تأثير التشعيع بجسيمات الفا على بعض الخواص الضوئية للأغشية الرقيقة.

عواطف صابر جاسم[١] ، نيران فاضل عبد الجبار[٢] ، أسماء أحمد عزيز[٢].

[١] قسم الفيزياء ، كلية العلوم ، جامعة تكريت ، تكريت ، العراق

[٢] قسم الفيزياء ، كلية التربية ، جامعة تكريت ، تكريت ، العراق

(تاريخ الاستلام: ١ / ٢ / ٢٠١١ ---- تاريخ القبول: ١١ / ٥ / ٢٠١١)

الملخص

تم في هذا البحث دراسة تأثير الجرع الاشعاعية لجسيمات ألفا باستخدام المصدر المشع الامريشيوم (Am^{241}) ذو طاقة5.49)MeV) وفعالية 76) KBq) على الخواص البصرية لغشاء كبريتيد الخارصين(ZnS) المُحضر بتقنية التبخير الحراري وبسمك 300)nm).

اشتملت الدراسة الخواص البصرية (فجوة الطاقة، معامل الامتصاص، الانعكاسية و معامل الخمود)، قبل التعرض وبعد تعريض الغشاء إلى جرع إشعاعية من جسيمات الفا مقدارها Gy (2,4,10.6,53)، وحساب فجوة الطاقة البصرية للغشاء قبل التشعيع وكانت قيمتها 3.5)eV)، و بعد التشعيع كانت 3.4,3.3,3.2,3.1)eV) على التوالي.

اشتملت الدراسة الخواص البصرية (فجوة الطاقة، معامل الامتصاص، الانعكاسية و معامل الخمود)، وذلك بتسجيل طيفي الامتصاصية والنفاذية للغشاء المُحضر لمدى الأطوال الموجية 200-1100)nm)، قبل التعرض وبعد تعريض الغشاء إلى جرع إشعاعية من جسيمات الفا مقدارها Gy (2,4,10.6,53)، وحساب فجوة الطاقة البصرية للغشاء قبل التشعيع وكانت قيمتها 3.5)eV)، و بعد التشعيع كانت 3.4,3.3,3.2,3.1)eV) على التوالي.

أظهرت نتائج الدراسة بأن تعريض الغشاءZnS للجرع الاشعاعية أدى إلى نقصان في قيمة فجوة الطاقة، وزيادة في قيم الثوابت الأخرى مع تغيير في سلوك منحنياتها بزيادة هذه الجرع.

المقدمة:

عند مرور جسيمة الفا (ά-partical)(نواة ذرة الهليوم $^{4}_{2}He$ المتأينة 2+) خلال وسط ما، فأنها تتفاعل بشكل رئيسي مع الكترونات ذلك الوسط نتيجة لقوة كولوم التي تؤثر بين الجسيمة المشحونة والالكترونات، لذلك فأن الآلية المهيمنة على فقدان جسيمة آلفا هي الاستطارة الكولومية [1].

تأثير الإشعاع على الغشاء يمثل معدل الطاقة الخطية المنتقلة (Linear Energy Transfer) والتي تتناسب طرديا مع مربع الشحنة وعكسياً مع مربع السرعة[2].

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

أن الجرعة الاشعاعية الكلية الممتصة التي يتلقاها الغشاء تمثل معدل الجرعة مضروباً بزمن التعرض، وهكذا أن زيادة زمن التعرض تعني زيادة كمية الجرعة الممتصة[4].

تُستخدم وحدة الغراي Gray (Gy) لقياس الطاقة الممتصة من المادة، وباستخدام مصدر مشع لجسيمات الفا (الامريشيوم) Am^{241} ، طاقتهُ 5.49)MeV) وذو فعالية Activity(76) K Bq وتمثل الفعالية: عدد الانحلالا ت التي تحدث في الثانية الواحدة، وتقاس بوحدة البيكرل Bq او التحلل بالثانيةdis/Sec[5]:

$$1\ Bq = 1\ dis/Sec$$

$$1\ Gy = 10^{8}\ dis/Sec \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(1)$$

$$\therefore \text{Dose } (Am^{241}) = 0.76\ m\ Gy/Sec$$

$$\text{Dose } (Am^{241}) = 44.4\ m\ Gy/min \ldots\ldots\ldots(2)$$

وتمثل المعادلة (2) كمية الجرعة الممتصة من قبل الغشاء لجسيمات الفا لمدة دقيقة واحدة .

يستخدم مصطلح الأغشية الرقيقة Thin flimلوصف طبقة أو عدة طبقات من المادة لا يتجاوز سمكها مايكرون واحد أو عدة نانومترات[6]. ولكون الغشاء رقيق ويسهل كسرهُ فأنهُ يرسب على مواد مختلفة من الزجاج، الكوارتز، السليكون و الألمنيوم[7].

تعد اغشية ZnS من اشباه الموصلات ذات فجوة طاقه مباشره وواسعة ويدخل في صناعة الشاشات التلفازية وفي تكوين اللدائن المطاطية وفي إضاءة وتوهج الساعات، كما انه مبيد للفطريات، لذا يستخدم في صناعة المراهم الطبية الخاصة بذالك[8].

أن تعرض الأغشية الرقيقة للجرع الاشعاعية المحسوبة قد يؤدي الى تحسين سلوك هذه الأغشية، حيث وجد ان قيم الخصائص الضوئية تزداد بزيادة جرعة التشعيع وان قيمة فجوة الطاقة تقل، وذلك نتيجة توليد مستويات طاقة أضافية ضمن المنطقة المحصورة بين حزمتي التكافؤ والتوصيل (أي ضمن فجوة الطاقة (Energy Gap(Eg[9].

أما زيادة التعرض لهذه الجرع فقد يؤدي إلى : كسر الأواصر الكيميائية، زيادة المسافات البينية ونقصان في الكثافة مما يؤدي إلى عيوب بالتركيب البلوري، وإذا ازداد التعرض بشكل أكبر فأنهُ يؤدي إلى انهيار التركيب البلوري[10].

الجانب العملي والحسابات:

تم تحضير أغشية ZnS بطريقة التبخير الحراري الفراغي (Vacuum thermal Evaporation)، باستخدام منظومة نوع (Edward E 306A)، وتحت ضغط Torr(10^{-6}) لضمان المسار الحر للذرات من الحويض إلى القواعد الزجاجية .

توضع مادة (ZnS) المجهزة من شركة(General Purpose Reayent)، وبنقاوة (99%) ووزن مكافئ (297.47)gm/mol على الحويض (سخان يتحمل درجات حرارية عالية جداً داخل غرفة التفريغ) المسيطر على درجة حرارتهِ من خلال تيار كهربائي . فإذا ما وصلت المادة إلى درجة الانصهار ثم تبخرت في أرجاء غرفة التبخير، فان المادة ستترسب على الشريحة الزجاجية المنظفة جيداً والموضوعة داخل غرفة التفريغ مسبقاً، وبعد تبريد الغشاء لغرض إتمام عملية النماء البلوري ، تم فحصهُ بمجهر ضوئي نوع (Olympus-Japan) ذو قوة تكبير (× 100) وبينً خلوهُ من التشققات والثقوب الابرية.

تم حساب سمك الغشاء بالطريقة الوزنية وكانت قيمتهُ (300)nm باستخدام العلاقة التالية [11]:

$$t = \frac{\Delta m}{2\pi R^2 \rho} \quad \text{.....(3)}$$

حيث أن:

(t)سمك الغشاء، (Δm)الفرق بين وزن القواعد قبل وبعد الترسيب، (ρ)كثافة المادة gm/cm^3، (R) المسافة بين الحويض والقواعد.

ثم تم قياس الامتصاصية(Absorpance) والنفاذية(Transmance) للغشاء المُحضر (ZnS) ولمدى الأطوال الموجية (200-1100)nm، باستخدام جهاز المطياف (Spectrometer) نوع (Cintras) والتي يعمل على الأطوال الموجية المرئية وفوق البنفسجية (UV-Visible)، و عُرض الغشاء لجرع إشعاعية من جسيمات ألفا مقدارها (2,4,10.6,53) Gy نتيجة تعرض الغشاء(ZnS) للمصدر المشع(Am^{241}) لمدة (46,92,240,1200)min على التوالي(العلاقة2).

تم دراسة الثوابت البصرية قبل وبعد التعرض باستخدام العلاقات الرياضية الآتية[11]:

$$\alpha = 2.303\frac{A}{t} \quad \text{.....(4)}$$

$$\alpha h\nu = A(h\nu - Eg)^r \quad \text{.....(5)}$$

$$R + A + T = 1 \quad \text{.....(6)}$$

$$K_\circ = \frac{\alpha\lambda}{4\pi} \quad \text{.....(7)}$$

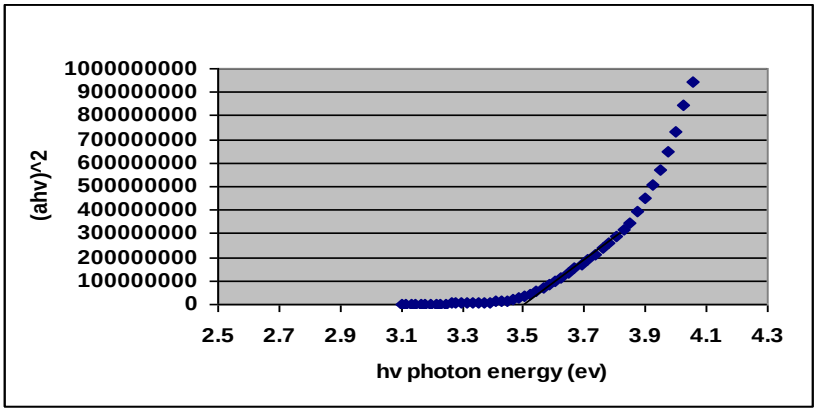
ά : تمثل معامل الامتصاص ، A : الامتصاصية ، T: النفاذية ، t: سمك الغشاء ، R: الانعكاسية، K_0: معامل الخمود ، hυ: طاقة الفوتون الممتص ، Eg: فجوة الطاقة، r=1\2 : معامل أسي يعتمد على نوع الانتقال ، λ: الطول الموجي.

النتائج والمناقشة

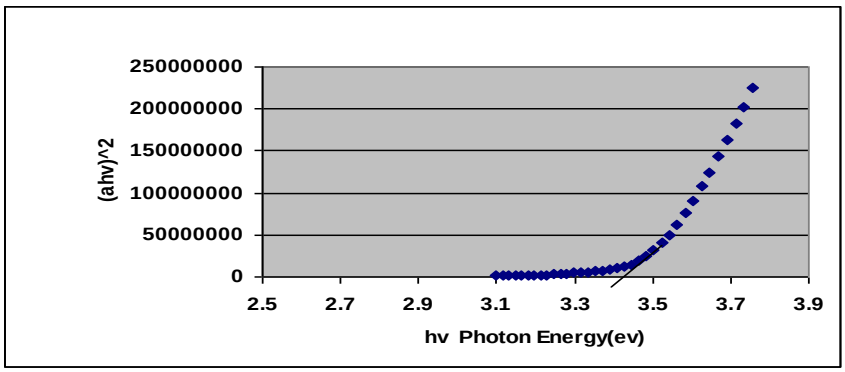
١) فجوة الطاقة (Energy Gap(Eg:

تم حساب فجوة الطاقة باستخدام العلاقة (5)باعتبار أن r=1\2 لكون فجوة الطاقة من نوع المباشر[12]، وذلك برسم العلاقة بين $(\acute{\alpha}h\upsilon)^2$ وطاقة الفوتون (hυ) والمماس للمنحني عندما $(\acute{\alpha}h\upsilon)^2=0$ نحصل على قيمة فجوة الطاقة كما في الشكل (1) والتي يوضح أن قيمة فجوة الطاقة قبل تعريض الغشاءZnS لجسيمات الفا كانت (Eg=3.5)ev، وبعد تعريض الغشاء إلى جرع ممتصة مقدارها (2,4,10.6,53) Gy نتيجة تعرض الغشاء للمصدر المشع لجسيمات الفا(Am^{241}) لمدة (46,92,240,1200)min على التوالي(العلاقة2).

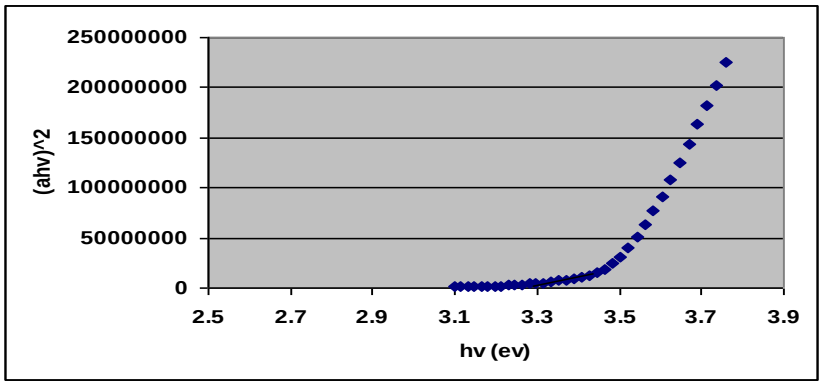
نلاحظ أن قيمة فجوة الطاقة قد قلت إلى eV (3.4,3.3,3.2,3.1) على التوالي، وكما واضح في الأشكال (2,3,4,5)، نستنتج من ذلك أن الجرع الاشعاعية قد أدت إلى قلة قيمة فجوة الطاقة للغشاء ، وذلك نتيجة توليد مستويات طاقة أضافية ضمن المنطقة المحصورة بين حزمتي التكافؤ والتوصيل[13].



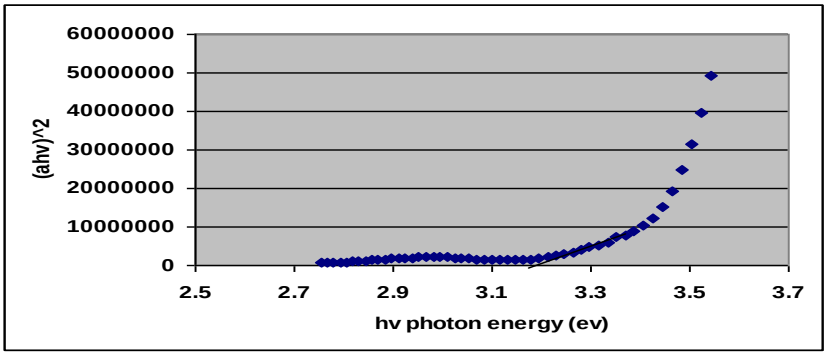
شكل (1): العلاقة بين(hυ)و$(\acute{\alpha}h\upsilon)^2$ قبل التشعيع،(Eg=3.5 (eV.



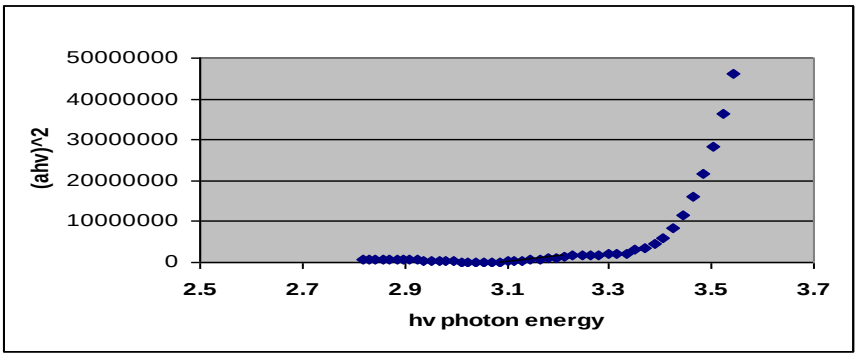
شكل (2): العلاقة بين(hυ)و$(\acute{\alpha}h\upsilon)^2$ بعد التشعيع الأول،Eg=3.4(eV).



شكل (3): العلاقة بين(hυ)و$(\acute{\alpha}h\upsilon)^2$ بعد التشعيع الثاني،Eg=3.3 (eV) .



شكل (4): العلاقة بين(hυ)و$(\acute{\alpha}h\upsilon)^2$ بعد التشعيع الثالث،Eg=3.2 (eV).

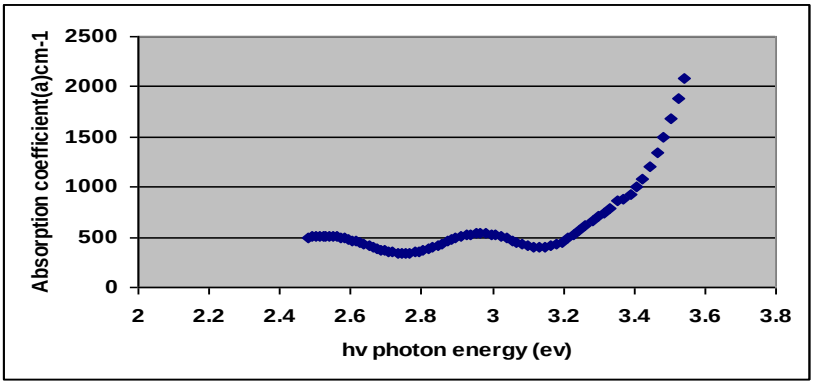


شكل (5): العلاقة بين(hυ)و$(\acute{\alpha}h\upsilon)^2$ بعد التشعيع الرابع،Eg=3.1 (eV)

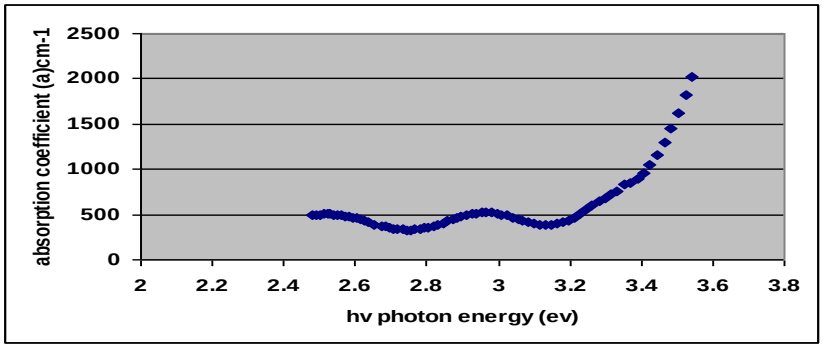
٢) **معامل الامتصاص Absorption Coefficient($\acute{\alpha}$)cm^{-1} :**

يعرف بأنه نسبة النقصان في فيض طاقة الإشعاع بالنسبة لوحدة المساحة وباتجاه انتشار الموجة داخل الوسط [14].

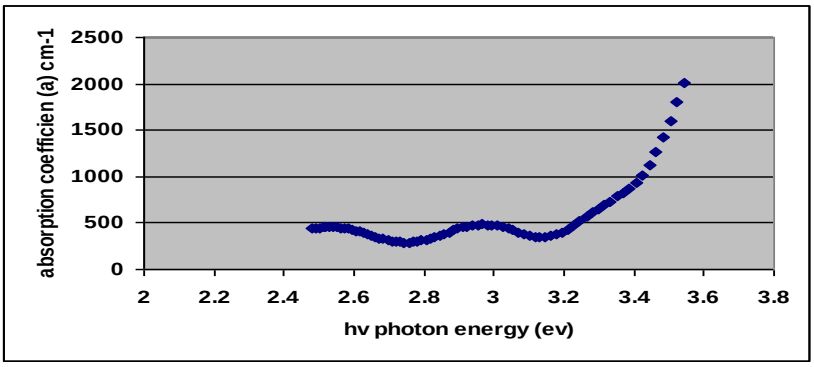
وتم حساب معامل الامتصاص من استخدام العلاقة(4)، والشكل(6) يمثل سلوك معامل الامتصاص كدالة لطاقة الفوتون قبل التشعيع ، والاشكال(7,8,9,10) تمثل سلوكها بعد التشعيع. حيثُ نلاحظ ان هناك تغيير في سلوك المنحنيات قبل وبعد التشعيع من جهة، وبين سلوك المنحنيات بزيادة الجرع الاشعاعية لجسيمات ألفا من جهة أخرى ، مما يؤكد وجود تأثير لجسيمات ألفا على هذا الثابت البصري .



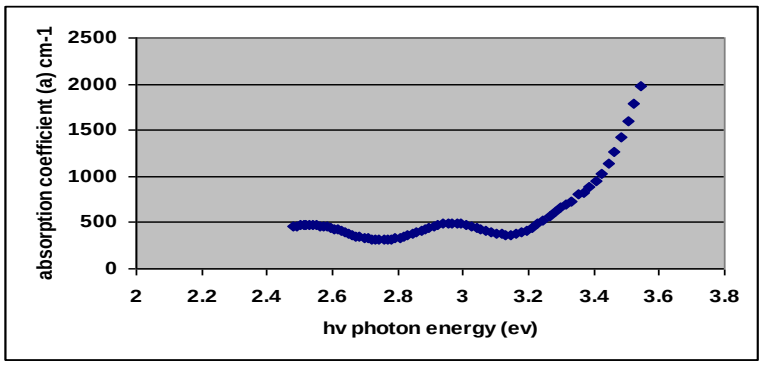
شكل(6): سلوك معامل الامتصاص cm^{-1} ($\acute{\alpha}$) كدالة لطاقة الفوتون (hυ) قبل التشعيع.



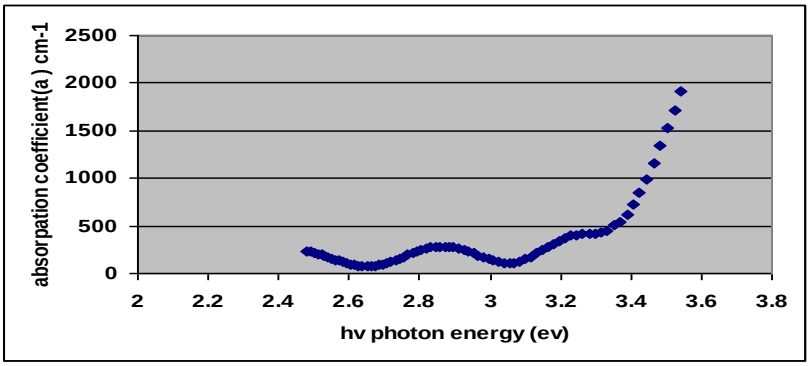
شكل(7): سلوك معامل الامتصاص cm^{-1} ($\acute{\alpha}$) كدالة لطاقة الفوتون (hυ) بعد التشعيع الأول.



شكل(8): سلوك معامل الامتصاص cm^{-1} ($\acute{\alpha}$) كدالة لطاقة الفوتون (hυ) بعد التشعيع الثاني.



شكل(9): سلوك معامل الامتصاص cm^{-1} ($\acute{\alpha}$) كدالة لطاقة الفوتون (hυ) بعد التشعيع الثالث



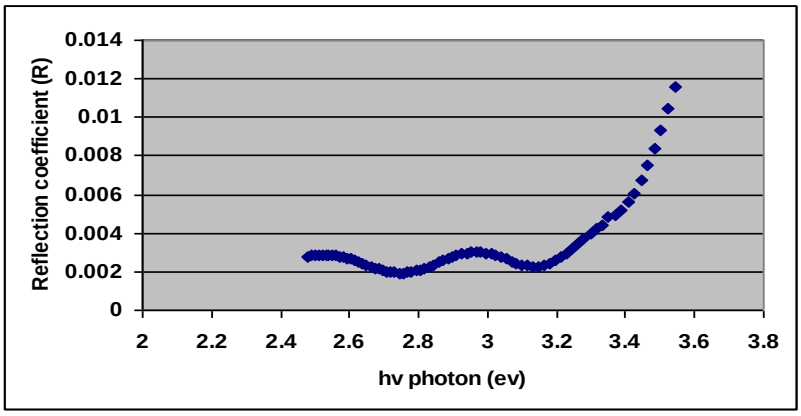
شكل(10): سلوك معامل الامتصاص cm^{-1} ($\acute{\alpha}$) كدالة لطاقة الفوتون (hυ) بعد التشعيع الرابع.

٣) الانعكاسية (R) Reflectance:

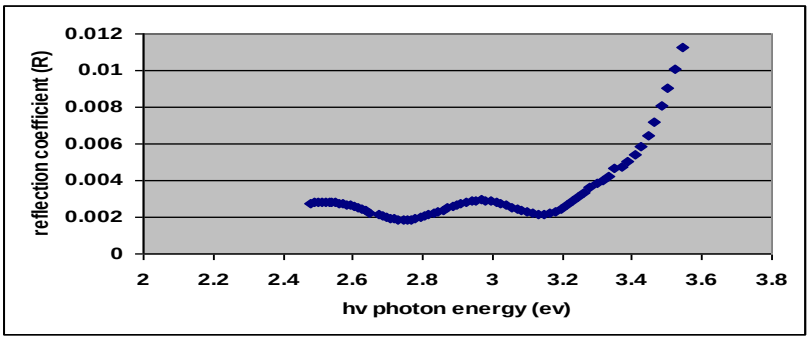
تمثل النسبة بين شدة الشعاع المنعكس والشعاع الساقط عند الحد الفاصل بين سطحين[14].

تم حساب الانعكاسية بموجب قانون حفظ الطاقة من العلاقة(6)، والشكل (11) يمثل سلوك الانعكاسية كدالة لطاقة الفوتون للغشاءZnS قبل التشعيع، والأشكال (12,13,14,15) تمثل سلوكها بعد التشعيع.

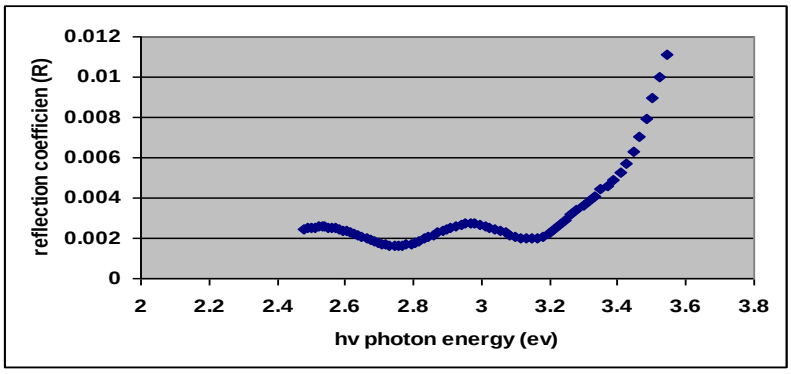
حيثُ نلاحظ تغير في شكل المنحنيات بعد التشعيع بالجرع الاشعاعية بجسيمات الفا عنها قبل التشعيع، وكذلك تغيير سلوكها (بعد التشعيع) بزيادة الجرعة الممتصة لجسيمات الفا وخاصةً بعد تعرض الغشاء الى الجرعة 53Gy.



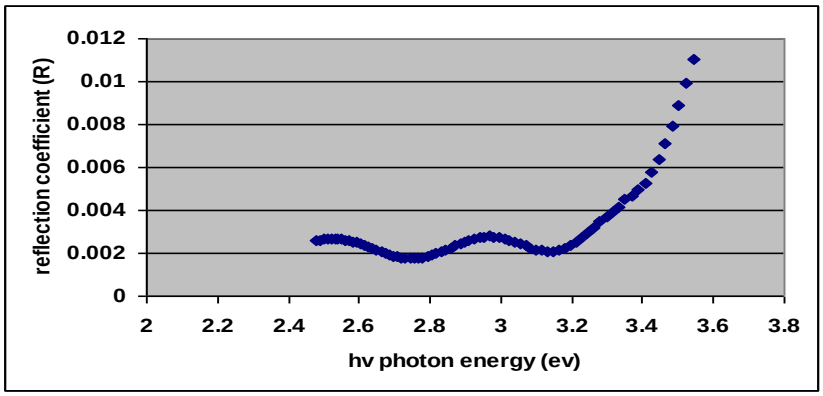
شكل(11): سلوك الانعكاسية(R) كدالة لطاقة الفوتون(hυ) قبل التشعيع.



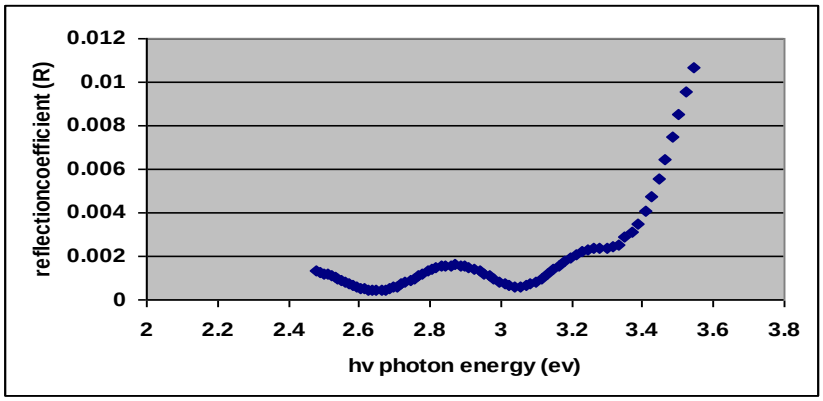
شكل(12): سلوك الانعكاسية(R) كدالة لطاقة الفوتون(hυ)بعد التشعيع الأول .



شكل(13): سلوك الانعكاسية(R) كدالة لطاقة الفوتون(hv)بعد التشعيع الثاني .



شكل(14): سلوك الانعكاسية(R) كدالة لطاقة الفوتون(hυ)بعد التشعيع الثالث .



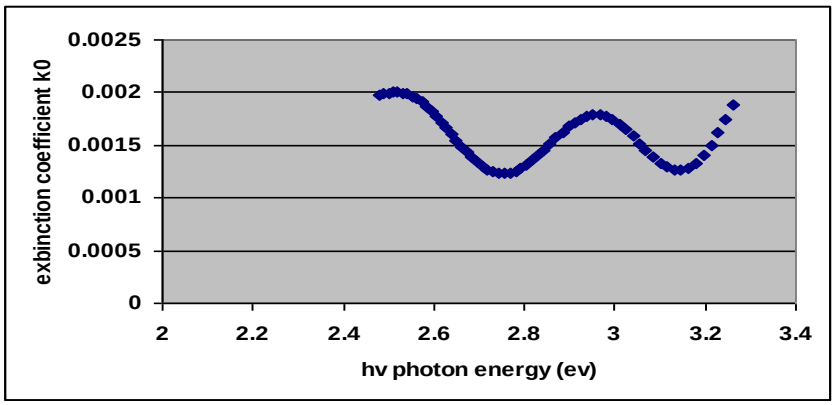
شكل(15): سلوك الانعكاسية(R) كدالة لطاقة الفوتون(hυ)بعد التشعيع الرابع .

٤) معامل الخمود (Extinction Coefficient(Ko:

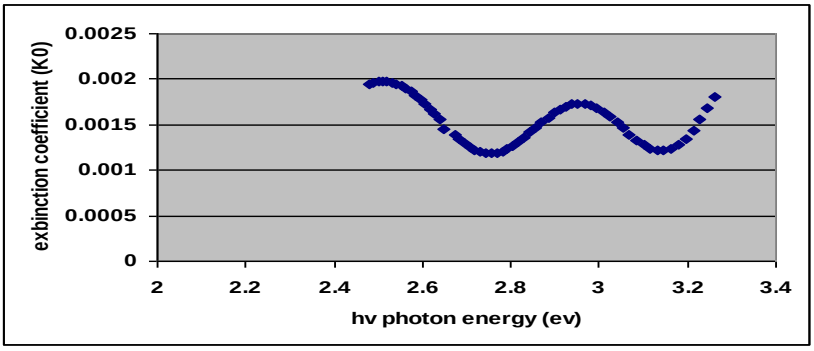
يمثل كمية الطاقة الممتصة في الغشاء أو يمثل الخمود الحاصل في الموجة الكهرومغناطيسية داخل المادة[15].

تم حساب معامل الخمود من خلال العلاقة(7) التي تربط معامل الخمود ومعامل الامتصاص ، والشكل(16) يمثل سلوك معامل الخمود كدالة لطاقة الفوتون للغشاء ZnS قبل التشعيع، والإشكال (17,18,19,20) تمثل سلوكها بعد التشعيع.

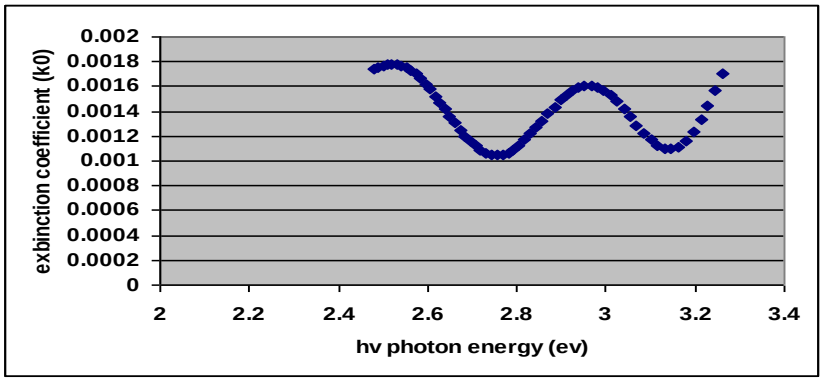
نلاحظ تغيير واضح في شكل وقيم المنحنيات لمعامل الخمود قبل وبعد التعرض لجسيمات الفا من جهة، وبعد التعرض بزيادة الجرعة الممتصة لجسيمات ألفا من جهة أخرى ، وخاصةً عند الجرعة الثالثة والرابعة، وهذا يؤكد أن زيادة الجرعة الاشعاعية قد أدى خلق مستويات موضعية داخلها مما يؤدي إلى قلة قيمة فجوة الطاقة [16].



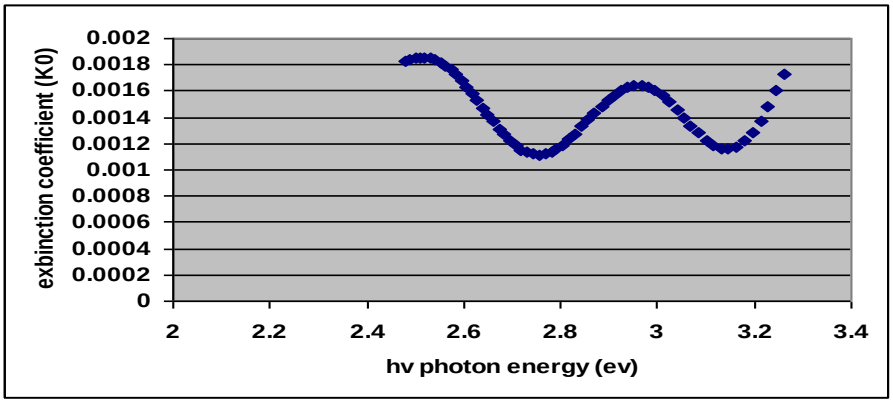
شكل(16): سلوك معامل الخمود (K_o) كدالة لطاقة الفوتون(hυ) قبل التشعيع .



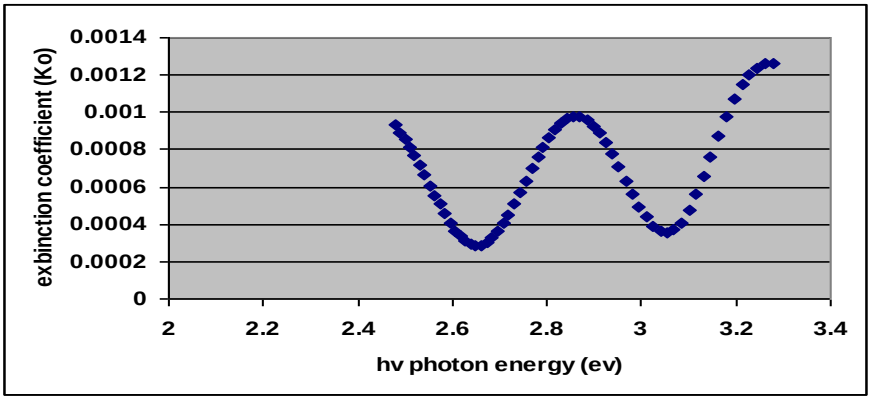
شكل(17): سلوك معامل الخمود (K_o) كدالة لطاقة الفوتون(hυ) بعد التشعيع الأول .



شكل(18): سلوك معامل الخمود (K_o) كدالة لطاقة الفوتون(hυ) بعد التشعيع الثاني .



شكل(19): سلوك معامل الخمود (K_o) كدالة لطاقة الفوتون(hυ) بعد التشعيع الثالث .



شكل(20): سلوك معامل الخمود (K_o) كدالة لطاقة الفوتون(hυ) بعد التشعيع الرابع .

الاستنتاجات

- زيادة الجرع الاشعاعية الممتصة لجسيمات ألفا قد أدى الى قلة قيمة فجوة الطاقة للغشاء ZnS الرقيق. وذلك نتيجة توليد مستويات طاقة أضافية ضمن المنطقة المحصورة بين حزمتي التكافؤ والتوصيل.
- ألتأثير في قيم و سلوك منحنيات التوزيع الطيفي لـ(معامل الامتصاص، الانعكاسية ومعامل الخمود) كدالة لطاقة الفوتون ، قبل وبعد التعرض للجرع الاشعاعية الممتصة لجسيمات ألفا كان بسيطاً وغير ملحوظ في الجرع الاشعاعية القليلة، وكان التغير واضح بزيادة الجرعة الاشعاعية Gy (53).

المصادر:

1. Ionizing Radiation and health,URL:http://www.Arpansa .gov. au/is _ rad.htm,2003.
2. Atomic and Nuclear Physics, Leybold Didold Didactic Gmbtt, Printed in the Federal Republic of Germany (2006).
3. Nuclear and Space Radiation effects on materials, NASA SP-8053, 1970.
٤.طالب ناهي الخفاجي، عباس حمادي، هرمز موشي، الفيزياء الذرية (الجزء الأول): الفصل الرابع صـ183، مطابع جامعة بغداد – (1980).
٥.خالد عبيد الأحمد، مقدمة في الفيزياء الصحية : الفصل الثاني صـ87، طبعت بدار الكتب للطباعة والنشر–جامعة الموصل (1993).
6. G. Hass and R.E.Thun, physics of thin films, Academic press 1966.
7. T.Nakada et al,Band offset of high efficiency CBD-ZnS/CIGS,Thin Solid Films 242-248 (2003).
8. Material Research Society; Keyst Drive, Warrendale, PA, 15086-7573, USA, 2007.
9. Rabab R.Ahmd,Sudy of the Effect of Irradiation on Structure and Electrical Properties of (Bi2Se3 – Si) (Bismuth Selenide – Silicon),2010.
10. Effect of radiation on the Solid-Liquid interface shape, Journal of Crystal Growth, Volum 303, Issue1,P.P.156-160, 2007.
11. J.B.Chu, et al, Nano structured ZnS thin films by chemical bath deposition in basic aqueous ammonia solutions for photovoltatic application, Appl.Phys 849-855 (2009).
12. P.P.Hankare, et al, Structure, Surface morphological and Opt-electronic proportions of ZnS deposited by dip method,Applied Surface Science 256,81-84 (2009).

15. Material Research Society; Keyst Drive, Warrendale, PA, 15086-7573, USA, 2007.
16. J.W., Allen, Effect of radiation on the Solid-Liquid interface shape, Journal of Crystal Growth, Volum 303, Issue1, 156-160, 2007.
13. H.D. Youn, R.A. Freedman, University Physics, tenth edition: chapter 38-7 pag, (2005).
14. E.Monroy, F. Omnes, F.Calle, Semicond. Sci. Technol. 18, 33–51(2003).

Effect of radioactive dose for Alpha-practical on The Optical Properties of Thin Films.

Awatif S.Jaseem[1] , Neraan F.Abd-Aljabaar[2], Asmaa A.Aziz.[2]
[1] *Physics department , College of Science, University of Tikrit , Tikrit , Iraq*
[2] *Physics department , College of Education , University of Tikrit ,Tikrit , Iraq*

(**Received:** 1 / 2 / 2011 ---- **Accepted:** 11 / 5 / 2011)

Abstract:

In this research, study effect of radioactive dose for Alpha-practical, by using radioactive source of (Am^{241}),which has energy (5.49)MeV and activity of 76 KBq on optical Properties of Zinc Sulfide (ZnS) thin films prepared by thermal evaporation vacuum, with thickness (300)nm.

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

The ZnS thin films were evaluated spetrophoto metrically irradiated with Alpha-practical with doses of values (2,4,10.6,53) Gy.

The energy gap was calculated before irradiation (3.5)eV and after irradiation (3.4,3.3,3.2,3.1) eV respectively.

Result of study describe that exposure of ZnS thin film radioactive doses lead to decrement value of energy gap and increase of value of others properties with change curve behavior by increase of that doses.