الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

جامعة الشهيد حمه لخضر –الوادي–

قسم هندسة الطرائق والبتروكمياء

مذكرة تخرج مقدمة لنيل شهادة ماستر أكادمي

تخصص: هندسة كيميائية

توليف و توصيف المركبات النانوية

Synthèse et caractérisation des nano composites

*إعداد الطالبات :

بن الحبيب أنفال

راشدي نضال

رداد ربح

*إشراف الأستاذ:

د. براني جمال

نوقشت المذكرة يوم: 2024/06/04

أمام اللجنة المكونة من الاساتذة:

اللجنة	الرتبة	الجامعة	الصفة
زغود العيد	أستاذ محاضر أ	جامعة الشهيد حمة لخضر	رئيسا
براني جمال	أستاذ محاضر أ	جامعة الشهيد حمة لخضر	مشرفا ومقررا
العويني صلاح الدين	أستاذ تعليم عالي	جامعة الشهيد حمة لخضر	مناقشا

السنة الجامعية: 2023-2024

بسم الله الرحمن الرحيم

شكـر و تقدير

الحمد لله والصلاة والسلام على خير خلق الله نبينا محمد عبده ورسوله القائل "من لم يشكر الناس لم يشكر الله من منطلق هذا التوجيه النبوي الشريف، نتقدم بخالص الشكر والتقدير الى جامعة حمه لخضر الوادي كلية التكنولوجيا وكل العاملين فيها من العميد الى البواب على كل ما قدموه لنا من مجهودات، وخاصة قسم هندسة الطرائق الذي احتضننا علميا حتى تحصلنا على اعلى الدرجات من العلم والمعرفة ،

ونخص بالذكر والثناء والدعاء والامتنان الى الاستاذ "د. براني جمال" المشرف على مذكرة تخرجنا، والذي كان له الفضل بعد الله في انجاز واتمام هذا المشروع العلمي الذي نرجو من الله ان يعم نفعه الجميع، فله منا جزيل الشكر والتقدير، و نسأل الله ان يرزقه كل الخير ويزيده من علمه وفضله ويرزقه العمل به

شكراً و الى كل الاساتذة لدورهم في توجيهنا لنا خلال مسيرتنا العلمية والى كل من ساهم في هذا العمل من قريب أو بعيد.

أما بعد نتقدم بأسمى عبارات الشكر و التقدير و الاحترام للجنة المناقشة شكرًا لكم .كما نتقدم بجزيل الشكر لكل من شرفنا من الحضور الكرام ولبى دعوتنا لحضور مناقشة مذكرة تخرجنا نتمنى ان تكون عند حسن ظنهم جميعا وجعل ذلك في ميزان حسناتهم.

وفي النهاية الشكر الوافر لمن شاركنا مقاعد الدراسة لجميع الزملاء وفقهم الله

شكراً لكم ....

اهداء

الحمد لله وكفى والصلاة على الحبيب المصطفى وأهله ومن وفى اما بعد الحمد لله الذي وفقني لتثمين هذه الخطوة في مشواري الدراسي بمذكرتي هذه ثمرة الجهد والنجاح

المهداة الى الوالدين الكريمين حفظهما الله وادامهما،

الى من وهبني كل ما يملك حتى احقق له اماله، الانسان الذي سهر على تعليمي

بتضحيات جسام، الى مدرستي الأولى في الحياة

"ابي" الغالي اطال الله عمره.

الى مدرسة الأجيال ورمز التضحية والعطاء، الى من تجرعت الكاس فارغا لتسقيني قطرة حب، الى من

وضعتني على طريق الحياة وكان دعائها سر نجاحي، الى نبع الحب وبحر الحنان

"امي" الغالية اطال الله عمرها.

إلى كل العائلة دون أن أنسى أي أحد الذين كان لهم بالغ الأثر في الكثير من العقبات والصعاب فهن ملاذ قوتي وسندي بعد الله سبحانه وتعالى...

"إاخوتي وإخواني وأبنائهم الأعزاء "

إلى كل الصديقات. الأساتذة و الزملاء اللذين جمعني بيم مشواري الدراسي.

كما أتوجو بالشكر والتقدير للأستاذ الفاضل والقدير براني جمال على دعمه وكل ماقدمه لنا من معلومات قيمة وعلى حبه للعلم ونشره.

والى كل " الأساتذة" الذين ساندوني في أصعدة كثيرة في مشواري الدراسي، الى كل هؤلاء وهؤلاء اهدي لهم هذا العمل المتواضع وأتمنى ان يحوز على رضاهم

وأسأل الله العليم ان يجعله نبراسا لكل طالب علم.

بن الحبيب أنفال

إهداء

بسم الله الرحمن الرحيم

"يَرْفَعِ اللَّهُ الَّذِينَ آمَنُوا مِنكُمْ وَالَّذِينَ أُوتُوا الْعِلْمَ دَرَجَاتٍ وَاللَّهُ بِمَا تَعْمَلُونَ خَبِيرٌ"

إلى من كانو سندا ودعما في رحلتي العلمية ..إلى النور الذي أضاء حياتي إلى والدي الغالي "عبد المجيد" الذي كان ولا يزال نمودجا في التضحية والكد، والذي علمني أن العمل الجد هو السبيل الوحيد لتحقيق الأحلام ...

شكرا أبي على دعمك المستمر ،وثقتك بي ،وكلماتك الحكيمة التي تنير لي الطريق دائما

إلى والدتي الحبيبة "رتيبة" رمز الحنان والعطاء اللامحدود ،التي كانت دعواتها الدائمة نبراس يضئ دربي وملجأ قوتي .

شكرا لك يا أمي على حبك واهتمامك ،وعلى صبرك الذي لا ينضب ،وعلى أنك كنت دائما الحافز الذي يدفعني نحو الأفضل .

إلى زوجي الحبيب "جمال الذين" الذي كان رفيقي في هده المرحلة الطويلة ، قدم لي كل الدعم والمساعدة وتحمل معي صعوبات الطريف.

شكرا لك على حبك وصبرك على إيمانك بي وتشجيعك لي في كل خطوة.

إلى إخوتي وإخواني الأعزاء " هديل ،محمد الجموعي ،لجين ، سراج المنير" شركاء الطفولة وشركاء الأفراح والأحزان ضلعي الثالث الذي لا يميل سندي ومسنديفالحياة لقد كنتم دائما مصدر قوتي و إلهامي وسعادتي

أشكر لكم دعمكم وتشجيعكم لي طول هده المرحلة.

إلى أب زوجي "مصباح" وأم زوجي "مسعودة" وأخت زوجي "فاطمة الزهراء" أهدي لكم هذه المذكرة تعبيرا على شكري وتقديري لدعمكم الدائم وتشجيعكم المستمر .

إلى أستاذي الفاضل والمشرف على مدكرتي "براني جمال" بكل عبارات الشكر والتقدير ،أتقدم إليكم بآيات الشكر والعرفان على دورك العظيم واسهاماتك القيمة في إعداد مدكرتنا.

لقد كان كان لتوجهاتك الرشيدة وملاحظات البناءة الأثر الكبير في الوصول بهذا العمل إلى مستواه المتميز.

والى كل من ساعدوني ولم ادكرهم لهم جزيل الشكر والعرفان دمتم في حفظ الله .....

راشدي نضال

إهداء

﴿ وَآخِرُ دَعْوَاهُمْ أَنِ الْحَمْدُ لِلَّهِ رَبِّ الْعَالَمِينَ ﴾

الحمد لله حبا و شكرا و امتنان عن البدء و الختام... وبكل حب اهدي ثمرة نجاحي وتخرجي:

إلى من علمني العطاء بدون انتظار إلى من احمل اسمه بكل افتخار إلى من كان دعائه سر نجاحي ...

أبي الغالي

إلى داعمتي الأولى في مسيرتي وسندي وملاذي بعد الله فخري واعتزازي سر قوتي ونجاحي...

أمي الغالية

إلى من كنت أتمنى إن نعيش هذه اللحظات سويا إلى عزيزة وفقيدة قلبي إلى قطعة من القلب فارقتني أختي رحمها الله تعالى وجعلها لمحتي الأولى في الجنة ان شاء الله ...

فتحية

إلى من شد بهم الله عضدي فكانوا خير معين لي إخوتي ...

عبد القادر، حمزة ، فرحات

إلى اللواتي أمسكن بيدي حين توقفت الحياة عن مد يدها لي ، نور المحبة في حياتي ،أخواتي ...

رحمة ، شفاء

إلى من كانت ملاذي و ملجئ ، إلى من تذوقت معها أجمل اللحظات ،إلى من يتزين قلبي ببسماتها...

زهرة

إلى الذي مهدا لنا الطريق ، والذي لم يبخل علينا بمعلوماته ، وتوجيهه وتشجيعه الحماسي الدكتور المشرف...

جمال براني

إلى من زرعوا التفاؤل في دربنا و قدموا لنا المساعدات التسهيلات اخص بالذكر الدكتور...

علي شمسه

وإلى كل من ساندي بحب ودعمني في كل المواقف ...

رداد ربح

فهرس المحتويات

الفهرس

الرقم	المحتوى	الصفحة
01	شكر وتقدير	I
02	اهداء	II
04	قائمة الرموز والاختصارات	III
05	فهرس المحتويات	IV
06	فهرس الجداول	V
07	فهرس الاشكال والصور	VI
09	مقدمة عامة	01
10	الفصل الأول: التعريف بالنباتات Ecorce de grqines de théobroma Portulacacée oléacée. Thymus vulgarisé) .caca) و المركبات الفنولية	
11	مقدمة	
12	1.البوربيرPortulacacée oléacée	04
13	2.الزعترThymus vulgaris	05
14	3. لحاء بذور الكاكاو ثيوبروما Ecorce de graines de Théobroma cacao	06
15	مدخل	07
16	1. تعريف المركبات الفينولية	07

17	2. أقسام البوليفينول	08
18	3. الأحماض	09
19	4. تصنيف المركبات الفينولية	10
20	5. الخصائص الكميائية للمركبات الفينولية	12
21	6. فوائد الفلافونويد للنباتات	13
22	خلاصة الفصل	14
23	الفصل الثاني: عموميات حول النانو	
24	مقدمة	18
25	1. مفهوم النانو	18
26	3. تصنيف المواد الناوية	19
27	4. أهمية المواد النانوية	22
28	5. الجسيمات النانوية	23
29	6. تطبيقات المواد النانوية	24
30	7. طرق تحضير المواد النانوية	26
31	8. توصيف المركبات النانوية	40
32	خلاصة الفصل	44
33	الفصل الثالث: التقنيات المستعملة	
34	مقدمة	49

35	1.الأشعة فوق البنفسجية (UV–Visible)	49
36	2. الأشعة السينية(DRX)	51
37	3.مطيافية الأشعة تحت الحمراء(FITR)	55
38	4.المجهر الإلكتروني الماسح (MEB)	60
39	خلاصة الفصل	63
40	الفصل الرابع: تركيب وتوصيف المركبات النانوية	
41	1 .مقدمة	66
42	2. تصنيع الجسيمات النانوية Mg@ZnO من Portulacacée oléacée	66
43	3. التوليف الأخضر وتوصيف المركبات النانوية ZnO–Ag بواسطة Thymus vulgaris	70
44	4. مركب ZnO/CuO النانوي المحضر بالتوليف الأخضر باستخدام مستخلص لحاء الكاكاو Theobroma	74
45	خلاصة الفصل	79
46	خاتمة	75

فهرس الجداول

الرقم	العنوان	الصفحة
01	الجدول (1.I). تصنيف المركبات حسب carbon	11
02	الجدول (1.II). الفرق بين طريقتين من الأعلى الى الأسفل ومن الأسفل الى الأعلى في تصنيع المواد النانوية	30
03	الجدول (2.II). أمثلة على بعض الخصائص النانوية	42

فهرس الأشكال

الرقم	العنوان	الصفحة
01	الشكل (1.I). يوضح نبات البوربير	04
02	الشكل (2.I). يوضح نبات الزعتر	05
03	الشكل (3.I). يوضح نبتة الكاكاو ثيوبروما	06
04	الشكل (4.I). نماذج للمركبات الفنولية	07
05	الشكل (5.I). مخطط لتصنيف عديد الفينول	08
06	الشكل (1.II). تصنيف المواد النانوية	19
07	الشكل (2.II). النقاط الكمية	20
08	الشكل (3.II). الفولورين	20
09	الشكل (4.II). الكرات النانوية	21
10	الشكل (5.II). الجسيمات النانوية	21

11	الشكل (6.II). الأنابيب النانوية [11]	22
12	الشكل (7.II). تطبيقات المواد النانوية	25
13	الشكل (8.II). دورة تصنيع المنتج النانوي	27
14	الشكل (9.II). طرق تصنيع المواد النانوية	28
15	الشكل (10.II). طرق تحضير المواد النانوية	29
16	الشكل (11.II). التبسيط للوصول الى الحجم النانوي	30
17	الشكل (12.II). يوضح طريقة الإستئصال بالليزر	32
18	الشكل (13.II). رسم تخطيطي لتخليق الإنحلال الحراري بالرش باللهب	33
19	الشكل (14.II). رسم تخطيطي لإعداد تجريبي على نطاق المختبر لتقنية	34
20	الشكل (15.II). يوضح كيفية تشكل الجسيمات النانوية بتقنية الرش الكهربائي	34
21	الشكل (16.II). رسم توضيحي لوصف طريقة صول–جل	36
22	الشكل (17.II). رسم توضيحي لوصف طرق تحضير المواد النانوية بالطحن	37
23	الشكل.(1.III). صورة توضيحية لخط طيفي للأشعة	49
24	الشكلIII2.). جهاز مطيافية الأشعة فوق البنفسجية	50
25	الشكل (3.III). أنبوبة لإنتاج الأشعة السينية	51
26	الشكل (4.III). صورة توضيحية للأشعة الإنكباحية	53
27	الشكل (5.III). صورة توضيحية لمسار الأشعة المميزة	54
28	الشكل (6.III). جهاز حيود الأشعة السينية	54

29	الشكل.(7.III). اهتزازات الشد	57
30	الشكل (8.III). اهتزازات الثني الشكل	57
31	الشكل (9.III). مخطط لطياف لFTIR	58
32	الشكل (10.III). نموذج طيف إمتصاصFTIR	59
33	الشكل (11.III). مطياف الأشعة تحت الحمراءFTIR	60
34	الشكل (12.III). المجهر الإلكتروني الماسح	62
35	الشكل (1.IV). نمط حيود الأشعة السينية لـ ZnO وMg@ZnO NPs	68
36	الشكل (2.IV). أطياف امتصاص الأشعة فوق البنفسجية لـ ZnO و Mg@ZnO NPs	68
37	الشكل (3.IV). أطياف FTIR لأكسيد الزنك وMg@ZnO NPs	69
38	الشكل (4.IV). صورة MEB لأكسيد الزنك وMg@ZnO	70
39	الشكل (5.IV). أنماط XRD لـ ZnO–Ag NCs وZnO NPs وAg NPs	71
40	الشكل (6.IV). طيف امتصاص الأشعة فوق البنفسجية لـ ZnO–Ag وZnO NCs النقي	72
41	الشكل (7.IV). أطياف FTIR لـ ZnO–Ag	73
42	الشكل (8.IV). 8.أ. صورة TEM توضح النطاقات الشبكية لـ Ag و ZnO 8.ب. طيف DRX تم الحصول عليه من MEB لـ ZnO–Ag NCs	74
43	الشكل (9.IV). أنماط XRD للجسيمات النانوية ZnO وCuO ومركبات ZnO/CuO	76

	النانوية	
44	الشكل (10.IV). طاقة فجوة النطاق لمركب النانو ZnO/CuO	76
45	الشكل (11.IV). أطياف FTIR من TBE وZnO/CuO nano composite	77
46	الشكل (12.IV). صور MEB و DRX للمركب النانوي ZnO/CuO	78

.

مقـدمـــة عامة

في ضوء التقدم العلمي والتكنولوجي، جذب مصطلح "نانو والجسيمات النانوية" مؤخرا انتباه العالم وخاصة العلماء الذين كرسوا الجزء الأكبر من دراساتهم وجودهم لدراسة خصائصها وأفضل الطرق لتصنيفيها، وأشار المنهج العلمي إلى أن التركيز على الأولوية الممنوحة للمنتجات النانوية سيسهم في حل جميع المشكلات التي يواجهها العالم اليوم وفي المستقبل. وقد اثبت ذلك فعاليته الكبيرة نظرا لتعدد خصائصه الكميائية والبيولوجية والتحفزية والبلورية.

يمكن الإهتمام بالجزيئات النانوية في خصائصها الاستثنائية في العديد من المجالات خاصة الحيوية مثل علاج وتوصيل الأدوية إلى أماكن محددة في الجسم ...وغيرها.

لتصنيع الجزيئات النانوية هناك طريقتان شائع استخدامها وهي الفيزيائية والكميائية ،ولكن للأسف تفوق عيوبها على مزاياها، إذ تشكل تهديدا للبيئة والكائنات الحية ،بالإضافة إلى تكلفتها العالية وكثافة العمل والطاقة وتأثيراتها الحساسة طويلة الأمد دفع العلماء إلى ابتكار استراتيجية جديدة منخفضة التكلفة وآمنة وصديقة للبيئة ذاتها، ومن هنا ظهر مصطلح "التوصيف والتخليق الاخضر" لأنه يعتبر بديلا آمنا لإنتاج الجسيمات النانوية، وقد اثبت فعاليته وتكلفته المنخفضة لأنه يعتمد على مواد خام طبيعية مثل مستخلصات النباتات.

تهدف هده المدكرة إلى بحث حول التخليق الأخضر للجزيئات النانوية المزخرفة ، نظرا لتعدد مزاياها وتوفير مجموعة متنوعة من الجسيمات النانوية من جهة .

إشكالية البحث:

بسبب الإهتمام الواسع بعلم وتقنية النانو أردنا ان نقوم ببحث حول علم وتقنية النانو وكيفية تحضير المواد النانوية والإستفادة منها في مجالات الحياة. والتي تتفرع الى المشكلات التالية:

- ✓ **ما هي النباتات المدروسة؟ وما هي المركبات الفنولية؟ وفيما تتمثل أهميتها؟ وماهي أقسامها وتصنيفاتها؟**

- ✓ **ماهو النانو؟ ماهي تقنية النانو؟ وكيف يتم تصنيع المواد النانوية؟ وما هي طرق التصنيع؟**

ونظرا للتطورات الكبيرة الحاصلة في مجالات استخدام تكنولوجيا النانو لابد من معرفة ما أهميتها، وواقع هذه التكنولوجيا في العالم.

ولحل الإشكالية قد تبنينا الفرضيات التالية:

- ✓ **ان المواد النانوية لها مميزات وخصائص مختلفة عن المواد العادية الخام.**
- ✓ **ان صناعة المواد النانوية تكون بسيطة وبتكلفة قليلة مقارنة بغيرها من المواد.**
- ✓ **ان تقنية النانو تعد تقنية العصر ولها مستقبل واعد واستخدمات عديدة في كل مجالات الحياة.**

وللإجابة على الإشكالية قسمنا مذكرتنا الى مقدمة عامة وأربعة فصول وخلاصة عامة:

الفصل الأول يشمل "التعريف بنباتات (Portulacacée oléacée، Feuillet de Thymus vulgaris، Ecorce de graines de Théobroma cacao) والمركبات الفنولية"

الفصل الثاني يشمل " عموميات حول تقنية النانو "

الفصل الثالث يشمل "الوسائل والتقنيات المستعملة "

الفصل الرابع يشمل "مناقشة وتحليل الدارسات السابقة حول تركيب وتوصيف المواد النانوية"

الفصل الأول:

التعريف بالنباتات

(Portulacacée oleracea. Thymus vulgarisé. Ecorce de grqines de théobroma caca)

مقدمة

تحمل النباتات مجموعة متنوعة من المركبات الكيميائية التي تؤثر في مظهرها ورائحتها وطعمها، وتقدم فوائد متعددة، وذلك بسبب اختلافها بين الأنواع.

تشمل هذه المركبات المركبات الفينولية، والتي توجد في معظم أنواع النباتات [1].

1. البوربير Portulacacée oleracea :

Portulacacée oleracea هي نبات عشبي سنوي يتبع فصيلة Portulacaceae ويُعرف شائعًا بالبوربير بالإنجليزية. ينمو هذا النبات الدافئ على نطاق واسع في المناطق الاستوائية والشبه استوائية في العالم، بما في ذلك العديد من المناطق في الولايات المتحدة. البوربير هو نبات لحمي يمكن أن يكون متسلقًا أو مقامًا، ويصل ارتفاعه إلى 30 سم، ويتميز بسيقان أسطوانية تصل إلى 30 سم طولًا وبقطر 2–3 ملم، وتكون خضراء أو حمراء، ومنتفخة عند العقد، وناعمة ومجعدة في جيوب الأوراق، وتتفرع بشكل متباين، ويبلغ طولها حوالي 1.5 إلى 3.5 سم. تبدأ عملية الازهار في شهر مايو وتستمر حتى سبتمبر، وتفتح الأزهار فقط في الأيام الحارة والمشمسة من منتصف الصباح حتى بداية الظهيرة. يعتبر Portulaca oleracea ذو أهمية كبيرة في صناعة الأغذية ويمتلك مجموعة واسعة من الخصائص الدوائية والطبية مثل الأنشطة العصبية المحافظة، والمضادة للميكروبات، ومكافحة داء السكري [1].

الشكل رقم (1.I). يوضح نبات البوربير[1]

2. الزعترThymus vulgaris

هو جنس من النباتات (يسمى شائعا الزعترأو السربول) من عائلة الشفويات.

يضم هدا الجنس 300 نوع، وهو نبات شائع في شمال غرب افريقيا (المغرب، تونس، الجزائر، وليبيا).

الزعتر هو نبات صغير الحجم يتميز بسيقانه المستقيم الخشبية والمراجعة المنتهية في القاع يمكن أن يصل ارتفاعه إلى 40 سم، يحمل ازهارا صغيرة بلون وردي فاتح أو بيضاء.

يحتوي هذا النبات على كمية من الزيوت العطرية مما يجعلها جزءا من النباتات العطرية إذ تحتوي على زيت رئيسي اسمه الثيمول زهو مادة مضادة ضد البكتريا، وهذا مايفعله يصنف انه من النباتات التي تحتوي على المركبات الفينولية [2].

الشكل رقم (I .2). يوضح نبات الزعتر[2]

3. لحاء بذور الكاكاو ثيوبروما Ecorce de graines de Théobroma cacao

شجرة الكاكاو هي شجرة استوائية تنمو في الأرض فقط في "حزام الكاكاو" وفي المناطق الاستوائية لها فروع منتشرة يمكن يمكن أن يصل ارتفاعها إلى 10 أمتار في البرية، لها أوراق بيضاوية كبيرة جدا يبلغ طولها 10–20 سم، تحتوي على بذور بيضاوي الشكل محاطة بلب أبيض حلو لدع، تحتوي الكبسولة على 30–40 بذرة ويستغرق الأمر 50 كبسولة لإنتاج 2 كجم من الكاكاو.

لها خصوصية إنتاج الأزهار مباشرة على الجدع وهذا ما يجعلها نباتا منزليا جميلا للغاية [3].

الشكل رقم (3.I). يوضح نبتة الكاكاو[3]

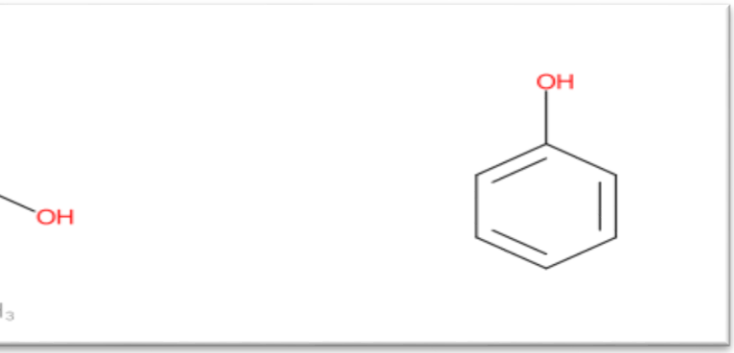
مدخل:

تلعب المركبات الفينولية دورا مهما في النباتات حيث تمثل 60 بالمئة من كتلتها الجافة، وتقوم بدعم جدران خلاياها.

يتجاوز عددها 8000 مركب، وتتكون من حلقات عطرية تحمل مجموعة واحدة أو أكثر من المجموعات الوظيفية الهيدروكسيل[4].

1. تعريف المركبات الفينولية:

تعد المركبات الفينولية من أهم المركبات النباتية للأيضات الثانوية ، [5] حيث تحتل نسبة كبيرة وهي لاعب رئيسي في مجال المنتجات الطبيعية، حيث تم تحديد أكثر من 8000 مركب فينولي وتوزيعها في أقسام مختلفة من حيث تركيبها الكربوني العنصر الأساسي لمميزلها هو وجود حلقة بنزينية واحدة على الأقل تحمل مجموعة الهيدروكسيل حر أو مرتبط بوظيفة أخرى (الأثير،السكر،الأستر).الفرق في عدد الحلقات وعدد المجموعات ونوعها إرتباطها بها يجعلها تنقسم إلى عدة مجموعات أهمها الأحماض الفينولية، والفلافونويدات، والعفص، والتي تمثل [6] لفلافونويدات هي الجزءالأكبر منها.



Phenol نموذج لمركب فينولي

Thymol نموذج لمركب تيمول

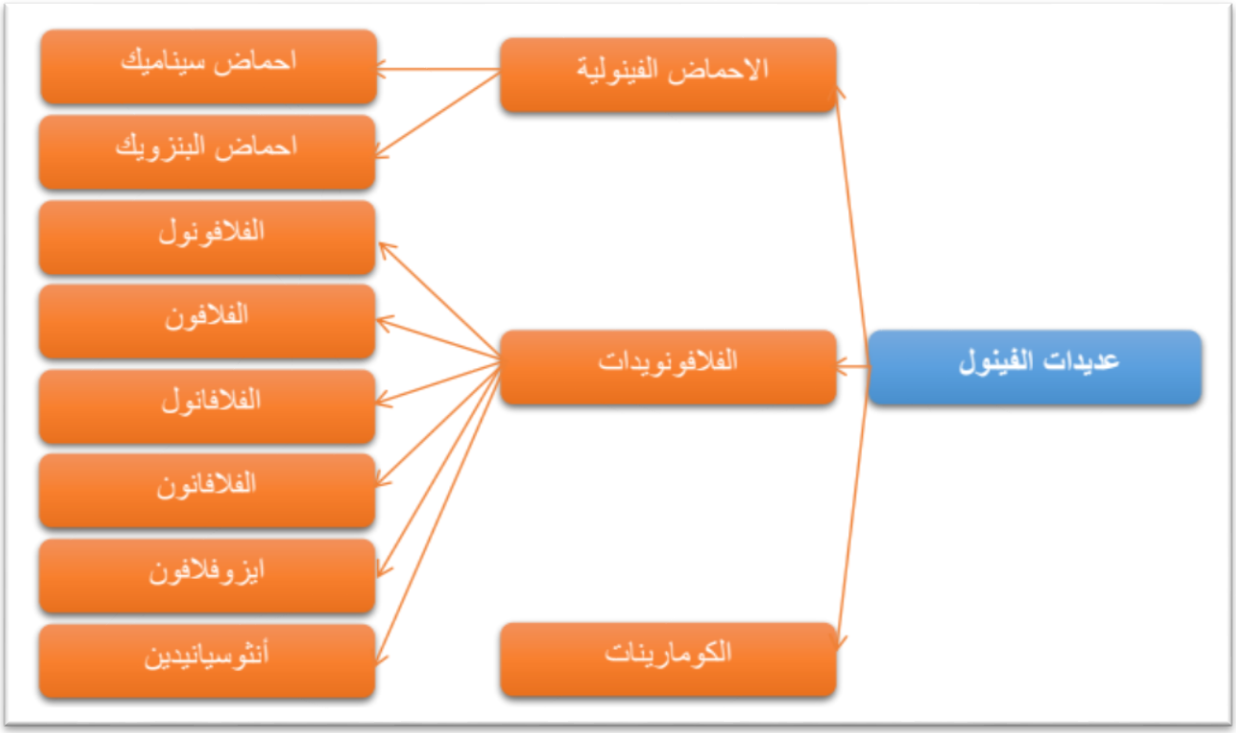
الشكل **(4.I). نماذج للمركبات الفنولية**

2. أقسام البوليفينول:

تم تصنيف المركبات الفينولية الطبيعية من قبل العالمين (هاربورن) و(ماتشيكس) (1989-1990) حيث وجدوا أن المركبات الفينولية تشمل ما يقارب 8000 مركب مقسمة إلى عدد قليلا لأصناف ومن أهمها نذكر ما يلي:

-الأحماض الفينولية

✓الأحماض المشتقة من حمض البنزويك



✓الأحماض المشتقة من حمض السينامك.

(5.I). مخطط لتصنيف عديد الفينول

- **أهمية ودور البوليفينول في النباتات [7] [8]**

▪الفينولات عبارة عن أصباغ ومركبات عطرية تعطي النباتات اللون والرائحة مما يؤدي إلى جذبا لحشرات وتلقيح الطيور.

▪ كما تلعب الفينولات أدواراً مهمة ومعروفة وهي لحماية والوقاية من الأشعة فوق البنفسجية.

▪الفينولات له خصائص مضادة للفطريات ومضادة للبكتيريا.

▪ تساهم الفينولات في مقاومة النباتات للأمراض كما هو الحال مع مقاومة نباتات القطن لأمراض الذبول.

3.الأحماض:

تنقسم الأحماض الفينولية إلى قسمين كما يلي:

1.3. الاحماض الفينولية المشتقة من حمض البنزويك

ومشتقات حمض البنزويك كلاهما منتشرة على (C_1–C_6) تمتلك الأحماض الفينولية البنية نطاق واسع ملزمة أو حرة أو على شكل سكريات أو استرات. **[10][9]**

حيث تنتشر الأحماض المشتقة(C_3–C_6) وتوجد غالبية الأحماض الفينولية في التركيب من حامض الستريك على نطاق واسع.

2.3 . الاحماض الفينولية من حمض السينامیك:

حمض السينامیك متوفر بكثرة،وحمض الفيروليك وحمض الكافيين هما النوعان الرئيسيان الأكثر انتشارًا.[11]

أما بقية الأحماض، مثل حمض الكوماريك، فهي أقل تواتر أو نادراً ماتكون حرة.

يتكون الهيكل الكربوني لهذه المجموعة من حلقة بنزين بالإضافة إلى سلسلة جانبية من ثلاث ذرات كربون.

4. تصنيف المركبات الفينولية :

تصنف المركبات الفينولية عموما وفق لمسارات البيوسنثيز 'أي عندما تتجمع فئات المركبات تحت أشكال بسيطة.

تساهم عملية البيوسنثيز في تطويرها، حيث تبدأ بتشكيل هيكلها الكربوني، ثم تحدث تعديلات عليها مثل أكسدة، تحميل بالهيدروجين،اضافة مجموعات المثيل، ....الخ.

وأخيرا تتكون الروابط مع جزيئات أخرى مثل السكريات أو غيرها، و تميز فئات هده المركبات التي تتجمع في هذه البيوسنثيزالفينولات البسيطة، الأحماض الهيدروكسي بنزويك، الأحماض الهيدروكسي سينامیك، الكومارينات، النفثوكيونات، الستيلبيات، الفلافونويدات واللينانات ....أو بعض الفلافونويدات [12].

الجدول 1:حسب تصنيف charbor يتم تقديم هده المركبات في جدول:[13]

الهيكل الكاربوني	التصنيف
C_6	Phenol simple الفينولات البسيطة
$C_6–C_1$	Acides phénols carboxyliques الأحماض الفنولية الكربوكسيلية
$C_6–C_3$	Acideshdroxybenzique أحماض هيدروكسي بنزويك
	Acideshydroxycinnamique أحماض هيدروكسي سيناميك
$C_6–C_3$	Coumarone الكومارينات
$C_6–C_3–C_6$	Flavonoids الفلافونيدات
	Flavones الفلافونات
	Flavones الفلافونولات
	Flavones الفلافانولات
	Flavanones الفلافانونات
	Isoflavones إيزوفلافونات
	Anthocyanin أنثوسينات
$2(C_6–C_3)$	Anthocyanin أنثوسينات

5. الخصائص الكميائية للمركبات الفينولية:

تتميز الفينولات بخصائص كيميائية تتضمن تكوين روابط وخصائص أخرى تؤثر على شكلها وشحنتها.

تشمل هذه الخصائص:

1.5. القطبية:

هذه الخاصية تنشأ نتيجة لتداخل اثنين من المركبات أو الجزيئات المتجاورة التي تظهر تقلبات فيالالكترونيات، مما يجدب التأثير الهيدروفوبي، كما في تداخل حلقة البنزين مع حلقة العطرية[13] .

2.5. خصائص التحفيض:

الجهد الأيوني الكهربائي للجزئي (IP) يمثل الحد الأدنى من الطاقة المطلوبة لفقدان الكترون واحد.

يتناقص الجهد الأيوني الكهربائي (ip) عندما يتم استبدال مركب عطري بمجموعاتى تفقد الكترونات، مما يزيد من خصائصه التخفضية.

بالاضافة الى ذلك، يمكن أ، يخضع لأكسدة أحادية الالكترون مما يؤدي الى تكوين راديكال متجانس.

يستطيع الفينول نقل ذرة هيدروجين الى الراديكال الاكسدة (ro) والراديكالالبيروكسيل (roo) ذو الطاقة العالية لتشكيل راديكال أريلوكسيل (aro) [13] .

3.5. النيكليوفيلية :

خاصية النيكليوفينية تؤدي دورا مهما في تفاعلات المجموعات الكهربائية المستبدلة في المركبات العطرية.

يتم نقل هذه الخاصية عبر ذرة الأكسجين والذرات الكربونية الأرثو والبارا لمجموعة (oh)،التي تتفاعل بشكل ايجابي مع الالكترونات الكهربائية، مما يؤكد على طبيعتها النووي[13].

6. فوائد الفلافونويد للنباتات:

تلعب الفلافونويدات أدواراً ووظائف هامة في دورة حياة النبات، بما في ذلك:

- تعتبر مركبات الفلافونويد من العناصر المسؤولة عن إعطاء اللون للنباتات وخاصة الزهور.

وله دور مهم في حماية النبات من الحيوانات الضارة من خلال إعطائه طعماً مميزاً للنبات[14] .

- وهي مواد تحمي الأنسجة النباتية حيث أنها مواد تمتص الأشعة فوق البنفسجية (250–270 نانومتر).

ويحمي المواد الأساسية من التأثيرات السامة لهذه الإشعاعات [15]

- كما أنه يساعد على تقليل ظاهرة النتح في المناطق الجافة[16]
- له دور في مراقبة نمو النبات وتطوره من خلال تفاعله المعقد مع هرمونات النمو المختل لنبات.

خلاصة الفصل:

تطرقنا هذا الفصل ، للتعريف بنباتات : الوربير والزعتر ولحاء بذور الكاكاو (ثيوبروما)، حيث تنتج هذه النباتات مركبات فينولية. تُعرف هذه المركبات بخصائصها المضادة للأكسدة والمضادة للالتهابات، مما يجعلها ذات قيمة عالية في المجالات الطبية والتغذوية. يُعتبر الوربير والزعتر من الأعشاب التقليدية التي استُخدمت منذ القدم لأغراض علاجية، في حين أن لحاء بذور الكاكاو يُستخدم بشكل واسع في صناعة الشوكولاتة والمكملات الغذائية. تجمع هذه النباتات بين الفوائد الصحية والتطبيقات العملية، مما يجعلها موضوعًا مهمًا للبحث والتطوير المستمر. تعزز المركبات الفينولية المستخلصة منها صحة الإنسان وتسهم في الوقاية من العديد من الأمراض، مما يفتح آفاقًا جديدة للاستفادة منها في مجالات متعددة.

مراجع الفصل الاول:

المراجع بالعربية:

[5] م. جرموني،" لنشاطية المضادة للأكسدة لمستخلص تنبتة الخياطة Terbium podium ، " مذكرة لنيل شهادة الماجستير في البيوكيمياء والفيزيولوجيا التجريبية ، جامعة فرحات عباس،سطيف،الجزائر، 2000.

[10] ربيعي عبدالكريم،" تقدير المحتوى الفينولي و الفعالية المضادة للأكسدة لمنتجات النحل في الجزائر بالطرق الكهروكيميائية، Université of Ouargla "جامعة ورقلة،2016.

المراجع بالفرنسية:

[1] Maebashi H. M, Bahar A, Stockât R. M, Bilal A. Z, N'aida T, Portulacacée oleracea L. A rêviez, département of pharmaceutique Sciences, Faculté of Allie Sciences and Technologie, Université of Kashmiri, Indira, accepte-t-on 01-07-2011

[2] K, Berbiche, S: G houari; N Rezgo; Intérêt phytothérapique de la plant thymus vulgarisé

[3] http://caribfruits.cirad.fr/fruits_tropicaux/cacao

[4] N. BENHAMMOU ،"Activité antioxydant des extraits des composés phénoliques de dix plantes médicinales de l'Ouest et du Sud-Ouest Algérien،" 2011.

[6] H. Harka ،"Hétérocycles oxygénés et composés aromatiques de Franken thymifoliaDesf،" UB12008 ،

[7] K. KANOUN, "Contribution à l'étude photochimique et activité antioxydant des extraits de Myrtes communise L.(Rayman) de la région de Tlemcen (Ho naine)," 2011

[8] J. B. Aborne ،"Biochemistry of phénolique compounds،" Biochemistry of phénolique compounds 1964.

[9] B. J. Pharmacognosie ،"photochimie ،plantes médicinales،" Revue et Augmentée ،Tec and Doc ،Paris1999

[11] François L. Cartographie génétique des composés phénoliques de la pomme ،Université d'Angers-Nantes ،Soutenue le 11 juillet 2013

[12] BOUBEKRI C ،Etude de l'activité antioxydant des polyphénols extraits de Solanummelongena par des techniques électrochimiques 20 ،Mai 2014 ،Université Mohamed Khi der-Biskra.

[13] J. B. Sherborne and C. A. Williams, "Advances in flavonoid research since 1992, » Photochemistry, vol. 55, pp. 481-504, 2000

[14] J. W. McClure ،«Physiology and functions of flavonoids،" in the flavonoids، end:Springer ،1975،

[15] E. WOLLENWEBRE and V. Dietz ،«Biochemical Systematic and Ecology،" V8 ،Vol 21.1989.

[16] M. T. T. Mabry ،K. Markham ،The systematic identifation of flavonoids: Springer ،Verilog ،Berlin.1970.

الفصل الثاني:

عموميات حول النانو

مقدمة:

إن تكنولوجيا النانو ثورة علمية هائلة لا تقل نبلا عن الثورة الصناعية التي أوصلت البشرية إلى هذا العصر التوجيهات [1] جلبت الثورة التكنولوجية البشرية إلى عصر الفضاء و الإتصالات و الإنترنت و تتصدر الحديثة قائمة الاهتمامات العلمية والبحثية في ربيع الدولة العادل لتداخلها في الكثير ومن بين المجالات العلمية المختلفة، فهو ليس جديدا على وقتنا هذا، بل منذ العصور الوسطى، دون أن ندرك عدم جدواه التام. إذ يتم تعريف كلمة نانو بأنها التكنولوجيا المجهرية أو التكنولوجيا المصغرة [3] فكيف يتم تصنيفها ؟[2]

يحتوي النانو على مواد يكون حجمها على نطاق نانومتر، أي أنه يتراوح حجمها بين 1 إلى 100 نانومتر. وتتميز هذه المواد بخواصها الفريدة والمتميزة عن المواد التقليدية، نتيجة لحجمها الصغير وهيكلها النانوي. تلعب المواد النانوية دورًا مهمًا في العديد من المجالات، حيث تستخدم في تطوير تقنيات جديدة وتحسين الأداء في التطبيقات المختلفة.

1. مفهوم النانو:

كلمة النانو هي كلمة مشتقة من الإغريقية (نانوس) وتعني "قزم" ,Nanos وفي مجال العلوم النانو هي جزء من المليار[4] . ولكن اليوم كلمة النانو مطلقة تعني أكثر من كونها وحدة رياضية وإنما هي علم أو تقنية النانو بكله [5].

2. تقنية النانو:

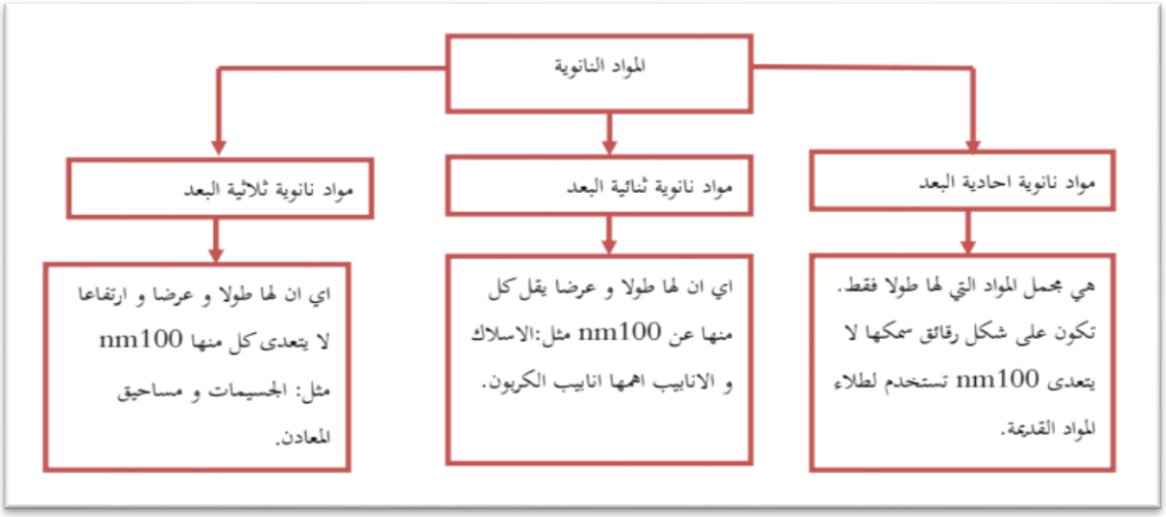
هي العلم الذي يهتم ويعتني بدراسة ومعالجة المادة على المستوى المجهري والجزيئيوالذري[6] , فالنانو الواحد يساوي جزءا من المليار جزء من الفلتر.[4]

✓ **المواد النانوية:**

هي عبارة عن مواد تتألف من عنصر واحد أو أكثر لهم نفس البعد على الاقل يترواح بين 1-100 نانومتر إذ تحتوي على جسيمات ناوية وألياف وأنابيب نانوية .[7].

3. تصنيف المواد الناوية:

ويمكن تصنيف المواد النانوية حسب الشكل إلى ما يلي :



الشكل (1.II) .تصنيف المواد النانوية [8]

1.3. النقاط الكمية Quantum dots :

وهي عبارة عن تركيب نانوي شبه موصل ثلاثي الأبعاد يتراوح بين 2 إلى 10 نانومتر، وهذا يقابل تقريبا 100 إلى 1000 ذرة في حجم النقطة الكمية الواحدة .تبدي النقطة الكمية طبقة طاقية متقطعة وتكون الدالة الموجة المقابلة متمركز داخل النقطة الكمية. [7]

الشكل (2.II). النقاط الكمية [9]

2.3. الفلورين Fullerene :

تركيب نانوي غير معروف للكربون وهو عبارة عن جزء مكون من 60 ذرة من ذرات الكربون .

إن جزء الفلورين كروي المظهر ويشبه تماما كرة القدم التي تحتوي على 12 شكلا خماسيا و20 شكلا سداسيا. [7]

الشكل (3.II) . الفولورين [9]

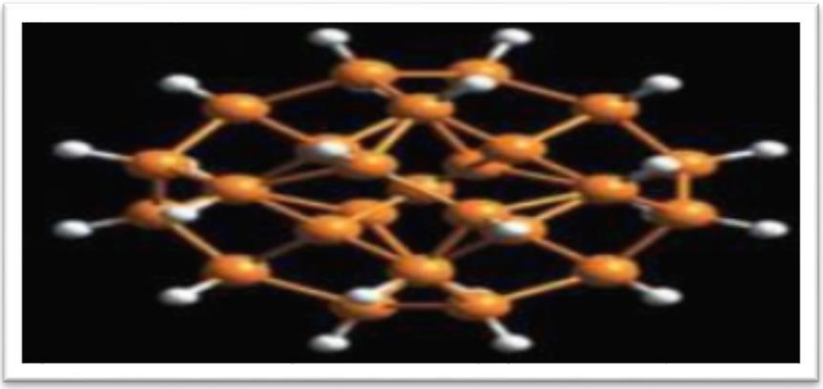
3.3. الكرات النانوية Nanoballs

أهمها كرات الكربون النانوية التي تنتمي إلى فئة الفلورينات لكنها تختلف عنها قليلا فالتركيب بحيث انها متعددة القشرة، كما أنها خاوية المركز على خلاف الجسيمات النانوية ،بينما لا توجد فجوات مثل الأنابيب النانوية متعددة الغلاف.[7]

الشكل (4.II). الكرات النانوية [9]

4.3. الجسيمات النانوية :

هي عبارة عن تجمع دائري أو جزيئي ميكروسكوبي عددها من بضع ذرات إلى مليون ذرة تكون مرتبطة ببعضها البعض ،نصف قطرها أقل من10mm. [8]

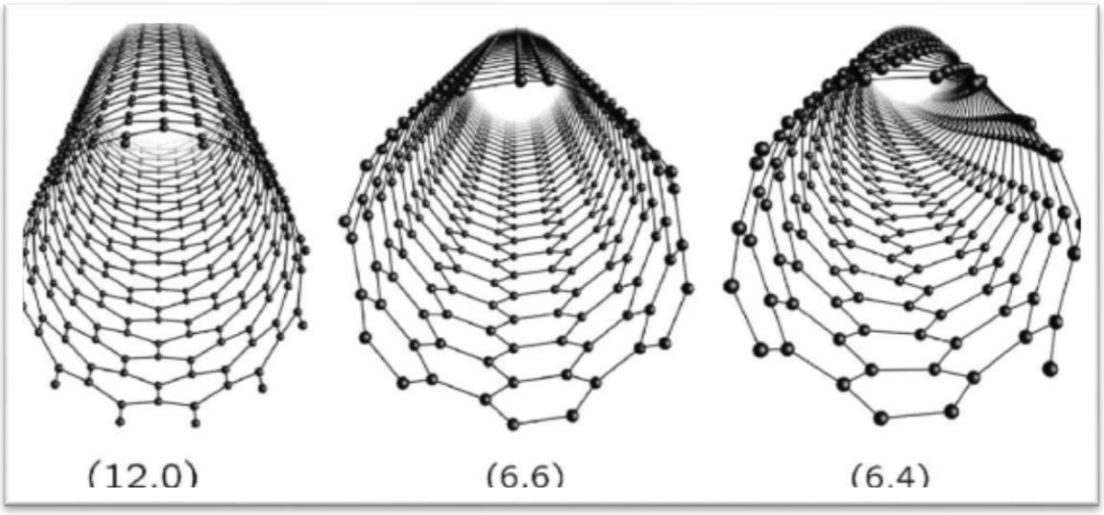


الشكل (II. 5). الجسيمات النانوية [10]

5.3. الأنابيب النانوية:

هي عبارة عن شرائح بشكل إسطواني، وغالبا تكون ماتكون نهاية الأنبوب مفتوحة والأخرى مغلقة بشكل دائري تصنع من مواد عضوية (كربون) وغير عضوية (أكسيد الفلزات)[8].

وللأنابيب الناوية أشكال متعددة قد تكون مستقيمة أو لولبية أو متخرجة، خيزرانية أو مخروطية.[7]



الشكل (6.II). الأنابيب النانوية [11]

4. أهمية المواد النانوية :

يزيد الإهتمام بالمواد النانوية و هذا يعود لكثرة خواصها و عددها حيث أن المادة في حجم يقل عن mm(100) مختلفين يظهر لها خواص جديدة مخالفة لخواصها المعروفة وصورتها الطبيعية وهذا يعود إلى سببين هما مساحة السطح وتأثير الكم.[12]

5. الجسيمات النانوية :

1.5. تعريف:

في الفترة الأخيرة كثيرا ما نسمع عن الجسيمات النانوية وجل تطبيقاتها في جميع مجالات الحياة لما لها من اهمية علمية وحياتية كبيرة مثل الطب، الزراعة والصناعة .....الخ. تم تعريفها على أنها عبارة عن مجمع جزئي أو ذري ميكروسكوبي من القليل من الذرات إلى مليون ذرة مرتبطة ببعضها البعض بنصف قطر يقل عن100 نانومتر.[13]

2.5. أنواع الجسيمات النانوية:

الجسيمات النانوية ثلاث فئات وهي العضوية والغير عضوية والمعادن النانوية.

1.2.5. الجسيمات النانوية الغير عضوية:

الجسيمات النانوية الغير عضوية هي جسيمات التي يتدخل في تركيبها الكربون ، يمكن تصنيفها إلى معادن و أحاسيس معدنية. [13]

2.2.5. المعادن النانوية:

يمكن تصنيع الجسيمات المعدنية باستخدام مناهج وطرق مدمرة أو براءة، تستخدم الجسيمات الفلكية مثل النحاس والفضة في العديد من المجالات مثل الإلكترونيات، العلاجات السينية والطب [13] .

3.2.5. الجسيمات النانوية العضوية:

هي جسيمات غير سامة وسهلة في التحلل البيولوجي يترواح حجمها بين 1−100 نانومتر،لديها عدة خصائص منها الحساسية للإشعاع الكهرومغناطيسي والحراري تجعلها تمتاز بصفة خاصة في المجال الطبي. [13]

6. تطبيقات المواد النانوية:

1.6. تطبيقات المواد النانويةالنانو في الطب والصحة:

إن لعلم النانو في المجال الطبي العديد من الفوائد المحتملة، ومن المحتمل أن يكون ذو قيمة لجميع الأنواع إنسانية. يساعد طب النانو في الكشف المبكر والوقاية من العديد من الأمراض. ويساهم في تحسين... تشخيص ومتابعة الأمراض. وبمساعدة تقنية النانو، يمكن ترميم الأنسجة التالفة وإصلاحها، كما يتم استخدام الخلايا المحفزة صناعيًا في الهندسة الأنسجة، مما قد يحدث ثورة في زراعة الأعضاء أو الزراعة الاصطناعية. يمكن استخدام التكنولوجيا الحيوية المتقدمة مع الميزات الجديدة باستخدام أنابيب الكربون النانوية كأجهزة استشعار.

يمكن للتكنولوجيا الحيوية في علم الأحياء الفلكي تسليط الضوء على أصول دراسة الحياة وتستخدم هذه التقنية أيضًا لتطوير أجهزة إستشعار لتشخيص الأسرار[14] .

2.6. النانو في الزراعة:

إن تطبيق تكنولوجيا النانو حديث نسبياً مقارنة بتطبيقاته في المجالات الأخرى، وقد قامت وزارة الزراعة...، وكانت الولايات المتحدة أول من استخدم تكنولوجيا النانو في الزراعة عام 2003، مما أدى إلى تغيير في النظم الزراعية بشكل جذري. تعمل تطبيقات النانو على تحسين عملية إنتاج الغذاء بالكامل، بدءاً من عملية الإنتاج واستكمال تعبئة ومعالجة النفايات. كما أن له أثراً كبيراً في تحسين الكفاءة الإنتاجية للمساحة المزروعة. والتي بموجبها نقوم بتصنيع وتطوير أدوات ومعدات ومحفزات نانوية جديدة لمعالجة الآفات الزراعية.[15]

3.6. النانو في البيئة والزراعة:

تلعب تقنية النانو دورًا مهمًا في المستقبل لحماية البيئة وتوفير الطاقة الكافية للعالم المتنامي، وتساعد تقنيات النانو المتقدمة في تخزين الطاقة وتحويلها إلى أشكال أخرى وتصنيع المواد بطريقة صديقة للبيئة وتحسين مصادر الطاقة المتجددة. يمكن استخدام تقنية النانو لإنتاج طاقة أقل تكلفة ومتجددة مثل الطاقة الشمسية، التحفيز النانوي، وخلايا الوقود، وتكنولوجيا الهيدروجين، وخلايا أنابيب الكربون النانوية لتخزين الهيدروجين. يمكن لتقنية النانو أن تساعد في تطوير البيئة والحفاظ عليها، والحد من التلوث [14].

لقد توصل البحث الى أن تقنية النانو التكنولوجي تغزو المجالات المختلفة فما ذكرناه لايمثل إلا غيض من فيض لتطبيقات تلك التقنية في مجالات حياتنا، ومازال مستقبل تلك التكنولوجيا يحمل المزيد والمزيد، فالمجال خصب وصالح لتطوير تلك التقنية وتسخيرها لخدمة البشرية بشكل أكبر.

الشكل (7.II) .تطبيقات المواد النانوية [16]

7. طرق تحضير المواد النانوية:

يعتمد تصنيع المواد النانوية والوصول الى الحجم النانوي على طريقتين رئيسيين هما:

حيث تستعمل فيها الطرق الفزيائية والميكانيكية– (Ttop–down) الطريقة الأولى من الأعلى الى الأسفل.

حيث (up–Botton) مثل: طريقة الطحن ،و التكسير و غيرها و الطريقة الثانية من الأسفل الى الأعلى.

تستعمل الطرق البيولوجية والكيميائية مثل طريقة صول جل، وطريقة الكيمياء العذبة و غيرها. سنتطرق الى كل واحدة منهم.

إن للخواص الفيزيائية والكيميائية للمادة الخام المستخدمة في تحضير المواد النانوية دورا مهما، وذلك خلافا لما يحدث عنده تحضير وتصنيع المواد المحسوسة (الحجمية).

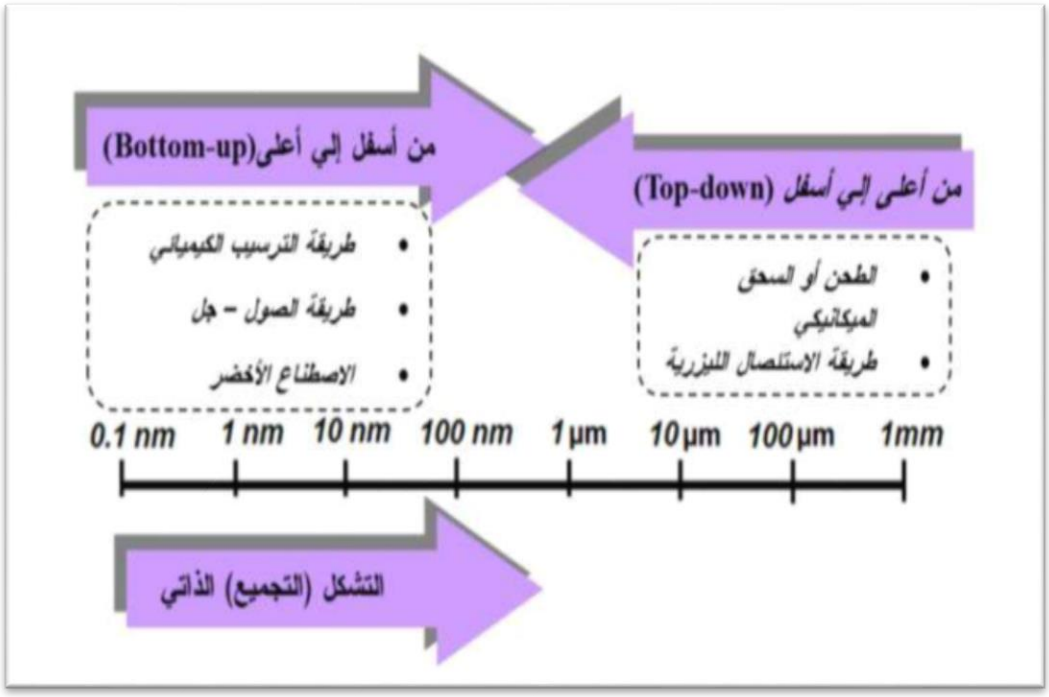
فقد إكتشف العلماء أن بعض المركبات عندما تصبح بأحجام نانومترية فإنها تكتسب خواص فريدة لا تتوافر لها عندما تكون في الحجم المحسوس وعلى الرغم من تطابق التكوين الكيميائي في الحالتين فإن المادة النانومترية المتناهية في الصغر تكتسب صفات وخواص كهربائية وضوئية ومغناطيسية إستثنائية بسبب الترتيب الجديد الذي تأخذه الذرات فالبورسلين مثلا يعد مادة مهمة. ولكنها هشة وسبب هشاشتها يرجع الى الفراغ الذي بين جزيئات (المكونة من الرمل)، وهو كبير نسبيا مما يقلل تماسكها كما يمكن اخذ البورسلين الموجود في الصحون المكسورة مثلا وتفكيكه، إلى مكوناته الذرية الصغرى، ثم إعادة ترتيب هذه المكونات لنحصل على بورسلين أقوى من الحديد بحيث يمكن استعماله في البناء. أو في صناعة سيارات خفيفة الوزن، ولا تحتاج الى وقود كثير. وهناك مثال اخر مفاده أن البترول يتشابه في تركيبه مع مواد عضوية كثيره لذا فإن تقنيه النانو تمكننا من صناعة مكونات بترولية من أي نفايات أو مخلفات عضوية

بعد تفكيكها الى مكوناتها الذرية ثم اعادة تجميعها لنحصل على بترول وبناء على هذا المفهوم يمكن صناعة التيتانيوم الذي يعد أشد المعادن صلابة على الأرض وتصنع منه مركبات الفضاء من أي خردة معدنية كما يمكن صناعة ملابس عادية واقية من الرصاص من النفايات والمخلفات وغيرها من التطبيقات التي تعد بمنزله انقلاب جدري في العلاقة بين الصناعة. والمواد الأولية بل لدى مجمل نظام التبادل الإقتصادي العالمي وتتوقف الخواص المختلفة للمنتج النووي على كيفيه التحكم في البنيه المجهرية الداخلية للمادة المستخدمة في تصنيع المنتج وحجم حبيباتها كما يتوقف ذلك على الطريقة والأسلوب المستخدم في انتاج المادة النووية [17].

الشكل (8.II). دورة تصنيع المنتج النانوي [17]

وهناك طرق كثير لتصنيع المواد النانوية، و قد قسمت الى قسمين رئيسيين أحدهما من القمة الى الأسفل (Top–down) حيث تكسر المادة الأصلية (الكبيرة) شيئا فشيئا حتى الوصول الى الحجم النانوي و تستخدم عدة طرق لتحقيق ذلك منها: الحفر الضوئي والقطع ،والطحن، والتفتيت، واستخدمت هذه التقنيات في الحصول على مركبات الكترونية مجهرية : كشرائح الحاسوب وغيرها. أما الطريقة

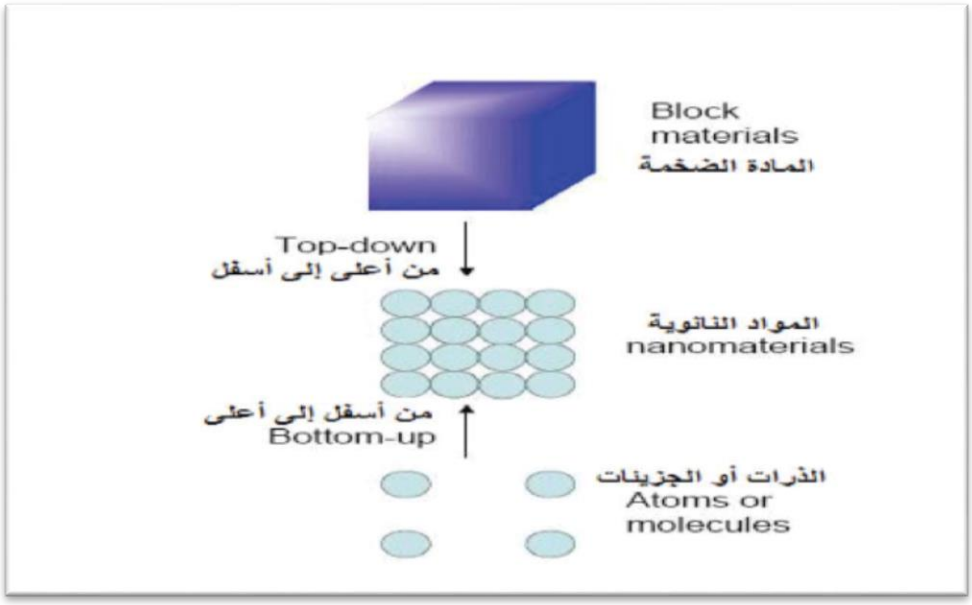
الثانية (Botton–up) فتبدأ من أسفل الى أعلى بعكس الطريقة الأولى حيث تبنى المادة النانوية إنطلاقا من ذرات وجزيئات تترتب للوصول الى الشكل و الحجم النووي المطلوب و تدخل هذه الطريقة في الغالب ضمن الطرق كيميائية و تتميز بصغر حجم المواد المنتجة وقلة الفاقد والحصول على روابط قوية للمادة النانوية المنتجة.ولو نظرنا الى القسم الأول (من القمة الى الأسفل) لوجدنا ان بعض التقنيات التي ظهرت منذ اكثر من 50 سنة تمكنت من تحضير حبات من المادة ذات ابعاد صغيرة جدا ومن هذه التقنيات: تقنيات التبريد السريع، والكيمياء العذبة ،و تقنيات صول جل Sol– gel.



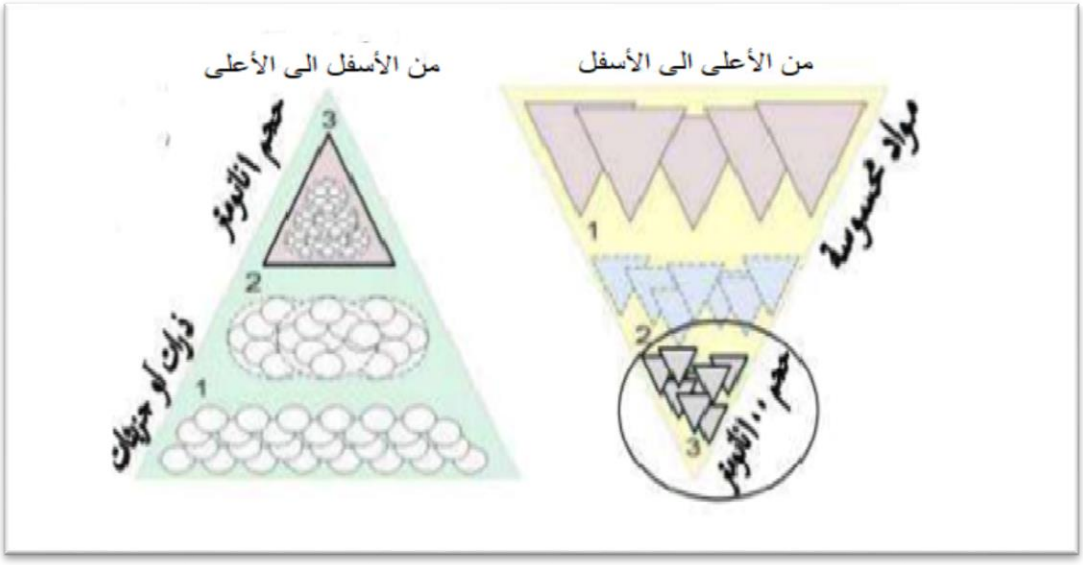
الشكل (9.II). طرق تصنيع المواد النانوية

كما توجد تقنيات أخرى تسمح بتحضير جزيئات بأبعاد صغيرة جدا مثل : القوس الكهربائي، والليزر، والبلازما، أو الموجات وهكذا حصل على حبات ذات ابعاد مقاربة العيوب التي تتحكم في بعض خواص المادة مثل الانفكاك (الخواص الميكانيكية)، وحواجز بلوك والخواص المغناطيسية والظواهر التي ليس لها مفعول الا في الحجم النانومتري مفعول النفق و مفعول الحصر و أما بشأن القسم الثاني (من

الأسفل الى الأعلى) فتبنى الهياكل و المواد بطريقة مضبوطة و ذلك إنطلاقا من الذرات او الجزيئات ويمكن تصنيف طرق تحضير مواد النانو الى ثلاثة اصناف: هي التحضير بالطرق الفيزيائية والتحضير بالطرق كيميائية والتحضير بطرق ميكانيكية.[18]



الشكل (10.II). طرق تحضير المواد النانوية [17]



الشكل (11.II). التبسيط للوصول الى الحجم النانوي

الجدول (1.II). الفرق بين طريقتين من الأعلى الى الأسفل ومن الأسفل الى الأعلى في تصنيع المواد النانوية [19]:

طريقة من الأعلى الى الأسفل	طريقة من الأسفل الى الأعلى
1.نبدأ من حجم محسوس من المادة	**1**.نبدأ من الدرة أو الجزئ أو المادة
2.تستخدم تقنيات كالحفر الضوئي الطحن الإستئصال الليزري.	**2**.تستخدم طرق كميائية كطريقة السائل –هلامي.
3.نقسمها الى الأجزاء أصغر فأصغر.	**3**.نجمعها في تركيب أكبر فأكبر.
4.لنصل لحجم 100- نانومتر تقريبا.	**4**.لنصل لحجم 1 نانومتر.
5.تكتسب المادة خصائص جديدة غير موجودة في المادة بحجمها الطبيعي.	6.تكتسب المادة خصائص جديدة غير موجودة في المادة بحجمها الطبيعي.

1.7. التحضير المواد النانوية بالطرق الفيزيائية (physiques méthodes) :

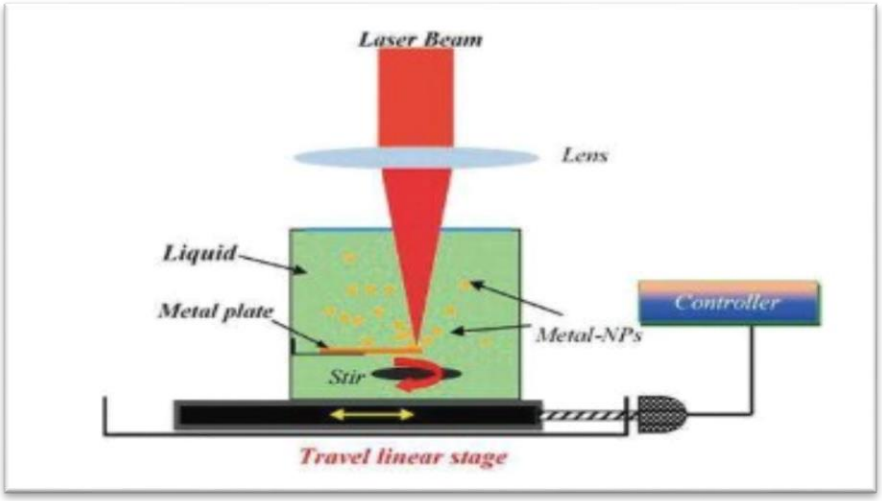
تحضير إنطلاقا من الحالة البخارية للمادة التي يحصل عليها بتسخينها او بقذفها بحزمة الكترونات أو حلها حراري بأشعة الليزروفي أغلب الاحيان يبرد البخار بصدمه بغاز محايد فيصبح اكثر اشباعا فيوضع فيوضع بعد ذلك بسرعة على سطح بارد لتجنب البناء البلوري أو التحام الأكوام. تحضير المساحيق المتناهية في الصغر بإستعمال الموجات على المساحيق من أبعاد مليمترية ومن مميزات هذه التقنية أنها ليست ملوثة. تحضير انابيب الكربون المتناهية في الصغر عن طريق استئصالها بالليزر وبتفريغ البلازما وPVأوEpitaxie أو تفكيك بحافز.

أما طبقات الرقيقة بسمك النانومتر فيمكن الحصول عليها عن طريق من أهم الطرق نذكر ما يلي:

1.1.7. طريقة الإستئصال بالليزر (Laser ablation):

تقنية الإجتثاث أو الإستئصال بالليزر هي تطور حديث لتخليق المواد النانوية في ألأحجام والتركيبات. (Au،...Ag)التي تعتمد آلية الإستئصال بالليزر على الخصائص الفيزيائية للمعادن يتم التحكم فيها ووسط البيئة.

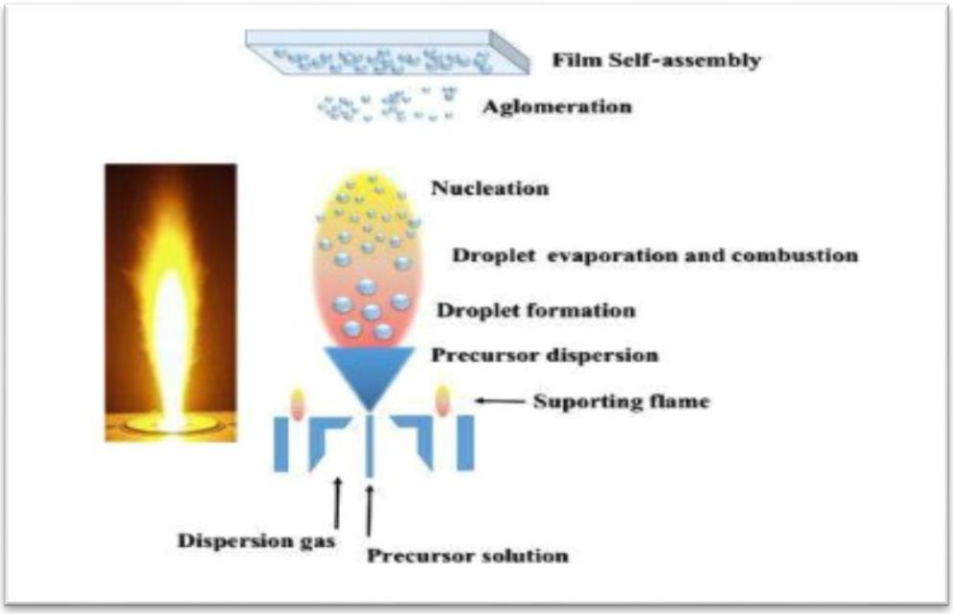
لذلك يعتبر إستئصال المعادن موضوعا معقدا يبدأ إجتثاث الهدف المعدني بإمتصاص طاقة شعاع الليزر عندما يتفاعل شعاع الليزر مع الهدف المعدني وذلك بإعتماد نقل الطاقة إلى الإلكترون على سطح الصفائح المعدنية على المدة الزمنية لأشعة الليزر عالية الطاقة.[20-21]



الشكل (12.II). يوضح طريقة الإستئصال بالليزر[20]

2.1.7. طريقة الرذاذ الحراري للرش باللهب (FSP) Flamme spray pyrosis:

في الإنحلال الحراري بالرش باللهب، يتم رش محلول ملح معدني مائي كرذاذ ناعم، عبرأنبوب شعري وفي اللهب. ثم تتشكل قطيرات صغيرة بينما يحترق المذيب داخل اللهب، يحدث تحويل الملح إلى أكسيد فلزعند تفاعل الإنحلال الحراري وتتجمع ذرات أكسيد الفلز في جزيئات نانوية والتي يتم تجميعها بعد ذلك على ركيزة. ويمثل هذا الشكل مخطط تخليق الإنحلال الحراري بالرش اللهب.[22]



الشكل (13.II). رسم تخطيطي لتخليق الإنحلال الحراري بالرش باللهب [22]

3.1.7. تقنية الرش الكهربائي (Electro spraying technique):

الرش الكهربائي هو تقنية مشابهة للغزل الكهربائي بإختلاف في نوع المواد التي سيتم إنتاجها. يتم الإجراء الأول لتجميع الجسيمات النانوية بينما يتم الإجراء الأخير لتصنيع الألياف النانوية.

تعتمد طريقة الرش الكهربائي على جهاز كهروميكانيكي حيث يتم ضخ محلول البوليمر الحيوي والمذيب إلى طرف إبرة الحقنة، فينشأ مجال كهربائي بين طرف الإبرة ولوحة المجمع عن طريق تطبيق جهد عالي في النظام. يتم التغلب على التوتر في القطرة السائلة بواسطة قوة المجال الكهربائي، ويتم تشويه القطرة وتشكيل ما يسمى مخروط تايلور يؤدي التشويه إلى طرد نفاث مشحون كهربائيًا و يبخر

المذيب الذي يتحرك نحو المجمع وبالتالي تتشكل الجسيمات النانوية الجافة أو الألياف كمنتج نهائي [23-24]، كما هو موضح في هذين الشكلين:

الشكل (14.II). رسم تخطيطي لإعداد تجريبي على نطاق المختبر لتقنية الرش الكهربائي [25]

الشكل (15.II). يوضح كيفية تشكل الجسيمات النانوية بتقنية الرش الكهربائي [24]

2.7. التحضير بالطرق الكيميائية (Chemical méthodes):

حيث تعتبر الطرق الكيميائية لإنتاج المواد النانوية واضحة في طبيعتها وغالبًا ما تسمح بتركيب المواد النانوية بكميات كبيرة، و من أهم طرق التحضير الكيميائية :

1.2.7. طريقة ترسيب الأبخرة الكيميائية (Chemical évapore Déposition CVD):

يدخل بخار المادة التي يراد تحضيرها في مفاعل مصنع خصيصا حيث تمتز جزيئات المادة على سطح أساس بدرجة حرارة ملائمة و الجزيئات الممتزة إما تتفكك أو تتفاعل مع غازات أخرى أو البخار لتكوين شريط صلب على الأساس تستعمل هذه الطريقة في تحضير بعض المواد المتناهية في الصغر مثل؛ كميمات أشباه النواقل أو الخزف وانابيب الكربون المتناهية في الصغر[17].

2.2.7. طريقة التفاعلات في وسط سائل (Interaction in solution Medium):

من أكثر السوائل إستعمالا الماء أو السوائل العضوية وترسب الجزيئات المتناهيه في الصغر بتغيير شروط التوازن الكيميائي ويمكن أن نذكر من بين هذه التفاعلات ما يلي:

الترسيب الكيميائي المزدوج: وهو الاكثر إستعمالا صناعيا بتكلفة منخفضة.

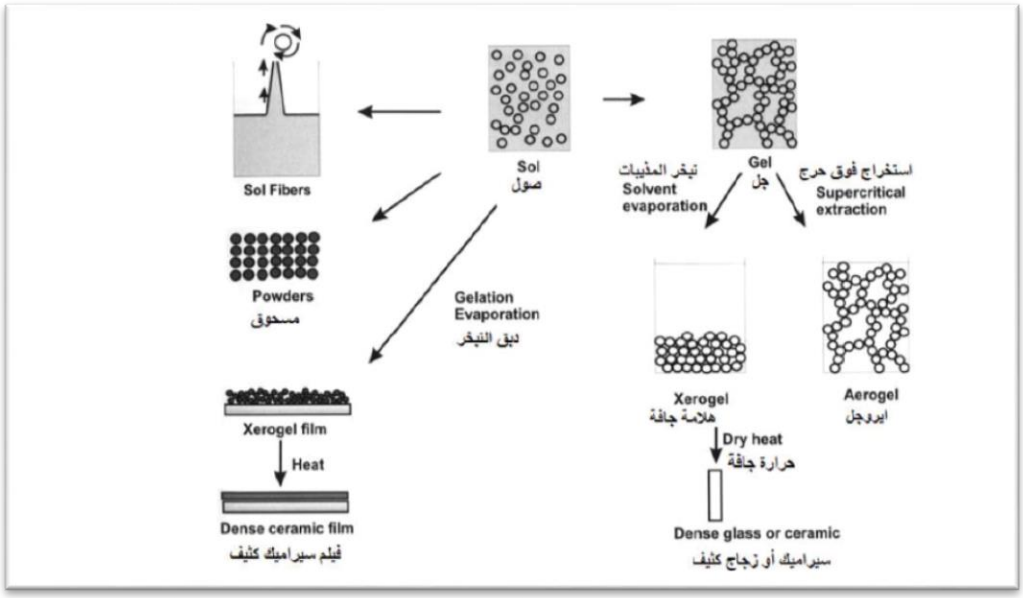
التحليل بالماء: وهو الذي يسمح بالحصول على جزيئات دقيقة كروية أكثر نقاء وتجانس كيميائي مع القدرة على التحكم في أبعاد الجزيئات.[17]

3.2.7. طريقة صول ـ جل وهذه الطريقة تمر بدورين هما(Sol-gel méthode):

(gel)ثم بعد فترة من الزمن تتبخر المادة فتتحول الى (sol) وهذه الطريقة تمر بطورين طور سائل

ولذلك سميت هذه الطريقة بطريقة صول . جال وهذه الطريقة تستخدم في صنع قضبان ضوئية يمكن أن يكون وسطا ليزريا و قد صنعت قضبان ليزرية من مواد نانوية و لكن الجزيئات غير مستقرة او جاري البحث الان في جعلها مستقرة هذا الكلام يخص السيليكون نانو كما تسمح هذه التقنيات

بإنتاج مواد متناهية في الصغر وذلك إنطلاقا من محاليل غروية، والإرتكاز على تفاعلات الشناظة الغير العضوية و مميزات هذه الطريقة تكمن في إمكانية التحكم في تجانس وهيكلة المادة في السلم النانو متري في المراحل الأولى للتحضير وتوزع الجزيئات كما انها تحضر في درجة حرارة منخفضه بالمقارنة مع التقنيات الأخرى وتسمح هذه التقنية ايضا بتحضير قاطع ضخمة، أو سطحية، أو ألواح، أو الياف كما تستعمل في صنع الياف متعددة العناصر والمواد الناتجة عن هذه الطريقة تغطي معظم مجالات المواد الوظيفية مثل: الضوء والمغناطيس، والالكترونات، والناقلية الهيكلي في درجات الحرارة المرتفعة، والمحفزات ،والطاقة، والملتقطات ..... الخ. [26]



الشكل (16.II). رسم توضيحي لوصف طريقة صول–جل [18]

3.7. التحضير بالطرق الميكانيكية (Mécanisa méthode) :

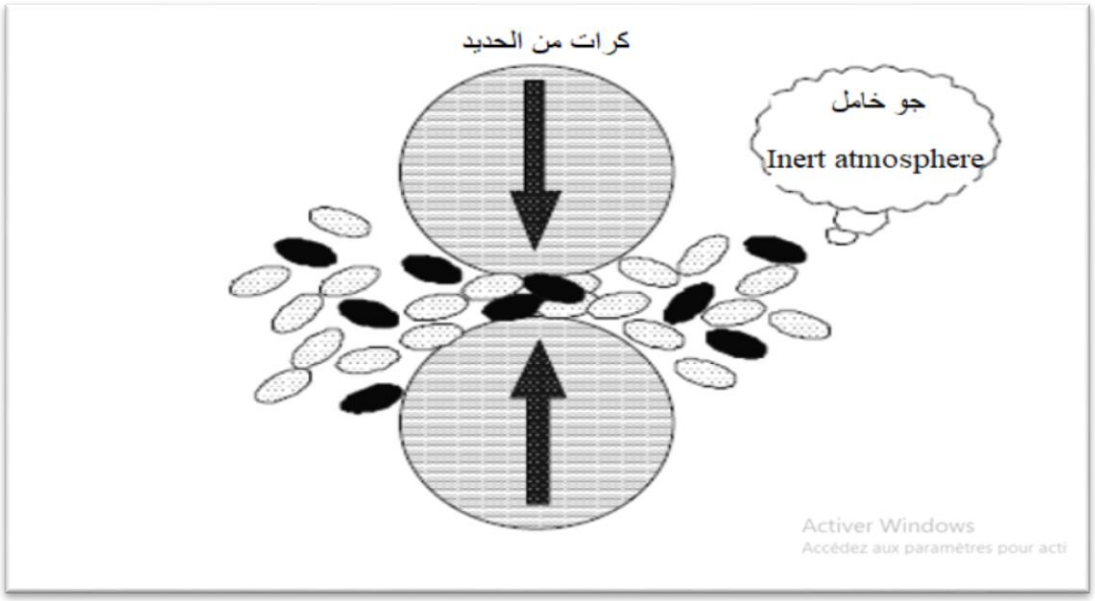
أهم طرق التحضير الميكانيكية هي:

1.3.7. طريقة الطحن (Ball mailing méthode):

وهذه الطريقة تنتج مواد نانوية على شكل مسحوق (بودر) حيث توضع المادة تحت طاقة عالية جدا ثم تطحن عن طريق كرات مصنوعة من الفولاذ تتحرك إما على نحو كوكبي، او اهتزازي او راسي ويمكن صنع مسحوق يتراوح حجمه ما بين 3 الى 25 نانومتر .[18]

الشكل (17.II). رسم توضيحي لوصف طرق تحضير المواد النانوية

بالطحن [18]



2.3.7. طريقة التركيب الميكانيكي (Mécanisa structure) :

وتعتمد هذه الطريقة على سحق مادة مكونة من جزيئات ميكرو مترية (من 1 الى 30) لعدة مخالط لمزجها. الميزة الأساسية لهذه الطريقة أنها تسمح بالحصول على رواسب نانومترية. او أجسام متناهية في الصغر موزعة على نحو متجانس داخل المادة كما تسمح بإنتاج مواد ضخمة من عدة كيلو غرامات. او حتى اطنان.[18]

ويمكن التفصيل فيما سبق ذكره على النحو التالي:

1. عملية الرصد والتزجيج الاولي:

تمكن هذه العملية من تحويل مادة ذرية إلى قطعة ضخمة وترتكز على مرحلتين:

أ. عملية الرص الميكانيكي.

ب.عملية إذابة مسحوق المعادن لتكثيفه بعد التبريد والمسمات تزجيج اولي بالضغط او بدونه.

2.تقنيات التشوهات القوية:

تسمح هذه التقنيات بتحضير مواد مكونة من حبات بأبعاد نانومترية. وذلك بتشويه مادة بلورية (معدن أو خزف) بقوة. و تستعمل تقنيات كثيرة لهذا الغرض منها اللي، او النبط ، و تسمح هذه التقنيات بتحسين خواص التصلب، واللدانة للمواد.

4.7. التحضير بالطرق البيولوجية:

تساعد الطرق البيولوجية أو التصنيع الحيوي بتوفير بيئة حميدة ببروتوكول منخفض السمية و التكلفة، حيث تقوم هذه الطريقة على إستخدام الأنظمة البيولوجية" بالتوليف الأخضر "وهذا ماجعلها تسمى المتمثلة في البكتيريا الفطريات الفيروسات الخميرة الأكتينوميسيت والمستخلصات النباتية. وتنقسم الطرق البيولوجية الى ثلاثة فئات:[27]

1.4.7. التحضير بمساعدة الكائنات الحية الدقيقة Biogenic synthesis using microorganisms:

في هذه الطريقة يتم إستخدام البكتيريا بدائية النواة والأكتينوميسيت والفطريات والطحالب و الخميرة على نطاق واسع كمتفاعلات حيوية، حيث تقوم الكائنات الحية الدقيقة بإستهداف الأيونات من بيئتها ثم تحويل الأيون المعدني الى عنصر معدني من خلال الإنزيمات الناتجة عن الأنشطة الخلوية. تصنف هذا النوع من التصنيع الى نوعين اعتمادا على موقع التصنيع داخل الخلايا أو خارجها، حيث أن التصنيع الداخلي يتضمن نقل أيونات المعادن الى خلية ميكرونية لتشكيل جسيمات نانوية في وجود الإنزيمات .أما الخارجي فيتضمن محاصرة أيونات المعادن على سطح الخلايا وتقليل الأيونات في وجود الإنزيمات.[27-28]

2.4.7. تحضير الجزيئات الحيوية كقوالب Biogenic synthesis using Biomolecules as the templates:

يتم في هذه الطريقة إستخدام الجزيئات الحيوية المختلفة مثل الأحماض النوويةوالأغشية والفيروسات على نطاق واسع بأنه قالب جزيئي حيوي ممتاز ADN كقوالب لتحضير الجسيمات النانوية. ويعرف ال للجاذبية القوية التي يمتلكها إتجاه أيونات المعادن الإنتقالية حيث تبين أن هيدروجيل تكون متقاطعة قبل الدمج لكن الفلز المعدني مع جزيئات الحمض النووي الكبيرة تؤدي الى تكوين الجسيمات النووية.[27-29]

3.4.7. المستخلصات النباتية Biogenic synthesis using plant extraacts:

التخليق الحيوي لجسيمات النانو بإستخدام المستخلصات النباتية أو الكتلة الحيوية النباتية هي واحدة من الطرق الفعالة جدا وسريعة فتعتبر طرق نظيفة وغير سامة وصديقة للبيئة.[27-30]

8. توصيف المركبات النانوية:

1.8. أساليب التوصيف:

يقصد بوسائل التوصيف هي تلك الأدوات والتقنيات التي يتم توظيفها في إختبار المواد النانوية المنتجة من أجل تعيين خواصها واكتشاف السمات الجديدة التي تتمتع بها. وليس ثمة شك، في أن ضرورة التمتع المشتغلين والباحثين بمجال تكنولوجيا النانو بمهارات فائقة في استخدام وتشغيل تلك الأجهزة وأن تكون لديهم خلفية العلمية القوية التي تؤهلهم لتحليل وتفسير مخرجات نتائجها، هو أحد العناصر الأساسية التي يجب توفرها في العلماء العاملين في هذه المجال.

ورجوعا الى مقاييس أبعاد المواد النانوية التي تتراوح بين(1و100) نانومتر، فلنا أن نتوقع مدى الجهد الكبير الذي بذله علماء النانو في إيجاد طرق مستحدثة، أو تطوير طرق سابقة من أجل التعاون مع تلك الأجسام المتدنية في الحجم، وتعيين خواصها بعناية بالغة ودقة كبيرة. ومن ثم فلابد من وسيلة تمكننا من رؤية هذه الجسيمات الصغيرة جدا والتي لا تزيد عن مجموع أطول أقطار بضع من الذرات رؤية مباشرة تمكن الباحث من الحكم عليها وتحديد خواص بنيتها التركيبية.[17]

2.8. خصائص المواد النانوية:

تعتبر المواد النانوية الفئة المتميزة عن المواد المتقدمة يمكن إنتاجها إذ تتراوح مقاييس ابعادها او ابعاد حبيباتها الداخلية بين 1 و100 نانومتر وقد أدى صغرها الى إختلاف صفاتها عن المواد الأكبر حجما أكبر من100 نانومتر.

وتعد هذه المواد هي مواد البنائ للقرن الحادي والعشرين وركن مهم من أركان تكنولوجيا هذا القرن وتتنوع المواد النانوية من حيث المصدر وتختلف بإختلاف مصدرها قد تكون من مواد عضوية أو غير عضوية طبيعية أو مخلفة (مصنعة).

1.2.8. الخواص الميكانيكية:

ترتفع قيم الصلابة للمواد الفلزية وسبائكها وكذلك تزيد مقاومتها لمواجهة إجهادات الأحمال المختلفة الواقعة عليها وذلك من خلال تصغير مقاييس حبيبات المادة والتحكم في ترتيب ذراتها فمثلا: اذا قمنا بتصغير حبيبات المواد السيراميكية الى اكسابها المزيد من المتانة وهي صفة لا توجد في مواد السيراميك العادية.[17]

2.2.8. الخواص الفيزيائية:

تتأثر قيم درجات حرارة انصهار المادة بتصغير أبعاد مقاييس حبيباتها فمثلا درجة انصهار الذهب هي 1064 درجة مئوية، واذا قمنا بإنقاص أقطار حبيبات الذهب فإن درجة الإنصهار تنقص حوالي 500 درجة مئوية.[17]

3.2.8. الخواص البصرية:

من أهم الخواص التي تميزت بها المواد النانوية التي استحوذت على إهتمام علماء البصريات، وتأثير أحجام الحبيبات في تغير الخواص البصرية للمادة كالتشتت والتكسير الضوئي لسطح المادة.فمثلا حبيبات الذهب النقي و التي قطرها 200 نانومتر و لونها لذهبي فعند تصغيرها الى أقل من 20 نانومتر لتصبح عديمة اللون (شفافة)،ومع زيادة التصغير يتغير لونها بالتدرج من الأخضر ثم البرتقالي ثم الأحمر و هذه الخاصية تمكننا من صناعة شاشات عالية الدقة فائقة التباين ونقاء الألوان.[17]

4.2.8. الخواص المغناطيسية:

تعتمد قوة المغناطيس إعتمادا كليا على مقياس أبعاد حبيبات المادة المصنوع منها المغناطيس وكلما صغر حجم الجسيمات النانوية وتزايدت مساحة أسطحها الخارجية ووجود الذرات على تلك الأسطح كلما زادت قوة المغناطيس وشدته.[17]

5.2.8. الخواص الكهربائية:

إن صغر أحجام حبيبات المواد النانوية يؤثر إيجابا على خواصها الكهربائية حيث تزداد قدرة المواد على توصيل التيار الكهربائي حيث تستخدم المواد النانوية في صناعة أجهزة الحساسات الدقيقة و الشرائح الإلكترونية في الأجهزة الحديثة وهي ذات مواصفات تقنية عالية.[17]

6.2.8. الخواص الكيميائية:

تؤدي هذه الخاصية الى زيادة قدرة المواد النانوية على نفاد واختراق الموانع والحواجز البيولوجية وتحسين والتوافق البيولوجي، مما يسهل وصول الأدوية والعقاقير العلاجية الجزء المصابة عبر الأغشية و الأوعية. [17]

7.2.8. الخواص البيولوجية:

أبعاد حبيبات المواد الى تحسين التلاؤم والتوافق البيولوجي في زيادة النفاذية البيولوجية تصغير يؤدي المعيقة لوصول المواد العلاجية للأجزء المصابة. [17]

الجدول (2.II). أمثلة على بعض خصائص المواد النانوية: [17]

الخواص	الأمثلة
الكهربائية	زيادة التوصيل الكهربائي و المغناطيسي في السيراميكيات و المتراكبات النانوية زيادة في المقاومة الكهربائية بالفزات.
المغناطيسية	coercivité Magnétique زيادة القوة الممانعة المغناطيسية.
الميكانيكية	, المتانة Harkness تحسين الصلادة في الفلزات والسبائك الفلزية Tough Ness والقابلية للسحبPlasticité تحسين اللدونة

	في المواد السيراميكية القصفة Ductilité .
البصرية	زيادة و تطوير القدرة الكمية لبلورات اشباه الموصلات.
البيولوجية	تحسين التلاؤم والتوافق البيولوجي زيادة قدرة النفاذية والاختراقBiocompatibilité للموانع والحواجز البيولوجية التي تعيق وصول الأدوية والعقاقير العلاجية للجزء المصاب (مثل الأغشية,الحاجز الدموي للمخ).

خلاصة الفصل:

لقد تطرقنا في هذا الفصل الى دراسة عامة حول النانو، إذ يعتبر النانو تكنولوجيا مجال يركز على دراسة وتحكم المواد والأنظمة على نطاق النانومتر، و تقنية ذات أهمية كبيرة في عدة مجالات. تطبيقاتها تتنوع بين تطوير مواد جديدة، وتحسين الأداء في العديد من الصناعات، وتوفير حلول مبتكرة للتحديات الحالية. كما يتيح استخدام المواد النانوية فرصًا مثيرة للتطبيقات المبتكرة في مجموعة واسعة من المجالات، مثل الطب، والإلكترونيات، والطاقة، والبيئة. تتميز هذه المواد بخواصها الفريدة مثل القوة، والمرونة، والتوصيلية الحرارية والكهربائية المحسنة، مما يجعلها مثالية للتطبيقات المتطورة. ومن خلال الاستفادة من هذه الخصائص، يمكن تحسين الأداء وتطوير تقنيات جديدة تلبي احتياجاتنا المتزايدة بفعالية أكبر.

مراجع الفصل الثاني

المراجع باللغة العربية

[1] مجلة الفيزياء العصرية (العدد السادس) أفريل.2009

[2] تطبيقات النانوفي الطب،علي محمد قاسم، قاسم إدريس لفته ،بحث كجزء من متطلبات نيل درجة البكالوريوس في العلوم قسم الكيمياء، إشرا ف الدكتور. قحطان عدنان يوسف الخفاجي2016 –2015

[3] رانيا محمد الرفاعي، "مستوى المعرفة بتقنية النانولدل طالبات المرحلة الثانوية في مدينة جدة و اتجاهاتهن نحوها"،الادارة العامة للتعليم، (جدة–) الملكة العربيةالسعودية ،مجلة العلوم التربوية و النفسية، العدد. 9 . المجلد 3 ،مايو2019.

[4] أ. د محمد شريف الأسكندراني"تكنولوجيا النانو من أجل غد أفضل" يناير 1978.

[5] د.رافد أحمد عبد الله ،" كتاب مدخل إلى علم النانو"، لندن، 2014 ص 23 ،الطبعة الأولى.

[6] سوزان بنت غزاي غازي العتيبي،" الوعي بتقنية النانو لدا طالبات كلية العلوم بجامعة جدة"، المجلة العربية للنشر العلمي.،العدد.28 ،رقم 2663.2021 5798 ، 2 شباط. 2021 ،ص 39 ، العربية للنشر العلمي ،العدد. 28 ،رقم 2663 5798 ،ص1, 2015.

[7] د.أحمد عوف محمد عبد الرحمان "مجلة الابتسامة"2013

[8] ح .عز الدين بلال،" النانو وتطبيقاته"،

[9] علي محمد قاسم، قاسم إدريس لفته، تطبيقات النانو في الطب، بحث مقدم لنيل درجة البكالوريوس في العلوم قسم الكمياء,2016. ص.

[10] أيام يوسف كاظم، "التآكل وطرق السيطرة عليه بإستخدام المواد النانوية"، بحث مقدم إلى مجلس كلية العلوم لنيل درجة البكالوريوس في علوم الكمياء, جامعة القادسية, العراق, 2019.ص 20–19.

[11] د .م محمد سليم صالح،" أنابيب الكربون النانوية"، كلية المجتمع بلأفلاج.

[12] ح .درياله، أ .د .علي سليمان، " تكنولوجيا النانو وتطبيقاته في مجالات عديدة."

[14] ح. قصار,"استخدام التكنولوجيا النانو في الزراعة ", مجلة الزراعة, العدد65–2018 ,ص53.

[15] ح. حمادي د. سعدالله, ر.باوية (2022)," تحضير وتشخيص دقائق اكسيد الحديد النانوية باستخدام مستخلص قشور ثمار الرمان " مذكرة تخرج تتدرج ضمن متطلبات شهادة ماستر اكاديمي, تخصص كيمياء عضوية, كلية العلوم الدقيقة, جامعة الوادي, ص24.

[16] رحاب فايز أحمد سيد، "تكنولوجيا النانو في مجال المعلومات"، الفرص و التحديات, 2016.

[17] أ.د أحمد شريف الإسكندري، تكنولوجيا النانو من أجل غد أفضل المجلس الوطني للثقافة و الفنون والأدب أفريل 2010 م

[19] نهى العلوي الحبشي .ماهي تقنية النانو مقدمة مختصرة بشكل دروس مبسطة مكتبة الملك فهد الوطنية 2009.

مراجع باللغة الفرنسية

[13] A.M. Elias, M.P. Saravanakumar, "A review on the classification, characterization, synthesis of nanoparticles and their application", IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng. 263, 2017.

[18] Dutta ،J and Hofmann،Nanomaterials Electronic Book ،2005.

[20] Sadrolhosseini, Amir Reza, et al. "Laser ablation technique for synthesis of metal nanoparticle in liquid." *Laser Technology and its Applications* (2018): 63-81.

[21] Fibro, R., et al. "Physical study of laser-produced plasma in confined Geometry." *Journal of applied physics* 68.2 (1990): 775-784.

[22] Nuns, Daniela, et al. "Synthesis, design, and morphology of metal oxide nanostructures." *Métal Ovide Nanostructures* (2019): 21-57.

[23] Hand, Chena, et al. "Methods and strategies for the synthesis of diverse nanoparticles and their applications: a comprehensive overview." *SC Advances* 5.127 (2015): 105003-105037.

[24] Taheri, Arsine, and Said Mahdi Jafri. "Nanostructures of gums for Encapsulation of food ingredients." *Biopolymer Nanostructures for Food Encapsulation Purposes*. Academic Press, 2019. 521-578.

[25] Kim, Ji Yeo, et al. "Viscosity Effect on the Electrospray Characteristics

of Droplet Size and Distribution." *ACS omega* 6.44 (2021): 29724-29734.

[26] Lichtman, H., SCI. Amer., 250(6), 56,1984.

[27] Hand, Chena, et al. "Methods and strategies for the synthesis of diverse nanoparticles and their applications: a comprehensive overview." *SC Advances* 5.127 (2015): 105003-105037.

[28] X. Zhang, S. Yan, R. D. Tragi and R. Y. Surampalli, Chemosphere, 2011, 82, 489–494.

[29] A. Zinchenko, Y. Miwa, L. I. Latina, V. G. Sergey and S. Murata, ACS Appl.Mater. Interfaces, 2014, 6, 3226-3232.

[30] S. Cravan, Green Che., 2011, 13, 2638-2650.

الفصل الثالث:

التقنيات المستعملة

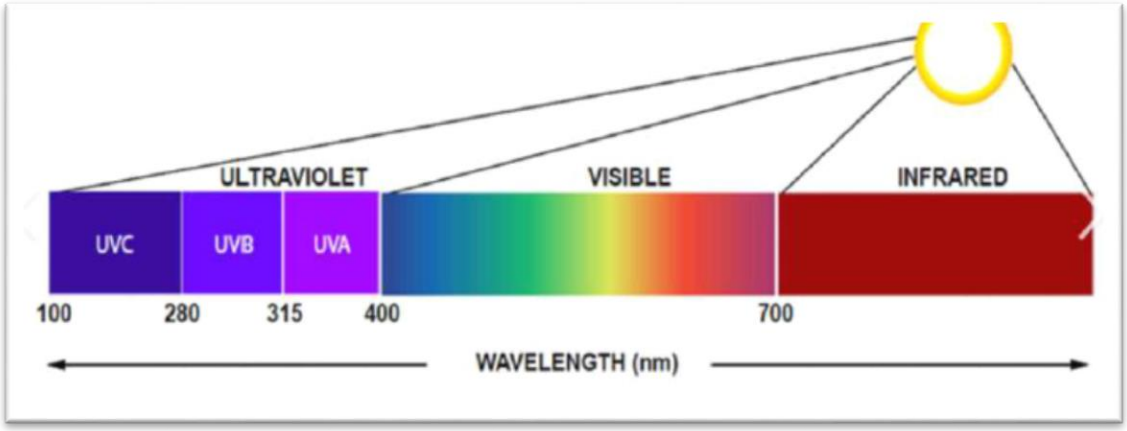
مقدمة:

إن إستخدام التقنيات التحليلية رغم أنها غاية في التعقيد والدقة إلا أنها ذات أهمية كبيرة في الحياة العملية والبحثية والتشخيصية. إذ يوجد عدة طرق مختلفة لتحضير المواد النانوية ينبغي علينا أن نتأكد من صحة وجودها وكذلك معرفة خصائصها مثل (الحجم والشكل ومساحة السطح) وذلك من خلال، وصف تقنيات تحليلية التالية: التحليل الطيفي للأشعة فوق البنفسجية UV –Visible حيود الأشعة السينية MEB، مطيافية الأشعة تحت الحمراء FTIR ، الماسح المجهر الإلكترونيDRX .

1.الأشعة فوق البنفسجية (UV–Visible):

1.1. تعريف الأشعة فوق البنفسجية (UV–Visible):

وهي موجات كهرومغناطيسية، طولها الموجي أقصر من الضوء المرئي ولكنه أطول من الأشعة السينية ويسمى بالأشعة فوق البنفسجية لأن الطول الموجي للبنفسجي هو الأقصر بين ألوان الطيف ويبدأ طوله الموجيمن 400 نانومتر إلى 100 نانومتر، وطاقتها تبدأ من 3 إلى 124 إلكترون فولت. [1]



الشكل (1.III). صورة توضيحية لخط طيفي للأشعة [1]

2.1. خواص الأشعة فوق البنفسجية (UV–Visible):

وهي موجات تقع ضمن الطيف الكهرومغناطيسي، لذا فهي – مثل الموجات – لها خصائص إلهام فريد يمنحه العديد من المزايا، والذي بدوره هو السبب أيضًا في ظهور الأشعة فوق البنفسجية الخطيرة من عدة النواحي، وهده الخصائص كالتالي: [2]

1.2.1. التردد: الأشعة فوق البنفسجية لها ترددات أعلى من الضوء المرئي، حيث تتراوح تردداتها بين $[10^{15}]$ و $[10^{17}]$هيرتز.

2.2.1. الطول الموجي: تتراوح الأطوال الموجية لأنواع الأشعة فوق البنفسجية في حدود 100 نانومتر إلى 400 نانومتر.

3.1. جهاز الاشعة فوق البنفسجية:

الشكل (III .2) . جهاز مطيافية الأشعة فوق البنفسجية [3]

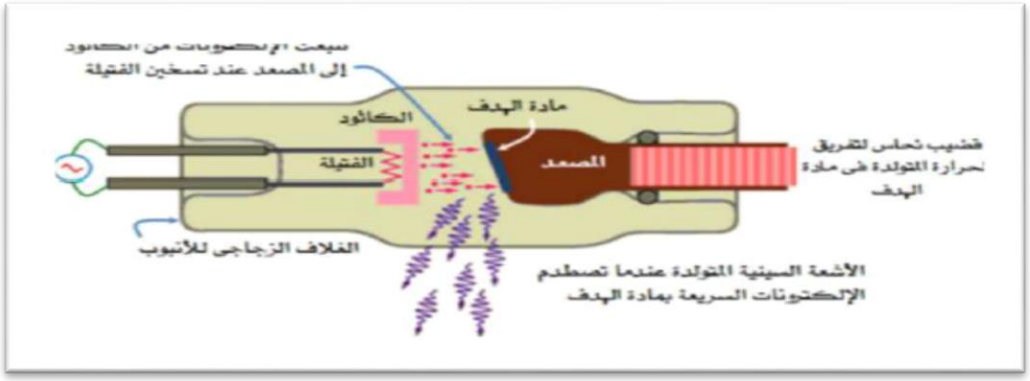
2. الأشعة السينية(DRX):

1.2. تعريف الأشعة السينية (DRX):

الأشعة السينية وتسمى باللغة الإنجليزية (rays–x) هي جزء من الموجات الكهرومغناطيسية ذات الترددات العالية عالية الطاقة، وتقع في الطول الموجي (0.01–10 نانومتر) وتنحصر بين ترددات الموجات للأشعة المرئية وأشعة جاما تأثير كبير على الخلايا والعظام، فتستطيع اختراق الأجسام، ومن هنا يأتي المفهوم الحيود في الاختراق، فلكل جسم طبيعة حيود خاصة به بالنسبة للأشعة السينية، لذا فإن تكديس المجموعة البلورية معرفة المستويات البلورية أدلة ميلر (HKL) المحددة لطول الروابط البلورية المحسوبة حسب العلاقة براغ.[1].

2.2. أساسيات تقنية (DRX):

يتم إنتاج الأشعة السينية عن طريق الحيود في أنبوب مفرغ حيث يتم قصف الإلكترونات المتسارعة يدخل هدف معدني ذو شحنة موجبة إلى المدارات الداخلية للمعدن، مما يسبب تهيج الإلكترونات وعندما تعود الذرة إلى حالتها المستقرة، تتولد الأشعة السينية بمعدل ضعيف مقارنة بالطاقة المولدة وتتبدد معظم الإلكترونات على شكل حرارة



الشكل (3.III). أنبوبة لإنتاج الأشعة السينية [1]

3.2. قانون براغ:

ويرتبط حيود الأشعة السينية مع المادة (العينة) بقانون براغ. ويبين القانون أسلوب التدخل البناء بالنسبة للأشعة الموجودة داخل بلورات العينة، فعندما تصطدم الأشعة السينية بالعينة يحدث تداخل للأشعة في المستويات البلورية (البناءة –الهدامة) حيث تنشأ الأشعة البناءة في مستويات متوازية حسب العلاقة التالية: [1].

$$2d_{hdl} = \sin\theta = \lambda n \qquad (1.\text{III})$$

حيث:

n : عدد صحيح يحدد رتبة الانعكاس.

θ: زاوية سقوط الاشعة على العينة.

λ: طول الموجة.

d_{hdl} : المسافة بين المستويات.

عند الأشعة الساقطة على العينة لحدوث انعراج للأشعة وشرط براغ يجب: $\lambda\ 2 => d_{hdl}$.

4.2. مبدأ إنتاج الأشعة السينية (DRX):

مبدأ إنتاج الأشعة السينية من خلال التصادمات التي تنشأ من تسارع الإلكترونات مع الأنود هو حسب التجربة سُمي أنبوب كوليدج على اسم العالم كوليدج، حيث: [1]

1.4.2. الكاثود: وهو مصدر للإلكترونات ويستخدم معدن التنغستن نظراً لقدرته على تحمل درجات الحرارة ارتفاع درجة الحرارة والذرات الثقيلة.

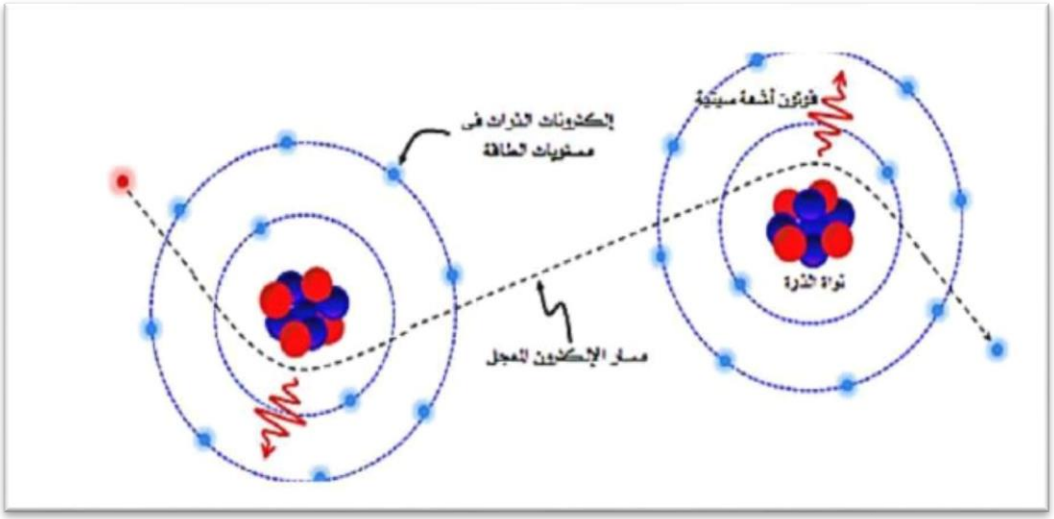
2.4.2. الأنود: هو المادة المستهدفة التي تتولد من خلالها الأشعة السينية، حيث يتم تسريع الإلكترونات يؤدي الاصطدام إلى توليد حرارة كبيرة، لذلك يتم استخدام أنبوب دوار للمصعد مزود بمبردات لتجنب تلف العينة.

3.4.2. المرشحات: وهي نوافذ لتصفية الأطوال الأخرى داخل الأنبوب لمنع الأشعة والسماح بمرورها يتم التحكم في الأشعة السينية وتركيز الإلكترونات لتصطدم بالمصعد.

5.2. آليات إنتاج الأشعة السينية (DRX):

عندما تصطدم الإلكترونات بالهدف (العينة)، يتم إنشاء أطياف بين الأنود والكاثود في الأنبوب: [1]

1.5.2. الطيف المستمر: وهو طيف ينشأ من تشتت الإلكترونات ويمثل نسبة كبيرة تصل إلى 80% من إجمالي الأشعة السينية عند إطلاقها يتم تسريع الإلكترونات على المادة المستهدفة، وتتنافر إلكترونات العينة مع الإلكترونات القادمة منها يتسبب المصعد في تباطؤ حركة الإلكترونات.

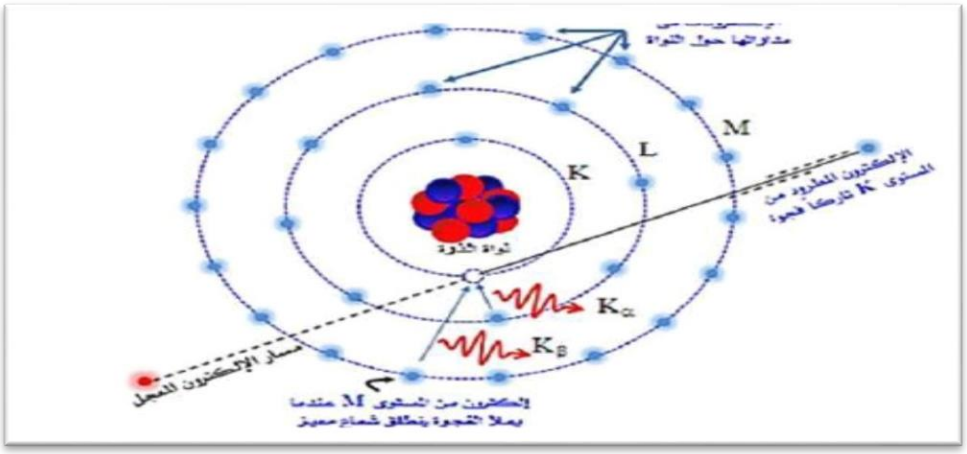


الشكل (4.III). صورة توضيحية للأشعة الإنكباحية

2.5.2. المميز الطيف:

ينشأ هذا الطيف في المدارات الداخلية للعينة مميز بنسبة صغيرة من الأشعة الكلية 20 %حيث عند قذف الإليكترونات ذات طاقة عالية على عينة تقوم الاليكترونات بشحن الاليكترونات في المدارات

الداخلية لتصعد إلى مدارات أعلى وعند نزول الاليكترونات إلى مستوى الداخلي (حالة الاستقرار) تنشأ طيف المميز لكل عنصر.



الشكل (5.III). صورة توضيحية لمسار الأشعة المميزة الشكل

6.2. جهاز الاشعة السينية (DRX):

الشكل (6.III). جهاز حيود الأشعة السينية [4]

3.مطيافية الأشعة تحت الحمراء(FITR):

1.3. تعريف مطيافية الأشعة تحت الحمراء (FITR):

يعتبر التحليل الطيفي باستخدام الأشعة تحت الحمراء أحد أهم فروع علم الأطياف غير الهدام، وهو نوع من أنواع تفاعل الإشعاع مع المادة، ويشمل مجموعة تقنيات أشهرها مطيافية الامتصاص، وهي تستخدم للتعرف على تركيب الجزيئات في حالاتها العادية، كما يمكن استخدامها في الكشف عن التغيرات التي تحدث للجزيئات نتيجة تفاعلها وتكوين جزيئات جديدة. من ناحية أخرى، فإنه يمكن استخدام الأشعة تحت الحمراء في التقدير الكمي للمركبات، إلا أن الطرق الموصوفة آنفًا أفضل منها في ذلك.

2.3. أساسيات تقنية مطيافية الأشعة تحت الحمراء (FTIR):

يمثل طيف امتصاص الأشعة تحت الحمراء بصمة مميزة لتركيب الجزيء ككل. عندما تمتص جزيئات المادة الأشعة تحت الحمراء تحدث إثارة لذراتها، تكون في صورة اهتزاز فيحدث انتقال اهتزازي للذرات بالنسبة لبعضها البعض في الجزيء مما يؤدي إلى تغير دوري في طول الروابط الكيميائية، أو تغير في الزوايا بين هذه الروابط. قد تنتج الحركة الاهتزازية من حركة ذرتين أو مجموعة من الذرات. يتوقف طول الموجة الذي يحدث عنده هذا الامتصاص على كتلة الذرة وقوة الروابط المكونة للجزيء والشكل الهندسي لذراته، لذا يمكن القول إن طاقة الأشعة الممتصة المسببة لأي من الانتقالات الاهتزازية في الجزيء تعتمد على نوع الذرات وطبيعة الروابط الكيميائية المشتملة في الحركات الاهتزازية. [5]

ويمكن حساب مقدار التردد الممتص من قبل الجزيئات باستخدام قانون.

$$\boldsymbol{v = \frac{1}{2\pi c}\sqrt{\frac{k}{u}}} \qquad (2.\text{III})$$

حيث:

$\boldsymbol{v}$: التردد الإهتزازي.

$\boldsymbol{c}$: سرعة الضوء في الفراغ.

$\boldsymbol{k}$: ثابت يمثل قوة رابطة الجزيء (أو ثابت مرونة النابض المكافئ للرابطة الجزيئية).

μ : الكتلة المختزلة لذرتي الرابطة الجزيئية و تعرف ب: A وB

$$\mu = \frac{\boldsymbol{ma} \times \boldsymbol{mb}}{\boldsymbol{ma} + \boldsymbol{mb}} \qquad (3.\text{III})$$

حيث:

$\boldsymbol{ma}$: كتلة الذرة 1.

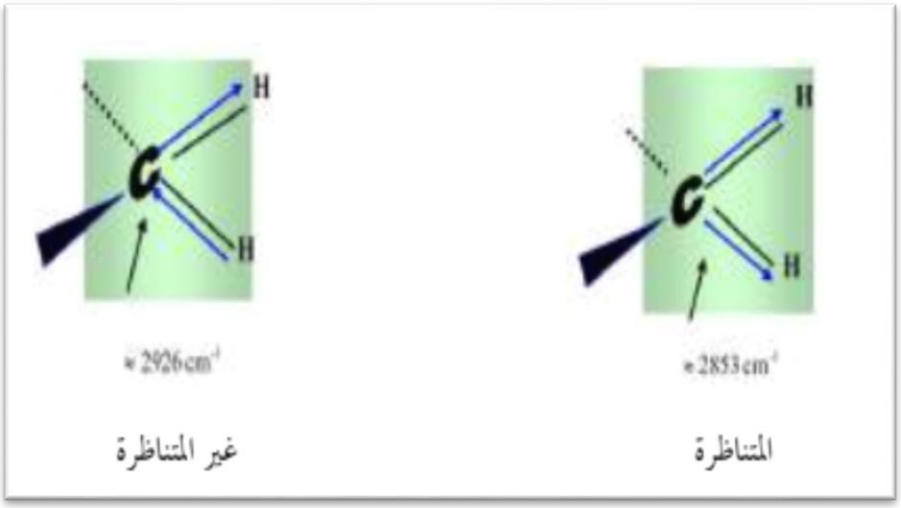
$\boldsymbol{mb}$: كتلة الذرة 2.

تمثل الانتقالات الاهتزازية مستويات طاقة اهتزازية محددة في الجزيء. تقاس هذه الطاقة عادة بوحدة($\boldsymbol{cm^{-1}}$ العدد الموجي)

ذلك أنها تتناسب طرديا مع طاقة التذبذب، والتي تختلف من جزيء الى آخر، معطية ما يعرف بالبصمة المميزة لكل جزيء عن غيره.

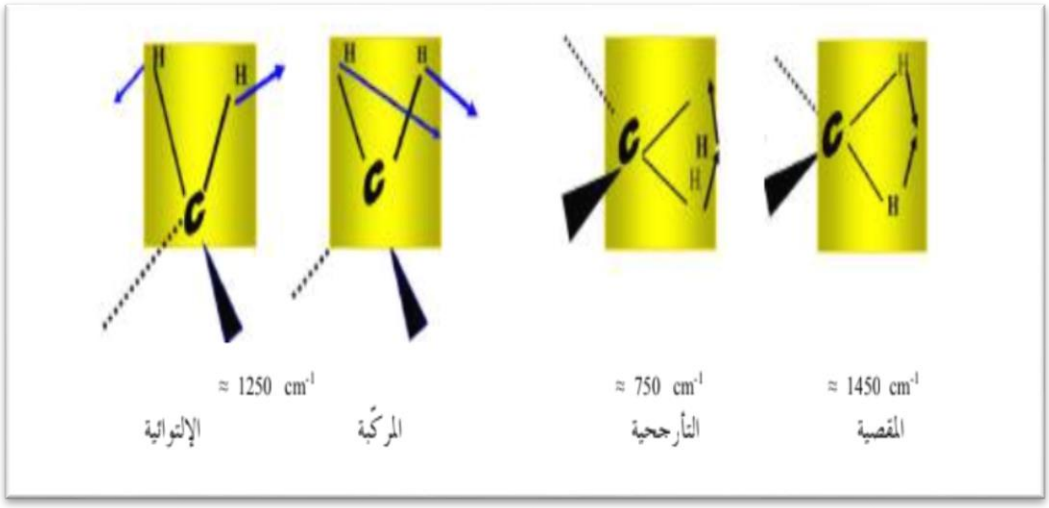
يمكن تقسيم الحركات الاهتزازية التي تحدث في الجزيئات إلى: [6]

-**اهتزازات شد: تشمل** التغير الدوري للمسافة بين الذرات على طول محور الرابطة، وهي نوعان متناظرة، وغير متناظر.



الشكل (7.III). اهتزازات الشد الشكل [6]

-**اهتزازات ثنى:** تشمل التغير الدوري للزاوية بين رابطتين، مما يؤدي الى حركة الذرات في مستوى رابطتين أو خارج مستوى الرابطتين، وهي أربعة أنواع.

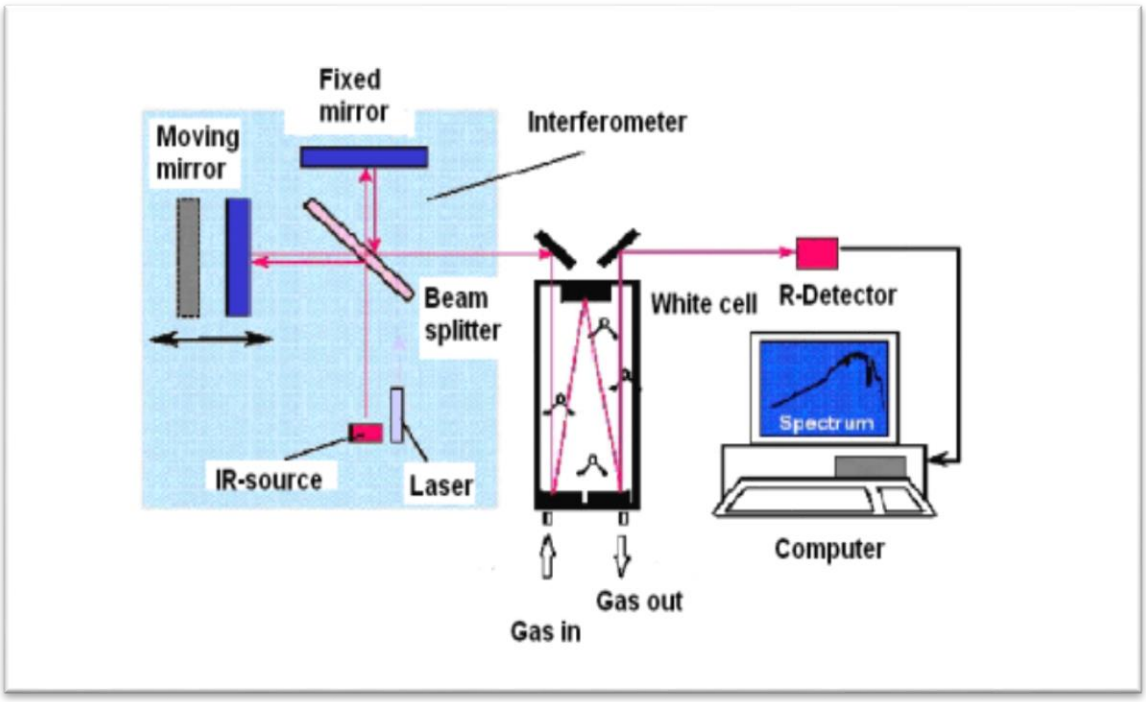


الشكل (8.III). اهتزازات الثني الشكل [6]

3.3. مبدأ عمل تقنية مطيافية الأشعة تحت الحمراء (FITR):

حزمة تحوي كل أطوال موجات الأشعة تحت المتوسطة FTIR يرسل مصدر الإشعاع في مطياف (4000−500) إلى صفيحة فاصلة فتقسمها حزمتين، الحزمة الأولى (cm^{-1})

توجه إلى مرأة ثابتة، أما الحزمة الثانية فتوجه إلى مرآة متحركة. [5]



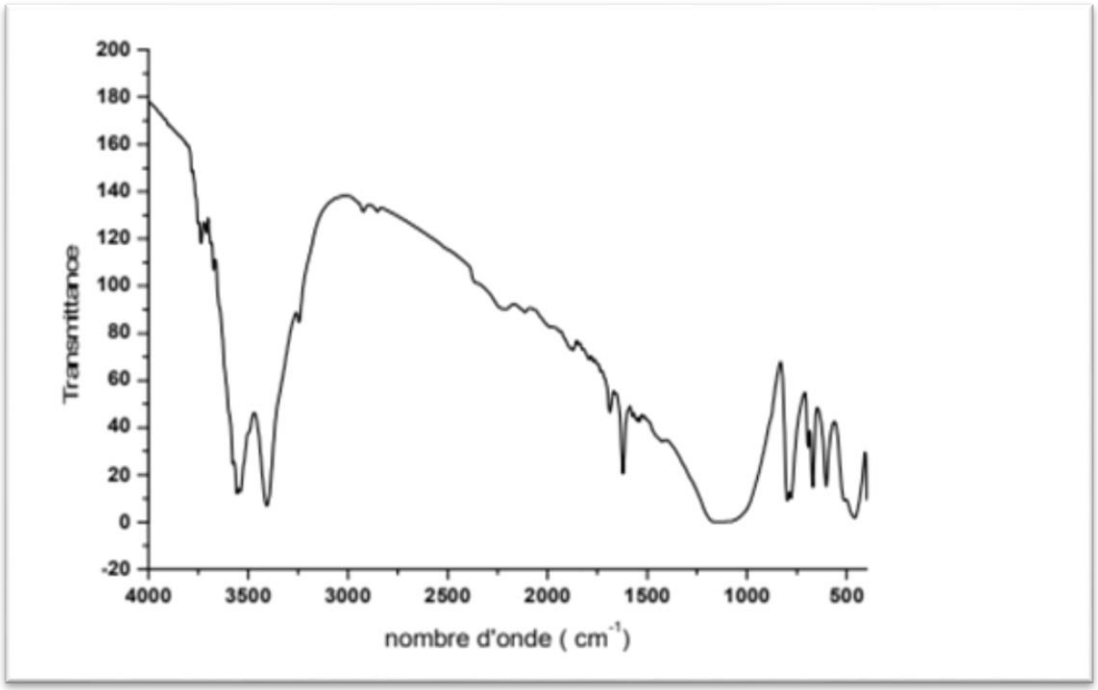
الشكل (9.III). مخطط لمطيافFTIR [5]

توجه الحزمتان نحو العينة المدروسة باستخدام مرايا، ثم يقاس التغير الحاصل في شدة الإشارة بسبب حدوث امتصاصات جزيئية (اهتزازية)، والتي تمثل أهداب التدخل المتحصل عليها من خلال فرق مسير حزمة الإشعاع.

يتحسس الإشعاع كاشف يعمل على تحويلها الى صيغة رقمية، ثم تعالج بتحويل فوريه لتعطي في النهاية طيف امتصاص.

1.3.3. طريقة التحليل النوعي والكمي لنتائج تقنية مطيافية الأشعة تحت الحمراء (FITR):

يعتمد جهاز مطيافية التحليل بواسطة الأشعة تحت الحمراء في عرض نتائجه على الفرق المسجل في شدة نفاذ الأشعة، قبل عبورها العينة المدروسة وبعده، فيعرض نسبة النفاذ بدلالة العدد الموجي.



الشكل (10.III). نموذج طيف إمتصاص FTIR

من خلال الطيف يمكن تحديد قسم الامتصاص عند الأطوال الموجية المميزة، والتي تعتبر البصمة الدالة على نوعية الروابط الجزيئية، في حين تعبر مساحة هذه القسم على شدة تراكيزها بالاستعانة بجداول مساعدة يمكن تحديد جميع أنواع الروابط الجزيئية الموجودة في العينة المدروسة.

4.3. جهاز مطياف مطيافية الأشعة تحت الحمراء (FTIR):

الشكل (III.11). مطياف الأشعة تحت الحمراء FTIR [7]

4.المجهر الإلكتروني الماسح (MEB) :

1.4. تعريف المجهر الإلكتروني الماسح (MEB) :

المجهر الإلكتروني الماسح هو نوع من أنواع المجاهر الإلكترونية التي تنتج صور لسطح عينة ذات دقة عالية، حيث تتمثل الوظيفة الرئيسية لهذا الجهاز في إنتاج إشارات مختلفة تحتوي على معلومات حول تضاريس السطح وتكوينه. وفحص الخواص التركيبية للمواد المدروسة.

التحليل بواسطة تقنية مجهرية إلكترونية عالية الطاقة تصطدم عموديا بسطح العينة المدروسة، ومن ثم جمع الإشارات المنعكسة والصادرة من العينة باستخدام الكواشف المختلفة، حيث تستخدم العدسات الكهرومغناطيسية لتوجيه شعاع حزمة الإلكترونات على العينة. يتسبب التفاعل بين الإلكترونات والعينة في تكوين إلكترونات ثانوية منخفضة الطاقة.

2.4. مبدأ عمل تقنية المجهر الإلكتروني الماسح (MEB)

يعتمد مبدأ استخدام تقنية MEB على التفاعل بين الإلكترون والمادة والذي يمكن من الحصول على صورة بتحليل عالي الدقة فعند قذف سطح العينة بحزمة إلكترونات أولية ينتج عن ذلك انبعاث مجموعة من الأشعة التي يتم تحليلها بواسطة كواشف مختلفة ، مما يسمح بتكوين صورة ثلاثية الأبعاد للسطح [8]، فإذا كانت العينة المدروسة عازلة كهربائيا فإنه يتم تغطيتها بطبقة رقيقة من الذهب أو الفضة وذلك لاكتسابها ناقلية تسمح بالحصول على الصورة المورفولوجية.

-عند حدوث تصادم بين إلكترونات وذرات العينة، يتعرض المنتج الإلكتروني لنطاق الإيونات الكهربائية، مما يؤدي إلى استخدام الإلكترونات الثانوية لتوليد طاقة يمكن التحكم فيها بحوالي (50 فولت).

يمكن سحب السلك الإلكتروني الأول بواسطة إلكترون أو أكثر من الإلكترونات الثانوية التي تتوفر على السطح.

يجب أن تتعرض الإلكترونات التي يمكن جمعها بواسطة المكتشفات إلى مسبار بقطر 10 نانومترات وبتوفير الطاقة، يصبح الكشف أسهل بسبب الفارق الكبير في الأداء، مما يُسهل جمع عدد كبير من الأجهزة الإلكترونية المثبتة وفتح المعلومات حول التضاريس لعرض صور عالية الجودة.

-أجهزة الكشف عن الإلكترونات تولد نتيجة تفاعل الإلكترونات الموجودة بها، حيث يتفاعل الشعاع الأساسي مع الذرات الجديدة في العينة بطريقة شبه مرنة، متكيفا مع الذرات المتواجدة في العينة. في نفس الوقت، تقرأ الإلكترونات اتجاه الطاقة الذي يؤدي إلى أصل الطاقة وبالتالي، يتم توفير هذه الإلكترونات مما يجعل تشغيل الإلكترونات الثانوية أكثر كفاءةعند مستوى طاقة نسبي يتجاوز حوالي (30KeV) في هذا المجال. [9]

3.4. جهاز المجهر الإلكتروني الماسح (MEB) :

الشكل(12.III). المجهر الإلكتروني الماسح [10]

خلاصة الفصل:

لقد تطرقنا في هذا الفصل الى مناقشة مختلف تقنيات التوصيف المستخدمة في تحليل المركبات النانوية والمتمثلة في طيف الأشعة الفوق البنفسجية المرئية (UV–Visible)، الأشعة تحت الحمراء (FTIR)، حيود الأشعة السينية (XRD)، والمجهر الإلكتروني الماسح (MEB)، والتي تمكننا من معرفة، الروابط الكيميائية التي تتضمنها، و تحديد بنية المادة والتعرف على مختلف خصائصها.

مراجع الفصل الثالث

المراجع بالعربية:

[1] محمد طيطي، دراسة المادة 2.5.5-Trimethoxybenzalehyde بواسطة الأشعة السينية والأشعة تحت الحمراء وأشعة RAMAN وUV. Visible ومقارنتهما مع DFT ، جامعة قاصدي مرباح ورقلة.

[2] رنا حنا نصور دراسة آلية تأثيرالأشعة فوق البنفسجية في عملية التركيب الضوئي عند جنسي الألوغلينا *Euglène* والكالميدوموناس *Chlamydomonas*، أطروحة شهادة الدكتوراه.

[3] جهاز مطيافية UV-vis ،المعهد الهندي للتكنولوجيا بمباي2009 م.

[5] المطيافات بين النظرية والتطبيق، أ.د أحمد خميس محمد سلامة ،كلية العلوم بالزلفي.جامعة القصيم المملكة العربية السعودية (2010).

[6] التحليل الطيفي الجزيئي ،المؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني الإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج ،المملكة العربية السعودية.

[7] مشري محمد العيد دراسة أثر المعالجة الحرارية على تركيب رمل كثبان ورقلة وعلى ناقليته الكهربائية بإستخدام الطرق الطيفية، أطروحة شهادة الدكتوراه ورقلة.

[10] غالب عبد الوهاب علي الدهش، نغم محمد عبيد، دراسة تأثير المجال المغناطيسي وطول موجة الليزر على الخواص التركيبية والبصرية لجسيمات البالتين النانوية المحضرة بطريقة الإستئصال الليزري في السوائل، قسم الليزر، كلية العلوم للبنات، جامعة بابل، العراق، مجلة فصلية محكمة تختص بالأبحاث والدراسات الطبيعية والهندسية، 27 أوت 2015.

المراجع بالفرنسية:

[4] https://www.qualitymag.com/articles/96174-x-ray-diffraction 16/04/2022

[8] V.J viola hollas Modern spectroscopy Ed Wiley 1974.

[9] Etude de la croissance des nanostructures de Zno ،H. Salim déposés par la technique spray ultrasonique université Mohamed Boudiaf d'Oran.19.11.2015

الفصل الرابع:

تركيب وتوصيف المركبات النانوية

1 .مقدمة

في السنوات الأخيرة، تم استغلال المواد التي يبلغ حجمها 100 نانومتر أو أقل، والمعروفة باسم المواد النانوية، على نطاق واسع بسبب خصائصها الفريدة المطبقة في العديد من القطاعات. وتستخدم الجسيمات النانوية غير العضوية الآن على نطاق واسع في مجموعة متنوعة من القطاعات الصناعية الحديثة، بما في ذلك الإلكترونيات في الأجهزة المحمولة الذكية، والطب في التشخيص وتوصيل الأدوية، وقطاعات حماية البيئة في معالجة المياه الملوثات.

في هذا الفصل سنتطرق الى بعض الدراسات المعتمدة على التركيب الأخضر لبعض المركبات النانوية المحضرة من المستخلصات النباتية، بالإضافة إلى تقنيات توصيفها.

2. تصنيع الجسيمات النانوية Mg@ZnO من Portulaca oleracea

في هذه المقالة، تم تصنيع المركبات النانوية حيويًا باستخدام الكتلة الحيوية (مستخلص نبات Portulaca oleracea).

تمت دراسة الخصائص الكيميائية والفيزيائية للمركبات النانوية باستخدام تقنيات التوصيف المختلفة بما في ذلك FTIR وUV–visible وXRD وMEB. [1]

1.2 تخليق المركبات النانوية Mg@ZnO

في البداية، تم تشتيت 0.3 mg من ZnO في 70 ml من الماء المقطر المزدوج، وتم خلطه لمدة ساعتين. تم بعد ذلك خلط محلول ZnO المشتت مع 70 ml من 0.04 MgCl2 و70ml من مستخلص Portulaca oleracea، وتم تقليب التفاعل عند 80°C لمدة ساعتين. تمت بعد ذلك إزالة المركب النانوي من المحلول عن طريق الطرد المركزي عند 10000 دورة في الدقيقة لمدة 15 دقيقة، وتجفيفه

لمدة 24 ساعة عند 100°C في فرن هواء ساخن، ثم تحميصه لمدة 4 ساعات عند 550°C. تم طحن منتج المسحوق الخاص بمركب Mg@ZnO النانوي في هاون ومدقة. [1]

2.2 النتائج والمناقشة

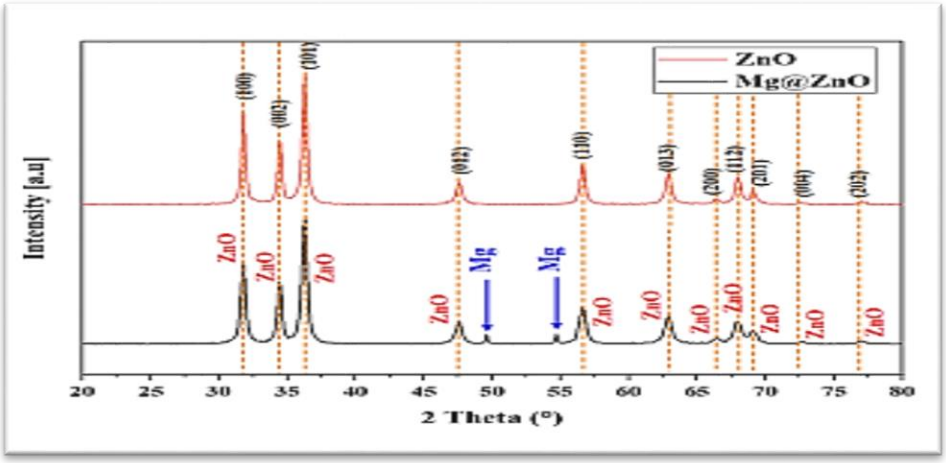
1.2.2 دراسة الهيكل

تمت دراسة الطور والبلورة لجسيمات أكسيد الزنك النانوية النقية والمغنيسيوم (Mg^{+2}) ، كما تم تصنيعها، تمت دراستها ، بواسطة DRX .وتظهر أطيافها في الشكل 1.

أظهرت قمم DRX لـ Mg@ZnO قممًا لبلورات أكسيد الزنك مماثلة مع ذروتين إضافيتين مرتبطتين بأيونات المغنيسيوم الواقعة حول 49.60°C و 54.65°C المقابلة لرقم بطاقة JCPDS: 96-900-8507. تشير هاتان القمتان إلى وجود المغنيسيوم في جسيمات أكسيد الزنك النانوية المزخرفة، مما يؤكد نجاح بناء مركب هجين (Mg@ZnO).

القيم الثابتة للشبكة لجسيمات ZnO النانوية النقية والمزخرفة بالمغنيسيوم هي (a = 3.2493 Å؛ c = 5.2057 Å) و (a = 3.2093 Å؛ c = 5.2103 Å) ، على التوالي. وبناء على ذلك، تم تقييم متوسط حجم البلورات باستخدام صيغة شيرير.

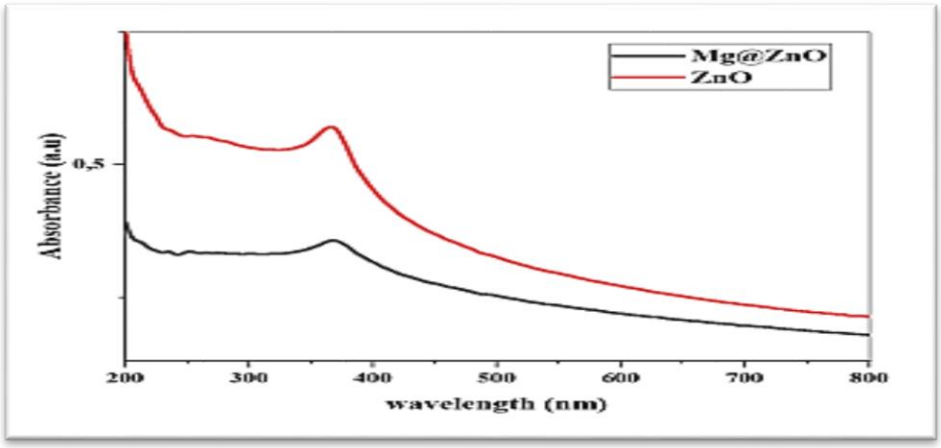
يبلغ متوسط الحجم البلوري 22.40 نانومتر و21.84 نانومتر للجسيمات النانوية النقية من أكسيد الزنك وأكسيد الزنك على التوالي [1].



الشكل (IV . 1). نمط حيود الأشعة السينية لـ ZnO و Mg@ZnO NPs

2.2.2 الدراسات البصرية

يوضح الشكل 2 أطياف امتصاص الأشعة فوق البنفسجية والجسيمات النانوية ZnO النقية والمزخرفة بالمغنيسيوم كدالة لطول الموجة في المدى 200–800 نانومتر. يوضح الشكل 2 أن الجسيمات النانوية ZnO و Mg@ZnO لها امتصاصية قوية عند 366 نانومتر. وذلك لأن الجزيئات في حالة الطاقة الأدنى والمثارة إلى مستويات طاقة أعلى تمتص قدرًا أكبر من طاقة الفوتونات الساقطة [1].



الشكل (IV . 2). أطياف امتصاص الأشعة فوق البنفسجية لـ ZnO و Mg@ZnO NPs

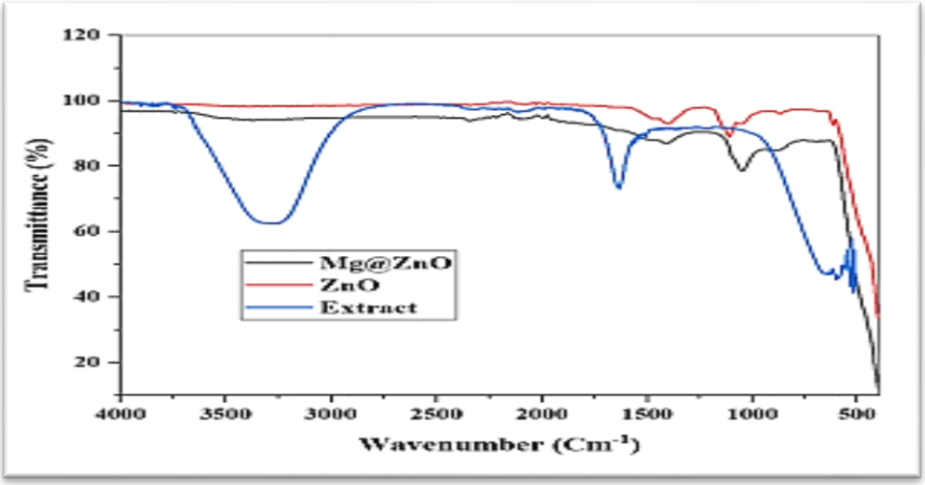
3.2.2 الدراسات الوظيفية

يوضح الشكل 3 أطياف FTIR لمستخلص Portulaca oleracea بالإضافة إلى جزيئات ZnO النانوية النقية والمزخرفة بالمغنيسيوم.

تم تأكيد وجود مجموعات وظيفية من Portulaca oleracea لتكوين ZnO من خلال هذا التحليل. تؤكد النتائج أن المركبات البوليفينولية الموجودة في مستخلص بورتولاكا أوليراسيا هي المسؤولة عن تكوين جزيئات أكسيد الزنك النانوية.

ظهور الشريط عند 1048 cm−1 و1406 إلى ثاني أكسيد الكربون (التمدد) وC=O بسبب حموضة لويس وهذا التمدد المتماثل لثاني أكسيد الكربون بسبب مجموعة حموضة برونستد الموجودة على سطح الجسيمات النانوية. بينما يظهر التمدد الاهتزازي عند 608 cm −1 وجود تمدد Zn−O المقابل، وهو ما يتوافق مع بنية الورتزايت.

تم تقليل شدة القمم في طيف الأشعة تحت الحمراء لمستخلص Portulaca oleracea في أطياف ZnO وMg@ZnO. لذلك تم التأكيد على أن المركبات البوليفينولية الموجودة في Portulaca oleracea تعمل كعوامل اختزال وتغطية وربط [1].

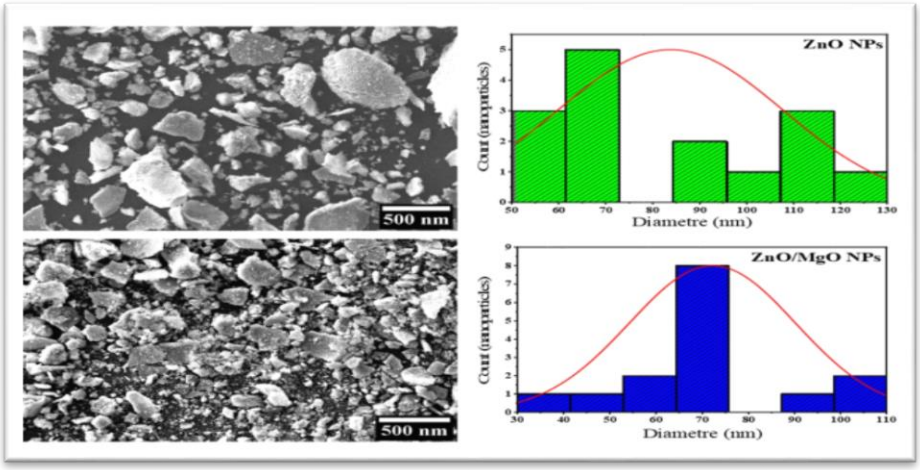


الشكل (IV . 3). أطياف FTIR لأكسيد الزنك وMg@ZnO NPs

4.2.2 الدراسات المورفولوجية

ويبين الشكل 4 مورفولوجية الجسيمات النانوية المركبة التي تمت دراستها باستخدام تحليل MEB.

كما نرى، فإن الجزيئات لها أشكال غير منتظمة وأحجام مختلفة. وفقًا للرسوم البيانية لتوزيع حجم الجسيمات، كان متوسط حجم عينة ZnO وMg@ZnO (75 و85) نانومتر، على التوالي [1].



الشكل (IV . 4). صورة MEB لأكسيد الزنك وMg@ZnO

3. التوليف الأخضر وتوصيف المركبات النانوية ZnO–Ag بواسطة Thymus vulgaris

في هذه الدراسة، تم تصنيع المركبات النانوية ZnO–Ag عند أقل من 20 نانومتر بطريقة حرارية حيوية بسيطة وصديقة للبيئة باستخدام مستخلص مائي من أوراق الغدة الصعترية (الزعتر).

تمت دراسة الخصائص الكيميائية والفيزيائية للمركبات النانوية ZnO–Ag باستخدام تقنيات التوصيف المختلفة بما في ذلك FTIR وUV–visible وXRD وMEB [2].

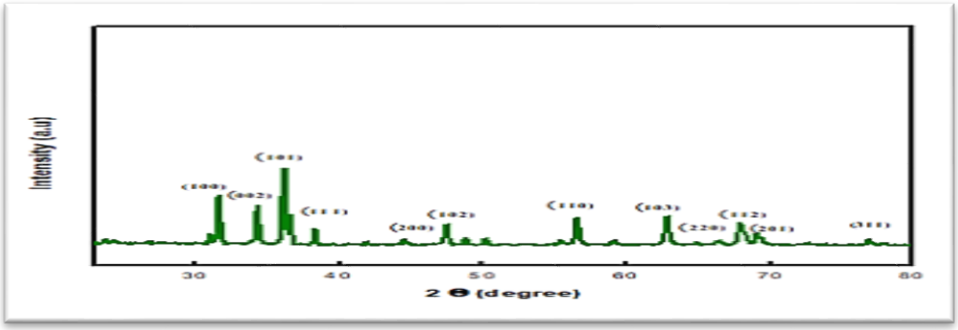
1.3 تخليق المركبات النانوية ZnO–Ag

تم تحضير محاليل نترات الفضة (N/10)، نترات الزنك (1M) وهيدروكسيد الصوديوم (10M) بأحجام مختلفة وخلطها مع التحريك لمدة 30 دقيقة. تمت إضافة 0.5 ml من مستخلص أوراق الزعتر إلى 11.5 ml من جميع المحاليل المذكورة أعلاه وتم صوتنة لمدة 45 دقيقة. تم نقل 12 ml من المحلول إلى كيس تفلون ووضعه في الأوتوكلاف. ثم وضع الأوتوكلاف في فرن الهواء الساخن لمدة 4 ساعات عند 150°C. تم بعد ذلك تبريده إلى درجة حرارة الغرفة وغسله عدة مرات بالماء المقطر المزدوج والإيثانول بواسطة الطرد المركزي عند 7000 دورة في الدقيقة لمدة 15 دقيقة. تم جمع الراسب وتخزينه للتجفيف عند درجة حرارة 50°C لمدة 24 ساعة [2].

2.3 النتائج والمناقشة

1.2.3 دراسة الهيكل

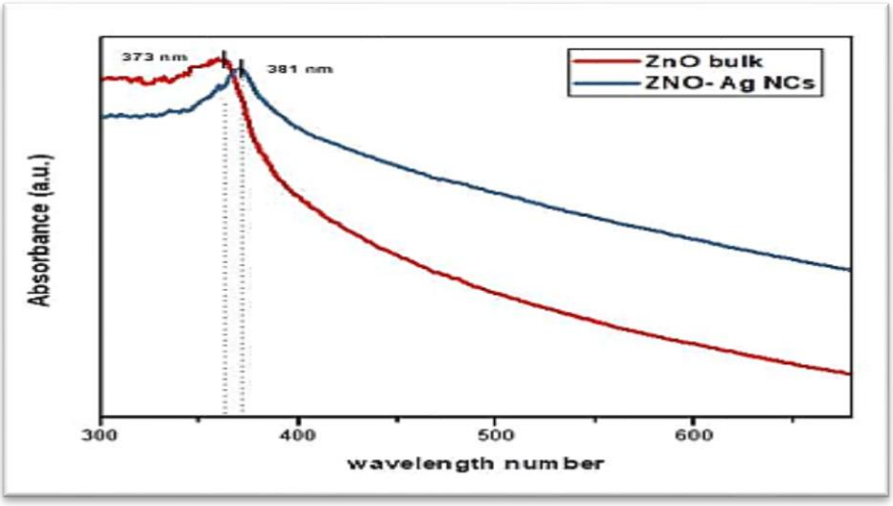
تم الكشف عن أنماط XRD الخاصة بـ ZnO–Ag NCs بواسطة قياس حيود الأشعة السينية للمسحوق .يوضح الشكل 5 نمط XRD لـ ZnO–Ag NCs. توضح قمم ZnO–Ag تشكيل مراحل واضحة ومتميزة لـ Ag وZnO. يكشف تكوين مراحل متميزة لـ ZnO وAg في ZnO–Ag عن تصنيع مركب نانوي بلوري. تمثل القمم المحددة نقاء المركب النانوي [2].



الشكل (IV . 5). أنماط XRD لـ ZnO–Ag NCs وZnO NPs وAg NPs

3.2.2 الدراسات البصرية

تم تقييم الامتصاص البصري لـ ZnO–Ag NCs في درجة حرارة الغرفة بواسطة التحليل الطيفي للأشعة فوق البنفسجية. ويبين الشكل 6 التحليل الطيفي المرئي للأشعة فوق البنفسجية للعينات المحضرة وأكسيد الزنك النقي. يظهر طيف الأشعة فوق البنفسجية المرئية لـ ZnO–Ag NCs أقصى ذروة امتصاص عند 381 نانومتر، بينما يُظهر ZnO السائد ذروة عند 373 نانومتر[2].



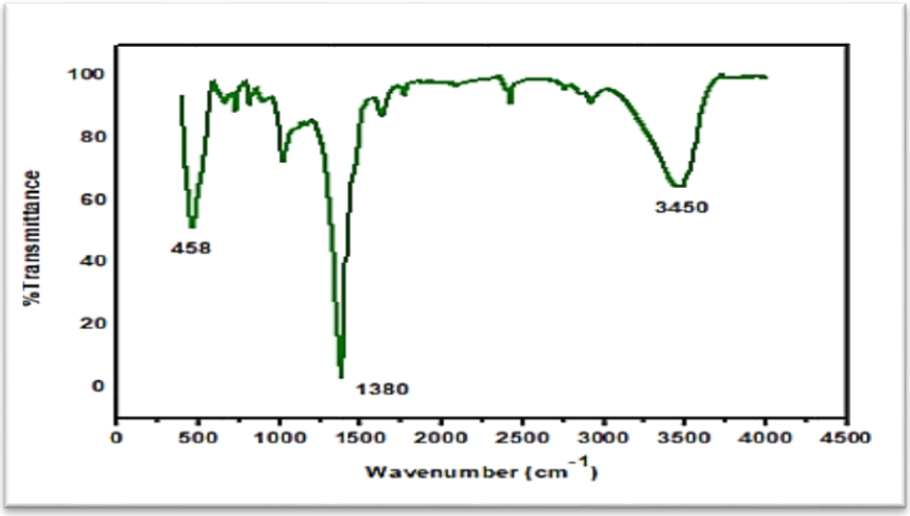
الشكل (IV . 6). طيف امتصاص الأشعة فوق البنفسجية لـ ZnO–Ag وZnO NCs النقي

3.2.3 الدراسات الوظيفية

يظهر طيف الأشعة تحت الحمراء النموذجي ZnO–Ag NCs في الشكل 7. يُظهر طيف FTIR للمراكز الوطنية قممًا بارزة عند 1 –cm 458 ,1380 و3450. تُعزى ذروة الامتصاص القوية عند 1 –cm 460 إلى اهتزاز Zn–O الممتد لـ ZnO NPs. تنخفض شدة ذروة ZnO بعد تكوين Ag NPs على سطح ZnO NPs. النطاق الطيفي عند 1 –cm 1384 يتوافق مع التمدد المتماثل للخلات. إذ وجود نطاق عريض عند 1 –cm 3449 يتوافق مع اهتزاز التمدد في وضع H–O. قد يكون هذا بسبب عدم احتواء الأسيتات على وضع التمدد. قد يكون هذا بسبب مجموعات الهيدروكسيل الموجودة في الماء. وتتوافق ذروة الامتصاص عند 1 –cm 1041 في مستخلص أوراق الزعتر مع

امتداد N–C في الأمين الأولي. تُعزى الذروة الصغيرة عند 1 –cm 1615 إلى وضع الانحناء H–O بسبب امتصاص جزيئات الماء.

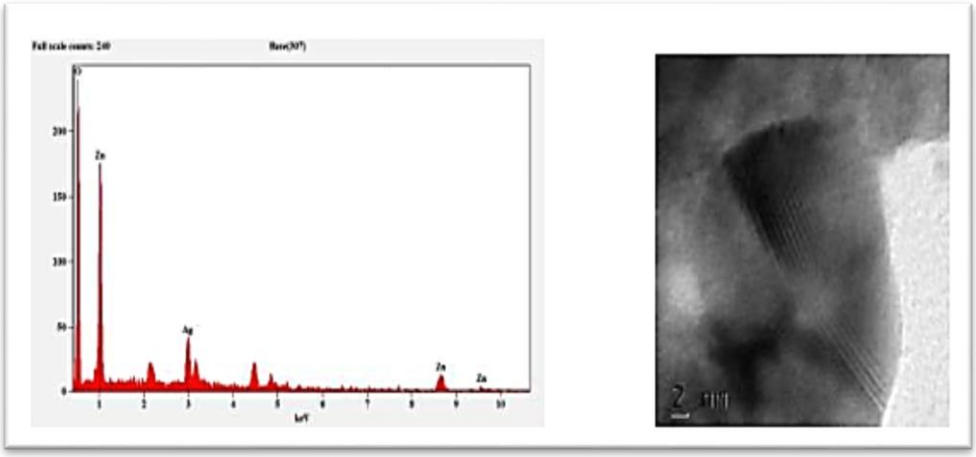
يحتوي مستخلص أوراق الزعتر على مركبات بوليفينولية مكوناتها الرئيسية هي الثيمول والإيزوثيمول، يليها التربينات الأحادية واللينالول والألفا تيربنول [2].



الشكل (IV . 7). أطياف FTIR لـ ZnO–Ag

4.2.3 الدراسات المورفولوجية

يوضح الشكل 8 أ شكل وحجم ZnO–Ag NCs المُصنَّع باستخدام MEB والذي يُظهر تكوين جسيمات Ag نانوية كروية تبلغ حوالي 20 نانومتر على سطح جزيئات ZnO. كانت NCs واضحة في صور MEB. حجم NCs أقل من 20 نانومتر. يوضح الشكل 8 ب مخطط EDX المقابل. تظهر النتيجة عدم وجود شوائب أخرى في ملف EDX. تشير نتائج EDX بوضوح إلى وجود Zn وAg وO في NCs. يشير التحليل العنصري بواسطة EDX إلى أن النسب المئوية لوزن 30.74 و15.90 و53.36 من NCs مخصصة للزنك وAg وO على التوالي [2].



الشكل (IV . 8. أ).: صورة TEM توضح النطاقات الشبكية لـ ZnO وAg،

8 ب: طيف DRX تم الحصول عليه من MEB لـ ZnO–Ag NCs

4. مركب ZnO/CuO النانوي المحضر بالتوليف الأخضر باستخدام مستخلص لحاء الكاكاو Theobroma

تم دراسة طريقة تصنيع صديقة للبيئة لمركبات ZnO/CuO النانوية باستخدام مستخلص لحاء بذور الكاكاو Theobroma)TBE(.

تم تحديد هوية المركب النانوي عن طريق القياس الطيفي للأشعة فوق البنفسجية والمرئية UV Vis، ومطياف الأشعة تحت الحمراء لتحويل فوريه، والمجهر الإلكتروني الماسح، ومطياف الأشعة السينية المشتتة من الطاقة (XRD–MEB) وتحليل حيود الأشعة السينية (XRD). [3]

1.4 تخليق المركبات النانوية ZnO/CuO

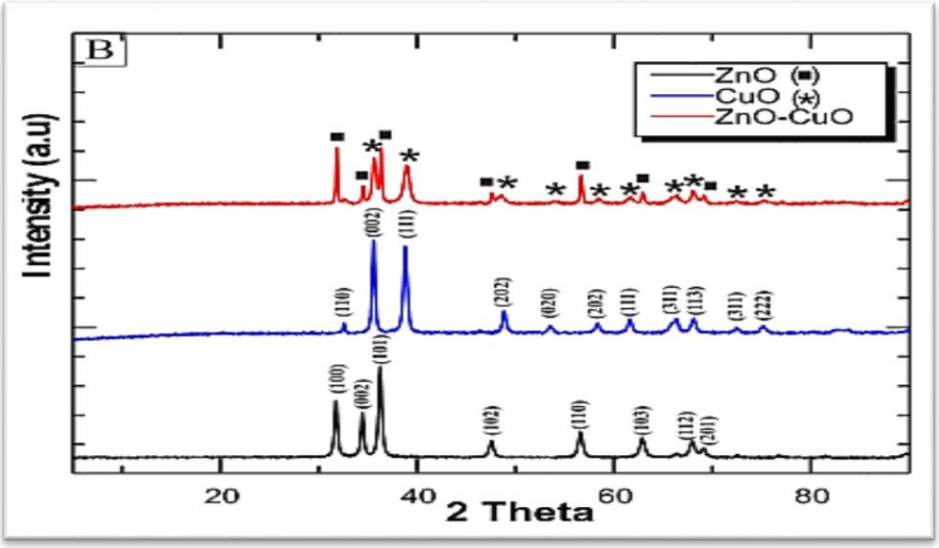
تم إجراء تخليق مركب ZnO/CuO النانوي عن طريق إضافة TBE إلى 0.03M 2)NO3(2 Zn و 0.01M 2)NO3(2 Cu للحصول على غرويات مختلطة من Zn(OH)2 وCu(OH)2 في الغرفة درجة حرارة.

تم فصل المادة الغروانية باستخدام جهاز طرد مركزي فائق وتجفيفه، ثم تحميصه عند درجة حرارة 400°C لمدة 4 ساعات. تم الكشف عن تكوين مركب ZnO/CuO النانوي من خلال ملاحظة اللون الأزرق الداكن للمسحوق، وتم استخدام نفس الطريقة للتخليق الأخضر لأكسيد الزنك وأكسيد النحاس للمقارنة، على التوالي [3].

2.4 النتائج والمناقشة

1.2.4 دراسة الهيكل

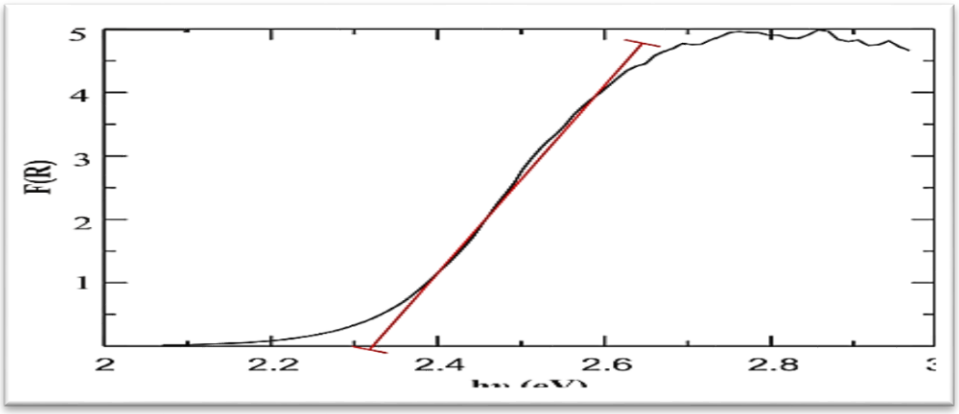
يُظهر الشكل 9 المركب النانوي ZnO / CuO و مؤشرات ميلر وقيم 2θ مماثلة لتلك الخاصة بـ ZnO و CuO. يوضح نمط DRX لـ ZnO/CuO شكلين فقط من الذروة النموذجية لـ ZnO وCuO. لا توجد ذروة إضافة في المركب النانوي، مما يشير إلى عدم وجود شوائب في تركيب المركب النانوي ZnO/CuO. تحولت قيم 2θ لمركب ZnO / CuO النانوي من 38.78 °C إلى 38.90 °C ، ومن 35.58 °C إلى 35.74 °C ، مما يشير إلى تغيير الذروة النموذجية لـ CuO، في حين تم تغيير التحول من 31.70 درجة إلى 31.84 °C ، ومن 34.40 °C إلى 34.50 °C ، و 36.20° إلى 36.30°، مما يشير إلى تغيير ذروة ZnO النموذجية. أكد التحول الطفيف أن تعديل ZnO مع CuO يمكن أن يؤثر على التغييرات في بنية ZnO.[3]



الشكل (IV . 9). أنماط XRD للجسيمات النانوية ZnO وCuO ومركبات ZnO/CuO النانوية

2.2.4 الدراسات البصرية

تم إجراء توصيف UV–Vis لتحديد طاقة فجوة النطاق باستخدام معادلة Kubelka–Munk، كما هو موضح في الشكل 3 أ. وفقًا للحسابات، كانت طاقة فجوة النطاق للمركب النانوي ZnO/CuO 2.3v. أكدت نتائج الأشعة فوق البنفسجية أن مركب ZnO/CuO النانوي يمكن أن يعمل كمحفز ضوئي في منطقة الضوء المرئي.[3].



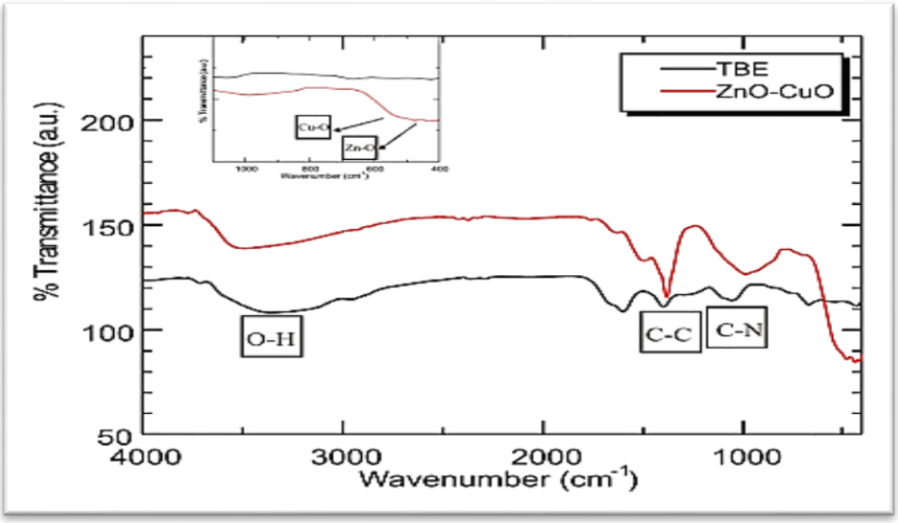
الشكل (IV . 10). طاقة فجوة النطاق لمركب النانو ZnO/CuO

3.2.4 الدراسات الوظيفية

يتم إجراء توصيف FTIR لتحديد المجموعات الوظيفية التي تلعب دورًا في تكوين مركب ZnO/CuO النانوي.

تحول العدد الموجي للمجموعات الوظيفية قبل وبعد تكوين ZnO/CuO، كما هو موضح في الشكل 11. يُظهر طيف FTIR لـ TBE أن القمم عند 1 −cm 3353 و1634 و1405 و1067 تم تعيينها لمجموعات الهيدروكسيل (O−H) ومجموعات الكربونيل (C = O) ومجموعات C = C العطرية ومجموعات التمدد C−N. يتم إثبات وجود المستقلبات الثانوية في TBE من خلال جميع نطاقات الامتصاص. أكدت نتيجة FTIR أن الاختبار الكيميائي النباتي الأولي لـ TBE يحتوي على قلويدات وبوليفينول وفلافونويدات. تتوافق ذروة الامتصاص لمركب ZnO/CuO النانوي عند أرقام الموجات1 - cm 474و522 مع اهتزاز التمدد لروابط Zn−O و Cu−O.

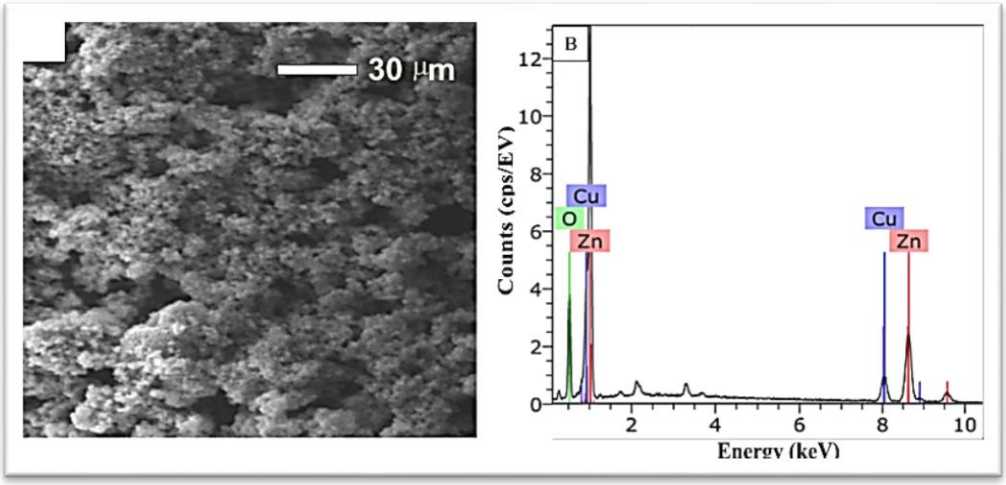
تلعب المكونات الكيميائية النباتية لـ TBE مثل البوليفينول والفلافونويد دورًا رئيسيًا كعوامل تثبيت وختم في تكوين مركبات ZnO/CuO النانوية.[3]



الشكل (IV . 11). أطياف FTIR من TBE وZnO/CuO nanocomposite

4.2.4 الدراسات المورفولوجية

تم إجراء توصيف MEB لتحديد شكل وحجم الجزيئات. يوضح الشكل 12 صور MEB للمركب النانوي ZnO/CuO. يتم تكتل جزيئات المركبات النانوية قليلاً. تكون المركبات النانوية كروية الشكل بأحجام مختلفة من 20 إلى 50 نانومتر. تؤكد نتائج MEB أنه يمكن تصنيع المركبات النانوية ZnO/CuO باستخدام TBE. [3]



الشكل (IV . 12). صور MEB وDRX للمركب النانوي ZnO/CuO

خلاصة الفصل :

في هذا الفصل تطرقنا الى بعض الدراسات المعتمدة على التركيب الأخضر لبعض المركبات النانوية المحضرة باستخدام المستخلصات النباتية حيث تُظهر أهمية كبيرة في مجال العلم والتكنولوجيا. من خلال الاستفادة من المصادر النباتية الطبيعية، يمكننا تحضير مركبات نانوية بطرق صديقة للبيئة، مما يقلل من الاعتماد على المواد الكيميائية السامة ويعزز الاستدامة. تُعد هذه المركبات النانوية فعالة في مجموعة متنوعة من التطبيقات، بدءًا من الطب وصولاً إلى الصناعة والطاقة. يعزز هذا النهج البحوث المستقبلية في استخدام الموارد الطبيعية بطرق مبتكرة، مما يفتح آفاقًا جديدة للتطوير العلمي والتقني المستدام.

مراجع الفصل الرابع

[1] Barani, D., Tedjani, M. L., Younes, Z., Meneceur, S., Laouini, S. E., & Hammami, H. (2023). Biomass-mediated synthèses of ZnO and Mg@ ZnO nanoparticules for enhancing the dégradation of m-toluidine and p-toluidine. Biomass Conversion and Bio refinery, 13(8), 7311-7318.

[2] Zara, M., Namath, K., & Byrappa, K. (2018). Green synthesis and characterization of ZnO-Ag nanocomposite by Thymus vulgaris. Int. J. Sci. Res. Sci. Techno, 4(5), 1636-1640.

[3] Yulizar, Y., Bakri, R., Apriandanu, D. O. B., & Hidaka, T. (2018). ZnO/CuO nanocomposite prepared in one-pot green synthesis using seed bark extract of Theobromine cacao. Nanostructures & Nano-Objets, 16, 300-305.

خاتمة

في نهاية هذا البحث نستنتج أن تقنية النانو هي اهم التقنيات في يومنا هذا وفي المستقبل وأصبحت طليعة كل مجالات العلم، لما لها من أهمية في تحسين المنتجات وعلاج الامراض وخدمة البشرية في مجالات الحياة جميعها، بالإضافة الى أنها تعطي أملا كبيرا للثورات العلمية في المستقبل في الكيمياء وعلم الأحياء والهندسة والطب والصناعة وغيرها.

- ✓ من خلال التجارب والدارسات السابقة نؤكد أن الفرضيات السابقة الذكر وهي:
- ✓ إن المواد النانوية لها مميزات وخصائص مختلفة عن المواد العادية الخام..
- ✓ إن صناعة المواد النانوية تكون بسيطة وتكلفتها قليلة مقارنة بغيرها من المواد..
- ✓ إن تقنية النانو لها مستقبل واعد واستخدمات عديدة في كل مجالات الحياة..
- ✓ انها محققة ومؤكدة..

ونستنتج انه من خلال التجارب للدراسات السابقة حول تخليق وتوصيف المواد النانوية المزخرفة في هذا البحث ان تصنيع مواد نانوية مزخرفة مختلفة الاشكال والاحجام بطرق بسيطة وتكلفة قليلة، وقد تم التأكيد على تصنيع المواد النانوية المزخرفة وتشخيصها وتوصيفها بطرق وأجهزة متطورة : جهاز الأشعة فوق البنفسجية و جهاز الاشعة تحت الحمراء والاشعة السينية والمجهر الالكتروني الماسح.

وفي الأخير نأمل أن يزداد اهتمام الطلبة والباحثين والعلماء المتخصصين بعلم النانو وتقنية النانو وكتابة ونشر المزيد من الأبحاث حول هذه التقنية التي أصبحت تغزوا العالم، والعمل على الإستفاذة من خواص المواد النانوية في ابتكارات واختراعات تفيد البشرية في كل مجالات الحياة وتسهيلها وبالإضافة الى التخلص من الامراض الخبيثة التي لم يصل العلم اليوم لعلاج نهائي لها، وبما ان النانو هو محور اهتمام العالم لذلك نامل ان يزداد الاهتمام به في بلدنا الجزائر، ويصبح بلدنا من اكثر الدول سعيا للبحث

فـي هذه التقنيـة وجديـدها لتتمكن من اللحـاق بالركـب العلمـي واطـلاق العنـان للطاقـات العلميـة والعقـول الموجودة في البلد لاثبات جدارتهم وكفاءتهم

الملخص :

يعد التوليف الأخضر للجسيمات النانوية من المستخلص المائي للنباتات المختلفة تقنية بسيطة وسهلة وغير مكلفة وصديقة للبيئة .

تم في هذا الموضوع إجراء بحث بيبلوغرافي حول التخليق الأخضر للجزيئات النانوية وزخرفتها بمواد مختلفة .

تركز هذه الدراسة على تحسين خواص الجزيئات النانوية المزخرفة والتي من خلالها يتم تحسين خصائصها .كما يهدف هذا البحث إلى معرفة الظروف التجريبية من ناحية وقوة المستخلص الطبيعي للنباتات المختلفة في تركيبها ، أما التوليف الأخضر فهو مخصص للجسيمات النانوية و من ناحية أخرى تم استخدام العديد من تقنيات التوصيف مثل التحليل الطيفي للأشعة فوق البنفسجية ،والتحليل الطيفي FTIR، حيود الأشعة السينية XRD والمجهر الإلكتروني الماسح MEB لتوصيف الجسيمات النانوية مثل الجوانب البصرية والمفرولوجية والبلورية للجزيئات النانوية المزخرفة.

الكلمات المفتاحية :الجزيئات النانوية المزخرفة; مستخلص النباتات; التوليف الأخضر; صديقة للبيئة; تقنيات التوصيف.

RESUME:

La synthèse verte de nanoparticules à partir d'extraits aqueux de différentes plantes est une technologie simple, facile, peu coûteuse et respectueuse de l'environnement.

Dans cette thématique, une recherche bibliographique a été menée sur la synthèse verte de molécules Nanostructures et leur décoration avec différents matériaux.

Cette étude se concentre sur l'amélioration des propriétés des molécules Des nanostructures décorées , grâce auxquelles leurs propriétés sont améliorées . Cela vise également Les recherches visaient à connaître les conditions expérimentales d'une part et la force de l'extrait naturel des différentes plantes dans leur composition. Quant à la synthèse verte, elle est dédiée aux nanoparticules d'autre part, de nombreuses techniques de caractérisation ont été utilisées, notamment. comme la spectroscopie ultraviolette, la spectroscopie FTIR la diffraction des , rayons X (XRD) et la microscopie électronique à balayagepour la caractérisation des nanoparticules telles que les aspects optiques , morphologiques et cristallographiques des

molécules . Nanocristallin Orné.

les mots clés nanoparticules décorées ; extrait de plante; synthèse verte; Écologique; Techniques de caractérisation.

Abstract:

Green synthesis of nanoparticles from aqueous extract of different plants is a simple, easy, .inexpensive and environmentally friendly technology In this topic, a bibliographic research was conducted on the green synthesis of molecules Nanostructures and their decoration with different materials.

This study focuses on improving the properties of molecules Decorated nanostructures , through which their properties are improved . This also aims The research aimed to know the experimental conditions on the one hand and the strength of the natural extract of different plants in their composition. As for the green synthesis, it is dedicated to nanoparticles. On the ,other hand, many characterization techniques were used, such as ultraviolet spectroscopy FTIR spectroscopy X-ray diffractio ,n (XRD), and scanning electron microscopy MEB for nanoparticle characterization such as optical , morphological and crystallographic aspects of the molecules Nanocrystalline Ornate.

key words .decorated nanoparticles; plant extract; green synthesis; Environmentally friendly; Characterization techniques.