



جمهورية مصر  
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
جامعة أسيوط  
كلية العلوم

# دراسة تأثير التضمين على بعض الخواص الفيزيائية لأغشية $(\text{Cd}_{1-x}\text{Zr}_x\text{O})$ الرقيقة المحضرة كيميائياً

رسالة مقدمة إلى

مجلس كلية العلوم، جامعة أسيوط

المرجع من متطلبات نيل درجة الماجستير علوم في الفيزياء

من قِبل

محمد محمود عبد الرحمن

بمطابق مرسوم علوم الفيزياء (1990)

بإشراف

الأستاذ محمد شادي

أ.م.د. جاسم محمد منصور



جمهورية العراق  
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
جامعة ديالى  
كلية العلوم

دراسة تأثير التشعيع على بعض الخواص الفيزيائية لأغشية  
( $Cd_{1-x}Zr_xO$ ) الرقيقة المحضرة كيميائياً

رسالة مقدمة إلى

مجلس كلية العلوم / جامعة ديالى

وهي جزء من متطلبات نيل درجة ماجستير علوم في الفيزياء

من قبل

**محمد محمود عبد الرحمن**

(بكالوريوس علوم فيزياء 1998)

بإشراف

أ. فراس محمود هادي

أ.م.د. جاسم محمد منصور

2021 م

1442 هـ

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

هُوَ الَّذِي جَعَلَ الشَّمْسَ ضِيَاءً وَالْقَمَرَ نُورًا وَقَدَّرَهُ  
مَنَازِلَ لِتَعْلَمُوا عَدَدَ السِّنِينَ وَالْحِسَابَ مَا خَلَقَ اللَّهُ  
ذَلِكَ إِلَّا بِالْحَقِّ يُفَصِّلُ الْآيَاتِ لِقَوْمٍ يَعْلَمُونَ ❀ إِنَّ  
فِي اخْتِلَافِ اللَّيْلِ وَالنَّهَارِ وَمَا خَلَقَ اللَّهُ فِي السَّمَوَاتِ  
وَالْأَرْضِ لآيَاتٍ لِّقَوْمٍ يَتَّقُونَ ❀

صدق الله العظيم

سورة يونس

الآية (5-6)

## اقرار الاساتذة المشرفين

نقر أن هذه الرسالة والموسومة (دراسة تأثير التشعيع على بعض الخواص الفيزيائية لأغشية  $Cd_{1-x}Zr_xO$  الرقيقة المحضرة كيميائياً) من اعداد الطالب (محمد محمود عبدالرحمن) قد جرت تحت اشرافنا في قسم الفيزياء / كلية العلوم / جامعة ديالى، وهي جزء من متطلبات نيل درجة ماجستير علوم في الفيزياء.



التوقيع:

الاسم: فراس محمود هادي

المرتبة العلمية: أستاذ

العنوان: جامعة ديالى كلية العلوم

التاريخ: 2021/1/20



التوقيع:

الاسم: د. جاسم محمد منصور

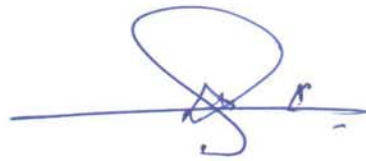
المرتبة العلمية: استاذ مساعد

العنوان: جامعة ديالى - كلية العلوم

التاريخ: 2021/1/20

## توصية رئيس قسم الفيزياء

بناءً على التوصية المقدمة من قبل الاستاذين المشرفين أحيل هذه الرسالة الى لجنة المناقشة لدراستها وبيان الرأي فيها.



التوقيع:

الاسم: د. عمار عايش حبيب

المرتبة العلمية: استاذ مساعد

العنوان: جامعة ديالى - كلية العلوم

التاريخ: 2021/1/24

## اقرار المقوم اللغوي

أقر بتقويم رسالة الماجستير الموسومة بـ (دراسة تأثير التشعيع على بعض الخواص الفيزيائية لأغشية  $(Cd_{1-x}Zr_xO)$  الرقيقة المحضرة كيميائياً) للطالب (محمد محمود عبد الرحمن) لغوياً من قبلي، وهي جزء من متطلبات نيل درجة ماجستير علوم في الفيزياء.

  
التوقيع:

الاسم : د. عمار عبد الستار محمد

المرتبة العلمية : أستاذ مساعد

العنوان: جامعة ديالى/ كلية التربية للعلوم الانسانية / قسم اللغة العربية

التاريخ: ١٤ / ٢ / 2021

## اقرار المقوم العلمى

أقر بتقويم رسالة الماجستير الموسومة بـ (دراسة تأثير التشعيع على بعض الخواص الفيزيائية لأغشية  $(\text{Cd}_{1-x}\text{Zr}_x\text{O})$  الرقيقة المحضرة كيميائياً) للطالب (محمد محمود عبد الرحمن) علمياً من قبلى، وهي جزء من متطلبات نيل درجة ماجستير علوم في الفيزياء.

التوقيع: 

الاسم : د. غصون حميد محمد

المرتبة العلمية : أستاذ


العنوان: جامعة بغداد/ كلية العلوم/ قسم الفيزياء

التاريخ: 2021/ 2 / 21

## اقرار لجنة المناقشة

نحن أعضاء لجنة المناقشة الموقعون أدناه نشهد بأننا قد اطلعنا على الرسالة الموسومة (دراسة تأثير التشعيع على بعض الخواص الفيزيائية لأغشية  $(Cd_{1-x}Zr_xO)$  الرقيقة المحضرة كيميائياً)، والمقدمة من قبل الطالب (محمد محمود عبد الرحمن)، وبعد إجراء المناقشة العلنية للطالب وجدت اللجنة أن الرسالة مستوفية لمتطلبات نيل درجة ماجستير علوم في الفيزياء.

### رئيس اللجنة

التوقيع: 


الأسم: د. علية عبد المحسن شهاب

المرتبة العلمية: أستاذ

العنوان: جامعة بغداد/ كلية التربية- ابن الهيثم

التاريخ: 2021/4/19

### عضو اللجنة

التوقيع: 

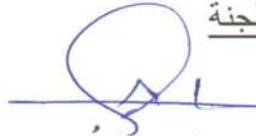
الأسم: د. زياد طارق خضير

المرتبة العلمية: أستاذ

العنوان: جامعة ديالى/ كلية العلوم

التاريخ: 2021/4/18

### عضو اللجنة

التوقيع: 

الأسم: د. عمار عايش حبيب

المرتبة العلمية: أستاذ مساعد

العنوان: جامعة ديالى/ كلية العلوم

التاريخ: 2021/4/19

### عضو اللجنة (المشرف)

التوقيع: 

الأسم: د. جاسم محمد منصور

المرتبة العلمية: أستاذ مساعد

العنوان: جامعة ديالى/ كلية العلوم

التاريخ: 2021/4/19

### عضو اللجنة (المشرف)

التوقيع: 

الأسم: فراس محمود هادي

المرتبة العلمية: أستاذ

العنوان: جامعة ديالى/ كلية العلوم

التاريخ: 2021/4/19

### مصادقة عمادة كلية العلوم

التوقيع: 

الأسم: د. تحسين حسين مبارك

المرتبة العلمية: أستاذ

العنوان: جامعة ديالى/ كلية العلوم

التاريخ: 2021/4/19

# الإهداء

الى معلم البشرية والسراج المنير الذي اخرج الناس من الظلمات الى النور  
الرسول الكريم سيدنا محمد عليه الصلاة والسلام

الى أحق الناس بالشكر، الشجرة المثمرة دائما في حياتي، والتي مهما انبرت الأقلام في  
محاولة لمنحها ما يليق بها، فلن توفي ذلك

أمي الحبيبة أمد الله في عمرها بالصحة والعافية.

الى الشيخ الشهيد صاحب المقام الرفيع، والذي لم يدخر الجهد أو الوقت، كي أكون  
والدي العزيز رحمه الله.

الى من خفت عني اعباء الحياة وصبرت معي وساندتني في السراء والضراء  
زوجتي الغالية

الى اصحاب المكانة الغالية في قلبي

أخوتي وأخواتي حفظهم الله

الى زينة الحياة الدنيا وفرحتي

اولادي وبناتي

الى اصدقائي الاعزاء

الى اساتذتي الكرام

الى كل من وقف بجانبني

الى كل من تمنى لي الخير

محمد



## شكر وتقدير

الحمد لله رب العالمين حمداً كثيراً طيباً مباركاً تطيب به الحياة، الحمد لله حتى يبلغ الحمد منتهاه، الحمد لله حمداً تستديم به النعم، الحمد لله الذي فتح لي ابواب العلم ورزقني الصبر والارادة والصلاة والسلام على سيدنا ومعلمنا محمد وعلى آله وصحبه اجمعين.

الفضل يُنسب لله رب العالمين أولاً وأخراً، وهو من جعل الفضل مُتداوِلاً بين عباده، ولن يُنزع إلى قيام الساعة.

اقدم شكري وتقديري الى عمادة كلية العلوم/ جامعة ديالى و رئاسة قسم الفيزياء لأتاحتهم الفرصة لي لإكمال مسيرتي العلمية.

وبعد فضل الله سبحانه وتعالى وتوفيقه لي في اتمام هذا البحث اتقدم بخالص شكري وامتناني الى اساتذتي المشرفين (أ.م.د. جاسم محمد منصور و أ. فراس محمود هادي) لاقتراحهما موضوع البحث وللجهود الكبيرة وتوجيهاتهما القيمة والمستمرة التي كان لها الأثر الكبير في اتمام البحث داعيا الله لهما بدوام الصحة والعافية.

وشكري وامتناني لأساتذتي الكرام في قسم الفيزياء وخصوصا (أ. د. تحسين حسين مبارك و أ. د. زياد طارق خضير و أ. د. نبيل علي بكر و أ. د. صباح أنور سلمان و أ. د. كريم هنيكش و أ. أسعد احمد كامل) لما بذلوه من جهد وعطاء مستمرين بهما طوال دراستي داعياً الله لهم دوام الصحة والعافية. وشكري واحترامي الى (د. حيدر سليم حسين) في كلية العلوم جامعة بغداد على ما أبداه من تعاون في أنجاز عملية التشجيع.

كما واقدم شكري الى كل من كان عوناً لي في بحثي هذا والى زملائي وزميلاتي في الدراسات العليا وخصوصا زميلي وأخي (علي منهل حميد).

وفي الختام أقدم شكري و عرفاني بالجميل لزوجتي و ابنائي كافة الذين كابدوا الكثير أثناء دراستي، وأقف عاجزاً عن شكرهم لما منحوني إياه من رعاية وتشجيع طيلة فترة الدراسة والبحث داعياً الله لهم دوام الصحة والعافية والشكر موصول الى كل من ساهم من الاصدقاء والزملاء، في اتمام هذه الدراسة ولو بكلمة طيبة.

محمد

## الخلاصة

تم في هذا البحث، ترسيب أغشية أكسيد الكاديوم CdO الرقيقة غير المطعمة والمطعمة بالزركونيوم ( $Cd_{1-x}Zr_xO$ ) على قواعد زجاجية وبنسب تطعيم حجمية مختلفة ( $x=0.03, 0.05, 0.07$  and  $0.09$ ) والمحضرة بطريقة التحلل الحراري الكيميائي وعند درجة حرارة قاعدة ( $450^{\circ}C$ ) وبسمك ( $420\pm 20nm$ ) ودراسة تأثير التطعيم على الخصائص التركيبية والبصرية والكهربائية للأغشية المحضرة. ومن ثم دراسة تأثير التشعيع بأشعة كاما على الخصائص التركيبية (XRD) والبصرية والخصائص الكهربائية (تأثير هول) للأغشية المحضرة.

أظهرت نتائج حيود الأشعة السينية (XRD) للأغشية المحضرة إنها ذات تركيب متعدد التبلور (Polycrystalline) ومن النوع المكعب (Cubic) وإن الاتجاه السائد للنمو (200) ولا يوجد تغيير للاتجاه السائد بزيادة نسبة التطعيم وإن التطعيم بالزركونيوم أدى إلى نقصان في شدة القمة في نمط حيود الأشعة السينية مع تناقص في قيمة حجم البلوريات. بالإضافة إلى زيادة كثافة الانخلاعات وعدد البلوريات مقارنة بأغشية (CdO) غير المطعمة. أما بعد التشعيع فإنه لم يحدث تغيير في نوع التركيب والاتجاه السائد لجميع الأغشية، إلا أن هناك زيادة في شدة قمم الحيود مع زيادة في حجم البلوريات وتناقص في كثافة الانخلاعات وعدد البلوريات مقارنة مما كانت عليه قبل التشعيع ولجميع الأغشية المحضرة. أما قياسات (AFM) فأظهرت أن قيمة كل من خشونة السطح والجذر التربيعي لمربع متوسط الخشونة تتناقص، كذلك نقصان في قيم الحجم الحبيبي. وأظهرت صور (FESEM) النمو الجيد لأغشية (CdO) غير المطعمة والمطعمة واتخاذ الحبيبات أشكالاً مشابهة للأحجار الصغيرة مع اختلاف في الحجم الحبيبي. وأن الحجم الحبيبي يتناقص مع زيادة نسب التطعيم وتبدأ باتخاذها شكل شبه كروي. تم التحقق من العناصر المكونة للأفلام بواسطة EDS.

تم دراسة الخواص البصرية قبل وبعد تشعيع الأغشية بأشعة كاما حيث تم تسجيل طيف الامتصاصية والنفاذية ضمن مدى الطول الموجي ( $340-900nm$ ) وبينت النتائج

تناقص امتصاصية الاغشية للضوء وزيادة النفاذية مع زيادة الطول الموجي، أما الانعكاسية فتزداد مع الزيادة الحاصلة في طاقة الفوتون ثم تبدأ مباشرة بالنقصان في مدى الطاقات الفوتونية العالية، اما قيمة فجوة الطاقة للانتقالات الالكترونية المباشرة المسموحة لأغشية اوكسيد الكاديوم غير المطعمة تزداد مع زيادة نسب التطعيم بالزركونيوم وتتراوح قيمتها بين (2.337-2.68eV)، وفجوة الطاقة للانتقالات غير المباشرة المسموحة تزداد مع زيادة نسب التطعيم أما الثوابت البصرية (معامل الانكسار ومعامل الخمود وثابت العزل جزئيه الحقيقي والخيالي) تتناقص قيمها مع زيادة نسب التطعيم اما بعد التشعيع فهناك تزايد في قيم الامتصاصية ونقصان النفاذية والانعكاسية عما كانت عليه قبل التشعيع. وتناقص قيم فجوة الطاقة للانتقالات الالكترونية المباشرة وغير المباشرة مقارنة مع قيمها قبل التشعيع. وكذلك زيادة قيم الثوابت البصرية عما كانت عليه قبل التشعيع.

تم دراسة الخواص الكهربائية والمتمثلة بفحوصات تأثير هول والتي بينت أن نوع حاملات الشحنة من النوع السالب (n-type) ولجميع الأغشية حيث لم تتأثر نوعية حاملات الشحنة بالتطعيم قبل وبعد التشعيع، وزيادة قيمة التوصيلية عند نسب التطعيم (0.03 and 0.05) ثم تتناقص قيمة التوصيلية بزيادة نسب التطعيم عند النسب (0.07 and 0.09) قبل التشعيع أما بعد التشعيع فان التوصيلية بصورة عامة تتناقص لجميع الأغشية مقارنة مع قيمها قبل التشعيع، أما تحركية الالكترونات تتناقص مع زيادة التطعيم قبل وبعد التشعيع.

# المحتويات

رقم الصفحة	المحتوى	رقم الفقرة
I-IV	المحتويات	
IV-VIII	قائمة الاشكال	
VIII	قائمة الجداول	
IX-XI	قائمة الرموز	
XI	قائمة الاختصارات	
<b>1-13</b>	<b>مقدمة عامة</b>	<b>الفصل الأول</b>
1	المقدمة	(1-1)
2	طرائق تحضير الأغشية الرقيقة	(2-1)
3	الآلية تشكيل الأغشية الرقيقة	(3-1)
3	تقنية التحلل الحراري الكيميائي بالرش	(4-1)
4	خصائص مادة الأغشية	(5-1)
4	أكسيد الكاديوم	(1-5-1)
6	الزركونيوم	(2-5-1)
7	الدراسات السابقة	(6-1)
13	هدف البحث	(7-1)
14-43	الجزء النظري	الفصل الثاني
14	المقدمة	(1-2)
14	مواد الحالة الصلبة	(2-2)
14	المواد شبه الموصلية	(3-2)
15	التركيب البلوري لأشباه الموصلات	(4-2)
15	أشباه الموصلات البلورية	(1-4-2)
16	أشباه الموصلات العشوائية	(2-4-2)
17	حزم الطاقة في المواد الصلبة	(5-2)
18	أنواع أشباه الموصلات	(6-2)
18	أشباه الموصلات الذاتية (النقية)	(1-6-2)

19	أشباه الموصلات غير الذاتية (غير النقية)	(2-6-2)
20	طرائق تطعيم اشباه الموصلات	(7-2)
21	الخصائص التركيبية	(8-2)
21	حيود الأشعة السينية	(1-8-2)
23	المعلمات التركيبية	(1-1-8-2)
24	مجهر القوة الذرية	(2-8-2)
25	المجهر الالكتروني الماسح الباعث للمجال	(3-8-2)
27	الخصائص البصرية	(9-2)
27	الانعكاسية	(1-9-2)
28	النفاذية	(2-9-2)
28	الامتصاصية	(3-9-2)
28	حافة الامتصاص الأساسية	(1-3-9-2)
31	معامل الامتصاص	(4-9-2)
32	الانتقالات الإلكترونية	(10-2)
32	الانتقالات الالكترونية المباشرة	(1-10-2)
33	الانتقالات الالكترونية غير المباشرة	(2-10-2)
34	الثوابت البصرية	(11-2)
34	معامل الانكسار المعقد	(1-11-2)
35	ثابت العزل المعقد	(2-11-2)
36	الخواص الكهربائية	(12-2)
36	تأثير هول	(1-12-2)
38	التشعيع	(13-2)
38	أشعة كاما	(14-2)
38	تفاعلات اشعة كاما مع المادة	(15-2)
39	التأثير الكهروضوئي	(1-15-2)
40	تأثير كومبتن	(2-15-2)
41	أنتاج الزوج	(3-15-2)
43-56	الجزء العملي	الفصل الثالث
43	المقدمة	(1-3)
44	منظومة التحلل الحراري الكيميائي بالرش	(2-3)
46	تحضير الأغشية الرقيقة	(3-3)

46	تهيئة القواعد الزجاجية	(1-3-3)
47	تحضير المحاليل	(2-3-3)
47	تحضير محلول نترات الكاديوم	(1-2-3-3)
48	تحضير محلول نترات الزركونيوم	(2-2-3-3)
50	العوامل المؤثرة في تحضير الأغشية الرقيقة	(4-3)
51	ترسيب الأغشية الرقيقة	(5-3)
52	قياس سمك الأغشية الرقيقة	(6-3)
53	القياسات التركيبية	(7-3)
53	حيود الأشعة السينية	(1-7-3)
54	مجهر القوة الذرية	(2-7-3)
54	المجهر الإلكتروني الماسح الباعث للمجال	(3-7-3)
54	القياسات البصرية	(8-3)
54	قياس تأثير هول	(9-3)
55	التشعيع بأشعة كاما	(10-3)
57-103	النتائج والمناقشة	الفصل الرابع
57	المقدمة	(1-4)
57	القياسات التركيبية	(2-4)
57	حيود الأشعة السينية	(1-2-4)
70	مجهر القوة الذرية	(2-2-4)
74	المجهر الإلكتروني الماسح الباعث للمجال	(3-2-4)
81	القياسات البصرية	(3-4)
81	الامتصاصية	(1-3-4)
83	النفذية	(2-3-4)
84	الانعكاسية	(3-3-4)
86	معامل الامتصاص	(4-3-4)
88	فجوة الطاقة البصرية	(5-3-4)
88	فجوة الطاقة للانتقالات الإلكترونية المباشرة	(1-5-3-4)
90	فجوة الطاقة للانتقالات الإلكترونية غير المباشرة	(2-5-3-4)
92	طاقة أوريخ	(6-3-4)
94	الثوابت البصرية	(7-3-4)
94	معامل الانكسار	(1-7-3-4)

96	معامل الخمود	(2-7-3-4)
97	ثابت العزل الكهربائي المعقد	(3-7-3-4)
100	تأثير هول	(4-4)
102	الاستنتاجات	(5-4)
103	المشاريع المستقبلية	(6-4)
104	المصادر	

## قائمة الاشكال

رقم الصفحة	عنوان الشكل	رقم الشكل
		الفصل الاول
2	مخطط توضيحي لبعض تقنيات تحضير الأغشية الرقيقة	(1-1)
5	التركيب البلوري لأوكسيد الكاديوم	(2-1)
6	التركيب البلوري لثنائي أوكسيد الزركونيوم	(3-1)
		الفصل الثاني
14	التوصيلية الكهربائية لبعض المواد الصلبة	(1-2)
17	التركيب البلوري لأشباه الموصلات	(2-2)
18	تكون حزم الطاقة في المواد الصلبة (بلورة الماس)	(3-2)
18	فجوة الطاقة للمواد الصلبة	(4-2)
20	التطعيم في اشباه الموصلات	(5-2)
22	مخطط المستويات البلورية وحيود براك	(6-2)
22	حيود الأشعة السينية للمواد	(7-2)
25	ألية عمل مجهر القوة الذرية	(8-2)
26	مخطط لجهاز المجهر الإلكتروني الماسح الباعث للمجال	(9-2)
29	مخطط مناطق الامتصاص لأشباه الموصلات	(10-2)
30	مخطط ذبول أورباخ	(11-2)
34	الانتقالات الإلكترونية	(12-2)
37	مخطط تأثير هول	(13-2)
40	الظاهرة الكهروضوئية	(14-2)
41	استطارة (تأثير كومبتن)	(15-2)
42	ظاهرة انتاج الزوج	(16-2)

		الفصل الثالث
43	مخطط للخطوات المتبعة في تحضير الأغشية	(1-3)
44	منظومة التحلل الحراري الكيميائي بالرش	(2-3)
45	جهاز الرش	(3-3)
47	مادة نترات الكاديوم المائية	(4-3)
49	مسحوق نترات الزركونيوم	(5-3)
51	صورة لأغشية CdO غير المطعمة والمطعمة بالزركونيوم بنسب مختلفة	(6-3)
55	قاعدة النماذج التي توضع عليها العينات مع صورة للعينات المحضرة	(7-3)
56	منظومة أشعة كاما ( $^{60}\text{Co}$ )	(8-3)
		الفصل الرابع
58	البطاقة الدولية القياسية ذات الرقم التسلسلي (ICDD-05-0640).	(1-4)
59	حيود الأشعة السينية لأغشية CdO غير المطعمة والمطعمة بالزركونيوم قبل التشعيع	(2-4)
60	حيود الأشعة السينية لأغشية CdO غير المطعمة والمطعمة بالزركونيوم بعد التشعيع	(3-4)
61	حيود الأشعة السينية لأغشية CdO غير المطعمة والمطعمة بالزركونيوم قبل التشعيع للاتجاه السائد (200)	(4-4)
61	حيود الأشعة السينية لأغشية CdO غير المطعمة والمطعمة بالزركونيوم بعد التشعيع للاتجاه السائد (200)	(5-4)
62	حيود الأشعة السينية لأغشية ثنائي أكسيد الزركونيوم ( $\text{ZrO}_2$ )	(6-4)
64	ثابت الشبكة كدالة لنسب التطعيم لأغشية CdO غير المطعمة والمطعمة بالزركونيوم قبل وبعد التشعيع	(7-4)
65	حجم البلوريات كدالة لنسب التطعيم لأغشية CdO غير المطعمة والمطعمة بالزركونيوم قبل وبعد التشعيع	(8-4)
66	عامل التشكيل كدالة لنسب التطعيم لأغشية CdO غير المطعمة والمطعمة بالزركونيوم قبل وبعد التشعيع	(9-4)
67	كثافة الانخلاع كدالة لنسب التطعيم لأغشية CdO غير المطعمة والمطعمة بالزركونيوم قبل وبعد التشعيع	(10-4)
67	عدد البلوريات كدالة لنسب التطعيم لأغشية CdO غير المطعمة والمطعمة بالزركونيوم قبل وبعد التطعيم	(11-4)



68	معدل حجم البلوريات وكثافة الانخلاع وعدد البلوريات كدالة لنسب التطعيم لأغشية CdO غير المطعمة والمطعمة بالزركونيوم قبل التشعيع	(12-4)
71	العلاقة بين معدل الحجم الحبيبي ومعدل متوسط الخشونة RMS كدالة لنسب التطعيم	(13-4)
72	صور (AFM) ثلاثية وثنائية الأبعاد لأغشية CdO غير المطعمة والمطعمة بالزركونيوم	(14-4)
73	مخطط توزيع وتراكيز حجم الحبيبات لأغشية CdO غير المطعمة والمطعمة بالزركونيوم	(15-4)
74	صور FE-SEM لأغشية اوكسيد الكاديوم غير المطعمة	(16a-4)
75	صور FE-SEM لأغشية اوكسيد الكاديوم المطعمة بالزركونيوم بنسبة (0.03)	(16b-4)
76	صور FE-SEM لأغشية اوكسيد الكاديوم المطعمة بالزركونيوم بنسبة (0.05)	(16c-4)
77	صور FE-SEM لأغشية اوكسيد الكاديوم المطعمة بالزركونيوم بنسبة (0.07)	(16d-4)
78	صور FE-SEM لأغشية اوكسيد الكاديوم المطعمة بالزركونيوم بنسبة (0.09)	(16e-4)
79	تحليلات EDS لأغشية أوكسيد الكاديوم المطعمة بالزركونيوم	(17-4)
80	صور المقطع العرضي للمجهر الالكتروني الماسح الباعث للمجال تبين سمك أغشية CdO غير المطعمة والمطعمة بالزركونيوم	(18-4)
82	الامتصاصية كدالة للطول الموجي لأغشية CdO غير المطعمة والمطعمة بالزركونيوم قبل التشعيع	(19-4)
82	الامتصاصية كدالة للطول الموجي لأغشية CdO غير المطعمة والمطعمة بالزركونيوم بعد التشعيع	(20-4)
83	النفذية كدالة للطول الموجي لأغشية CdO غير المطعمة والمطعمة بالزركونيوم قبل التشعيع	(21-4)
84	النفذية كدالة للطول الموجي لأغشية CdO غير المطعمة والمطعمة بالزركونيوم بعد التشعيع	(22-4)
85	الانعكاسية كدالة لطاقة الفوتون لأغشية CdO غير المطعمة والمطعمة بالزركونيوم قبل التشعيع	(23-4)
85	الانعكاسية كدالة لطاقة الفوتون لأغشية CdO غير المطعمة والمطعمة بالزركونيوم بعد التشعيع	(24-4)
87	معامل الامتصاص كدالة لطاقة الفوتون لأغشية CdO غير المطعمة والمطعمة قبل التشعيع	(25-4)

87	معامل الامتصاص كدالة لطاقة الفوتون لأغشية CdO غير المطعمة والمطعمة بعد التشعيع	(26-4)
89	قيم فجوة الطاقة البصرية للانتقال المباشر المسموح الناتجة من العلاقة بين طاقة الفوتون و $(\alpha h\nu)^2$ لأغشية CdO غير المطعمة والمطعمة بالزركونيوم قبل التشعيع	(27-4)
89	قيم فجوة الطاقة البصرية للانتقال المباشر المسموح الناتجة من العلاقة بين طاقة الفوتون و $(\alpha h\nu)^2$ لأغشية CdO غير المطعمة والمطعمة بالزركونيوم بعد التشعيع	(28-4)
91	قيم فجوة الطاقة البصرية للانتقالات غير المباشرة المسموحة الناتجة من العلاقة بين طاقة الفوتون و $(\alpha h\nu)^{1/2}$ لأغشية CdO غير المطعمة والمطعمة بالزركونيوم قبل التشعيع	(29-4)
91	قيم فجوة الطاقة البصرية للانتقالات غير المباشرة المسموحة الناتجة من العلاقة بين طاقة الفوتون و $(\alpha h\nu)^{1/2}$ لأغشية CdO غير المطعمة والمطعمة بالزركونيوم بعد التشعيع	(30-4)
93	العلاقة بين طاقة الفوتون و $(L\alpha)$ لأغشية CdO غير المطعمة والمطعمة بالزركونيوم قبل التشعيع	(31-4)
94	العلاقة بين طاقة الفوتون و $(L\alpha)$ لأغشية CdO غير المطعمة والمطعمة بالزركونيوم بعد التشعيع	(32-4)
95	معامل الانكسار كدالة لطاقة الفوتونات لأغشية CdO غير المطعمة والمطعمة بالزركونيوم قبل التشعيع	(33-4)
95	معامل الانكسار كدالة لطاقة الفوتونات لأغشية CdO غير المطعمة والمطعمة بالزركونيوم بعد التشعيع	(34-4)
96	معامل الخمود كدالة لطاقة الفوتونات لأغشية CdO غير المطعمة والمطعمة بالزركونيوم قبل التشعيع	(35-4)
97	معامل الخمود كدالة لطاقة الفوتونات لأغشية CdO غير المطعمة والمطعمة بالزركونيوم بعد التشعيع	(36-4)
98	ثابت العزل الحقيقي كدالة لطاقة الفوتون لأغشية CdO غير المطعمة والمطعمة بالزركونيوم قبل التشعيع	(37-4)
98	ثابت العزل الحقيقي كدالة لطاقة الفوتون لأغشية CdO غير المطعمة والمطعمة بالزركونيوم بعد التشعيع	(38-4)
99	ثابت العزل الخيالي كدالة لطاقة الفوتون لأغشية CdO غير المطعمة والمطعمة بالزركونيوم قبل التشعيع	(39-4)
99	ثابت العزل الخيالي كدالة لطاقة الفوتون لأغشية CdO غير المطعمة والمطعمة بالزركونيوم بعد التشعيع	(40-4)
101	التوصيلية الكهربائية كدالة لنسب التطعيم للأغشية المحضرة قبل وبعد التشعيع	(41-4)

101	تركيز حاملات الشحنة كدالة لنسب التطعيم للأغشية المحضرة قبل وبعد التشعيع	(42-4)
101	التحركية كدالة لنسب التطعيم للأغشية المحضرة قبل وبعد التشعيع	(43-4)

## قائمة الجداول

رقم الصفحة	عنوان الجدول	رقم الجدول
		الفصل الأول
5	بعض خواص أكسيد الكاديوم	(1-1)
		الفصل الثالث
49	النسب الحجمية للمحاليل المستخدمة في تحضير $Cd_{1-x}Zr_xO$	(1-3)
		الفصل الرابع
63	قيم المسافات البلورية ومعاملات ميلر التي تم الحصول عليها من نتائج XRD قبل وبعد التشعيع	(1-4)
68	المعلومات التركيبية التي تم الحصول عليها من فحص (XRD) قبل التشعيع	(2-4)
69	المعلومات التركيبية التي تم الحصول عليها من فحص (XRD) بعد التشعيع	(3-4)
70	قيم خشونة السطح والحجم الحبيبي وقيم الجذر التربيعي لمربع متوسط الخشونة	(4-4)
92	قيم فجوة الطاقة البصرية للانتقالات الالكترونية المباشرة المسموحة وغير المباشرة المسموحة	(5-4)
93	قيم طاقة أورباخ لأغشية CdO غير المطعمة والمطعمة بالزركونيوم قبل وبعد التشعيع	(6-4)
102	القياسات الكهربائية المحسوبة من قياس تأثير هول لأغشية CdO غير المطعمة والمطعمة بالزركونيوم قبل وبعد التشعيع	(7-4)

## قائمة الرموز

الرمز	المعنى	الوحدة
$a_0$	ثابت الشبكة	Å
(hkl)	معاملات ميلر	--
$n$	مرتبة الحيود	
$d_{hkl}$	المسافة بين المستويات البلورية	Å
$\lambda$	الطول الموجي	nm
$\theta$	زاوية حيود براك	degree
$I_0$	شدة الشعاع الساقط	eV/m <sup>2</sup> .s
$I_t$	شدة الشعاع النافذ	eV/m <sup>2</sup> .s
$I_A$	شدة الشعاع الممتص	eV/m <sup>2</sup> .s
$\beta$	عرض منحنى منتصف القمة (FWHM)	radian
$D_{av}$	معدل الحجم البلوري	nm
$T_C$	عامل التشكيل	---
$I_{hkl}$	الشدة النسبية المقاسة للمستوي (hkl) باستخدام XRD.	---
$I_{ohkl}$	الشدة القياسية للمستوي (hkl) المعتمدة في البطاقة الدولية	---
$N$	عدد القمم الظاهرة في حيود الأشعة السينية	---
$\delta$	كثافة الانخلاعات	cm <sup>-2</sup>
$N_0$	عدد البلوريات	cm <sup>-2</sup>
$t$	سمك الغشاء	nm
$A$	الامتصاصية	---
$T$	النفذية	---
$R$	الانعكاسية	---
$\alpha$	معامل الامتصاص	cm <sup>-1</sup>
$E_g$	فجوة الطاقة البصرية	eV
$\alpha_0$	ثابت التناسب	---
$r$	معامل اسي يحدد نوع الانتقال	---

---	ثابت يعتمد على طبيعة المادة	p
eV	طاقة أورباخ	$E_u$
eV	طاقة الفوتون	E
$\text{cm}^{-1}$	متجه الموجة الابتدائي للإلكترون	$\vec{K}_i$
$\text{cm}^{-1}$	متجه الموجة النهائي للإلكترون	$\vec{K}_f$
$\text{cm}^{-1}$	متجه الموجة للفوتون الساقط	$\vec{q}$
eV	طاقة الإلكترون الابتدائية	$E_i$
eV	طاقة الإلكترون النهائية	$E_f$
eV	طاقة الفونون	$E_{ph}$
---	معامل الانكسار المعقد	$N^*$
m/s	سرعة الضوء في الفراغ	c
m/s	سرعة الضوء في وسط	v
---	معامل الإنكسار الحقيقي	$n_0$
---	معامل الخمود	k
---	ثابت العزل المعقد	$\epsilon$
---	ثابت العزل الجزء الحقيقي	$\epsilon_1$
---	ثابت العزل الجزء التخيلي	$\epsilon_2$
V	فولتية هول	$V_H$
Tesla	شدة المجال المغناطيسي	$B_Z$
$(\text{cm})^{-3}$	تركيز حاملات الشحنة	$n_H$
m/s	سرعة الانجراف	$V_d$
$(\text{cm}^3/\text{C})$	معامل هول	$R_H$
$(\Omega \text{ cm})^{-1}$	التوصيلية الكهربائية	$\sigma$
$(\text{cm}^2/\text{V s})$	تحركية هول (الشحنة)	$\mu_H$
eV	طاقة كاما	$E_\gamma$
kg m/s	زخم اشعة كاما	$P_\gamma$
kg m/s	زخم الذرة	$P_a$
kg m/s	زخم الإلكترون	$P_e$
eV	طاقة الإلكترون	$T_e$

eV	الطاقة الحركية للارتداد	$T_a$
g	كتلة الإلكترون السكونية	$m_o$
eV	طاقة ارتباط الإلكترون بالذرة	$E_B$
Mol/L	المولارية	M
g/cm <sup>3</sup>	كثافة مادة الغشاء	$\rho$
g/mol	الوزن الجزيئي	$M_{wt}$

## قائمة المختصرات

المختصر	المصطلح العلمي	المعنى
CSP	Chemical Spray pyrolysis	التحلل الحراري الكيميائي بالرش
FCC	Face Centered Cubic	مكعب متمركز الأوجه
SILAR	Successive ionic layer adsorption and reaction	امتزاز وتفاعل الطبقة الأيونية المتتالية
PLD	Pulsed laser deposition	الترسيب بالليزر النبضي
XRD	X-Ray Diffraction	حيود الأشعة السينية
FWHM	Full Width at Half Maximum	عرض المنحني لمنتصف القمة
ICDD	International Center for Diffraction Data	المركز الدولي لبيانات الحيود
AFM	Atomic Force Microscopy	مجهر القوة الذرية
FE-SEM	Field Emission Scanning Electron Microscopy	المجهر الإلكتروني الماسح الباعث للمجال
UV	Ultra Violet	الأشعة فوق البنفسجية

# الفصل الأول

## مقدمة عامة

## Introduction

## (1-1) المقدمة

اكتسب علم وتكنولوجيا مواد أشباه الموصلات أهمية كبيرة في الآونة الاخيرة، لما تتصف به من خصائص فيزيائية فريدة جعلتها الاساس في صناعة الاجهزة وفي تكنولوجيا المعلومات، إذ تعتمد جميع الاجهزة الالكترونية على المواد شبه الموصلة ويمكن أن نسمي عصرنا الحالي عصر أشباه الموصلات [1].

أسهمت الأغشية الرقيقة في تطوير دراسة أشباه الموصلات من خلال اعطاء فكرة واضحة عن العديد من الخصائص الفيزيائية والكيميائية لتلك المواد [2]، وتُعد فيزياء الأغشية الرقيقة فرعاً مهماً من فروع فيزياء الحالة الصلبة إذ تكمن أهميتها في امكانية تغيير خصائصها وتغيير درجة حرارة القواعد المرسب عليها او اختلاف نوع قواعد الترسيب [3].

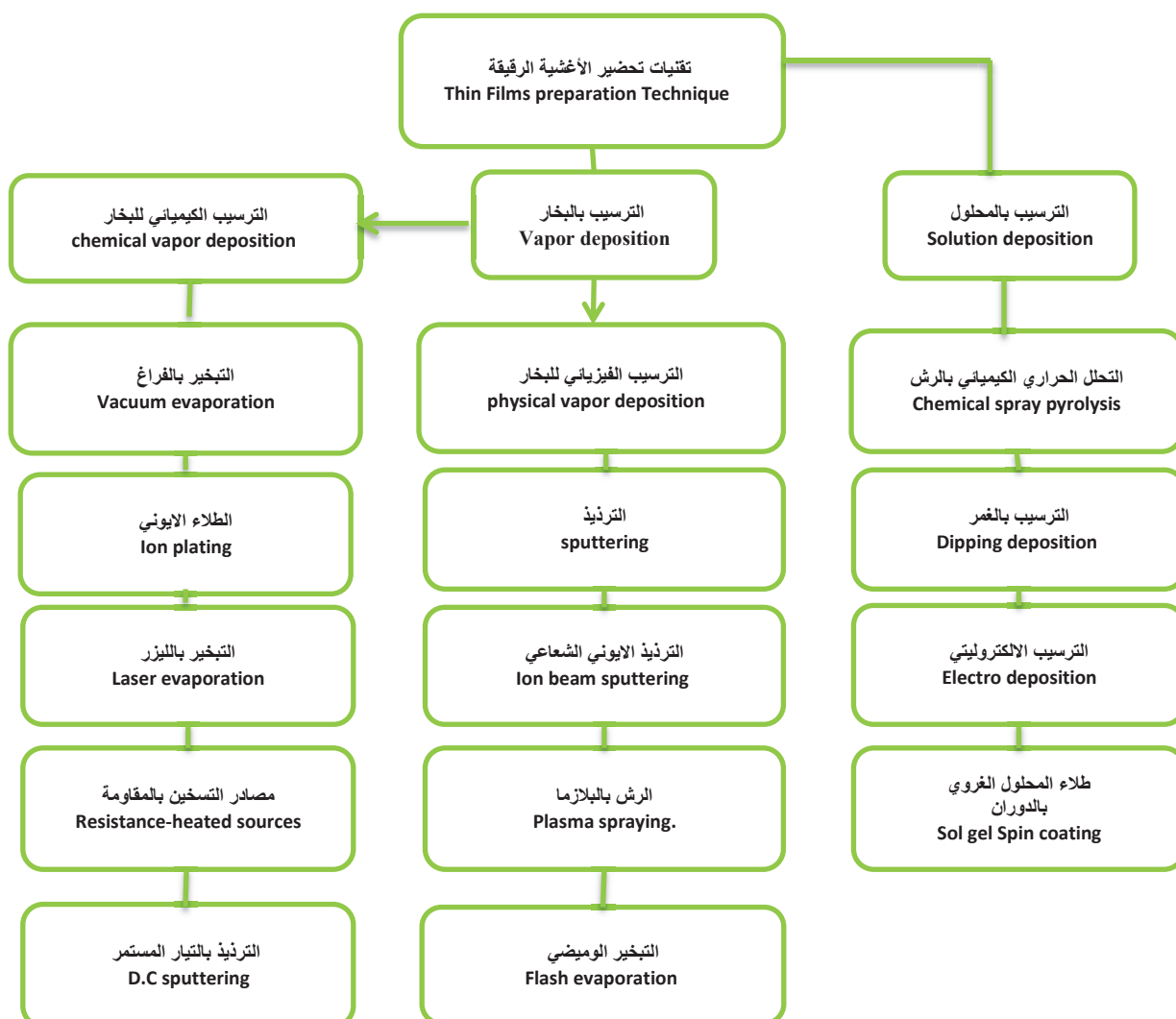
الغشاء الرقيق هو عبارة عن طبقة واحدة او طبقات متعددة من ذرات معينة من مادة مختارة سمكها صغير جداً لا يتعدى مايكرومتر واحد، والأغشية الرقيقة بصورة عامة تستعمل لتحسين الخواص السطحية للمواد الصلبة إذ أن الامتصاص والانتقالات الالكترونية ومقاومة التآكل والسلوك الكهربائي ليست سوى بعض خصائص سطح المادة الصلبة الحجمية (Bulk) التي يمكن تحسينها باستخدام الأغشية الرقيقة [4,5]، وبما ان الغشاء يكون رقيق جداً لذلك فأنها تُرسب على قواعد (substrate) معينة من مواد مختلفة تختلف باختلاف طبيعة الدراسة والاستعمال ومن هذه المواد الزجاج والكوارتز والسليكون والالمنيوم وغيرها [6]. دفع التطور السريع للدوائر الالكترونية المصغرة والمتكاملة والحاجة الى مواد رقيقة عالية الجودة والخصائص الى أن يشهد مجال الأغشية الرقيقة تقدماً كبيراً في هذا المجال [5]، وأول من عمل في هذا المجال هما العالمان (Buhsen and Grove) عام 1852 باستعمال طريقة الترسيب الكيميائي، كذلك استطاع العالم (Faraday) من حصوله على أغشية رقيقة باستعمال تقنية التبخير الحراري (Thermal Evaporation) [7].

تُعد الأغشية الرقيقة اساساً لكثير من الابتكارات في صناعة الحواسيب [5]، ولها ايضاً استعمالات كثيرة إذ تدخل في تركيب الاجهزة الالكترونية مثل المقومات (Rectifiers) والمتسعات (Capacitors) والترانزستورات (Transistors) وتدخل ايضاً في تصنيع الخلايا الشمسية (Solar cell) والكواشف (Detectors) وفي أجهزة الاستشعار (Sensors) وفي الدوائر المتكاملة (Integrated Circuits) وغيرها [6,8].



## (2-1) طرق تحضير الأغشية الرقيقة Thin Films Preparation Methods

اصبحت الأغشية الرقيقة واسعة الاستعمال في كثير من التطبيقات المهمة مما دفعت الباحثين إلى استكشاف عدة طرق مختلفة لتحضيرها، ونتيجة لذلك فقد تطورت طرق التحضير بشكل كبير وأصبحت على درجة عالية من الدقة في تحديد تجانس وسمك الغشاء إذ أصبحت كل طريقة لها مميزات تؤدي الغاية التي استخدمت من أجلها، ويعتمد نجاح طريقة تحضير الأغشية على نوع المادة المستخدمة في تحضير الأغشية وكلفة عملية تحضيرها وتوفر أجهزتها محليا إذ تكون بعض الطرق ملائمة لتحضير مواد معينة وغير مناسبة لتحضير مواد أخرى، وبعضها يكون سهل الاستخدام والبعض الآخر يكون معقد [9]، ويمكن ذكر بعض تقنيات تحضير الأغشية الرقيقة [5,10]، والتي تم ترتيبها بعمل المخطط الآتي.



الشكل (1-1): مخطط توضيحي لبعض تقنيات تحضير الأغشية الرقيقة.



- 2 - يمكن التحكم بمساحة الغشاء المرسب.
  - 3- اقتصادية نظراً لتكاليفها القليلة وتوفر أجهزتها محلياً.
  - 4- تستخدم هذه الطريقة عادة في تحضير أغشية رقيقة لمركبات ذات درجات انصهار عالية.
  - 5- سهولة التحكم بنسب التطعيم.
- ومن مساوئ هذه الطريقة :-

- 1- إنها تحتاج إلى كثير من الجهد والوقت للحصول على أغشية متجانسة.
- 2- تستخدم فيها المحاليل فقط، فلا يمكن تحضير غشاء بشكل مباشر من المادة الصلبة.
- 3- صعوبة السيطرة على ثبوت حجم القطرة اثناء عملية الرش.

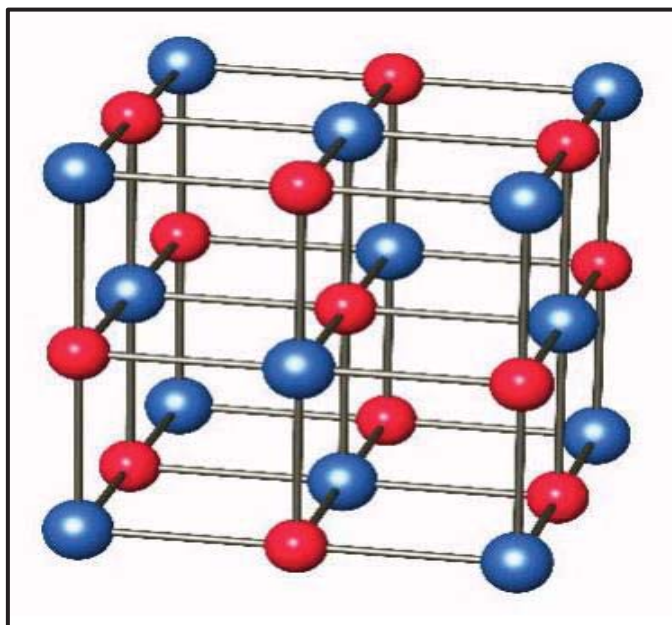
## Properties of Material Films

## (5-1) خصائص مادة الأغشية

### Cadmium Oxide (CdO)

### (1-5-1) أكسيد الكاديوم

أكسيد الكاديوم مركب غير عضوي (inorganic) من مركبات عنصر الكاديوم يمكن ان نحصل عليه (صناعياً) من خلال التسخين الشديد لعنصر الكاديوم (Cd) النقي في الهواء وعند درجات حرارة معينة (يجب ان تكون اقل من درجة حرارة انصهاره) [16]. يذوب في الحوامض وكذلك أملاح النشادر ( $NH_3$ ) في حين أنّ قابليته الذوبانية في الماء والقواعد تكون معدومة [17]، يتواجد أكسيد الكاديوم في الطبيعة بهيئتين أو بصيغتين تركيبيتين وهما البلورية والعشوائية إذ تمتاز البنية التركيبية البلورية بلونها البني أو الاحمر، وتمتاز هيئته التركيبية العشوائية بأنها عديمة اللون [17,18]، وتمتاز هيئته البلورية بأنها ذات نظام بلوري مكعب (cubic) متمركز الوجوه (FCC) يشبه التركيب البلوري لمركب كلوريد الصوديوم (NaCl) [19]، وكما موضح في الشكل (2-1) [20]، ويصنف الغشاء الرقيق من أكسيد الكاديوم على انه شبه موصل من النوع السالب (n-type) وله توصيلية عالية بسبب نقص فراغات الأوكسجين (Oxygen Vacancies) ووجود ذرات (Cd) في مواقع استبدالية (substitution) [21].



الشكل (2-1): التركيب البلوري لأوكسيد الكاديوم [20].

أوكسيد الكاديوم (CdO) ينتمي الى المجموعة (الثانية-السادسة) (II-VI) في الجدول الدوري [20]. ويمتلك فجوة طاقة ( $E_g$ ) قيمتها تتراوح بين (2.16-2.6eV) مما جعلته يصنف ضمن اكاسيد التوصيل الشفافة (Transparent Conducting Oxides) (TCO) وأستعمل على هذا الأساس كمادة شفافة حرارياً (Transparent Thermal Material) لنوافذ المركبات والطائرات، وكطبقة نافذة في مفارق الخلايا الشمسية الهجينة (Hetrojunction Solar Cells) فضلاً عن استعماله في صناعة منظومات الخلايا الشمسية ذاتها وكجزء من مكوناتها [15,22]، ويبين الجدول (1-1) بعض خصائص أوكسيد الكاديوم (CdO) [15,16].

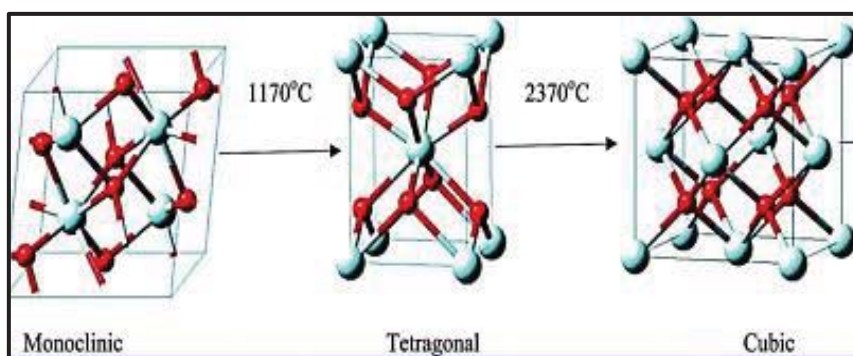
جدول (1-1): بعض خواص أوكسيد الكاديوم [15,16].

Properties	CdO
Molar mass	128.41 g/mol
Color	Red or brown
Density	8.15g/cm <sup>3</sup>
Melting point	1500°C
Boiling point	1559°C

## Zirconium

## (2-5-1) الزركونيوم

الزركونيوم معدن انتقالي لامع رمادي اللون شديد المقاومة للتآكل، اكتشف من قبل الكيميائي السويدي بارون جونز (Barron Jones) وهو غير قابل للذوبان في الماء والكحول وقابل للذوبان في حامض الهيدروفلوريك (HF) (Hydrofluoric acid) وذو درجة انصهار عالية ( $1855^{\circ}\text{C}$ ) والزركونيوم لا يوجد مطلقاً في حالته الحرة ولكن يوجد على شكل سليكات في معدن الزركون ( $\text{ZrSiO}_4$ )، وعلى شكل أكسيد ( $\text{ZrO}_2$ ) في معدن الباديلايت (Baddeleyite) [23]، ويعدُّ ثنائي أكسيد الزركونيوم أو الزركونيا ( $\text{ZrO}_2$ ) الأوكسيد الأكثر شيوعاً والأكثر ثباتاً واستقراراً لعنصر الزركونيوم، ويعتبر من المواد المثيرة للاهتمام ذات فجوة طاقة واسعة النطاق ( $5.5\text{-}5.8\text{eV}$ )، وتمت دراسته على مدى واسع لاستكشاف خصائصه الأساسية واستخدامه بكفاءة عالية، ويعتبر مستقر كيميائياً مع صلابة ممتازة وتوافق حيوي مما جعله مرشحاً لاستخدامه في التطبيقات الكيميائية والبصرية والعزلية والميكانيكية [24]. وينتمي الزركونيوم إلى المجموعة الرابعة السادسة (IV-VI) من الجدول الدوري [20]. يمتلك أكسيد الزركونيوم ناقلية حرارية ضعيفة مما جعله يستخدم كطلاء حاجز حراري (thermal barrier coating) وكذلك في صناعة بواقي صهر المعادن وصناعة الاسنان ويعتبر بديل واعد لثنائي اوكسيد السيليكون في البوابة التقليدية في الترانزستور لما يمتلكه من ثابت عزل عالي [25]. وتتأثر الخواص الفيزيائية لـ ( $\text{ZrO}_2$ ) بشكل ملحوظ بالتركيب البلوري إذ يمتلك ثلاث تراكيب بلورية حسب ارتفاع درجة الحرارة، بنظام احادي الميل (monoclinic) ثم رباعي الاضلاع (tetragonal) ثم عند الدرجات الحرارية العالية جداً يتحول إلى النظام المكعب (cubic) والذي يرافقه نقصان في قيمة فجوة الطاقة البصرية وكما في الشكل (3-1) [4,26].



الشكل (3-1): التركيب البلوري لثنائي أكسيد الزركونيوم [26].

## Literature Review

## (6-1) الدراسات السابقة

◆ تمكن الباحث (Kumaravel, et al. 2010) من تحضير ودراسة أغشية رقيقة من (CdO) غير المطعمة والمطعمة بالأنديوم (In) بنسب تطعيم مختلفة (2-8%) باستعمال طريقة التخلل الحراري الكيميائي بالرش. تم دراسة الخواص التركيبية والبصرية والكهربائية للأغشية المحضرة جميعها إذ أظهرت فحوصات (XRD) أن الاتجاه البلوري السائد للأغشية غير المطعمة هو (200) وعند التطعيم يتغير الاتجاه السائد ليصبح (111) وهناك تناقص في الحجم الحبيبي مع زيادة نسب التطعيم. أما فحوصات تأثير هول فقد بينت النتائج ان اقل مقاوميه كانت ( $4.843 \times 10^{-4} \Omega.cm$ ) وأقل تركيز لحاملات الشحنة هو ( $3.73 \times 10^{20} cm^{-3}$ ). أما القياسات البصرية فبينت أن أعلى نفاذية للأغشية المحضرة خلال المدى (300-1100nm) كانت عند نسبة التطعيم (6%) وان قيمة فجوة الطاقة تزداد مع زيادة نسبة التطعيم وتصل الى (2.72eV) عند نسبة التطعيم (6%) مقارنةً مع الأغشية غير المطعمة إذ تكون (2.36 eV) [27].

◆ استطاعت الباحثة (Saadi, 2012) من تحضير أغشية (CdO) الرقيقة والمرسبة على قواعد زجاجية باستخدام تقنية التخلل الحراري الكيميائي بالرش وبدرجة حرارة (450°C) ودراسة الخصائص البصرية للأغشية المحضرة بعد تطعيمها بالحديد (Fe) بنسبة تركيز (5%) وقد بينت الفحوصات البصرية ان التطعيم بالحديد زاد من النفاذية البصرية ونقصان فجوة الطاقة البصرية من (2.49-2.46 eV) ونقصان في معامل الامتصاص ومعامل الخمود والتوصيلية البصرية مع زيادة في تركيز حاملات الشحنة لجميع الأغشية [28].

◆ قام الباحث (Dagdelen, et al. 2012) بتحضير أغشية أكسيد الكاديوم غير المطعمة والمطعمة بالبيزموت (Bi) بنسب (0.5, 1, and 2%) والمحضرة بطريقة الطلاء الدوراني. تم إجراء القياسات البصرية وفحوصات مجهر القوة الذرية (AFM). إذ أظهرت فحوصات (AFM) أن الأغشية المحضرة هي ذات تراكيب نانوية وان حجمها الحبيبي يتغير مع تغير نسب التطعيم بالبيزموت وأن خشونة السطح تقل مع زيادة نسب التطعيم، أما الفحوصات البصرية فقد أظهرت ان فجوة الطاقة البصرية للأغشية المطعمة وغير المطعمة تعتمد على طريقة الامتصاص البصري وان قيمتها لأغشية (CdO) غير المطعمة كانت قيمتها (2.58eV) بينما كانت قيمتها للأغشية المطعمة تتزايد مع زيادة نسب التطعيم وتتراوح ضمن مدى القيم (2.65-2.68eV) وأن الحجم الحبيبي يقل مع زيادة نسب التطعيم، وبينت الدراسة أن قيمة فجوة الطاقة والحجم الحبيبي يمكن احتوائها والسيطرة على قيمها بالسيطرة على نسب التطعيم [29].

◆ درس الباحثان (صبري جاسم وأنس اسعد، 2013) تأثير التطعيم بالنحاس على الخواص البصرية لأغشية (CdO) الرقيقة والمحضرة بطريقة التحلل الحراري الكيميائي بالرش والمرسبة على قواعد من الزجاج وبدرجة حرارة (450°C) وبسمك (115nm). من خلال دراسة الخصائص البصرية للأغشية المطعمة وغير المطعمة لوحظ أنّ نفاذية أغشية (CdO) غير المطعمة ذات قيمة عالية تتراوح بين (72-80%) في المنطقة المرئية وتقل للأغشية المطعمة، أما فجوة الطاقة كانت للأغشية غير المطعمة (2.6eV) ام عند التطعيم بالنحاس فان فجوة الطاقة تقل مع زيادة نسب التطعيم (2.4-2.56eV) للنسب وكذلك تم ملاحظة عدم حدوث اي انتقال غير مباشر في جميع الأغشية المحضرة [17].

◆ قام الباحث (Rahman and Khan, 2014) بتحضير أغشية (CdO) نانوية التركيب والمرسبة على قواعد من الزجاج عند درجة حرارة (300°C) بتقنية التحلل الحراري الكيميائي بالرش ومن ثم تم تلدين الأغشية عند درجات حرارة (250, 350, 450, and 550°C) لمدة (2.5h). أكدت دراسة (XRD) للأغشية المُلدنة وغير المُلدنة انها ذات تركيب مكعب (cubic) وزيادة الحجم الحبيبي بينما تنخفض كثافة الانخلاع مع زيادة درجة التلدين، ومن دراسة الخواص البصرية وجد ان النفاذية البصرية وفجوة الطاقة للأغشية تقل مع زيادة درجة حرارة التلدين ويوجد اعلى نفاذية في المنطقة القريبة من الاشعة تحت الحمراء وتم تحسين معامل الانكسار والتوصيلية البصرية للأغشية عن طريق التلدين، وبين فحص (SEM) أن أغشية (CdO) ذات تراكيب نانوية مع ظهور واضح للحدود الحبيبية وبين قياس تأثير هول ان (CdO) هو شبه موصل من نوع (n-type) [30].

◆ حضرت الباحثة (Ghuson, 2015) أغشية رقيقة من (CdO) المطعمة بأوكسيد الخارصين (ZnO) بتركيز مختلفة (0.05, 0.1, 0.15, and 0.2wt%) والمرسبة على قواعد من السليكون باستعمال تقنية الترسيب بالليزر النبضي (PLD) في درجة حرارة الغرفة وباستخدام ليزر (Nd.YAG) لاستخدامها في تطبيقات الخلايا الشمسية. بينت فحوصات (XRD) أن الأغشية المحضرة متعددة التبلور وذات طور مكعب (cubic) وأن الحجم الحبيبي تزداد قيمته حسب زيادة تركيز (ZnO) إذ تتراوح قيمته بين (88.92-102.33nm)، اما تحليلات (AFM) اظهرت زيادة في خشونة سطوح الأغشية بزيادة نسب التطعيم [31].

◆ درست الباحثة (زينب سمين وآخرون 2015) تأثير التشعيع بليزر (Nd.YAG) وبطاقة (200mJ) وبأزمان مختلفة (5, 10, and 15sec) على أغشية (CdO) الرقيقة والمحضرة بطريقة التحلل الحراري الكيميائي والمرسبة على قواعد من الزجاج بدرجة حرارة (350°C) وتركيز



مختلفة (0.05, 0.1, and 0.15M). أظهرت نتائج القياسات البصرية باستعمال مطياف (UV-visible) أنّ فجوة الطاقة تزداد بزيادة التراكيز وكانت القيمة المثالية عند (0.1M) إذ كانت قيمتها (2.25eV) أما بعد التشعيع بالليزر فان قيمتها تقل الى (2eV). اما تحليلات نتائج (AFM) أكدت ان متوسط الجذر التربيعي (RMS) وخشونة السطح تقل بعد التشعيع وان القيمة المثالية هي عند التركيز (0.1M). وبينت نتائج فحوصات (XRD) أنّ التركيب البلوري هو متعدد التبلور (polycrystalline) وذات تركيب سداسي الاضلاع (Hexagonal) وباتجاهات سائدة (220) و (200) و (111) وأدّى التشعيع الى حدوث تغيرات طفيفة في زوايا الحيود ( $2\theta$ ) وفي ثابت الشبكة [32].

قامت الباحثة (Ajar, et al. 2015) بدراسة زمن تأثير التشعيع (Irradiation) بأشعة كما على الخواص التركيبية والبصرية لأغشية (CdO) والمحضرة بطريقة التحلل الحراري الكيميائي بالرش من أسبوع الى ثلاثة أسابيع والمرسبة على قواعد من الزجاج وبسبك (350nm) وبدرجة حرارة القاعدة (450°C). تبين من تحليل فحوصات (XRD) أنّ الأغشية ذات تركيب متعدد التبلور (polycrystalline) ومن النوع المكعب (cubic) وأن الحجم الحبيبي يقل بعد عملية التشعيع باستخدام اشعة كما. أما القياسات البصرية فقد بينت من طيفي الامتصاصية والنفاذية ضمن الاطوال الموجية (300-1100nm) أنّ فجوة الطاقة البصرية ( $E_g$ ) تقل مع زيادة زمن التشعيع (2.4-2.25eV) بينما ازدادت قيمة كل من معامل الانكسار ومعامل الخمود والتوصيلية البصرية مع زيادة زمن التشعيع [33].

درس الباحث (Zain. et al. 2016) الخواص البصرية لأغشية أكسيد الكاديوم (CdO) غير المطعمة والمطعمة بالبيزموت (Bi) باستعمال طريقة التحلل الحراري الكيميائي بالرش والتي تم ترسيبها على قواعد من الزجاج وبدرجة حرارة القاعدة (400°C) وسُك بحدود (400nm) وذلك بتسجيل طيفي الامتصاصية والنفاذية ولمدى الاطوال الموجية (400-800nm) وقد تبين أنّ طبيعة الانتقالات الالكترونية هي انتقالات الكترونية مباشرة مسموحة وقيمة فجوة الطاقة البصرية للأغشية غير المطعمة (2.37eV) والمطعمة بالبيزموت ازدادت (2.59-2.62eV) للنسب الحجمية (2% و 4%) على التوالي [34].

استخدم الباحث (Habubi, et al.2017) مصدر السيزيوم ( $^{137}\text{Cs}$ ) الباعث لأشعة كما وبطاقة (0.662MeV) لتشعيع أغشية (CdO) المحضرة بطريقة التحلل الحراري الكيميائي بالرش والتي تم ترسيبها على قواعد من الزجاج وبسبك (400 and 500nm) وعند درجة



حرارة (450°C)، وتم تشييع الأغشية لمدة اسبوعين، وأظهرت القياسات البصرية تأثير التشييع على الخواص البصرية بزيادة معامل الامتصاص بعد التشييع ونقصان قيمة فجوة الطاقة البصرية عند الطول الموجي (400nm) من (2.27-2.32eV) وعند الطول الموجي (500nm) من (2.30-2.12eV) [35].

◆ درس الباحث (Alkhayatt, 2017) الخصائص التركيبية وطبوغرافية السطح والخصائص البصرية لأغشية (Cd<sub>1-x</sub> Cu<sub>x</sub> O) نانوية التركيب (وان قيمة (x=0.2)) ثنائية التطعيم بالفضة (Ag) بنسبة (0-8%) والمُرسبة على قواعد من الزجاج عند درجة حرارة (350°C) بتقنية التحلل الحراري الكيميائي بالرش. بينت نتائج وتحليلات (XRD) ان الأغشية المحضرة ذات تركيب متعدد التبلور وبطور احادي الميل (monoclinic) لأوكسيد النحاس بينما ظهور الطور المكعب للفضة عند نسبة التطعيم (8%) فقط. وكشفت صور (SEM) أن مورفولوجيا السطح للأغشية تتكون من حبيبات كروية الشكل موزعة بشكل متجانس مع عدم وجود التشققات الصغيرة والتي تم تحسينها بالتطعيم الثنائي بالفضة وكذلك أظهر تحليل (EDAX) النقاوة والنسب الكيميائية المتكافئة للمركبات المحضرة . عند دراسة تحليلات (AFM) بينت جودة السطح للأغشية المحضرة والتي يمكن السيطرة عليها من خلال تغيير تركيز نسب التطعيم بالفضة (Ag)، مع نقصان الحجم الحبيبي بزيادة نسب التطعيم بثنائي الفضة وأظهرت الفحوصات البصرية زيادة في الامتصاصية ونقصان النفاذية وزيادة فجوة الطاقة البصرية في منطقة الضوء المرئي بزيادة نسبة التطعيم [36].

◆ تمكن الباحثان (Nahida and Mohammed, 2017) من تحضير أغشية رقيقة نانوية التركيب من (CdO) والمطعمة بأوكسيد الرصاص (PbO) ذات سمك (160nm) باستعمال تقنية التحلل الحراري الكيميائي بالرش وبدرجة حرارة القاعدة (400°C) إذ اظهرت فحوصات (XRD) للأغشية المحضرة المطعمة وغير المطعمة بأوكسيد الرصاص (PbO) هي ذات تركيب متعدد التبلور ومن النوع المكعب (cubic) وهناك زيادة في الحجم الحبيبي مع زيادة نسب التطعيم إذ يتراوح بين (14-26nm) وايضا زيادة كثافة الانخلاع وعدد البلوريات [37].

◆ استطاع الباحث (Ibrahim, et al. 2018) دراسة تأثير درجة حرارة التلدين على الخصائص التركيبية والبصرية لأغشية أوكسيد الكاديوم (CdO) الرقيقة والمحضرة بطريقة الترسيب بالليزر النبضي (PLD) في درجة حرارة الغرفة ومن ثم تلدينها بدرجات حرارة مختلفة (300, 400, and 500°C). تم دراسة الخواص التركيبية من خلال تحليلات (XRD) لمسحوق وأغشية (CdO) واظهرت انها متعددة التبلور ذات طور مكعب وبتجاه سائد للنمو (111). وبيّنت

فحوصات (AFM) بينت أن الأغشية أصبحت أكثر تجانساً بعد تلدينها وايضا زيادة في متوسط الجذر التربيعي (RMS) وخشونة السطح ومعدل الحجم الحبيبي. أما الفحوصات البصرية فبينت أن نفاذية الأغشية تزداد مع زيادة التلدين ونقصان في فجوة الطاقة البصرية [38].

◆ درس الباحث (Dhia Aldin, et al. 2018) تأثير التطعيم بالخارصين (Zn) على الخصائص التركيبية والبصرية لأغشية اوكسيد الكاديوم (CdO) الرقيقة والمحضرة بطريقة الترسيب بالليزر النبضي (PLD) على قواعد من الزجاج عند درجة حرارة (250°C). بينت تحليلات (XRD) وجود طور جديد يشبه طور اوكسيد الخارصين (ZnO) السداسي بالإضافة الى الطور المكعب عند نسب التطعيم العالية أما الفحوصات البصرية فأظهرت زيادة في قيمة فجوة الطاقة البصرية من (2.45-2.70eV) مع زيادة تركيز التطعيم بالخارصين من (0%-40%) [39].

◆ تمكن الباحث (Al Janaby, et al. 2018) من دراسة تأثير قواعد الترسيب على الخصائص النانوية لأغشية (CdO) الرقيقة والمطعمة بالسيريوم (Ce). إذ تم ترسيب الأغشية على قواعد من الزجاج والسليكون بتقنية التحلل الحراري الكيميائي بالرش وبدرجة حرارة (250°C) وبنسب تطعيم مختلفة (2, 4, and 6%). بينت فحوصات (XRD) أن أغشية (CdO) تمتلك تركيب بلوري مكعب وبتجاه سائد (111) و أن شدة القمم تزداد بزيادة تركيز نسبة (Ce) بالترسيب على الزجاج، أما في حالة الترسيب على قواعد من السليكون فان القمم تقل عما عليه بالزجاج. بينت فحوصات (AFM) أن الحجم الحبيبي للأغشية المرسبة على الزجاج هو (73.75-109.88nm) وأن خشونة السطح هي (0.871-16.2nm) وان (RMS) هو (1.06 -19.7nm) وفي حالة الترسيب على قواعد من السليكون فان الحجم الحبيبي هو (84.79-107.48nm). أما الفحوصات البصرية فبينت أن فجوة الطاقة تزداد مع زيادة التطعيم في الحالتين [40].

◆ حضر الباحث (Mohammed, et al. 2019) أغشية رقيقة نانوية التركيب من (CdO) والمطعمة بالسيريوم (Ce) بتقنية التحلل الحراري الكيميائي بالرش والمرسبة على قواعد من الزجاج وبدرجة حرارة (250°C) وبنسب تطعيم (3, 5, and 7%) وذات سمك للأغشية المحضرة (100nm) لاستخدامها في تطبيقات الخلايا الشمسية. إذ أظهرت فحوصات (XRD) ان الأغشية هي ذات تراكيب متعددة التبلور ذات الطور المكعب لمركب (CdO) واحادي الميل لتراكيب (Ce). أما فحوصات AFM فبينت أن الانخفاض في قيم خشونة السطح ومعدل مربع الجذر (RMS) ومعدل الحجم الحبيبي نتيجة زيادة نسب التطعيم. لاحظ الباحث كذلك من القياسات البصرية زيادة فجوة الطاقة البصرية مع زيادة نسب التطعيم بالسيريوم [41].

♦ درس الباحث (Mahmood, et al. 2019) تأثير التطعيم بالأندسيوم (In) بنسب مختلفة في الخصائص التركيبية والبصرية لأغشية (CdO) والمحضرة بطريقة التحلل الحراري الكيميائي بالرش والمرسبة على قواعد زجاجية. تم دراسة الخواص التركيبية بواسطة فحص (XRD) وتبين ان جميع الأغشية المطعمة ذات تراكيب متعددة التبلور وبالطور المكعب وان الاتجاه السائد لنمو الأغشية هو (111). تم دراسة طوبوغرافية السطح من خلال (AFM) و (SEM) للأغشية المحضرة، اذ بينت النتائج أن معدل الخشونة السطحية وقيمة مربع الجذر لأسطح الاغشية تزداد بزيادة نسبة التطعيم بالأندسيوم و أن شكل الحبيبات كان كرويا الى حد كبير. وأظهرت الفحوصات البصرية زيادة النفاذية ونقصان الامتصاصية وزيادة فجوة الطاقة البصرية التي تتراوح قيمتها بين (2.47-2.84eV) بزيادة نسب التطعيم [42].

♦ حضر الباحث (Anitha, et al. 2019) أغشية (CdO) الرقيقة والمطعمة بالفلور (F) بالنسب (2, 4, 6, and 8%) باستعمال تقنية التحلل الحراري الكيميائي بالرش والمرسبة على قواعد من الزجاج. تم دراسة الخواص التركيبية من خلال فحص (XRD) وتبين ان جميع الأغشية كانت متعددة التبلور بالطور المكعب (cubic). وأن فجوة الطاقة البصرية تزداد مع زيادة نسبة التطعيم بالفلور لتصل الى اعلى قيمة لها عند النسبة (0.06) وهي (2.61eV). اما صور (SEM) أظهرت ان هناك تغيرات ملحوظة في مورفولوجيا (شكل وبنية) السطح. كذلك اظهر تحليل (EDS) وجود العناصر المتوقعة الكاديوم والاكسجين والفلور في النتيجة النهائية بنسب مناسبة وقريبة جداً لنسب التطعيم المستخدمة في البحث. كذلك تم دراسة الخواص الكهربائية واظهرت ان اقل مقاومة كهربائية للأغشية كانت ( $1.9 \times 10^{-4} \Omega \cdot \text{cm}$ ) مع قيم عالية لتركيز حاملات الشحنة عند نسبة التركيز (0.06) [43].

♦ قام الباحث (Rajini, et al. 2019) بتحضير أغشية CdO الرقيقة باستعمال طريقة (SILAR) والمرسبة على قواعد من الزجاج مستخدماً خلات الكاديوم  $[\text{Cd}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}]$  وهيدروكسيد الامونيوم كمحلول بنسبة معينة. إذ درس الباحث الاختلاف في التراكيز المولارية بنسب (0.5-1M). اظهرت الفحوصات التركيبية من خلال استخدام (XRD) أن جميع الأغشية المحضرة كانت متعددة التبلور مع تركيب بلوري مكعب (cubic) و أن الحجم الحبيبي يزداد مع زيادة التركيز المولاري. تم دراسة القياسات البصرية للأغشية وبينت أن أقصى نفاذية كانت (50-70%) وأنها تزداد مع زيادة التراكيز في منطقة الاشعة تحت الحمراء و أن فجوة الطاقة البصرية تزداد قيمتها مع زيادة تركيز المحلول من (2.17-2.21eV). وكذلك اظهر تحليل EDS قمم (Cd) و (O) وظهور قمة للسليكون (القواعد الزجاجية) وأظهر فحص SEM زيادة الحجم البلوري مع زيادة التركيز، واتخاذ الحبيبات الشكل الكروي [44].

## The aim of the work

## (7-1) الهدف من البحث.

يهدف البحث الحالي الى تحضير أغشية رقيقة من اوكسيد الكاديوم غير المطعمة والمطعمة بالزركونيوم ( $Cd_{1-x}Zr_xO$ ) بنسب تطعيم حجمية ( $x=0.03, 0.05, 0.07$  and  $0.09$ ) وبدرجة حرارة ترسيب ( $450^{\circ}C$ ) باستخدام تقنية التحلل الحراري الكيميائي بالرش، ومن ثم دراسة الخصائص التركيبية والبصرية والكهربائية لها لمعرفة مدى تأثير الأغشية المحضرة بنسب التطعيم المختلفة ومن ثم دراسة تأثير التشعيع بأشعة كاما عليها سعياً للحصول على أغشية ذات مواصفات جيدة وتحسين صفاتها البصرية والكهربائية في منطقة الطيف المرئي نظراً لأهمية هذه المنطقة في تطبيقات الخلايا الشمسية وغيرها.