



## دراسة تأثير السمك على الخصائص التركيبية والبصرية لأغشية أكسيد الخارصين المطعمة بالكاديوم بنسبة 7% والمحضرة بطريقة الرش الكيميائي-الحراري

جبير عبدالله نجم جمال مال الله رزيق

جامعة الانبار – كلية العلوم

### الخلاصة:

تم تحضير أغشية أكسيد الخارصين النقية والمطعمة بالكاديوم بنسبة (7%) وبسمك  $(300,500,700)\text{nm}$  بطريقة الرش الكيميائي-الحراري، تم ترسيب الأغشية على قواعد من الزجاج درجة حرارة الأساس كانت بحدود  $(375\pm 5^\circ\text{C})$  وباستخدام محلول اسيتات الخارصين المائية بعبارة (0.2 M)، أما أغشية أكسيد الخارصين المطعمة بالكاديوم فقد حضرت من إضافة مادة اسيتات الكاديوم المائية إلى اسيتات الخارصين المائية بعبارة (0.2 M) أيضاً. تمت دراسة الخواص التركيبية للأغشية بواسطة حيود الأشعة السينية (XRD)، أظهرت الفحوصات أن الأغشية متعددة التبلور (Polycrystalline) وذات تركيب سداسي (Hexagonal Wurtzite) وباتجاهية سائدة نحو المستوى (100) بالإضافة إلى تحسن البنية البلورية بزيادة السمك. أما الخواص البصرية فقد درست باستخدام طيفي الامتصاصية والنفاذية للأغشية بمدى الأطوال الموجية  $(300-800)\text{nm}$ ، أظهرت الدراسة أن الأغشية تمتلك نفاذية عالية ضمن منطقة الطيف المرئي وتقل بزيادة السمك وعند التطعيم بالكاديوم، بالإضافة إلى زحف حافة الامتصاص باتجاه الأطوال الموجية العالية مما يؤكد حصول نقصان في قيم فجوة الطاقة. كذلك تم حساب معامل الامتصاص ومعامل الخمود ووجد أنها تتغير تبعاً لتغير السمك.

### معلومات البحث:

تاريخ التسليم: 2012/5/15  
تاريخ القبول: 2012/9/20  
تاريخ النشر: 2013 / 8/29

DOI: 10.37652/juaps.2012.77629

### الكلمات المفتاحية:

السمك،  
الخصائص التركيبية البصرية،  
أغشية أكسيد الخارصين،  
الكاديوم،  
الرش الكيميائي-الحراري.

### المقدمة

دراسة خواص أشباه الموصلات، وأعطت فكرة واضحة عن العديد من خواصها الفيزيائية والكيميائية [2]. وقد اعتمدت طريقة الترسيب الكيميائي الحراري من قبل العديد من الباحثين [3-5] إذ تمتاز هذه الطريقة بعدة خصائص من أهمها بساطة وقلة تكاليف الأجهزة المستخدمة، يمكن استخدامها في الظروف الجوية الاعتيادية، يمكن تحضير أغشية مواد ذات درجات انصهار عالية، يمكن تحضير أغشية ذات تجانس جيد بمساحات كبيرة قد يتعذر تحضيرها بطرق أخرى، تعد طريقة ملائمة لتحضير أغشية أكاسيد وكبريتات المواد. في العام (1984) درس الباحث (T.Minami)، وجماعته استقراره الخواص الكهربية والبصرية لأغشية (ZnO) والمحضرة بطريقة التزديد، لم يظهر أي تغير في الصفات اعلاه عند بقاء العينة قيد الدراسة لمدة (10 اشهر) وبدرجة حرارة المختبر [6]، أما الباحث (X,Li) حضر غشاء أكسيد الخارصين نوع p في العام (2005) بطريقة الترسيب البخاري العضوي

تعد تقنية الأغشية الرقيقة من التقنيات المهمة والمساعدة في تطور علم الالكترونيات وهندسة السطوح ولقلة سمك هذه الأغشية وسهولة تشققها يتم ترسيبها على مواد أخرى تستخدم كقواعد ترسيب (Substrates) ويعتمد نوع القاعدة على طبيعة الاستخدام والدراسة مثل الزجاج والكوارتز والسليكون والالمنيوم وفلزات أخرى، أما في العصر الحديث فقد تم استخدامها في تصنيع المرايا الاعتيادية والحرارية والمرشحات ذات الموصفات الخاصة، والألواح الحساسة للموجات الكهرومغناطيسية والتصوير والخلايا الشمسية والتوصيلات الدقيقة والدوائر المتكاملة وأسهمت في تطوير بناء الحاسبات الإلكترونية وأجهزة ابحاث الفضاء [1]، وساهمت تقنية الأغشية الرقيقة مساهمة كبيرة في

\* Corresponding author at: University of Anbar - College of Science;  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5859-6212>. Mobil:777777  
E-mail address:

حيث ان:  $T_{\lambda}$  تمثل النفاذية بالنسبة المئوية للطول الموجي ( $\lambda$ )،  
 $I_T$ : شدة الشعاع النافذ،  $I_0$ : شدة الشعاع الساقط. يعتمد طيف النفاذية بشكل كبير على مقدار المستويات الطاقية الذي يرتبط بدوره بالتركيب الكيميائي والبلوري للمادة، وكذلك يعتمد طيف النفاذية على عامل السمك اذ يلعب دوراً كبيراً وفعالاً اذ بزيادة سمك الاغشية تقل نفاذية الغشاء ويرجع السبب في ذلك الى ان السمك الكبير يؤدي الى حصول ظاهرة الامتصاص البصري وبذلك زيادة توهين جزء كبير من الاشعاع الساقط على الغشاء كذلك هناك عامل مهم وهو وجود العيوب السطحية وخشونة السطح فانهما يعملان على زيادة تشتت الاشعاع الساقط وبالتالي نقصان نفاذية الاغشية المحضرة [13].

#### معامل الامتصاص ( $\alpha$ ) :

يعرف معامل الامتصاص ( $\alpha$ ) بأنه نسبة النقصان في فيض طاقات الاشعاع بالنسبة لوحدة المسافة باتجاه انتشار الموجة داخل الوسط ويعتمد معامل الامتصاص على طاقة الفوتونات الساقطة وعلى خواص شبه الموصل مثل فجوة الطاقة ونوع الانتقالات الالكترونية التي تحدث بين حزم الطاقة [14]

ان الامتصاصية تعتمد على عدة عوامل منها:

- نوع وطبيعة التركيب الكيميائي والبلوري للغشاء.
- نوع ونسبة الاشابة التي تتواجد في البنية التركيبية للغشاء.
- سمك الغشاء المحضر.

من الممكن حساب معامل الامتصاص من خلال تطبيق

المعادلة الآتية: [15].

$$\alpha = 2.303(A/t) \dots\dots\dots (2)$$

حيث ان : A : الامتصاصية بعد التصحيح، t : السمك.

#### معامل الخمود ( $k$ ) :

يعرف معامل الخمود ( $k$ ) على انه مقدار التوهين الحاصل في شدة الاشعة الكهرومغناطيسية، نتيجة تفاعل الاشعة الكهرومغناطيسية وجسيمات مادة الغشاء، اي يمثل مقدار الطاقة الممتصة في الغشاء الرقيق [2]. من الممكن حساب معامل الخمود من خلال المعادلة الآتية:

$$K = \lambda \alpha / 4\pi \dots\dots\dots (3)$$

حيث  $\lambda$ : الطول الموجي (cm)،

$\alpha$  معامل الامتصاص ( $\text{cm}^{-1}$ ).

#### فجوة الطاقة ( $E_g$ ) :

(MOCVD)، وبين الباحث ان الحصول على غشاء (ZnO) نوع P هو عملية صعبة جدا وفي حالة الحصول عليه يكون تركيز الفجوات قليل جدا [7]. حضر (L.A.Pati) وجماعته (2010) اغشية ZnO عالية الحساسية للاستشعار عن غاز البترول المسال بطريقة الرش بجهاز الامواج فوق الصوتية وعلى قواعد زجاجية، ومن خلال دراسته لخصائص الاغشية تبين انها سداسية التركيب وتكون اكثر حساسية عند درجة حرارة ( $300\text{ }^\circ\text{C}$ ) [8]. الخصائص التركيبية والبصرية لأغشية  $(\text{ZnO})_x (\text{CdO})_{1-x}$  والمحضرة بطريقة الرش الكيميائي الحراري على قواعد زجاجية وبدرجة حرارة ( $250\text{ }^\circ\text{C}$ ) درست من قبل الباحث (Guillermo Santana) وجماعته (2000)، لاحظ تغير قيم فجوة الطاقة من  $2.29\text{ eV}$  الى  $3.28\text{ eV}$  عند تغير قيم ( $x$ ) من (0) الى (1)، وعند تليدين هذه الاغشية بدرجة C ( $450\text{ }^\circ$ ) لمدة ساعتين تبين ان المركب (CdO) يمتلك النمط المكعبي عندما ( $X < 0.5$ )، ومزيج من النمط المكعبي والسداسي عند ( $X \geq 0.5$ ) [9]. حضر (G.TorreDelgado) وجماعته (2002) اغشية اوكسيد الخارصين والمطعمة بأوكسيد الكاديوم وبطريقة (sol-gel)، اظهرت الاغشية نفاذية (90%) وان لون غشاء اوكسيد الخارصين يتغير من عديم اللون الى اللون الاصفر بزيادة نسبة (CdO) المضافة، وان جميع الاغشية المتكونة ذات شكل متجانس وتمسك قوي مع القاعدة الزجاجية [10]. تأثير التطعيم بالكاديوم وفق النظام  $(\text{ZnO})_{1-x} (\text{Cd})_x$  على الخصائص التركيبية والبصرية لأغشية اوكسيد الخارصين والمحضرة بطريقة ترسيب المحلول الجيلاتيني (sol-gel) والمرسبة على قواعد زجاجية، درست من قبل الباحث (Gang-Li) وجماعته (2011)، ولقيم ( $x=0,0.5,1,2,3$ )، وجد ان النفاذية كانت اكبر من 80% في منطقة الطيف المرئي، لاحظ الباحث ان فجوة الطاقة البصرية تقل بزيادة نسبة التطعيم، بينما تزداد قيمة فجوة الطاقة بزيادة درجة حرارة التليدين، وان (c-axis) هو الاتجاه المفضل للنمو البلوري، ولجميع الاغشية المحضرة. [11].

#### (الجانب النظري)

#### النفاذية (T) :

تعرف النفاذية على انها النسبة بين شدة الاشعاع النافذ عبر المادة الى الشدة الابتدائية للإشعاع الساقط على المادة [6] وتعطى من خلال المعادلة التالية: [12].

$$T_{\lambda} = I_T / I_0 \dots\dots\dots (1)$$

(0.2 M )، أما أغشية اوكسيد الخارصين المطعمة بالكاديوم (ZnO: Cd) فقد حضرت من اضافة مادة اسيتات الكاديوم المائية  $[(CH_3COO)_2 Cd \cdot 2H_2O]$ ، وهي مصدر لأيونات الكاديوم والمجهز من شركة (BDH Chemical Ltd pool England) وبنقاوة 99.5%، وهي مسحوق ابيض مائل الى الاسمرار سريعة الذوبان في الماء، ويضاف بنسبة 7% من المجموع الكلي لخليط المحلول إلى مادة اسيتات الخارصين المائية قبل إذابتها بالماء المقطر، وبالتالي نحصل على محلول اسيتات الخارصين ذي نسبة وزنية محددة من عنصر التطعيم (الكاديوم).

#### ترسيب الأغشية:

بعد الاكتمال من الخطوة الاولى وهي عملية تهيئة القواعد الزجاجية واكمال الخطوة الثانية وهي عملية تحضير المحاليل، نصل الان الى عملية ترسيب الاغشية اذ توضع القواعد الزجاجية في منتصف المسخن الكهربائي بعد التأكد من ان محلول الترسيب يسقط بصورة عمودية ومنظمة على جميع اجزاء القواعد الزجاجية. والجدول ادناه يوضح العوامل المنتخبة في تحضير الاغشية الرقيقة قيد الدراسة.

المولارية	درجة الحرارة	مسافة الرش	زمن الرش	زمن التوقف	معدل الرش	ضغط الغاز	المنفذ
0.2 M	370 ± 5 °C	46 ± 5 cm	10 sec	(15) sec	2 ml / min	5	Ni/Cm

#### النتائج والمناقشة

##### الخواص التركيبية :

يتضح من الشكل (1) نتائج حيود الأشعة السينية لأغشية (ZnO) الرقيقة النقية والمطعمة بالكاديوم بنسبة (7%)، وبسمك nm (300,500,700)، يُستدل من هذه الأشكال أن هذه الأغشية متعددة التبلور (Polycrystalline) وذات تركيب سداسي (Hexagonal Wurtzite)، وذلك بتحليل القيم العملية على وفق (Standard PDF Card 01-071-4752 data program)، باستخدام قائمة مرجعية الشدات للانعكاس لجدول (ZnO)، والذي يتفق مع ما نشره الباحثان [17,18]، وقد فورت قيم (2θ) العملية مع Standard PDF Card) وكانت مقارنة جدا مع فارق بسيط قد يكون بسبب العيوب التي رافقت عملية الترسيب، ولوحظ أن قمم الانعكاسية هي (100)، (002)، (101)، و(110)، وتظهر هذه القمم تباينا في شداتها

تعد فجوة الطاقة البصرية ذات اهمية كبيرة في تحديد امكانية استعمال الاغشية الرقيقة في صناعة الخلايا الشمسية والخلايا الضوئية وشاشات العرض والاستعمالات الاخرى، إذ انها تعطي فكرة واضحة عن الامتصاص البصري، إذ يكون الغشاء شفافا للإشعاع الذي تكون طاقته اقل من فجوة الطاقة ( $E_g > hv$ ) وماصا للإشعاع الذي تكون طاقته اكبر منها ( $E_g < hv$ )، وهناك الكثير من العوامل التي تؤثر في فجوة الطاقة منها نوع مادة الغشاء المحضر وطريقة ترسيب الاغشية وكذلك تتأثر بشكل كبير بعملية الاشابة والتلدين، فضلا عن ذلك تتأثر فجوة الطاقة بظروف التحضير وطبيعة البنية التركيبية للأغشية المحضرة ومدى الانتظام البلوري للغشاء [16]. ويمكن حساب فجوة الطاقة للانتقالات الإلكترونية من خلال المعادلة الآتية [12]:

$$\alpha h\nu = A(h\nu - E_g)^r \dots \dots \dots (4)$$

حيث:

$E_g$ : فجوة الطاقة البصرية (eV)

$h\nu$ : طاقة الفوتون الممتص (eV)

A: ثابت يعتمد على طبيعة المادة

r: معامل اسي يعتمد على طبيعة الانتقالات، فيساوي 1/2 للانتقال المباشر المسموح وتساوي 3/2 للانتقال المباشر الممنوع.

#### طرائق العمل

##### تهيئة قواعد الترسيب:

تم اختيار قواعد ترسيب الأغشية الرقيقة من شرائح الزجاج الاعتيادي (صيني المنشأ). وقطعت الشرائح بشكل مربع وبأبعاد mm (25x25x1)، وقد استخدمت قواعد الترسيب بعد اجراء عمليات تنظيف تضمنت عدة مراحل للتخلص من الشوائب او المواد العالقة عليها لان وجود هذه الشوائب يؤثر في خواص الاغشية المحضرة حيث تغسل القواعد الزجاجية اولاً " بحامض الهيدروكلوريك المخفف وبعد ذلك تترك في كحول الايثانول مدة (10 min) للتأكد من ازالة العوالق الزيتية ان وجدت بعدها تغسل جيداً بالماء المقطر وبعد ذلك تجفف بورق تنظيف خاص بالعدسات البصرية.

##### تحضير المحاليل:

عند تحضير المحلول المستخدم لترسيب أغشية (ZnO) استخدمت المادة الكيميائية اسيتات الخارصين المائية  $(CH_3COO)_2 Zn \cdot 2H_2O$  وهي مصدر لأيونات الخارصين والمجهز من شركة (BDH Chemical Ltd pool England) وبنقاوة (99.5%)، وهي مسحوق ابيض اللون، سريعة الذوبان في الماء. وقد حضر المحلول بتركيز

حسب السمك الذي يتفق مع الباحث [11]، كذلك توضح هذه القمم ان الاغشية المحضرة تمتلك قمة قوية حادة والتي تشير الى امتلاك هذه الاغشية خاصية عالية من التبلور وهي قمم سائدة باتجاه المستوي (100)، وهو مطابق لما نشره الباحث [19]. عند العودة الى الشكل (1) نلاحظ ارتفاع في شدة قمم الحيود مع ازدياد السمك حيث تصبح اكثر شدة وانتظاما وبالتالي زيادة في تبلور الاغشية وهو يتفق مع ما نشر في [20,21]، ويعزى ذلك الى مليء الفجوات التركيبية في الغشاء وتراس الذرات. اما بالنسبة لاغشية اوكسيد الخارصين المطعمة بالكاديوم بنسبة (7%) يلاحظ انخفاض في نسب شدة قمم الحيود عند التطعيم بالكاديوم اذا ما قورنت بالاغشية النقية بالإضافة الى اتساع في عرض الخط عند منتصف النهاية العظمى (FWHM) وهذا يعني فقدان في جودة التركيب البلوري للأغشية بسبب اضافة الكاديوم كشوائب. ان السبب في انخفاض نسب شدة قمم الحيود بعد التطعيم قد يكون ناتج عن تشبع الانوية الجديدة المتكونة بمادة التطعيم وبالتالي تتفرق ذرات مادة التطعيم (الكاديوم) لتصبح مواد عشوائية غير منظمة بلوريا وموزعة على سطوح الاغشية عشوائيا [11]. ان التطعيم بالكاديوم لم يؤدي الى تغيير افضلية اتجاه النمو البلوري لأغشية اوكسيد الخارصين حيث استمر النمو باتجاه المستوي (100) وهي نفس النتيجة التي حصل عليها الباحث [19]. كما أن التطعيم بالكاديوم لم يظهر أي إزاحة (Shift) تذكر في مواقع القمم وقد يكون السبب في ذلك الى ان نسبة التطعيم كانت قليلة والذي يتفق مع الباحث [22] او قد يرجح ذلك إلى تقارب انصاف الأقطار الذرية لعنصري الخارصين ( $1.33\text{Å}$ ) والكاديوم ( $1.51\text{Å}$ ).

#### معامل الامتصاص:

تمثل الاشكال (3-A,B) العلاقة البيانية لمعامل الامتصاص ( $\alpha\text{ cm}^{-1}$ ) كدالة للطول الموجي ( $\lambda\text{nm}$ ) ضمن المدى الطيفي المحصور بين (300-800 nm)، يلاحظ من الشكل (3-A) انخفاض قيم معامل الامتصاص بزيادة سمك الاغشية بسبب العلاقة العكسية بين السمك ومعامل الامتصاص حيث ان زيادة سمك الاغشية المُرسبة يسبب زيادة في مقدار الأشعة التي يتم امتصاصها داخل مادة الغشاء، وهذا ما أثر سلباً في نفاذية الاغشية و زيادة الامتصاصية المُقاسة للأغشية المحضرة، ومن الملاحظ ان حافة الامتصاص البصري تتجه باتجاه الاطوال الموجية العالية، بينما يلاحظ انخفاض حاد في معامل الامتصاص مع زيادة الطول الموجي ضمن المدى (350-420 nm)، وهذا يُعزى إلى زيادة النفاذية الطبقيّة ضمن هذا المدى الطيفي، اما تأثير التطعيم والممثل بالشكل (4-B) ادى الى ازدياد في قيم معامل الامتصاص ولجميع الاغشية المحضرة ضمن المدى الطيفي المحصور بين (350-420 nm)، ويمكن تحليل زيادة قيم معامل الامتصاص عند اضافة الكاديوم الى ان التطعيم ادى الى تكوين (توليد) مستويات مانحه داخل فجوة الطاقة وبالقرب من حزمة التوصيل ادت بدورها الى امتصاص الفوتونات ذات الطاقات الواطئة وبالتالي زيادة واضحة في قيم معامل الامتصاص [27].

حسب السمك الذي يتفق مع الباحث [11]، كذلك توضح هذه القمم ان الاغشية المحضرة تمتلك قمة قوية حادة والتي تشير الى امتلاك هذه الاغشية خاصية عالية من التبلور وهي قمم سائدة باتجاه المستوي (100)، وهو مطابق لما نشره الباحث [19]. عند العودة الى الشكل (1) نلاحظ ارتفاع في شدة قمم الحيود مع ازدياد السمك حيث تصبح اكثر شدة وانتظاما وبالتالي زيادة في تبلور الاغشية وهو يتفق مع ما نشر في [20,21]، ويعزى ذلك الى مليء الفجوات التركيبية في الغشاء وتراس الذرات. اما بالنسبة لاغشية اوكسيد الخارصين المطعمة بالكاديوم بنسبة (7%) يلاحظ انخفاض في نسب شدة قمم الحيود عند التطعيم بالكاديوم اذا ما قورنت بالاغشية النقية بالإضافة الى اتساع في عرض الخط عند منتصف النهاية العظمى (FWHM) وهذا يعني فقدان في جودة التركيب البلوري للأغشية بسبب اضافة الكاديوم كشوائب. ان السبب في انخفاض نسب شدة قمم الحيود بعد التطعيم قد يكون ناتج عن تشبع الانوية الجديدة المتكونة بمادة التطعيم وبالتالي تتفرق ذرات مادة التطعيم (الكاديوم) لتصبح مواد عشوائية غير منظمة بلوريا وموزعة على سطوح الاغشية عشوائيا [11]. ان التطعيم بالكاديوم لم يؤدي الى تغيير افضلية اتجاه النمو البلوري لأغشية اوكسيد الخارصين حيث استمر النمو باتجاه المستوي (100) وهي نفس النتيجة التي حصل عليها الباحث [19]. كما أن التطعيم بالكاديوم لم يظهر أي إزاحة (Shift) تذكر في مواقع القمم وقد يكون السبب في ذلك الى ان نسبة التطعيم كانت قليلة والذي يتفق مع الباحث [22] او قد يرجح ذلك إلى تقارب انصاف الأقطار الذرية لعنصري الخارصين ( $1.33\text{Å}$ ) والكاديوم ( $1.51\text{Å}$ ).

#### الخواص البصرية:

تم دراسة الخواص البصرية لأغشية اوكسيد الخارصين النقية والمطعمة بالكاديوم والمحضرة بطريقة الرش الكيميائي الحراري وبدرجة حرارة  $375^\circ\text{C}$  وقد تم حساب الثوابت البصرية من خلال قياس طيفي الامتصاصية و النفاذية كدالة للطول الموجي للفوتونات الساقطة ضمن المنطقة الممتدة بين (300-800)nm.

#### طيف النفاذية:

الشكل (2-A) يوضح طيف النفاذية البصرية لأغشية ZnO النقية وبسمك (300,500,700)nm، بشكل عام يلاحظ زيادة النفاذية ضمن المدى (360-420)nm إذ تصل النفاذية إلى نسبة اكبر من % (85,78,71) بالنسبة للأغشية النقية والتي بسمك

## فجوة الطاقة البصرية:

يمكننا معرفة قيم فجوة الطاقة البصرية من خلال قياس معامل الامتصاص البصري، وقد تم قياس معامل الامتصاص البصري ( $\alpha$ ) لأغشية ZnO النقية والمطعمة بالكاديوم بطريقة الرش الكيميائي الحراري حسب العلاقة (2) و وجد انه ذو قيم اكبر من ( $10^4 \text{ cm}^{-1}$ ) إذ تدل القيم العالية لمعامل الامتصاصية ( $\alpha > 10^4 \text{ cm}^{-1}$ ) على احتمالية حدوث انتقالات الكترونية مباشرة في حين تدل القيم ( $\alpha < 10^4 \text{ cm}^{-1}$ ) على احتمالية حدوث انتقالات الكترونية غير مباشرة [2].

تم حساب فجوة الطاقة البصرية من رسم العلاقة بين  $(\alpha h\nu)^2$  كدالة لطاقة الفوتون ( $h\nu$ ) حيث أن تقاطع امتداد الجزء المستقيم من المنحنى مع محور طاقة الفوتون ( $(\alpha h\nu)^2 = 0$ ) يمثل قيمة فجوة الطاقة البصرية المباشرة وكما في الشكل (4)، ويظهر من الشكل حدوث زيادة حادة في قيم  $(\alpha h\nu)^2$  مع طاقة الفوتون الساقط لكل من الأغشية النقية (A) والمطعمة (B) كما يلاحظ نقصانا في قيم فجوة الطاقة بزيادة السمك وهذا ناشئ عن تولد المستويات الموضعية الناشئة عن زيادة الحجم الحبيبي وبالتالي زيادة في قيم ثوابت الشبكة مما يؤدي الى تناقص فجوة الطاقة البصرية والذي يتفق مع ما نشر في [23]، وعند دراسة تأثير التطعيم بالكاديوم على فجوة الطاقة البصرية نلاحظ ان التطعيم بالكاديوم يقابله نقصان في قيم فجوة الطاقة البصرية ناجم عن دخول شوائب الكاديوم في التركيب البلوري لـ ZnO الذي يتفق مع ما نشره الباحثون [11,24,26].

امتلكت فجوة الطاقة البصرية بالنسبة للأغشية النقية ذات الاسماك (300,500,700) nm القيم (3.27, 3.2625, 3.255) وعلى الترتيب، اما عند التطعيم بالكاديوم فقد انخفضت قيم فجوة الطاقة الى (3.18, 3.175, 3.16) eV ولنفس الاسماك اعلاه وبنفس الترتيب.

## معامل الخمود:

الشكل (5-A,B) يوضح قيم معامل الخمود كدالة للطول الموجي لأغشية اوكسيد الخارصين النقية والمطعمة بالكاديوم وعلى الترتيب، يلاحظ ان قيم معامل الخمود تقل مع ازدياد سمك الغشاء وهو سلوك عام لجميع الاغشية ويُعزى هذا التناقص في (K) إلى مقدار الأشعة التي يتم توهينها خلال الغشاء [28]، يلاحظ ان معامل الخمود يتناقص مع زيادة الطول الموجي للمدى (300-800)nm، أذ ان قيم معامل الخمود العالية عند الاطوال الموجية القصيرة تحدث بسبب

الخسارة في طاقة الموجة الساقطة بسبب عملية الامتصاص الاساسية، اما القيم القليلة لمعامل الخمود عند الاطوال الموجية الطويلة يمكن ارجاعها الى زيادة مقدار النفاذية الطبقيية عند تلك المنطقة الطيفية للغشاء المرسب [2]. ان تأثر معامل الخمود بعوامل الخسارة في طاقة الموجة الساقطة والذي يحدث بسبب عملية الامتصاص الاساسية هو سلوك مشابه لسلوك معامل الامتصاص ( $\alpha$ ) وذلك للاعتماد الواضح لمعامل الخمود على معامل الامتصاص من خلال العلاقة (3).

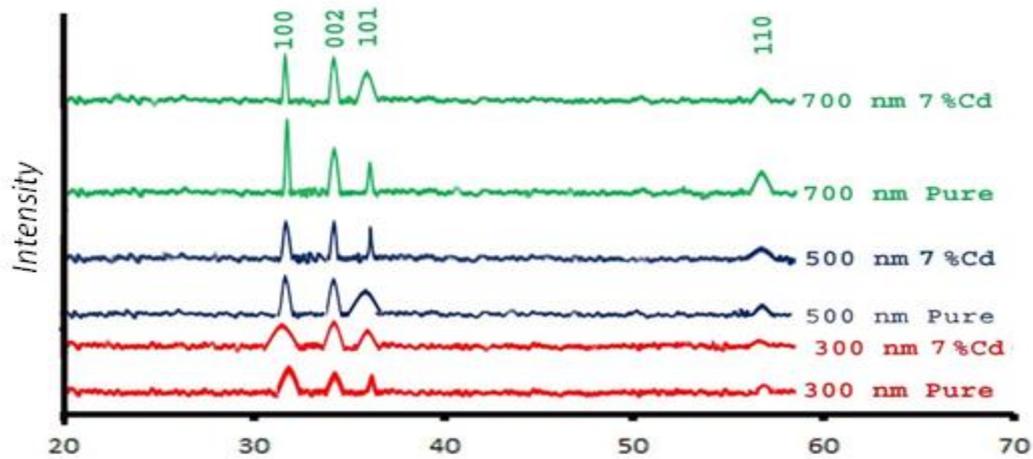
## الاستنتاجات:

- اغشية اوكسيد الخارصين النقية والمطعمة بالكاديوم والمحضرة بطريقة الرش الكيميائي الحراري من النوع متعددة التبلور (Polycrystalline) وذات تركيب سداسي (Hexagonal Wurtzite). لم يؤدي التطعيم بالكاديوم بنسبة 7% الى ظهور قمم تعود لمركبات اخرى تشمل العناصر الداخلة في تكوين محلول الرش.
- تمتلك هذه الأغشية وفي ظروف التحضير المستخدمة في هذا البحث قيم معامل الامتصاص اكبر من  $10^4 \text{ cm}^{-1}$  لجميع الأغشية المحضرة، أي تكون الانتقالات مباشرة مسموحة وان حافة الامتصاص أزيحت نحو الأطوال الموجية العالية و تقل قيم فجوة الطاقة المحظورة بازياد السمك وعند التطعيم بالكاديوم.
- زيادة النفاذية مع تناقص سمك الأغشية المُرسبة، كما تبين زيادة النفاذية مع زيادة الطول الموجي ضمن المدى (300-800)nm.
- زيادة معامل الامتصاص مع زيادة سمك الأغشية المُرسبة، وكذلك عند التطعيم بالكاديوم بنسبة (7%)، بينما يحدث تناقص في معامل الامتصاص مع زيادة الطول الموجي ضمن المدى (300-800)nm.

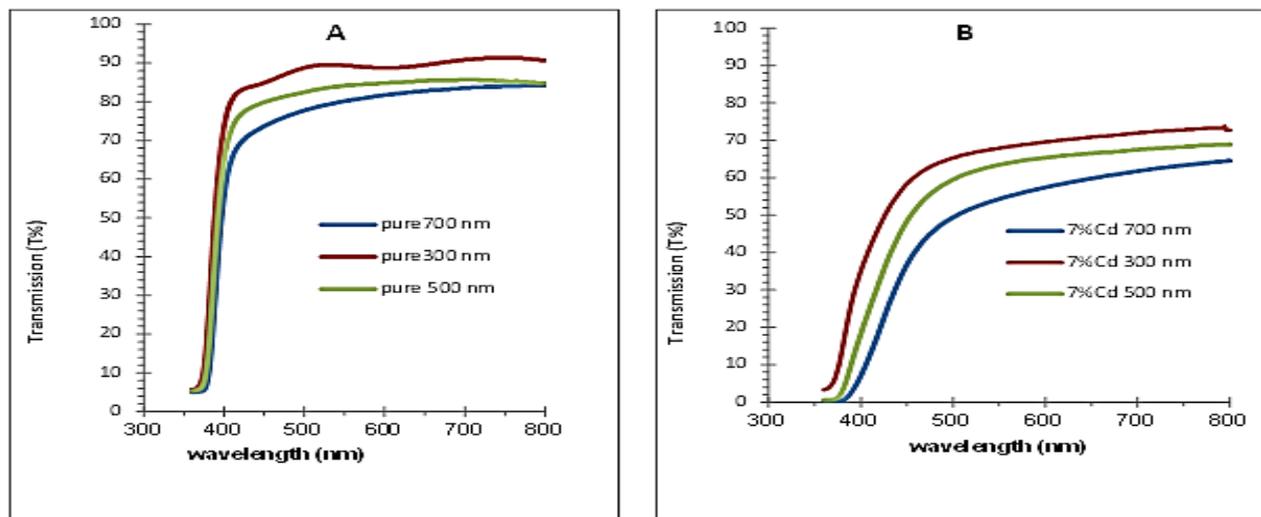
## المصادر:

- [1] R.W. Berry and P.M.Hall, "Thin Films Technology", New York (1979).
- [2] K. L. Chopra, "Thin Films Phenomena " Mc. Graw-Hill book Company. New York. (1969).
- [3] A.K.Abass, "SolarEnergyMaterials", Vol.10,(1988).
- [4] bS.Shanthi, C.Subramanian, P.Ramasamy, Cryst.Res. Technol., Vol.34, P.1037,(1999).
- [5] E.Elangovan, K.Ramesh, K.Ramamurthi, SolidStateCommunication, Vol.130, P. 523, (2004).

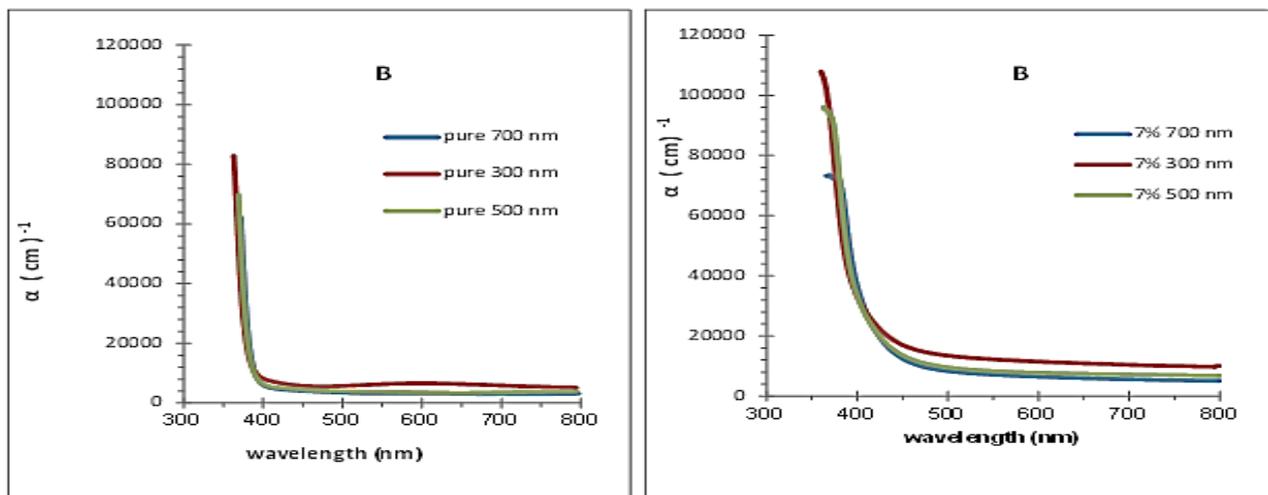
- [19] J.Z. Liu." Controllable synthesis of undoped/Cd-doped ZnO nanostructures", *Materials Letters* 60, pp.3122-3125,(2006).
- [20] S. S. Shariffudin et al, " Effect of Film Thickness on Structural, Electrical, and Optical Properties of Sol-Gel Deposited Layer-by-layer ZnO Nanoparticles", *Transactions on Electrical and Electronic Materials*, Vol. 13, No. 2, pp. 102-105, ( 2012).
- [21] Preetam Singh et al., "In situ high temperature XRD studies of ZnO Nano powder prepared via cost effective ultrasonic mist chemical vapour deposition", *Bull. Mater. Sci.*, Vol. 31, No. 3., pp. 573–577, ( 2008).
- [22] M. Tortosa, M. Mollar, B. Mar, "Synthesis of ZnCdO thin films by electro deposition", *Journal of Crystal Growth*, Vol.304, pp. 97–102, (2007).
- [23] Farzana Chowdhury, "Influence of Thickness Variation on The Optical Properties of ZnO Thin Films Prepared by Thermal Evaporation Method", *J. of Electron Devices*, Vol. 10, pp. 448-455, (2011).
- [24] Fahrettin Yakuphanoglu, " Microstructure and electro-optical properties of sol- gel derived Cd-doped ZnO films", *Superlattices and Microstructures*, Vol. 47, pp. 732\_743, (2010).
- [25] S.Ilican, "photovoltaic solar cell properties of  $Cd_xZn_{1-x}O$  films prepared by sol-gel method", *inter nat.j.of Hyd.Ene.*, vol.34, pp.5201-5207, (2009).
- [26] Y. Ganesan, "Preparation and Characterization of Doped Zinc Oxide", *Msc. Thesis in materials science and engineering*, The University of Texas, (2006).
- [27] M. H. Hassuni, *Msc.Thesis in Physics*, in arabic, Al- Mustansiriyah university, (2003).
- [28] A.S.Jabar,"A study of some physical properties of cadmium thin films deposit by Glow Discharge Sputtering ", *Master in Material Science in Arabic*, University of Technology, (2006).
- [6] T. Minami, H. Nanto S.Shooji and S. Takata "Thin Solid Films" vol.111, (1984).
- [7] X. Li, S.E. Asher, B.M. Keyes, and T.J. Coutts, "p-Type ZnO Thin Films Grown by MOCVD", *NREL/CP-520-37378*, (2005).
- [8] L.A. Patil, A.R. Bari, M.D. Shinde, Vinita Deo, " Ultrasonically prepared nanocrystalline ZnO thin films for highly sensitive LPG sensing", *Sensors and Actuators B* 149, pp.79–86, (2010).
- [9] Guillermo Santana, " Structural and optical properties of  $(ZnO)_x(CdO)_{1-x}$  thin films obtained by spray pyrolysis ", *Thin Solid Films*, 373,pp. 235-238, (2000).
- [10] G.T.Delgadoetal," Percolation Mechanism and Characterization of  $(CdO)_y(ZnO)_{1-y}$  Thin Films", *Adv. Funcl. Mater.* 12. No. 2, (2002).
- [11] Gang Li." Doping and annealing effects on ZnO: Cd thin films by sol–gel method", *J. of Alloys and Compounds*, 509,pp. 4816–4823, (2011).
- [12] J.I.Pankove," Optical processes in semiconductors " by prentice –Hall, Inc., 1971.
- [13] L.E, chertora " Physics of thinfilm", Ludmia Eckertora, 1983.
- [14] S. S. Al-Rawi,S. J. Shakir & Y. Hasan," Solid State physics", Al-Mousl University, (Arabic Version), (1988).
- [15] V. Sanap, "Fabrication & Characterization of Nanostructured Zinc Oxide Thin Films", *Jo. Of Ovonic Research*, Vol. 7, No. 4, pp. 67-72, (2011).
- [16] M.H.Brodsky"Amorphous Semiconductors " Cambridge Univ. Press, New York ( 1978 ).
- [17] D. Zhang, F. Zeng," Visible light-activated cadmium-doped ZnO nanostructured photocatalyst for the treatment of methylene blue dye ", *J Mater Sci*, vol.47, pp.2155–2161, (2012).
- [18] Fahrettin Yakuphanoglu, " Microstructure and electro-optical properties of sol\_gel derived Cd-doped ZnO films", *Superlattices and Microstructures*, Vol. 47, pp. 732\_743, (2010).



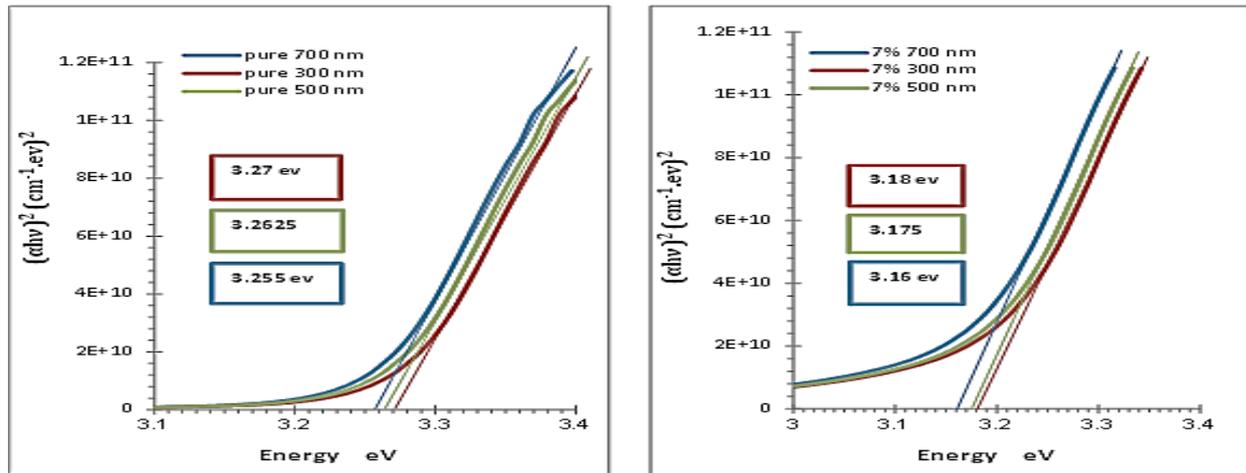
الشكل (1) مخطط XRD للأغشية المحضرة لنقية ومطعمة بالكاديوم بنسبة 7%



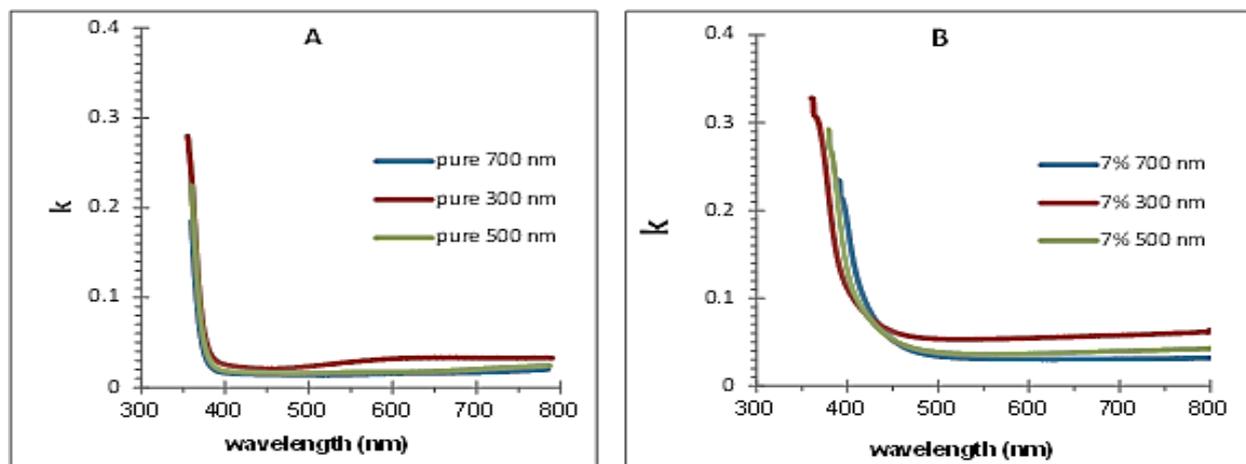
الشكل (2) طيف النفاذية البصرية كدالة للطول الموجي للأغشية: (A) النقية ، (B) : المطعمة بالكاديوم



الشكل (3) معامل الامتصاص بوصفه دالة للطول الموجي للأغشية: (A) النقية ، (B) : المطعمة بالكاديوم



الشكل (4) العلاقة البيانية بين طاقة الفوتون  $(hv)$  و  $(\alpha hv)^2$  للأغشية : (A) النقية ، (B) المطعمة بالكاديوم



الشكل (5) تغير معامل الامتداد مع الطول الموجي للأغشية : (A) النقية ، (B) المطعمة بالكاديوم

## STUDY THE EFFECT OF THICKNESS ON STRUCTURAL AND OPTICAL PROPERTIES OF ZNO THIN FILMS DOPED WITH 7% CADMIUM PREPARED BY CHEMICAL SPRAY PYROLYSIS METHOD

JUBAIER A. NAJEEM JAMAL M. IRZEAJ

### ABSTRACT:

ZnO thin films, pure and doped with cadmium in rate of (7%) and with thickness equal to (300,500,700) nm, have been prepared by using chemical spray pyrolysis technique on glass substrates with temperature about  $(375 \pm 5 \text{ C}^\circ)$ . Using the solution of zinc acetate with (0.2 M), the ZnO films doped with Cd have been obtained from the addition of cadmium acetate to zinc acetate with (0.2M) too. Structural and optical properties of the thin films above have been studied; XRD measurements demonstrated that the pure ZnO and (ZnO:Cd) films are polycrystalline with (100) orientation and with Hexagonal Wurtzite structure. Furthermore, crystallized of films increasing with increase of thickness. The optical properties were studied using the spectral of the absorbance and transmission of films in wavelength ranging (300-800) nm. The study showed that the films have high transmission within the range of the visible spectrum and decrease with increase thickness and doping with cadmium, In addition changing in edge of absorbance to high wavelengths, which confirms the decrease in the values for the energy gap. Also absorption coefficient and coefficient of extinction was calculated and found to be changed with thickness changing.