

## تأثير التعرض لجسيمات ألفا على الخواص البصرية للغشاء CdO الرقيق

أسماء أحمد عزيز

قسم الفيزياء ، كلية التربية ، جامعة تكريت - تكريت.

### الخلاصة

تم في هذا البحث دراسة تأثير الجرعة الإشعاعية لجسيمات ألفا باستخدام المصدر المشع الامريشيوم ( $Am^{241}$ ) ذو طاقة MeV5.49 وفعالية،  $76\text{ kBq}$  على الخواص البصرية لغشاء أكسيد الكاديوم (CdO) المحضر بطريقة الرش الكيميائي الحراري.

اشتملت الدراسة الخواص البصرية على فجوة الطاقة، معامل الامتصاص، الانعكاسية و معامل الخمود، قبل وبعد تعريض الغشاء إلى جرعة إشعاعية من جسيمات ألفا مقدارها  $(135,410,1100,5500)\text{ rad}$ ، وتم حساب فجوة الطاقة البصرية للغشاء قبل التشعيع وكانت قيمتها  $2.38\text{ eV}$ ، و بعد التشعيع كانت  $(2.34, 2.22, 2.20, 1.98)\text{ eV}$  على التوالي. أظهرت نتائج الدراسة بأن تعريض الغشاء CdO للجرع الإشعاعية أدى إلى نقصان في قيمة فجوة الطاقة مع زيادة الجرعة الإشعاعية الممتصة، و تغيير عشوائي طفيف في قيم الخواص البصرية الأخرى، ثم زيادة ملحوظة في قيم هذه الخواص عند الجرعة  $(5500)\text{ rad}$ .

### المقدمة

فإن زيادة زمن التعرض تعني زيادة كمية الجرعة الممتصة [4].

تأثير الإشعاع على الغشاء يمثل معدل الطاقة الخطية المنتقلة (Linear Energy Transfer) keV التي تتناسب طردياً مع مربع الشحنة وعكسياً مع مربع السرعة [5]. ونظراً لصغر حجمها وخفة وزنها فقد أسهمت في التطور الحالي في مجال بناء الحاسبات الالكترونية الرقمية (Digital Computers) بالإضافة إلى تطوير أجهزة أبحاث الفضاء وغيرها [6].

أن تأثير التشعيع على الأغشية الرقيقة فإنه يحسن من سلوك هذه الأغشية، حيث وجد أن قيم الخصائص الضوئية تزداد بزيادة جرعة التشعيع وان قيمة فجوة الطاقة تقل وذلك نتيجة توليد مستويات طاقة إضافية ضمن المنطقة المحصورة بين حزمتي التكافؤ والتوصيل [7].

أن تعرض الأغشية الرقيقة للجرع الإشعاعية قد يؤدي إلى تحسين سلوك هذه الأغشية، حيث وجد أن قيم الخصائص البصرية تزداد بزيادة جرعة التشعيع وان قيمة فجوة الطاقة تقل، وذلك نتيجة توليد مستويات طاقة إضافية ضمن المنطقة المحصورة بين حزمتي التكافؤ والتوصيل.

تمتاز الأشعة النووية بقدرتها على تأيين أو تهيج ذرات المادة التي تسقط عليها، فعند مرور جسيمة ألفا (نواة ذرة الهليوم  $^4_2\text{He}$  المتأينة +2) خلال وسط ما، فإنها تتفاعل بشكل رئيسي مع الكترولونات ذلك الوسط نتيجة لقوة كولوم التي تعمل بين الجسيمة المشحونة والالكترولونات، لذلك فإن الآلية المهيمنة على فقدان جسيمة ألفا هي الاستطارة الكولومية [1].

وبالرغم من تساوي سرع جسيمة ألفا المنبعثة من المصدر المشع، إلا أنها وعند دخولها مادة ما، لا يفقد كل منها نفس الكمية من الطاقة ولذلك لان مدى جسيمات ألفا لا تكون متساوية داخل المادة [2].

تمتص الأغشية الرقيقة جسيمات ألفا بسهولة، ويمكن أن يفقد جسيم ألفا جميع طاقته في هذه الأغشية، حيث يكتسب الكترولونيين من المادة التي يمر فيها ويتحول إلى ذرة الهليوم المتعادلة [3].

أن الجرعة الإشعاعية الكلية الممتصة التي يتلقاها الغشاء تمثل معدل الجرعة مضرورياً بزمن التعرض، وهكذا

أسماء أحمد عزيز

$$\alpha hv = A(hv - Eg)^r \dots\dots\dots (4)$$

$$R + A + T = 1 \dots\dots\dots (5)$$

$$K_0 = \frac{\alpha \lambda}{4\pi} \dots\dots\dots (6)$$

حيث أن

$\alpha$  : تمثل معامل الامتصاص،  $A$  : الامتصاصية،  $T$ : النفاذية،  $t$ : سمك الغشاء، وكان سمك الغشاء قيد البحث  $t=6240A^0$ ،  $R$ : الانعكاسية،  $K_0$ : معامل الخمود،  $h\nu$ : طاقة الفوتون الممتص،  $Eg$ : فجوة الطاقة،  $r=1/2$  : معامل أسي يعتمد على نوع الانتقال (الانتقال هنا مباشر مسموح)  $r=1/2$ .

### النتائج والمناقشة

تم حساب الخواص الضوئية لغشاء (CdO) قبل التشعيع وبعد التشعيع بجرع إشعاعية (135,410,1100,5500) rad من خلال منحنى الامتصاصية والنفاذية كدالة للطول الموجي التي وجدناه بجهاز (UV-visible)، وبتطبيق البيانات ببرنامج خاص أعد لهذا بتطبيق العلاقات (3,4,5,6) تم دراسة كل من:

#### • فجوة الطاقة (Energy Gap (Eg)

تم حساب فجوة الطاقة باستخدام العلاقة (4)، وذلك برسم العلاقة بين  $(\alpha hv)^2$  و  $(hv)$ ، أمتداد الجزء الخطي للمنحنى الذي يقطع محور (photon energy) عند النقطة  $(\alpha hv=0)$  يمثل قيمة فجوة الطاقة  $(Eg=2.38)$  eV، و كما واضح بالشكل (1)، وبعد تعريض الغشاء لجسيمات ألفا بجرع (135,410,1100,5500) rad. نلاحظ أن قيمة فجوة الطاقة قد قلت إلى (1.98, 2.20, 2.22, 2.34) eV على التوالي، وكما واضح في الأشكال (2,3,4,5)، حيث أن الجرع الاشعاعية قد أدت إلى قلة قيمة فجوة الطاقة للغشاء، وذلك نتيجة توليد مستويات طاقة إضافية ضمن المنطقة المحصورة بين حزمتي التكافؤ والتوصيل [11].

أما زيادة التعرض لهذه الجرع فقد يؤدي إلى: كسر الأواصر الكيميائية، زيادة المسافات البينية ونقصان في الكثافة مما يؤدي إلى عيوب بالتركيب البلوري [2].

### الجانب العملي والحسابات

تم تحضير الأغشية الرقيقة لمادة اوكسيد الكاديوم (CdO) باستخدام طريقة الرش الكيميائي الحراري، والتي تم ترسيبها على ارضيات (Substrate) زجاجية بواسطة جهاز رش مصنع من الزجاج الاعتيادي ويحتوي على خزان اسطوانى الشكل مفتوح من الأعلى حيث يوضع المحلول المراد رشه فيه.

وقد استُخدمت مادة نترات الكاديوم المائية  $(Cd(NO_3)2.4H_2O)$  وهي مادة صلبة ذات لون ابيض سريعة الذوبان في الماء، وزنها الجزيئي (304.47) gm وذلك بإذابة (7.516) gm من المادة في (250) ml من الماء المقطر إذابة تدرجية باستخدام الخلاط المغناطيسي [8].

تم تحضير الأرضيات الزجاجية، وتم وضعها على سخان كهربائي لمدة (30) min للوصول الى الحرارة المطلوبة  $(400)C^\circ$ ، واتضح أنه عند هذه الدرجة تم الحصول على أفضل تجانس لعملية الرش.

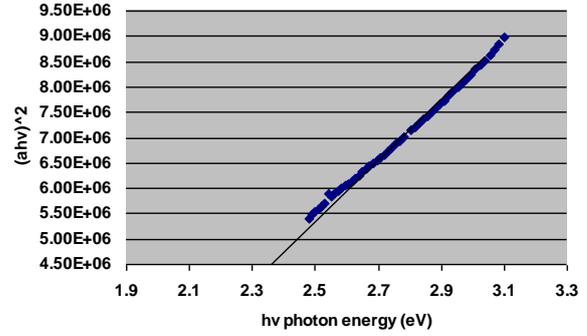
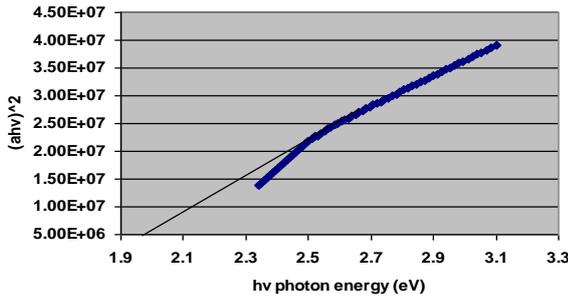
تمت عملية الرش لفترات زمنية (15 Sec) يعقبها توقف لمدة (3 min) ثم نعاود عملية الرش وهكذا حيث يتم تحديد سمك الغشاء من خلال عدد الرشوات، وبعد تبريد الغشاء لغرض اتمام عملية الإنماء البلوري للغشاء [9]، ثم تم فحصه بمجهر ضوئي نوع (Olympus-Japan) ذو قوة تكبير  $(100 \times)$  وبين خلوّه من التشققات والتقوب الابرية.

وتم قياس الامتصاصية (Absorbance) والنفاذية (Transmance) للغشاء المحضر (CdO) ولمدى الأطوال الموجية (1100-200) nm، باستخدام جهاز (UV-visible)، ثم عُرض الغشاء لجرع إشعاعية من جسيمات ألفا مقدارها (135,410,1100,5500) rad نتيجة تعرض الغشاء (CdO) للمصدر المشع  $(Am^{241})$  لمدة (30,90,240,1200) min على التوالي (العلاقة 2).

تم دراسة الثوابت الضوئية قبل وبعد التعرض باستخدام العلاقات الرياضية التالية [10]:

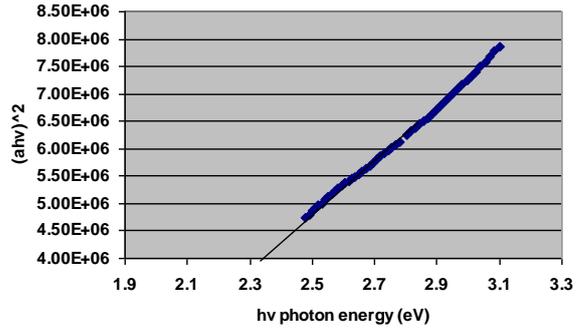
$$\alpha = 2.303 \frac{A}{t} \dots\dots\dots (3)$$

شكل (4) العلاقة بين  $(\alpha h\nu)^2$  و  $(h\nu)$  بعد التشعيع الثالث،  $E_g=2.20$  (eV).



شكل (1) العلاقة بين  $(\alpha h\nu)^2$  و  $(h\nu)$  قبل التشعيع،  $E_g=2.38$  (eV).

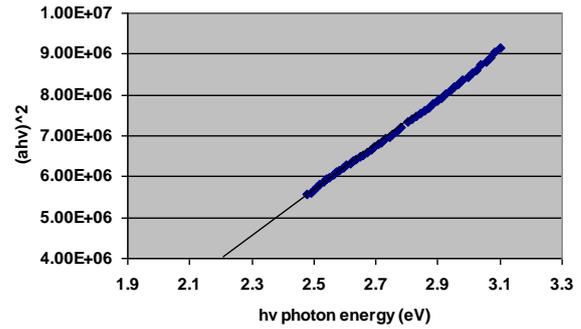
شكل (5) العلاقة بين  $(\alpha h\nu)^2$  و  $(h\nu)$  بعد التشعيع الرابع،  $E_g=1.98$ eV.



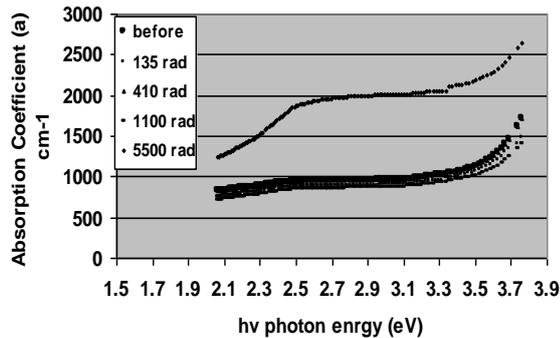
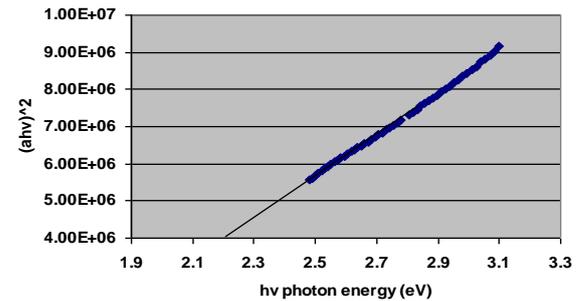
### ● معامل الامتصاص $(\alpha)$ cm-1

يمثل النقصان الحاصل في فيض الإشعاع أو الشدة بالنسبة لوحدة المساحة باتجاه الموجة داخل الوسط، وتعتمد على طاقة الفوتون الساقط وعلى خواص شبه الموصل [12]. وتم حساب معامل الامتصاص من استخدام العلاقة (3)، والشكل (6) يمثل سلوك معامل الامتصاص كدالة لطاقة الفوتون قبل تعريض الغشاء وبعد تعريض الغشاء الرقيق للجرع الإشعاعية (135,410,1100,5500) rad. نلاحظ التغيير في شكل المنحني بعد التشعيع الأول والثاني والثالث كان قليلاً وغير ملحوظ، ولكن بزيادة الجرعة الممتصة لجسيمات ألفا إلى (5500) rad، نلاحظ تغيير في شكل المنحني مع زيادة في قيمة معامل الامتصاص  $\alpha$  cm<sup>-1</sup> وخاصة عند الطاقات الفوتونية القليلة مما يؤكد أن للجرع العالية لجسيمات ألفا تأثير على هذا الثابت البصري [13].

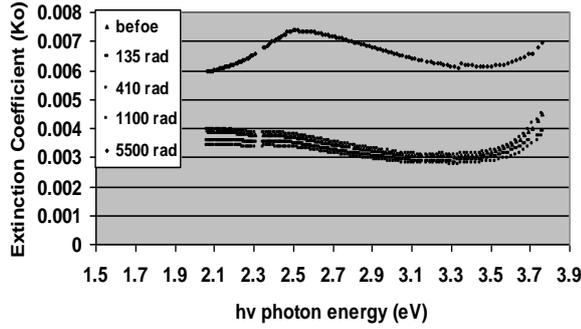
شكل (2) العلاقة بين  $(\alpha h\nu)^2$  و  $(h\nu)$  بعد التشعيع الأول،  $E_g=2.34$ . (eV).



شكل (3) العلاقة بين  $(\alpha h\nu)^2$  و  $(h\nu)$  بعد التشعيع الثاني،  $E_g=2.22$ (eV).



وبالتالي تزداد العيوب التي يخلفها الإشعاع على الغشاء مما قد يؤدي إلى خلل في التركيب البلوري للغشاء [15].



شكل (8) سلوك معامل الخمود ( $K_0$ ) كدالة لطاقة الفوتون ( $h\nu$ ) قبل، وبعد التعرض للإشعاعية  $\text{rad}(135,410,1100,5500)$ .

#### الاستنتاجات

- زيادة الجرعة الإشعاعية الممتصة لجسيمات ألفا قد أدى إلى قلة قيمة فجوة الطاقة للغشاء CdO الرقيق. وذلك نتيجة توليد مستويات طاقة إضافية ضمن المنطقة المحصورة بين حزمتي التكافؤ والتوصيل.
- لتأثير في قيم و سلوك منحنيات التوزيع الطيفي ل (معامل الامتصاص، الانعكاسية ومعامل الخمود) كدالة لطاقة الفوتون، قبل وبعد التعرض للجرع الإشعاعية القليلة نسبياً  $\text{rad}(135,410,1100)$  كان بسيط وعشوائي، ولكن زيادة الجرعة الإشعاعية  $\text{rad}(5500)$  قد أدى إلى زيادة في قيم وسلوك منحنيات التوزيع الطيفي ل (معامل الامتصاص، الانعكاسية ومعامل الخمود).

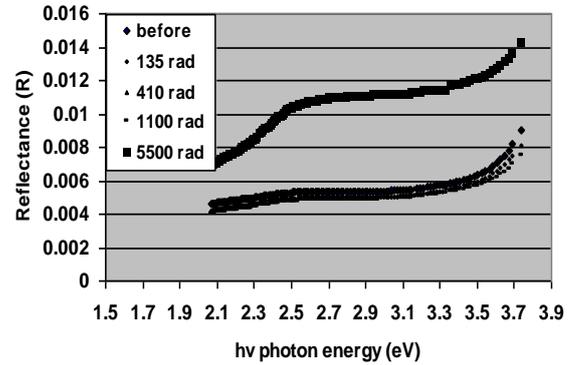
#### References

- [1] Gmbtt, L.D., Atomic and Nuclear Physics, Federal Republic, Germany 2006
- [2] Clough, R.L., High-energy radiation and polymers, *Nuclear Instruments and Methods in Physics Res, Sec. B 185*, 8-33, 2001.
- [3] Zaykin, Yu. A.; Aliyev, B.A., Radiation effects in high-disperse metal media and their application in powder metallurgy, *Radiation Physics and Chemistry*, 227-230 2002.
- [4] Youn. H.D. and Freedman. R.A., University Physics, tenth edition, 7- 38, 2005

شكل (6) سلوك معامل الامتصاص  $\text{cm}^{-1}(\alpha)$  كدالة لطاقة الفوتون ( $h\nu$ ) قبل، وبعد التعرض للإشعاعية  $\text{rad}(135,410,1100,5500)$ .

#### • الانعكاسية (R) Reflectance

تمثل النسبة بين شدة الشعاع المنعكس والشعاع الساقط عند الحد الفاصل بين سطحين [13]. تم حساب الانعكاسية بموجب قانون حفظ الطاقة من العلاقة (5) والشكل (7) يمثل سلوك الانعكاسية كدالة لطاقة الفوتون للغشاء CdO قبل وبعد التشعيع. حيث نلاحظ ليس هناك تغيير ملحوظ في شكل المنحنيات قبل التشعيع وبعد التشعيع بالجرع الإشعاعية  $\text{rad}(135,410,1100)$  مع تغيير وزيادة ملحوظة بقيم الانعكاسية عند الجرعة  $\text{rad}(5500)$ .



شكل (7) سلوك الانعكاسية (R) كدالة لطاقة الفوتون ( $h\nu$ ) قبل، وبعد التعرض للإشعاعية  $\text{rad}(135,410,1100,5500)$ .

#### • معامل الخمود (K0) Extinction Coefficient

يمثل كمية الطاقة الممتصة في الغشاء أو يمثل الخمود الحاصل في الموجة الكهرومغناطيسية داخل المادة [14]. تم حساب معامل الخمود من خلال العلاقة التي تربط معامل الخمود ومعامل الامتصاص، العلاقة (6)، والشكل (8) يمثل سلوك معامل الخمود كدالة لطاقة الفوتون للغشاء CdO قبل وبعد التعرض للجرع الإشعاعية  $\text{rad}(135,410,1100,5500)$ . نلاحظ من الشكل أنه لم يكن هناك تغيير ملحوظ في شكل المنحنيات قبل وبعد التشعيع الأول والثاني والثالث، وتغير كبير في شكل المنحني وزيادة بقيم معامل الخمود عند الجرعة  $\text{rad}(5500)$  وذلك لأن زيادة فترة التعرض فأن الجرعة الممتصة الكلية للغشاء تزداد

practical with doses of values (135, 410, 1100, 5500) rad.

The energy gap was calculated before irradiation (2.38)eV and after irradiation (2.34, 2.22, 2.20,1.98) eV in respectively .

The results showed decreasing in energy gap with absorbed dose there were light changes in other properties where as sign fiction changes, and considerable increments values of these properties in dose (5500)rad.

[٥] منيب عادل خليل، الفيزياء النووية، دار الكتب للطباعة

والنشر - الموصل، الفصل الثاني ص122، 1996.

[6] K.L.Chopra and S.Major, Thin Solid Film, Vol.102,1983.

[7] Rabab R.A., Study of the Effect of Irradiation on Structure and Electrical Properties of (Bi<sub>2</sub>Se<sub>3</sub> - Si) (Bismuth Selenide - Silicon), M.Sc., Souad King University, 2010.

[8] نيران فاضل عبد الجبار، دراسة الخواص النقية والمشوية

للغشاء CdO قبل وبعد التلدين، أطروحة ماجستير،

جامعة تكريت، 2002.

[9] Hass, G. E and Thun, R.E., Physics of Thin Films, Academic press, 1966.

[10] Raymond, N.R., Radiation Effects Aging and Image Formation, New York, Turt J. Phy, 651-559, 2000.

[11] صبحي سعيد الراوي، شاکر جابر شاکر، يوسف

مولود، فيزياء الحالة الصلبة، مطبعة جامعة الموصل

ص 182، 1995.

[12] Pankove, J.I., Optical Processes in Semiconductors, Prentice-Hall, Internatioal, 1971.

[13] Shpotyuk, O.I., Amorphous Chalcogenide Semiconductors for Dosimetry of High-Energy Ionizing Radiation, Radiation Physics and Chemistry 46, 1279-1282, 1995.

[14] Sulayman, M.H. and Asha, A.F., The Solid Phycis, <sup>st</sup>Ed., Eygpt, 100-105, 2000.

[15] Allen, J.W., Effect of Radiation on the Solid-Liquid Interface Shape, Journal of Crystal Growth, Volum 303, Issue1, 156-160, 2007.

### Abstract

In this research, study effect of radioactive dose for Alpha-practical, by using radioactive source of (Am<sup>241</sup>), which has energy (5.49) MeV and activity of 76 KBq on optical Properties of thin film Cadmium oxide (CdO) which prepared by chemical spray pyrolysis.

This research concerned with the study of the optical properties (energy gap, absorption coefficient, reflectance and extinction coefficient).

The CdO thin films were evaluated spectrophoto metrically irradiated with Alpha-

