

دراسة تأثير التشويب بالالمنيوم في فجوة الطاقة البصرية لأغشية CdSe الرقيقة

عليه عبد المحسن شهاب

عباس حيدر حسين

قسم الفيزياء / كلية التربية للعلوم الصرفة (ابن الهيثم) / جامعة بغداد

استلم في: 16 تموز 2014 قبل في: 8 ايلول 2014

الخلاصة

رسبت أغشية CdSe على قواعد من الزجاج باستخدام تقنية التبخير الحراري في الفراغ وبسمك $(300 \pm 25\%) \text{nm}$ وبمعدل ترسيب $(2 \pm 0.1) \text{nm/S}$ عند درجة حرارة (R.T.). اظهر تحليل (XRD) أن الغشاء الرقيق النقي هو تركيب متعدد التبلور مع اتجاه سائد (002). درس تأثير التشويب بالالمنيوم بنسب (3,2,1) % في فجوة الطاقة البصرية. ومن دراسة الامتصاصية باستعمال (UV-visible 1800 spectra photometer) ضمن مدى الطول الموجي (300-1100) nm. تم ايجاد معامل الامتصاص دالة للطول الموجي الساقط وحدد نوع لانتقالات الالكترونية ووجدتها مباشرة ومن ثم حسبت فجوة الطاقة البصرية قبل التشويب وبعده ووجد ان فجوة الطاقة البصرية تقل بعد التشويب بالالمنيوم مع زيادة في معامل الامتصاص.

الكلمات المفتاحية: سيلينيد الكاديوم, معامل الامتصاص, فجوة الطاقة البصرية

المقدمة

تقنية الاغشية الرقيقة (Thin Film) هي واحدة من اهم فروع فيزياء الحالة الصلبة وهي تتعامل مع مواد ذي سمك صغير جدا (اقل من $1\mu\text{m}$)، لقد ساهمت تلك التقنية مساهمة كبيرة في دراسة خواص اشباه الموصلات واعطت فكرة واضحة عن العديد من خواصها الفيزيائية والكيميائية [1] . بشكل عام يتم استخدام تقنية الاغشية الرقيقة في تصنيع العديد من الاجهزة المهمة وكذلك في التطبيقات الالكترونية والبصرية [2] . جذبت اشباه الموصلات الثنائية (VI - II) المرسبة على هيئة أغشية رقيقة أهتمام كثير من الباحثين بسبب تطبيقاتها في فيزياء الحالة الصلبة . أن هذه المركبات تمتلك فجوة طاقة مباشرة محصورة بين 1eV - 3eV وهي تقع ضمن الطيف المرئي لذلك تستخدم في التطبيقات الكهروضوئية , و ان من المواد شبه الموصلة الثنائية الاكثر أهمية التي تنتمي الى تلك المجموعة هو المركب CdSe , إذ تم التركيز على دراسة خصائصها الاساسية وكذلك تطبيقاتها العملية خلال السنوات الاخيرة [3] . يمتلك CdSe فجوة طاقة مباشرة مقدارها 1.74eV وعند درجة الحرارة والضغط الاعتيادي فانه يتبلور بصيغة (Hexagonally Close Packed) . ذي شفافية عالية نسبيا وهو ينتمي الى المواد البصرية غير الخطية [4] وبسبب امتلاك CdSe معامل امتصاص عال وامتلاكه خواص بصرية مناسبة فان أغشيتها لها تطبيقات كثيرة منها الاجهزة الكهروضوئية وكاشفات اشعة كما وكذلك الدايمودات الباعثة للضوء والخلايا الشمسية والكشافات الضوئية والليزر . هنالك طرائق عديدة لترسيب الاغشية الرقيقة منها التبخير الحراري في الفراغ (PVD) وكذلك الترسيب بالحمام الكيميائي (CBD) والترسيب بالبخر الكيميائي (CVD) والتتصيد بالحزمة الجزئية (MBE) وكذلك الترسيب بالاقطاب الكهربائية (ED) [5] .

يهدف بحثنا الحالي الى دراسة تأثير التشويب بالالمنيوم بنسب $(3,2,1)\%$ في فجوة الطاقة البصرية لاغشية CdSe المرسبة بطريقة التبخير الحراري في الفراغ والمشوبة بطريقة الانتشار الحراري . استخدمت طريقة التبخير الحراري في الفراغ لتحضير الاغشية المرسبة على قواعد زجاجية سمكها (1.2 mm) و مساحتها (500mm^2) بعد غسلها جيدا بالماء والصابون السائل وكذلك تنظيفها باستخدام جهاز الموجات فوق الصوتية بالماء المقطر والكحول وباستعمال المعادلة [6] .

$$t = \frac{m}{4\pi\rho r^2} \dots\dots\dots(1)$$

t : سمك الغشاء (cm) m : كتلة مادة الغشاء (gm)

p : كثافة مادة الغشاء (gm/cm^3) r : نصف قطر المقطع الكروي للحاملة الارضية

حسبت كمية مادة CdSe لتكون غشاء رقيق ذات سمك (300 nm) بعد ذلك توزن المادة باستخدام ميزان حساس ذات اربع مراتب نوع (precisa) وضعت المادة داخل حوض من المولبيدينيوم (Mo) داخل منظومة الترسيب نوع (Edwards) وقد تمت عملية الترسيب عند وصل الضغط داخل حجرة الترسيب الى (3×10^{-5}) Torr وبمعدل ترسيب $(2 \pm 0.1)\text{ nm/s}$. شويت الاغشية النقية بالالمنيوم (Al) بطريقة الانتشار الحراري وذلك بترسيب طبقة ثانية من الالمنيوم على الغشاء النقي باستعمال نفس المنظومة السابقة وبثلاث نسب بعد ذلك تستكمل عملية الانتشار داخل فرن عند درجة حرارة (200 C^0) مدة ساعتين , إذ ان ذرات الشوائب المنتشرة في المادة الاصلية تعتمد على درجة الحرارة وزمن الانتشار [7] , فحصت اغشية CdSe النقية بجهاز (XRD) نوع (SHIMADZU Japan) وهو يمتلك هدفاً من نوع $(\text{Cu}-\alpha)$ و بفولتية تشغيل مقدارها (40KV) وتيار (30 mA) وحددت زاوية الفحص 2θ بين $(20^0 - 60^0)$ بسرعة مسح مقدارها $(8)\text{ deg/min}$ اما طيف الامتصاصية للاغشية النقية والمشوبة فتم ايجادها بواسطة مطياف نوع (UV-Visible 1800 spectra photometer) إذ قيست النفاذية دالة للطول الموجي ضمن مدى $(1100 - 300)\text{ nm}$ ومن طيف الامتصاص حسب معامل الامتصاص دالة للطول الموجي ودراسة نوع الانتقالات وحساب فجوة الطاقة .

النتائج والمناقشة

اولا : تركيب الغشاء

بينت نتائج حيود الاشعة السينية (XRD) الشكل (1) ان اغشية CdSe الرقيقة غير المشوبة هي متعدد التبلور كما بينت ان فسحة السطوح (d-values) الناتجة من الفحص قد تطابق مع فسحة السطوح القياسية للطاقة المرقم (JCPDS-080459) إذ يكون التركيب سداسي (Hexagonal wurtzite) وأن الاتجاه السائد هو (002) وكما موضح في الجدول (2) .

ثانياً : معامل الامتصاص وفجوة الطاقة البصرية

يعرف معامل الامتصاص (α) بأنه نسبة التناقص في فيض طاقة الاشعة الساقطة بالنسبة لوحد المسافة باتجاه انتشار الموجة داخل الوسط ويعتمد معامل الامتصاص على طاقة الفوتون الساقط وعلى خواص شبه الموصل وان معامل الامتصاص حسب من طيف الامتصاصية بحسب المعادلة [8] .

$$\alpha = \frac{2.303 A}{t} \dots\dots\dots(2)$$

A : الامتصاصية t : سمك الغشاء (cm) α : معامل الامتصاص (cm^{-1})

يبين الشكل رقم (2) العلاقة بين معامل الامتصاص وطاقة الفوتون الساقط و يلاحظ ان معامل الامتصاص يزداد ببطأ بزيادة طاقة الفوتون عندما تكون طاقتها اقل من فجوة الطاقة البصرية لشبه الموصل النقي والمشوب , لوحظ زيادة سريعة في معامل الامتصاص عندما تصبح طاقة الفوتون الساقط اكبر او تساوي فجوة الطاقة البصرية . أن عملية التشويب ادت الى زيادة في معامل الامتصاص وازاحة المنحني نحو الطاقات الواطئة بزيادة نسبة التشويب كذلك نلاحظ ان قيمة معامل الامتصاص الكبر (10^4 cm^{-1}) لاغشية CdSe النقية وهذا يتفق مع ما توصل اليه الباحث [9] وأن هذه القيمة تزداد مع زيادة طاقة الفوتون وهذا يساعد على توقع حدوث انتقالات الكترونية مباشرة إذ تدل القيم العالية لمعامل الامتصاص على احتمالية حدوث انتقالات الكترونية مباشرة بين المستويات الممتدة لحزام التكافؤ والتوصيل . حسبت قيم فجوة الطاقة البصرية للانتقالات الالكترونية المباشرة بنوعها المسموح والممنوع من خلال علاقة (tauc) .

$$\alpha h\nu = B (h\nu - E_g)^n \dots \dots \dots (3)$$

α : معامل الامتصاص (cm^{-1}) $h\nu$: طاقة الفوتون الساقط (eV) B : ثابت E_g : طاقة الفجوة البصرية (eV) n : مرتبة الانتقال البصري يساوي (1 / 2) للانتقال المباشر المسموح (3 / 2) للانتقال المباشر الممنوع [10] . بعد وضع قيمة الثابت (n) مساويا الى (1/2) في المعادلة (3) ونرسم العلاقة بين ($\alpha h\nu$) و (طاقة الفوتون) ومد الجزء المستقيم من المنحني ليقطع محور طاقة الفوتون نحصل على قيمة فجوة الطاقة للانتقال المباشر المسموح كما في الشكل من الرقم (3) الى الرقم (6) و بالطريقة نفسها نحسب فجوة الطاقة البصرية للانتقال المباشر الممنوع بعد وضع قيمة الثابت (n) مساويا الى (3 / 2) إذ يكون الرسم في هذه الحالة بين ($\alpha h\nu$)^{2/3} وبين طاقة الفوتون ($h\nu$) كما في الشكل من الرقم (7) الى الرقم (10) الجدول رقم (2) بين فجوة الطاقة البصرية للانتقالات المشار اليها إذ يلاحظ على العموم ان فجوة الطاقة البصرية تقل مع زيادة نسب التشويب بالالمنيوم . وهذا يعني ان التشويب ادى الى ازاحة حافة الامتصاص نحو الطاقات الواطئة وهذا نقصان يمكن ان يفسر على ان التشويب ادى الى تكوين مستويات موضعية ضمن فجوة الطاقة المحظورة ما بين حزمتي التكافؤ و التوصيل ومن ثم امتصاص الفوتونات ذات الطاقة الاقل . كما ان معامل الامتصاص يزداد كلما ازدادت نسبة التشويب بالالمنيوم وهذا يؤكد دخول الالمنيوم ضمن التركيب البلوري للغشاء المحضر .

الاستنتاجات

- 1- يمكن تحضير اغشية CdSe النقية بطريقة التبخير الحراري في الفراغ والحصول على تركيب متعدد التبلور ومن النوع السداسي (Hexagonal Wurtzite) .
- 2- ان زيادة التشويب ادت الى زيادة في معامل الامتصاص ونقصان في قيم فجوة الطاقة البصرية وان هذا يشير الى امكانية تصنيع خلية شمسية من هذه الاغشية المطعمة بالالمنيوم .

المصادر

1. Chopra, K.L.(1969) , Thin Film Phenomena , Ch.2 , Mc Graw- Hill Book Co. , New York .
2. Eckertova, L. (1977) “ Physics of thin film” , Plenum Press .
3. Chowdhury,R.I. ; Islam,M.S. ; Sabeth ,F. ; Mustafa ,G. ; Farhad, S.F.U. ; Saha, D.K. ; Chowdhury, F.A. ; Hussain , S. and Islam, A.B.M.O., (2012) (January)” Characterization of Electrodeposited Cadmium Selenide Thin Films” Dhaka Univ. J. Sci. 60(1): 137-140
- 4.Zeng,T. ; Zhao,B. ; Zhu, S.; He, Z.; Chen,B.; and T,Zhaoyi.,(2011)”Optimizing the growth procedures for CdSe crystal by thermal analysis techniques “Journal of Crystal Growth و 316(15-19)
- 5.Betkar, M.M. ; and Bagde , G.D., (2012) STRUCTURAL AND OPTICAL PROPERTIES OF SPRAY DEPOSITED CdSe THIN FILMS” Materials physics and Mechanics 14(74-77)
- 6.Sree Harsha ,k.s.,(2006) Principles of physical vapor deposition of thin films, science direct, Elsevier, London.
7. Dimitriev,S. Understanding Semiconductor Devices, (2000) Griffith University ,New York ,Oxford
8. Dickinson ,W. C. and Cheremissionoff P. N. ,(1980) Solar Energy Technology, Handbook Part A, p. 498, Mc Graw- Hill Book Co. , New York .
- 9.Kender,D.R.; Pawar,A.R., and pujari,V.B.,(2012) Optical and electrical properties of pb doped CdSe thin films”, Applied Research 5(3)(10-17)

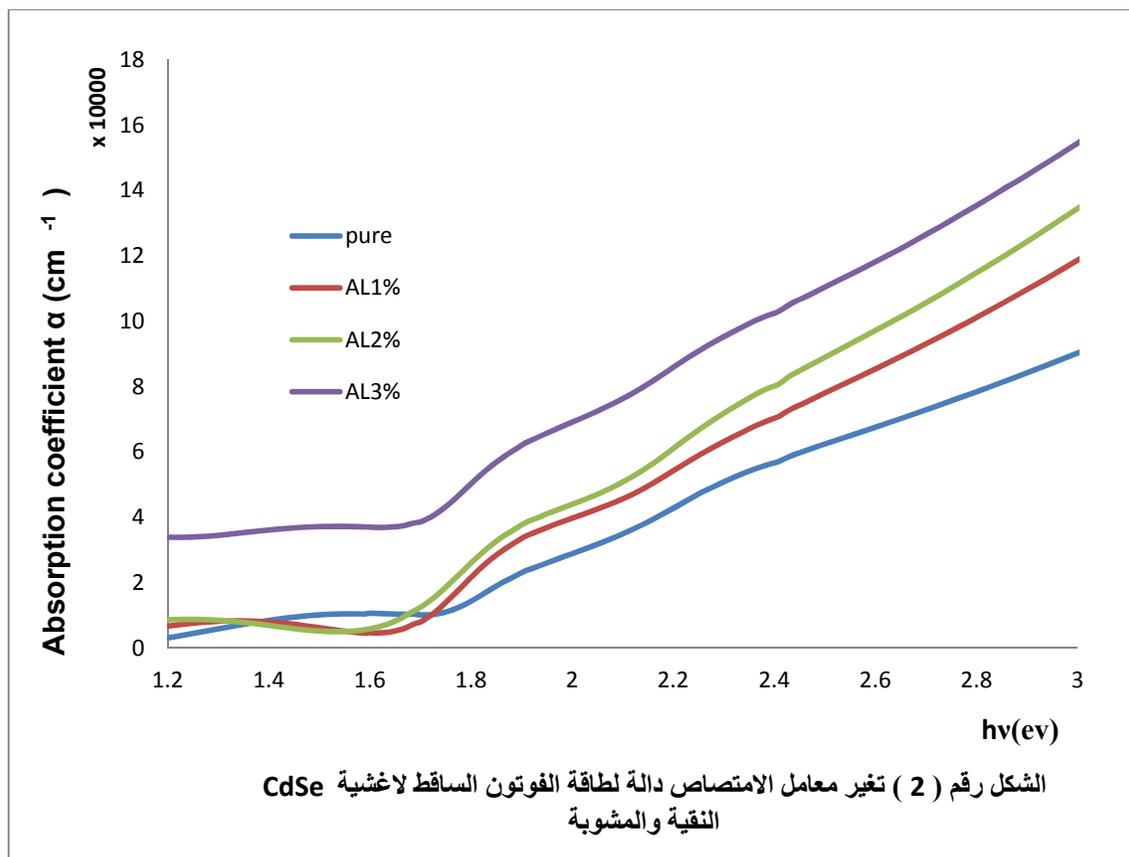
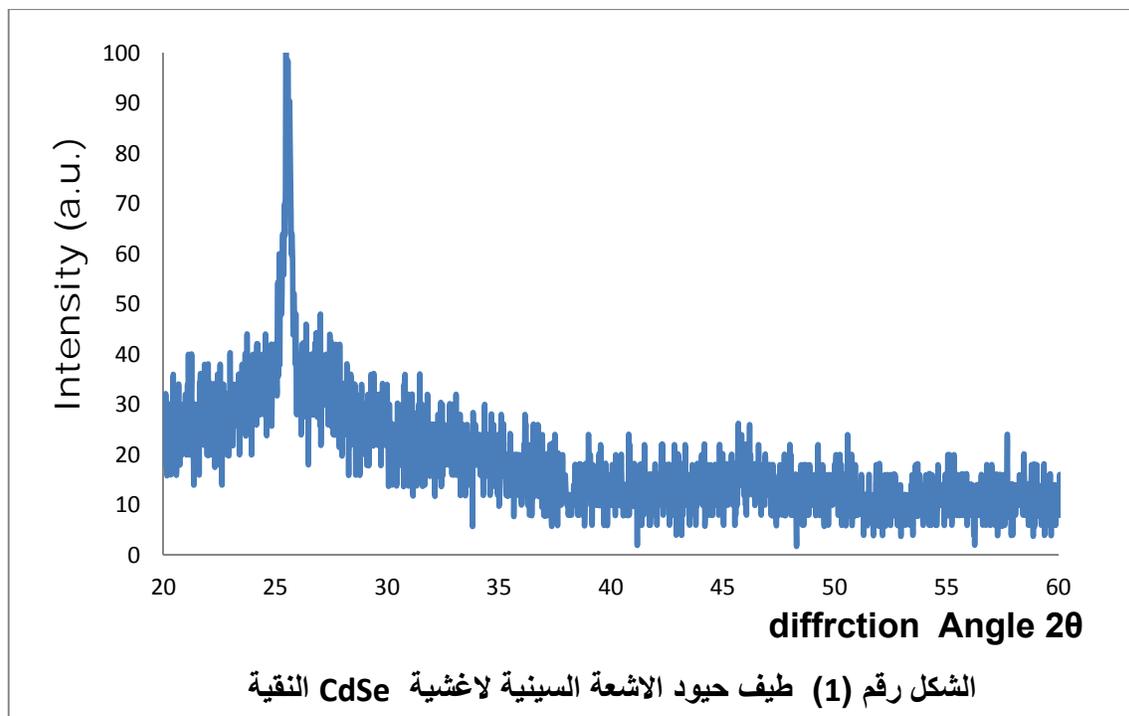
10. Fox.M., (2001) Optical properties of solids, Oxford University Press

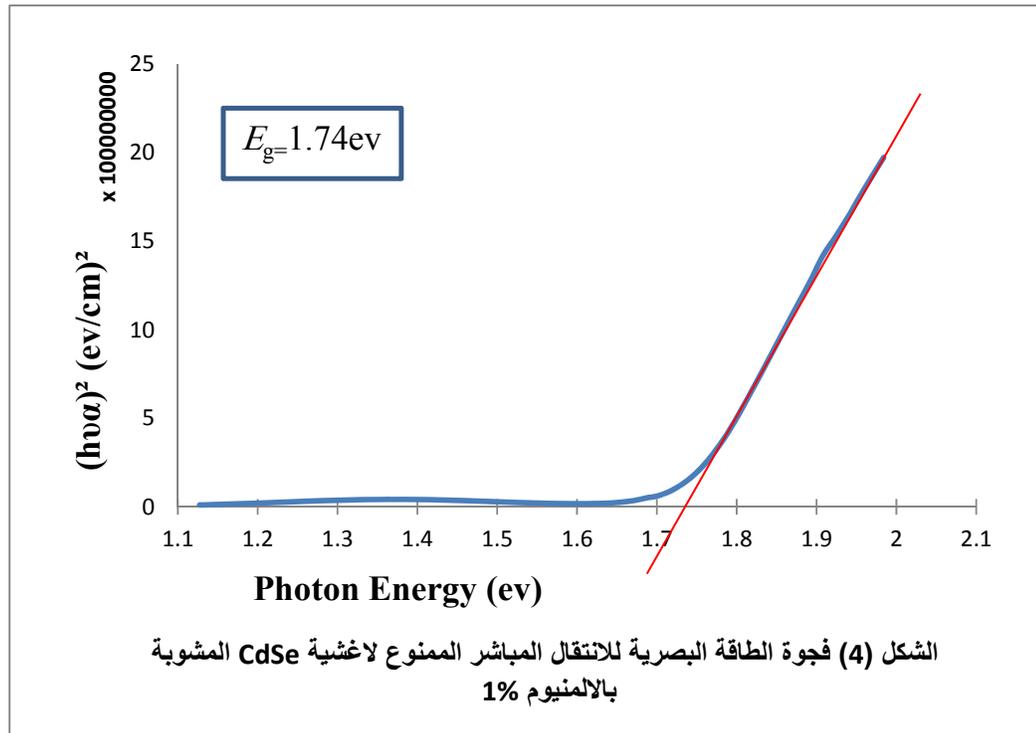
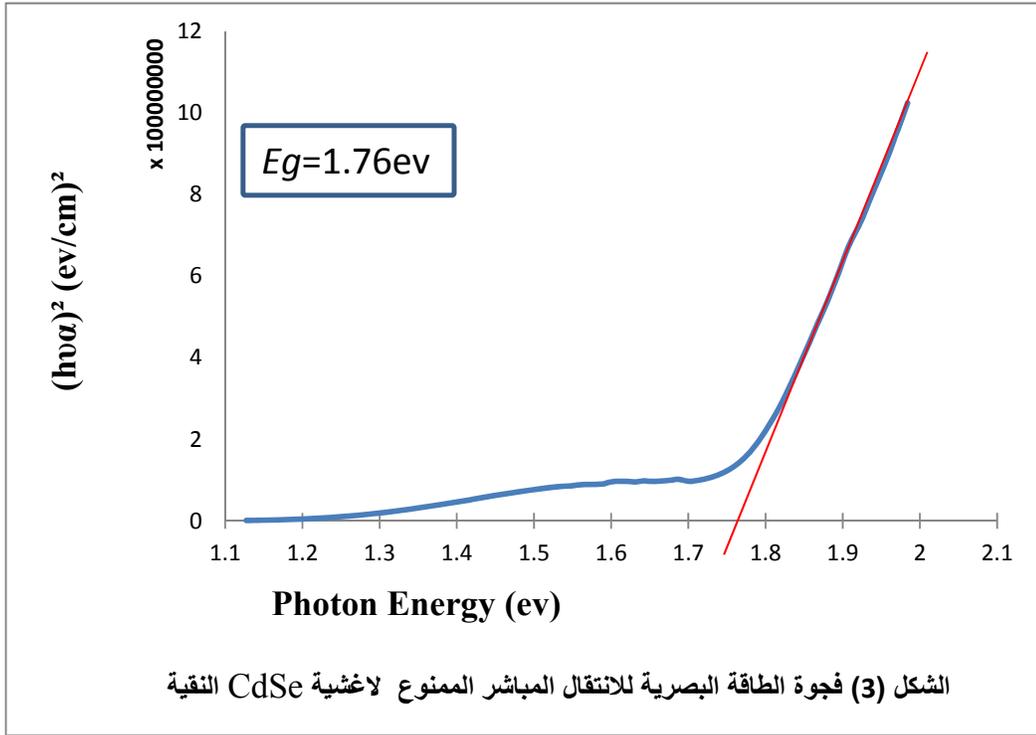
جدول رقم (1) القيم المستحصلة من قياسات حيود الاشعة السينية لاغشية CdSe النقية

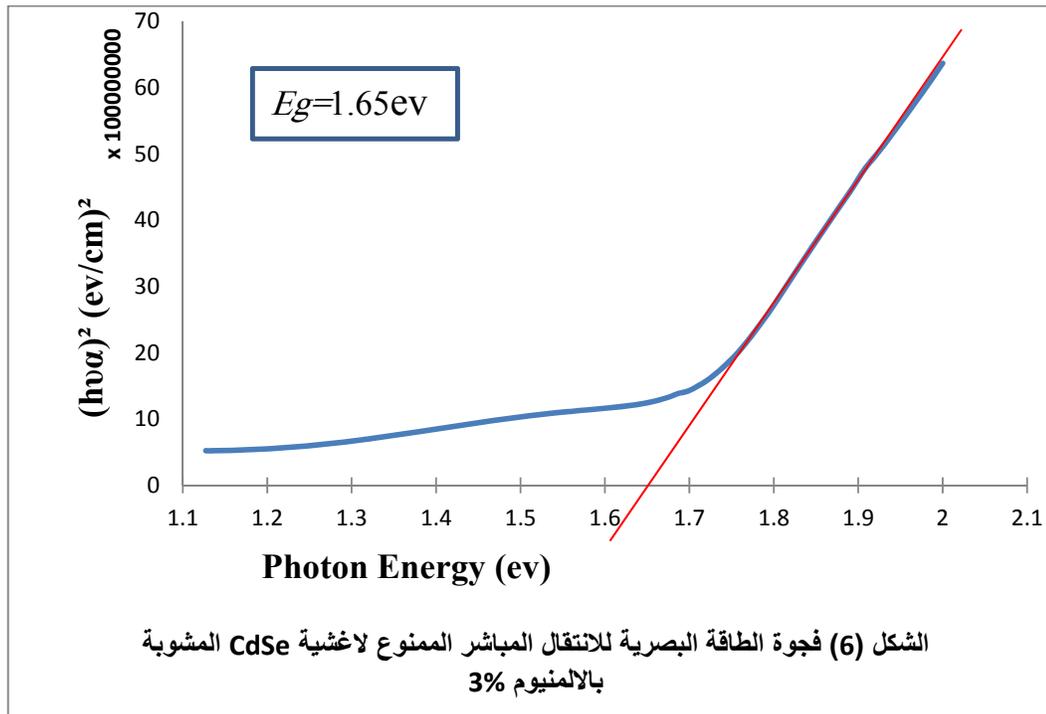
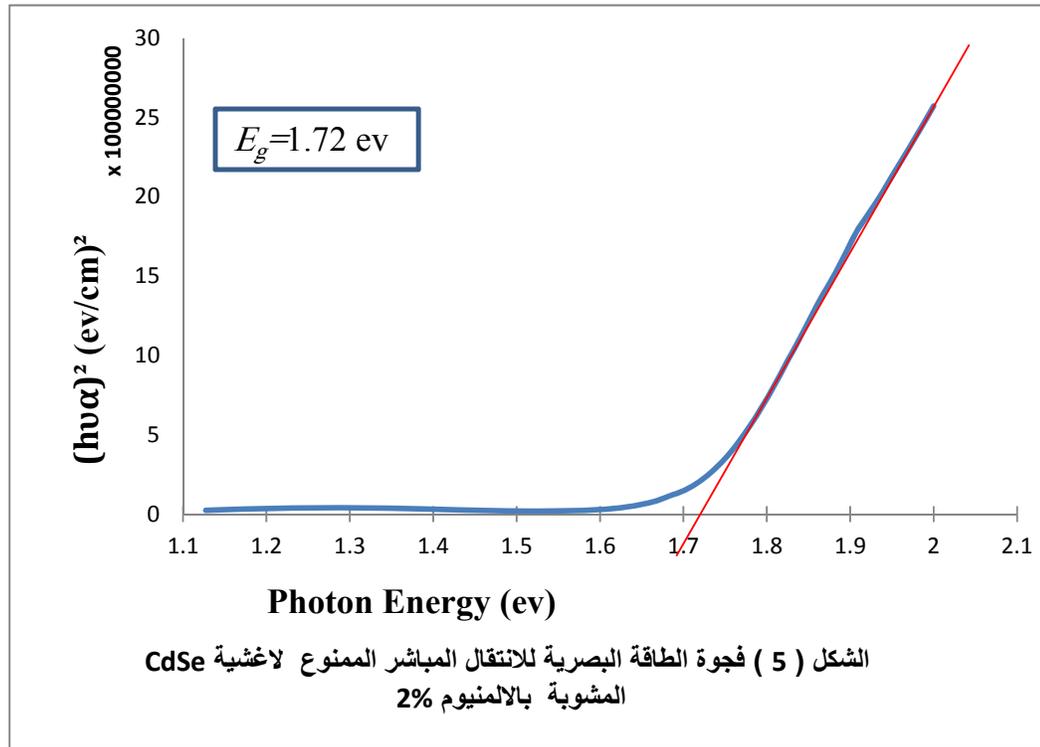
$2\theta_{\text{stand}}$ (degree)	$2\theta_{\text{exp.}}$ (degree)	$d_{\text{stand.}} (\text{\AA})$	$(I/I_o)_{\text{stand.}}$	$d_{\text{exp.}} (\text{\AA})$	$(I/I_o)_{\text{exp.}}$	(hkl)
25.354	25.572	3.510	70	3.4805	100	002

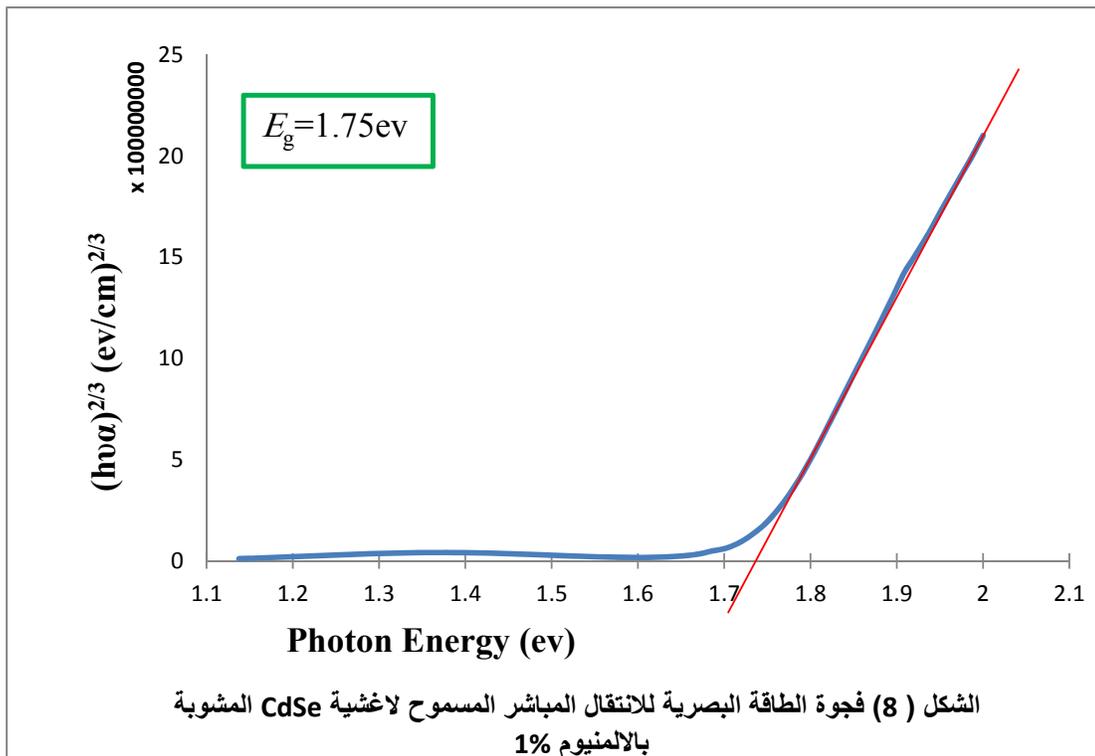
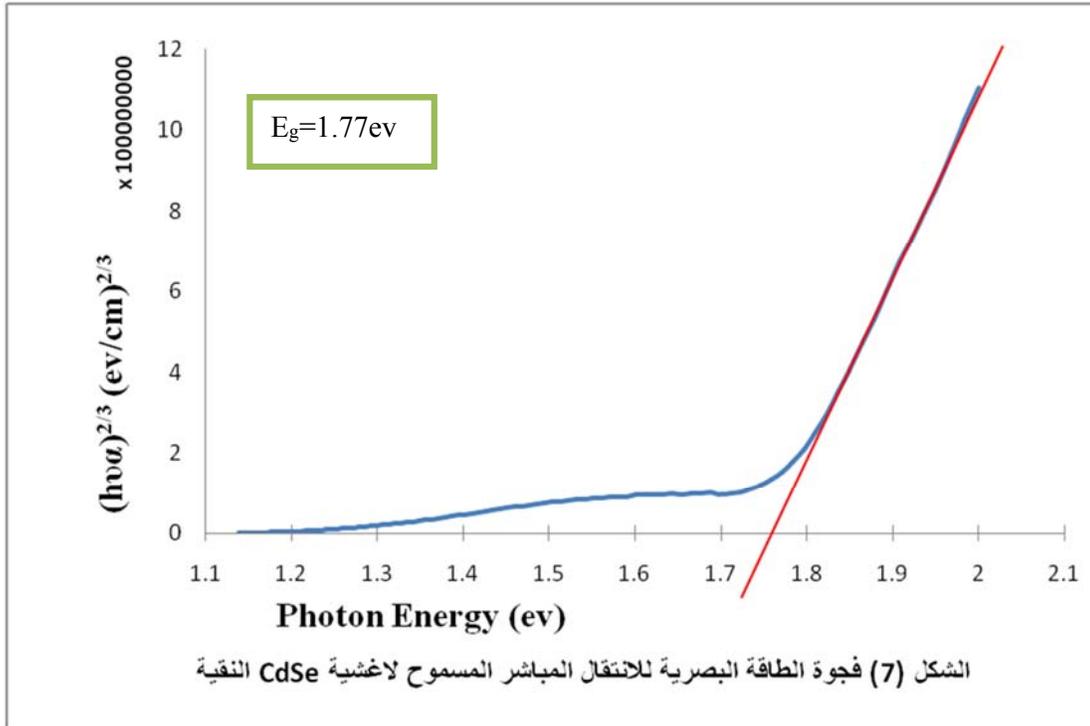
جدول رقم (2) قيم فجوة الطاقة البصرية دالة لنسب التشويب بالالمنيوم

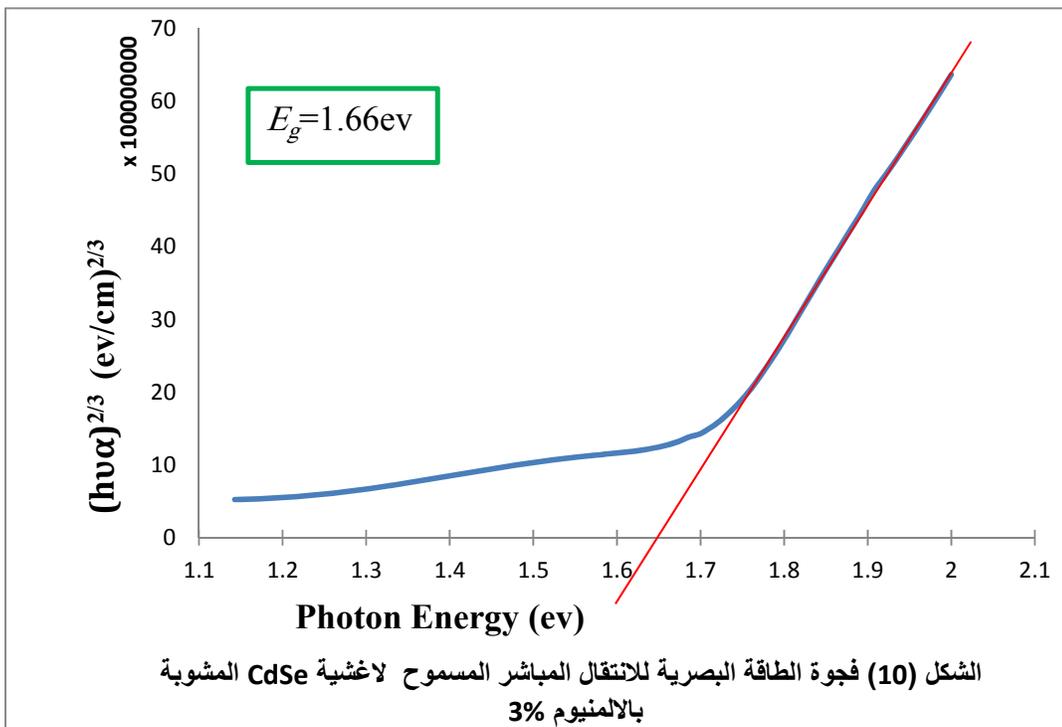
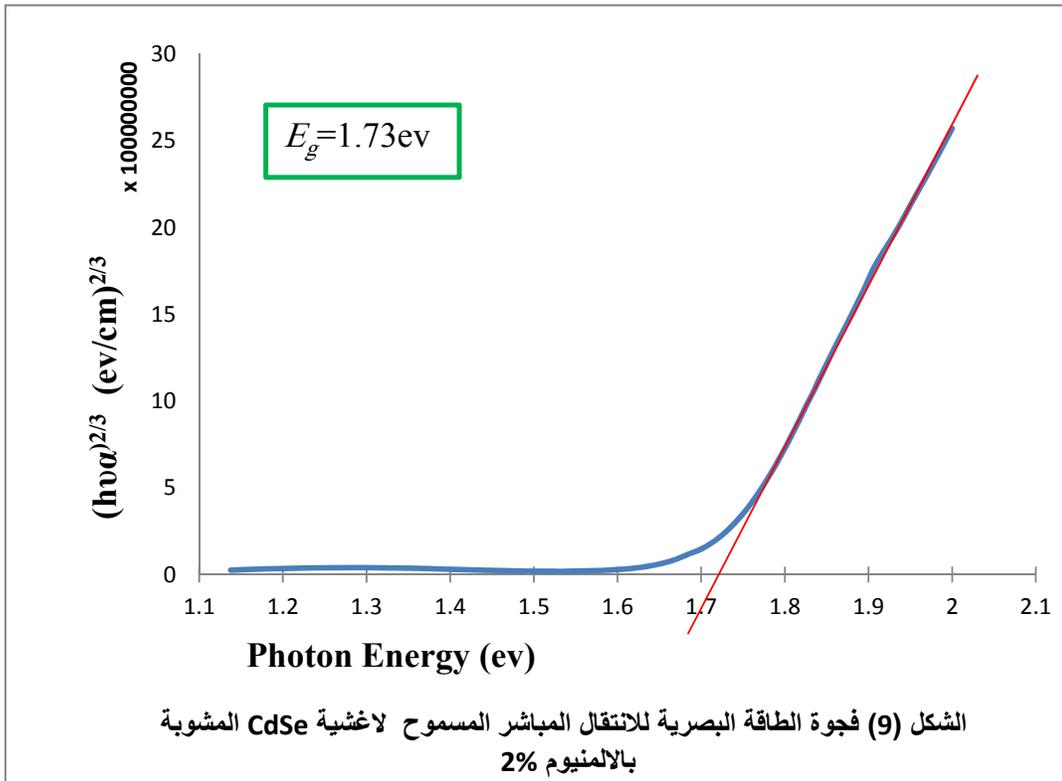
نسبة التشويب بالالمنيوم	فجوة الطاقة المباشرة الممنوعة (ev)	فجوة الطاقة المباشرة المسموحة (ev)
pure	1.76	1.77
1%	1.74	1.75
2%	1.72	1.73
3%	1.65	1.66













Studying the Effect of Doping With Aluminum on The Optical Properties Of CdSe Thin Films

Alia A. Shehab

Abbas H. Hussain

Dept. of Physics/College of Education for Pure Science(Ibn Al-Haitham)/
University of Baghdad

Received in :16June 2014,Accepted in :8September2014

Abstract

CdSe thin films were deposited on glass substrate by thermal evaporation method with thickness of $(300\pm 25\%)$ nm with deposition rate (2 ± 0.1) nm/s and at substrate temperature at (R.T.). XRD analysis reveals that the structure of pure thin films are Hexagonal and polycrystalline with preferential orientation (002). In this research ,we study the effect of doping with (1,2,3)% Aluminum on optical energy gap of (CdSe) thin film . The absorption was studied by using (UV - Visible 1800 spectra photometer) within the wavelength (300-1100) nm absorption coefficient was calculated as a function of incident photon energy for identify type of electronic transitions it is found that the type of transition is direct , and we calculated the optical energy gap before and after doping we found that the energy gap decreases after doping and absorption coefficient increases.

Keyword: CdSe , absorption coefficient , optical energy