

تغير معدل القشط العام لكاشف الاثر النووي CR-39 مع عيارية المحلول الكيميائي القاشط

احمد عبد العبيدي¹، عمار عبد عبدالله البطاوي¹، عمر كريم يونس²

¹قسم الفيزياء، كلية العلوم، جامعة كركوك، كركوك، العراق

²قسم الفيزياء، كلية التربية للعلوم الصرفة، جامعة تكريت، تكريت، العراق

المخلص

يهدف البحث الى دراسة التغير في معدل القشط العام (V_B) لكاشف الاثر النووي CR-39 مع تغير عيارية المحلول القاشط. لقياس معدل القشط العام أستعملت طريقة قياس السمك المزال حيث قُشط الكاشف بالمحلول المائي لهيدروكسيد لصوديوم NaOH بعيارات مختلفة وهي (4, 5, 6, 7)N وبدرجة حرارة $(70 \pm 1)^\circ C$. وجد ان معدل القشط العام V_B للكاشف CR-39 يزداد أسياً مع زيادة عيارية المحلول وبقيم مقدارها $\mu m/h$ (2.08, 1.421, 0.954, 0.687) عند عيارات المحلول القاشط في اعلاه على التوالي. تم الحصول على معادلة أسية لمعدل القشط العام مع عيارية المحلول وقورنت النتائج التي حصلنا عليها مع نتائج اخرين استخدموا طرائق اخرى حيث اظهرت توافقاً جيداً مع تلك النتائج .

1. المقدمة

يتغير V_B أسياً مع درجة حرارة المحلول القاشط عند ثبوت تركيز المحلول [6, 7].

هناك عدد من التقانات تستعمل في قياس معدل القشط العام للكاشف (V_B) منها [9]:

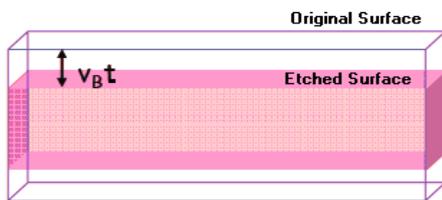
- تقانة قياس كمية المادة المزالة بالقشط (القياس التناقلي)
- تقانة قياس السمك المزال بالقشط.
- تقانة قياس قطر الأثر.
- تقانة قياس طول- قطر الأثر.

وتعد تقانة قياس السمك المزال (removal thickness) من الطرائق الشائعة في قياس معدل القشط العام؛ وتعطي نتائج جيدة وذلك بقياس فرق السمك المزال من سطح الكاشف قبل القشط وبعده لأزمان قشط متعاقبة باستخدام العلاقة

$$V_B = \frac{h}{t} \dots \dots (1) [10]$$

حيث h يمثل السمك المزال من سطح الكاشف في زمن قشط t .

By Thickness Method



شكل (1) : رسم تخطيطي للسمك المزال من الكاشف [11]

3. طريقة العمل

أستعملت شريحة من كاشف الأثر النووي CR-39 سمكه $400 \mu m$ ذو خلفية اشعاعية قليلة لقياس معدل القشط العام V_B . قطع الكاشف بشكل منظم بأبعاد $1 \times 1 \text{ cm}^2$ وصقلت حافاتها بشكل جيد للتخلص من الخدوش لغرض الحصول على قيم دقيقة لـ V_B . ولكون ان معدل القشط العام يعد معلماً مهماً من معالم الكاشف، فقياسه مهم في حساب العديد من المتغيرات والمعلومات الفيزيائية للأثر المتكونة في الكاشف جراء تشعيها بالجسيمات المشحونة. أُجريت عملية القشط

يعد معدل القشط العام (V_B) ومعدل القشط على طول الأثر (V_T) من المعلمات المهمة في فهم كيفية نمو الأثر المقشوط للجسيمات المشحونة وتطور أشكالها في كواشف الاثر النووي الصلبة (SSNTD's) [1].

فمعدل القشط العام V_B يعرّف بأنه معدل ما يزال من السطح العام للكاشف بعملية القشط من خلال التفاعل الكيميائي بين المحلول القاشط ومادة الكاشف، فقد يحدث تحلل (degradation) تدريجي للكاشف يصاحبه نقصان في سمكه مع تقدم عملية القشط [2]، تبعاً لطبيعة المحلول القاشط وزمن القشط ونوع الكاشف [3]. ويعتمد معدل القشط العام على عوامل عدة منها نوع الكاشف، ومدى تجانس مادته وتمائل خواصها، ونوع المحلول الكيميائي القاشط، وتركيزه، ودرجة حرارته والمحاليل الكيميائية المضافة فضلاً عن اعتمادها على العوامل البيئية مثل الرطوبة، والجفاف، وتغير درجات الحرارة [4, 5] أثناء التشيع. ويمتلك معدل القشط العام قيمة واحدة محددة تبعاً لنوع الكاشف محددة بظروف القشط [6] والعوامل البيئية على مدى سمك مزال غير كبير من سطح الكاشف (أي لفترات زمن قشط غير طويلة) [7, 8].

2. الجانب النظري

يعرّف معدل القشط العام (V_B) Bulk etching velocity بأنه معدل ما يزال من المادة من سطح الكاشف في وحدة الزمن بفعل القشط الكيميائي للكاشف. فقد يحدث تحلل تدريجي للجزيئات السطحية للكاشف مع تقدم عملية القشط [2] تبعاً لطبيعة المحلول القاشط، وزمن القشط، ونوع الكاشف [3]. فعلمية القشط تؤدي إلى إزالة طبقة تلو الأخرى ويقل سمك الكاشف شيئاً فشيئاً ونتيجة لذلك تزال طبقات متعاقبة من الجزيئات السطحية من سطح الكاشف في فترات قشط متتابعة بفعل المحلول القاشط.

وإن التأثير النهائي هو إزالة طبقة من المادة من سطح الكاشف، فخلال عملية القشط تزال طبقة بعد أخرى حيث لا يتعدى السمك المزال أكثر من $(7 - 4) \mu m$ ، ويقل سمك الكاشف شيئاً فشيئاً. فيما

المزال من الكاشف مع زيادة زمن القشط وكذلك مع زيادة عيارية المحلول القاشط. فزيادة عيارية المحلول القاشط يؤدي الى عمليات تفاعل اسرع لمادة الكاشف مع المحلول الكيميائي القاشط وبالتالي زيادة الكميات المنحلة (degradation) من جزيئات الكاشف من السطح ، فضلا عن ان زيادة زمن القشط هو الاخر يؤدي الى انحلال اكثر وبالتالي نقصان سمك الكاشف وزيادة السمك المزال كما هو واضح من الصور في الشكل (2).

الجدول (1) : معدل السمك المزال من الكاشف CR-39

N	7	6	5	4
t (h)	h (µm)			
0	0	0	0	0
0.5	1.1	0.67	0.414	0.33
1	2.163	1.246	0.979	0.731
1.5	3.09	2.275	1.257	1.03
2	4.323	3.014	1.597	1.246
2.5	5.371	3.784	2.101	1.463
3	6.489	4.304	2.657	1.958
3.5	7.4322	5.15	3.262	2.184
4	8.661	5.627	3.78	2.73
4.5	9.319	6.253	4.326	3.132
5	10.258	7.13	4.669	3.514

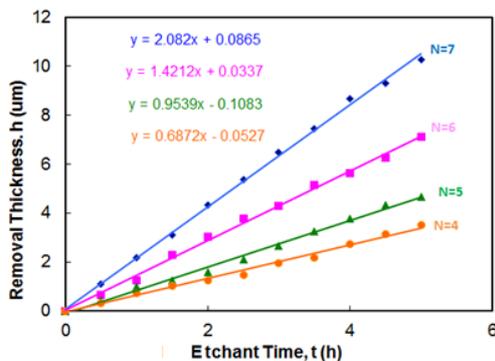
الكيميائي باستعمال عيارات مختارة N (4, 5, 6, 7) من المحلول المائي لهيدروكسيد الصوديوم NaOH عند درجة حرارة $(70 \pm 1) ^\circ C$ وذلك لايجاد مقدار السمك المزال عند ازمان متعاقبة من القشط. تم تصوير السمك الجانبي للكاشف عند الازمان المتعاقبة للقشط وللعيارات المستخدمة وقيس مقدار سمك الكاشف قبل القشط وبعده من عدة مناطق للكاشف وتم ايجاد معدل السمك المزال لكل حالة ليصار الى استعمالها في حساب معدل القشط العام V_B . أُستعملت في عملية تصوير سمك الكاشف وقياسه مجهر بصري نوع (Novel) صيني المنشأ مثبت عليه كاميرا رقمية نوع MDCE-5A وموصلة الى حاسوب.

4. النتائج والمناقشة

هناك نمطان لقياس معدل القشط العام لكاشف الاثر النووي إذ يمكن ايجاده إما بتشعيه بالجسيمات المشحونة أو بدون تشعيه بتلك الجسيمات تبعا للطريقة المستعملة في القياس. فقد أُستعمل نمط عدم تشعيه الكاشف بالجسيمات في طريقة السمك المزال لقياس معدل القشط العام CR-39 ، والجدول (1) يوضح مقدار السمك المزال من الكاشف جراء عملية القشط الكيميائي فلأزمان قشط متعاقبة ولكل عيارية المحلول القاشط. يلاحظ من الجدول (1) زيادة مقدار السمك

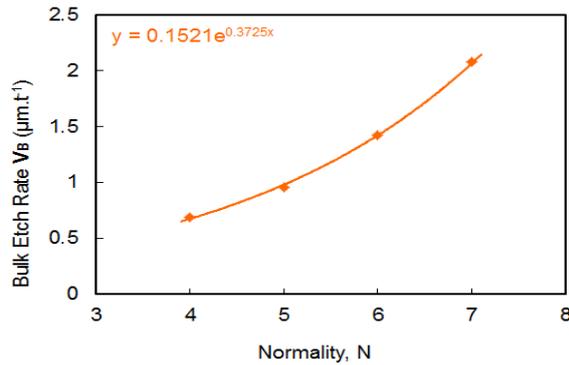
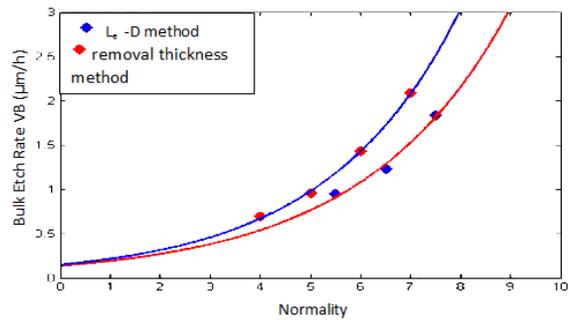


الشكل (2) : صور توضح التغير في سمك الكاشف CR-39 جراء عملية القشط لأزمان قشطيه مختلفة ولعيارات مختلفة للمحلول القاشط



شكل (3) : العلاقة بين السمك المزال والزمن القشط

الشكل (3) يوضح العلاقة بين السمك المزال من الكاشف وزمن القشط لعيارات مختلفة للمحلول القاشط ، ويلاحظ من الشكل ان العلاقة هي خطية وان سمك الطبقة المزالة من السطح العام للكاشف يزداد بزيادة تركيز المحلول بثبوت الظروف الاخرى وان زيادة عيارية المحلول الكيميائي القاشط تعمل على زيادة تحلل جزيئات الكاشف.

شكل (4) : تغير معدل القشط العام V_B مع تركيز المحلول القاشطشكل (5) : مقارنة معدل القشط العام V_B مع نتائج [12]

الاستنتاجات

من خلال النتائج التي حصلنا عليها نستنتج بان قيم V_B يتغير بشكل اسي، وان زيادة عيارية المحلول القاشط يؤدي الى زيادة معدل القشط العام للكاشف مما يُزيد من سرعة ظهور الاثر، ويمكن استخدام المنحني بين معدل القشط العام (V_B) وتركيز المحلول (N) كمنحني معايرة لإيجاد معدل القشط العام عند اي تركيز ضمن الظروف المستخدمة. وهذه النتائج تتفق مع ما توصل اليه الباحثان النعيمي وقاسم [12] على الرغم من اختلاف التقنية التي استعملوها.

[6] النعيمي، سعيد حسن سعيد (2000)، "تغير معدل القشط العام لكاشف الأثر النووي CR-39 تحت الظروف البيئية"، جامعة الموصل، مجلة التربية والعلم، العدد 44.

[7] العبيدي، احمد عبد إبراهيم (2000)، "تأثير العوامل القشطية والمعالجة الحرارية على كاشف الأثر النووي PM-355 استجابته الطاقية لجسيمات ألفا"، رسالة ماجستير، كلية التربية، جامعة الموصل، العراق.

[8] Szydłowski A., Sadowski M., Czyżewski T., Jaskola M., Kormona A., Kedzierski J. and Krestschmer W. (1999), "Investigation of response of CR-39, PM-355 and PM-500 types of nuclear track detectors to energetic carbon ions". Rad. Meas., 312: pp257-260.

[9] الحبيطي، ياسر يحيى قاسم (2012) "تطوير نمذجة المظاهر الجانبية لأثار جسيمات ألفا في الكاشف النووي CR-39 تبعاً لتركيز

ويأخذ ميل الخط المستقيم واستخدام العلاقة (1) تم حساب معدل القشط العام V_B للكاشف لكل عيارية وكما موضح في الجدول (2).

الجدول (2) معدل القشط العام عند عياريات مختلفة للمحلول القاشط

N	V_B (µm/h)
4	0.687
5	0.954
6	1.421
7	2.082

الشكل (4) يوضح العلاقة بين قيم معدل القشط العام (V_B) وعيارية المحلول القاشط (N)، حيث يلاحظ ان معدل القشط العام يزداد مع عيارية المحلول القاشط بشكل أسي (exponentially) وقد وجد أنه يأخذ الصيغة الرياضية التجريبية الآتية:

$$V_B = a \exp (bN) \quad (2)$$

$$\text{where } a = 0.1521, b = 0.3725$$

الشكل (5) يمثل مقارنة قيم V_B التي حصلنا عليها باستعمال طريقة قياس السمك المزال مع النتائج التي حصل عليها النعيمي وقاسم بطريقة القياس التجريبي لطول- قطر الاثر (L_D) الناتج من جسيمات ألفا في كاشف CR-39 لعياريات مختلفة للمحلول القاشط، يلاحظ من الشكل ان نتائجننا متوافقة الى حد كبير مع نتائج النعيمي وقاسم [12] حيث حصلنا ايضاً على علاقة اسيية لمعدل القشط العام وعيارية المحلول على الرغم من اختلاف عياريات المحلول وكذلك اختلاف طريقة القياس.

المصادر

[1] محمود، الهام حازم (2011)، "طريقة جديدة لإيجاد معلمات الأثار ومظاهرها الجانبية في كاشفي CR-39 و LR-115"، رسالة ماجستير، كلية التربية، جامعة الموصل، العراق.

[2] Nikezic, D. and Yu, K. N. (2004), "Formation and Growth of Tracks in Nuclear Track Materials", Materials Science and Engineers, R 46, pp. 51-123.

[3] Yip, C. W. Y., Ho, J. P. Y., Nikezic, D. and Yu, K. N. (2003), "Study of Inhomogeneity in Thickness of LR 115 Detector with SEM and Form Talysurf". Radiat. Meas., 36, pp. 161-164.

[4] Ng F. M. F.; Nikezic, D. and Yu, K. N. (2005), "Measuring Depths of Sub-Micron in a CR-39 Detector from Replicas Using Atomic Force Microscopy", Radiat. Meas., 40, pp. 380-383.

[5] النعيمي، سعيد حسن سعيد (2014)، "تأثير درجة الحرارة المحلول القاشط في معدل القشط العام لكاشف CR-3"، جامعة اليرموك، سلسلة أبحاث اليرموك للعلوم الصرفة والهندسية، مقبول للنشر.

Bologna.

<http://www.slac.stanford.edu/spires/find/hep/wwwauthors?key=6995985>

[12] النعمي، سعيد حسن سعيد، ياسر يحيى قاسم (2012)،

"استخدام طريقة Le-D لايجاد معدل القشط العام لكاشف الأثر النووي CR-39". جامعة اليرموك، سلسلة أبحاث اليرموك للعلوم

الصرفة والهندسية، المجلد 6، العدد 1 : ص 17 - 25.

الفاشط الكيميائي " اطروحة الدكتوراه، كلية التربية، جامعة الموصل، العراق.

[10] Kocsis, Z. S.; Dwivedi, K. K. and Brandt, R. (1997), "Studies on the Track Formation Mechanism of the Heavy Ions in CR-39", Radiat. Meas., 28(1-6), pp.177-180.

[11] Manzoor, S. (2006), "Nuclear Track Detectors for Environmental Studies and Radiation Monitoring", Physical Department, University of

Variation of the Bulk Etch Rate of Nuclear Track Detector CR-39 With the Chemical Etchant Solution Normality

Ahmed A. Al-obedy, Ammar A. AL-Battawy, Omar K. Younus

^{1b}Physics Dept., College of science, Kirkuk University, Kirkuk, Iraq

² Physics Dept., College of Education for Pure Science, Tikrit University, Tikrit, Iraq

Abstract:

The variation of the bulk etch rate (V_B) of nuclear track detector CR-39 with the normality of the chemical etchant were studied. The removal thickness measurement method is used to determine the bulk etch rate. the detectors were etched by an aqueous solution of NaOH with normalities (4, 5, 6, 7) N at temperature $(70 \pm 1)^\circ\text{C}$. It was found that the bulk etch rate is exponentially increasing with the normality of the solution and its values are (0.687, 1.421, 0.954, 2.082) $\mu\text{m/h}$ at normalities (4, 5, 6, 7) N respectively. the relation between the bulk etch rate and the etchant normality was an exponential relation and the results showed good agreement with the results of the others used other normalities and another measurement method.