

تأثير أشعة الليزر على كاشف الأثر النووي LR-115

عامر حسن علي

قسم الفيزياء ، كلية التربية ، جامعة تكريت ، تكريت ، العراق

(تاريخ الاستلام: ١٧ / ٥ / ٢٠٠٩ ، تاريخ القبول: ٩ / ٦ / ٢٠٠٩)

المخلص:

تم في هذا البحث دراسة تأثير ليزر الاركون 514 nm على أقطار آثار جسيمات ألفا وسرعة نمو الآثار وزمن ظهورها في كاشف الأثر النووي LR-115 ، وقد وجد أن زيادة زمن التعرض لأشعة الليزر يحسن المعلمات المذكورة بزيادتها إلى حد زمن تعرض 7 min ثم تبدأ بالتناقص تدريجياً مع زمن التعرض حتى تصل إلى قيم مقارنة للكاشف المرجعي (reference detector) عند زمن تعرض 15 min .

المقدمة :

والكواشف السليولوزية ومنها CA-80-15 ، LR-115 ، CN-85^[5,14,15] ، والكاشف المستخدم في بحثنا هو LR-115 وتركيبه الكيميائي $(C_{12}H_7O_{16}N_3)$ ويتكون من طبقة رقيقة من نترات السليولوز حمراء اللون يقرب سمكه من 12-13 μm مثبت على شريحة اكبر سمكاً من البوليستر يصل سمكها إلى 100 μm . ويراعى عند تشعيه بجسيمات ألفا أن تكون طبقة نترات السليولوز باتجاه الإشعاع .

وبما أن الكاشف البوليمري يتكون من وحدات صغيرة تكون مرتبطة مع بعضها بأصرة تساهمية تغلب عليها أصرة H-C السهلة الكسر عند تعرضها للإشعاع مما ينتج عنها سلاسل بوليمرية صغيرة ذات نهايات فعالة متينة تسمى الجذور الحرة والتي لها القابلية على التفاعل فيما بينها أو مع الجزيئات الأخرى^[1,9,10] .

إن سقوط الإشعاع على البوليمر يؤدي إلى تهيج هذه الجزيئات وتأيينها وبالتالي قطع الروابط بينها وإحداث تلف في مادة البوليمر لا يزول في الظروف الاعتيادية ويعرف هذا الاثر المخزون بالأثر الكامن^[5,6] .

إن المناطق الناتجة بتأثير الإشعاع المؤين تظهر قابلية اكبر على التفاعل مع المحاليل القلوية مثل هيدروكسيد الصوديوم مقارنة بالمناطق السليمة. لذا فإن المحلول الكيميائي يخترق المناطق المشععة بسرعة محدثاً أثراً يزداد عمقه ويتسع قطره مع زيادة زمن القسط ويمكن مشاهدة الأثر الكامن للإشعاع المؤين بعد إظهاره تحت المجهر^[7,14] .

تأثير الإشعاع الكهرومغناطيسي على البوليمر :

إن تأثير الإشعاع على البوليمرات هو إما: انحلالها ويشمل هذا النوع التفاعلات التي تحطم الاواصر الكيميائية بين الذرات في السلاسل الرئيسية للبوليمر مؤدياً إلى فقدان لدونته أو مطاوعته أو قوة تركيبه ويقل وزنه الجزيئي^[1,9] ، ويتفكك البوليمر إلى جذور حرة أو جذور وايونات حرة، والجذور الحرة هي التي تدخل بنسبة اكبر في التفاعلات الكيميائية والناتج النهائي لهذه التحولات هو بوليمرات ذات أشكال خطية أو متفرعة أو متشابكة. أو: تصلدها، فإذا تمكنت الجذور الحرة من الحركة وإعادة الالتحام مع جذور أخرى أو مع السلسلة الرئيسية فسيحصل تشابك للسلاسل الجزيئية مع بعضها البعض بأواصر بينية متقاطعة لينتج عنها في النهاية تراكيب شبكية معقدة التركيب ويؤدي هذا التشابك إلى زيادة قوة الكاشف وصلادته ووزنه الجزيئي^[7,11] ، فقد لاحظ Jaleh, et al^[12] إن تعريض سطح البولي كاربونايت لليزر KrF excimer أدى إلى تشابك جزيئات السطح وتصلده. ولاحظ AbuJarad^[3] إن تعريض الكاشف

لقد اتسعت وتعددت مجالات استخدام كواشف الأثر النووي بشكل كبير لما تمتلكه من خصائص ومميزات منها سهولة الاستعمال وإنها لا تحتاج إلى مصدر قدرة وتحفظ بالآثار ودقيقة النتائج ومن أهم هذه المجالات التطبيقية هو قياس تراكيز الرادون في البيئة ومعرفة حجم التلوث البيئي . تلعب العوامل البيئية دوراً مهماً في تحديد مقدار التأثير الذي يحدثه الإشعاع وخصائص التسجيل في كواشف الأثر النووي للحالة الصلبة SSNTDs، والتي منها درجة الحرارة العالية وضغط المجال الكهربائي القوي والجرعة العالية من الأشعة الكهرومغناطيسية والإشعاع الالكتروني ووجود المؤكسد القوي ودرجة حرارة وتركيز المحلول القاشط والإضافات الكيميائية على المحلول وظروف الخزن والإشعاع الكيميائضوثي (Photochemical)، ويمكن للكاشف أن يستجيب أو يخضع لواحد أو أكثر من هذه العوامل المذكورة قبل أو خلال أو بعد التشيع^[1,14,15] .

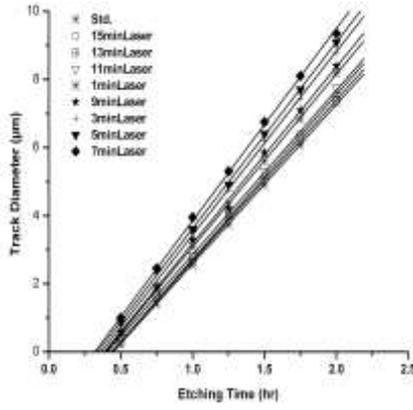
وقد قام العديد من الباحثين باستقصاء هذه العوامل التي تؤثر على استجابته ومنها تأثير الأشعة السينية^[2,1,13] وفوق البنفسجية^[1,3,7] وأشعة كاما^[1,14] .

إن هدف الدراسة الحالية هو معرفة مدى تأثير أشعة الليزر على استجابة الكاشف LR-115 بعد تشعيه بجسيمات ألفا من خلال قياس قطر الآثار وسرعة نموها وزمن ظهورها وذلك من اجل الحصول على نتائج ومعلومات تفيد في تفسير بعض الظواهر التي تحدث في البوليمرات عند تعريضها لأشعة الليزر .

الجانب النظري :

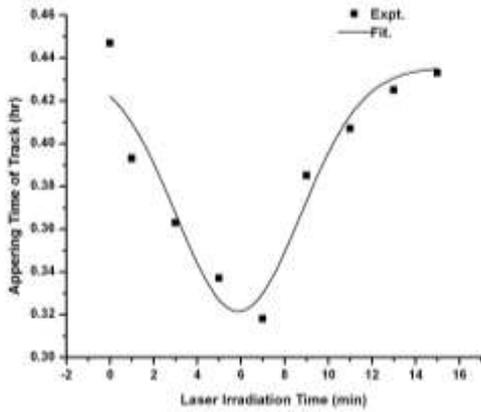
الكواشف الصلبة للأثر النووي هي مواد صلبة عازلة كهربائياً لها القابلية على خزن تأثير الإشعاعات المؤينة على شكل تلف في تركيبها الداخلي والاحتفاظ به لفترات طويلة ، ولها قدرة الكشف عن الجسيمات المشحونة الثقيلة والتي كتلتها اكبر من كتلة الالكترونات مثل البروتونات وجسيمات ألفا وشظايا الانشطار ، وكذلك القابلية على الكشف عن النيوترونات من خلال قياس الآثار التي تحدثها البروتونات المرتردة عن سقوط النيوترونات على تلك الكواشف^[4,7,15] .

وتقسم كواشف الاثر النووي الى قسمين رئيسيين هما الكواشف اللاعضوية ومن ابرز أنواعها كواشف المايكا، والكواشف العضوية وهي مواد بوليمرية متكونة من وحدات صغيرة متكررة مرتبطة مع بعضها تدعى المونومر تغلب عليها أصرة H-C ومن ابرز انواع هذه الكواشف هي الكواشف متعددة الكاربون ومن أنواعها كاشف الماكروبول و CR-39 و PM-355



الشكل (1): قطر الأثر دالة لزمن القشط

إن تقاطع منحنيات أقطار الآثار مع زمن القشط في الشكل (1) يمثل زمن بداية ظهور الأثر. وقد تبين انه يتناقص تدريجياً بزيادة زمن التعرض لأشعة الليزر حتى يصل إلى أقل قيمة عند زمن تعرض 7min بنسبة مئوية 40% ثم يعود ليزداد ثانية إلى أن يصل قيمة قريبة من الكاشف القياسي ويكاد الفارق لا يتجاوز 3% وكما موضح الشكل (2).



الشكل (2): زمن ظهور الأثر دالة لزمن التعرض لليزر

ان ميل المنحنيات في الشكل (1) يمثل سرعة نمو أقطار الآثار V_D لكل عينية والتي تعرف بأنها مقياس لتوسع أقطار آثار الجسيمات الساقطة لوحدة الزمن أثناء عملية القشط. وقد أبدت تزايداً ملحوظاً بزيادة زمن التعرض لأشعة الليزر ووصلت قيمة عظمى عند زمن تعرض 7min وبنسبة مئوية مقدارها 21% لتتناقص بعدها إلى أن تقترب من الكاشف القياسي عند زمن تعرض 15min وبنسبة مئوية 0.8% وكما مبين في الشكل (3).

CR-39 لليزر xecl وليزر xenon أدى إلى تلين سطحه عند طاقة تراكمية كثافتها اقل من 30 J cm^{-2} ثم تصلده بزيادة الجرعة فوق 40 J cm^{-2} ومن ثم تلف السطح عند الجرعة العالية من ليزر xenon. أما الايونات الحرة فعمرها قصير نسبياً وان قوة الأصرة البين - ذرية هي التي تحدد مدى ثبات البوليمر^[1,3].

الجانب العملي :

قطع كاشف الاثر النووي LR-115 إلى قطع متساوية ذات مساحة $1 \times 1\text{cm}^2$ وتم تشيعها بجسيمات ألفا المنبعثة من مصدر الاميرشيوم ^{241}Am ذو فعالية إشعاعية $2\mu\text{Ci}$ الساقطة عمودياً على وجه الكاشف وبطاقة قدرها 3.5MeV حسبت من المعادلة^[8]:

$$E_{\alpha}x = E_{\alpha} \circ (1 - xIR)^{2/3}$$

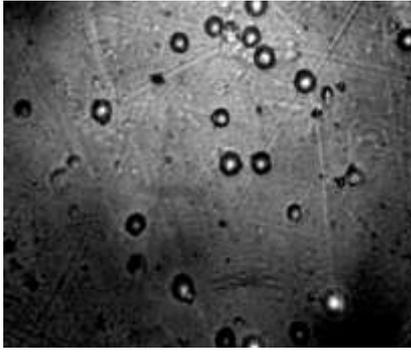
إذ أن: $E_{\alpha}x$ و $E_{\alpha} \circ$ هي طاقة جسيمات ألفا عند البعد x والبعد صفر على التوالي و R هو مدى جسيمات ألفا في الهواء عند الظروف الاعتيادية وحسبت من المعادلة^[8]:

$$R_{air}(cm) = 0.322(E)^{1.5}$$

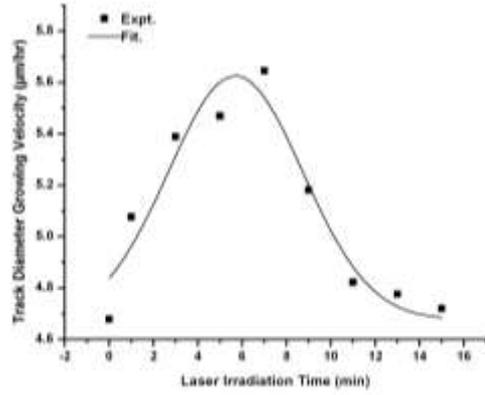
وقد اخترنا هذه الطاقة كون الكاشف يتحسس لطاقات ألفا ضمن المدى $1.5\text{MeV}-4\text{MeV}$ ^[4]، وبعدها عرضت الكواشف إلى أشعة الليزر المنبعثة من جهاز ليزر الاركون نوع melles Griot ذو الطول الموجي 514nm بقدرة 150 mW وبفترات زمنية مختلفة وتركت إحدى القطع دون تعريضها لأشعة الليزر لتستخدم كمرجع قياسي، واستخدم المحلول القاشط NaOH بغيرية 2.5 N لقشط العينات، وللحفاظ على درجة حرارة ثابتة $60 \pm 1^\circ\text{C}$ استخدم الحمام المائي نوع HAAKEF3 وقيست أقطار الآثار بواسطة مجهر ضوئي نوع Olympus بعد كل مرحلة قشط.

النتائج والمناقشة :

عرضت قطع الكاشف LR-115 إلى أشعة الليزر بفترات زمنية مختلفة -15 min ثم قشطت بفترة زمنية ابتدائية 30 min وسجلت أقطار الآثار المتكونة في الكواشف. كررت عملية القشط على الكواشف لعدة مرات وبواقع زيادة مقدارها 15 min بين مرحلة قشط وأخرى. وأظهرت النتائج التي تم الحصول عليها زيادة في أقطار الآثار المتكونة بزيادة تدريجية مع زيادة زمن التعرض لأشعة الليزر إلى أن وصلت أعلى قيمة عند الزمن 7 min وهذا يدل على زيادة في ليونة الكاشف وحصول تحلل في السلاسل الجزيئية ونتج عنه تسريعاً لعملية ظهور الأثر، وبزيادة زمن التعرض لأشعة الليزر عن 7 min بدأت الأقطار بالتناقص تدريجياً إلى أن وصلت قيمة دنيا قريبة من أقطار الكاشف القياسي والذي يعود إلى زيادة في تشابك السلاسل البوليمرية (Cross Linking) وتصلد الكاشف وهذا يتفق مع ما توصل إليه كل من AL.Niaemi و AbuJarad^[1,3] كما موضح في الشكل (1).



صورة لكاشف LR-115 ليزر 5 min قشط 2 hr

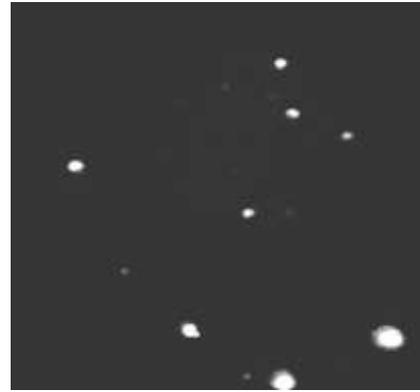


الشكل (٣): سرعة نمو أقطار الآثار دالة لزمن

التعرض لليزر

الاستنتاجات:

لقد أوضحت النتائج التي حصلنا عليها زيادة في استجابة الكاشف المشع بجسيمات ألفا والمعرض لأشعة الليزر وذلك بزيادة حجم وسرعة نمو أقطار الآثار المتكونة فيه زيادة تدريجية مع زيادة زمن التعرض لليزر بسبب زيادة هشاشته نتيجة لتفكك الأواصر الجزيئية في السلاسل الرئيسية للكاشف إلى حد معين ثم يعود ليتصلد ثانية، وكذلك لاحظنا حدوث انخفاض في زمن ظهور الآثار وهذا مما يسرع من عملية ظهور الأثر خصوصاً عند زمن التعرض 7 min .



صورة لكاشف LR-115 ليزر 7 min قشط 2 hr

المصادر

9- Chan Kwai Fong, 2007, "The Studies Of CR-39 and Colorless LR-115 Solid-State Nuclear Detectors (SSNTDs) for Alpha-Particle Radiobiological Experiments", MSC, Thesis, City University of Hong Kong, China.

10-Tse, K.C.C., et al, 2006, Polym. Degradation Stability, 91, 2380-2388.

11-F. M. F. Ng, et al., 2008, Radiation Measurements, 43, 102-105.

12-Jaleh, B., et al., 2004, Radiation Measurements, 38, 173-183.

١٣-البطاوي، عمار عبد عبد الله، ٢٠٠٩، "تأثير زمن التعرض للأشعة السينية على كاشف الاثر النووي CR-39"، مجلة تكريت للعلوم الصرفة، مجلد (١٤)، عدد(١)،

١٤-البطاوي، عمار عبد عبد الله، ١٩٩٩، "تأثير كل من اشعة كاما والتسخن على استجابة كاشف الاثر النووي Pm-355"، رسالة ماجستير، كلية التربية، جامعة الموصل، العراق.

١٥-الجيوري، عامر حسن علي، ٢٠٠٤، "تحديد تراكيز اليورانيوم المنضب في بقايا أو مخلفات معدات عسكرية في جنوب العراق باستخدام كاشفي CR-39 و HPGE"، رسالة ماجستير، كلية العلوم، جامعة الموصل، العراق.

1- AL-Niaemi, S. H. S, 1998, "Effect of Electromagnetic Radiation on the Properties of Nuclear Track Detector CR-39 and Building of Electrochemical Etching System", Ph.D., Thesis, University of Mosul, Iraq.

2- F. M. F. Ng, K. N. Yu, 2006, Materials Chemistry and Physics, 100, 38-40.

3- AbuJarad, F. et al., 1992, Nucl. Tracks Rad. Meas., 20, 531-541.

4- D. Nikezic, K. N. Yu, 2004, Materials Science and Engineering, R 46, 51-123.

5- Ng Man Fong, 2006, "Experimental Determination of Alpha Particle Track Depth in CR-39 Detector", MSC, Thesis, City University of Hong Kong, China.

6- Yip Wai Yi, 2004, "Experimental Determination of Parameters of Track on Solid State Nuclear Track Detectors From Alpha Particles With Different Incident Energies and Angles", MSC, Thesis, City University of Hong Kong, China.

7- Se Chun Chun, 2007, "Investigation of The Effects of UV Irradiation on the Etching Behavior of CR-39 Solid State Nuclear Track", MSC, Thesis, City University of Hong Kong, China.

8- K. Mahesh, S. M. Mustafa, 1976, "Nuclear Radiation, Detectors and Experiments", Mosul University Press, Mosul, Iraq.

Effect of Laser Radiation on the Nuclear Track Detector LR-115

Amer H. Ali

Department of Physics, College of Education, University of Tikrit, Tikrit, Iraq

(Received 17 / 5 / 2009 , Accepted 9 / 6 / 2009)

Abstract

In this work, the effect of 514nm argon laser radiation on the alpha particles tracks diameters, tracks growth velocity and the tracks appearing time in LR-115 nuclear track detector has been studied. Increasing the exposure time of laser radiation found to improve the above mentioned parameters up to 7min of exposure time, then it decreasing gradually with exposure time and become near data of standard sample of detector at 15 min.