

المقارنة بين نوعين من المحاليل القاشطة المستعملة لقشط سطح كاشف الاثر النووي CR-39

بشرى جودة حسين

قسم الفيزياء ، كلية التربية - ابن الهيثم ، جامعة بغداد

الخلاصة

تضمن البحث مقارنة نوعين من المحاليل القاشطة لقشط سطح كاشف الاثر النووي CR-39، ذلك عن طريق حساب معدل قشط السطح العام V_B الذي هو أحد معاملات الاثر المقشوط بطريقتي قياس (سمك الكاشف وتغير الكتلة). النوع الاول محلول محضر من اذابة حبيبات NaOH بالأيثانول (NaOH/Ethanol) وتم تحضيره بعياريات مختلفة تحت درجة حرارة $55^{\circ}C$ وزمن قشط 30min ومقارنته مع النوع الثاني المحضر من اذابة NaOH في الماء (NaOH/Water) وحضر ايضا بعياريات مختلفة تحت درجة حرارة $70^{\circ}C$ وزمن قشط 60min . شعع الكاشف بجسيمات الفا (α -Particles) الصادرة من المصدر ^{241}Am بطاقة 5.48MeV مدة 10min. بينت النتائج أن V_B تزداد مع زيادة عيارية المحلول القاشط الى أن تصل الى أعلى قيمة لها عند (2N) ثم تتناقص ، اذ كانت (40.116 μ m/h) و (40.313 μ m/h) لكلا الطريقتين على التوالي وعند مقارنتها مع المحلول القاشط NaOH/Water كانت (1.416 μ m/h) و (1.429 μ m/h) على التوالي .

المقدمة

كاشف الاثر النووي للحالة الصلبة (SSNTD) هي مواد صلبة أما عضوية او لاعضوية كما في الجدول (1)، يتولد فيها مسارات ضيقة لضرر الاشعاع يسمى بالاثر المستتر (Latent Track) ناتجة عن اختراق الجسيمات المؤينة لها، اذ ان المسار الضيق للضرر يسببه جسيم مشحون يتوغل الى مسافة داخل المادة الصلبة ،يمكن أظهار ذلك التلف ومشاهدته تحت المجهر الضوئي بطريقة تعرف بالقشط الكيميائي (Chemical Etching) كما موضح بالشكل (1) . تعد مسارات التلف تلك آثار تدل على نوع وطاقة الجسيم الساقط . ان مادة كاشف (SSNTD) لديها القدرة على حفظ تلك الاثار مددا طويلة ما لم تعرض لدرجات حرارة عالية . تتميز بأنها مواد عازلة كهربائيا ، متينة وسهلة الاستعمال لها حساسية عالية للاشعاع وذات تجانس وشفافية بصرية عالية (1,2) ، تستعمل في مجالات واسعة من العلوم منها أستعمالها في قياس الجرعة الاشعاعية (3) . يعد كاشف CR-39 أحد الكواشف العضوية البوليميرية ، يتميز بحساسيته العالية ويستعمل على مدى واسع في تطبيقات كواشف الاثر النووي للحالة الصلبة ، اذ يستخدم في تسجيل اثار البروتونات وجسيمات الفا و تسجيل اثار شظايا الانشطارات أيضا (3).

تقنية القشط الكيميائي لكاشف CR-39

تستعمل هذه التقنية لظهار وتكبير الأثار المستترة في كواشف الأثر النووي للحالة الصلبة (SSNTD). تستعمل محاليل كيميائية متعددة وكثيرة لقشط سطح الكاشف وأظهار التلف الإشعاعي بالأعتماد على نوع الكاشف وتركيبه الكيميائي كما في الجدول (1) الذي يبين بعض من الكواشف والمحاليل الكيميائية المستعملة لقشطها. تحدث عملية القشط

الكيميائي بانتشار المحلول القاشط في مناطق الضرر التي سببتها الجسيمات المؤينة. تكون البوليمرات سريعة التأثر بالإشعاع أكثر من المواد الصلبة غير العضوية، إذ أن الضرر الذي يسببه الإشعاع في المواد البوليميرية يؤدي إلى كسر الأواصر التساهمية التي تربط ذرات الكاشف وتكوين جذور حرة. تقوم محاليل القشط بمهاجمة الجذور الحرة وفصلها من السلسلة الجزيئية للبوليمر مكونة سلاسل جزيئية صغيرة (4) كما في المخطط التوضيحي (2). تهاجم أيونات الهيدروكسيد (OH) الموجودة في محلول القشط روابط الاستر كاربونات الموجودة في البوليميرات ومنها كاشف CR-39 ويحدث أنقسام (Cleavage) لهذه الروابط ينتج أيون الكاربونات ونواتج قشط عضوية أخرى (5) كما في الشكل (3).

محاليل جديدة لقشط كاشف الأثر CR-39

تحضر محاليل من هيدروكسيدات الفلزات القلوية التي تعد بصورة عامة قادرة على قشط الأثار النووية في الكواشف البوليميرية العضوية منها كاشف CR-39، من هذه المحاليل (هيدروكسيد الليثيوم LiOH، هيدروكسيد الصوديوم NaOH، هيدروكسيد البوتاسيوم KOH وهيدروكسيد الربيدوم RbOH) (6) المحلول الأكثر أستعمالاً هو محلول NaOH الذي يحضر بعبارية (6-7) وتحت درجة حرارة 70°C. ثم أستعمال خليط من NaOH و KOH بنسب متفاوتة (7). أما الدراسات الحديثة فقط أستعملت محاليل جديدة لقشط كاشف الأثر النووي CR-39 منها

1. محلول محضر من منصهر حبيبات هيدروكسيد الباريوم المائية $8H_2O \cdot Ba(OH)_2$ Molten (8) وعند مقارنته مع محلول NaOH كانت النتيجة تقليل زمن القشط وكفاية عالية نسبياً.
2. محلول محضر من أذابة NaOH في الميثانول و NaOH مذاب في خليط من الميثانول والماء أيضاً (9).
3. تحضير محلول من أذابة NaOH في الايثانول الذي تم أستعماله ومقارنته مع محلول محضر من أذابة NaOH في الماء في هذه الدراسة.

معدل القشط العام على سطح الكاشف (V_b)

هي معدل كمية المادة التي تزال من سطح الكاشف في أثناء عملية القشط الكيميائي وتكون ثابتة لسطح المادة الواحدة. يمكن قياس V_b بطرائق عديدة منها (3):

1. طريقة قياس سمك الكاشف، وفيها يتم تحديد V_b من خلال العلاقة

$$V_b = h / t \text{ -----[1]}$$

إذ أن (h) سمك الطبقة المزالة من سطح الكاشف، (t) تمثل زمن القشط.

2. طريقة قياس قطر الأثر ، تحسب V_b عن طريق العلاقة

$$V_b = D / 2t \text{ ----- [2]}$$

اذ ان (D) هي قطر الأثر .

3. طريقة تغير الكتلة ، اذ تحسب كتلة الكاشف قبل وبعد القشط ويمكن أستعمال العلاقة الاتية لإيجاد V_b

$$V_b = \Delta m / 2\rho A t \text{ ----- [3]}$$

اذ ان :

$$\rho = \text{كثافة كاشف CR-39 (1.32 g cm}^{-3}\text{)}$$

$$A = \text{مساحة الكاشف (1*1cm}^2\text{)}$$

$$\Delta m = \text{تغير كتلة الكاشف (g)}$$

تعتمد V_b على كل من :

1. نوع الكاشف والتركيب الكيميائي له .
2. شروط القشط من (درجة حرارة مطول القشط ، تركيزه وزمن القشط) .
3. عمليات تشيع سطح الكاشف قبل القشط

مراحل العمل

المرحلة الاولى:مرحلة التشيع

لقد شععت مجموعة من كواشف الأثر النووي CR-39 ذي الأبعاد (1*1cm²) بجسيمات الفا (α -Particles) المنبعثة من المصدر ²⁴¹Am بطاقة 5.48 MeV مدة (10 min) .

المرحلة الثانية:مرحلة القشط الكيميائي

تم تحضير محولين للقشط الكيميائي هما

1. محلول محضر من أذابة حبيبات NaOH في الماء (NaOH/Water) والحصول على عيارية (4,5,6,6.25,6.5) بالاستعانة بالعلاقة الاتية:

$$\text{الوزن (W)gm} = \text{العيارية (N)} * \text{الوزن الجزيئي (MW)} * 1000 \text{ ml}$$

يحسب الوزن الجزيئي (MW) لمركب (NaOH) كما في أدناه:
MW=22.9898 (Na)+15.9994 (O)+1.00797(H)=39.99717

2. محلول محضر من أذابة حبيبات NaOH في الكحول الايثيلي (الايثانول 95%) NaOH/Ethanol والحصول على عيارية (0.5,1,1.5,2,2.25).

قسمت كواشف CR-39 المشععة على مجموعتين المجموعة الاولى قشطت بمحلول NaOH/Water والمجموعة الأخرى بمحلول NaOH/Ethanol، وذلك بتعليق الكاشف بداخل دورق حاوي على المحلول القاشط مغطى بغطاء محكم لمنع تبخر المحلول وحصول تغير في التركيز. وضع الدورق في حمام مائي بدرجة حرارة 70°C لمحلول NaOH/Water و 55°C لمحلول NaOH/Ethanol (لأنه بأنسبة للمحلول الأول ممكن زيادة درجة الحرارة لكن 70°C تكون الأنسب لأنها مرتبطة بمعاملات اخرى، أما بالنسبة الى المحلول الثاني فأن درجة الحرارة الأعلى من 55°C تجعله يتبخر ويتطاير لأنه مادة كحولية). مع مراعاة تحريك (Stirring) المحلول القاشط وذلك باستخدام (Magnetic Stirrer) . بعد ذلك اخذت الكواشف وغسلت بالماء المقطر وجففت جيدا .

المرحلة الثالثة:مرحلة القياس

لحساب معدل قشط السطح العام (V_b) أستعملت :

1. طريقة قياس السمك Thickness method

2. طريقة تغير الكتلة Change mass method

تضمنت الطريقة الاولى قياس سمك الكاشف قبل وبعد القشط (وذلك باستعمال المايكروميتر) لمعرفة كمية الطبقة المزالة (h) وتعويضها في المعادلة [1] لحساب قيمة V_b . أما الطريقة الثانية فقد أستعمل فيها الميزان الحساس لمعرفة كتلة الكاشف قبل وبعد القشط وبالإستعانة بالعلاقة [3] لحساب قيمة V_b .

النتائج ومناقشتها

أن لدرجة الحرارة وزمن القشط تأثيرا كبيرا على العيارية ومن ثم على (V_b) لأن كل منهما تحدد أنسب ظروف للقشط، وهذا متعارف عليه في دراسات (SSNTD) كواشف الأثر النووي للحالة الصلبة لهذا يتم تثبيت كل من درجة الحرارة وزمن القشط في حالة دراسة أنسب عيارية لأي محلول قاشط ، وأنسب درجة حرارة وزمن قشط تم اعتماداه (أخذت من أعمال سابقة ودراسات عالمية). ولكل محلول قاشط له درجة حرارة مناسبة خاصة به فضلا عن زمن القشط.

يبين الجدول (2) تغير قيم V_b بتغير العيارية لكل من طريقتي السمك وتغير الكتلة عند أستعمال المحلول القاشط NaOH/Water تحت درجة حرارة 70°C وزمن قشط (60min) وقد أظهرت النتائج زيادة قيمة V_b مع زيادة العيارية (N) كما ظهر أختلاف قليل في قيم V_b بطريقة قياس السمك عنها بطريقة تغير الكتلة والسبب يعود الى دقة وحساسية كل من المايكروميتر والميزان الحساس (ممكن أعتبار الطريقتين متقاربتين بالدقة ويتم أستخدامهما معا لأجل التاكيد). أما الجدول (3) فيعبر عن تغير قيم V_b بتغيير العيارية لكلا الطريقتين عند أستعمال المحلول القاشط NaOH/Ethanol تحت درجة حرارة 55°C وزمن قشط (30min) أعتمادا على دراسات حديثة أجريت بهذا الخصوص ، اذ تم قياس (V_b) عند شروط القشط نفسها بطريقة (Masking Method) وهي طريقة دقيقة جدا وحديثة ، وقد كانت قيم (V_b) تتراوح بين (22.364 $\mu\text{m/h}$) عند عيارية (0.5N) و (61.584 $\mu\text{m/h}$) عند عيارية (3N) (10) فضلا عن ذلك

تم قياس V_b بطريقة (Diameter Method) وقد كانت قيمها تتراوح بين (15.830 $\mu\text{m/h}$) عند عيارية (0.5N) و (36.380 $\mu\text{m/h}$) عند عيارية (3N) (11). أما بالنسبة الى نتائج البحث الحالي فأنا استخدمنا طريقتين لقياس (V_b) مختلفة عن طرائق الدراسات العالمية المذكورة وكانت النتائج للمقارنة بين المحلولين واضحة ومختلفة عن غيرها من الدراسات، وظهر واضحاً أن (V_b) عند استعمال محلول NaOH/Ethanol أكبر من قيمتها عند استعمال محلول NaOH/Water وهنا تمت المقارنة، اذ ان محلول NaOH/Ethanol أختصر زمن القشط ووفر لنا كميات من حبيبات NaOH لأنه للحصول على عيارية قليلة نستعمل وزناً قليلاً من المادة القاشطة وهكذا. مثلاً للحصول على عيارية 6.25N للمحلول المائي نحتاج الى أن نذيب (250gm) من حبيبات NaOH النقية في اللتر الواحد. أما في حالة الحصول على (2N) من المحلول الكحولي NaOH/Ethanol نحتاج الى أن نذيب (80gm) فقط في اللتر الواحد. لقد أظهرت النتائج زيادة قيم V_b عند زيادة العيارية (N) الى ان تصل الى أقصى قيمة عند (2N) بعدها تتناقص يعود السبب الى أن الأيثانول يقلل من قيمة العتبة (Threshold) للمحلول القاشط التي هي أقل قيمة للعيارية لازمة لظهور الأثر المستتر بالقشط الكيميائي والى أمتزاجية جزئية (Miscibility) للإيثانول مع نواتج القشط العضوية من خلال قشط كاشف CR-39 (10)، اذ ان معدل نواتج القشط عند قشط الكاشف في NaOH/Ethanol أكبر منها في NaOH/Water والطبقة المترسبة من كاربونات الصوديوم (كنواتج قشط) تتجمع على سطح الكاشف بسبب عدم قابليتها على الذوبان (insolubility) وتصل الى حالة التشبع في الأيثانول وذلك بزيادة عيارية NaOH/Ethanol سوف يزداد معدل أنتاج كاربونات الصوديوم حتى تصل الى درجة عزل سطح الكاشف عن المحلول القاشط ومعدل قشط السطح (V_b) يتناقص (10) لذلك في كلا المحلولين القاشطين نستعمل التحريك كي يقلل من تجمع نواتج القشط على سطح الكاشف.

الأستنتاجات

1. أستعمل الكحول الايثيلي (الإيثانول) لتحضير محلول قاشط (عند إذابة حبيبات NaOH فيه) مناسب لقشط كاشف الأثر CR-39 لانه يزيد من قيم V_b .
2. تزداد قيم V_b مع زيادة العيارية لمحلول NaOH/Ethanol حتى تصل الى أعلى قيمة عند (2N) ثم تتناقص. أما بالنسبة الى المحلول الأخر NaOH/Water فأن فيه V_b تستمر بالزيادة مع زيادة العيارية ولكن تم اختيار 6.25N عيارية مناسبة لأنه عند حساب باقي متغيرات القشط مثل V_t (معدل قشط الاثر) فأن الحساسية V المحسوبة من العلاقة ($V = \frac{V_t}{V_b}$) سوف تقل عند كبر قيمة V_b .
3. كانت قيم V_b المحسوبة بطريقتي قياس السمك وتغير الكتلة متقاربة.

المصادر

1. Fleischer, R.L. ; Price, P. & walker, R. M. "Nuclear Tracks in Solids", University of California Press.(1975)
2. Lyer, R. H. & Chandhury, N. K. , " Radiation Measurement " , 27: 529 (1997)
3. Nikezic, D. & Yu, K. N., "Materials Science and Engineering" , R46: 51 (2004)

4. Parkhurst , M. A. ; Hadlock , D. E. and Faust , L.G. , " Nuclear Track " 12: 593 (1986)
5. Tse , K. C. C. ; Nikezic ,D. & Yu, K.N. , "Nuclear Instruments and Methods in Physics Research" , B263: 300 (2007)
6. durrani , S.A. & Bull , R.K. " Solid State Nuclear Track Detection : Principles , Methods and Applications " , Pergamon Books Ltd. , (1987)
7. Waheed , A.& Manzoor , S., " Nuclear Instruments and Methods in Physics Research " , B47: 320 (1990)
8. Tahiri , I. A. , Matiullahand & Subhani , M. S. , " radiation Measurement" 37: 205 (2003)
9. Matiullah , Rehman . S. & mati , N. " Radiation Measurement" 39: 551 (2005)
10. Chan , K. F. ; Ng , F. M. F. ; Nikezic , D. & Yu, K. N. , "Nuclear Instruments and Methods in Physics Research" , B263: 284 (2007)
11. Matiullah , S. Rehman , S.Reham and W. Zaman , " Radiation Measurement " 39 : 337 (2005)

جدول (1) بعض أنواع كواشف الأثر النووي للحالة الصلبة وشروط القشط لكل كاشف

No	Category	Detector Material	Composition	General Etching Condition		
				Etchant	Temp. C	Etching Time
1	(Minerals /Crystals)	Olivine	MgFeSiO ₄	KOH Solu.	160	6 min
		Zircon	ZrSiO ₄	HF(10%)	23	30 sec
		Quartz	SiO ₂	H ₃ PO ₄ (85%)	500	1 min
		MiCa	KAL ₃ Si ₃ O ₁₀ (OH) ₂	KOH Solu.	210	10 min
				HF(48%)	23	3sec-40min
2	Glasses	Sodalime glass	23 SiO ₂ :5Na ₂ O:5CaO:Al ₂ O ₃	HF(48%)	23	3sec
		Phosphate glass	10P ₂ O ₅ :1.6BaO:Ag ₂ O:2K ₂ O:2Al ₂ O ₃	HF(48%)	23	3sec
3	Plastics	(Lexan,Makro fol) (CN,LR-115)**	C ₁₆ H ₁₄ O ₃	(6N) NaOH	60	60min
		CR***	C ₆ H ₈ O ₉ N ₂	(3-6N) NaOH	50	40min
			C ₁₂ H ₁₈ O ₇	(6-7) NaOH	70	(1-4)h

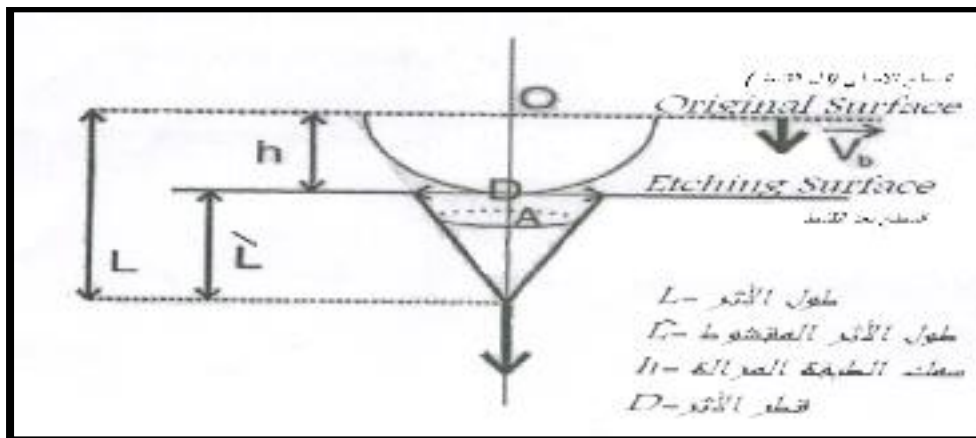
*Polycarbonate Plastics **Cellulose Nitrate ***Allyldiglycolcarbonate

جدول (2) قيم V_b بطريقتي قياس السمك وتغير الكتلة لعياريات مختلفة باستعمال محلول NaOH/Water

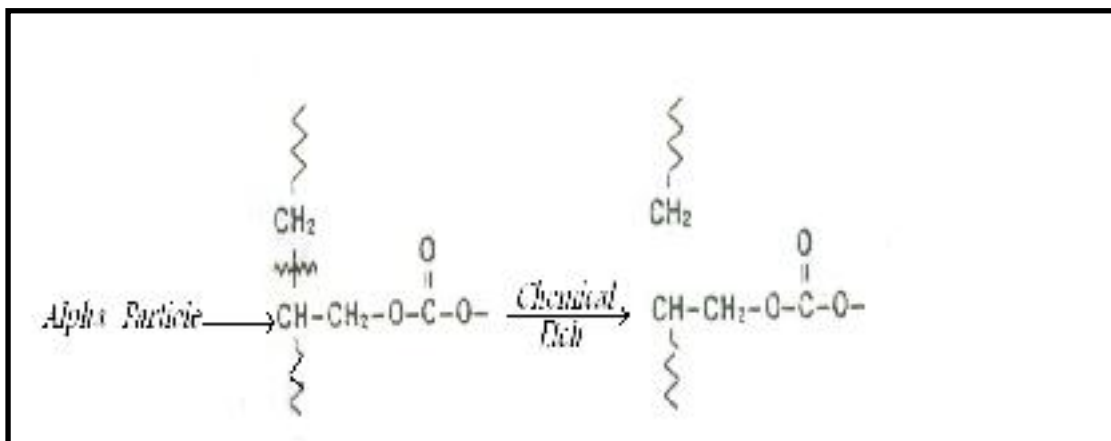
Normality (N)	V_b ($\mu\text{m/h}$) By Thickness Method	V_b ($\mu\text{m/h}$) By Change Mass Method
4	0.692±0.05	0.685±0.11
5	0.728±0.18	0.713±0.06
6	1.019±0.26	1.042±0.28
6.	1.381±0.29	1.335±0.19
256.5	1.416±0.86	1.429±0.77

جدول (3) قيم V_b بطريقتي قياس السمك وتغير الكتلة لعياريات مختلفة باستعمال محلول NaOH/Ethanol

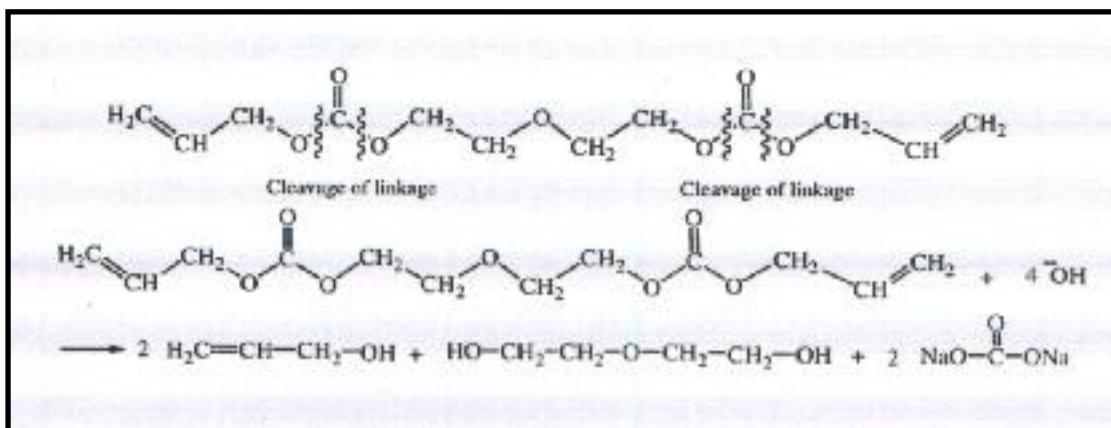
Normality (N)	V_b ($\mu\text{m/h}$) By Thickness Method	V_b ($\mu\text{m/h}$) By Change Mass Method
0.5	17.162±0.60	17.253±0.71
1.0	23.012±0.72	22.971±0.69
1.5	35.480±0.91	35.400±0.33
2.0	40.116±0.40	40.313±0.24
2.5	39.108±1.22	39.862±0.12
2.75	37.241±0.63	37.139±0.35
3.0	36.977±1.09	36.915±0.18



شكل(1)المخطط الهندسي لشكل الأثر المستتر المقشوط



شكل(2)عملية كسر الاصرة التساهمية للكاشف بواسطة الاشعاع المؤين والقشط الكيميائي له



شكل(3)التركيب الكيميائي لكاشف CR-39 مضاف اليه المحلول القاشط

A comparison Between Two Etchants Used to Etch Surface of CR-39 Nuclear Track Detector

B. J. Hussein

Department of Physics, College of Education, Ibn AL-Haitham, Baghdad University

Abstract

The search included a comparison between two etchants for etch CR-39 nuclear track detector, by the calculation of bulk etch rate (V_b) which is one of the track etching parameters, by two measuring methods (thickness and change mass). The first type, is the solution prepared from solving NaOH in Ethanol (NaOH/Ethanol) by varied normalities under temperature (55°C) and etching time (30 min) then compared with the second type the solution prepared from solving NaOH in water (NaOH/Water) by varied normalities with (70°C) and etching time (60 min). All detectors were irradiated with (5.48 Mev) α -Particles from an ^{241}Am source in during (10 min). The results that V_b would increase with the increase of the normality of etchant until we arrive to the upmost value at (2N) then it would decrease, where (40.116 $\mu\text{m/h}$) and (40.313 $\mu\text{m/h}$) were for both of the methods consecutively, and when compared with etchant of (NaOH/Water) was (1.416 $\mu\text{m/h}$) and (1.429 $\mu\text{m/h}$) consecutively.

