

## دراسة تأثير التشويب بالرصاص (Pb) على الخصائص البصرية لأغشية كبريتيد الكاديوم (CdS) الرقيقة المحضرة بطريقة الرش الكيميائي الحراري

عبد المجيد عياده ابراهيم<sup>1</sup>، رائد عبد الوهاب أسماعيل<sup>2</sup>، وطبان نشعان ندا<sup>1</sup>

<sup>1</sup>قسم الفيزياء، كلية التربية للعلوم الصرفة، جامعة تكريت، تكريت، العراق

<sup>2</sup>قسم الفيزياء، الجامعة التكنولوجية، بغداد، العراق

### الملخص

في هذا البحث تمت دراسة الخصائص البصرية لأغشية كبريتيد الكاديوم CdS النقي والمشوب بالرصاص بالنسب (5%,10%,15%,20%)، المحضرة بطريقة الترسيب الكيميائي الحراري على قواعد زجاجية بدرجة حرارة (350°C). اشتملت دراسة الخصائص البصرية تسجيل طيفي النفاذية والامتصاصية للأغشية المحضرة ولمدى الأطوال الموجية (300-1100 nm) إذ تبين أن نفاذية كبريتيد الكاديوم CdS النقي ذات مقدار عالٍ إذ تتراوح بين (82-86%) تقريباً في المنطقة المرئية، وهي ذات امتصاصية قليلة، بعد التشويب تقل كل من نفاذية الأغشية (T) وطاقة الفجوة المحظورة (Eg) وتزداد الامتصاصية. اشتملت الدراسة كذلك على حساب معامل الامتصاص ( $\alpha$ ) ومعامل الخمود ( $K_0$ ) وطاقة الفجوة للانتقالات الإلكترونية المباشرة وغير المباشرة فتبين إن الانتقالات كانت من النوع المباشر فقط، وقد وجد أن فجوة الطاقة تنخفض مع زيادة التشويب بالرصاص من (2.40eV) لغشاء CdS النقي إلى (2.35,2.31,2.25,2.19)eV لنسب التشويب (5%,10%,15%,20%) على التوالي.

### المقدمة:

تعد دراسة المادة بشكل غشاء رقيق من الموضوعات المهمة لفيزياء الحالة الصلبة وقد أسهمت تقنية الأغشية الرقيقة مساهمة كبيرة في دراسة أشباه الموصلات وتم تحديد العديد من الخواص الفيزيائية والكيميائية لها بهدف تحديد استخدامها في التطبيقات المختلفة [1]. ويطلق مصطلح الغشاء الرقيق (thin film) على وصف طبقة واحدة أو عدة طبقات من ذرات المادة لا يتعدى سمكها المايكرون الواحد ( $1\mu\text{m}$ ) [2].

ان التطور الحاصل في مجال تحضير الأغشية الرقيقة أدى الى تنوع البحوث الخاصة بدراسة الخواص الفيزيائية لهذه الأغشية ولتحضير أغشية رقيقة على درجة عالية من النقاوة والدقة والسيطرة على سمك الغشاء وتجانسه يتطلب أجهزة دقيقة ومعقدة تحتاج الى تكاليف باهظة. وأدى ذلك التعقيد الى البحث عن طرائق تكون فيها كلف التحضير منخفضة وبأجهزة أقل تعقيداً، علماً انه قد تكون الأغشية المحضرة بهذه الطريقة (قيد الدراسة) أقل جودة وكفاءة مقارنة بالأغشية المحضرة باستخدام الطرائق الأخرى، ومع ذلك فأنها تعد أغشية ذات مواصفات جيدة إذ يمكن الاستفادة منها في تطبيقات عملية مهمة في مجالات متعددة [1,3]. لذلك أختارنا في هذا البحث طريقة التحلل الكيميائي الحراري.

### الجزء العملي

تم تحضير المحلول المستخدم في تحضير أغشية CdS النقية والمشوبة بالرصاص Pb من خلات الكاديوم المائية ( $\text{CH}_3\text{COO}$ )<sub>2</sub> و Pb من خلات الرصاص المائية ( $\text{Cd}\cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) ذات الوزن الجزيئي (266.53g/mol)، كمصدر للكاديوم، و خلات الرصاص المائية ( $\text{Pb}\cdot 3\text{H}_2\text{O}$ ) ( $\text{CH}_3\text{COO}$ )<sub>2</sub> ذات الوزن الجزيئي (379.2 g/mol) كمصدر للرصاص، والثايوريثا ( $\text{CS}(\text{NH}_2)_2$ ) ذات الوزن الجزيئي (76.12g/mol) كمصدر للكبريت. حيث تم اختيار التراكيز (0.1) مولاري لكل من خلات الكاديوم المائية و خلات الرصاص المائية و (0.2) مولاري للثايوريثا.

تعد دراسة المادة بشكل غشاء رقيق من الموضوعات المهمة لفيزياء الحالة الصلبة وقد أسهمت تقنية الأغشية الرقيقة مساهمة كبيرة في دراسة أشباه الموصلات وتم تحديد العديد من الخواص الفيزيائية والكيميائية لها بهدف تحديد استخدامها في التطبيقات المختلفة [1]. ويطلق مصطلح الغشاء الرقيق (thin film) على وصف طبقة واحدة أو عدة طبقات من ذرات المادة لا يتعدى سمكها المايكرون الواحد ( $1\mu\text{m}$ ) [2].

ان التطور الحاصل في مجال تحضير الأغشية الرقيقة أدى الى تنوع البحوث الخاصة بدراسة الخواص الفيزيائية لهذه الأغشية ولتحضير أغشية رقيقة على درجة عالية من النقاوة والدقة والسيطرة على سمك الغشاء وتجانسه يتطلب أجهزة دقيقة ومعقدة تحتاج الى تكاليف باهظة. وأدى ذلك التعقيد الى البحث عن طرائق تكون فيها كلف التحضير منخفضة وبأجهزة أقل تعقيداً، علماً انه قد تكون الأغشية المحضرة بهذه الطريقة (قيد الدراسة) أقل جودة وكفاءة مقارنة بالأغشية المحضرة باستخدام الطرائق الأخرى، ومع ذلك فأنها تعد أغشية ذات مواصفات جيدة إذ يمكن الاستفادة منها في تطبيقات عملية مهمة في مجالات متعددة [1,3]. لذلك أختارنا في هذا البحث طريقة التحلل الكيميائي الحراري.

### الجزء النظري

إن المعرفة الدقيقة لمعامل الامتصاص ومعامل الانكسار وفجوة الطاقة البصرية لأشباه الموصلات، ضرورية من أجل دراسة وتصميم أجهزة بصرية والكهربائية متنوعة، إذ من الممكن تحديد نوع الانتقال الحاصل في فجوة الطاقة للمواد فيما إذا كان مباشراً أو غير مباشر من خلال طيف الامتصاص البصري. ومن تحليل بيانات الانتقال يمكن تحديد الثوابت البصرية مثل معامل الانكسار، معامل الخمود وثابت

وطبوغرافية السطح للغشاء فقد تمت قياسات النفاذية (Transmittance) ضمن الأطوال الموجية (300-900nm) لجميع الأغشية المحضرة بعد ترسيبها على أرضيات من الزجاج ولوحظ أن جميع الأغشية نفاذة في مدى واسع من الطيف وأعلى نفاذية كانت عند الأطوال الموجية (600nm) فما فوق إذ تبدأ نفاذية جميع الأغشية بالثبوت، وهذا يتفق مع ما توصلت إليه دراسات سابقة [5,4] مما يؤهل هذا الغشاء لأن يكون مادة مضادة للانعكاس.

قد أوضحت نتائج النفاذية بوصفها دالة للطول الموجي لأغشية CdS النقية أنها تمتلك معدل نفاذية يقدر بحوالي (85%) ضمن منطقة الطيف المرئي والمنطقة تحت الحمراء القريبة مع وجود نفاذية قليلة في المنطقة فوق البنفسجية والتي تزداد بشكل حاد عند القيمة (300-400nm) وتسمى هذه المنطقة بحافة الامتصاص الأساسية، مع وجود انحراف قليل في حافة الامتصاص نحو الطاقات العالية وهذا بدوره يدل على أن المادة هي شبه موصلة ذات فجوة طاقة واسعة وإن طاقة الفوتونات في المنطقة عالية النفاذية لا تعاني امتصاصا عاليا ويمكن أن تعزى هذه النتيجة بصورة عامة إلى أن زيادة درجة الحرارة قد زادت من عملية النمو الحبيبي، أي زيادة حجم الحبيبات تدريجيا و بالتالي نقصان الحدود الحبيبية والتي بدورها أدت إلى قلة التشتت وزيادة تبلور المادة، ونلاحظ أيضا أن طيف النفاذية يظهر سلوكاً بصرياً متشابهاً، مما يدل على أن الأغشية تصلح لتطبيقات الخلايا الشمسية لأن المنطقة الطيفية الفعالة في الخلايا الشمسية تقع في المنطقة المرئية.

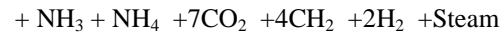
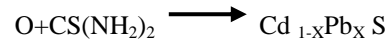
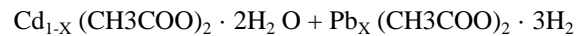
من الشكل (1) نلاحظ أن أغشية (CdS) المشوبة تبدي شفافية أقل من الأغشية النقية في المنطقة المرئية وفوق البنفسجية القريبة إذ تقل النفاذية إلى أن تصل إلى حوالي (77%) في العينات المشوبة بنسبة (20%) وأن النقصان في قيم النفاذية قد يكون بسبب عملية الإشابة حيث لم تظهر إي تغييرات في الشكل العام لمنحنى النفاذية، حيث يظهر منحنى النفاذية للعينات كافة (غير المشوبة والمشوبة بالرصاص) سلوكاً بصرياً متشابهاً حيث يبدي زيادة مفاجئة وقوية عند الطول الموجي (400nm) ثم يميل إلى الاستقرار على معدل امتصاص معين بعد الطول الموجي (550nm)، وهذا يتفق مع الباحث [8]، مما يدل على أن هذه الأغشية تصلح كنافذة بصرية للخلايا الشمسية وتقع في المنطقة المرئية من الطيف وهذا ما يبرر الاهتمام المتزايد من قبل الباحثين في استخدام أغشية CdS النقية والمشوبة كنوافذ بصرية في الخلايا الشمسية السليكونية.

تم حساب اوزان المواد باستخدام ميزان حساس من نوع (Mettler. A. E-160) حساسيته (10<sup>-4</sup>gm) وسعته (160 gm) ثم تذاب كل مادة في (50 ml) من الماء المقطر، والجدول (1) يوضح نسب المواد المستخدمة في تحضير أغشية النقية والمشبابة بالرصاص Pb في (50ml.) من الماء المقطر :-

#### جدول(1) نسب المواد المستخدمة في تحضير محاليل الرش

المجموع (ml)	نسبة S في المحلول (ml)	نسبة Pb في المحلول (ml)	نسبة Cd في المحلول (ml)	نسبة التشويب
100	50	0.0	50	0%
100	50	2.5	47.5	5%
100	50	5	45	10%
100	50	7.5	42.5	15%
100	50	10	40	20%

تم خلط المحلول باستخدام خلاط مغناطيسي (Magnetic Stirrer) لمدة (10-5) دقيقة وبعد اكتمال الاذابة تم الحصول على محلول رائق شفاف مائل الى البياض. توضع القواعد الزجاجية في منتصف المسخن الكهربائي بعد التأكد من ان المحلول يسقط بصورة عمودية على جميع اجزاء القواعد الزجاجية وان سلسلة التفاعلات الكيميائية الحرارية التي تؤدي الى الحصول على مادة كبريتيد الكاديوم الرصاصي تتمثل بالمعادلة الكيميائية الآتية:-



والجدول (2) يبين ظروف العمل بالنسبة لمنظومة الرش الكيميائي الحراري (CSP):-

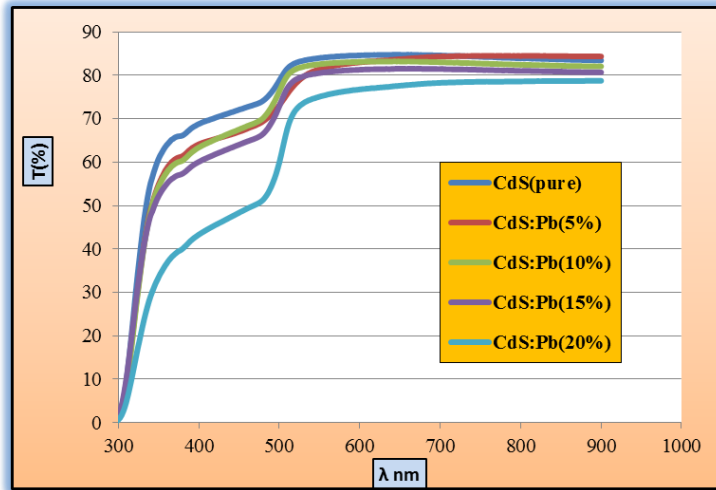
#### جدول (2) معلمات الرش المتبعة في تحضير الاغشية

الغشاء الرقيق	درجة الحرارة	مسافة الرش	زمن الرش	زمن التوقف	عدد الرشات	ضغط الهواء
CdS:Pb	350C	28cm	10sec.	1.5-2min.	5 رشات	0.1bar

الخواص البصرية تعد من الخواص المهمة الواجب معرفتها وذلك بدراسة وحساب كل من طيفي النفاذية والامتصاصية وفجوة الطاقة الممنوعة.

#### (1) النفاذية البصرية Optical Transmittance

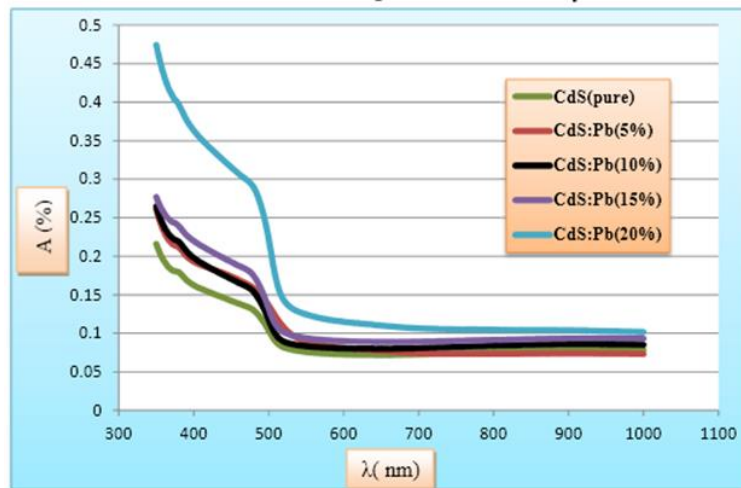
يتأثر طيف النفاذية البصرية بعوامل عدة أهمها التركيب الكيميائي للمادة والتركيب البلوري وطاقة الفوتون الساقط وسمك الغشاء



الشكل (1) طيف النفاذية البصرية لأغشية CdS النقية والمشوبة بالرصاص Pb.

طاقات الفوتونات الساقطة وعدم قدرتها على رفع الإلكترونات من حزمة التكافؤ إلى حزمة التوصيل، وتفسير ذلك فيزيائياً هو أن الفوتون الساقط لم يستطع أن يهيج الإلكترون وينقله من حزمة التكافؤ إلى حزمة التوصيل، لأن طاقة الفوتون الساقط أقل من قيمة فجوة الطاقة لعشاء CdS ولهذا أصبحت الامتصاصية تقل بزيادة الطول الموجي، إذ إن العلاقة تكون عكسية ما بين الطول الموجي وطاقة الفوتون وهذا يتفق مع الباحثين [6,8].

(2) حساب الامتصاصية Measurement Absorption الشكل (2) يبين طيف الامتصاصية لعشاء (CdS) النقي والأغشية المشوبة بالرصاص بالنسب (5,10,15,20)%، إذ يتبين أن الامتصاصية تزداد مع زيادة التشويب، إذ تزداد الامتصاصية للأغشية بزيادة التشويب بالرصاص لتصل إلى أعلى مستوياتها عند نسبة التشويب (20)%. ومن ملاحظة الشكل أيضاً فإن الامتصاصية لجميع الأغشية تتناقص مع زيادة الطول الموجي، وذلك بسبب قلة



الشكل (2) طيف الامتصاصية البصرية لأغشية CdS النقية والمشوبة بالرصاص Pb

(5,10,15,20)%، إذ نلاحظ أن معامل الامتصاص يزداد بزيادة طاقة الفوتون ثم يزداد بشكل سريع في مدى الطاقة (2.15-2.5 eV)، من هذه الزيادة يمكن التعرف على حافة الامتصاص الأساسية وحدث الانتقالات بين حزمة التكافؤ والتوصيل، حيث تبين أن قيم معامل الامتصاص ( $\alpha$ ) للأغشية النقية والمشوبة هي بحدود ( $\alpha > 10^4 \text{ cm}^{-1}$ )، مما يبين حدوث الانتقالات الإلكترونية المباشرة، إذ يمكن معرفة طبيعة الانتقالات الإلكترونية من معرفة قيمة معامل

### (3) معامل الامتصاص: Absorption Coefficient

تم حساب معامل الامتصاص بالاعتماد على طيف الامتصاصية (A) باستخدام المعادلة (1-4) لأغشية CdS النقية والمشوبة بالرصاص (Pb) المرسيبة على قواعد زجاجية .

$$\alpha = 2.303 A / t \dots\dots(1)$$

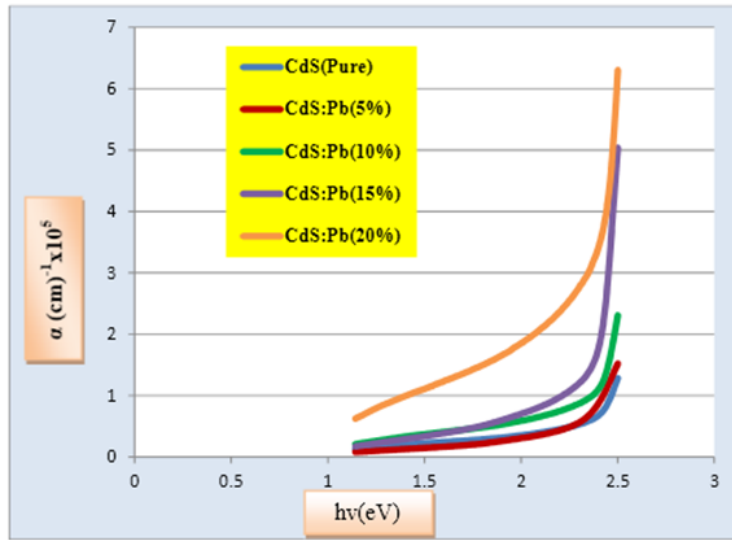
يوضح الشكل (3) تغير معامل الامتصاص ( $\alpha$ ) كدالة لطاقة الفوتون (hv) لعشاء (CdS) النقي والأغشية المشوبة بالرصاص بالنسب

الأساسية نحو الأطوال الموجية الطويلة (الطاقة الواطنة) وهذا يعزى إلى أن التشويب قد أدى إلى زيادة المستويات المانحة بالقرب من حزمة التوصيل وبالتالي فإن إمكانية امتصاص الفوتونات ذات الطاقة الواطنة ممكنة جدا ومن المعروف في أشباه الموصلات أن التغير في معامل الامتصاص هذا يعطينا الحرية في اختيار الغشاء المناسب لحجب الكمية المرغوبة من الطيف الشمسي في حالة تصنيع الخلايا الشمسية<sup>[8]</sup>

الامتصاص فإذا كانت قيمة معامل الامتصاص عالية ( $\alpha > 10^4$ ) فإن ذلك يعني احتمالية حدوث انتقال الكتروني مباشر<sup>[7]</sup>.

في نفس الشكل (3) نلاحظ إن قيمة معامل الامتصاص تزداد بشكل عام عند طاقة الفجوة مع زيادة التشويب مما يدل على نقصان فجوة الطاقة.

وقد تبين انه مع زيادة نسب التشويب نلاحظ إن هناك نقصان في قيم النفاذية يقابله زيادة في قيم الامتصاصية وانحراف حافة الامتصاص



الشكل (3) معامل الامتصاص البصري لأغشية CdS النقية والمشوبة بالرصاص Pb

إذ تكون قيمة  $(r = \frac{1}{2})$ ، وذلك برسم العلاقة الخطية بين  $(ahv)^2$  وبين طاقة الفوتون الساقط  $(hv)$  وبمد الجزء المستقيم من المنحنى ليقطع محور طاقة الفوتون عند النقطة  $(ahv)^2 = 0$  وحيث تتحقق المعادلة (7-2) وبمعنى آخر فإن  $(E_g = hv)$  أي أن نقطة القطع تمثل قيمة فجوة الطاقة البصرية  $(E_g^{opt})$  للانتقال المباشر المسموح، وكما هو موضح في الشكل (4) لأغشية CdS النقية والمشوبة ويبين الجدول (3) قيم فجوة الطاقة البصرية للانتقالات المباشرة المسموحة لأغشية CdS النقية والمشوبة بالرصاص.

لقد أدى التشويب بالرصاص إلى تناقص قيم  $(E_g^{opt})$  مع زيادة نسب التشويب، وإن زيادة نسبة التشويب تؤدي إلى تكوّن مستويات موضعية جديدة أسفل حزمة التوصيل وهذه المستويات مهيأة لاستقبال الإلكترونات وتوليد ذبول في فجوة الطاقة البصرية وهذه الذبول تعمل باتجاه التقليل من فجوة الطاقة . وهي أحد العيوب البلورية وهذا يتفق مع الباحثون [7,8,9].

#### (4) فجوة الطاقة الممنوعة Forbidden Energy Gap

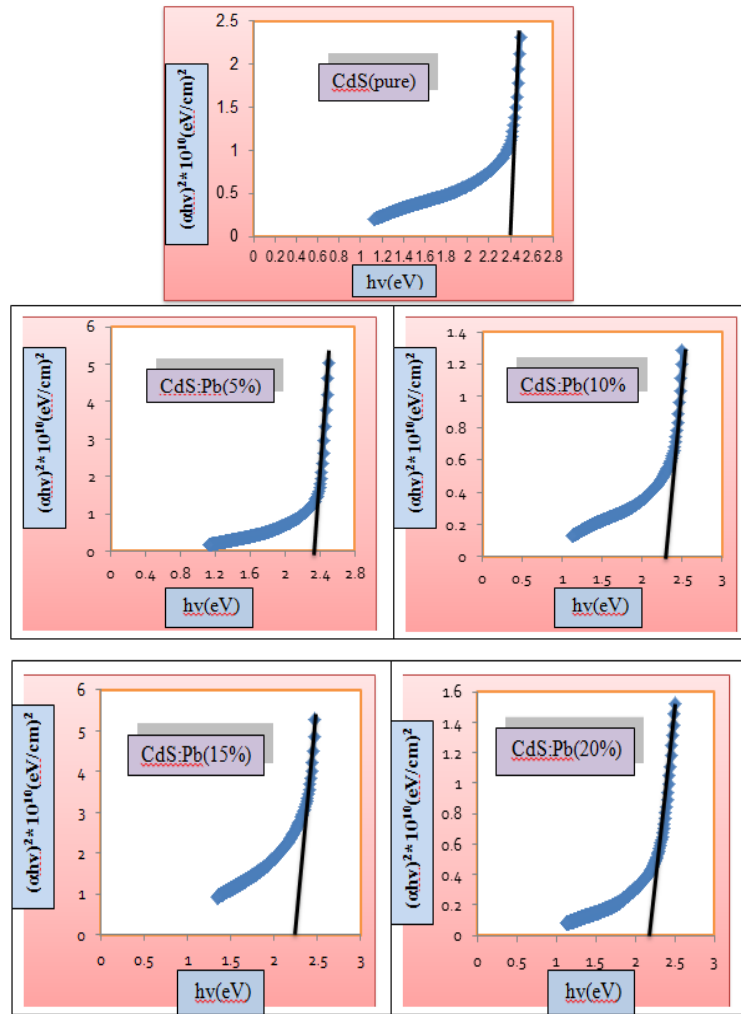
تعد فجوة الطاقة البصرية واحدة من أهم الثوابت البصرية التي يعتمد عليها في فيزياء أشباه الموصلات لتصنيع العديد من النماذج الإلكترونية مثل الخلايا الشمسية والكواشف، والثنائيات الضوئية وغيرها، إذ يتم اختيار مواد ذات فجوة طاقة تقارب طاقة الفوتونات ضمن جزء من الطيف الكهرومغناطيسي وبحسب الحاجة للسيطرة والتحكم بمقدار ما يمتص أو ما ينفذ أو ما ينعكس من الفوتونات الساقطة على الغشاء<sup>[9]</sup>. هناك كثير من العوامل التي تؤثر في فجوة الطاقة منها نوع مادة الغشاء المحضر وطريقة تحضير الغشاء وكذلك تتأثر بشكل كبير بعملية الإشابة والتلدين، فضلاً عن ذلك تتأثر فجوة الطاقة بظروف التحضير وطبيعة البنية التركيبية للأغشية المحضرة ومدى الانتظام البلوري<sup>[10]</sup>.

يمكن حساب فجوة الطاقة البصرية للانتقال المباشر المسموح من المعادلة (2):

$$\alpha hv = B_0 (hv - E_g^{opt})^r \dots \dots (2)$$

الجدول (3) يبين قيم فجوة الطاقة لأغشية CdS النقية والمشوبة بالرصاص Pb.

الغشاء	CdS(pure)	CdS:Pb(5%)	CdS:Pb(10%)	CdS:Pb(15%)	CdS:Pb(20%)
Eg (eV)	2.40	2.35	2.31	2.25	2.19



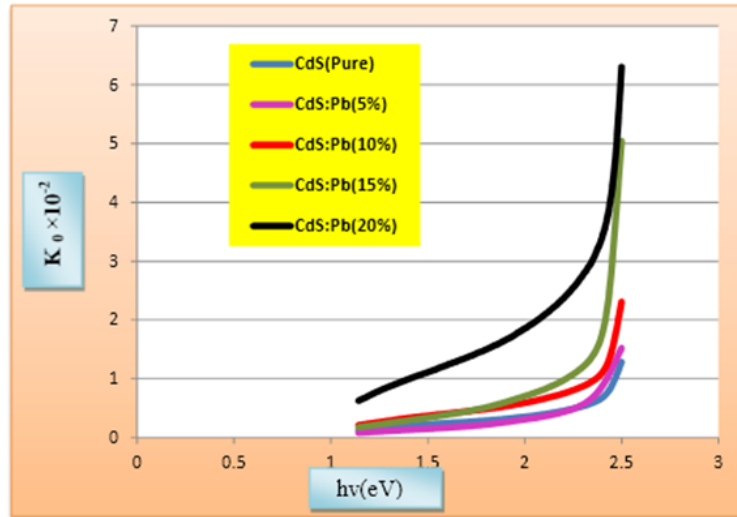
الشكل(4) فجوة الطاقة البصرية لاغشية CdS النقية والمشوبة بالرصاص Pb

لقد تم حساب معامل الخمود من قيم معامل الامتصاص المحسوبة من طيف الامتصاصية ضمن مدى الأطوال الموجية (300-900 nm)، بحسب المعادلة (3) للأغشية المحضرة كافة، والشكل (5) يبين تغير معامل الخمود كدالة لطاقة الفوتون للأغشية النقية والمشوبة، وفيها نلاحظ اعتماد معامل الخمود على معامل الامتصاص، إذ يزداد معامل الخمود بزيادة طاقة الفوتون، وكذلك يزداد بزيادة نسب التشويب بالرصاص،

#### (5) معامل الخمود : Extinction Coefficient ( $k_0$ )

يعرف معامل الخمود على انه الخمود الحاصل للموجة الكهرومغناطيسية داخل المادة وهو كمية ما تمتصه الكثرونات المادة من طاقة الفوتونات الساقطة، وعلى هذا الأساس فان قيمته تتحدد من خلال تفاعلات الموجة الكهرومغناطيسية مع الوسط، ويتم حساب معامل الخمود من خلال قيم معامل الامتصاص المحسوبة من طيف الامتصاصية وذلك حسب المعادلة الآتية<sup>[11]</sup>:

$$K_0 = \frac{\alpha \lambda}{4\pi} \dots \dots \dots (3)$$



الشكل (5) معامل الخمود لأغشية CdS النقية والمشوبة بالرصاص Pb.

- 4- ان التشويب بالرصاص ادى الى نقصان في قيمة فجوة الطاقة البصرية، وقد تبين ان الانتقالات الالكترونية هي من النوع المباشر المسموح.
- 5- كذلك نلاحظ اعتماد معامل الخمود ( $K_0$ ) على معامل الامتصاص، إذ يزداد معامل الخمود بزيادة طاقة الفوتون، وكذلك يزداد بزيادة نسب التشويب بالرصاص.
- 6- ان النتائج المستحصلة من هذا البحث تفيد في امكانية استخدام مثل هذا النوع من الاغشية في تصنيع الكواشف الضوئية والخلايا الشمسية.

#### الاستنتاجات

- 1- تمتلك اغشية CdS النقية نفاذية عالية تصل الى (85%) تقريبا ولكن التشويب بالرصاص ادى الى نقصان في النفاذية مع زيادة نسبة التشويب.
- 2- ادى التشويب الى زيادة الامتصاصية ( $A$ ) مع زيادة التشويب وقد وجد ان اعظم امتصاصية حصلت ضمن المدى المرئي من الطيف.
- 3- أن قيم معامل الامتصاص ( $\alpha$ ) للاغشية النقية والمشوبة هي بحدود ( $\alpha > 10^5 \text{ cm}^{-1}$ )، وكذلك لاحظنا زيادة واضحة في معامل الامتصاص عند الطاقات العالية بزيادة التشويب بالرصاص.

#### المصادر

- [1]- S . w . Townsend , T . R . Ohno , V . Kaydanov , A . S . Gilmore, J . D . Beach and R . T . Collins, "The Influence of Stressing at Different Biases on the Electrical and Optical Properties of CdS/CdTe Solar Cells". Colorado School of Mines, Dept of Physics , (2000)
- [2]- K. Suresh Babu, T. Ranjith Kumar, Prathap Haridoss, C. Vijayan, Effect of the organic solvent on the formation and stabilization of CdS and PbS nanoclusters, Department of Physics, Indian Institute of Technology Madras, India, 2004.
- [3]- Sanjeev kumar, Variation of band gap in CdPbS with composition prepared by a precipitation technique, Indian Journal of pur and applied physics. ,Vol.43, August, 2005
- [4]- M. Kamruzzaman , R. Dutta , J. Podder, Synthesis and characterization of the as-deposited Cd<sub>1-x</sub>Pb<sub>x</sub>S thin films prepared by spray pyrolysis technique, Department of Physics, Bangladesh University of Engineering and Technology, 2012.
- [5]- M.A. Barot, A.A. Yadav and E.U. Masumdar, Effect of Thickness on Structural, Optical and Electrical Properties of Chemically Grown Cd<sub>0.825</sub>Pb<sub>0.175</sub>S Thin Films, Department of Physics, Azad Mahavidyalaya, AUSA-413520, Maharashtra, India, 2013
- [6]- M. A. BAROTEa\*, A. A. YADAV b, E. U. MASUMDAR, EFFECT OF DEPOSITION PARAMETERS ON GROWTH AND CHARACTERIZATION OF CHEMICALLY DEPOSITED Cd<sub>1-x</sub>Pb<sub>x</sub>S THIN FILMS, Department of Physics, Azad college, India, 2011.
- [7]- M. Kamruzzaman , R. Dutta , J. Podder, Synthesis and characterization of the as-deposited Cd<sub>1-x</sub>Co<sub>x</sub>S thin films prepared by spray pyrolysis technique, Department of Physics, Bangladesh University of Engineering and Technology, 2011..
- [8]- M.S. Kim, D.Y. Kim, K. G. Yim, S. Kim, G. Nam, S.O. Kim, D. Lee, J. Leem, ZnO Nanorods Grown on Cd<sub>x</sub>Zn<sub>1-x</sub>O Seed Layers with Various Cd Mole Fractions, Bull. Korean Chem. Soc. 33(2012)1:189-193.
- [9] L. Rajamohan Reddy, P. Prathap, Y.P. Venkata Subbaiah, K.T. Ramakrishna Reddy, and J. Yi, "Structural and optical properties of sprayed (Cd<sub>1-x</sub>Mn<sub>x</sub>O) films", Solid State Sciences 9, pp. 718-721, (2007).
- [10]- N. Mahmood "A Study of the Structural and Optical Properties of SnS<sub>2</sub>: Cu Thin Films Prepared by the Chemical Spray Pyrolysis" University of Baghdad, College of Science for Women, (2007).

[11]- A. Abdullah, M.F. Jwad and Z.H. Hieat' Technique" J. Engineering and Technology, Vol.27, Studying the Optical Properties Cadmium Stunet No.14,P.(445-456) ,(2009). Cd<sub>2</sub>SnO<sub>4</sub> Thin Films Prepared by Spray Pyrolysis

## Study the Doping Effect of Lead(Pb) on the Optical Properties of Cadmium Sulfide (CdS) Thin Films.

Abdul-Majeed E.Ibrahim<sup>1</sup>, Raid A.Ismail<sup>2</sup>, Wattban N. Nada<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Department of Physics, College of Education Pure Sciences, University of Tikrit, Tikrit, Iraq

<sup>2</sup> Department of Physics, University of technological, Baghdad, Iraq

### Abstract:

The optical properties of pure and doped Cadmium Sulfide thin films have been studied in the present work. Cadmium Sulfide can be doped by the Lead of (5%,10%,15%,20%) which prepared by chemical spray pyrolysis technique were deposited on (350°C) glass substrates. The optical properties- Transmittance (T), Absorbance (A), Energy band gap (Eg), Absorption coefficient( $\alpha$ ) and Extinction Coefficient ( $k_0$ ) - within wave length range (330-1100)nm. The cadmium sulfide (pure) thin films were found to exhibit high transmittance about (82-86)%, the transmittance decreases with the increasing the doped ratio by the lead(Pb).The direct band gap energy of films decreases from (2.40eV) for the pure thin films to (2.35,2.31,2.25,2.19 eV) for the doped by lead at (5%,10%,15%,20%).