



جمهورية العراق  
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
جامعة ديالى - كلية العلوم  
قسم الفيزياء



## تحضير ودراسة بعض الخصائص الفيزيائية لأغشية $(\text{MgO})_{1-x}(\text{ZnS})_x$ نانوية التركيب بطريقة التحلل الحراري الكيميائي

رسالة مقدّمة إلى

مجلس كلية العلوم - جامعة ديالى

وهي جزء من متطلبات نيل درجة الماجستير في علوم الفيزياء

من قبل

حسين صبحي عبدالرحمن

(بكالوريوس علوم فيزياء 2010 م)

بإشراف

أ.م.د. محمد حميد عبدالله

## بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

﴿لَا يُكَلِّفُ اللَّهُ نَفْسًا إِلَّا وُسْعَهَا لَهَا مَا كَسَبَتْ  
وَعَلَيْهَا مَا أَكْتَسَبَتْ رَبَّنَا لَا تُؤَاخِذْنَا إِنْ نَسِينَا  
أَوْ أَخْطَأْنَا رَبَّنَا وَلَا تَحْمِلْ عَلَيْنَا إِصْرًا كَمَا  
حَمَلْتَهُ عَلَى الَّذِينَ مِنْ قَبْلِنَا رَبَّنَا وَلَا تُحَمِّلْنَا مَا  
لَا طَاقَةَ لَنَا بِهِ ۗ وَاعْفُ عَنَّا وَارْحَمْنَا  
أَنْتَ مَوْلَانَا فَانصُرْنَا عَلَى الْقَوْمِ الْكَافِرِينَ﴾

صَدَقَ اللَّهُ الْعَلِيُّ الْعَظِيمُ

البقرة: 286

## البحوث المقبولة للنشر والمنشورة والمشاركات في المؤتمرات العلمية

- قبول نشر للبحث ضمن مستوعب سكوبس عن طريق دار النشر:

(Virtual Institute of Physics (VIP)) Digest Journal of Nanomaterials and Biostructures.

Morphological and optical properties of  $MgO_{1-x}ZnS_x$  thin films.

- قبول نشر للبحث ضمن مستوعب سكوبس عن طريق دار النشر:

(American Institute of Physics (AIP)) AIP Conference Proceedings.

A review of (MgO) Thin Films, Preparation and Applications.

- نشر بحث ضمن مستوعب سكوبس عن طريق دار النشر:

(Anka Publishers) NeuroQuantology.

Structural, morphological and electrical properties of (MgO) thin films doped with (ZnS) prepared by chemical spray pyrolysis method.

- قبول نشر للبحث في مجلة ديالى للعلوم الصرفة:

Surface Topography and Optical Properties for  $(MgO_{x-1}ZnS_x)$  Thin Films Prepared by Chemical Spray Pyrolysis.

- المشاركة في المؤتمر العلمي الأول لبحوث الدراسات العليا المنعقد في كلية العلوم/جامعة ديالى، في يوم الثلاثاء المصادف (2022/4/13).

- المشاركة في المؤتمر العلمي الدولي الرابع للعلوم الهندسية والتقنيات المتقدمة المنعقد في النقابة الأكاديمية العراقية في يوم الجمعة المصادف (2022/6/3).

## الإهداء

إلى كبيرة المقام ذات السيرة العطرة

**"جدتي رحمها الله"**

إلى القلب الذي أحاطني بحبه والشفاه التي أكثرت الدعاء لي درة حياتي

**"أمي الحبيبة"**

إلى خيمة الأمان والمحبة .. وينبوع الأبوة الحقة

**"والدي العزيز"**

إلى من تواررني وتقويني .. وعانت من أجلي الكثير .. فكانت كالظل في يوم الحرور

ومتكأني عند الشدائد .. رفيقة دربي وسندي في حياتي

**"زوجتي الغالية"**

إلى شموعي ونور عيني .. فلذات كبدي .. الذين من أرى الحياة أجمل بوجودهم

**"بناتي العزيزات"**

إلى من أرى التفاؤل بعينهم .. والسعادة في وجوههم .. شعلة الذكاء والنور

**"إخوتي وأخواتي"**

إلى أساتذتي الكرام

وإلى كل صديق وجدت فيه روح الأخوة الصادقة

**إليكم جميعاً أهدي هذا الجهد المتواضع**

**حسين**

## شكر وتقدير

بسم الله الرحمن الرحيم

الحمد لله الذي جعل الحمد مفتاحاً لذكره، وخلق الأشياء ناطقة بحمده والصلاة والسلام على نبيه محمد وآله الطيبين الطاهرين وصحبه الغر الميامين.

بعد شكر الله تعالى يطيب لي أن أشكر عمادة كلية العلوم – جامعة ديالى ورئاسة قسم الفيزياء لأتاحتهم الفرصة لي لإكمال مسيرتي العلمية.

يسرني وأنا انجز هذا الجهد المتواضع من القاء نظرة تحمل كل تقدير وامتنان والشكر الجزيل إلى كل من أسهم في انجاز بحثي هذا بصيغته النهائية فتحية وفاء تعجز عنها ابلى عبارات الشكر والتقدير الى استاذي الفاضل أ.م.د. محمد حميد عبدالله، لأشرفه على مراحل اتمام هذا البحث من خلال توجيهاته العلمية السديدة ومقترحاته القيمة التي اغنت هذا البحث.

وأقدم بخالص الشكر والتقدير إلى جميع أساتذة الدراسات العليا في قسم الفيزياء لعطائهم المستمر طيلة مدة دراستي، كما أتقدم بجزيل الشكر إلى منتسبي مكتبة كلية العلوم.

ولا أنسى الشكر والعرفان إلى كل من كان عوناً لي في بحثي هذا وإلى زملائي وزميلاتي في الدراسات العليا وأخص بالذكر فراس حيدر، ونبيل خليل، ورافد محمود، ومثنى لطيف، وهالة منصور، وسارة مجبل. وأود أن أشكر جميع أصدقائي وأخص بالذكر احمد حامد عبد لما قدّمه من عون ومساعدة طيلة دراستي.

وأخيراً وليس آخراً، أسأل البارئ جلّت قدرته لكل من ذكرتهم، ولكل من فاتني أن اذكرهم، التوفيق والسداد منه (تعالى) انه ولي التوفيق.

حسين

## الخلاصة

تم تحضير اغشية  $(\text{MgO})_{1-x}(\text{ZnS})_x$  الرقيقة بنسب تشويب حجمية مختلفة  $(x=0, 2, 4, 6, 8)\%$  وذلك بترسيبها على قواعد من الزجاج بدرجة حرارة  $(350\text{ }^\circ\text{C})$  وبسبك  $(260\pm 5\text{ nm})$  وباستعمال تقنية التخلل الحراري الكيميائي (CSP). تم دراسة الخصائص التركيبية والبصرية والكهربائية لجميع الأغشية المحضرة باستعمال تقنية حيود الأشعة السينية (XRD) ومجهر القوة الذرية (AFM) والمجهر الإلكتروني الماسح الباعث للمجال (FE-SEM) ومطياف الأشعة فوق البنفسجية-المرئية (UV-Visible Spectroscopy) وتأثير هول (Hall Effect).

أظهرت نتائج حيود الأشعة السينية (XRD) أن جميع الأغشية المحضرة لها بنية بلورية متعدد التبلور واتجاه نمو سائد (200)، وأن غشاء (MgO) الرقيق النقي ذو تركيب بلوري مكعب ومع إضافة الشائبة (ZnS) تظهر قمم جديدة ذات شدة قليلة؛ إذ يتم الحصول على تركيب سداسي. بينت نتائج مجهر القوة الذرية (AFM) أن قيم معدل الخشونة وقيم مربع متوسط الخشونة (RMS) تقل مع زيادة نسبة التشويب بكبريتيد الزنك (ZnS). بينت نتائج فحص المجهر الإلكتروني الماسح الباعث للمجال (FE-SEM) أن تراكيب سطوح الأغشية المحضرة تتكون من مجاميع من الجسيمات النانوية شبه كروية كثيفة ومتكتلة للغاية وأن معدل الحجم الحبيبي يتناقص بزيادة نسبة التشويب بكبريتيد الزنك (ZnS).

وأظهرت نتائج الفحوصات البصرية بواسطة مطياف الأشعة فوق البنفسجية-المرئية (UV-Vis) ضمن نطاق من الأطوال الموجية  $(350-1100)\text{nm}$  أن الأغشية المحضرة لها فجوة طاقة بصرية للانتقال الإلكتروني المباشر المسموح تتراوح بين  $(2.54-2.77)\text{ eV}$ ، كما ان سلوك طاقة أورباخ معاكس لسلوك فجوة الطاقة البصرية؛ إذ تزداد قيم طاقة أورباخ بزيادة نسب التشويب، وأن قيم النفاذية انخفضت بينما زادت قيم الامتصاصية بزيادة تركيز الشائبة (ZnS)، كما تم حساب قيم الانعكاسية ومعامل الامتصاص ومعامل الانكسار ومعامل الخمود والجزء الحقيقي والخيالي من ثابت العزل البصري.

وأظهرت الفحوصات الكهربائية من خلال تأثير هول (Hall Effect) أن اغشية (MgO) الرقيقة النقية والمشوبة بنسبة  $(2, 4)\%$  من كبريتيد الزنك (ZnS) لها توصيلة كهربائية من نوع (n - type) بينما اغشية (MgO) الرقيقة المشوبة بنسبة  $(6, 8)\%$  من كبريتيد الزنك (ZnS) لها توصيلية كهربائية من نوع (p - type)، كما أن الأغشية المحضرة تمتلك مقاومة عالية وتوصيلية منخفضة.

## المحتويات

الصفحة	المحتوى	الفقرة
I	قائمة المحتويات	
VI	قائمة الأشكال	
X	قائمة الجداول	
XII	قائمة الرموز	
XIV	قائمة المختصرات	
<b>18-1</b>	<b>المقدمة والدراسات السابقة</b>	<b>الفصل الاول</b>
1	المقدمة	(1-1)
1	طرائق تحضير الأغشية الرقيقة	(2-1)
2	تقنية التحلل الحراري الكيميائي	(3-1)
4	مراحل تكون الغشاء الرقيق	(4-1)
5	تأثير حجم القطرة	(5-1)
7	خصائص اوكسيد المغنيسيوم (MgO)	(6-1)
8	تطبيقات اغشية أوكسيد المغنيسيوم (MgO) الرقيقة	(7-1)
9	الخصائص الكيميائية والفيزيائية لكبريتيد الزنك (ZnS)	(8-1)
10	تطبيقات اغشية كبريتيد الزنك (ZnS) الرقيقة	(9-1)
11	الدراسات السابقة	(10-1)
18	هدف الدراسة	(11-1)

44-19	الجزء النظري	الفصل الثاني
19	المقدمة	(1-2)
19	اشباه الموصلات	(2-2)
20	التركيب البلوري لأشباه الموصلات	(3-2)
20	أشباه الموصلات البلورية	(1-3-2)
20	أشباه الموصلات أحادية التبلور	(1-1-3-2)
21	اشباه الموصلات متعددة التبلور	(2-1-3-2)
21	اشباه الموصلات غير البلورية (العشوائية)	(2-3-2)
22	العيوب في المواد البلورية	(4-2)
22	مركبات اشباه الموصلات	(5-2)
23	نظرية حزم الطاقة في اشباه الموصلات البلورية	(6-2)
24	تشويب أشباه الموصلات	(7-2)
25	طرائق تشويب اشباه الموصلات	(8-2)
26	الخصائص التركيبية	(9-2)
26	حيود الأشعة السينية	(1-9-2)
28	قانون براك	(2-9-2)
29	المعلمات التركيبية	(3-9-2)
29	ثوابت الشبكة	(1-3-9-2)
29	حجم البلوريات	(2-3-9-2)
29	عامل التشكيل	(3-3-9-2)



30	كثافة الانخلاعات و عدد البلوريات	(4-3-9-2)
30	مجهر القوة الذرية	(4-9-2)
32	المجهر الإلكتروني الماسح الباعث للمجال	(5-9-2)
33	الخصائص البصرية	(10-2)
34	تفاعل الضوء مع اشباه الموصلات	(1-10-2)
34	حافة الامتصاص الأساسية	(2-10-2)
35	منطقة الامتصاص العالي	(1-2-10-2)
35	منطقة الامتصاص الاسي	(2-2-10-2)
36	منطقة الامتصاص الواطئ	(3-2-10-2)
36	النفاذية	(3-10-2)
37	الامتصاصية	(4-10-2)
37	الانعكاسية	(5-10-2)
38	الثوابت البصرية	(6-10-2)
38	معامل الامتصاص	(1-6-10-2)
38	معامل الانكسار	(2-6-10-2)
39	معامل الخمود	(3-6-10-2)
39	ثابت العزل البصري	(4-6-10-2)
40	الانتقالات الإلكترونية	(11-2)
40	الانتقالات المباشرة	(1-11-2)
41	الانتقالات غير المباشرة	(2-11-2)

42	الخصائص الكهربائية	(12-2)
43	تأثير هول	(1-12-2)
<b>61-45</b>	<b>الجزء العملي</b>	<b>الفصل الثالث</b>
45	المقدمة	(1-3)
46	منظومة التحلل الحراري الكيميائي	(2-3)
49	تحضير الأغشية الرقيقة	(3-3)
49	تنظيف قواعد الترسيب	(1-3-3)
50	تحضير المحاليل	(2-3-3)
50	المواد الكيميائية الخام	(1-2-3-3)
50	تحضير المحلول المستعمل في تحضير اغشية الرقيقة (MgO)	(2-2-3-3)
51	تحضير محلول كبريتيد الزنك (ZnS)	(3-2-3-3)
53	العوامل المؤثرة في تحضير الأغشية الرقيقة	(4-3)
54	ترسيب الأغشية الرقيقة	(5-3)
55	قياس سمك الأغشية الرقيقة	(6-3)
57	القياسات التركيبية	(7-3)
57	قياسات حيود الأشعة السينية	(1-7-3)
57	قياسات مجهر القوة الذرية	(2-7-3)
58	قياسات المجهر الإلكتروني الماسح الباعث للمجال	(3-7-3)
59	القياسات البصرية	(8-3)

60	القياسات الكهربائية	(9-3)
61	قياس تأثير هول	(1-9-3)
<b>102-62</b>	<b>النتائج والمناقشة</b>	<b>الفصل الرابع</b>
62	المقدمة	(1-4)
62	سمك الأغشية الرقيقة	(2-4)
63	القياسات التركيبية	(3-4)
63	حيود الأشعة السينية	(1-3-4)
66	ثوابت الشبكة وحجم خلية الوحدة	(1-1-3-4)
66	حجم البلوريات	(2-1-3-4)
66	عامل التشكيل	(3-1-3-4)
67	كثافة الانخلاعات وعدد البلوريات لوحدة المساحة	(4-1-3-4)
68	نتائج فحوصات مجهر القوة الذرية	(2-3-4)
73	نتائج فحوصات المجهر الإلكتروني الماسح الباعث للمجال	(3-3-4)
79	نتائج فحوصات مطياف تشتت الطاقة	(4-3-4)
83	نتائج القياسات البصرية	(4-4)
84	النفذية	(1-4-4)
84	الامتصاصية	(2-4-4)
86	الانعكاسية	(3-4-4)
87	معامل الامتصاص	(4-4-4)

88	فجوة الطاقة البصرية	(5-4-4)
91	طاقة اوريباخ	(6-4-4)
93	معامل الانكسار	(7-4-4)
94	معامل الخمود	(8-4-4)
95	ثابت العزل البصري	(9-4-4)
97	نتائج القياسات الكهربائية	(5-4)
101	الاستنتاجات	(6-4)
102	المشاريع المستقبلية	(7-4)
<b>116-103</b>	<b>المصادر</b>	

### قائمة الاشكال

الصفحة	عنوان الشكل	الرقم
3	مخطط طرائق ترسيب الأغشية الرقيقة	(1-1)
5	مراحل تكون الغشاء الرقيق	(2-1)
6	حالات الترسيب اعتماداً على حجم القطرة المتكونة	(3-1)
7	التركيب البلوري لأوكسيد المغنيسيوم (MgO)	(4-1)
20	مخطط حزم الطاقة في المواد الصلبة	(1-2)
21	التركيب البلوري للمواد	(2-2)
24	انشطار حزم الطاقة إلى حزم طاقة مسموحة وممنوعة	(3-2)

27	التشخيص بالأشعة السينية	(4-2)
27	حيود الأشعة السينية (XRD) في المواد	(5-2)
28	المستويات البلورية وحيود براك	(6-2)
31	عملية المسح المجهرى لمجهر القوة الذرية	(7-2)
33	مخطط عمل المجهر الإلكتروني الماسح الباعث للمجال	(8-2)
36	مناطق الامتصاص	(9-2)
42	أنواع الانتقالات الإلكترونية	(10-2)
44	تأثير هول في اشباه الموصلات	(11-2)
45	مخطط الخطوات العملية المتبعة في الجزء العملي	(1-3)
46	منظومة التحلل الحراري الكيميائي (CSP)	(3-2)
47	جهاز الرش	(3-3)
52	الخطوات العملية لتحضير المحاليل	(4-3)
58	جهاز مجهر القوة الذرية	(5-3)
59	جهاز المجهر الإلكتروني الماسح الباعث للمجال	(6-3)
60	جهاز مطياف (UV-Visible 1800)	(7-3)
61	القناع الخاص بالقياسات الكهربائية (تأثير هول)	(8-3)
61	مخطط توضيحي لدائرة قياس تأثير هول الكهربائية	(9-3)
62	صور المقطع العرضي لعشاء (MgO) الرقيق	(1-4)

	النقي و غشاء $(\text{MgO})_{0.92}(\text{ZnS})_{0.08}$ الرقيق	
64	أنماط حيود الأشعة السينية لأغشية $(\text{MgO})$ الرقيقة النقية والمشوبة بنسب حجمية مختلفة من كبريتيد الزنك	(2-4)
69	صور (AFM) لغشاء $(\text{MgO})$ الرقيق	(3-4)
69	صور (AFM) لغشاء $(\text{MgO})_{0.98}(\text{ZnS})_{0.02}$ الرقيق	(4-4)
70	صور (AFM) لغشاء $(\text{MgO})_{0.96}(\text{ZnS})_{0.04}$ الرقيق	(5-4)
70	صور (AFM) لغشاء $(\text{MgO})_{0.94}(\text{ZnS})_{0.06}$ الرقيق	(6-4)
71	صور (AFM) لغشاء $(\text{MgO})_{0.92}(\text{ZnS})_{0.08}$ الرقيق	(7-4)
71	معدل الخشونة كدالة لنسب التشويب بـ $(\text{ZnS})$ لجميع الأغشية المحضرة	(8-4)
72	معدل الحجم الحبيبي كدالة لنسب التشويب بـ $(\text{ZnS})$ لجميع الأغشية المحضرة	(9-4)
74	صور (FE-SEM) ومخطط توزيع حجم الجسيمات لغشاء $(\text{MgO})$ الرقيق	(10-4)
75	صور (FE-SEM) ومخطط توزيع حجم الجسيمات لغشاء $(\text{MgO})_{0.98}(\text{ZnS})_{0.02}$ الرقيق	(11-4)
76	صور (FE-SEM) ومخطط توزيع حجم الجسيمات لغشاء $(\text{MgO})_{0.96}(\text{ZnS})_{0.04}$ الرقيق	(12-4)

77	صور (FE-SEM) ومخطط توزيع حجم الجسيمات لغشاء $(\text{MgO})_{0.94}(\text{ZnS})_{0.06}$ الرقيق	(13-4)
78	صور (FE-SEM) ومخطط توزيع حجم الجسيمات لغشاء $(\text{MgO})_{0.92}(\text{ZnS})_{0.08}$ الرقيق	(14-4)
79	مخطط تحليل (EDS) لغشاء (MgO) الرقيق	(15-4)
80	مخطط تحليل (EDS) لغشاء $(\text{MgO})_{0.98}(\text{ZnS})_{0.02}$ الرقيق	(16-4)
81	مخطط تحليل (EDS) لغشاء $(\text{MgO})_{0.96}(\text{ZnS})_{0.04}$ الرقيق	(17-4)
82	مخطط تحليل (EDS) لغشاء $(\text{MgO})_{0.94}(\text{ZnS})_{0.06}$ الرقيق	(18-4)
83	مخطط تحليل (EDS) لغشاء $(\text{MgO})_{0.92}(\text{ZnS})_{0.08}$ الرقيق	(19-4)
85	النفاذية كدالة للطول الموجي للأغشية المحضرة والعلاقة بين نسب التشويب وأعلى قيمة للنفاذية	(20-4)
86	الامتصاصية كدالة للطول الموجي للأغشية المحضرة	(21-4)
87	الانعكاسية كدالة للطول الموجي للأغشية المحضرة	(22-4)
88	معامل الامتصاص كدالة لطاقة الفوتون الساقط للأغشية المحضرة	(23-4)
89	فجوة الطاقة البصرية للأغشية المحضرة	(24-4)
90	قيم فجوة الطاقة كدالة لنسب التشويب بكبريتيد الزنك (ZnS) للأغشية المحضرة	(25-4)

91	طاقة اورياخ كدالة لطاقة الفوتون الساقط لجميع الأغشية المحضرة	(26-4)
92	طاقة اورياخ كدالة لنسب التشويب	(27-4)
93	معامل الانكسار كدالة لطاقة الفوتون الساقط للأغشية المحضرة	(28-4)
94	معامل الخمود كدالة لطاقة الفوتون الساقط للأغشية المحضرة	(29-4)
96	ثابت العزل الحقيقي كدالة لطاقة الفوتون الساقط للأغشية المحضرة	(30-4)
96	ثابت العزل الخيالي كدالة لطاقة الفوتون الساقط للأغشية المحضرة	(31-4)
99	المقاومية كدالة لنسب التشويب للأغشية المحضرة	(32-4)
99	معامل هول كدالة لنسب التشويب للأغشية المحضرة	(33-4)
100	تركيز حاملات الشحنة كدالة لنسب التشويب للأغشية المحضرة	(34-4)

### قائمة الجداول

الصفحة	عنوان الجدول	الرقم
8	بعض خصائص أكسيد المغنيسيوم (MgO)	(1-1)
10	بعض الخصائص الكيميائية والفيزيائية لكبريتيد الزنك (ZnS)	(2-1)



23	بعض عناصر أشباه الموصلات المفردة والمركبة	(1-2)
50	الصيغة الكيميائية والوزن الجزيئي والنقاوة والشركة المجهزة للمواد المستعملة في تحضير اغشية $(MgO)_{1-x}(ZnS)_x$ الرقيقة	(1-3)
53	النسب الحجمية المستعملة لمحلول التشويب	(2-3)
57	مواصفات جهاز حيود الأشعة السينية	(3-3)
63	سمك الأغشية الرقيقة المحضرة	(1-4)
65	بعض المعلمات البلورية لأغشية اوكسيد المغنسيوم (MgO) قبل وبعد عملية التشويب بكبريتيد الزنك $(MgO)_{1-x}(ZnS)_x$	(2-4)
69	قيم المعلمات التركيبية عند الاتجاه السائد (200) لعشاء (MgO) الرقيق النقي والعشاء $(MgO)_{0.92}(ZnS)_{0.08}$ الرقيق	(3-4)
72	بعض المعلمات الطوبوغرافية لأغشية $(MgO)_{1-x}(ZnS)_x$ الرقيقة	(4-4)
79	النسب الوزنية والذرية للعناصر في غشاء (MgO) الرقيق لتحليل (EDS)	(5-4)
80	النسب الوزنية والذرية للعناصر في غشاء $(MgO)_{0.98}(ZnS)_{0.02}$ الرقيق لتحليل (EDS)	(6-4)
81	النسب الوزنية والذرية للعناصر في غشاء $(MgO)_{0.96}(ZnS)_{0.04}$ الرقيق لتحليل (EDS)	(7-4)
82	النسب الوزنية والذرية للعناصر في غشاء $(MgO)_{0.94}(ZnS)_{0.06}$ الرقيق لتحليل (EDS)	(8-4)

83	النسب الوزنية والذرية للعناصر في غشاء (MgO) <sub>0.92</sub> (ZnS) <sub>0.08</sub> الرقيق لتحليل (EDS)	(9-4)
90	قيم فجوة الطاقة للدراسة الحالية وبعض الدراسات السابقة	(10-4)
92	قيم طاقة اوريباخ وما يقابلها من قيم فجوة الطاقة للأغشية المحضرة	(11-4)
97	بعض الخصائص البصرية للأغشية الرقيقة المحضرة	(12-4)
98	قياسات تأثير هول للأغشية الرقيقة المحضرة	(13-4)

### قائمة الرموز

الوحدة	المعنى	الرمز
Å	المسافة بين المستويات البلورية	$d_{hkl}$
-	عدد صحيح يمثل مرتبة الحيود	n
-	معاملات ميلر	hkl
Å	ثوابت الشبكة	a , c
nm	الطول الموجي	$\lambda$
nm	حجم البلوريات	D
Degree	زاوية حيود براك	$\theta_B$
Å <sup>3</sup>	حجم خلية الوحدة	V
Radian	عرض منحنى منتصف القمة (FWHM)	$\beta$

-	عامل التشكيل	$T_c$
$cm^{-2}$	كثافة الانخلاعات	$\delta$
$cm^{-2}$	عدد البلوريات لوحدة المساحة	$N_o$
nm	سمك الغشاء	t
$cm^{-1}$	معامل الامتصاص	$\alpha$
$eV/m^2.s$	شدة الشعاع الساقط	$I_o$
$eV/m^2.s$	شدة الشعاع النافذ	$I_t$
$eV/m^2.s$	شدة الشعاع الممتص	$I_A$
-	النفاذية	T
-	الامتصاصية	A
eV	طاقة الفوتون	h $\nu$
J.s	ثابت بلانك	h
eV	فجوة الطاقة البصرية	$E_g^{opt}$
-	معامل اسي يحدد نوع الانتقال	r
$cm^{-1}$	متجه الموجة	k
-	معامل الخمود	$k_o$
mol/L	المولارية	M
$g/cm^3$	كثافة مادة الغشاء	$\rho$
$m^2/C$	معامل هول	$R_H$

## قائمة المختصرات

المعنى	الاختصار
Chemical Spray Pyrolysis	CSP
X-Ray Diffraction	XRD
Joint Committee on Powder Diffraction Standards	JCPDS
Atomic Force Microscopy	AFM
Full Width at Half Maximum	FWHM
Root Mean Square	RMS
Field Emission Scanning Electron Microscopy	FE-SEM
Ultra Violet	UV

# الفصل الأول

المقدمة والدراسات السابقة

## (1-1) المقدمة

## (Introduction)

أن تقنية الأغشية الرقيقة إحدى أهم التقنيات التي أسهمت في دراسة وتطور أشباه الموصلات، ويطلق على طبقة أو عدة طبقات لذرات مادة ما ذات سمك أقل من (1000 nm) بالغشاء الرقيق [1]. تكون الأغشية الرقيقة مختلفة في خصائصها الفيزيائية عن خصائص المواد المكونة لها في حالتها الحجمية، حيث إن الغشاء الرقيق من مادة معينة إذا قمنا بتقليل سمكه بشكل كبير جداً إلى درجة النانومتر فسوف يكون شبه ثنائي الأبعاد لذلك يحدث تغير لمعظم الخصائص الفيزيائية للمادة بسبب المسافة القصيرة جداً بين حدي السطحين، والاختلاف الأساسي بين المواد عندما تكون في حالتها الرقيقة و حالتها السميكة هي في الواقع مرتبطة بحقيقة تأثير السمك في الخصائص الفيزيائية؛ إذ يكون مهماً في الحالة السميكة ويأخذ الغشاء خصائص الطبقة السميكة عندما يتجاوز السمك عتبة معينة [2]. ودائماً ما تحتاج الأغشية الرقيقة في تحضيرها إلى قاعدة مهما كانت الطريقة المعتمدة في تصنيع الغشاء أو الطبقة الرقيقة رغم أن في بعض الأحيان يمكننا فصل الغشاء الرقيق عن القاعدة؛ إذ إن هذه القاعدة تؤثر في الخصائص الفيزيائية للطبقة المترسبة فمثلاً لو وضعنا طبقتين رقيقتين مُصنعتين من المادة على قاعدتين مختلفتين أحدهما من الزجاج والأخرى من السليكون سنلاحظ اختلافاً كبيراً في خصائصهما الفيزيائية [3]. توجد تطبيقات عديدة للأغشية الرقيقة منها بصرية في صناعة المرايا والطلاءات العاكسة وغير العاكسة فضلاً عن التصوير وأجهزة الاستنساخ الضوئي وليزر أشباه الموصلات، ومنها الإلكترونية في صناعة وزيادة كفاءة الخلايا الشمسية والدوائر المتكاملة والحاسبات الرقمية [4].

شهدت الأغشية الرقيقة تقدماً هائلاً للعديد من العلماء منذ أكثر من قرن من الزمان، فعلى سبيل المثال أن العالمين (Benson and Grove) في عام (1852) تمكنوا من تحضير أغشية معدنية رقيقة باستعمال تقنية التفاعل الكيميائي، بينما استعمل العالم (Faraday) في عام (1857) طريقة التبخير الحراري (Thermal Evaporation) لتحضير غشاء رقيق، وقام العالم (Adams) بإعداد غشاء رقيق من السيلينيوم المرتبط بالبلاطينيوم في عام (1876) [5, 6].

## (2-1) طرائق تحضير الأغشية الرقيقة

## (Thin Films Preparation Methods)

مع تقدم العلم والتكنولوجيا أصبح هناك الكثير من طرائق تحضير الأغشية الرقيقة ولكل طريقة تحضير لها مزاياها الخاصة في تحديد دقة سمك وتجانس الغشاء لتحقيق الغرض المطلوب [7]. تُعد طريقة تحضير الغشاء مهمة للغاية لما لها من تأثير كبير على الخصائص الفيزيائية

للغشاء ويعتمد اختيار طريقة التحضير المناسبة على عدة عوامل منها نوع المادة المستعملة وطبيعة ونوع التطبيق وتكلفة التحضير حيث تتجه الانظار للطريقة التي تعطي نتائج عالية الدقة وفي الوقت نفسه تكون بسيطة وقليلة التكلفة مقارنة بالطرائق المعقدة الأخرى ذات المعدات الحديثة وغالية الثمن [8]. يوضح الشكل (1-1) مخطط لطرائق ترسيب الأغشية الرقيقة الشائعة [9].

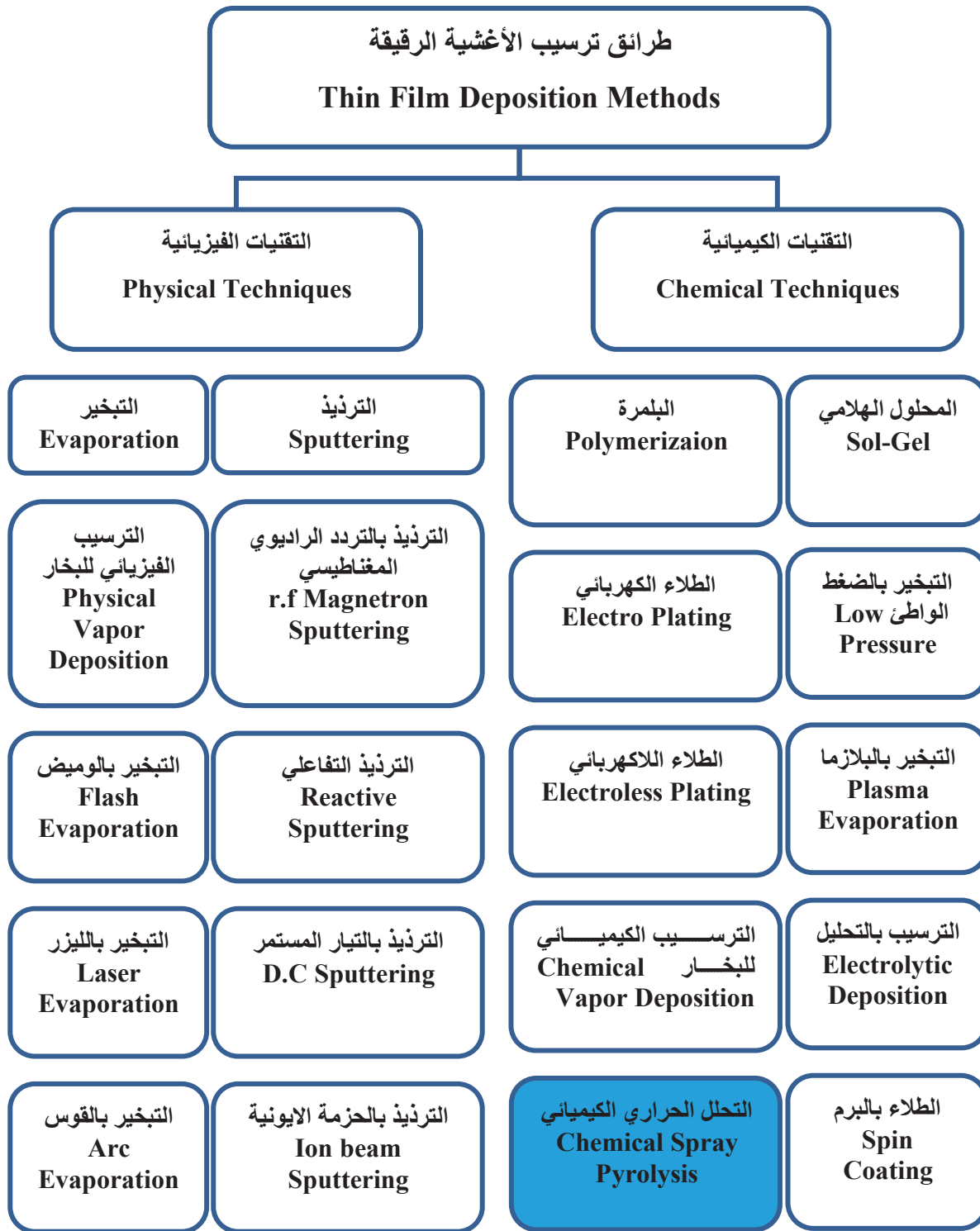
### (3-1) تقنية التحلل الحراري الكيميائي

#### (Chemical Spray Pyrolysis) (CSP)

نظرًا لتطور العلوم والتكنولوجيا والتطبيقات الواسع والمهمة في مجال الأغشية الرقيقة، فقد تم تطوير طرائق لإعداد الأغشية الرقيقة لذلك فإن اختيار الطريقة المناسبة للعمل تعتمد على عدة عوامل، من أهمها نوع المادة المستعملة، ومجال الاستعمال، وتكلفة التحضير. وأن أكثر الطرائق الكيميائية شيوعًا لتحضير الأغشية الرقيقة هي تقنية التحلل الحراري الكيميائي. وتتمثل هذه الطريقة في رش محلول من مادة الغشاء على قواعد ساخنة من الزجاج أو الكوارتز عند درجة حرارة معينة اعتمادًا على نوع المادة المستعملة. ونتيجة التفاعل الكيميائي الحراري بين ذرات المادة والقواعد الساخنة يتكون الغشاء الرقيق [10, 11].

من مزايا تقنية (CSP) [8, 12]:

- 1- طريقة اقتصادية في تجهيز الغشاء لقلة تكلفة الأجهزة المستعملة في تجهيز الغشاء.
- 2- تستعمل في تحضير الأغشية بمساحة أكبر مما توفره الطرائق الأخرى.
- 3- يمكن تحضير الغشاء من خليط مكون من مادتين أو أكثر بدرجات انصهار مختلفة.
- 4- تصلح لتحضير أكاسيد وكبريتات المواد.
- 5- ما يميز الأغشية المجهزة أن لها التصاق قوي بالقاعدة عند توفر الظروف المناسبة.
- 6- يمكن تحضير أغشية ذات خصائص فيزيائية عالية الثبات مع تغير درجة الحرارة.
- 7- لا حاجة لدرجات حرارة عالية أثناء الرش.
- 8- عملية الترسيب تكون ذات جودة عالية وموحدة نسبيًا.



الشكل (1-1): مخطط طرائق ترسيب الأغشية الرقيقة [9].



## (4-1) مراحل تكون الغشاء الرقيق

### (The Stages of Thin Film Formation)

أن البنية التركيبية في الأغشية الرقيقة لها صفات مميزة إذ إنها تتسم بدرجة كبيرة من التعقيد مقارنة مع المواد الكتلية سواء كانت أحادية التبلور أو متعددة التبلور، وذلك لأن الأغشية بشكل عام متكونة من تراكيب ذات حجوم حبيبية صغيرة جداً مما يؤدي إلى امتلاكها مناطق عدم انتظام وكثافة عيوب أكبر بكثير عند مقارنتها بالمواد الأخرى، وهناك عوامل أخرى تضيفها عملية التحلل الحراري الكيميائي تؤثر في البنية التركيبية وبداية نمو الغشاء للأغشية المحضرة منها مثلاً حجم القطرة وقطر فتحة جهاز الرش وكثافة توزيع القطرات على وحدة المساحة، أن هذه العوامل لها تأثير مباشر في البنية التركيبية وتجانس الغشاء وهذا ينعكس على الخصائص البصرية والكهربائية [13]. عملية ترسيب الأغشية الرقيقة تخضع إلى ثلاث خطوات رئيسية [13]:

1- إنتاج الأنواع الأيونية أو الجزيئية أو الذرية المناسبة.

2- نقل هذه الأنواع إلى القاعدة.

3- يتم التكتيف على القاعدة نفسها إما بشكل مباشر أو عن طريق تفاعل كيميائي أو كهروكيميائي من أجل تكوين الرواسب الصلبة، وهذه المرحلة الأخيرة غالباً ما تمر على أربع مراحل كما يلي [13]:

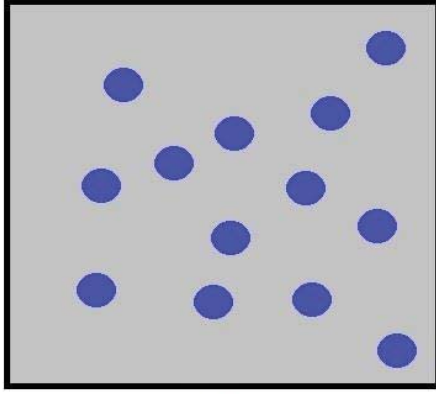
**المرحلة الأولى:** مرحلة تكوين النويات التي تعد الأساس التي يبنى عليها الغشاء الرقيق عليها وتدعى مرحلة التنوية والتي تتكون من انتقال الأيونات أو الجزيئات أو الذرات من مصدرها إلى قاعدة الترسيب وتتصف النويات الملتصقة بالقاعدة بصغر حجمها.

**المرحلة الثانية:** تبدأ نمو النويات التي يكون نموها بالأبعاد الثلاثة وبمحاذاة القاعدة وبسبب عملية الانتشار السطحي للذرات يكون النمو أفقياً أكثر من كونه عمودياً أن هذه الصفة مميزة لنمو الأغشية الرقيقة.

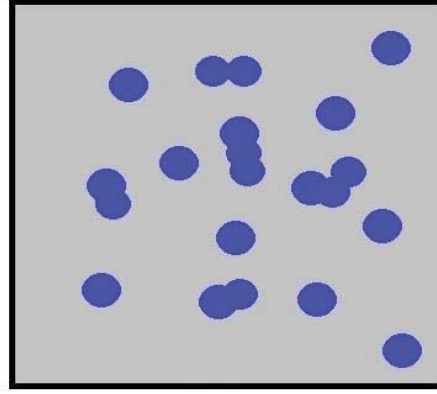
**المرحلة الثالثة:** تتصل النويات الواحدة بالأخرى مكونة جزر، أن عملية تكوين الجزر تتأثر بعدة عوامل منها (معدل الترسيب ودرجة حرارة قاعدة الترسيب وتوافر مواقع التنوية على سطح القاعدة).

**المرحلة الرابعة:** مرحلة التحام الجزر مع بعضها لتكوين الحدود الحبيبية الثابتة، وبالتالي تكوين بلورة أحادية التبلور إذا كانت الاتجاهات البلورية للجزر الملتحمة باتجاه واحد وباستمرار الجزر

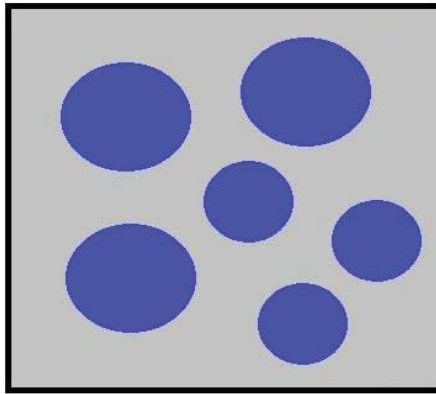
الملتحمة بالالتحام مع بعضها البعض يبدأ شكلها بالتغيير مكونة مناطق ضيقة تعرف بالقنوات، وبالاستمرار بعملية الترسيب تتلاشى هذه القنوات في النهاية وتختفي مكونة الغشاء، والشكل (2-1) يبين مراحل تكون الغشاء الرقيق [14].



1. عملية التنوية



2. عملية النمو



3. تكون الجزر



4. اتحاد الجزر وتكون الغشاء

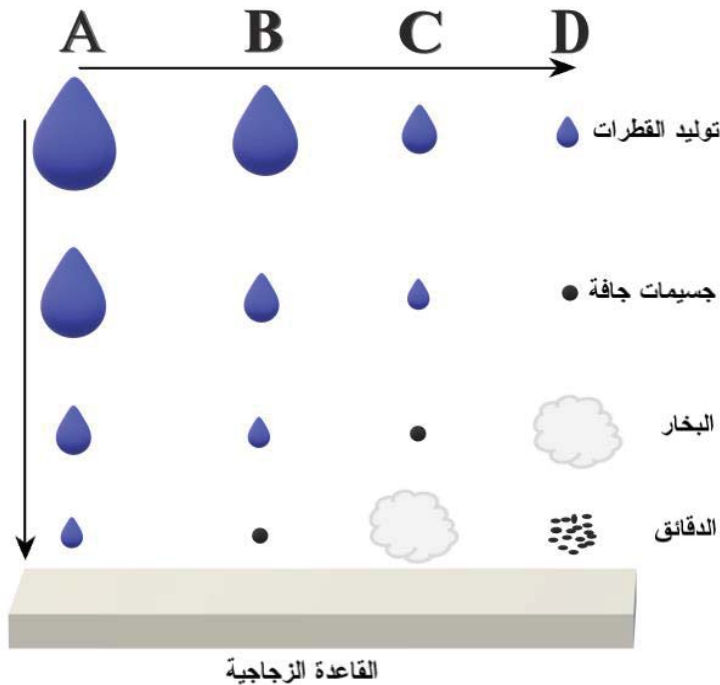
الشكل (2-1): مراحل تكون الغشاء الرقيق [14].

### (The Droplet Size Effect)

### (5-1) تأثير حجم القطرة

إن من العوامل المهمة في عملية تكوين الأغشية الرقيقة بتقنية التحلل الحراري الكيميائي هو حجم القطرات لمحلول المادة التي تنطلق من جهاز الرش (Nozzle) بسرعة معينة بشكل رذاذ وتصطدم بالقاعدة المسخنة بدرجة حرارة يحددها نوع المادة المستعملة، بعد ذلك تتم عملية التحلل الحراري الكيميائي بتبخر المحلول على سطح القاعدة وبالتالي يتم الحصول على الغشاء الرقيق [15]، وتوجد أربع حالات للتحلل اعتماداً على حجم القطرات المتكونة كما يأتي [16]:

1. **الحالة الأولى (A):** عندما يكون حجم القطرة كبيراً فإن الحرارة الممتصة تكون غير كافية لتبخير المحلول، وعندما تصطدم القطرة بالقاعدة يتكون راسب صلب بعد تبخر المذيب وانخفاض كبير ومفاجئ في درجة حرارة القاعدة وبالتالي الحصول على غشاء غير متجانس.
2. **الحالة الثانية (B):** في هذه الحالة يتحلل المحلول بصورة جزئية اذ تجف القطرات قبل وصولها إلى قاعدة الترسيب وبذلك تتكون مادة بشكل راسب.
3. **الحالة الثالثة (C):** هي الحالة الأمثل لعملية التحلل الحراري الكيميائي حيث يكون حجم القطرة بين المتوسط إلى الصغير وهذا يؤدي إلى تبخر المذيب قبل الوصول إلى القاعدة بقليل فتصل إليها الدقائق على شكل بخار للمادة، وبعدها يحدث التفاعل على سطح القاعدة ليتم الحصول على الغشاء المطلوب.
4. **الحالة الرابعة (D):** عندما يكون حجم القطرة صغيراً جداً سوف يحصل تبخر كامل للمحلول بعيداً عن قاعدة الترسيب، ونتيجة لذلك تتكون بلورات صغيرة ضعيفة الالتصاق بالقاعدة وتكون بشكل راسب يشبه المسحوق يعكر الغشاء، الشكل (1-3) يوضح حالات الترسيب اعتماداً على حجم القطرة المتكونة [17].

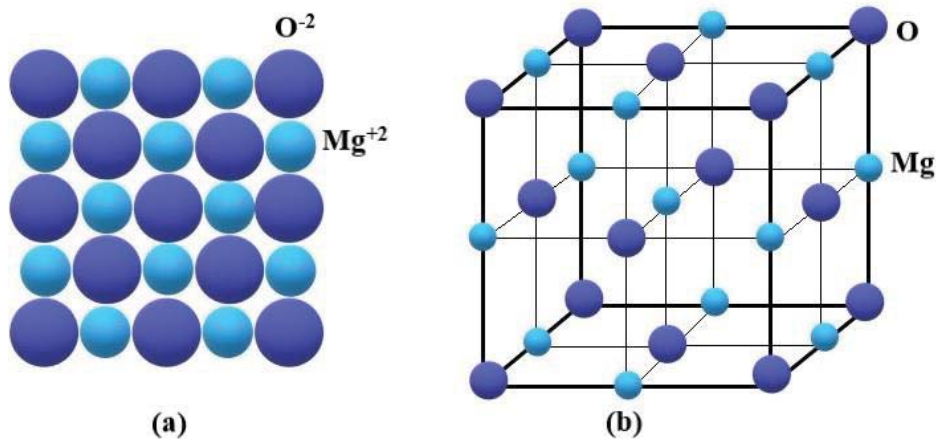


الشكل (1-3): حالات الترسيب اعتماداً على حجم القطرة المتكونة [17].

## (6-1) خصائص اوكسيد المغنيسيوم (MgO)

### (Magnesium Oxide Properties) (MgO)

المغنيسيوم عنصر كيميائي رمزه (Mg) وعدده الذري (12) وهو فلز قلوي ترابي ويقع في المجموعة الثانية من الجدول الدوري ثنائي التأكسد ( $Mg^{+2}$ ). ويأتي هذا العنصر بشكل مادة صلبة رمادية لامعة بالمعايير القياسية. يحتل المغنيسيوم المرتبة الثامنة من حيث الوفرة الطبيعية للعناصر في القشرة الارضية [18, 19]. في عام (1831) نجح الكيميائي الفرنسي (Antoine Bussy) في الحصول على المغنيسيوم النقي بأسلوب مخبري لكن بكميات كانت قليلة، بتسخين كلوريد المغنيسيوم بوجود الكالسيوم للاختزال. أن أوكسيد المغنيسيوم (MgO) يكون على شكل مسحوق ابيض اللون من مادة صلبة ايونية عالية التبلور ذات تركيب مكعب من نوع (FCC)، الشكل (4-1) يوضح التركيب البلوري لأوكسيد المغنيسيوم [20]، حيث يظهر في الشكل ايونات المغنيسيوم (12) في مركز الحواف للمكعب ويوجد ايون المغنيسيوم في مركز المكعب. يمتاز اوكسيد المغنيسيوم في الحالة المستقرة بثابت عزل ومعامل انكسار منخفضين، وينتمي إلى المجموعة الثانية من حالة التأكسد، وتزداد قابلية عناصر الدورة الواحدة على الاتحاد الاوكسجين من اجل تكوين الاوكسيدات في حالة التأكسد ( $1^+$ ) للعنصر الذي ينتمي إلى المجموعة الاولى وينتهي بحالة التأكسد ( $7^+$ ) للعنصر الذي ينتمي إلى المجموعة السابعة [21]. يوضح الجدول (1-1) بعض خصائص أوكسيد المغنيسيوم [21].



الشكل (4-1): التركيب البلوري لأوكسيد المغنيسيوم (MgO) [20]،  
(a) 2D, (b) 3D.

الجدول (1-1): بعض خصائص أكسيد المغنيسيوم (MgO) [21].

Property	Parameters	Values
<b>Physical</b>	Crystal type	Cubic
	Lattice energy (kJ/mole)	-3938
	Lattice constant (Å)	4.213
	Density Thin film (g/cm <sup>3</sup> )	3.585
	Boiling point (°C)	3600
	Melting point (°C)	2800
<b>Chemical</b>	Chemical formula	MgO
	Molecular weight (g/mol)	40.304
	Color	White
<b>Dielectric</b>	Dielectric constant	9.8
	Refractive index (550nm)	1.739
<b>Optical</b>	Optical band gap (eV)	7.2
	Transmission range (µm)	0.3–6
	Extinction coefficient	1.16×10 <sup>-4</sup>
	Absorption coefficient/cm (2µm)	0.05
	Reflection loss % (2µm)	12.8

### (7-1) تطبيقات اغشية أكسيد المغنيسيوم (MgO) الرقيقة

#### (Application of Magnesium Oxide Thin Films)

تستعمل اغشية أكسيد المغنيسيوم الرقيقة في كثير من التطبيقات الكهروضوئية، مثل الشاشات السائلة (Liquid Crystal) والطلاءات النافذة (Window Coating) ومتحسسات الغاز (Gas Sensors) ومحولات الطاقة (Ultra-Sonic Transducers) والمرابا الحرارية (Thermal Mirrors)، كما تستعمل في صناعة الترانزستورات [22].

## (8-1) الخصائص الكيميائية والفيزيائية لكبريتيد الزنك (ZnS)

### (Chemical and Physical Properties of Zinc Sulfide)(ZnS)

الكبريت عنصر كيميائي لا فلزي عدده الذري (16) ويرمز له بالرمز (S) ويقع ضمن عناصر الدورة الثالثة وفي المجموعة السادسة من الجدول الدوري، إذ يقع في المرتبة الثانية في نفس مجموعة الأوكسجين، بالتالي فهو من الكالكوجينات [23]، يمكن الحصول عليه من عدة مصادر مثل [24]:

1. **الثيوريا (Thiourea):** الصيغة الكيميائية  $(SC(NH_2)_2)$  وهي أكثر المصادر شيوعاً واستعمالاً ويستعمل في الأوساط القاعدية.

2. **ثيوسيتاميد (Thioacetamide):** الصيغة الكيميائية  $(CH_3(CSNH_2))$  ويستعمل في الأوساط القاعدية والحامضية القوية.

3. **ثنائي مثيل الثيوريا (Dimethyl Thiourea):** الصيغة الكيميائية  $(C_3H_8N_2S)$  ويكون أقل استعمالاً من الثيوريا.

4. **ثيوسلفات (Thiosulphate):** الصيغة الكيميائية  $(S_2O_3)$  وعادة يستعمل في الأوساط الحامضية الضعيفة.

الزنك هو عنصر كيميائي من الفلزات الانتقالية رمزه (Zn)، وعدده الذري (30)، ثنائي التأكسد  $(Zn^{+2})$ ، وهو العنصر الأول من المجموعة الثانية في الجدول الدوري، ويكون بشكل معدن لامع ابيض مزرق ويكون هش في درجات الحرارة المنخفضة ولكن عند  $100 - 150$  °C يصبح مرناً، ويشبه المغنيسيوم (Mg) في بعض خصائصه [25].

كبريتيد الزنك (ZnS) هو مسحوق أصفر اللون ويكون شفافاً او نصف شفاف ويتشكل بتركيبتين بلوريتين ( $\alpha$  Wurtzite and  $\beta$  Zincblende)، ويصنف ضمن أشباه الموصلات الثنائية، ويتكون من اتحاد الزنك من المجموعة الثانية مع الكبريت من المجموعة السادسة في الجدول الدوري بأصرة تساهمية [26, 27]، وكبريتيد الزنك أهمية كبيرة في مجال الأغشية الرقيقة لما له دور كبير في التكنولوجيا الكهروضوئية والاجهزة الإلكترونية [28]. الجدول (2-1) يوضح بعض الخصائص الكيميائية والفيزيائية لكبريتيد الزنك [29].

الجدول (2-1): بعض الخصائص الكيميائية والفيزيائية لكبريتيد الزنك (ZnS) [29].

Symbol	Color	Crystal Structure	Density (g/cm <sup>3</sup> )	M.Wight (g/mol)	Melting Point (°C)
ZnS	Yellow	Cubic Hexagonal	4.090	97.474	1850

### (9-1) تطبيقات اغشية كبريتيد الزنك (ZnS) الرقيقة

#### (Applications of Zinc Sulfide Thin Films)

كبريتيد الزنك هو من اشباه الموصلات المركبة ذات فجوة طاقة (3.72 eV) عند درجة حرارة الغرفة، وتحظى اغشية كبريتيد الزنك (ZnS) باهتمام كبير بسبب تطبيقاتها التكنولوجية المختلفة، اذ تستعمل في الخلايا الشمسية (Solar Cell) وأجهزة الإضاءة الإلكترونية (Electroluminescent) والثنائيات الباعثة للضوء (Light Emitting Diodes) وأجهزة الاستشعار البصرية (Optical Sensors) والليزر، كما يستعمل في مجسات الفلورسنت (Fluorescent Probes) والتطبيقات الطبية الحيوية (Biomedical) [28, 30].

## (Literature Review)

## (10-1) الدراسات السابقة

• حضر الباحث (Bazhan) وجماعته سنة (2013) اغشية (MgO) الرقيقة ودرسوا الخصائص التركيبية بإضافة مثبتات مختلفة من إيثانول أمين (Monoethanolamine) وأسيثيل أسيتون (Acetylacetone) بطريقة المحلول-هلام (Sol-Gel)، تم فحص الخصائص التركيبية والمورفولوجية والبصرية للأغشية المحضرة، وأظهرت نتائج حيود الأشعة السينية (XRD) قمم ضعيفة باتجاه (200)، وبينت صور المجهر الإلكتروني الماسح (SEM) أن الأغشية متجانسة وخالية من الشقوق، في حين أظهرت نتائج فحوصات أطياف (UV-vis) أن إضافة المثبتات يقلل من نفاذية الأغشية المحضرة [31].

• درس الباحث (Valanarasu) وجماعته سنة (2014) تحضير اغشية (MgO) الرقيقة بتقنية الطلاء الدوراني (Spin Coating) بزمن تليدين مختلف (6,12,18)h، تم فحص الخصائص التركيبية والمورفولوجية والبصرية للأغشية المحضرة، أظهرت نتائج فحوصات حيود الأشعة السينية (XRD) أن الأغشية المحضرة متعدد التبلور وذات تركيب مكعب واتجاه سائد (200) وأن حجم البلوريات يزداد بزيادة زمن التليدين، وبينت صور المجهر الإلكتروني الماسح (SEM) أن الغشاء الملدن عند (18 h) ذو سطح متجانس مع حبيبات بيضوية وكروية الشكل وأن الحجم الحبيبي للأغشية المحضرة يزداد بزيادة زمن التليدين ويكون ضمن المدى (200-250)nm، أما نتائج قياسات أطياف (UV-vis) ضمن الطول الموجي (400-800)nm فقد أظهرت أن قيم فجوة الطاقة كانت بحدود (3.81-3.93)eV إذ تزداد قيمتها بزيادة زمن التليدين [32].

• حضر الباحث (Frag) وجماعته سنة (2014) اغشية (MgO) الرقيقة على قواعد من الزجاج بتقنية التحلل الحراري الكيميائي وبدرجات حرارة مختلفة، وتم دراسة الخصائص التركيبية من خلال فحص حيود الأشعة السينية (XRD) إذ أظهرت النتائج زيادة طفيفة في حجم البلوريات مع زيادة درجة الحرارة وأن شدة القمم تزداد أيضا بزيادة درجة الحرارة، في حين بينت نتائج الفحوصات البصرية من خلال أطياف (UV-vis) أن نفاذية اغشية (MgO) الرقيقة تزداد بزيادة درجة الحرارة [33].

• درس الباحث (Płóciennik) وجماعته سنة (2016) اغشية (MgO) الرقيقة المرسبة بتقنية الاجتثاث بالليزر (Laser Ablation Technique) على قواعد من الكوارتز وبدرجات حرارة مختلفة (من درجة حرارة الغرفة إلى 600 °C)، تم فحص الخصائص



التركيبية من خلال استعمال حيود الأشعة السينية (XRD) بينت النتائج أن بزيادة درجة حرارة القاعدة زاد حجم البلوريات وانخفض أقصى عرض لمنتصف القمة (F $\square$  M) بشكل طفيف مع اتجاه سائد (111)، كما أظهرت نتائج الفحوصات البصرية من خلال اطياف (UV-vis) أن اغشية (MgO) الرقيقة المحضرة لها نفاذية (8 $\square$ ) ومع التلدين زادت النفاذية بشكل طفيف واصبحت (91 $\square$ ) [34].

• حضر الباحث (Diachen $\square$ ) وجماعته سنة (2016) اغشية (MgO) الرقيقة على قواعد من الزجاج بدرجات حرارة مختلفة °C (3 $\square$  420) بتقنية التحلل الحراري الكيميائي، تم دراسة الخصائص التركيبية والمورفولوجية والبصرية للأغشية المحضرة، اظهرت نتائج فحوصات حيود الأشعة السينية (XRD) أن الأغشية المحضرة ذات تركيب مكعب واتجاه سائد (111) و (200)، وبينت نتائج فحوصات مجهر القوة الذرية (AFM) أن خشونة سطح الأغشية المحضرة تقل بزيادة درجة الحرارة، وأظهرت نتائج صور المجهر الإلكتروني الماسح (SEM) أن الأغشية المحضرة ذات تراكيب نانوية، في حين اظهرت نتائج فحوصات اطياف (UV-vis) أن قيمة فجوة الطاقة تزداد بزيادة درجة الحرارة وتكون ضمن المدى (3.64 – 3.0)eV [35].

• درس الباحث (Mousa) وجماعته سنة (2016) تحضير اغشية (MgO) الرقيقة على قواعد من الزجاج بدرجات حرارة مختلفة °C (400, 450, 500) بتقنية التحلل الحراري الكيميائي، تم فحص الخصائص التركيبية والمورفولوجية والبصرية للأغشية المحضرة، اظهرت نتائج فحوصات حيود الأشعة السينية (XRD) أن الأغشية المحضرة ذات تركيب مكعب وبالمستويين (111) و (200) عند درجة حرارة (400°C)، في حين عند درجة حرارة (450°C) تظهر القمم للمستويات (111) و (220) و (311)، وعند درجة حرارة (500°C) تظهر القمم للمستويين (220) و (311)، بينت نتائج مجهر القوة الذرية (AFM) أن خشونة السطح للأغشية الرقيقة تقل بزيادة درجة الحرارة القاعدة، من خلال قياسات اطياف (UV-vis) وجد أن الأغشية المحضرة عند درجة حرارة (500°C) تمتلك أعلى نفاذية (96 $\square$ ) وأن قيم فجوة الطاقة تزداد بزيادة درجة الحرارة وكانت (4.25, 4.38, 4.5 $\square$ ) eV عند (400, 450. 500)°C على التوالي [36].

• حضر الباحث (Maiti) وجماعته سنة (2017) اغشية (MgO) الرقيقة والمشوبة بـ (Al<sup>3+</sup>) على قواعد من الكوارتز بطريقة (Sol-Gel)، تم فحص الخصائص التركيبية

والمورفولوجية والبصرية للأغشية المحضرة، بينت نتائج فحوصات حيود الأشعة السينية (XRD) أن الأغشية المحضرة ذات اتجاهين (200) و(001) وأن حجم البلوريات انخفض بعد التشويب بـ (Al<sup>3+</sup>)، وأظهرت صور نتائج المجهر الإلكتروني الماسح الباعث للضوء (SEM) أن الأغشية المشوبة لها بنية بلورية كثيفة بحجم بلوري يبلغ (100 nm)، ومن خلال فحوصات أطياف (FTIR) وجد أن فجوة الطاقة تزداد بعد التشويب وكانت بحدود (2.1 eV) للأغشية (SiO<sub>2</sub>) الرقيقة النقية أما الأغشية المشوبة كانت فجوة الطاقة تقترب من (2.2 eV) [37].

• تمكن الباحث Saritaş وجماعته سنة 2010 من ترسيب أغشية ZnO على ركائز من الزجاج بتقنية التحلل الحراري الكيميائي في درجة حرارة 300 °C، تم دراسة الخصائص التركيبية والمورفولوجية والبصرية للأغشية المحضرة، توضح قياسات حيود الأشعة السينية (XRD) أن أغشية ZnO ذات تركيب مكعب وأن جميع الأغشية المحضرة متعددة التبلور وأظهرت صور المجهر الإلكتروني الماسح الباعث للمجال (SEM) أنها ذات تراكيب نانوية. بينت نتائج فحوصات مجهر القوة الذرية (AFM) أن الأغشية المحضرة تمتلك حبيبات كثيفة ومتجانسة نسبياً، من خلال فحوصات أطياف FTIR- وجد أن أغشية ZnO و ZnO/SiO<sub>2</sub> و ZnO/TiO<sub>2</sub> الرقيقة تمتلك فجوة طاقة 3.2 eV، 3.0 eV، 3.3 eV على التوالي [38].

• تمكن الباحثان (Gökçe et al.) سنة (2018) من تحضير أغشية (SiO<sub>2</sub>) الرقيقة المشوبة بالكاديوم (Cd) على قواعد من الزجاج بطريقة التفاعل والامتزاز الطبقي الأيوني (SAA)، تم فحص الخصائص التركيبية والمورفولوجية والبصرية للأغشية المحضرة، أظهرت نتائج فحوصات حيود الأشعة السينية (XRD) أن الأغشية الرقيقة المحضرة لها تركيب مكعب وأن قيم حجم البلوريات كانت متباينة بعد عملية التشويب، بينت صور المجهر الإلكتروني الماسح (SEM) أن هناك تغير ملحوظ في تجانس سطح الأغشية بعد عملية التشويب، في حين بينت نتائج قياسات أطياف FTIR- أن فجوة الطاقة تساوي 3.3 eV بنسب تشويب مختلفة من 0% إلى 10% على التوالي، إذ انخفضت فجوة الطاقة عند التشويب بنسبة (10%) ومن ثم ازدادت مع زيادة نسبة التشويب بالكاديوم [39].

• تمكن الباحث [Sae] سنة [ ] من ترسيب أغشية [ ] الرقيقة والمشوبة بـ [ ] على قواعد من الزجاج بطريقة الطلاء الدوراني [Sae]، تم دراسة الخصائص التركيبية والمورفولوجية والبصرية، أظهرت نتائج فحوصات حيود الأشعة السينية [ ] أن جميع الأغشية المحضرة متعددة التبلور وأن حجم البلوريات انخفض بزيادة نسبة التشويب بـ [ ]، وبينت [ ] نتائج صور مجهر القوة الذرية [A] أن سطح الأغشية المحضرة يتكون من جسيمات كروية وأن خشونة السطح تزداد بزيادة نسبة التشويب بـ [ ]، أظهرت نتائج أطياف [ ]- [ ] أن فجوة الطاقة للأغشية المحضرة كانت ضمن المدى [ ] أي أنها انخفضت مع زيادة نسبة التشويب بـ [40].

• حضر الباحثان (Ge) سنة ( ) أغشية ( ) الرقيقة بسماكات مختلفة على قواعد من الزجاج بطريقة التفاعل والامتزاز الطبقي الأيوني (SA)، تم فحص الخصائص التركيبية والمورفولوجية والبصرية للأغشية المحضرة، توضح قياسات حيود الأشعة السينية ( ) أن الأغشية المحضرة لها تراكيب مكعبة باتجاه (200) و ( )، بينت صور المجهر الإلكتروني الماسح (S) أن جميع الأغشية تحتوي على تراكيب نانوية، ومن خلال نتائج قياسات أطياف ( )- ( ) وجد أنه عند زيادة سمك الأغشية المحضرة تقل قيم النفاذية وقيم فجوة الطاقة [ ]- [ ] [41].

• درس الباحثان [ ] سنة [ ] تحضير أغشية [ ] الرقيقة النقية والمشوبة بـ [ ] بطريقة ترديد الماغنترون [ ] و [ ] والملدنة بدرجة حرارة [ ]، تمت دراسة الخصائص التركيبية والمورفولوجية للأغشية المحضرة، أظهرت نتائج فحوصات حيود الأشعة السينية [ ] أن أغشية [ ] الرقيقة متعددة التبلور وقم الحيود تشير إلى أن الاتجاهات البلورية السائدة تكون للمستويين [ ] و [ ]، وقد أظهرت نتائج فحوصات مجهر القوة الذرية [A] أن خشونة سطح الأغشية المحضرة تقل بعد عملية التلدين، بينت صور فحوصات مجهر الإلكتروني الماسح [S] أن تراكيب سطوح الأغشية المحضرة تكون مسطحة وملاء [42].

• قام الباحث ( ) وجماعته سنة ( ) بتحضير أغشية ( ) الرقيقة على قواعد من الزجاج بتقنية التلطل الحراري الكيميائي بدرجات حرارة مختلفة ( )، تم فحص الخصائص التركيبية والمورفولوجية والبصرية للأغشية المحضرة، أكدت نتائج حيود الأشعة السينية ( ) أن الأغشية المحضرة ذات تركيب

مكعب واتجاه سائداً (□□)، بينت نتائج مجهر القوة الذرية (A□□) أن خشونة سطح الأغشية تزداد بزيادة درجة الحرارة، أظهرت صور المجهر الإلكتروني الماسح (S□□) أن الأغشية المحضرة تحتوي على حبيبات كروية، في حين أظهرت نتائج (□□-□□) أن أغشية (□□) الرقيقة تمتلك قيمتين من فجوة الطاقة الأولى في مدى  $e□(□□+□□)$  والثانية في مدى  $e□(□□+□)$  [43]. □

- تمكن الباحث (Taşer) وجماعته سنة (□□□) من تحضير أغشية (□□) الرقيقة والمشوبة بـ (□e) على قواعد من الزجاج بطريقة التفاعل والامتزاز الطبقي الأيوني  $S□□A□□$ ، تم إجراء الفحوصات التركيبية والمورفولوجية والبصرية، أظهرت نتائج فحوصات حيود الأشعة السينية (□□□) أن أغشية (□□) الرقيقة ذات تراكيب مكعبة تترتب بمستوى (200) و(□□)، بينت نتائج قياسات المجهر الإلكتروني الماسح (S□□) أن الأغشية الرقيقة كانت ذات بنية نانوية، ومن خلال فحوصات أطيف (□□-□□) تم حساب فجوة الطاقة للأغشية الرقيقة المحضرة النقية (□□) والأغشية المشوبة بـ (□e) وكانت بحدود  $(□□□□e□)$  و  $(□e□)$  على التوالي [44]. □

- حضر الباحثان  $S□□□□□□□□□□$  سنة (□□□□□□) أغشية  $□□□□□□$  و  $□□□□□□□□□□$  الرقيقة على قواعد من النحاس بتقنية الطلاء الدوراني  $S□□□□□□□□□□$ ، تم دراسة الخصائص التركيبية والمورفولوجية للأغشية المحضرة، من خلال فحص حيود الأشعة السينية  $□□□□□□$  أظهرت النتائج أن أغشية  $□□□□□□$  ذات تركيب مكعب متعدد التبلور وأن حجم البلوريات يزداد بزيادة عدد طبقات  $S□□□□□□$  في أغشية  $□□□□□□□□□□$  الرقيقة، بينت نتائج قياسات مجهر القوة الذرية  $A□□□$  أن خشونة السطح للأغشية المحضرة كانت متباينة [45]. □

- درس الباحث (Taşer) وجماعته سنة (□□□) تأثير تشويب أغشية (□□) الرقيقة بالكروم (□□) والمحضرة على قواعد من الزجاج بطريقة التفاعل والامتزاز الطبقي الأيوني (S□□A□□)، تم فحص الخصائص التركيبية والمورفولوجية والبصرية للأغشية المحضرة، أظهرت نتائج فحوصات حيود الأشعة السينية (□□□) أن جميع الأغشية المحضرة لها تراكيب مكعبة ومستويات (□□) و(□□)، وتشير نتائج فحوصات المجهر الإلكتروني الماسح (S□□) أن جميع الأغشية المحضرة لها تراكيب نانوية، وبينت نتائج فحوصات

اطياف (e-UV) أن فجوة الطاقة انخفضت مع زيادة نسبة التشويب بـ (ppm) من (eV) إلى (eV) [46]. □

• قام الباحث (Taşer) وجماعته سنة (2021) بتحضير أغشية (SnO<sub>2</sub>) الرقيقة المشوبة بـ (Al) بتقنية التحلل الحراري الكيميائي بدرجة حرارة (1000 °C) على قواعد من الزجاج، تم إجراء الفحوصات التركيبية والمورفولوجية والبصرية للأغشية المحضرة، أظهرت نتائج حيود الأشعة السينية (XRD) التحضير الناجح للأغشية (SnO<sub>2</sub>) الرقيقة، وتشير نتائج قياسات المجهر الإلكتروني الماسح (SEM) أن مورفولوجيا سطح أغشية (SnO<sub>2</sub>) الرقيقة تتغير بشكل كبير وتكون أكثر تجانس مع تراكيز التشويب بـ (Al)، ومن خلال فحوصات اطياف (e-UV) وجد أن النفاذية للأغشية المحضرة تتناقص مع زيادة نسبة التشويب كما أن فجوة الطاقة تساوي (eV) لغشاء (SnO<sub>2</sub>) الرقيق ومع زيادة نسبة التشويب تنخفض إلى (eV) [47]. □

• تمكن الباحث (Aouf) وجماعته سنة (2021) من تحضير أغشية (SnO<sub>2</sub>) الرقيقة بسماكات مختلفة على قواعد من الزجاج بتقنية المحلول-هلام (Sol-Gel)، تم دراسة الخصائص التركيبية والمورفولوجية والبصرية للأغشية المحضرة، أظهرت نتائج فحوصات حيود الأشعة السينية (XRD) أن الأغشية المحضرة متعدد التبلور وذات تركيب مكعب بالاتجاهين (100) و(110)، وبينت نتائج صور المجهر الإلكتروني الماسح (SEM) أن سطح الأغشية المحضرة يكون أكثر تجانسا بزيادة السمك كما أن الحجم الحبيبي يزداد بزيادة سمك الأغشية، أظهرت نتائج قياسات أطياف (e-UV) أن قيم النفاذية تقل وفجوة الطاقة تزداد من (eV) إلى (eV) للأغشية المحضرة بزيادة السمك [48]. □

• حضر الباحث (Taşer) وجماعته سنة (2021) أغشية (SnO<sub>2</sub>) الرقيقة المشوبة بالنيكل (Ni) على قواعد من الزجاج بطريقة التفاعل والامتزاز الطبقي الأيوني (SbA-Sol-Gel)، تم فحص الخصائص التركيبية والمورفولوجية والبصرية للأغشية المحضرة، بينت فحوصات حيود الأشعة السينية (XRD) أن الأغشية المحضرة تمتلك تراكيب مكعبة والاتجاهين (100) و(110) وأن حجم البلوريات تغير بعد إضافة شوائب (Ni)، أظهرت نتائج المجهر الإلكتروني الماسح (SEM) أن الأغشية المحضرة متجانسة وذات تركيب الجدران النانوية (SnO<sub>2</sub>)، أوضحت نتائج قياسات أطياف (e-UV) أن قيم النفاذية تناقصت وفجوة الطاقة انخفضت من (eV) إلى (eV) مع زيادة تراكيز مادة التشويب (Ni) [49]. □

• تمكن الباحث SENASLAN وجماعته سنة ٢٠٠٠ من ترسيب أغشية  $\text{SiO}_2$  الرقيقة على قواعد من السليكون والزجاج بتقنية التريذ بالتردد الراديوي  $\text{RF-PECVD}$  وتم تلدين الأغشية عند درجة حرارة  $400^\circ\text{C}$  لمدة ١٢٠ دقيقة، تمت دراسة الخصائص التركيبية والمورفولوجية والبصرية للأغشية المحضرة، وأظهرت نتائج فحوصات حيود الأشعة السينية  $\text{XRD}$  قمم سائدة عند الاتجاهين  $111$  و  $200$ ، بينت صور فحوصات المجهر الإلكتروني الماسح  $\text{SEM}$  أن تراكيب الأغشية المحضرة نانوية وبشكل كروي ثم تتحول إلى شكل هرمي بعد عملية التلدين، ومن خلال الفحوصات أطياف  $\text{FTIR}$  - لاحظ أن أغشية المحضرة ذات فجوة طاقة تتراوح بين  $eV$  و  $eV$  [50].

## (Aim of The Study)

## (11-1) هدف الدراسة

تهدف الدراسة الحالية إلى تحضير أغشية نانوية من مادة اوكسيد المغنيسيوم (□ □) النقي والمشوب بكبريتيد الزنك (□□S) على قواعد من الزجاج بدرجة حرارة □□□□□□□□ بتقنية التحلل الحراري الكيميائي (□S□) لغرض دراسة تأثير التشويب بكبريتيد الزنك □□S□ على الخصائص التركيبية والبصرية والكهربائية للأغشية المحضرة، وذلك سعياً للحصول على أغشية رقيقة متجانسة وامكانية تحسين صفاتها الفيزيائية في منطقة الطيف المرئي والمنطقة تحت الحمراء القريبة لما تمتاز به هاتان المنطقتان من تطبيقات عملية في مجال تصنيع الخلايا الشمسية والكواشف.