الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

جامعة قاصدي مرباح –ورقلة

كلية الرياضيات وعلوم المادة

قسم الكيمياء

مذكرة لنيل شهادة ماستر أكاديمي في الكيمياء

تخصص كيمياء تطبيقية

من إعداد الطالبتين :خدير نور اليقين –فاسي بثينة

بعنوان

Eco friendly synthesis of magnesium oxide nanoparticles under different experimental conditions using the aqueous extract of date pits (*phoenix dactylifera .l)* grows in the Algerian oases .

نوقشت علنا يوم 06/06/2024

أمام لجنة المناقشة

د. زنخري لويزة	أستاذ تعليم عادي	رئيسا
د. نجيمي محمد السعيد	أستاذ تعليم عالي	مؤطرا
د. حساني عبد القادر	أستاذ محاضر(ب)	مناقشا

الموسم الجامعي 2024/2023

الإهداء

إلى من أوصى الله تعالى بهما برا وإحسانا. إلى من حملتني تسعة أشهر.وباتت عيناها تسهر وكل مناها أن أصبح فتاة صالحة تفتخر. أمي الحبيبة

إلى من شقي وتعب حتى انعم بالراحة.و أصل إلى ما أنا عليه اليوم أبي الغالي

إلى من كانوا سندي وعضدي وعاشوا معي الحياة بحلوها ومرها .إلى الوفاء منبع الإخاء .إلى إخوتي آدم سعد الدين عبد الشكور ومحمد قيس

وأخواتي بريئة مديحه شفاء

إلى رفيق دربي وسندي في الحياة.خطيبي العزيز خير الدين

إلى من قاسموني مقاعد الدراسة وصعاب الحياة الجامعية.إلى حبيباتي نور اليقين كوثر روان لبنى

إلى كل عائلتي فاسي ولبسيس وإلى كل صديقاتي وأحبتي

إلى من حبب إلي العلم.إلى أساتذتي الأفاضل

إلى وطني الحبيب

إلى أمتي المسلمة جمعاء

إليكم جميعا أهدي ثمرة جهدي وعملي هذا.

فاسي بثينة .

الإهداء

الحمد لله و كفى و الصلاة على الحبيب المصطفى و أهله و من وفى و أما بعد

الحمد لله الذي وفقنا لتثمين هذه الخطوة في مشوارنا الدراسي بمذكرتنا هذه ثمرة الجهد و النجاح مهداة إلى الولدين الكريمين حفظهما الله و أدامهما. إلى *والدي* الذي وهبني كل ما يملك حتى أحقق له آماله ، الإنسان الذي سهر على تعليمي بتضحيات جسامة ، إلى مدرستي الأولى في الحياة أبي الغالي عماره أطال الله في عمره و بارك له في رزقه.

إلى من جرعت الكأس فارغا لتسقيني قطرة حب.إلى من وضعتني على طريق الحياة و كان دعاءها سر نجاحي ،إلى نبع الحب و بحر الحنان * أمي* العزيزة سعاد أطال الله في عمرها رزقني برها.

و إلى *إخوتي و أخواتي * الأحباء هشام ،محمد تسنيم،وجيه،أنس،أروى و ليان، و إلى خطيبي نذير حفظهم الله الذين كان لهم بالغ الأثر في الكثير من العقبات و الصعاب فهم ملاذ قوتي و سندي بعد الله سبحانه و تعالى .

و إلى من أنار لي الطريق في سبيل تحصيلي العلم أساتذتي عبر مراحل الدراسة و أخص بالذكر الأستاذ المشرف *نجيمي محمد السعيد*

إلى جميع الأهل أعمامي و أخوالي و إلى جميع الأصدقاء ،و كل من كان سبب في تفوقي بعد الله ، إلى كل هؤلاء و هؤلاء أهدي لكم هذا العمل المتواضع و أتمنى أن يحوز على رضاكم و أسأل الله أن يجعله نبراسا لكل طالب علم و أن يكون خالصاً لوجهه الكريم.

خدير نور اليقين

شكر وعرفان

الحمد و الشكر لله الذي وفقنا و أعاننا على إتمام هذا العمل أولا و آخراً راجين من الله أن يجعل فيه نفعاً للعباد

كما نتوجه بالشكر الجزيل إلى الأستاذ الفاضل المشرف على المذكرة نجيمي محمد السعيد الذي كان نعم المشرف فلم يبخل علينا بتوجيهاته و نصائحه فجزاه الله عنا كل خير و لا يفوتني أن أتقدم بخالص الشكر و الامتنان لكل أساتذتي الذين رافقوني في مشواري الدراسي من الابتدائي إلى الجامعة.و أتقدم بجزيل الشكر لأعضاء اللجنة المناقشة على قبول مناقشة ،تثمين و إثراء هذا العمل

و أتقدم بأخلص التشكرات إلى مدير مخبر البحث العلمي تقرتCRSTRA ، و إلى الزملاء بالإقامة الجامعية بن مالك محمد حسان ، و إلى كل من قدم لنا يد العون من قريب أو بعيد

.

الملخص

تعد تقنية النانو من التقنيات الحديثة التي تدخل في العديد من المجالات. وتتمتع الجسيمات النانوية بالعديد من الخصائص الفيزيائية والكيميائية نظرا لحجمها المتناهي في الصغر ومساحة سطحها مما جعلها محل دراسة وتطوير، وساهم في الولوج إلى العديد من التطبيقات المتنوعة. يتم تصنيع الجسيمات النانوية بعدة طرق، بما في ذلك الطريقة البيولوجية(التصنيع الأخضر)، وهي طريقة سهلة وسريعة وغير مكلفة وآمنة بيئيا و تعتمد على استخدام المستخلصات النباتية. وبشكل عام، التوليف الأخضر لجسيمات المغنيزيوم النانوية هو موضوع يهدف إلى تطوير طريقة صديقة للبيئة ومستدامة لتركيب جزيئات المغنيزيوم النانوية. في هذه العملية استخدمنا مستخلص نوى التمر (دقلة بيضاء) لتصنيع جسيمات أكسيد المغنيزيوم النانوية تحت شروط تجريبية مختلفة مع تجنب استخدام المواد الكيميائية الخطرة و الأساليب التي تستهلك كمية كبيرة من الطاقة ثم قمنا بدراسة طرق التشخيص للجسيمات النانوية(MgO-NPs) عن طريق الأشعة المرئية و فوق البنفسجية UV-visible، الأشعة تحت الحمراء FTIR و الأشعة السينية المشتتة للطاقة EDX و المجهر الالكتروني الماسح MEB.

الكلمات المفتاحية التصنيع الأخضر،أكسيد المغنيزيوم، مستخلص نوى التمر الجسيمات النانوية،الأشعة فوق البنفسجية،الأشعة تحت الحمراء،الأشعة السينية.

Abstract

Nanotechnology is a modern technology that is used in many fields. Nanoparticles have many physical and chemical properties due to their extremely small size and surface , which made them the subject of study and development. They have contributed to many diverse applications.

Nanoparticles are manufactured in several ways, including the biological method (green manufacturing), which is an easy, fast, inexpensive and environmentally safe method that relies on the use of plant extracts.

In general, green synthesis of magnesium nanoparticles is a topic that aims to develop an environmentally friendly and sustainable method for the synthesis of magnesium nanoparticles.

In this process, we used the extract of date pits (Degla Baidha)to manufacture nanoparticles magnesium oxide under different experimental conditions while avoiding the use of hazardous chemicals and methods that consume a large amount of energy . We also studied diagnostic methods for MgO nanoparticles (NPs) using UV-visible radiation, FTIR, and energy dispersive x-ray EDX.and scaning electron microscope MEB.

Keywords green manufacturing, magnesium oxide, nanoparticles, ultraviolet radiation, infrared radiation, X-rays.date pits.

قائمة الأشكال

الفصل الأول		
1-I	مقارنة حجم الأجسام النانوية مقارنة بالأجسام الأخرى	**4**
2-I	تصنيف المواد النانوية حسب أبعادها	**6**
3-I	رسم تخطيطي لتفاعل الإشعاع الكهرومغناطيسي مع قضبان نانوية و مجال نانوي	**7**
4-I	علاقة بين نقاط الانصهار وأحجام الجسيمات النانوية الذهبية	**9**
5-I	طرق تصنيع المواد النانوية	**10**
6-I	مخطط طريقة الاستئصال بالليزر	**11**
7-I	رسم تخطيطي مبسط يبين مراحل تصنيع المواد النانوية من خلال طريقة صول جال	**12**
8-I	بعض طرق توصيف وتشخيص مورفولوجيا المواد النانوية	**13**
9-I	مخطط يوضح المجهر الالكتروني الماسحSEM	**15**
10-I	يوضح مخطط لمكونات مجهر القوة الذريةAFM	**16**
11-I	يوضح تقنية حيود الأشعة السينيةDRX	**17**
12-I	مخطط يوضح تقنية الأشعة السينية المشتتة للطاقةEDX	**18**
13-I	يوضح تقنية الأشعة تحت الحمراء FT-IR	**19**
14-I	تمثيل تصويري لمبدأ مقياس الطيف الضوئي للأشعة فوق البنفسجية والمرئية UV-VIS	21

15-I	تطبيقات الجسيمات النانوية في مختلف المجالات	**22**
	الفصل الثاني	
1-II	مصادر بعض عوامل التغطية الخضراء المستخدمة في تحضير جزيئات MgO النانوية	38
	الفصل الثالث	
1-III	تحضير العينة النباتية	45
2-III	مراحل تحضير المستخلص	47
3-III	مراحل تحضير جسيمات أكسيد المغنيزيوم النانوية تحت درجات حرارة مختلفة	48
4-III	مراحل تحضير MgO-NPs بتراكيز مختلفة	49
5-III	مراحل تصنيع جسيمات أكسيد المغنيزيوم النانوية عند درجات كلسنة مختلفة	50
	الفصل الرابع التحليل والمناقشة	
1-IV	طيف امتصاص الأشعة المرئية وفوق البنفسجية ل MgO	52
2-IV	طيف امتصاص الأشعة تحت الحمراء لMgO	53
3-IV	صورة المجهر الالكتروني الماسح ل MgO	54
4-IV	طيف الأشعة السينية المشتتة للطاقة لMgO	54

قائمة الجداول

الفصل الأول		
1-I	أمثلة على بعض الحسابات لحجم ومساحة الجسيمات النانوية	8
2-I	طرق توصيف الجسيمات النانوية	14
الفصل الثالث		
1-III	المواد والأدوات المستعملة	46
2-III	الأجهزة المستعملة	46

الرموز والاختصارات

الاختصار	المعنى
NPs	الجسيمات النانوية
Mg	المغنيزيوم
MgO	أكسيد المغنيزيوم
Ag	فضة
Sol-Gel	تقنية صول جال
CVD	ترسيب البخار الكيميائي
AFM	مجهر القوة الدرية
SEM	مجهر المسح الالكتروني
STM	مجهر المسح النفقي
TEM	المجهر الالكتروني عالي الدقة للإرسال
XPS	الأشعة السينية الطيفية الضوئية
AES	جير التحليل الطيفي
SNOM	المجهر الضوئي للمسح القريب
DRX	حيود الأشعة السينية
EDX	التحليل الطيفي المشتت للطاقة
DLS	تشتت الضوء الميكانيكي

الأشعة تحت الحمراء	FT-IR
الأشعة المرئية وفوق البنفسجية	UV-VISIBLE
الذهب	Au
النحاس	Cu
الإشعاع المنبعث	I
الإشعاع الابتدائي	I0
بكتيريا ايجابية الغرام	Salmonella paratyphi
خلايا بكتيرية	Prunus dulcis
نوع من أنواع النباتات	Mentha longifolia
خط الخلايا السرطانية الثديية الذي يتم استخدامه كثيرًا في مختبرات الأبحاث حول سرطان الثدي	MCF-7
1.1-ثنائي فينيل-2-بيكريل هيدرازيل	DPPH
غرام/gram	G
كلوريد المغنيزيوم	$MgCl_2$
رنين البلازمون السطحي	SPR

الفهرس

الترتيب	العنوان	الصفحة
	الإهداء	I
	شكر وعرفان	III
	الملخص	IV
	قائمة الأشكال	VI
	قائمة الجداول	IX
	الرموز والاختصارات	X
	الفهرس	XII
	المقدمة	1
الفصل الأول مدخل إلى علم النانو والجسيمات النانوية		
1-I	مدخل إلى علم النانو	4
1-1-I	تعريف علم النانو	5
2-1-I	تعريف المواد النانوية	5
3-1-I	الجسيمات النانوية	5
1-3-1-I	تعريف الجسيمات النانوية	5
1-2-I	تصنيف المواد النانوية بناء على عدد الأبعاد	5
2-2-I	تصنيف المواد النانوية حسب مصدرها	6
1-3-I	خصائص الجسيمات النانوية	7

2-I	طرق تحضير المواد النانوية	9
1-2-I	النهج من أعلى إلى أسفل	10
2-2-I	النهج من أسفل إلى أعلى	10
1-1-2-I	الاستئصال بالليزر	10
2-1-2-I	التحلل الحراري	11
1-2-2-I	طريقة صول جال	11
2-2-2-I	التصنيع الحيوي	12
3-I	طرق تشخيص المواد النانوية	12
1-3-I	استخدام المجهر	14
1-1-3-I	استخدام المجهر الالكتروني الماسحSEM	14
2-1-3-I	استخدام مجهر القوة الذرية AFM	15
2-3-I	التشتت	17
1-2-3-I	حيود الأشعة السينية DRX	17
2-2-3-I	الأشعة السينية المشتتة للطاقة EDX	18
3-3-I	التحليل الطيفي	19
1-3-3-I	مطيافية الأشعة تحت الحمراءFT-IR	19
2-3-3-I	التحليل الطيفي المرئي وفوق البنفسجيUV-VIS	20
4-I	تطبيقات المواد النانوية	21
1-4-I	تطبيقات الطب الحيوي	22

1-1-4-I	تأثير مضادات الجراثيم	22
2-1-4-I	تأثير مضادات السرطان	23
3-1-4-I	مضادات الأكسدة	24
2-4-I	التطبيقات في مجال الزراعة	24
1-2-4-I	المبيدات الحشرية	24
2-2-4-I	الأسمدة النانوية	25
3-4-I	الخلايا الكهروضوئية وتخزين الطاقة	26
4-4-I	المعالجة البيئية	26
1-4-4-I	معالجة المياه	26
2-4-4-I	معالجة التربة	27
5-4-I	النانو والأمن الغذائي	27
	المراجع	29
	الفصل الثاني أكسيد المغنيزيوم	
1-II	الجسيمات النانوية المعدنية	35
2-II	جسيمات أكسيد المعادن النانوية	35
3-II	مقدمة عن جسيمات أكسيد المغنيزيوم النانوية	36
4-II	تحضير جسيمات MgOالنانوية عبر طرق صديقة للبيئة	37
1-4-II	التوليف الأخضر للهياكل النانوية MgO باستخدام المستخلصات العشبية	38
2-4-II	الهياكل MgO النانوية الخضراء باستخدام مستخلصات الفاكهة	39
3-4-II	التوليف الأخضر لهياكل MgO النانوية باستخدام مستخلصات الفطر	39

5-II	خصائص وتطبيقات هياكل MgOالنانوية	39
1-5-II	نشاط مضاد للجراثيم	40
2-5-II	التأثيرات المضادة للسرطان	40
3-5-II	توصيل المخدرات	41
4-5-II	تطبيق جسيمات MgOالنانوية في معالجة مياه الصرف الصحي	41
	المراجع	43
الفصل الثالث العمل التطبيقي		
1-III	النبتة المدروسة	45
1-1-III	جني المادة النباتية المدروسة وتجفيفها	45
2-III	المواد والأدوات والأجهزة المستعملة	46
1-2-III	المواد والأدوات المستعملة	46
2-2-III	الأجهزة المستعملة	46
3-III	طريقة العمل	47
1-3-III	تحضير المستخلص	47
2-3-III	تحضير الجسيمات النانوية	47
1-2-3-III	تحضير الجسيمات النانوية باختلاف درجة حرارة التحضير	47
2-2-3-III	تحضير الجسيمات النانوية باختلاف التركيز	48
3-2-3-III	تحضير الجسيمات النانوية باختلاف درجة حرارة الفرن (الكلسنة)	49
الفصل الرابع النتائج والمناقشة		

1-IV	تشخيص جزيئات MgO NPs بواسطة uv-vis	52
2-IV	تشخيص جزيئات MgO NPs بواسطة FTIR	52
3-IV	تشخيص جزيئات MgO NPsبواسطة SEMو EDX	53
	الخاتمة	56

مقدمة

لا شك انه في الكثير من مجتمعنا قد مر على مسامعه مصطلح النانو و الجسيمات النانوية، أو لديه فكرة مبسطة على طبيعتها ، و هو ما جعلها محط الأنظار في السنوات الماضية و تكريس الكثير من الدراسات لدراسة خصائصها ،تصنيعها و تطبيقاتها. حيث أشار التوجه العلمي إلى أن تحليل و تعميم هذه المعرفة الناجحة للمنتجات الصناعية النانوية و السعي في التقدم في هذا الاتجاه سيساعد في حل العديد من المشكلات التي تواجه البشرية الآن و في المستقبل.عجلة العلم في تقدم مستمر ولا تتوقف أبداً لذلك نجد كل يوم ما هو جديد في المجالات العلمية المختلفة ومما لا شك فيه أن تقنية النانو أوضحت موضوع العلم الحديث ومحور اهتمامه وغدت في طليعة المجالات الأكثر أهمية في الفيزياء و الكيمياء و غيرها..

تعد تقنية النانو واحدة من التقنيات الحديثة التي تستخدم في مجالات عديدة و ذلك لأن الجسيمات النانوية تتمتع بخصائص فيزيائية و كيميائية مميزة و فريدة بسبب حجمها المتناهي في الصغر (1-100)نانومتر و مساحة سطحها الكبيرة، مما يجعلها محل دراسة و تطوير لمختلف التطبيقات المتنوعة.شهدت تقنية النانو قفزة هائلة في جميع فروع العلوم والهندسة فشملت تطبيقاتها بذلك جل المجالات الطبية والصيدلانية والزراعية و الاقتصادية والمعلوماتية الالكترونية، البتروكيميائية، الحيوية والعسكرية والبيئية و خاصة بما يتعلق بتلوث الوسط المائي.

يعود الاهتمام الكبير بجسيمات النانو في السنوات الأخيرة إلى خواصها المميزة والمبهرة، فعندما تصغر المادة تكون أبعادها ضمن المقياس النانوي أقل من 100 نانومتر فإنها تظهر خواصا فيزيائية وكيميائية جديدة تختلف بشكل كبير جدا عن خواصها المعروفة إذا كانت في حجمها الطبيعي الكبير لنفس المادة.

تستخدم عمليات فيزيائية و كيميائية مختلفة على نطاق واسع لتصنيع الجسيمات النانوية المعدنية . و مع ذلك فإن طرق الإنتاج هذه مكلفة بشكل عام، و تتطلب عمالة كثيفة، و من المحتمل أن تكون خطرة على البيئة و الكائنات الحية. و هو ما حفز جهود كبيرة لتطوير استراتيجيات جديدة فعالة من حيث التكلفة و في نفس الوقت آمنة و صديقة للبيئة لإنتاج جسيمات نانوية بخصائص مرغوبة.

قد يكون التخليق الأخضر أو التخليق الحيوي الطريق الآمن لإنتاج مستدام للجسيمات النانوية و قد أثبت أنه من أفضل الطرق بسبب حركته البطيئة، و سهولة التعامل و التحكم في نمو البلورات و ذلك من أجل استقرار أمثل للجسيمات النانوية. وتستخدم هذه الطريقة العديد من الموارد البيئية مثل المستخلصات النباتية. و لقد

اكتسب استخدام هاته الأخيرة أهمية كبيرة بفضل تحسين الخواص الفيزيائية و الكيميائية و البيولوجية للجزيئات التي يتم تصنيعها بهذه الطريقة و هو ما عمل على تحسين الخصائص و توسيع مجال التطبيقات مقارنة بالمستخلصات النباتية بحد ذاتها.

الهدف من دراستنا التخليق الحيوي الأخضر لجسيمات أكسيد المغنيزيوم النانوي باستخدام مستخلص نوى التمر(دقلة بيضاء) و دراسة العوامل المؤثرة على سير التفاعل.

تم تقسيم هذه المذكرة إلى:

الفصل الأول مدخل إلى علم النانو و الجسيمات النانوية

الفصل الثاني أكسيد المغنيزيوم ، بعض طرق تحضيرها،خصائصها و تطبيقاتها.

الفصل الثالث العمل التطبيقي

الفصل الرابع تحليل ومناقشة النتائج

الفصل الأول

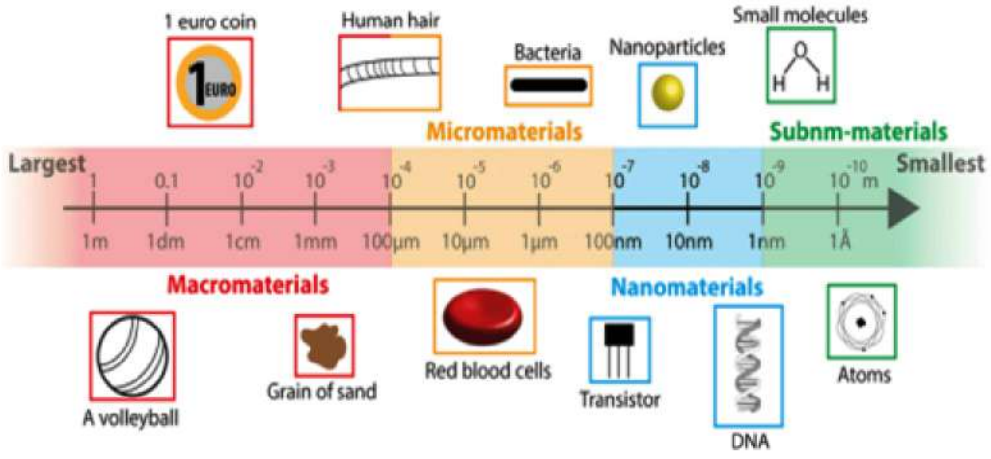
علم النانو والجسيمات النانوية

I-1مدخل إلى علم النانو

خلال الأعوام القليلة السابقة تسللت كلمة صغيرة ذات إمكانيات كبيرة بسرعة إلى وعي الناس . تلك الكلمة هي نانو و استحضرت الكلمة تكهنات عن تغير زلزالي في كل جوانب العلم و الهندسة تقريبا مع ما ينطوي عليه ذلك من جوانب تخص الأخلاق و الاقتصاد و العلاقات الدولية و الحياة اليومية ،و حتى إدراك البشرية لموقعها في الكون .و رأى فيها المتفائلون ترياقا لكل مشكلاتنا و اعتبرها المتشائمون الخطوة التالية نحو الأسلحة الكيميائية و الحيوية، و لعلها الحالات المتطرفة ، فرصة للناس لتكوين أجناس يمكن أن تحل في النهاية محل البشر.[1]

ماذا تعني كلمة نانو؟

تعني كلمة نانو جزءا واحدا من مليار جزء ، و يساوي النانو المتر الواحد1/1000000000 و لتكوين إحساس بسلم المقاسات النانوية نشير إلى أن قطر شعرة الإنسان يساوي 50000 نانومتر ، و يبلغ قطر خلية جرثومة بضع مئات من النانو مترات ، و يساوي عرض خطوط الأشكال المحفورة الشائعة في شرائح الدارات المتكاملة المكروية في عام 2002 أكثر من 130 نانومتر . و تبلغ أبعاد أصغر الأشياء المرئية بالعين البشرية المجردة 10000 نانومتر . و يبلغ مقاس عشر ذرات هيدروجين مصطفة في خط مستقيم نانومترا واحدا . حقا ، إن النانومتر صغير جدا . و لتفسير النانو من المهم أن نفهم أن السلم النانوي ليس صغيرا فحسب بل هو نوع خاص من الصغر كما يوضحه (الشكل I-1).[2]



الشكل I-1 مقارنة حجم الأجسام النانوية بالأجسام الأخرى(ward,2014)

I-1-تعريف علم النانو

علم النانو، بأبسط تعاريفه ، هو دراسة المبادئ الأساسية للجزيئات و البنى التي يوجد فيها بعد واحد على الأقل يقع مقاسه بين 1 و 100 نانومتر .و قد سميت هذه البنى بالبنى النانوية . و التكنولوجيا النانوية هي استعمال تلك البنى النانوية في تجهيزات مفيدة نانوية الأبعاد.

كل شيء تقل أبعاده عن النانو متر هو مجرد ذرة حرة أو جزيء صغير يجول في الفضاء على شكل قطرة بخار خفيفة . لذا فإن البنى النانوية ليست مجرد أشياء أصغر من أي شيء صنعناه من قبل بل هي أصغر الأشياء الصلبة التي يمكن صنعها . يضاف إلى ذلك أن السلم النانوي فريد من حيث كونه سلم المقاسات الذي تلتقي عنده خواص المواد المعتادة في الحياة اليومية[3] . .

I -1-2 تعريف المواد النانوية

يتم تعريف المواد النانوية عادة على أنها مواد ذات حجم حبيبي متوسط أقل من 100 نانومتر. تتميز المواد النانوية بأحجام صغيرة ذات بعد واحد على الأقل في نطاق مقياس النانو.

يتم إنتاج المواد النانوية من تنظيم مجموعة من الذرات أو الجزيئات أو عن طريق تدمير مادة مجهرية، ويمكن أن تكون في أشكال مختلفة مثل (كروية، صفائح،الأنابيب، متعددات السطوح...الخ) [7]. لقد أثارت المواد النانوية فضول العديد من الباحثين بسبب خصائصها المميزة مثل الخصائص الميكانيكية والبيولوجية والكهربائية والبصرية.مقارنة بنظيراتها السائبة[8].

I -1-3 الجسيمات النانوية

I-1-3-1 تعريف الجسيمات النانوية

الجسيمات النانوية عبارة عن مجموعة من الذرات ذات بُعد واحد على الأقل أصغر من 100 نانومتر. يمكن أن تكون مصنوعة من الكربون أو معدن أو أكسيد المعدن أو المواد العضوية.[9]

بالمقارنة مع الهياكل العضوية الطبيعية، تكون الجسيمات النانوية بشكل أساسي في نطاق الحجم المطابق للبروتينات [10].تظهر الجسيمات النانوية خصائص بيولوجية وكيميائية وفيزيائية مقارنة بنظرائهم السائبة على نطاقات أكبر. ويرجع ذلك إلى ارتفاع نسبة مساحة السطح إلى الحجم، وزيادة التفاعل الكيميائي والاستقرار، وزيادة الطاقة الميكانيكية، وعوامل أخرى [11] .هذه الخصائص الفريدة تجعلها مادة جذابة للغاية للاستخدام في مجموعة متنوعة من المجالات مثل مستحضرات التجميل والطب والتكنولوجيا الحيوية والكيمياء والزراعة.

I -1-2تصنيف المواد النانوية بناء على عدد الأبعاد

تتغير تصنيفات المواد النانوية بشكل متكرر بسبب الاكتشافات الجديدة المستمرة للمواد النانوية في علم النانو وتكنولوجيا النانو. حتى الآن، هناك عدة فئات من المواد النانوية. على نطاق واسع يتم تصنيفها

بناءً على عدد الأبعاد كما(الشكلI -2).

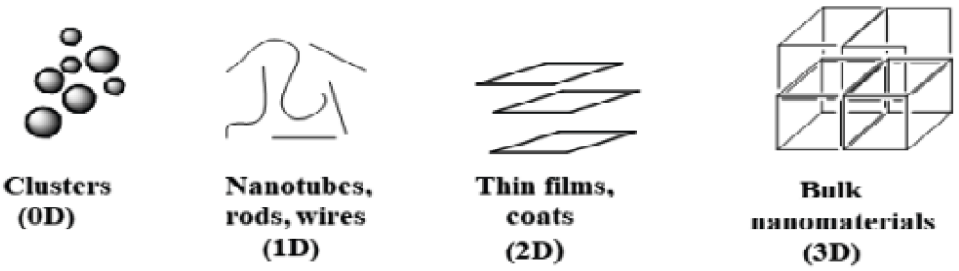
صفر الأبعاد :(0D)المواد التي يقل طولها عن 100 نانومتر في جميع أبعادها، على سبيل المثال.

الجسيمات النانوية، النقاط الكمومية، الفوليرين.

أحادية البعد :(1D)المواد ذات البعد الواحد تكون عيانية واثنين من الثلاثة الأبعاد في نطاق النانو (أقل من 100 نانومتر)، على سبيل المثال. العصي النانوية، والأسلاك النانوية، والأنابيب النانوية.

ثنائي الأبعاد:(2D)المواد ذات البعدين الثلاثة هي خارج مقياس النانو(فوق 100 نانومتر) وواحد بمقياس النانو، على سبيل المثال. الطبقات النانوية، والأغشية النانوية، والطلاءات النانوية.

ثلاثي الأبعاد:(3D)المواد التي تزيد أبعادها عن 100 نانومتر،و الموجودة في الطور السائب،على سبيل المثال. مركب نانوي،متعدد البلورات الخ.



الشكل(I -2)تصنيف المواد انانوية حسب أبعادها

1-2-2تصنيف الجسيمات النانوية حسب مصدرها

الجسيمات النانوية الطبيعية أو البشرية المنشأ

هناك نسبة كبيرة من الجسيمات النانوية الطبيعية الموجودة في البيئة. يتم إنتاج الجسيمات النانوية الطبيعية عن طريق الانفجارات البركانية و حرائق الغابات و البرق و العمليات الطبيعية الأخرى [15]. لقد كانوا جزءًا رئيسيا من البيئة منذ نشأة الكوكب. تنقسمNPsالبشرية المنشأ إلى فئتين: الجسيمات النانوية العرضية و المهندسة.

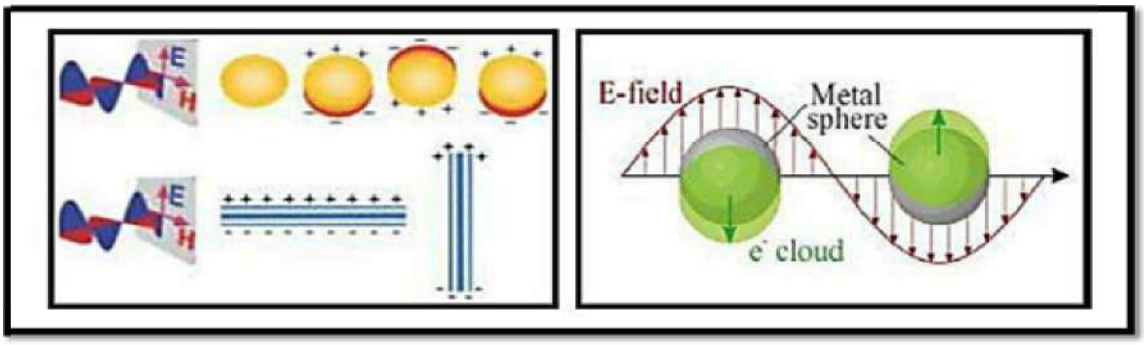
تكونNPsالعرضية غير متجانسة في الشكل و الحجم،ويمكن إنتاجها عن طريق احتراق الوقود الأحفوري (البروبان و والديزل و البنزين و الفحم) أو التعدين على نطاق واسع.[15]

NPsالمهندسة هي جزيئات ذات أحجام و أشكال و تركيبات يتم التحكم فيها بدقة. يمكن أن تحتوي حتى على طبقات متعددة،على سبيل المثال،NPs ذهبية مغطاة بسيليكا مسامية محملة بالأدويةNPs مغلفة بأجسام مضادة مختارة خصيصًا [14].

I-3-1خصائص الجسيمات النانوية

الخصائص البصرية:تختلف الخصائص البصرية للجسيمات النانوية مثل الانعكاس والامتصاص وانبعاث الضوء وانتقاله بشكل كبير عن نظيراتها على نطاقات أكبر [16]. في المواد النانوية، لا تكون الإلكترونات حرة في الحركة كما في حالة نظيرتها السائبة، وبسبب هذا الحبس الكمي للإلكترونات، تتفاعل الجسيمات النانوية مع الضوء بشكل مختلف مقارنة بنظيرتها السائبة [17].

تظهر العديد من الجسيمات النانوية تغيرًا كبيرًا في خصائصها البصرية كدالة لحجمها وشكلها. عندما يتم تشعيع الجسيمات النانوية بواسطة الموجة الكهرومغناطيسية الخفيفة تتحرك الإلكترونات الحرة في المعادن عن طريق الحقل الكهربائي بالتناوب مع تأرجح جماعي وكما مبين في (الشكلI-3)



الشكل (I-3) رسم تخطيطي لتفاعل الإشعاع الكهرومغناطسي مع قضبان نانوية ومجال نانوي[1]

وعلى سبيل المثال، تظهر الكرات الذهبية التي يبلغ قطرها 10-20 نانومتر اللون الأحمر، وفي الوقت نفسه تظهر الكرات الذهبية التي يبلغ قطرها 2-5 نانومتر اللون الأصفر، وأقطارها أكثر من 20 نانومتر تظهر اللون الأرجواني. وبالمثل، فإن جسيمات Ag التي يبلغ طولها 40 نانومتر لها لون أزرق، و100 نانومتر لها لون أصفر، وجسيمات Ag على شكل منشور لها لون أحمر.

خصائص السطح

تتمتع الجسيمات النانوية بخصائص فريدة يمكن أن تعزى إلى النسبة الكبيرة من الذرات الموجودة على السطح مقارنة بعدد الذرات الأساسية. عندما يتم تقليل حجم المادة إلى مقياس النانومتر،تزداد نسبة الذرات السطحية،مما يؤدي إلى ارتفاع عدد المواقع السطحية التفاعلية. يمكن استخدام مكعبا بحجم 1*1*1 سم كمثال: إذا تم تقطيعه

إلى مكعبات صغيرة بحجم 0.1*0.1*0.1 ملم،فإن الحجم الإجمالي لجميع المكعبات الصغيرة سيظل هو نفس المكعب الأصلي،لكن مساحة سطح جميع المكعبات الصغيرة ستكون أكبر بـ 100 مرة من مساحة المكعب الأصلي. و نتيجة لذلك،تتمتع المواد النانوية بمساحة سطحية عالية نسبة إلى الحجم،مما يجعلها تتفاعل بشكل أكثر فعالية مع البيئة من المواد السائبة [14]. على افتراض أن الجسيمات النانوية لها شكل كروي،فإن نسبة مساحة سطحها إلى الحجم تزيد مع انخفاض حجم الجسيمات.

Size (nm)	Volume (nm^3)	Surface area (nm^2)	SA : Vol Ratio
1	0.524	3.14	6
10	524	314	0.6
100	523598	31416	0.06
1000	5.24E+08	3.14E+06	0.006
10000	5.24E+11	3.14E+08	0.0006
100000	5.24E+14	3.14E+10	0.00006
1000000	5.24E+17	3.14E+12	0.000006

الجدول1-I بعض الأمثلة على الحسابات لحجم ومساحة سطح الجسيمات النانوية

الخصائص الميكانيكية

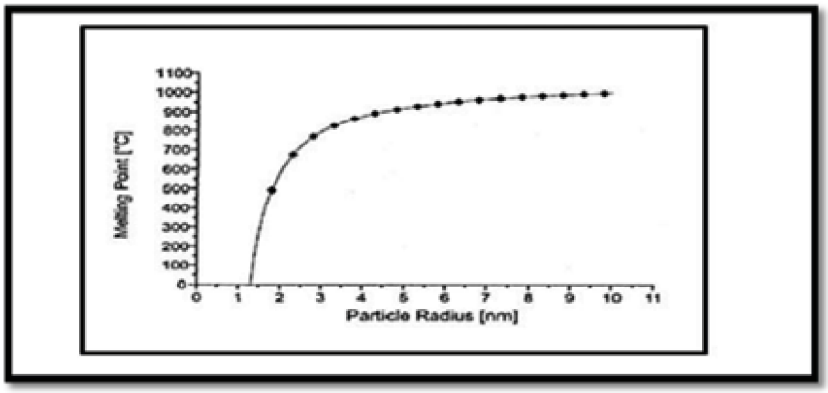
تزداد الخصائص الميكانيكية للمادة النانوية مع انخفاض الحجم،لأن الحجم الأصغر يقل احتمالية وجود الشوائب،و تصبح الجسيمات أكثر نقاء و تجانسا . مع انخفاض حجم المادة،تزداد مساحة السطح البيني للمادة بشكل كبير مع سطح خالٍ من العيوب،مما يؤدي إلى تحسين قوتها و التي تختلف تمامًا مقارنة بالجسيمات الدقيقة و تلك المواد السائبة يتمتع بالصلابة،و واللدونة الفائقة،و قوة الخضوع،والمسامية،والمتانة.

الخصائص الكيميائية

يعتمد التفاعل الكيميائي على المساحة السطحية المتاحة للجزيء. توفر نسبة مساحة السطح الأكبر إلى الحجم للجسيمات النانوية الأصغر مساحة سطح أكبر للتفاعل ،و بالتالي يزداد نشاط التفاعل الكيميائي مع انخفاض الحجم.

الخصائص الحرارية

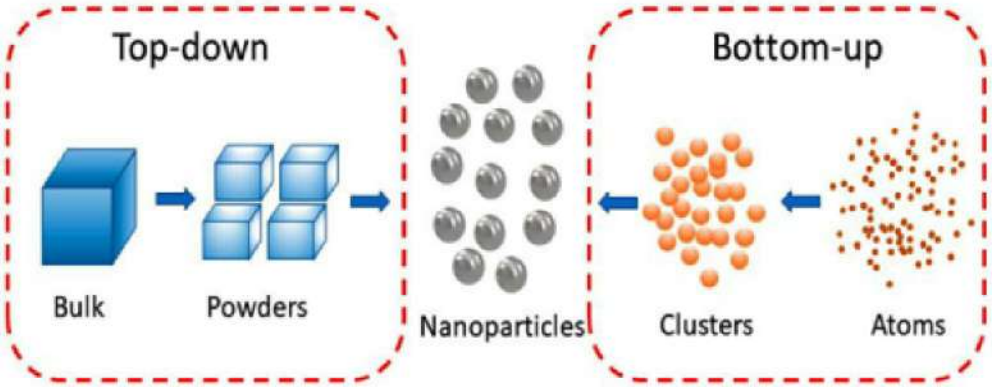
تغير الخواص الحرارية للمواد النانوية خاصة درجة الانصهار عندما يقترب الحجم المادي للمواد إلى المقاييس النانوية. إن انخفاض درجة الانصهار هو الأكثر وضوحا فالمواد النانوية تنصهر جميعها في درجات حرارة منخفضة مقارنة بجزيئاتها الكبيرة. مع انخفاض حجم الجسيمات تحدث التغيرات في نقطةالانصهار لأن المواد النانوية لها نسبة أكبر من السطح إلى الحجم من المواد الكبيرة، مما يغير في خصائصها الحرارية بشكل كبير. إن مفتاح فهم هذا الانخفاض في درجة الانصهار هو كلما صغر حجم البلورة النانوية كلما زادت مساهمة الطاقة السطحية في الطاقة الكلية للنظام وبالتالي كان الانخفاض في درجة الانصهار أكثر إثارة[55]. ويبين الشكل (I-4) العلاقة بين حجم الجسيمات ونقطة انصهار جسيمات الذهب النانوية ومن الواضح أن نقطة الانصهار تنخفض كلما انخفض حجم الجسيمات [56].



الشكل I- 4 علاقة بين نقاط الانصهار وأحجام الجسيمات النانوية الذهبية[2]

I-2) طرق تحضير المواد النانوية

تم استخدام طرق متعددة لتصنيع الجسيمات النانوية ذات الحجم و الشكل و البنية و الأبعاد الدقيقة، يتم تصنيف هذه الطرق بشكل عام إلى فئتين و هما النهج من أعلى إلى أسفل و من أسفل إلى أعلى ، و يتم تقسيمها أيضا بناء على إجراءاتها و ظروف التفاعل الخاصة بها[9] .



(الشكل I-5)طرق تصنيع المواد النانوية [21]

2-1 النهج من أعلى إلى أسفل

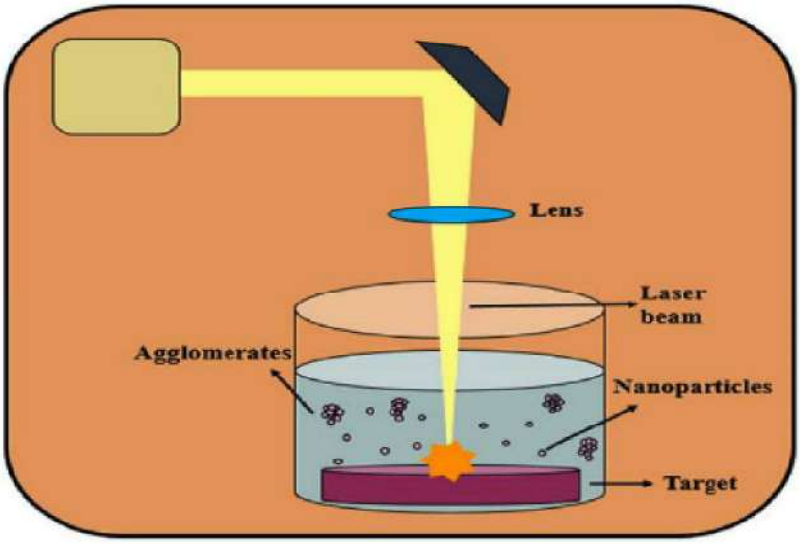
النهج من أعلى إلى أسفل، والمعروف عمومًا بالطريقة التدميرية، هو تحويل المواد السائبة إلى مواد نانوية باستخدام العمليات الميكانيكية. على الرغم من سهولة تحقيق النهج من أعلى إلى أسفل، إلا أنه ليس مناسبًا لتجميع الشكل والحجم المطلوبين. العيب الرئيسي المتعلق بهذا النهج هو التغيرات في كيمياء السطح والخواص الفيزيائية والكيميائية للجسيمات النانوية[22]. يعد الاجتثاث بالليزر، والطباعة الحجرية النانوية، والتحلل الحراري للطحن الميكانيكي، والرش، من أكثر الطرق شيوعًا لتصنيع الجسيمات النانوية[23].

2-2 النهج من أسفل إلى أعلى

الطريقة من أسفل إلى أعلى، والمعروفة غالبًا باسم الطريقة البناءة، هي طريقة تراكمية يتم فيها تكوين الجسيمات النانوية من مجموعات، والتي يتم الحصول عليها من الذرات. يعتبر النهج من أسفل إلى أعلى غير مكلف لأنه يتمتع بالقدرة على إنتاج نفايات أقل [9]. يعد Sol-gel وترسيب البخار الكيميائي (CVD) والتخليق الحيوي والانحلال الحراري والغزل من أكثر الطرق شيوعًا لتصنيع الجسيمات النانوية [23].

I-2-1-1الاستئصال بالليزر

الاستئصال بالليزر هو طريقة شائعة لتخليق الجسيمات النانوية من مذيبات مختلفة، وهي طريقة يتم فيها تركيز شعاع ليزر عالي الطاقة على هدف من أجل تبخير جزء من الهدف ثم تكثيف الجزيئات التي تم الحصول عليها على الركيزة. تتم زراعة البلورات النانوية المنتجة عن طريق تكثيف المواد المنبعثة من الهدف في الطور الغازي عند نطاق ضغط محدد جيدًا. يتأثر حجم الجسيمات النانوية بمعلمات مختلفة بما في ذلك الغاز الحامل وضغطه وشدة شعاع الليزر[24] .



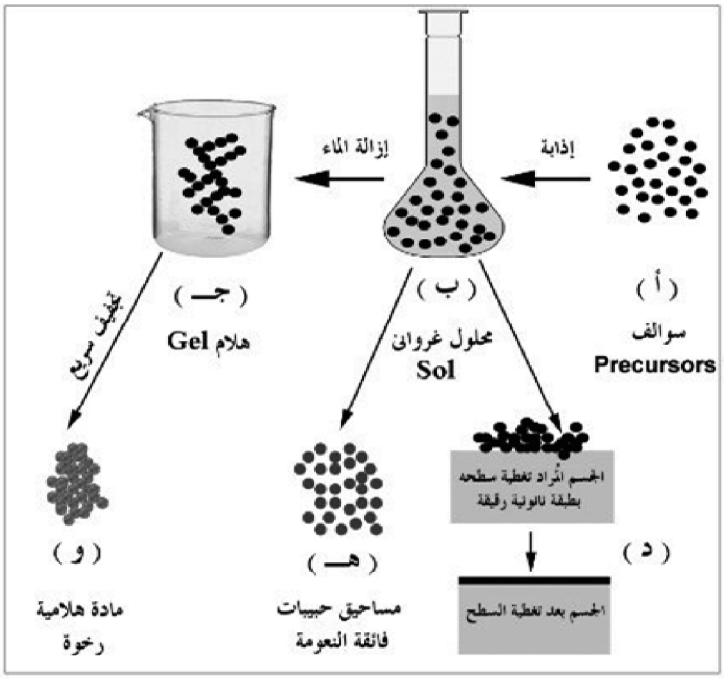
(الشكل I-6)مخطط طريقة الاستئصال بالليزر[25]

I-2-1-2التحلل الحراري

يشير التحلل الحراري إلى تفاعل ماص للحرارة حيث يتم كسر الروابط الكيميائية للمركب من خلال تطبيق الحرارة. يشار إلى درجة الحرارة التي يخضع عندها العنصر للتحلل الكيميائي بدرجة حرارة التحلل. يتم إنشاء الجسيمات النانوية من خلال تحلل المعادن عند درجات حرارة محددة، مما يؤدي إلى تفاعل كيميائي ينتج عنه منتجات ثانوية[26].

I-2-2-1طريقة سول جال

كثيرا ما تستخدم طريقة سول-جل لإنتاج مواد نانوية مختلفة، وخاصة الجسيمات النانوية لأكسيد المعادن. تتضمن طريقة sol-gel تحويل ألكوكسيد المعدن إلى جسيمات نانوية من خلال تفاعل التكثيف المتعدد الذي يتم تحفيزه بواسطة الماء أو الكحول. للحصول على المراحل الصلبة والسائلة يتم استخدام طرق مختلفة مثل الرج أو التحريك أو الصوتنة. يمكن فصل هاتين المرحلتين إما عن طريق الترشيح أو الطرد المركزي أو الترسيب[27] .



الشكل I-7 رسم تخطيطي مبسط يبين مراحل انتاج المواد النانوية من خلال طريقة صول جل

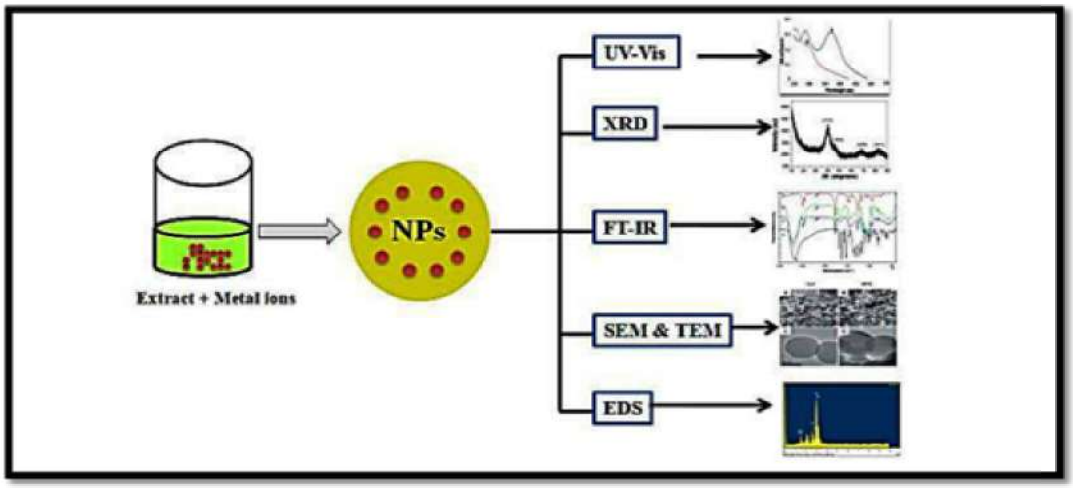
I-2-2-2التصنيع الحيوي

يُطلق على التخليق الحيوي أيضًا طريقة التوليف الأخضر؛ أنه ينطوي على تخليق الجسيمات النانوية عن طريق المستخلصات النباتية أو الكائنات الحية الدقيقة. تعتبر طريقة التوليف الأخضر صديقة للبيئة وفعالة من حيث التكلفة وغير سامة. بالإضافة إلى ذلك، تعمل هذه الطريقة على التخلص من
استخدام المواد الكيميائية الخطرة وإنتاج جسيمات نانوية غير سامة وقابلة للتحلل [28،29]. نظرًا لخصائصها المميزة والمعززة، تُستخدم الجسيمات النانوية المصنّعة حيويًا على نطاق واسع في التطبيقات الطبية الحيوية[30]

I-3 طرق تشخيص المواد النانوية

يتم توصيف خصائص و مورفولوجيا جسيمات المواد النانوية من توزيع الحجم والمسامية والبنية السطحية والتركيب الهيكلي للمواد بواسطة مجموعة من التقنيات والأدوات مثل تحليل الجسيمات كما في (الشكل8-I)وتشمل مجهر القوة الذرية(AFM) ، مجهر المسح الإلكتروني(SEM) ، مجهر المسح النفقي (STM)، المجهر الالكتروني عالي الدقة للإرسال(TEM) ، الأشعة السينية الطيفية الضوئية(XPS) ، أو جير التحليل الطيفي(AES) ، المجهر الضوئي للمسح القريب(NSOM أوSNOM)حيود الأشعة السينية(XRD) ، التحليل الطيفي المشتت

للطاقة(EDX)، تشتت الضوء الديناميكي(DLS)والتقنيات الطيفية الأخرى[70]



الشكل (I-8)بعض طرق توصيف و تشخيص مورفولوجيا المواد النانوية

يتضمن توصيف الجسيمات النانوية التفاصيل الطبوغرافية والهيكلية والفيزيائية والكيميائية والسطحية للجسيمات النانوية. يمكن توصيف الجسيمات النانوية بأدوات تحليلية مختلفة تعتمد على استخدام مجسات الفوتون والإلكترون والنيوترون، والتي تتوافق من حيث حساسيتها على مقاييس مختلفة للأطوال النانوية. يتم تصنيف تقنيات النانو هذه بشكل عام إلى ثلاث فئات:

1. المجهر مثل : المجهر الإلكتروني الماسح (SEM)، والمجهر الإلكتروني النافذ (TEM)، ومجهر القوة الذرية (AFM).
2. يشمل التشتت : حيود الأشعة السينية (XRD)، تشتت الضوء الديناميكي(DLS).
3. التحليل الطيفي مثل : التحليل الطيفي للأشعة فوق البنفسجية والمرئية (UV–vis)، التحليل الطيفي للأشعة تحت الحمراء بتحويل فوريه (FTIR)، التحليل الطيفي للأشعة السينية الضوئية (XPS)، التحليل الطيفي للأشعة السينية المشتتة من الطاقة (EDX)التقنيات (الجدولI-2). تكشف هذه الخصائص عن البلورة والنقاء والتشكل وحجم الجسيمات والتجانس والمسامية وما إلى ذلك للمواد النانوية الموضحة أدناه

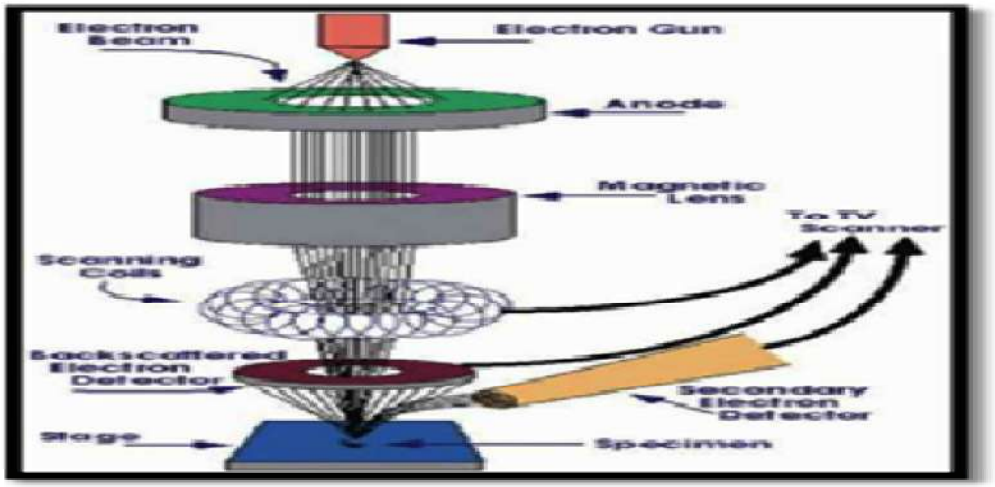
Characterization techniques		Analyzing features
Microscopic characterization	SEM	Particles size, morphology, and distribution
	TEM	Particles size, morphology, and distribution
	AFM	Topographic or surface structure
Scattering characterization	XRD	Crystallinity, average particles size
	EDX	Purity and composition
	DLS	Size distribution in solution
Spectroscopic characterization	UV-vis	Surface plasmon resonance of nanoparticles
	FTIR	Identification of functional groups on nanoparticles surface
	XPS	Analysis of surface atoms

الجدول (I-2) طرق توصيف الجسيمات النانوية

I-3-1استخدام المجهر

I-3-1-1 استخدام المجهر الالكتروني الماسح(SEM)

هو مجهر يصور سطح العينة عن طريق مسحها باستخدام حزمة عالية الطاقة من الإلكترونات. تستخدم المجاهر الضوئية التقليدية سلسلة من العدسات الزجاجية لثني موجات الضوء وإنشاء صورة مكبرة بينما ينشئ المجهر الإلكتروني من موجات الضوء، كما مبين في (الشكلI-9).



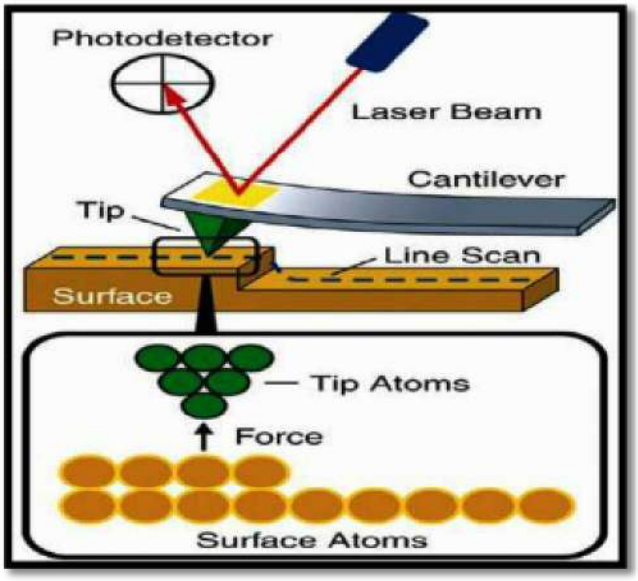
الشكل (I-9)يوضح مخطط للمجهر الالكتروني الماسح

المبدأprinciple

عندما تصطدم شعاع الالكترونات بسطح العينة يتم إنشاء إشارات على شكل إلكترونات ثانوية وإلكترونات منتشرة إلى الخلف وأشعة سينية مميزة التي تحتوي على معلومات حول تضاريس السطح للعينة وتكوينها وما إلى ذلك ويمكن لـ SEM إنتاج صور عالية الدقة لسطح العينة مع الكشف عن تفاصيل بحجم 5-1 نانومتر تمر الحزمة عبر أزواج من ملفات المسح الضوئي أو أزواج من لوحات منحرفة في عمود بحيث يمسح بطريقة نقطية على الإلكترون إلى العدسة النهائية والتي تنحرف عن الشعاع أفقياً وعمودياً مساحة مستطيلة من سطح العينة. تُستخدم الأجهزة الالكترونية للكشف عن الإشارات وتضخيمها وعرضها كصورة على أنبوب أشعة الكاثود يتم فيه مزامنة المسح النقطي مع المجهر. وبالتالي فإن الصورة المعروضة هي خريطة توزيع لشدة الإشارة المنبعثة من المنطقة الممسوحة ضوئيًا من العينة[32].

I-3-1-2 استخدام مجهرا لقوة الذرية (AFM)

يعتبر مجهر القوة الذرية مثاليًا لقياس كمية خشونة السطح من الناحية الكمية والصورية للتراكيب النانوي .يتألف الجهاز من نتؤ ذات أبعاد ميكروية تقوم بالمرور على السطح المراد مسحه يكون هذا النتؤ مثبت على حامل أفقي بينما يكون هو نفسه عموديا على الحامل وعلى السطح المراد مسحه يتم إسقاط شعاع ليزري على الحامل والذي يرتفع وينخفض مع ارتفاع وانخفاض النتؤ وبالتالي مع تنوع تضاريس السطح من ارتفاع وانخفاض ويتم التقاط منعكس الشعاع الليزري على الحامل وبالتالي يتم تحديد ورسم تضاريس السطح الممسوح تبعا لحركة منعكس الشعاع الليزري كما مبين في(الشكلI-10)



الشكل (I-10)يوضح مخطط لمكونات مجهر القوة الذرية

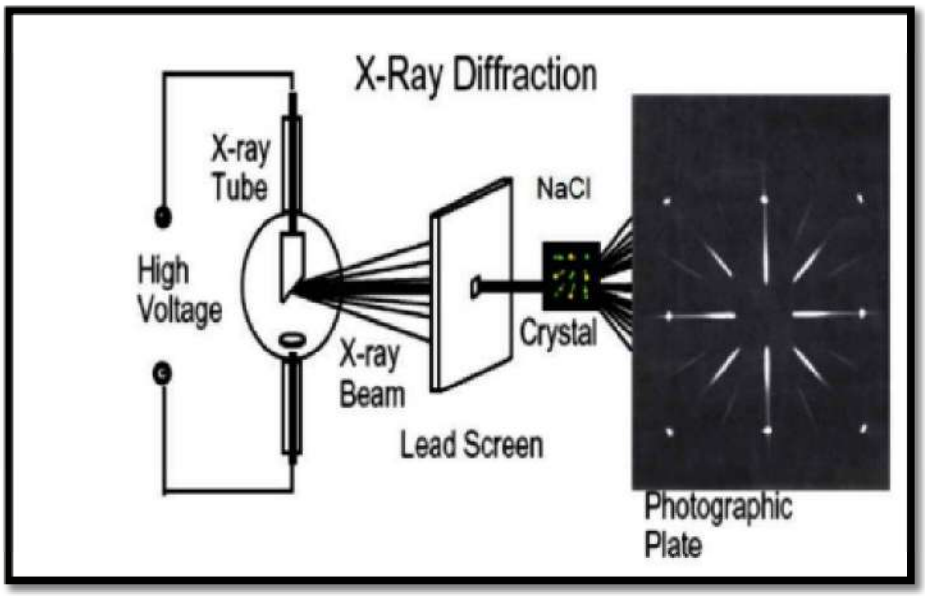
المبدأprinciple

كان المبدأ الأساسي والتطبيقات المجهرية للقوة الذرية موضوع عدد من المراجعات الممتازة في أالمجهري للقوة الذرية يوجد مجس يتكون من طرف حد (دائرة نصف قطرها بحدود 10 نانو متر(يقع بالقرب من نهاية شعاع نتؤ يتم مسحه عبر سطح عينة باستخدام الماسحات الضوئية ينعكس فيها الليزر على النتؤ، أثناء المسح يتم الحفاظ على معلومة تشغيل معينة على مستوى ثابت ويتم إنشاء الصور من خلال حلقة التغذية المرتدة بين نظام الكشف البصري والماسحات الضوئية. هناك ثالثة أوضاع لمسح AFM ، وهي وضع الاتصال، ووضع عدم الاتصال ووضع التنصت. في وضع الاتصال، يقوم الطرف بمسح العينة في اتصال وثيق مع سطح المادة. يتم تعيين قوى التنافر على الطرف عن طريق دفع النتؤ ضد سطح العينة .يتم قياس انحراف النتؤ ويتم إنشاء صور AFM في وضع عدم الاتصال إذ يحوم طرف المسح حوالي Å 50-150فوق سطح العينة. يتم قياس القوى الجذابة التي تعمل بين الطرف والعينة ويتم إنشاء الصور الطبوغرافية عن طريق مسح الطرف فوق السطح. يتم تنفيذ وضع التنصت على التصوير في الهواء المحيط عن طريق تأرجح النتؤ بترددها الرنان (غالبًا ما يكون مئات الكيلو هرتز). تتسبب حركة بيزو في تأرجح النتؤ عندما لا يكون الطرف ملامسا لسطح مادة ما ثم يتم تحريك الطرف المتذبذب نحو بالتناوب السطح حتى يبدأ في الضغط على السطح أثناء المسح تلامس الأطراف المتذبذبة رأسياً وتنطفئ عموما بتردد يتراوح بين 50000 و 500000 دورة/ثانية نظرا لأن نتؤ التذبذب يبدأ في التلامس بشكل متقطع مع السطح يتم تقليل تذبذب النتؤ بسبب فقدان الطاقة الناجم عن ملامسة الطرف للسطح[33]

I-3-2التشتت

I-3-2-1حيود الأشعة السينية (DRX)

الأشعة السينية هي إشعاع كهرومغناطيسي مشابه للضوء، ولكن مع طول موجي أقصر بكثير (عدد قليل من أنجستروم). يتم إنتاجها عند تباطؤ الجزيئات المشحونة بالكهرباء من الطاقة الكافية. في أنبوب الأشعة السينية ، يوجه الجهد العالي المحفوظ الإلكترونات عبر الأقطاب الإلكترونية نحو هدف معدني (الأنود)يتم إنتاج الأشعة السينية عند نقطة التأثير، وتشع في جميع الاتجاهات. كما مبين في.(الشكل I-11)



الشكلI-11 يوضح تقنية حيود الأشعة السينية

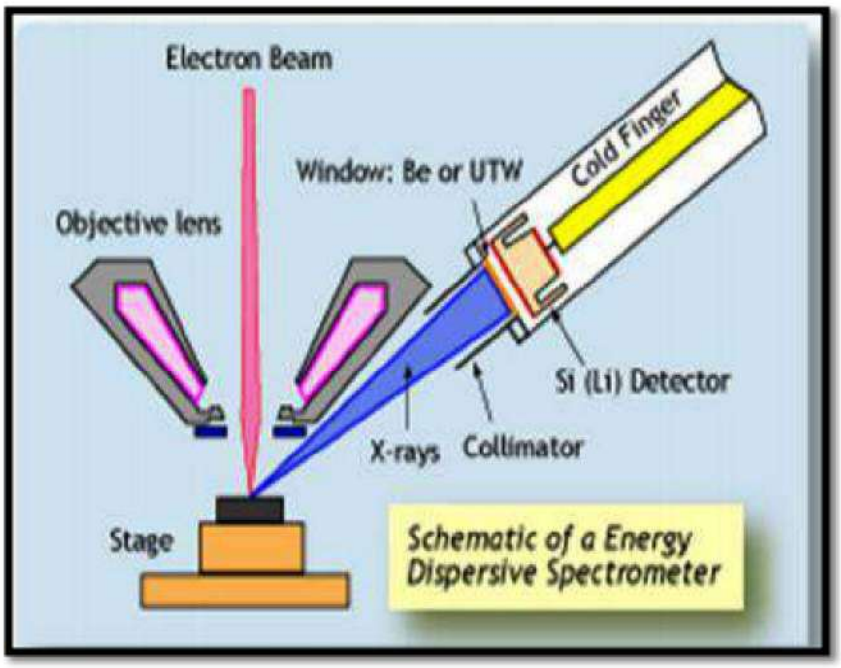
المبدأprinciple

إذا واجهت شعاع الأشعة السينية المصادفة شبكة بلورية فإن الانتشار العام يحدث على الرغم من أن معظم التشتت يتداخل مع نفسه ويتم التخلص منه (التداخل المدمر) يحدث الانعراج عندما يكون الانتشار في اتجاه معين في الطور مع الأشعة المنتشرة من الذرات المنبعثة الأخرى. في ظل هذه الحالة ، تتحد الانعكاسات لتشكل جبهات موجة معززة جديدة تعزز بعضها بعضا (تداخل بناء). تُعرف العالقة التي يحدث بها الحيود باسم قانون أو معادلة براغ، حيث أن كل مادة بلورية بما في ذلك البوليمرات شبه البلورية وكذلك جزيئات نانو وأكسيد المعادن

والفلزات وسليكات نانوية متعددة الطبقات لديها بنية ذرية مميزة وسوف تنتشر الأشعة السينية في ترتيب أو نمط حيود مميز[34]

I-3-2-2تحليل الأشعة السينية المشتتة للطاقة(EDX)

تحليل الأشعة السينية المشتت في الطاقة هو تقنية لتحليل العناصر القريبة من السطح وتقدير نسبتها في موضع مختلف مما يعطي خريطة شاملة للعينة وكما مبين في الشكل (I-12)



الشكل (I-12) يوضح مخطط تقنية الأشعة السينية المشتتة للطاقة

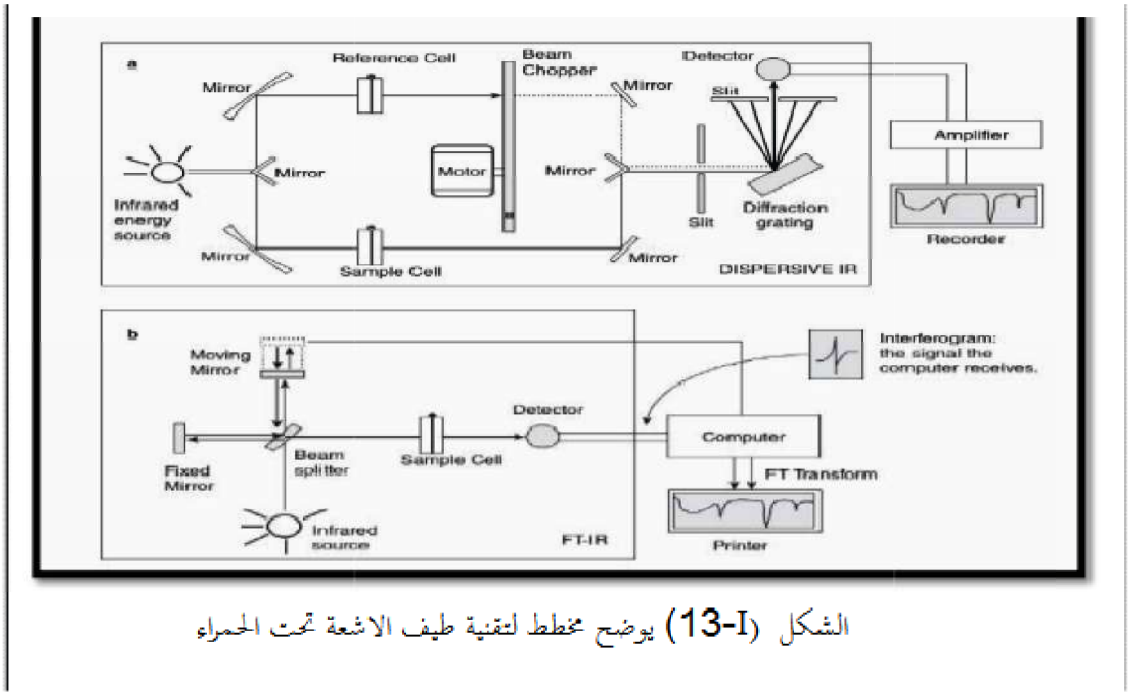
المبدأ principle

يتم استخدام هذه التقنية بالتزامن مع تقنية المجهر الالكتروني . SEM وذلك عن طريق ضرب شعاع الإلكترون لسطح عينة الموصلة. طاقة الشعاع عادة ما تكون في نطاق 10 – 20 kev هذا يسبب انبعاث الأشعة السينية من المادة. تعتمد طاقة الأشعة السينية المنبعثة على المادة قيد الفحص. يتم إنشاء الأشعة السينية في المنطقة حوالي 2 ميكرون في العمق، وبالتالي فان تحليل الأشعة السينية المشتتة للطاقة(EDX) ليست حقا تقنية علوم السطح وإنما هي تقنية الحصول على صورة لكل عنصر للعينة مع تحديد نسبة في العينة عن طريق تحريك شعاع الإلكترون عبر المادة ، نظرا لانخفاض كثافة الأشعة السينية، تستغرق الصور عادة عدة ساعات للحصول عليها[35]

I-3-3التحليل الطيفي

I-3-3-1مطيافية الأشعة تحت الحمراء(FTIR)

يعتبر التحليل الطيفي الأشعة تحت الحمراء تقنية غير مدمرة للمواد. التحليل الطيفي لامتصاصالأشعة تحت الحمراء هو دراسة تفاعل الأشعة تحت الحمراء مع المادة كوظيفة لتردد الفوتون. يوفر(FTIR) معلومات حول اهتزاز وتدوير الأواصر الكيميائية والهياكل الجزيئية، مما يجعلها مفيدة لتحليل المواد العضوية وبعض المواد غير العضوية. يمثل طيف الأشعة تحت الحمراء بصمة لعينة ذات امتصاص يتوافق مع ترددات الاهتزازات بين أواصر الذرات التي تتكون منها المادة. لأن كل مادة هي مزيج فريد من الذرات، لا يوجد مركبان ينتجان طيف الأشعة تحت الحمراء نفسه بالضبط. لذلك ، يمكن أن ينتج عن التحليل الطيفي للأشعة تحت الحمراء تحديد إيجابي(تحليل نوعي) لكل أنواع المواد المختلفة. بالإضافة إلى ذلك، فإن حجم القمم في الطيف هو مؤشر مباشر على كمية المواد الموجودة. الأشعة تحت الحمراء هي أداة ممتازة للتحليل الكمي. تنقسم منطقة FTIR عادةً إلى ثالث مناطق: قريبة (10 – 400) سم ،منتصف (400 - 4000) سم ، والبعيدة (4000 – 14000) سم .تمتلك فوتونات الأشعة تحت الحمراء طاقة كافية للتسبب في اهتزاز مجموعات الذرات فيما يتعلق بالأواصر التي تربطها. مثل التحولات الإلكترونية، تتوافق هذه التحولات الاهتزازية مع طاقات متميزة، وتمتص الجزيئات الأشعة تحت الحمراء فقط عند أطوال موجات وترددات معينة وكما مبين في الشكل(I-13).



الشكل (I-13) يوضح مخطط لتقنية طيف الاشعة تحت الحمراء

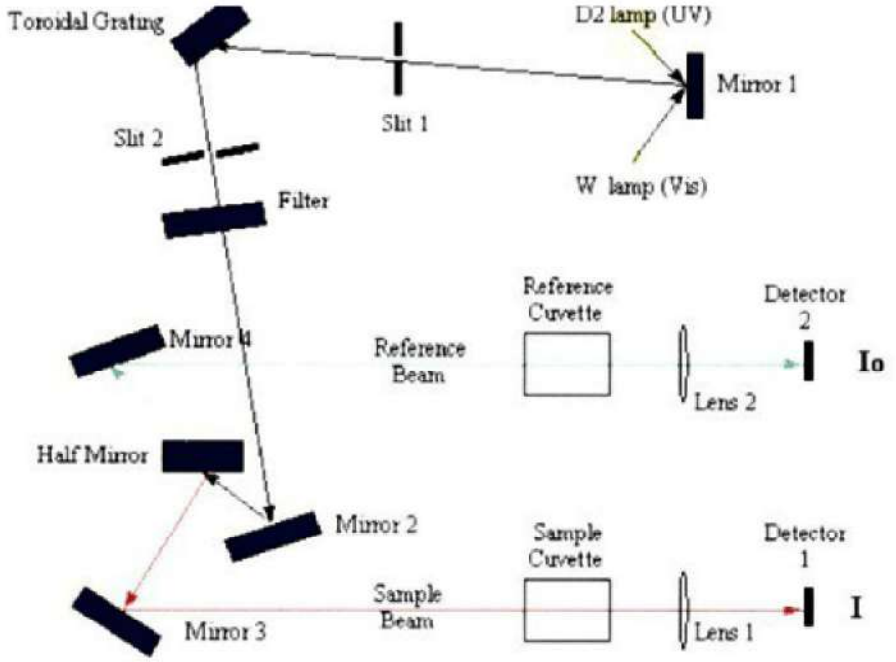
المبدأ principle

تنبعث طاقة الأشعة تحت الحمراء من مصدر أسود الجسم متوهجة. يمر هذا الشعاع بفتحة تتحكم في كمية الطاقة المقدمة للعينة ، تدخل الحزمة في مقياس التداخل حيث يتم "الترميز الطيفي". ثم تدخل الحزمة حيز العينة حيث يتم إرسالها أو تنعكس على سطح العينة، وهذا يتوقف على نوع التحليل الذي يتم إنجازه. هذا هو المكان الذي يتم فيه امتصاص ترددات محددة من الطاقة، والتي تعد مميزة بشكل فريد للعينة. بعدها تنتقل الحزمة أخيرا إلى الكاشف لإجراء القياس النهائي. وأخيرا يتم ترقيم الإشارة المقاسة وإرسالها إلى الكمبيوتر ثم يتم تقديم الطيف بالأشعة تحت الحمراء النهائي للمستخدم للتفسير وأي معالجة أخرى [36]

I-3-3-2التحليل الطيفي المرئي و فوق البنفسجي UV-Visible

يعد التحليل الطيفي للامتصاص بالأشعة فوق البنفسجية والمرئية أحد أدوات التوصيف المهمة جدًا والأساسية لدراسة تكوين الجسيمات النانوية المعدنية، وخاصة المعادن النبيلة مثل Au و Agو Cuوما إلى ذلك. وذلك لأنه في نظام النانومتر، يمكن للإشعاع المرئي أن يبدأ توليد رنين البلازمون السطحي في الجزيئات، مما يظهر ذروة بارزة جدًا في هذه المنطقة الكهرومغناطيسية.

كما هو موضح في (الشكلI–14) ، يتم تقسيم الضوء الصادر من المصدر إلى أحد الشعاعين بواسطة مرآة دوارة تسمى المروحية؛ يتم تمرير شعاع واحد من خلال العينة والآخر من خلال المرجع. يرى الكاشف الشعاع من العينة ثم المرجع بالتناوب. إن ناتجها الذي سيكون من الناحية المثالية عبارة عن موجة مربعة متذبذبة يعطي نسبة I إلى I_0مباشرة، أي أن التصحيح المرجعي يتم تلقائيًا. تسمح مقاييس الطيف الضوئي للكشف عن المصفوفة بالتسجيل السريع لأطياف الامتصاص. يسمح تشتيت مصدر الضوء بعد مروره عبر العينة باستخدام كاشف المصفوفة لتسجيل طاقة الضوء المرسلة بأطوال موجية متعددة في وقت واحد. تستخدم هذه المقاييس الطيفية صفائف الثنائي الضوئي ككاشف. مصدر الضوء هو مصدر مستمر مثل مصباح التنغستن. جميع الأطوال الموجية تمر عبر العينة. يتم تشتيت الضوء بواسطة محزوز الحيود بعد العينة وتسقط الأطوال الموجية المنفصلة على وحدات بكسل مختلفة لكاشف الصفيف. تعتمد الدقة على الشبكة وتصميم مقياس الطيف وحجم البكسل وعادةً ما تكون ثابتة لأداة معينة. وإلى جانب السماح بالتسجيل الطيفي السريع، فإن هذه الأدوات صغيرة وقوية نسبيًا. تم تطوير مقاييس الطيف المحمولة التي تستخدم الألياف الضوئية لتوصيل الضوء من العينة وإليها. تستخدم هذه الأجهزة شعاعًا ضوئيًا واحدًا فقط، لذلك يتم تسجيل الطيف المرجعي وتخزينه في الذاكرة لإنتاج أطياف النفاذية أو الامتصاص بعد تسجيل طيف العينة.

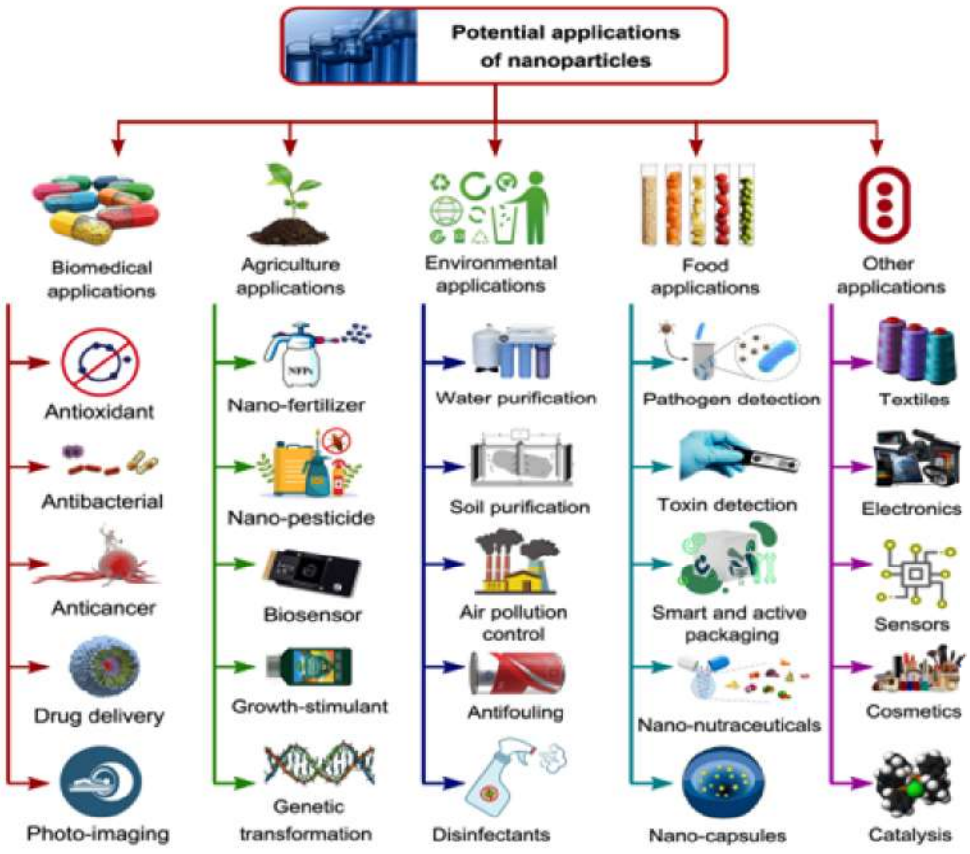


الشكل (I-14)تمثيل تصويري لمبدأ مقياس الطيف الضوئي للأشعة فوق البنفسجية والمرئية

I-4) تطبيقات المواد النانوية

على مدى العقود الماضية، كانت هناك تطورات ملحوظة في المواد النانوية الخضراء، مما جعلها أفضل المتنافسين في مختلف المجالات، بما في ذلك الطب الحيوي، والزراعة، والبيئة، والغذاء، وأجهزة الاستشعار، والإلكترونيات، وأكثر من ذلك. سواء تم استخدامها لتحسين التشخيص والعلاج الطبي، أو تعزيز كفاءة الإنتاج الزراعي، أو تقليل التلوث البيئي، أو تحسين جودة الغذاء، أو تطوير أجهزة استشعار فعالة، أو تعزيز الابتكار في التكنولوجيا الإلكترونية، فقد أظهرت الجسيمات النانوية الخضراء آفاق تطبيق قوية. وتنبع القدرات الاستثنائية للجسيمات النانوية في هذه القطاعات المتنوعة من احتواءها على حجم صغير، شكل مميز، مساحة سطحية واسعة، وسمات فيزيائية وكيميائية مميزة. هذا التنوع وإمكانات الانتشار على نطاق واسع

لقد جعل التطبيق من المواد النانوية الخضراء اتجاهًا بحثيًا مهمًا في مجالات العلوم والهندسة.



الشكل (I-15)تطبيقات الجسيمات النانوية في مختلف المجالات

I-4-1تطبيقات الطب الحيوي

تُظهِر المواد النانوية إمكانات كبيرة في الطب الحيوي، حيث تتميز بخصائص مثل مضادات الميكروبات، والسرطان، ومضادات الأكسدة، إلى جانب وظائف توصيل الدواء. وفي الزراعة، تساهم المواد النانوية بشكل أساسي في الأسمدة النانوية والمبيدات النانوية. والجدير بالذكر أنها تلعب دورًا كبيرًا في تنقية المياه والتربة. في صناعة الأغذية، تُستخدم الجسيمات النانوية على نطاق واسع في التغليف النانوي، والمغذيات النانوية، والناقلات النانوية.

I-4-1-1 تأثير مضادات الجراثيم

مما لا شك فيه أن البكتيريا الضارة الموجودة في محيطنا تشكل خطراً صحياً كبيراً، حيث يمكنها أن تتسلل بسهولة إلى جسم الإنسان. بالإضافة إلى ذلك، أدى الاستخدام المفرط للمضادات الحيوية الى مقاومة الأدوية، مما يعقد علاج الالتهابات المختلفة. ومن ثم، تهدف الأبحاث الجارية إلى الكشف عن عوامل مضادة للجراثيم فعالة لهذه العدوى الصعبة. أظهرت الجسيمات النانوية الخضراء نشاطًا واعدًا مضادًا للبكتيريا ضد مجموعة واسعة من البكتيريا سالبة الجرام وإيجابية الجرام. ومع ذلك، فإن الآليات الكامنة وراء تثبيط النمو والآثار

المبيدة للجراثيم لا تزال غير واضحة. ومن الجدير بالذكر أن خصائص الجسيمات النانوية، بما في ذلك شكلها. يلعب الحجم ومساحة السطح، من بين أمور أخرى، دورًا حاسمًا في تحديد كيفية إتلاف الخلايا البكتيرية. قد يتضمن هذا تفاعلات بين الجسيمات النانوية وجدران الخلايا, (الأغشية) أو اختراق الجسيمات النانوية إلى داخل الخلايا البكتيرية مما يؤدي إلى تدميرها. صنعت جسيمات نانوية من أكسيد الزنك من Prunus dulcis عبر أسلوب نشر القرص. أظهر المجهر الإلكتروني الماسحSEM ، الشكل الكروي تقريبًا لأكسيد الزنك بحجم حوالي 25 نانومتر

علاوة على ذلك، تمت دراسة التأثير المضاد للبكتيريا لأكسيد الزنك باستخدام تقنية انتشار الأجار. أوضحت النتائج الملموسة الفعالية المضادة للجراثيم لأكسيد الزنك ضد البكتيريا إيجابية الغرام Salmonella paratyphiفي حدود 32. -25 ملم. على العكس من ذلك، لم يُظهر أكسيد الزنك نشاطًا مضادًا للبكتيريا تجاه سلبية الجرام.

في الختام، أظهرت الجسيمات النانوية الخضراء تأثيرات مضادة للجراثيم مثيرة للإعجاب ضد العديد من الأنواع البكتيرية. يتأثر النشاط المضاد للبكتيريا للجسيمات النانوية بشكل كبير بمورفولوجيتها وحجمها ومساحة سطحها، والتي تلعب دورًا مهمًا في التسبب في تلف الخلايا البكتيرية. عادةً، يحدث انهيار الخلايا البكتيرية من أو تلف الحمض النووي الديوكسيري، جنبًا إلى جنب مع تكوين أنواع الأكسجين التفاعلية. خلال تمزق الغشاء و ومع ذلك، مسارات التفاعل الدقيقة بين الجسيمات النانوية والخلايا البكتيرية.

I-4-1-2تأثير مضاد للسرطان

على الصعيد العالمي، يحدث عدد مذهل من الوفيات سنويًا بسبب السرطان. وقد دفع هذا إلى البحث المستمر لتطوير علاجات فعالة لهذا المرض .تنطوي أساليب العلاج مثل العلاج الكيميائي والجراحة والعلاج الإشعاعي على مخاطر كبيرة على المريض، وتشمل هذه الأضرار المحتملة للخلايا السليمة، وعدم وصول الدواء بشكل كافٍ إلى الأورام، وعدم استقرار الدواء.وبالتالي، فإن إيجاد نهج علاجي مبتكر لمعالجة هذه العيوب أمر بالغ الأهمية.

أظهرت الجسيمات النانوية الخضراء خصائص رائعة مضادة للسرطان ضد أنواع الخلايا السرطانية المتنوعة .

تحضير جزيئات الذهب النانوية من نبات Mentha longifolia لقتل خلايا سرطان الثدي. أوضح المجهر الإلكتروني الماسح التشكل الكروي لجسيمات الذهب الأخضر النانوية بحجم 30-45 نانومتر. يعد حجم الجسيمات هذا هو المفضل للتطبيقات المضادة للورم نظرًا لأنه أقل من 50 نانومتر ومن ثم، أظهرت الجسيمات

النانوية الذهبية إجراءات واعدة مضادة لسرطان الثدي ضد MCF-7، وخط خلايا سرطان الغدة الثديية البشرية / سرطان الثدي، أي Hs 578Bs.خط خلايا سرطان الغدة الثديية البشرية/سرطان الثدي مثل UACC-313، وخلايا سرطان الثدي Hs 319.T دون سمية للخلية الطبيعية.أوضحت الجسيمات النانوية الخضراء تأثيرًا ميمونًا مضادًا للورم ضد العديد من الخلايا السرطانية دون أن تسبب سمية للخلايا. وتفتح هذه الطريقة العلاجية الجديدة طريقا جديدا لإيجاد أفضل علاج لهذا المرض الفتاك. ومع ذلك، فإن معظم الدراسات تفتقر إلى التحليل في الجسم الحي لتأكيد جدوى هذه الجسيمات النانوية الخضراء كأدوية مضادة للورم.

I-4-1-3مضادات الأكسدة

باختصار، أظهرت مضادات الأكسدة المشتقة من مصادر صديقة للبيئة فعالية ملحوظة في تحييد الجذور الحرة مثل يمكن للجسيمات النانوية المصنعة من مصادر طبيعية التقاط .1،1DPPH-ثنائي فينيل-2-بيكريل هيدرازيل، أي الجذور الحرة من خلال آليات متنوعة، بما في ذلك تثبيط الإنزيمات، و استخلاب الأيونات المعدنية، والمسح المباشر لأنواع الأكسجين التفاعلية. ومن الجدير بالذكر أنه في بعض الحالات، قد تتجاوز قوة مضادات الأكسدة المتأصلة في المستخلص غير المعالج قوة الجسيمات النانوية المركبة، بينما في سيناريوهات أخرى، يمكن أن يحدث العكس. تتوقف كفاءة مضادات الأكسدة لهذه الجسيمات النانوية الصديقة للبيئة على تركيزات المركبات الفينولية والفلافونويدات الموجودة داخل المستخلص.

I-4-2التطبيقات في مجال الزراعة

I-4-2-1مبيدات حشرية

تشكل أمراض النباتات تحديًا ملحًا، مما يؤدي إلى تكلفة سنوية تبلغ حوالي 220 مليار دولار للزراعة العالمية وتشمل هذه الأمراض مجموعة متنوعة من المصادر، بما في ذلك الأوليات والحشرات والفطريات والديدان والطفيليات والبكتيريا والفيروسات، وكلها تساهم في تلف المحاصيل. واستجابة لذلك، تطورت المبيدات البيولوجية والكيميائية لمعالجة تعقيدات الزراعة الحديثة. شهدت السنوات الأخيرة ظهور تكنولوجيا جديدة في القطاع الزراعي: المبيدات النانوية. تتضمن هذه المبيدات النانوية مبيدات حشرية مغلفة لتنظيم إطلاقها، وتعزيز الاستقرار، وتحسين الانتقائية. تقدم المبيدات النانوية مجموعة من المزايا البارزة، بما في ذلك

(1) زيادة قابلية ذوبان المكونات النشطة غير القابلة للذوبان.

(2) تحسين ديناميكيات إطلاق المبيدات الحشرية.

(3) تعزيز القدرة على الحركة بسبب حجم الجسيمات الصغير.

(4) تعزيز استقرار المبيدات الحشرية وردع التدهور المبكر.

(5) توسيع نطاق الأداء الفعال بمرور الوقت.

تقليل وجود المكونات الضارة و من اللافت للنظر أن اعتماد المبيدات النانوية يُظهر إمكانات كبيرة في مكافحة الأمراض للنبات، ويتميز بفوائد مثل زيادة قابلية الذوبان في الماء، وآليات الإطلاق الخاضعة للرقابة، وتحسين الفعالية، وتقليل إدراج العناصر الضارة. تقدم هذه المجموعة الشاملة من المزايا حلاً .الحركة، والبقاء لفترة طويلة قابلاً للتطبيق وواعدًا للتحديات الزراعية الملحة التي تواجهها على نطاق عالمي. باختصار، أظهرت الجسيمات النانوية الخضراء قدرة ملحوظة على الحفظ عبر مختلف المنتجات الغذائية. خصائصها المضادة للفطريات القوية تجعلها مناسبة بشكل خاص لمواد التعبئة والتغليف. ومع ذلك، هناك حاجة إلى دراسات سمية شاملة لتسخير إمكاناتها في صناعة الأغذية.

4-2-2 الأسمدة النانوية

تمثل الأسمدة الحيوية النانوية مواد صديقة للبيئة قادرة على توفير العناصر الغذائية الأساسية للنباتات وتعزيز نموها وزيادة إنتاجية المحاصيل. تستخدم الأسمدة الحيوية، والمعروفة أيضًا باسم الأسمدة البكتيرية أو المزارع الميكروبية، الكائنات الحية الدقيقة الحية أو الخاملة لتحفيز نمو النبات. يتم تصنيف هذه الأسمدة الحيوية إلى عناصر غذائية مفيدة، وتثبيت النيتروجين، وتثبيت الفسفور، وتعبئة الفسفور، والبكتيريا الجذرية المعززة لنمو النبات ..من ناحية أخرى، يمكن تقسيم الأسمدة النانوية إلى ثلاث فئات: (1) الجسيمات النانوية، بما في ذلك الجسيمات النانوية مثل ثاني أكسيد التيتانيوم،السيليكا، وأنابيب الكربون النانوية، التي تعزز نمو النبات؛ (2) المغذيات الدقيقة، بما في ذلك النحاس والزنك والحديد و الموليبدينوم والنيكل و المنغنيز؛ و (3) المغذيات الكبيرة تجمع بين الفسفور والكالسيوم والنيتروجين والبوتاسيوم. والجدير بالذكر أن الأبحاث أشارت إلى أن الأسمدة الفوسفاتية النانوية أدت إلى زيادة ملحوظة بنسبة 32% في نمو فول الصويا وزيادة بنسبة 20% في إنتاج البذور مقارنة بالأسمدة التقليدية .علاوة على ذلك، فإن المواد النانوية فوسفات الكالسيوم المزينة بالبوتاسيوم والنيتروجين لديها القدرة على تقليل احتياجات النبات من النيتروجين بنسبة 40٪ تقريبًا أكثر من الأسمدة التقليدية.

يمكن للأسمدة الحيوية النانوية أن تعزز نمو النبات من خلال العديد من الآليات:

(1) تقليل التأثيرات الخطرة للضغوط اللاحيوية والحيوية على النباتات.

(2) زيادة ذوبان المواد الغذائية.

(3) تحفيز إنتاج الهرمونات النباتية في التربة التي تعزز تغذية النبات.

(4) تحسين نمو النباتات عن طريق تثبيت النيتروجين.

(5) تعزيز خصوبة التربة.

(6) الحفاظ على بيئة مناسبة.

.باختصار، توفر المواد النانوية الخضراء وسيلة قابلة للتطبيق للاستخدام كأسمدة حيوية نانوية، وتسهيل نمو النبات، وإنبات البذور، وتعزيز الوزن الطازج بشكل عام. لا يمكن للأسمدة النانوية أن تساعد النباتات على التكيف بشكل أفضل مع الضغوط المختلفة مثل الجفاف والأمراض والآفات فحسب، بل يمكنها أيضًا تحفيز سلسلة من التفاعلات الكيميائية الحيوية في جسم النبات، مثل تعزيز القدرة المناعية للنبات وتحفيز إنتاج الأ وكسين في النبات. بالإضافة إلى ذلك، يساعد استخدام الأسمدة النانوية أيضًا على زيادة قابلية ذوبان العناصر الغذائية في التربة، مما يحسن بنية التربة وخصوبتها مع تعزيز النمو الصحي للنباتات. يتم إنتاج هذه الأسمدة الصديقة للبيئة من خلال طرق مباشرة وسريعة. يمكن أن يعزى زيادة نمو النبات إلى مجموعة متنوعة من الآليات.

I-4-3الخلايا الكهروضوئية وتخزين الطاقة

الكربون، وهو عنصر أساسي في الحياة وعنصر محوري في الفحم، لا يتوقف أبدًا عن إدهاشنا بتنوعه الرائع. وقد أثار أحدث تجلياته على شكل الجرافين انبهارًا متجددًا. تتميز نقاط الجرافين الكمومية، وهي مادة نانوية آسرة تتكون من طبقة واحدة أو بضع طبقات من الجرافين، بخصائص استثنائية ومميزة. وتستفيد هذه النقاط الكمومية في مجالات متنوعة من خلال دمج نقاط الكربون و سمات الجرافين. يمكن استخدام المواد المعتمدة على النقاط الكمومية من الجرافين في الاستشعار والتصوير الحيوي وتخزين الطاقة .يتم توجيه الضوء الدقيق نحو التطبيقات السائدة، بما في ذلك أجهزة الاستشعار الكهروكيميائية والضوئية، وأجهزة استشعار التألق الكهربي، وأجهزة استشعار الرطوبة والغاز، والتصوير الحيوي، وبطاريات الليثيوم أيون، والمكثفات الفائقة، والخلايا الشمسية الحساسة للصبغ.

وفي الختام، فإن التآزر بين تكنولوجيا النانو الخضراء وخلايا الطاقة، المتمثل في الخلايا الكهروضوئية، ينير الطريق نحو مستقبل أكثر خضرة وأكثر كفاءة في استخدام الطاقة. ومن خلال تسخير إمكانات المواد النانوية، وطرق التوليف المستدامة، وتقنيات الخلايا الشمسية المبتكرة، يمكننا المساهمة في التحول العالمي إلى مصادر الطاقة المتجددة والتخفيف من التحديات البيئية لتوليد الطاقة التقليدية.

I-4- 4المعالجة البيئية

I-4-4-1معالجة المياه

يمثل تلوث المياه تحديا عميقا وواسع النطاق يهدد الصحة العامة لكوكب الأرض. واستجابة لذلك، تم تخصيص خبراء البيئة لقاعدة الفوكسين، بمعدل تحلل يصل إلى 87.5% خلال أول 20 دقيقة. وفي المقابل، كان معدل التحلل 4.8% فقط عند استخدام بيرو كسيد الهيدروجين وحده، الخالي من الحديد

الجسيمات النانوية. يتضمن التحلل الأساسي للفوشين الامتزاز والتحلل الشبيه بالفنتون،والجدير بالذكر أنه وفقًا لنموذج لانجميور، فإن الطرق المحسوبة والفعالة لمعالجة المياه، بما في ذلك التخثر، والترسيب، والحفز، والأوزون، والامتزاز. ومن بين هذه التقنيات، يبرز الامتزاز والحفز بسبب كفاءتهما الجديرة بالثناء، ومعالجتهما المباشرة، وسميتهما المنخفضة، وإمكانية إعادة الاستخدام. هذه السمات تجعلها خيارات جذابة بشكل خاص لتنقية مياه الصرف الصحي. أظهرت المواد النانوية الخضراء قدرات امتصاص وتحفيز مذهلة، خاصة في إزالة الملوثات الخطرة مثل بقايا الأدوية والمعادن الثقيلة والمركبات العطرية و الأصباغ العضوية.

I-4-4-2معالجة التربة

لقد تفاقمت مشكلة التلوث الشديد للتربة مع مرور الوقت، مما أدى إلى زيادة الآثار الضارة على كل من النظم البيئية وصحة الإنسان. وقد تم استخدام أساليب مختلفة لمعالجة تلوث التربة، بما في ذلك الحفر/التخلص والحفر/المعالجة خارج الموقع. ومع ذلك، فإن هذه الأساليب تستغرق وقتا طويلا، ومكلفة، وشديدة السمية. ونتيجة لذلك، اكتسبت تقنيات المعالجة في الموقع، مثل إدخال الجسيمات النانوية في التربة، شعبية. أظهرت مواد نانوية خضراء محددة فعالية ملحوظة في معالجة الملوثات مثل الأصباغ والمعادن الثقيلة داخل التربة. ويُعزى ذلك إلى قدرتها العالية على الحركة، وتفاعلها الاستثنائي، وسميتها المنخفضة، ومساحة سطحها الكبيرة .بشكل عام، لا تعد معالجة التربة العامل الرئيسي في تحسين جودة التربة؛ هناك عوامل أخرى، بما في ذلك

(1) انخفاضا تجمع التربة.

(2) تعزيز التربة التي تحتوي على المواد العضوية.

(3) تعزيز دورة النيتروجين والفوسفور والبوتاسيوم .

(4) تعزيز تغذية التربة.

I-4-5النانو والأمن الغذائي

يقصد بالغذاء النانوي أي غذاء أنتج أو عولج في أي مرحلة من مراحل إنتاجه المتعلقة بزراعته و تجهيزه أو تأهيله باستخدام تقنيات تكنولوجيا النانو المتنوعة . و تندرج تحت هذا المسمى أيضا تلك الأغذية المحتوية على إضافات مكونة من مواد نانوية مثل الحبيبات النانوية للعناصر الفلزية الحرة من الحديد و الزنك و الكبسولات الجيلاتينية

ذات المسام النانوية المحتوية على تركيزات عالية من زيوت الأسماك الشهيرة أميجا 3 و مواد الإنزيمات المصاحبة لها التي تعمل على تشغيل تلك الإنزيمات بكفاءة و يسر مثل كيو 10 و قد وصل عدد تلك المنتجات التكنولوجية المتاحة بالأسواق و المرتبطة بقطاع الغذاء عام 2006 إلى أكثر من 700 منتج.

مراجع الفصل الأول

1. راتنر.م ,د.التقانة النووية مقدمة مبسطة للفكرة العظيمة القادمة. سوريا
2. علي محمد عباس التميمي .تحضير وتشخيص بعض الأكاسيد النانوية ودراسة نشاطها البيولوجي2019 .قسم الكيمياء جامعة ديالى.
3. الاسكندراني محمد شريف ,.تكنولوجيا النانو من أجل غد أفضل , الكويت,عالم المعرفة,2010.

المراجع باللغة اللاتينية

1. Okba LOUAFI. Biosynthèse et caractérisation de nanoparticules d'oxyde de nickel à partir de différents extraits de plantes et étude de leurs activités biologiques .2023.Faculté de Sciences Exactes. Université Echahid Hamma Lakhdar - El Oued
2. MERINA PAUL DAS . Green synthesis and characterization of metal oxide nanoparticles for biomedical and environmental application.BHARATH INSTITUTE OF HIGHER EDUCATION AND RESEARCH.2018
3. A. M. and D. G. EL-Ghwas DE , Elkhateeb WA, "Synthèse des nanoparticules d'oxydes métalliques pour des applications photocatalytiques solaires : cas des nanoparticules d'oxyde de fer alpha," 2015.
4. Fulekar M. H., B. Pathak and R. K. Kale (2014). Nanotechnology: Perspective for Environmental Sustainability. In: M.H. Fulekar et al. (eds.), Environment and Sustainable Development, pp: 87 – 114A. M. and D. G. EL-Ghwas DE , Elkhateeb WA, "Synthèse des nanoparticules d'oxydes métalliques pour des applications photocatalytiques solaires : cas des nanoparticules d'oxyde de fer alpha," 2015.
5. K. Vijayaraghavan and T. Ashokkumar, "Plant-mediated biosynthesis of metallic nanoparticles: A review of literature, factors affecting synthesis, characterization techniques and applications," J. Environ. Chem. Eng., vol. 5, no. 5, pp. 4866–4883, 2017
6. S. Kumari and L. Sarkar, "A Review on Nanoparticles: Structure, Classification, Synthesis & Applications," J. Sci. Res., vol. 65, no. 08, pp. 42–46, 2021
7. D. H. Samak et al., "Developmental toxicity of carbon nanoparticles during embryogenesis in chicken," Environ. Sci. Pollut. Res., vol. 27, no. 16, pp. 19058–19072, 2020, 10.1007/.
8. E. WA, "Nanoparticles: Characterization, Biological Synthesis and Applications," Open Access J. Microbiol. Biotechnol., vol. 6, no. 2, pp. 1–12, 2021

9. B. Uzair et al., "Green and cost-effective synthesis of metallic nanoparticles by algae: Safe methods for translational medicine," Bioengineering, vol. 7, no. 4, pp. 1–22, 2020
10. Nie Z, Petukhova A and Kumacheva E (2010): Properties and emerging applications of self-assembled structures made from inorganic nanoparticles, Nature Nanotechnology, Vol. No: 5(1), pp. 15–25.
11. A. K. Singh, "Introduction to Nanoparticles and Nanotoxicology," in Engineered Nanoparticles, Elsevier, 2016, pp. 1–18
12. C. Buzea, I. I. Pacheco, and K. Robbie, "Nanomaterials and nanoparticles: Sources and toxicity," Biointerphases, vol. 2, no. 4, pp. MR17–MR71, 2007
13. V. Singh, P. Yadav, and V. Mishra, "Recent Advances on Classification, Properties, Synthesis, and Characterization of Nanomaterials," in Green Synthesis of Nanomaterials for Bioenergy Applications, no. September, 2020, pp. 83–97
14. A. B. Asha and R. Narain, "Nanomaterials properties," in Polymer Science and Nanotechnology: Fundamentals and Applications, Elsevier Inc., 2020, pp. 343–359
15. T. M. L. K. Abdelhamid, "Optimizing the Biosynthesis Temperature of Iron Oxide Nanoparticles Using Moringa Oleifera Extract and Study of their Biological Activities
16. Khan, I., Saeed, K., & Khan, I. (2017). Nanoparticles: Properties, applications and toxicities. Arabian Journal of Chemistry.
17. Rosa, F., Corvis, Y., Lai-Kuen, R., Charrueau, C., & Espeau, P. (2015). Influence of particle size on the melting characteristics of organic compounds. Journal of Thermal Analysis and Calorimetry, 120(1), 783-787. ties," 2022
18. H. Lu et al., "Modular and Integrated Systems for Nanoparticle and Microparticle Synthesis—A Review," Biosensors, vol. 10, no. 11, pp. 1–34, 2020
19. P. G. Jamkhande, N. W. Ghule, A. H. Bamer, and M. G. Kalaskar, "Metal nanoparticles synthesis: An overview on methods of preparation, advantages and disadvantages, and applications," J. Drug Deliv. Sci. Technol., vol. 53, no. July, p. 101174, 2019
20. A. M. Ealias and M. P. Saravanakumar, "A review on the classification, characterisation, synthesis of nanoparticles and their application," IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng., vol. 263, no. 3, 2017
21. J. S. M. Claude et al., "Elaboration par implantation ionique de nanoparticules de cobalt dans la silice et modifications de leurs propriétés sous irradiation d'électrons et d'ions de haute énergie," 2003
22. N. Abid et al., "Synthesis of nanomaterials using various top-down and bottom-up approaches, influencing factors, advantages, and disadvantages: A review," Adv. Colloid Interface Sci., vol. 300, no. December, p. 102597, 2022,
23. M. Salavati-Niasari, F. Davar, and N. Mir, "Synthesis and characterization of metallic copper nanoparticles via thermal decomposition," Polyhedron, vol. 27, no. 17, pp. 3514–3518, 2008
24. S. Mann et al., "Sol-Gel Synthesis of Organized Matter," Chem. Mater., vol. 9, no. 11, pp. 2300–2310, 1997

25. A. Barhoum et al., "Review on Natural, Incidental, Bioinspired, and Engineered Nanomaterials: History, Definitions, Classifications, Synthesis, Properties, Market, Toxicities, Risks, and Regulations," Nanomaterials, vol. 12, no. 2, 2022
26. P. Kuppusamy, M. M. Yusoff, G. P. Maniam, and N. Govindan, "Biosynthesis of metallic nanoparticles using plant derivatives and their new avenues in pharmacological applications – An updated report," Saudi Pharm. J., vol. 24, no. 4, pp. 473–484, 2016
27. S. Hasan, "A Review on Nanoparticles : Their Synthesis and Types," Res. J. Recent Sci. Res . J . Recent . Sci . Uttar Pradesh (Lucknow Campus), vol. 4, no. February, pp. 1–3, 2014.
28. DeLoid, G. M., Cohen, J. M., Pyrgiotakis, G., & Demokritou, P. (2017). Preparation, characterization, and in vitro dosimetry of dispersed, engineered nanomaterials. Nature Protocols, 12(2), 355
29. Bradford, P. D., & Bogdanovich, A. E. (2008). Electrical conductivity study of carbon nanotube yarns, 3-D hybrid braids and their composites. Journal of composite materials, 42(15), 1533-1545
30.]Poletti, G., Orsini, F., Raffaele-Addamo, A., Riccardi, C., & Selli, E. (2003). Cold plasma treatment of PET fabrics: AFM surface morphology characterisation. Applied surface science, 219(3-4), 311-316.
31. Joshi, M., Bhattacharyya, A., & Ali, S. W. (2008). Characterization techniques for nanotechnology applications in textiles.
32. Durán, N., Marcato, P. D., Alves, O. L., De Souza, G. I., & Esposito, E. (2005). Mechanistic aspects of biosynthesis of silver nanoparticles by several Fusarium oxysporum strains. Journal of nanobiotechnology, 3(1), 8
33. Dorling, K. M., & Baker, M. J. (2013). Rapid FTIR chemical imaging: highlighting FPA detectors. Trends in biotechnology, 31(8), 437-438.
34. Poletti, G., Orsini, F., Raffaele-Addamo, A., Riccardi, C., & Selli, E. (2003). Cold plasma treatment of PET fabrics: AFM surface morphology characterization. Applied surface science, 219(3-4), 311-316.
35. Joshi, M., Bhattacharyya, A., & Ali, S. W. (2008). Characterization techniques for nanotechnology applications in textiles.
36. Durán, N., Marcato, P. D., Alves, O. L., De Souza, G. I., & Esposito, E. (2005). Mechanistic aspects of biosynthesis of silver nanoparticles by several Fusarium oxysporum strains. Journal of nanobiotechnology, 3(1), 8
37. Dorling, K. M., & Baker, M. J. (2013). Rapid FTIR chemical imaging: highlighting FPA detectors. Trends in biotechnology, 31(8), 437-438.

الفصل الثاني

أكسيد المغنيزيوم

II– 1 الجسيمات النانوية المعدنية

تجتذب الجسيمات النانوية ذات الأصل المعدني اهتمامًا كبيرًا من قبل المجتمع العلمي نظرًا لخصائصها الفيزيائية والكيميائية الممتازة وتطبيقاتها المتنوعة. تجتذب الجسيمات النانوية المعدنية جاذبية كبيرة نتيجة لخصائصها غير العادية مثل مساحة السطح النشطة الكبيرة ونسبة الحجم والطاقة السطحية العالية ورنين البلازمون القوي. وهذا يجعلها تمتلك قدرات غير متوقعة وإمكانات هائلة في مختلف التخصصات مثل الإلكترونيات، والضوئيات، والميكانيكا، والحفز الكيميائي، والطب الحيوي، وما إلى ذلك. على سبيل المثال، خصائصها المغناطيسية الفائقة. تعتبر لبناء جهاز تخزين البيانات، في الطب يتم تطبيقها كحاملات توصيل الأدوية، وعوامل التصوير لتشخيص وعلاج الأمراض، ويتم استخدام خصائصها التحفيزية المحسنة في تحلل الأصباغ السامة، وطبيعة الموصلية الفائقة التي تعتمد على الحجم تستخدم لتصميم مواد كيميائية حساسة و أجهزة الاستشعار البيولوجية. تظهر الجسيمات النانوية المعدنية ذروة رنين البلازمون السطحي القوية في المنطقة المرئية، والتي تعتمد بشكل مباشر على حجم وشكل الجسيم، والوسط المحيط، ونوع المعدن والتجمعات. إن وجود إلكترونات حرة على الجسيمات النانوية المعدنية مثل الفضة والذهب والنحاس والمعادن القلوية الأخرى يُظهر SPR مميزًا ويوفر لونًا محددًا. تم أخذ هذه الخاصية البصرية في الاعتبار عند تصميم جهاز الاستشعار البيولوجي المعتمد على اللون للكشف عن الجزيئات الحيوية. هناك أنواع مختلفة من الجسيمات النانوية المعدنية يتم تصنيعها من خلال العديد من الطرق الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية مثل الجسيمات النانويةAu ، Cu، Ag، Zn، Fe، Mg، Ni، Siوغيرها.

II– 2 جسيمات أكسيد المعادن النانوية

إن الحاجة إلى شبكات جزيئية ممتدة تعتمد على كتل بناء مستقرة مترابطة متناهية الصغر ذات خصائص مادية محددة جيدًا هي مهمة جديرة جدًا لأن هذه الأجزاء متعددة الأبعاد يمكن أن تؤدي إلى أنواع جديدة من المواد الوظيفية. في هذا الجانب، يتم تصنيع جسيمات أكسيد المعادن النانوية ذات الارتباط من نوع M-O-M وخصائصها الفريدة للحصول على مجموعة واسعة من البنى. حاليًا، تمثل أنواع مختلفة من الجسيمات النانوية لأكسيد الفلز مجالًا من مجالات كيمياء المواد التي تحظى باهتمام كبير نظرًا لتنوع تطبيقاتها المحتملة. يمكن للجسيمات النانوية لأكسيد الفلز أن تُظهر خواصًا بصرية وإلكترونية ومغناطيسية وكيميائية فيزيائية أخرى مميزة فيما يتعلق بالخصائص السائبة. الجسيمات النانوية لأكسيد المعادن المستخدمة في الغالب مثل (أكسيد التيتانيوم TiO_2)؛ كأصباغ في الدهانات(، وأكسيد الحديدFe_3O_4) ؛ في الطب الحيوي(وأكسيد الزنكZnO) ؛ في مستحضرات التجميل(، وأكسيد المغنيزيومMgO)؛ في المستحضرات الصيدلانية .(وأكسيد الألومونيوم Al_2O_3)

؛ في الطب الحيوي(وأكسيد النحاسCuO) ؛ في المستحضرات الصيدلانية (وأكسيد المنغنيزMnO_2) ؛ في الصناعات تحظى باهتمام كبير بين المواد غير العضوية بسبب تطبيقاتها المتزايدة وتظهر نشاطًا كبيرًا حتى عند استخدامها بكميات صغيرة. تحمل الخصائص المذكورة أعلاه وعودًا بالأداء المتميز في مختلف المجالات المهمة بما في ذلك الاستشعار والتحفيز وتكنولوجيا المعلومات والمغناطيسية والميكانيكية وتخزين الطاقة والتطبيقات البيولوجية والبيئية. ومن المثير للدهشة أن الطبيعة تشارك أيضًا في إنتاج مجموعة متنوعة من أكسيد فلز النانو في ظل ظروف بيئية طبيعية، وهي الماجنتيت (Fe_3O_4) أو الجسيمات النانوية لأكسيد الحديد المغناطيسي الموجودة في الجسيمات المغناطيسية للبكتيريا ذات الجذب المغناطيسي حيث تتماشى البلورات النانوية مع المجال المغناطيسي للأرض.

II–3 مقدمة عن جسيمات أكسيد المغنيزيوم النانوية

وجود نسبة عالية من السطح إلى الحجم بالإضافة إلى كمية كبيرة من الذرات الموجودة على سطح البنى النانوية جعلتها تعتبر من المواد المميزة والخاصة. يمكن استخدام هذه الميزات لتشكيل منتجات معينة لبعض التفاعلات في بُعد صغير جدًا في جسم الإنسان. كما أنها يمكن أن تكون أكثر فعالية في بعض أنواع العلاجات، بينما من المحتمل أن تكون سببًا للمضاعفات. بشكل عام، تم استخدام الهياكل النانوية في العديد من الصناعات مثل الصحة ومستحضرات التجميل والكيماويات وكذلك شركات تصنيع الأغذية كمواد آمنة بيئياً. وبالنظر إلى التطبيقات الطبية الحيوية، فإن لها دورًا محوريًا تلعبه في توصيل الأدوية، والتصوير، وتجديد الأنسجة، وتطبيقات مضادات الميكروبات وترنسفكأيشن الجينات.

ومع ذلك، فإن الطرق الصديقة للبيئة التي تعتمد على استخدام الفطريات والطحالب والبكتيريا لتركيب الهياكل النانوية، هي أكثر شيوعًا في الموارد الفيزيائية والكيميائية. على وجه الخصوص، يمكن أن تؤثر الهياكل النانوية المصنّعة حيويًا بشكل إيجابي على التطبيقات الطبية نظرًا لتشكلها غير السامة والفعالة من حيث التكلفة. وهذا هو السبب في أنهم فتحوا عالما جديدا لتصنيع بكتيريا مقاومة للأدوية المتعددة. لقد وجدت هذه الأنواع من البنى النانوية طريقها في عدد كبير من المواد الكيميائية النباتية العضوية لاستخدامها في تفاعلات البشرة القائمة على الليجند مع مستقبلات مختلفة مثل الحمض والدهون والبروتينات وكذلك دهون الفوسفو، على سطح الميكروب. يمكن إيقاف تصنيع الأغشية الحيوية وارتفاعها عن طريق تكوين الجسيمات النانوية مع البكتيريا. ولذلك، جرب الباحثون في الوقت الحاضر العديد من الأساليب الجديدة لتصنيع الجسيمات النانوية بمعادن مختلفة للتطبيقات المعتمدة على الصيدلة .في السنوات القليلة الماضية، تم التركيز على المواد غير العضوية، على سبيل المثال، المعادن

النقية و أكاسيد المعادن إلى حد كبير بفضل تطبيقاتها الواعدة في أجهزة الاستشعار، والعوامل المضادة للميكروبات، والمواد الخفيفة، والخلايا الشمسية، والتحفيز الضوئي. وفي الوقت نفسه، كان من الشائع استخدام الجسيمات النانوية لأكسيد الفلز في التطبيقات القائمة على البيولوجيا مثل هندسة الأنسجة والخلايا، والعلاجية والتشخيصية وكذلك.أغراض تسليم المخدرات خصائص مضادة للسرطان ومضادة للجراثيم .

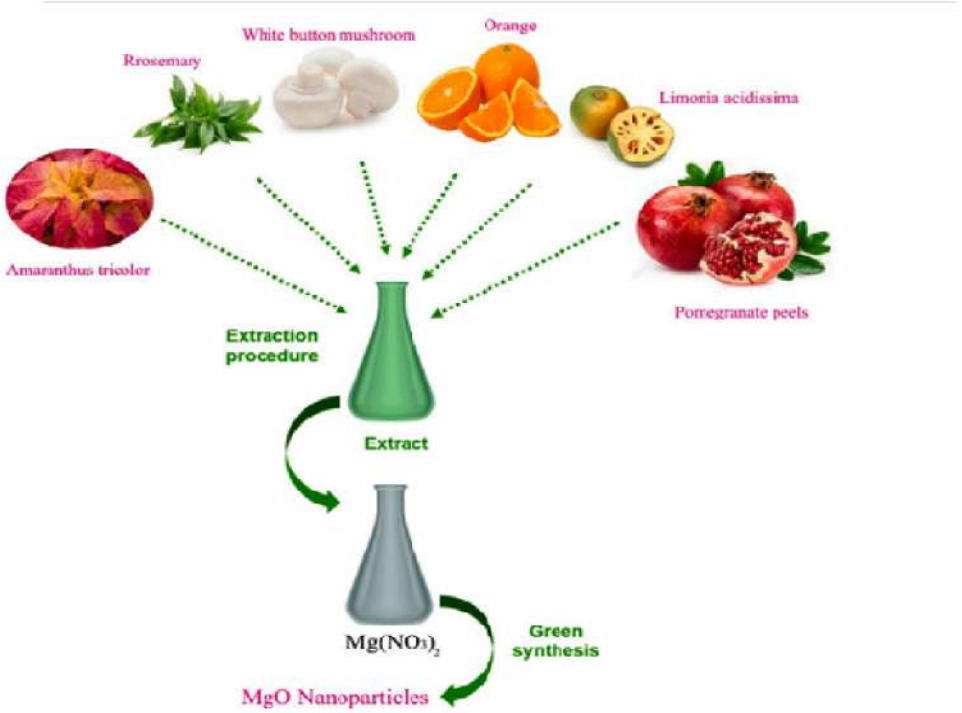
تم البحث عن أكاسيد المعادن مثل TiO_2و Mgoو ZnOو NiOلأنها غير مستقرة. ومع ذلك، يُعتقد عادةً أنها مواد آمنة MgO .هو أكسيد فلز أساسي غير سام تم استخدامه كعامل تعديل، ومحفز، في الموصلات الفائقة والمواد المقاومة للحرارة كمكمل ، وكعامل علاجي في صناعة الأدوية. خصائص هامة من MgO مثل الموصلية الكهربائية غير كبيرة، والاستقرار الحراري كبير[،والأداء التحفيزي يمكن أن يكون تجريبيًا تم تطويره بمجرد أن يصبح حجم جزيئاته صغيرًا جدًا، جزيئات النانو. عادة، يتم تصنيع جسيمات أكسيد الماغنسيوم النانوية من خلال طرق مختلفة مثل، هلام السول، والتحلل الحراري لرذاذ اللهب، والمواد الكيميائية الرطبة المائية، والحرارية المائية، وتبخير الليزر، وتخليق هباء الاحتراق، وترسيب طور الغاز الكيميائي، بالإضافة إلى أساليب الفاعل بالسطح . ومع ذلك، فهي مكلفة ويمكن أن تنتج منتجات ثانوية ضارة ، أو حتى المنتج يمكن أن يكون سامًا للغاية. بعد ذلك، أثبتت طرق التوليف الأخضر نفسها كبديل رئيسي. في العقد الماضي، تم إجراء العديد من الدراسات على التخليق الأخضر لـ .MgO NPs .

II–4 تحضير جسيمات MgO النانوية عبر طرق صديقة للبيئة

يمثل الاقتصاد وتكوين النفايات تحديات كبيرة لطريقة الطرق الفيزيائية والكيميائية لتحضير .MgO علاوة على ذلك، يمكن لبعض التقنيات الكيميائية مثل هطول الأمطار تلويث الإنتاج بسبب امتزاز الأنواع المختلفة.

تم اقتراح تقنيات كيميائية وفيزيائية مختلفة لإنتاج الجسيمات النانوية على نطاق واسع مثل .MgO وتشمل هذه الأساليب الحرارية المائية، والانحلال الحراري لرذاذ اللهب، والسول–جل، والتبخير بالليزر، وتخليق هباء الاحتراق، وترسيب البخار الكيميائي، وطرق الفاعل بالسطح، والتقنيات الكيميائية المائية الرطبة.

إن استخدام الإجراءات "الخضراء" لتخليق الجسيمات النانوية ذات فوائد معينة، بما في ذلك الصداقة البيئية وفعالية التكلفة ونقاء المنتجات، والتي يمكن بالتالي استخدامها في تطبيقات الطب النانوي والصيدلاني والإلكترونيات النانوية وأشباه الموصلات .



الشكل II–1 مصادر بعض عوامل التغطية الخضراء المستخدمة في تحضير جزيئات MgO النانوية

II– 4–1التوليف الأخضر للهياكل النانوية MgO باستخدام المستخلصات العشبية

تنقسم طرق التخليق الأخضر إلى ثلاث فئات:

1) استخدام الكائنات الحية الدقيقة مثل الفطريات والخمائر (حقيقيات النوى) والبكتيريا والأكتينوميات (بدائيات النوى)

2) استخدام النباتات والمستخلصات النباتية

3) استخدام الأغشية، الحمض النووي للفيروس. من بين الثلاثة، النهج الأكثر استخدامًا هو تطبيقات المستخلصات العشبية نظرًا لمتانتها، وصداقتها للبيئة، وفعاليتها من حيث التكلفة، وقابلية التوسع، والقدرة على التكيف في إعداد العديد من المنتجات الوظيفية. يتم تسهيل تشكيل الهياكل النانوية غير السامة

وذلك باستخدام مستخلصات الأوراق لوجود مواد كيميائية حيوية ونباتية مختلفة في المستخلصات. تستخدم المستخلصات العشبية في علاج الحالات الصحية المختلفة، ومع ذلك يمكن استخدامها أيضًا لإزالة سموم المعادن الثقيلة من خلال العلاج. تسمح علم وظائف الأعضاء والآليات البيولوجية لبعض النباتات بتحمل قدر كبير من الجسيمات النانوية الإجهاد المعدني، مما أقنع العلماء باستخدامها في تكنولوجيا النانو. تم استخدام أطروحة التي تستخدم النباتات ومنتجاتها على نطاق واسع. تعمل الجزيئات النشطة ZnO و Au و Ag و Cu المعدنية من بيولوجيًا المختلفة الموجودة في الأشجار (مثل الأحماض الأمينية والكيتونات والفينولات وحمض الكربوكسيل والألدهيدات والمركبات النيتروجينية) كعوامل متناقصة أو مثبتة أو مغطية تسمح بتكوين الجسيمات النانوية من المعروف أن المستخلصات النباتية والفواكه تعمل كعوامل تثبيت وتغطية تمنع تجميع الجسيمات النانوية المعدنية. النانوية من خلال إجراء مباشر باستخدام مقتطفات من MgO العلماء مهتمون إلى حد ما بتركيب جسيمات أجزاء مختلفة من النباتات (مثل الزهرة أو الأوراق أو الجذر أو الفاكهة أو اللحاء أو منتجاتها الثانوية مثل الصمغ

II–4–2 الهياكل MgO النانوية الخضراء باستخدام مستخلصات الفاكهة

يعد تصنيع الهياكل النانوية لأكسيد المعدن باستخدام نفايات الفاكهة بديلاً للإجراءات الكيميائية التقليدية. في عام 2017، تم تصنيع هياكل MgO النانوية باستخدام مستخلص نفايات البرتقال، حيث أن حمض الستريك الموجود في قشر البرتقال يمكن أن يعمل كعامل اختزال. اعتمد العمل على طريقة الاحتراق لتحضير التركيب النانوي MgO لتطبيقات استشعار الغاز باستخدام عصير الليمون كمصدر طبيعي لحمض الستريك. وأثر عصير الليمون الحمضي على طبيعة الاحتراق الذاتي والتفاعل الطارد للحرارة السريع جداً بين النترات المعدنية وعصير الليمون، مما أدى إلى تكوين جزيئات النانو. أثناء عملية الاحتراق، تم إنتاج كمية كبيرة من الغازات مما منع تكتل الجسيمات النانوية. تم فحص حجم البلورات والتشكل وسلوك استشعار الغاز لـ MgO NPS. أظهرت نتائج التحليل الطيفي للأشعة فوق البنفسجية والمرئية امتصاصًا بالقرب من 250 نانومتر مما يشير إلى مقياس النانو

II–4–3التوليف الأخضر لهياكل MgO النانوية باستخدام مستخلصات الفطر

تم تقديم تقنية خضراء وفعالة من حيث التكلفة وصديقة للبيئة ، لإعداد هياكل MgO النانوية باستخدام المستخلص المائي لفطر الزر الأبيض.

II– 5–خصائص وتطبيقات الهياكل النانويةMgO

يحتوي أكسيد المغنيزيوم على بنية منتظمة مشابهة لتلك الموجودة في NaCl. في حالة Nano-MgO، يتم إنشاء كثافة كبيرة من المواقع النشطة تحفيزيًا بواسطة ذرات في مواقع مماثلة، مما يجعل الهياكل من المحتمل أن تكون محفزات غير متجانسة قوية. يتمتع أكسيد المغنيزيوم الاصطناعي أيضًا بميزات امتصاص ممتازة. تفاعل MgO هو مقياس لعدد المواقع المنشقة في كل وحدة مساحة. تعتمد الخواص الامتزازية والتحفيزية لـ MgO بشكل أساسي على التقنية التي يتم تحضيرها بها وفقا لبيلارسكا وآخرون، فإن ميزات أكسيد المغنيسيوم تجعلها مناسبة للاستخدام في إنتاج المواد العازلة للصناعات الكهروكيميائية والإلكترونية والسيراميك. يتمتع أكسيد الماغنسيوم بمقاومة كهربائية كبيرة ويؤدي إلى ارتفاع ثابت العزل الكهربائي. وقد تمت الإشارة إلى أن الخاصية الكهروكيميائية للأحزمة النانوية MgO يمكن أن تعزى إلى حدودها الحبيبية العديدة، ومساحة سطحها البارزة، وحجمها البلوري الصغير، ووجود عيوب سطحية. وقد وجد أن هذه الخصائص تؤثر على حساسية الأقطاب الكهربائية المعتمدة على المادة، وتزيد من تأثيرات المادة على تطور المستشعرات الكهروكيميائية للبنية الفينولية.

II – 5–1.نشاط مضاد للجراثيم

وأظهر مخلوف وآخرون، أن مسحوق أكسيد المغنيسيوم له خصائص مضادة للجراثيم. يتم تطبيق المادة على علاج المكورات العنقودية الذهبية وكذلك مزارع الإشريكية القولونية. ولوحظ أفضل تأثير مضاد للجراثيم من خلال تأثير كلا السلالتين البكتيريتين بطبقة جزئية من أكسيد الماغنيسيوم 8 نانومتر. وبعد 60 دقيقة من التعرض لأكسيد الشوق، نجا أقل من خمس الثقافتين فقط. وانخفضت القيمة لتصل إلى أقل من 5% و0.1% للمكورات العنقودية الذهبية والإشريكية القولونية بعد 4 ساعات من العلاج على التوالي. للمقارنة، أدى استخدام 23 نانومتر من أكسيد الماغنسيوم إلى انخفاض عدد البكتيريا إلى 40% و35% فقط في المكورات العنقودية والإشريكية القولونية.

II –5–2 الثأثيرات المضادة للسرطان

على العموم تطبيق تكنولوجيا النانو في علاج السرطان ،هو مجال مهم يرتبط بالعلوم والهندسة وكذلك المستحضرات الصيدلانية، ويحتوي على تحديد الجزيئات والتصوير والرعاية الطبية المستهدفة. تتمتع البلورات النانوية والجسيمات النانوية شبه الموصلة بخصائص بصرية ومغناطيسية وهيكلية مميزة. كما أنها تتفاعل مع الروابط التي تستهدف الأورام (مثل الببتيدات أو الأجسام المضادة أو الجزيئات الصغيرة). ومع ذلك، فإنهم لا يتعاملون مع الأورام والنيجونات (المؤشرات الحيوية) باعتبارها أورامًا ذات خصوصية عالية وتشابهًا في الأوعية الدموية. توفر

الجسيمات النانوية التي يتراوح حجمها من 1 إلى 100 نانومتر مساحات سطحية كبيرة جدًا للاقتران مع عوامل تشخيصية متعددة (على سبيل المثال النظائر أو البصرية أو الراديوية أو المغناطيسية) بالإضافة إلى العوامل العلاجية للسرطان. ولذلك، يمكن اعتبارها فرصة عظيمة لتطبيقها في السمات الطبية القائمة على المؤشرات الحيوية الجينية يمكن أن MgO NPsلعلاج الأمراض المزمنة مثل جميع أنواع السرطانات.في بعض الدراسات، تم التأكيد على أن يكون له تأثير قوي على الخلايا السرطانية

قام مبارك وزملاؤه بتقييم التأثير السام للخلايا لـMgO NPs على سرطان الثدي البشري، خلايا .MCF-7أظهر تلطيخ أكريدين برتقالي / بروميد إيثيديوم (AO / EB)عبر مجهر فلوري الاختلافات المورفولوجية في موت الخلايا المبرمج.

II – 5–3 توصيل المخدرات

يعد توصيل الأدوية أحد أكثر التطبيقات المشجعة لتقنية النانو في علاج بعض الأمراض المزمنة مثل السرطان .في بعض الأعمال، تم استخدام الهياكل النانوية لتوصيل الأدوية. ويمكن أيضًا استخدام الجسيمات النانوية في استهداف جينات خلايا معينة مثل الخلايا السرطانية. إن خصائص البنى النانوية، مثل نسبة الحجم/السطح الممكنة، وإمكانية تفصيل السطح، بالإضافة إلى الوظائف المتعددة، تمنحها إمكانات لتطبيقات توصيل الدواء نظرًا لأن الهياكل النانوية MgO مستقرة في ظل الظروف الصعبة، وفي الوقت نفسه، يمكن إعطاؤها للبشر، فهي ميزة إضافية لهذه الجسيمات في تطبيقات توصيل الأدوية.

II – 5–4تطبيق جسيمات أكسيد المغنيزيوم النانوية في معالجة مياه الصرف الصحي

يعد استخدام المواد النانوية المركبة حيويًا في المعالجة البيئية مثل معالجة مياه الصرف الصحي عن طريق عملية التحفيز الضوئي أمرًا محوريًا .تعد NPs المدعومة بيولوجيًا من MgO مواد واعدة للتخلص من الأصباغ العضوية في وسط مائي . يتم استخدام العديد من الأشكال المورفولوجية بما في ذلك الرقائق النانوية والصفائح النانوية والقضبان النانوية والأسلاك النانوية وأحجام الجسيمات المختلفة من مادة MgO النانوية كمادة ماصة في التحفيز الضوئي ضد الملوثات في مياه الصرف الصحي .تشودري وآخرون . تم تصنيع رقائق النانو MgO باستخدام مستخلص مائي من زهرة . Madhuca longifolia اختبر الباحثون جسيمات أكسيد الماغنيسيوم النانوية المكلسة عند درجة حرارة 450 درجة مئوية ضد إزالة صبغة النيجروزين عن طريق عملية التحفيز الضوئي باستخدام طريقة تاجوشي .لقد أبلغوا عن قدرة 86% على إزالة الصبغة بواسطة جزيئات MgO النانوية .وبالمثل , خان وآخرون

تم استخدام مستخلصات مائية من أوراق Dalbergia sissoo لتحضير جسيمات MgO النانوية ذات طاقات ذات فجوة نطاقية مختلفة .ووفقا لتحليلهم، فإن جسيمات أكسيد الماغنيسيوم النانوية ذات فجوة نطاق أقل .

المراجع باللغة اللاتينية

1.Kaviyarasu Kasinathan. Mohamed S. Elshikh. Nanomaterials for energy conversion. Biomedical and environmental application. Dunia Abdul-aziz AlfarrajEditors .ISSN 2524-5384 -2022.

2. MajedNejati, MojtabaRostami , HamedMirzaei.Green methods for the preparation of MgO nonmaterial's and their drug delivery, anti-cancer and anti-bacterial potentials: A review.Inorganic Chemistry Communications 136 (2022) 109107.

الفصل الثالث

العمل التطبيقي

III-1 النبتة المدروسة

تعد المناطق الجنوبية الشرقية الجزائرية الرائدة في إنتاج التمور(بسكرة 400.03 ألف طن ،الوادي 200.06الف طن ورقلة 100.04 ألف طن)

تحتوي التمور على نسبة قليلة من البروتينات ما يعادل 2.2غ/100غ ، كما أنه لا يحتوي إلا على آثار قليلة من الدهون ،و هو خال تماما من الفيتامينات AوC،كما أن التمر غني جداً بالبوتاسيوم (650 مع/100غ) و الحديد (3مغ/100غ) و المغنيزيوم(75مغ/100غ).

أما مسحوق نوى التمر فهو مصدر غني بالصوديوم إذ بلغ (336.66 مغ/100غ) وزن رطب ،يستخدم في معالجة الأمراض الصدرية المصحوبة بسعال.

III-1-1جني المادة النباتية المدروسة و تجفيفها

تم جني المادة النباتية (دقلة بيضاء)من المناطق الصحراوية الجزائرية(الواحات)، بعد قطف الثمار و أخذ النواة تم غسلها بالماء المقطر ومن ثم تجفيفها في الهواء تحت الظل، تليها مرحلة الطحن ثم حفظها في علب زجاجية في مكان جاف. وفق الشكل (III-1).

الشكل III-1 يوضح تحضير العينة النباتية

*تم إجراء هذا العمل في مخبر البحث العلمي للمناطق الجافة و شبه الصحراوية تقرت ، إذ تم تحضير عينات لجسيمات أكسيد المغنيزيوم النانوية باستخدام نفايات التمر(نوى التمر) في ظروف تجريبية مختلفة،ثم تحلل العينات و تحدد خصائصها الفيزيائية بتقنية الأشعة المرئية و فوق البنفسجية و تقنية الأشعة تحت الحمراء و الأشعة السينية المشتتة للطاقة لمعرفة مدى تأثير هذه الظروف على خصائص الجسيمات النانوية المحضرة.

III-2الأدوات و المواد و الأجهزة المستعملة

III-2-1 المواد والأدوات

المواد	الأدوات
كلوريد المغنيزيوم الماء المقطر مسحوق نوى التمر	يبشر–دورق مخروطي–بوتقة –ملعقة–زجاجة ساعة–مهراس هاون –مخبار مدرج–قمع فصل–حجر مغناطيسي–أنابيب بلاستيكية جافة

الجدول (III-1)المواد والأدوات المستعملة

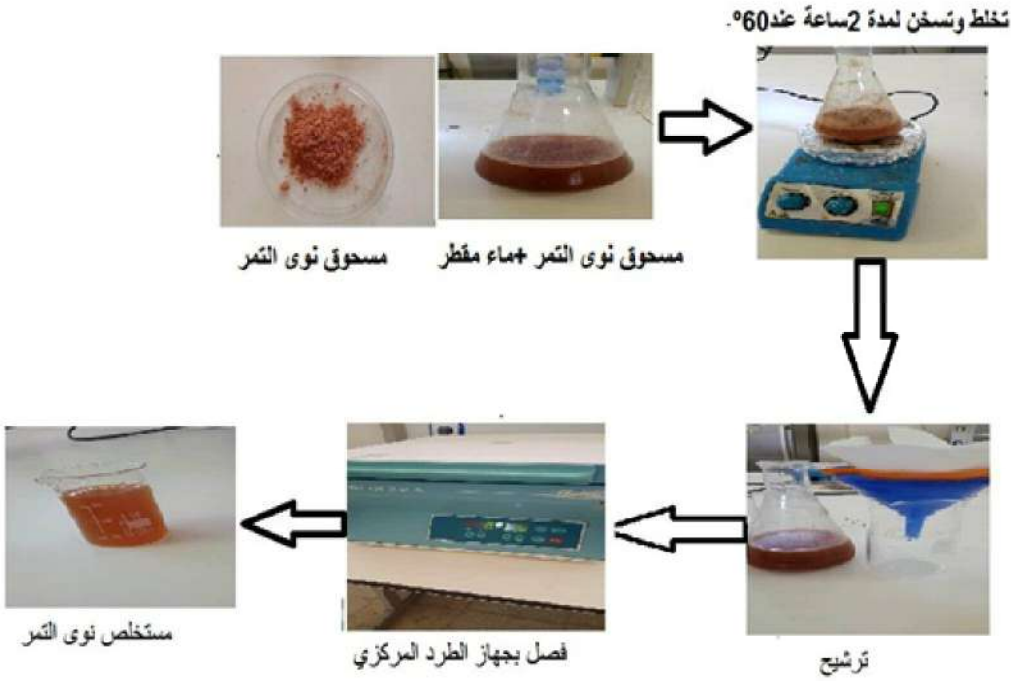
III-2-2الأجهزة المستعملة

	اسم الجهاز	
1	ميزان حساس	Sensitive balance
2	مخلاط مغناطيسي	Magnetic stirrer
3	فرن كهربائي	Oven
4	فرن موفل	four à moufle
5	مطيافية الأشعة تحت الحمراء	FT-IR
6	مطيافية الأشعة المرئية وفوق البنفسجية	UV-VISIBLE
7	مجهر المسح الالكتروني	MEB
8	جهاز الأشعة السينية المشتتة للطاقة	EDX
9	جهاز الطرد المركزي	Centrifuger

III-3طريقة العمل

III –3–1 تحضير المستخلص

تم تحضير المستخلص المائي لنوى التمر بإذابة 20gمن مسحوقها في 300ml ماء مقطر في حدود درجة 50C°لمدة ساعة مع الرج المغناطيسي في حدود 50C° لا تتعدى 70°C وفق الشكل (III-2).



الشكل III -2مراحل تحضير المستخلص

III-3–2 تحضير الجسيمات النانوية

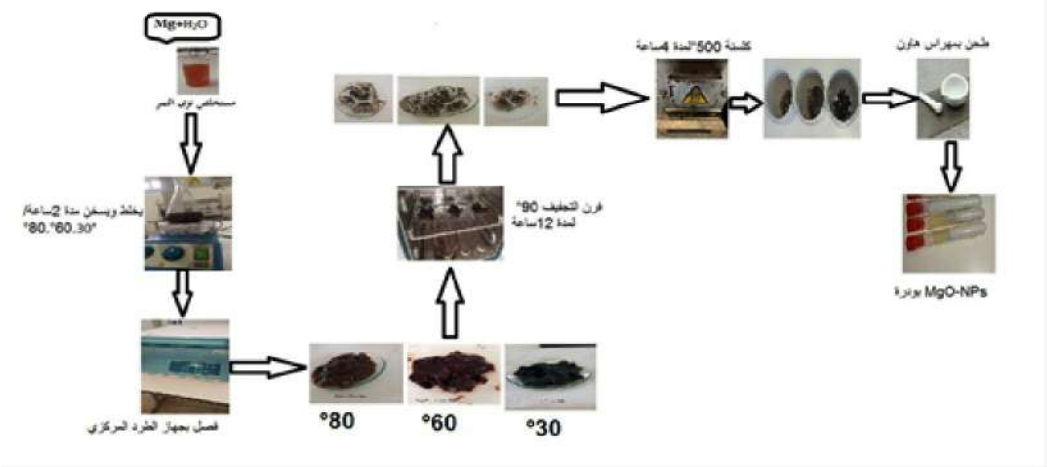
حضرت عينات لجسيمات أكسيد المغنيزيوم النانوية باستخدام المستخلص المائي لنوى التمر في ظروف تجريبية مختلفة (درجة حرارة التحضير ،التركيز،درجة حرارة الفرن).

III–3–2–1 تحضير الجسيمات النانوية باختلاف درجة حرارة التحضير

تم تحضير محلول كلوريد المغنيزيوم و ذلك بإذابة 6g من $MgCl_2$في 60ml ماء مقطر و خلطها مع 50ml من مستخلص نوى التمر،و وضع المحلول على محرك مغناطيسي لمدة 2 ساعة مع مراقبة درجة الحرارة حيث لا تتجاوز

30°Cطيلة فترة التفاعل،نفصل المحلول الناتج بجهاز الطرد المركزي لمدة 5 دقائق. جفف الراسب لمدة 12 ساعة بدرجة حرارة 90°c، ثم حرق بدرجة حرارة 500°C لمدة 4 ساعات ثم طحن بمهراس هاوين ليصبح جاهز لإجراء التحاليل . وفق المخطط(III-3).

ملاحظة تمت إعادة نفس التجربة عند 60°C و80°C

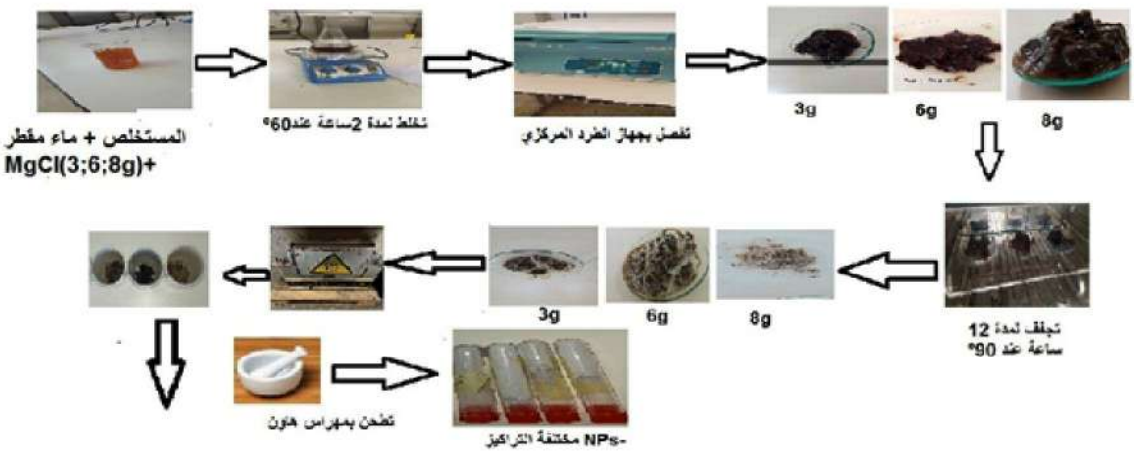


الشكل III-3 مراحل تحضير جسيمات أكسيد المغنيزيوم النانوية تحت درجات حرارة مختلفة

III- 3-2-2 تحضير الجسيمات النانوية باختلاف التركيز

تم تحضير كلوريد المغنيزيوم المائي و ذلك بإذابة3gمن $MgCl_2$ فـ60 mlماء مقطر و خلطها مع50mlمن مستخلص نوى التمر،و وضع المحلول على محرك مغناطيسي لمدة 2 ساعة مع مراقبة عدم ارتفاع درجة الحرارة أكثر من 60°Cطيلة فترة التفاعل،فصل المحلول الناتج بجهاز الطرد المركزي لمدة 5 دقائق. جفف الراسب لمدة 12 ساعة بدرجة حرارة 90°C، ثم حرق بدرجة حرارة 500°C لمدة 4 ساعات ثم طحن بمهراس هاوين ليصبح جاهز لإجراء التحاليل.

ملاحظة تمت إعادة نفس التجربة عند بإضافة 6g و 8g من $MgCl_2$.



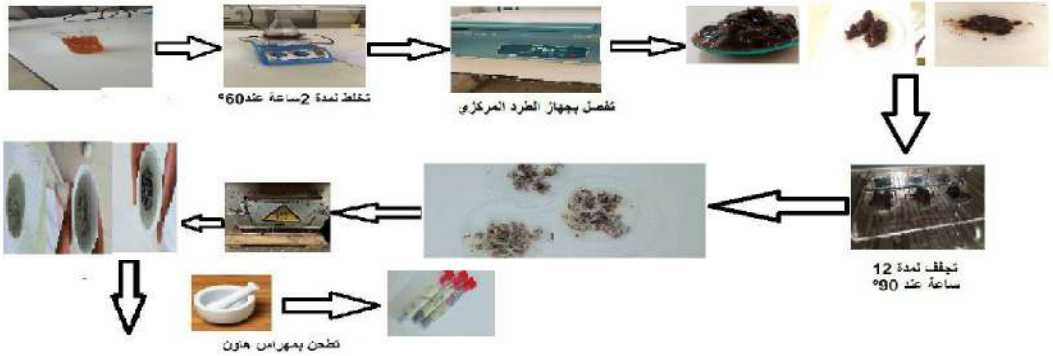
الشكل III-4 مراحل تحضير MgO-NPs بتراكيز مختلفة

III-3-2-3 تحضير الجسيمات النانوية باختلاف درجة حرارة الفرن

تم تحضير كلوريد المغنيزيوم المائي و ذلك بإذابة 6g من $MgCl_2$في 60ml ماء مقطر و خلطها مع 50ml من مستخلص نوى التمر،و وضع المحلول على محرك مغناطيسي لمدة 2 ساعة مع مراقبة عدم ارتفاع درجة الحرارة أكثر من 60°C طيلة فترة التفاعل،فصل المحلول الناتج بجهاز الطرد المركزي لمدة 5 دقائق. جفف الراسب لمدة 12 ساعة بدرجة حرارة 90°، ثم حرق بدرجة حرارة°450C لمدة 4 ساعات ثم طحن بمهراس هاوين ليصبح جاهز لإجراء التحاليل .

ملاحظة تمت إعادة نفس التجربة لعينتين إحداهما حرقت عند 600°C و الأخرى عند 800°C.

الشكل (III-5) يوضح خطوات تحضير أكسيد المغنيزيوم النانوي في درجات كلسنة مختلفة .



الشكل(III-5)يوضح مراحل تصنيع جسيمات أكسيد المغنيزيوم النانوية عند درجات كلسنة مختلفة

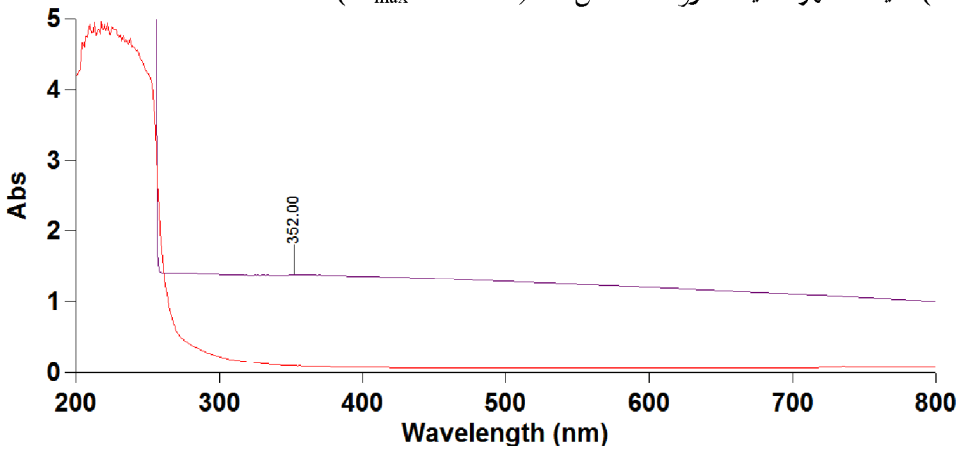
الفصل الرابع

النتائج و المناقشة

1-IV تشخيص جزيئاتMgO-NPs بواسطة الأشعة المرئية و فوق البنفسجية

تم تأكيد MgO-NPs المصنعة حيويا بواسطة طيف UV-Visibleفي المجال بين nm (200-800)

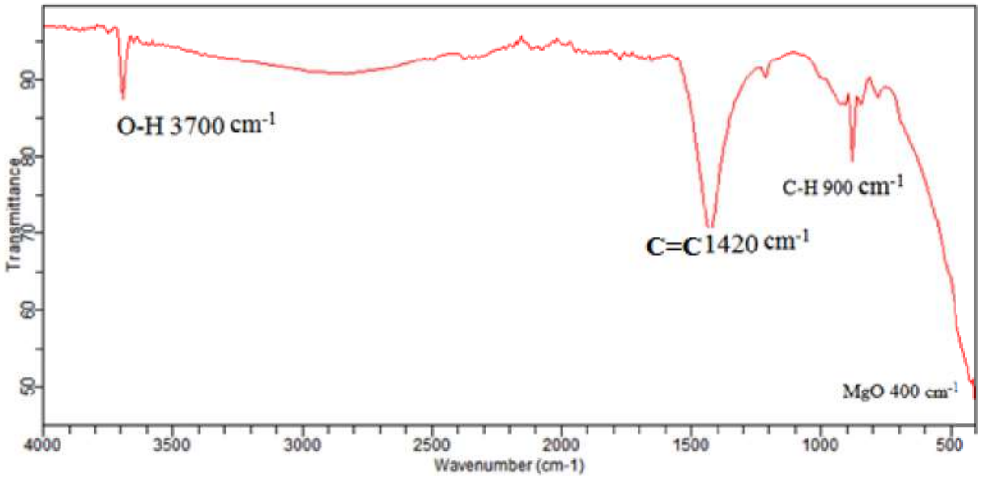
الشكل (1-IV) حيث أظهر الطيف ذروة امتصاص عند(λ_{max} = 352nm)



الشكل (1-IV) طيف امتصاص الأشعة المرئية وفوق البنفسجية لجزيئات أكسيد المغنيزيوم النانوية المحضرة من مستخلص نوى التمر

2-IVتشخيص جزيئات MgO-NPs بواسطة الأشعة تحت الحمراء FT-IR

تم تسجيل طيف الأشعة تحت الحمراء لجزيئات MgO –NPs.بعد تهيئتها على شكل أقراص مع بروميد البوتاسيوم KBr ضمن المجال cm^{-1}(4000-400) جرى تحديد مواقع حزم الامتصاص للمجموعات الوظيفية الفعالة ومحاولة تفسيرها بالاعتماد على ما ورد في الأدبيات مع ملاحظة التغيرات الحاصلة لهذه الحزم في الشكل والشدة .حيث بين الطيف ظهور حزمة امتصاص عند $3700\ cm^{-1}$ و تعود للرابطة O-H وهذا لوجود الماء في العينة .كما نلاحظ أيضا ذروة امتصاص عند $1420\ cm^{-1}$ والتي يمكن أن تكون للرابطة C=C,كما نجد قمة عند $900\ cm^{-1}$ والتي تعود إلى الرابطة C-Hوهذا لوجود مركبات عضوية في مستخلص نوى التمر .بينما القمة الجديدة التي تظهر عند cm^{-1} 450-400 فهي تعود MgO والتي تثبت أن المادة المصنعة هي MgO.

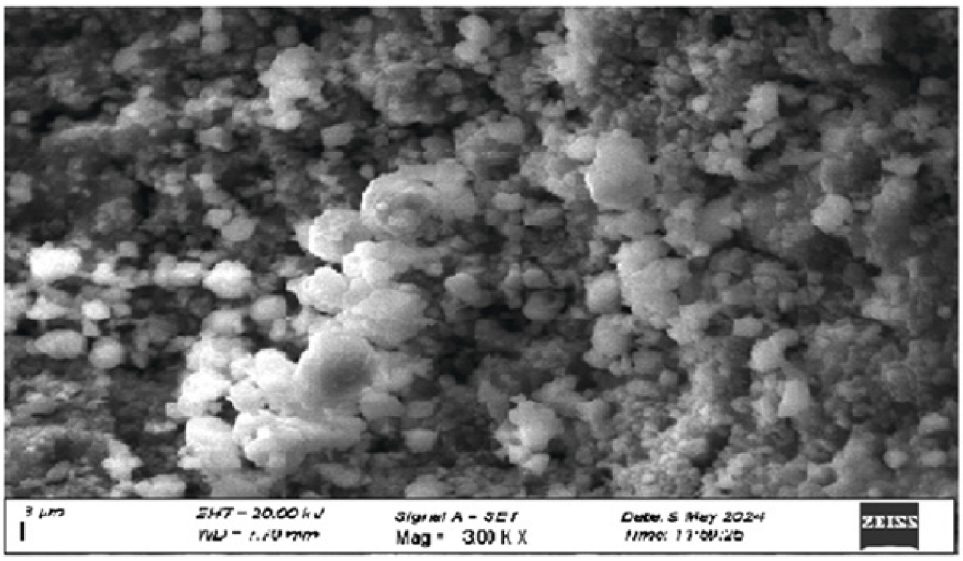


الشكل (IV-2) طيف امتصاص الأشعة تحت الحمراء لجزيئات أكسيد المغنيزيوم النانوية المحضرة من مستخلص نوى التمر

IV-3تشخيص MgO - NPS بواسطة المجهر الإلكتروني الماسح للانبعاثات (SEM)والأشعة السينية المشتتة للطاقة(EDX)

من أجل دراسة مورفولوجي جسيمات أكسيد المغنيزيوم النانوية، يتم تحديد الصور الطبوغرافية وحجم البلورة وشكل المسحوق الناتج باستخدام (SEM)تحليل لعينة MgO NPs(الشكلIV-3)، والتي من الواضح أنها في المقياس النانوي ولها شكل غير منتظم مع وجود جزيئات ذات أشكال كروية مختلفة الحجم على شكل تكتلات ، ومن المحتمل أن يكون هذا أيضًا بسبب التكثيف، مما يؤدي إلى ضيق المسافة بين الجزيئات وللتأكد من ذلك لمعرفة تركيب عناصر MgO NPsباستخدام المستخلص المائي لنوى التمر،تم استخدام محلل الأشعة السينية المشتتة للطاقة(EDX) لتحليل العينات الشكل (IV-4).تم التأكد من وجود عنصري المغنيزيوم والأكسجين في العينات بنسب جيدة وهو ما تم تأكيده بواسطة طيف الأشعة السينية المشتتة للطاقة(EDX) .أظهر تقدير الوزن الكمي للعناصر أن عينات الجسيمات النانوية تتكون من 23.79% مغنزيوم و 35.33% أكسجين لعينةMgO NPs ،مما يدل على نقاوة عناصر الجسيمات النانوية المدروسة إلى حد ما .كما لاحظنا وجود الكربون، والذي قد يكون نتيجة امتصاص العينة لثاني أكسيد الكربون من الغلاف الجوي،ربما أو من المستخلص المائي للتمر المستخدم.

(الشكلIV-3) صورة المجهر الالكتروني الماسح(SEM) لأوكسيد المغنزيوم النانوي



خاتمة

و في الختام نستنتج أن تقنية النانو ذات أهمية أساسية كبيرة، و من المرجح أن تؤدي إلى العديد من التطبيقات ، و التي بدورها حيث تلتقي و تتحد في العديد من العلوم كالفيزياء ، الكيمياء و البيولوجيا . و هي تشكل تحديات نظير بنيتها متناهية الصغر متفاوتة التطبيقات مما جعلها محل دراسة ممتدة و متسارعة.

الجسيمات النانوية هي مجال جديد تركز على تخليق واستخدام المواد النانوية، على سبيل المثال طريقة "الكيمياء الخضراء" والتي بدورها تفتح أفاقا جديدة في التحويلات الكيميائية والفيزيائية إن تم توظيفها في علم النانو ومن هنا نستنتج أن التخليق الأخضر للجسيمات النانوية من بين الطرق الأكثر استعمالا، وتتميز هذه الطريقة بسهولتها وعدم تكلفتها العالية إضافة إلى أنها آمنة بيئيا مما يجعلها طريقة مفضلة.

كرست هذه الدراسة لمعرفة الجسيمات النانوية و التعرف على علم النانو ،طرق تصنيعها و كذا تطبيقاتها، و التعرف على جسيمات المغنيزيوم النانوية و كذا طرق تخليقها و تشخيصها ،تم تشخيص الجسيمات النانوية المتحصل عليها بجهاز مطيافية الأشعة المرئية و فوق البنفسجية (UV-VIS) حيث كان الامتصاص الأعظمي عند 352_{nm} ، و مطيافية الأشعة تحت الحمراء (FTIR) التي اوضحت وجود مركبات كيميائية الناتجة من المستخلص العضوي لنوى التمر بالاضافة إلى قمة جديدة عند 400_{cm-1} و التي تعود لMgO ، اما التشخيص بواسطة الجهاز الإلكتروني الماسح (SEM)و مطيافية الأشعة السينية المشتتة للطاقة (EDX) حيث أظهر تقدير الوزن الكمي للعناصر أن عينات الجسيمات النانوية تتكون من 23.79% مغنزيوم و 35.33% أكسجين لعينةMgO NPs ، كما نأمل في استكمال تحليل الأشعة السينية (RDX).

وفي الأخير نأمل أن يزداد اهتمام الطلبة والباحثين والعلماء المتخصصين بعلم النانو وتقنية النانو وكتابة ونشر المزيد من الأبحاث حول هذه التقنية التي أصبحت تغزو العالم،والعمل على الاستفادة من خواص المواد النانوية في ابتكارات واختراعات تفيد البشرية في كل مجالات الحياة وتسهيلها، وبما أن النانو هو محور اهتمام العالم لذلك نأمل أن يزداد الاهتمام به في بلدنا الجزائر، ويصبح بلدنا من أكثر الدول سعيا للبحث في هذه التقنية و جديدها لتتمكن من اللحاق بالركب العالمي وإطلاق العنان للطاقات العلمية والعقول الموجودة في البلد لإثبات جدارتهم وكفاءتهم.