

Effect of Ultraviolet Radiation and Alpha-particles on Nuclear Track Detector CR-39

Z. H. Mohialdeen¹ , M. A. D. Al-Jubbori^{2*} 

^{1,2} Department of Physics, Collage of Education for Pure Sciences, University of Mosul, Mosul, Iraq

Article information

Article history:

Received: December 18, 2022
Accepted: January 23, 2023
Available online: June 01, 2023

Keywords:

UV
alpha particles
CR_39 detector
Bulk etching rate
track lengths.

Correspondence:

M. A. D. Al-Jubbori
mushtaq_phy8@yahoo.com

Abstract

In this work, the bulk etch rate V_B is calculated using various methods, including the removed thickness, the saturation track, and the length-diameter track. A 200 μm -thick CR-39 detector manufactured by Page Moldings (Pershore) in the United Kingdom was cut into several identical pieces ($1 \times 1 \text{ cm}^2$). In order to obtain longitudinal track profiles, these sheets were exposed to alpha particles with an energy of 2.6 MeV emitted from a ^{241}Am source, followed by 30 minutes of exposure to UV light. The CR-39 samples were etched in a 6.25 N NaOH solution at 70° C. These tracks are etched for 15 minutes before being digitally photographed with an optical microscope. It was established that the predominant lengths of alpha particle tracks are those that fall perpendicular to the detector surface. The bulk etch rates for CR-9 were found to be 1.227 $\mu\text{m}/\text{h}$ for irradiation with alpha, and 2.035 $\mu\text{m}/\text{h}$ for irradiation with UV and then alpha particles.

DOI: [10.33899/edusj.2023.137328.1300](https://doi.org/10.33899/edusj.2023.137328.1300), ©Authors, 2023, College of Education for Pure Sciences, University of Mosul.
This is an open access article under the CC BY 4.0 license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

المقدمة:

تُعرف كواشف الأثر النووي الصلبة بأنها مواد عازلة كهربائية أو شبه موصلة صناعية لها القدرة على تخزين آثار الجسيمات المؤينة فيها لفترة طويلة ، وإظهارها على شكل آثار لأضرار جسيمة عند تعرضها للجسيمات المؤينة يتولد فيها مساراً ضيقاً يضرر الجسيمات يسمى الآثار المستترة وتتشكل هذه الآثار عند مرور جسيمات ألفا أو شظايا الانشطار أو الجسيمات غير المشحونة مثل النيوترون ، ويتم التعرف على الجسيم الساقط وطاقته من شكل الآثار ومسارات الضرر ، لذلك تستخدم كواشف الأثر النووي الصلبة للكشف عن الجسيمات المشحونة والنيوترونات، ويتم الكشف عن النيوترونات من خلال قياس الآثار التي تنتجها البروتونات المرتدة من سقوط النيوترون [1-3].

تمتاز كواشف الأثر النووي الصلبة بخصائص عديدة جعلت منها أداة فعالة في الكشف عن الجسيمات المشحونة وشظايا الانشطار وكذلك النيوترونات [4]. وتتملك هذه الكواشف خصائص عدة متوفرة، قليلة التكلفة، سهولة التعامل معها ولا تحتاج إلى الأجهزة الإلكترونية وإمدادات الطاقة مما يعطي مرونة كبيرة في استخدامها في المناطق التي لا يمكن فيها توصيل الأجهزة الإلكترونية وغيرها من المتطلبات التي تحتاجها أجهزة الكشف الإلكترونية. من بين الخصائص الأخرى لهذه الكواشف أنها تتمتع بالاستجابة والكفاءة وتتميز بدرجة كبيرة من التجانس والانتظام في مادتها ، وشفافيتها الضوئية العالية ، فضلاً عن سهولة إظهار آثار الجسيمات المشحونة فيها بسبب وفرة من المحاليل الكيميائية الفاشطة [5-10]. وقدرة الكبيرة على الاحتفاظ بآثاره لفترة طويلة في الظروف العادية [11][12].

نتيجة لهذه الخصائص العامة وغيرها من الخصائص الإضافية التي يتميز بها كل كاشف أثر نووي صلب ، اعتماداً على نوعه وتركيبه الكيميائي ، توسعت مجالات استخدامه وتضاعفت وتطورت ودخلت مجالات علمية وعملية وتكنولوجية كثيرة ، خاصة في العقدين الماضيين [13-16]. وبالتالي ، يتم استخدامه في تحديد أعمار المناطق الجيولوجية والصخور ، وفي علم الآثار ، وفي اكتشاف الجسيمات الثقيلة المشحونة مثل شظايا الانشطار النووي ، وفي تمييزها عن الجسيمات الأخف ، وفي تحديد تركيزات غاز الرادون واليورانيوم في المواد والماء. و التربة وفي التنقيب بحدوث الزلازل عن طريق قياس التغير في تراكيز غاز الرادون المنبعثة من التشققات في التربة الواقعة على الخط الزلزالي لتلك المناطق ، وكذلك في دراسة طاقة الأيونات والمجالات الطبيعية [17-20].

يعتبر كاشف الأثر النووي CR-39 مادة بلاستيكية شفافة يُعرف بـ PADC أو بولي ثنائي الأثيلين كلاًيكول ، وثنائي اليل الكربونات [21]. يحضر هذا الكاشف من عملية البلمرة لكربونات الأليل دايكول المتعدد Ploy Ally diglycol Carbonat والصيغة الجزيئية له $(C_{12}H_{18}O_7)_n$ ، وان الوزن الجزيئي المكافئ له يساوي 274 وكثافة مادته (1.32 g/cm^3) [10][22]، ولا يحتوي في تركيبته على النيتروجين.

درس Tse et al تأثيرات فوتونات الأشعة فوق البنفسجية بأطوال موجية مختلفة (أي UVA + B و UVA و UVC) على PADC (كربونات polyallyl diglycol) كما قام بدراسة التعديلات الكيميائية بواسطة مطياف فورييه لتحويل الأشعة تحت الحمراء (FTIR) كما تم تحديد الخواص الميكانيكية النانوية المقابلة ولوحظ أيضاً أن التعرض للأشعة فوق البنفسجية تسبب في معدل حفر أكبر نسبياً في بداية الحفر. ومع ذلك ، انخفض معدل الحفر بالجملة مع عمق عينة PADC بسبب انخفاض معدل انتشار الأكسجين في مناطق أعماق [23].

ناقش Tse et al آثار التعرض للأشعة فوق البنفسجية على أجهزة الكشف عن المسار النووي ذات الحالة الصلبة وأكد أن التعرض للأشعة فوق البنفسجية يمكن أن يغير بشكل كبير معدل الحفر الأكبر (V_B) ومعدل حفر المسار (V_I) لكاشفات CR-39 بطول موجي قصير للأشعة فوق البنفسجية كما قام بدراسة التغييرات في الخواص الكيميائية والفيزيائية والميكانيكية لكاشفات CR39 تحت إشعاع الأشعة فوق البنفسجية جنباً إلى جنب مع أليات تحلل الصورة المقابلة من أجل شرح تباين سلوك الحفر لكاشفات CR-39 في $NaOH / H_2O$ [24].

كما درس Jaleh et al تغير معدل القشط العام مع زمن التشعيع وتبين ان معدل القشط العام يزداد بزيادة زمن التشعيع بالأشعة فوق البنفسجية [25]. ودرس Kassim and Alkhaty تأثير التشعيع بالأشعة فوق البنفسجية على معلمات الأثر النووي في كاشف CR-39 [26].

ان الهدف من الدراسة الحالية معرفة تأثير التشعيع بالأشعة فوق البنفسجية على معلمات الأثر النووي في كاشف CR-39 وكذلك حساب معدل القشط العام V_B بطرائق مختلفة ومالمقارنة مع بعض النتائج العالمية.

الجانب النظري

هنالك عدد من الطرائق لحساب معدل القشط العام V_B ومنها:

طريقة السمك المزال (Removed thickness method):

في هذه الطريقة يتم قياس السمك المزال من سطح الكاشف $\Delta h(\mu m)$ لأزمان قشط متعاقبة $\Delta t(h)$ وتعطى V_B بالعلاقة التالية :

$$V_B = \frac{\Delta h}{2\Delta t} \quad \dots \dots (1)$$

حيث يظهر العامل (2) في المقام كون عملية القشط تتم على وجهي الكاشف في آن واحد ، عند حساب V_B بطريقة السمك المزال، يتم قشط الكاشف مباشرة بدون عملية التشعيع ، ويتم قياس السمك المزال من سطح الكاشف إما باستخدام مجهر القوة الذرية AFM ، المعروف بطريقة عدم التقشر (peeled-off)، أو باستخدام مجهر موصول بكاميرا رقمية متصلة بالحاسوب [2][27].

طريقة ثبوت الأثر (Track saturation method):

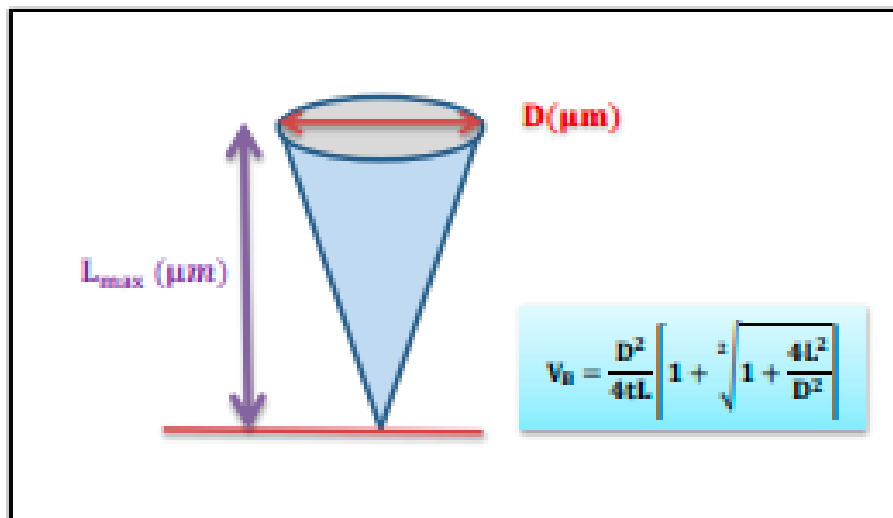
تعتبر هذه الطريقة حديثة نوعاً ما لقياس معدل القشط العام وذلك من خلال معلمات الأثر عند بداية ثبوته وهي كل من طول الأثر عند الثبوت ويسمى أقصى طول اثر $L_{max} (\mu m)$ والذي يقابل زمن الثبوت $t_{sat} (hr)$ وبايجاد مدى جسيمات ألفا $R(\mu m)$ في الكاشف CR – 39 من برنامج SRIM [28] تم قياس معدل القشط العام من المعادلة التالية [14][2] :

$$V_B = \frac{R-L_{max}}{t_{sat}} \quad \dots \dots (2)$$

طريقة قطر طول الأثر (D_Le method) :

تعتمد هذه الطريقة على طول وقطر الأثر في مرحلة النمو أي في مرحلة المخروط المنتظم وتتطلب هذه الطريقة دقة في قياسات طول الأثر المقشوط في مرحلة نموه $L_e(\mu m)$ وكذلك قطره $D(\mu m)$ والشكل (1) يوضح معلمات الأثر المقشوط في مرحلة المخروط المنتظم ويمكن ايجاد V_B من العلاقة الآتي [29][2]:

$$V_B = \frac{D^2}{4tL} \left[1 + \sqrt{1 + \frac{4L^2}{D^2}} \right] \quad \dots \dots (3)$$



الشكل (1): معدل القشط العام بطريقة علاقة قطر _ طول الأثر [30].

طريقة العمل :

في هذا البحث قطع كاشف الأثر النووي في الحالة الصلبة CR-39 ذات السمك $200\mu\text{m}$ الى عدة أجزاء ذات مساحة $(1 \times 1\text{cm}^2)$ حيث اشتملت الدراسة على حالتين : الحالة الاولى تم تشيع كاشف الأثر النووي CR-39 بجسيمات ألفا من خلال مصدر الأمريسيوم Am^{241} ذو فعالية $(1\mu\text{Ci})$ وبطاقة جسيمات ألفا 2.6MeV وبزاوية سقوط عمودية على سطح الكاشف CR-39 أما الحالة الثانية فقد شععت قطعة أخرى من الكاشف CR-39 بالأشعة فوق البنفسجية UV (342nm) لمدة نصف ساعة ثم شعع بجسيمات ألفا بعد ذلك تم قشط الكاشفين بمحلول هيدروكسيد الصوديوم NaOH بتركيز 6.25N ودرجة حرارة $(70 \pm 1^\circ\text{C})$ من أجل الحصول على صور دقيقة لأطوال الأثار واقطارها وسمك الطبقة المزلة عند ازمان قشطية متعاقبة بفترة زمنية (1_4 h) وبعد ذلك تم تصوير الاثار المتكونة في الكاشف عند ازمان قشط مختلفة عن طريق المجهر البصري (الضوئي) (XSZ-H Series Biological Microscope) المزود بكاميرا رقمية نوع (MADC_5A) مربوطة على حاسبة شخصية PC.

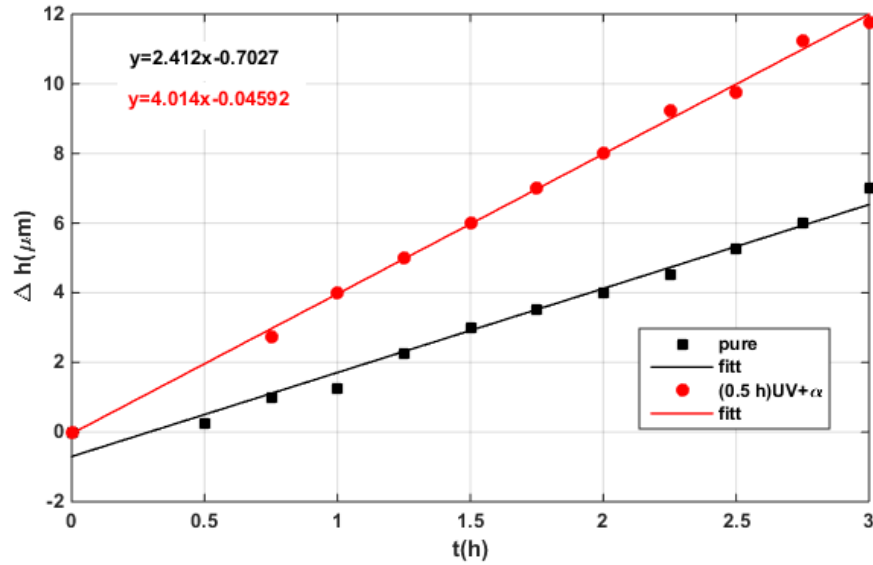
النتائج والمناقشة:

في كاشف CR-39 ، يمكن أن تتسبب جسيمات ألفا والأشعة فوق البنفسجية في حدوث انشقاق كبير في السلسلة والربط المتبادل. في CR-39 ، تترك جزيئات ألفا وراءها آثارًا وتسبب ضررًا دائمًا على طول مساراتها. هذا الضرر يجعل من الصعب على الجذور الحرة أن تتحد. نظرًا لانخفاض متوسط الوزن الجزيئي للمسار ألفا ، يمكن استخدام محلول هيدروكسيد الصوديوم للتعرف عليه بسهولة. في معظم الأوقات ، يؤدي تشيع البوليمرات بالأشعة فوق البنفسجية إلى إثارة جزيئية في البداية ، تليها معالجة لاحقة في هذه السلسلة. النتائج التجريبية للحد الأقصى لطول المسار القابل للوصول ، ووقت التشيع ، ومعدل الحفر بالجملة يؤدي إعادة تركيب الجذور الحرة إلى الارتباط المتقاطع ، مما يرفع معدل الحفر الكتلي لأن المنتجات المحفورة أكثر قابلية للذوبان [31].

لاحظنا ان السمك المزال من الكاشف الثاني (المشعب بـ UV ثم بألفا) اكبر من السمك المزال من الكاشف الاول (المشعب بـ الفا فقط) كما موضح الشكلين (2,3) لان تشيع الكاشف UV يسرع من عملية القشط لأزمان قشط متعاقبة $\Delta t(\text{h})$ وباستخدام المعادلة (1) حيث في دراستنا الحالية وجدنا أن قيمة معدل القشط العام للكاشف الاول هي $1.206\mu\text{m/h}$ وللكاشف الثاني (المشعب بـ UV ثم بألفا) $2.007\mu\text{m/h}$.

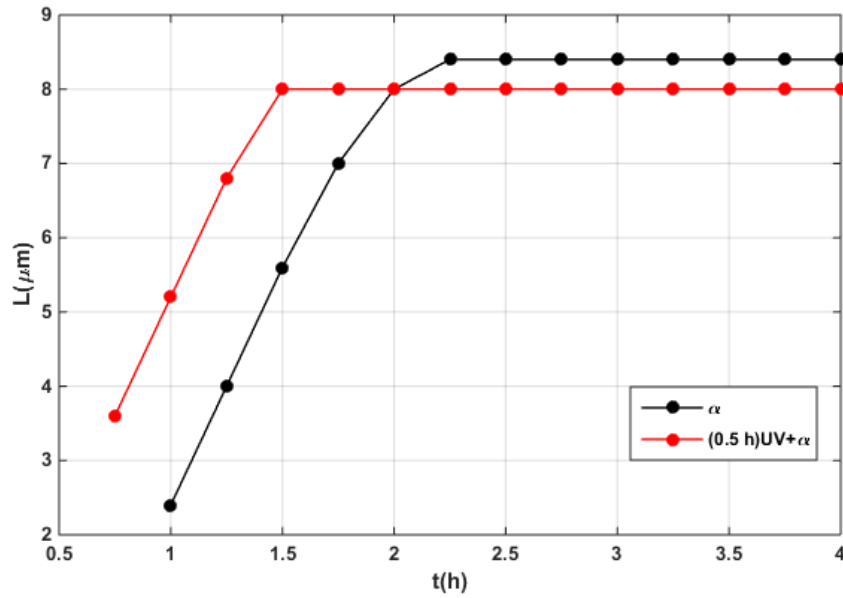
Objective lens 10x		IPix=1μm		
T = 70°C		h ₀ = 206 μm		
t (h)	Δh(μm)	thickness without irradiation	Δh(μm)	thickness irradiation (UV+ alpha)
0	0		0	
1	1.25		2.75	
2	4		8	
3	7		11.75	

الشكل (2) صورة تُوضح التغير في سمك الكاشف CR-39 في الحالتين قبل التشعيع بأشعة UV وبعده



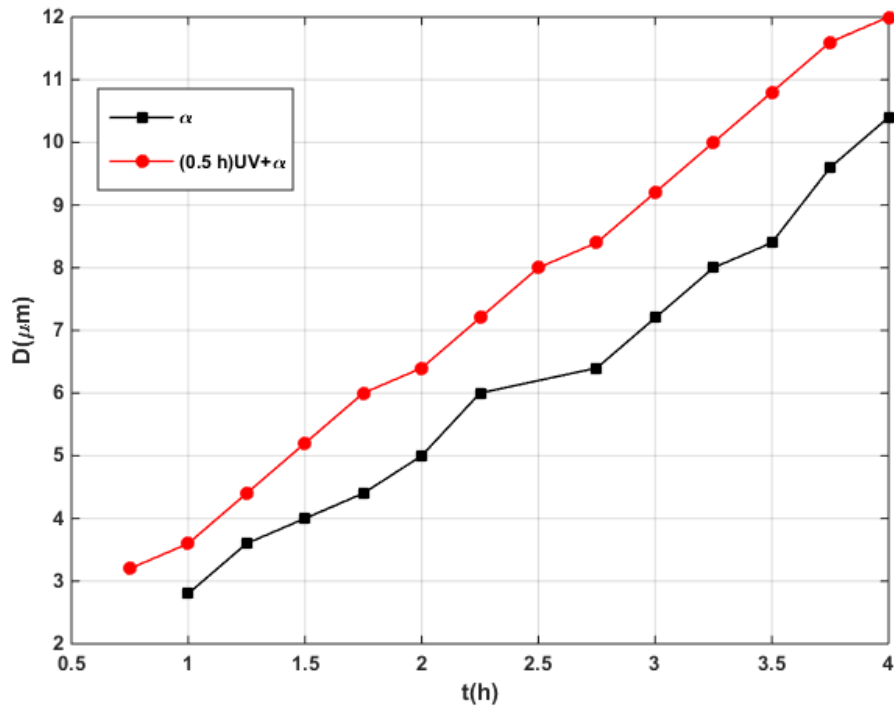
الشكل (3) علاقة توضح السمك المزال مع زمن القشط

نلاحظ ان طول الأثار المتكونة على سطح الكاشف المشع بجسيمات ألفا أكبر من طول الأثار المتكونة على سطح الكاشف المشع بالأشعة فوق البنفسجية UV ثم بجسيمات ألفا كما هو موضح في الشكل (4) نتيجة لتكسر الاواصر بعد التشعيع وتغلغل الاوكسجين في الكاشف وبالتالي فان معدل القشط العام للعينة الثانية أكبر من معدل القشط العام للعينة الاولى وباستخدام المعادلة (2) حيث ان قيمة V_B للعينة الاولى $1.204 \mu\text{m/h}$ وللعينة الثانية $2.073 \mu\text{m/h}$.



الشكل (4) : العلاقة بين طول الاثر المقشوط وزمن القشط في الحالتين

ومن الشكل (5) نلاحظ ان أقطار الاثار للكاشف النووي CR_39 المشع بـ UV ثم ألفا أكبر من أقطار العينة الاولى من الكاشف النووي CR_39 المشعة بألفا فقط نتيجة زيادة معدل القشط العام بعد التشعيع كما هو موضح بالشكل (5) وبالتالي فان معدل القشط العام للعينة الثانية أكبر من معدل القشط العام للعينة الاولى وباستخدام المعادلة (3) حيث ان قيمة V_B للعينة الاولى $1.271 \mu\text{m/h}$ وللعينة الثانية $2.026 \mu\text{m/h}$.



الشكل (5) يوضح العلاقة بين أقطار الأثار وزمن القشط

الجدول (1): قيم معدل القشط العام بوحدات $\mu\text{m/h}$

Method	Removed layer	$V_B = \frac{R - L_{\max}}{t_{\text{sat}}}$	L-D	mean	
Present work	Alpha	1.206±0.221	1.204±0.069	1.271±0.075	1.227
	UV+alpha	2.007±0.172	2.073±0.113	2.026±0.056	2.035
Tse et al; 2006	Alpha	1.23	-----	-----	-----
	UV+alpha	2.12	-----	-----	-----
Kassim and Alkhayat, 2021	Alpha	-----	0.92±0.001	-----	-----
	UV+alpha	-----	1.12±0.001	-----	-----

الاستنتاجات:

في الدراسة الحالية شجع كاشف الاثر النووي بجسيمات الفا واشعة فوق البنفسجية ويتضح ان هنالك فرقاً واضحاً بتأثير الاشعة فوق البنفسجية على الكاشف. حيث نلاحظ ان زمن الثبوت للأثر يقل عند التشعيع بالاشعة فوق البنفسجية عما هو التشعيع بالفا فقط وهذا يتفق مع دراسة Kassim and Alkhayat, 2021، كذلك ينطبق الحال على اقطار اثار الفا اذ يتضح ان القطر تبدو اكبر لنفس زمن التشعيع عند التشعيع باشعة UV. حُسب معدل القشط العام بثلاثة طرق وهي طريقة السمك المزال وطريقة ثبوت الأثر إضافة الى طريقة قطر-طول الأثر وكانت القيم $(1.206, 1.204 \text{ and } 1.271)\mu\text{m/h}$ للطرق الثلاثة على التوالي. ومن الجدول (1) يتبين ان هنالك توافقاً جيداً ، وان معدل القشط العام للكاشف يزداد بالتشعيع بالاشعة فوق البنفسجية عما هو مشعع بجسيمات الفا فقط وهذا يتفق مع الدراسات الحديثة . كما يتضح من الدراسة الحالية تقارب في قيم معدل القشط العام المحسوبة بالطرق الثلاث .

شكر وتقدير

يود ان يشكر الباحثين عمادة كلية التربية للعلوم الصرفة قسم الفيزياء جامعة الموصل لتهيئة المستلزمات المطلوبة لاجراء البحث

المصادر:

- [1] M. A. Al-Jubbori, "Extension of alpha particles in CR-39-etched track depth model to heavier ions," *Radiat. Eff. Defects Solids*, vol. 168, no. 11–12, pp. 1004–1010, Dec. 2013, doi: 10.1080/10420150.2013.811503.
- [2] M. A. Al-Jubbori, "A parameterization of the chemistry-normality dependence of bulk etch rate in a CR-39 detector," *Appl. Radiat. Isot.*, vol. 118, no. September, pp. 228–231, Dec. 2016, doi: 10.1016/j.apradiso.2016.09.022.
- [3] Y. T. Al-Khalil, M. Fromm, E. M. Awad, R. B. Alkhayat, A. T. Zakar, and M. A. Al-Jubbori, "On the question of track etch rate amplitude variation in the Bragg-peak vicinity: Experimental verification for low-energy α -particle tracks in CR-39," *Nucl. Instruments Methods Phys. Res. Sect. A Accel. Spectrometers, Detect. Assoc. Equip.*, vol. 1031, no. February, p. 166516, 2022, doi: 10.1016/j.nima.2022.166516.
- [4] B. Dorschel, D. Hermsdorf, U. Reichelt, S. Starke, and Y. Wang, "3D computation of the shape of etched tracks in CR-39 for oblique particle incidence and comparison with experimental results," vol. 37, pp. 563–571, 2003, doi: 10.1016/S1350-4487(03)00243-9.
- [5] S. H. S. Al-niaemi and A. K. M. Al-ramadhni, "Bulk Etch Rate and the Activation Energy of the CR-39 Detector using Thickness Difference Method," *Kirkuk Univ. J. /Scientific Stud.*, vol. 13, no. 2, pp. 114–126, 2018.
- [6] K. N. Yu, F. M. F. Ng, and D. Nikezic, "Measuring depths of sub-micron tracks in a CR-39 detector from replicas using Atomic Force Microscopy," *Radiat. Meas.*, vol. 40, no. 2–6, pp. 380–383, Nov. 2005, doi: 10.1016/j.radmeas.2005.03.011.
- [7] M. A. Al-Jubbori, "V-function to investigate tracks of the alpha particle irradiated CR-39 detector," *Radiat. Meas.*, vol. 136, no. June, p. 106388, Aug. 2020, doi: 10.1016/j.radmeas.2020.106388.
- [8] D. Hermsdorf and M. Hunger, "Determination of track etch rates from wall profiles of particle tracks etched in direct

- and reversed direction in PADC CR-39 SSNTDs,” *Radiat. Meas.*, vol. 44, no. 9–10, pp. 766–774, Oct. 2009, doi: 10.1016/j.radmeas.2009.10.007.
- [9] D. Nikezic and K. N. Yu, “Computer program TRACK_TEST for calculating parameters and plotting profiles for etch pits in nuclear track materials,” *Comput. Phys. Commun.*, vol. 174, no. 2, pp. 160–165, Jan. 2006, doi: 10.1016/j.cpc.2005.09.011.
- [10] D. Nikezic and K.N. Yu, *Computer simulation of radon measurements with nuclear track detectors*. Computer Physics Research Trends 3, 2007.
- [11] A. A. Azooz and M. A. Al-Jubbori, “Alpha particles energy estimation from track diameter development in a CR-39 detector,” *Appl. Radiat. Isot.*, vol. 115, pp. 74–80, Sep. 2016, doi: 10.1016/j.apradiso.2016.06.008.
- [12] M. A. Al-Jubbori, “Empirical model of alpha particle track length in CR-39 detector,” *Nucl. Instruments Methods Phys. Res. Sect. A Accel. Spectrometers, Detect. Assoc. Equip.*, vol. 871, pp. 54–58, Nov. 2017, doi: 10.1016/j.nima.2017.07.049.
- [13] M. A. Al-Jubbori, M. Fromm, and E. M. Awad, “Strong etching formulation (time and rate) for PADC with deep depth bulk etch rate study,” *Nucl. Instruments Methods Phys. Res. Sect. A Accel. Spectrometers, Detect. Assoc. Equip.*, vol. 1005, no. December 2020, p. 165402, Jul. 2021, doi: 10.1016/j.nima.2021.165402.
- [14] A. A. Azooz, S. H. Al-Nia’emi, and M. A. Al-Jubbori, “Empirical parameterization of CR-39 longitudinal track depth,” *Radiat. Meas.*, vol. 47, no. 1, pp. 67–72, Jan. 2012, doi: 10.1016/j.radmeas.2011.10.015.
- [15] A. A. Azooz, D. Hermsdorf, and M. A. Al-Jubbori, “New approach of modeling charged particles track development in CR-39 detectors,” *Radiat. Meas.*, vol. 58, pp. 94–100, Nov. 2013, doi: 10.1016/j.radmeas.2013.08.012.
- [16] A. A. Azooz and M. A. Al-Jubbori, “Interrelated temperature dependence of bulk etch rate and track length saturation time in CR-39 detector,” *Nucl. Instruments Methods Phys. Res. Sect. B Beam Interact. with Mater. Atoms*, vol. 316, pp. 171–175, Dec. 2013, doi: 10.1016/j.nimb.2013.09.001.
- [17] D. Nikezic, M. Ivanovic, and K. N. Yu, “A computer program TRACK_P for studying proton tracks in PADC detectors,” *SoftwareX*, vol. 5, pp. 74–79, 2016, doi: 10.1016/j.softx.2016.04.006.
- [18] B. Daci, K. Tushe-Bode, E. Bylyku, and D. Prifti, “Study of optimal etching conditions of passive radon detectors (SSNTD’s Cr-39),” 2019, vol. 160025, no. February, p. 160025, doi: 10.1063/1.5091352.
- [19] Y. Khlile and M. Al-Jubbori, “Investigate Oblique Incident Alpha Particle Tracks on CR-39 Detector,” *J. Educ. Sci.*, vol. 29, no. 3, pp. 196–210, Sep. 2020, doi: 10.33899/edusj.2020.127268.1081.
- [20] S. Malo, Y. Qasim, and M. Al-Jubbori, “Study of nuclear track parameters of normal incident alpha particles on CR-39 detector,” *J. Educ. Sci.*, vol. 30, no. 2, pp. 110–120, Mar. 2021, doi: 10.33899/edusj.2021.129461.1139.
- [21] V. R. Oganessian, V. V. Trofimov, M. Danziger, B. Dörschel, D. Hermsdorf, and O. L. Orelovitch, “Proton tracks and the formation of pores in poly[diethylene glycol bis-(allyl carbonate)],” *Radiat. Meas.*, vol. 40, no. 1, pp. 32–36, Sep. 2005, doi: 10.1016/j.radmeas.2005.02.002.
- [22] A. A. Azooz and M. A. Al-Jubbori, “Alpha particles energy estimation from track diameter development in a CR-39 detector,” *Appl. Radiat. Isot.*, vol. 115, pp. 74–80, 2016, doi: 10.1016/j.apradiso.2016.06.008.
- [23] K. C. C. Tse, F. M. F. Ng, and K. N. Yu, “Photo-degradation of PADC by UV radiation at various wavelengths,” *Polym. Degrad. Stab.*, vol. 91, no. 10, pp. 2380–2388, Oct. 2006, doi: 10.1016/j.polymdegradstab.2006.03.017.
- [24] K. C. C. Tse, D. Nikezic, and K. N. Yu, “Effects of UVC irradiation on alpha-particle track parameters in CR-39,” *Radiat. Meas.*, vol. 43, pp. S98–S101, Aug. 2008, doi: 10.1016/j.radmeas.2008.03.029.
- [25] B. Jaleh, A. Nasri, N. Shahbazi, and H. Nikfarjad, “Surface properties of UV irradiated CR-39 polymer before and after chemical etching and registration of fingerprints on CR-39,” *Radiat. Meas.*, vol. 101, pp. 22–28, Jun. 2017, doi: 10.1016/j.radmeas.2017.04.020.

- [26] Y. Y. Kassim and R. B. Alkhatay, "Influence of UV irradiation on the diameters and depths of alpha-particle tracks in CR-39 detectors," *Nucl. Instruments Methods Phys. Res. Sect. B Beam Interact. with Mater. Atoms*, vol. 503, no. July, pp. 6–10, Sep. 2021, doi: 10.1016/j.nimb.2021.07.005.
- [27] D. Nikezic, J. P. Y. Ho, C. W. Y. Yip, V. S. Y. Koo, and K. N. Yu, "Feasibility and limitation of track studies using atomic force microscopy," *Nucl. Instruments Methods Phys. Res. B*, vol. 197, pp. 293–300, 2002.
- [28] J. F. Ziegler, M. D. Ziegler, and J. P. Biersack, "SRIM – The stopping and range of ions in matter (2010)," *Nucl. Instruments Methods Phys. Res. Sect. B Beam Interact. with Mater. Atoms*, vol. 268, no. 11–12, pp. 1818–1823, Jun. 2010, doi: 10.1016/j.nimb.2010.02.091.
- [29] S. Balestra *et al.*, "Bulk etch rate measurements and calibrations of plastic nuclear track detectors," *Nucl. Instruments Methods Phys. Res. Sect. B Beam Interact. with Mater. Atoms*, vol. 254, no. 2, pp. 254–258, Jan. 2007, doi: 10.1016/j.nimb.2006.11.056.
- [30] S. Manzoor *et al.*, "Nuclear Track Detectors for Environmental Studies and Radiation Monitoring," *Nucl. Phys. B - Proc. Suppl.*, vol. 172, pp. 92–96, Oct. 2007, doi: 10.1016/j.nuclphysbps.2007.07.017.
- [31] D. Sinha, R. Mishra, S. P. Tripathy, and K. K. Dwivedi, "Effect of high gamma doses on the etching behaviour of different types of PADC detectors," *Radiat. Meas.*, vol. 33, pp. 8–12, 2001.

تأثير الأشعة فوق البنفسجية وجسيمات ألفا على كاشف الأثر النووي CR-39

زينب حاتم محي الدين¹، مشتاق عبد داود الجبوري^{2*}

¹ قسم الفيزياء، كلية التربية للعلوم الصرفة، جامعة الموصل، الموصل، العراق

الخلاصة:

في هذا البحث حسب معدل القشط العام بطرق مختلفة منها: طريقة السمك المزال، وطريقة ثبوت طول الأثر إضافة الى طريقة طول-قطر الأثر، استخدم كاشف CR-39 ذو منشأ بريطاني Page Moldings (Pershore) UK وبسمك $200\mu\text{m}$ حيث قطع الى عدة أجزاء ذات مساحة $(1 \times 1\text{cm}^2)$ من اجل الحصول على الأثر المتكونة نتيجة التشعيع بجسيمات الفا والأشعة فوق البنفسجية، حيث شعع بجسيمات الفا من مصدر الأمريشيوم ^{241}Am بطاق 2.6MeV . ومن ثم شعع بالأشعة فوق البنفسجية لمدة 30 دقيقة. قشطت العينات بمحلول هيدروكسيد الصوديوم NaOH بتركيز 6.25N ودرجة حرارة $(70 \pm 1^\circ\text{C})$. اخذت الأطوال السائدة الناتجة عن التشعيع بأثر جسيمات الفا ذات الانحراف القليل عند السقوط العمودي على سطح الكاشف. الأثر المتكونة قشطت بزمن دوري ولفترات دورية تراوحت 15 دقيقة عن طريق المجهر البصري والمثبت عليه كاميرا مربوطة على الحاسوب الشخصي.. في هذا البحث وجد ان معدل القشط العام V_B للحالة الاولى $1.227 \mu\text{m/h}$ وللحالة الثانية $2.035 \mu\text{m/h}$ للتشعيع بألفا والتشعيع بأشعة فوق البنفسجية ومن ثم الفا على التوالي.