رقم الترتيب:.....

رقم التسلسل:.....

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

جامعة قاصدي مرباح ورقلة

كلية الرياضيات وعلوم المادة

قسم الكيمياء

مذكـرة مقدمة ضمن استكمال متطلبات نيل شهادة ماستر أكاديمي

فـــي الكيـــمياء.

التخصص: كيمياء تطبيقية.

من إعداد: لخشاخش رميساء

بعنـــوان :

دراسة النشاط المضاد للبكتيريا و المضاد للأكسدة لجسيمات النيكل النانوية المحضرة وفق تقنية الكيمياء الخضراء

نوقشت يوم : 05 جوان 2022

زروقي حياة	أستاذ محاضر (أ)	جامعة قاصدي مرباح ورقلة	رئيسا
مصطفى بن علي	أستاذ محاضر (أ)	جامعة قاصدي مرباح ورقلة	ممتحن
نجيمي محمد السعيد	أستاذ محاضر (أ)	جامعة قاصدي مرباح ورقلة	مشرفا

السنة الجامعية : **2023/2022**

الاهداء

مرت قاطرة البحث بكثير من العوائق، ومع ذلك حاولت أن أتخطاها بثبات بفضل من الله ومنه انتهت الحكاية رفعت قبعتي مودعة للسنين التي مضت و منه أهدي نجاحي وتخرجي في وما وصلت اليه اليوم بعد فضل من الله الى هديّتي من الله، والنعمة الكبيرة التي أعيشها إلى من يؤمنون بك حين يخذلك الجميع الى ملكة حياتي "**امي**" والى " **أبي**" صاحب السيرة العطرة و العقلية المستنيرة والمرشد الخاص لي في حياتي أطال الله في عمرهما فأنا أعلم علم اليقين أنه لو لا الله ثم جهودكم ورعايتكم ووقوفكم الى جانبي دائما في تسهيل الصعاب لما كنت اليوم كما انا واقفة بفرحة التخرج كما انني اعلم انه مهما كتبت من وصف وقدمت لهما لما وفيت بحقهما إلى من رافقتني منذ أن حملنا حقائب صغيرة ومعك سرت الدرب خطوة بخطوة وما تزال ترافقني حتى الآن أختي و أبنائها " معتز بالله و أميرة" و إلى من هم اقرب أليّ من روحي إلى من شاركني حضن ألام وبهم استمد عزتي وإصراري اخوتي و الى زوجة اخي الغالية و الى اختاي اللاتي لم تلدهما امي و التي تطلعتا على عثراتي وعيوبي، واجتهدتا في إخفائها دون أن تكونا يدا تضغط على الجرح صديقاتي رجاء و رانيا شكرا جزيلًا للدكتور المشرف " محمد السعيد النجيمي " على دعمك الجليل لي في إنجاز هذا البحث والخروج به على هذه الصورة الحسنة والناجحة، فأنا أقدر لك تفكيرك وتعبك في هذا الوقت العصيب من حياتي الدراسية

الشكر و العرفان

الحمد لله الذي وهبنا التوفيق و السداد و منحنا الثبات و اعاننا على اتمام هذا العمل بعد ان وضعنا النقاط على الحروف و كشفنا ما وراء ستار العلم و المعرفة فها هي ثمار علمنا قد اينعت وحان قطافها

فلا بد لنا و نحن نخطو خطواتنا الاخيرة في الحياة الجامعية من وقفة نعود الى اعوام قضيناها في رحاب الجامعة مع اساتذتنا الكرام الذين قدموا لنا الكثير باذلين بذلك جهودا كبيرة في بناء جيل الغد و قبل ان نمضي نقدم أسمى آيات الشكر و الامتنان و التقدير و المحبة الى الذين حملوا أقدس رسالة في الحياة

"كن عالما .. فإن لم تستطع فكن متعلما ، فإن لم تستطع فأحب العلماء ،فإن لم تستطع فلا تبغضهم"

الى الذين مهدوا لنا طريق العلم و المعرفة الى جميع أساتذتنا الافاضل

و أخص بالتقدير و الشكر الدكتور : محمد السعيد النجيمي

الذي تفضل بالإشراف على هذا البحث فجزاه الله عنا كل خير فله منا كل التقدير والاحترام كما نتقدم بجزيل الشكر الى أعضاء لجنة المناقشة الموقرة الاستاذ "مصطفى بن علي" و رئيس اللجنة الأستاذة "زروقي حياة" لقبولهم مناقشة هذه المذكرة و افادتنا بتصحيحاتهم و توجيهاتهم.

و كذلك نشكر كل من ساعد على اتمام هذا البحث و قدم لنا يد المساعدة لإتمام هذا البحث

الملخص

إن النهج الحيوي في تخليق الجسيمات النانوية المعدنية هو الاتجاه الأكثر اهتماما في علم النانو في الآونة الأخيرة. و الذي يُعزى إلى حقيقة أنها طريقة حميدة بيئيًا وداعمة للكيمياء الخضراء وهي آمنة للاستخدام وخالية من الملوثات الكيميائية للتطبيقات البيولوجية حيث يكون النقاء مصدر قلق في تحضير هذه الجسيمات عند استخدامها في التطبيقات الطبية الحيوية. و يعد استخدام المصادر النباتية والكيانات البيولوجية المختلفة و المستخلصات أو الإنزيمات أو البروتينات للتخليق الحيوي للجسيمات النانوية المعدنية مجالًا مبتكرًا في أبحاث تكنولوجيا النانو الحديثة. وتصنيع جزيئات أكاسيد المعادن النانوية (Mo NPs) لتحسين خصائصها فاعليتها كمضادات للبكتيريا ومضادات الأكسدة

وكان اقتراحنا واختيارنا لهذا البحث والمتمثل في دراسة النشاط المضاد للبكتيريا و المضاد للأكسدة لجسيمات النيكل النانوية المحضرة باستخدام تقنية الكيمياء الخضراء

الكلمات المفتاحية: الكيمياء الخضراء – جسيمات النيكل النانوية –– مضادات للبكتيريا –– مضادات الأكسدة

Summary :

The biotic approach to the synthesis of metal nanoparticles is the most interesting trend in nano science in recent times. This is due to the fact that it is an environmentally friendly and supportive method of green chemistry and is safe to use and free of chemical contaminants for biological applications where purity is a concern in the preparation of these particles when used in biomedical applications. The use of plant sources, various biological entities, extracts, enzymes or proteins for the biosynthesis of metal nanoparticles is an innovative field in modern nanotechnology research. Manufacture of metal oxides nanoparticles (MO NPs) to improve their antibacterial and antioxidant properties;

Our suggestion and choice for this research was to study the antibacterial and antioxidant activity of nickel nanoparticles prepared using green chemistry technique.

Key words: green chemistry – nickel nanoparticles – antibacterials – antioxidants

الفهرس	الصفحة

الإهداء..... I
شكر وعرفان..... II
الملخص..... III
فهرس العناوين V
فهرس الاشكال..... XI
فهرس الجداول..... XIV
قائمة الاختصارات..... XV
المقدمة..... 01

الجـزء النـــظــري

الفصل الأول I: ماهية المواد النانوية و طرق تحضيرها و تشخيصها

مقدمة..... 05
I.1.تعريف المواد النانوية 05
I.2.نشأة تقنية النانو..... 06
I.3. تصنيفات تقنية النانو..... 06
I .3.1.مواد صفرية الأبعاد..... 06
I.3. 2.مواد أحادية الأبعاد..... 06
I.3. 3.مواد ثنائية الأبعاد..... 06
I.3.4.مواد ثلاثية الأبعاد..... 06
I.4. خصائص تقنية النانو..... 07
I .4.1.الخصائص الميكانيكية..... 07
I.4.2.الخصائص البصرية..... 07
I .4.3.الخصائص الكهربائية..... 08
I .4.4.الخصائص الكيميائية..... 08
I .4.5.الخصائص المغناطيسية..... 08
I .4.6.درجة الانصهار 08
I. 5 . أشكال المواد النانوية 08
I. 5.1 النقاط الكمية 08
I. 5.2 الفولورين..... 09
I. 5.3 الكرات النانوية 09
I. 5.4 الجسيمات النانوية..... 09
I. 5.5 الانابيب النانوية..... 10
I. 5.6 الالياف النانوية..... 11
I. 5.7 المركبات النانوية 11
I. 5.8 الاسلاك النانوية..... 11
I.6. تحضير و تصنيع مركبات النانو..... 12

1.6.I الطرق الكيميائية..... 13
1.1.6.I. الترسيب الكيميائي بالبخار (CVD)..... 13
2.1.6.I الترسيب الكيميائي..... 14
3.1.6.I طريقةsol gel..... 14
4.1.6.I الاختزال الكيميائي..... 16
5.1.6.I تكاثف الغاز الخامل..... 16
6.1.6.I تقنية الانحلال الحراري..... 16
2.6.I الطرق الفيزيائية..... 17
1.2.6.I تقنية المذيبات القطبية..... 17
2.2.6.I الاستئصال بالليزر..... 17
3.2.6.I ترسيب البخار الفيزيائي (PVD)..... 17
3.6.I الطرق الميكانيكية..... 17
1.3.6.I التركيب الميكانيكي..... 17
2.3.6.I عملية الرصد و التزجيج الاولى..... 17
3.3.6.I تقنيات التشوهات القوية..... 18
4.3.6.I طريقة الطحن..... 18
5.3.6.I طريقة التنفيل..... 18
4.6.I الطريقة البيولوجية..... 18
1.4.6.I باستخدام البكتيريا..... 18
2.4.6.I باستخدام الفطريات..... 19
3.4.6.I باستخدام الفطريات الشعاعية..... 19
4.4.6.I باستخدام النباتات..... 20
5.4.6.I باستخدام الخمائر..... 21
6.I تشخيص الجسيمات النانوية..... 22
1 .7. I مطياف الامتصاص المرئي للأشعة الفوق بنفسجية UV–Vis 23
2.7.I مطيافيةFourier لتحويل الاشعة تحت الحمراء(FT- IR)..... 24
3.7.I مطيافية الأشعة السينية الضوئية..... 26
4.7.I التحليل الطيفي للأشعة السينية المتشتتة للطاقة..... 26
5.7.I مطيافية fluorescent 27
6.7 I مطياف الامتصاص الذري(AAS)... 27
7.7.I التقنيات الميكروسكوبية..... 27
1.7.7.Iالمجهر الإلكتروني للإرسال (TEM)..... 27
2.7.7 .I المجهر الإلكتروني الماسح (SEM)..... 28
الخلاصة 29
المراجع..... 30

الفصل الثاني II : تطبيقات تقنية النانو

مقدمة..... 36

II. 1 - تطبيقات تقنية النانو..... 36

II.1.1- تطبيقات مضادات الميكروبات..... 36

II.2.1 - تطبيقات التحفيز الضوئي..... 37

II.3.1 – الخواص البصرية 38

II.4.1 – التلؤلؤ الضوئي 39

II.5.1- تطبيقات النانو تكنولوجي في مجال الالكترونيات..... 40

II. 1.5.1- الجسيمات النانوية كمستشعر كهروكيميائي 40

II.2.5.1- في مجال الحساسات 41

II.3.5.1- في مجال الترانزستوات 43

II.6.1 – الجسيمات النانوية في الطب 43

II.1.6.1 – الكشف عن الامراض 44

II.2.6.1- في مجال العمليات الجراحية 45

II.3.6.1 – في مجال علاج السرطان 45

II.4.6.1 – في مجال توصيل الدواء..... 46

II.5.6.1 – في مجال الادوية و العقاقير النانوية 48

II.7.1 – المساعدة في جراحة الأورام..... 49

II.8.1 – الجسيمات النانوية في الصناعات الغذائية..... 49

II.9.1 – تطبيقات النانو في البيئة 51

II.10.1 – التطبيقات الزراعية 52

II.10.1 .1 – اعادة ترتيب الجينات 53

II.11.1- هندسة المواد..... 53

II.12.1- الجسيمات النانوية في مستحضرات التجميل..... 54

الخلاصة 54

المراجع..... 55

الفصل الثالث III : دراسة الفعالية المضادة للبكتيريا و المضادة للأكسدة

مقدمة..... 59

III.1- الجذور الحرة..... 59

III.1.2- نشأة الجذور الحرة و أضرارها..... 59

III.1.3- أنواع الجدور الجرة 60

III.1.4- أسباب زيادة الجذور الحرة 60

III.2- مضادات الأكسدة..... 61

III.2.1- تعريف مضادات الأكسدة..... 61

III.2.2- تصنيف مضادات الأكسدة 61

III.2.2.1 - مضادات الأكسدة الطبيعية..... 61

III.2.2.2 – مضادات الأكسدة الإصطناعية..... 61

III.2.3- الفعالية المضادة للبكتيريا..... 62

III.3- مفهوم البكتيريا 62

III.3.1 – خصائص البكتيريا 63

III.3.2 – مبادئ تصنيف البكتيريا 64

الخلاصة..... 68

المراجع 69

الفصل الرابع IV : الجزء العملي

مقدمة..... 72

التخليق الحيوي الأخضر لجسيمات أكسيد النيكل النانوية في الصمغ العربي و فحص تأثيراتها السامة على الخلايا و تأثيراتها التحفيزية الضوئية و المضادة للبكتيريا..... 72

مقدمة 72

IV.1.1- التجريبية..... 73

IV.1.1. 1- المواد..... 73

IV.1.1. 2- توليف NiO–NPs 73

IV.1.1. 3- دراسات النشاط المضاد للسرطان..... 75

IV.1.1. 3. 1- زراعة الخلايا..... 75

IV.1.1. 3. 2- النشاط السام للخلايا في المختبر NiO–NPs بواسطة مقايسة MTT 76

IV.1.1. 4- دراسات النشاط المضاد للبكتيريا..... 76

IV.1.1. 5- دراسة نشاط التحفيز الضوئي..... 77

IV.2.1- النتيجة والمناقشة..... 77

IV.2.1. 1- التوصيف..... 77

IV.2.1. 2- تحليل TGA / DTA..... 78

IV.2.1. 3- دراسة XRD..... 78

IV.2.1. 4- تحليل FTIR..... 80

IV.2.1. 5- تحليل UV–Vis..... 81

IV.2.1. 6- صور FESEM / EDX / PSA..... 82

IV.2.1. 7- تحليل VSM..... 83

IV.2.1. 8- تقييم نشاط السمية الخلوية باستخدام NiO–NPs..... 84

IV.2.1. 9- تقييم النشاط المضاد للبكتيريا من NiO–NPs..... 85

IV.2.1. 10- تقييم نشاط التحفيز الضوئي..... 86

الخلاصة 87

2.IV- خصائص مضادات الميكروبات و مضادات الأكسدة NiO للجزيئات النانوية باستخدام مستخلص الفجل 88
المقدمة 88
1.2.IV - المواد و الادوات المستخدمة..... 88
2.2.IV- استخراج مستخلص الفجل 89
3.2.IV- توليف NiO NPs 89
4.2.IV- التوصيف..... 89
5.2.IV- فحص مضاد للجراثيم..... 90
6.2.IV- فحص مضادات الأكسدة..... 90
7.2.IV- النتائج والمناقشة..... 91
7.2.IV. 1- تحليل EDX 92
7.2.IV. 2- تحليل XRD 93
7.2.IV. 3- تحليل TEM..... 95
7.2.IV. 4- تحليل DRS..... 96
7.2.IV. 5- تحليل FTIR..... 97
8.2.IV- نشاط مضاد للجراثيم..... 98
9.2.IV- النشاط المضاد للأكسدة..... 100
الخلاصة..... 102
خلاصة الجزء العملي 102

فهرس الأشكال

الشكل	الفصل الاول : ماهية المواد النانوية و طرق تحضيرها و تشخيصها	الصفحة
01.I	مقارنة حجم المواد من المستوى الكلي إلى المستوى الذري	05
02.I	تصنيف المواد النانوية المختلفة على أساس البعد	07
03.I	صورة توضح النقاط الكمية	09
04.I	صورة توضح مظهر الجسيمات النانوية	10
05.I	صورة توضح الانابيب النانوية	10
06.I	صورة توضح الاسلاك النانوية	12
07.I	نهج تحضير الجسيمات النانوية (التصاعدي و التنازلي)	12
08.I	مخطط يوضح عمليات تصنيع الجسيمات النانوية	13
09.I	المفهوم الاساسي لعملية ترسيب البخار الكيميائي CVD	14
10.I	(أ) جدار ساخن و (ب) جدار بارد CVD	14
11.I	رسم تخطيطي مبسط يبين مراحل انتاج المواد النانوية من خلال طريقة الصول جل الكيميائية	15
12.I	(أ) هلام , (ب) صول جل , (ج) مادة صلبة متجانسة	16
13.I	رسم تخطيطي ثلاثي الابعاد يوضح شكل و محتويات اسطوانة من الصلب تحتوي على كرات تعمل كوسط لسحق المادة المراد الحصول على مسحوق حبيباتها النانوية	18
14.I	تفاعلات الكائنات الحية الدقيقة المعدنية	19
15.I	تركيب الجسيمات النانوية باستخدام المستخلصات النباتية	21
16.I	عمل مقياس الطيف الضوئي بالأشعة فوق البنفسجية المرئية المزدوجة	24
17.I	مخططات UV/Vis	24
18.I	عمل مقياس الطيف الضوئي بالأشعة تحت الحمراء بتحويل فورييه	25
19.I	أطياف FT-IR من NiO-NPs المركبة عند 300 و400 و500 و 600 درجة مئوية.	25
20.I	يوضح أنماط XRD NiO-NPs في درجات حرارة مختلفة.	26
21.I	دراسة SEM لل CuO NPs الحيوية	28
22.I	صور TEM من CuO NPs الحيوية.	29
	الفصل الثاني : تطبيقات تقنية النانو	

23.II	تطبيقات متعددة الوظائف لتقنية النانو في مختلف المجالات.	36
24.II	رسم تخطيطي يوضح طريقة تركيب احدى الحساسات النانوية المؤلفة من أنابيب الكربون .	43
25.II	يمثل مخطط للتطبيقات المختلفة للجسيمات النانوية في العلوم الطبية : التشخيصية و العلاجية	44
26.II	يوضح شكلا افتراضيا للنانو روبوت المتوقع انتاجه مستقبلا في اجرائه لاستئصال موضعي لورم سرطاني داخلي.	45
27.II	يبين كيفية استخدام الجسيمات النانوية في علاج السرطان	46
28.II	الجسيمات النانوية متعددة الوظائف للتصوير الجزيئي و توصيل الادوية و العلاج	48
	الفصل الثالث: دراسة الفعالية المضادة للبكتيريا و المضادة للاكسدة	
29.III	بنيات بعض مضادات الأكسدة الاصطناعية	62
30.III	بنية الخلية البكتيرية	63
31.III	ملاحظة بكتيريا Esherichia coli بالميكروسكوب	67
32.III	ملاحظة بكتيريا *Staphylococcus aureus* بالمكروسكوب الالكتروني	67
33.III	ملاحظة بكتيريا *P.aeruginosa* بالمجهر الالكتروني	67
34.III	بكتيريا *Staphylococcus auris* بالمجهر الالكتروني	68
	الجزء العملي	
35. IV	خطة التخليق الحيوي NiO–NPs.	**74**
36. IV	الخطة التخطيطية لآلية التخليق الحيوي للجسيمات النانوية لأكسيد المعدن.	**75**
37. IV	مخطط TGA / DTA لـ NiO–NPs	**78**
38. IV	أنماط XRD NiO–NPs في درجات حرارة مختلفة.	**79**
39. IV	مخططات FTIR لـ NiO–NPs	**81**
40. IV	مخططات UV–Vis (أ) وفجوة الحزمة (ب) لـ NiO–NPs.	**82**
41. IV	صورة FESEM (أ) وحجم الجسيمات (ب) و EDX (ج) من NiO–NPs عند 500 درجة مئوية	**83**
42. IV	منحنيات التباطؤ المغناطيسي (M - H) من NiO-NPs.	**84**
43. IV	تأثير السمية الخلوية لـ NiO-NPs على خلايا النفثالينات العادية (أ) وعلى خطوط الخلايا السرطانية U87 MG (ب) عبر مقايسة MTT.	**85**

44. IV	التحقيق في النشاط المضاد للبكتيريا من NiO-NPs.	**86**
45. IV	تدهور بروميد الميثيل بمرور الوقت في غياب الأشعة فوق البنفسجية الطويلة الضوء (أ) وتحت ضوء الأشعة فوق البنفسجية (ب) باستخدام NiO–NPs.	**87**
46. IV	تفاعل كيميائي لتخليق NiO NPs في وجود مستخلص نباتي	92
47. IV	طيف EDX من مسحوق NiO NPs	93
48. IV	حيود XRD لـ NiO NPs المكلس عند درجة حرارة 100ºC و 300ºC و 600ºC و 900ºC	94
49. IV	TEM Micrographs من NiO NPs المركب المكلس في درجات حرارة مختلفة : أ=100ºC و ب= 300ºC و ج=600ºC و د= 900ºC	95
50. IV	Tauc plot (داخلي : أطياف DRS) من NiO NPs المكلس عند 100ºC و 300ºC و 600ºC و 900ºC	96
51. IV	أطياف FTIR من NiO NPs المكلس عند 100ºC و 300ºC و 600ºC و 900ºC	98
52. IV	تمثيل تصويري للنشاط المضاد للميكروبات ل NiO NPs ضد البكتيريا المختارة a=B , b= S.aureus و c=E.coli و d=P.aeruginosa	98
53. IV	الية مقترحة لتركيب المواد النانوية مثل Cr_2O_3 و Eu_2O_3 و Co_2O_3	93

فهرس الجداول

الجدول	الفصول	الصفحة
	الفصل الاول : ماهية المواد النانوية و طرق تحضيرها و تشخيصها	
01.I	تخليق الجسيمات النانوية باستخدام الخمائر	22
02.I	الأدوات التحليلية الأساسية المستخدمة لتوصيف الجسيمات النانوية	23
	الفصل الثاني : تطبيقات تقنية النانو	
3.II	يمثل أمثلة لبعض من المنتجات الغذائية المنتجة بواسطة تكنولوجيا النانو	50
	الجزء العملي	
04. IV	النتائج التي تم الحصول عليها نمط XRD من NiO–NPs.	80
05. IV	النتائج التي تم الحصول عليها من أطياف UV–Vis.	82
06. IV	المواد و الادوات المستخدمة	88
07. IV	النشاط المضاد للبكتيريا (قياس بالمليمتر) من NiO NPs ضد الانواع البكتيرية	99
07. IV	قيم $IC_{50}(gml^{-1})$ و سلوك الكسح الجدري المئوية لـNiO NPs في درجات حرارة مختلفة	100

قائمة الاختصارات

الرمز	التسمية بالانجليزية	التسمية بالعربية
WTEC	American International Technology Assessment Center	مركز تقييم التقنية العالمي الامريكي
SPR	small particle detector	كاشف الجسيمات الصغيرة
CVD	chemical vapor deposition	الترسيب الكيميائي بالبخار
Mo NPs	Metal oxide nanoparticles	جسيمات اكسيد المعادن النانوية
PVD	physical vapor deposition	ترسيب البخار الفيزيائي
TEM	transmission electron microscope	المجهر الإلكتروني للإرسال
AAS	atomic absorption spectrometry	مطياف الامتصاص الذري
XRD	X-ray photoelectron spectroscopy	مطيافية الأشعة السينية الضوئية
SEM	scanning electron microscope	المجهر الإلكتروني الماسح
EDX	Energy-dispersive X-ray spectroscopy	التحليل الطيفي للأشعة السينية المشتتة للطاقة
MEMS	Microelectromechanical systems technology	تقنية النظم الكهرو ميكانيكية الصغرى
GPS	positioning system	نظام تحديد الموقع
DNA	deoxyribonucleic acid	الحمض النووي الريبوزي منقوص الأكسجين

المقدمة

المقدمة :

تعد تقنية النانو تكنولوجي (من بين التقنيات المتناهية في الصغر) Nanotechnology من مجالات البحث الجديدة و النشطة و السريعة جدا و اصبحت تحظى باهتمام كبير في كل انحاء العالم حيث يشهد العالم الان سباقا محموما بين مراكز الابحاث و الصناعة من اجل توظيف النانو تكنولوجي في الصناعات و المنتجات الجديدة .

و علم النانو هو علم تعديل الجزيئات او الذرات لصنع منتجات جديدة ويطلق هذا التعبير على اي تقنية تعمل على مستوى المقاسات الفائقة الصغر و يمثل النانو جزءا من المليار من المتر و يعكس هذا المقياس حجم القفزة التي تقوم بها هذه التقنية قياسا الى التقنية الدقيقة (المجهرية) Microtechnology التي انتجت الحواسيب و الترانزيستورات و كل المعدات الالكترونية و تقلل تقنية النانو الابعاد بنحو 1000 مرة و بذلك تقلل المساحة بنحو مليون ضعف و يؤدي هذا الى زيادة السرعة و تقليل استهلاك الطاقة لهذه المعدات حيث تم إنشاء مجموعة متنوعة من التقنيات لتقييم قابلية البكتيريا للحياة ، ولكل منها مزايا وعيوب فريدة ، ويجب فهمها من أجل تحديد فعالية الجسيمات النانوية (قطرها $\leq$ 100 نانومتر) كعوامل مضادة للميكروبات .

و تعتبر النانو تكنولوجي من العلوم المستقبلية التي تحظى بطلب متزايد في الصناعة و الطب و قطاع النقل و المواصلات و الاتصالات و ذلك لما لها من تطبيقات غير مسبوقة في جميع المجالات حيث يتم حاليا تطوير تطبيقات النانو في جميع مجالات الصناعة تقريبا بما فيها صناعة الالكترونيات و انتاج و خزن الطاقة و تطوير المواد هذا فضلا عن تطبيقاتها الواعدة في مجال الطب و الصحة كما يذكر ان هناك منتجات استهلاكية تستخدم تقنية النانو في صنعها من بينها مستحضرات التجميل كما انها تستخدم كأساس عند تصميم انظمة جديدة من الاسلحة و مما يجعل هذا المجال في غاية الاهمية هي قواعد هذه التكنولوجيا حيث تعتمد بشكل كبير على العامل البشري و الثروات الطبيعية و في نفس الوقت ذات كلفة متواضعة و التي تؤهلنا للدخول لعصر النانو .

و بسبب الخصائص الفيزيائية والكيميائية الفردية للجسيمات النانوية في تثبيط نمو البكتيريا ، حدث تحسين في إجراء البحوث على الجسيمات النانوية وتطبيقاتها كعوامل مضادة للميكروبات فتم استخدام العديد من

الجسيمات النانوية المعدنية أو أكاسيد المعادن ، بما في ذلك النحاس والذهب و أكسيد النيكل في مجالات الطب والبيولوجيا والصيدلة حيث يعتمد التطبيق البيولوجي للجسيمات النانوية على نشاطها المضاد للبكتيريا تجاه أنواع مختلفة فيمكن أن يؤدي التأثير المضاد للبكتيريا للجسيمات النانوية إلى تغيير شكلها وتشكلها وحجمها ومجموعتها الوظيفية بدلاً من ذلك يمكن أن يؤدي استخدام الجسيمات النانوية غير العضوية إلى مضاعفة تطبيقها نظرًا لاستقرارها وسلامتها بعد مطابقتها مع الجسيمات النانوية العضوية و بعض الخصائص الأساسية للجسيمات النانوية لأكسيد المعادن هي نشاطها المضاد للبكتيريا ضد البكتيريا سالبة الجرام والبكتيريا موجبة الجرام حيث تتسبب الجسيمات النانوية في تعطيلها وربطها بالجزيئات الكبيرة البيولوجية مما يؤدي إلى إبادة الجراثيم، البكتيريا والفيروسات والفطريات.

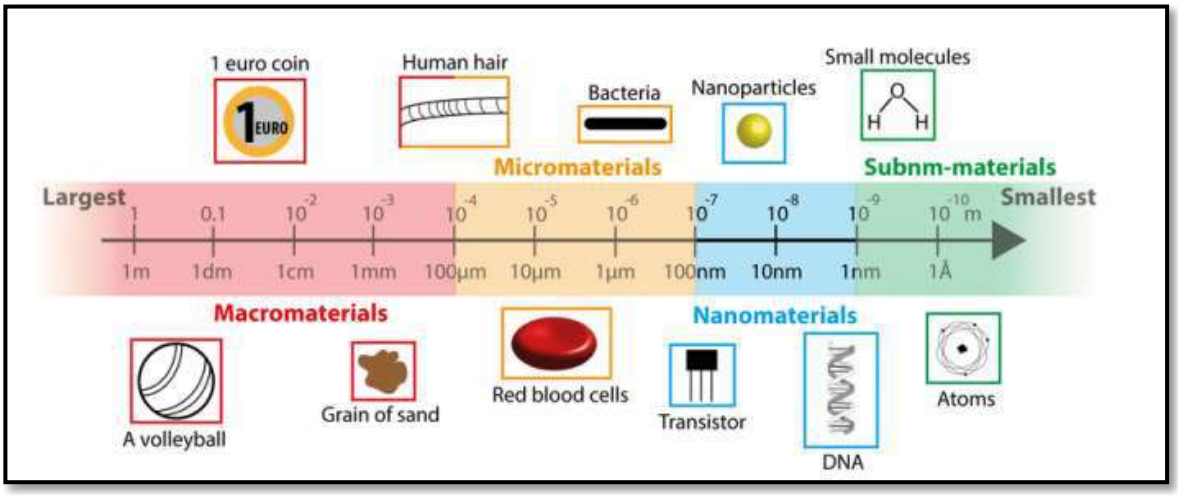
الجزء النظري

الفصل الاول:

ماهية المواد النانوية و طرق تحضيرها و تشخيصها

المقدمة:

يعود الاهتمام الواسع بتقنية النانو إلى الفترة ما بين 1996 إلى 1998م عندما قام مركز تقييم التقنية العالمي الامريكي (WTEC) بدراسة تقويمية لأبحاث النانو وأهميتها في الإبداع التقني، حيث يعتمد مفهوم تقنية النانو على اعتبار أن الجسيمات التي يقل حجمها عن مائة نانومتر(النانومتر جزء من الف مليون من المتر) حيث تعطي للمادة التي تدخل في تركيبها خصائص وسلوكيات جديدة وهذا بسبب أن هذه الجسيمات (والتي هي أصغر من الأطوال المميزة المصاحبة لبعض الظواهر) تبدي مفاهيم فيزيائية وكيميائية جديدة مما يقود إلى سلوك جديد يعتمد على حجم الجسيمات و يمكن تحضير هذه المواد النانوية بطرق مختلفة فيزيائية أو كيميائية أو بيولوجية و تتضمن الطرق الكيميائية استخدام المواد الكيميائية الخطرة كعوامل اختزال مستخدمة في تخليق الجسيمات النانوية مما يؤدي إلى التحيز لنهج صديق للبيئة وبالتالي يتم استخدام المستخلصات النباتية لتحضير المواد النانوية **[01]** .



الشكل 1.I : مقارنة حجم المواد من المستوى الكلي إلى المستوى الذري

1.I- تعريف المواد النانوية :

تعرف المواد النانوية بتلك الفئة المتميزة من المواد المتقدمة التي يمكن انتاجها وهي عبارة عن وحدة قياس صغيرة جداً حيث تتراوح مقاييس ابعادها بين 1 نانومتر و 100 نانومتر و يرجع الأصل لكلمة النانو إلى اللغة اليونانية "نانوس" nanos والتي تعني "القزم"، **[02]** وذلك تعبيرًا عن مدى صغرها ودقتها أي إنّه يستحيل رؤيتها بالعين المجردة كما انها تهتم بدراسة إمكانية معالجة المادة على المقياس الذري والتي تهدف إلى ابتكار تقنيات ووسائل جديدة يتم قياس أبعادها بالنانومتر ويمكن استخدام هذه التقنية في مجالات الحياة المختلفة مثل؛ الفيزياء، الكيمياء، العلوم، الطب وغيرها والتي تتعامل مع أية ظواهر على

مستوى النانو الصغير، والتي يمكن أن تؤدي إلى ظواهر كهرومغناطيسية وبصرية جديدة للمادة لم تكن معروفة من قبل.

I. 2 – نشأة تقنية النانو :

تم اقتراح مفهوم "تقنية النانو" في عام 1959 من طرف الفيزيائي ريتشارد فاينمان Feynman Richard وتم تعريفها بواسطة نوريو تانيجوتشي Norio Taniguchi أستاذ جامعة طوكيو للعلوم في عام 1974 وبناءً على ذلك نجد أن تكنولوجيا النانو ترتكز أساساً على عمليات الفصل والاندماج و اعادة تشكيل المواد بواسطة ذرة واحدة أو جزيء واحد**[03]**.

في الأصل تم تطوير كلمة " نانو "من الكلمة اليونانية التي تعني " قزم" و من الناحية الفنية الكلمة " نانو" تعني 10^{-9} أو واحد من المليار من المتر وبطبيعة الحال فإن كلمة تكنولوجيا النانو تطورت بسبب استخدام جزيئات بحجم نانومتر (من 1 إلى 100 نانومتر).

I.3– تصنيفات تقنية النانو :

تصنف المواد النانوية المواد نسبة إلى عدد أبعادها الغير موجودة في نطاق النانومتر.

وبذلك فهي تنقسم إلى **[04]:**

I.1.3– مواد صفرية الأبعاد:

هى المواد التي تكون جميع أبعادها أقل من 100 نانومتر على سبيل المثال : جزيئات نانوية ، نقاط كمومية ، فوليرين.

I.2.3 – مواد أحادية الأبعاد:

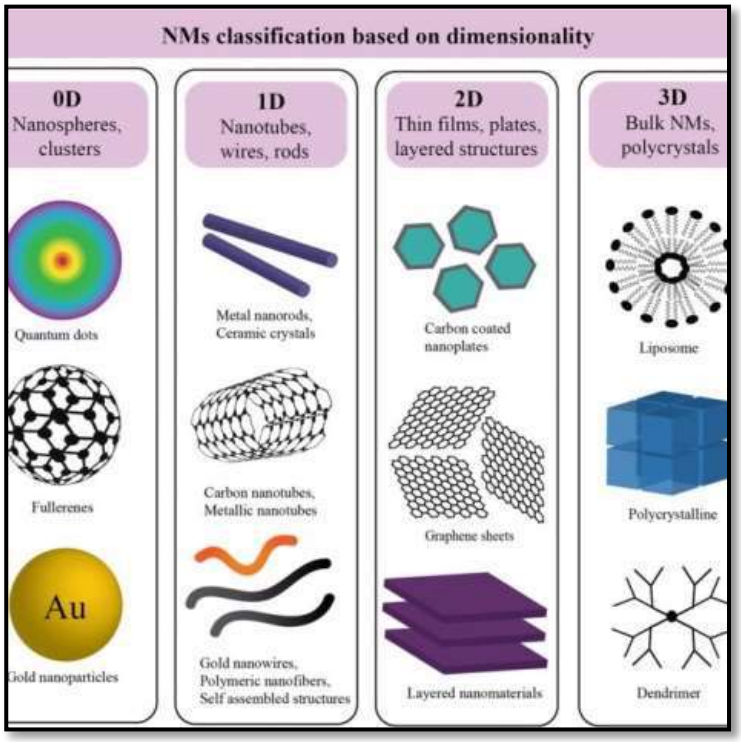
وهي الفئة التي لها بعد نووي واحد فقط على سبيل المثال الأنابيب النانوية، والخيوط النانوية **[05]** .

I.3.3 – مواد ثُنائية الأبعاد:

تحتوى هذه المواد على بعدين أكبر من 100 نانومتر على سبيل المثال الطبقات النانوية.

I.4.3 – مواد ثلاثية الأبعاد :

هى مواد جميع أبعادها تكون أكبر من 100 نانومتر، وتكون ذات تركيب بلوري نانوي أو تحتوى على مواد أخرى تكون صفرية أو أحادية أو ثنائية الأبعاد، مما يعطيها بعض خصائص نطاق النانو ويتم تصنيفها كأحد أنواع المواد النانوية**[06] [07]**.



الشكل I .2 : تصنيف المواد النانوية المختلفة على أساس البعد

I. 4- خصائص تقنية النانو :

/تختلف الخصائص الكيميائية والفيزيائية للمواد النانوية (مثل الامتصاص البصري ونقطة الانصهار والمغناطيسية وما إلى ذلك) بشكل كبير عن المواد السائبة الخشنة المقابلة ويمكن تعديل مجموعة واسعة من خصائص المواد عن طريق التركيب على مقياس النانو حيث نجد **[08]** :

I.4.1 – الخصائص الميكانيكية :

تزداد الخواص الميكانيكية للمادة النانوية مع صغر حجم حبيبات المادة فكلما قل احتمال وجود شوائب يصبح الجسيم أكثر نقاءًا و تجانس و تزداد مساحة واجهة المادة بشكل كبير مع السطح الخالي من العيوب ، مما يؤدي إلى تحسين قوتها التي تختلف تمامًا مقارنة بالجسيمات الدقيقة والمواد السائبة .

I.4.2 – الخصائص البصرية :

تعتمد الخصائص البصرية للمواد النانوية على الحجم والشكل والتركيب فتقليل الحجم له تأثير كبير عليها بسبب تأثير الحجم الكمي وتأثير رنين البلازمون على السطح و بتأثير الحجم الكمي ينخفض حجم الجسيمات النانوية فيؤدي الى زيادة كبيرة في عرض نطاق SPR جنبًا إلى جنب مع تغيير موضع الرنين و ينتج ألوانًا كثيفة وهذا هو السبب في أن تكون للجسيمات النانوية تطبيقات عميقة مثل المستشعر ،

عوامل التصوير ، الكاشف **[10]**.

3.4.I – الخصائص الكهربائية :

تصف الخصائص الكهربائية للجسيمات النانوية أساسيات التوصيل الكهربائي للعناصر النانوية والأنابيب النانوية والمركبات النانوية فعندما يقل حجم الجسيم تحت نصف قطر بوهر يتناقص تشتت السطح وتصبح الإلكترونات أكثر حصرًا فينتج عن هذا زيادة في فجوة النطاق مما يعزز التوصيل الكهربائي للمادة النانوية.

4.4.I – الخصائص الكيميائية :

تعتمد الفعالية الكيميائية على مساحة السطح المتاحة للجزيء و يزداد النشاط الكيمائي للمواد النانوية لوجود أعداد ضخمة من ذرات المادة على أوجه أسطحها الخارجية**[09]**.

5.4.I – الخصائص المغناطيسية :

تُظهر المادة المغناطيسية خصائص مغناطيسية تعتمد على الحجم والتي تتراوح من المغناطيسية المغناطيسية إلى المغناطيسية شبه المغناطيسية إلى المغناطيسية الفائقة مع تقليل الحجم و من الممكن تحسين السلوك المغناطيسي للمادة عن طريق تغيير الأبعاد.

6.4.I- درجة الانصهار :

تتأثر قيم درجات حرارة انصهار المادة بتصغير أبعاد مقاييس حبيباتها فمثلا درجة انصهار الذهب هي 1064 درجة مئوية و اذا قمنا بإنقاص أقطار حبيبات الذهب فان درجة الانصهار تنقص حوالي 500 درجة مئوية **[11]**.

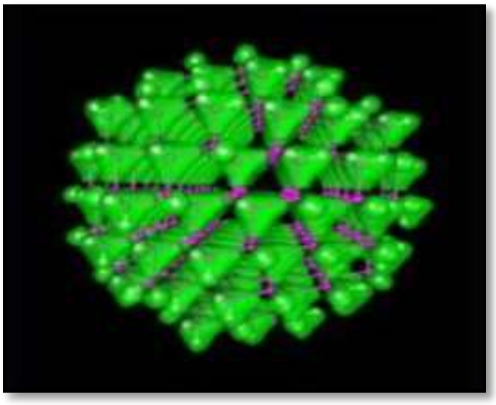
5.I- أشكال المواد النانوية :

تتخذ المواد النانوية أشكالا عدة , لكل منها تركيب وخصائص ومقياس لقطرها وطولها , ولكل منها استخدامات مميزة أيضا , ويمكن تصنيف المواد النانوية حسب الشكل إلى :

1.5.I- النقاط الكمية :

هي عبارة عن تركيب نانوي شبه موصل ثلاثي الأبعاد تتراوح أبعاده بين 2 و10 نانومتر, وهذا يقابل 10 –50 ذرة في القطر الواحد, و 100 –100000 ذرة في حجم النقطة الكمية الواحدة.

وعندما يكون قطر النقطة الكمية يساوي 10 نانومتر فإنه إذا رصفنا 3 ملايين نقطة كمية بجانب بعضها البعض نحصل على طول يساوي عرض إصبع إبهام الإنسان.



الشكل I. 03 : صورة توضح النقاط الكمية

2.5.I – الفولورين :

تركيب نانوي غريب آخر للكربون وهو عبارة عن جزيء مكون من 60 ذرة كربون ورمز لها بالرمز C60 وهو جزيء كروي يشبه كرة القدم المنقطة ويحضر منذ اكتشافه وحتى الآن بكميات تجارية حيث عرف أكثر من 9000 مركب فولورين منذ عام 1997 وظهرت تطبيقات مختلفة لكل من هذه المركبات ومنها المركبات K3C60 و RbCs2C60 التي ابدت توصيلية فائقة, كما اكتشفت أشكال أخرى منها كالفولورين المخروطي والأنبوبي والكروي**[12] [13]**.

3.5.I – الكرات النانوية :

من أهمها كرات الكربون النانوية التي تنتمي إلى فئة الفولورينات من مادة C60 ولكنها تختلف عنها قليلا بالتركيب حيث أنها متعددة القشرة , كما أنها خاوية المركز والكرات النانوية لا يوجد على سطحها فجوات و قد يصل قطر الكرة الواحدة إلى500 نانومتر أو أكثر**[24]**.

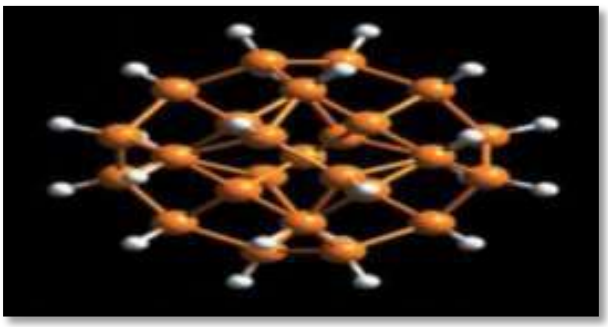
4.5.I– الجسيمات النانوية :

على الرغم من أن كلمة (الجسيمات النانوية) حديثة الاستخدام, إلا ان هذه الجسيمات كانت موجودة في المواد المصنعة أو الطبيعية منذ قديم الزمان ويمكن تعريف الجسيمات النانوية على أنها عبارة عن تجمع ذري أو جزيئي ميكروسكوبي يتراوح عددها من بضع ذرات إلى مليون ذرة, وتكون مرتبطة مع بعضها البعض بشكل كروي تقريباً ونصف قطره أقل من 100 نانومتر.

عندما يصل حجم الجسيم النانوي إلى مقياس النانو في بعد واحد فإنها تسمى البئر الكمي اما عندما يكون حجمها النانوي في بعدين فتسمى السلك الكمي وعندما يكون ب 3 أبعاد تسمى النقط الكمية ولابد هنا من الإشارة إلى أن التغيير في الأبعاد النانوية في التركيبات الثالثة سوف يؤثر على الخصائص

الإلكترونية لها، مما يؤدي إلى حدوث تغيير كبير في الخصائص الضوئية للتركيبات النانوية.

لقد أمكن حديثاً تصنيع جسيمات نانوية من الفلزات والعوازل وأشباه الموصلات والتركيبات المهجنة (مثل الجسيمات النانوية المغلفة) و كذلك تصنيع نماذج لجسيمات نانوية ذات طبيعة شبهَ صلبة, وتعتبر جسيمات النحاس النانوية (أقل من 50 نانومتر) ذات صلابة عالية وغير قابلة للطرق والسحب على عكس جسيمات النحاس العادية حيث يمكن ثنيها وطرقها وسحبها **[14]**.



الشكل I. 04 : صورة توضح مظهر الجسيمات النانوية

5.5.I- الانابيب النانوية :

هي عبارة عن شرائح تطوى بشكل اسطواني, وغالباً تكون نهاية الأنبوب مفتوحة والأخرى مغلقة بشكل نصف دائرة تصنع من مواد عضوية (كربون)أو مواد غير عضوية (أكاسيد الفلزات كأسيد الفناديوم والمنجنيز) و تتمتع هذه الأنابيب بالقوة والصلابة والناقلية الكهربائية, ولكن أكاسيد الفلزات تكون أثقل وأضعف من أنابيب الكربون**[15]** .

ويتراوح قطر الأنبوب النانوي بين 1 نانومتر و 100 نانومتر وطولها يبلغ 100 ميكرومتر ليشكل سلك نانوي للأنابيب النانوية عدة أشكال، فقد تكون مستقيمة، لولبية، متعرجة، خيزرانية ، أو مخروطية وغير ذلك**[16]**.

الشكل 05.I :صورة توضح الانابيب النانوية

6.5.I- الالياف النانوية :

تتميز الألياف النانوية بأن مساحة سطحها إلى حجمها كبيرة حيث أن عدد ذرات السطح كبيرة بالنسبة للعدد الكلي, وهذا ما يكسبها خواص ميكانيكية مميزة كالصلابة وقوة الشد وغيرها, ولكنها تعاني من صعوبة التحكم باستمراريتها واستقامتها وتراصفها.

و تستخدم هذه الألياف في الطب وزراعة الأعضاء كالمفاصل والتئام الجروح ونقل الأدوية في الجسم, كما تستخدم في المجالات العسكرية كالتقليل من مقاومة الهواء**[55]**.

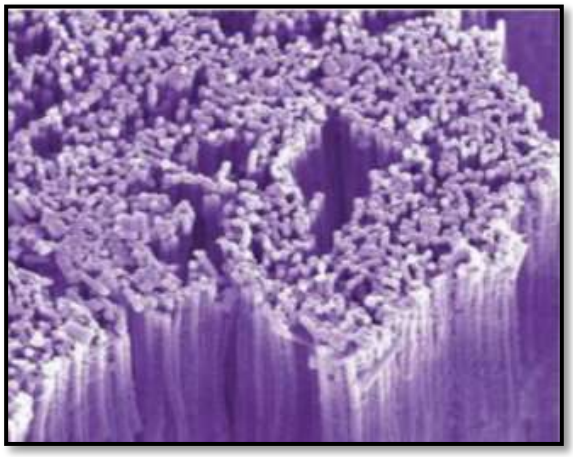
7.5.I- المركبات النانوية :

هي عبارة عن مواد يضاف إليها جسيمات نانوية خلال تصنيع تلك المواد، ونتيجة لذلك فإن المادة النانوية تبدي تحسناً كبيرا في خصائصها، فعلى سبيل المثال، يؤدي إضافة أنابيب الكربون النانوية إلى تغيير خصائص التوصيلية الكهربية والحرارية للمادة وقد يؤدي إضافة أنواع أخرى من الجسيمات النانوية إلى تحسين الخصائص الضوئية وخصائص العزل الكهربائي, وكذلك الخصائص الميكانيكية مثل الصلابة والقوة و يجب أن تكون النسبة المئوية الحجمية للجسيمات النانوية المضافة منخفضة جدا(في حدود 0.5% إلى 5%) وذلك بسبب أن النسبةً بين المساحة السطحية إلى الحجم للجسيمات النانوية تكون عالية**[55]** .

8.5.I -الاسلاك النانوية :

هي أسالك نانوية قد يقل قطرها عن نانومتر واحد وبأطوال مختلفة, أي نسبة طول إلى عرض تزيد عن 1000 مرة, لذا فهي تلحق بالمواد ذات البعد الواحد وهي تتفوق على الأسلاك العادية التقليدية لان الإلكترونات فيها تكون محصورة كمياً باتجاه جانبي واحد مما يجعلها تحتل مستويات طاقة محددة تختلف عن تلك المستويات العريضة الموجودة في المادة المحسوسة وهذه الأسلاك غير موجودة في الطبيعة بل تحضر في المختبر بطرق عديدة منها الكحت الكيميائي لسلك كبير أو قذف سلك كبير بواسطة جسيمات ذات طاقة عالية وتتخذ أشكالا عديدة متعددة منها حلزونية أو متماثلة خماسية وعند تحضيرها تكون معلقة من الطرف العلوي أو مترسبة على سطح آخر.

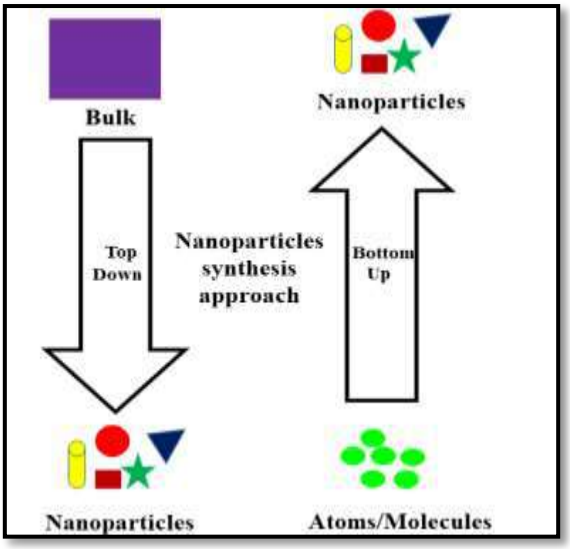
لأسلاك النانوية العديد من الاستخدامات المستقبلية كربط المكونات الكترونية داخل دائرة صغيرة وبناء الدوائر الإلكترونية المنطقية وقد تستخدم مستقبلا لتصنيع الكمبيوتر الرقمي**[17]**.



الشكل I. 06 : صورة توضح الاسلاك النانوية.

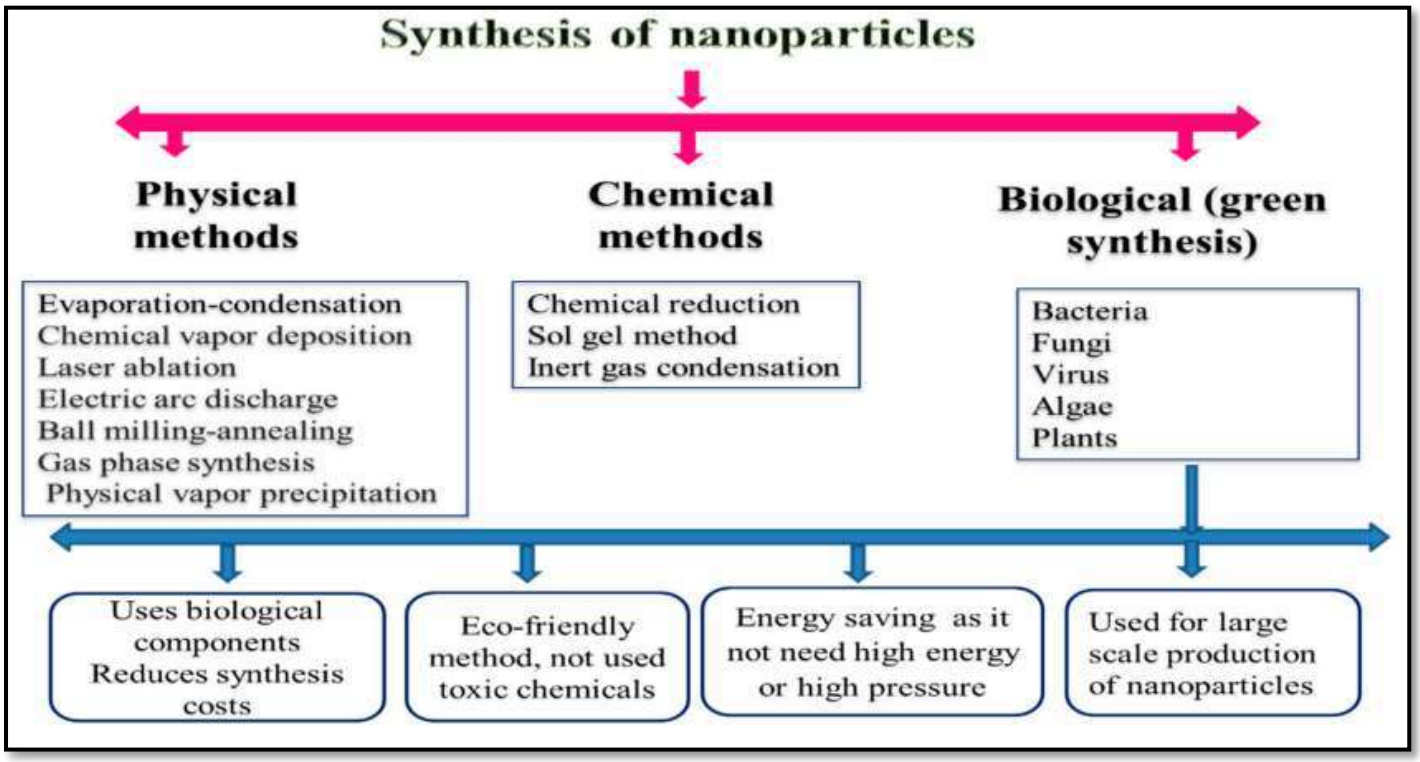
6.I – تحضير و تصنيع مركبات النانو :

على الرغم من وجود العديد من الأدوات و الطرق المستخدمة في تحضير و تصنيع المواد النانوية بمختلف فئاتها و بدرجات متفاوتة من الجودة و السرعة و التكلفة فان كل هذه الطرق يتم ترتيبها وتصنيفها الى اسلوبين النهج من أعلى إلى أسفل ومن الأسفل إلى أعلى وهما اتجاهين متعاكسين حيث تتبع استراتيجية الاسلوب الاول في تحضير المواد النانوية سياسة تصغير أبعاد الاجسام او الحبيبات الضخمة التي تبلغ مقاييس أبعادها عدة مئات او عشرات الالاف من النانومترات كما يعتمد الاسلوب الثاني على التعامل منذ البداية مه الجسيمات نانوية الابعاد من ذرات المادة او جزيئاتها ثم ترتيبها و تجميعها على الشكل المطلوب الحصول عليه **[18]**.



الشكل I.07: نهج تحضير الجسيمات النانوية (التصاعدي و التنازلي)

و بطبيعة الحال يتمتع كل اسلوب من الاسلوبين بعدد من المزايا الخاصة الامر الذي لا يمكن فيه اتباع اسلوب واحد فقط في تحضير كل فئات المواد و المنتجات النانوية وهذا يعتمد بشكل رئيسي على الوسائل الكيميائية والبيولوجية حيث تتضمن بعض العمليات الكيميائية و الفيزيائية و الميكانيكية الشائعة الاستخدام ما يلي:

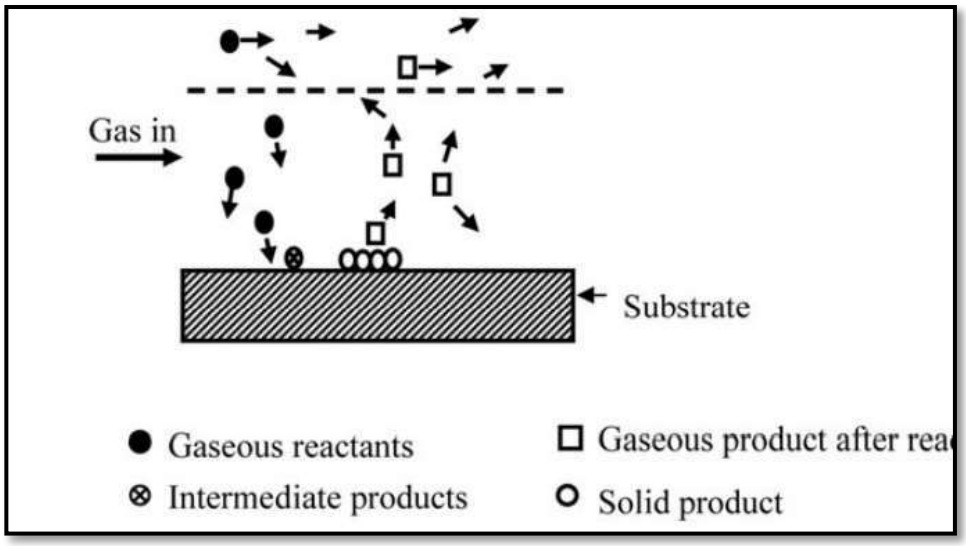


الشكل I.08: مخطط يوضح عمليات تصنيع الجسيمات النانوية.

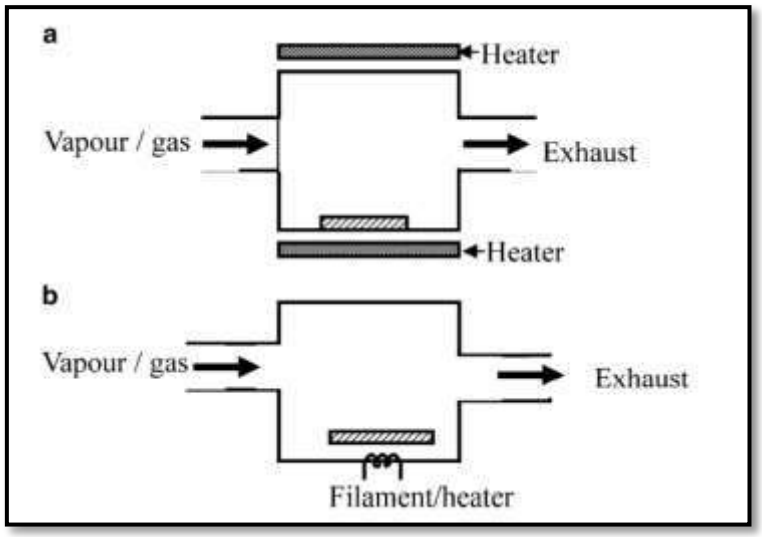
I.6.1 – الطرق الكيميائية[06] :

I.6.1.1– الترسيب الكيميائي بالبخار (CVD) :

يتضمن مبدأ ترسيب البخار الكيميائي إنتاج المواد النانوية على سطح صلب أو محفز في مرحلة غازية عند درجة حرارة أعلى في تقنية CVD حيث يتم تعريض الركيزة الصلبة لمواد متبخرة ثم تتفاعل جزيئات السلائف المتطايرة أو تتحلل على سطح الركيزة المسخنة لتشكيل الرواسب فيعطي مواد متناهية الصغر صلبة عالية النقاء وعالية الأداء[21] .



الشكلI .09: المفهوم الاساسي لعملية ترسيب البخار الكيميائي CVD



الشكل I.10: (a) جدار ساخن و (b) جدار بارد CVD

I.6.1.2-الترسيب الكيميائي :

هذه طريقة تحضير فعالة من حيث التكلفة حيث تتشكل البلورات النانوية الغروية أحادية التشتت في محاليل مائية أو عضوية حيث ينتج عن التنظيم المناسب لحركية هطول الأمطار حجم الجسيمات المطلوب ومن ثم فهو مهم لتنظيم عوامل مثل درجة الحموضة ودرجة حرارة تركيز الأيونات أثناء هطول الأمطار.

I.6.1.3- طريقة sol gel :

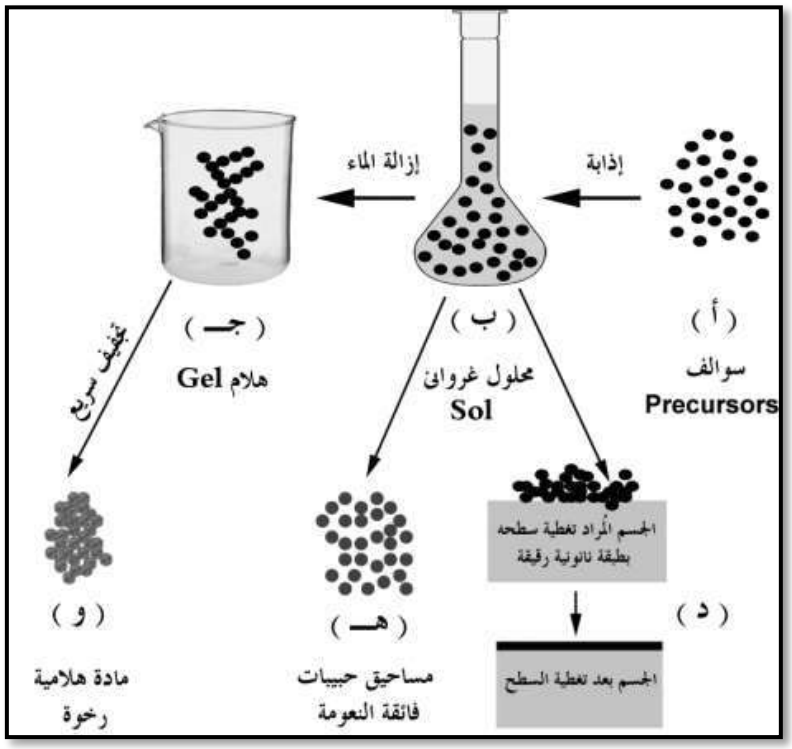
تعد هذه الطريقة احدى الطرق المنبثقة عن تقنيات "الكيمياء الرطبة " wet chemistry – التي تستخدم

السوائل خلال التحضير – حيث يتم توظيفها في انتاج طائفة عريضة من غرويات Colloids المواد العضوية و كذلك المواد غير العضوية لأنواع مختلفة من المواد و على الاخص اكاسيد المواد الفلزية و تعتبر طريقة الصول جل صديقة للبيئة حيث لا تتخلف عنها اي منتجات ضارة للبيئة **[19]** وتبدأ هذه الطريقة في إذابة مساحيق حبيبات المواد الاولية و التي يطلق عليها السوالف و هي غالبا ما تكون من الاكاسيد الكحولية و نتيجة لإذابة السوالف يتكون ما يعرف بال"الصول" و هو أشبه بمائع تعلق به رواسب لحبيبات نانوية فائقة النعومة فيتم تهيئة الصول بعد نزع الماء منه لتكوين الهلام gel الذي يجفف تجفيفا سريعا للحصول على مواد هلامية وهي عبارة عن جسيمات نانوية يتم إجراء التكليس أو المعالجة الحرارية لتحسين خواصها الميكانيكية أو الخواص الأخرى للجسيمات **[20]** ويمكن تصنيع جزيئات أكسيد المعادن النانوية NPs بهذه الطريقة :

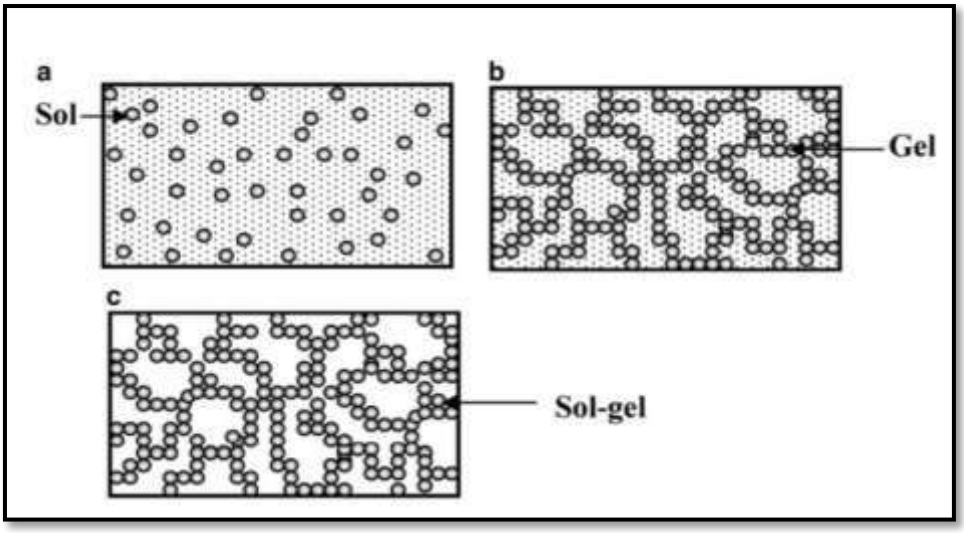
تفاعل التحلل المائي : $MOR + H_2O \longrightarrow MOH + ROH$

تفاعل التكثيف : $MOH + ROM \longrightarrow M{-}O{-}M + ROH$

(Metal oxide NPs)



الشكل I. 11 : رسم تخطيطي مبسط يبين مراحل انتاج المواد النانوية من خلال طريقة الصول جل الكيميائية **[12]**.



الشكل 12.I: (أ) هلام , (ب) صول جل , (ج) مادة صلبة متجانسة

4.1.6.I- الاختزال الكيميائي :

وهي طريقة تحضير بسيطة يمكن أن تنتج جسيمات نانوية مستقرة حيث يمكن التحكم في نواة الجسيمات ونموها عن طريق تحسين حالة التفاعل إلى أقصى حد مثل تركيز المفاعلات ودرجة الحرارة و زمن التفاعل وما إلى ذلك فيتم إجراء تفاعل الاختزال للملح الأيوني في مذيب مناسب باستخدام عامل اختزال وفي بعض الأحيان يتم أيضًا استخدام عوامل خافضة للتوتر السطحي أو عوامل التثبيت ونجد أن معظم عوامل الاختزال الشائعة هي سيتات الصوديوم ، وبوروهيدريد الصوديوم ، وبولي فينيل البيروليدون ، وحمض الأسكوربيك ... الخ

5.1.6.I- تكاثف الغاز الخامل :

وهذه الطريقة مناسبة لتكوين الجسيمات النانوية المعدنية ذات القيمة الصفرية حيث يتم تبخير المعادن غير العضوية داخل حجرة التفريغ العالية جدا و التي عادة ما تكون مملوءة بالارجون او الهيليوم وهذا يتسبب في حدوث تصادم بين الذرات داخل جزيئات الغاز و الذرات و سرعان ما تفتقد ذرات المعادن المبخرة طاقتها أثناء التصادم وتتراكم هذه النظم النانوية التي يتراوح حجمها بين 2 و100 نانومتر على إصبع بارد مملوء بالنيتروجين السائل**[22]** :

6.1.6.I – تقنية الانحلال الحراري :

هي طريقة كيميائية يمكن من خلالها تصنيع المواد النانوية في شكل مسحوق مع مجموعة واسعة من توزيع الحجم فتتحلل المواد الكيميائية الأولية المتفاعلة إلى مركب صلب وتتبخر المنتجات الثانوية بعيدا

عن طريق تغيير معاملات التفاعل مثل إجراء التحلل في مذيب خامل أو إبطاء وقت التفاعل فتمكننا من إنتاج مواد نانوية ذات حجم موحد.

2.6.I – الطرق الفيزيائية [06]:

1.2.6.I– تقنية المذيبات القطبية :

هذه هي الطريقة الأكثر مرونة التي تستخدم فيها المذيبات القطبية عند درجة حرارة وضغط أعلى من نقطة غليانها وفي ظل ظروف التفاعل هذه ترتفع قابلية ذوبان المواد المتفاعلة بشكل كبير و تنفذ التفاعل عند درجة حرارة منخفضة ويمكن التحكم في توزيع حجم الجسيمات والنويات عن طريق معالجة العديد من معاملات التفاعل مثل درجة الحرارة والضغط وزمن التفاعل وما إلى ذلك.

2.2.6.I – الاستئصال بالليزر :

إنها عملية يتم فيها إزالة المواد من الركيزة الصلبة عن طريق التشعيع باستخدام شعاع الليزر النبضي و هذه التقنية يمكن أن تبخر المواد التي لا يمكنها أن تتبخر بسهولة.

و في تدفق الليزر الصغير يتم امتصاص المادة ويتم تسخينها باستخدام طاقة الليزر, أخيرًا تتصاعد المادة أو تتبخر و في تدفق الليزر العالي عادة ما يتم تحويل المادة الى بلازما حيث تعتمد الخصائص البصرية للمادة على شدة شعاع الليزر كمية المواد التي تمت إزالتها، وطول موجة الليزر **[23]**.

3.2.6.I– ترسيب البخار الفيزيائي (PVD) :

هو وصف عام لعدد من طرق ترسيب البخار تحت التفريغ من أجل القيام بعملية تكوين طبقة سطحية رقيقة على سطح الركازات، وذلك بواسطة طرق فيزيائية مثل إجراء عملية تبخر عند درجات حرارة مرتفعة وتحت الفراغ مع إجراء عمليات تكثيف متتالية، أو القذف بالرش المهبطي للبلازما تجري عمليات الترسيب الفيزيائي للبخار دون حدوث تفاعل كيميائي على سطح الركازة في حال حدوث هذا الأمر يصنف الترسيب على أنه ترسيب كيميائي للبخار يستخدم الترسيب الفيزيائي للبخار في مجال تصنيع أشباه الموصلات ومجال إضافة الأغشية الرقيقة المعدنية على أسطح المواد البلاستيكية.

3.6.I– الطرق الميكانيكية :

1.3.6.I– التركيب الميكانيكي :

من خلال سحق مادة مكوّنة من جزيئات ميكرومترية من (1 إلى 30) إلى عدة خلائط ومزجها، وتتميز هذه التقنية بأنّها تسمح بتحضير مواد نانو متجانسة، كما تسمح بإنتاج مواد ضخمة من عدة أطنان.

2.3.6.I– عملية الرصد و التزجيج الاولى :

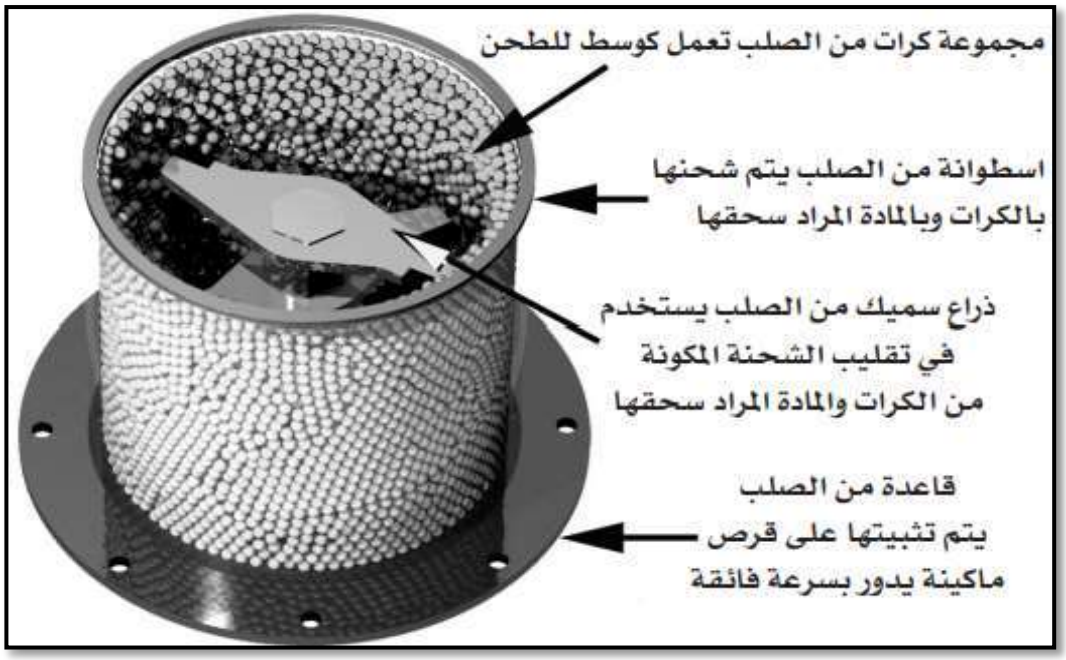
من خلال تحويل المادة الذرية إلى قطعة ضخمة خلال مرحلتين، مرحلة الرص الميكانيكي، ومرحلة إذابة مسحوق المعادن لتشكيله بعد التبريد.

I.3.6.3- تقنيات التشوهات القوية:

من خلال تشويه مادة بلورية بقوة كالمعدن أو الخزف بهدف تحسين خصائص التصلب واللدانة للمواد.

I.4.3.6- طريقة الطحن :

تستخدم هذه الطريقة لإنتاج مواد نانو على شكل مسحوق حيث يتم تعريض المادة الأساسية لطاقة عالية جداً، ثمّ طحنها باستخدام كرات مصنوعة من الفولاذ تتحرك بشكل اهتزازي أو كوكبي أو رأسي، ويتراوح حجم مواد نانو التي يتم تصنيعها ما بين 3 إلى 25 نانومتراً **[25]**.



الشكل I .13 : رسم تخطيطي ثلاثي الابعاد يوضح شكل و محتويات اسطوانة من الصلب تحتوي على كرات تعمل كوسط لسحق المادة المراد الحصول على مسحوق حبيباتها النانوية**[26]** .

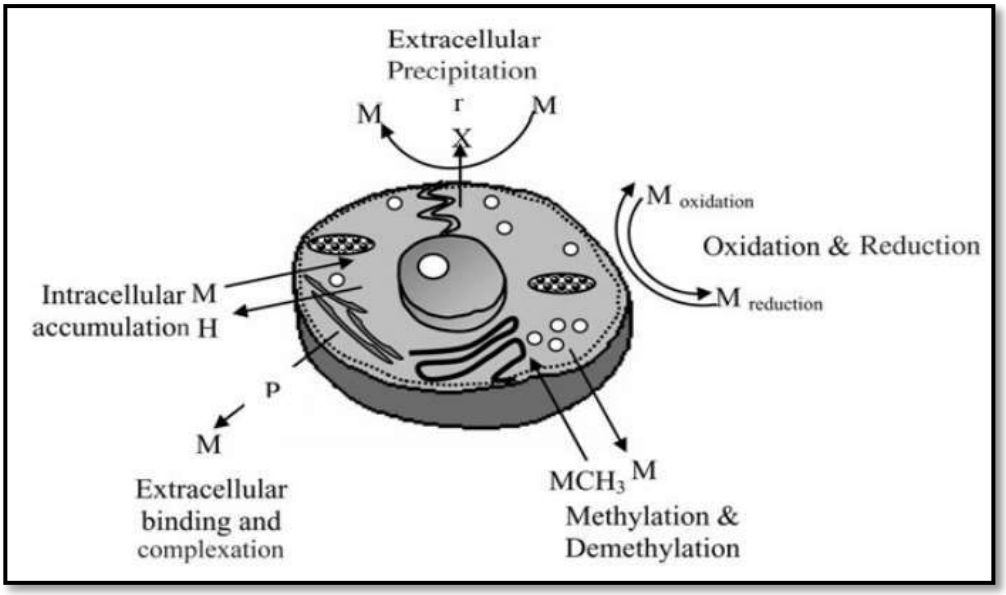
I.5.3.6- طريقة التنفيل :

من خلال تعريض المادة إلى ضغط منخفض جداً مفرغ من الهواء وبقاعدة باردة يتم تعريضها إلى مجال مغناطيسي، مما يؤدي إلى انتزاع جزيئات المادة وترسبها في القاعدة مكوّنة فلماً رقيقاً.

I.4.6 – الطريقة البيولوجية :

I.1.4.6- باستخدام البكتيريا :

تعتبر الكائنات الحية الدقيقة مثل البكتيريا والفطريات والفيروسات بمثابة مصنع حيوي فعال لإنتاج الجسيمات النانوية المعدنية مثل الفضة والذهب والبلاديوم وكبريتيد الكادميوم **[27]** حيث ظهرت استخدامات الكائنات الدقيقة لتحضير الجسيمات النانوية طريقة جديدة بسبب عملية الأيض المتأصلة في إزالة السمية والتي تنطوي على تقليل الأيونات المعدنية عن طريق التمعدن الحيوي أو الامتصاص الحيوي أو التراكم الحيوي أو الترسيب **[28]** يمكن للبكتيريا تصنيع المعادن الغير عضوية النانوية داخل أو خارج الخلية حيث تتضمن التقنية خارج الخلية التخفيض الحيوي للأيونات المعدنية إما على سطح جدار الخلية أو في الوسط المحيط ، بينما تتضمن الطريقة داخل الخلية تحضير الجسيمات النانوية داخل الخلية البكتيرية**[28]** .



الشكل I.14: تفاعلات الكائنات الحية الدقيقة المعدنية.

I.6.4.2- باستخدام الفطريات :

للفطريات دور فعال في التخليق الحيوي للجسيمات النانوية القائمة على المعادن لأن إفراز كمية كبيرة من البروتين الفطري يزيد من قدرة الارتباط مع أيونات المعادن في الفضاء داخل الخلايا حيث يعد استخدام الخلايا الفطرية في تكوين الجسيمات النانوية بشكل أسرع وأسهل في الصيانة والزراعة ، ويمكن تصنيع جزيئات محددة جيدًا على نطاق واسع مقارنة بالطرق البيولوجية الأخرى**[30]** :

I.6.4.3- باستخدام الفطريات الشعاعية :

الفطريات الشعاعية (*Thermomonospora sp*، *Rhodococcus sp*) هي ميكروبات تشترك في سمات مهمة من بدائيات النوى مثل البكتيريا والفطريات وهي فعالة في تخليق الجسيمات النانوية المعدنية

حيث يتم تصنيع جسيمات الذهب النانوية خارج الخلية عندما تتعرض أيونات الذهب لبيئة قلوية وقد ثبت أيضًا أن هذه السلالة يمكن أن تكون قادرة إنتاج الجسيمات النانوية في الوسط القلوي عند درجة حرارة عالية وهذه الحالة البيولوجية القاسية تدعم إنتاج جزيئات الذهب النانوية أحادية التشتت وبالمثل فإن *Rhodococcus sp* تم استخدامه أيضًا للتكوين داخل الخلايا لجسيمات الذهب النانوية أحادية الانتشار عن طريق عملية الاختزال الإنزيمي كما تم العثور على الجسيمات النانوية المركبة على الغشاء السيتوبلازمي الذي يؤكد طبيعته غير السامة**[31]**.

4.4.6.I – باستخدام النباتات :

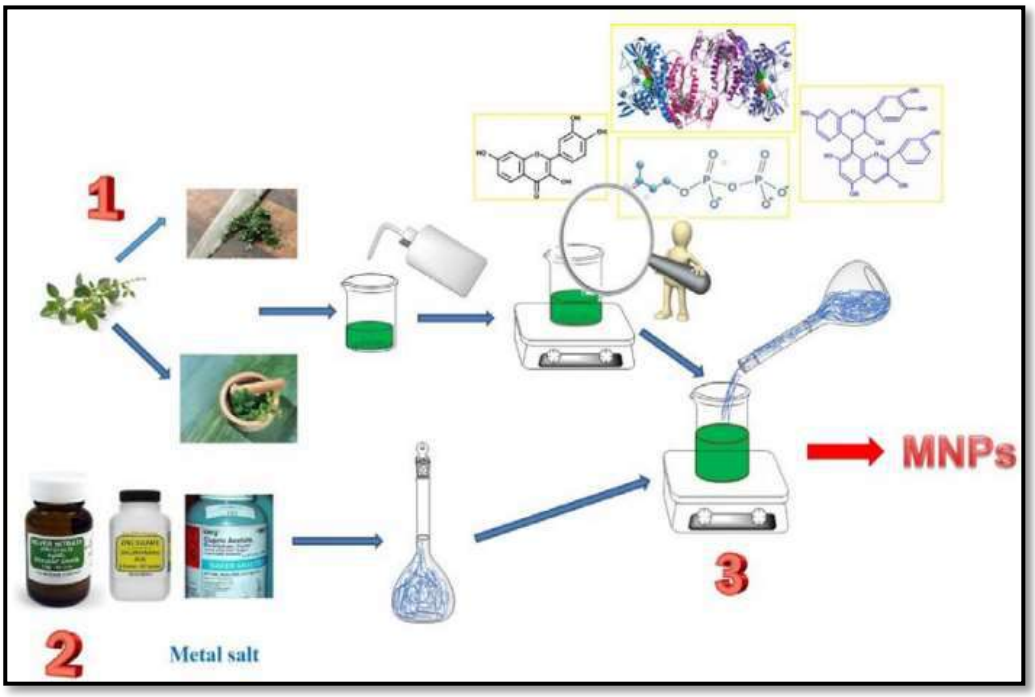
يعتبر تركيب الجسيمات النانوية باستخدام المستخلصات النباتية هو الطريقة الأكثر اعتمادًا لأنها صديقة للبيئة والإنتاج الأخضر للجسيمات النانوية ويمكن أن تعمل كمصدر للعديد من المستقبلات فهي أكثر أمانًا في التعامل معها ومتاحة بسهولة بينما تتطلب الفطريات والبكتيريا وقت حضانة أطول نسبيًا في وسط النمو لتقليل الأيون المعدني، فإن المواد الكيميائية النباتية القابلة للذوبان في الماء تفعل الشيء نفسه في لمح البصر لذلك بالمقارنة مع البكتيريا أو الفطريات ، تعد الخلايا النباتية من بين المرشحين المناسبين لتحضير الجسيمات النانوية المعدنية حيث تعمل عند مستوى منخفض وتتطلب درجات حرارة معتدلة ومكونات آمنة بيئيا بالإضافة إلى ذلك يتميز تحضير الجسيمات النانوية باستخدام عروض النباتات مزايا أخرى ، مثل استخدام المذيبات الأكثر أمانًا ، وتقليل استخدام الكواشف الخطرة ، وظروف الاستجابة الأكثر اعتدالًا، وقدرتها على التكيف في الاستخدام الطبي والجراحي والتطبيقات الصيدلانية و نجد أن التركيب البيولوجي للجسيمات النانوية المعدنية وأكسيد المعادن باستخدام المواد النباتية يتم بثلاث عوامل رئيسية وهي :

(أ) اختيار وسط المذيب (ملح معدني)

(ب) اختيار عوامل الاختزال غير السامة

(ج) اختيار البيئة– مواد صديقة لتثبيت الجسيمات النانوية.

يوجد العديد من الجزيئات الحيوية في النباتات التي تشارك في التخفيض البيولوجي وتكوين وتثبيت الجسيمات النانوية المعدنية مثل البروتينات , الإنزيمات و الأحماض الأمينية و الكربوهيدرات والقلويدات و التربينويدات والعفص والصابونين والفينول والمركبات التي تقلل السكر والفيتامينات**[32]**.



الشكلI .15: تركيب الجسيمات النانوية باستخدام المستخلصات النباتية**[32]** .

5.4.6.I – باستخدام الخمائر Yeast:

الخمائر هي كائنات دقيقة حقيقية النواة تنتمي إلى عائلة الفطريات ولها فوائد أكبر على البكتيريا حيث تشير العديد من الدراسات إلى كفاءة الخمائر في تحضير الجسيمات النانوية فيتم إنتاجها باستخدام الخميرة نظرا للإنتاج الضخم لـ NPs غير المشبعة و هذا يؤدي الى تسهيل السيطرة على الخميرة في الظروف المختبرية **[33]**.

أجريت بعض الدراسات للتحقيق في تخليق الجسيمات النانوية المعدنية التي تستخدم الخميرة فتم استخدام أنظمة حقيقة النواة مثل *candida glabrata* و *S.pombe* **[34]** لاثبات إمكانية تطبيق NPs المكونة من الخميرة خلال عدد قليل من التحقيقات لتصنيع ديود كادميوم ، تم تطبيق كبريتيد مركب داخل الخلايا بواسطة *S. pombe* ، **[35]** والذي كان له عملية جهد منخفضة وقيمة تيار أمامي عالي و تم الإبلاغ أيضًا أنه مع استخدام سلالة الخميرة المقاومة للفضة MKY3 ، تم إنتاج جسيمات الفضة النانوية خارج الخلية ، حيث تم تصنيع جسيمات الفضة النانوية السداسية (2–5 نانومتر)**[36]** .

الجدول I .01 : جدول يمثل تحضير الجسيمات النانوية باستخدام الخمائر**[35....40]**

Yeast	NPs	Localization	Size (nm)	Shape	Application	Reference
Candida glabrata	CdS	Extra- and intracellular	20 Å, 29 Å	Hexamer	Physiological	[37]
Candida glabrata	CdS	Intracellular	-	-	-	[35]
Yeast strain MKY3	Ag	Extracellular	2–5	Twinned or multitwinned, some hexagonal	-	[36]
Schizosaccharomyces pombe	Cds	Extra- and intracellular	18 Å, 29 Å	-	-	[37]
Schizosaccharomyces pombe	Cds	Intracellular	1–1.5	Hexagonal		[39]
Schizosaccharomyces pombe	Cds	Intracellular	-	-		[35]
Pichia jadinii (*Candida utilis*)	Au	Intracellular	-	Various	-	[39]
Yarrowia lipolytica NCIM3589	Au	Cell surface	Varying	Particles and plates	-	[38]
Yeast	Zr	-	-	Irregular mesoporous	Fuel cells	[40]
Yeast	$Zn_3(PO_4)_2$	Extracellular	10–80, 80–200	Rectangular	Antirust pigment and electronic luminophore	[40]

7.I– تشخيص الجسيمات النانوية:

يُعد توصيف الجسيمات النانوية فرعًا من علم القياس النانوي يتعامل مع توصيف الخصائص الفيزيائية والكيميائية للجسيمات النانوية أو قياسها. يبلغ قياس أحد الأبعاد الخارجية، على الأقل، للجسيمات النانوية أقل من 100 نانومتر وغالبًا ما تُصمم لخصائصها الفريدة.

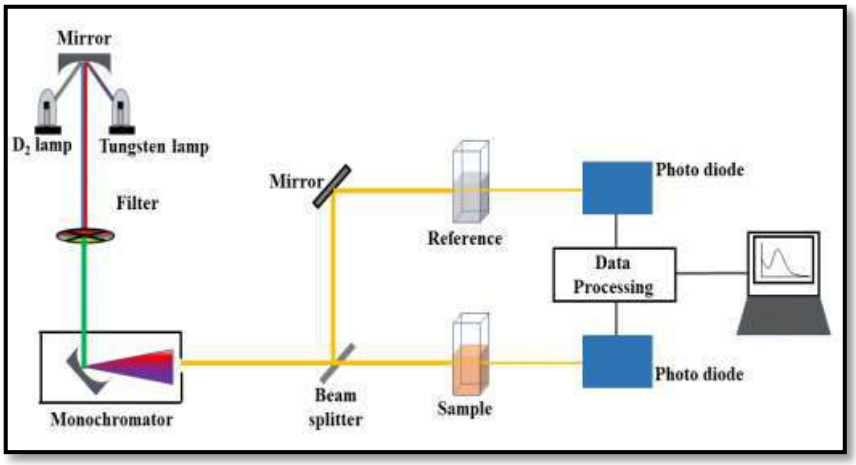
تختلف الجسيمات النانوية عن المواد الكيميائية التقليدية إذ لا يعد تركيبها الكيميائي وتركيزها مقاييس كافية لوصف كامل، لأنها تختلف في الخصائص الفيزيائية الأخرى مثل الحجم، والشكل، والخصائص السطحية، ودرجة التبلور وحالة التشتت.

الجدول 02.I:جدول يمثل الأدوات التحليلية الأساسية المستخدمة لتوصيف الجسيمات النانوية**[41]**

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

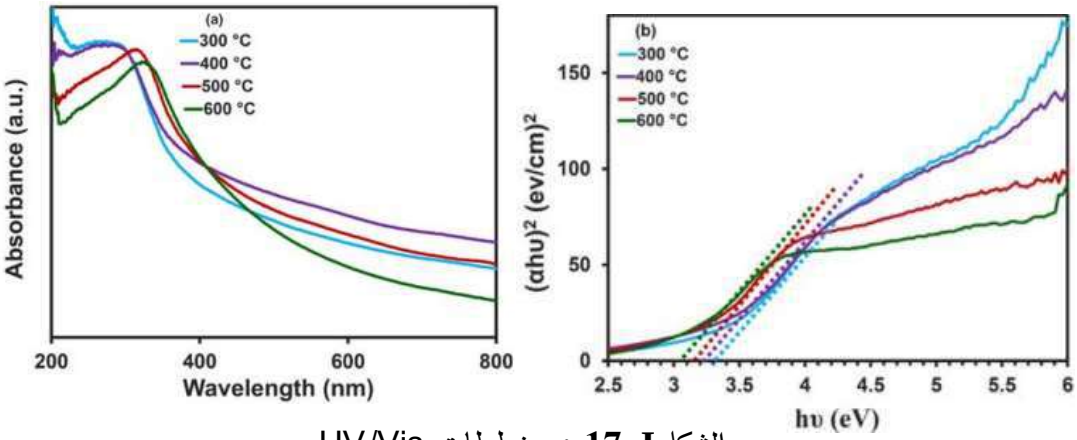
1.7.I- مطياف الامتصاص المرئي للاشعة فوق البنفسجية UV-Vis:

مقياس الطيف الضوئي المرئي فوق البنفسجي هو في الأساس تقنية تحليلية كمية تتعلق بامتصاص الأشعة القريبة من الأشعة فوق البنفسجية (180-390 نانومتر) أو الإشعاع المرئي (390-780 نانومتر) عن طريق انحلال الجزيئات يعتبر التحليل الطيفي المرئي فوق البنفسجي (UV-vis) من أسرع وأكثر تقنيات التوصيف المستخدمة لاستغلال الميزات البصرية الفريدة للجسيمات النانوية المعدنية وفقًا لنظرية مي Mie تنتج جسيمات النانو المعدنية ألوانًا مختلفة بسبب امتصاص وانعكاس الإشعاع الكهرومغناطيسي (مي1908) حيث يعزز الفوتون المصحوب بالإشعاع الكهرومغناطيسي الإلكترون من رابطة التكافؤ لسطح الجسيمات النانوية البلازمية (الجسيمات التي يمكن أن تتفاعل كثافتها الإلكترونية مع الإشعاع الكهرومغناطيسي) إلى نطاق التوصيل و يمكن استخدام الامتصاص لقياس تركيز المحلول باستخدام قانون Beer-Lamberts **[42]** .



الشكلI.16 :عمل مقياس الطيف الضوئي بالأشعة فوق البنفسجية المرئية المزدوجة

و مثالا على ذلك نجد في تجربة التخليق الحيوي الاخضر لجسيمات أكسيد النيكل النانوية بالصمغ العربي و فحص تأثيراتها السامة على الخلايا و تأثيراتها التحفيزية الضوئية و المضادة و التي تمت بواسطة (Zahra sabouri , alireza akbari et al….,2021) **[43]** و التي تم فيها استخدام تحليل UV–Vis ومنه يعرض **الشكل 6 (أ)** مخطط UV–Vis لـ NiO–NPs داخل حد 200–800 نانومتر عند درجات حرارة مختلفة من 300 ، 400 و 500 و 600 درجة مئوية ، و الذي يعرض أقصى الامتصاص البصري عند 280 و 284 نانومتر و 312 و 322 نانومتر لمدى درجة حرارة 300–600 درجة مئوية (39)

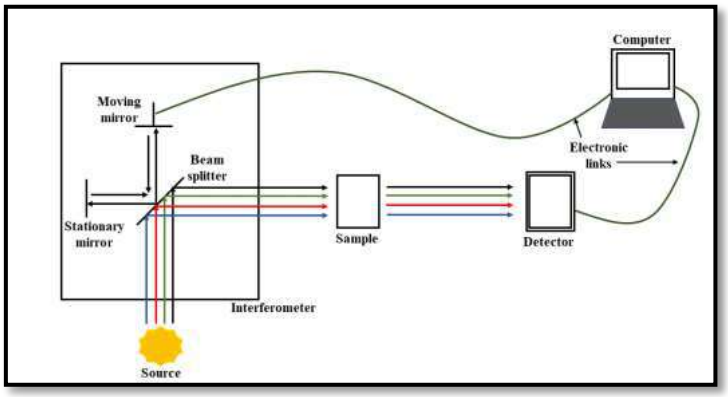


الشكلI. 17 : مخططات UV/Vis

I.2.7 – مطيافية Fourier لتحويل الاشعة تحت الحمراء (FT– IR)

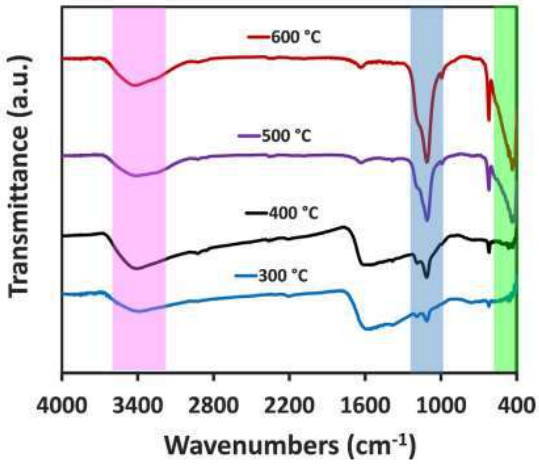
هي طريقة فيزيائية مطبقة لدراسة الروابط الكيميائية في جزيء عن طريق انتاج طيف امتصاص الاشعة تحت الحمراء الذي يعمل مثل بصمة جزيئية تستخدم لتحليل الجزيئات الوظيفية النشطة الموجودة في

المركبات العضوية وغير العضوية تقيس شدة الأشعة تحت الحمراء مقابل الطول الموجي من الضوء فيتم استخدامه لتحديد طبيعة المجموعات الوظيفية والهيكلية المرتبطة بالجسيمات النانوية المعدنية كما أنها تستخدم لتحديد عامل الاختزال أو عوامل التثبيت الملحقة بسطح الجسيمات النانوية العضوية أو غير العضوية وتمتص مختلف الصفات الوظيفية الموجودة في الجزيء تردد كل منها في منطقة الأشعة تحت الحمراء الواقعة (4000 to $400cm^{-1}$) من الطيف الكهرومغناطيسي حيث تعكس هذه الاطياف الخصائص البصرية للجسيمات النانوية**[44] [45]** .



الشكل I .18 :عمل مقياس الطيف الضوئي بالأشعة تحت الحمراء بتحويل فورييه

و مثالا عن تقنية فورييه نجد في تجربة التحضير الأخضر الذي يتوسطه بياض البيض لجسيمات NiO النانوية ودراسة سميتها الخلوية ونشاطها التحفيزي الضوئي **[46]** تم دراسة طيف FT–IR من تحضير NiO–NPs في درجات حرارة 300 و 400 و 500 و 600 درجة مئوية في نطاق 4000 –400 cm^{-1} مُرسلة مسبقًا **[47] [48]** .

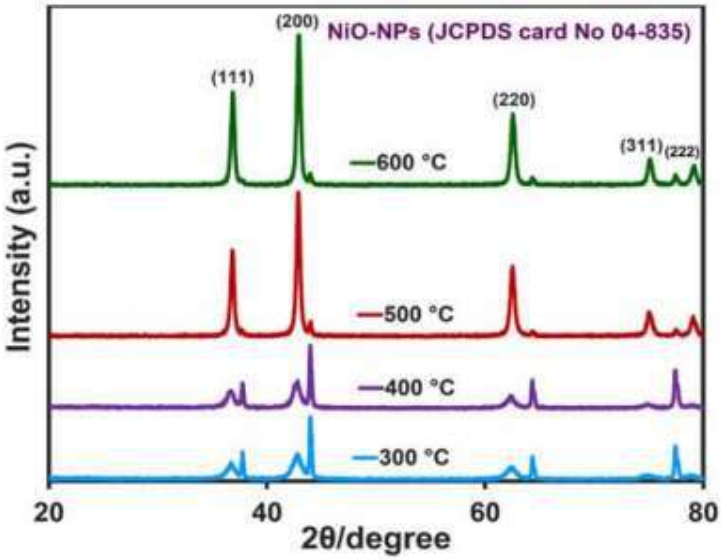


الشكل I .19: أطياف FT–IR من NiO–NPs المركبة عند 300 و 400 و 500 و 600 درجة مئوية.

3.7.I – مطيافية الأشعة السينية الضوئية :

أحد أكثر التقنيات الطيفية شيوعًا للتحليل الكيميائي للسطح الكمي المستخدم لتحديد التركيب الأساسي والحالة الإلكترونية أو الكيميائية للعناصر الموجودة على المنطقة السطحية للجسيمات النانوية و عادةً ما يوفر XRD معلومات تتعلق بالبنية البلورية وطبيعة المرحلة والمعلمات الشبكية وحجم الحبوب البلورية **[49]**.

و مثالا على ذلك نجد في نفس تجربة التخليق الحيوي الاخضر لجسيمات أكسيد النيكل النانوية بالصمغ العربي و فحص تأثيراتها السامة على الخلايا و تأثيراتها التحفيزية الضوئية و المضادة و التي تمت بواسطة (Zahra sabouri , alireza akbari et al….,2021) **[50]** أنه تم استخدام حيود الأشعة السينية لـ NiO–NPs في 802–20 = θ ° المعروضة في الشكل:



الشكل **I .20**: يوضح أنماط XRD NiO–NPs في درجات حرارة مختلفة.

4.7.I–التحليل الطيفي للأشعة السينية المشتتة للطاقة:

EDS هي تقنية بسيطة نسبيًا لكنها قوية تستخدم للتعرف عليها التركيب الأولي لما لا يقل عن ميكرون مكعب من المواد يستخدم التحليل الطيفي للأشعة السينية المشتتة للطاقة (EDX) لتحليل التقدير النوعي والكمي للعناصر حيث يتم إرفاق المعدات بـ SEM للسماح بجمع المعلومات الأولية حول العينة قيد التحقيق و تحديد الخصائص الكيميائية لها وهو يستند إلى تفاعل مصدر ما لإثارة الأشعة السينية والعينة وترجع قدرته على تحديد الخصائص إلى حد كبير إلى المبدأ الأساسي القائل بأن كل عنصر لديه بنية ذرية فريدة من نوعها ، الأمر الذي يسمح بوجود مجموعة من القمم في طيفه الإشعاعي

الكهرومغناطيسي (وهو المبدأ الأساسي للتحليل الطيفي).

I.5.7- مطيافية fluorescent :

يعد التحليل الطيفي الضوئي نوعا من انواع التحليل الطيفي الكهرومغناطيسي المستخدم لتحليل أطياف الفلورسنت عبر شعاع من الضوء عادة ما يكون ضوءا فوق البنفسجي الذي يثير الالكترونات في جزيئات بعض المركبات و يؤدي الى اصدارها ضوءا منخفض الطاقة حيث يهتم التحليل الطيفي الفلوري في المقام الاول بالحالات الالكترونية و الحالات الاهتزازية و يكون للأنواع التي يتم فحصها حالة الكترونية منخفضة الطاقة ذات اهمية و حالة الكترونية مثارة ذات طاقة اعلى وكل حالة من هذه الحالات الالكترونية لها حالات اهتزازية مختلفة **[54]**.

I.6.7- مطياف الامتصاص الذري (AAS) :

مطيافية الامتصاص الذري هي تقنية تحليلية حساسة تستخدم للتقدير الكمي للعناصر في عينة باستخدام امتصاص الإشعاع الضوئي بواسطة الذرات في طور البخار هذه الطريقة حساسة للغاية ويمكن استخدامها في تحليل تركيز عنصر معين حتى مستوى جزء في البليون في عينة قيد التحقيق حيث تستخدم الطريقة أطوال موجية من الضوء تتوافق مع الطاقات المطلوبة لرفع الإلكترونات من حالة طاقة منخفضة إلى حالة طاقة أعلى**[53]**.

I.7.7 – التقنيات الميكروسكوبية :

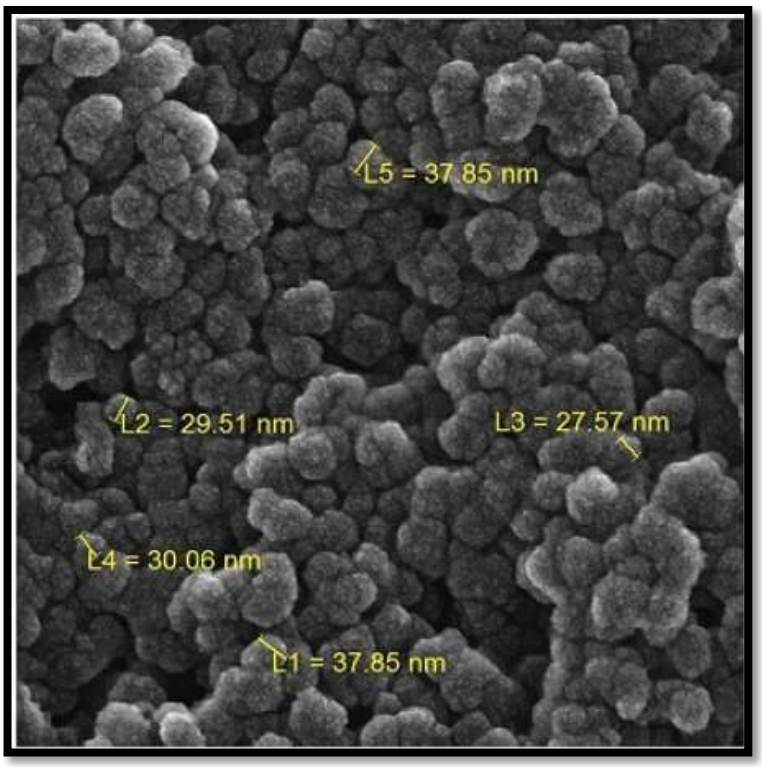
تستخدم تقنية SEM و TEM بشكل رئيسي في الدراسات المورفولوجية للجسيمات النانوية حيث استخدم العديد من الباحثين هذه التقنيات لإظهار أن الجسيمات النانوية المُصنَّعة كانت متجانسة إلى حد ما في الحجم والشكل**[52]**.

I.1.7.7- المجهر الإلكتروني للإرسال (TEM):

المجهر الإلكتروني للإرسال هو تقنية مجهرية يتم فيها نقل شعاع من الإلكترونات من خلال عينة فائقة الرقة ، وتتفاعل مع العينة أثناء مرورها و تتكون الصورة من تفاعل الإلكترونات المنقولة عبر العينة ويتم تضخيم الصورة وتركيزها على جهاز تصوير ، مثل شاشة الفلورسنت أو على طبقة من الأفلام الفوتوغرافية ، أو أن يكتشفها جهاز استشعار مثل كاميراCCD و يشكل TEM طريقة تحليل رئيسية في مجموعة من المجالات العلمية ، في كل من العلوم الفيزيائية والبيولوجية كما نجد أن لـ TEMs تطبيقًا في أبحاث السرطان وعلم الفيروسات وعلوم المواد بالإضافة إلى التلوث وتكنولوجيا النانو وأبحاث أشباه

الموصلات**[52]**.

و مثالا عن استخدام المجهر الالكتروني للإرسال نجد تجربة التحضير الحيوي للجسيمات النانوية من CuO باستخدام مستخلص مائي من أزهار شاي الأعشاب (Stachys Lavandulifolia) وتقييم نشاطها التحفيزي والتي تمت بواسطة (Bikash Karmokar et al…., 2017) **[51]** تم تشخيص NPsالمصُنعَّة بشكل تحليلي.



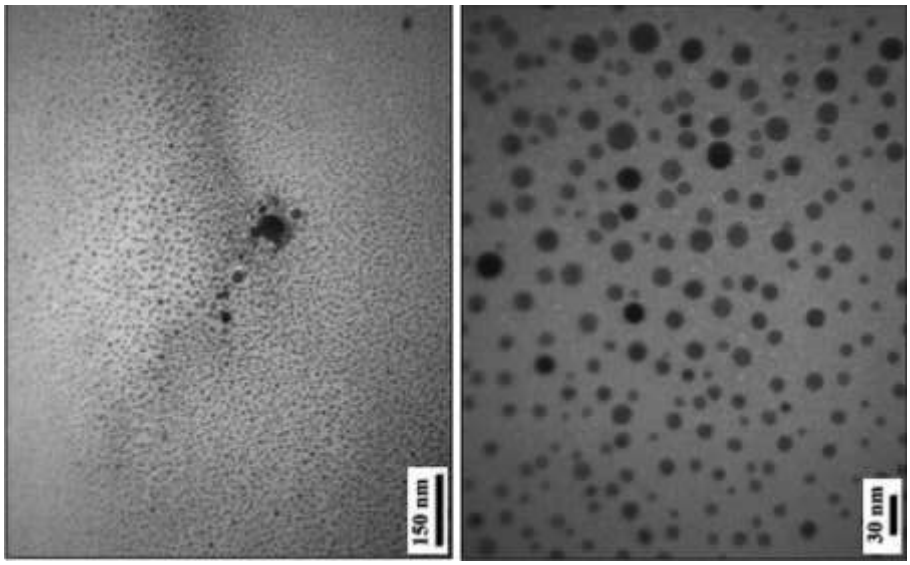
الشكل **I**.21: دراسة SEM لل CuO NPs الحيوية

I. 2.7.7 – المجهر الإلكتروني الماسح SEM:

يتم استخدام توصيف تحليل المسح بالمجهر الإلكتروني لتحديد حجم وشكل وتشكل الجسيمات النانوية المتشكلة التي تعطي صورًا عالية الدقة لسطح العينة المطلوبة و يعمل المجهر الإلكتروني الماسح بنفس مبدأ المجهر الضوئي لكنه يقيس الإلكترونات المبعثرة في العينة بدلاً من الفوتون نظرًا لأنه يمكن تسريع الإلكترونات بواسطة الجهد الكهربائي ومنه يمكن جعل الطول الموجي أقصر من طول الفوتونات وهذا يجعل SEM قادرًا على تكبير الصور حتى 200.000 مرة **[52]**.

و مثالا عن استخدام المجهر الالكتروني للمسح بنفس تجربة التحضير الحيوي للجسيمات النانوية من

CuO باستخدام مستخلص مائي من أزهار شاي الأعشاب (Stachys Lavandulifolia) وتقييم نشاطها التحفيزي والتي تمت بواسطة (Bikash Karmokar et al…., 2017) **[51]** تم تشخيص NPsالمصُنعَّة بشكل تحليلي فنجد :



الشكل **22.I:** صور TEM من NPs CuO الحيوية.

الخلاصة :

تعرفنا في هذا للفصل على ماهية تكنولوجيا النانو الثورة العلمية التي لا تقل عن الثورة الصناعية التي نقلت الانسان الى عصر الآلات كما أليقنا الضوء على ماهية الادوات و الوسائل و التقنيات المستخدمة فيها و التعرف عليها و عن كيفية تصنيع مركبات نانوية صديقة للبيئة ثم تطرقنا الى الاجهزة المستخدمة في توصيف المواد النانوية والتي تعد فرعا من علم القياس النانوي .

المراجع:

المراجع باللغة العربية :

18. د.محمد الشريف الاسكندراني، تكنولوجيا النانو: من أجل غد أفضل، (تحضير من اسفل و اعلى) ، المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب, افريل 2010 .

55. كتاب النانو تكنولوجي و تطبيقاته في المستقبل من اعداد الطالب علي يوسف اشراف المدرس حسام حاج قاسم (2015/ 2014)

المراجع باللغة الفرنسية :

1. indumathy, R., Sreeram, K. J., Sriranjani, M., Aby, C. P., & Nair, B. U. (2010). Bifunctional role of thiosalicylic acid in the synthesis of silver nanoparticles. *Materials Sciences and Applications*, *1*(05), 272

2. Cushing, B. L., & Kolesnichenko, V. L. (2004). O, Connor, Ch. J. Recent Advances in the Liquid-Phase Syntheses of Inorganic Nanoparticles. Chem. Rev, 104, 3893-3946.

3. Toumey, C. P. (2008). Reading Feynman into nanotechnology: A text for a new science. Techné: Research in Philosophy and Technology, 12(3), 133-168

4. erben, G., Charels, D., Demšar, T. et al. (2014). Guidelines for sample preparation procedures in GMO analysis. JRC References Reports. https://doi.org/10 .2788/337005.

5. obolev, K., Flores, I., Hermosillo, R., & Torres-Martínez, L. M. (2006). Nanomaterials and nanotechnology for high-performance cement composites. Proceedings of ACI session on nanotechnology of concrete: recent developments and future perspectives, 7, 93-120

6. Trotta, F., & Mele, A. (2019). Nanomaterials: classification and properties. *Nanosponges: Synthesis and Applications: First Edition, Wiley, London*.

7. Alagarasi, A. (2009). Introduction to nanomaterials. In: Nanomaterials (ed. B. Viswanathan), 2-25. Mumbai: Narosa Publishing House.

8. Nel, A., Xia, T., Madler, L., & Li, N. (2006). Toxic potential of materials at the nanolevel. *science*, *311*(5761), 622-627.

9. Alagarasi, “Introduction to Nanomaterials”.

10. M Awwad, A., Albiss, B., & L Ahmad, A. (2014). Green synthesis, characterization and

optical properties of zinc oxide nanosheets using Olea europea leaf extract. *Advanced Materials Letters*, *5*(9), 520-524.

11. M. Attarian Shandiza, et al. , Journal of Physics and Chemistry of Solids. Vol. 68 (2007) pp.1396-1399.
12. Yadav, B. C., & Kumar, R. (2008). Structure, properties and applications of fullerenes. International Journal of Nanotechnology and Applications, 2(1), 15-20
13. Diwan, P., & Bharadwaj, A. (Eds.). (2005). The nanoscope: encyclopedia of nanoscience and nanotechnology. Pentagon Press.
14. Hosokawa M, Nogi K, Naito M, Yokoym T. Basic properties and measuring methods of nanoparticles. In Nanoparticles Technology Handbook, 1st ed., Elsevier Linacre House, Oxford, UK, 2007, pp. 5-11
15. Wu JJ, Liu SC, Wu CT, Chen KH and Chenm LC (2002): Heterostructures of ZnO–Zn coaxial nanocables and ZnO nanotubes, Applied Physics Letters, Vol. No: 81, pp. 1312– 1314
16. Hanying Li, Joshua D. Carter and Thomas H. La Bean, Materials Today, Vol. 12 (2009) pp. 24-32.
17. Wang, J., Dai, J., & Yarlagadda, T. (2005). Carbon nanotube– conducting-polymer composite nanowires. *Langmuir*, *21*(1), 9-12.
19. W ang, D., & Bierwagen, G. P. (2009). Sol–gel coatings on metals for corrosion protection. *Progress in organic coatings*, *64*(4), 327-338
20. J.D. Wright and N.A.J.M. Sommerdijk, Sol-Gel Materials: Chemistry and Applications, Gordon and Breach Science Publishers, Amsterdam, 2001.
21. Dikusar AI, Globa PG, Belevskii SS, Sidel'nikova SP. On limiting rate of dimensional electrodeposition at meso-and nanomaterial manufacturing by template synthesis. Surface Eng Appl Electrochem 2009;45:171-9.
22. Kruis, F. E., Fissan, H., & Peled, A. (1998). Synthesis of nanoparticles in the gas phase for electronic, optical and magnetic applications—a review. *Journal of aerosol science*, *29*(5-6), 511-535.
23. Behera S, Nayak PL. In vitro antibacterial activity of green synthesized silver nanoparticles using Jamun extract against multiple drug resistant bacteria. World J

Nano Sci Technol 2013;2:62-5.

24. Chiu, W. S., Khiew, P. S., Cloke, M., Isa, D., Tan, T. K., Radiman, S., ... & Chia, C. H. (2010). Photocatalytic study of two-dimensional ZnO nanopellets in the decomposition of methylene blue. *Chemical Engineering Journal*, *158*(2), 345-352

25. E l-Eskandarany, M. S. (2001). *Mechanical alloying: For fabrication of advanced engineering materials*. William AndreW

26. Suryanarayana, C. (2004). Mechanical Alloying and Milling Marcel Dekker. *EE. UU*, 59-78

27. He, S., Guo, Z., Zhang, Y., Zhang, S., Wang, J., & Gu, N. (2007). Biosynthesis of gold nanoparticles using the bacteria Rhodopseudomonas capsulata. *Materials Letters*, *61*(18), 3984-3987.

28. Iravani S. Green synthesis of metal nanoparticles using plants. Green Chem 2011;13:2638-50.

29. Pandey S, Oza G, Mewada A, Sharon M. Green synthesis of highly stable gold nanoparticles using momordicacharantia as nano fabricator. Arch Appl Sci Res 2012;4:1135-41.

30. Ahmad, A., Mukherjee, P., Senapati, S., Mandal, D., Khan, M. I., Kumar, R., & Sastry, M. (2003). Extracellular biosynthesis of silver nanoparticles using the fungus Fusarium oxysporum. *Colloids and surfaces B: Biointerfaces*, *28*(4), 313-318.

31. Ahmad, A., Senapati, S., Khan, M. I., Kumar, R., Ramani, R., Srinivas, V., & Sastry, M. (2003). Intracellular synthesis of gold nanoparticles by a novel alkalotolerant actinomycete, Rhodococcus species. *Nanotechnology*, *14*(7), 824.

32. Sorbiun M, Shayegan Mehr E, Ramazani A, Mashhadi Malekzadeh A. Biosynthesis of metallic nanoparticles using plant extracts and evaluation of their antibacterial properties. Nanochem Res, 2018; 3(1):1-16. DOI: 10.22036/ncr.2018.01.001

33. Kumar, D.; Karthik, L.; Kumar, G.; Roa, K.B. Biosynthesis of Silver anoparticles from Marine Yeast and Their Antimicrobial Activity Against Multidrug Resistant Pathogens. Pharmacologyonline 2011, 3, 1100–1111.

34. Kumar, D.; Karthik, L.; Kumar, G.; Roa, K.B. Biosynthesis of Silver anoparticles from

Marine Yeast and Their Antimicrobial Activity Against Multidrug Resistant Pathogens. Pharmacologyonline 2011, 3, 1100–1111.

35. Kowshik, M.; Deshmukh, N.; Vogel, W.; Urban, J.; Kulkarni, S.K.; Paknikar, K.M. Microbial synthesis of semiconductor CdS nanoparticles, their characterization, and their use in the fabrication of an ideal diode. Biotechnol. Bioeng. 2002, 78, 583–588.
36. Kowshik, M.; Ashtaputre, S.; Kulkani, S.K.; Parknikar, K.M.M. Extracellular synthesis of silver nanoparticles by a silver-tolerant yeast strain MKY3. Nanotechnology 2003, 14, 95–100.
37. Krumov, N.; Oder, S.; Perner-Nochta, I.; Angelov, A.; Posten, C. Accumulation of CdS nanoparticles by yeasts in a fed-batch bioprocess. J. Biotechnol. 2007, 132, 481–486.
38. Pimprikar, P.S.; Joshi, S.S.; Kumar, A.R.; Zinjarde, S.S.; Kulkarni, S.K. Influence of biomass and gold salt concentration on nanoparticle synthesis by the tropical marine yeast Yarrowia lipolytica NCIM 3589. Colloids Surf. B Biointerfaces 2009, 74, 309–316.
39. Tian, X.; He, W.; Cui, J.; Zhang, X.; Zhou, W.; Yan, S.; Sun, X.; Han, X.; Han, S.; Yue, Y. Mesoporous zirconium phosphate from yeast biotemplate. J. Colloid Interface Sci. 2010, 343, 344–349.
40. Yan, S.; He, W.; Sun, C.; Zhang, X.; Zhao, H.; Li, Z.; Zhou, W.; Tian, X.; Sun, X.; Han, X. The biomimetic synthesis of zinc phosphate nanoparticles. Dye Pigment 2009, 80, 254–258.
41. Mourdikoudis, S., Pallares, R. M., & Thanh, N. T. (2018). Characterization techniques for nanoparticles: comparison and complementarity upon studying nanoparticle properties. *Nanoscale*, *10*(27), 12871-12934
42. Subhapriya S, Gomathipriya P. Green synthesis of titanium dioxide (TiO2) nanoparticles by Trigonella foenum-graecum extract and its antimicrobial properties. Microb Pathog. 2018;116: 215–220
43. Darroudi, M.; Sabouri, Z.; Kazemi Oskuee, R.; Khorsand Zak, A.; Kargar, H.; Abd Hamid, M.H.N. Green Chemistry Approach for the Synthesis of ZnO Nanopowders and Their Cytotoxic Effects. Ceram. Int. 2014, 40 (3), 4827–4831.

44. Aeila, A. S. S., Sai, T. M., & Kumar, A. R. (2019). Nanoparticles—the future of drug delivery. J. *Pharmaceutical Res*, *9*.
45. Shobha, G., Moses, V., & Ananda, S. (2014). Biological synthesis of copper nanoparticles and its impact. *Int. j. pharm. sci. Invent*, *3*(8), 6-28
46. H. Kargar, F. Ghasemi, M. Darroudi, Bioorganic polymer-based synthesis of cerium oxide nanoparticles and their cell viability assays, Ceram. Int. 41 (2015) 1589–1594.
47. P. Sheena, K. Priyanka, B. Sabu, T. Varghese, Effect of calcination temperature on the structural and optical properties of nickel oxide nanoparticles, Hayocbcnevs: abpbra, xbvbz vanevanbra (2014) 5.
48. A. Rahdar, M. Aliahmad, Y. Azizi, NiO nanoparticles: synthesis and characterization, J. Nanostruct. 5 (2015) 145–151.
49. Anandalakshmi K, Venugobal J, Ramasamy V. Characterization of silver nanoparticles by green synthesis method using Pedalium murex leaf extract and their antibacterial activity. Appl Nanosci. 2016;6:399–408
50. Jahromi, S.P.; Huang, N.; Muhamad, M.; Lim, H. Green Gelatine-Assisted Sol–Gel Synthesis of Ultrasmall Nickel Oxide Nanoparticles. *Ceram. Int.* 2013, *39* (4), 3909–3914. XrD
51. Veisi, H., Karmakar, B., Tamoradi, T., Hemmati, S., Hekmati, M., & Hamelian, M. (2021). Biosynthesis of CuO nanoparticles using aqueous extract of herbal tea (Stachys Lavandulifolia) flowers and evaluation of its catalytic activity. *Scientific Reports*, *11*(1), 1-13
52. Gajghate, M. S. S. Introduction to Microscopy
53. García, R., & Báez, A. P. (2012). Atomic absorption spectrometry (AAS). Atomic absorption spectroscopy, 1, 1-13
54. Sharma, A., & Schulman, S. G. (1999). Introduction to fluorescence spectroscopy (Vol. 13). New York: Wiley

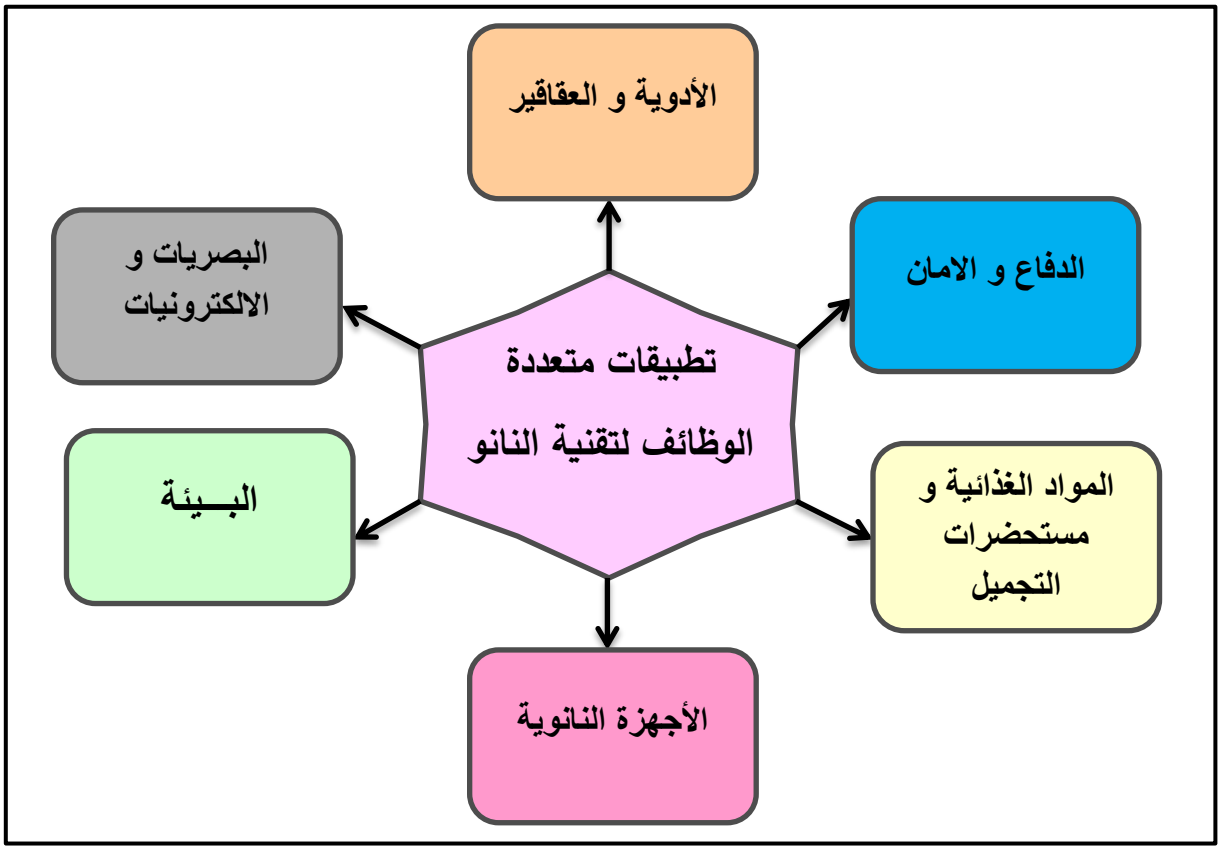
الفصل الثاني:

تطبيقات تقنية النانو

مقدمة :

تأتي الحاجة إلى المضادات الحيوية الجديدة نتيجة ارتفاع معدل الإصابة بالعدوى البكتيرية وتزايد مقاومة البكتيريا للمضادات الحيوية التقليدية وبالتالي هناك حاجة ماسة إلى طرق جديدة لتقليل نشاط البكتيريا فأصبحت تقنية النانو و التي تستخدم المواد ذات الأبعاد على النطاق الذري أو الجزيئي مستخدمة بشكل متزايد للتطبيقات الطبية وهي ذات أهمية كبيرة كنهج لقتل أو تقليل نشاط العديد من الكائنات الحية الدقيقة كما يتضمن أيضًا تفاعلًا عاليًا من الحجم الكبير الذي يحتوي على مواد سائبة و مجموعة واسعة من المجالات مثل الطب ، والإلكترونيات والمستحضرات الصيدلانية ، والزراعة ومن هنا سلط الضوء على بعض التطبيقات الهامة **[01]** :

II. 1 – تطبيقات تقنية النانو :



الشكل II.23: تطبيقات متعددة الوظائف لتقنية النانو في مختلف المجالات.

II.1.1– تطبيقات مضادات الميكروبات Antimicrobial Applications:

تتعدد استخدامات الاساليب الخضراء في تصنيع المواد النانوية لامتلاك العديد من التطبيقات الصيدلانية حيث يتم تصنيع المزيد من المواد النانوية القائمة على الفضة أو مركبات الفضة نظرًا لتطبيقاتها العديدة في المجالات الطبية استنادًا إلى مركبات الفضة التي تحتوي على أيونات الفضة (Ag^{+}) وهذه الأيونات مسؤولة عن قتل نمو الميكروبات .

تدخل أيونات الفضة في الحمض النووي للميكروبات المقابلة وتدمرها داخليًا لوقف نمو وتكاثر الميكروبات وبالتالي ، يتم قمع نمو الميكروبات ، وإلغاء تنشيط آلية البروتين ، وفي النهاية تدمير الميكروبات تمامًا بالإضافة إلى مركبات الفضة فإن عددًا قليلاً من أكاسيد المعادن الفعالة مثل CuO و ZnO و SrO و Co3O4 و SnO2 لها نشاط مضاد للميكروبات هذه الكفاءة في تدمير الميكروبات بالجسيمات النانوية الفعالة يؤدي إلى تقدم عامل قتل ميكروبات جديد في طرق تصنيع جديدة.

الجوانب المستقبلية: لقد صنع التوافق الأخضر والحيوي مواد مختلفة على نطاق النانو تظهر أداءً معززًا لمضادات الميكروبات ضد مسببات الأمراض المختلفة على سبيل المثال : الميكروبات القولونية , السلالات البكتيرية مثل K , التهاب رئوي ومن ثم فإن المواد النانوية المصنعة من خلال الطرق الخضراء تؤدي إلى التطبيقات المستقبلية في المجالات الطبية الحيوية **[33]** .

2.1.II – تطبيقات التحفيز الضوئي Photocatalytic applications :

في عملية معالجة المياه تؤدي الملوثات العضوية المنبعثة على شكل نفايات صناعية إلى تلوث المياه بشكل عام فالعديد من مبيدات الفطريات ومبيدات الأعشاب والأصباغ والعديد من الملوثات العضوية المنبعثة من الصعب جدا تحللها وهي خطرة على الغلاف الجوي وتؤثر على البيئة تأثيرا سلبيا فيسبب تلوثا للمياه الموجود في الأنهار والبرك ومجاري المياه ومن ثم فإن إزالة الملوثات من هذه الأجسام المائية يتم عن طريق تحطيم المركبات العضوية الكبيرة إلى منتجات معدنية أو كربونية باستخدام مصدر أشعة الشمس كعملية ظاهرة طبيعية.

تم تصنيع أجهزة التنقية الطبيعية لتحلل الملوثات منذ عام 1976 والتي تحتوي على عدد قليل من محفزات أشباه الموصلات و قد ازداد أثر حماية الموارد الطبيعية للبيئة والصحة العامة مما أدى إلى استحداث طرق جديدة لتطوير أنواع مختلفة من المحفزات الضوئية لتقليل الملوثات ومن ثم ، ظهرت محفزات نانوية منخفضة

السعر كبديل في السنوات الأخيرة.

سبب التلوث الرئيسي للمياه هو إطلاق النفايات من المنسوجات في المجاري على شكل ملوثات صبغية وصناعات كيميائية في شكل مواد كيميائية سامة فيجعل المياه غير صالحة للاستهلاك المنزلي أو أي شيء آخر وبصرف النظر عن هذا ، فإن المياه الملوثة تصبح مكانا مضيفا لتخزين جميع أنواع البكتيريا والفيروسات و بالتالي فإن الملوثات العضوية قبل إطلاقها في الجداول يجب أن تتحلل لتجنب التلوث والحفاظ على البيئة وصحة الإنسان علاوة على ذلك لا يمكن أن تكون النفايات الصناعية أو النسيجية سهلة التحلل بفعل الأحماض أو القواعد العادية أو في وجود أي ضوء ومن ثم لحل هذه المشكلة يلزم اتباع أساليب جديدة لإعداد محفزات نانوية فعالة تمتلك أعلى قدرة على تحليل الملوثات حيث تُستخدم هذه المحفزات لنقل الإلكترونات الموجودة في حالة التكافؤ إلى حالة التوصيل ثم ، في وقت واحد يزداد عدد أزواج الإلكترون والثقوب ويؤدي إلى تعزيز النشاط التحفيزي للمواد النانوية عن طريق الدمج مع جزيئات H_2O أو O_2 فينتج عن هذه المحفزات النانوية تحلل الملوثات مثل الأكسيدات الفائقة ، الجذور أو الهيدروكسيد الأيوني بحيث يمكن ازالتها بسهولة من الماء ولذلك ، ينبغي معالجة المياه المستعملة المحتوية على ملوثات عضوية بالتحلل الضوئي ثم إطلاقها في مجاري المياه وتعتمد القدرة على الأكسدة الضوئية لتحلل الصبغة بواسطة أشباه الموصلات النانوية على جدور الهيدروكسيل ومن تم يتم تطوير عدة مواد نانوية قائمة على الفضة ، وجسيمات نانوية معدنية بسيطة ، وأكاسيد معدنية مختلفة كمواد نانوية لعوامل التحلل الفعالة في صناعات النسيج المختلفة **[32]** .

الجوانب المستقبلية : في أيامنا هذه يعد تحسين المواد النانوية القابلة لإعادة الاستخدام والمنظمة جيدًا والحساسة للضوء تحديًا كبيرًا لتحلل الملوثات العضوية الصناعية وأيضًا ظواهر فصل المياه لإنتاج غازات الوقود مثل الهيدروجين والأكسجين في الأيام القادمة.

وبالتالي فإن المواد النانوية المصنعة في مناهج متوافقة حيوياً لها مزايا مستقبلية قوية في التحلل الفعال للنفايات الصناعية **[02]** .

3.1.II – الخواص البصرية :

تعتبر الخصائص البصرية للمواد النانوية من أهم الخصائص ويمكن تحديدها باستخدام تقنيات التحليل

الطيفي للأشعة المرئية والفوق البنفسجية لدراسة السلوك البصري لهذه المواد ففي المجموعات النانوية الصغيرة ، يكون للأبعاد المخفّضة في بنيتها الإلكترونية التأثير الأكثر عمقًا على طاقات المدار الجزيئي الأعلى المشغول ، وهو نطاق التكافؤ ، والمدار الجزيئي الأدنى غير المشغول ، وهو في الأساس نطاق التوصيل حيث تحدث الخصائص البصرية مثل الانبعاث والامتصاص عندما يحدث انتقال الإلكترون بين هاتين الحالتين.

تظهر أشباه الموصلات والعديد من المعادن تغيرات كبيرة في الخصائص البصرية كدالة لحجم الجسيمات فنلاحظ أنه كلما زاد الحجم ، يتغير لون التعليق الغروي للذهب من الأحمر إلى الأصفر و يرجع لون الجسيمات النانوية إلى تأثير رنين البلازمون السطحي ، وهو رنين العصابات الإلكترونية الخارجية للجسيمات ذات الأطوال الموجية الضوئية.

عندما تثير فوتونات الضوء الإلكترونات الخارجية للجسيمات ، فإن الإلكترونات الخارجية على الجسيمات المعدنية تهتز عند أطوال موجية معينة وتمتص الضوء المقابل لذلك الرنين و العلاقة بين حجم الجسيمات واللون معروفة جيداً ويتم قياسها رياضياً بواسطة نظريتي مايس ورايلي للتشتت كما تتأثر أيضًا خصائص مثل التحفيز الضوئي ، والموصلية الضوئية ، والانبعاث الضوئي ، والتلألؤ الكهربائي وما إلى ذلك ، بانخفاض أبعاد الجسيمات النانوية و في حالة مركبات البوليمر النانوية تُستخدم توزيعات الجسيمات النانوية غير المتكتلة في البوليمر لضبط مؤشر الانكسار بالإضافة إلى ذلك قد تنتج مثل هذه العملية مواد ذات خصائص بصرية غير خطية **[03]**.

4.1.II – التلؤلؤ الضوئي photoluminescence:

التكوين الضوئي هو الظواهر المستخدمة لدراسة الهياكل الإلكترونية للمواد في نهج غير بنّاء دون الاتصال بالمادة و في هذه العملية يُسمح للضوء بالمرور عبر المادة حيث تمتص المادة قدرًا من الطاقة الضوئية ويؤدي الضوء الزائد إلى إثارة الجزيئات تسمى هذه الظاهرة بعملية الإثارة الضوئية و بطريقة أخرى قد يتم أيضًا عرض فائض الطاقة الضوئية التي تمتصها المادة من خلال عملية الانبعاث وتسمى هذه الظواهر بالإضاءة الضوئية حيث تحدث عملية الإثارة الضوئية المتتالية وبالتالي فإن عملية الإثارة الضوئية تنقل الإلكترونات من مستوى الأرض إلى مستوى الإثارة بالتتابع **[05] [04]** ، ينبعث الفائض من الطاقة الضوئية

في شكل إشعاعي أو غير إشعاعي عند وضع توازن الإلكترونات في كل من الأرض والمستويات المثارة لذلك ، تؤدي عملية الانبعاث إلى تباين في حالات الطاقة مثل مستويات الإثارة والتوازن أو قد تكون بين أي نوعين من مستويات الإلكترون أخيرًا تتناسب كمية انبعاث الإشعاع المضيء مع معدل الظواهر الإشعاعية النشطة.

يحدث التلألؤ الضوئي بشكل أساسي من خلال ثلاث طرق مختلفة مثل الإشعاع الرنان ، والفلورة والفسفرة كما تكتسب عملية التبلور الضوئي أهمية كأجهزة فلوريسنت في أجهزة الاستشعار البيولوجية وكذلك في العمليات ذات الصلة البيولوجية وفي أجهزة الحالة الصلبة تكون عملية التبلور الضوئي عملية هامة للعثور على انبعاث ناتج عن التجميع بالإضافة إلى ذلك تحدث عملية التبريد في العديد من حاملات الصبغيات عن طريق تكوين تجمعات بسبب عملية انبعاث التلألؤ الضوئي لتجنب إخماد المواد ، يتم إدخال الفلور من خلال التحليل الطيفي للضوء الضوئي ويوفر هذا التحليل الطيفي أيضا تطبيقا للعثور على دراسات للانبعاثات الخفيفة وعملية تحليل المواد بما في ذلك يشمل أساسا تحليل مواد أشباه الموصلات.

5.1.II- تطبيقات النانو تكنولوجي في مجال الالكترونيات:

تعد الإلكترونيات عصب الحياة الحديثة وقد أضحت عنصرا مهماً في حياتنا اليوم ولا يمكن تخيل حياتنا بدونها كونها مكون رئيسي في جميع الأجهزة الكهربائية الحديثة التي نستخدمها اليوم ومما لا شك فيه أن تكنولوجيا النانو أضحى لها دور أساسي وكبير في تطوير صناعة الإلكترونيات ,المعروفة باسم الإلكترونيات النانوية (Nano electronics)**[06]** .

II. 1.5.1- الجسيمات النانوية كمستشعر كهروكيميائي :

أدخل التطور في تكنولوجيا النانو أدوات جديدة في مجال المستشعرات الحيوية وأجهزة الاستشعار الكهروكيميائية وبالنظر إلى مزايا الخصائص الفيزيائية أو الكيميائية الخاصة بالجسيمات النانوية[07] ، يمكن تطوير أجهزة الاستشعار البيولوجية المحسنة وأجهزة الاستشعار الكهروكيميائية على سبيل المثال ، يمكن إنشاء أجهزة الاستشعار الحيوية ذات الثبات المعزز باستخدام الجسيمات النانوية كركائز لتثبيط الجزيئات الحيوية ، بينما يمكن تحضير المستشعرات الكهروكيميائية ذات الانتقائية والحساسية المتزايدة للاستفادة من الخصائص التحفيزية المحسنة للجسيمات النانوية.

يتمتع المستشعر القائم على مادة النانو بالعديد من المزايا مثل تثبيت الجزيئات الحيوية ووضع علامات عليها ، وتحفيز انتقال الإلكترون بين أسطح القطب الكهربائي **[29]** ، وتحفيز التفاعل الكهروكيميائي وما إلى ذلك مقارنةً بالتفاعلات التقليدية ونجد أن الخصائص الفيزيائية والكيميائية الهامة للجسيمات النانوية تجعلها أداة مثالية للكشف عن المواد الكيميائية أو الكيمياء الحيوية كما تُستخدم بعض الجسيمات النانوية المعدنية مثل الجسيمات النانوية الفضية والذهبية كمستشعر قياس لوني حيث يتم الكشف عنها بناءً على التغيرات في لون الجسيمات النانوية **[30]** .

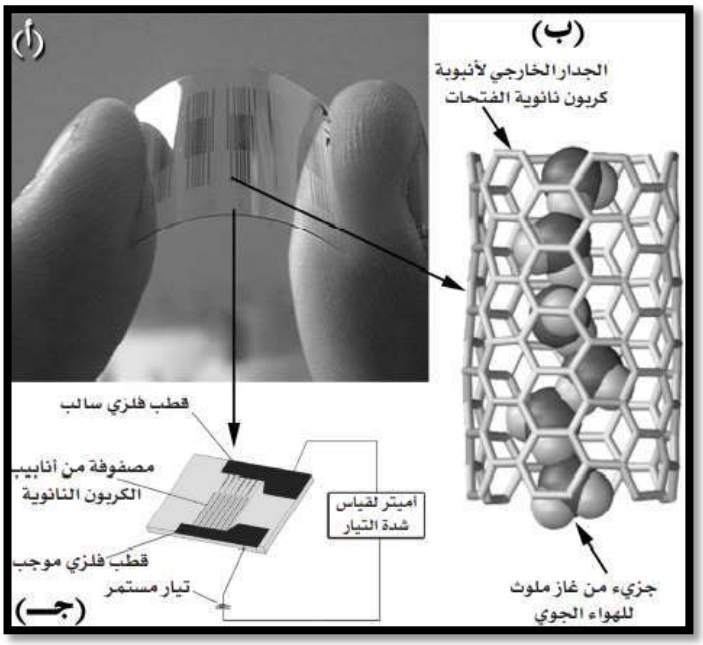
II. 2.5.1- في مجال الحساسات :

إن تكنولوجيا النانو قدمت وتقدم الدعم في مجال إنتاج ما يعرف الان باسم أجهزة الاستشعار والحساسات النانوية Nanosensors التي تعد أحد أهم مخرجات هذه التقنية وبما أن المواد النانوية تتمتع بخواص جيدة ومواصفات عالية جدا لذا فإنها تعتبر نموذجية في الاستخدام بمجال الاستشعار عن بعد. وقد أسهم تناهي صغر أحجام تلك الحساسات وخفة وزنها وانخفاض تكلفتها الانتاجية في ازدهارها كي تستخدم في مجالات عديدة مثل مجال النقل و المواصلات , الطب و الرعاية الصحية وبما أن الحساسات النانوية تتميز بالدقة المتناهية والزمن القياسي في تحديد هوية وتركيز الملوثات الكيميائية, الميكروبية والبكتيرية في البيئة المحيطة فقد وظفت أيضاً في مجال رصد التدهور البيئي والتنبؤ بالأخطار البيئية وقد غدت الحساسات النانوية مألوفة بعد أن غزت مجالات متعلقة بأنشطتنا اليومية, فعلى سبيل المثال, تلك الحساسات المستخدمة في الفتح الآلي لأبواب المحلات التجارية, و تلك المستخدمة في السيارات لمساعدة السائق في تحديد ما حوله من أشياء خشية الارتطام أثناء عملية إيقاف السيارة في المواقف ورصد بيانات ضغط زيت المحرك ودرجة حرارته و مستوى الوقود وكذلك في الطائرات فهي تزود بعدد هائل من الحساسات النانوية التي يعتمد عليها الملاح الجوي في التعرف على العوامل الجوية الخارجية وارتفاع الطائرة, ومعرفة أي خلل أو عطل قد يقع في أحد اجزاء الطائرة.

وبالنسبة إلى رحلات الفضاء الخارجي فقد قامت وكالة ناسا الفضائية بخطوة رائدة حيث تمكنت لأول مرة في تاريخ البشرية من تصنيع إحدى حساسات النانو الكيميائية واختبارها على متن إحدى المركبات الفضائية .وقد برهنت التجربة على نجاح تلك الحساسات المتقدمة في العمل في الفضاء الخارجي وقدرتها الفائقة على تعيين

وتحليل المقادير الضئيلة لملوثات الهواء الداخلي للمركبة الفضائية, ولا شك ان وجود هذه الملوثات ضمن المركبة الفضائية على الرغم من ضآلتها, قد يسبب تهديدا كبيرا للطاقم الملاحى بسبب تراكم تلك الملوثات وزيادتها في المركبة الفضائية المغلقة, خصوصاً خلال الرحلات الطويلة التي قد تمدد لأشهر وقد استخدمت تقنية النانو متمثلة في تقنية النظم الكهرو ميكانيكية الصغرى MEMS في تصنيع هذا الجهاز، وجهاز الاستشعار هذا يتألف من مجموعة من الالكترونيات ترتبط بحساس نانوي مثبت معها بلوحة الالكترونيات الرئيسية بالجهاز، وقد استخدمت أنابيب الكربون النانوية في تركيب هذا الحساس وذلك نظرا لدقة هذه المواد النانوية المتقدمة في تعيين وتحليل الكميات الضئيلة جدا من الغازات المتسربة في الهواء وتحديد أنواعها .

وفي مجال الكشف عن المتفجرات فإن الحساسات العادية لديها العديد من العيوب ككبر الحجم وانخفاض حساسيتها بالإضافة إلى طول الفترة الزمنية اللازمة لأداء مهامها، وصعوبة تكثيف توزيعها في أماكن مهمة أخرى مثل مواقف السيارات المنتشرة في المباني والمراكز التجارية ,والجسور.... الخ , فضلا عن صعوبة ربط هذه الحساسات مع بعضها من خلال شبكة أرضية تكون قادرة على رصد واكتشاف أماكن وجود المتفجرات ونوع المواد المستخدمة و ارسال تلك البيانات لحظياً لمركز القيادة والتحكم، لذا فقد تدخلت تكنولوجيا النانو في توفير الحلول المناسبة بإنتاج مصغرات من أجهزة استشعار لها حساسية فائقة في التمييز بين المواد المتفجرة وتصنيفها بدقة عالية. كما تتميز هذه الحساسات النانوية بانخفاض تكلفة إنتاجها و ترتكز فكرة عملها على تصيد جزيئات المواد العضوية المستخدمة في صناعة المتفجرات ذلك لان هذه المواد ذات درجات غليان منخفضة أي تتبخر نسب ضئيلة من جزيئاتها عند درجة حرارة الغرفة فتتصيدها الحساسات الكيميائية وتحللها وترسل إشارات لاسلكية لشبكة نظم المعلومات الجغرافية GIS التي ترسلها إلى أجهزة ال GPS لدى فرق المتابعة والمراقبة الارضية و تصدر هذه البيانات وفقاً للإحداثيات الثلاثية الخاصة بكل حساس ومن ثم يمكن تحديد موقع وجود اللغم و التدخل الفوري لإبطاله **[26]** .



الشكل 24.II :رسم تخطيطي يوضح طريقة تركيب احدى الحساسات النانوية المؤلفة من أنابيب الكربون .

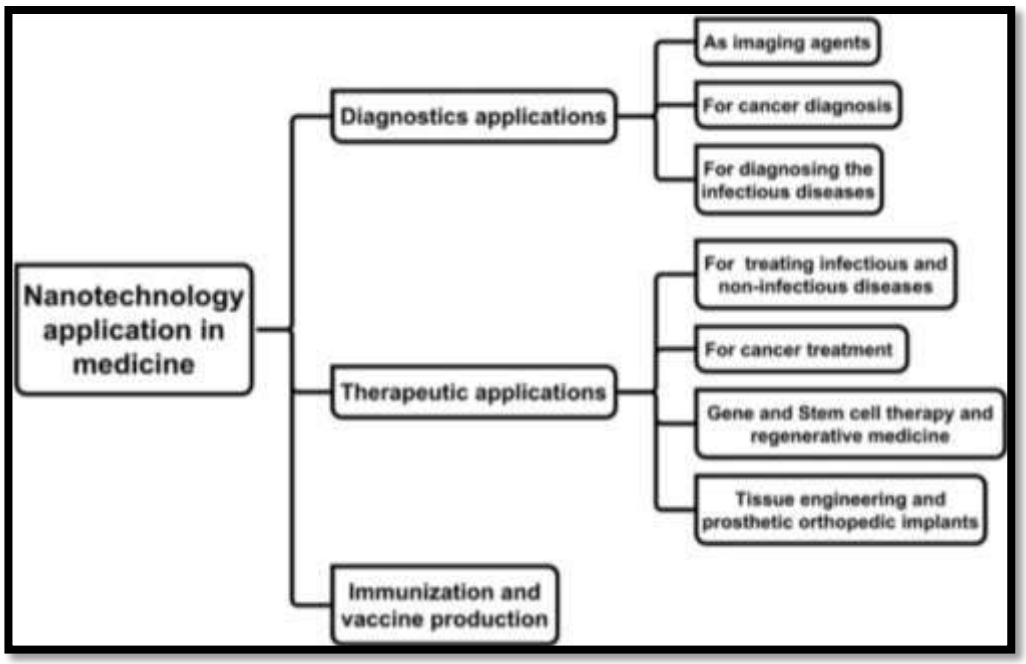
3.5.1.II- في مجال الترانزستوارت :

والترانستور هو وحدة صغيرة جدا مقدار غير ثابت يقوم بوظيفة منظم لمرور التيار الكهربائي خلاله بمقدار غير ثابت حيث أنه يختلف باختلاف قيمة التيار الداخل إليه, وتدخل الترانزستورات كمكونات رئيسية في بناء الدوائر المتكاملة في الأجهزة الإلكترونية المختلفة (حاسوب, مذياع , مركبات فضائية..) وبفضل تكنولوجيا النانو تمكنت شركة إنتل من مضاعفة عدد الترانزستورات المستخدمة في المعالجات وذلك من خلال تصغير أبعادها, والتي وصلت اليوم الى 90 نانو متر ومن المحتمل أن تصل أبعادها إلى 50 نانومتر خلال السنوات المقبلة **[26]** .

6.1.II – الجسيمات النانوية في الطب :

ساهم تطور تقنية النانو على تغيير القواعد الطبية المتبعة في منع الأمراض وتشخيصها وعالجها وأصبحنا نعيش عصر التقنية الطبية النانوية, فمثلا تقدم تقنية النانو طرقاً جديدة لحاملات الدواء داخل الجسم (حاملات نانوية ذات أحجام تصل لمقياس النانو) تكون قادرة على استهداف خلايا مختلفة في الجسم ويمكن بواسطة هذه التقنية تصوير خلايا الجسم بسهولة كما لو أننا نأخذ لها صور عادية, كذلك يمكن التحكم بتلك الخلايا وتشكيلها بأشكال مختلفة.

إضافة إلى استخدام الليبوزوم النانوية المصنعة كأنظمة توصيل للعقارات المضادة للسرطان واللقاحات و من المتوقع أن يكون للعلاجات والأساليب التشخيصية القائمة على استخدام الجسيمات النانوية فوائد مهمة للطب في المستقبل ، لكن استخدام الجسيمات النانوية يمثل أيضًا تحديات كبيرة ، لا سيما فيما يتعلق بالتأثيرات على صحة الإنسان على سبيل المثال ، لا يُعرف الكثير عن مصير الجسيمات النانوية التي يتم إدخالها إلى الجسم أو ما إذا كانت لها آثار غير مرغوب فيها على الجسم ولهذا فدائما هناك حاجة لتجارب سريرية مكثفة من أجل معالجة المخاوف بشأن سلامة وفعالية الجسيمات النانوية المستخدمة في الطب بشكل كامل هناك أيضًا مشكلات في التصنيع يجب التغلب عليها ، مثل القدرة على إنتاج الجسيمات النانوية في ظل ظروف معقمة ، وهو أمر مطلوب للتطبيقات الطبية **[09]** .



الشكل 25.II :يمثل مخطط للتطبيقات المختلفة للجسيمات النانوية في العلوم الطبية : التشخيصية و العلاجية

1.6.1.II – الكشف عن الامراض :

إن الأسلاك النانوية تستخدم كمجسمات حيوية وذلك لحساسيتها العالية و حجمها الصغير جدا حيث يتم طلاء هذه الأسلاك بأجسام مضادة مصنعة بحيث أنها تلتصق فقط بالجسيمات الحيوية (DNA) أو البروتينات, أو الجسيمات البيولوجية الأخرى في الجسم, ولا تلتصق بغيرها من الجزيئات, وعندما ترتبط هذه

البروتينات أو غيرها بالأسلاك النانوية المطلية فسوف تتغير توصيليتها, وبذلك يمكن استخدام هذا المجس الحيوي النانوي في اكتشاف عدد كبير من الأمراض في مراحلها الأولية، وذلك بإدخال أعداد كبيرة من الأسلاك النانوية داخل الجسم يتم طلائها بأجسام مضادة مختلفة، تمثل مجسات مختلفة.

2.6.1.II– في مجال العمليات الجراحية :

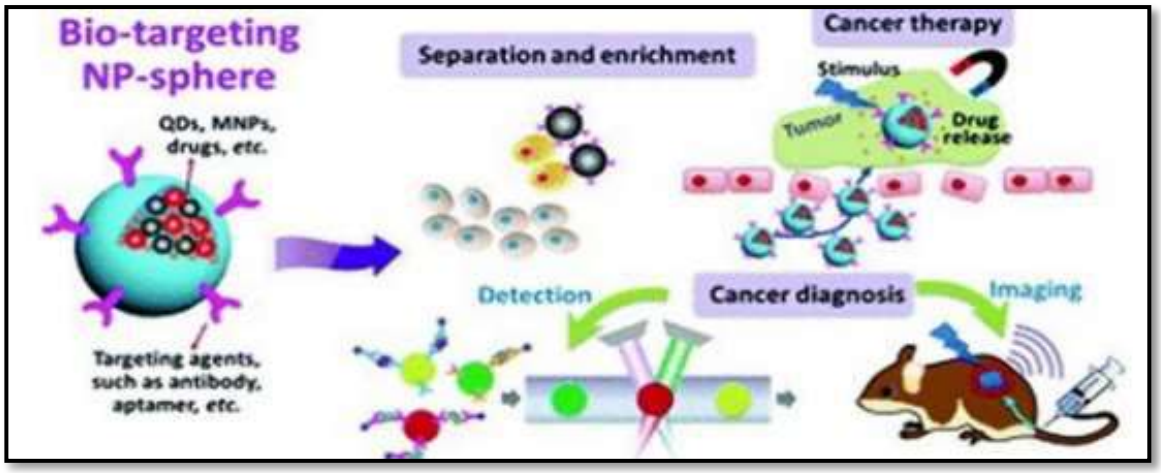
قامت شركة (كورفس) بصناعة روبوت صغير بحجم النانومتر يستخدم كمساعد للأطباء في العمليات الجراحية الحرجة والخطرة, حيث يستطيع الطبيب التحكم في الروبوت بواسطة جهاز خاص مما يساعد في إنجاز العملية بكفاءة عالية وبدقة متناهية **[10]** وبالطبع فهي أفضل من الطرق التقليدية للعمليات الجراحية وأقل خطرا, فهنا يستخدم الطبيب عصاة تحكم تمكنه من التحكم بذراع الروبوت الذي يحمل الأجهزة الدقيقة وكاميرا مصغرة و ذلك ليحول التحركات الكبيرة الى تحركات صغيرة و هذا يزيد المزيد من الدقة الجراحية **[11] [12]** .

الشكل 26.II: يوضح شكلا افتراضيا للنانو روبوت المتوقع انتاجه مستقبلا في اجرائه لاستئصال موضعي لورم سرطاني داخلي.

3.6.1.II – في مجال علاج السرطان :

تستخدم الأغلفة النانوية المطلية بالذهب لتدمير الخلايا السرطانية, ويبلغ طول هذه الأغلفة النانوية حوالي 120 نانومتر وهي أصغر من حجم خلية السرطان حوالي 170 مرة, وعندما تحقن هذه الأغلفة النانوية داخل

الجسم فإنها تلتصق تلقائياً بالخلايا السرطانية, ومن ثم يتم تعريض تلك الخلايا لأشعة ليزر تحت الحمراء فتعمل بدورها على تسخين الذهب ورفع درجة حرارته مما يؤدي إلى احتراق تلك الخلايا وموتها وتمتاز هذه الطريقة بالدقة والموضوعية نظرا لصغر الأغلفة النانوية بالنسبة للخلايا وتركزها بالخلايا المريضة فقط مما يجعل الخلايا السليمة بعيدة عن الخطر و عن الاثار الجانبية لتلك الطريقة **[26]** .



الشكل 27.II : يبين كيفية استخدام الجسيمات النانوية في علاج السرطان **[25]**.

4.6.1.II- توصيل الدواء :

من المعروف ان نجاح اي عقار طبي يعتمد اساسا على طريقة تعاطيه و ميكانيكية توصيله الى الجزء المعتل داخل جسم المريض و ذلك في اقل مدة زمنية ممكنة و باقل تأثيرات جانبية محتملة لذا فليس من الغريب ان تتنافس شركات الادوية المختلفة في احتكار طرق فريدة معينة بتوصيل الدواء داحل جسم الانسان و ان تمهين تلك الشركات على تقنيات وصول جزيئات الدواء الى المكان المراد من دون تعثر او خلل في التوجيه ويعد رفع قيمة التوافر الحيوي لأي دواء من الامور الصعبة التي لا تتأتى عن طريق زيادة نسبة جزيئات المواد الكيميائية الداخلة في تركيبه او زيادة الجرعة التي يتعاطاها المريض لان هذا يؤدي الى زيادة نسبة سميته مما ينجم عنه عواقب وخيمة

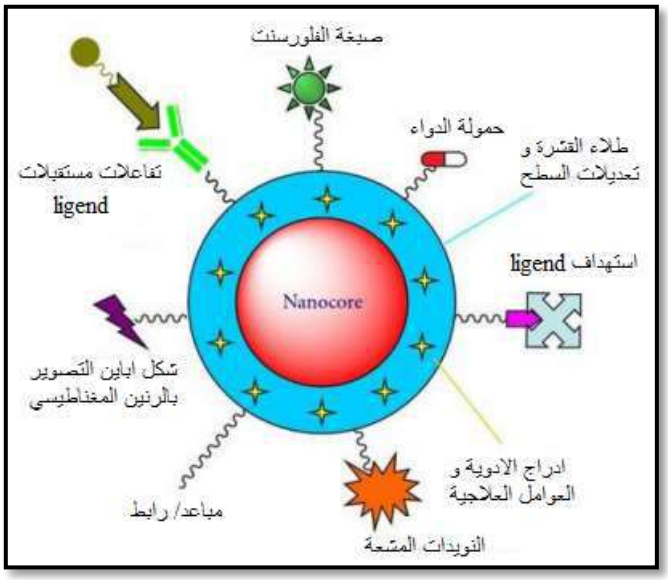
و تعد تكنولوجيا النانو المعول الرئيسي المستخدم لتطوير مناهج العقاقير الطبية و الادوية من خلال زيادة نسبه توافرها الحيوي بالدم و ذلك عن طريق استحداث اساليب مبتكرة و تقوم تلك التكنولوجيا بتقديم حلول و نماذج مبتكرة متقدمة ادت الى نجاحات كبيرة و متقنة في عمليات توصيل و نقل الدواء drug delivery

المتمثلة في رفع القدرة على نقل جزيئات المادة الكيميائية الفعالة للدواء الى خلية بعينها من خلايا الجسم دون غيرها نقلا مباشرا و في اقل فترة زمنية .

فعلى سبيل المثال يتم تصميم و انتاج كبسولات من البلمرات مسامية التركيب porous polymer حيث تحتوي جدرانها على عشرات الالاف من الفجوات المسامية التي تسمح بدخول جزيئات مادة الدواء لتستقر داخلها و عند تناول هذه الكبسولات و بمجرد وصولها الى العضو المعني او المكان المراد علاجه بالجسم فان الكبسولة تبدأ في الانقسام الى اجزاء صغيرة ثم الى جزيئات اصغر فاصغر فإنها لا تخرج دفعة واحدة و انما تتسرب و تنطلق من مخابئها المسامية بمعدلات زمنية محسوبة time released drug مما يتيح للمريض ان يتعاطى كبسولة واحدة منها فقط طوال المدة الزمنية المقررة للعلاج بدلا من تعاطيها يوميا لعدة مرات و تعرف هذه الادوية المتاحة الان باسم العقاقير الطبية ممتدة المفعول

و مثال اخر لتلك الحبيبات النانوية لأكسيد الحديد لاسود المغناطيسي التي يتم خلط نسبة وزنية منها مع حبيبات المادة الفعالة للدواء بحيث يتم شحنها معا داخل كبسولة مصنعة من البوليمر مسامي التركيب و بمحرد تناول المريض لهذه الكبسولة يقوم الطبيب بتعريض منطقة الجسم الخارجية و التي يقبع تحتها العضو المراد علاجه لمجال مغناطيسي و ذلك عن طريق استخدام جهاز يدوي صغير يشبه فارة الكمبيوتر و يؤثر على الحبيبات المغناطيسية الموجودة بداخل الكبسولة مسببا لها اهتزازات تعمل على ارغام حبيبات مادة الدواء على الخروج من خلال الفتحات المسامية للكبسولات و تقديم جرعة دوائية محلية الموضع للجزء المصاب بالعضو تماما و كأننا قد قمنا بعملية حقن موضعي للعضو الداخلي.

و يجري العمل في هذه الآونة على تأهيل عدد من المواد النانوية الجديدة كي يتم توظيفها في علاج حالات اكثر تعقيدا و اشد صعوبة و هي الخاصة بزراعة تلك المواد بالمخ و الاعتماد على صغر احجامها في ان تخدع الحاجز الدماغي الدموي لتتسلل من خلاله كذلك ادى التطور المستمر السريع في بحث طب النانو الى ابتكار انواع متطورة من المستحضرات الطبية المذيبة للتجلط الدموي و التي تتألف من حبيبات نانوية متناهية الصغر تكون قادرة على اختراق الحاجز الدماغي الدموي و خداعه حيث تذهب مباشرة الى المخ لتستقر داخل شرايينه مما يتيح لها التعامل المباشر مع تلك الجلطات الدموية و اذابتها اذابة موضعية دون أدنى تدخل جراحي **[08]** .



الشكل 28.II : الجسيمات النانوية متعددة الوظائف للتصوير الجزيئي و توصيل الادوية و العلاج **[27]**

5.6.1.II- في مجال الأدوية و العقاقير النانوية :

تتصدر اليوم العقاقير الطبية، المركبة من حبيبات نانوية تقل مقاييس أبعاد أقطارها عن 20 نانومترا، رأس قائمة الأدوية والعقاقير الطبية من حيث الكفاءة والأمان وقد تم تصميم المواد النانوية الخاصة بتلك العقاقير كي تتلاءم مع الأحجام المختلفة للجزيئات الحيوية Biomolecules الموجودة بالجسم، وكذلك مع أحجام الفيروسات والبكتيريا التي يصاب بها الجسم وتعتمد الأدوية الثانوية في أداء مهامها، على صغر أحجامها الذي يمنحها ميزة التخفي عن جهاز المناعة Immune System بالجسم، الذي يقاوم وجود أي أجسام دخيلة عليه، فينقض عليها ويهاجمها بواسطة جنوده من الاجسام المضادة Antibodies ومع التقدم المستمر في إنتاج تلك الفئة من المواد الذكية، فإن صناعة الدواء المعتمدة على تقنيات تكنولوجيا النانو قد بدأت منذ فترة وجيزة في تقديم أدوية وعقاقير طبية فريدة تتوافر فيها المزايا التالية:

- زيادة في نسبة التوافر البيولوجي الدواء
- تقليل نسبة سمية الدواء، وذلك من خلال تمكين الدواء من الوصول بصورة مباشرة إلى الخلية المصابة بعينها، من دون المكوث طويلا في محطات أخرى بالجسم
- تحسين في توزيع المادة الفعالة للدواء بخلايا الجسم المصابة
- التحكم في معدل خروج المادة الفعالة للدواء من خلال تصغير أقطار مسام الكبسولات المغلفة له،

مما يعني زيادة في فعالية الدواء، وتخفيض كمية الدواء اللازمة، وأيضا تقليل عدد الجرعات المطلوبة للشفاء.

تشتهر الجسيمات النانوية المختلفة ، بما في ذلك الفضة والزنك والذهب والحديد والنحاس وما إلى ذلك و المعروفة بأنشطتها المضادة للفطريات والفيروسات المضادة للبكتيريا فمن المعروف أن الفضة قادرة على قتل 650 جرثومه ميكروبيه دون أن تؤذى جسم الإنسان، هذه التكنولوجيا سوف تحل الكثير من مشاكل البكتيريا المقاومة للمضادات الحيوية التي أحدثت طفرات تحول دون تأثير المضاد على هذه البكتيريا ، حيث يقوم النانو بيوتك بثقب الجدار الخلوي البكتيري أو الخلايا المصابة بالفيروس مما يسمح للماء من الدخول إلى داخل الخلايا فيتم إبادتها فعلى سبيل المثال أثبتت جزيئات الفضة النانوية المُصنّعة حيوياً فعالية فعّالة في مبيدات الجراثيم ضد البكتيريا موجبة الجرام وسالبة الجرام كما تُظهر هذه الجسيمات النانوية تأثيرات مضادة للجراثيم شديدة الأهمية بسبب إنتاج أنواع الأكسجين التفاعلية ، أو تركيبها ، أو إطلاق أيونات المعادن داخل مسببات الأمراض وبصرف النظر عن العوامل المضادة للميكروبات ، تستخدم الجسيمات النانوية أيضًا كعوامل مضادة للتكاثر حيث أظهرت الجسيمات النانوية الفضية والذهبية بوساطة نباتية نشاطًا مضادًا للسرطان في المختبر ضد خطوط الخلايا السرطانية المختلفة ويمكن أن تظهر مساحة السطح الأكبر من الجسيمات النانوية المعدنية عددا كبيرا من المجموعات الوظيفية السطحية التي قد تربط الخلايا السرطانية وتنشرها ، مما يؤدي إلى موت الخلايا **[08]**.

7.1.II – المساعدة في جراحة الاورام

وباستخدام جزيئات النانو كعوامل للتباين (كبديل عن الصبغة) نحصل علة صور بالرنين المغناطيسي و الاشعة فوق الصوتية ذات تباين و توزيع افضل .

بل ان جزيئات النانو المضيئة تستطيع أن تساعد الجراح أثناء العملية الجراحية في التعرف على مكان الورم و بالتالي تجعل عملية استئصاله امر اكثر سهولة **[29]** .

8.1.II – الجسيمات النانوية في الصناعات الغدائية :

إن "الغذاء النانوي" أو nanofood تعبير يطلق على الغذاء الذي يستعمل في إنتاجه أو في إي مرحلة من مراحل إنتاجه تقنية النانو، و بعبارة أخرى هو الغذاء الذي يتم استخدام تقنية النانو في زراعته أو معالجته أَو

تغليفه و يعتبر التغليف حالياً أحد أكثر التطبيقات العملية لتقنية النانو, حيث تستخدم جسيمات الطين النانوي (Nano clay) في صنع أغلفة بلاستيكية قوية وخفيفة ومقاومه للحرارة و قادرة على منع الأكسجين وثاني أكسيد الكاربون من الدخول و إفساد الأطعمة ، إضافة الى ذلك يتم تطبيق تقنية النانو في صنع تغليف خاص مقاوم للمكروبات والبكتيريا .

يعتقد العلماء إن استخدام تقنية النانو يساعد شركات الغذاء على إنتاج مواد غذائية خالية من أضرار المواد الحافظة واقل ثمناً مما هي عليه اليوم، وذلك من خلال استخدام أقل للمواد الكيميائية في تحضير و إنتاج المواد الغذائية مستقبلا وهناك بعض المنتجات أنتجت عن طريق تقنية النانو ومثل هذه المنتجات موجودة في بعض أنواع الغذاء و قد تساهم تقنية النانو في تحقيق تقدم في كثير من المجالات و تزيد المكونات النانوية أو تقلل من عملية نفاذ الغاز في طبقات الحشو المختلفة وفقاً لما هو مطلوب في المنتجات المختلفة.

و نلخص أمثلة لبعض المواد النانوية المستخدمة في مجال المنتجات الغذائية و الية عملها داحل جسم الانسان في الجدول التالي :

الجدول II.03 :جدول يمثل أمثلة لبعض من المنتجات الغذائية المنتجة بواسطة تكنولوجيا النانو **[08]**

نوع المنتج	أمثلة لأنواع المواد النانوية الداخلة في تركيب المنتج	الية عمل المواد النانوية
المشروبات الغذائية و الصحية	تحتوي على حبيبات نانوية لفلز الحديد الحر تصل أبعاد أقطارها الى نحو 300 نانومتر .	صغر أحجام حبيبات الحديد يؤدي الى سهولة بالغة في امتصاص خلايا الجسم لها و التفاعل معها

تغليف و تعبئة المواد و المنتجات الغذائية	حبيبات السيليكا النانوية المستخدمة في دعم و تقوية البوليميرات المستخدمة في تعبئة المواد و المنتجات الغذائية .	تعمل حبيبات السيليكا النانوية على تقوية العبوات المصنعة من البوليميرات و سد الفجوات المسامية الموجودة بها و بالتالي منع جزيئات الغازات مثل الاكسجين من اختراق العبوات و بالتالي المساهمة في زيادة العمر الافتراضي في تخزين المنتجات الغذائية و حمايتها من الاكسدة و التلف .
الحساسات النانوية	أنابيب الكربون النانوية ، حبيبات الكربون بلاك النانوية فائقة النعومة (50 نانومترا) .	تكشف أنابيب الكربون النانوية عن الكائنات الدقيقة متناهية الصغر و كذلك باستشعار وجود البروتينات السامة المصاحب لتلف و فساد الأطعمة و المشروبات المحفوظة و يقوم كذلك الكربون بلاك بالمهام نفسها و ذلك عن طريق التغيير في لونه المصاحب لأي أنشطة بكتيرية يتم تعيينها .

9.1.II– تطبيقات النانو في البيئة :

استخدمت تقنية النانو لحل مشاكل التلوث البيئي او على لاقل تخفيفها حيث يمكن أن تكون التطبيقات الأكثر تقدمًا لهذه التكنولوجيا مفيدة في تخزين الطاقة للاستخدام المستقبلي ، من خلال تحويلها من شكل مفيد إلى آخر ، و تحضير المواد الصديقة للبيئة ، وتطوير مصادر طاقة مستدامة أفضل و يمكن استخدام تقنية النانو لإنتاج مصادر طاقة ميسورة التكلفة ، في التحفيز النانوي و في تكنولوجيا الطاقة الشمسية وتكنولوجيا الهيدروجين فيتم استخدام الأنابيب النانوية الكربونية كمنزل لتخزين الهيدروجين وتُستخدم أيضًا في جعل الطاقة الكهروضوئية أرخص وأخف وزنًا وأكثر فاعلية ، مما يقلل من احتراق ملوثات المحرك بواسطة

المرشحات النانوية المسامية ويمكنه تنظيف نظام العادم ميكانيكيًا.

وتُستخدم الآن جزيئات المعادن النبيلة على نطاق نانو بشكل متكرر لبناء الجسيمات النانوية التحفيزية والمحول الحفاز والأسطوانات المغلفة المحفزة التي تساعد في تنظيف نظام العادم ويمكن أن تساعد تقنية النانو في تنمية ابتكارات جديدة صديقة للبيئة وخضراء يمكنها الحد من التلوث غير المرغوب فيه حيث تؤدي المنهجيات المبتكرة النانوية إلى تقليل استخدام الطاقة للتنوير بخلاف ذلك تعمل على إزالة الأصباغ ومعالجة مياه الصرف وإزالة المعادن الثقيلة وتقليل الملوثات في البيئة وأيضًا في الأنشطة المضادة للبكتيريا **[13]** .

و مثال عن ذلك تم استخدم الشاي الأخضر لتكوين جزيئات الحديد النانوية واستخدمها في تحلل أحد الملوثات العضوية ، وهو أزرق بروموثيمول وقد لوحظ أن جزيئات الحديد النانوية الخضراء المركبة تحتوي على المزيد من Fe–EDTA و Fe–EDDS وأظهرت نتائجهم التجريبية أنه من خلال تعزيز تركيز الجسيمات النانوية ، يتم تحفيز المزيد من بيروكسيد الهيدروجين (H_2O_2) ، نتيجة تدهور الأزرق البروموثيمول المحسن. هوغ و اخرون 2009 **[14]** .

II.1.10– التطبيقات الزراعية :

يمكن أن تنجح تطبيقات تكنولوجيا النانو في الزراعة إذا تمت محاكاة العمليات الطبيعية في قدر أكبر من التطور العلمي و يمكن استخدام المواد المصنعة بالنانو التي تحتوي على مغذيات نباتية في شكل معلق مائي وهيدروجيل ، وذلك لتمكين التطبيق الخالي من المخاطر و التخزين السهل و نظام التوصيل المريح وبالمثل يمكن تسخير تطبيق جزيئات الحديد النانوية الصفرية التكافؤ وحتى الجسيمات النانوية من صدأ الحديد لمعالجة التربة الملوثة بالمبيدات الحشرية والمعادن الثقيلة حيث تمتلك جزيئات الحديد النانوية أيضًا خصائص ارتباط ممتازة بالتربة ، مماثلة لتلك الموجودة في جسيمات كربونات الكالسيوم النانوية ، والتي تساعد في تكوين المجاميع الدقيقة والتربة الكلية و **[15]** تكمن الفرص الإضافية لتطبيق تقنية النانو في الزراعة في مجالات التحسين الوراثي للنباتات **[16]** تسليم الجينات وجزيئات الأدوية إلى مواقع محددة على المستوى الخلوي في النباتات والحيوانات ، **[17]** والتقنيات القائمة على النانو للتعبير الجيني في النباتات التغلب على الإجهاد وتطوير أجهزة الاستشعار **[19] [18]** والبروتوكولات لتطبيقها في الزراعة الدقيقة، والكشف المبكر عن مسببات الأمراض والملوثات في المنتجات الغذائية.

[20] و مع ظهور الأسمدة النانوية كبدائل للأسمدة التقليدية ، يمكن القضاء على تراكم المغذيات في التربة وبالتالي زيادة المغذيات وتلوث مياه الشرب، **[21]** الاعتماد المفرط على الري التكميلي ، والتعرض للمناخ ويمكن لتقنية النانو أن تقلل من تأثيرها وقد لوحظ أيضًا أن المعالجة النانوية يمكن أن تكون فعالة ليس فقط في تقليل التكاليف الإجمالية لتنظيف المواقع الملوثة الكبيرة ، ولكن أيضًا في تقليل وقت التنظيف عن طريق القضاء على الحاجة إلى معالجة التربة الملوثة والتخلص منها وتقليل بعض تركيزات الملوثات إلى غاية القرب من الصفر ، على سبيل المثال ، يمكن تحسين حموضة التربة باستخدام مركبات زيوليت نانوية.

II.1.10 .1 – اعادة ترتيب الجينات :

مع بزوغ فجر تكنولوجيا النانو والتحامها مع التكنولوجيا الحيوية، توافرت عدة أدوات وتقنيات جديدة وقوية كانت كفيلة بتحويل تلك الأحلام إلى أرض الواقع، فقد أتاحت تكنولوجيا النانو مجموعة من التقنيات والأدوات الجديدة الخاصة للتعامل مع جينات النباتات أو الحيوانات والتلاعب بها وذلك من خلال توظيف الحبيبات والألياف الثانوية وكذلك الكبسولات في نقل الجينات المراد توصيلها إلى خلية ما بصورة مباشرة، بدلا من استخدام الفيروسات كناقلات Viral Vectors.

وقد أدى استخدام المواد النانوية كناقلات جينية إلى زيادة في كمية الجينات أو المواد الكيميائية المنقولة إلى الخلايا، وذلك بالإضافة إلى إتاحة إمكان السيطرة على الحمض النووي، الذي يتم الإفراج عنه وخروجه من الكبسولات داخل المكان المستهدف فقط من هيكل النبات ، وقد أتاحت تكنولوجيا النانو التعامل المباشر مع جينات المحاصيل الزراعية وإعادة ترتيبها على النحو الذي يضمن إنتاجية أكبر وإضافة بعض الصفات المرغوب فيها ، فعلى سبيل المثال، أزاحت إحدى الجامعات في تايلند الستار عن نجاح باحثيها في تحسين بعض الصفات الخاصة بالأرز، كما أعلنت مواصلة تلك الأبحاث الرامية إلى تطويره واستنباط أنواع جديدة منه يمكن أن تتم زراعتها على مدار السنة كلها **[23] [22]** .

II.1.11- هندسة المواد :

تعتبر خواص الصلادة من أهم الخواص التي تم الاستفادة فيها من صغر حجم الحبيبات ووجود أعداد كبيره من ذرات المادة على السطوح الخارجية فمثلا ترتفع قيم الصلادة للمواد الفلزية وسبائكها وكذلك تزيد مقاومتها لمواجهة إجهاد الأحمال المختلفة الواقعة عليها وذلك من خلال تصغير مقاييس حبيبات المادة والتحكم في ترتيب الذرات و يؤدي تصغير مقاييس حبيبات المواد السيراميكية الى اكتسابها المزيد من المتانة و اكتسابها

صفة لا توجد في مواد السيراميك المعروفة بقاصفتيها ومقاومتها للتشكيل وتظهر نتائج الأبحاث الهادفة إلى تطوير المواد السيراميكية ورفع قيم مواصفاتها المختلفة لغرض خلق أنواع جديدة فعلى سبيل المثال تستخدم حبيبات كربيد التيتانيوم في تصنيع أدوات القطع والحفر المستخدمة في تقطيع الأجسام شديدة الصلادة وكذلك في الوصول إلى مكامن زيت النفط وبحيرات المياه الجوفية من خلال التعامل مع صخور الطبقات الجيولوجية عالية الصلادة وذلك بدلا من استخدام مادة الماس الأسود مرتفع الثمن والذي تنخفض خواصه عن خواص هذه المواد النانوية الجديدة .

ان الحبيبات النانوية ذات الصلادة والمتانة المرتفعة مثل حبيبات مادة اوكسيد الالمنيوم و اكسيد الزركونيوم مجالا تطبيقيا مهما حيث توظف في تغليف الأسطح الداخلية لاسطوانات المحركات من اجل زيادة العمر الافتراضي لتلك المحركات ووقايتها من الصدأ الذي تتعرض له في أثناء التشغيل نتيجة لتلامس مكوناتها الفلزية مع بعضها خاصة في الأماكن مرتفعة الحرارة والتي تفقد معها الزيوت المستخدمة في التبريد و تعد الأغلفة المكونة والمؤلفة من حبيبات النانو الفلزية التي تدمج مع حبيبات أخرى من مواد السيراميك احد المفاتيح المهمة الموظفة في صناعة أجسام الطائرات والمركبات الفضائية لغرض تحاشي ظاهرة الإجهادات الواقعة عمليا نتيجة تعرض أجسامها ديناميكيا للضعف .

12.1.II- الجسيمات النانوية في مستحضرات التجميل:

تم استخدام المواد النانوية القائمة على تقنية النانو على نطاق واسع في مستحضرات التجميل في السنوات القليلة الماضية مثل واقيات الشمس ومنتجات الشعر ومنتجات العناية بالبشرة وما إلى ذلك ومع هذا ، فإن الجدل حول تعريفها وعدم كفاية طرق القياس الكمي لا تزال تحدث في مجال المواد النانوية علاوة على ذلك فإن الاستخدام المتكرر لمستحضرات التجميل وسلامة مكوناتها ذات المقياس النانوي تكتسب أهمية بشكل رئيسي من خلال تعرضها عن طريق الجلد حيث تتمتع مستحضرات التجميل بالعديد من الفوائد التي قد تحدث من خلال دمج الجسيمات النانوية في مستحضرات التجميل وهي زيادة الكفاءة والشفافية والملمس الفريد وحماية المكونات النشطة والامتثال الأعلى للمستهلك بشكل عام **[24]** .

الخلاصة :

استنتجنا من خلال هذا الفصل أن تقنية النانو تدخل في كثير من المجالات صناعية طبية زراعية و غيرها من شأنها تعديل خصائص المواد تبعا لاحتياجاتنا

المراجع :

8–د.محمد الشريف الاسكندراني، تكنولوجيا النانو: من أجل غد أفضل، (تحضير من اسفل و اعلى) ، المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب, افريل 2010 .

26 – كتاب النانو تكنولوجي و تطبيقاته في المستقبل من اعداد الطالب علي يوسف اشراف المدرس حسام حاج قاسم (2014 /2015)

29– مجلة الشرق الاوسط جزء من هذه الدراسة في العدد الصادر يوم الخميس 14 رجب 1426 هـ الموافق 18 أغسطس 2005 م , العدد رقم (9760)

1. Seil, J. T., & Webster, T. J. (2012). Antimicrobial applications of nanotechnology: methods and literature. *International journal of nanomedicine*, *7*, 2767

2. Özgür, Ü., Hofstetter, D., & Morkoc, H. (2010). ZnO devices and applications: a review of current status and future prospects. *Proceedings of the IEEE*, *98*(7), 1255-1268.

3. Bhagyaraj, S. M., & Oluwafemi, O. S. (2018). Nanotechnology: the science of the invisible. In *Synthesis of inorganic nanomaterials* (pp. 1-18). Woodhead Publishing

4. Girish Pai, Navami Dayal, Chirag Devdas Shettigar, Poonam Patil, Mansee Thakur, Microwave assisted biosynthesis of silver nanoparticles by aqueous extract of ocimum sanctum (Tulsi), Journal of Medical Sciences, 1 (2014) 117- 120

5. N. Gandhi, D. Sirisha and Vikas Chandra Sharma, Microwave-Mediated Green Synthesis of Silver Nanoparticles Using Ficus Elastica Leaf Extract and Application in Air Pollution Controlling Studies, International Journal of 241 Engineering Research and Applications, 4 (2014) 61-72

6. Cavalcanti, A., Shirinzadeh, B., Freitas, R. A., & Hogg, T. (2007). Nanorobot architecture for medical target identification. *Nanotechnology*, *19*(1), 015103

7. Alvarez-Crespo, S. L., Lobo-Castanon, M. J., Miranda-Ordieres, A. J., & Tunon-Blanco, P. (1997).Amperometric glutamate biosensor based on poly (o-phenylenediamine) film electrogenerated onto modified carbon paste electrodes. *Biosensors and Bioelectronics*, *12*(8), 739-74

9. Gao, L., Zhang, D., & Chen, M. (2008). Drug nanocrystals for the formulation of poorly soluble drugs and its application as a potential drug delivery system. *Journal of Nanoparticle*

Research, *10*(5), 845-862

10. Freitas, R. A. (2005). Nanotechnology, nanomedicine and nanosurgery. *International Journal of Surgery*, *4*(3), 243-246.
11. Raj, A. R., Vijayalekshmi, N. G., & Akhila, S. (2012). Nanorobots-Medicine Of The Future. *Pharmacie Globale*, *3*(12), 1.
12. Mali, S. (2013). Nanotechnology for surgeons. *Indian Journal of Surgery*, *75*(6), 485-Song, B., Yang, R., Xi, N., Patterson, K. C., Qu, C., & Lai, K. W. C. (2012). Cellular-level surgery using nano robots. *Journal of laboratory automation*, *17*(6), 425-434.
13. Saif, S., Tahir, A., & Chen, Y. (2016). Green synthesis of iron nanoparticles and their environmental applications and implications. *Nanomaterials*, *6*(11), 209

14. Hoag GE, JB Collins, JL Holcomb, JR Hoag, MN Nadagouda and RS Varma, 2009. Degradation of bromothymol blue by 'greener' nano-scale zero-valent iron synthesized using tea polyphenols. Journal of Material Chemistry, 19: 8671–8677

15. Liu, R., & Lal, R. (2012). Nanoenhanced materials for reclamation of mine lands and other degraded soils: a review. *Journal of Nanotechnology*, *2012*.

16. Kuzma, J. (2007). Moving forward responsibly: Oversight for the nanotechnology-biology interface. *Journal of Nanoparticle Research*, *9*(1), 165-182

17. Maysinger, D. (2007). Nanoparticles and cells: good companions and doomed partnerships. *Organic & biomolecular chemistry*, *5*(15), 2335-2342
18. Kumar, K., & Verma, P. K. (2013). Plant pathogen interactions: crop improvement under adverse conditions. In *Plant acclimation to environmental stress* (pp. 433-459). Springer, New York, NY.

19. van Zee, R. D., Pomrenke, G. S., & Evans, H. M. (2009). *Nanotechnology-enabled sensing: report of the National Nanotechnology Initiative Workshop, Held in Arlington, Virginia on May 5-7, 2009*. NATIONAL NANOTECHNOLOGY COORDINATION OFFICE ARLINGTON VA

20. Day, W. (2005). Engineering precision into variable biological systems. *Annals of applied biology*, *146*(2), 155-162

21. Mukhopadhyay, S. S., & Sharma, S. (2013). Nanoscience and nanotechnology: cracking prodigal farming. *Journal of Bionanoscience*, *7*(5), 497-502

Fernández, A., Soriano, E., López-Carballo, G., Picouet, P., Lloret, E., Gavara, R., & Hernández-Muñoz, P. (2009). Preservation of aseptic conditions in absorbent pads by using silver nanotechnology. *Food Research International*, *42*(8), 1105-1112

22. Fernández, A., Soriano, E., López-Carballo, G., Picouet, P., Lloret, E., Gavara, R., & Hernández-Muñoz, P. (2009). Preservation of aseptic conditions in absorbent pads by using silver nanotechnology. *Food Research International*, *42*(8), 1105-1112

23. J. Bath and A. Turberfield. Nature Nanotechnology, Vol. 2 (2007) pp. 275-283. (9) Amparo Lopez-Rubio, et al. Food Hydrocolloids, Vol.23 (2009) pp. 1940-1948

24. Hewitt, J. (1999). Formulating Water-Resistant TiO~ 2 Sunscreen. *Cosmetics and toiletries*, *114*, 59-64

25. Parvanian, S., Mostafavi, S. M., & Aghashiri, M. (2017). Multifunctional nanoparticle developments in cancer diagnosis and treatment. *Sensing and Bio-Sensing Research*, *13*, 81-87

27. Zhe Liu, Z., Kiessling, F., & Gatjens, J. (2010). Advanced nanomaterials in multimodal imaging: design, functionalization, and biomedical applications. *Journal of Nanomaterials (Online)*, *2010*(2010) , 15

28. " China Nano-Products,Nano-Tea, Nano-Technology , Tea –China products catalog",at: www.made-in-china.com

- Qinhuangdao Taiji Ring Nano−Products Company Limited, at : www.369.com.cn
- China: will Nano Selenium Help prevent Avian Pandemic?" Healthy news Service, February 17, 2006 at: www.healthy.net

30. Alabdullah, S. S., AL-Bassam, A. Z., & Asaad, N. Electrochemical sensors and its applications

31. Brett, C. M. (2001). Electrochemical sensors for environmental monitoring. Strategy and examples. *Pure and applied chemistry*, *73*(12), 1969-1977

32. Gamage, J., & Zhang, Z. (2010). Applications of photocatalytic disinfection. *International Journal of Photoenergy*, *2010*

33. Beyth, N., Houri-Haddad, Y., Domb, A., Khan, W., & Hazan, R. (2015). Alternative antimicrobial approach: nano-antimicrobial materials. *Evidence-based complementary and alternative medicine*, *2015*

الفصل الثالث:

دراسة الفعالية المضادة للبكتيريا و المضادة للأكسدة

المقدمة :

تشكل البكتيريا مجموعة الكائنات الحية بدائية تعامل معها الإنسان من خلال آثارها أولاً دون أن يراها فقد عرف أنها تسبب المرض واستعمل بعضها في عمليات تخمر مختلفة و كان لاكتشاف المجهر الأثر الكبير في التعرف عليها و أول من اكتشف وجود البكتيريا العالم الكيميائي الفرنسي "باستير" حيث اكتشف البكتيريا الهوائية واللاهوائية من خلال تجاربه على التخمر واكتشف أيضاً طعومها وارتبط اسمه بعملية البسترة لقتل الكائنات الحية المجهرية التي يمكن ان توجد بالسوائل وخاصة الحليب . أما العالم الألماني روبرت كوخ فقد أسهم في اكتشاف علاقة البكتيريا بالمرض وأول من عمل مزارع نقية للبكتيريا . ولقد ارتبط اسم البكتيريا كثيراً بالأمراض التي تسببها للإنسان ولكن الاكتشافات الحديثة والتقدم السريع الذي حدث في العلوم التطبيقية أظهرت أن البكتيريا تلعب دوراً هاماً في كثير من الصناعات الغذائية والدوائية والتخلص من المواد العضوية وغير العضوية وكذلك معالجة المياه العادمة والمعالجة الحيوية لمخلفات المزارع واستخدامها في إنتاج الطاقة وغاز الميثان.

III.1- الجذور الحرة :

III.1.1- تعريف الجذور الحرة (الشق الحر):

هي أصناف كيميائية ذرية أو جزئية تحتوي على إلكترون أو أكثر غير مزدوج مما يجعلها غير مستقرة و شديدة التفاعل ، تتولد أثناء التفاعلات الكيميائية كمركبات وسطية و تنتهي بنهاية التفاعل **[01]**.

III.1.2- نشأة الجذور الحرة و أضرارها :

الجذور الحرة و فعلها العكسي اكتشفت في العشرية الأخيرة، هذه المواد الخطيرة تنتج في الجسم دائما مع التسمم و تتشكل خلال معالجة الأيض الطبيعي في الجسم كجزء من المسالك الأيضية و التي تعدل نشاطيتها بوجود نظام مضاد للأكسدة مثل catalase ، glutathione peroxidase، superoxide dismutase و نظام لا إنزيمي مثل الفيتامينات C و E و الفلافونويدات و غيرها من المواد الطبيعية، إلا أن عدم التوازن بين المؤكسدات و مضادات الأكسدة يؤدي إلى حدوث الإجهاد التأكسدي **[02]**.

يتحصل الجسم على الطاقة بأكسدة الكربوهيدرات و الدهون و البروتينات خلال الطريقة الهوائية و اللاهوائية التي تقود إلى نشوء الجذور الحرة، أو تكون من مصادر خارجية مثل التلوث و دخان السجائر و الإشعاع و المواد الكيميائية.

إن الزيادة في هذه الجذور يمكن أن تكون مسؤولة على تلف النسيج **[03]** حيث تهاجم الجذور الحرة الجزيئات المهمة مما يؤدي إلى تلف الخلايا ، و تشمل أهدافها جميع أنواع الجزيئات في الجسم، مثل الدهون، الأحماض النووية و البروتينات. و يعتقد بأن الجذور الحرة تلعب دورا في العديد من الأمراض و الحالات مثل **[03] [04]** :

- الشيخوخة .
- السرطان.
- أمراض القلب والأوعية الدموية.
- الأمراض العصبية مثل الزهايمر.
- مرض الرئة مثل الربو و مرض الإنسداد الرئوي المزمن.
- إلتهاب المفاصل الروماتويدي.
- داء السكري الذي هو نتاج الإجهاد التأكسدي.

III.1.3- أنواع الجدور الجرة :

- **الجذور الحرة الأحادية (الأولية)** : تحتوي على إلكترون أحادي و متعادل مثل $H^{\cdot}$ ، $N^{\cdot}$ ، $C^{\cdot}H_3$
- **الجذور الحرة الثنائية (الثانوية)** : تحتوي على إلكترونين أو أكثر غير مزدوج و متعادل مثل $H_2O^{\cdot\cdot}$، $HC^{\cdot\cdot}$ ذات أعمار قليلة جدا تصل إلى بيكرو ثانية (10^{-12}ثانية) و الميزة الغالبة على الجذور الحرة شدة الفعالية الكيميائية العالية .
- **الجذور المستقرة أو الصامدة:** هي التي لها أعمار طويلة تقدر بالثواني أو بالساعات أو حتى بالأيام مثل جذور ثلاثي فينيل مثيل(TP_3M) و جذور ثنائي فينيل بكريل هايدرازيل (DPPH) و جذور ثنائي فينيل و أكسيد النيتريك (Ph_2NO) و مشتقاته.

و نستطيع القول أن معظم الجذور الأروماتية التي تشمل على تراكيب رنينية متعددة في تركيبها تكون مستقرة في أغلب الأحيان ، فكلما زاد ثبات الجذر الحر قلت فعاليته ، و من الناحية الديناميكية الحرارية فإن قلة فعاليته تعود إلى أنه يحتاج إلى طاقة تنشيط عالية نسبيا أثناء التفاعل.

III.1.4- أسباب زيادة الجذور الحرة :

يزيد تشكل الجذور الحرة بزيادة سرعة الإستقلاب و في حالة التوتر " stress pxydant "، و كذلك يزيد بزيادة عوامل التلوث البيئي المختلفة التي يتم تحطيمها في الجسم فتتحول إلى جذور حرة، و تزيد أشعة

الشمس و الأشعة السينية و التدخين بجميع أنواعه من إنتاج الجذور الحرة ، كذلك كثرة إستهلاك الدهون و السكريات تحفز إنتاجها و يزيد الإجهاد و إستهلاك الأكسجين خلال التمارين الرياضية العنيفة من تكاثرها **[01]** .

2.III- مضادات الأكسدة :

1.2.III- تعريف مضادات الأكسدة:

هي عبارة عن مواد مانحة لذرات الهيدروجين ، حيث أن التغيرات التي تحدثها الإنفعالات التأكسدية على المستوى الخلوي تؤدي إلى العديد من الأمراض لذلك توجد بعض المركبات التي تستطيع أن تحمي أو تؤخر أكسدة و الدور الأساسي لمضادات الأكسدة هو كسر سلسلة التفاعلات الجذرية الناتجة من الأكسدة و تقسم مضادات الأكسدة من حيث مصادرها إلى الطبيعية و المصنعة **[05].**

2.2.III- تصنيف مضادات الأكسدة :

تصنف مضادات الأكسدة إلى قسمين هما:

1.2.2.III - مضادات الأكسدة الطبيعية:

تؤثر مضادات الأكسدة بطريقة فعالة وتلقائية على المواد المؤكسدة من أهمها المركبات ذات المصدر الغذائي مثل المواد الكبريتية و عديدات الفينول و الفيتامين C و الفيتامين E و غيرها كما يمكن لمضادات الاكسدة أن تكون داخلية المنشأ مثل: coenzyme Q و الميلاتونين و حمض اليوريك و الجزيريات والتي تستخلص من الغذاء ، فتشكل فخ للجذور الحرة و تقتبض على الإلكترونات الحرة و تحولها إلى مركبات ثابتة حيث تتميز مضادات الأكسدة داخلية المنشأ بأوزان جزيئية منخفضة و لها القدرة على الوقاية من أضرار الإجهاد التأكسدي أو الحد من أضراره

2.2.2.III – مضادات الأكسدة الإصطناعية:

تعتبر العناصر التي يجب إضافتها للأطعمة المصنعة كمواد حافظة للنكهة أو اللون أو القيمة الغذائية لأنها تتأكسد قبل غيرها، و تستعمل في صناعة المطاط و المشتقات البترولية ، و رغم عدم وجود دراسات تثبت سلامة إستعمالها إلا أنها مازالت تستعمل كبديل لمضادات الأكسدة الطبيعية لإنخفاض تكلفتها، و من أشهر مضادات الأكسدة الصناعية نجد **[06]** :

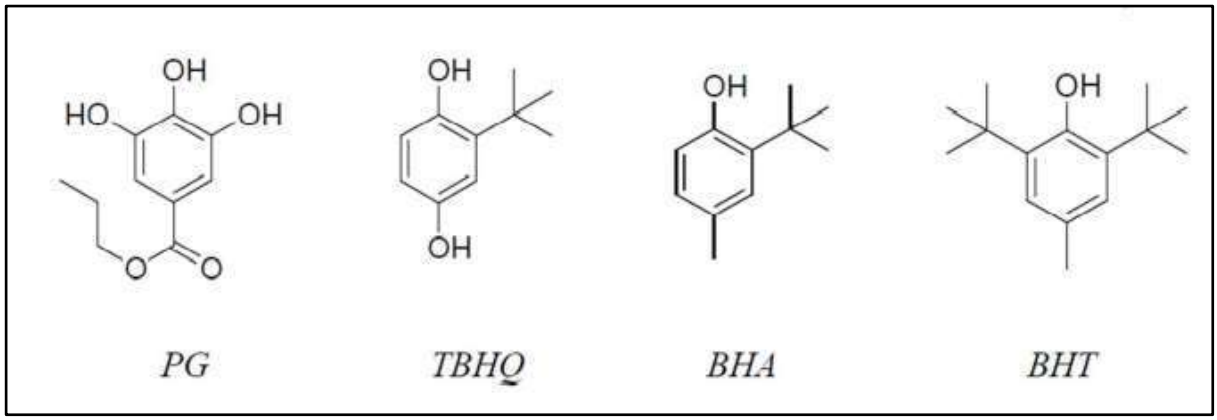
بيوتيل هيدروكسي أنيزول ((Butylhdroxyanisole (BHA)

بيوتيل هيدروكسي طولوين ((Butylhydroxytoluene (BHT)

تترا بيوتيل هيدروكينون ((Tetra – butylhydroquninone (TBHQ))

بروبيل غالات ((Propyl gallate (PG))

الغالات (Gallate)



الشكل **III**.29 : بنيات بعض مضادات الأكسدة الاصطناعية

III.3.2- الفعالية المضادة للبكتيريا :

منذ نشأت البشرية يتعرض الإنسان إلى كائنات دقيقة تكاد تغطي كل عضو من أعضائه، من الطبقة الخارجية للجلد إلى أعضائه الداخلية، و من بينها الميكروبات التي تشمل البكتيريا ، الفطريات ، الفيروسات و إن أول من إكتشف البكتيريا العالم الكيميائي الفرنسي لويس باستور(Louis Pasteur) في عام 1859 فقد إكتشف البكتيريا الهوائية و اللاهوائية من خلال تجاربه على التخمر، و إكتشف أيضا طعومها، أما العالم الألماني روبرت كوخ (Robert Koch) فقد عمل على إكتشاف علاقة البكتيريا بالمرض و هو أول من عمل مزارع نقية للبكتيريا ، حيث إرتبط إسم البكتيريا مع الأمراض المسببة لها، إلا أن العلوم الحديثة أثبتت أن البكتيريا تلعب دورا هاما في الصناعات الغذائية و الدوائية و التخلص من المواد العضوية و غير العضوية **[07]** .

III.3- مفهوم البكتيريا :

هي عبارة عن كائنات دقيقة الحجم لا ترى إلا بالمجهر و موجودة في كل مكان حولنا في التربة في الهواء و في الأغدية و داخل و خارج أجسامنا حيث أن الكائنات الدقيقة تعتبر أكثر عددا من الكائنات الحية، أحادية الخلية بدائية النواة (Procaryote) تكون إما كروية أو عصوية أو حلزونية حيث يتراوح طولها بين الميكرومتر الواحد إلى بضعة أعشار الميكرومتر **[07]** ، حيث أنها تستطيع العيش لمدة طويلة وتتحمل جميع الأحوال غير المناسبة من إرتفاع درجة الحرارة إلى إنخفاضها و غيرها من الظروف

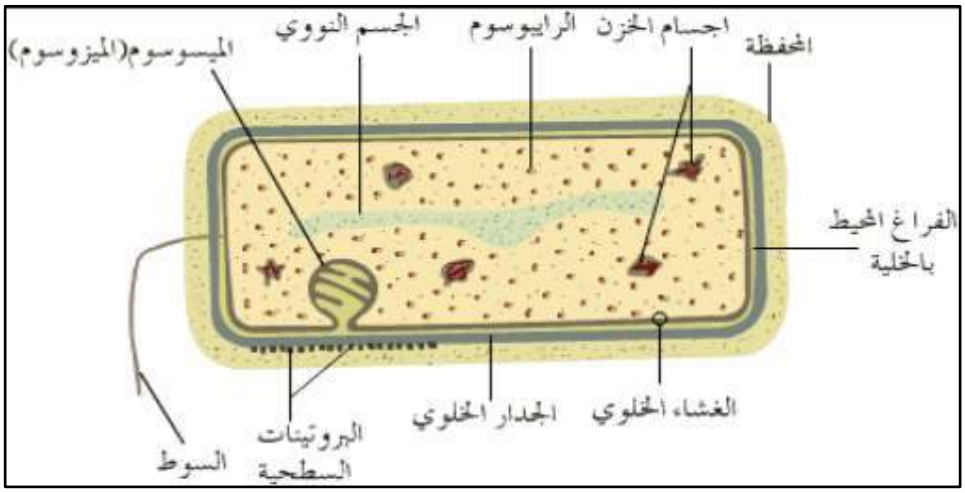
القاسية **[08]** كما تسمى البكتيريا بأسماء ثنائية (Bimominal) بحيث يشير المقطع الأول من الاسم الى الجنس (قد يحمل الجنس شكل البكتيريا او اسم مكتشفها) و المقطع الثاني الى النوع (يشير الى نوع المرض او مكان العزل او صفات اللون)

1.3.III – خصائص البكتيريا :

- البكتيريا كائنات دقيقة الحجم يتراوح حجمها بين 3.0 – 2 ميكرون.

- البكتيريا كائنات دقيقة مجهرية بدائية النوى.

- تتميز البكتيريا ببساطة التركيب إذ تتركب من جدار وغشاء خلويين يحيطان بالسيتوبلازم الذي يحوي كروموزوما حلقيا واحدا DNA ولا يحتوي على بروتين الهستون وقد يحتوي على واحد أو أكثر من جزئيات DNA على شكل دوائر صغيرة تسمى البلازميدات وتتكاثر بصورة مستقلة عن الكروموزوم و الرايبوزومات وبعض الأجسام التخزينية.



الشكل **30.III**: بنية الخلية البكتيرية

- تحتوي الخلية البكتيرية على غلاف ، قاس ، متماسك ، متمم للبكتيريا ، وهو المسؤول عن حماية شكل الخلية من الإضطرابات الناتجة عن تأثير الضغط الخارجي كالأجسام الغريبة .

وهناك أنواع أخرى تحتوي على حافظة خارجية حول غلاف يدعى capsule .

- درجة الحرارة المناسبة لنمو البكتيريا تتراوح بين 37 – 45 ° م بحيث يمكنها التكاثر خلال مدة وجيزة إلى أعداد كبيرة .

2.3.III – مبادئ تصنيف البكتيريا :

الهدف الأساسي من تصنيف البكتيريا هو التعرف على الأنواع المختلفة البكتيريا و تشخيصها و وضع أسمائها في مجموعات لدراسة كل من العلاقة فيما بينها، و طبيعتها الوراثية، و لذا صنف العلماء البكتيريا لعدة إعتبارات و هي:

تصنيف البكتيريا:

صنف العلماء البكتيريا على إعتبار عدة معايير:

- **من حيث توزيع أسواطها [07]:**

فيمكن تقسيمها إلى :

1- بكتيريا وحيدة السوط:

2- بكتيريا ذات أسواط عديدة : متجمعة عند طرف واحد.

3- بكتيريا ذات أسواط عديدة : موزعة على كل الخلية.

- **من حيث الشكل [07] :**

1- البكتيريا العصوية(Bacilli) : التي تأخذ خلاياها شكل العصويات الصغيرة تحت المجهر.

2- البكتيريا الكروية(Cocci) : التي تأخذ خلاياها شكل الكريات الصغيرة.

3- البكتيريا الحلزوني(Spiral): التي تأخذ الشكل الحلزوني.

4- البكتيريا الواوية(Vibirio) : التي تأخذ شكل الواو أو الضمة العربية.

- **من حيث الوسط الذي تعيش فيه [07]:**

فيمكن تقسيمها إلى ثلاثة أنواع :

1- **بكتيريا هوائية (Aerobic)** : وهي البكتيريا التي تعيش فقط في وجود الهواء الجوي وهي تعتبر المصدر الأساسي لتسمم المواد الغذائية.

2- **بكتيريا لا هوائية(Anaerobic)** : وهي البكتيريا التي تعيش فقط ، في غياب الهواء الجوي.

3- **بكتيريا لا هوائية إختيارية(Facultative Anaerobic)** : وهي البكتيريا التي يمكنها العيش و النمو ، في ظل وجود الهواء الجوي ، أو عدمه.

- **من حيث التغذية [07] :**

فيمكن تقسيمها إلى نوعين :

1- **بكتيريا ذاتية التغذية** : هي البكتيريا التي تستهلك الكربون للنمو .

2- **بكتيريا عضوية التغذية** : هي البكتيريا التي تحصل على الكربون من تحليل المواد النيئة كالسكر.

➢ **من حيث طريقة التلوين (غرام) [13]:**

يوضح الاختلاف في تركيب جدار الخلية بالتلوين ، حسب تقنية غرام (GRAM) نسبة للعالم J.GRAM المكتشفة سنة 1884 و استنبط نوعين من خلايا هذه الطريقة :

1- بكتيريا غرام موجب (gram positive) :عند تلوينها تمتص اللون وتظهر أرجوانية.

2- بكتيريا غرام سالب (grave negative) : تحرر صبغ وتظهر حمراء.

ويظهر جدار خلية البكتيريا موجب أسمك من جدار خلية البكتيريا غرام سالب .

➢ **من حيث الأثر على الإنسان**

يمكن تقسيمها إلى نوعين :

1- **بكتيريا نافعة** : وهي التي تقدم خدمات جليلة للإنسان والحيوان والبيئة . فهناك نوع من البكتيريا يعيش في أمعاء الإنسان ، يساعده على هضم الطعام ، ويفرز بعض المواد المفيدة للجسم ، مثل ، الفيتامينات ، ويعمل على تدمير البكتيريا الضارة .

وهناك نوع آخر من البكتيريا يعيش في التربة ، ويلعب دورا هاما في غذاء النبات ، إذ يقوم بتثبيت النيتروجين الموجود في الهواء الجوي ، ليكون بمثابة عنصر أولي ، يستطيع من خلاله النبات أن يكون البروتين ، كما تقوم بكتيريا التربة بتحليل أجسام الكائنات الحية بعد موتها ، وكذا المواد العضوية المعقدة ، وتحويلها إلى صور بسيطة ، تستفيد منها التربة والنبات والحيوان . ولا يقتصر الأمر على ذلك فحسب ، بل إن هناك صناعات كاملة تقوم على إستخدام بعض أنواع البكتيريا النافعة ، فصناعة بعض منتجات الألبان ، وبعض الأدوية ما هي إلا ناتج عمل البكتيريا النافعة.

وحديثا تمكن العلماء من استخدام البكتيريا في معالجة مياه الصرف الصحي ، حماية للبيئة من التلوث ، ويطلق على كل هذه الأنواع البكتيرية إسم البكتريا النافعة (Bénéficial bactérie) .

ويطلق على هذا النوع من البكتيريا إسم البكتيريا الممرضة (pathogenic bactérie) .

2- **البكتيريا الإنتهازية** : هناك أنواع من البكتيريا تعيش في جسم الإنسان من دون أن تسبب له أي أضرار صحية إلا أنها تؤدي إلى , انخفاض مناعة جسم الإنسان لأي سبب من الأسباب ،

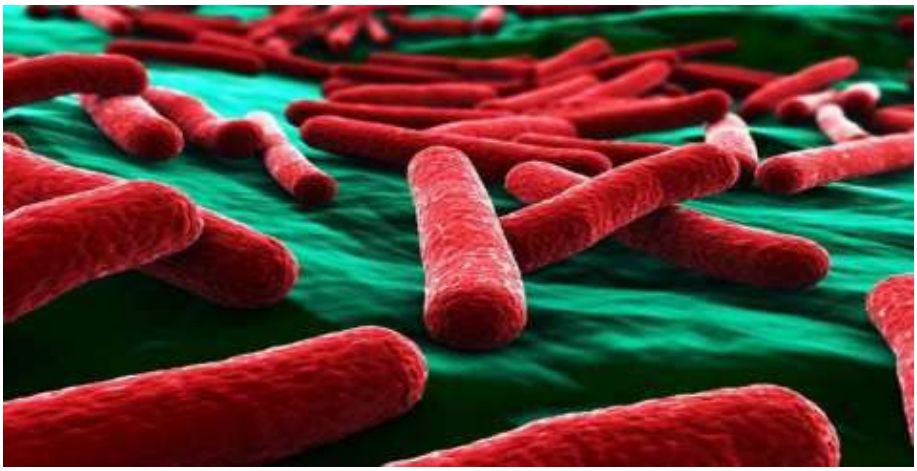
تهاجم الجسم ، متحولة إلى بكتيريا ضارة تسبب عديدا من الأمراض ، وذلك على نحو ما هو شائع في الإصابة بالتهاب الحلق أو التهاب اللوزتين ، ويطلق على هذه البكتيريا ، إسم البكتيريا الانتهازية(Bacteria Opportunistic) .

3- **البكتيريا الضارة** : توجد بكتيريا ضارة تهاجم الإنسان ، فتسبب له أمراضا ومشاكل صحية عديدة ، وذلك على نحو ما يحدث في أمراض : السل والكوليرا ، والتيفوئيد ، السعال الديكي ، والزهري والسيلان

ومن بين البكتيريا الضارة والمسببة للأمراض :

Esherichia coli :

هي بكتيريا سالبة الغرام تعيش في جسم الإنسان والحيوان والنبات وفي التربة ، تكون متحركة على شكل عصيات ، مسببة للأمراض من هذه الأمراض : أمراض الجهاز البولي ، الإسهال الطفيلي ، التهاب السحايا وتسمم الدم و من اعراضها ارتفاع في درجة الحرارة **[09] [10]**.



الشكل **III**.31: ملاحظة بكتيريا Esherichia coli بالميكروسكوب

Staphylococcus aureus :

هي بكتيريا موجبة الغرام كروية الشكل تسمى كوكسي (Cocci) ذات لون أصفر براق ، عديمة الحركة ، تكون عناقيد على شكل أكوام ، وتتواجد لدى الإنسان في الجلد والأمعاء والجهاز التناسلي وعلى الوجه

.هذه البكتيريا مسؤولة على تشكل الصديد وتسبب تسمم الغذاء ، وتتسبب في التهابات جلدية خطيرة ، ويتسبب هذا النوع من البكتيريا بالعديد من الإلتهابات التي تسهل إ نتشارها في الأماكن المزدحمة

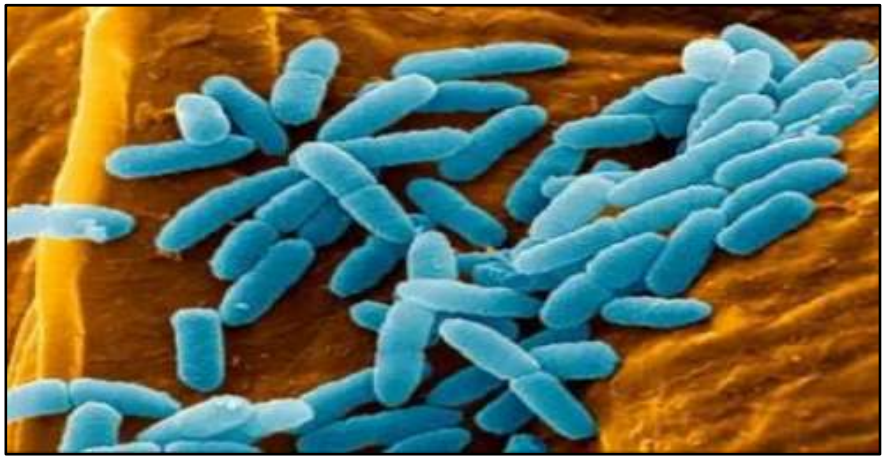
المغلقة

. وقد تسبب البكتيريا في موجات وبائية ووفيات هائلة نتيجة إلتهابات الرئتين ، وخراريج المخ ، وأمراض السحايا ، وتسمم الدم ، وغيرها من أمراض قاتلة

الشكل **III**. 32: ملاحظة بكتيريا Staphylococcus aureus بالمكروسكوب الالكتروني

بكتيريا Pseudomonas aeruginosa :

هي بكتيريا عصوية ذات أسواط طرفية، هوائية سالبة الغرام تعيش في درجة حرارة 41 –43 °م، مقاومة للعديد من المضادات الحيوية. تعتبر ممرضة للإنسان و الحيوان حيث تسبب تعفن كل من العين و الحروق و الجروح كما تسبب أمراض الرئتين **[11]** .

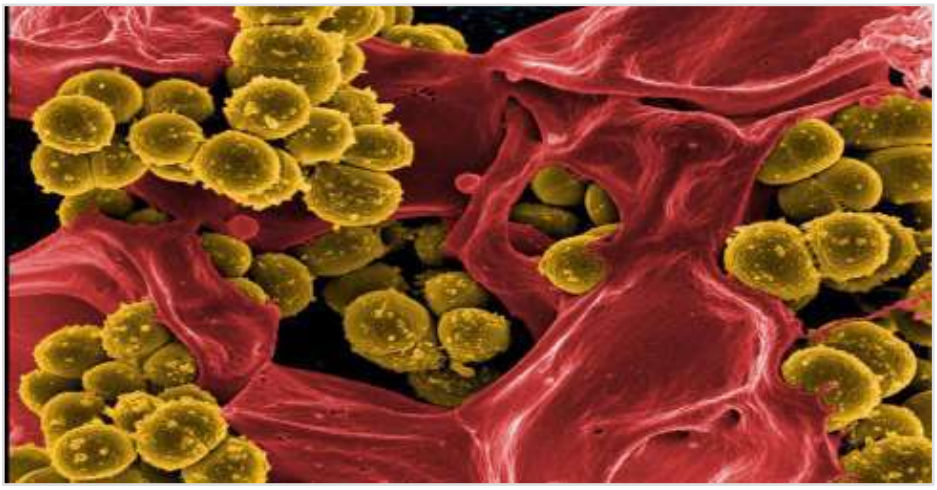


الشكل **III**.33: ملاحظة بكتيريا P.aeruginosa بالمجهر الالكتروني

بكتيريا Staphylococcus auris :

هي بكتيريا كروية الشكل ذات لون أصفر براق، موجبة الغرام تكون على شكل عناقيد قطرها يتراوح بين

ميكرومتر، و هي مسؤولة عن تشكل الصديد، مسببة للعديد من الأمراض من بينهم الإلتهابات جلدية الخطيرة و إلتهاب الرئتين وتسمم الدم و غيرها **[12]** .



الشكل **III**.34 : بكتيريا Staphylococcus auris بالمجهر الالكتروني

الخلاصة :

تتمتع البكتيريا بالعديد من الخصائص الممتازة منها النافعة و منها الضارة و أثبت أن البكتيريا تلعب دورا هاما في الصناعات الغذائية و الدوائية و التخلص من المواد العضوية و غير العضوية كما أن العوامل المضادة للبكتيريا في الاساس هي عوامل مضادة لجراثيم و ستلعب دورًا متزايد الأهمية في مختلف المجالات مثل الطب والاستخدام اليومي والصناعات الكيماوية ومواد البناء.

المراجع:

المراجع باللغة العربية :

1- برحال جمعة.« فصل و تحديد منتوجات الأيض الثانوي الفلافونيدي لبعض نباتات العائلة الريزيدية (Resedacea) » رسالة دكتوراه في الكيمياء العضوية ، جامعة منتوري ، قسنطينة ، (2011)

6-رويحة الزهرة.« تأثير حموضة الوسط على مردود الاستخلاص و فعالية المستخلص المائي لاوراق النخيل » مذكرة دكتوراه ، جامعة قاصدي مرباح ، ورقلة ، (2018)

7- الدراجي الهادف.« Investigation phytochimique des extraits des plantes aromatiques et medicinales aux propietes antioxydantes ». أطروحة دكتوراه ، كيمياء عضوية ، جامعة قاصدي مرباح ، ورقلة (2017)

8- د. محمد عبد المحسن معارج. وراثة الأحياء الدقيقة. شركة الشهاب للنشر و التوزيع، (1995).

المراجع باللغة الفرنسية :

2-Maria. L, Urso. Priscilla. M, Clarkson Toxicology, 189, (2003), 41.

3-Cohen M, Phytothérapie européenne, 6, (2002), 18.

4-Dröge W. free Radicals in the Physiological Control of Cell Function. Physiol Rev, 82, (2002), 47- 95.

5- Halliwell B, Gutteridge J. Antioxidant defences. In: Halliwell B. Gutteridge J.M.C. Free Radicals in Biology and Medicine Oxford, Oxford University Press, (1999), 105-245.

9- Anthony D, Harris M D, Johnson J A, Glenn P J, Johnson J K, Balimore P. Haw important is patient-transmission is extended - spectrum β-lactamase Escherichia-coli acquition. (March 2007).

10- Mellies J, Barron A, Carmona A. Enterpathogenic and enterohemorrhagic Escherichia coli virulence gene regulation. Infection and Immunity, (2007), 4199-4210.

11- K. Pool, Multidrug effux pumps and antimicrobial resistance in Pseudomonas aeruginosa and releted organisms,J. MOL. Microbiol. Biotechnol, 3(2), (2001), 255-264.

12- Adegoke A, Komolafe. Multidrug resistant Staphylococcus aureus in clinical cases in Ile-Ife. Southwest Nigeria, International Journal of Midicine and Medical Sciences, 1 (3), (2009), 68-72.

13- Jorgensen J H, Ferrqro M J. Antimcrobial susceptibility testing: general principles and contemporary practices, Clin Infect Dis, 26, (1998), 973-980.

الجزء العملي

الفصل الرابع :

التحضير الاخضر لجسيمات النيكل النانوية

مقدمة :

أصبح تطوير طرق الكيمياء الخضراء الفعالة لتخليق الجسيمات النانوية المعدنية محورًا رئيسيًا للباحثين ، فقد قاموا بالتحقيق من أجل إيجاد تقنية صديقة للبيئة لإنتاج جسيمات نانوية جيدة التوصيف فوجد أن النباتات هي أفضل المرشحين و هي مناسبة للتخليق الحيوي للجسيمات النانوية على نطاق واسع و عليه قمنا بدراسة النشاط المضاد للبكتيريا و المضاد للأكسدة لجسيمات النيكل النانوية المحضرة باستخدام تقنية الكيمياء الخضراء وذلك عن طريق المقارنة بين أنواع مختلفة من النباتات كالصمغ العربي **[01]** و الفجل (*R.sativus*) و **[02]** *tamarix serotina*.**[03]** ... وغيرها .

سنقوم بالتطرق لدراسات سابقة لتحضير جسيمات النيكل النانوية باستخدام بعض النباتات منها :

IV.1- التحضير الحيوي الأخضر لجسيمات أكسيد النيكل النانوية بالصمغ العربي و فحص تأثيراتها السامة على الخلايا و تأثيراتها التحفيزية الضوئية و المضادة للبكتيريا :

مقدمة :

بسبب الخصائص الفيزيائية والكيميائية الفردية للجسيمات النانوية في تثبيط نمو البكتيريا ، حدث تحسين في إجراء البحوث على الجسيمات النانوية وتطبيقاتها كعوامل مضادة للميكروبات **[04]** فوفقًا للدراسات السابقة ، يمكن أن يؤدي التأثير المضاد للبكتيريا للجسيمات النانوية إلى تغيير شكلها وتشكلها وحجمها ومجموعتها الوظيفية **[05]**حيث يتم استخدام عدة طرق لأداء التوليف الأخضر للجسيمات النانوية مثل محلول جل **[06]** **[07]**مستحلب دقيق **[08]**، حراري مائي **[09]**، ترسيب بخار كيميائي ، ترسيب مشترك **[10]**، ميكروويف**[11]**، سونوتشيميكال **[12]**، يمكن أن يوفر إجراء sol–gel العديد من الفوائد بما في ذلك كونه رخيصًا ، ويتطلب تحضيرا بدرجة حرارة منخفضة ، وبساطة أدواته ، وإنتاج منتجات عالية النقاء ، وعدم الإضرار بالبيئة **[13]**في هذه الدراسة ، أجرينا توليفة خضراء لـ NiO–NPs من خلال طريقة sol–gel وفحصت السمات البصرية والهيكلية للنتيجة ، مع استخدام المواد الطبيعية طوال العملية لتقليل آثارها الخطرة على البشر **[14]**حيث تم تصنيع NiO–NPs من خلال طريقة sol–gel التي تتضمن استخدام الصمغ العربي كمثبت ، ملح نيكل (II) نترات سداسي هيدرات($Ni(NO_3)_2 6H_2O$) كمورد للنيكل والماء كمذيب ،إن حداثة هذه الدراسة هي اقتراح بوليمر الصمغ العربي كمثبت فريد وطبيعي في تحضير NiO–NPs ، والذي يمكن أن يحسن خصائص التحفيز الضوئي والأنشطة البيولوجية. يتمتع هذا الإجراء بالعديد من المزايا مثل كونه غير سام ، ومتعدد الاستخدامات ، ومنخفض

التكلفة ، وصديق للبيئة ، بسيط ، ومتجانس ، وموثوق ، وقابل للتكاثر ، وقابل للتحكم ، بينما يمكن إعادة استخدامه لتصنيع أكاسيد المعادن الأخرى**[15..17]** لذلك ، كان الهدف الرئيسي للدراسة الحالية هو تحسين الطريقة الاقتصادية والصديقة للبيئة لأداء التخليق الحيوي لـ NiO–NPs عبر تطبيق الصمغ العربي كعامل استقرار لمنع تراكم الجسيمات النانوية ، وتقييم نشاط التحفيز الضوئي للجسيمات النانوية على MB إزالة الصبغة ، وتحقيق كفاءة تحلل أعلى تصل إلى 82٪. علاوة على ذلك ، أجرينا أيضًا تقييمًا للنشاط المضاد للميكروبات لـ NiO–NPs ضد البكتيريا سالبة الجرام بما في ذلك *Escherichia coli* و *Pseudomonas aeruginos* ، بالإضافة إلى البكتيريا موجبة الجرام بما في ذلك *Staphylococcus aureus* و *Bacillus subtilis* بالإضافة إلى ذلك ، تم التحقيق في تأثيرات السمية الخلوية لـ NiO–NPs على الخلايا السرطانية U87MG وخطوط الخلايا العصبية العصبية الطبيعية (NCs) عن طريق مقايسة MTT.

IV.1.1- التجريبية:

IV.1.1. 1- المواد:

تم الحصول على بوليمر الصمغ العربي من متجر الأطعمة الصحية المحلي. تم شراء ملح نيكل (II) نترات سداسي هيدرات ($Ni(NO_3)_2 6H_2O$) (merck chemicales، نقاوة 99٪) ، باعتباره سلائف النيكل ، من شركة Merck الألمانية كما تم استخدام الماء المقطر كمذيب.

تم استخدام جميع المواد الكيميائية دون مزيد من التنقية باستخدام مقياس الطيف الضوئي UV–Vis (نموذج ، اليابان) لقياس الامتصاص ، في حين تم اعتبار استخدام مصباح UV–A (11W) لإجراء اختبارات الحفاز الضوئي.

IV.1.1. 2- توليف NiO–NPs:

في هذه الدراسة ، تم تصنيع NiO–NPs بأحجام مختلفة من خلال تطبيق تقنية sol–gel والمواد الطبيعية.

لتحقيق هذا الهدف ، تم استخدام($Ni(NO_3)_2 6H_2O$) والصمغ العربي للعمل كمصدر لعنصر النيكل وعامل التحكم في حجم الجسيمات فيما يتعلق مبدئيًا ، تمت إذابة 3.634 جم من ملح

($Ni(NO_3)_2 6H_2O$) في 100 مل من الماء المقطر وتقليبها عند درجة حرارة الغرفة لمدة 20 دقيقة و في نفس الوقت ، تمت إذابة 1 جم من الصمغ العربي في 50 مل من الماء المقطر وتم التقليب عند

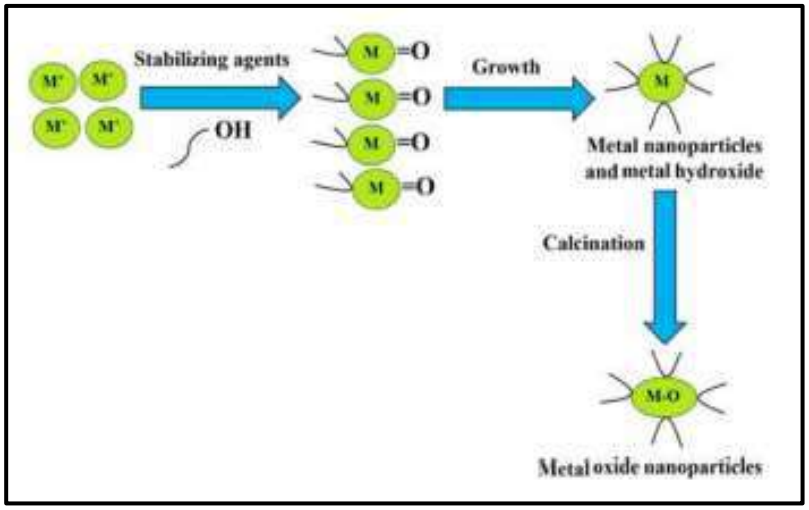
50 درجة مئوية لمدة 100 دقيقة حتى يتم الحصول على محلول شفاف وعديم اللون. بعد ذلك ، تمت إضافة محلول نترات النيكل ببطء إلى محلول الصمغ العربي.

من أجل تركيز محلول الخليط كخطوة تالية ، تم التقليب عند 80 درجة مئوية لمدة 12 ساعة وتحويله إلى هلام هوائي. لإكمال عملية التجفيف وإزالة المذيب ، تم وضع الهلام الهوائي في فرن وتم تسخينه عند 180 درجة مئوية لمدة ساعتين.

كانت نتيجة هذه العملية عبارة عن هلام جاف يعمل كمؤشر أولي محفز ، والذي تم تكليسه عند درجات حرارة 300 و 400 و 500 و 600 درجة مئوية لمدة ساعتين ، للحصول على مسحوق أسود اللون من NiO–NPs يتم عرض خطة التحضير الحيوي المطبقة لمنتجنا في (الشكل 35).

الشكل **IV .35 :**مخطط يوضح التحضير الحيوي NiO–NPs.

يتم عرض آلية التحضير الحيوي للأكسدة النانوية المعدنية باستخدام الصمغ العربي في (الشكل 36)



الشكل**IV .36 :** الخطة التخطيطية لآلية التحضير الحيوي للجسيمات النانوية لأكسيد المعادن.

تستوعب الكيمياء الخضراء مجموعة من المبادئ "المستدامة" لتقليل أو القضاء على استخدام المواد الخطرة في جميع إجراءات التوليف و يمكن أن يقف الصمغ العربي كموقف ثانوي مناسب في التركيب الأخضر نظرًا لكونه متاحًا ومتجددًا وقادرًا على العمل كعامل استقرار في تخليق جزيئات أكسيد المعادن النانوية وفقًا للملاحظات ، يمكن أن تكون مجموعتي الهيدروكسيل والكربوكسيل للصمغ العربي مؤكسد. الصمغ العربي هو مادة استقرار مناسبة للتخليق الأخضر للجسيمات النانوية ، والتي يمكن أن تقدم كفاءة مماثلة لتلك التي للبوليمرات الخطرة أو السطحي.

IV.1.1. 3- دراسات النشاط المضاد للسرطان

IV.1.1. 3. 1- زراعة الخلايا

في البحث الحالي ، تم فحص تأثيرات السمية الخلوية لـ NiO–NPs على خلايا المجالات العصبية الطبيعية (NCs) وخطوط الخلايا السرطانية لسرطان الورم الأرومي الدبقي البشري (U87MG).

تم الكشف عن تعزيز الخلايا المزروعة في وسط DMEM بنسبة 10 ٪ FBS (مصل بقري جنيني) و 1 ٪ من المضادات الحيوية (Penicillin, Streptomycin) ، والتي تم تحضينها بعد ذلك عند 37 درجة مئوية في جو مرطب بنسبة 95 ٪ و 5 ٪ جو ثاني أكسيد الكربون. .

بعد ثلاثة أيام من عملية زراعة الخلايا ، تم تمرير المنتج بواسطة إنزيم 25/0 التربسين و 02/0 محلول EDTA (Ethylenediaminetetraacetic acid) .

IV.1.1. 3. 2- النشاط السام للخلايا في المختبر NiO−NPs بواسطة مقايسة MTT

MTT هو اول اختبار يستعمل لتحديد صلاحية الخلية و صبغة التترازوليوم المستخدمة في الاختبار هي (3- (4،5-dimethylthiazol-2-yl) -2،5-diphenyltetra zolium bromide)

تم تطبيق الفحص لفحص تأثيرات السمية الخلوية لـ NiO−NPs على خلايا الخلايا العصبية الطبيعية (NCs) وسرطان الخلايا السرطانية للورم الأرومي الدبقي البشري U87MG **[18] [19]** كما هو معروف ، فإن استخدام القياس الطيفي يمكن أن يقيس اللون الناتج في الورقة الحالية ، تمت زراعة خطوط الخلايا في وسط DMEM بنسبة 10٪ FBS وحضنت عند 37 درجة مئوية في هواء مرطب بنسبة 95٪ و 5٪ CO2.

باختصار ، تمت زراعة خلايا U87 في 96 طبقًا جيدًا واحتضانها لمدة 24 ساعة. بعد ذلك ، عولجت الخلايا بعدة تراكيز مركزة من NiO−NPs($125\ \mu L^{-1}$, 62 , 31 , 16 , 8 , 4 ,2 , 1) لمدة 48 ساعة.

كخطوة تالية ، تم نقل 200 ميكرولتر من المحلول ، الذي يحتوي على 180 µL من وسط الاستزراع الطازج و 20 ميكرولتر من MTT ، إلى وسائط كل بئر ؛ ثم تمت إضافة 100 µL من DMSO إلى كل بئر.

تمت قراءة امتصاص التركيزات المختلفة من خلال توظيف قارئ ELISA عند الطول الموجي المحدد (540 نانومتر **[20]**.

IV.1.1. 4- دراسات النشاط المضاد للبكتيريا

تم تقييم التأثير المضاد للميكروبات لـ NiO−NPs من خلال طريقة انتشار أجار ضد البكتيريا سالبة الجرام *Escherichia coli* و *Pseudomonas aeruginosa* والبكتيريا إيجابية الجرام *Staphylococcus aureus* و *Bacillus subtilis* .

أولاً ، تم تحضير محلول NiO−NPs وتم تخفيفه في 9 أنابيب ، كل منها يحتوي على 4 ml من H2O ، ثم تم إلحاق حوالي 4 مل من كل تخفيف إلى الأطباق التي تضمنت وسط زراعة الأجار بطريقة تجعل الأطباق مجموعة بتركيزات متفاوتة (بما في ذلك 10 ، 5 ، 2.5 ، 1.25 ، 0.625 ، 0.312 ، 0.156 ، 0.078 ، و 0.039 ملي مولار). بعد ذلك ، تم وضع المعلق البكتيري لكل بكتيريا في أماكن مختلفة من الألواح باستخدام مسحة معقمة ليتم تحضينها بعد ذلك عند 37 درجة مئوية لمدة 24

ساعة.

IV.1.1. 5- دراسة نشاط التحفيز الضوئي

تم تقييم نشاط التحفيز الضوئي لـ NiO–NPs من خلال استخدام محلول الميثيلين الأزرق (MB) عند ~ 663 نانومتر.

في البداية ، تم الانتهاء من التحقيق الضوئي في عدم وجود ضوء UVA ، وتم تقييم نسبة التحلل بواسطة المعادلة (1) ، والتي كانت حوالي 17 ٪. في ما يلي ، تم إجراء عملية فك التحفيز الضوئي تحت التعرض لضوء[21] (11W) UVA لكل حالة ، تم تشتيت $10\ mgL^{-1}$ من مركبات NiO في 100 مل من $(10^{-5}M)$ MB وتم تقليبها لمدة ساعة واحدة. تم التحكم في الرقم الهيدروجيني الأولي للمحلول ليكون حوالي 9 في جميع التجارب التي تم إجراؤها. تم إجراء اختبار التحفيز الضوئي تحت إشعاع ضوء UV–A حيث تم وضع مصباح UV–A عموديًا على مسافة 20 سم من المحلول في الحاوية لمدة 30 دقيقة.

بمجرد مرور الفترات الزمنية المحددة ، قمنا بترشيح حوالي 2 ml من المعلق وحددنا امتصاصه عند 663 نانومتر. تم تقدير نسبة تحلل بروميد الميثيل بتطبيق المعادلة (1) [22]

$$\text{Degradation}(\%) = \frac{A_0 - A_t}{A_0} \times 100 \ldots\ldots(1)$$

حيث A0 و At Stand باعتبارها الامتصاصية السابقة للإشعاع في الوقت t ، على التوالي

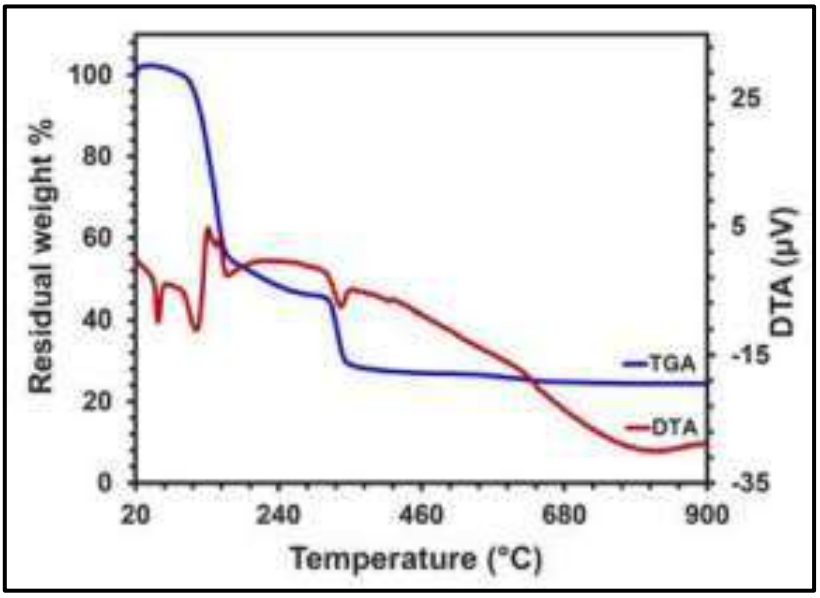
IV.2.1.- النتيجة والمناقشة

IV.2.1. 1- التوصيف

بشكل عام ، تم استخدام طرق مختلفة لتقييم خصائص السطح بما في ذلك FT–IR و UV–Vis و FESEM و EDX و XRD و VSM و TGA / DTA علاوة على ذلك ، تمت دراسة نتائج مضادات الميكروبات لـ NiO–NPs في مقابل البكتيريا سالبة الجرام *Escherichia coli* و *Pseudomonas aeruginosa* والبكتيريا إيجابية الجرام *Staphylococcus aureus* و *Bacillus subtilis* في ما يلي ، تم تقييم نشاط التحفيز الضوئي للجسيمات النانوية لتحلل بروميد الميثيل بينما تم فحص تأثيرات السمية الخلوية على خلايا السرطان U87MG وخطوط خلايا NC الطبيعية عن طريق طريقة MTT.

IV.2.1. 2- تحليل TGA / DTA

تم فحص السلوك الحراري لعينة الهلام المجفف باستخدام تحليل TGA / DTA داخل الغلاف الجوي من خلال سرعة 10 درجة مئوية / دقيقة عند نطاق درجة حرارة 20–900 درجة مئوية ، والذي يتم عرضه في (الشكل 37).



الشكل **IV .37 :** مخطط TGA / DTA لـ NiO–NPs

عرض مخطط التحليل الحراري الوزني (TGA) للهلام الجاف $Ni(OH)_2$ حدوث فقدان الوزن في 3 خطوات. حدث فقدان الوزن الأول بحوالي 45 ٪ من 94 إلى 161 درجة مئوية ، وتم اكتشاف ذروة ماص للحرارة عند حوالي 113 درجة مئوية ، والتي كانت مرتبطة بتبخر H2O على السطح وبناء السلائف**[23]**.

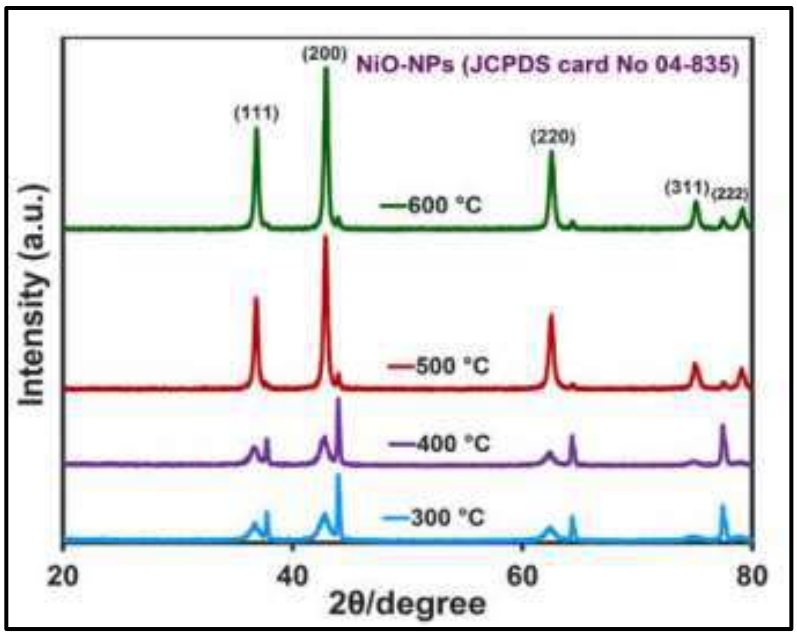
تم الإبلاغ عن المرحلتين الثانية والثالثة من فقدان الوزن بنسبة 10٪ و 16٪ ، وحدثتا في نطاق درجة حرارة 161–316 درجة مئوية و 316 347 درجة مئوية ، على التوالي.

وتعزى هذه الخسائر إلى تدهور المركبات العضوية وإزالة النترات ، وكذلك تحلل معقدات النيكل **[24]** وفقًا لمخطط DTA ، ترتبط القمم الطاردة للحرارة بهذه التطورات الخاصة ووجدنا أنه لم تكن هناك علامات على أي فقد معين للوزن في نطاق 350–900 درجة مئوية.

IV.2.1. 3- دراسة XRD

يعرض (الشكل 38) خطة حيود الأشعة السينية لـ NiO–NPs في $2\theta = 20–80°$ حيث كانت قمم الانعراج التي لوحظت عند الزوايا 36.9 و 42.8 و 62.6 و 75.3 و 79.2 درجة مرتبطة بالكريستال

(111) و (200) و (220) و (311) و (222) على التوالي.



الشكل **IV .38 :** أنماط XRD NiO–NPs في درجات حرارة مختلفة.

بمقارنة نمط XRD للجسيمات النانوية المُصنَّعة مع العينة القياسية ، حدد نمط الحيود المُختتم (بطاقة JCPDS رقم 04–835) **[25]** أن NiO–NPs المُصنَّعة تحتوي على هيكل بلوري مكعب (FCC) ومجموعة فضاء من (Fm3) م)**[26]** .

تم تقييم حجم الجسيمات النانوية بواسطة صيغة ديباي شيرير (المعادلة (2)).

$$D = \frac{k\lambda}{\beta\cos\theta} \ldots\ldots\ldots\ldots(2)$$

حيث :

D حجم الجسيم (نانومتر) ،

k = 0.94 رقم ثابت ،

l سيكون الطول الموجي (0.154 نانومتر) ،

b القيمة الكاملة عند نصف الحد الأقصى للذروة (راد) ،

u تشير إلى الزاوية (الدرجة).

تم اكتشاف أحجام الجسيمات النانوية عند 300 و 400 و 500 و 600 درجة مئوية بحوالي 39 و

39 و 43 و 62 نانومتر على التوالي ، وبالتالي يمكن التأكد من أن جسيمات النانو المكلسة كانت في الترتيب الصحيح مع صور(D = 59) FESEM نانومتر ،علاوة على ذلك ، يوضح الشكل 38 حدوث زيادة في درجة حرارة التكليس أدت إلى زيادة شدة القمم وتقليل عرضها. تدل الزيادة في قوة الجبال على زيادة الدرجة البلورية للجسيمات النانوية بينما يشير الانخفاض في يشير عرضها إلى زيادة حجم الجسيمات البلورية التي يمكن أن تنتج عن انضمام الجسيم ونموها في درجات حرارة عالية **[27]**يتم عرض النتائج التي تم الحصول عليها من نمط NiO–NPs XRD في الجدول 04.

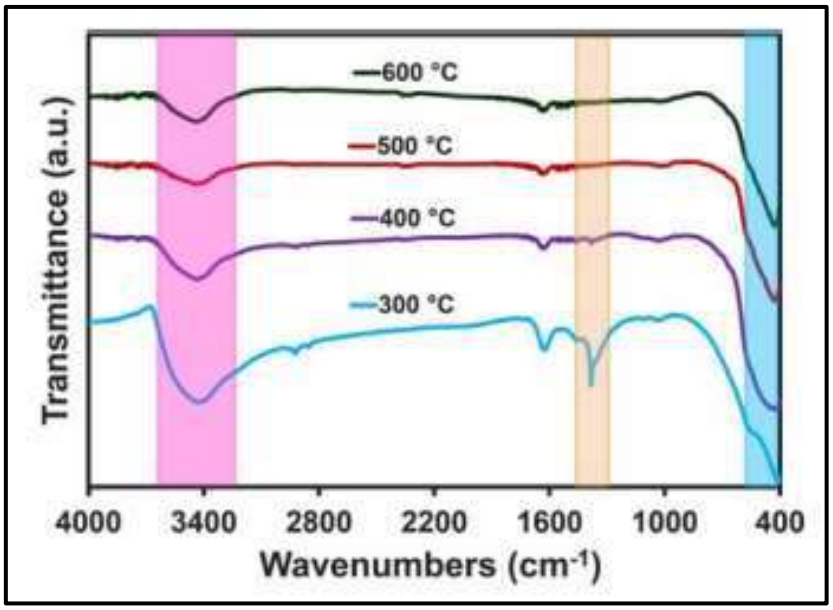
الجدول **IV** .04**:** النتائج التي تم الحصول عليها نمط XRD من NiO–NPs.

Temp. (°C)	2θ (deg.)	FWHM (rad.)	Diameter (nm)	Identification
300	42.8	0.216	39	**fcc (NiO)**
400	42.8	0.216	39	**fcc (NiO)**
500	42.8	0.1986	43	**fcc (NiO)**
600	42.9	0.1378	62	**fcc (NiO + fcc (Ni))**

Note: significance Bold values to compare the effect of different temperatures.

IV.2.1. 4- تحليل FTIR

يعرض الشكل 39 مخطط FT–IR للجسيمات النانوية في حدود $400 - 4000\ cm^{-1}$ عند درجات حرارة مختلفة تبلغ 300 و 400 و 500 و 600 درجة مئوية. وفقًا لذلك ، يمكن إدراك ظهور العديد من قمم الامتصاص المرتبطة برابطة O–H الخاصة بـ H2O.



الشكل **IV .39:** مخططات FTIR لـ NiO–NPs

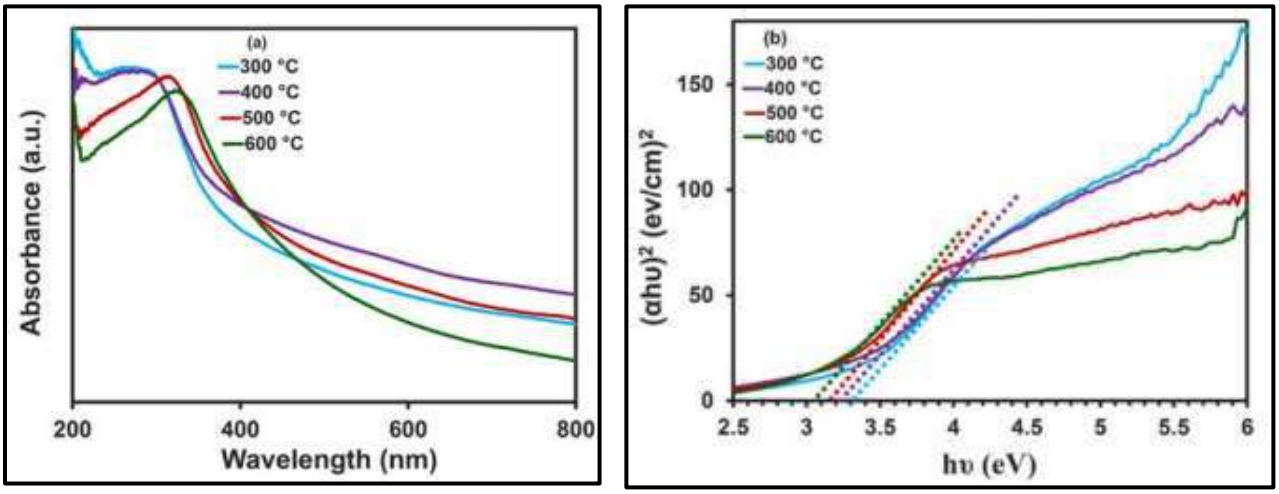
تم ربط الذروة التي لوحظت عند 3480 سم بذبذبات التمدد التي تنتمي إلى نطاق O–H من H_2O تم اكتشاف ذروة أخرى في النطاق $1400 - 1600\ cm^{-1}$، مرتبطة بذبذبات الانحناء O–H و نظرًا لوجود جزيئات ثاني أكسيد الكربون في الهواء ، فإن ذروة الامتصاص التي لوحظت في حدود–2360 $2390\ cm^{-1}$ يمكن أن تكون مرتبطة بجزيئات ثاني أكسيد الكربون **[28]** تم الإبلاغ عن اهتزازات التمدد المتعلقة بنطاق Ni–O بحوالي $421\ cm^{-1}$ **[29].**

IV.2.1. 5- تحليل UV–Vis

يعرض الشكل 40 (أ) مخطط UV–Vis لـ NiO–NPs في حدود 200–800 نانومتر عند درجات حرارة مختلفة من 300 و 400 و 500 و 600 درجة مئوية ، والذي يعرض أقصى امتصاص بصري عند 280 ، 284 نانومتر و 312 و 322 نانومتر لمدى درجة حرارة 300–600 درجة مئوية (39).

يمكن حساب Eg لدرجات حرارة مختلفة للجسيمات النانوية المكلسة باستخدام المعادلة (3) ، حيث تشير hν إلى طاقة الفوتون ، وتشير α إلى مقدار الامتصاص ، وستكون B مقدارًا ، و n يساوي 2 لـ فجوة نطاق مباشرة معادلة بـ 0.5 في حالة فجوة النطاق غير المباشرة من خلال استخدام المعادلة المعينة (المعادلة (3)) و n = 2 ، نظرًا لأنه يتم التعرف على NiO على أنها أشباه موصلات ذات فجوة الحزمة غير

المباشرة ، تم رسم المنحنى من n (αhν) حيث hν للجسيمات النانوية باستخدام طيف UV–Vis و معادلة Tauc (الشكل 40 (ب)) **[30]** .



الشكل **IV .40** : مخططات UV–Vis (أ) وفجوة الحزمة (ب) لـ NiO–NPs.

وضع خط مماس التقاطع على المقطع الخطي لهذا المنحنى مع المحور السيني ، والذي تم الحصول عليه من خلال طريقة الاستقراء ، عرض فجوة الطاقة في نطاق 3.05–3.30 eV للجسيمات النانوية المركبة. يوضح الجدول 5 فجوة نطاق الطاقة لجسيمات NiO النانوية.

الجدول **IV** .05 **:**النتائج التي تم الحصول عليها من أطياف UV–Vis.

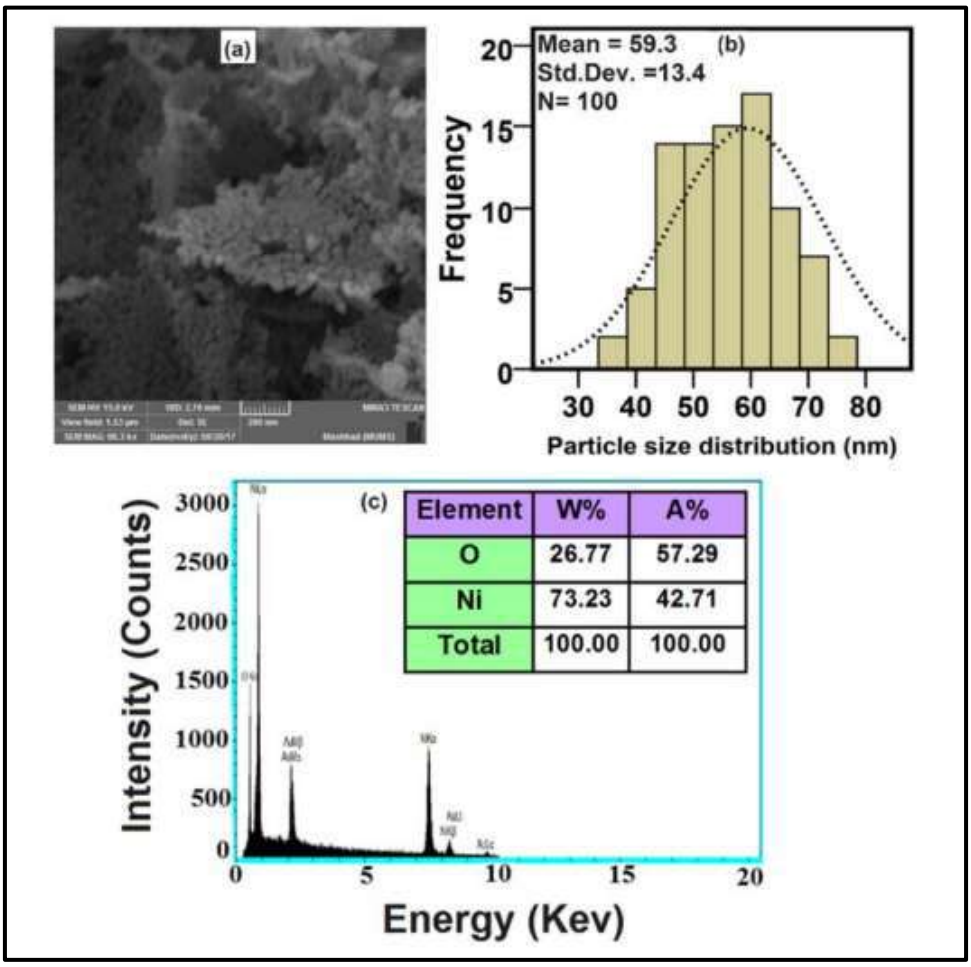
Parameters	Temperature (°C)			
	300	400	500	600
Wavelength (nm)	280	284	312	322
Absorbance	0.894	0.888	0.872	0.835
Energy gap (eV)	3.30	3.20	3.13	3.05

$$(\propto hv)^{2} = \beta(hv - E_g)^{n} \quad \text{.....} (3)$$

IV.2.1. 6- صور FESEM / EDX / PSA

يعرض الشكل 41 (أ – ج) صورة FESEM و PSA و EDX لـ NiO–NPs التي تم تكليسها عند درجة حرارة 500 درجة مئوية وتم ملاحظتها بمقياس 200 نانومتر وفقًا لذلك كانت مورفولوجيا الجسيمات كروية مع قدر ضئيل من التكتل ، لكنها تظهر على مقياس نانومتر.

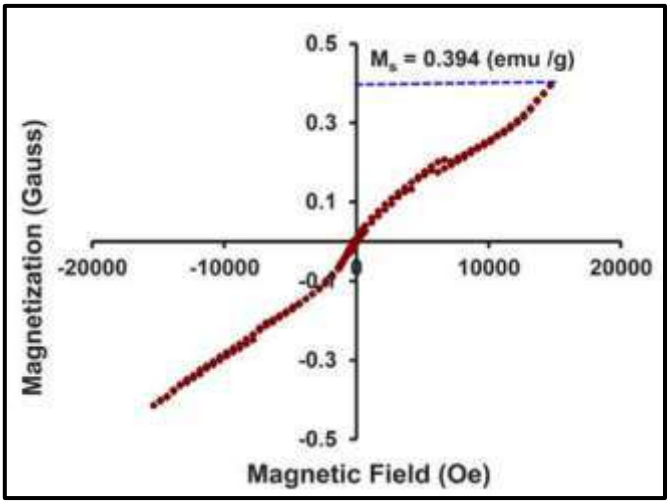
تم ردع متوسط حجم الجسيمات النانوية الملغومة ليكون حوالي 59 نانومتر **[31]** من خلال النتائج التي تم الحصول عليها من EDX الموضحة في الشكل 42 (ج) ، تتكون NiO NPs المركبة من عناصر الأكسجين والنيكل**[32]**.



الشكل**IV .41** : صورة FESEM (أ) وحجم الجسيمات (ب) و EDX (ج) من NiO–NPs عند 500 درجة مئوية.

IV.2.1. 7- تحليل VSM

بالنظر إلى كيف تنتمي NiO–NPs إلى فئة الجسيمات النانوية المغناطيسية ، فمن الضروري دراسة خصائصها المغناطيسية. في الورقة الحالية ، تم فحص الطبيعة المغناطيسية لجسيمات NiO النانوية في جميع أنحاء المجال المغناطيسي من 20.000+ إلى 20.000− Oersted من خلال تطبيق تحليل VSM يوضح (الشكل 42) منحنى التباطؤ للجسيمات النانوية ، التي تم تكلسها عند درجة حرارة 400 درجة مئوية في المجال المغناطيسي (H) من +20.000 إلى 20.000− Oersted.

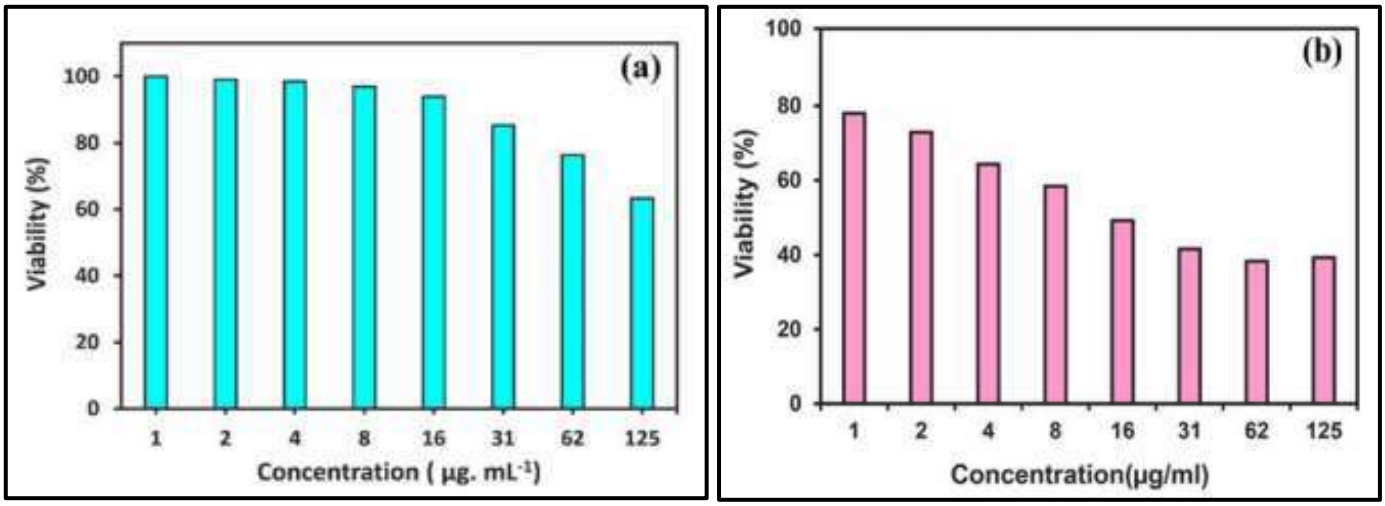


الشكل **IV .42 :** منحنيات التباطؤ المغناطيسي (M - H) من NiO-NPs.

بالنظر إلى هذا المنحنى وشدة المغنطة ، يمكن استنتاج أن الجسيمات النانوية كانت ذات مغناطيسية فائقة نظرًا لعدم وجود حلقة التباطؤ في جميع أنحاء منحنيات MH والحقل القسري (Hc = 0) ، في حين أن مغنطة المتبقية (Mr=0) تساوي الصفر ووصلت إلى حالة التشبع الكامل ، يمكن الإشارة إلى أن الجسيمات النانوية احتوت خصائص مغناطيسية فائقة **[33]**علاوة على ذلك ، كانت قيمة مغنطة التشبع (Ms) لهذا المركب حوالي 23 emu / g ، والتي تقف كدليل على الخصائص المغناطيسية القوية لهذا المركب**[34].**

IV.1.2. 8- تقييم نشاط السمية الخلوية باستخدام NiO-NPs

اليوم ، يتزايد البحث في الجسيمات النانوية لتشخيص وعلاج السرطان. في هذه الدراسة ، قمنا بتقييم التأثير السام للخلايا لـ NiO-NPs المُصنَّع عن طريق استخدام بوليمر الصمغ العربي على خطوط خلايا النفثالينات العادية وخطوط الخلايا السرطانية U87MG ؛ النتائج التي تم الحصول عليها معروض في الشكل 43 (أ ، ب).



الشكل **IV .43** : تأثير السمية الخلوية لـ NiO-NPs على خلايا النفثالينات العادية (أ)

وعلى خطوط الخلايا السرطانية U87 MG (ب) عبر مقايسة MTT.

عولجت النفثالينات وخطوط الخلايا U87MG بتركيزات مختلفة من NiO–NPs لمدة 48 ساعة وتم حساب صلاحية الخلية وقيمة IC بواسطة طريقة MTT.

تم الإبلاغ عن نتائج السمية الخلوية باستخدام المعادلة (4) حيث تسبب تركيز الجسيمات النانوية في تثبيط نمو بنسبة 50٪ في الخلايا السرطانية.

أشارت النتائج التي تم الحصول عليها إلى أن NiO–NPs كانت قادرة على القضاء على 50 ٪ من خلايا U87MG بتركيز 16 ميكروغرام مل ، مما يعني أن النانوية النانوية دمرت حوالي 50 ٪ من الخلايا ، والتي اعتبرت نصف الحد الأقصى

تركيز مثبط (IC50). أظهرت نتائج MTT أن تأثير السمية الخلوية لـ NiO–NPs يعتمد على الجرعة على التركيز ويمكن أن يقلل بشكل كبير من بقاء الخلية.

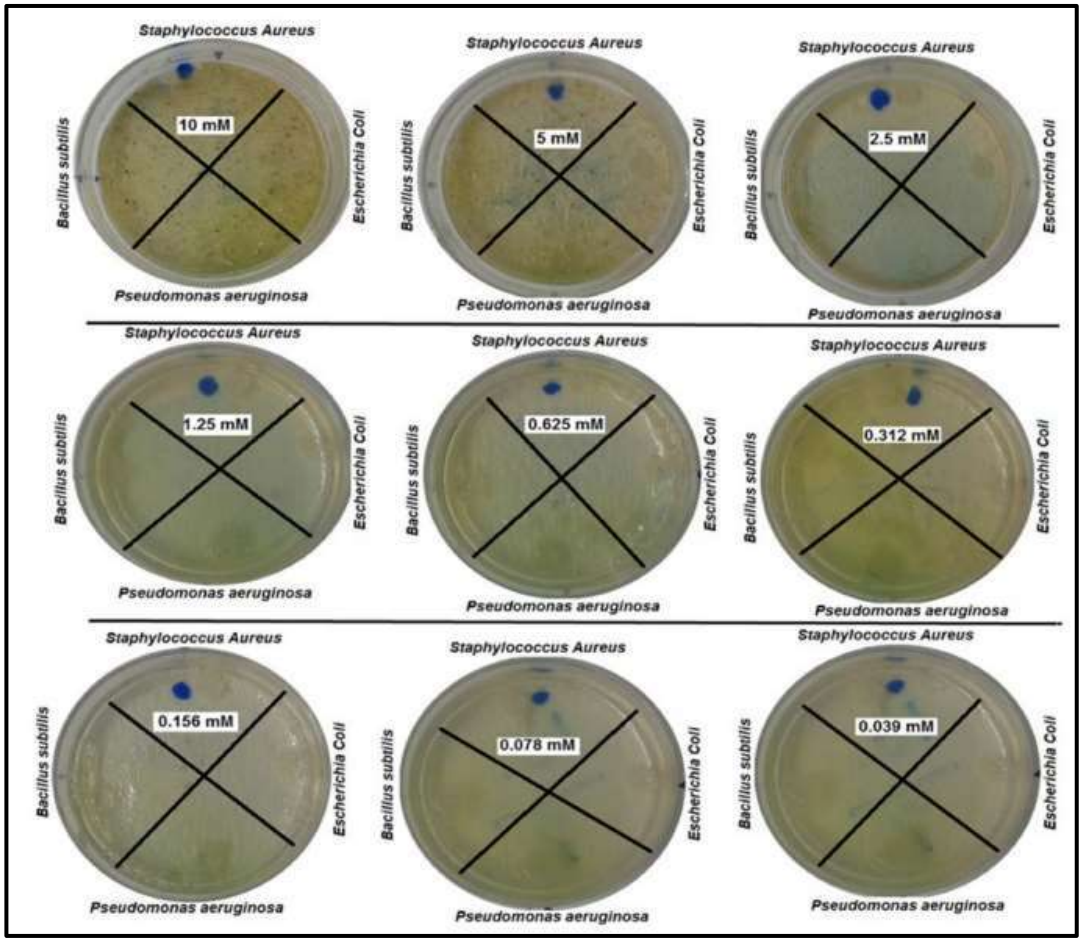
وصفنا أساس الصلاحية مقابل التركيز (ميكروغرام مل) ، والذي تم تحديده من خلال المعادلة (4) **[18]**

وفقًا لنتائج هذه الدراسة ، كان التأثير المميت لـ NiO–NPs المُصنَّع بالطريقة الخضراء على الخلايا السرطانية أكبر من الخلايا الطبيعية. لذلك ، يمكن النظر في مجهود هذه الجسيمات النانوية علاج السرطان.

$$\text{Viability } (\%) = \frac{ABS_{test}}{ABS_{control}} \times 100 \ldots\ldots\ldots(4)$$

IV.2.1. 9- تقييم النشاط المضاد للبكتيريا من NiO–NPs

تم تقييم النشاط المضاد للبكتيريا لـ NiO–NPs ، الذي تم تصنيعه باستخدام الصمغ العربي ، عن طريق طريقة انتشار الأجار ضد نوعين من البكتيريا سالبة الجرام بما في ذلك *Escherichia coli* و *Pseudomonas aeruginosa* واثنين من البكتيريا موجبة الجرام بما في ذلك *Staphylococcus aureus* و *Bacillus subtilis* ، أشارت النتائج التي تم الحصول عليها إلى أن جميع البكتيريا أظهرت علامات النمو في جميع التراكيز المعنية ، مما يعني أن المقاومة البكتيرية كانت مرتبطة بـ NiO–NPs ، باستثناء حالة بكتيريا *Bacillus subtilis* التي لم تنمو عند تركيز 10 mM ، يتم عرض نتائج النشاط المضاد للبكتيريا النانوية في الشكل 44

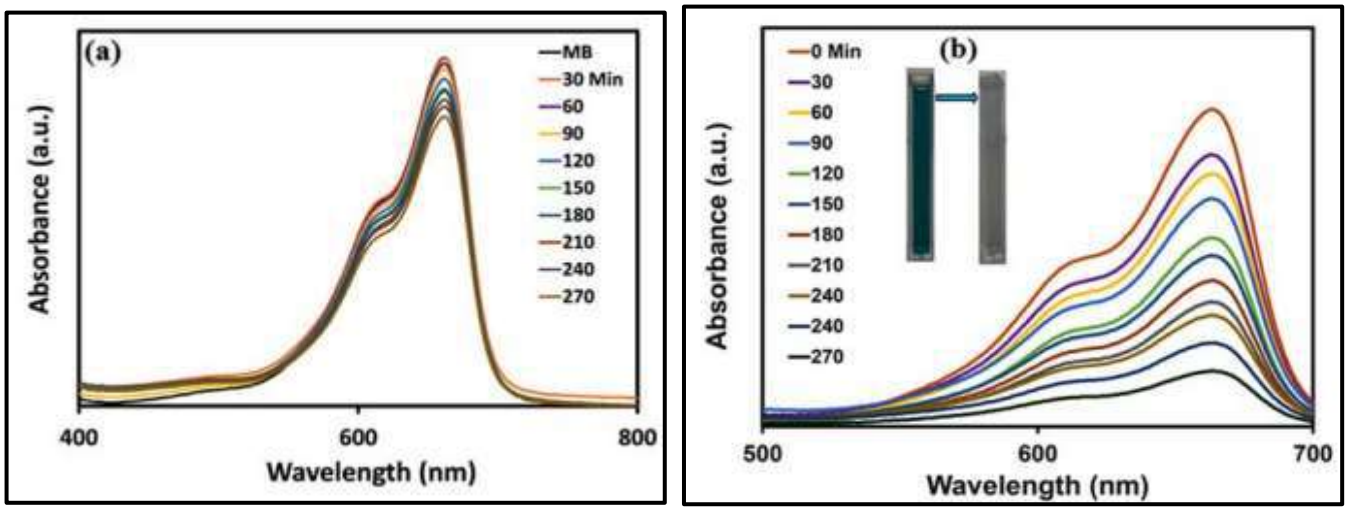


الشكل **IV .44 :** التحقيق في النشاط المضاد للبكتيريا من NiO-NPs المحضرة بالصمغ العربي

IV.2.1. 10- تقييم نشاط التحفيز الضوئي

من NiO–NPs في هذه الدراسة ، تم استخدام NiO–NPs كمحفز ضوئي لتحلل صبغة الميثيلين الزرقاء (MB) في غياب ضوء UVA وتحت إشعاع ضوء UVA، **[35] [36]** في البداية ، تم الانتهاء

من التحقيق الضوئي في عدم وجود ضوء UVA ، وتم تقييم نسبة التحلل بواسطة المعادلة (1) ، والتي كانت حوالي 17 ٪ ويمكن رؤيتها في الشكل 45 (أ) بالإضافة إلى ذلك ، يتم عرض الرسم البياني لنشاط التحفيز الضوئي لـ NiO–NPs تحت إشعاع ضوء UVA فيما يتعلق بتحلل صبغة MB في الشكل 45 (ب) ، بينما تم اكتشاف نسبة تدهور MB حوالي 82 ٪ بعد 270 دقيقة.



الشكل **IV .45 :** تدهور بروميد الميثيل بمرور الوقت في غياب الأشعة فوق البنفسجية الطويلة الضوء (أ) وتحت ضوء الأشعة فوق البنفسجية (ب) باستخدام NiO–NPs.

الخلاصة

في هذه الدراسة ، تم إنتاج NiO–NPs عبر إجراء sol–gel باستخدام الصمغ العربي كعامل بلمرة عند درجات حرارة تكليس مختلفة.

تم توصيف الجسيمات النانوية الناتجة عن طريق مجهود إجراءات FT–IR و UV–Vis و XRD و FESEM / EDX و TGA / DTA و VSM تم تأكيد شكلها وحجمها البلوري من خلال دراسات XRD و FESEM.

لوحظ أن طاقة فجوة النطاق لـ NiO–NPs لها نطاق من 3.00 – 3.30 فولت و أكدت نتائج التحفيز الضوئي دور الحفاز الضوئي لـ NiO–NPs خلال عملية تحلل بروميد الميثيل تحت إشعاع UVA ، بينما كانت نسبة التحلل التي تم الحصول عليها حوالي 80٪.

علاوة على ذلك ، تم تقييم النشاط المضاد للميكروبات لهذا المنتج ضد البكتيريا سالبة الجرام والبكتيريا موجبة الجرام وفقًا للنتائج ، أظهرت كل بكتيريا مجربة سلوكًا مقاومًا بالنسبة إلى NiO–NPs باستثناء

حالة بكتيريا *Bacillus subtilis* التي لم تنمو بتركيز 10 mM.

من خلال استخدام مقايسة MTT ، تم تقييم السمية الخلوية لـ NiO–NPs على الخلايا السرطانية U87MG وخطوط خلايا النفثالينات الطبيعية.

IV. 2- خصائص مضادات الميكروبات و مضادات الأكسدة لجزيئات NiO النانوية باستخدام مستخلص الفجل *R.sativus*:

المقدمة :

ظهرت البكتيريا المقاومة للأدوية كمصدر قلق صحي خطير في جميع أنحاء العالم ، بسبب الاستخدام الواسع النطاق للمضادات الحيوية لرعاية الحيوانات والبشر ، مما أدى إلى تطور جينات مقاومة متعددة في النظام البيئي **[37] [38]** حيث اشتدت مقاومة الادوية لدرجة أنها أصبحت الان مميتة ومن المستحيل التعامل معها ومنه يجب التخلص من الجذور الحرة ، لإمكانية تقليل الآثار الضارة للجذور الحرة مثل السرطان وأمراض القلب والاضطرابات التنكسية العصبية**[39]**.

ونتيجة لذلك ، هناك حاجة ملحة لابتكار بعض الوسائل العملية للتعامل مع مشاكل العالم الخطيرة و عليه ، تم إجراء تركيب NiO NPs باستخدام مستخلص الفجل كعامل اختزال وتغطية وتم تكليسه عند 100 درجة مئوية ، 300 درجة مئوية ، 600 درجة مئوية و 900 درجة مئوية تم فحص الخصائص الفيزيائية والكيميائية له من خلال التحليل الطيفي XRD و TEM و DRS و EDX و FTIR ثم اختبار جميع NiO NPs المكلسة ضد الأنواع GPB و GNB باستخدام طريقة انتشار آجار جيدا تم مسح الجذور الحرة ABTS من خلال NiO NPs و فحص تأثير تكليس نشاط NiO NPs.

IV.1.2 - المواد و الادوات المستخدمة: صنفت في الجدول 6

المواد المستخدمة	الادوات المستخدمة
– خلات النيكل tetra–hydrate – ملح ثنائي الأمونيوم (ABTS) – بيرسلفات البوتاسيوم – إيثانديول وهيدروكسيد الصوديوم – أسيتون – جذور نبات الفجل – ماء منزوع الايونات	– أواني زجاجية (دورق....) – فرن التجفيف – مطحنة – ورق ترشيح

IV.2.2- استخراج مستخلص الفجل *R.sativus*:

- تم أخذ الجذور التي تم جمعها من الفجل قمنا بتنظيفها وغسلها بالماء منزوع الأيونات ثم تقطيعها إلى قطع صغيرة.

- تم استخلاص مستخلص الفجل بالماء منزوع الأيونات بواسطة مطحنة معقمة.

- تم ترشيح المستخلص الخام الناتج لإزالة الشوائب العالقة وإضافته إلى الدورق وتخزينه عند 4 درجات مئوية

IV.2.3- تحضير NiO NPs

- تم تحضير محلول مائي من محلول مخزون 40 mM من $Ni\ (CH_3COO)_2 4H_2O$ عن طريق إذابة 9.95 g في 1000 مل.

- لتحضير NiO NPs ، تم خلط 80 مل من محلول المخزون مع 20 مل من خلاصة الجذور المركزة وتقليبها لمدة 10 دقائق.

- تم تعديل الرقم الهيدروجيني لخليط التفاعل بعد ذلك إلى 10 بإضافة 0.1 مولار محلول NaOH ، واستمر التسخين والتقليب لمدة 30 دقيقة أخرى.

- بعد التبريد لمدة 12 ساعة عند درجة حرارة الغرفة ، يغسل خليط التفاعل ثلاث مرات بماء منزوع الأيونات ، ثم إيثانول.

- تم تجفيف المنتج الصلب بالفرن عند 100 درجة مئوية متبوعًا بالتكليس في فرن مفل عند 300 درجة مئوية و 600 درجة مئوية و 900 درجة مئوية وسحقه إلى مسحوق ناعم.

IV.2.4- التوصيف

- باستخدام Panalytical X-Pert Pro في 2 -thetra (20 درجة -80 درجة) ، تم فحص الفرق في المعلمات البلورية مع درجة حرارة التكلس.

- تم استخدام القطر عند نصف الحد الأقصى لقياس أحجام البلورات باستخدام طريقة Debye-Scherrer.

- تم استخدام مجهر إلكترون ميداني وشركة أيون Tecnai G2 F20 S-Twin (FEI) بجهد تسريع 200 كيلو فولت لأبحاث TEM ، بينما تم استخدام نموذج EDX INCA 200 للتحقيق في تكوين العناصر (المملكة المتحدة).

- تم قياس حافة النفاذية باستخدام طيف DRS في نطاق 400–1000 نانومتر ، بينما تم حساب مسافة النطاق باستخدام خريطة Tauc.

لتحديد المجموعات الوظيفية الموجودة في العينات ، تم إجراء تحليل FTIR في منطقة 4000– 400 cm^{-1} باستخدام جهاز Nicolet 6700 (الولايات المتحدة الأمريكية)

5.2.IV- فحص مضاد للجراثيم

تم اختبار الفعالية المضادة للبكتيريا لـ NiO NPs باستخدام نظام انتشار آجار جيد ضد GNB (*P.aeruginosa , E.coli*) و (*B.subtilis , S.aureus*) GPB .

- أولاً ، صُنعت ألواح المغذيات من أجار عن طريق خلط الأجار بالماء وتركها في تدفق رقائقي لفترة لتتصلب.

- بعد ذلك، تم حفر الآبار بطرف من البوليسترين وتناثرت مزارع البكتيرية فوقها عن طريق التشتيت بالموجات فوق الصوتية ، وكانت المحاليل أو المعلقات لـ NiO NPs محضر في إيثانديول (50 مجم في 5 مل).

- تم ملء آبار هذه الألواح بحجم معين في ميكروليتر (µl) من المعلق الجاهز وحفظها في حاضنة ، تم تعديل درجة الحرارة 37 درجة مئوية.

- بعد24 ساعة، تم قياس النشاط المضاد للميكروبات لـNiO NPs ضد سلالة بكتيرية بالمليمترات(mm) [37]

6.2.IV- فحص مضادات الأكسدة

- تم تحديد إمكانات مضادات الأكسدة في NiO NPs المكلس باستخدام نسخة متغيرة قليلاً من مقايسة الكسح الجذري ABTS **[40]** حيث يتم استخدام إزالة اللون التي تحدث عندما يتم تقليل ABTS•+ إلى ABTS في هذا الاختبار.

- تم دمج 2.5 ملي من كبريتات البوتاسيوم و 7 ملي ABTS وتركت في الظلام لمدة 16 ساعة لصنع ABTS•+ الجذور الحرة لمحلول مخزون ABTS

- باستخدام مقياس الطيف الضوئي للأشعة فوق البنفسجية المزدوجة ، فتم قياس امتصاص هذا المحلول عند 734 نانومتر (Shimadzu UV 1800) (Ao) لصنع محلول NiO NPs ، فتم إذابة كل عينة مكلسة في ايثانديول بتركيز $5mgmL^{-1}$.

- تم قياس عينة البحث (Ai) عند 734 نانومتر بعد تخفيفmM 1 من ABTS•+ محلول مع NiO

NPs في نطاق تركيز ($10-400\ gmL^{-1}$) وتخفيف 1 mM من ABTS•+ محلول مع NiO NPs في نطاق تركيز ($10-400\ gmL^{-1}$)

- تم استخدام المعادلة (1) لقياس النسبة المئوية لعمل الكسح الجذري ، حيث Ao هي امتصاص التنظيم و Ai هي امتصاص الاختبار

استخدمت الدراسة نفس كميات حمض الأسكوربيك كمرجع

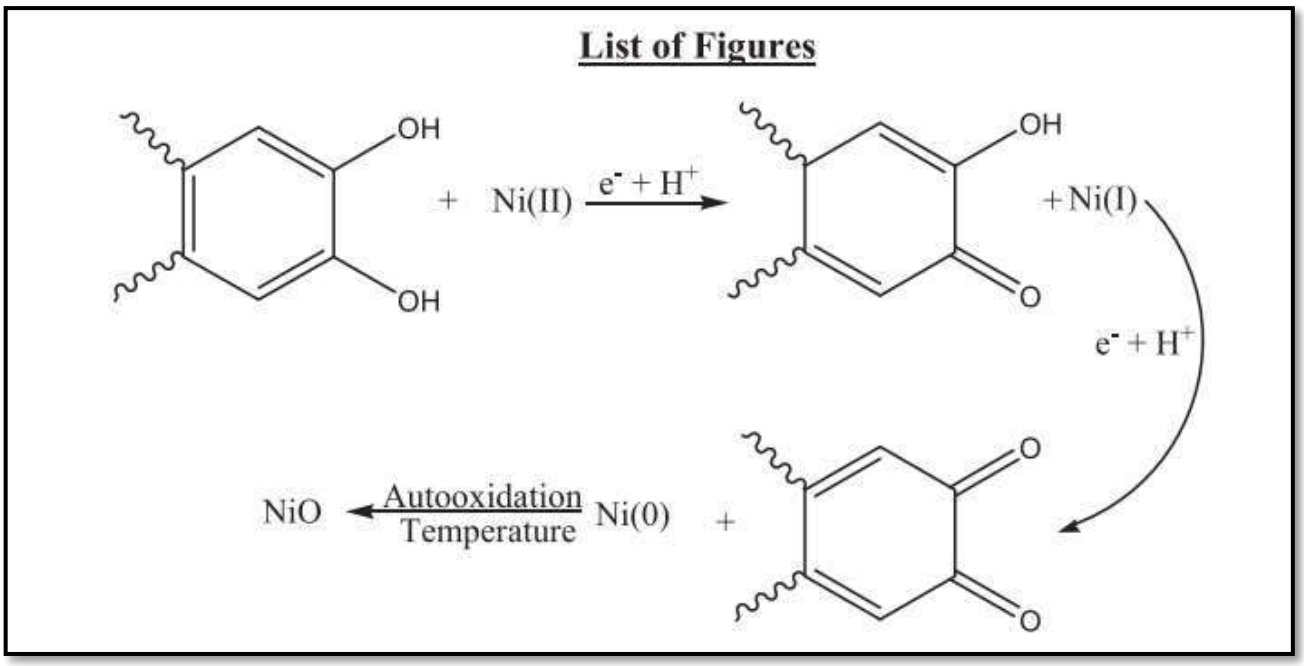
$$\%\mathrm{RSA} = \left[\left(A_0 + \frac{A_i}{A_0}\right)\right] \times 100 \ldots\ldots\ldots\ldots(1)$$

7.2.IV- النتائج والمناقشة

تم تحضير NiO NPs بطريقة صديقة للبيئة باستخدام مستخلص الفجل *R.sativus* وتم تكليسها عند 100 درجة مئوية و 300 درجة مئوية و 600 درجة مئوية و 900 درجة مئوية و تم استخدام تقنيات XRDو TEM و DRS و EDX و FTIR لدراسة الخصائص البصرية والبنية البلورية والأجزاء الوظيفية السطحية لـ NiO NPs المحضرة حيث يُعتقد أن القواعد الكيميائية النباتية تؤدي إلى الاختزال والعوامل المحفظة ، على الرغم من حقيقة أن التركيب الدقيق للمسار الاصطناعي الأخضر غير معروف.

تتكون الجسيمات النانوية للأكسيد المعدني من خلال سلسلة من الخطوات التي تشمل اختزال الأيونات ، والتنوي ، والتكتل ، والنمو ، والأكسدة **[41]** حيث يؤثر تكوين العامل المختزل وتركيزه وتركيز أملاح السلائف ودرجة الحرارة ودرجة الحموضة على كل مرحلة من هذه المراحل كما تسهل أهم المواد الكيميائية النباتية الموجودة في الفجل تكوين الجسيمات النانوية**[42]** .

يتم تقليل أيونات المعادن المطلية بالمواد الكيميائية النباتية بواسطة مجموعات الهيدروكسيل من المواد الكيميائية النباتية. على عكس مجموعات الهيدروكسيل في أنواع الفلافونويد والكيميائية النباتية الأخرى ، فإن مجموعة الهيدروكسيل في جزء الكاتيكول الفلافونويد لديها قوة تفكك منخفضة ، وفقًا لدراسات DFT السابقة **[43]** و بما أن أيونات المعادن مغلفة بمواد كيميائية نباتية وتجفف في الهواء ، فإنها تصبح أكاسيد معدنية **[44]** في وجود مركبات تحتوي على مجموعات الهيدروكسيل ، يظهر التفاعل الكيميائي لتخليق NiO NPs أدناه في(الشكل 46)

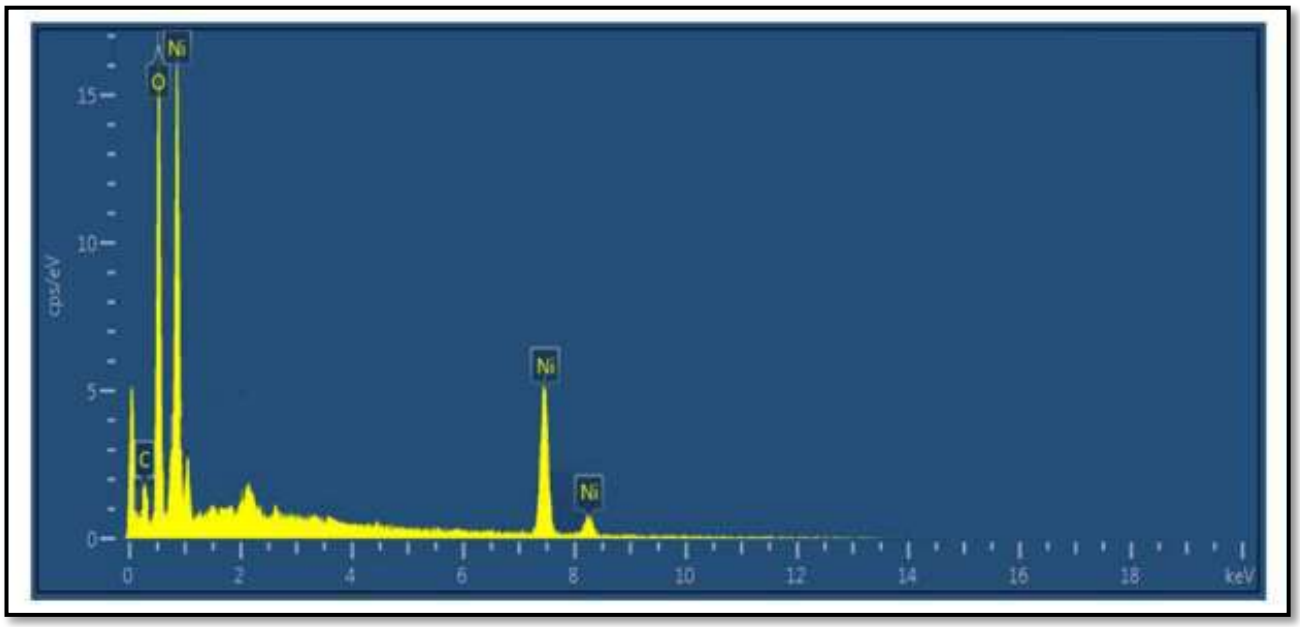


الشكل IV .46: تفاعل كيميائي لتصنيع NiO NPs في وجود مستخلص نباتي

IV.7.2. 1- تحليل EDX :

تم استخدام تحليل EDX لتحديد التركيب العنصري ونقاء النسبة المئوية لـ NiO NPs حيث يُظهر طيف EDX الموضح (في الشكل 47) قممًا حادة عند 0.8 و 7.9 و 8.5 كيلو فولت مخصصة لـ Ni بينما تُعزى الإشارة عند 0.6 كيلو فولت إلى O جنبًا إلى جنب مع النطاق عند 0.4 كيلو فولت المنسوب إلى C في العينة التي تم تحليلها.

نسب الوزن المقابلة لـ Ni و O و C هي 74.2 و 24.4 و 1.4٪ على التوالي و كانت ذروة C في الطيف ناتجة عن الشريط الكربوني المستخدم لتكديس العينة **[45]**.



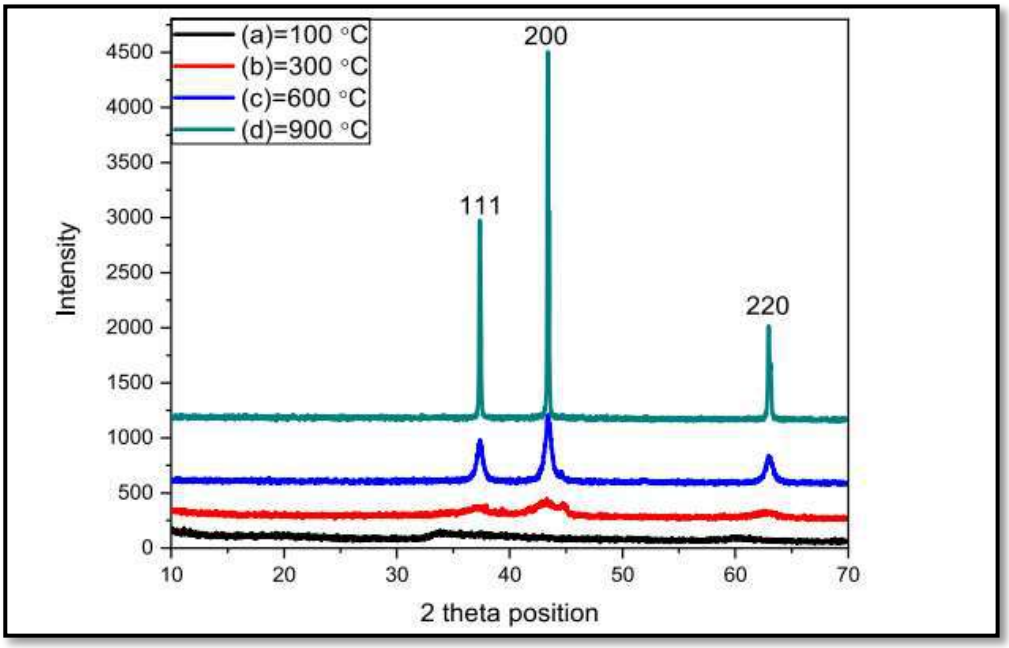
الشكل **IV**. 47 : طيف EDX من مسحوق NiO NPs

IV.7.2. 2- تحليل XRD :

تم عرض حيود XRD الخاص بـ NiO NPs المُصنَّع في (الشكل 48) حيث يمتلك القمم المميزة للحيود.

طيف XRD لـ NiO NPs المحضر المجفف عند 100 درجة مئوية صاخب ويفتقر إلى ذروة الانعراج ، مما يعني أن NiO NPs غير متبلور.

يعرض الشكل 48 (ب) قمم الحيود عند نقطتين على طول مؤشرات Miller المقابلة البالغة 37.27 (111) ، والتي تتوافق مع رقم البطاقة المرجعية 01-073-1519 ، مما يؤكد الشكل الهندسي المكعب لـ NiO NPs حيث يبلغ حجم البلورة المحسوب 9.8 نانومتر مع وجود عيوب بنسبة 1.22٪ في البلورة.



الشكل **IV** .48: حيود XRD لـ NiO NPs المكلس عند درجة حرارة 100ºC و 300ºC و 600ºC و 900ºC

يمتلك نمط XRD لـ NiO NPs المكلس عند 600 درجة مئوية الوارد في الشكل 48 (ج) ثلاث قمم حيود عند 37.48 و 43.49 و 62.94 مع قيم hkl المقابلة (111) و (200) و (220) على التوالي .

تطابقت القمم ، بالإضافة إلى قيم hkl ، مع تلك المسجلة في بطاقة JCPDS 01-073-1519 ، مما يشير إلى أنه تم تصنيع NiO NPs ذات الهندسة المكعبة.

الحجم البلوري المحسوب باستخدام معادلة Debye-Scherrer هو 22.37 نانومتر مع 0.401٪ عيوب.

في طيف XRD لـ NiO NPs المكلس عند 900 درجة مئوية ، تظهر قمم الحيود عند موضع 2θ المتعلقة بقيم hkl البالغة 37.39 (111) و 43.45 (200) و 62.94 ، كما هو موضح في الشكل 48 (د) (220) حيث تشبه هذه القمم جميعها تلك الموضحة في البطاقة المرجعية 01-073-1519 ، مما يشير إلى أن NiO NPs لها هندسة مكعب.

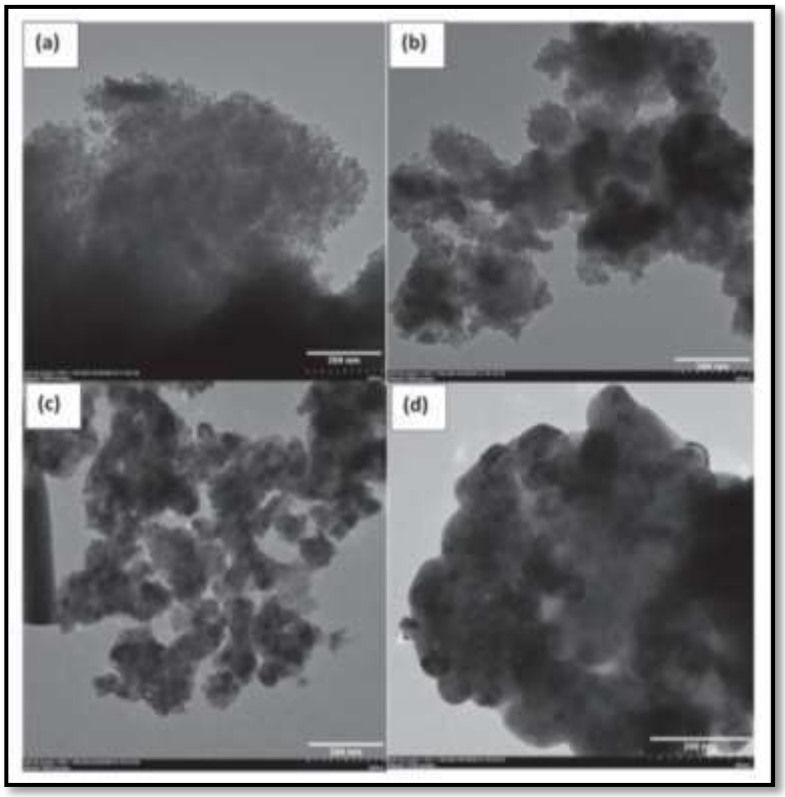
تم حساب حجم البلورة 100 نانومتر مع شعرية كريستالية 0.091٪. مع درجة حرارة التكليس فنلاحظ زيادة اتساع نطاقات الحيود ومنه زيادة درجة التبلور.

السعة المتزايدة والتوسع المنكمش لنطاقات الحيود بسبب الارتفاع في حجم البلورات مع درجة حرارة

التكلس في حين أن الانخفاض التدريجي في الشبكة البلورية مع زيادة درجة حرارة التكليس يشير إلى أن البلورة التي تم الحصول عليها عند درجة حرارة عالية أكثر استقرارًا.

IV.7.2. 3- تحليل TEM

تم استخدام TEM للتحقيق في تأثير درجة حرارة التكلس على التشكل السطحي لـ NiO NPs حيث تظهر الصور المجهرية لجميع NiO NPs المكلسة في الأشكال 49 (أ) – (د).



الشكل **IV**. 49: TEM Micrographs من NiO NPs المركب المكلس في درجات حرارة مختلفة :

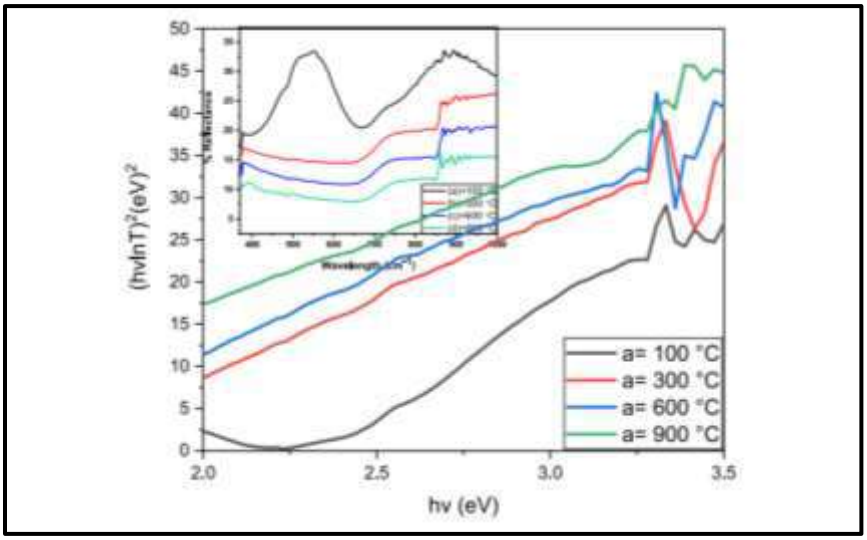
أ=100ºC و ب= 300ºC و ج=600ºC و د= 900ºC

الجسيمات المصنعة لها حدود بسيطة في صورة مجهرية TEM (كما هو موضح في الشكل 49 (أ)) ، ولكن هذه الحدود تختفي بعد أن يتم تكليس NiO NPs عند 300 درجة مئوية ، كما هو موضح في الشكل 49 (ب) ويرجع ذلك إلى تكسير المعالجة الحرارية وتحويل كل من المحتوى البلوري وغير المتبلور في NiO NPs إلى مجموعات ، والتي تنقسم بعد ذلك إلى جزيئات ذات حجم أكبر نسبيًا حيث ترتفع درجة حرارة التكليس إلى 600 درجة مئوية ، كما هو موضح في الشكل 49 (ج).

الجزيئات التي تتشكل عند 600 درجة مئوية مترابطة ، وتختفي الفروق الملحوظة بين الجسيمات مع زيادة درجة حرارة التكليس إلى 900 درجة مئوية (كما هو موضح في الشكل 49 (د)) ، وتختفي الحدود

المرئية بين الجسيمات مما يؤدي إلى التكوين من الجسيمات الأكبر التي يصعب تمييزها عن بعضها البعض.

أحجام الجسيمات المقدرة من الصور المجهرية TEM باستخدام برنامج Image J لـ NiO NPs المكلس عند 100 و 300 و 600 و 900 درجة مئوية هي 12.78 و 21.37 و 34.89 و 51.42 نانومتر على التوالي



الشكل**IV**. 50: Tauc plot (داخلي : أطياف DRS) من NiO NPs المكلس عند 100ºC و 300ºC و 600ºC و 900ºC

IV.7.2. 4- تحليل DRS

يتم حساب الطول الموجي لحافة النفاذية في أطياف DRS (الأشكال 50 (أ) – (د)) لـ NiO NPs المكلس في درجات حرارة مختلفة باستخدام عملية سابقة **[46]**.

تظهر حواف النفاذية انخفاضًا كبيرًا في النفاذية بسبب ضوء الامتزاز ، الذي يسبب إثارة الإلكترونات من نطاق التكافؤ إلى نطاق التوصيل تم حساب طاقات فجوة النطاق للتناظرية NiO NPs باستخدام مخطط Tauc و قد لوحظ أنها تنخفض مع زيادة درجة الحرارة المكلسة.

تتميز NiO NPs بأعلى فجوة في النطاق تبلغ 3.12eV في حين أن NiO NPs المكلسة عند 900 درجة مئوية لديها أدنى فجوة حظر تبلغ 2.86eV مقارنةً بـ NiO NPs المُصنَّعة و المكلس في درجات حرارة منخفضة.

و يرجع الانخفاض في طاقة فجوة النطاق إلى زيادة طاقة الإلكترون ، وحجم البلورات ، وهيكل الطور ،

وخشونة السطح ، بالإضافة إلى زيادة حجم البلورات ، وهيكل الطور ، وخشونة السطح **[47]**.

طاقة فجوة النطاق هي خاصية تعتمد على الحجم ، لذلك كلما زادت درجة الحرارة المكلسة ، يزداد الحجم أيضًا ، مما يؤدي إلى انخفاض فجوة النطاق المرئية.

IV.7.2. 5- تحليل FTIR

أطياف FTIR (الأشكال 51 (أ) – (د)) من NiO NPs ، نطاق امتصاص عريض في منطقة 3541– $3282cm^{-1}$ يُعزى إلى مجموعة هيدروكسيل الاهتزاز الممتد **[48]**.

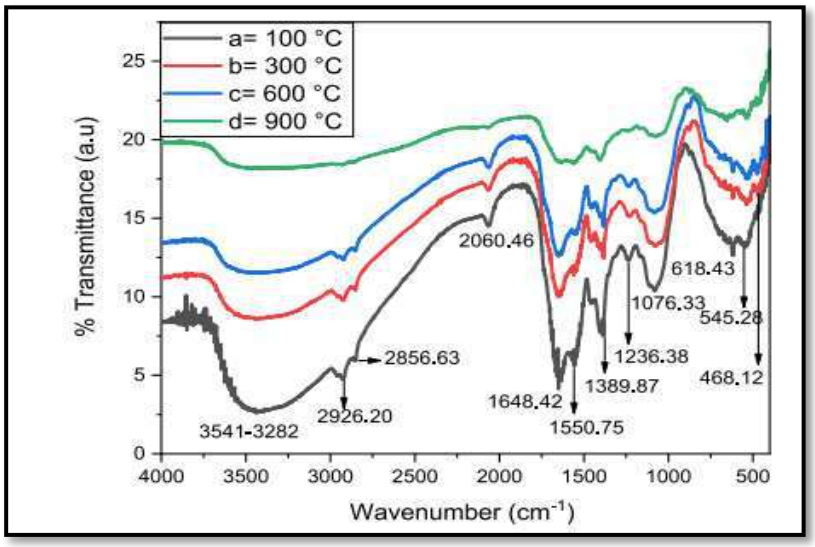
يرجع النطاق عند $1648.42\ cm^{-1}$ إلى اهتزاز الانحناء من اهتزاز O – H **[49]** مع رفع درجة حرارة التكلس للعينة ، فتقل سعة النطاقات المذكورة أعلاه ، مما يعني أن محتوى الماء يتبخر عند درجات حرارة عالية.

يتم تخصيص القمم عند 2926.20 و 2856.63 سم مع ذروة الامتصاص الأخرى في النطاق من 2060 إلى 1236 سم في أطياف FTIR من NiO NPs إلى C–H (أليفاتية) و C–H (عطري) ، C = O، C–N، C = N، C = C وشقوق NO3 ، والتي يبدو أنها تتحلل عند درجة حرارة عالية **[50]**.

قد يكون وجود شقوق C–H الأليفاتية و C–H العطرية بسبب استخدام المصدر العضوي (مستخلص الفجل) كعامل اختزال وتغطية و مع زيادة درجة حرارة التكليس ، انخفض اتساع هذه القمم ، مما يعني أن هذه الشقوق تتحلل عند درجات حرارة أعلى.

يسبب الاهتزاز الشديد لهيدروكسيد المعدن الطرفي (Ni–OH) في الهيكل الشبكي في حدوث الفرقة عند $1076.33\ cm^{-1}$ وعند الذروة $618.43\ cm^{-1}$ بسبب تمدد اهتزاز Ni–O بينما العصابات عند 545.28 و 468.12 سم –1 هي الانحناء والاهتزاز المهتز لـ Ni–O **[51] [52]** .

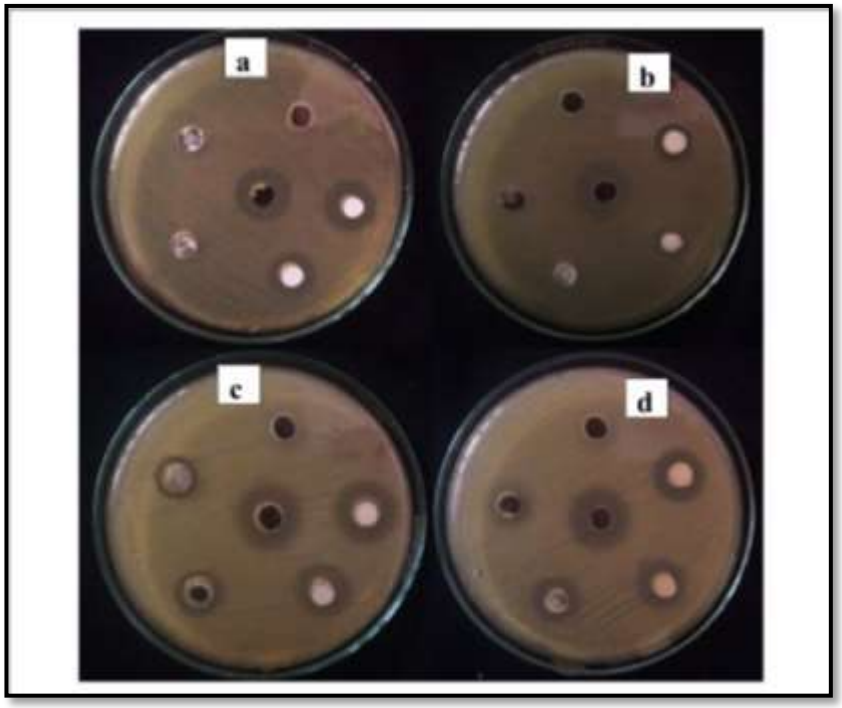
ترجع شدة العصابات الموجودة في أطياف FTIR مع زيادة درجة حرارة التكليس بسبب إعادة هيكلة وإعادة ترتيب الشبكة البلورية



الشكل **IV** .51: أطياف FTIR من NiO NPs المكلس عند 100ºC و 300ºC و 600ºC و 900ºC

8.2.IV- نشاط مضاد للجراثيم

يوضح (الشكل 52)صورًا تجريبية للنشاط المضاد للبكتيريا لـ NiO NPs المكلس في درجات حرارة مختلفة ضد الأنواع البكتيرية المختارة.



الشكل **IV** .52: تمثيل تصويري للنشاط المضاد للميكروبات ل NiO NPs ضد البكتيريا المختارة a=B b= S.aureus , و c=E.coli و d=P.aeruginosa

تم قياس النشاط المضاد للبكتيريا لـ NiO NPs ضد السلالات البكتيرية بالمليمتر حول كل بئر ، بينما لم يتم ملاحظة منطقة تثبيط لعينة التحكم ، كما هو موضح في الجدول 07.

الجدول **IV**.07 : جدول يمثل النشاط المضاد للبكتيريا (قياس بالمليمتر) من NiO NPs ضد الانواع البكتيرية

	NiO NPs calcined at different temperature			
Microorganisms	100 °C	300 °C	600 °C	900 °C
B. subtilis	2.176	1.128	00	00
S. aureus	2.189	1.411	0.425	00
E. coli	4.175	1.432	1.17	00
P. aeruginosa	2.576	1.705	0.542	00
Positive control	8.10	8.00	9.86	10.36
Solvent	00	00	00	00

كانت الفعالية المضادة للبكتيريا لـ NiO NPs المكلسة عند 100 درجة مئوية أعلى ضد جميع البكتيريا المدروسة ، لكنها انخفضت مع زيادة درجة حرارة التكليس و قد يكون الانخفاض في نشاط NiO NP مع زيادة درجة حرارة التكليس راجع لزيادة حجم الجسيمات كما تقل مساحة سطح الجسيمات النانوية مع زيادة حجم الجسيمات مما يؤدي إلى انخفاض كبير في مواقع السطح التفاعلية فيقلل من قدرة NiO NPs على تثبيط نمو البكتيريا **[53]** .

يمكن تفسير آلية العمل المضاد للبكتيريا لأكسيد المعادن NPs بعدة طرق في المعلقات المائية لـ NiO NPs ، والأنواع التفاعلية مثل النيكل ، وأنيونات جذرية الأكسيد الفائق ، وشكل هيدروكسيل حيث تتداخل أيونات Ni^{+2} المنبعثة من أكاسيد النيكل ، مع مجموعة الثيول من الإنزيمات البكتيرية الأساسية ، مما يتسبب في تعطيل النشاط وموت الخلايا ، أو تتفاعل الجذور الموجودة في NiO NPs المائية مع سطح الخلية البكتيرية سالبة الشحنة ، مما يؤدي إلى تعطيل عمليات الحياة الحيوية مثل التنفس وتكاثر الخلايا ، تعطيل وموت الخلية، لوحظ أن نشاط NiO NPs ضد GNB أعلى من ذلك ضد GPB ، والذي قد يعزى إلى الاختلافات في بنية جدار الخلية بين مسببات الأمراض يحتوي GPB على جدار خلوي كثيف وصلب يتكون من طبقات متعددة من الببتيدوغليكان وحمض التيشويك وحمض الليبوتيكويك و حمض Teichoic وحمض lipoteichoic عبارة عن عوامل مخلبية تعمل على استخلاص Ni^{+2} من NiO وتنقله داخل الخلية.

يتكون جدار خلية GNP من غشاء خارجي وعدة طبقات ببتيدوغليكان و المكونات الرئيسية للغشاء الخارجي هي البروتين الدهني ، وعديد السكاريد الدهني ، والفوسفوليبيدات ، في حين أن الببتيدوغليكان سليم مع البروتينات الدهنية في السوائل ، بما في ذلك periplasm يسمح بنقل NiO **[54]** .

يعطي وجود أيونات الفوسفات GPB شحنة موجبة جزئية ، بينما يعطي الفسفوليبيد وعديد السكاريد الدهني GNB شحنة سالبة ثقيلة على السطح نتيجة لذلك يتداخل الغشاء البكتيري بسهولة عن طريق التفاعل الكهروستاتيكي بين أيونات Ni^{+2} في المحلول ، مما يزعج البيئة البيوكيميائية و نظرًا لأن جدار خلية GNB أرق من جدار خلية GPB ، فإن Ni^{+2} يحتوي على قدرة أكبر على الاختراق داخل GNB من GPB علاوة على ذلك ، يتفاعل الأكسجين المنطلق على أسطح NiO NPs مع الماء / الرطوبة لتكوين بيروكسيد الهيدروجين ، الذي يخترق مسببات الأمراض ويدمرها **[55] [56]**.

IV.9.2- النشاط المضاد للأكسدة

بتركيزات مختلفة من NiO NPs المكلس في درجات حرارة مختلفة ، يوضح (الجدول 08)فعالية مضادات الأكسدة المعتمدة على الجرعة لجميع NiO NPs المحسوبة مقابل ABTS•+ الكاتيونات الجذرية ، وكذلك النسبة المئوية لعملية الكسح الجذري.

الجدول **IV** .08: قيم $IC_{50}(gml^{-1})$ و سلوك الكسح الجدري المئوية لـNiO NPs في درجات حرارة مختلفة

Calcination Temperature (°C)	Concentration (µl)	Percentage scavenging activity (%)	IC_{50}
100	100	33	258
	200	48	
	300	56	
	400	60	
300	100	32	375
	200	39	
	300	41	
	400	54	
600	100	21	422
	200	24	
	300	40	
	400	48	
900	100	25	553
	200	30	
	300	35	
	400	43	

تظهر النتائج أنه مع نمو تركيز العينة ، تزداد كمية NiO NPs المكلسة التي تنظف ، والتي قد تكون بسبب زيادة كمية NiO NPs في المحلول الذي يعمل على استقرار الأنواع التفاعلية ABTS **[57]** .

قيم IC هي تركيزات NiO NPs اللازمة لكسح 50٪ من + • ABTS الراديكالية الكاتيونات تحت ظروف الفحص.

يوضح الجدول 08 قيم $IC_{50}(gmL^{-1})$ المقاسة لجميع NiO NP المكلس. مع IC_{50} من $258\ gmL^{-1}$ ، كان NiO المكلس عند 100 درجة مئوية أعلى إمكانات مضادات الأكسدة لجميع العينات.

فإذا ارتفعت درجة حرارة التكليس من 100 إلى 900 درجة مئوية ، فإن وظيفة مضادات الأكسدة تنخفض.

في ظل ظروف الفحص ، فإن قيم IC هي تركيزات NiO NPs المستخدمة في تنظيف 50٪ من ABTS•+ الكاتيونات الجذرية.

تم وصف قيم $_{50}(gmL^{-1})$ لجميع العينات المركبة في الجدول 08.

بالمقارنة مع عينات NiO الأخرى المكلسة في درجات حرارة أعلى ، فإن NiO NPs المكلس عند 100 درجة مئوية لديها أفضل إمكانات مضادات الأكسدة مع IC_{50} من $258gmL^{-1}$ وذلك لأن NiO NPs المكلس عند 100 درجة مئوية لها سطح نشط أكبر ، والذي يقوم بكسح الكاتيونات ABTS•+ الراديكالية.

حيث يزداد حجم الجسيمات مع ارتفاع درجة حرارة التكليس ، وفقًا لتحليل XRD و SEM.

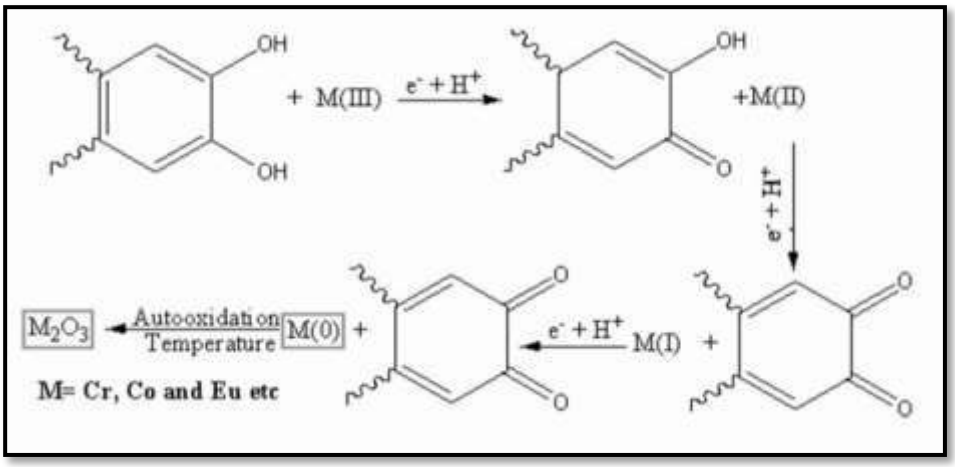
يشير هذا إلى أنه مع ارتفاع درجة حرارة التكليس ، ينخفض عدد NiO NPs في محلول ethanediol.

مع زيادة درجة حرارة التكليس و يرجع انخفض النشاط بسبب انخفاض حجم NiO NPs في المحلول ، فهو المسؤول عن استقرار ABTS•+ الجذور **[58]** .

بالنظر إلى الفاعلية المضادة للبكتيريا لـ NiO NPs المُصنَّعة حيوياً ، كان النشاط أعلى بكثير مما تم تسجيله سابقًا فيمكن أن يعزى هذا النشاط المتزايد إلى بعض المحتويات العضوية المنظمة الموجودة في مستخلص الفجل ، في حين أن انخفاض نشاط NiO NPs يمكن أن يكون بسبب تدهور محتويات العضوية

بعد المعالجة الحرارية في درجة حرارة عالية ، من بين عوامل أخرى.

تم توضيح آلية المعدن المقترح (II) أي البنية النانوية القائمة على Ni^{+2} و Zn^{+2} مثل NiO و ZnO الشكل 35 ، في حين يتم إعطاء الآلية المحتملة للمادة النانوية حيث يكون للكاتيون المعدني أكسدة +3 مثل Cr_2O_3 و Eu_2O_3 في (الشكل53) و من المتوقع أن يثبت المستخلص الطبيعي الفجل أنه عامل اختزال وأكسدة فعال يعتمد على نتائج هذا التقرير.



الشكل **IV .53:** الية مقترحة لتركيب المواد النانوية مثل Cr_2O_3 و Eu_2O_3 و Co_2O_3

تشير نتائج هذه الدراسة إلى أن المواد ذات الحجم النانوي المُصنَّع باستخدام مستخلص الفجل لطبيعي سيكون لها نشاط أعلى من تلك المذكورة سابقًا **[59...61]**

الخلاصة

تم تصنيع NiO NPs بنجاح بطريقة خضراء باستخدام مستخلص الفجل كعامل تغطية واختزال وتم تكليسها عند 100 درجة مئوية ، 300 درجة مئوية ، 600 درجة مئوية ، 900 درجة مئوية حيث يؤكد تحليل XRD تخليق NiO NPs عالي البلورية وزيادة التبلور مع زيادة درجة حرارة التكلس المصحوبة بحجم البلورات ، ويعزى انخفاض فجوة النطاق إلى زيادة حجم الجسيمات وخشونة السطح.

تمت دراسة المجموعات الوظيفية السطحية وتقترح تشكيل NiO NPs نقية و تم العثور على كل من النشاط المضاد للبكتيريا ومضادات الأكسدة أعلى في NiO NPs المكلس عند 100°Cمقارنة بتلك المكلسة عند درجة حرارة أعلى و تتناقص هذه الخصائص تدريجياً مع زيادة التكليس ، بسبب زيادة حجم الجسيمات.

خلاصة الجزء العملي :

على الرغم من أن تحضير الجسيمات النانوية المعدنية باستخدام المستخلصات النباتية تعاني من عدة قيود الا ان لها اهمية ومزايا متعلقة بالطرق التقليدية و قد تستخدم على نطاق صغير ومن ميزاتها ان طريقة التحضير تكون باقل تكلفة حيث يحكم عامل لاختزال في التقليل من تكلفة هذه الجسيمات النانوية المحضرة بالتحضير الكيميائي في حين أن تكلفة الجسيمات النانوية الخضراء تعتمد على تكلفة الملح المعدني فقط في التحضير الاخضر للمبادئ النانوية .

المراجع

1- Sabouri, Z., Akbari, A., Hosseini, H. A., Khatami, M., & Darroudi, M. (2021). Green-based bio-synthesis of nickel oxide nanoparticles in Arabic gum and examination of their cytotoxicity, photocatalytic and antibacterial effects. *Green Chemistry Letters and Reviews*, *14*(2),404-414.

2- Haq, S., Dildar, S., Ali, M. B., Mezni, A., Hedfi, A., Shahzad, M. I., ... & Shah, A. (2021). Antimicrobial and antioxidant properties of biosynthesized of NiO nanoparticles using Raphanus sativus (R. sativus) extract. *Materials Research Express*, *8*(5), 055006 – (16)

3- Nasseri, M. A., Ahrari, F., & Zakerinasab, B. (2016). A green biosynthesis of NiO nanoparticles using aqueous extract of Tamarix serotina and their characterization and application. *Applied Organometallic Chemistry*, *30*(12), 978-984

4- Rios, J. L., & Recio, M. C. (2005). Medicinal plants and antimicrobial activity. *Journal of ethnopharmacology*, *100*(1-2), 80-84

5- Narayanan, K. B., & Sakthivel, N. (2011). Green synthesis of biogenic metal nanoparticles by terrestrial and aquatic phototrophic and heterotrophic eukaryotes and biocompatible agents. *Advances in colloid and interface science*, *169*(2),59-79

6- Turgut, G. Ü. V. E. N., Sonmez, E., & Duman, S. (2015). Determination of certain sol-gel growth parameters of nickel oxide films. *Ceramics International*, *41*(2), 2976-2989

7- Fakhari, S., Jamzad, M., & Kabiri Fard, H. (2019). Green synthesis of zinc oxide nanoparticles: a comparison. *Green chemistry letters and reviews*, *12*(1), 19-24

8- Du, Y., Wang, W., Li, X., Zhao, J., Ma, J., Liu, Y., & Lu, G. (2012). Preparation of NiO nanoparticles in microemulsion and its gas sensing performance. *Materials Letters*, *68*, 168-170

9- Ma, J., Lian, J., Duan, X., Liu, X., & Zheng, W. (2010). α-Fe2O3: hydrothermal synthesis, magnetic and electrochemical properties. *The Journal of Physical Chemistry C*, *114*(24), 10671-10676

10- Rahman, M. A., Radhakrishnan, R., & Gopalakrishnan, R. (2018). Structural,

optical, magnetic and antibacterial properties of Nd doped NiO nanoparticles prepared by co-precipitation method. *Journal of Alloys and Compounds*, *742*, 421-429

11- Lai, T.-L.; Shu, Y.-Y.; Huang, G.-L.; Lee, C.-C.; Wang, C.-B. Microwave-Assisted and Liquid Oxidation Combination Techniques for the Preparation of Nickel Oxide Nanoparticles. J. Alloys Compd. 2008, 450 (1-2), 318-322

12- Rahman, M. M., Khan, S. B., Jamal, A., Faisal, M., & Asiri, A. M. (2012). Fabrication of highly sensitive acetone sensor based on sonochemically prepared as-grown Ag2O nanostructures. *Chemical engineering journal*, *192*, 122-128

13- Darroudi, M., Sabouri, Z., Oskuee, R. K., Zak, A. K., Kargar, H., & Abd Hamid, M. H. N. (2013). Sol–gel synthesis, characterization, and neurotoxicity effect of zinc oxide nanoparticles using gum tragacanth. *Ceramics International*, *39*(8), 9195-9199

14- Jeevanandam, J., Barhoum, A., Chan, Y. S., Dufresne, A., & Danquah, M. K. (2018). Review on nanoparticles and nanostructured materials: history, sources, toxicity and regulations. *Beilstein journal of nanotechnology*, *9*(1), 1050-1074

15- Khan, S. A., Shahid, S., Shahid, B., Fatima, U., & Abbasi, S. A. (2020). Green synthesis of MnO nanoparticles using abutilon indicum leaf extract for biological, photocatalytic, and adsorption activities. *Biomolecules*, *10*(5), 785

16- Khan, S. A., Shahid, S., & Lee, C. S. (2020). Green synthesis of gold and silver nanoparticles using leaf extract of clerodendrum inerme; characterization, antimicrobial, and antioxidant activities. *Biomolecules*, *10*(6), 835

17- Ijaz, F., Shahid, S., Khan, S. A., Ahmad, W., & Zaman, S. (2017). Green synthesis of copper oxide nanoparticles using Abutilon indicum leaf extract: Antimicrobial, antioxidant and photocatalytic dye degradation activitie. *Tropical Journal of Pharmaceutical Research*, *16*(4), 743-753

18- Meerloo, J. V., Kaspers, G. J., & Cloos, J. (2011). Cell sensitivity assays: the MTT assay. In *Cancer cell culture* (pp. 237-245). Humana Press

19- Ahamed, M., Ali, D., Alhadlaq, H. A., & Akhtar, M. J. (2013). Nickel oxide nanoparticles exert cytotoxicity via oxidative stress and induce apoptotic response in human liver cells (HepG2). *Chemosphere*, *93*(10), 2514-2522

20- Kora, A. J., & Sashidhar, R. B. (2018). Biogenic silver nanoparticles synthesized

with rhamnogalacturonan gum: Antibacterial activity, cytotoxicity and its mode of action. *Arabian Journal of Chemistry*, *11*(3), 313-323

21- Rong, X., Qiu, F., Zhang, C., Fu, L., Wang, Y., & Yang, D. (2015). Adsorption–photodegradation synergetic removal of methylene blue from aqueous solution by NiO/graphene oxide nanocomposite. *Powder Technology*, *275*, 322-328

22- Soofivand, F., & Salavati-Niasari, M. (2017). Step synthesis and photocatalytic activity of NiO/graphene nanocomposite under UV and visible light as an effective photocatalyst. *Journal of Photochemistry and Photobiology A: Chemistry*, *337*, 44-53

23- Ziegler-Borowska, M., Chełminiak, D., & Kaczmarek, H. (2015). Thermal stability of magnetic nanoparticles coated by blends of modified chitosan and poly (quaternary ammonium) salt. *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry*, *119*(1), 499-506

24- Mallick, G., Labh, J., Giri, L., Pandey, A. C., & Karna, S. P. (2017). Facile synthesis and electron transport properties of NiO nanostructures investigated by scanning tunneling microscopy. *AIP Advances*, *7*(8), 085007

25- Dumala, N., Mangalampalli, B., Chinde, S., Kumari, S. I., Mahoob, M., Rahman, M. F., & Grover, P. (2017). Genotoxicity study of nickel oxide nanoparticles in female Wistar rats after acute oral exposure. *Mutagenesis*, *32*(4), 417-427

26- Jahromi, S. P., Huang, N. M., Muhamad, M. R., & Lim, H. N. (2013). Green gelatine-assisted sol–gel synthesis of ultrasmall nickel oxide nanoparticles. *Ceramics International*, *39*(4), 3909-3914

27- Soleimani, E., & Mohammadi, M. (2018). Synthesis, characterization and properties of polystyrene/NiO nanocomposites. *Journal of Materials Science: Materials in Electronics*, *29*(11), 9494-9508

28- Ka rgar, H., Ghasemi, F., & Darroudi, M. (2015). Bioorganic polymer-based synthesis of cerium oxide nanoparticles and their cell viability assays. *Ceramics International*, *41*(1), 1589-1594

29- S aleem, S., Ahmed, B., Khan, M. S., Al-Shaeri, M., & Musarrat, J. (2017). Inhibition of growth and biofilm formation of clinical bacterial isolates by NiO nanoparticles synthesized from Eucalyptus globulus plants. *Microbial*

Pathogenesis, *111*, 375-387

30- Hussain, M. M., Rahman, M. M., & Asiri, A. M. (2017). Ultrasensitive and selective 4-aminophenol chemical sensor development based on nickel oxide nanoparticles decorated carbon nanotube nanocomposites for green environment. *Journal of Environmental Sciences*, *53*, 27-38

31- Sabouri, Z., Akbari, A., Hosseini, H. A., & Darroudi, M. (2018). Facile green synthesis of NiO nanoparticles and investigation of dye degradation and cytotoxicity effects. *Journal of Molecular Structure*, *1173*, 931-936

32- Parsaee, Z. (2018). Synthesis of novel amperometric urea-sensor using hybrid synthesized NiO-NPs/GO modified GCE in aqueous solution of cetrimonium bromide. *Ultrasonics Sonochemistry*, *44*, 120-128

33- Rahdar, A., Aliahmad, M., & Azizi, Y. (2015). NiO nanoparticles: synthesis and characterization

34- Jabbar, A. H. (2015). Study Magnetic Properties And Synthesis With Characterization Of Nickel Oxide (NiO) Nanoparticles. *Volume*, *6*, 94-98

35- Ramesh, M., Rao, M. P. C., Anandan, S., & Nagaraja, H. (2018). Adsorption and photocatalytic properties of NiO nanoparticles synthesized via a thermal decomposition process. *Journal of Materials Research*, *33*(5), 601-610

36- S enobari, S., & Nezamzadeh-Ejhieh, A. (2018). A pn junction NiO-CdS nanoparticles with enhanced photocatalytic activity: a response surface methodology study. *Journal of Molecular Liquids*, *257*, 173-183

37- Alavi, M., & Karimi, N. (2018). Characterization, antibacterial, total antioxidant, scavenging, reducing power and ion chelating activities of green synthesized silver, copper and titanium dioxide nanoparticles using Artemisia haussknechtii leaf extract. *Artificial cells, nanomedicine, and biotechnology*, *46*(8), 2066-2081 (4)

38- Haq, S., Yasin, K. A., Rehman, W., Waseem, M., Ahmed, M. N., Shahzad, M. I., ... & Khan, B. (2021). Green synthesis of silver oxide nanostructures and investigation of their synergistic effect with moxifloxacin against selected microorganisms. *Journal of Inorganic and Organometallic Polymers and Materials*, *31*(3), 1134-1142 (5)

39- Johnson, P., Krishnan, V., Loganathan, C., Govindhan, K., Raji, V., Sakayanathan, P., ... & Palvannan, T. (2018). Rapid biosynthesis of Bauhinia variegata flower extract-mediated silver nanoparticles: an effective antioxidant scavenger and α-amylase inhibitor. *Artificial Cells, Nanomedicine, and Biotechnology*, *46*(7), 1488-1494 (6)

40- Rehana, D., Mahendiran, D., Kumar, R. S., & Rahiman, A. K. (2017). Evaluation of antioxidant and anticancer activity of copper oxide nanoparticles synthesized using medicinally important plant extracts. *Biomedicine & Pharmacotherapy*, *89*, 1067-1077

41- Jain, S., & Mehata, M. S. (2017). Medicinal plant leaf extract and pure flavonoid mediated green synthesis of silver nanoparticles and their enhanced antibacterial property. *Scientific reports*,7(1),1-13

42- Zaidi, A., Bukhari, S. M., Khan, F. A., Noor, T., & Iqbal, N. (2015). Ethnobotanical, phytochemical and pharmacological aspects of Daphne mucronata (Thymeleaceae). *Tropical Journal of Pharmaceutical Research*, *14*(8), 1517-1523

Singh, J., Dutta, T., Kim, K. H., Rawat, M., Samddar, P., & Kumar, P. (2018). 'Green'synthesis of metals and their oxide nanoparticles: applications for environmental remediation. *Journal of nanobiotechnology*, *16*(1), 1-24

43- Imran Din, M., & Rani, A. (2016). Recent advances in the synthesis and stabilization of nickel and nickel oxide nanoparticles: a green adeptness. *International journal of analytical chemistry*, *2016*

44- Anand, G. T., Nithiyavathi, R., Ramesh, R., Sundaram, S. J., & Kaviyarasu, K. (2020). Structural and optical properties of nickel oxide nanoparticles: Investigation of antimicrobial applications. *Surfaces and Interfaces*, *18*, 100460

45- Haq, S., Rehman, W., Waseem, M., Meynen, V., Awan, S. U., Khan, A. R., ... & Iqbal, N. (2021). Effect of annealing temperature on structural phase transformations and band gap reduction for photocatalytic activity of mesopores TiO2 nanocatalysts. *Journal of Inorganic and Organometallic Polymers and Materials*, *31*(3), 1312-1322(13)

46- Haq, S., Rehman, W., Waseem, M., Javed, R., & Shahid, M. (2018). Effect of heating on the structural and optical properties of TiO2 nanoparticles: antibacterial activity. *Applied Nanoscience*, *8*(1), 11-18(14)

47- Haq, S., Rehman, W., Waseem, M., Javed, R., & Shahid, M. (2018). Effect of heating on the structural and optical properties of TiO2 nanoparticles: antibacterial activity. *Applied Nanoscience*, *8*(1), 11-18

48- Lingaraju, K., Naika, H. R., Nagabhushana, H., Jayanna, K., Devaraja, S., & Nagaraju, G. (2020). Biosynthesis of nickel oxide nanoparticles from Euphorbia heterophylla (L.) and their biological application. *Arabian Journal of Chemistry*, *13*(3), 4712-4719

49- Abdallah, A. M., Basma, H., & Awad, R. (2019). Preparation, characterization, and application of nickel oxide nanoparticles in glucose and lactose biosensors. *Mod. Appl. Sci.*, *13*, 99

50- Ezhilarasi, A. A., Vijaya, J. J., Kaviyarasu, K., Zhang, X., & Kennedy, L. J. (2020). Green synthesis of nickel oxide nanoparticles using Solanum trilobatum extract for cytotoxicity, antibacterial and photocatalytic studies. *Surfaces and Interfaces,20,100553*

51- Haq, S., Rehman, W., Waseem, M., Shah, A., Khan, A. R., Rehman, M. U., ... & Ali, G. (2020). Green synthesis and characterization of tin dioxide nanoparticles for photocatalytic and antimicrobial studies. *Materials Research Express*, *7*(2), 025012

52- Haq, S., Ahmad, P., Khandaker, M. U., Faruque, M. R. I., Rehman, W., Waseem, M., & Din, S. U. (2021). Antibacterial, antioxidant and physicochemical investigations of tin dioxide nanoparticles synthesized via microemulsion method. *Materials Research Express*, *8*(3), 035013013

53- Zarei, Z., Razmjoue, D., & Karimi, J. (2020). Green synthesis of silver nanoparticles from Caralluma tuberculata extract and its antibacterial activity. *Journal of Inorganic and Organometallic Polymers and Materials*, *30*(11), 4606-4614

54- Shah, A., Haq, S., Rehman, W., Waseem, M., Shoukat, S., & Rehman, M. U. (2019). Photocatalytic and antibacterial activities of paeonia emodi mediated silver oxide nanoparticles. *Materials Research Express*, *6*(4), 045045

55- Rehana, D., Mahendiran, D., Kumar, R. S., & Rahiman, A. K. (2017). Evaluation of antioxidant and anticancer activity of copper oxide nanoparticles synthesized using medicinally important plant extracts. *Biomedicine & Pharmacotherapy*, *89*, 1067-1077

56- Khoshnamvand, M., Ashtiani, S., Huo, C., Saeb, S. P., & Liu, J. (2019). Use of Alcea rosea leaf extract for biomimetic synthesis of gold nanoparticles with innate free radical scavenging and catalytic activities. *Journal of Molecular Structure*, *1179*, 749-755

57- Thomas, B., Vithiya, B., Prasad, T., Mohamed, S. B., Magdalane, C. M., Kaviyarasu, K., & Maaza, M. (2019). Antioxidant and photocatalytic activity of aqueous leaf extract mediated green synthesis of silver nanoparticles using Passiflora

edulis f. flavicarpa. *Journal of nanoscience and nanotechnology*, *19*(5), 2640-2684

58- Ekambaram, S., & Maaza, M. (2005). Combustion synthesis and luminescent properties of Eu3+-activated cheap red phosphors. *Journal of alloys and compounds*, *395*(1-2), 132-134

59- Kaviyarasu, K., Mola, G. T., Oseni, S. O., Kanimozhi, K., Magdalane, C. M., Kennedy, J., & Maaza, M. (2019). ZnO doped single wall carbon nanotube as an active medium for gas sensor and solar absorber. *Journal of Materials Science: Materials in Electronics*, *30*(1), 147-158

60- Thema, F. T., Manikandan, E., Gurib-Fakim, A., & Maaza, M. (2016). Single phase Bunsenite NiO nanoparticles green synthesis by Agathosma betulina natural extract. *Journal of alloys and compounds*, *657*, 655-661

الخلاصة العامة

الخلاصة :

إن التوليف الأكثر اخضرارًا للجسيمات النانوية قد امتد إلى طرق عديدة في مجال تطوير تكنولوجيا النانو لإنشاء مواد جديدة صديقة للبيئة وفعالة من حيث التكلفة مع أهمية كبيرة للتطبيقات الأوسع في مجالات الإلكترونيات والطب والزراعة وما إلى ذلك ومن خلال هذه المذكرة تحفز تقنية النانو التقدم في جميع مجالات الحياة ، ومن ثم فإن هذا المسار لتخليق الجسيمات النانوية سيظهر كبديل أكثر أمانًا وأفضل الطرق التقليدية وبالتالي فإن هذه المذكرة تتصور أهمية إنتاج الجسيمات النانوية بواسطة النباتات و هناك الكثير من الأنواع النباتية التي في طريقها للاستغلال والإبلاغ عنها في الحقبة المستقبلية نحو طريقة سريعة وأكثر أمانًا للبروتوكول بمبدأ الكيمياء الخضراء حيث تعتبر تقنية النانو من احداث التقنيات العلمية التي يجب الاحاطة بها ومتابعة تطورها و الهذف منها تحديد ملامحها المستقبلية و الوقوف على تطبيقاتها فما تقدمه تقنية هو القدرة على صنع كل ما يتخيله الانسان بكلفة أقل و جودة أعلى و ذلك من خلال 4 فصول يهدف الفصل الاول الى اعطاء فكرة عامة عن تقنية النانو مفهومها و تاريخها ، خائصها و طرق تحضيرها و تشخيصها أما الفصل الثاني فيقدم رؤية بانورامية عن تطبيقات النانو في جميع المجالات مثل الزراعة الغداء و الالكترونيات و خاصة تطبيقاتها في المجالات الطبية و التي تزيد من الكفاءة و الاستخدام الامثل للموارد اما الفصل الثالث فهو بمثابة حوصلة على البكتيريا و الفعالية المضادة لها كما تطرقنا فيه الى الجدور لحرة من تعريف الى انواع و اضرار..الخ اما الفصل الرابع و الخاص بالجزء العملي قمنا فيه بالتطرق للدراسة السابقة لتحضير جسيمات النيكل باسخدام بعض النباتات و منه اسخدام طريقة صديقة للبيئة وذات تكلفة أقل .