

## تقيس الأشعة فوق البنفسجية في كواشف الأثر النووي العضوية UV-Visible باستخدام مطيافية CR-39 , CN- LR-115 85

فراس محمد علي\* ، حسين علي الجبوري\*\* و احمد خلف محميد\*\*\*

\* قسم الفيزياء، كلية العلوم – جامعة الموصل.

\*\* قسم الفيزياء، كلية العلوم – جامعة النهريين.

\*\*\* قسم الفيزياء، كلية التربية – جامعة الموصل.

### الخلاصة

تم التقيس الإشعاعي للأشعة فوق البنفسجية عند الجرعة  $34.28 \times 10^3 \text{ erg/mm}^2$  لغاية الجرعة  $377 \times 10^3 \text{ erg/mm}^2$  لكواشف الأثر النووي CR-39 , CN-85 , LR-115 باستخدام مطيافية UV-visible عند مديات الطول الموجي (382-392 nm), (320-344 nm), (304-312 nm) على التوالي. تبين ان قمم الامتصاص لتلك المديات تزداد مع زيادة الجرعة الإشعاعية ويبدو ذلك السلوك متشابها في الكاشفين CR-39, CN-85، بينما كان سلوك الكاشف LR-115 مختلفا وذلك من خلال ظهور انقلابية في قمم الامتصاص عند الجرعة  $171.4 \times 10^2 \text{ erg/mm}^2$ . تم من خلال هذه الدراسة ايجاد المعادلات الخطية التي تفسر سلوك التغير في الامتصاصية مع جرعة التشعيع بأشعة UV للكواشف CR-39, CN-85, LR-115. بالإضافة الى إمكانية استخدام الكواشف CR-39, CN-85, في التجريب الإشعاعي للأشعة فوق البنفسجية-UV من الجرعة  $34.28 \times 10^3 \text{ erg/mm}^2$  لغاية  $171.4 \times 10^2 \text{ erg/mm}^2$ ، وللکاشف LR-115 من الجرعة  $171.4 \times 10^2 \text{ erg/mm}^2$  لغاية الجرعة  $377 \times 10^3 \text{ erg/mm}^2$ .

### المقدمة

أحادي الطبقة حساسة لأشعة-UV بالإضافة إلى الحزم الالكترونية عند الطول الموجي 365nm من خلال قياس معدل الوزن الجزيئي للكاشف [٣]. كما تم قياس التفتت الضوئي photo-degradation للكاشف PADC (Poly Allyl Diglycol Carbonate) والذي اعتاد على تسميته بالكاشف CR-39 بعد تشعيع الكاشف بأشعة-UV عند المدى (250-263 nm) UVC وذلك باستخدام UV-visible حيث وجد أن هناك زيادة لقيمة الامتصاصية وخاصة عند المدى (200-240) nm بزيادة جرعة الأشعة-UV [٤].

استطاع الباحث Elsayed وجماعته [5] عام ٢٠١٠ من قياس طيف الفلورة المنبعث من كاشف Poly Allyl Diglycol Carbonate -PADC المشع بأشعة كاما والمهيج بأشعة-UV، حيث وجد ان شدة طيف الفلورة يزداد بزيادة التشعيع بأشعة كاما عند شدة الطول الموجي 420 nm. كما وجد علاقة بين الجرعة الإشعاعية لأشعة-UV وبين وجود انحراف في قمة الانبعاث لطيف كاشف PADC

تتأثر كواشف الأثر النووي لكثير من العوامل الخارجية إضافة لاستجابتها لتأثير أشعة كاما، ومن هذه العوامل تأثير الأشعة المؤينة وغير المؤينة. ومن الأشعة غير المؤينة الأشعة فوق البنفسجية-UV. حيث لوحظ إن كواشف الأثر النووي عموما تتأثر بأشعة-UV بنسب متفاوتة اعتمادا على تركيبها الكيماوي.

حيث وجد ان كاشف CR-39 (الذي هو احد كواشف الأثر النووي ذات الاستخدام الواسع في قياس الأثر النووي لأشعة الفا) يتحسس لأشعة تحت الحمراء-IR من خلال قياس الامتصاصية الضوئية لمطيافية UV-visible بالإضافة إلى قياس مواصفات القشط الكيماوي بعد التشعيع [١]، وهذا ما قام به الباحث Tes وجماعته [٢] في دراسة معاملات القشط الكيماوي لكاشف الأثر النووي CR-39 بعد التعرض لأشعة-UV ومقارنة ذلك التأثير بوجود أشعة الفا بعد وقبل أشعة-UV. كما وجد أن كواشف الأثر النووي مثل أفلام نوع poly lactic acid-PLA

CR-39, CN-85, LR-115 المشعة بالأشعة فوق البنفسجية- UV ولقيم من الجرعة الإشعاعية تراوحت بين  $34.3 \times 10^3$  erg/mm<sup>2</sup> (377.2-34.3) إذ تظهر قيم الحد الأقصى للامتصاصية عند مديات الطول الموجي المحصور ما بين (392-382) nm, (344-320) nm, (312-304) nm للكواشف CR-39, CN-85, LR-115 على التوالي. ويبين (الشكل-4) الحد الأقصى للامتصاصية الضوئية عند قم الامتصاص مع جرعة التشعيع وعند مديات الطول الموجي لتلك الكواشف، حيث يلاحظ من خلال (الشكل-4) أن سلوك الكاشفين CR-39, CN-85 من خلال قياس الامتصاصية الضوئية يكاد يكون متشابهاً في الزيادة الطفيفة للامتصاصية مع زيادة جرعة التشعيع للكاشف، بينما يبدو سلوك الكاشف LR-115 مختلفاً من خلال ارتفاع الامتصاصية المفاجئ بعد الجرعة  $34.28 \times 10^3$  erg/ mm<sup>2</sup> ثم الهبوط بعد الجرعة  $102.8 \times 10^2$  erg/ mm<sup>2</sup> لغاية الجرعة  $171.4 \times 10^2$  erg/ mm<sup>2</sup> ثم الارتفاع بعدها لغاية الجرعة  $3.77 \times 10^3$  erg/mm<sup>2</sup> كما يلاحظ أن هناك انقلابية في الجرعة  $171.4 \times 10^2$  erg / mm<sup>2</sup> ولم تظهر هذه الانقلابية عند الكاشفين CR-39, CN-85.

ولإيجاد سلوك تغير الامتصاصية الضوئية مع الجرعة الإشعاعية لأشعة UV تم رسم الامتصاصية بعد الجرعة الإشعاعية  $171.4 \times 10^2$  erg/mm<sup>2</sup> مع الجرعة الإشعاعية للكاشف LR-115 (الشكل- 5) A. وكذلك تم رسم الامتصاصية بعد الجرعة  $34.28 \times 10^3$  erg/ mm<sup>2</sup> لغاية الجرعة  $171.4 \times 10^2$  erg/ mm<sup>2</sup> للكاشفين CR-39, CN-85 (الشكل-5) B. حيث تبين ان سلوك التغير في الامتصاصية الضوئية مع جرعة التشعيع بالأشعة-UV يكون خطياً من خلال المعادلات [1] [2] [3] للكواشف CR-39, CN-85, LR-115 على التوالي والتي تم ايجادها من (الشكل - 5) A, B.

$$\text{Abs.} = 0.0051 \text{ Dose} \times 10^3 \text{ (erg/ mm}^2\text{)} - 0.4158$$

..... (1)

$$\text{Abs.} = 0.0002 \text{ Dose} \times 10^3 \text{ (erg/ mm}^2\text{)} - 0.0019$$

..... (2)

$$\text{Abs.} = 0.0007 \text{ Dose} \times 10^3 \text{ (erg/ mm}^2\text{)} + 0.0645$$

..... (3)

. وهذا ما أوصى به الباحث Shweikani وجماعته [6] باستخدام كاشف CR-39 كمجراع لأشعة-UV من خلال قياس معدل قطر الأثر النووي، باستخدام مطيافية UV-visible بالإضافة إلى مطيافية FTIR-Fourier Transform Infrared Spectroscopy، وذلك لقياس التأثير الإشعاعي لأشعة UV.

في دراستنا الحالية تم استخدام كواشف الأثر النووي CR-39, CN-85, LR-115 لقياس جرعة الأشعة UV-UV وذلك باستخدام مطيافية UV-visible وإيجاد سلوك التغير في الامتصاصية مع جرعة التشعيع بين تلك الكواشف واختيار الأفضل منها في التجريب الإشعاعي لأشعة UV.

### المواد وطريقة العمل

تم تحضير ستة نماذج لكل كاشف من كواشف الأثر النووي CR-39, CN-85, LR-115 بالإضافة إلى نموذج غير مشع كنموذج قياسي (مرجعي) لكل كاشف. وكانت إبعاد الكواشف هي (1x1) cm لكل كاشف ويسمك  $12-13, 100, 1000$  μm للكواشف CR-39, CN-85, LR-115 على التوالي.

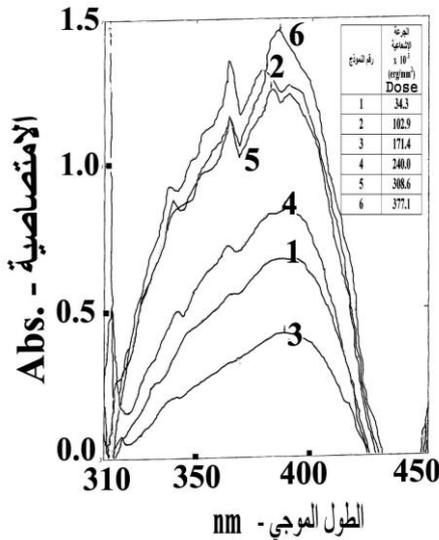
تم التشعيع بالأشعة فوق البنفسجية UV- باستخدام مصدر مصباح قلبي نوع PEN- Ray Lamp شركة SAN GARIEL موديل Ultra-violet, Inc بطول موجي 254nm. تم معايرة الأشعة فوق البنفسجية UV- باستخدام طريقة الاكثينومتري [V] وكان معدل جرعة التشعيع بأشعة UV- هو  $524$  erg/mm<sup>2</sup>. s. تم شععت نماذج كواشف الأثر النووي CR-39, CN-85, LR-115 بجرع  $34.3, 102.8, 171.4, 240, 308.5, 377.2$  x  $10^3$  erg/mm<sup>2</sup> بالإضافة إلى ترك نموذج غير مشع كنموذج قياسي لكل كاشف على حده. تم التحليل الطيفي باستخدام جهاز مطيافية UV-Visible من إنتاج شركة Shimadzu موديل UV-210A وعند مدى الطول الموجي (300-450 nm).

### النتائج والمناقشة

توضح الأشكال [1, 2, 3] تغير الحد الأقصى للامتصاصية الضوئية مع الطول الموجي للكواشف

عملية الانحلال مسيياً نقصان في الوزن الجزيئي وزيادة في سرعة نمو قشط الأثر- $V_B$ . كما أن زيادة الامتصاصية تعني زيادة التوصيلية الكهربائية للبوليمر لنقصان فجوة الطاقة فيما بين حزمة التكافؤ وحزمة التوصيل نتيجة التشعيع مما يدل على أن تأثير الأشعة فوق البنفسجية عند الطول الموجي 254 nm يمتد إلى عمق غير قليل داخل الكاشف [11].

تبين من خلال هذه الدراسة هناك إمكانية استخدام الكواشف CR-39, CN-85 في التجريب الإشعاعي للأشعة فوق البنفسجية من الجرعة  $34.28 \times 10^3 \text{ erg/mm}^2$  لغاية  $171.4 \times 10^2 \text{ erg/mm}^2$ ، وللكاشف LR-115 من الجرعة  $171.4 \times 10^3 \text{ erg/mm}^2$  لغاية  $3.77 \times 10^3 \text{ erg/mm}^2$ .

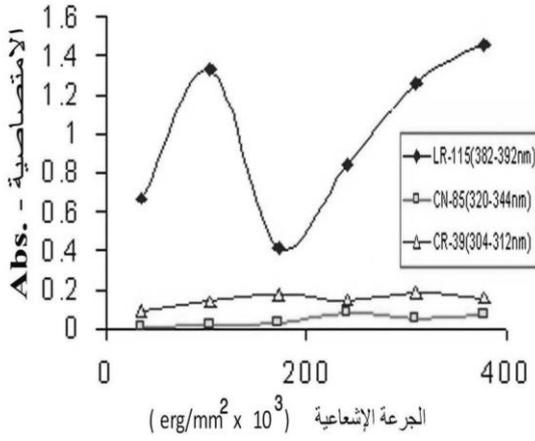


شكل رقم (١) الامتصاصية الضوئية - Abs. مع الطول الموجي وللمدى (310-450) nm ولجميع العينات المشعة بالأشعة فوق البنفسجية - UV عند الكاشف LR-115.

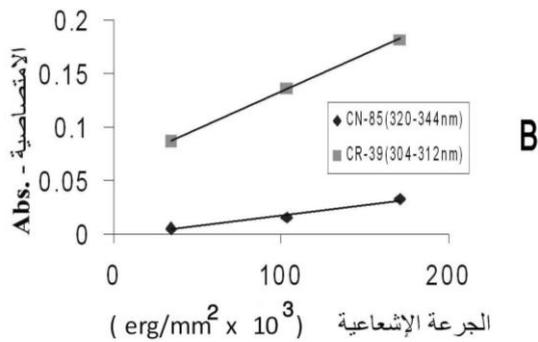
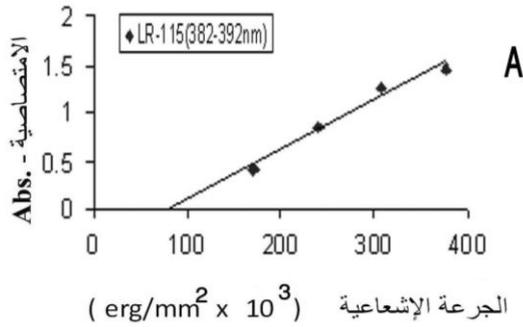
على اعتبار أن Abs.: تمثل الامتصاصية الضوئية للكاشف و Dose: تمثل جرعة التشعيع بأشعة-UV للكاشف بوحدة  $\text{erg/mm}^2$ .

أن التذبذب الحاصل في قيم الامتصاصية مع الجرع الإشعاعية في (الشكل-٤) وخاصة عند الكاشف LR-115 الذي يعتبر أكثر الكواشف تأثراً بالأشعة-UV مقارنة بالكاشفين CR-39 و CN-85 وذلك نتيجة لون الكاشف LR-115 البني ومعامل انكساره الواطئ بالإضافة إلى سمكه الذي له دوراً أساسياً في تحديد حساسية الضوء المرئي وفوق البنفسجي [٨]، وتعزى الزيادة الحاصلة في الامتصاصية الضوئية من الجرعة  $34.28 \times 10^3 \text{ erg/mm}^2$  إلى حد الجرعة  $171.4 \times 10^2 \text{ erg/mm}^2$  في الكاشفين CR-39, CN-85 وكذلك الزيادة في الامتصاصية بعد الجرعة 171.4  $\times 10^2 \text{ erg/mm}^2$  للكاشف LR-115 وحصول الانقلابية عند تلك الجرعة إلى تكسير الأواصر الموجودة في السلاسل البوليمرية ومن ثم تكوين الجذور الحرة التي يمكنها البدء في تفاعلات أخرى بوجود الأوكسجين مما يمكنها من فصل السلاسل الجزيئية الكبيرة ويحصل ذلك بعد اختراق الأشعة فوق البنفسجية ذات الطول الموجي 254nm والتي تقع ضمن منطقة - UVC وبطاقة تقدر بـ 111.3 k cal / mol [9].

كما يعزى السبب أيضاً في زيادة الامتصاصية الضوئية إلى تكون مجموعة غير مشبعة من مجاميع الكاربونيل وإلى قوة الأصرة المزدوجة C=C. أما عندما تقل الامتصاصية الضوئية حتى بزيادة التشعيع يعزى ذلك إلى اختفاء أو ضعف تلك الأصرة لحدوث تشابك في البوليمر الذي يؤدي بدوره إلى زيادة الوزن الجزيئي للبوليمر و ثم إلى نقصان في سرعة نمو قشط الأثر على السطح- $V_B$  [10]. وعندما تبدأ الزيادة في الامتصاصية الضوئية مرة أخرى اعتماداً على نوع الكاشف وتركيبه الكيميائي ومقدار جرعة التشعيع فإن ذلك يعزى لتكون الجذور الحرة وسلاسل قصيرة ضمن هيكل البوليمر مما يؤدي بالجذور إلى حصول تفاعل من خلال اكتساب طاقة إضافية وزيادة التناثر فيما بينها وتصبح الجذور أكثر نشاطاً مما يكسبها فعالية في الدخول بتفاعلات أخرى وتحاول كسر سلاسل بوليميرية أخرى. وهذا التفاعل يؤدي إلى زيادة

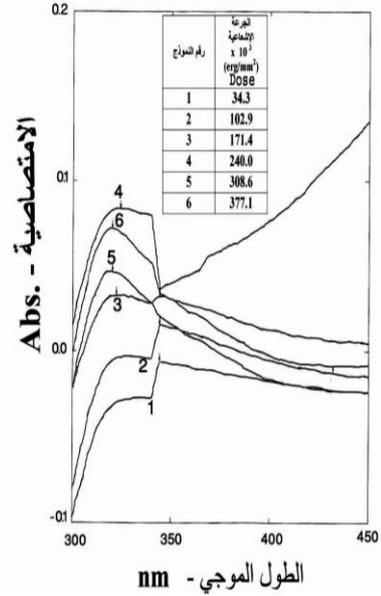


شكل رقم (4) الحد الأقصى للامتصاصية الضوئية مع جرعة التشعيع بالأشعة فوق البنفسجية - UV للكاشف CR-39, CN-85, LR-115 عند مديات الطول الموجي (304-312)nm, (320-344)nm, (382-392)nm على التوالي.

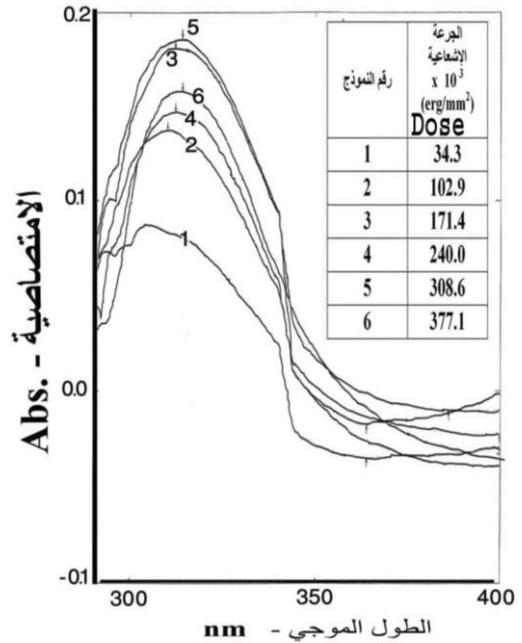


شكل رقم (5) السلوك الخطي للأمتصاصية الضوئية مع جرعة التشعيع بالأشعة فوق البنفسجية - UV بعد إجراء عملية الملائمة A: للكاشف LR-115 عند مدى الطول الموجي 382-392nm.

B: للكاشفين CN-85, CR-39 عند مديات الطول الموجي (304-312), (320-344)nm على التوالي.



شكل رقم (2) الامتصاصية الضوئية - Abs. مع الطول الموجي وللمدى (300-450)nm ولجميع العينات المشعة بالأشعة فوق البنفسجية - UV عند الكاشف CN-85.



شكل رقم (3) الامتصاصية الضوئية - Abs. مع الطول الموجي وللمدى (300-400)nm ولجميع العينات المشعة بالأشعة فوق البنفسجية - UV عند الكاشف CR-39.

Mosul, College of Science, "Ph.D Thesis, (2009).

[10] الأنعمي، سعيد حسين سعيد، "تغير المعدل القشط العام لكاشف الأثر النووي CR-39 تحت تأثير الأشعة فوق البنفسجية وأشعة الليزر"، مجلة التربية والعلم، العدد (44)، (2000).

[11] Singh S., Prasher S., "UV-Vis. Spectroscopic and Etching Studies of IR exposed CR-39 Plastic Track Detector" Nucl. Inst. and Method in physic Research B 215, PP: 169- 173, (2004).

### Abstract

Ultraviolet Radiation dosimetry at the rang  $34.28 \times 10^3 \text{ erg/mm}^2$  to  $377 \times 10^3 \text{ erg/mm}^2$  was determined for CR-39, CN-85, LR-115 nuclear track detectors by using UV-Visible spectrophotometer at wavelengths range (304-312 nm, 320-344nm, 382-392 nm) respectively. The value of optical absorption peaks for wave length range was increased with increasing of radiation dose, which was the same behavior for CR-39 and CN-85 detectors, where as the behavior of LR-115 detector was different by appearing of the reciprocal in the optical absorption peaks at radiation dose  $171.4 \times 10^2 \text{ erg/mm}^2$ . We determined the linear equations which are described the behavior of changes in the absorbance at specified wavelength ranges with UV-radiation doses for CR-39, CN-85 and LR-115 detectors.

In addition we could use CR-39, CN-85 to determine UV-radiation dose from the dose range  $34.28 \times 10^3 \text{ erg/mm}^2$  to  $171.4 \times 10^2 \text{ erg/mm}^2$  and use LR-115 detector for the dose range  $171.4 \times 10^3 \text{ erg/mm}^2$  to  $377 \times 10^3 \text{ erg/mm}^2$ .

### References

- [1] Surinder Singh and Sangeeta Prasher, "UV-VIS spectroscopic and aching studies of IR exposed CR-39 plastic track detector" Nuclear instruments and methods in physics research section B: Beam interaction with materials and atoms, vol 215, issues 1-2 169-173, (2004).
- [2] Tse, K .C.C., Nikezic, D. and Yu , K.N. "Effects of UVC irradiation on alpha-particle track parameters in CR-39" Radiation Measurements, 43 , S98 –S101, (2008).
- [3] Kai-Lai G. Ho and Anthony L. Pometto III "Effects of electron-beam irradiation and ultraviolet light (365 nm) on polylactic acid plastic films" Journal of Polymers and Environment , vol. 7, no 2, (1999).
- [4] Tse, K .C.C., Ng ,F.M.F. and Yu, K.N. "photo-degradation of PADC by UV radiation at varios wavelengths" Polymer Degradation and Stability 91, 2380 -2388, (2006).
- [5] Elmaghraby, Elsayed K., Salama, Talat A. "Investigation of the fluorescence emitted from polyallyl diglycol carbonate modified by gamma-ray radiation excited by UV radiation" Radiation Effects and Defects in Solids: Incorporating Plasma Science and Plasma Technology, vol. 165, no. 4, pp. 321-328, (2010).
- [6] Shweikani, R., Raja G., and A. A. Sawaf "The possibility of using plastic detectors CR-39 as UV dosimeters" Radiation Measurements, 35, 281-285, (2002).
- [7] AL-Shaickly, M.A.S. "The relative sensitivities of four spare – formers of the genus bacillus to gamma and uv- Irradiation (1971) Thesis".
- [8] Kenawy M.A. & Sayed A.M., "Comparison of Various Types of SSNTD for neutron Dosimetry" Solid state Nuclear Track Detectors, Proceeding of the 10<sup>th</sup> International Conference, Lyon, 2-6, (1979).
- [9] Firas Mohammed Ali Fathi Al-Jomaily "Electromagnetic Radiation Dosimetry Using Nuclear Track Detectors and Determination of Their Intrinsic Efficiencies with Invocation Computer Image Processing In Measurement of Nuclear Track Parameters" University of

