة له هي $2V_{Bt}$ عندما تكون V_T اكبر بكثير من V_B .

وكذلك العلاقة $V_D = D/t$ من تلك العلاقات نحصل على علاقة لحساب معدل قشط الاثر V_T مقاس بوحدة ميكرومتر على الساعة.

$$V_T = V_B (1 + (V_D/2V_B)^2) / (1 - (V_D/2V_B)^2)$$

حيث

حساب نسبة معدل القشط V .

استخدمنا العلاقة $V=V_T/V_B$ لحساب معدل القشط عند العيارية ودرجات الحرارة المستخدمة للقشط جسيمات الفا بطاقة 5.4MeV ولحساب نسبة معدل القشط V للبياريات (4,6,8,10,12) عند درجات حرارة 70 درجة مئوية ولمحلولي القشط KOH, NaOH لجسيمات الفا بطاقة (2.5,4MeV) استخدمنا العلاقة $V=1+(D/2h)^2/1-(D/2h)^2$ وفي هذه الحالة نقوم بقياس معدل القطر D بعد إزالة سمك معين من الكاشف لفترة زمنية واحدة.

حساب الزاوية الحرجة للقش Θ_c [10]

من العلاقة $\Theta_c = \sin^{-1}(V_B/V_T)$

أن نتيجة مهمة لوجود الزاوية الحرجة للقشط أن قيمتها لكاشف معين كلما كانت صغيرة فإن كفاءة تسجيله تكون أكبر أن ذلك بسبب اعتماد الزاوية الحرجة للقشط على قيم معدلي القشط V_B, V_T لذا فإن الزاوية الحرجة للقشط تعتمد أيضا على معاملات الجسيم الساقط مثل شحنته Z والطاقة المفقودة المحددة والنسبة (Z/β) .
حساب طاقة التنشيط.

أن طاقة التنشيط لكواشف الاثر الصلبة هي الطاقة اللازمة لاعادة اندماج مسارات التحطيم التي يخلفها مرور الجسيمات فيها انها لا تتعدى بضعة الكترون فولت [5] أن هذا التعريف يستخدم بكثرة في المعالجة الحرارية قبل القشط. لحساب طاقة التنشيط لمعدل القشط العام E_B نستخدم المعادلة [9]

$$V_B = A \exp(-E_B/KT)$$

ومنها نحصل على المعادلة التالية

$$\ln(V_B) = -E_B/KT + \ln(A)$$

حيث T درجة الحرارة المطلقة تقاس بالكلفن، K ثابت بولتزمان فعند رسم العلاقة بين $\ln V_B$ وبين $1/T$ فإن الميل يساوي العلاقة

$$\text{Slope} = -E_B/8.617 \times 10^{-5}$$

$$E_B = -8.167 \times 10^{-5} * \text{Slope}$$

لذا يكون

حيث تقاس E_B بوحدة ev علما بان الميل هنا هو

$$\text{Slope} = T * \ln V_B$$

وبالنسبة لطاقة التنشيط لمعدل قشط الاثر E_T فتحسب باستخدام المعادلة

$$V_T = b \exp(-ET/KT)$$

حيث b ثابت للكاشف، و E_T طاقة التنشيط لمعدل قشط الاثر حيث نحصل على

$$E_T = -8.617 \times 10^{-5} * \text{Slope}$$

$$\text{Slpoe} = T * \ln(V_T)$$

حيث أن الميل هنا يساوي

الزمن التمهيدي للحفر t_i .

لقد وجد أن الاثار في الكواشف الصلبة لا تظهر الا بعد زمن محدد من بدأ القشط . ان الزمن الذي تبدأ عنده الاثار بالظهور يدعى بالزمن التمهيدي للقشط [9] وقد اطلق عليه زمن الحضانة Incubation time أنه ظاهرة عامة في كواشف الاثر كما انه يعتمد على مواصفات الجسيم الساقط نفسه ، ولذلك يمكن استخدام في تحديد الجسيمات حيث يمكن معرفة قيمة العدد الذري (Z) ان يجعل عملية التحديد اكثر بساطة ودقة من الطرق الأخرى التي تتطلب قياس طول اثر ، واعتناء مجهري حيث يتم التحديد بقياس وحيد للزمن [8,9] أن الطريقة الاعتيادية لتعيين الزمن التمهيدي للقشط [5] تتم برسم العلاقة بين معدل قطر الاثر D وبين زمن القشط t فعند مد المنحنى الناتج سيقطع محور الزمن عند قيمة تقابل القيمة الصفرية للقطر، قيمة الزمن هذه تمثل الزمن التمهيدي للقشط

معدل نمو الاقطار V_D

ان معدل نمو الاقطار V_D هو مقياس للتوسع الحاصل في اقطار الاثار بسبب عملية القشط الكيمياوي ويوصف معدل نمو الاقطار بالعلاقة التالية [8]

$$V_D = D/t$$

حيث D معدل قطر الاثربوحدات مايكرو ميتر، ولما كانت t تقاس بالساعات لذا فان V_D تقاس بوحدات مايكرو متر على الساعة
ولحساب V_D فانه بعد كل فترة قشط نقوم بقياس اقطار الاثار الناتجة ثم يأخذ معدل هذه الاقطار، لذا فعند رسم العلاقة بين معدل قطر الاثر وزمن القشط فان ميل العلاقة الناتجة يعطي معدل نمو الاقطار V_D .

مواد العمل وطرائقه

استخدم في هذا البحث المصدر العياري Am^{241} كمصدر لجسيمات الفا ان الفعالية الاشعاعية لهذا المصدر هي (0.015mc) انه يبعث جسيمات الفا بطاقة 5.4MeV، كذلك الحمام المائي، والمايكروميتر استخدم لقياس سمك الطبقة المزالة من الكاشف، المجهر الضوئي حيث استخدمت العدسة الشيئية ذات قوة تكبير 40X وبذلك فان قوة التكبير المستخدمة 124مرة. كذلك استخدمنا الميزان لتحضير محاليل القشط استخدم لوزن بلورات KOH, NaOH حساسية الى حد 0.001g، الفرن الحراري لتتشف العينات بعد القشط درجات الحرارة فيه من $0-300$ C وهو مزود بمروحة لجعل درجة الحرارة فيه متجانسة، مقياس كثافة النفاذ الضوئي استخدم لقياس كثافة النفاذ الضوئي مقياس من نوع DT1505 ذو كاشف سلكوني ثنائي ضوئي باستجابة (400-700)nm، وقد حضرت نماذج للقياسات من مزج مقدار من البلورت مع الماء المقطر للحصول على العيارية المطلوبة وفق للعلاقة الاتية [5].

$$N=w(g)\nu*1000M \dots\dots\dots(1).$$

حيث N تشمل العيارية المطلوبة . وان w(g) وزن المادة المذابة مقاسه بالغرام.
M الوزن الجزيئي للمادة المذابة ان الوزن الجزيئي لمدة NaOH يساوي ٤٠ بينما لمادة KOH يساوي 56 مرة، استخدمنا حجما من الماء المقطر يساوي 40 mm ، استخدم الكاشف PM-355 الذي زمن تصلبه 32hr بشكل قطع كبيرة مساحتها بحدود $10 \times 10 \text{cm}^2$ يقطع الى قطع صغيرة مساحتها بحدود 1cm^2 وعند العمل لقياس (V_D, V_B) حيث يتبع الأسلوب التالي:
يحضر محلول القشط عند التركيز المطلوب ويوضع في اناء يحكم غلقه، موجود داخل الحمام المائي عند درجة الحرارة المطلوبة. ثم تاخذ عينة من الكاشف ويقاس لها السمك الابتدائي، تشع بصورة عمودية بعد ذلك لفترة محددة 15 دقيقة بعدها توضع في محلول القشط لفترات زمنية مختلفة بعد كل فترة زمنية تستخرج وتشطف بالماء المقطر لمدة 3 دقائق لإزالة بقايا المحلول العالق بها ثم تجفف من الماء وتوضع بعد ذلك داخل فرن حراري بدرجة حرارة $50C^0$ لمدة 1hr لإزالة تأثير تغير السمك نتيجة امتصاص الكاشف للماء خلال القشط، أن هذه الفترة الزمنية تزداد عندما تكون فترة القشط أطول والجدول التالي يوضح الوزن المطلوب مع العيارية .

جدول يبين العلاقة بين الوزن المطلوب والعيارية

ت	الوزن المطلوب من بلورات KOH gm	الوزن المطلوب من بلورات NaOH gm	العيارية Normality
1	3	2.1	4
2	3.5	3.2	6
3	5.3	4.3	8
4	7.1	5.1	10
5	8.3	6.1	12

النتائج والمناقشة

معدل القشط العام V_B بعد تشيع العينات لجسيمات الفا بطاقة 5.4 MeV من مصدر (^{241}Am) قشطه لازمان مختلفة لمحلول القشط المستخدم هيدروكسيد الصوديوم او هيدروكسيد البوتاسيوم عند العيارية ودرجة حرارة القشط المطلوبة وبعد كل فترة قشط توضع العينات في الفرن الحراري بدرجة 50C° لمدة 1hr لازالت تأثير الماء الممتص اثناء القشط وفي كل هذه الفترات يقاس سمك العينة باستخدام المعادلة $h=1/2(X_1-X_2)$ نحصل على قيمة السمك المزال من وجه واحد h أن ميل العلاقة المرسومة بين السمك المزال من وجه واحد (h) وبين زمن القشط t يعطينا قيمة معدل القشط العام V_B .

أن الاشكال من 1 الى 4 تبين هذه العلاقة عند استخدام هيدروكسيد الصوديوم كمحلول قشط أما الاشكال من 5-8 فتبين عندما يكون محلول القشط المستخدم هو هيدروكسيد البوتاسيوم أن قيم معدل القشط العام V_B مشار لها في الجدول رقم (1) أما العلاقة بين العيارية N لمحلول القشط وبين معدل القشط العام V_B فمرسومة في الشكلين (9,8) بعيارية (4,6,8,10,12) ودرجات حرارة ($50,60,70\text{C}^\circ$) أن العلاقة بين معدل القشط العام V_B وبين مقلوب درجة حرارة القشط $1/T$ موضح في الشكلين (10,11) لقد وجدنا العلاقة بين السمك المزال h من الكاشف من وجه واحد وبين زمن القشط t هي علاقة خطية لكل من محلولي القشط.

الجدول رقم (١) يبين العلاقة بين V_B مقاسه بوحدهات $\mu\text{m/hr}$ عند ظروف القشط المستخدمة.

Etch-ant	N	50C°	60C°	70C°
NaOH	4	0.125	0.25	0.5
	6	0.25	0.5	1
	8	0.377	1	2.242
	10	0.564	1.624	3.475
	12	1	2.021	4.002
KOH	4	0.165	0.408	0.775
	6	0.349	0.788	2.073
	8	0.73	1.271	2.825
	10	1.093	2.237	3.657
	12	1.604	2.309	5.55

معدل نمو الاقطار V_D . وضعت العينات تحت المجهر لدراسة اقطار اثار جسيمات الفا بطاقة 5.4MeV حيث يتم بعد كل فترة قشط قياس اقطار الاثار الناتجة ثم يحسب معدل قطر الاثر D وعند رسم العلاقة بين معدل قطر الاثر وبين زمن القشط فان ميل الشكل الناتج يعطينا معدل نمو الاقطار V_D تبين هذه العلاقة باستخدام المحلول أن الشكل (12,13,14) تبين هذه العلاقة باستخدام المحلول NaOH بينما تظهر الاشكال (15,16,17) هذه العلاقة لمحلول KOH أن معدل قطر الاثر V_D للعيارية ودرجات الحرارة المستخدمة لكلا المحلولين نلاحظ في الجدول رقم (2) أن العلاقة

بين V_D وبين العيارية N تظهر في الشكلين (18,19) بينما الشكلي (20,21) تبين كيفية تغير V_D مع مقلوب درجة حرارة القشط $1/T$ وقد لاحظنا أن العلاقة خطية بين معدل قطر الاثر وبين زمن القشط لمحلولي القشط المستخدمين

الجدول رقم (٢) يبين قيم V_D مقاسة بوحدات $\mu\text{m/hr}$ عند ظروف القشط المستخدمة

Etch-ant	N	50C°	60C°	70C°
NaOH	4	0.111	0.233	0.59
	6	0.233	0.583	1.289
	8	0.368	1.165	2.432
	10	0.604	1.503	3.618
	12	0.958	1.903	3.74
KOH	4	0.177	0.415	0.807
	6	0.398	0.917	2.44
	8	0.727	1.276	2.901
	10	1.225	2.22	3.919
	12	1.451	2.644	5.572

تم حساب معدل قشط الاثر V_T حسب المعادلة الآتية

$$V_T = V_B(1 + (V_D/2V_B))^2 / 1 - (V_D/2V_B)$$

بالاستعانة بقيم V_B و V_D الموجودة في الجدول رقم (1) والجدول رقم (2)، أن العلاقة بين V_T وبين العيارية N موضحة في الشكلين (22,23) على التوالي أن قيم V_T موجودة في الجدول رقم ٣ لكلا المحلولين وعند أي من ظروف القشط المعطاة من العيارية ودرجة الحرارة أن قيم V_T اعلى من قيم V_D, V_B عند نفس الظروف ولاي من المحلولين وان الملاحظات التالية بالنسبة لمتغيرات الاثر المقشوط V_B, V_D, V_T نلاحظ أن قيم أي من هذه المتغيرات لمحلول KOH اعلى منها لمحلول NaOH عند نفس ظروف القشط العيارية كذلك لاي من محلولي القشط فان زيادة العيارية يؤدي الى زيادة قيمة أي من هذه التغيرات عند أي قيمة من درجة حرارة القشط . كذلك زيادة درجة حرارة القشط يؤدي الى زيادة قيم هذه المتغيرات لاي من المحلولين عند أي عيارية .

الجدول رقم (٣) يبين قيم V_T مقاسة بوحدات $\mu\text{m/hr}$ عند ظروف القشط المستخدمة

Etch-ant	N	50C°	60C°	70C°
NaOH	4	0.186	0.389	1.035
	6	0.389	1.014	2.422
	8	0.613	2.02	4.115
	10	1.017	2.511	6.053
	12	1.596	3.246	6.241
KOH	4	0.298	0.692	1.335
	6	0.685	1.594	4.272
	8	1.21	2.125	4.847
	10	2.096	3.701	6.61
	12	2.379	4.559	9.282

حساب نسبة معدل القشط V

حسبت نسبة معدل القشط من العلاقة $V = V_T / V_B$ لجسمات الفا بطاقة 5.4MeV وبالاستعانة بقيم V_B, V_T الموضحين في الجدولين (3,1) لمحلولي القشط لكليهما، أن العلاقة بين نسبة معدل القشط V وبين العيارية N لكلا المحلولين عند درجات الحرارة المستخدمة قيمتها موجودة في الجدول رقم (6) وقد لاحظنا أن نسبة معدل القشط تعتمد على كل من العيارية ودرجة الحرارة.

الجدول رقم (٦) يبين قيم V عند ظروف القشط المستخدمة

Etch-ant	N	50C°	60C°	70C°
NaOH	4	1.492	1.556	2.072
	6	1.556	2.082	2.422
	8	1.628	2.02	1.835
	10	1.803	1.564	1.742
	12	1.596	1.606	1.559
KOH	4	1.807	1.697	1.745
	6	1.965	2.024	2.061
	8	1.658	1.672	1.716
	10	1.918	1.754	1.807
	12	1.483	1.974	1.672

الزمن التمهيدي للقشط t_i

استخدمنا الاشكال (14,13,12) لحساب عندما يكون محلول القشط NaOH بينما استخدمنا الاشكال (17,16,15). عندما يكون محلول القشط KOH وقد راقبنا ظهور الاثر عند بدأ عملية القشط ولم يظهر تعارض بين الزمن التمهيدي للقشط المحسوب بالطريقة الاعتيادية وبين الزمن الذي لاحظنا فيه اول ظهور للأثار. ان العلاقة بين الزمن التمهيدي للقشط وبين العيارية لمحلولي NaOH, KOH يوضحها الشكلان 29,28 بينما يشير الجدول رقم (7) الى قيم t_i .

الجدول رقم (٧) يبين قيم V عند ظروف القشط المستخدمة

Etch-ant	N	50C°	60C°	70C°
NaOH	4	5.576	3.643	2.308
	6	2.99	1.665	1.394
	8	2.519	1.291	1.058
	10	1.75	0.492	0.508
	12	0.6	0.461	0.2
KOH	4	5.406	1.718	1.637
	6	3.829	1.275	1.213
	8	1.17	0.911	1.035
	10	1.001	0.659	0.47
	12	0.399	0.271	0.197

حساب الزاوية الحرجة للقشط θ_c

$$\sin\theta_c = V_B/V_T$$

$$\theta_c = \sin^{-1}(V_B/V_T)$$

من العلاقة

نحصل على أن

التي تحسب منها الزاوية الحرجة للقشط. ان نتيجة مهمة لوجود الزاوية الحرجة للقشط هي قيمتها لكاشف معين كلما كانت صغيرة فان تسجيله Efficiency Registration تكون اكبر أن ذلك بسبب اعتماد الزاوية الحرجة على قيم معدل القشط V_B, V_T لهذا فان الزاوية الحرجة تعتمد ايضا على معاملات الجسم الساقط مثل شحنته Z والطاقة المفقودة المحددة REL والنسبة Z/B

أن طاقة التنشيط لكواشف الاثر الصلبة هي الطاقة اللازمة لاعادة اندماج مسارات التحطيم التي يخلقها مرور الجسيمات فيها انها لاتتعدى بضعة الكترون فولت [5] أن هذا التعريف يستخدم بكثرة في المعالجة الحرارية للآثار قبل القشط .

لحساب طاقة التنشيط لمعدل القشط العام E_B تستخدم المعادلة

$$V_B = A \exp(-E_B/TK)$$

حيث A ثابت، E_B طاقة التنشيط لمعدل القشط، K ثابت بولتزمان، T درجة حرارة القشط المطلقة ومن المعادلة اعلاء نحصل على

$$\ln V_B = -E_B/kT + \ln A$$

وعند رسم العلاقة بين $\ln V_B$ وبين $1/T$ فان الميل slope يساوي

$$\text{Slope} = -E_B/8.617 \times 10^{-5}$$

$$E_B = -(8.617 \times 10^{-5} \times \text{slope})$$

حيث تقاس E_B بوحدة ev علما بان الميل هنا هو

$$\text{Slope} = T \cdot \ln(V_B)$$

وبالنسبة لطاقة التنشيط لمعدل قشط الاثر E_T فتحسب باستخدام المعادلة

$$V_T = b \exp(-E_T/kT)$$

حيث b ثابت للكاشف، E_T طاقة التنشيط لمعدل قشط الاثر ومن المعادلة الاخيرة نحصل على

$$E_T = -(8.617 \times 10^{-5}) \times \text{slope}$$

$$\text{Slope} = T \cdot \ln(V_T)$$

حيث أن الميل هنا يساوي

كما حسبت طاقة التنشيط لمعدل القشط العام E_B حسب العلاقات السابقة وباستخدام قيم القشط العام V_B المشار اليها في الجدول رقم (1). وكما في الشكلين (10,11) كما حسبت طاقة التنشيط لمعدل قشط الاثر E_T حسب العلاقة السابقة وباستخدام الشكلين 24,25 وباستخدام الجدول 3 لكل من $NaOH, KOH$ أن قيم التنشيط E_B, E_T تتشاهد في الجدول رقم (4).

الجدول رقم (٤) يبين قيم طاقات التنشيط E_B, E_T

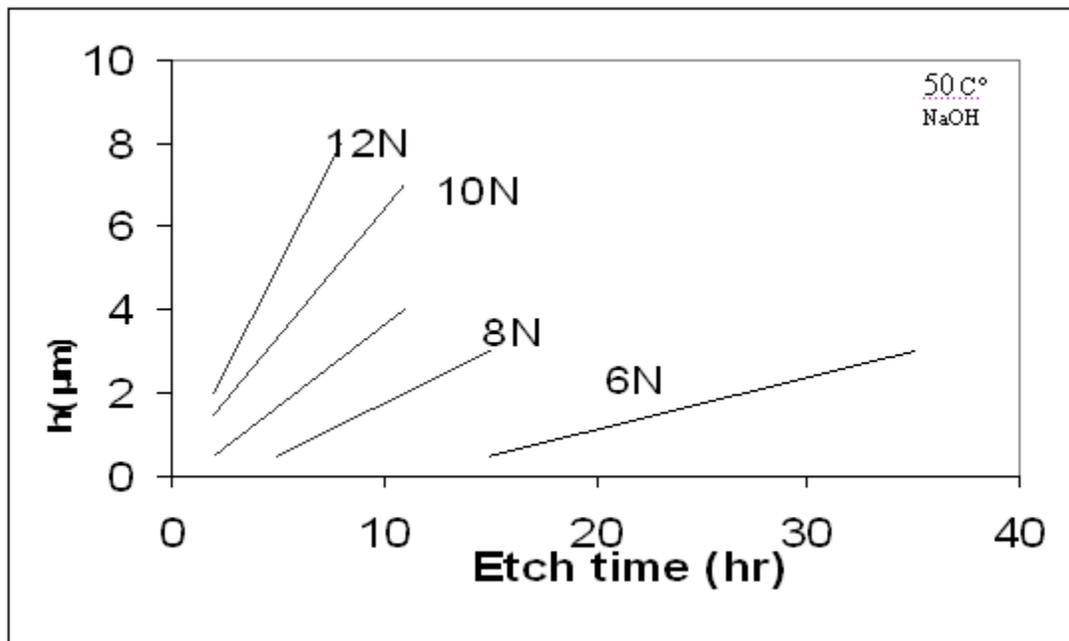
Etch-ant	N	$E_B(ev)$	$E_T(ev)$
NaOH	4	0.794	0.916
	6	0.762	0.801
	8	0.78	0.806
	10	0.78	0.786
	12	0.64	0.655
	Average	0.751	0.792
KOH	4	0.844	0.796
	6	0.824	0.75
	8	0.654	0.69
	10	0.635	0.6
	12	0.715	0.704
	Average	0.734	0.701

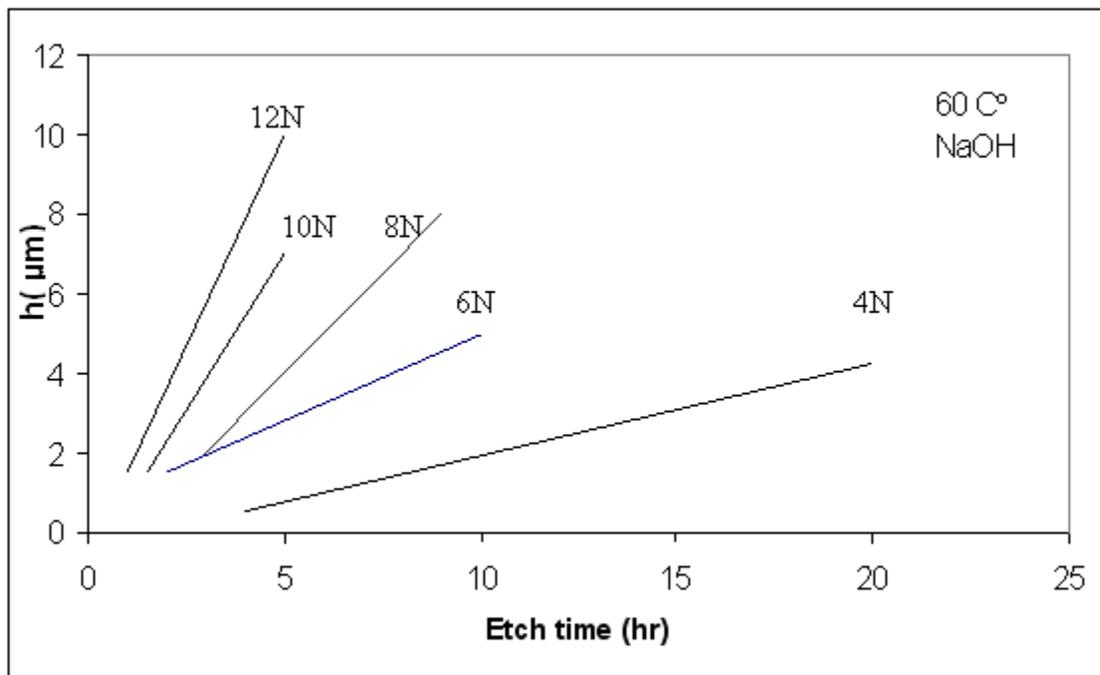
الجدول رقم (٥) يبين قيم θ_c عند ظروف القشط المستخدمة

Etch-ant	N	50C°	60C°	70C°
NaOH	4	42.222	39.991	28.887
	6	39.991	24.544	24.386
	8	37.952	24.673	33.013
	10	33.681	40.247	35.063
	12	38.79	30.507	39.884
KOH	4	33.620	36.128	34.945
	6	30.629	29.627	29.092
	8	37.107	36.737	36.650
	10	31.34	37.187	33.590
	12	42.394	30.429	36.721

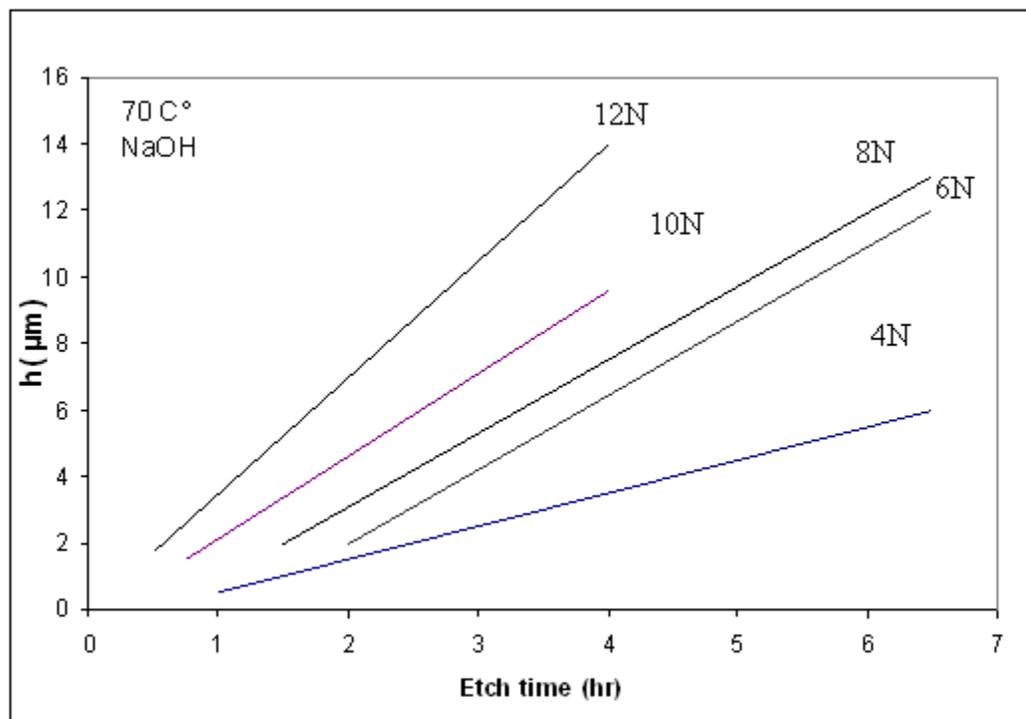
الاستنتاجات:

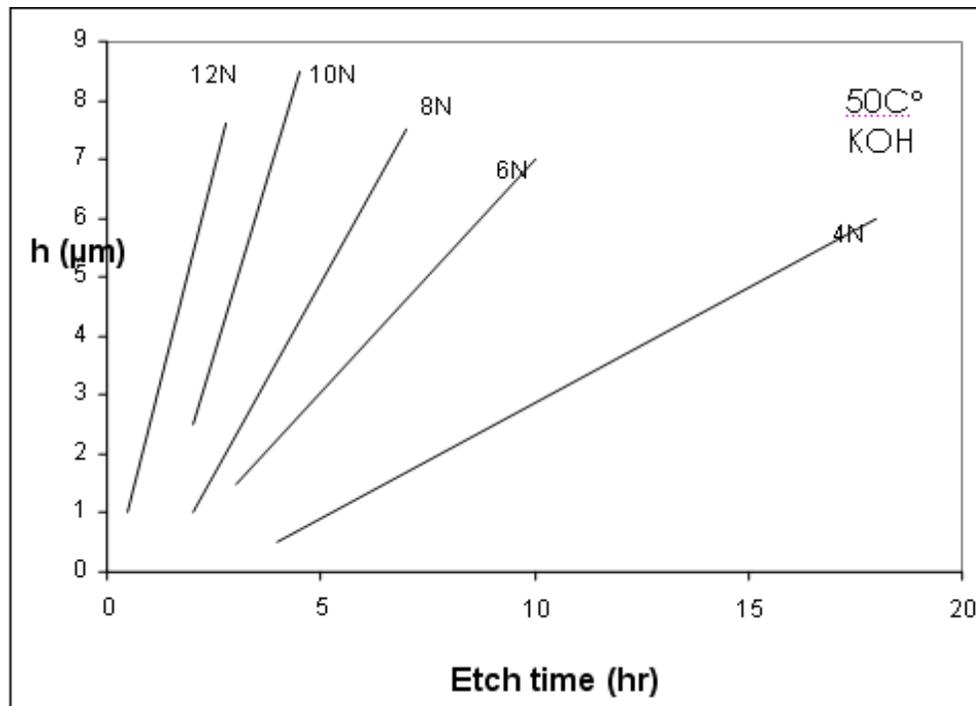
نستنتج مما سبق ان مقدار الطبقة المزالة من سطح الكاشف h يزداد خطيا مع زيادة الفترة الزمنية للقشط، ويفضل القشط الى ابعاد لا تزيد عن سمك مقداره $h=9\mu\text{m}$ من الكاشف لمنع حصول التأثير ان زيادة أي من متغيرات القشط كدرجة الحرارة وعبارية المحلول. يؤدي الى زيادة أساسية تقريبا V_B ان معدلات القشط هذه لمحلول KOH اعلى منة لمحلول هيدروكسيد الصوديوم. ان ظروف القشط المثلى للكاشف PM-355 هي عند عيارية 6N لمحلول هيدروكسيد الصوديوم بدرجة حرارة $70C^0$ بعد ازالة سمك قدرة $h=5\text{mm}$ ان الكاشف PM-355 بتشعيه بأثار جسيمات الفا بطاقة 5.4MeV بعد تشعيه بيومين



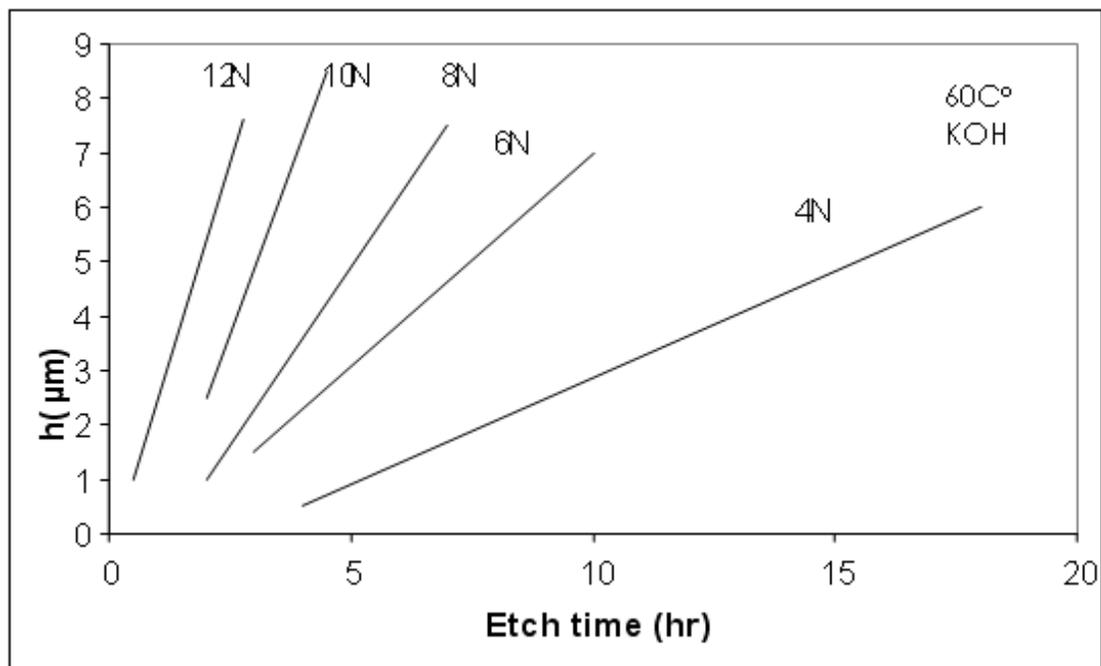


شكل رقم (٢) يبين العلاقة بين سمك الطبقة المزالة وزمن القشط

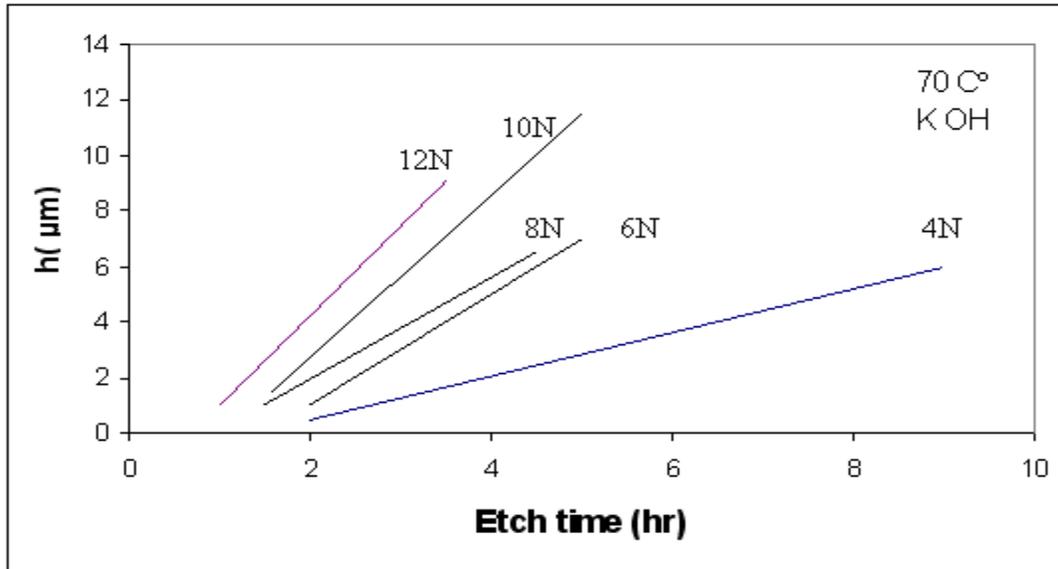




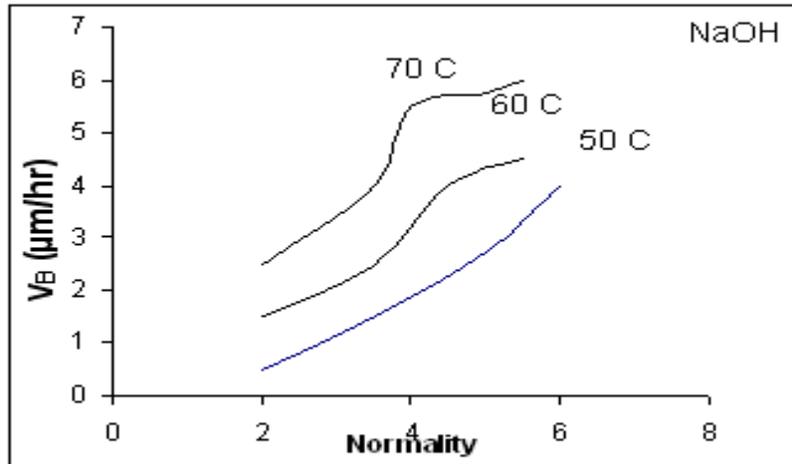
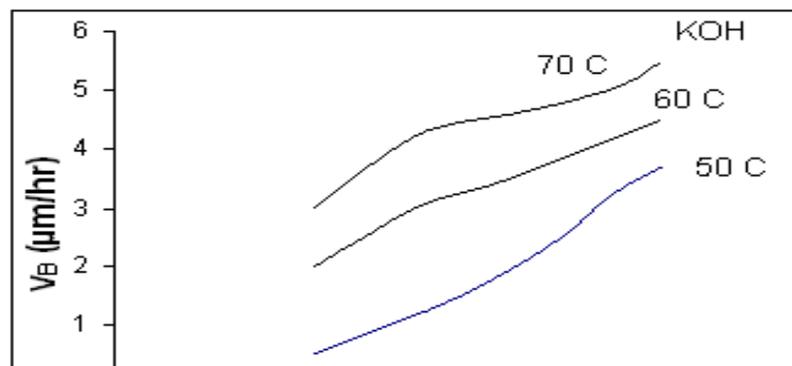
شكل رقم (٥) يبين العلاقة بين سمك الطبقة المزالة وزمن القشط

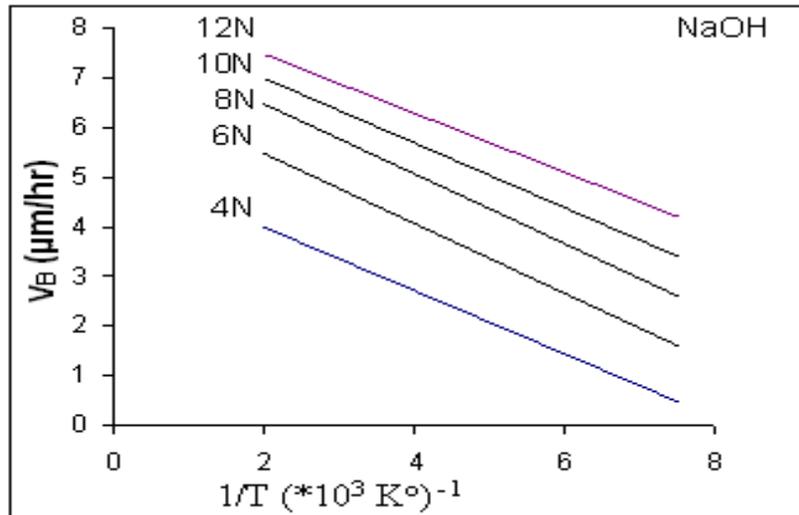


شكل رقم (٦) يبين العلاقة بين سمك الطبقة المزالة وزمن القشط

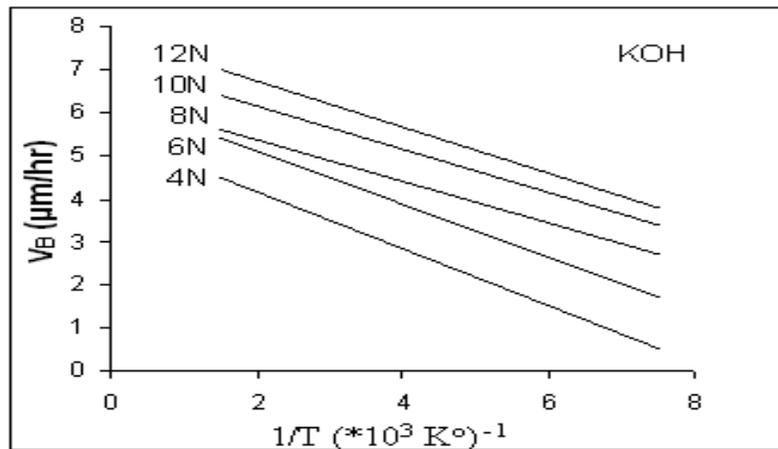


شكل رقم (٧) يبين العلاقة بين سمك الطبقة المزالة وزمن القشط

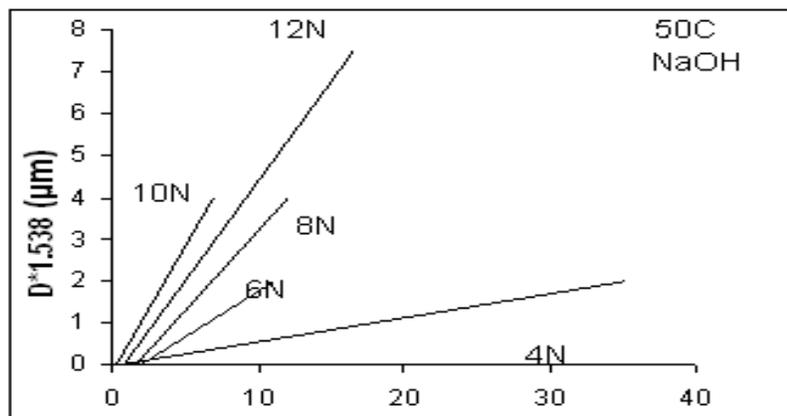
شكل رقم (٨) يبين العلاقة V_B والعيارية لمحلول هيدروكسيد الصوديوم.

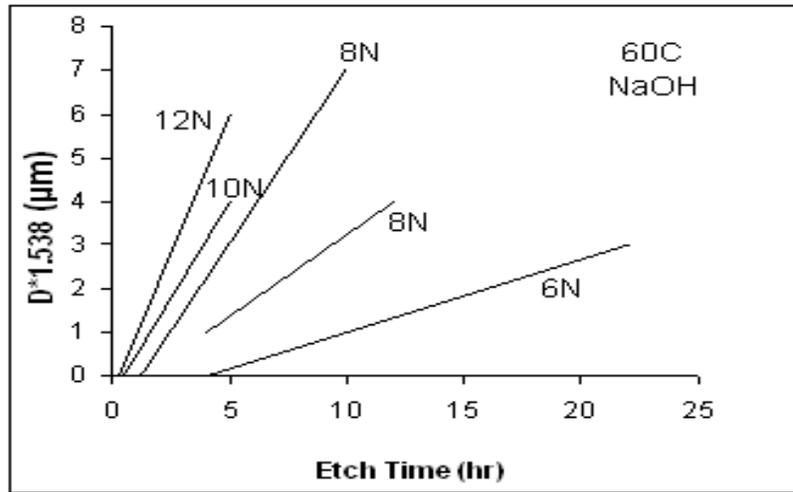


شكل رقم (١٠) يبين العلاقة V_B ومقلوب درجة الحرارة عند قيم مختلفة من العيارية لمحلول هايدروكسيد الصوديوم

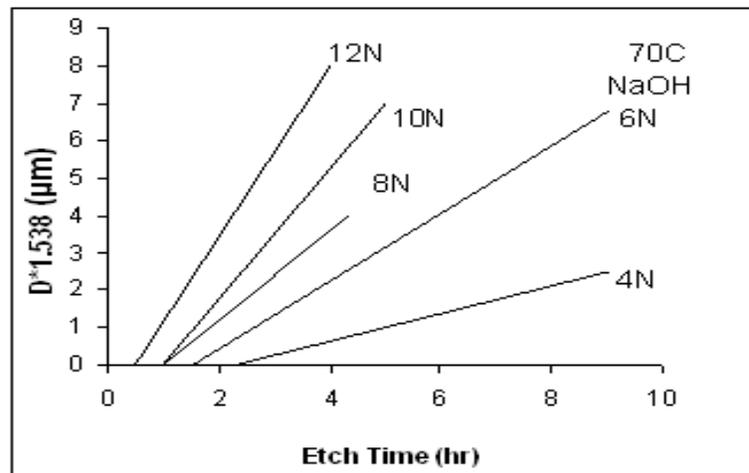


شكل رقم (١١) يبين العلاقة V_B ومقلوب درجة الحرارة عند قيم مختلفة من العيارية لمحلول هايدروكسيد البوتاسيوم

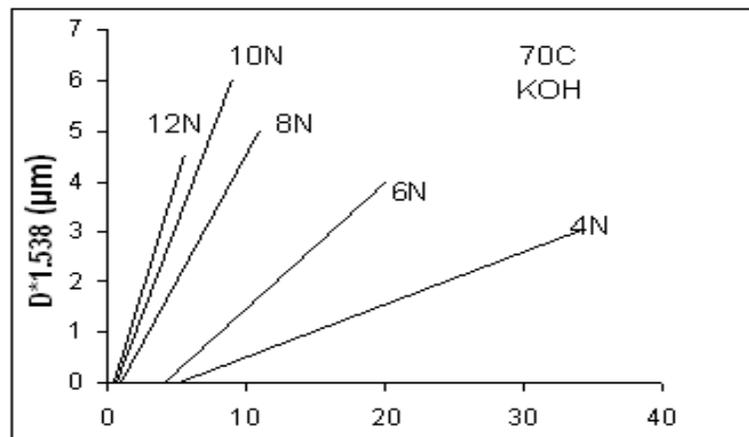


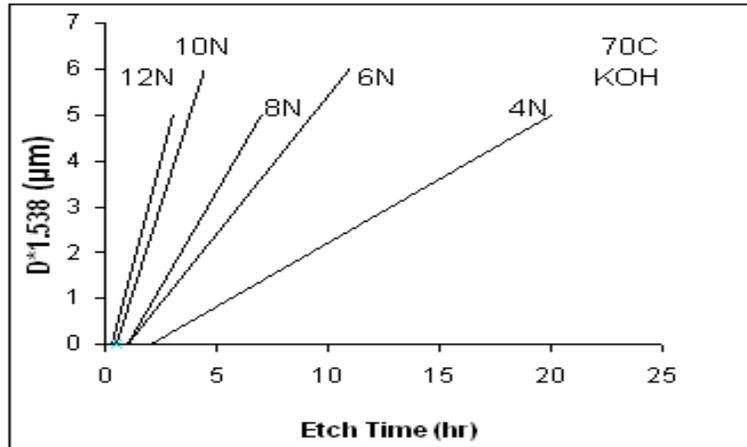


شکل رقم (١٣) يبين العلاقة بين سمك قطر الاثر وزمن القشط.

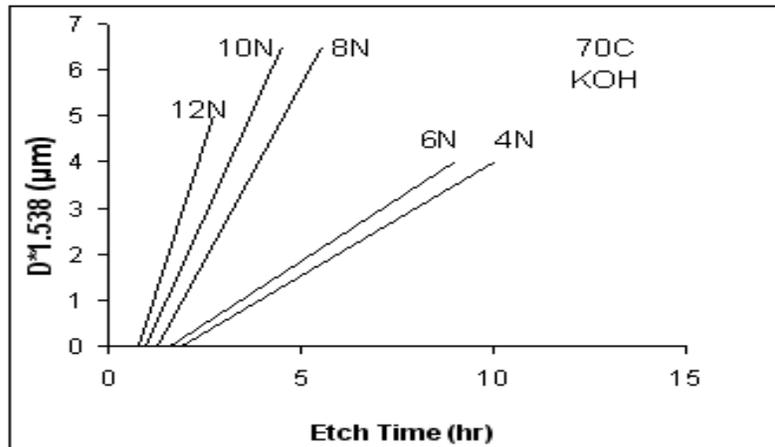


شکل رقم (١٤) يبين العلاقة بين سمك قطر الاثر وزمن القشط.

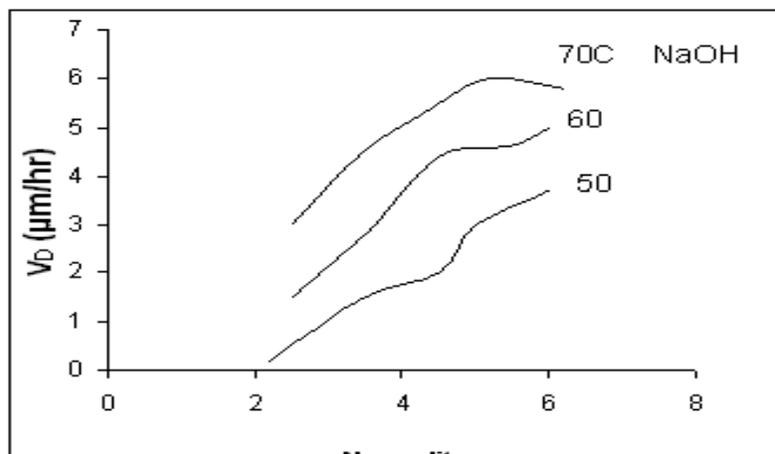


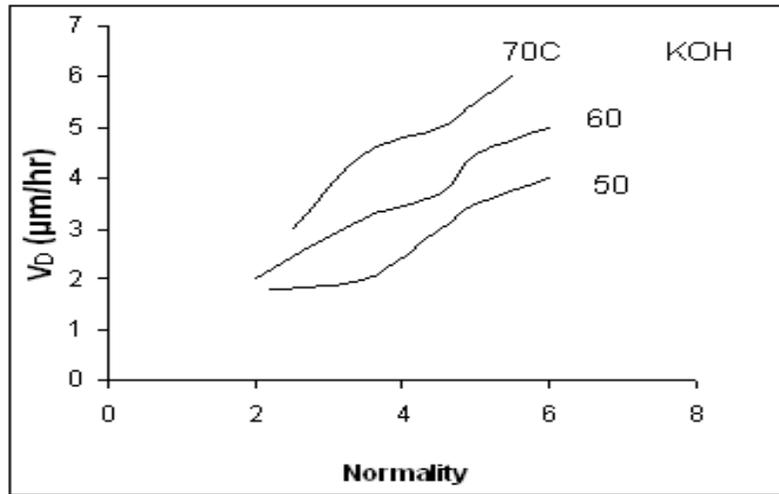


شكل رقم (١٦) يبين العلاقة بين سمك قطر الاثر وزمن القشط.

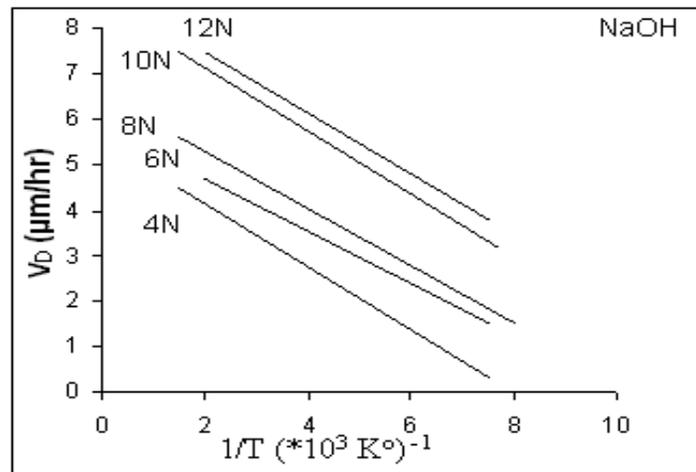


شكل رقم (١٧) يبين العلاقة بين سمك قطر الاثر وزمن القشط.

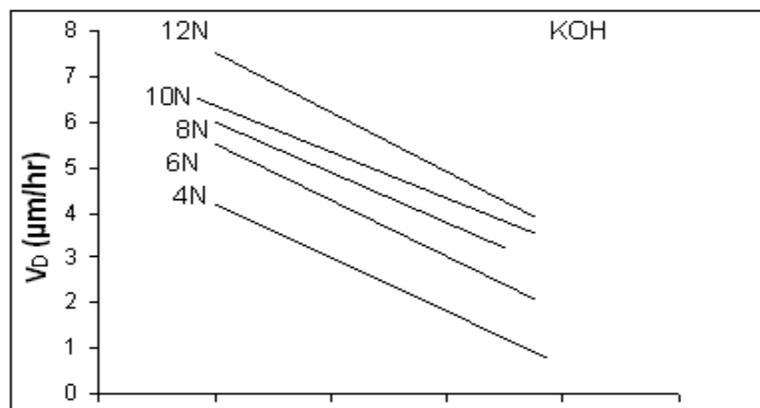


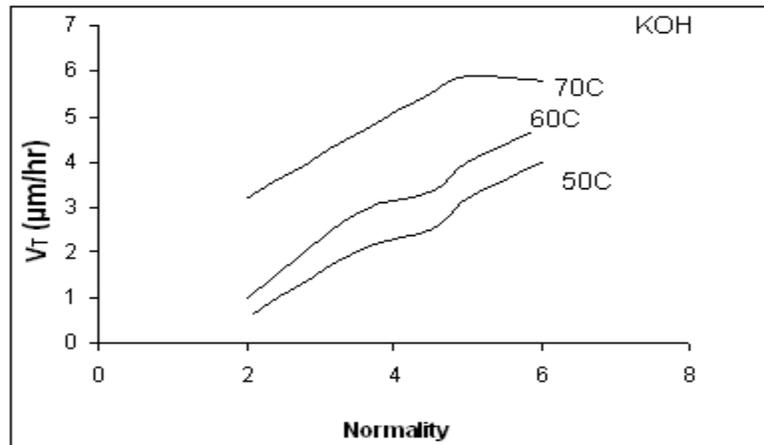
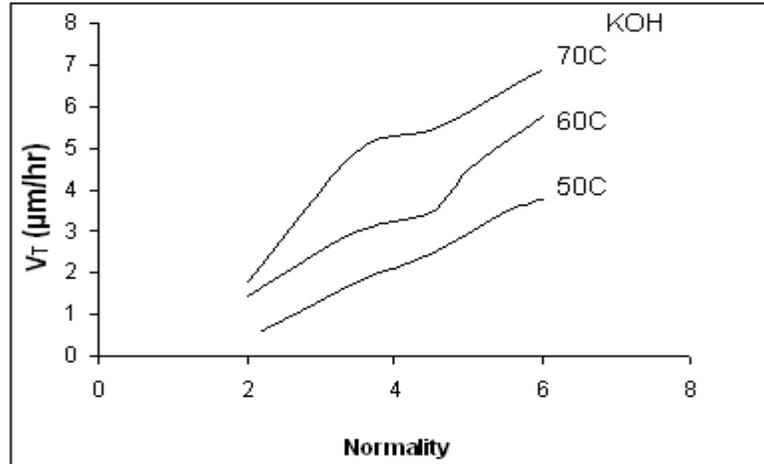
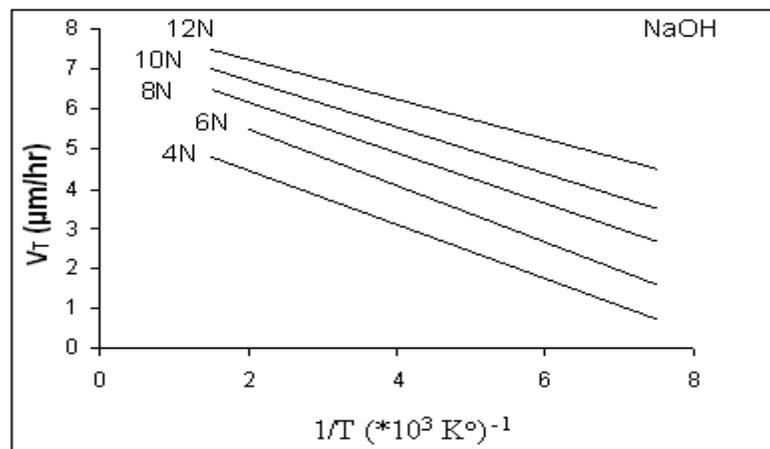


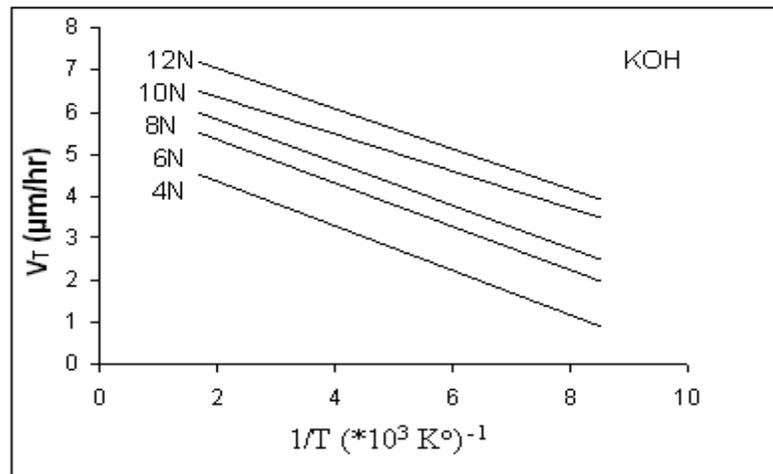
شكل رقم (١٩) يبين العلاقة بين V_D والعيارية لمحلول هايدروكسيد البوتاسيوم



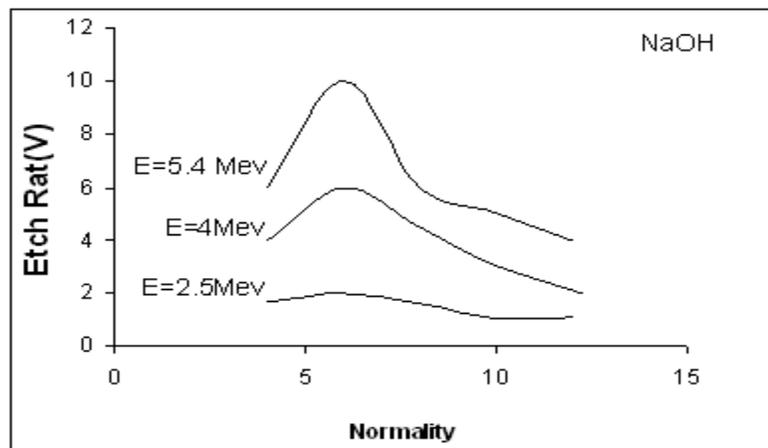
شكل رقم (٢٠) يبين العلاقة بين V_D والعيارية لمحلول هايدروكسيد الصوديوم



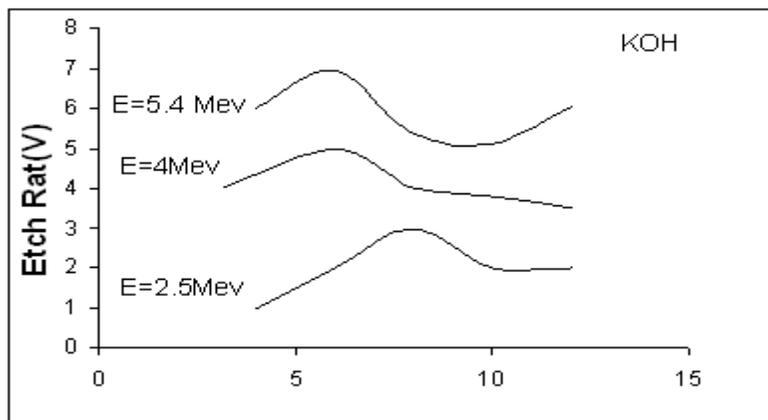
شكل رقم (٢٢) يبين العلاقة بين V_T والعيارية لمحلول هايدروكسيد الصوديومشكل رقم (٢٣) يبين العلاقة بين V_T والعيارية لمحلول هايدروكسيد البوتاسيوم

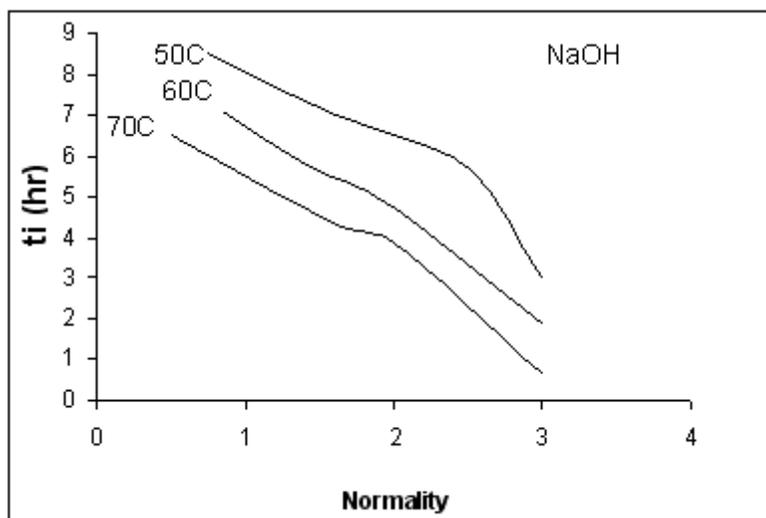


شكل رقم (٢٥) يبين العلاقة بين V_T وبين مقلوب درجة الحرارة عند قيم مختلفة من العيارية لمحلول هايدروكسيد البوتاسيوم

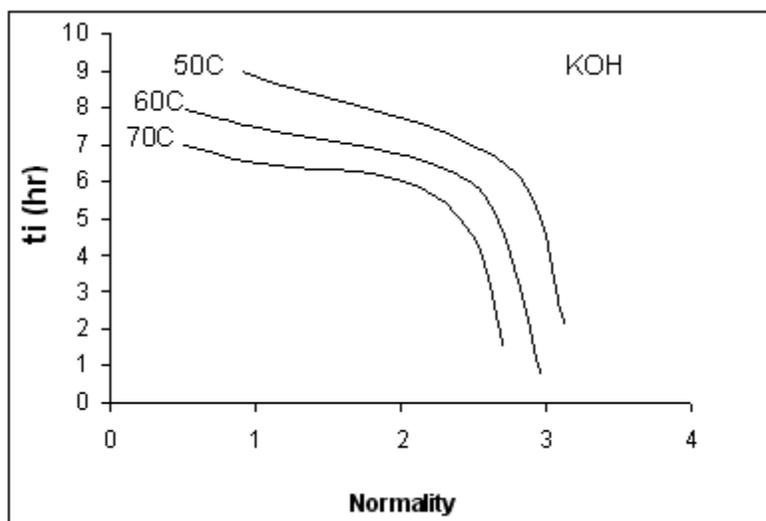


شكل رقم (٢٦) يبين العلاقة بين نسبة معدل القشط (V) والعيارية (N) باستخدام محلول هايدروكسيد الصوديوم





شكل رقم (٢٨) يبين العلاقة بين الزمن التمهيدي للقشط والعيارية لمحلول هايدروكسيد الصوديوم



شكل رقم (٢٩) يبين العلاقة بين الزمن التمهيدي للقشط والعيارية لمحلول هايدروكسيد البوتاسيوم

References

المصادر

- 1- West Phal A. F, Afanasye V. G. price P.B, solarz M, Akimov V.V. and Rodin V.G, 1996, Astrophysics .J. ,468 , 679-685.

- 2- Sodaira ,N. Hasebe ,T .Doke ,28th International cosmic ray conference .pp 225]-2257 Universal Academy press,Inc.
- 3- A. kunka ,p . Maly , K.
- 4- Hama kaka, S. Shizuma,k . wen, x.-Q ; “ Radon concentration in Air using track Detector .” ;Nucl .Instrum. Methods phy .Res . A22/7 ,771-774 , 1998 .
- 5- Lenzen ,M , Neugebauer , H. J ., 1996,A theoretical investigation in the track detectors” ,Nucl . Instrum . Methods phys. Res A368 ,479-483.
- 6- Roussetski A.S . ,”Application of CR-39 plastic Track Detector “; 8th international conference on cold Fusion “ ; (La spezia) Italy ,2000.
- 7- A .Takahashi .Fusion Technolog ; 26 (4T) ,(1994) 451.
- 8- A.G .Lipson;B .F. Lya Khov ,B.V. Der yaguin ,D.M .Sakov .SOV. Tech. phys. Lett. 18(10) ,(1992) 673.
- 9- O.A.Bernaoli ,R .Mazzei ,G.S .Martin and j.c .Grasso,Nucl. Tracks Rad.Meas., 15 (1988) 141.
- 10- G. somogyi ,Nucl. Tracks ,8 (1984) 27 .

Abstract

We study in this research the etching characteristics of nuclear track polymeric detector (PM-355) which was one from (CR-39) detector group ,known as”super”, by using the chemical etching method with NaOH and KOH solution in normality rang (4-12N) at (50-70)C⁰ as etching temperature , after irradiating the samples with (5.4MeV) alpha particles from(Am²⁴¹)source. We found following results:the bulk ,track and diameter etching rates(V_B , V_T , V_D) increased with increasing the normality and etching temperature. These parameters became greater when KOH solution was used .Also we determined the etch induction time values ,where we found it dristically decreased as highly as normality . The etch rate ratio (v) valuses were determind at this alpha energy as well as at (4, 2.5 MeV) at (70 C⁰) and at (6N) (NaOH) at(50-60C⁰) then we conclud that the (6N) NaOH at (70C⁰) was the optimum etching condition for (PM- 355) detector. The etch induction time was specified at the optimum etching condition by using the optical density from foil which gives a result differ from the normal method.