

دراسة تأثير جرعة الأشعة فوق البنفسجية على الخواص البصرية لكاشف الأثر النووي CN-85

رنا هشام محمود

قسم الفيزياء

كلية العلوم

جامعة الموصل

(تاريخ الاستلام ٥ / ١٠ / ٢٠١١ ؛ تاريخ القبول ١٢ / ١٢ / ٢٠١١)

الملخص

تم في هذا البحث دراسة تأثير الأشعة فوق البنفسجية بطول موجي (244nm) وجرعتها على الخواص البصرية لكاشف الأثر النووي CN-85 بسلك قدره 100µm لفترات تشعيع مختلفة (1,3,7,9,11) ساعة. تبين من خلال النتائج بعد التشعيع التأثير الواضح للإشعاع على ثابت العزل الكهربائي الحقيقي ϵ_1 للكاشف فقد تغير من 7.9 عند التشعيع بساعة واحدة إلى 10.1 عند التشعيع ب 11 ساعة. أما معامل الخمود K_0 تغير من 2.25×10^{-4} عند التشعيع بساعة واحدة إلى 9.0×10^{-5} عند 11 ساعة. قيم فجوة الطاقة أظهرت نتائجها نقصانها من 2.0eV عند التشعيع بساعة واحدة إلى 1.22eV عند التشعيع لمدة 11 ساعة حيث تقل طاقة الفجوة البصرية بزيادة جرعة الأشعة فوق البنفسجية. كما تبين أن أعلى امتصاصية ضوئية تقع عند الطول الموجي (308-312)nm للعينات المشععة.

الكلمات الدالة: كاشف الأثر النووي CN-85، بصري، الأشعة فوق البنفسجية.

Study the Effect of UV Radiation Dose on the Optical Properties of SSNTD – CN-85

Rana H. Mahmmod
Department of Physics
College of Science
University of Mosul

ABSTRACT

Experimental study has been performed to study the effect of ultraviolet radiation (244 nm) on the physical properties of the solid state nuclear track detector CN-85 has(100µm) thickness . Samples radiated by ultraviolet radiation for (1,3,7,9,11) hr. The results show the

effects of the radiation on the samples. The real dielectric constant ϵ_1 change from 7.9 at 1hr. radiated to 10.1 at 11hr. radiated. The extinction coefficient K_0 changed from 2.25×10^{-4} at 1hr. radiated to 9.0×10^{-5} at radiated 11hr. It has been found that the values of energy gaps decreasing from (2.0eV) at 1hr. radiated to (1.22eV) at 11hr. radiation. The amount of energy gap decreased with increasing UV dose. The results show the amount of maximum absorption between (308-312)nm.

Keywords: Solid state Nuclear Track Detector, CN-85, Optical, UV.

المقدمة

إن كاشف نترات السيليلوز CN-85 يصنف من الكواشف العضوية التي تحتوي في تركيبها الكيميائي على الكربون والهيدروجين والنيتروجين ذات صيغة كيميائية $(C_6H_8N_2O_5)_n$ (Durrai and Bull, 1987) ويعد من المواد ذات الكفاءة العالية في الكشف عن الجرعات النيوترونية (الحرارية والسريعة) إلى جانب شظايا الانشطارات ويستخدم في إيجاد تراكيز اليورانيوم والفيضان الرادوني كما يستخدم في الكشف عن الجسيمات المشحونة مثل البروتونات والديترونات وجسيمات الفا (Papatefauou *et al.*, 1995) (Sadowsk *et al.*, 1997) (Harvey *et al.*, 1998). تستخدم الامتصاصية الضوئية مقياساً للجرعة الإشعاعية للأشعة المؤينة (أشعة كاما والنيوترونات والجسيمات المشحونة وغيرها) إذ يتغير لون بعض المواد عند تعرضها للإشعاع والتسخين، مثلاً عند تسخين كاشف CR-39 فان لونه يتغير ويميل إلى الاصفرار بارتفاع درجات الحرارة، أما عند تشيع عينات الزجاج بأشعة كاما فسوف يتغير لونها إلى اللون البني ويزول هذا اللون بتسخين هذه العينات (Kan *et al.*, 1984) (Srivastava and Virk, 2000) (محيميد، 2000). كذلك تستخدم الامتصاصية الضوئية في إيجاد كل من معامل الامتصاص وقيمة فجوة الطاقة (منصور وآخريين، 2002). وتستخدم أيضاً أطيف الامتصاصية الضوئية في دراسة أطيف التآلق الحراري ومعرفة مراكز التلف الحاصلة عند تشيع البلورات الأحادية بالأشعة المؤينة أو تسخينها (Bost *et al.*, 1999). إن الإشعاع يؤدي إلى زيادة التلف في جزيئات المادة التي يسقط عليها ويكون هناك ثلاثة أنواع من الأواصر وهي المعدنية والأيونية والتساهمية فتأثير الإشعاع يكون كبيراً بالنسبة للأواصر التساهمية مقارنة بتأثيره بالأواصر الأخرى. وحيث إن الكواشف العضوية تتكون من جزيئات ترتبط مع بعضها بأواصر تساهمية لذا فان تأثير الإشعاع يكون من الأهمية بما كان في تلك الكواشف (Massenger *et al.*, 1992). إن اختراق الجسيمات لكواشف الأثر النووي (وضمنها) SSNTD كاشف CN-85 يؤدي إلى انفصام السلاسل البوليميرية الطويلة مما يؤدي إلى توليد جذور حرة عند اثر الجسيم الساقط إذ إن الجسيمات تؤثر على المجموعة الضعيفة في البوليمر ولان المجموعة غير مستقرة ولوجود الأوكسجين مع ذرات الكربون يعد عاملاً مساعداً في تفسير الأصرة ويتكرر هذا في كل بناء في هيكل البوليمر كما انه يؤدي دوراً مهماً في الانحلال

وبدء انحلالات جديدة مما يقلل من الاستقرار الحراري للبوليمر (Thermal stability). إذ أن الجذور الحرة المتكونة تدخل في تحولات تؤدي إلى تغيرات فيزيائية وكيميائية في البوليمر فينتج بوليمراً ذا سلاسل قصيرة مكسرة مؤدياً إلى نقصان في الوزن الجزيئي للبوليمر وقد يؤدي دخول الجذور الحرة في تفاعلات معينة إلى حصر التشابك للبوليمر (Cross-linking) مما يزيد وزنه الجزيئي (Tager, 1978).

الجانب النظري

قوانين الامتصاص:

عند سقوط إشعاع شدته (I_0) على سطح مادة سمكها t فإن إشعاع شدته (I) سوف ينفذ من الجهة الأخرى وتكون الشدة (I) أقل من الساقطة (I_0) بسبب الامتصاص والتشتت داخل المادة والانعكاس من سطحها. ان عملية الامتصاص للنموذج يكون هو العامل الرئيسي في تقليل الشدة (Longhurst, 1967).

حيث α معامل الامتصاص وهي صفة المادة
والامتصاصية A تساوي

$$I = I_0 \exp(-\alpha t) \quad (1)$$

$$A = \text{Log} \frac{I_0}{I} \quad (2)$$

$$\therefore \alpha = 2.303 \frac{A}{t} \quad (3)$$

ولإيجاد معامل الانكسار الحقيقي n_0 والذي يمثل النسبة بين سرعة الضوء في الفراغ إلى سرعته في المادة يرتبط مع الانعكاسية R بالعلاقة (داؤد، 2000).

$$R = \frac{(n_0 - 1)^2 + K_0}{(n_0 + 1)^2 + K_0} \quad (4)$$

حيث K_0 معامل الخمود ويعرف بأنه كمية ما تمتصه الكثرونات الوسط من طاقة فوتونات الإشعاع الساقط عليها.

$$n_0 = \left[\left(\frac{1+R}{1-R} \right)^2 - (K_0^2 + 1) \right]^{1/2} + \left(\frac{1+R}{1-R} \right) \quad (5)$$

وتم حساب الانعكاسية من المعادلة الآتية

$$R = 1 - A - T \quad (6)$$

وتعرف الانعكاسية بأنها النسبة بين شدة الإشعاع المنعكس إلى شدة الإشعاع الساقط عند الحد الفاصل بين

وسطين.

كذلك يمكن الحصول على معامل الخمود K_0 من العلاقة

$$K_0 = \frac{\alpha\lambda}{4\pi} \text{-----} (7)$$

ثابت العزل الكهربائي: يعرف ثابت العزل الكهربائي المعقد ε بأنه الاستقطاب الحاصل لشحنات مادة الوسط نتيجة امتصاص طاقة الإشعاع الساقط من قبل شحنات ذلك الوسط ويعطى بالمعادلة

$$\varepsilon = (n_0 - iK_0)^2 \text{-----} (8)$$

حيث أن

$$\varepsilon = \varepsilon_1 - \varepsilon_2 \text{-----} (9)$$

ε_1 و ε_2 الأجزاء الحقيقية والخيالية على التوالي لثابت العزل الكهربائي

$$\therefore \varepsilon_1 = n_0^2 - K_0^2 \text{-----} (10)$$

$$\varepsilon_2 = 2n_0K_0 \text{-----} (11)$$

يمكن الحصول على القيمة النهائية لجرعة الأشعة فوق البنفسجية والتي تقدر ب (9.5 erg/mm².Sec) (Firas, 2009).

وان الجرعة = معدل الجرعة × زمن التشعيع

لغرض إيجاد طاقة حزمة الفجوة E_g فان معادلة الانتقالات الالكترونية للانتقالات يمكن الاستفادة منها حيث تستخدم العلاقة الآتية:

$$\alpha h\nu = A(h\nu - E_g)^r \text{-----} (12)$$

$h\nu$: طاقة الفوتون الساقط

E_g : طاقة الفجوة البصرية

ان قيمة r تحدد الانتقال المسموح وغير المسموح ففي الانتقال المباشر المسموح تكون قيمته 1/2 وفي حالة الانتقال المباشر الممنوع تكون قيمته 2/3. أما في الانتقال غير المباشر المسموح تكون قيمته 2 وفي حالة الانتقال غير المباشر الممنوع تكون قيمته 3. (Smith, 1959) (Kenneth, 1987). من رسم العلاقة بين $(\alpha h\nu)^{1/2}$ وطاقة الفوتون الساقط $h\nu$ تم تحديد نقطة التماس للجزء المستقيم مع محور السينات $h\nu$ الذي يمثل طاقة الفجوة E_g .

الجانب العملي

المواد المستعملة

تم استخدام كاشف الأثر النووي CN-85 بسمك قدره 100µm وصيغته الكيماوية هي $(C_6H_8N_2O_5)_n$ وتم تقطيع ست قطع من الكاشف المستخدم وبأبعاد 1cm×1cm وان قطعة واحدة عدت عينة قياسية والخمس قطع الأخرى الباقية من الكاشف عرضت إلى الأشعة فوق البنفسجية ولفترات زمنية مختلفة (1,3,7,9,11) ساعة إذ وضعت العينات على بعد 3cm من المصدر المشع (Ultra-Violet products, INC. SAN GABRIEL, CALIFORNIA. USA). تم تحليل العينات من الكاشف المستخدم بعد عملية التشعيع بجهاز التحليل الطيفي.

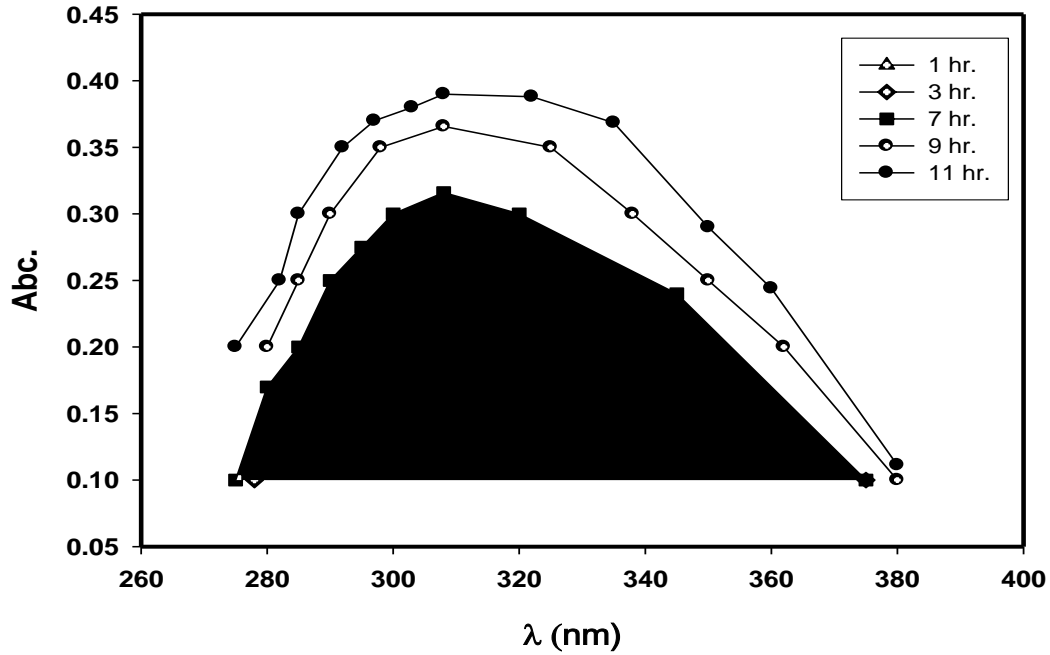
القياسات العملية

إن معظم الخواص البصرية للنموذج يمكن تعيينها عن طريق منحنى الاستجابة الطيفية . إذ تم استخدام جهاز الفوتوميتر نوع (SERIES -1000) (UV-Visible Spectrophotometer, CECIL, CE 1021) لقياس العلاقة بين الامتصاصية والطول الموجي. ولأن توزيع مراكز الامتصاص منتظم خلال الشريحة لذا فان كمية الضوء الممتص من قبل الغشاء دالة لسمكه وتتبع قانون لامبرت.

$$\frac{1}{A} = \frac{t\alpha}{2.303} \text{-----(13)}$$

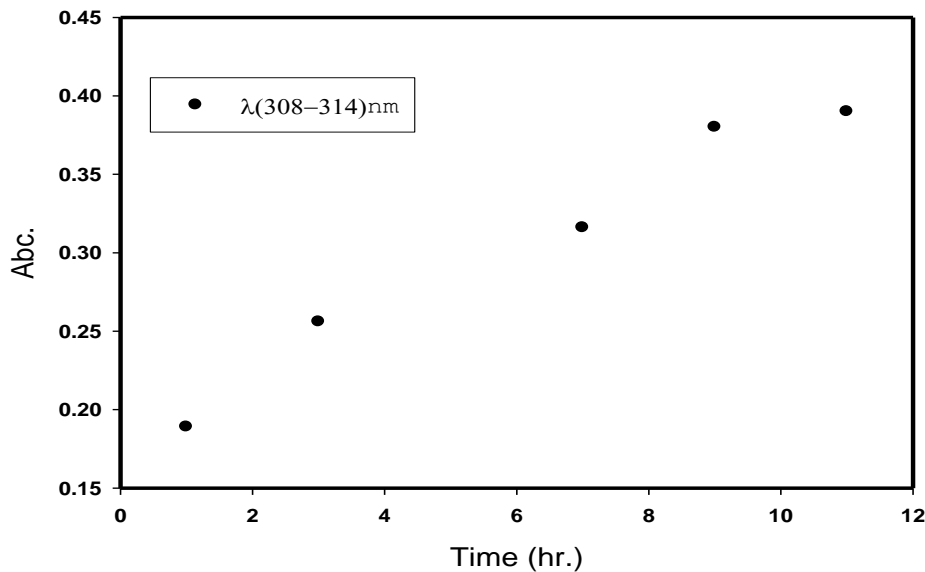
النتائج والمناقشة

يوضح الشكل (1) العلاقة بين طيف الامتصاصية للكاشف CN-85 والأطوال الموجية باستخدام أشعة UV ولفترات تشعيع (1,3,7,9,11) ساعة إذ يظهر زيادة للامتصاصية بزيادة زمن التشعيع وذلك بسبب إن الإشعاع يؤدي إلى تفكك أواصر التكافؤ الرئيسية إلى جذور (radical) إن تفكك أواصر C—C و C—H تؤدي إلى تعرية (degradation) وتشابك (crosslinking) حيث أن التشابك هو التفاعل الرئيسي الذي يحدث بالتشعيع للمادة العضوية وكذلك فإن التشعيع يؤدي إلى تهيج للجزيئات وتوليد الكترونات حرة وايونات تتحرك خلال شبكة المادة العضوية إلى أن تصطاد في مكان ما مخلقة فجوات . هذه التأثيرات تؤدي إلى زيادة الامتصاصية للأشعة الساقطة أكثر من امتصاص المادة غير المشعة، فكلما ازدادت كمية الجرعة ازدادت هذه التأثيرات مما يزيد من الامتصاص (Ashour et al., 2006) .



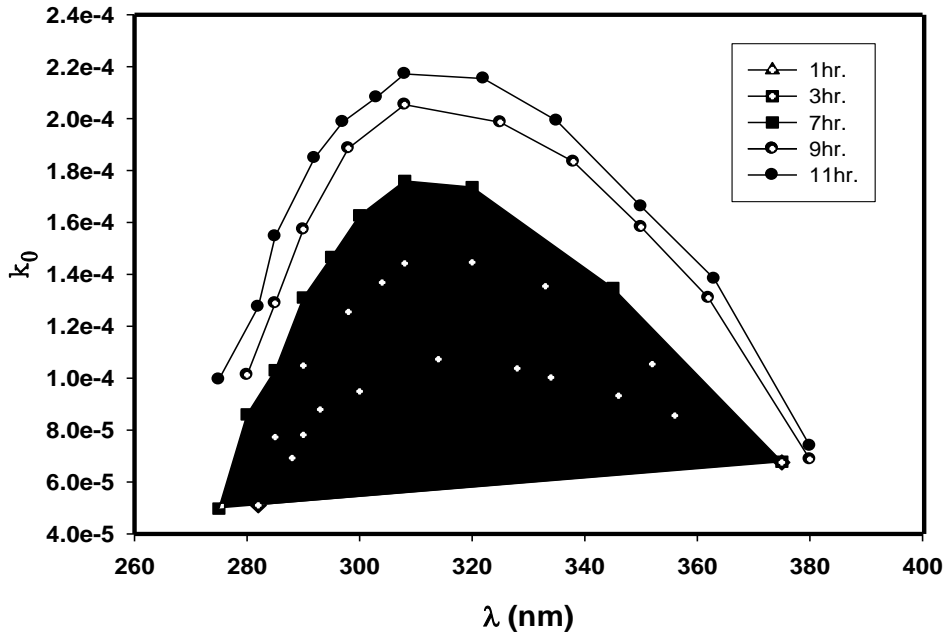
الشكل 1: العلاقة بين طيف الامتصاصية الضوئية لكاشف الأثر النووي CN-85 والطول الموجي ولفترات تشعيع مختلفة باستخدام الأشعة فوق البنفسجية.

الشكل (2) يوضح العلاقة بين الامتصاصية الضوئية لكاشف الأثر النووي CN-85 ولفترات تشعيع مختلفة باستخدام الأشعة فوق البنفسجية إذ أظهرت النتائج إن أعلى امتصاصية ضوئية تقع عند الطول الموجي (308-312)nm للعينات المشعة و تزداد الامتصاصية بزيادة عدد ساعات التشعيع.



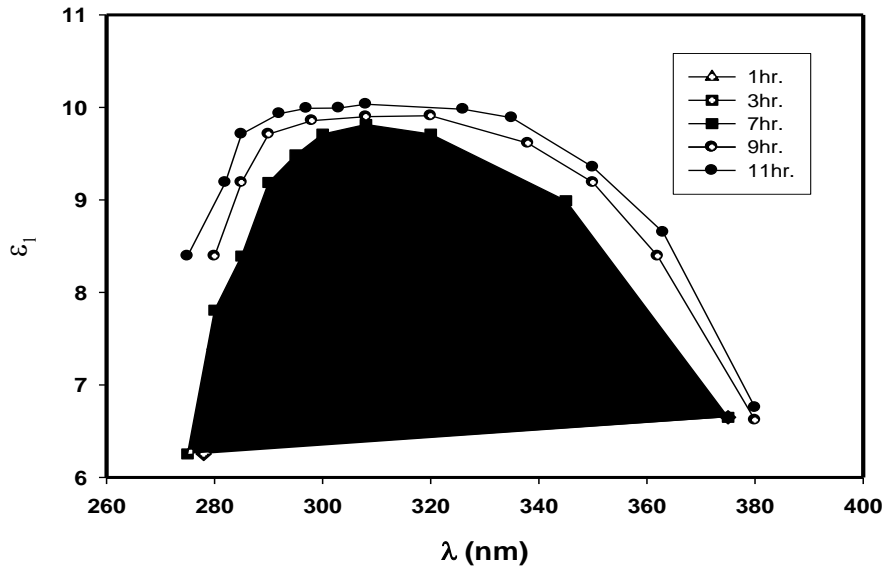
الشكل 2: العلاقة بين أعلى امتصاصية طيف الامتصاص لزمان فترات التشعيع بالساعات لكاشف الأثر النووي CN-85 عند الأطوال الموجية (308-314) nm و زمن التشعيع باستخدام الأشعة فوق البنفسجية.

الشكل (3) يوضح تغير معامل الخمود K_0 مع الطول الموجي باستخدام (UV) ولفترات تشعيع (1,3,7,9,11) ساعة إذ أن معامل الخمود يزداد بازدياد زمن التشعيع ذلك أن معامل الخمود هو مقدار ما تمتصه الالكترونات من طاقة الأشعة الساقطة واطهر تأثير التشعيع بوضوح حيث تغيرت قيمة K_0 من 2.25×10^{-4} بعد التشعيع بساعة واحدة إلى 9×10^{-5} عند التشعيع ب 11 ساعة.



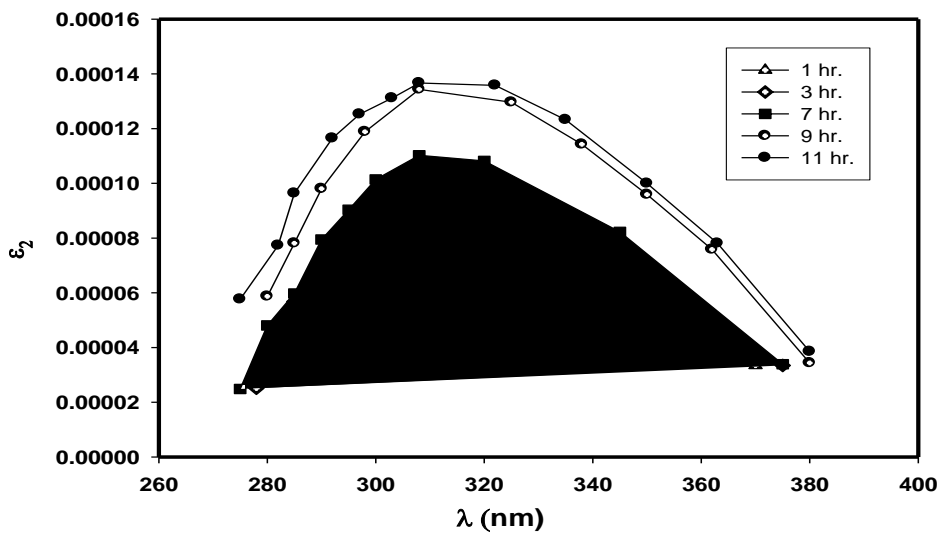
الشكل 3: تغير معامل الخمود K_0 لكاشف الأثر النووي CN-85 مع الطول الموجي ولفترات تشعيع مختلفة باستخدام الأشعة فوق البنفسجية.

يوضح الشكل (4) الجزء الحقيقي لثابت العزل الكهربائي ϵ_1 و الأطوال الموجية ولفترات تشعيع (1,3,7,9,11) ساعة حيث يلاحظ بازدياد زمن التشعيع فان ثابت العزل يزداد نتيجة امتصاص طاقة الإشعاع الساقط من قبل شحنات الوسط أي ثابت العزل الكهربائي يتغير حسب كمية الإشعاع الممتص فقد ازدادت قيمته من 7.9 عند التشعيع بساعة واحدة إلى 10.1. بعد فترة تشعيع 11 ساعة.



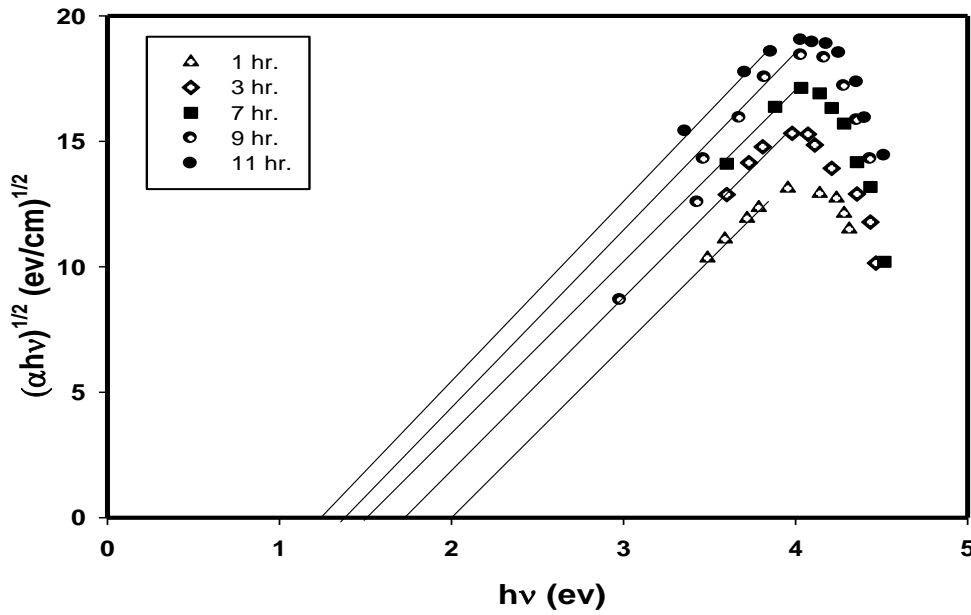
الشكل 4 : تغير الجزء الحقيقي لثابت العزل الكهربائي ϵ_1 لكاشف الأثر النووي CN-85 مع الطول الموجي ولفترات تشعيع مختلفة باستخدام الأشعة فوق البنفسجية.

أما الشكل (5) فيوضح تغير ثابت العزل الكهربائي الخيالي مع الأطوال الموجية ولفترات تشعيع (1,3,7,9,11) ساعة إذ تبين ازدياد ثابت العزل الخيالي بازدياد زمن التشعيع لان ازدياد كمية الإشعاع الممتص تساهم في ازدياد مساهمة حاملات الشحنات في الامتصاص مما يؤدي إلى زيادة قيمة ϵ_2 وانه يعزز مساهمة حاملات الشحنة في الامتصاص إذ بزيادة الامتصاص ازدادت قيمة ϵ_2 إذ تغيرت قيمته من 5.9×10^{-5} عند التشعيع بساعة واحدة إلى 1.4×10^{-4} بعد تشعيه لفترة 11 ساعة.



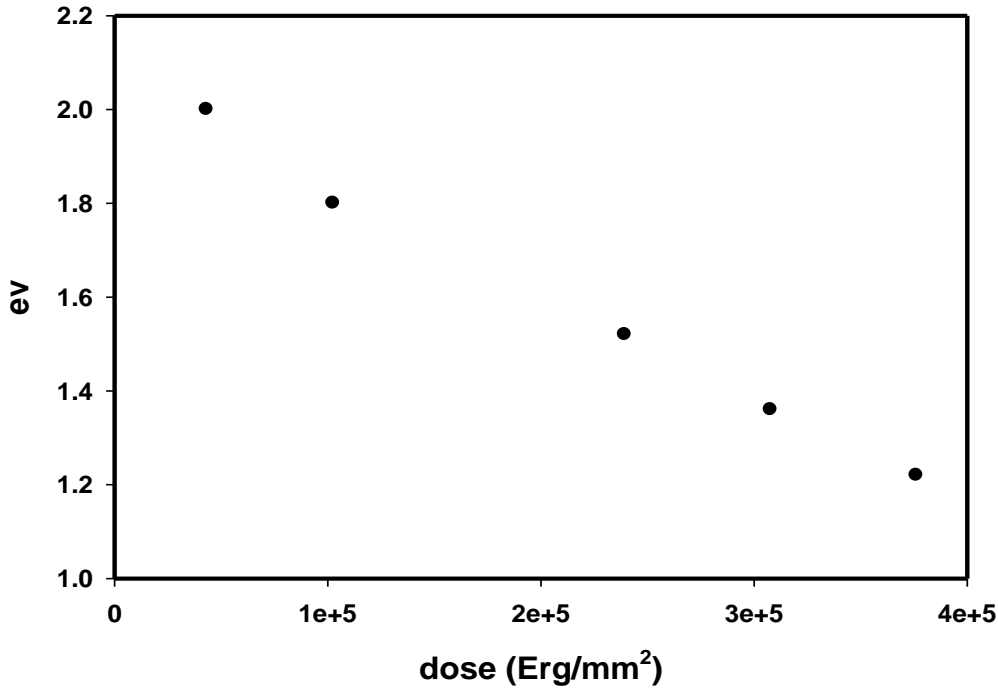
الشكل 5: تغير الجزء الخيالي لثابت العزل الكهربائي ϵ_2 لكاشف الأثر النووي CN-85 مع الطول الموجي ولفترات تشعيع مختلفة باستخدام الأشعة فوق البنفسجية.

يوضح الشكل (6) العلاقة بين $(\alpha hv)^{1/2}$ وطاقة الفوتون hv ولفترات تشعيع (1,3,7,9,11) ساعة باستخدام الأشعة فوق البنفسجية. قيم فجوة الطاقة للكاشف CN-85 إذ كانت عند التشعيع بساعة واحدة 2.0eV بينما كانت قيمتها عند تشعيه للفتترات (3,7,9) ساعات هي $(1.8,1.57,1.36)\text{eV}$ على التوالي. أن قيم فجوة الطاقة بدأت بالنقصان بزيادة فترة التشعيع وأصبحت 1.22eV عند 11 ساعة تشعيع وسبب ذلك أن الأشعة فوق البنفسجية تقوم بتكسير الأواصر في المركب العضوي مما يخلق فجوات وتحرير الكترولونات والتي قد تصطاد في مصائد عند مواقع مختلفة مما يؤدي إلى تغير طبيعة المادة ولكنها تبقى ضمن المواد العازلة.



الشكل 6: العلاقة بين $(\alpha hv)^{1/2}$ وطاقة الفوتون hv لكاشف الأثر النووي ولفترات تشعيع CN-85 (11,9,7,3,1) ساعة باستخدام الأشعة فوق البنفسجية.

يوضح الشكل (7) العلاقة بين قيم فجوة الطاقة للكاشف CN-85 و الجرعة الممتصة للأشعة فوق البنفسجية. إن قيمة فجوة الطاقة تقل بزيادة الجرعة إذ كانت قيمة فجوة طاقة 2.0eV كمية الجرعة الممتصة 34200erg/mm^2 عند التشعيع بساعة واحدة في حين عند قيمة فجوة طاقة 1.22eV كانت كمية الجرعة الممتصة 376200erg/mm^2 عند التشعيع ب 11 ساعة.



الشكل 7: العلاقة بين طاقة فجوة الطاقة البصرية لكاشف الأثر النووي CN-85 وجرعة الأشعة فوق البنفسجية.

الاستنتاجات

- من خلال دراسة تأثير التشعيع بتقنية UV-visible على كاشف الأثر النووي CN-85 تبين الآتي:
1. زيادة ثابت العزل الكهربائي الحقيقي لكاشف الأثر النووي CN-85 بزيادة زمن التشعيع مما يجعل المادة مستقطبة كهربائياً وبهذا تزداد خزن الشحنة.
 2. تقل قيمة طاقة فجوة الطاقة بزيادة فترات التشعيع.
 3. أعلى امتصاصية ضوئية تقع تقريباً عند الطول الموجي (308-312)nm وتزداد الامتصاصية بزيادة زمن التشعيع.

المصادر العربية

- داؤد، فريال كاظم (٢٠٠٠). دراسة الصفات الضوئية والكهربائية بطريقتي التبخير والترسيب الحراري لأغشية الرقيقة SO₂. أطروحة ماجستير – الجامعة المستنصرية، بغداد، العراق.
- محيميد، احمد خلف (٢٠٠٥). استخدام البوليمر في قياس الجرعة الإشعاعية لأشعة كاما . مجلة التربية والعلم، ١٧ (٣).

منصور، ميخائيل عيسى؛ محمد سلمان، نواف بلو ملا (٢٠٠٢). الخواص الضوئية لبولي كلوريد الفايينيل (Pvc) كبدل محلي للبوليمر المستورد في أجهزة شارب للاستتساخ. مجلة التربية والعلم، ١٤ (١).

المصادر الأجنبية

- Ashour, A. H.; Saad, H. M.; Ibrahim, M. M. (2006). Electrical conductivity for irradiated, grafted polyethylene and grafted polyethylenewith metal complex. *Egypt. J. Solids*, **29**(2) , 351-360.
- Bost, A. J. J.; Haas, J. M. ; Fedorov, A. V.; Van, A. (1999). Optical Absorption Bands in Lif: Mg, Ti After Irradiation with Gamma Rays and Alpha particles , *Radiation protection Dosimetry*, **84**(1-4), 13-16.
- Durrai, S.A. ; Bull, R. K. (1987)." Solid State Nuclear Track Detection Rogram Press". Oxford. University Press, Oxford.
- Firas, A. A. (2009). "Electromagnetic radiation dosimetry using nuclear track detectors and determination of their intrinsic efficiencies with invocation computer image processing in measurements of nuclear track parameters. Ph.D Thesis. Mosul University Mosul, Iraq, 61-64.
- Harvey, J. R.; Tanner, R. J.; Albert, W.G.; Bartlett, D.T.; Piesch, E.K.; Schraube, H.(1998). The contribution of earados and cendos to etched track neutron dosimetry",. The current status in Europe. *Rad. Protection Dosimetry*. **77**(4), 267-304.
- Khan, H. A.; Nadeem, K.; Akber, R. A. (1984). The Gamma Dose Measurements in the Spent Fuel Elements of a Power Reactor , *Nucl. Instr. And Meth. In phys. Research*, **230**(B2), 573-579.
- Kenneth, A. J. (1987). "Introdaction to Optical Electronic ". John Wiley and Sons, New York. pp. 116-117.
- Longhurst, R. S. (1967)."Geometrical and Physical Optics", printed in Great Britain by Jorrol and Sons , Ltd, Norwich . pp.518-519.
- Massenger, G. C.; Ash, M. S. ; Shaw ; Seidler. (1992). "The Effect of Radiation on Electronic System", 2nd Edn. , Van Nostrand Reinhold.
- Papastefanou, C.; Manolopoulou, S.; Ioannidou, A. (1995). " Radon Flux Niesurments Along Acvtive Faults". *Nucl. Geohys*. **9** , 481-486.
- Sadowski, M.; Baramowski, J.; Slaadnik- Sadawski, E.; Szydowski, A.; Kelly, H.; Marguez, A.(1997). Studies of Response of CN-85 track detectors to N⁺,N⁺⁺ and N⁺⁺⁺ Ions with in energy range 0.2-3 Mev., Research and Application of Plasmas 79. *Research and Appliction of Plasma*. **1**, 437-440.
- Smith, R. A. (1959). "Semiconductors", Spottiswoods, Ballantyne and Co., Ltd., Colchester.
- Srivastava, A.; Virk, H. S. (2000). "Modification of Optical and Structural Response of CR-39 polymer by 50 Mev lithum Ion Irradiation", Conference Nuclear Track in Solids, Nuclear Society of Slovenia.
- Tager, A. A. (1978). "Phscical Chemistry of Polymers". Mir Publisher Moscow, USSR.