رقم الترتيب:
رقم التسلسل:

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة الشهيد حمة لخضر الوادي
كلية التكنولوجيا

مذكرة تخرج

لنيل شهادة ماستر أكاديمي

ميدان: علوم وتكنولوجيا

شعبة: هندسة الطرائق

تخصص: هندسة كيميائية

الموضوع

مقارنة تحضير جزيئات أكسيد الزنك وطرق التوصيف

من إعداد الطلبة
شكيمة علي
رحال منير
زومالي معمر

اشراف الدكتور
عبد المجيد قرام

نوقشت يوم 25 /2022/09 من طرف لجنة المناقشة:

د. بوغزال عبد السلام	أستاذ محاضر	رئيسا	جامعة الوادي
د. بن ميه عمار	أستاذ محاضر	مناقشا	جامعة الوادي
د. قرام عبد المجيد	أستاذ محاضر	مؤطرا	جامعة الوادي

الموسم الجامعي: 2022/2021

شكر وتقدير

ربي أوزعني أن اشكر نعمتك التي أنعمت على وعلى والدي

تتسابق الكلمات وتتزاحم العبارات لتنظم عقد الشكر الذي يستحقه

جميع من ساعدني في انجاز هذا العمل

الشكر لله تعالى الذي ألهمني الإرادة والسير والمثابرة لإتمام هذا العمل

اعترافا بالفضل وتقديرا للجميل أتوجه بالشكر وخالص الامتنان

إلى الأستاذ "**قرام عبد المجيد**".

لموافقته على تقييم هذا العمل

لا أنسى والداي وأفراد عائلتي على مساهمتهم ودعمهم وصبرهم

شكرا لكم جميعا.

علي شكيمة. منير رحال. معمر زمالي

اهداء

بكل احترام أريد أن أعرب عن إمتناني لمن شببت عليه الدنيا فكان الأمل

الى من كان لي منبع الحنان الصافي ومورد الهوى الكافي إليك :**أبي**

الى من عشقت عمري أخجل من دمعتها

الى من حملتني ثقلا ووضعتني كرها وأرضعتني حبا إليك **أمي**

الى من شاركني طعم الأيام ورافقني على مر أعوام إخوتي

الى زملائي و أصدقائي في كل مشواري الدراسي

الى كل من علمني حرف أ وقدم لي القلم

أخيرا، أهدي هذه الذكرى لأولئك الذين يحبونني وخاصة أولئك الذين أحبهم

فهرس المحتويات

فهرس المحتويات III
قائمة الجداول VI
قائمة الأشكال VII
مقدمة 9
الفصل الأول: 4
خصائص أكسيد الزنك 4
1- مفهوم أكسيد الزنك: 4
2- الخصائص الفيزيائية والكيميائية للأكسيد الزنك: 4
2-1- الخصائص الفيزيائية: 4
2-1-1- الخصائص البلورية: 4
2-1-2- الخصائص الضوئية: 5
2-1-3- الخصائص الكهربائية: 6
الخصائص المجهرية: 7
2-2- الخصائص الكيميائية: 8
3- تطبيقات أكسيد الزنك: 9
3-1- الخلايا الشمسية: 9
3-2- محسسات الغاز: 9
3-3- الثنائيات الباعثة للضوء: 10
3-4- الوقاية من الإشعاعات فوق البنفسجية: 11

الفصل الثاني: طرق تحضير أكسيد الزنك

تمهيد: 13
1- طرق تحضير أكسيد الزنك: 13
1-1-الطرق الفيزيائية: 13
1-1-1- التوضع الفيزيائي لطور البخاري: 13
1-1-2- التبخير تحت الفراغ: 14
1-1-3- الاقتلاع بالليزر: 14

1-1-4- الرش المهبطي: 15
1-2- الطرق الكيميائية: 16
1-2-1- التوضع الكيميائي للأبخرة: 16
1-2-2- الترسيب الكيميائي للأبخرة تحت ضغط منخفض: 17
1-2-3- تقنية المحلول الهلامي: 18
1-2-4- الرش بالانحلال الحراري: 20
1-2-5- طريقة الدوران: 22
1-2-6- طريقة التدفق: 22
1-2-7- طريقة ترسيب الطبقات الذرية: 23

الفصل الثالث:طرق وتقنيات الكشف عن أكسيد الزنك

تمهيد 25
1- طرق وتقنيات الكشف عن أكسيد الزنك: 25
1-1 -انعراج الاشعة السينية: 25
1-1-1- مبدأ انعراج الاشعة السينية: 25
1-1-2- جهاز انعراج الأشعة السينية: 26
1-2-تحديد الخصائص البنيوية باستعمال الاشعة السينية: 27
1-3-التحليل الطيفي للأشعة المرئية وفوق البنفسجية: 27
1-4-التحليل الطيفي الأشعة تحت الحمراء: 28
1-4-1- مبدأ عمل مطيافية الأشعة تحت الحمراء: 29
1-4-2- مطياف الأشعة تحت الحمراء: 30
2- مبدأ عمل المجهر الإلكتروني الماسحSEM 31

الجزء التطبيقي

الفصل الرابع: التحضير والتشخيص الطرق والوسائل-النتائج والمناقشة

1- مفهوم جسيمات النانو 35
2- طرق تحضير جسيمات النانو 35
3- التجربة 36
3-1- التوليف الاخضر الجسيمات النانوية لمستخلص النعناع 36

تحضير المستخلص 36
3-2- التوليف الاخضر للجسيمات النانوية لأكسيد الزنك عن طريق مستخلص النعناع....37
4- النتائج والمناقشة.....38
4-1- الاشعة تحت الحمراء.....38
4-2- حيود الاشعة السينية 39
4-3- طيف الأشعة فوق البنفسجية.....40
الخلاصة.....42
الخاتمة العامة..... 43
قائمة المراجع 45
الملخص.....

قائمة الجداول

الجدول (2): الخصائص الضوئية لاكسيد الزنك 5
الجدول (3): يبين بعض الخصائص الكهربائية لأكسيد الزنك 7
الجدول (4): يوضح نتائج الأشعة تحت الحمراء 39
الجدول (5): يوضح نتائج حيود الاشعة السينية 39

قائمة الأشكال

الشكل (2): رسم توضيحي للبنية البلورية لاكسيد الزنك..... 4
الشكل (3): يوضح فجوة الطاقة المباشرة لأكسيد الزنك 6
الشكل (4): الانتقالات الالكترونية والانتقال المباشر والانتقال غيرالمباشر 7
الشكل (5): مختلف البنيات المجهرية لأكسيد الزنك..... 8
الشكل (6): يوضح مظهر أكسيد الزنك..... 8
الشكل (7): الهيكل الأساسي للخلية الشمسية. 9
الشكل (8): مبدأ عمل محساس الغاز. 10
الشكل (9): رسم تخطيطي على أساس طبقات من أنصاف النواقل. 10
الشكل (10): طرق تحضير أكسيد الزنك..... 13
الشكل (11): يوضح التوضع الفيزيائي لطور البخاري..... 14
الشكل (12): رسم يوضح مبدأ الاقتلاع بالليزر 15
الشكل (13): رسم توضيحي لطريقة الرش المهبطي..... 16
الشكل (14): رسم يوضح مبدأ تقنية التوضع الكيميائي للأبخرة..... 17
الشكل (15): رسم توضيحي يوضح ترسيب الاغشية الرقيقة بطريقة البخار الكيميائي..... 18
الشكل (16): رسم تخطيطي يصف تشكيل الشريحة اثناء عملية الطلاء بالغمس..... 19
الشكل (17): رسم توضيحي يوضح طريقة الطرد المركزي..... 20
الشكل (18): رسم تخطيطي يوضح عملية الترسيب بواسطة الرش بالانحلال الحراري..... 20
الشكل (19): حالات الترسيب المختلفة اعتمادا على حجم القطرة المتكونة 21
الشكل (20): رسم تخطيطي يوضح عملية التغطية بالدوران 22
الشكل (21): رسم تخطيطي يوضح عملية التغطية بالتدفق 23
الشكل (22): رسم تخطيطي يوضح عملية ترسيب الطبقات الذرية..... 23
الشكل (23): مخطط يوضح انعراج الأشعة السينية على المستويات البلورية 25
الشكل (24): رسم تخطيطي يوضح الية انعراج الأشعة السينية..... 26
الشكل (25): جهاز انعراج الاشعة السينية المستخدم..... 26
الشكل (26): رسم تخطيطي لمطياف الأشعة فوق البنفسجية 28
الشكل (27): طيف النفاذية لأكسيد الزنك غير مطعم..... 28
الشكل (28): مطياف الأشعة تحت الحمراء..... 29
الشكل (29): امتصاص الأشعة تحت الحمراء..... 30

الشكل (30): رسم تخطيطي يوضح مطياف الأشعة تحت الحمراء 30
الشكل (31): طيف الاشعة تحت الحمراء لأغشية الزنك 31
الشكل (34): طرق تحضير جسيمات النانو 35
الشكل (35): نبتة النعناع 36
الشكل (36): مستخلص النعناع 36
الشكل (37): تخليق جسيمات أكسيد الزنك 37
الشكل (38): مخطط لعملية تخليق الجسيمات النانوية لأكاسيد الزنك 38
الشكل (39): أطياف الأشعة تحت الحمراء للجسيمات النانوية لأكاسيد الزنك 38
الشكل (40): أنماط حيود الاشعة السينية لجسيمات الزنك النانوية 39
الشكل (41): الطيف المرئي للأشعة فوق البنفسجية لمعالجة ازرق ميثيلان 40
الشكل (42): الانحلال الضوئي في فترات زمنية 41

مقدمة

مقدمة:

يعود الاهتمام الكبير بتقنية النانو إلى نهاية القرن العشرين، حيث أثبت الدراسات البحثية في هذا المجال ان سلوك المادة على هذا النطاق تؤدي إلى خصائص أساسية جديدة، مما فتح آفاق وتطبيقات هامة في جميع مجالات العلوم خاصة الطب. ومن بين هذه المواد جسيمات أكسيد الزنك النانوية حيث أثبت الدراسات الأخيرة ان لهم عدة تطبيقات هامة في التشخيص والعلاج في المجال الطبي . بالإضافة إلى تطبيقات أخرى كالتحفيز الضوئي .... وغيرها...

ونضرا لأهمية اكسيد الزنك ارتأينا لطرق تحضيره وخصائصه وكذلك طرق الكشف عنه والسؤال المطروح في هذه الدراسة ما هي أهم طرق تحضيره وما هي خصائصه وطرق الكشف عنه ؟

حيث اشتملت دراستنا هذه على أربعة فصول منهم ثلاثة فصول نظرية الأول تطرقنا فيه إلى خصائص أكسيد الزنك منها الخصائص البلورية والخصائص الضوئية والكهربائية.....

والفصل الثاني الذي درسنا طرق تحضير أكسيد الزنك منها الفيزيائية والكيميائية وطريقة الكيمياء الخضراء بالإضافة للفصل الثالث طرق وتقنيات الكشف عن أكسيد الزنك.

وكذلك هناك فصل للجزى العملي يتناول طريقة تحضير أكسيد الزنك بواسطة الكيمياء الخضراء عن طريق تحضير مستخلص نبتة النعناع وضحنا فيها الطرق والوسائل وكذا مناقشة النتائج المتحصل عليها.

يتواجد أكسيد الزنك في الطبيعة على شكل زنكيت أي أكسيد الزنك الأحمر يحتوي غالبا على المنغنيز وشوائب أخرى تمنحه لونا يتغير من الأصفر حتى الأحمر. غير أن أغلب الكميات المستعملة من أكسيد الزنك يتم إنتاجها مخبريا أو صناعيا في معامل معدة. يحتل أكسيد الزنك مكانة خاصة بين أنصاف النواقل ذات الحزمة الممنوعة الكبيرة.

في الواقع بدأت البحوث حول الأكسيد عام 1929 ولكن خلال العشر سنوات الأخيرة كان هناك اهتمام بالغ بهذا الأكسيد ونشرت ومازالت تنشر حوله بحوث كثيرة جدا نظرا لخصائصه المبهرة وسهولة التعامل معه وبالخصوص إمكانية استعماله في كثير من التطبيقات التكنولوجية الحديثة. نورد بعض الخصائص الأساسية لأكسيد الزنك.

بعض الخصائص الأساسية لأكسيد الزنك:

1) المظهر صلب-ابيض
2) الرائحة عديم الراحة
3) الكتلة المولية 81.38 g/mol
4) معامل الانكسار2.0041
5) البنية البلورية غالبا ما يتبلور في Wurtzite
6) الشكل الهندسي رباعي السطوح
7) الفجوة 3.3 eV

الفصل الأول:

خصائص أكسيد الزنك

سنقدم في هذا الفصل معلومات عامة عن أكسيد الزنك المنتمي إلى عائلة الأكاسيد الناقلة الشفافة ونعدد أهم الخصائص البنيوية، الكهربائية، الضوئية .....

1- مفهوم أكسيد الزنك:

أكسيد الزنك النقي مركب صلب أبيض، يصفر عند التسخين بسبب التشوهات الشبيكية وهو مادة غير سامة بعكس مركبات الكادميوم، لا يذوب في الماء والكحول ويذوب في (حامض الخليك، الحوامض المعدنية، الامونيا، كربونات الامونيوم والهيدروكسيدات القلوية) لذا فهو أكسيد أمفوتيري [3].

تعتمد المختبرات في تحضير أكسيد الزنك كيميائيا على حرق عنصر الزنك في الهواء أو بواسطة التهشم الحراري لكربوناته أو نتراته [3].

2- الخصائص الفيزيائية والكيميائية للأكسيد الزنك:

2-1- الخصائص الفيزيائية:

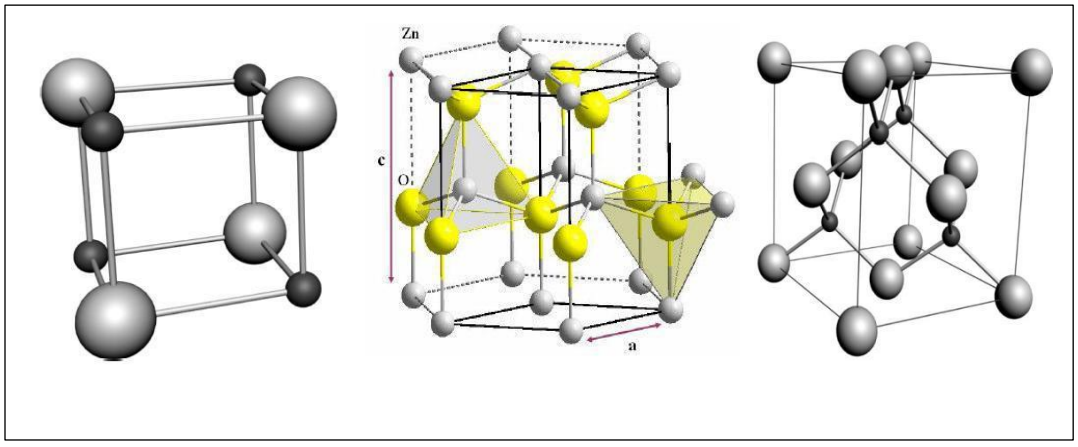
2-1-1- الخصائص البلورية:

قد يتواجد اكسيد الزنك في الطبيعة على شكل مسحوق او الكريستال الصلب، ويمكن ان يكون التركيب البلوري لأكسيد الزنك على ثلاثة انواع من الهياكل بالاعتماد على شروط التضوع وهي:

ا- الهيكل المكعب، وهو غير مستقر ويظهر تحت الضغط العالي.

ب-بنية سداسية، مستقرة في ظل الظروف العادية.

ج-هيكل الملح الصخري، الذي يظهر تحت ضغوط عالية جدا. [4]



الشكل (2): رسم توضيحي للبنية البلورية لاكسيد الزنك [4]

2-1-2- الخصائص الضوئية:

أكسيد الزنك هو مادة شفافة ذات قرينة انكسار في شكله الصلب أما حالة الطبقات الرقيقة فيتراوح معامل انكساره بين 1.9و2.2 بحيث يختلف معامل الانكسار والامتصاص تبعا لظروف انتاج هذه الطبقات [4] [5] كما انه يمتلك نفاذية عالية في المنطقة المرئية وانعكاسية جيدة في المنطقة تحت اذ أن معامل امتصاصه في الطيف المرئي [6].

بالإضافة الى أن خاصية الشفافية لأكسيد الزنك تظهر هذه المادة ايضا خاصية الاضاءة بتأثير طاقة الشعاع الضوئي الاعلى من الفاصل الطاقي لأكسيد الزنك حيث يتم انبعاث للفوتونات من

أكسيد الزنك هذه الفوتونات عموما في الطول الموجي 550نانومتر القريب من الضوء الأخضر ويمكن تلخيص الخصائص في الجدول التالي:

الجدول (2): الخصائص الضوئية لاكسيد الزنك [7]

العزل ثابت	$\varepsilon \perp = \mathbf{7.8}$ $\varepsilon // = \mathbf{8.7}$
104 cm-1	معامل الامتصاص
1.8-1.9	معامل الانكسار 560 nm
معامل الانكسار 590 nm	2.013-2.029
النفاذية $500<\lambda<2500$	90% <

يمكن تفسير الخصائص الضوئية لمادة ما من خلال تفاعل الضوء الموجة الكهرومغناطيسية مع المادة بالأحرى الكترونات المادة.

يحدث امتصاص تام للموجة الكهرومغناطيسية التي تتفاعل مع نصف الناقل إذا كانت الطاقة المرتبطة بالموجة الكهرومغناطيسية قادرة على نقل الالكترونات من حزمة التكافؤ إلى حزمة النقل أي إذا كانت هذه الطاقة على الأقل تساوي عرض الحزمة الممنوعة. أكسيد الزنك هو مادة شفافة له معامل انكسار يساوي 2 [8]. يعتبر جزء من عائلة الأكاسيد النصف ناقلة والشفافة التي تتميز بامتصاص فوري للشعاعات فوق البنفسجية ذات الطاقة العالية لشفافية الضوئية لأكسيد الزنك في المناطق المرئية والقريبة من الأشعة تحت الحمراء للطيف الشمس ي هي نتيجة لحزمته الممنوعة الواسعة. العتبة الأساسية للامتصاص لأكسيد الزنك تقع في مجال الإشعاعات فوق البنفسجية.

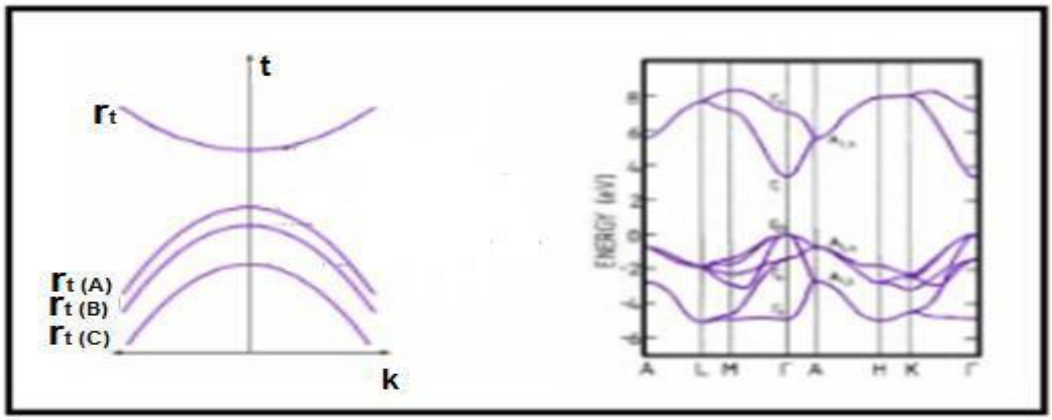
2-1-3- الخصائص الكهربائية:

حافة الامتصاص فجوة الطاقة لأكسيد الزنك:

ان الزيادة السريعة الحاصلة عندما تكون طاقة الاشعاع الممتص مساويا تقريبا لفجوة الطاقة تسمى بحافة الامتصاص الأساسية وهي تسمية مشتركة لجميع المواد شبه الموصلة، حيث تتراوح فجوة الطاقة لأكسيد الزنك بين وبعض المواد قد لا تظهر حافة امتصاص عند قيمة فجوة طاقة،وبهذا سيكون نوعان من الانتقالات بين حزمة الطاقة في اشباه المواصلات [9].

الانتقالات المباشرة

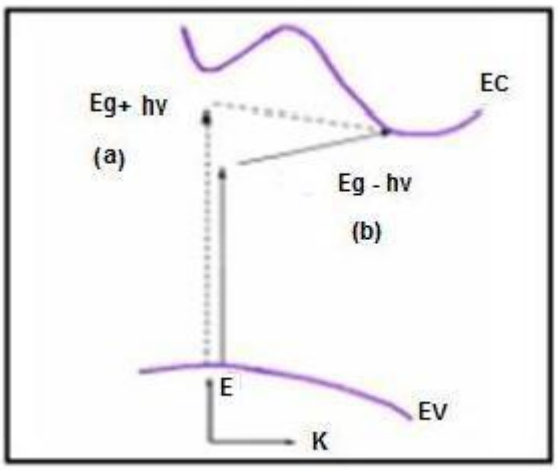
عندما ينتقل الالكترون من قمة حزمة التكافؤ الى قعر حزمة التوصيل عند النقطة نفسها في الفضاء هذا النوع من الانتقال يسمى الانتقال المباشر المسموح وعندما يكون الالكترون من المناطق المجاورة الى مناطق الانتقال المباشر المسموح مع بقاء شرط تغيرقيمة المتجه [9].



الشكل (3): يوضح فجوة الطاقة المباشرة لأكسيد الزنك [9]

الانتقالات غير المباشرة:

يحصل الانتقال الغير المباشر للإلكترونات عند عدم تطابق طاقتي قمة حزمة التكافؤ وقعر حزمة التوصيل في فضاء متجه الموجة حيث يكون الانتقال بين نقطة في حزمة التكافؤ وأية نقطة من حزمة التوصيل وبصورة غير عمودية وبذلك ستكون قيمة متجه



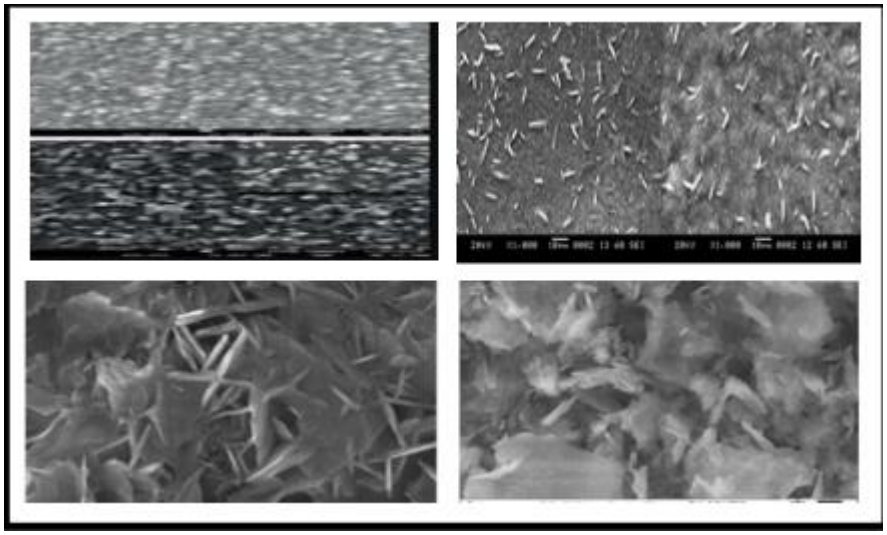
الشكل (4): الانتقالات الالكترونية والانتقال المباشر والانتقال غيرالمباشر [10]

الجدول (3): يبين بعض الخصائص الكهربائية لأكسيد الزنك [11]

مباشرة	طبيعة الفاصل الطاقي
3.4eV	عرض الفاص الطاقي
3,34 eV± 0,02	ض الفاصل لطاقي عند K^0300
N	نوع التوصيل
0,28 m0	الكتلة الفعالة للالكترونات
0,6 m0	الكتلة الفعالة للثقوب
BCالكثافة عند	3,71.1018 cm-3
BVالكثافة عند	1,16.1019 cm-3
2,2. 107 cm.s-1	سرعة الحرارية للالكترونات
1,5. 107 cm.s-1	السرعة الحرارية للثقوب
106 Ω.cm	المقاومية القصوى

الخصائص المجهرية:

تظهر البنية المجهرية لأكسيد الزنك أن له عدة أشكال وهذا بعد رؤيتها بالمجهر الإلكتروني الماسح مثل قضبان نانوية..... وترجع هذه الإختلافات إلى عدة عوامل وهي عملية الإشابة، طرق الترسيب ومدة الترسيب... [12-13-14].



الشكل (5): مختلف البنيات المجهرية لأكسيد الزنك [12] [13] [14].

2-2- الخصائص الكيميائية:

1- أكسيد الزنك هو مادة صلبة بلون أبيض بدون رائحة ونكهة مريرة التالي يظهر مظهره في الشكل التالي:

الشكل (6): يوضح مظهر أكسيد الزنك

2- يحتوي أكسيد الزنك على هيكلين محتملين: سداسي ومكعب، ولكن البلورات السداسية هي الأكثر شيوعًا. يبلغ الوزن الجزيئي للمركب 81.38 جم/مول وكثافة 5.606 جم

3- درجة انصهارها هي 1975 درجة مئوية.

4- هو أكسيد مذبذب يمكن أن يذوب في الأحماض أو القلويات من خلال التفاعلات

$$ZnO + 2H+ \rightarrow \text{الزنك} + 2 + H2O$$
$$ZnO + 2OH- \rightarrow \text{الزنك} + 2 + H2O$$

5- أكسيد الزنك غير قابل للذوبان في الماء.

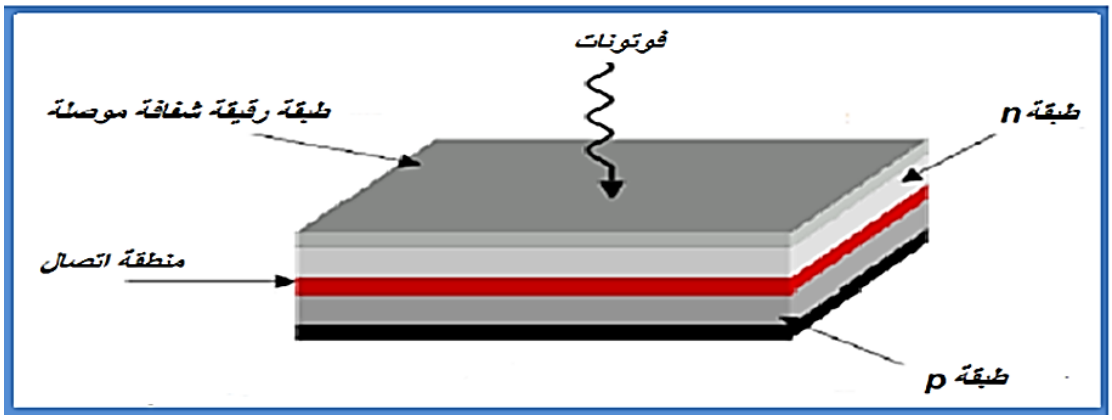
6- تنتج القابلية للذوبان المنخفضة التي تنتجها المحاليل المائية المحايدة في الأس الهيدروجيني يتفاعل بعنف مع غبار الألمنيوم والمغنيسيوم مسبباً خطر الحريق والانفجار.

7- المخاليط الحميمة من أكسيد الزنك والمطاط المكلور مع أو بدون الهيدروكربونات أو المذيبات المكلورة تتفاعل بعنف، حتى بشكل متفجر عند تسخينها.

3- تطبيقات أكسيد الزنك:

3-1- الخلايا الشمسية:

الخلايا الشمسية هي أنظمة تتكون من مواد نصف ناقلة لها القدرة على تحويل ضوء الشمس إلى طاقة كهربائية ويعود ذلك إلى تأثير الضوء على هذه المواد. حيث يتم امتصاص الضوء الساقط على هذه الخلايا فتنتقل الالكترونات من حزمة التكافؤ إلى حزمة النقل كما هو موضح في الشكل التالي. تتحسن كفاءة أو مردودية هذه الخلايا من خلال توسيع مساحة السطح الفعال وزيادة التفاعل مع الضوء. علاوة على ذلك يمكننا توسيع طيف الامتصاص من خلال التطعيم بعناصر مناسبة وبالتالي يمكن تحسين مردود هذه الخلايا [15].

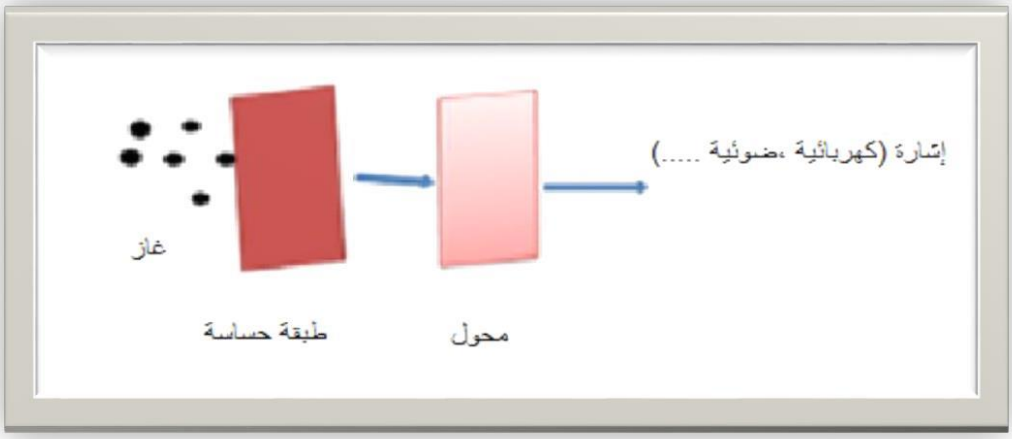


الشكل (7): الهيكل الأساسي للخلية الشمسية [16].

3-2- محسسات الغاز:

هي أجهزة تتكون أساسا من أنصاف النواقل تقوم بالكشف على الغازات وذلك اعتمادا على تأثير التفاعل غاز وصلب وبشكل خاص على امتصاص جزيئات الغاز على السطح مسببة تغيرا في المقاومة الكهربائية أو خصائص ضوئية للجهاز أي قرينة الانكسار [17-18]. في وجود غازات معينة يمكن أن تتغير المقاومية الكهربائية بشكل كبير بسبب طبيعة الغاز المحيط.

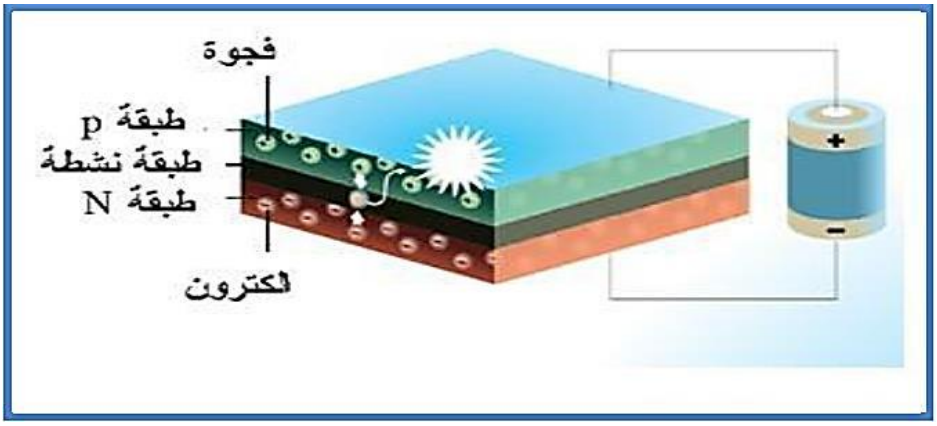
وتستخدم أجهزة كشف الغازات المركبة مصنوعة من أكسيد الزنك على غرار أول أكسيد الكربون [19].



الشكل (8): مبدأ عمل محساس الغاز [20].

3-3- الثنائيات الباعثة للضوء:

يتكون الثنائي الباعث للضوء من عدة طبقات من الأكاسيد الشفافة التي يتم فيها تحويل الطاقة الكهربائية مباشرة إلى ضوء حيث يدخل أكسيد الزنك في تطبيقات الثنائيات الباعثة في اللون الأزرق بشكل خاص لأنه يتميز بطاقة إثارة عالية، مبدأ انبعاث الضوء في هذا LEDهو انتقال الالكترونات بفعل تطبيق جهد كهربائي فيحدث أن تلتحم هذه الإلكترونات والثقوب مرسلة ضوءا بطول موجي معين كما هو موضح في الشكل [21]



الشكل (9): رسم تخطيطي على أساس طبقات من أنصاف النواقل.

3-4- الوقاية من الإشعاعات فوق البنفسجية:

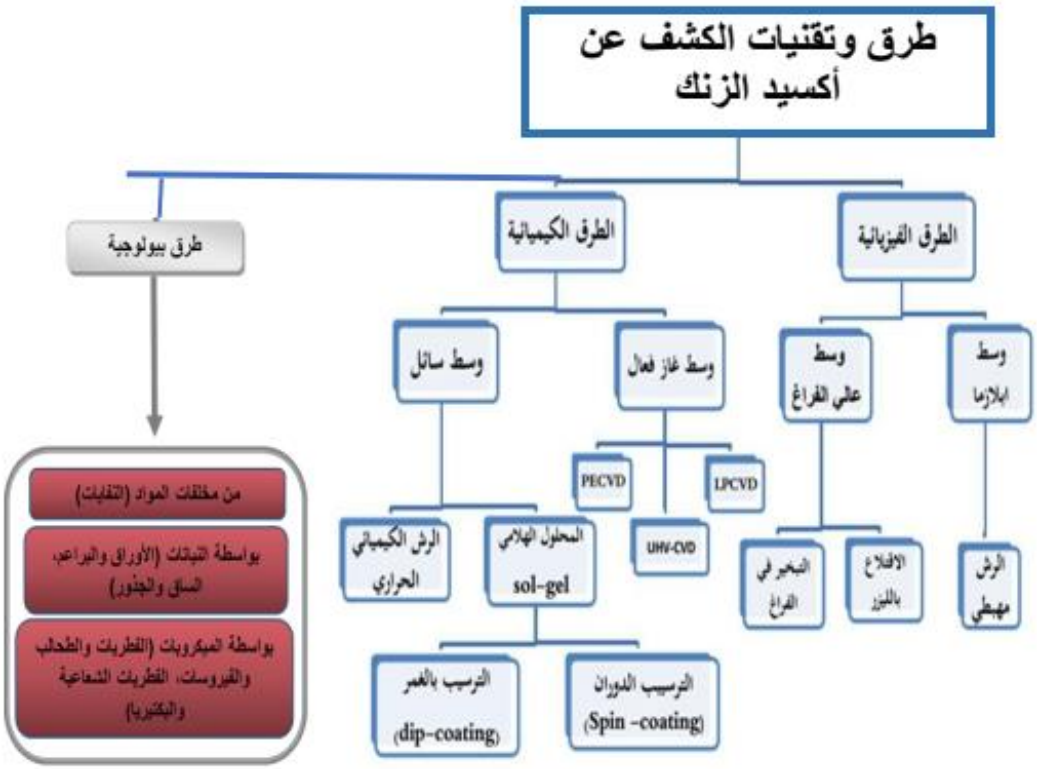
يمتلك الأكسيد القدرة على امتصاص الإشعاعات التي تحمل طاقة عالية مما تسمح له أن يكون مرشحا جيدا لاستعماله للوقاية من الإشعاعات فوق البنفسجية الواردة من الشمس والتي تشكل خطرا على الإنسان بسبب الطاقة العالية التي تحملها خصوصا في بعض الأوقات من الصيف وفي بعض الفترات من اليوم لذلك يدخل الأكسيد في تصنيع مراهم الوقاية من أشعة الشمس.

الفصل الثاني:
طرق تحضير أكسيد الزنك

تمهيد:

سنقدم في هذا الفصل اهم طرق تحضير أكسيد الزنك الا وهي الطرق الفيزيائية والطرق الكيميائية والبيولوجية.

1- طرق تحضير أكسيد الزنك:



الشكل (10): طرق تحضير أكسيد الزنك.

1-1- الطرق الفيزيائية:

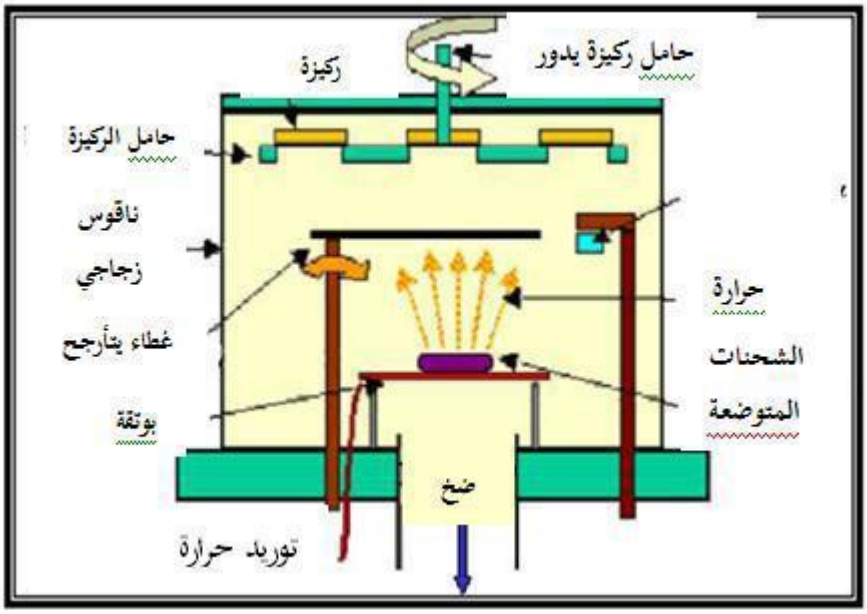
يمكن استخدام الطرق الفيزيائية على مجموعة من المواد بما في ذلك أشباه الموصلات. وتوجد عدة طرق منها:

1-1-1- التوضع الفيزيائي لطور البخاري:

التوضع الفيزيائي لطور البخاري لها العديد من المزايا مقارنة بالتوضع الكيميائي على سبيل المثال الأفلام التي يتم الحصول عليها عن طريق الترسيب الفيزيائي للأبخرة كون أكثر كثافة ويتم التحكم في عملية التوضع بسهولة كما أنها لا تسبب التلوث الجوي مقارنة بتقنية التضوع الكيميائي [22].

1-1-2- التبخير تحت الفراغ:

هذه التقنية هي ببساطة تبخر او تسامي المواد المراد توضع الطبقة الرقيقة منها، حيث توضع هذه المواد تحت ضغط جد منخفض ودرجة حرارة مرتفعة وذلك لاستخدام فعل جول أو عن طريق حزمة الكترونات ذات طاقة عالية أو بواسطة الاستحثات حسب طبيعة ذوبان المادة. بمجرد تبخر هذه الاخيرة يتم تكثيفها على ركيزة لتشكل الطبقة الرقيقة المطلوبة [23].



الشكل (11): يوضح التوضع الفيزيائي لطور البخاري [24]

ومن مساوئ هذه التقنية [25]:

- طبقات المتوضعة تكون ضعيفة الالتصاق
- تحتاج الى طاقات عالية
- المواد المستعملة يجب ان تكون لديها نقطة انصهار عالية
- الطبقات قد تكون ملوثة من خلال التفاعل مع البوتقة

1-1-3- الاقتلاع بالليزر:

حيث تعتمد على تركيز شعاع الليزر ذو شدة عالية من خلال نافذة الغرفة على سطح هدف كبير فيمتص هذا الاخير الشعاع جزئيا. انطلاقا من كثافة الموجهة الى الهدف كمية كبيرة من المواد تحرج منه شكل بخار كثيف ومضيئ فيشكل سحاب بلازما بحيث تعتمد عتبة كثافة طاقة هذه الاخيرة من مادة الهدف وخصائص مادة الليزر مثل الطول الموجي ومدة النبض. والركيزة في هذه التقنية تقع على بعد بضع سنتمترات من مادة الهدف وبوضعية موازنة له، والمواد المنتزعة تتكثف على الركيزة حيث يتم الحصول

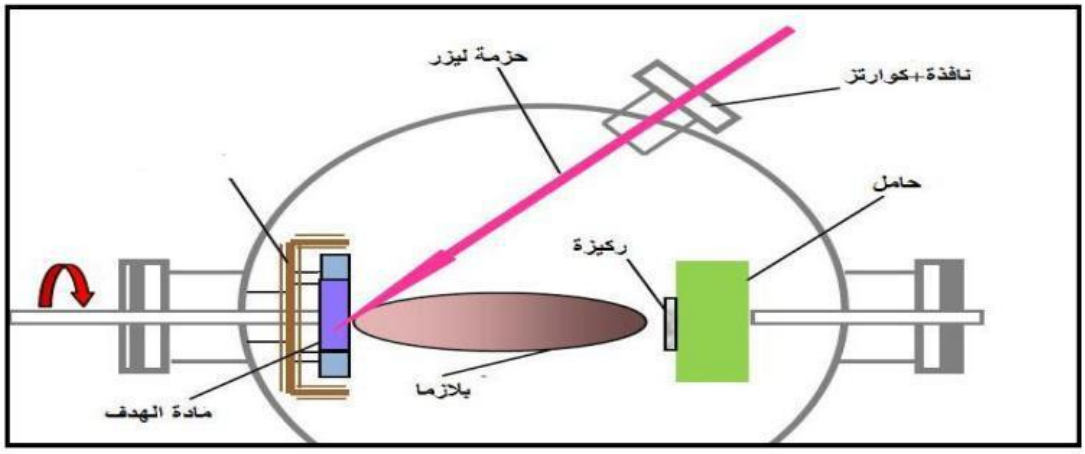
على طبقة بعد نبضات متتالية. وخلال عملية النمو يمكن ادخال غاز محايد أو تفاعلي في الغرفة والذي يمكن ان يؤثر على نمو الطبقة، كما يمكن تسخين الركيزة ايضا اثناء النمو لجلب طاقة اضافية للمواد المكثفة وبتالي تحفيز تبلور الطبقة الرقيقة [25].

تقنية الاقتلاع بالليزر لها العديد من المزايا المتمثلة في:

1. امكانية استخدام اهداف صغيرة
2. الالتصاق الجيد
3. لا تتطلب اي مصدر للحرارة المسببة للتلوث داخل الغرفة
4. بساطة تنفيذها

اما عيوبها فتتمثل في:

- تتطلب دقة عالية في التعامل مع الليزر
- التكلفة عالية [26]

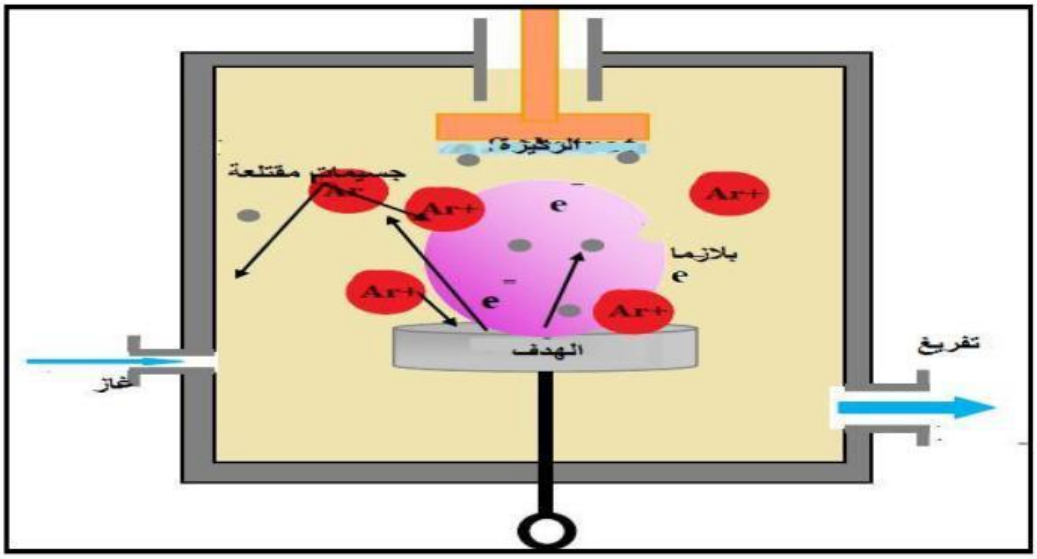


الشكل (12): رسم يوضح مبدأ الاقتلاع بالليزر [27]

1-1-4- الرش المهبطي:

يتثمل في اقتلاع ذرات مادة الهدف عن طريق قذفها بأيونات ناتجة عن التفريغ الكهربائي للغاز المستخدم غازا خاملا وثقيلا كغاز الارغون، تثبت مادة الهدف على المهبط الذي يحمل جهدا سالبا بالنسبة للمصعد وموازيا له تفصل بينهما مسافة بضع سنتمترات.

إذا كان الضغط المطبق بين اللبوسين يتراوح بين 1الى 100 باسكال تتسارع الايونات الطاقوية تحت تأثير الحقل الكهربائي الناتج متجهة نحو المهبط فتتصادم مع مادة الهدف ويتبادلان كمية الحركة فيما بينهما، ينتج عن ذلك اقتلاع ذرات محايدة كهربائيا تتوضع على الركيزة مشكلة طبقة رقيقة [28].



الشكل (13): رسم توضيحي لطريقة الرش المهبطي [27]

من ايجابيات هذه الطريقة:

الترسب تحت اجواء المراقبة

اما سلبياتها فتتمثل في:

- التكلفة العالية في تركيب جهاز الرش المهبطي
- بطء عملية الترسيب [29]

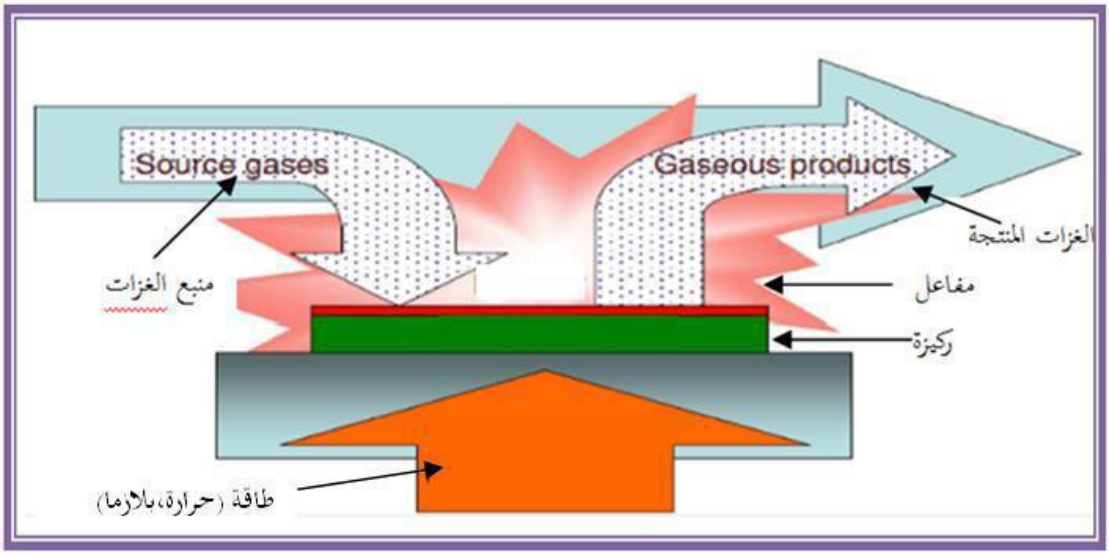
2-1- الطرق الكيميائية:

تعتمد هذه الطرق على تحضير الأغشية للمواد من محاليلها أو محاليل مركبة ،من هذه الطرق[30]

1-2-1- التوضع الكيميائي للأبخرة:

أول من استخدام في هذه التقنية كان سنة 1983 لتوضع التنغستين من اجل المصابيح المتوهجة [31]

فهذه التقنية تشير لنا من خلال اسمها غلى انها تشكل طبقة على ركيزة انطلاقا من التفاعلات الكيميائية بين المكونات المستخدمة في اشكالها الغازية وذلك عن طريق طاقة التنشيط. هذا التفاعل يتطلب توريد الحرارة من الركيزة سواء بفعل جول، الحث، الاشعاع الحراري أو الليزر [24].



الشكل (14): رسم يوضح مبدأ تقنية التوضع الكيميائي للأبخرة

تستخدم هذه الطريقة في عدد كبير من المجالات نذكر منها الاستعمال الكبير في مجال انصاف النواقل. ففي هذه الطريقة تتفاعل الغازات كيميائيا مع سطح الركيزة المسخنة من اجل تكوين طبقة رقيقة صلبة على سطح الركيزة، ومن أجل تنشيط التفاعل الكيميائي يجب ان تكون درجة حرارة الركيزة من بين 500و2000 درجة حسب طبيعة المادة المسربة. [32]

عموما تتضمن هذه المنظومة ثلاث اجزاء رئيسية هي[31]:

-جهاز تغذية المكونات الغازية

-مفاعل الترسيب وهو نوعان مفاعلات الجدار الساخن ومفاعلات الجدار البارد

-جهاز الاسترجاع / اعادة تدوير الغاز

كما أن هذه الطريقة تتطلب درجة حرارة عالية لتلبية احتياجات التفاعل .. طاقة التنشيط.. بينما الاحتياجات الصناعية تفضل درجات الحرارة المنخفضة، لهذا تحتاج هذه الطريقة بعض التحسينات لتخفيض درجة الحرارة نذكر منها [32]

1-2-2- الترسيب الكيميائي للأبخرة تحت ضغط منخفض:

التوضع يتم تحت ضغط منخفض كما انه يوجد هناك نوعان من المفاعلات:

الترسب الكيميائي للأبخرة بواسطة البلازما:

تستخدم هذه الطريقة البلازما لضمان تنشيط التفاعل الكيميائي وهذا يسمح بالترسيب في درجات حرارة منخفضة نسبيا 300 درجة وبالتالي تنقص العيوب البلورية الناتجة عن التبريد، من عيوب عدة

الطريقة هو امكانية تفاعل البلازما مع الركيزة بالتالي الحصول على شريحة غير متجانسة مع طول الركيزة.

الترسيب الكيميائي للأبخرة في الفراغ العالي:

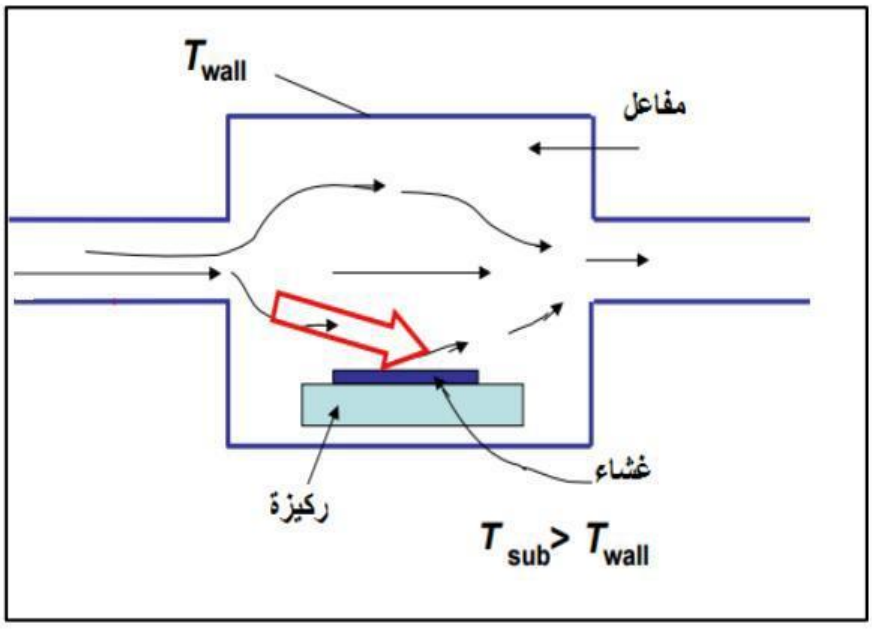
في هذه الحالة ترسيب الطبقات يكون تحت ضغط اقل من 10 باسكال [33]

من ايجابيات هذه التقنية:

- تمكين تبلور الطبقات الرقيقة دون اللجوء الى عملية التلدين.
- القدرة على التحكم في الطبقة المرسبة خلال عملية الترسيب.
- انتاج شرائح موحدة السنك وممتازة الالتصاق.

اما من سلبيات هذه التقنية: [33]

- درجة حرارة تنشيط التفاعل عالية
- اعطاء الشرائح غير نقية بصفة كبيرة وهذا نتيجة وجود بقايا من الغازات المتفاعلة للشرائح السابقة.



الشكل (15): رسم توضيحي يوضح ترسيب الاغشية الرقيقة بطريقة البخار الكيميائي [34]

1-2-3- تقنية المحلول الهلامي:

المبدأ الاساسي لهذه التقنية يتمثل في ترسيب طبقة رقيقة صلبة انطلاقا من محلول سائل وذلك عن طريق مجموعة من التفاعلات الكيميائية عند درجة حرارة الغرفة [35]. حيث تتم عملية الترسيب في ثلاث خطوات هي [35]:

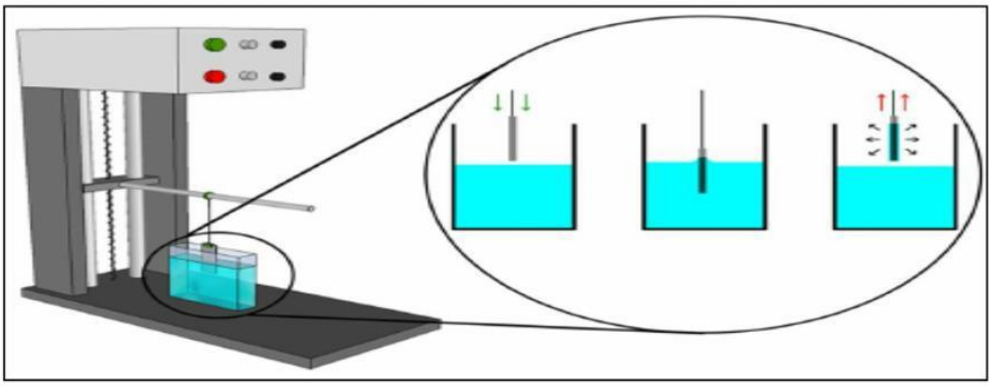
تحليل محلول التوضع

- تشكيل طبقات رقيقة
- معالجة حرارية

وهناك عدة طرق يمكن استعمالها لترسيب طبقات بتقنية هلام – سائل ومن بينها طريقتين اساسيتين هما:

الترسب بالغمس:

مبدأ عمل هذه الطريقة يتمثل في غمس الركيزة في محلول تسحبه بسرعة ثابتة تم تجفف الركيزة في الهواء فنتحصل على طبقة ذات طبيعة هلامية، وأخيرا تخضع لعملية المعالجة الحرارية لإعطاء طبقة صلبة ذات نوعية جيدة. كما هو موضح في الشكل الاتي:



الشكل (16): رسم تخطيطي يصف تشكيل الشريحة اثناء عملية الطلاء بالغمس

الترسب بالطرد المركزي:

تعتمد هذه الطريقة على دوران الركيزة بسرعة عالية مع صب المحلول الهلامي قطرة بقطرة فتتوزع مادة الترسيب على الركيزة بفعل قوة الطرد المركزي، ويمكن تعديل في سمك الطبقة وذلك من خلال التحكم في سرعة الدوران والتسارع ولزوجة المحلول الهيامي.

في كلتا الحالتين تبخر المذيب يكون سريعا والخطوة الاخيرة لكلا الطريقتين هي نفسها، بحيث تتم المعالجة الحرارية للطبقة لضمان ازالة كاملة للمذيب، ويتمثل الدور الاساسي لهذه المعالجة في خفض العيوب البلورية وبالتالي تحسين الاغشية من ناحيتي النفاذية والتبلور [36].

من ايجابياتها:

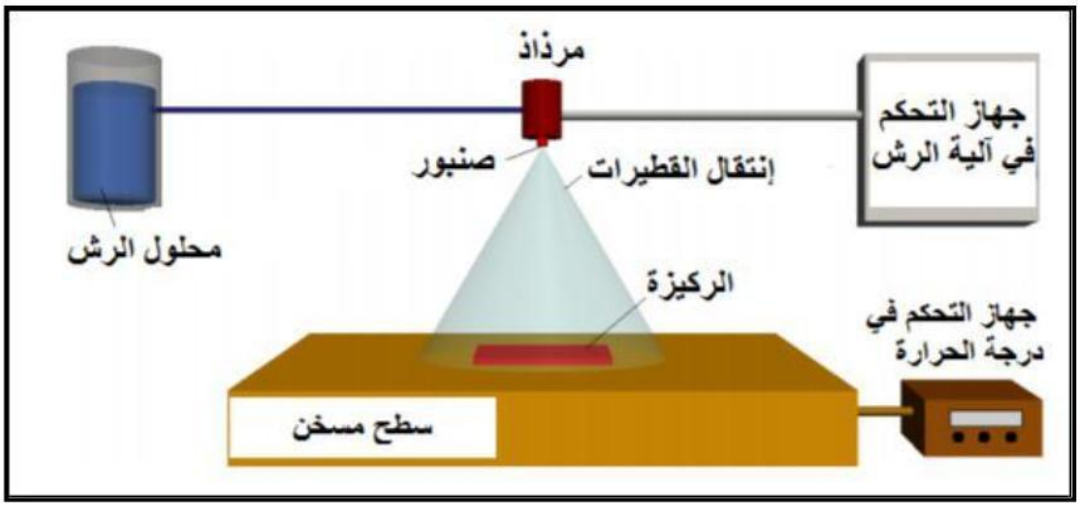
- درجة الحرارة منخفضة
- النقاوة عالية

الشكل (17): رسم توضيحي يوضح طريقة الطرد المركزي

1-2-4- الرش بالانحلال الحراري:

وهي الطريقة التبعة في بحثنا الحالي وتعد هذه التقنية من الطرائق الكيميائية، وقد تطورت في الستينيات من القرن الماضي وذلك بسبب الحاجة الملحة الى تقنية اقل تكلفة لتحضير الالواح ذات المساحات الكبيرة في الصناعات الفوتوفولتائية، حيث حضرت الاغشية الرقيقة للكبريتيدات والسيانيدات غير العضوية بالتحلل على قاعدة ساخنة [37]

وهي تقنية تعتمد على رش المحلول الحاوي على العناصر الرغوبة للمركب في صفة املاح مذابة على قاعدة ساخنة الى درجة التحلل الكيميائي للمادة باستخدام غاز معين فقد يكون غاز خامل، اما في حالة الحاجة لتفاعل مع غاز معين مثل الاكسجين نستخدم غاز الاكسجين للضغط في شكل رذاذ بحث تتفاعل المواد الكيميائية مكونة طبقة صلبي أي شريحة مع الركيزة.



الشكل (18): رسم تخطيطي يوضح عملية الترسيب بواسطة الرش بالانحلال الحراري [38]

العناصر الرئيسية للتركيب هي:

ضاغط: يسمح بضغط الغاز الحامل تحت ضغط يمكن التحكم فيه، هذا يدفع المحلول للفوهة

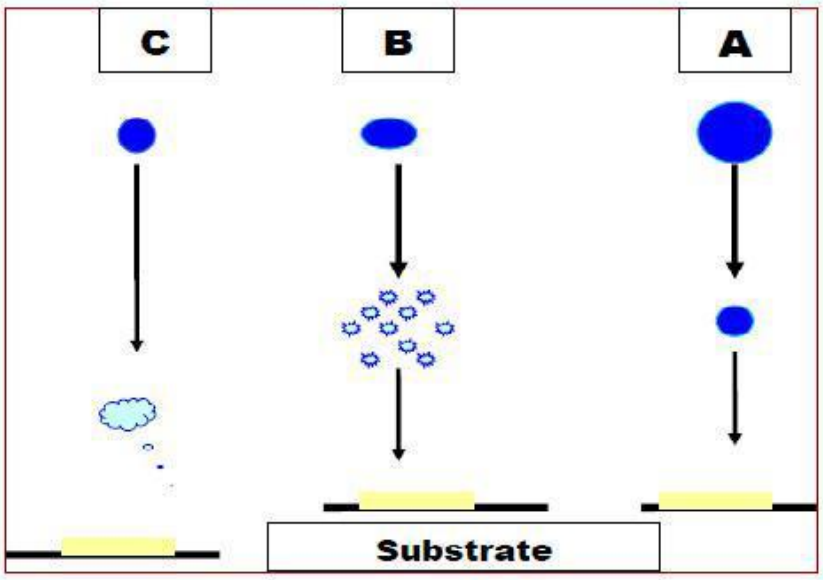
الحامل: على شكل علبة تتكون من فتحتين، واحد متصل بالضاغط ويضمن وصول الهواء والأخر عبارة عن جامع متصل بفوهة طرد قطرات الرذاذ يتموضع الكل على مصعد قابل للتعديل للتحكم في المسافة بين الفوهة والركيزة.

البخاخة: التي تحت تأثير الضغط، تسمح بتحويل محلول البداية الى نفاثة من القطرات الدقيقة جدا، ويتم من خلالها رش الركيزة بالمحلول

مقياس الحرارة: يقيس درجة الحرارة

منظم الحرارة: يحدد درجة حرارة العمل

حامل الركيزة: يتكون من لوح تسخين (مقاومة كهربائية)،يمكن تنظيم درجة حرارتها باستخدام منظم الحرارة والحرارية ان مبدأ تكوين الاغشية الرقيقة بطريقة الرش الكيميائي الحراري يعتمد على حجم قطرة المحلول النازلة من جهاز الرش لان القطرة اذا كان كبيرا فان الحرارة تكون غير طافية لتحويله الى بخار وهذا يؤدي الى تكوين راسب صلب غير متجانس، اما اذا كان صغيرا جدا فان القطري تجف قبل وصولها الى قاعدة الترسيب، اما اذا كان حجم القطرة متوسطا وهي الحالة المثالية للترسيب اذ يتبخر المذيب قبل الوصل الى القاعدة، بالتالي تصل الى القاعدة الساخنة على هيئة بخار وبذلك يحصل التفاعل على القاعدة لتكوين الغشاء [39]



الشكل (19): حالات الترسيب المختلفة اعتمادا على حجم القطرة المتكونة [39]

من ايجابيات هذه الطريقة [40]:

- تقنية اقتصادية، كون الاجهزة المستخدمة لا تحتاج الى اجهزة تفريغ او منظومات معقدة ومكلفة.
- يمكن ترسيب الأغشية على مساحة واسعة اذ تكون الأغشية المحضرة ذات التصاق جيد واستقرارية عالية في صفاتها الفيزيائية مع مرور الزمن.

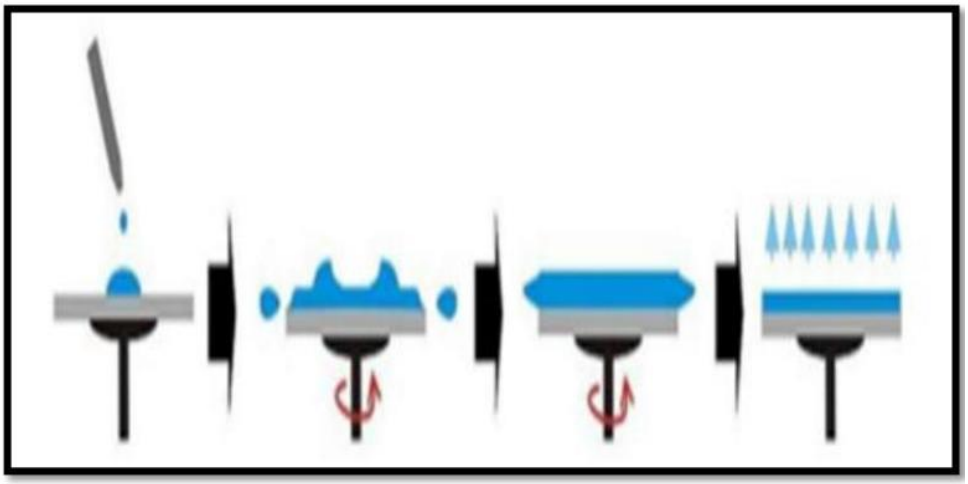
- يمكن تغيير عوامل الترسيب بسهولة للحصول على أغشية بمواصفات منتخبة من حيث الصفات التركيبية والبصرية والكهربائية وذلك عن طريق مزج مادتين أو أكثر او تغيير تراكيز العناصر الداخلة في تركيب الغشاء او تغيير درجة حرارة القاعدة
- يمكن تحضير اغشية لمدى واسع من المواد ذات درجات الانصهار العالية التي يصعب تحضيرها بتقنيات أخرى

سلبيات هذه الطريقة متمثلة في[40]:

- انها تتطلب الكثير من الجهد والوقت للحصول على أغشية متجانسة.
- تستخدم فيها المحاليل الكيميائية فقط، اي لا يمكن ترسيب مسحوق بشكل مباشر او باستخدام سبائك.

1-2-5- طريقة الدوران:

في هذه العملية يتم وضع الركيزة على محور متعامد مع مساحة التغطية ويتم تدوير المحرك بسرعات عالية ثم نقوم بعملية تنقيط للمحلول على الركيزة فيتشكل غشاء رقيق يتميز بسمك أقل من الأغشية المحضرة بطرق أخرى كما هو مبين في الشكل التالي:



الشكل (20): رسم تخطيطي يوضح عملية التغطية بالدوران[41]

1-2-6- طريقة التدفق:

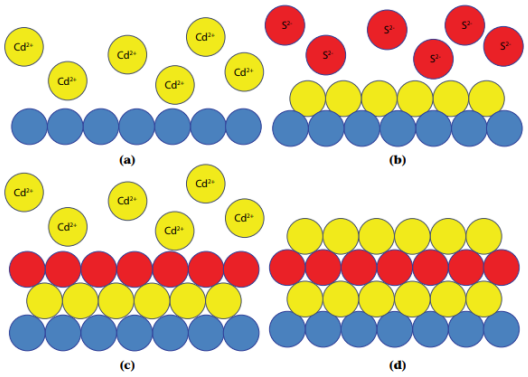
في هذه العملية يتم صب السائل على الركيزة كما هو موضح في الشكل التالي تستخدم هذه الأخير من أجل تغطية تجهيزات زجاجية للحماية وتتميز الأغشية المحضرة بهذه الطريقة بأنها الأكثر سماكة بالمقارنة مع باقي الطرق [41].

الشكل (21): رسم تخطيطي يوضح عملية التغطية بالتدفق [41]

1-2-7- طريقة ترسيب الطبقات الذرية:

هي طريقة ترسيب كيميائية لطبقات رقيقة من الطور الغازي، وتعتمد على أساس كيميائي سطحي تسلسلي تكون فيها المصادر مفصولة عن بعضها من خلال عمليات التنظيف وتتألف عملية التنمية العادية من تكرار لدورات الترسيب الذري الطبقي بالشكل التالي:

- إدخال إلى حجرة التنمية أبخرة من المصدر الأول
- تنظيف المفاعل بغاز حيادي مثل النتروجين لإزالة الغاز الغير ممتص من المصدر الأول.
- ثم تعاد هذه العملية بالنسبة للمصدر الثاني الذي يتفاعل مع المصدر الأول على سطح الغشاء المنمى، هذا يعني أن دورة الترسيب الذري الطبقي للمصادر المتفاعلة تلتقي مع بعضها البعض فقط على سطح الركيزة والتي هي مبينة في الشكل التالي [42]:



الشكل (22): رسم تخطيطي يوضح عملية ترسيب الطبقات الذرية [43]

الفصل الثالث:

طرق وتقنيات الكشف عن أكسيد الزنك

تمهيد

سنقدم في هذا الفصل اهم طرق وتقنيات الكشف عن أكسيد الزنك ذلك بواسطة الاشعة السينية و الأشعة تحت الحمراء....

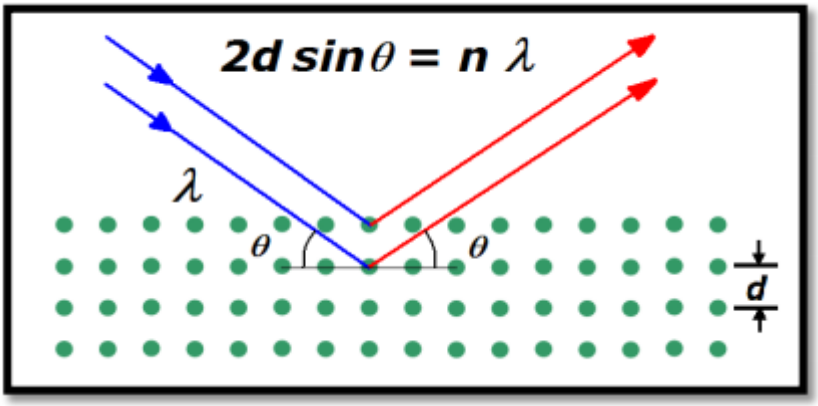
1- طرق وتقنيات الكشف عن أكسيد الزنك:

1-1 -انعراج الاشعة السينية:

تستخدم تقنية الأشعة السينية لمعرفة طبيعة التركيب البلوري والاطوار البلورية الرئيسية والاتجاه السائد للأغشية المحضرة عند ظروف معينة ودراسة الترتيب الذري لها [44]

اكتشف العالم رونتجن الاشعة السينية سنة1895 ولقد تطور العمل بهذا المجال بشكل واسع وكبير لمعرفة التركيب الذري، حيث ازدادت طرق استخدام الاشعة السينية في أكثر من مجال، حدد العالم الفيزيائي لوي خلال سنة 1962 انطلاقا من شبكية بلورية طول موجة الاشعاعات التالي أصبح من الممكن القيام بالحالة العكسية أي تحديد المسافة بين الذرات بواسطة الاشعة السينية.

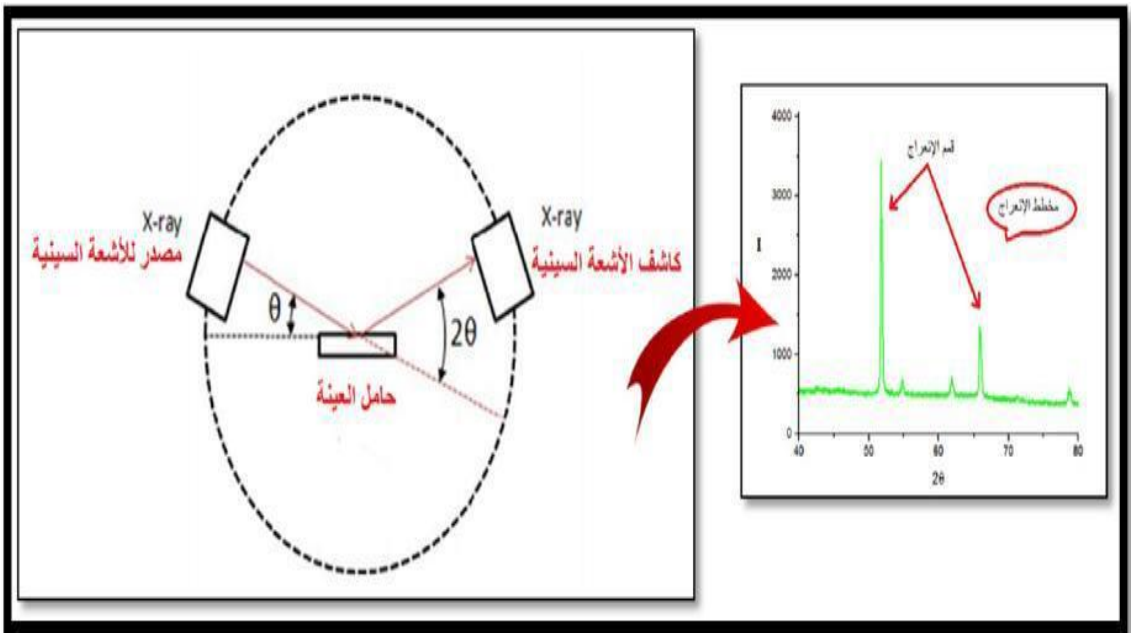
حيث تعتمد هذه الطريقة على تعريض العينة الى أشعة سينية احادية الطول الموجي، جزء من هذه الاشعة ينعكس عن طريق المستويات الذرية لبلورات في اتجاهات معينة وبشداة مختلفة، وهذا تبعا لتوجيه المستويات وعددها فيتم تسجيل شدة الاشعة المنعكسة بدلالة زاوية الانحراف للشعاع.



الشكل (23): مخطط يوضح انعراج الأشعة السينية على المستويات البلورية

1-1-1- مبدأ انعراج الاشعة السينية:

عند توجيه حزمة الليزر أحادية الطول الموجي نحو المادة المدروسة (العينة) متعددة البلورات جزء من هذه الحزمة ينعكس عن طريق المستويات الذرية للبلورات في اتجاهات معينة وبشداة مختلفة، وهذا تبعا لتوجيه المستويات وعددها، في الواقع الموجات المنعكسة من نفس عائلة المستويات تتداخل مع بعضها تداخل بناء ثم تقاس بالكاشف. [45]



الشكل (24): رسم تخطيطي يوضح الية انعراج الأشعة السينية

1-1-2- جهاز انعراج الأشعة السينية:

يتكون جهاز انعراج الأشعة السينية الاحادية اللون من حامل العينة وكاشف الاشعة السينية، ومقياس الزاوية الجي يتحرك عليه الكاشف، تنعرج الاشعة السينية الواردة من المصدر عند مرورها بالعينة، فيقوم الكاشف بقياس الاشعاع المنعرج بدلالة الزاوية المتشكلة من حزمة الاشعة النافذة حيث تعطى النتائج على شكل مخطط الانعراج والتي تمثل شدة الفوتونات المنعرجة بدلالة الزاوية المتشكلة وبمساعدة الجداول الموجودة في بنك المعطيات يمكننا الوصول الى تحديد الطور ووسائط الخلية الموافقة لهذه المخططات [46].

وفي هذه الدراسة الجهاز الموضح في الشكل وهو من النوع (PROTO MANUFACTURING)

الشكل (25): جهاز انعراج الاشعة السينية المستخدم [47]

2-1- تحديد الخصائص البنيوية باستعمال الاشعة السينية:

ان معرفة العوامل البنيوية الخاصة بأية مادة والتي تعتمد على طيف الحيود الأشعة السينية يعد امرا مهما في تفسير الكثير من الخصائص ا لفيزيائية للمادة، ففي حالة التركيب السداسي والذي يمثل النمط السائد لتراكيب اكسيد الزنك.

$$\frac{1}{d_{hkl}{}^2} = \frac{3}{4}\left(\frac{h^2+hk+k^2}{a^2}\right) + \frac{l^2}{c^2} \qquad (2.II)$$

نستنتج المعاملات :

$$a = \frac{\lambda}{\sqrt{3}sin\theta(100)} = \frac{2*d100}{\sqrt{3}} \qquad (3.II)$$

$$c = \frac{\lambda}{sin\theta(002)} = 2*d_{002} \qquad (4.II)$$

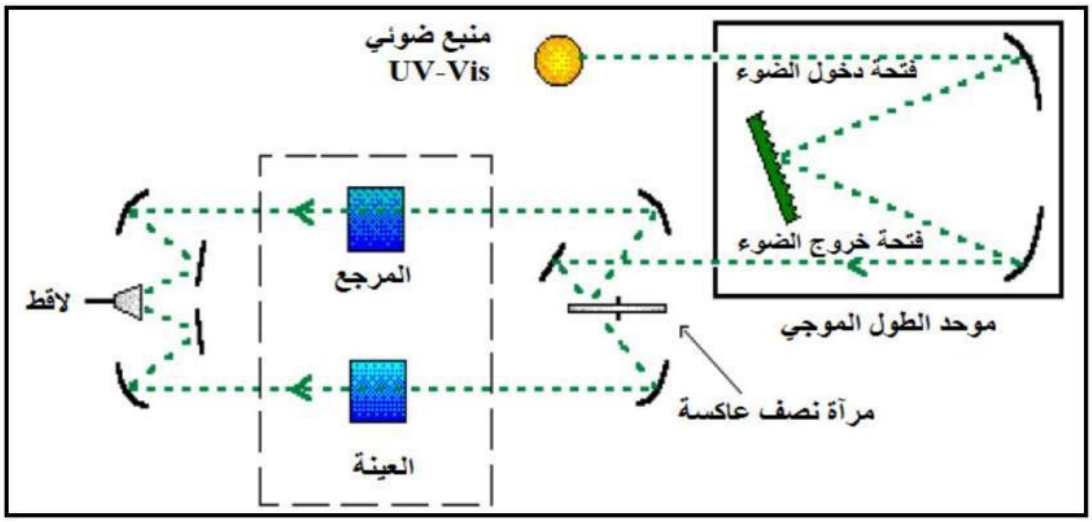
لحساب ابعاد الحبيبة النانوية عند معرفة زاوية براغ وعرض اشد خط انعراج له قام العالم بول شيرز سنة 1918 بوضع علاقة لذلك، حيث يتناسب فيها سمك البلورة عكسيا مع عرض الخط فكلما زاد عرض الخط كلما نقص سمك البلورة والعكس، ويعطى بالعلاقة التالية:

$$D = \frac{K\lambda}{\beta\, cos\theta_B} \qquad (5.II)$$

3-1- التحليل الطيفي للأشعة المرئية وفوق البنفسجية:

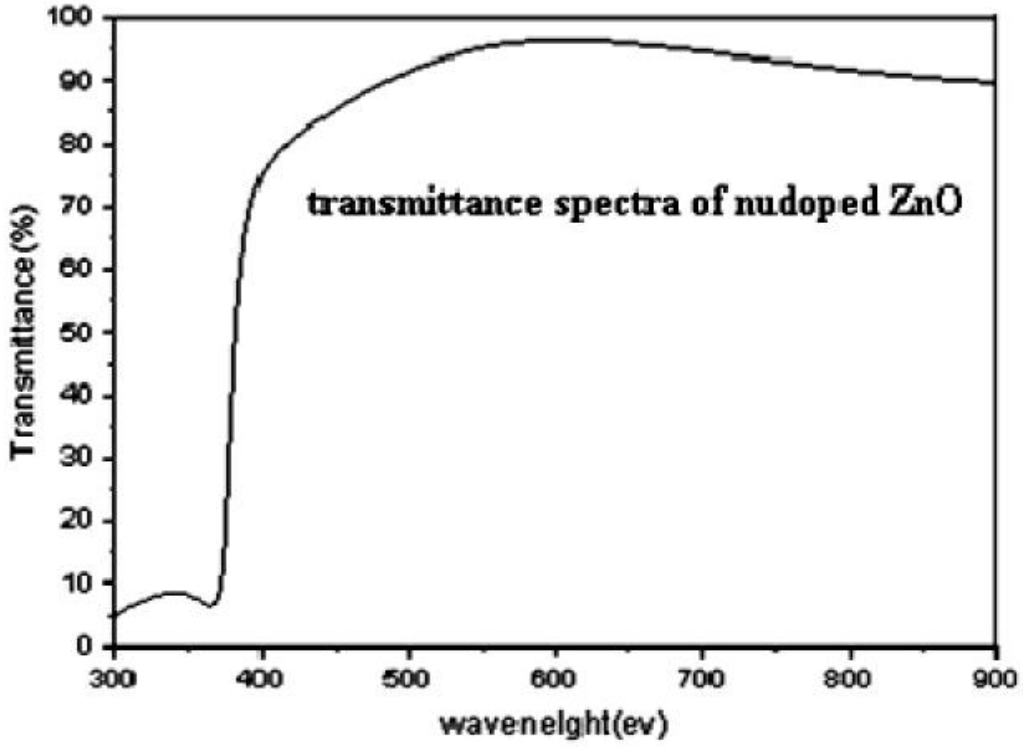
قصد تحقيق دراسة الخصائص البصرية لطبقة رقيقة نستخدم تقنية قياس الطيف الضوئي في مجال الأشعة فوق البنفسجية وفي المجال المرئي، حيث تعتبر تقنية لتحديد الخصائص الضوئية ،ويعتمد مبدأ هذه التقنية على تفاعل الضوء مع العينة المراد تحليلها ،جزء من الشعاع الساقط يمتص أو ينفذ عبر العينة، عندما تمتص المادة الضوء في نطاق الأشعة فوق البنفسجية والمرئية فان الطاقة الممتصة تسبب اضطرابات في البنية الالكترونية للطبقة الرقيقة مما ينتج عنها انتقال الالكترونات من مستوي طاقي أقل الى مستوي طاقي أعلى ،حيث تقع هذه التحولات الالكترونية في المجال المرئي 350و 800 نانو متر والأشعة فوق البنفسجية بين 200و 350 نانو متر [48]

مبدأ عمل المطياف المستخدم ضمن هاته المطيافية، اين يتم توجيه طول موجة الاشعاع الصادر من منبع الضوء، ثم ينقسم الى حزمتين عبرة المرآة العاكسة فتوجه احداهما للعينة، بينما الثانية تمر عبر المرجع الحامل للعينة ليستقبل بعد لاقط الحزمتين النافذتين كدالة لطول موجة الشعاع الابتدائي عبر برنامج حاسوبي.



الشكل (26): رسم تخطيطي لمطياف الأشعة فوق البنفسجية [49]

حيث يعطى المنحنى الناتج تغيرات طيف النفاذية بدلالة الطول الموجي:



الشكل (27): طيف النفاذية لأكسيد الزنك غير مطعم [50]

1-4- التحليل الطيفي الأشعة تحت الحمراء:

تعد الموجات تحت الحمراء موجات كهرومغناطيسية حرارية تتولد من الاجسام والجزيئات الساخنة وان طاقة الموجات تحت الحمراء عند امتصاصها من قبل الاجسام تظهر على شكل حرارة لان هذه الطاقة تهيج ذرات المادة حيث تعمل على زيادة الحركة الاهتزازية ومن ثم ارتفاع درجة الحرارة، وتأتي الأشعة تحت الحمراء بعد الأشعة المرئية وقبل منطقة الموجات الدقيقة والتي يمكنها التأثير على مستويات الطاقة الاهتزازية والدورانية للجزيئات معا، وتنقسم الى ثلاث مناطق رئيسية هي:

- الأشعة تحت الحمراء القريبة وتتراوح بين 1200 و4000.
- الأشعة تحت الحمراء الوسطى وتتراوح بين 200 و4000.
- الأشعة تحت الحمراء البعيدة وتتراوح بين 10و200.

ان هذه التقنية تعد وسيلة جيدة لدراسة تغيرات الطاقة الدورانية والطاقة الاهتزازية والطاقة الدورانية والاهتزازية، فمن المعروف أن الامتصاص والانبعاث الناتج عن الحركات الدورانية والاهتزازية للجزيئات يكون في منطقة الأشعة تحت الحمراء الصغيرة التي تمتلك عزما كهربائيا حيث يمكنها أن بسبب حركاتها الدورانية الا أن 250 تبعث أو تمتص الضوء ذا التردد يقل عن الجزيئات التي تمتص كما واحدا من الطاقة الاهتزازية تظهر حزما في المنطقة 200 و3500 أن استعمال تحليلات فورية للأشعة تحت الحمراء لم يقتص على دراسة أطياف الجزيئات العضوية بل شملت ايضا على دراسة حزم امتصاص أشباه النواقل [51].

ان احدى المعادلات الاساسية التي توصف اهتزاز الجزيئات بدلالة العدد الموجي تعطى بعلاقة هوك [51]:

$$\nu = \frac{1}{2\pi c}\sqrt{\frac{k}{\mu}}$$

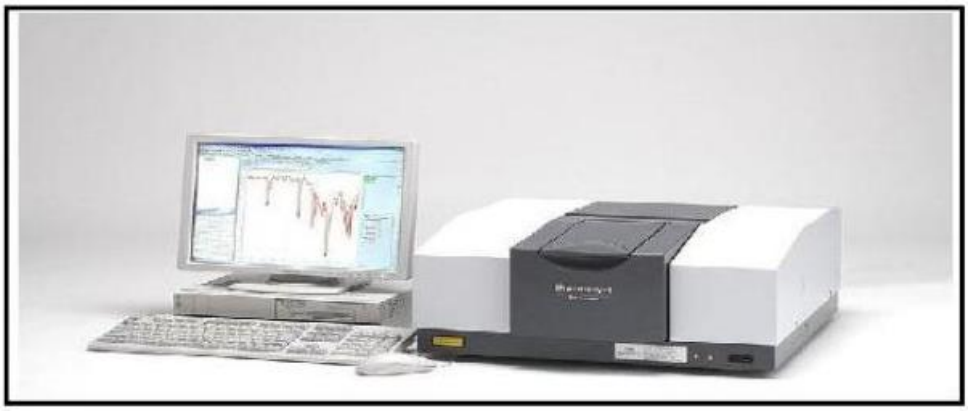
ν : تردد الاهتزازات

K : ثابت قوة الربط

μ : الكتلة المختزلة

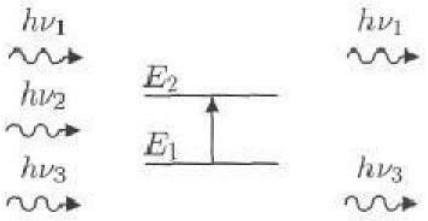
1-4-1- مبدأ عمل مطيافية الأشعة تحت الحمراء:

يفيد مطياف الأشعة تحت الحمراء في التعرف على المجاميع الفعالة في المركبات الكيميائية، كما يمكن بواسطته التعرف على المركبات المختلفة، وذلك لأن كل مركب له بصمة خاصة به.



الشكل (28): مطياف الأشعة تحت الحمراء [52]

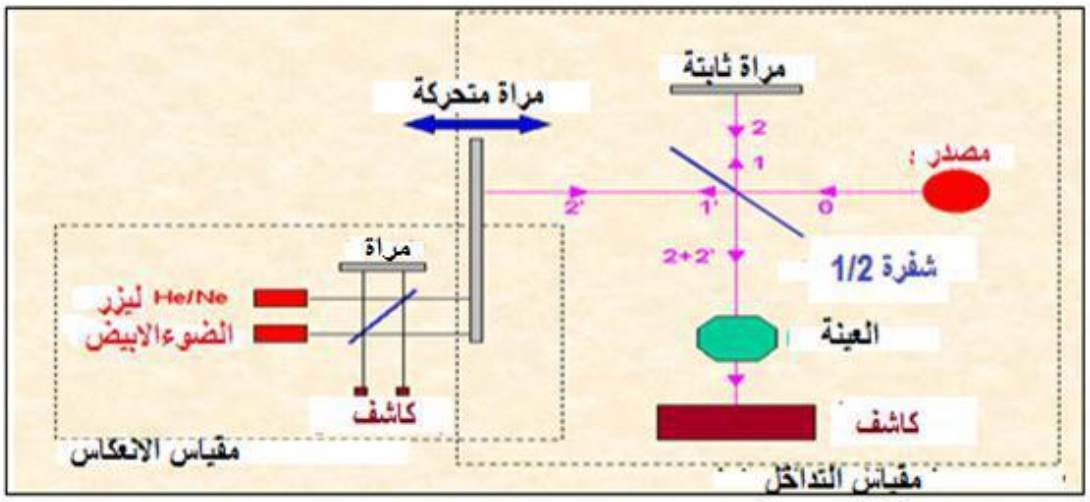
يعتمد مطياف الأشعة تحت الحمراء على طاقة اهتزاز الجزيئات والتي تتمثل في طاقة الجهد وطاقة الحركية التي تمتلكها الجزيئات بسبب حركتها الاهتزازية حيث أن هذه الطاقة تكون مكممه، عندما يحدث تغير في ثنائية الاستقطاب للمركب يحدث امتصاص للأشعة تحت الحمراء بحيث يجب أن تكون طاقة الفوتونات مساوية لطاقة الجزيء التي تمكنه من الانتقال من طاقة منخفضة الى حالة طاقة مثارة وتحول هذه الطاقة الى طاقة اهتزاز.



الشكل (29): امتصاص الأشعة تحت الحمراء [53]

1-4-2- مطياف الأشعة تحت الحمراء:

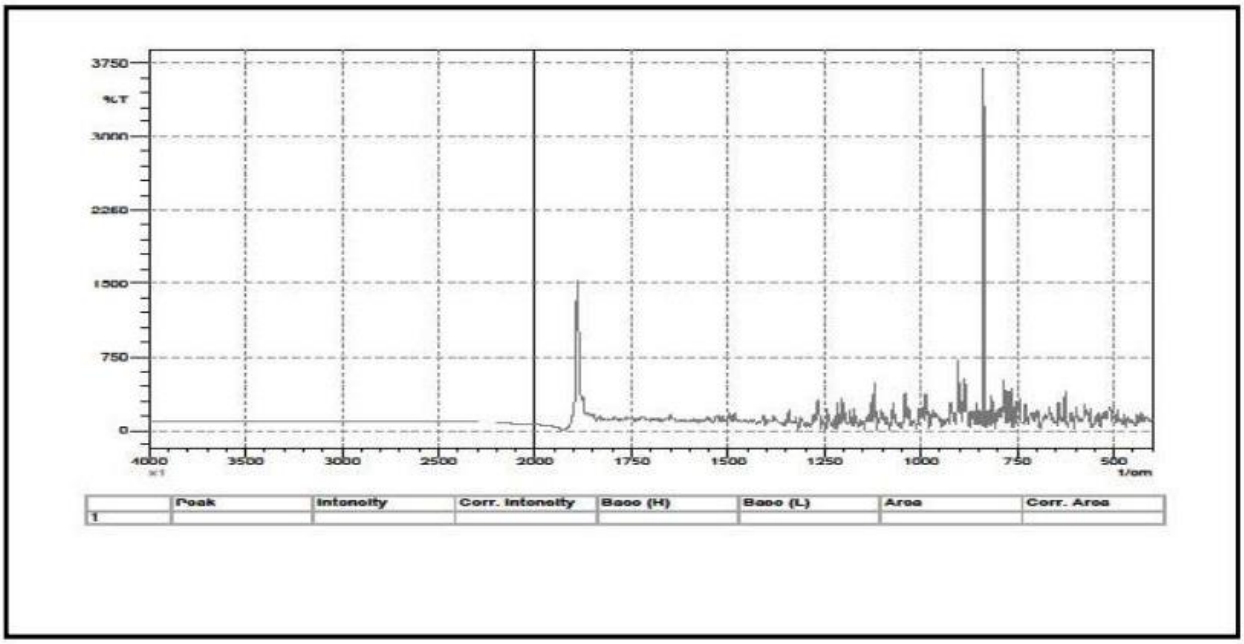
نستخدم مطياف بتحويل فوري للحصول على طيف خاص بالعينة المدروسة، حيث يعمل ارسال حزمة من الأشعة تحت الحمراء على العينة المدروسة لتسقط فيما بعد هذه الأشعة على الكاشف ليحوله بدوره الى اشارة كهربائية ،وبواسطة عملية التحويل رياضية تسمى تحويل فوريه، بالإشارة الملتقطة نتحصل على طيف الانعراج يمثل العدد الموجي بدلالة الامتصاص.



الشكل (30): رسم تخطيطي يوضح مطياف الأشعة تحت الحمراء [54]

لكي يكون الجزيء الفعال في مطيافية الأشعة تحت الحمراء ،بمعنى أن يكون له طيفا في هذه المنطقة من أطوال الموجة، يجب أن يمتلك الجزيء ثنائي القطب، عند تسليط الأشعة تحت الحمراء على الجزء

يحدث تداخل بين المجال الكهربائي للأشعة تحت الحمراء مع مجال الكهربائي المتولد عن عزم ثنائي القطب ،وعند توافق تردد المجال الكهربائي لشعاع من الأشعة تحت الحمراء مع تردد المجال في الجزيء ،فان الجزيء يمتص هذا الشعاع، عندئذ امتصاص الجزيء للطاقة من مستوى اهتزاز واطئ الى مستوى اهتزازي أعلى يمكن للكاشف الحساس تسجيل شدة النفاذ فتتحصل على اشارة مأخوذة بعد مرروها عبر العينة ويجعل هذه العينة الاشارة رقمية ثم يتم حساب تحويل فوريه للحصول على طيف الأشعة تحت الحمراء وتسجل تلك البيانات على جهاز يرسمها على ورق بياني تمثل صورة طيف الأشعة تحت الحمراء [55] .



الشكل (31): طيف الاشعة تحت الحمراء لأغشية الزنك

2- مبدأ عمل المجهر الإلكتروني الماسح SEM

يعد المجهر الالكتروني الماسح أحد المجاهر الالكترونية الذي يصور سطح العينة عن طريق مسحها بواسطة أشعة من الالكترونات عالية الطاقة، بحيث تتفاعل الالكترونات مع الذرات المكونة لسطح العينة، فتنتج عنها إشارات تتضمن معلومات عن هندسة السطح وتركيبه وخصائص أخرى مثل: التوصيلية الكهربائية وتنشأ هذه الاشارات من شعاع الالكترونات الذي يصطدم بالعينة، والأسلوب الأكثر شيوعا في الكشف بالمجهر الالكتروني الماسح هو التصوير بالإلكترونات الثانوية الذي يلحظ في أن المجهر الماسح يستطيع انتاج صور ذات تحليل عال جدا لسطح العينة، قد تصل الى حجم يتراوح ما بين 1و5 نانومتر في الصور المجهرية لمجهر الماسح تكون ثلاثية الأبعاد وبذلك تساعد على فهم التركيب السطحي للعينة [56-57] .

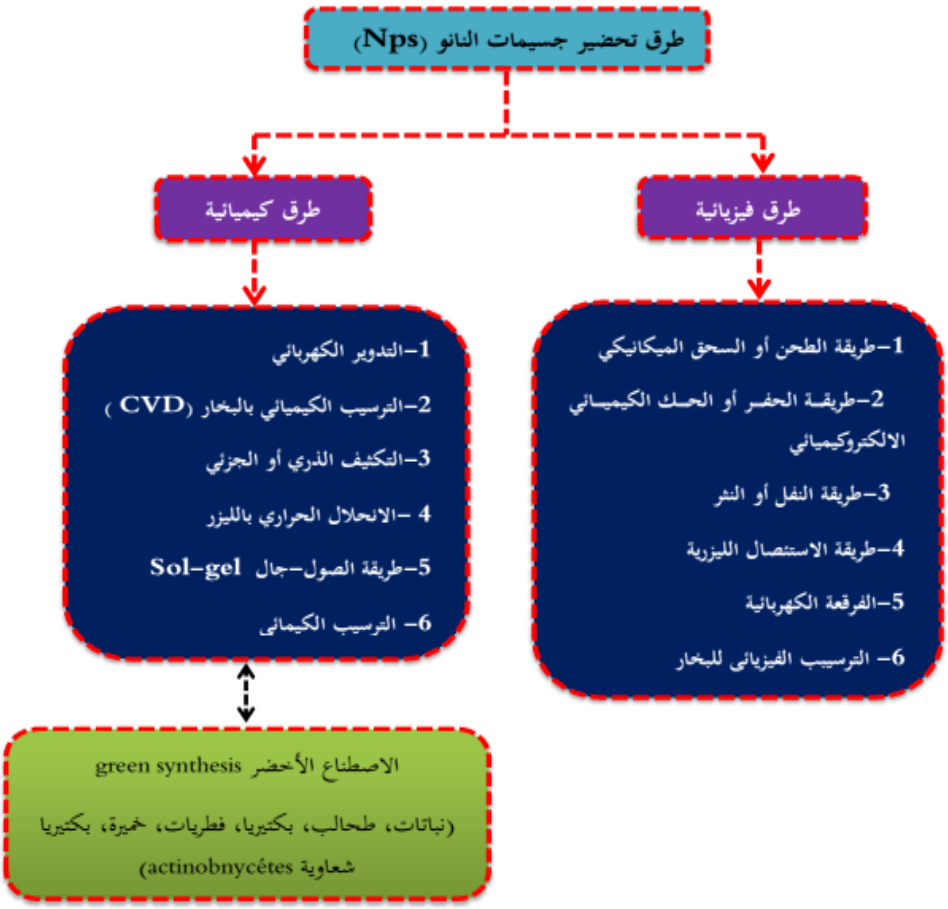
الجزء التطبيقي

الفصل الرابع:
التحضير والتشخيص الطرق والوسائل-النتائج والمناقشة

1- مفهوم جسيمات النانو

يمكن تعريف الجسيمات النانوية على أنها عبارة عن تجمع ذري أو جزئي ميكروسكوبي يتَّراوح عددها من بضع مئات إلى بضعة آلاف من الذرات تكوف مرتبطة مع بعضها البعض بشكل كروي تقريبا ونصف قطره 100 نانومتر. يستبعد هذا التعريف الكائنات التي يتراوح حجمها الأصغر بين 100 الى 1000 نانومتر بالمقارنة مع الهياكل العضوية الطبيعية، تتواجد الجسيمات النانوية بشكل أساسي في نطاق الحجم المقابل للبروتينات كما هو موضح في الشكل الاتي. معظم الجسيمات النانوية هي مجموعة جزئيات صغيرة أو ذرات 11

2- طرق تحضير جسيمات النانو



الشكل (34): طرق تحضير جسيمات النانو

3- التجربة

الغرض من تخليق الجسيمات النانوية هو تحسين البيئة بشكل افضل فمن الضروري استغال الموارد الطبيعية للإنتاج الجسيمات النانوية لتقليل استخدام الكواشف السامه في هذا العمل تقدم طريقه لتخليق جزيئات أكسيد الزنك من المستخلص النباتي.

حيث قمنا بهذا العمل في المخبر في كلية العلوم التكنولوجيا.

الأجهزة والأدوات والمواد المستعملة

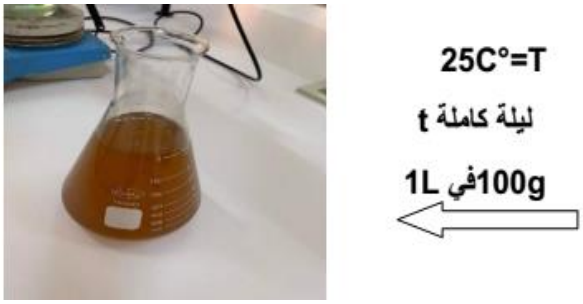
- بيشر 1 لتر
- بيشر 100 مل
- مخالط مغناطيسي
- حجر مغناطيسي
- جهاز الطرد المركزي
- أنابيب اختبار
- قمع
- ملعقة
- ميزان حساس وميزان عادي
- ألمنيوم
- مخبر مدرج
- ماسك خشبي
- حامل أنابيب
- طارحة ماء
- زجاجة ساعة
- جهاز قياس الحرارة
- المواد المستعملة
- الماء المقطر
- أوراق النعناع المجفف
- اسيتات الزنك

3-1- التوليف الاخضر الجسيمات النانوية لمستخلص النعناع

تحضير المستخلص

نأتي بعشبه النعناع ونقوم بوزن 100 غ ثم نقوم بغسلها وتجفيفها ثم نضعها في1 لتر من الماء المقطر ونتركها منقوع فيه ليله كامله ثم نقوم بتصفيته جيدا.

الشكل (35): نبتة النعناع

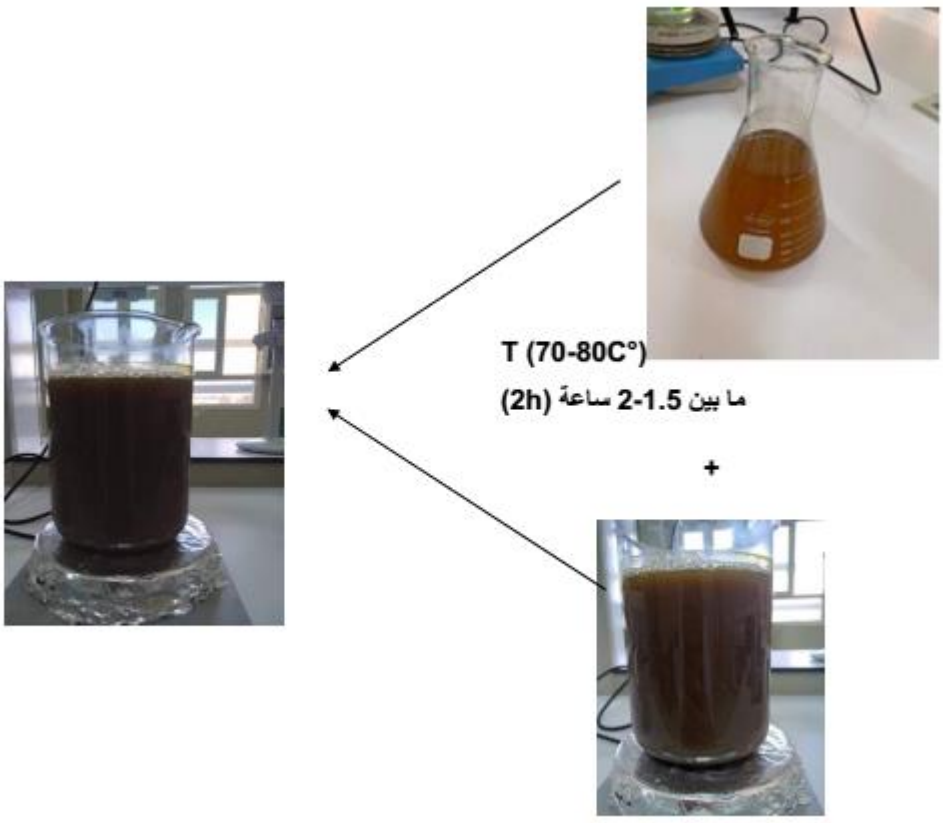


الشكل (36): مستخلص النعناع

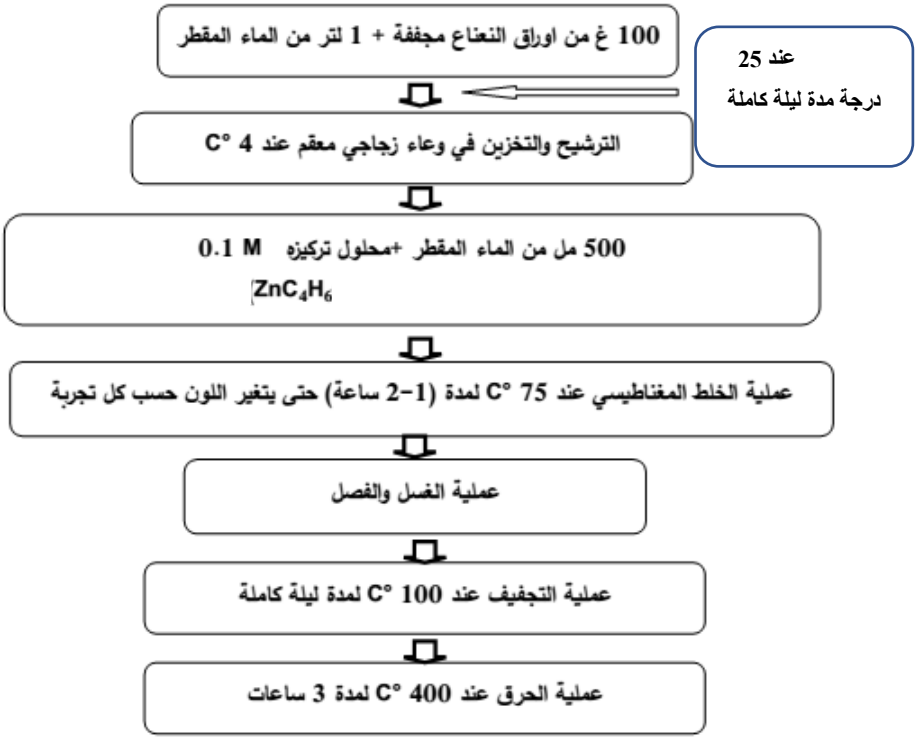
2-3- التوليف الاخضر للجسيمات النانوية لأكسيد الزنك عن طريق مستخلص النعناع

نضع في بيشر500 مل من الماء المقطر فوق المخالط المغناطيسي ونثبت جهاز درجة الحرارة في درجة حرارة 70-80 درجة ويجب تغطيته بالألمنيوم حتى يسخن ثم نضيف له 500 مل من محلول $ZnC_4H_6CO_4$ تركيزه 0.1 مول/لتر ونتركها لمدة ما بين ساعة ونصف حتى الساعتين وبعد ذلك نأخذ المحلول ونوزعه على 8 انابيب متساوية اي نفس الكمية في كل انبوب ونضعها في جهاز الطرد المركزي لمده عشر دقائق 3000 دورة في الدقيقة.

نقوم بتفريغ الماء الزائد ونترك المادة المترسبة ونضيف عليها المحلول حتى نكمل كل الكمية المتواجدة لدينا ثم نقوم بغسلها بإضافة الماء المقطر ورجها واعادتها الى جهاز الطرد المركزي ونتركها لمدة عشر دقائق حتى تتسرب المادة في الأسفل ويكون الماء صافي في الأعلى وبعد تصفيتها نقوم بتجفيفها في المجفف تحت درجة حرارة 100درجة لمدة ليلة كاملة.



الشكل (37): تخليق جسيمات أكسيد الزنك

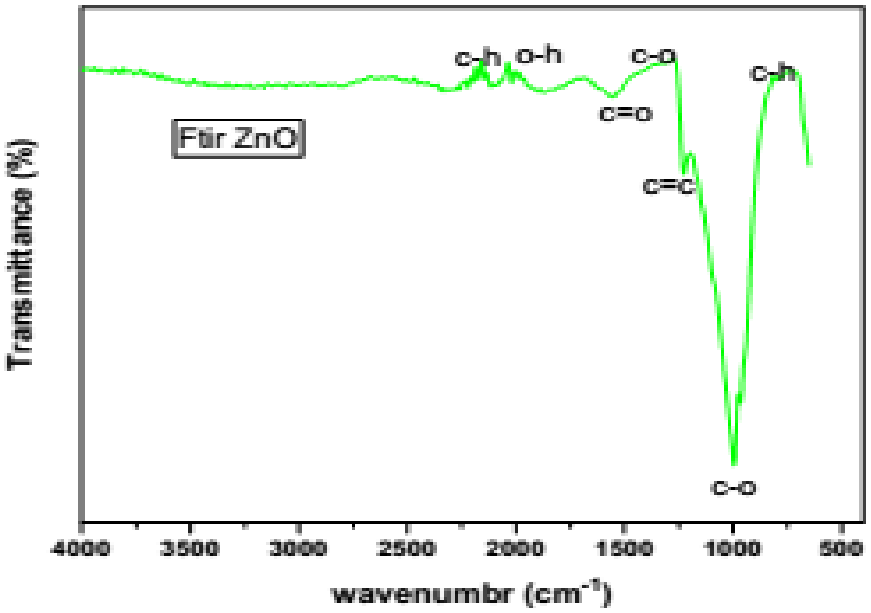


الشكل (38): مخطط لعملية تخليق الجسيمات النانوية لأكاسيد الزنك

4- النتائج والمناقشة

4-1- الاشعة تحت الحمراء

استخدمنا التحليل الطيفي تحت الحمراء لتسليط الضوء على الروابط المختلفة الموجودة بين العناصر المكونة المختلفة لموادنا الشكل 14 يوضح أطياف الأشعة تحت الحمراء.1735، 1583.5، 1583.5، 1039، 1610 سم يؤدي الي رابطة على التوالي: $C=C, C=O, C-O, O-H, C-H$



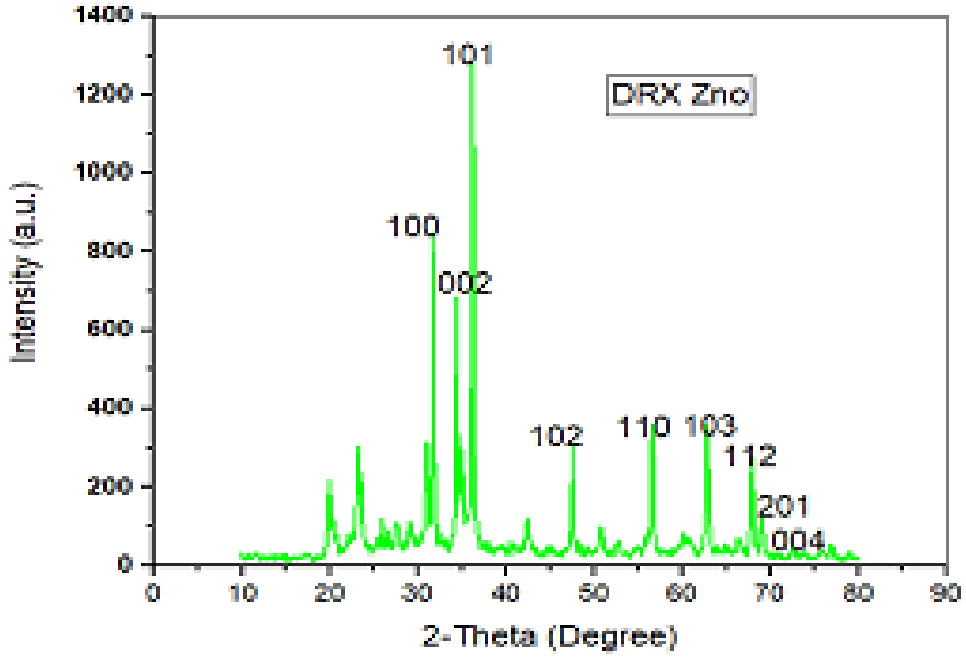
الشكل (39): أطياف الأشعة تحت الحمراء للجسيمات النانوية لأكاسيد الزنك

الجدول (4): يوضح نتائج الأشعة تحت الحمراء

الرابطة	القيمة
C-H	2848
O-H	1610
C-O	1039
C=O	1583.5
C=C	1735

2-4- حيود الاشعة السينية

يعرض الشكل 17 والجدول 9 أنماط حيود الأشعة السينية للعينات التي تم الحصول عليها، ومن خلال هذا نلاحظ وجود عشرة قيم تقابل الزوايا 72 ،69 ،67.9 ،62 ،56.59 ،47.49 ،36.19 ،34.4 ،31.69 درجة مرتبطة بالمستويات البلورية 004 ،201 ،112 ،103 ،110 ،102 ،101 ،002 ،100 على التوالي مما يشير هذا إلى ان جميع العينات التي تم الحصول عليها عبارة عن جسيمات نانوية.



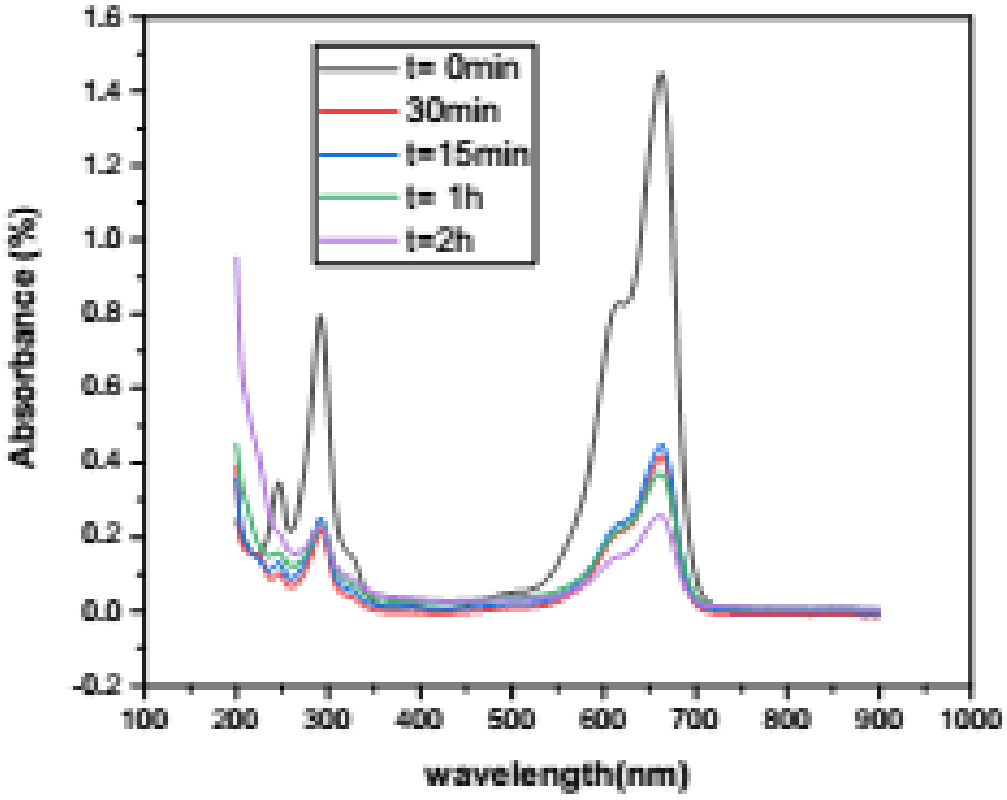
الشكل (40): أنماط حيود الاشعة السينية لجسيمات الزنك النانوية

الجدول (5): يوضح نتائج حيود الاشعة السينية

100	31.69
002	34.4
101	36.19
102	47.49
110	56.59
103	62
112	67.9
201	69
004	72

3-4- طيف الأشعة فوق البنفسجية

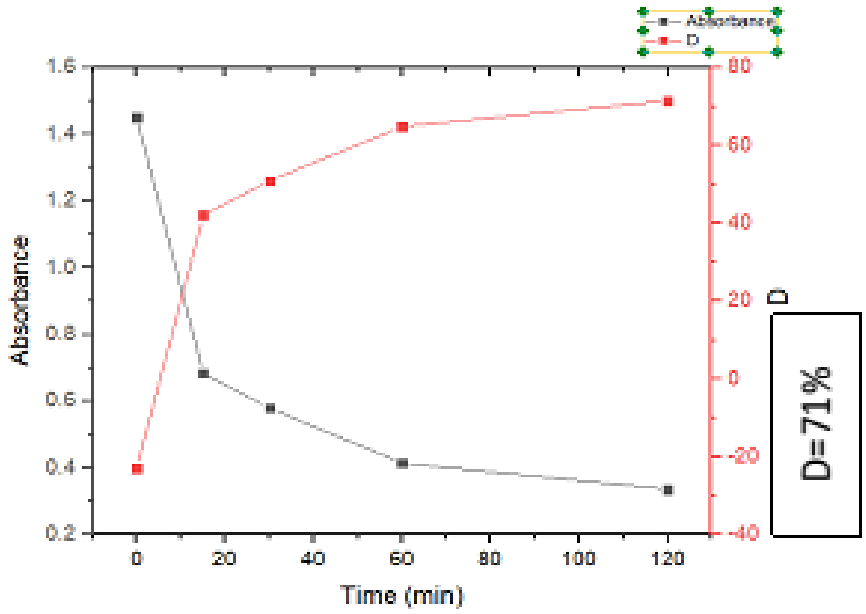
يوضح الشكل التالي معالجة ازرق ميثيلان بواسطة النانو برتيكيل عبر فترات زمنية معينة.



الشكل (41): الطيف المرئي للأشعة فوق البنفسجية لمعالجة ازرق ميثيلان

يمثل منحنى تغيرات نسبة الامتصاص بدلالة طول الموجي في فترات زمنية مختلفة ,حيث انه عند الزمن 0 عدم تغير في عملية الامتصاص, وبمرور الوقت حتى الوصول الى زمن ساعتين تناقص تدريجي في عملية الامتصاص حتى ينعدم تقريبا .

يبين الشكل التالي الانحلال الضوئي في فترات زمنية معينة ويظهر لنا نسبة الانحلال.



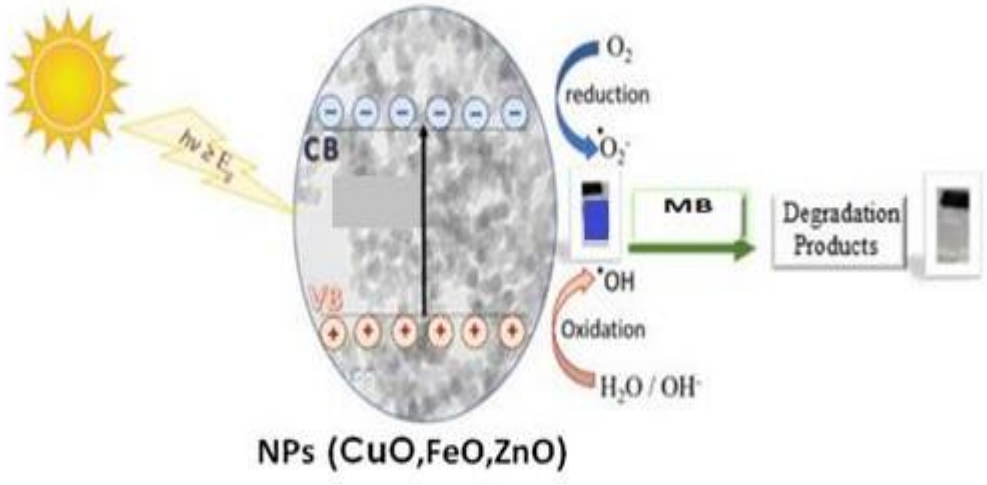
الشكل (42): الانحلال الضوئي في فترات زمنية

يمثل الشكل السابق الانحلال الضوئي في فترات زمنية مختلفة حيث انه كلما نقصت نسبة الامتصاص زادت نسبة المردودية وتصل حتى 71 بالمئة

يعرض الشكل 43 الآلية المقترحة لتحلل التحفيز الضوئي وصبغات أزرق ميثيالان بواسطة الحفاز الضوئي تحت التشعيع الشمسي.

يقترح أن تنتقل الإلكترونات الموجودة في VB الى CB تحت الإشعاع الشمسي بواسطة NPs والطاقة المقابلة أعلى من فجوة النطاق بهذه الطريقة تعزيز توليد فتحات شريط الستارة وإلكترونات نطاق التوصيل وربما، يمكن أن تؤدي الثقوب المتولدة ضوئيًا في VB مباشرة أصباغ إما إلى أكسدة الممتازات MB أو تتفاعل مباشرة مع الهيدروكسيل أو الماء لتوليد الهيدروكسيل الجذور.

وفي الوقت نفسه، يمكن أن تقلل الإلكترونات الضوئية في CB من الأكسجين يمتص على سطح NPs في جذر الأكسيد وفقا لذلك فان يمكن أن تتحلل أصباغ بروميد الميثيل بطريقة تحفيز ضوئي بواسطة كل من OH و O2.



الشكل (43): الآلية المقترحة للتحلل الضوئي لأصباغ ازرق ميثيلان بواسطة الجسيمات النانوية

الخلاصة

في هذه الدراسة تم انتاج جزيئات أكسيد الزنك النانوية بطريقة التصنيع الأخضر من مستخلص أوراق النعناع والتي أثبتت أن لها تأثير كبير على تحلل الملونات المتواجدة في مياه الصرف الصحي، وقد استعملنا أزرق ميثالان كملون كما توضح هذه الدراسة أن الجسيمات النانوية المحضرة لها نشاط تحفيزي جيد لتحلل صبغة بقع أزرق ميثالان في الظروف البيئية، كما لها خصائص مضادة للأكسدة ومضادة للبكتيريا. ويعد أكسيد الزنك مقاوم للتلوث بشكل أساسي.

الخاتمة العامة

هذا البحث تناول طرق تحضير أكسيد الزنك منها الطرق الفيزيائية وهي التوضع الفيزيائي لطور البخاري. التبخير تحت الفراغ الاقتلاع بالليزر الرش المهبطي....

وطرق كيميائية وهي التوضع الكيميائي للأبخرة الترسيب الكيميائي للأبخرة تحت ضغط منخفض. الترسب الكيميائي للأبخرة بواسطة البلازما. الترسيب الكيميائي للأبخرة في الفراغ العالي. تقنية المحلول الهلامي. الترسب بالطرد المركزي....

بالإضافة الى طرق الكشف عن أكسيد الزنك بواسطة جهاز انعراج الأشعة السينية والأشعة تحت الحمراء والتحليل الطيفي للأشعة المرئية وفوق البنفسجية.

وقد قمنا بتجربة التوليف الاخضر للجسيمات النانوية لمستخلص النعناع لتحضير أكسيد الزنك وذلك بتجفيف نبتة النعناع ووضعها في الماء المقطر ليله كامله مع اكمال مراحل التجربة وقد أثبتت أن لها تأثير كبير على تحلل الملونات المتواجدة في مياه الصرف الصحي، وقد استعملنا ازرق الميثلان كملون كما توضح هذه الدراسة أن الجسيمات النانوية المحضرة لها نشاط تحفيزي جيد لتحلل صبغة بقع ازرق الميثلان في الظروف البيئية، كما لها خصائص مضادة للأكسدة ومضادة للبكتيريا ويعد أكسيد الزنك مقاوم للتلوث بشكل أساسي.

قائمة المراجع

[1] P. Uikey, Dr.K.Vishwakarma," Review of Zinc oxide (ZnO) nanoparticles Applications and properties", international journal of emerging technology in computer science and electronics(IJETCSE), vol.21, no. 2, April 2016.

[2]R.A.T.P.Rupasinghe,"Dissolution and aggregation of Zinc oxide nanoparticels at circumneutral PH A study of size effects the presence and absence of citric Acid", the university of Iowa, A thesis submitted in partical fulfillment of the requirements for the Master of science, july2011.

[3] M.E.M.Ahemed," structural and optical properties of ZnO nano-powder synthesized by combustion and sol-gel method", master, Degree (M.Sc) in physics, sudan university of science and technology college of graduat studies, september 2018.

[4] ي. قادي، ز. حريزعبد القادر،دراسة تأثير السترونتيوم على خصائص الشرائح الرقيقة لأكسيد الزنك .مذكرة ماستر أكاديمي، جامعة الوادي،.2018.

[5] T.K. Subramanyam,B. Srinivasulu Naidu, S.Uthanna .Cryst . Res .Technol, Vol 35, (2000).

[6] D. R. Lide ,"Chemical Rubber Company", Hand Book Of Chemistry And Physics, Crc Press , Bocaraton, Florida, Usa, 7th Edition ,(1996).

[7] L. Youssef , "Elaboration Et Caracterisation Des Couches Minces Conductrices Et Transparentes Pour Les Cellules Solaire De Type Tco/Zns/Cis" ,Mémoire De Magister ,Universite Des Sciences Et Technologie D'oran, (2011).

[9] T. K. Subramanyam , B. Srinivasulu, and S . Uthanna, "Physical Propertie of Zinc Oxide Films Prepared by dc Reactive Magnetron Sputtering at Different Sputtering Pressures ",Crystal Research and Technology, vol . 35,no.10,p.1193, (2000).

[10] زياد طارق خضير الجمعي ، "تصميم وتصنيع التراكيب النانوية المنماة بتقنية ودراسة بعض الخواص الفيزيائية وظروف الترسيب لمركب اكسيد الزنك APCVD كلية التربية ابن الهيثم ،جامعة بغداد.

[11] P. Sagar, M. Kumar , And R .M. Mehra , "Electrical And Optical Properties Of Sol-Gel Derived Zno :Al Thin Films", Material Science-Poland , Vol. 23,No.3,p.685, (2005).

[12] S.G.Ibrahim, Effect of Aluminium doping on Structural and Morphological Properties of Spray Deposited Zinc Oxide Thin Film, International journal of Engineering Technology Science and Research, 2017.

[13] S.Marouy, A.Beniaiche, H.Guessas,A.Azizi, Morphological, Structural and Optical properties of ZnO thin films deposited by dip coating method, Matrials research 2015.

[14] S.Sivapriya, K.Balasubramanian. Preparation and characterization of ZnO thin films by using two different techniques, National conference on current advancements in physics, 2017.

[15] N. Bouhssira, "Elaboration Des Films M inces D'oxyde De Zinc Par Evaporation Et Par Pulverisation Magnetron Et Etude De Leurs Proprietes", Thése De Doctorat , Universite Constantine 1,(2013).

[16] H. Sefardjella, "Propriétés Opto-Electriques Des Films Minces Du Dioxyde D'étain ",These De Doctort, Université 20 Aout 1955-Skikda ,(2015).

[17] N. Bouhssira, "Elaboration Des Films Minces D'oxyde De Zinc Par Evaporation Et Par Pulverisation Magnetron Et Etude De Leurs Proprietes", Thèse De Doctorat, Universite Constantine 1, (2013).

[18] K. Ramamoorthy, M. Arivanandhan, K. Sankaranarayanan, C. Sanjeeviraja, "Materials Chemistry And Physics", Vol 85 , P 257, (2004).

[19] J. X. Wang, X. W. Sun, Y. Yang, Y. C. Lee, O. K. Tan, L. Vayssieres , Nanotechnology , Vol 17 , (2006)

[20] C. Tropis," Couches Minces D'oxydes Spinelles Et De Nanocomposites Spinelle - Cuo A Propriétés

[21] A. Douayar , " Contribution A L'etude Des Proprietes Structurales, Optiques Et Electriques Des Minces De L'oxyde De Zinc (ZnO) Dope(Fluor, Indium, Aluminium Et Néodyme) " Thèse De Doctorat, Universite Mohammed V – Agdal , (2013).

[22] م . العقون ، "دراسة تأثير زمن ترسيب الطبقات الرقيقة لأكسيد النيكلNiO( ) على بعض الخصائص الفيزيائية " مذكرة ماستر أكاديمي ؛ فرع الفيزياء ، جامعة قاصدي مرباح ،ورقلة 211

[23] M.Khechba "Caractérisation de la réaction interfaciale entre une couche mince de tungsténe et un substrat d'acier", Mémoire de MAGISTER, Universite Mentouri de Constantine

[24] Bahi Azzououm ahmed " Etude des couches minces du monoxyde de nickle NiO" Mémoire de MAGISTER,Universite D'oran,2014.

[25] Fayssal Ynineb," Contribution à l'élaboration de couches minces d'Oxydes Transparents

[26] H.Benelmadjat" Elaboration et caractérisation des composites dopés par des agrégats nanométriques de semi-conducteurs", Mémoire de MAGISTER , Universite Constantine,(2007).

[27] ف.خلفاوي ،" تحديد خصائص أفلام أكسيد القصدير المطعم بالكوبالت مذكرة ماستر أكاديمي ، جامعة حمه لخضر ، الوادي 2018

[28] س.عبيد ،"الدراسة في ثلاث أبعاد للمقادير الكهربائية في جهاز الرش المهبطي المغطروني باستعمال طريقة الحجوم المنتهية "،مذكرة ماجستير ، جامعة ورقلة 2012

[29] Y-M. Jiang ,"Pulvérisation Cathodique Assistée Par Ordinateur", Thèse De Doctorat, Université De Paris-Sud , (1992).

[30] M. Krunks, "Tin Films for photovoltaic by ChemicalMethods", Tallin Univ of Technology, Estonia, (2004).

[31] I.Gharbi ," Mise au point et étalonnage d'un appareil de pulvérisation cathodique" ,Mémoire de MAGISTER, Université Ouargla,2007.

[32] O. Mohamed, "Dépôt et caractérisation des couches minces d'oxyde de Zinc par spray pyrolyse Ultrasonique", Mémoire de magister, Univ Mohamed Kheider, Biskra, (2010).

[33] L. B. Freund, S. Suresh. Thin Film Matérials: Stess, Defect Formation and Surface Evolution Cambridge University, 2003.

[34] E. Chen, Thin Film Deposition, AppliedPhysics 298r, HarvardUniversity, 2004

[35] K. Kamli,"Elaboration et caractérisations physico-chimique des couches minces de sulfure d'étain par spray ultrasonique: Effet des sources d'étain",Mémoire de MAGISTER, Université Biskra,2013.

[36] S. Menakh, contribution à l'Etude des Propriétés de Films ZnO, thèse de magister, université de Constantine, (2010).

[37] العقون، "دراسة تأثير زمن ترسيب الطبقات الرقيقة لأكسيد النيكل على بعض الخصائص الفيزيائية " مذكرة ماستر أكاديمي؛ فرع الفيزياء، جامعة قاصدي مرباح، ورقلة 2017

[38] ل. سقني،" تحديد خصائص أفلام أكسيد القصدير المطعم بالحديد مذكرة ماستر أكاديمي، جامعة حمه لخضر، الوادي 2016

[39] K. L. Chopra. S. Major and D. K. pandya "Transparent ConductorsAstatus Review ", Thin solid film. Vol. (102), pp. (1-46), (1983).

[40] ر.صديق عبد الستار ،" دراسة الخصائص التركيبية و البصرية المحضرة لأغشية بطريقة التحلل الحراري " مذكرة ماجستير ، جامعة ديالي 2011

[41] م.الحامض، م.علي، غ.معراتي، دراسة الخصائص البنيوية والضوئية والكهربائية لأفلام أكسيد الايريديوم المستعملة في النوافذ الذكية، دراسات، العلوم الأساسية، المجلد 39 .العدد1. 2013

[42] د.ن.متوج ، العيوب في الأفلام الرقيقة من النوع لمنمات بطريقة الترسيب الذري الطبقي، سلسلة العلوم الهندسية المجلد 37.العدد3. 2015

[43] By John L.Stickney, Electrochemical Atomic Layer Deposition, The Electrochemical Society Interface, 2011.

[44] ر.صديق عبد الستار ،" دراسة الخصائص التركيبية و البصرية المحضرة لأغشية بطريقة التحلل الحراري " مذكرة ماجستير ، جامعة ديالي.

[45] ح.بن سالم ،" دراسة الخصائص الضوئية والكهربائية و البنيوية لشرائح أكسيد القصدير المطعم بالانتموان موضع بطريقة الامواج فوق الصوتية "، مذكرة ماستر ،فرع فيزياء ، جامعة الوادي.

[46] K. F. Konan , B. Hartitil, B. Aka , A.Ridah, K. Dakhsi, Y. Arba Et P. Thevenin , "Propriétés structurales Et Optiques De Couches Minces D'oxyde De Zinc (ZnO)Texturées (002) Par Voie Sol-Gel Via Spin-Coating ", Afrique Science , Vol06(1), 29- 37,(2010).

[47] ن.عبد القادر أحمد ، م.امين سليمان ،" كتاب علم البلورات و الأشعة السينية "،سلسلة الفكر العربي، الطبعة الأولى 2005 .

[48] م.حريز بلقاسم ," دراسة الخصائص البنيوية والضوئية و الكهربائية لأكسيد القصدير المطعم بالفلور المتوضع بتقنية الأمواج فوق الصوتية " مذكرة ماستر ، فرع فيزياء ، جامعة الوادي.

[49] ف.خلفاوي ،" تحديد خصائص أفلام أكسيد القصدير المطعم بالكوبالت مذكرة ماستر أكاديمي ، جامعة حمه لخضر ، الوادي 2018.

[50] Meriem BOUHENNI "Structural and opto-electrical study of ZnO thin films elaboratedby spray pyrolysis(hom mad).for the Degree of Master.

[51] ر. أحمد علي ،" تحضير ودراسة بعض الخصائص الفيزيائية لأغشية الرقيقة ، رسالة ماجستير ،كلية العلوم ،جامعة ديالي

[52] مشري خولة ،"دراسة الخصائص الفيزيائية للأغشية الرقيقة لأكسيد الزنك مطعمة باللاثنوم ومرسبة بتقنية رذاذ الانحلال الحراري "،مذكرة ماستر ، جامعة قاصدي مرباح ،ورقلة 2016 .

[53] س.بوضياف "دراسة التركيب الجزيئي لرمل كثبان منطقة ورقلة باستخدام مطيافية الامتصاص ما تحت الاحمر و حيود الأشعة السينية" ، مذكرة ماستر ،فرع الفيزياء ،جامعة قاصدي مرباح، ورقلة.

[54] J. B. Chevrier, Thèse de doctorat, Univ.Paris (1993)

[55] س.بوضياف "دراسة التركيب الجريئي لرمل كثبان منطقة ورقلة باستخدام مطيافية الامتصاص ما تحت الاحمر و حيود الأشعة السينية" ، مذكرة ماستر ،فرع الفيزياء ،جامعة قاصدي مرباح 2012-2011،

[56] ـ محمد سميـ صالح 2015 تقنية النانو وعصر علمي جديد"، مدينة الملك عبد العزيز لعلومـ والتقنية. المملكة العربية السعودية، الرياض ص78

[57] **H. M. Jang et al(1991)**. Mater. Res, Vol. 6, N°5, (1991) P916.

الملخص

يتواجد أكسيد الزنك في الطبيعة على شكل زنكيت أي أكسيد الزنك الأحمر يحتوي غالبا على المنغنيز وشوائب أخرى تمنحه لونا يتغير من الأصفر حتى الأحمر. غير أن أغلب الكميات المستعملة من أكسيد الزنك يتم إنتاجها مخبريا أو صناعيا في معامل معدة. يحتل أكسيد الزنك مكانة خاصة بين أنصاف النواقل ذات الحزمة الممنوعة الكبيرة. تم في هذا العمل تسليط الضوء على اهم طرق تحضير أكسيد الزنك الفيزيائية والكيميائية نذكر منها التوضع الفيزيائي لطور البخاري والتضوع الكيميائي للأبخرة. الخ. وكذلك الخصائص المتنوعة له ممن بينها الخصائص البلورية حيث التركيب البلوري لأكسيد الزنك على ثلاثة انواع من الهياكل بالاعتماد على شروط التضوع وهي الهيكل المكعب وبنية سداسية وهيكل الملح الصخري وخصائص ضوئية فيتراوح معامل انكساره بين 1.9و2.2 بحيث يختلف معامل الانكسار والامتصاص تبعا لظروف انتاج هذه الطبقات بالإضافة الى خصائص كيميائية فيعتبر أكسيد مذبذب يمكن أن يذوب في الأحماض أو القلويات من خلال التفاعلات. كما توجد عدة خصائص أخرى كثيرة. كما نستطيع الكشف عنه بواسطة عدة طرق منها انعراج الاشعة السينية والتحليل الطيفي الأشعة تحت الحمراء والتحليل الطيفي للأشعة المرئية وفوق البنفسجية. وقد تطرقنا لتجربة التوليف الاخضر للجسيمات النانوية لأكسيد الزنك عن طريق مستخلص النعناع وقمنا بتحليل النتائج والمناقشة بواسطة انعراج الاشعة السينية والأشعة تحت الحمراء والتحليل الطيفي للأشعة المرئية وفوق البنفسجية.

الكلمات المفتاحية: أكسيد الزنك – التوصيف – جسيمات النانو -الأشعة السينية.

Sommaire

oxyde de zinc dans oxyde de zinc dans oxyde de zinc quand dans oxyde de zinc? Il est réalisé en matériau composite. L'oxyde occupe une place particulière parmi les semi-conducteurs à caractère local. Dans ce travail, les méthodes physiques et chimiques les plus importantes de préparation de l'oxyde de zinc ont été mises en évidence, y compris le get. etc. Le sel gemme et ses propriétés Son indice de réfraction varie entre 1,9 et 2,2, le coefficient de réfraction et d'absorption, en fonction de la production de ces couches, en plus des propriétés chimiques du dioxyde amphotère qui peut se dissoudre dans les acides ou les alcalis à travers lui . De nombreuses propriétés. Il peut également être détecté par plusieurs méthodes, notamment la diffraction des rayons X, la spectroscopie IR et la vérification UV.

Mots clés : oxyde de zinc, caractérisation, nanoparticules, rayons X.