

تأثير تشويب أغشية CdSe بعنصري و Cu Sn على الخواص البصرية والتركيبية والمحضرة بتقنية الحمام الكيميائي

رحمة نذير ذنون *
ليث محمد الطعان

قسم الفيزياء/ كلية العلوم / جامعة الموصل

*[E-mail: laith.altaan57@gmail.com](mailto:laith.altaan57@gmail.com)

الملخص

حضرت أغشية CdSe بطريقة الترسيب بالحمام الكيميائي CBD على شرائح زجاجية، محلول 0.5M ودرجة حرارة ترسيب 50°C و pH=9 وزمن ترسيب 3 ساعات. ومن القياسات البصرية على النماذج المحضرة فكانت قيمة طاقة الفجوة 2eV، وتمت عملية التشويب بعنصري القصدير Sn والنحاس Cu وبالنسب 1.5%, 1%, 0.5% أيضا " بطريقة الحمام الكيميائي CBD. درست تأثيرات نسب التشويب المختلفة على الخواص البصرية والتركيبية على الأغشية المشوبة. فكانت طاقة الفجوة تقل بزيادة نسبة التشويب بالقصدير لتصل 1.8 eV بينما في حالة التشويب بالنحاس فإنها ازدادت بزيادة نسبة التشويب. وأن الانتقالات الالكترونية بين حزم الطاقة هي من نوع الانتقالات المباشرة. ومن قياسات XRD للتركيب البلوري فُدر بأن الأغشية النقية والمطعمة عديدة التبلور وتمتلك تركيباً مكعبياً وتفضل النمو باتجاه المستوي (111).

الكلمات الدالة: تأثير التشويب، أغشية CdSe الرقيقة، مجموعة II-VI، الخواص البصرية، CBD.

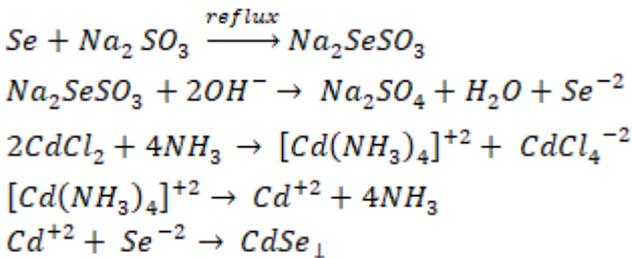
المقدمة

يعتبر سيلينيد الكاديوم CdSe أحد مركبات أشباه الموصلات المعدنية المهمة التي تنتمي إلى المجموعة II-VI من الجدول الدوري، ويمتلك العديد من الخصائص الكهربائية والبصرية في نطاق NIR & UV, VIS ، والتي تعتمد على فجوة الطاقة بشدة ولهذه المركبات فجوة مباشرة ومناسبة بحدود (1.74 eV) وهي اصغر منها في حالة تطعيم الاغشية الرقيقة نتيجة لتأثيرات الحجم الكمي للاغشية، (Jagdish *et al.*, 2019) و (Jafarov *et al.*, 2013) التي سمحت باستخدامها في التطبيقات الإلكترونية الضوئية (Chaudhari *et al.*, 2016) والأجهزة الكهروضوئية المنتجة مثل الخلايا الشمسية (Chávez, 2014) والكواشف الضوئية (Baha'a, 2018)، الترانزستورات (Calster *et al.*, 1988)، المتحسسات (Gonzales-Olmus *et al.*, 2015) و أشعة الليزر (Zakharov *et al.*, 1995).

يكون نمو اغشية CdSe بشكل تركيب مكعب (Hone *et al.*, 2015) أو سداسي (Kariper, 2016) أو مختلط (متعدد التبلور) (Su and Choy, 2000). يمكن الحصول على أغشية رقيقة CdSe بتقنيات ترسيب اخرى منها الترسيب الكهربائي ED (Olusola *et al.*, 2015)، المذيب الحراري Solvothermal (Zuala *et al.*, 2013)، التبخير الفراغي (Al-Fawadi *et al.*, 2009)، الترسيب بالطلاء Dip coating (Chate *et al.*, 2016)، التريذ (Bedir *et al.*, 2015)، الترسيب بالحمام الكيميائي CBD (Deshpande *et al.*, 2013) والتي فيها العديد من المزايا فهي تقنية بسيطة، مريحة، لا تحتاج الى تفريغ هوائي Vacuum وأيضا منخفضة التكلفة لإنتاج أغشية رقيقة بمساحات كبيرة. اجريت العديد من البحوث التي تعمل من اجل تحسين الخواص الفيزيائية لهذه الاغشية عن طريق التشويب بالعناصر المختلفة منها الفضة Ag، (Jamil *et al.*, 2018) الانديوم In والخرصين Zn (Rani *et al.*, 2015)، القصدير Sn (Sameer *et al.*, 2017)، المنغنيز Mn (Sandhya *et al.*, 2018)، الالمنيوم Al (Chate *et al.*, 2016). الانتيمون Sb (Masumdar *et al.*, 2002) و الزئبق Hg (Bhuse, 2005).

طريقة العمل

تم تحضير أغشية CdSe بتقنية الحمام الكيميائي CBD (Chemical bath deposition) باستخدام Na_2SeSO_3 كمصدر لأيونات السيلينيوم Se^{-2} ومادة $CdCl_2$ كمصدر لأيونات الكاديوم Cd^{+2} ، حيث تمت مناقشة هذه الطريقة من قبل [Chopra and Das, 1983] والمبنية على أساس التحرر البطيء لأيونات Cd^{+2} و Se^{-2} في المحلول الكيميائي ثم تتكاثف لتترسب تباعاً على ارضية تغمر داخل المحلول. وتمثل المعادلات التالية آلية التفاعل للحصول على أغشية CdSe (Eya, 2006):



يعتمد معدل نمو الغشاء على درجة حرارة الترسيب، درجة حامضية المحلول pH، وتركيز الايونات. وبالسيطرة على هذه العوامل نحصل على السمك المطلوب للغشاء.

تحضير الأغشية

1. في هذا البحث تم ترسيب أغشية سيلينيد الكاديوم CdSe على ارضيات زجاجية ابعادها (7.5 x 1.2 x 0.1)cm والتي يتم تنظيفها اولاً بمسحوق الغسيل والماء وشطفها بالماء المقطر ثم غمرها بمحلول الكحول ethanol الساخن لمدة 15min ثم

وضعها بالماء المقطر بعدها توضع في الاسيتون لعدة ثوان ثم تترك لتجف، ويتم وزنها بواسطة ميزان حساس لتكون جاهزة للاستخدام.

2. يحتوي الحمام الكيميائي على محلول Na_2SeSO_3 والمحضر مسبقاً من مزج مادة السيلينيوم Se مع مادة كبريتيت الصوديوم Na_2SO_3 في 10ml من الماء المقطر وبتركيز 0.5M في منظومة Reflux وتسخينها في hot plate stirrer لمدة ساعتين ثم ترشيح المحلول بورق الترشيح للحصول على محلول Na_2SeSO_3 خال من الشوائب.

3. يتم تحضير 10ml من محلول كلوريد الكاديوم CdCl_2 وبتركيز 0.5M مع اضافة 1ml من الامونيا NH_3 وبضع قطرات من ثلاثي ايثانول امين TEA كعوامل مساعدة. ثم اضافته الى محلول Na_2SeSO_3 والماء المقطر بحجم 80ml.

4. يتم خلط المحلول باستخدام الخلاط المغناطيسي magnetic stirrer لمدة خمس دقائق لزيادة التفاعل ليتم بعدها وضع الأرضيات داخل المحلول بشكل عمودي وبزاوية 10° وبدرجة حرارة 50°C ولمدة 3 ساعات لاستكمال الترسيب. ترفع النماذج من الحمام الكيميائي وتترك لتجف في درجة حرارة الغرفة وتحت الضغط الجوي.

5. استخدم للتشويب عنصرا القصدير Sn والنحاس Cu كل على انفراد ولنفس المحلول بإضافة كلوريد القصدير الثنائي SnCl_2 وكلوريد النحاس الثنائي CuCl_2 وبنسب مختلفة 0.5%, 1%, 1.5% لكلا العنصرين وبطريقة CBD ايضا.

6. احتسب سمك الغشاء بالطريقة الوزنية gravimetric method المعروفة فتم تحديد سمك الغشاء من خلال وزن الأرضيات قبل الترسيب وبعده باستخدام ميزان حساس وحسب المعادلة: $t = m/\rho A$ ، حيث t سمك الغشاء، m كتلة الغشاء، ρ فهي لكثافة غشاء CdSe وتساوي (5.816 g/cm^3) ، و A المساحة السطحية للغشاء.

اجريت القياسات البصرية باستخدام جهاز (UV-VIS-NIR) spectrophotometer وذلك بقياس النفاذية والامتصاصية كدالة للأطوال الموجية للمدى (340-1000)nm. وبحساب معامل الامتصاص البصري (a) من العلاقة (Madan and Shaw, 1986): $\alpha = 2.303 A/t$ ، حيث: A تمثل الامتصاصية و t سمك الغشاء.

رسمت العلاقة بين مربع معامل الامتصاص $(\alpha h\nu)^2$ مع طاقة الفوتون الساقط $h\nu$ من اجل حساب طاقة الفجوة E_g للغشاء. كما تم باستخدام جهاز XRD التعرف على التركيب البلوري للأغشية النقية والمطعمة من خلال مقارنتها مع البطاقة القياسية الخاصة بحيود الاشعة السينية JCPDS في وزارة العلوم والتكنولوجيا/ بغداد.

النتائج والمناقشة

القياسات البصرية

الشكل (1) يبين مناطق الامتصاص البصري حيث تظهر منها المنطقة الآسية حيث الانتقالات بين المستويات الممتدة في حزمة التكافؤ الى المستويات الموضعية في حزمة التوصيل وكذلك من المستويات الموضعية في قمة حزمة التكافؤ إلى المستويات الممتدة في قعر حزمة التوصيل (Blakmore, 1986) و (Kittle, 1981).

بما أن CdSe هي من أشباه الموصلات ذات فجوة النطاق المباشر، فان معامل الامتصاص α قرب حافة الحزمة يرتبط مع E_g حسب العلاقة التالية (Al-Ani, 2000)، (Shreekanthan et al., 2003): $(\alpha h\nu)^2 = A(h\nu - E_g)$. ومن الشكل (1) فان نقاط امتداد الجزء المستقيم من المنحني مع محور طاقة الفوتون يمثل قيمة طاقة الفجوة E_g لأغشية CdSe وبنسب واطئة ومختلفة كما في (الجدول 1) أدناه:

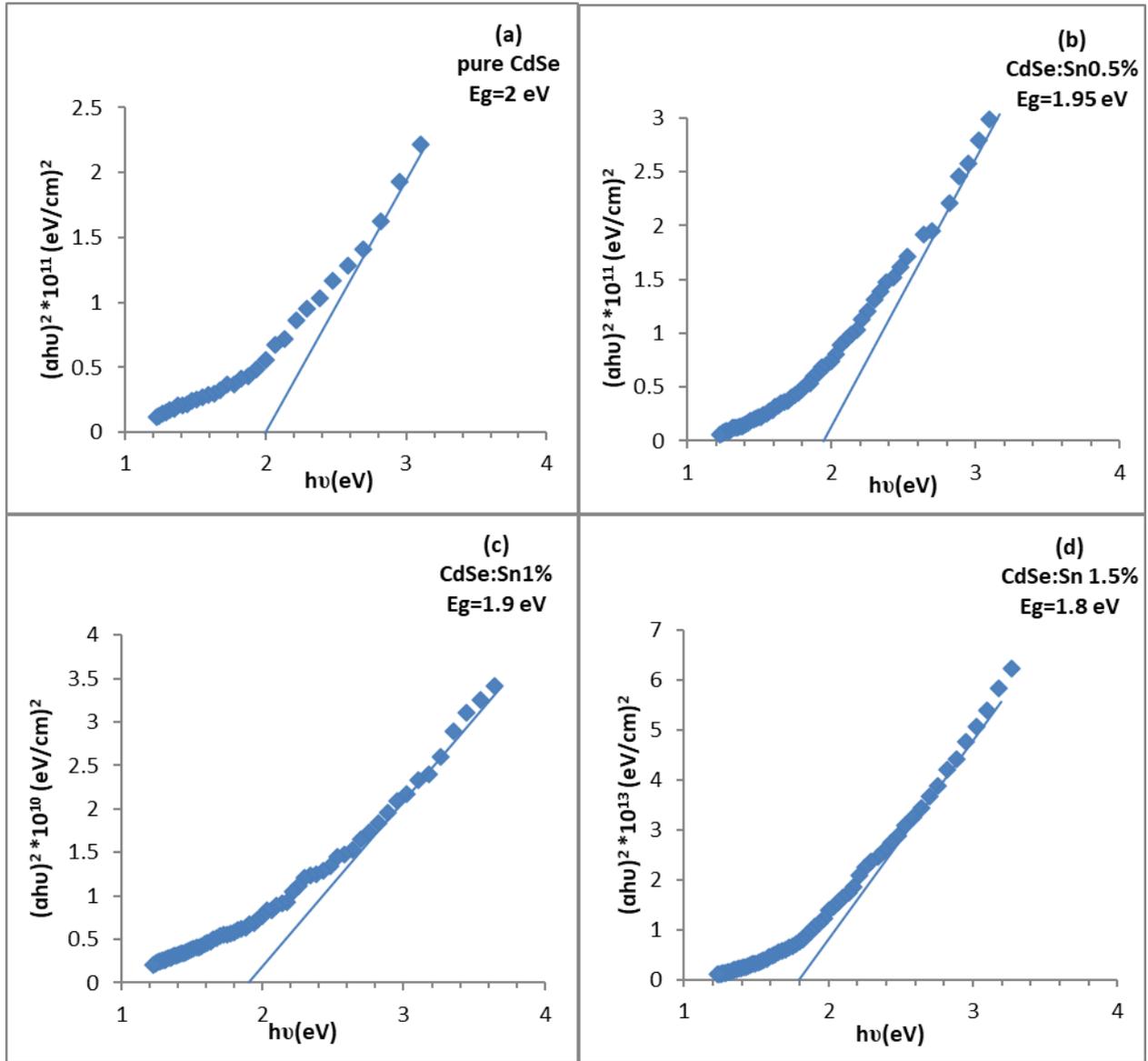
الجدول 1: السُمك و فجوة الطاقة لأغشية CdSe عند نسب التشويب بعنصري القصدير Sn والنحاس Cu

| Doping conc. % | التشويب بـ Sn | | التشويب بـ Cu | |
|----------------|---------------|---------------------|---------------|---------------------|
| | t (μm) | E _g (eV) | t (μm) | E _g (eV) |
| Pure 0% | 0.2 | 2 | 0.2 | 2 |
| 0.5 | 0.4 | 1.95 | 0.1 | 1.9 |
| 1 | 0.5 | 1.9 | 0.4 | 2 |
| 1.5 | 0.4 | 1.8 | 0.2 | 2.22 |

ومن (الجدول 1) يلاحظ أن طاقة الفجوة تقل بشكل ملحوظ مع زيادة نسبة التشويب بعنصر Sn لتصل إلى 1.8eV في الأغشية المطعمة بـ 1.5% ويمكن ان يعزى ذلك إلى تكون مستوى واهب Donor level جديد من الذرات الشائبة خلال عملية التشويب في منطقة طاقة الفجوة والذي يعمل على رفع مستوى فيرمي ليصبح قريباً من حزمة التوصيل وبناءً على ذلك يمكن ان تمتص الفوتونات التي لديها طاقة بين 2 eV حتى 1.8 eV، وهذا يدل على أن عملية التشويب بهذه النسب قد وسعت منطقة الامتصاص البصري وزادت معامل الامتصاص البصري مما يؤدي إلى انتقال حافة الامتصاص نحو أدنى طاقات الفوتون وهذا يتفق مع ما جاء به كل من (Maki et al., 2017) و (Ali et al., 2013).

فيما اختلف الامر عند التشويب بعنصر النحاس، حيث ان زيادة نسبة التشويب أكثر من 0.5% اشرت زيادة في طاقة الفجوة ويمكن ان يعزى ذلك إلى تكون مستوي قابل Acceptor level جديد من الذرات الشائبة خلال عملية التشويب في منطقة فجوة الطاقة والذي يعمل على خفض مستوى فيرمي ليصبح بعيداً من حزمة التوصيل. وينسب ذلك الى ان زيادة تركيز الحاملات في شبه الموصل بواسطة النحاس وبدء تفاعل الاستبدال بين الكترولونات حزم sp-d والكترولونات أيون Cu^{+2} ، وهذا ايضا يتفق مع (Levy et al., 1996)، (Sivasankar et al., 2015).

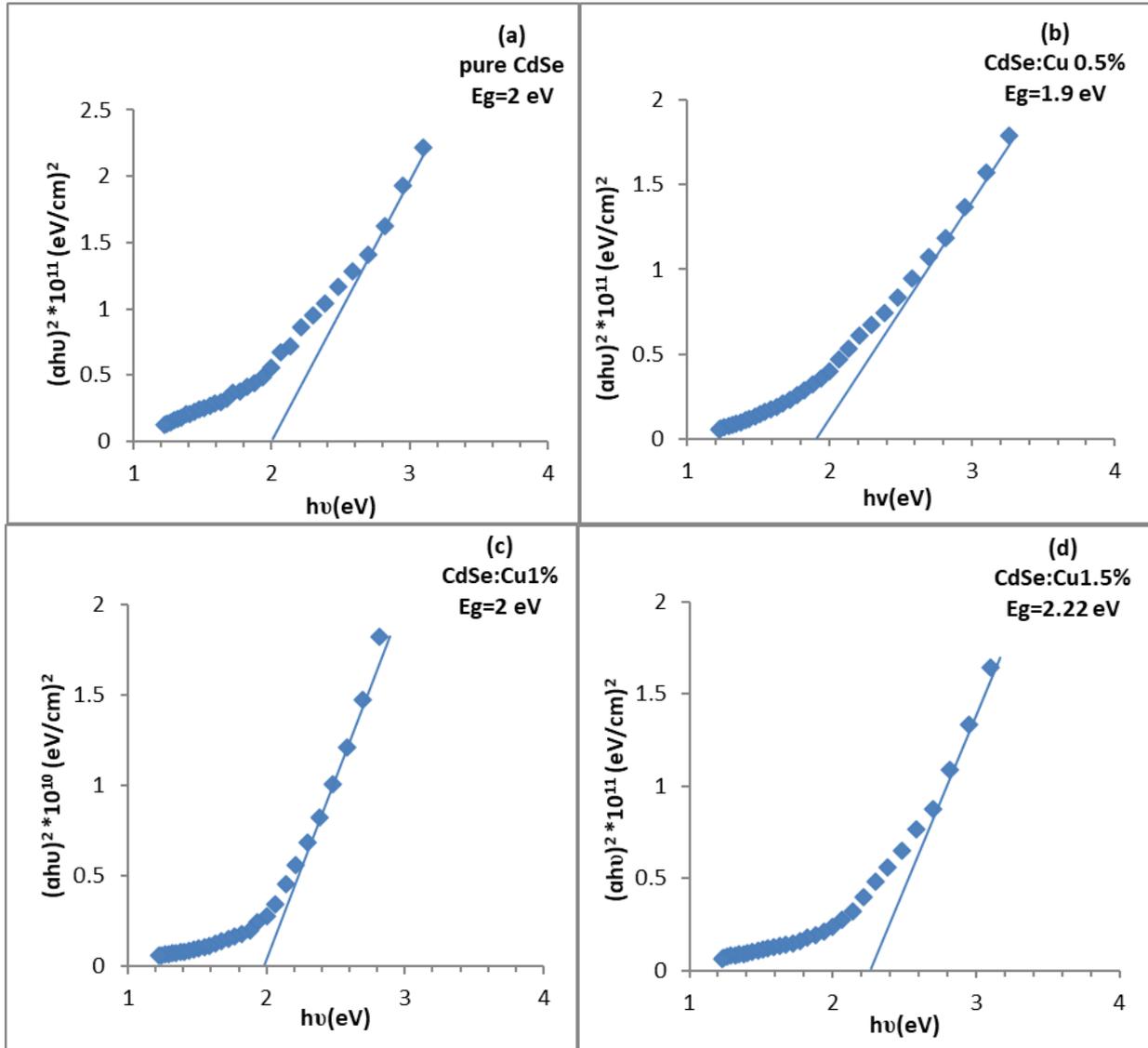
الشكل (1) يبين تعيين طاقة الفجوة لأغشية CdSe النقية وعند التشويب بعنصر Sn بنسب مختلفة 0.5%، 0.1% و 1.5%.



الشكل 1: طاقة الفجوة لأغشية الرقيقة CdSe

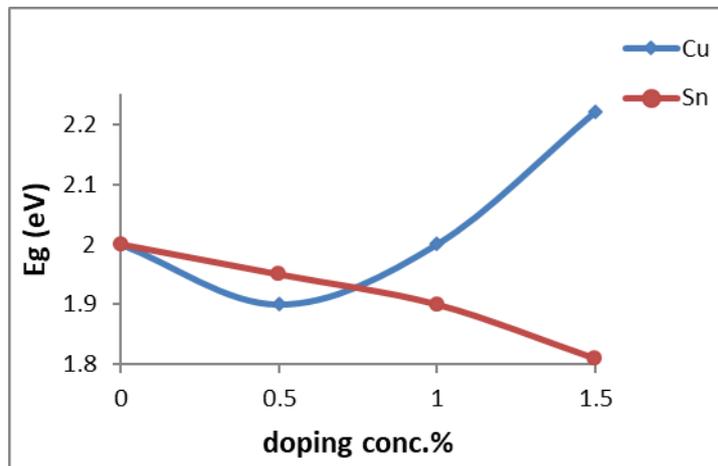
(a) النقية (b) المطعمة بـ 0.5%-Sn (c) المطعمة بـ 1%-Sn (d) المطعمة بـ 1.5%-Sn

وفي الشكل (2) تم تعيين طاقة الفجوة لأغشية CdSe المشوبة بعنصر Cu وبنسب مختلفة 0.5%، 1% و 1.5% ومقارنتها مع منحنى الامتصاص البصري للأغشية النقية كذلك. فيما جمع الشكل (3) ملخصاً العلاقة بين نسبة تشويب الغشاء CdSe بالعنصرين Cu و Sn كل على انفراد. حيث يلاحظ انخفاض واضح لقيمة طاقة الفجوة مع زيادة التشويب بالعنصر Sn. ولكن مع Cu فيما عدا النسبة 0.5%Cu فقد لوحظت زيادة في قيمة طاقة الفجوة بعد التشويب فوق هذه النسبة، وهذا ما يتفق مع (Levy et al., 1996).



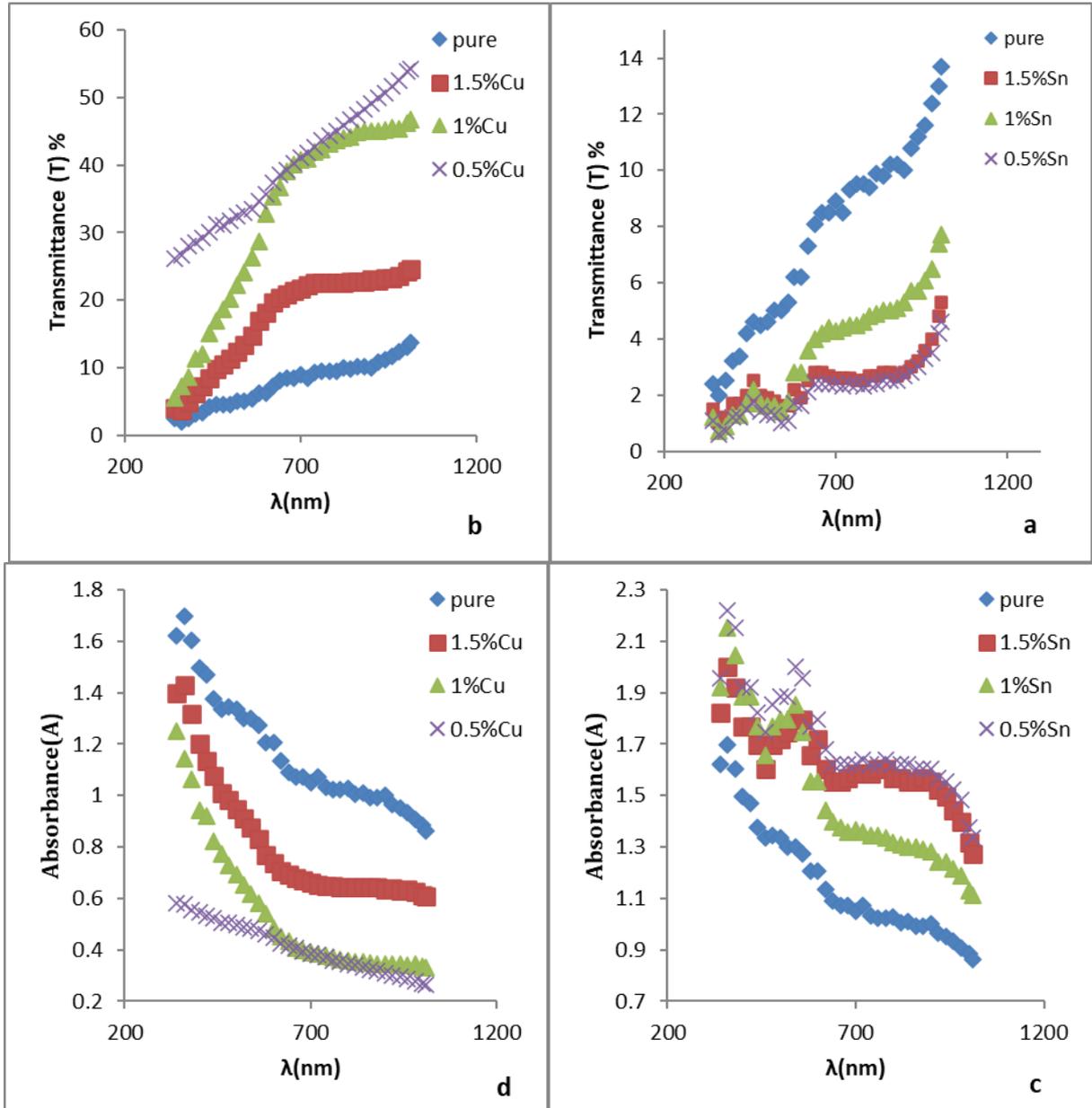
الشكل 2: طاقة الفجوة لأغشية الرقيقة CdSe

(a) النقية (b) المطعمة بـ 0.5%-Cu (c) المطعمة بـ 1%-Cu (d) المطعمة بـ 1.5%-Cu



الشكل 3: العلاقة بين طاقة الفجوة لأغشية CdSe ونسبة التشويب بعنصري Cu و Sn

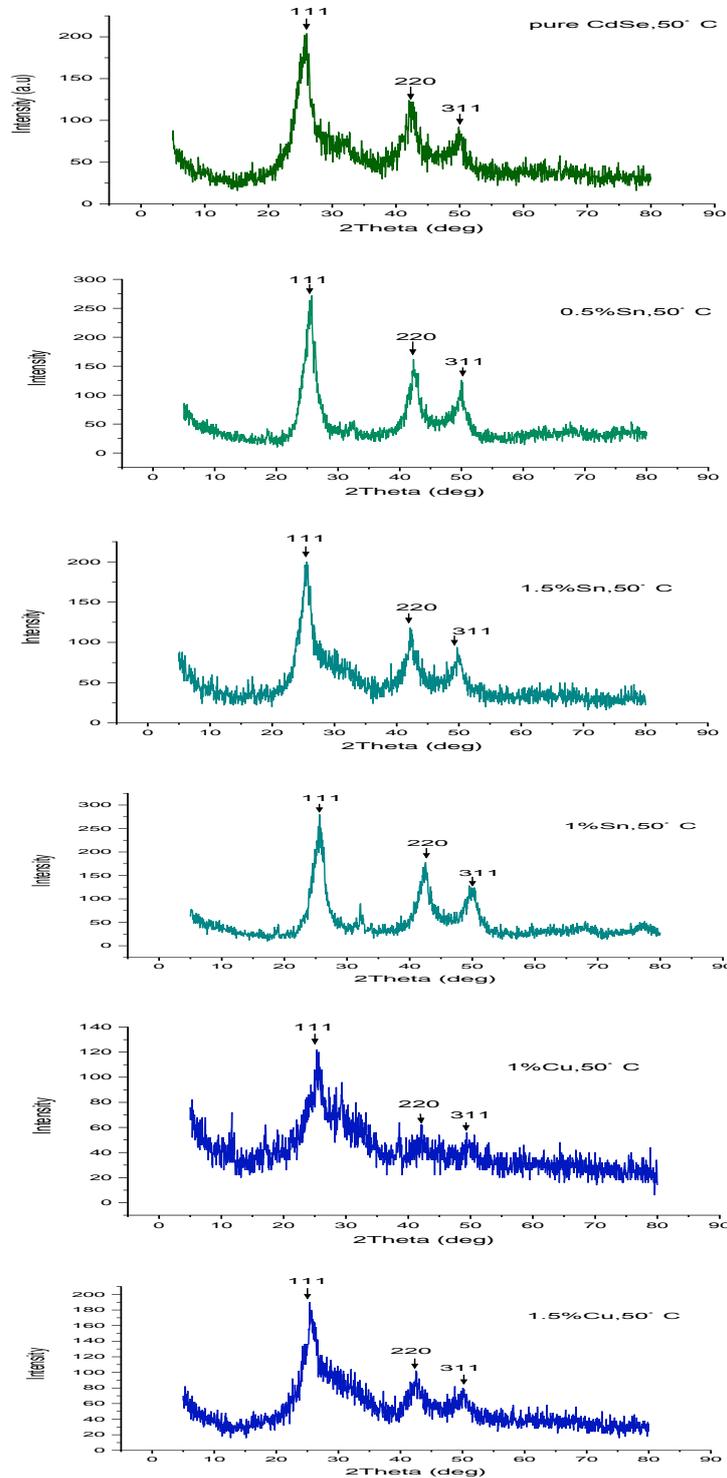
الشكل (4) يبين امتلاك أغشية CdSe نفاذية قليلة في المنطقة فوق البنفسجية (350-400) nm وتزداد بزيادة الطول الموجي في منطقة الطيف المرئي (390-770) nm والقريبة من تحت الحمراء (700-990) nm وهذا يتفق مع ما جاء به (Harishchandra *et al.*, 2015) و (Sadekar *et al.*, 2015). وهذا يدل على أن أغشية CdSe لها طاقة فجوة كبيرة تسمح لجزء من الضوء المرئي بالنفاذ حيث تصل النفاذية إلى (~15%) وتقل بزيادة نسبة التشويب بالقصدير لتصل إلى (~6%) بسبب زيادة الحجم البلوري بعد التشويب الشكل (4a)، وكذلك زيادة الامتصاصية ومعامل الامتصاص البصري الشكل (4c). وعلى العكس من ذلك، في حالة التشويب بعنصر النحاس Cu (الشكل 4b) فزيادة نسبة التشويب ازدادت النفاذية إلى (~60%) بزيادة طاقة الفجوة. فيما يلاحظ ان الامتصاصية تتخفض عند التشويب بالنحاس عما كانت عليه قبل التشويب الشكل (4d)، (Jamil *et al.*, 2018).



الشكل 4: طيف النفاذية (T)% وطيف الامتصاصية (A) كدالة للطول الموجي (λ) لأغشية CdSe النقية والمشوبة
 (a) طيف النفاذية للأغشية النقية والمطعمة بـ Sn (b) طيف النفاذية للأغشية النقية والمطعمة بـ Cu
 (c) طيف الامتصاصية للأغشية النقية والمطعمة بـ Sn (d) طيف الامتصاصية للأغشية النقية والمطعمة بـ Cu

قياسات حيود الأشعة السينية (XRD)

من خلال فحص الأغشية النقية والمطعمة بجهاز XRD وبمقارنتها مع بطاقة JCPDS المرقمة 19-0191، تبين أن أغشية CdSe النقية والمشوبة كانت متعددة التبلور وتمتلك تركيباً مكعبياً وتفضل النمو باتجاه المستوي (111) بالإضافة إلى المستويات (220) و(311)، وعند زوايا حيود المقابلة لها 25.6° ، 42.5° و 50° على التوالي، ومطابقة للبطاقة JCPDS. وكما في الشكل (5).



الشكل 5: D لأغشية CdSe النقية ومخططات XR المطعمة بـ Sn و Cu وبالنسب 0.5%, 1%, 1.5% لكلا العنصرين

الشكل (5) يظهر مخططات طيف الاشعة السينية للنماذج النقية والمشوبة. ويلاحظ تأثير نسب التشويب ويبدو ذلك واضحاً من قيمة الشدة النسبية لكل قمة (111), (220) و(311) حيث تزداد مع Sn 0.5% ثم 1%. وعليه فان النمو البلوري يتأثر بكمية التشويب ايضاً. ولكن تتخفف الشدة النسبية عن المسجلة عند نسبة Sn 1.5%. ولوحظ انه عند التشويب بنسبة Cu 0.5% لم تظهر قمم واضحة وقد يعني ذلك ان التبلور في هذا المستويات يكون ضعيفاً. كما ان عدم ظهور قمم حيود اخرى خارج هذا النطاق يوشر ان تفاعل الاستبدال تم تحقيقه بنجاح في هذه الاغشية.

ومن ملاحظات (الجدول 2) يلاحظ تناقص في الشدة النسبية لبعض القمم ويمكن ان نعزي هذا التناقص رغم زيادة التشويب الى ان هناك تناقصاً في النمو البلوري في تلك المستويات. وان بقاء الاتجاه للمستوي السائد يعني وجود بعض المستويات المفضلة للنمو البلوري فتزداد او تبقى شدة الذروات سائدة نسبياً وهذا هو التبلور الافضل للغشاء.

ان معدل الحجم البلوري (D) للأغشية والمحسوب من قيمة β للمستوي السائد (111) باستخدام معادلة Debye-Scherrer كان 5.9nm ويتفق ذلك مع (Kaur and Tripathi, 2015)، حيث كانت قيمة الحجم الحبيبي تقل مع زيادة التشويب بكلا العنصرين بسبب صغر نصف قطر ايون المادة المضافة مقارنة بنصف قطر ايونات الكاديوم، وهذا يعني انها شائبة استبدال substitution impurity. والذي يعني زيادة في زوايا الحيود وعرض القمم.

الجدول 2: بعض العوامل المتحصلة من نتائج XRD لأغشية CdSe النقية والمطعمة بعنصري القصدير والنحاس

| doping conc. | | Peaks no. | 2 θ | Observed intensity | Standard intensity | Observed | Observed | β | Crystallite Size [111] |
|-----------------|-----------------|-----------|------------|--------------------|--------------------|----------|----------|---------|------------------------|
| Sn | Cu | (hkl) | (deg) | (Counts) | (Counts) | d(°A) | d(°A) | (deg) | (nm) |
| CdSe 0% | CdSe 0% | 111 | 25.67 | 113 | 100 | 3.46 | 3.510 | 1.75 | 4.27 |
| | | 220 | 42.50 | 37 | 55 | 2.12 | 2.149 | 1.75 | |
| | | 311 | 50.09 | 22 | 25 | 1.81 | 1.833 | 1.86 | |
| CdSe:Sn 0.5% | | 111 | 25.41 | 150 | 100 | 3.50 | 3.510 | 2.13 | 3.52 |
| | | 220 | 42.21 | 75 | 55 | 2.13 | 2.149 | 1.87 | |
| | | 311 | 49.85 | 46 | 25 | 1.827 | 1.833 | 1.95 | |
| CdSe:Sn 1% | | 111 | 25.47 | 137 | 100 | 3.49 | 3.510 | 2.29 | 3.27 |
| | | 220 | 42.29 | 80 | 55 | 2.135 | 2.149 | 2.02 | |
| | | 311 | 49.77 | 53 | 25 | 1.830 | 1.833 | 2.30 | |
| CdSe:Sn 1.5% | | 111 | 25.46 | 73 | 100 | 3.49 | 3.510 | 1.77 | 4.24 |
| | | 220 | 42.33 | 27 | 55 | 2.133 | 2.149 | 1.50 | |
| | | 311 | 49.9 | 18 | 25 | 1.825 | 1.833 | 1.35 | |
| | CdSe:Cu 1% | 111 | 25.47 | 31 | 100 | 3.49 | 3.510 | 0.95 | 7.88 |
| | | 220 | 24.30 | 16 | 55 | 3.65 | 2.149 | 0.70 | |
| | | 311 | 29.32 | 16 | 25 | 3.04 | 1.833 | 0.31 | |
| | CdSe:Cu 1.5% | 111 | 25.72 | 60 | 100 | 3.46 | 3.510 | 1.45 | 5.15 |
| | | 220 | 24.55 | 32 | 55 | 3.622 | 2.149 | 0.94 | |
| | | 311 | 42.48 | 27 | 25 | 2.126 | 1.833 | 0.60 | |

الاستنتاجات

استخدمت تقنية الحمام الكيميائي CBD لتحضير وتشويب اغشية CdSe الرقيقة عند درجة 50°C و pH=9 ولمدة 3h وكان التشويب بعنصري القصدير Sn والنحاس Cu وبنسب مختلفة. ووجد ان قيمة طاقة الفجوة تقل الى 1.8eV مع زيادة التشويب الى 1.5%Sn وبسمك (0.4µm)، حيث تصل النفاذية البصرية إلى (~15%) وتقل تدريجياً بزيادة نسبة التشويب. فيما تزداد قيمة فجوة الطاقة مع زيادة التشويب بعنصر Cu وتزداد النفاذية. وبينت تحليل فحوصات XRD ان اغشية CdSe النقية والمشوية كانت متعددة التبلور وذات تركيب مكعبي ذي نمو سائد باتجاه المستوي (111). هذه الظروف تجعل تقنية الحمام الكيميائي بسيطة وسريعة للحصول على اغشية كفوءة ومناسبة للتطبيقات في الخلايا الشمسية.

شكر وتقدير

يتقدم الباحثان بالشكر الجزيل الى الدكتور نوفل يوسف جميل والانسة سهى عبدالله على مساعدتهما التي قدموها في مختبر قسم الفيزياء في كلية العلوم. لما كان له من أثر في تذليل العقبات اثناء العمل البحثي.

المصادر

- Al-Ani, S. K. J.; Mohammed, H. H.; Al-Fawade, E.M. (2000). The optoelectronic properties of CdSe photoconductive detector. *World Renewable Energy Congress, VI Reading, U.K.*, 2026-2031.
- Al-Fawadi, E. M.; Alwan, T. J.; Naji, I. S. (2009). The structure and optical properties of CdSe: Cu Thin Films. *J. Baghdad Science*, **6**(1), 141-149.
- Ali, M.; Syed, W. A. A.; Zubair, M.; Shah, N. A.; Mahmoud, A. (2013). Physical properties of Sb-doped CdSe thin films by thermal evaporation method. *J. Applied Surface Sci.*, **284**, 482-488.
- Baha'a, A. M. (2018). The effect of cadmium selenide thin film thickness on carbon monoxide gas sensing properties prepared by plasma DC-sputtering technique. *Iraqi J. Sci.*, **59** (4C), 2234-2241.
- Bedir, M.; Öztaş, M.; Rasul, A. D.; Hacıbrahimoğlu, M. Y.; Çelik, S.S. (2015). Effect of the Boron on the Characteristics of the CdSe Films Deposited by Spray Pyrolysis Method. Corresponding author. E-mail: mustafa.oztas@yalova.edu.tr.
- Blakmore, J.S. (1986). "Solid State Physics". 2nd ed., Cambridge Press, U.K.
- Calster, V. A.; Vervaet, A.; De Rycke, I.; De Baets, J.; Vanfleteren, J. (1988). Polycrystalline CdSe films for thin film transistors. *J. Cryst. Growth*, **86**, 924-928.
- Chate, P. A.; Bhabad, V. D. (2016). Aluminum doped CdSe thin films: structural characterization. *Int. J. for Modern Trends in Sci. Tec.*, **2**(10), 6-11.
- Chaudhari, K. B.; Gosavi, N. M.; Deshpande, N. G.; Gosavi, S. R. (2016). Chemical synthesis and characterization of CdSe thin films deposited by SILAR technique for optoelectronic applications. *J. Sci.: Advanced Materials and Devices*, **1**(4), 476-481.
- Chávez-Urbiola, I. R.; Chávez-Urbiola, E. A.; Ochoa-Landín, R.; Castillo, S. J.; Vorobiev, Y. V.; Ramírez-Bon, R. (2014). Cadmium selenide film through ammonia free thermal substitution reaction on cadmium oxide hydroxide films by chemical vapor deposition. *Materials Letters*, **116**, 254-257.
- Chopra, K. L.; Das, S. R. (1983). "Thin Film Solar Cell". Plenum press, New York.
- Deshpande, M. P.; Garg, N.; Bhatt, S. V.; Sakariya, P.; Chaki, S. H. (2013). Characterization of CdSe thin films deposited by chemical bath solutions containing triethanolamine. *Materials Sci. in Semiconductor Processing*, **16**(3), 915-922.
- Eya, D. D. O. (2006). Optical properties and applications of cadmium selenide (CdSe) thin films prepared by chemical bath deposition technique. *The Pacific J. Sci. and Tech.*, **7**(1), 64-68.
- González-Olmos, J.A.; Rojas-Hernández, A.G.; Gómez-Fuentes, R. (2015). CBD synthesis and characterization of CdSe nanostructured thin films. *ECS Transactions*, **64** (44), 29-33.

- Hone, F. G.; Ampong, F. K.; Abza, T.; Nkrumah, I.; Nkum, R. K.; Boakye, F. (2015). Synthesis and characterization of CdSe nanocrystalline thin film by chemical bath deposition technique. *Int. J. Thin. Fil. Sci. Tec*, **4**(2), 69-74.
- Jamil, N. Y.; Burjus, A. Y.; Khalil, H. M. (2018). The effect of Ag doping on the structural, optical and electrical properties of CdSe thin films. *J. Raf. Sci.*, **27**(3E), 146-152.
- Jamil, N. Y.; Mahmood, M. T.; Mustafa, N. A. (2012). The optical and electrical properties of Cdse thin films prepared by CBD technique. *J. Raf. Sci.*, **23**(1E), 116-125.
- Kariper, I. A. (2016). Optical and structural properties of CdSe thin film produced by chemical bath deposition. *J. Non-Oxide Glasses*, **8**(1), 1-9.
- Kaur, J.; Kaur, R.; Tripathi, S.K. (2019). Silver dopant-induced effect on structural and optoelectronic properties of CdSe thin films. *Acta Metallurgica Sinica (English Letters)*, **32**(5), 541-549.
- Kaur, J.; Tripathi, S. K. (2015). Annealing-induced optical and sub-band-gap absorption parameters of Sn-doped CdSe thin films. *Philosophical Magazine*, **96**(1), 45-57.
- Kittel, C. (1981). "Introduction to Solid State Physics". 5th ed., Willy, New York.
- Lade, S.J.; Uplane, M.D.; Lokhande, C.D. (2001). Photoelectrochemical properties of CdX (X= S, Se, Te) films electrodeposited from aqueous and non-aqueous baths. *Materials Chem. Phys.*, **68**, 36-41.
- Levy, L.; Hochepped, J.F.; Pileni, M.P. (1996). Control of the size and composition of three dimensionally diluted magnetic semiconductor clusters. *J. Phys. Chem*, **100**, 18322-18326.
- Madan, A.; Shaw, M. (1986). "The Physics and Applications of Amorphous Semiconductors". Academic Press, New York.
- Maki, S.A.; Bushra, K. H.; Tahir, H. M. (2017). Study the influence of Sn dopant on the surface topography and some physical properties of CdSe films prepared by evaporation technique. *J. Mul. Eng. Sci. Tec. (JMEST)*, **4**(8), 7924- 7931.
- Meladom, S.K.; Arackal, S.; Sreedharan, A.; Sagar, S.; Das, B.C. (2018). Microwave assisted robust aqueous synthesis of Mn⁺² doped CdSe QDs with enhanced electronic properties. *RSC advances*, **8**(47), 26771-26781.
- Metin, H.; Erat, S.; Ari, M.E.H.M.E.T.; Bozoklu, M. (2008). Characterization of CdSe films prepared by chemical bath deposition method. *Optoelectronics and Advanced Materials*, **2**(2), 92-98.
- Olusola, O.I.; Echendu, O.K.; Dharmadasa, I.M. (2015). Development of CdSe thin films for application in electronic devices. *J. Materials Sci.: Materials in Electronics*, **26**(2), 1066-1076.
- Rani, S.; Rajan, S.T.; Shanthi, J.; Ayeshamariam, A.; Jayachandran, M. (2015). Review on the materials properties and photoelectrochemical (PEC) solar cells of CdSe, Cd_{1-x}Zn_xSe, Cd_{1-x}In_xSe, thin films. *J. Materials Sci. Forum*, **832**, 1-27.
- Sadekar, H. K.; Ghule, A. V.; Sharma, R. (2015). Fabrication of CdSe thin film for photosensor applications. *Int. J. Inn. in Engineering and Technology (IJIET)*, **5**, 35-41.
- Shreekanthan, K.N.; Rajendra, B.V.; Kasturi, V.B.; Shivakumar, G.K. (2003). Growth and characterization of semiconducting cadmium selenide thin films. *Cryst. Research and Tech.: J. Exp. and Ind. Crystallography*, **38**(1), 30-33.
- Sivasankar, J.; Mallikarjana, P.; Begam, M.R.; Rao, N.M.; Kaleemulla, S.; Subrahmanyam, J. (2016). Structural, optical and magnetic properties of Cu doped CdSe powders prepared by solid state reaction method. *J. Materials Science: Materials in Electronics*, **27**(3), 2300-2304.
- Su, B.; Choy, K. L. (2000). Electrostatic assisted aerosol jet deposition of CdS, CdSe and ZnS thin films. *Thin Solid Films*, **361**, 102-106.

- Tresa, M.M.; Mohayman, M. Z.; Ahmed, J. U.; Toma, F.T.Z.; Farque, T.; Khan, M. N. I.; Hussain, K. M. A. (2018). Synthesis and characterization of Sn doped CdSe thin films prepared by chemical bath deposition method. *Conference Paper*. November 2018.
- Zakharov, O.; Rubio, A.; Cohen, M. L. (1995). Calculated structural and electronic properties of CdSe under pressure. *Physical Review B*, 514926-4930.
- Zuala, L.; Madaka, R.; Agarwal, P. (2013). Structural, optical and electrical characterization of CdSe nanorods synthesized by solvothermal process. *In Conference Papers in Sci.*, **2013**. Hindawi.

The Effect of Sn, Cu -Doping on the Optical and Structural Properties of CdSe Film Deposited by CBD Technique

Rahma N. Thannoon

Laith M. Al Taan*

Department of Physics/ College of Science/ University of Mosul

***E-mail: laith.altaan57@gmail.com**

ABSTRACT

Cadmium selenide (CdSe) thin films have been prepared by chemical bath deposition technique (CBD) on glass slides with a solution concentration of 0.5M, at temperature 50°C, pH=9 for 3 hours. The doping process was carried out with Tin (Sn) and Copper (Cu) with different concentrations 0.5%, 1%, 1.5% also by CBD tech. The effects of different doping concentration on the optical and structural properties of the doped CdSe films was studied. The energy gap was found decreased by increasing the concentration of Sn up to 1.81eV, while the energy gap increased with increasing the Cu concentration. The relation between the absorption coefficient and the incident photon energy was shown that the electronic transitions between the energy bands are direct type. XRD studies revealed that pure and doped thin films was polycrystalline with cubic structure (111) preferential orientation.

Keywords: Doping influence, CdSe thin films, II-VI group, optical properties, CBD.