يح مجلة التربية والعلم - المجلد (23)، العدد (3)، لسنة ٢٠١٠ مع

مقارنة نظرية وعملية لمعلمات أثر نووي في كاشف الأثر CR-39 ناتج مقارنة نظرية وعملية لمعلمات أثر نووي في كاشف الأثر

ياسر يحيى قاسم قسم الفيزياء / كلية التربية جامعة الموصل

الاستلام القبول ۲۰۰۹ / ۲۰۰۹ ۲۰۰۹ ۲۰۰۹

ABSTRACT

The aim of this work is to study some fundamental of tracks experimentally and theoretically in the detector CR-39 of thickness 250 μ m, A computer program (TRACK-TEST) was used for calculating track parameters. The results show that a maximum energy lost is occurred when the energy of alpha particles is about 1.0 MeV, The tracks tip for incident alpha energies 1 and 1.5 MeV appeared in a spherical phase which is called over etch step at etch time 2hr, while a sharp phase for energies 5.5,4.5,3.5,2.5 MeV was investigated, The maximum track depth was found experimentally is about (1.0) MeV, while the calculated value of this depth was found about (1.0) MeV.

الملخص يهدف البحث إلى دراسة بعض معلمات الأثر النووي تجريبياً ونظرياً في كاشف23-CR ذو سمك ٢٥٠μ m. ٢٥٠ل استخدم برنامج حاسوبي (Track-Test) في حساب بعض متغيرات الأثر النووي، وقد أظهرت النتائج العملية والنظرية إن أعلى امتصاص للطاقة يكون عند ١.٥MeV تقريباً، كذلك تبين أن قمة فتحة الأثر يكون كروياً تقريباً عند الطاقة ١.٥MeV مرحلة ما بعد نهاية مدى الجسيم في الكاشف (٢) كافية لهاتين الطاقتين للوصول إلى القشط في مرحلة ما بعد نهاية مدى الجسيم في الكاشف (Over Etched Step)، بينما تكون فتحة الأثر ذو شكل حاد للطاقات الأخرى، كما تبين أن أعلى قيمة لعمق الآثار المحسوبة نظرياً عند الطاقةMeV (٢.٥) فيما كانت أعلى قيمة لعمق الآثار المحسوبة عمليا للطاقةMeV (١.٥). المقدمة:

لقد حاول الكثير من العلماء تكريس بحوثهم لفهم آليات نمو الأثر في كواشف الأثر النووي، إذ وضع العديد من الانموذجات لغرض فهم الأثر الناتج وكيفية نموه ودراسة متغيراته وقد اعتمدت هذه الانموذجات على معلمين مهمين هما معدل القشط العام V_B ومعدل القشط على طول الأثر V_t ، ونتيجة التقدم الحاصل فقد استحدثت برامج حاسوبية لدراسة الأثر النووي وشكله وبعض متغيراته وحساب أطوال محوريه الرئيسي والثاني لفتحة الأثر ، إن تفاعل الجسيمات مع كواشف الأثر النووي الصلبة لا تختلف عن تفاعلها مع المواد. فهو يستند على مبدأ أن الجسيم الثقيل المشحون يسبب تأينا في الكاشف عند المرور خلاله [1].

إن أكثر النظريات قبولا في تفسير تكون الأثر في الكواشف النووية الصلبة هي آلية تكون الضرر بالجذور الكيميائية في البوليمرات (المواد العضوية). وتستند هذه النظرية على إن مرور الجسيمات المشحونة الثقيلة في المواد الصلبة العضوية تعمل على تكسير السلاسل البوليمرية وانحلالها (Degradation) على طول مسارها مكونة سلاسل بوليمرية قصيرة ذات نهايات فعالة وجذور حرة منتجة مواد بأوزان جزيئية واطئة [2] ومكونة مناطق ذات طاقات كامنة اكبر من المناطق غير المتضررة مما تسهل مهاجمتها من المحلول القاشط (لإظهار تلك المناطق) مقارنة بالمناطق السليمة (غير المتضررة).

إن عدد الإنحلالات في السلسلة البوليمرية يعتمد على مقدار الطاقة الممتصة وزمن تعرضها للإشعاع [٢]، وان نوعية الضرر المتكون في الكاشف تعتمد بشكل أساس على طبيعة الجسيم القاصف (كتلته وشحتنه وطاقته) وكذلك على التركيب الكيميائي للبوليمر [3].

فإذا ما تعرض الكاشف المحتوي على آثار كامنة إلى محلول كيميائي فعّال ومناسب فانه يؤدي إلى قشط عام للمادة بمعدل معين يسمى معدل القشط العام V_B وعادة ما يكون مساويا إلى بضعة µm/hr؛ وقشط باتجاه عمق (طول) الأثر في المنطقة المتضررة يسمى معدل قشط الأثر مي المنطقة المتضررة يسمى المعدل قشط الأثر V_T .وإن المناطق المتضررة تكون هشة لامتلاكها طاقة كامنة اكبر من المناطق السليمة بسبب الطاقة المنتقالة إليها من الجسيمات القاصفة لها. لذا فان معدل القشط على على طول الأثر في المنطقة المتضررة يسمى معدل ورائ المناطق المناطق المتضررة تكون هشة لامتلاكها طاقة كامنة اكبر من المناطق السليمة بسبب الطاقة المنتقلة إليها من الجسيمات القاصفة لها. لذا فان معدل القشط على طول الأثر V_T يكون أسرع من معدل القشط العام للمناطق السليمة وهذا يتناسب مع على طول الأثر الكاشف البلاستيكي في تلك المناطق. إن الكاشف يمتلك زاوية قطع الكشف ردجة تلف بنية الكاشف البلاستيكي في تلك المناطق. إن الكاشف يمتك زاوية قطع الكشف ورؤيتها وتسمى بالزاوية الحرجة Θ (Critical angle) للكشف عن الجسيمات القاصفة. فهذه الزاوية تمثل النقطة ألفاصلة بين ظهور الأثر المقسوط من عدمه، وإن كل كاشف له زاوية سقوط الزارية تمثل النوية تمثل النوية الما معدل القشوط من عدمه، وإن كل كاشف له زاوية سقوط الرائوية معاري الروية تعلي الما ألما الأثار المقلول من عدمه، وإن كل كاشف له زاوية سقوط الزارية تمثل النولية ألفاصلة بين ظهور الأثر المقسوط من عدمه، وإن كل كاشف له زاوية سقوط الزاوية تمثل النقطة ألفاصلة بين ظهور الأثر المقسوط من عدمه، وإن كل كاشف له زاوية سقوط الزاوية تمثل النوطة ألفاصلة بين ظهور الأثر المقسوط من عدمه، وإن كل كاشف له زاوية سقوط الزاوية تمثل النوطة ألفاصلة بين ظهور الأثر المقسوط من عدمه، وإن كل كاشف له زاوية سقوط الزاوية معالية الزاوية المور الأثر المقسوط من عدمه، وإن كل كاشف له زاوية مولا

مقارنة نظرية وعملية لمعلمات أثر نووي في كاشف الأثر CR-39 ناتج من جسيمة ألفا.

حرجة $heta_{
m C}$ خاصة به تعتمد على التركيب الكيميائي لمادة الكاشف، والظروف القشطية، وطبيعة الجسيمات القاصفة.

واقترح فليشر وجماعته (.Fleischer *et al.*) آن الآثار ناتجة عن معدل الفقدان الكلي لطاقة الجسيمة المشحونة المكونة للأثر لوحدة المسار. وطبقاً لهذا توجد عتبة للطاقة المفقودة $dE/\rho dx$] لكل مادة كاشفة للمسار، وان الجسيمات التي لها معدل طاقة مفقودة أقل من $dE/\rho dx$] فإنها تسجل مسارات داخل المادة (مناطق ضرر) ولكن لا يمكن إظهارها بعملية القسط الكيميائي التقليدي. أما الجسيمات التي لها معدل فقدان طاقة اكبر من (dE/\rhodx]، فإنها تسجل مسارات بكفاءة عالية ويمكن إظهارها بالقشط الكيميائي التقليدي.

تستطيع جسيمات ألفا تكوين آثار مقشطة مباشرة في بعض الكواشف البلاستيكية المناسبة بصورة عامة، وإن مدى طاقة ألفا الذي يمكن الحصول على آثار مقشطة في الكاشف يكون محدوداً، إذ أن الحصول على آثار مقشطة تكون محددة بقيمة طاقة العتبة لتلك الكواشف ولاسيما الكواشف البلاستيكية بشكل عام، وهناك قيمتان لطاقة جسيمات ألفا وهي: صغري E_{min} وعظمى E_{max} اللتان من خلالهما يمكن تحديد احتمالية تكون الآثار المقشطة. إن حدّي عتبتي الطاقة E_{min} و E_{max} يكوِّنان آثاراً متشابهة الهوية إلى حد كبير، إذ تعرّف E_{min} بأنها تلك الطاقة التي عندها تكون مدى جسيمات ألفا قصيرة جدا بحيث لا يمكن إنتاج آثار يمكن مشاهدتها بسهولة. أما E_{max} فهي الطاقة التي عندها يكون معدل القشط على طول الأثر (V_T) قليلا جدا بحيث أن أطوال الآثار (أو أقطارها) لا تكون بالقدر الكافي من الطول أو (الكبر) 0.2 MeV تقرب من CR-39 لتمييزها في زمن قشط معين. ووجد أن قيمة E_{\min} لكاشف CR-39 تقرب من باستخدام القشط الكيميائي التقليدي، وبحدود 0.1 MeV باستخدام القشط الكهروكيميائي ,7] [6، وقيمة E_{max} تقرب من 20MeV [5]. ويظهر تأثير الأثر بوضوح في المواد العضوية ولاسيما في المواد ذات الجزيئات الطويلة مثل نترات السليلوز أو متعدد الكاربونيت التي تعد من المواد المفضلة في عملية التصنيع وفي التطبيقات العملية، وكذلك يمكن ملاحظة تأثير الأثر في المواد اللاعضوية مثل الزجاج والمايكا. وعلى الرغم من أن ظاهرة الآثار معروفة بشكل جيد في بعض المواد وتقنيتها سهلة وواضحة إلا انبه لا توجد نظرية موحدة توضبح بشكل دقيق كيفية تشَّكل الأثر [8]. وإن أفضل نظرية مقبولة لحد الآن هي نظرية تكون الجذور الكيميائية[5].

برنامج TRACK TEST لرسم الآثار

إن الأنموذجات المدروسة تتطلب برنامج حاسوبي للتطبيقات الحقيقية من اجل محاكاة نمو الأثر ولاحتساب معلمات الأثر (المحور الرئيس، والمحور الثانوي، وعمق الأثر وغيرها)، ومسار الأثر المغلق والمظهر الجانبي للأثر ومدى الجسيم. وقد نشر عدد من الباحثين نتائجاً

حول المظهر الجانبي للأثر ومعلماته [10, 12, 12]. وهناك برنامج حاسوبي يسمى حول المظهر الجانبي للأثر ومعلماته [11, 12 , 12]. وهناك برنامج حاسوبي يسمى TRACK TEST للباحثَين نيكزِك ويو (Nikezic and Yu) يقوم بمثل هذه المهام ويمكن الحصول عليها بسهولة. والبرنامج TRACK TEST مكتوب بلغة فورتران 90 Fortran الحصول عليها بسهولة. والبرنامج TRACK TEST مكتوب بلغة فورتران 90 Fortran القياسية وبالتحديد لجسيمات ألفا ويهدف إلى محاكاة آثار جسيمات ألفا المتكونة في كاشف القياسية وبالتحديد لجسيمات ألفا ويهدف إلى محاكاة آثار جسيمات ألفا المتكونة في كاشف القياسية وبالتحديد المعامات الفا ويهدف الى محاكاة آثار وسيمات ألفا المتكونة في كاشف القياسية وبالتحديد المعامات ألفا ويهدف الى محاكاة آثار وسيمات ألفا المتكونة وي كاشف محاكاة آثار وسيمات ألفا المتكونة وي كاشف محاكاة آثار وسيمات ألفا المتكونة وي كاشف القياسية وبالتحديد المتحديد؛ أي حساب إحداثيات النقاط الواقعة على جدار الأثر فضلاً عن تحديد المعلمات الأخرى المتعلقة بتكون الأثر ومن ثم رسم شكل الأثر وفتحته وعمقه. ويعتمد البرنامج على أنموذج نيكزك ويو (Nikezic and Yu) الخاص بتطور نمو لأثر [9,13] وعلى أنموذجات أخرى [14]، وقد تم استخدام هذا البرنامج في دراستنا الحالية.

تصميم البرنامج وعمله

البرنامج TRACK TEST مكتوب بلغة فورتران Fortran 90 القياسية من نيكزك TRACK TEST ويو (Nikezic and Yu) بالتحديد لجسيمات ألفا. فالإطار العام لخطوات تصميم هذا البرنامج يتضمن حساب المعلمات لآثار جسيمات ألفا التي تتضمن الخطوات الآتية:

يتطلب البرنامج لبدء العمل تحديد طريقة إدخال البيانات من المستخدم ويكون إدخال البيانات عن طريق لوحة المفاتيح بطبع حرف "K" أو بإدخال البيانات من خلال ملف INPUT DAT ويمكن تحريره باستخدام محرر نص وذلك بطبع حرف "I". ويستخدم البرنامج في إجراء حسابات لنوعين من الكواشف الأكثر استخداما وهما متعدد الكاربونيت CR-39 ونترات السليلوز 155–LR. ويُختار نوع الكاشف بطبع الحرف الأول من اسم الكاشف C ويتم تحديد طاقة جسيمة ألفا ومعدل القشط العام V_B، وزاوية سقوط جسيمة ألفا على الكاشف، واختيار شكل الدالة لنسبة معدل القشط V

إن البرنامج مزود بثلاثة أشكال للدالة V للكاشف 39-CR، ويمكن للمستخدم اختيار احد هذه الدوال. فقد حددت الدالة الأولى لـV لجسيمات ألفا في 39-CR من كرين وجماعته (Green et al.) [15] بالصيغة الآتية:

إن الدالتين المعرفتين بالمعادلتين (1 و2) موضحتان في الشكل (1)، ويلاحظ أن الدالة V تمتلك قيمة عظمى عند نقطة قريبة من نهاية مدى الجسيم، إذ أن الشكل يشبه منحني تأين براك، وان الدالتين كلتيهما تظهران نتائج مقاربة عند نهاية مدى الجسيم المناظرة لذروة براك في منحنيات قدرة الإيقاف مع وجود اختلافات واضحة في المنطقة ذات الطاقة المنخفضة (عند ذروة براك) [٨].



الشكل (١): دالتا V الأولى لــ ((Green et al) والثانية لــ (Brun et al) لآثار CR-39 جسيمات ألفا في

طريقة العمل:

تقطع شريحة الكاشف CR-39 إلى ثمان قطع بأبعاد cm^2 ((×۱) في هذا البحث،تقصف هذه الشرائح بجسيمات الفا المنبعثة من مصدر الامريشيوم Am²⁴¹ Am²⁴¹ بالطاقات البحث،تقصف هذه الشرائح بجسيمات الفا المنبعثة من مصدر الامريشيوم Am²⁴¹ Am²⁴¹ على (0.2,0.5,1.0,1.5,2.5,3.5,4.5,5.5) ولمدة خمس دقائق وبسقوط عمودي للجسيمات على الكاشف،كذلك استخدمت شريحة أخرى من الكاشف وبأبعاد cm^2 ($n \times 1.0$) لحساب معدل الكاشف،كذلك استخدمت شريحة أخرى من الكاشف وبأبعاد cm^2 ($n \times 1.0$) لحساب معدل الكاشف،كذلك استخدمت شريحة أخرى من الكاشف وبأبعاد cm^2 ($n \times 1.0$) لحساب معدل القشط العام V_B مع ملاحظة إن عملية التقطيع يجب أن تكون هندسية نوعاً ما وذلك لتجنب حدوث أي خدش في الكاشف، كما يجب أن تصقل حافات هذه القطعة بورق ناعم وذلك لجعله وضع الشريحة في فرن بدرجة حرارة C كامدة نصف ساعة للتخلص من الرطوبة الممتصة من قبلها من الجو للحصول على قياسات دقيقة لمعدل القشط العام ولا على وذلك لجعله وضع الشريحة في فرن بدرجة حرارة C كامدة نصف ساعة للتخلص من الرطوبة الممتصة من قبلها من الجو للحصول على قياسات دقيقة لمعدل القشط العام ولا الإمكان، يتم من قبلها من أي خدش بغية الحصول على قياسات دقيقة لمعدل القشط العام مع من الرطوبة الممتصة وضع الشريحة في فرن بدرجة حرارة C كامدة نصف ساعة للتخلص من الرطوبة الممتصة من قبلها من الجو للحصول على الكتلة الحقيقية لقطعة الكاشف هذه، بعد ذلك نوزن هذه القطعة ويزين ومن الحرون C وتسجل كتلتها قبل القشط العام وراد (KOH, 6.25 N, 70±C) في محلول قاشط ($n \times 1.00$)، يعاد تجفيفهما لنفس الفترة الزمنية الأولى، توزن هذه القطعة مرة أخرى بالميزان نفسه وتسجل يعاد تجفيفهما لنفس الفترة الزمينية الأولى، توزن هذه القطعة مرة أخرى بالميزان نفسه وتسجل وراستخدام المعادلة ($n \times 1.00$) بعاد منه بعاد القشط العام الأولى، توزن هذه القطعة مرة أخرى بالميزان نفسه وتسجل وراستخدام المعادلة ($n \times 1.00$) معملية القشط ويمد وتساوي مله رال

$$V_B = \frac{1}{2\rho A} \frac{\Delta m}{\Delta t} \qquad \dots \dots \dots (3)$$

نتم عملية القشط تبعا للظروف المستخدمة من تركيز ودرجة الحرارة، حيث تقشط النماذج المقصوفة بجسيمات الفا بزمن كلي وهو أربع ساعات وبشكل تتابعي كل hr(\cdot . \circ) ابتداء من بدء ظهور الآثار إذ كانت أزمنة القشط للنماذج جميعها هي hr(4-1.5) ترفع هذه الكواشف بعد مدة نصف ساعة وتغسل جيداً ليصار بعد ذلك إلى مشاهدة تلك الآثار وقياس أقطارها، تكرر نفس العملية لحين الانتهاء من الأزمان القشطية المحددة بأربع ساعات. يحتسب معدل القشط على طول الأثر V_t من المعادلة (4):

$$V_{\rm T} = \frac{4h^2 + D^2}{4h^2 - D^2} V_{\rm B}$$
(4)
(4)
(4)
(4)
(4)
(4)
(4)

$$R' = R - [V/(V+1)] \cdot (V_B t/2)$$
 (6)

V نسبة القشط (V_t / V_B)، R مدى جسيمات الفا في مادة الكاشف قبل القشط ويتم حسابها من برنامج حاسوبي (SRIM,2003)، بالإضافة إلى استخدام برنامج حاسوبي آخر (TRACK_TEST) لحساب عمق الأثر وشكله ومحاور فتحة الأثر الرئيسي والثانوي لجسيمة الفا في الكاشف.

المناقشة

من المعروف إن الآثار المقشوطة لاتبدا بالظهور جميعها مرة واحدة كما انه لايمكن مشاهدتها إلا بعد زمن محدد من القشط والذي يتحقق فيه الشرط اللازم لظهور الآثار وهو إن تكون $V_t \geq V_B$ للسقوط العمودي وعليه فعند بداية القشط فان V_t يكون اقل من V_B وبهذا فان الآثار المقشوطة ستزال من الكاشف بعملية القشط وحينها لايمكن مشاهدة الآثار، وبتقدم القشط باتجاه عمق الأثر على طول مسار الجسيم تزداد كمية الطاقة المفقودة ويبدأ معدل القشط باتجاه عمق الأثر V_t بالزيادة تدريجياً مع تقدم القشط إلى أن يصبح مساوياً إلى معدل القشط العام V_B العام وحيدها يمكن مشاهدة الأثار، وبتقدم عدل القشط باتجاه عمق الأثر على طول مسار الجسيم تزداد كمية الطاقة المفقودة ويبدأ معدل القشط باتجاه عمق الأثر V_t بالزيادة تدريجياً مع تقدم القشط إلى أن يصبح مساوياً إلى معدل القشط العام العام ولا الحردي وعندها يمكن مشاهدة الآثار وتكون صغيرة جداً والتي تمثل بداية ظهور الأثر.

من ملاحظتنا للشكل (٢) نجد أن أقطار آثار جسيمات الفا تكون اقل مايمكن عند الطاقة MeV ثم تبدأ بالزيادة بتناقص طاقة هذه الجسيمات وتصل أقصى قيمة لها عند



الطاقة MeV ويلاحظ أن أعظم امتصاص لطاقة الجسيمات الساقطة من قبل الكاشف عند هذه القيمة وتبدأ عندها بالتناقص مع تناقص طاقة الجسيمات الساقطة عن القيمة القصوي إذ انه لايمكن ملاحظة أو إظهار الآثار لطاقة اقل من MeV ... إذ تمثل هذه القيمة طاقة العتبة الدنيا لكاشف CR-39 ولهذا تم التوقف عند هذه الطاقة، إن هذا التفاوت في أقطار الآثار بتفاوت طاقاتها يعزى إلى انه عندما تكون طاقة جسيمات الفا اقل من القيمة التي يحصل عندها أعظم امتصاص للطاقة لكاشف CR-39، فان تلك الجسيمات تفقد طاقتها بسرعة داخل مادة الكاشف لان طاقتها بالأساس قليلة مما يجعل مداها قصيراً داخل الكاشف وقدرة إيقافها تكون كبيرة، إن ما ينتج عن هذه العملية هو إن الطاقة الكامنة للمناطق المتضررة سوف تكون قليلة والتلف يكون قليلا إذ أن عدد الجزيئات الداخلة في التفاعل الانحلالي من مادة القاشط وجزيئات المادة الكاشفة في المنطقة المتضررة تكون قليلة بسبب ارتفاع حاجز الطاقة بينهما ولذلك تكون أقطار آثار مثل هذه الطاقات الصىغيرة صىغيرة مقارنة بأقطار آثار الطاقات القريبة من طاقة أعظم امتصاص MeV أما جسيمات الفا القاصفة بطاقات اكبر من قيمة أعظم امتصاص ١.٥MeV فان قدرة إيقاف مثل هذه الطاقات تكون قليلة وبالمقابل يزداد مدى هذه الجسيمات داخل مادة الكاشف فيقل معدل طاقتها المفقودة على طول مسارها وبذلك تقل الطاقة الكامنة للمناطق المتضررة بزيادة طاقة هذه الجسيمات عن القيمة العظمى في أعلاه، وبالتالي فان عددا قليلا من جزيئات البوليمر تكتسب الطاقة للتمكن من عبور حاجز الطاقة للجزيئات المتفاعلة من مادة الكاشف والمحلول القاشط وهذا يعنى تتاقص عدد الجزيئات الداخلة في التفاعل الانحلالي مما يؤدي إلى تناقص كمية المادة المزالة من المناطق المتضررة في الكاشف جراء عملية القشط وبذلك تتكون آثار بأقطار صىغيرة مقارنة بأقطار آثار طاقة أعظم امتصاص لزمن القشط نفسه، وبذلك فان معدل الطاقة المفقودة في الكاشف لاتعتمد على نوع الجسيمات الساقطة فحسب بل تعتمد على مادة الكاشف أيضاً، إذ انه وكما ذكرنا سابقاً توجد عتبة للطاقة المفقودة . والتي دونها لا يمكن إظهار أثار في الكاشف $[dE \, / \, dx]_{Th}$

أما عند الطاقة والتي تمثل أعظم طاقة امتصاص حيث تكون الطاقة الكامنة للمناطق المتضررة من الكاشف جراء قصفها بهذه الجسيمات اكبر مايمكن وحاجز الطاقة بين المادة القاشطة ومادة الكاشف اقل مايمكن وهذا يزيد عدد الجزيئات الداخلة في التفاعل الانحلالي بين المادة القاشطة ومادة الكاشف والذي يؤدي بدوره إلى زيادة كمية المادة المزالة من المناطق المتضررة مكونة أثار بأقصى قطر مقارنة بالطاقات الأخرى.



الشكل (٢): طاقات جسيمات الفا مع أقطارها لازمان قشط مختلفة

الجدول (١) الطاقات المستخدمة في هذا البحث والقيم المقابلة لها من معدل قشط الأثر ونسبة القشط حيث يلاحظ أن أعلى قيمة لمعدل القشط تكون عند الطاقة MeV (١.٥) حيث كانت القيمة القصوى لنسبة القشط تساوي (٢.٨١) تحت الظروف المستخدمة في هذا البحث هذا يتفق مع ماتوصل إليه (18) في أن قيمة أن قيم V هي بحدود (٢-٣) لجسيمات الفا في كاشف CR-39وقد بينا أن السبب في ذلك يعود إلى انه عند هذه الطاقة يحصل أعظم امتصاص داخل مادة الكاشف، أما معدل القشط لباقي الطاقات المستخدمة فتكون قيم معدلات المستخدمة في هذا البحث ها يتفق مادة الكاشف معدل القشط تكون عند الطاقة يحصل أعظم المعدل القشف القيمة القرف المستخدمة في معالي المعالي المعالي المعالي القرف المستخدمة في هذا البحث هذا يتفق مع ماتوصل إليه (١٤) في أن قيمة القيمة القرف المعالي المعالي الفا في كاشف مع ماتوصل إليه (١٤) في أن قيمة أن قيم له مي بحدود (٢-٣) لجسيمات الفا في كاشف مع ماتوصل إليه (١٤) في أن قيمة أن قيم له مي بحدود (٢-٣) لجسيمات الفا في كاشف مع ماتوصل إليه (١٤) في أن قيمة أن قيم له مي بحدود (٢-٣) لجسيمات الفا في كاشف مع ماتوصل إليه (١٤) في أن قيمة أن قيم له مي بحدود (٢-٣) لجسيمات الفا في كاشف مع ماتوصل إليه (١٤) في أن قيمة أن قيمة أن قيم له مي بحدود (٢-٣) لجسيمات الفا في كاشف مع ماتوصل إليه (١٤) في أن قيمة أن قيمة معدود إلى الماقة يحصل أعظم امتصاص داخل مادة الكاشف، أما معدل القشط لباقي الطاقات المستخدمة فتكون قيم معدلات القشط اقل مما هي لطاقة أعظم امتصاص.

Alpha Energy (MeV)	Track Etch Rate _T (µm/hr)	Etching Ratio (V)
0_0	N_A9AY	19
٤٥	7.1102	1.77
۳.0	٢.٤٠١٦	1. 444
۲.0	т <u>т</u> ттл	1.77
1.0	٤.٨٦٢٣	۲.۸۱
۱.•	٤٣٤٤٧	7.011
•.0	Y_977A	1.798
•.7	7.7750	1.091
6		*.

الجدول (١): طاقات الفا الساقطة مع معدلات القشط

مقارنة نظرية وعملية لمعلمات أثر نووي في كاشف الأثر CR-39 ناتج من جسيمة ألفا.

ولحساب مدى جسيمات الفا داخل مادة الكاشف للطاقات المستخدمة استخدم برنامج نظري وهو (30) SRIM) والجدول (٢) يبين الطاقات المستخدمة والقيم المقابلة لها من المدى:

Alpha Energy(MeV)	Alpha particle Range(µm)
0.0	٤١.٤٦
٤.0	٣٤٢
۳.0	70.96
۲.0	13.02
1.0	٦.67
۱	٤.2
0	۲.11
•.٢	•.6

الجدول(٢): طاقات ألفا مع مدياتها داخل الكاشف

ولحساب الثوابت المستخدمة في المعادلة (١) فقد رسمت العلاقة بين نسبة القشط والمدى المتبقي والمحسوب من المعادلة (٦)، ولإيجاد معادلة أفضل منحني استخدم البرنامج الحاسوبي (Math lab) حيث كانت الثوابت كالأتي (Math lab) والشكل (٣) يبين (A1=42.29,B1=5.903,A2=5.264,B2=0.119,B3=0.1709). النتائج التي حصلنا عليها عملياً ونظرياً، وهذا يتفق مع ما توصل إليه (Green,Brun).



الشكل (٣): نسبة القشط مع المدى المتبقى

إن الدالة V بالثوابت الجديدة يتم استخدامها في البرنامج النظري (Track Test) لنوع الكاشف المستخدم في البحث للظروف المستخدمة من زمن القشط وقيمة معدل القشط العام ١.٧٣٧_B(μm) وزاوية السقوط (٩٠) ولمدى الطاقاتMeV (0.2-5.5) إذ أن الدالة V تعتمد على نوع الكاشف وعلى مدى الطاقات المستخدمة (١) لحساب عمق الأثر وشكله نتيجة سقوط جسيمات ألفا على الكاشف، الشكل (٤) يوضح شكل الآثار التي حصلنا عليها من البرنامج النظري المستخدم بعد استخدام الثوابت الجديدة، من خلال ملاحظتنا للشكل نجد انه عند الطاقة MeV (٥.٥,٣.٥,٢.٥) تكون جدران الآثار مخروطية الشكل حيث إن الزمن hr (٢) غير كافي للوصول إلى مرحلة القشط المفرط (over- etched) فيما بدا رأس الأثر يتحول من الشكل المخروطي إلى مدور الشكل عند الطاقة MeV (٢.٥, 1.5) إذ إن الزمن hr (٢) يكفي إلى الوصول إلى مرحلة القشط المفرط إذ يبدأ قشط رأس الأثر وولوجه في المنطقة السليمة تحت رأس الأثر (نهاية الأثر المدبب) وعلى امتداد مسار الجسيم في المنطقة السليمة خارج مدى منطقة التلف الناتج من الجسيم القاصف وتبدأ عملية القشط بشكل متساو فى جميع الاتجاهات وبمعدل $\mathrm{V_B}=\mathrm{V_T}$ وهكذا تبدأ مرحلة جديدة في نمو شكل الأثر ويتغير الشكل المخروطي ذو الرأس المدبب والجدران المقعرة ويزداد تدوير الرأس المدبب وتبدأ الجدران بالتغير كما هو واضح من الشكل، الجدول(٣) يبين طاقات الفا المستخدمة مع عمق الأثر المحسوب عمليا ونظريا حيث يلاحظ إن أعلى قيمة لعمق الأثر عمليا كانت عند الطاقة MeV(١.٥) فيما أعلى قيمة ـ لعمق الأثر نظرياً كانت عند الطاقة MeV (٢.٥)، كذلك يلاحظ إن عمق الأثر المحسوب عمليا يختلف عن القيم المحسوبة نظرياً هذا الاختلاف قد يرجع إلى إن قياس معدلات قشط الأثر ونسبة القشط والمدى المتبقى باستخدام طريقة قياس أقطار الآثار تجريبيا والمعتمدة على فرضية ثبوت معدل قشط الأثر مع زمن القشط وعمق الأثر ومن ثم إيجاد معلمات الأثر الأخرى تعتبر من الطرائق التقليدية وغير دقيقة إلى حد ما لان قطر الأثر سيستمر بالزيادة مع زيادة زمن القشط حتى مع انتهاء الأثر داخل الكاشف، ولو أمكن استخدام طريقة القياس المباشر لطول الأثر وعمقه قد تعطى نتائج أدق واصدح من النتائج التي تعطيها الطريقة غير المباشرة والمستخدمة في هذا البحث.



الشكل(٤): الآثار الناتجة وأشكالها للطاقات MeV(٤,5,3.5,2.5,1.5) لزمن قشط 2 hr

Alpha Energy	Track Depth (Exp)	Track Depth (Cal)
0.0	•.٣٣	•.0
٣.0	١.٣٤	٣.0٤
۲.0	۲.۹۸	0.77
1.0	٦.٢٦	Т.0Л
۱.۰	0.77	۲.۳۱
لرياً	: طاقات ألفا مع عمق الأثر عملياً ونظ	الجدول (٣)

6. الاستنتاجات:

تم في هذا البحث دراسة بعض معلمات الأثر النووي في كاشف الأثر النووي 28-CR مثل عمق الأثر وقطره وشكل جدار الأثر المتكون من السقوط العمودي لجسيمات ألفا بطاقات مختلفة تراوحت بين MeV جدار الأثر المتكون من السقوط العمودي لجسيمات ألفا بطاقات استخدمت طريقة عملية تقليدية وهي استخدام القشط الكيميائي لإظهار أقطار آثار جسيمات الفا في كاشف الأثر النووي ومن ثم إيجاد المعلمات الأخرى مثل معدل القشط العام V_B ومعدل في كاشف الأثر النووي ومن ثم إيجاد المعلمات الأخرى مثل معدل القشط العام V_B ومعدل التشط الأثر بر والمدى المتبقي لجسيمات الأخرى مثل معدل القشط العام V_B ومعدل التشط الأثر بر والمدى المتبقي لجسيمات الفا، ومقارنة النتائج العملية مع نتائج برنامج نظري قشط الأثر بر والمدى المتبقي لجسيمات الفا، ومقارنة النتائج العملية مع نتائج برنامج نظري النتائج العملية والنظرية إن الطاقة MeV (0.1) هي أعظم طاقة امتصاص، وتبين أن عمق الأثر المحسوب نظرياً اكبر من المحسوب عمليا للطاقات MeV (0.5,3.5,2.5) فيما كان اقل النتائج العملية والنظرية إن الطاقة MeV (0.1) هي أعظم طاقة امتصاص، وتبين أن عمق الأثر المحسوب نظرياً اكبر من المحسوب عمليا للطاقات MeV (0.5,3.5,2.5) فيما كان اقل النتائج العملية والنظرية إن الطاقة MeV (0.1) هي أعظم طاقة امتصاص، وتبين أن عمق الأثر المحسوب نظرياً اكبر من المحسوب عمليا للطاقات MeV (0.5,3.5,2.5) فيما كان اقل الفاقات MeV (0.5,3.5,2.5) فيما كان اقل الطاقات MeV (0.5,1.5,1.5) ويتبين أيضاً انه يحصل تغير في شكل رأس الأثر النووي عند الطاقات MeV (0.5,1.5,1.5) فيما كان اقل الطاقات MeX (0.5,1.5)) ويتبين أيضاً انه يحصل تغير في شكل رأس الأثر النووي عند الطاقات MeV (0.5,1.5) ويتبين أيضاً انه يحصل تغير في شكل رأس الأثر النووي عند الطاقة الفاقات MeX (0.5,1.5) ويتبين أيضاً انه يحصل تغير في شكل رأس الأثر النووي عند الطاقات MeX (0.5,1.5) فيما كان اقل الطاقات MeX (0.5,1.5) ويتبين أيضاً انه يحصل تغير في شكل رأس الأثر النووي عند الطاقة الماروي المور إلى الأثر من المخروطي إلى المور، يمكن استخدام الطرقة القياس المباشر لعمق الأثر للطاقات المستخدمة في البحث أو لطاقات أخرى، كما يمكن استخدام المرية القياس المباشر لعمق الأثر الطاقات المستخدمة في البحث أو لطاقات أخرى.

7. المصادر:

- 1) Kalis, P. C.; Ramaswami, A. and Manchanda, V. K. "Solid state nuclear track detection and their applications", Radiochemistry Division.
- Al-Nai'emi, S. H. S. (1998). "Effect of electromagnetic radiation on the properties of nuclear track detector CR – 39 and Building of the electrochemical etching system", Ph.D. Thesis, College of Science, University of Mosul.
- **3)** Nadkarni Vishnu, S. and Samant, Shriniwas D. (1996). "Development of indigenous polyallyl diglycol carbonate (PADC) films for nuclear track detection", Radiat. Meas., Vol. 26, Issue 5, PP. 651-656.
- 4) Henshaw, Denis L. and Geoff, "Tracks in tastrak Plastic", Department of Physics at Bristol University, Bristol. <u>http://www.tasl.co.uk</u>.
- 5) Durrani, S. A. and Bull, R. K. (1987). "Solid state nuclear track detection", Pergamon Press, Oxford.
- 6) Durrani, S. A. and Bull, R. K. (1987). "Solid state nuclear track detection", Pergamon Press, Oxford.

٧) عمر، نسيم سالم خضر (٢٠٠٢)، "القشط الكهروكيميائي وتأثير شدة المجال الكهريائي
 المتناوب على الاستجابة الطاقية لكاشف الأثر النووي 39 – CR لجسيمات ألفا"، رسالة ماجستير، كلية التربية، جامعة الموصل.

- 8) 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.
- **9)** Nikezic, D. and Yu, K. N. (2006). "Computer program TRACK-TEST for calculating parameters and plotting profiles for etch pits in nuclear track materials", Computer Physics Communications, Vol. 174, PP. 160-165.
- 10) Fromm, M.; Vaginay, F.; Pusset, D.; Messen, G.; Chambaudet, A. and Proffijn, A. (2000), "3-D Confocal Microscopy of Etched Nuclear Tracks in CR-39", Physica Medica, Vol. XVII, Supplement 1, 2001.
- 11) Mazzei, R. O. (1996). "The relationship between tracks in solid state nuclear tracks detectors (SSNTD) and the submicroscopic kinetic theory", Radiat. Meas., Vol. 26, PP. 577-583. (Cited in Ref. 105).
- 12) Joseph, A. and Varier, K. M. (1995). "A track development model for CR 39 for low energy alpha particles", Radiat. Meas., Vol. 24, PP. 111-114. (Cited in Ref. 105).
- **13**) Nikezic, D. and Yu, K. N. (2003). "Three-dimensional analytical determination of the track parameters: over-etched tracks", Radiat. Meas., Vol. 37, PP. 39-45.
- Somogyi, G. and Szalay, A. S. (1973). "Track diameter kinetics in dielectric track detectors", Nucl. Instr. Methods., Vol. 109, PP. 211-232. (Cited in Ref. 105).
- 15) Green, P. G.; Ramli, A. G.; Al-Najjar, S. A. R.; Abu-Jarad, F. and Durrani, S. A. (1982). Nucl, Instrum. Methods. Vol. 203, P. 551.
- **16)** Nikezic, D. and Yu, K. N. (2003), "Calculation of track parameters and plots of track openings and wall profiles in CR-39 detector", Radiat. Meas., Vol.37, PP. 595-601.
- 17) Ziegler, J. F. "SRIM-2000, 2001", <u>http://www.srim.org/</u>
- 18) Banjanac, R.; Dragic, A.; Grabez, B.; Jokovic, D.; Markushev, D.; Panic, B.; Udovicic, V. and Anicin, I. "INDOOR RADOW measurement by Nuclear Track detectors: Applications in secondary schools", Physics, Chemistry and Technology, Vol. 4, No. 1, PP. 93-100.