



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

جامعة قاصدي مرباح - ورقلة -

كلية علوم المادة

قسم الكيمياء



رقم الترتيب:

رقم التسلسل:

مذكرة تخرج لنيل شهادة الماستر أكاديمي في الكيمياء

تخصص: كيمياء تطبيقية

من اعداد الطلبة:

- برفوق منال

- الصديقي امينة

تحت عنوان :

التحضير الحيوي الاخضر لجسيمات اكسيد الكوبلت النانوية ودراسة النشاط المضاد
للبيكتيريا والمضاد للأكسدة

**Green biosynthesis of cobalt oxide nanoparticles and study of their
antibacterial and antioxidant activitv**

نوقشت يوم: 25 ماي 2022

أمام اللجنة المكونة من :

رئيسا	جامعة قاصدي مرباح ورقلة	أستاذ محاضر أ	• زروقي حياة
مناقشا	جامعة قاصدي مرباح ورقلة	أستاذ محاضر أ	• عبدالقادر بن منين
مؤطرا	جامعة قاصدي مرباح ورقلة	أستاذ محاضر أ	• نجيمي محمد السعيد

الموسم الجامعي 2021/2022

شكر و عرفان

بداية الشكر لله عز وجل الذي اعاننا وشد عزمنا لإكمال هذا البحث ونشكره
والكثيرين، الذي وهبنا الصبر والتجدي والحب لنجعل هذه المذكرة علما
يبتفع به.

قال رسول الله صلى الله عليه وسلم "من لم يشكر الناس لم يشكر الله".

نتقدم بأجمل عبارات الشكر والامتنان من قلوب فائضة بالمحبة والاحترام
والتقدير له ونقدم ازكى تحياتنا واجملها واثنائها بكل اخلاص شاكرين لك على
كل ما قدمته لنا وما نصحت لنا به في اشرافك على هذه المذكرة :

الأستاذ الفاضل / نجيمى محمد السعيد

ونتقدم بجزيل الشكر والعرفان الى كل من قام بتعليمنا في الاطوار الثلاث
وعلمنا ان للنجاح قيمة ومعنى .

امينة / منال

إهداء

الحمد لله والصلاة والسلام على الحبيب المصطفى وأهله ومن وفى أما بعد :

الحمد لله الذي وفقنا لتتبع هذه الخطوات في مسيرتنا الدراسية بمذكرتنا هذه ثمرة الحمد والنجاح بفضلته تعالى مهعاة :

إلى من أفضلها على نفسي ولم لا فلقد ضحيت من أجلي، ولم تدخر جهداً في سبيل إسعادي على الدوام (أمي الكريمة) . و نسير في دروب الحياة، ويبقى من يسيطر على أذهاننا في كل مسلك نسله صاحب الوجه الطيب والأفعال الحسنة، فلم يدخل على طيلة حياته (والدي العزيز)

إلى عائلتي الكريمة التي ساندتني ولا تزال من اخوتي و اخواتي ورفيقات مشواري حفظهم الله ورعاهم ووفقهم ، إلى كل من كان له أثر على حياتي ، وإلى كل من احبهم قلبي ونسيه قلبي .

الفهرس

II	..... شكر و عرفان
III	..... الاهداء
IV	..... الفهرس
IX	..... قائمة الاشكال
XIII	..... قائمة الجداول
XIV	..... جدول الرموز
XVI	..... الملخص
1	..... مقدمة عامة

الفصل الأول : مفهوم الجسيمات النانوية وطرق تحضيرها

4	..... مقدمة في تقنية النانو	
5	..... نبذة تاريخية (استخدامات تقنية النانو القديمة)	1-I
5	..... مبادئ ومميزات تقنية النانو	2-I
6	..... أشكال المواد النانوية	3-I
7	..... تصنيف المواد النانوية	4-I
7	..... zero-dimensional materials (0D): الأبعاد الصفرية	1-4-I
7	..... one-dimensional materials (1D): البعد	2-4-I
7	..... two-dimensional materials (2D): ثنائي الأبعاد	3-4-I
7	..... three-dimensional materials (3D): ثلاثي البعد	4-4-I
8	..... طرق تحضير المواد النانوية	5-I
9	..... الطرق الفيزيائية (physical methods)	1-5-I
9	..... 1-1-5-I الطحن الميكانيكي (Mechanical milling)	
9	..... 2-1-5-I الاستئصال بالليزر (Laser ablation)	
10	..... 3-1-5-I تكثيف الغاز الخامل (inert gas condensation)	
11	..... 4-1-5-I الغزل الكهربائي (electrospinning)	
11	..... 5-1-5-I الانحلال الحراري (pyrolysis)	

12	..... الطرق الكيميائية (chemical methods)	2-5-I
12	..... SOL-GEL طريقة	1-2-5-I
13	..... ترسيب البخار الكيميائي (Chemical Vapour Deposition)	2-2-5-I
13	..... Solvothermal طريقة	3-2-5-I
14	..... الطرق البيولوجية (Biological methods)	3-5-I
15	..... باستخدام البكتيريا	1-3-5-I
16	..... باستخدام الفطريات	2-3-5-I
17	..... باستخدام الخمائر	3-3-5-I
18	..... باستخدام النبات	4-3-5-I
19	..... خصائص جسيمات النانو	6-I
19	..... الخصائص الميكانيكية	1-6-I
19	..... الخصائص الفيزيائية	2-6-I
19	..... لخصائص البصرية	3-6-I
20	..... الخصائص المغناطيسية	4-6-I
20	..... الخصائص الكهربائية	5-6-I
20	..... الخصائص الكيميائية	6-6-I
20	..... أسباب تغير خصائص الجسيمات النانوية	7-I
20	..... حجم الجسيمات	1-7-I
20	..... شكل الجسيمات	2-7-I
20	..... تركيب الجسيمات	3-7-I
21	..... درجة التجمع	4-7-I
21	..... التوزيع	5-7-I
21	..... الحصر الكمي	6-7-I
21	..... خلاصة	

الفصل الثاني: تشخيص الجسيمات النانوية

23	..... مقدمة	
24	..... المجهر النفقي الماسح (STM)	1-II
24	..... 1-1-II تركيب الجهاز	
25	..... 2-1-II معالجة الجسيمات والذرات	
27	..... AFM القوة الذرية	2- II
27	..... 1-2- II مبداه	
28	..... 2-2- II التعرف على الذرات و تمييزها	
28	..... المجهر الالكتروني الماسح SEM	3-II
29	..... 1-3-II المركبات الأساسية في جهاز الالكتروني الماسح SEM	
30	..... 2-3-II طريقة عمله	
31	..... المجهر الإلكتروني النافذ TEM	4-II
32	..... 1-4-II الأجزاء الأساسية في الميكروسكوب الالكتروني النافذ TEM	
32	..... 2-4-II طريقة العمل تكوين الصورة	
34	..... الفحص المجهري البصري للمجال القريب (NSOM)	5-II
35	..... تشتت حيود الأشعة السينية (XRD)	6-II
36	..... تشتت الضوء الديناميكي (DLS)	7-II
37	..... التحليل الطيفي مثل التحليل الطيفي للأشعة فوق البنفسجية المرئية (UV-vis)	8-II
38	..... مطيافية الأشعة تحت الحمراء لتحويل فورييه (FTIR)	9- II
40	..... مطيافية الأشعة السينية الضوئية (XPS)	10-II
41	..... الأشعة السينية المشتتة للطاقة تقنيات التحليل الطيفي (EDX)	11-II
43	..... الخلاصة	

الفصل الثالث: تطبيقات تقنية النانو في المجالات العلمية المختلفة

45	..... المقدمة	
46	..... تطبيقات النانو في مجال الغذاء	1-III
47	..... 1-1-III تغليف الاغذية	

47	.....III-1-2- التغليف الذكي	
48	.....III-1-3- صناعة عبوات قابلة للتحلل الحيوي	
48	.....III-1-4- تحسين جودة الاطعمة وخفض محتواها الضار	
48	.....III-2- تقنية النانو في مجال الزراعة	2-III
49	.....III-2-1- مبيدات الآفات النانوية	
49	.....III-2-2- الأسمدة النانوية	
50	.....III-2-3- المواد النانوية لمعالجة التربة	
50	.....III-3- في مجال البيئة	3-III
52	.....III-4- تطبيقات النانو في مجال المجترات	4-III
54	.....III-5- في المجال العسكري	5-III
55	.....III-6- تطبيقات النانو في الطب	6-III
55	.....III-6-1- تطبيقات الجسيمات النانوية في توصيل البروتينات والببتيد	1-6-III
55	.....III-6-1-1- علاج سرطان	
57	.....III-6-1-2- علاج الاضطرابات التنكسية العصبية	
59	.....III-6-1-3- علاج السل (TB)	
59	.....III-6-2- التطبيق السريري للجسيمات النانوية في طب الأسنان الجراحي	2-6-III
60	.....III-6-3- تطبيقات في طب وجراحة العيون	3-6-III
61	.....III-7- تطبيقات النانو في الصناعة	7-III
61	.....III-7-1- طلاء الجسيمات النانوية للمكونات البحرية	
62	.....III-7-2- جهاز مقعد التسخين التلقائي	
64	.....III-7-3- الطلاءات الماسية النانوية لتجاويف القوالب بالحقن المجهرية	
65	.....III-7-4- صناعة المركبات النانوية	
65	.....III-7-5- اجهزة نانو لاسلكية	
66	..... خلاصة	
الفصل الرابع: دراسة تحضير جسيمات اكسيد الكوبالت النانوية بالتحضير الحيوي		
68	..... مقدمة	

69	التحضير الأخضر للكوبالت وأكسيد الكوبالت NPs (الطرق البيولوجية).....	1-IV
71	1-1-IV التحضير الأخضر باستخدام المستخلصات النباتي.....	
76	2-1-IV نهج التحضير بواسطة الطحالب.....	
77	الأنشطة البيولوجية لـ Co و Co ₃ O ₄ NPs.....	2-IV
77	1-2-IV نشاط مضاد للبكتيريا:.....	
79	1-2-IV نشاط مضادات الأكسدة:.....	
80	..... خلاصة	
81	..... الخاتمة	
82	..... المراجع	

قائمة الأشكال

رقم الصفحة	العنوان	الشكل
4	مقياس الطول اللوغاريتمي يظهر حجم المواد النانوية مقارنة للمكونات البيولوجية وتعريف أحجام "النانو" و "الماكرو"	الشكل I-1
6	مواد نانوية مختلفة	الشكل I-2
7	تصنيف أبعاد الهياكل النانوية	الشكل I-3
8	مخطط يوضح أهم الطرق في تصنيع الجسيمات النانوية	الشكل I-4
9	مطاحن الكرة البهلوانية	الشكل I-5
10	رسم توضيحي لتقنية الاستئصال بالليزر	الشكل I-6
10	مخطط نظام تكثيف الغاز الخامل	الشكل I-7
11	رسم تخطيطي لإعداد جهاز الغزل الكهربائي	الشكل I-8
12	رسم تخطيطي لنظام الانحلال الحراري بالرش	الشكل I-9
13	رسم تخطيطي لمراحل مختلفة من عملية سول-جل	الشكل I-10
13	رسم تخطيطي لترسيب كيميائي حراري للبخار ذو الجدار الساخن	الشكل I-11
14	رسم تخطيطي للتوليف الحراري	الشكل I-12
15	مخطط يوضح أهمية نهج الكيمياء الخضراء	الشكل I-13
16	A : صورة TEM لجسيمات الذهب النانوية عند درجة الحموضة 7 B : صورة TEM لجسيمات الذهب النانوية عند الرقم الهيدروجيني 4	الشكل I-14
17	صور TEM لأقسام رقيقة من خلايا Verticillium (A) تُظهر هذه الصورة جزيئات صغيرة من الفضة منظمة على الجدران الخلايا الفطرية (B) صورة تكبير أعلى قليلاً للتقاطع بين اثنين من الفطريات, الموجودة في الزاوية اليمنى العليا خلية Verticillium فردية بها جزيئات الفضة مرتبطة بوضوح بسطح الغشاء السيتوبلازمي	الشكل I-15
18	صورة TEM لجسيمات الفضة النانوية و طيف الامتصاص لجسيمات الفضة النانوية المصنعة بواسطة الخميرة MKY2	الشكل I-16

19	خطوات التحضير الأخضر لـ ZnO NPs باستخدام مستخلص أوراق <i>F. carica</i> A : صور SEM لـ ZnO NPs الأخضر المركب باستخدام مستخلص أوراق <i>F.</i>	الشكل I - 17
21	تبسيط أنواع الحصر الكمي	الشكل I - 18
23	مخطط تشخيص الجسيمات النانوية	الشكل II - 1
25	تركيب جهاز STM	الشكل II - 2
26	جهاز STM	شكل II - 3
26	المعالجة الذرية لتحضير لتراكيب النانوية عام 1993	الشكل II - 4
26	ذرات كوبالت (Co) على سطح ناعم من النحاس يتم نقل ذرات الكوبالت الى المكا المطلوب عن طريق التعامل بعناية مع الموقع ورأس المجس STM.	الشكل II - 5
27	مجهر القوة الذرية	الشكل II - 6
29	المجهر الإلكتروني الماسح	الشكل II - 7
29	حبيبات اللقاح اخدت بواسطة جهاز SEM	الشكل II - 8
32	المجهر الالكتروني النافذ	الشكل II - 9
34	4 صور مختلفة لجسيمات الفضة في درجات حرارة مختلفة	الشكل II - 10
35	XRD للجسيمات النانوية ds-FeS ، يُظهر الشكل الداخلي مدى XRD (بين $\theta = 3002$ إلى 800)	الشكل II - 11
38	جهاز الأشعة المرئية و فوق البنفسجية	الشكل II - 12
38	التحليل الطيفي للأشعة فوق البنفسجية-المرئية للجسيمات النانوية ، ومستخلص بذور التمر ومحلول كبريتات	الشكل II - 13
39	جهاز مطياف FTIR	الشكل II - 14
39	أطياف FTIR للجسيمات النانوية ds-FeS ومستخلص بذور التمر	الشكل II - 15
40	XPS من c-CoO المركب	الشكل II - 16
42	يحدث توليد الأشعة السينية على مرحلتين ، توليد فراغ في الغلاف الداخلي	الشكل II - 17
42	تعتمد تسمية الأشعة السينية على غلاف الفتحة ويظهر غلاف الرقم الموجود فوقه و الذي يأتي منه الإلكترون لملء الفراغ. يظهر انتقال $K\beta$	الشكل II - 18
42	طيف EDX من AuNPs مع خلاصة جذر عرق السوس	الشكل II - 19

45	مخطط لبعض تطبيقات تقنية النانو	الشكل III-1
46	تطبيقات تقنية النانو في الغذاء والزراعة	الشكل: III-2
47	ثلاثة أنواع من المركبات عندما تكون طبقات الطين مُدمجة مع البوليمر	الشكل III-3
48	مستشعر نضارة الاسماك للتغليف الذكي على أساس نانوفيبير من بوليانيولين	الشكل III-4
50	استخدام مراحل مختلفة من الإعداد التجريبي من المختبر إلى التطبيق الميداني للتحقيق في معالجة التربة الملوثة.	الشكل III-5
51	عدة أنواع من ممارسات تحلية المياه	الشكل III-6
71	وحدة تحلية مياه البحر الأنبوبية داخل محطة تحلية مياه البحر. يتم وضع أغشية التناضح العكسي في داخل هذه الوحدة ، وتقوم هذه الأغشية بفصل الملح عن مياه البحر	الشكل III-7
54	مركبة جوية نانوية	الشكل III-8
54	مركبة جوية قتالية غير مأهولة	الشكل III-9
58	توصيل دواء النانو إلى الجهاز العصبي المركزي من خلال BBB	الشكل III-10
59	استخدام جزيئات النانو في مرض الزهايمر	الشكل III-11
62	تطور قطع الاختبار بعد 45 يوم	الشكل III-12
63	نسيج نانوي كاره للماء	الشكل III-13
63	نسيج مقعد التدفئة التلقائي	الشكل III-14
64	أداة Mouling مع إدخلات مطلية بالماس	الشكل III-15
66	مخطط جهاز راديو نانوتيوب	الشكل III-16
69	التطبيقات العامة للكوبالت وأكسيد الكوبالت	الشكل IV-1
70	طرق مختلفة لتركيب الكوبالت وأكسيد الكوبالت	الشكل IV-2
71	استخدام نباتات / أجزاء مختلفة من النبات ، والكائنات الحية الدقيقة وجزيئات بيولوجية أخرى لتخليق الكوبالت وأكسيد الكوبالت NPs	الشكل IV-3
72	نبات الفجل الأبيض ومستخلصه و مستخلص أكسيد الكوبالت منه	الشكل IV-4
72	(A) طيف UV-vis لجسيمات الكوبالت المركبة . (B) طيف FTIR لمستخلص الاوراق و لجسيمات الكوبالت النانوية	الشكل IV-5

73	عرض تخطيطي لطريق تحضير المواد الذي يتضمن (A) استخراج المكونات النباتية المطلوبة من قشور الفاكهة Litch chinensis ، و (B) تخليق $Co(OH)_2$ و Co_3O_4 الجسيمات النانوية	الشكل IV-6
76	(a) أنماط XRD من $CoFe_2O_4$ و N-EA و $CoFe_2O_4 / N-$ (b) BET متساوي الحرارة ل N-EA و $CoFe_2O_4 /$ EA النقي ؛ مع توزيعات حجم المسام المقابلة لها (داخلي ج) ؛ d : أطياف رامان ل N-EA و $CoFe_2O_4 / N-EA$ ؛ e : منحني TG ل $CoFe_2O_4 / N-EA$ تحت الغلاف الجوي بمعدل تسخين 5 درجات	الشكل IV-7
77	صور SEM ل N-EA (a ، b) و $CoFe_2O_4 / N-EA$ (c) مع نتائج تعيين EDS (d) لعناصر C ، N ، O ، Co ، Fe لعناصر $CoFe_2O_4 / N-EA$.	الشكل IV-8
79	رسم تخطيطي ل (a) تحضير OH^\cdot بواسطة الضوء المرئي 1 (b) الأنشطة المثبطة للنمو البكتيري عن طريق تطبيق أكسيد الكوبالت NPs	الشكل IV-9

قائمة الجداول

رقم الصفحة	العنوان	رقم الجدول
5	مبادئ ومميزات تقنية النانو.	الجدول I-1
6	أشكال مواد النانو	الجدول I-2
53	تأثير المعادن النانوية على أداء النمو ، وهضم العلف ، ومعايير إنتاج الحليب في المجترات.	الجدول III-1
53	تأثير المعادن النانوية على معاملات مضادات الأكسدة في الدم ، والاستجابة المناعية وتكوين المصل / الحليب في المجترات.	الجدول III-2
75	التحضير بواسطة النبات لـ Co و Co_3O_4 NPs	الجدول IV-1
78	الأنشطة المضادة للبكتيريا للكوبالت الأخضر المركب وأكسيد الكوبالت NPs	الجدول IV-2

قائمة الرموز

الرمز	دلالته باللغة العربية	دلالته باللغة الاجنبية
AD	مرض الزهايمر المبكر	Early Alzheimer's Disease
AFM	مجهر القوة الذرية	Atomic Force Microscope
ATR	الانعكاس الكلي الموهن	Attenuated Total Reflection
BSI	معهد المعايير البريطانية	British Standards Institute
CCD	جهاز اقتران الشحنات	Charge-Coupled-Device
CNS	الجهاز العصبي المركزي	Central Nervous System
CVD	ترسيب البخار الكيميائي	Chemical Vapour Deposition
0D	الأبعاد الصفرية	Zero-Dimensional Material
1D	أحادي البعد	One-Dimensional Material
2D	ثنائي الأبعاد	Two-Dimensional Materials
3D	ثلاثي البعد	Three-Dimensional Materials
DLS	تشتت الضوء الديناميكي	Dynamic Light Scattering
EDM	آلات التفريغ الكهربائي	Electrostatic Discharge Machines
EDS ,EDX	الأشعة السينية المشتتة للطاقة تقنيات التحليل الطيفي	Energy-Dispersive X-Ray Spectroscopy Techniques
ESCA	التحليل الطيفي الإلكتروني للتحليل الكيميائي	Electron Spectroscopy For Chemical Analysis
FTIR	مطيافية الأشعة تحت الحمراء لتحويل فورييه	Infrared Spectroscopy Of The Fourier Transform
IBM	المؤسسة الدولية للحواسيب	International Business Machines Corporation
MCT	الدهون الثلاثية متوسطة السلسلة	Medium Chain Triglycerides
MDR	السل المقاوم للأدوية المتعددة	Multidrug-Resistant Tuberculosis

Microelectromechanical Systems	الأنظمة الكهروميكانيكية الدقيقة	MEMS
Magnetic Force Microscope	أجهزة القوة المغناطيسية	MFM
Nano Innovative Eye Ointment	مرهم عين مبتكر نانوي	NDEO
Intracranial Scaffold Device	جهاز سقالة داخل الجمجمة	NEED
Nanomaterials For Soil Remediation	مواد نانوية لمعالجة التربة	NMs
Nanoparticles	الجسيمات النانوية	NP
Near Field Optical Microscopy	الفحص المجهرى البصري للمجال القريب	NSOM
Parkinson's Disease	مرض باركنسون	PD
Scanning Electron Microscope	المجهر الإلكتروني الماسح	SEM
Scanning Force Microscopy	جهاز القوة الماسحة	SFM
Surface Plasmon Resonance	رنين بلازمون السطح	SPR
Microscope Scanning Tunneling	المجهر النفقي الماسح	STM
Tuberculosis	مرض السل	TB
Microscopy Transmission Electron	المجهر الإلكتروني النافذ	TEM
Scanning Probe	المجس الماسح	Tip
Uv- Visible Spectroscopy	التحليل الطيفي للأشعة فوق البنفسجية المرئية	UV-vis
American International Technology Assessment Center	مركز تقييم التقنية العالمي الأمريكي	WTEC
Superficial Dimensional Symbol	رمز الأبعاد السطحية	y, x
X-Ray Photoelectron Spectroscopy	مطيافية الأشعة السينية الضوئية	XPS
X-Ray Diffraction Scattering	تشتت حيود الأشعة السينية	XRD

الملخص

في هذا العمل تم دراسة تحضير جسيمات أكسيد الكوبالت النانوية (CoO NPs) وزيادة فاعليتها وتحسين أداءها كمضادات للبكتيريا ومضادات الأكسدة عن طريق التخليق الحيوي الأخضر، في البداية يقوم الطالب بدراسة مكتبية للموضوع للإلمام بجوانبه وفهمه جيد، ثم بعد ذلك يحضر عينات لجسيمات أكسيد الكوبالت النانوية بواسطة عدة نباتات وتحلل العينات وتحدد خصائصها الفيزيائية بتقنية الأشعة فوق البنفسجية (UV-Vis) وتقنية الأشعة تحت الأحمر (FTIR) والأشعة السينية (XRD) وفي الأخير يقوم بدراسة فاعلية العينات كمضادات للبكتيريا (حسب ما هو متوفر من أنواع البكتيريا) ومضادات للأكسدة بإحدى الطرق DPPH - أو طريقة ، CAT ، أو طريقة ABTS وهذا حسب الإمكانيات المتاحة.

الكلمات المفتاحية : جسيمات أكسيد الكوبالت النانوية -- مضادات للبكتيريا -- مضادات الأكسدة

Abstract

In this work, the preparation of cobalt oxide nanoparticles (CoO NPs) was studied, increasing their effectiveness and improving their performance as antibacterial and antioxidant through green biosynthesis. Plants and analyze samples and determine their physical properties using UV-Vis technology, infrared technology (FTIR) and X-ray technology (XRD). Finally, he studies the effectiveness of the samples as anti-bacterials (according to the available types of bacteria) and as antioxidants by one of the methods DPPH - Or method, CAT, or ABTS method and this is according to the available possibilities

Keywords: cobalt oxide nanoparticles - antibacterials - antioxidants

لقد جذبت تقنية النانو انتباها كبيرا حيث تعد هذه التقنية من التقنيات الحديثة و التي مازالت تحتاج إلى الكثير من الأبحاث و الدراسات حيث أصبحت تشكل اهتماما كبيرا وذلك لخواصها الفريدة من نوعها و اتساع مجال تطبيقاتها ، و تقنية النانو كما ذكر في العديد من مراكز أبحاث النانو هي تقنية العصر القادم أي يمكن أن نطلق على هذا العصر بـ "عصر النانو" حيث سيكون لهذه التقنية التأثير الكبير في الكثير من مجالات الحياة الصناعية و الطبية و في مجال النقل والطيران وفي أبحاث الفضاء و تنقية المياه وفي الكثير من المجالات الحيوية الهامة. فعلم النانو هو العلم الذي يهتم بدراسة الخواص الفيزيائية والميكانيكية والكيميائية للمواد ذات الحجم النانومتري بحيث يكون احد أبعاد المادة على الأقل في المجال من 1 إلى 100 نانومتر. إما تقنية النانو فإنها تهتم أساسا بصنع التراكيب والجسيمات والأجهزة النانوية وإدخال المفاهيم النانوية في الصناعة أكثر من اهتمامها بصفاتها الفيزيائية والميكانيكية والكيميائية.

النهج الحيوي في تركيب الجسيمات النانوية المعدنية هو الاتجاه الأكثر اهتماماً في علم النانو في. يعزى ذلك إلى حقيقة أنها طريقة حميدة وداعمة بيئياً للكيمياء الخضراء آمنة للاستخدام وخالية من الملوثات الكيميائية للتطبيقات البيولوجية حيث يمثل النقاء مصدر قلق في تحضير هذه الجسيمات عند استخدامها في التطبيقات الطبية الحيوية. يعد استخدام المصادر النباتية أو الكيانات البيولوجية المختلفة أو المستخلصات أو الإنزيمات أو البروتينات للتخليق الحيوي للجسيمات النانوية المعدنية مجالاً مبتكراً لأبحاث تقنية النانو الحديثة . في الآونة الأخيرة ، أصبحت جزيئات أكاسيد المعادن النانوية (MnO NPs) واحدة من أهم المواد النانوية التجارية في العالم. هذه الأهمية ترجع إلى تطبيقاتها المتعددة كما هو الحال في أجهزة الكشف عن الضوء والدهانات والغاز وأجهزة الاستشعار الحيوية والإلكترونيات ، الليزر ، الترانزستورات ، الإلكترونيات الضوئية ، الخلايا الشمسية ، مستحضرات التجميل ، الطب الحيوي ، صناعة الأغذية ، الطلاءات المضادة للتآكل ، العوامل المضادة للبكتيريا والفطريات والمحفزات الضوئية . و لتطبيق جزيئات أكاسيد المعادن النانوية (MnO NPs) في هذه المجالات البارزة وتحسين أداءها وفعاليتها يحتاج إلى تصنيع خاص للتحكم في الشكل وطبيعة السطح ، وكذلك الخصائص البصرية

من بين أكاسيد المعادن غير العضوية المعروفة ، تتمتع جسيمات الكوبالت النانوية CoONPs ببعض المزايا: فهي مستقرة في ظل الظروف القاسية ، وتمتلك قدرة امتصاص أعلى ، وتحتوي على مساحة سطح كبيرة ، ولها خصائص فيزيائية وكيميائية مثيرة للاهتمام. تمتلك CoONPs بنية تعتمد

على الحجم وتخزين الطاقة والخصائص المغناطيسية والحفازة. من ناحية أخرى ، فهي أقل سمية ويسهل الحصول عليها نسبيا

في بحثنا هذا تمت دراسة تحضير جسيمات أكسيد الكوبالت النانوية (CoO NPs) عن طريق التخليق الحيوي الاخضر وزيادة فاعليتها وتحسين أداءها كمضادات للبكتيريا ومضادات الأكسدة

حيث قسمت هذه الدراسة إلى جزئين:

✓ الجزء النظري : يضم ثلاثة فصول

- **الفصل الاول:** تمحور هذا الفصل على ماهية تقنية النانو ومميزاتها و مفهوم الجسيمات النانوية وأشكالها وطرق تحضيرها المختلفة وخصائصها
- **الفصل الثاني :** شمل هذا الفصل تشخيص الجسيمات النانوية عن طريق التحليل الطيفي والمجاهر النانوية
- **الفصل الثالث:** تضمن عدة تطبيقات لتقنية النانو في المجالات المختلفة

✓ الجزء العملي: يضم فصل واحد

- **الفصل الرابع:** تم فيه التحضير الحيوي الاخضر لجسيمات اكسيد الكوبلت النانوية ودراسة النشاط المضاد للبكتيريا والمضاد للأكسدة

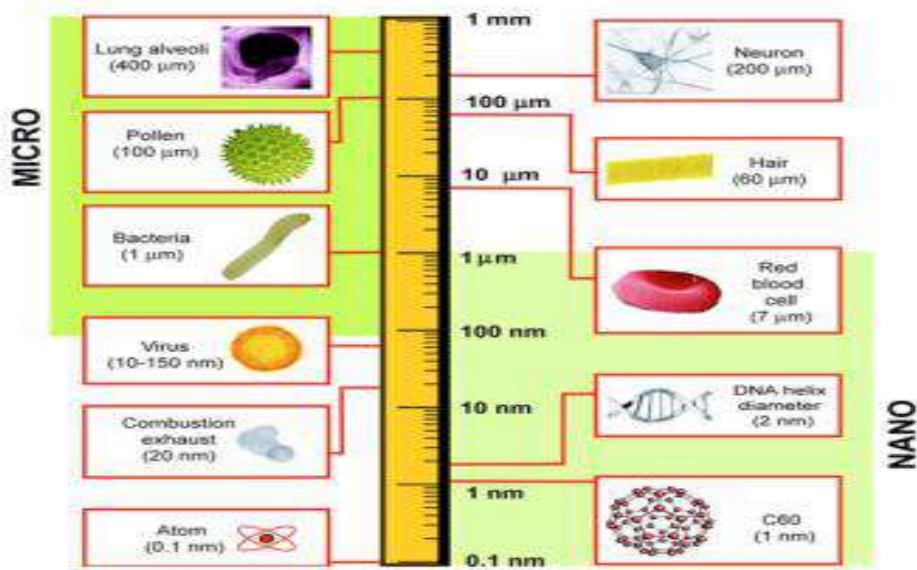
الفصل الاول:

مفهوم الجسيمات النانوية وطرق

تحضيرها

مقدمة:

تزدهر الأبحاث في مجال تكنولوجيا النانو بسرعة فائقة على قدم وساق في جميع أنحاء العالم في مجال العلوم والتكنولوجيا، كلمة النانو هي بادئة منحوتة من اللغة اليونانية القديمة وتعني قزم "Nanos" [1]. وفقاً لمعهد المعايير البريطانية (BSI)، يتم تعريف الجسيمات النانوية على أنها مادة ذات أبعاد واحدة أو أكثر ضمن نطاق حجم 1 نانومتر إلى 100 نانومتر [2]. تم استخدام مفهوم تقنية النانو لأول مرة من قبل عالم الفيزياء الأمريكي الشهير البروفيسور ريتشارد فينمان Feynman Richard بأن "هناك متسع كبير في القاع" كانت هذه الصيحة عنواناً لمحاضراته التاريخية التي ألقاها في حفل إقامته الجمعية الأمريكية للفيزياء في مساء ليلة باردة من ليالي شهر ديسمبر 1959، وفي حضور كوكبة من علماء الفيزياء الذين أتوا خصيصاً لحضور تلك الاحتفالية المقامة تكريماً له ولمجمل أعماله الإبداعية الأصيلة في علوم ميكانيكا الكم التي نال عنها جائزة نوبل في الفيزياء لعام 1965. وأزعم أن البروفيسور فينمان نفسه لم يكن يتوقع أنه محاضراته تلك قد أطلق الشرارة الأولى لتفجير ثورة القرن الحادي والعشرين التي لقبها العالم الياباني نوريو تانيغوتشي Taniguchi Norio في العام 1974 بلقب تكنولوجيا النانو Nanotechnology لتتوج بذلك كتكنولوجيا التصنيع الأولى للقرن الحادي والعشرين وكمعيار يقاس به تقدم الأمم [1]. تقنية النانو تشير إلى أي تقنية يتم تنفيذها على المستوى النانوي حيث يتم هيكلة المادة على المستويين الذري والجزيئي، بحجم ضمن النطاق 1-100 نانومتر [3]، تدخل هذه التقنية في مجالات متعددة التخصصات وتغطي مجموعة واسعة ومتنوعة من العلوم من الهندسة وعلم الأحياء والفيزياء والكيمياء. [4]



الشكل I-1: مقياس الطول اللوغاريتمي يظهر حجم المواد النانوية مقارنة للمكونات البيولوجية وتعريف أحجام "النانو"

و "الماكرو." [5].

I- 1- نبذة تاريخية (استخدامات تقنية النانو القديمة):

لا يمكن تحديد عصر أو حقبة معينة لبروز تقنية النانو, كما انه ليس من المعروف بداية استخدام الإنسان للمادة ذات الحجم النانوي ولكن من الواضح أن من أوائل الناس الذين استخدموا هذه التقنية (بدون أن يدركوا ماهيتها) هم العرب والمسلمون حيث كانت السيوف الدمشقية المعروفة بالمتانة يدخل في تركيبها مواد نانوية تعطيها صلابة ميكانيكية ولكن تطلب اكتشاف ذلك عشرة قرون أخرى حتى تتطور المجاهر عالية القدرة والمعدات الدقيقة لكي تسمح برؤية المواد النانوية واستدعائها. كما كان صانعو الزجاج في العصور الوسطى يستخدمون حبيبات الذهب النانوية الغروية للتلوين, يؤكد ذلك احد المقتنيات الزجاجية وهو كاس الملك الروماني لايكورجوس (Lycurgus) من القرن الرابع الميلادي والموجودة في المتحف البريطاني حيث يحتوي على جسيمات من الذهب والفضة نانوية الحجم, حيث يتغير لون الكأس من الأخضر إلى الأحمر الغامق تبعاً لتغير زاوية سقوط الضوء, وكذلك تعتمد تقنية التصوير الفوتوغرافي منذ القرنين الثامن عشر والتاسع عشر الميلاديين على إنتاج فيلم أو غشاء مصنوع من جسيمات فضة نانوية حساسة للضوء. [6]

I- 2- مبادئ ومميزات تقنية النانو:

هناك العديد من المبادئ التي تتميز بها تقنية النانو عن التقنيات المعروفة لدينا وهي سبب اهتمام العلماء بالوصول الى هذا الحجم النانوي, والجدول أسفله يوضح أهم هذه المبادئ ومميزاتها.

الميزة	المبدأ
امكانية بناء أي مادة لأن الذرة هي وحدة البناء لكل المواد .	امكانية التحكم بتحريك الذرات منفرد بدقة وإعادة ترتيبها .
اكتشاف خصائص مميزة للمواد يستفاد منها في الكثير من الاختراعات والمجالات التطبيقية .	الخصائص الفيزيائية والكيميائية للمادة عند مقياس النانو متر تختلف عن خصائص نفس المادة عند مقياسها الطبيعي .
ربط العلوم وتشجيع الجميع باختلاف تخصصاتهم العلمية علي الدخول في مجالها والتعامل فيما بينهم.	تعتمد تقنية النانو علي مبادئ الفيزياء والكيمياء والأحياء والهندسة الكهربية والإلكترونية .
تصبح خصائص الآلات والمواد أفضل فهي أصغر وأخف وأقوي وأسرع وأرخص وأقل استهلاكاً للطاقة.	امكانية التحكم بالذرات المنفردة بدقة وإعادة ترتيبها في صنع المواد والآت وتفتيتها من الشوائب وتخليصها من العيوب .
تحول الخيال العلمي إلى واقع حقيقي .	تعتمد تقنية النانو علي الأبحاث العلمية التي تتصف في امكانية تطبيقها في اختراعات و مفيدة .

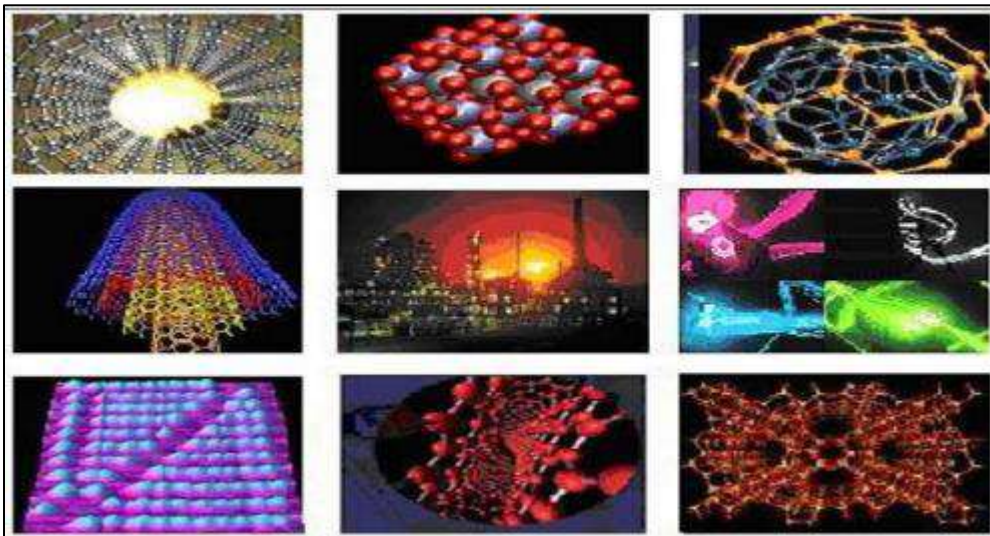
الجدول I- 1: مبادئ ومميزات تقنية النانو. [7]

3-I اشكال المواد النانوية :

يمكن تصنيع مواد النانو على عدة أشكال وذلك بناء على الاستخدام المقرر لهذه المواد وهذا ما يوضحه الجدول التالي:

أشكال مواد النانو	
أنابيب مجوفة يبلغ قطر كل أنبوب أقل من ١٠٠ نانومتر وقد يصل طولها الالف النانو مترات ومن أمثلتها : أنابيب النانو كربون ، وأنابيب السيليكون ، وأنابيب التيتانيوم.	أنابيب النانو NanoTubes
ولها عدة أشكال ويكون أحد أبعادها أقل من ١٠٠ نانومتر وقد تكون على شكل مكعب أو كروي أو بيضاوي .	جزيئات (حبيبات) النانو NanoParticles
وينتج من عملية توزيع أو انتشار مواد النانو داخل مواد عادية ، على سبيل المثال يتم توزيع ونشر أنابيب النانو كربون داخل بعض المواد البلاستيكية، ليتم الحصول على نانو مركب له خصائص فائقة.	النانو المركب (مركب من مواد النانو) Nano-composite
هي عبارة عن طبقة رقيقة من مادة معينة يبلغ سمكها أقل من ١٠٠ نانومتر، وتستخدم هذه الطبقات الرقيقة في مجال أشباه الموصلات مثل السيليكون وسبائك الذهب.	الأفلام (الأغشية) الرقيقة Thin Films
تشبه أنابيب النانو إلا أنها مصممة أقصر منها ومن أمثلتها قضبان الذهب والبلاتين.	قضبان النانو Nanorods

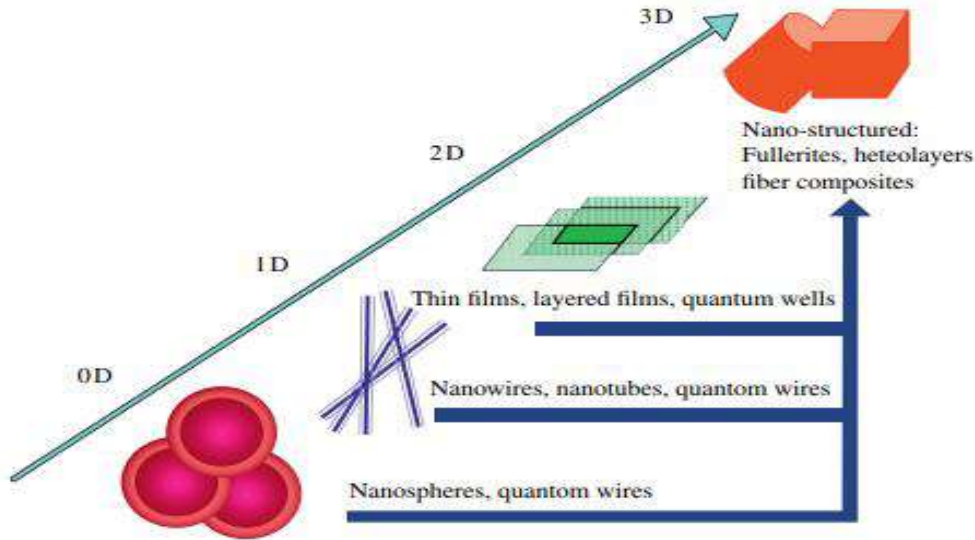
الجدول I - 2: أشكال مواد النانو. [7]



الشكل I - 2 : مواد نانوية مختلفة.

I-4 تصنيف المواد النانوية:

هناك عدة فئات من المواد ذات البنية النانوية. يتم تصنيفها بشكل عام بناءً على عدد الأبعاد.



الشكل I-3: تصنيف أبعاد الهياكل النانوية.

I-4-1 الأبعاد الصفرية (0D) zero-dimensional materials :

مواد أقل من 100 نانومتر في جميع الأبعاد ، على سبيل المثال جزيئات نانوية ، نقاط كمومية التي دخلت مؤخرًا في صناعة الترانزستور وبعض خلايا الطاقة الشمسية

I-4-2 أحادي البعد (1D) one-dimensional materials :

مواد ذات البعد الواحد ميكروسكوبية واثنان من الأبعاد الثلاثة في نطاق النانو (أقل من 100 نانومتر) ، على سبيل المثال. الأسلاك النانوية والأنابيب النانوية من المتوقع أن تلعب هذه المواد دورًا مهمًا في صناعة الإلكترونيات .

I-4-3 ثنائي الأبعاد (2D) two-dimensional materials :

مواد ذات الأبعاد الثلاثة خارج نطاق النانو (فوق 100 نانومتر) وواحد في نطاق النانو ، على سبيل المثال. الطبقات النانوية والأغشية النانوية وتدخل في صناعة المستشعرات والحاويات النانوية.

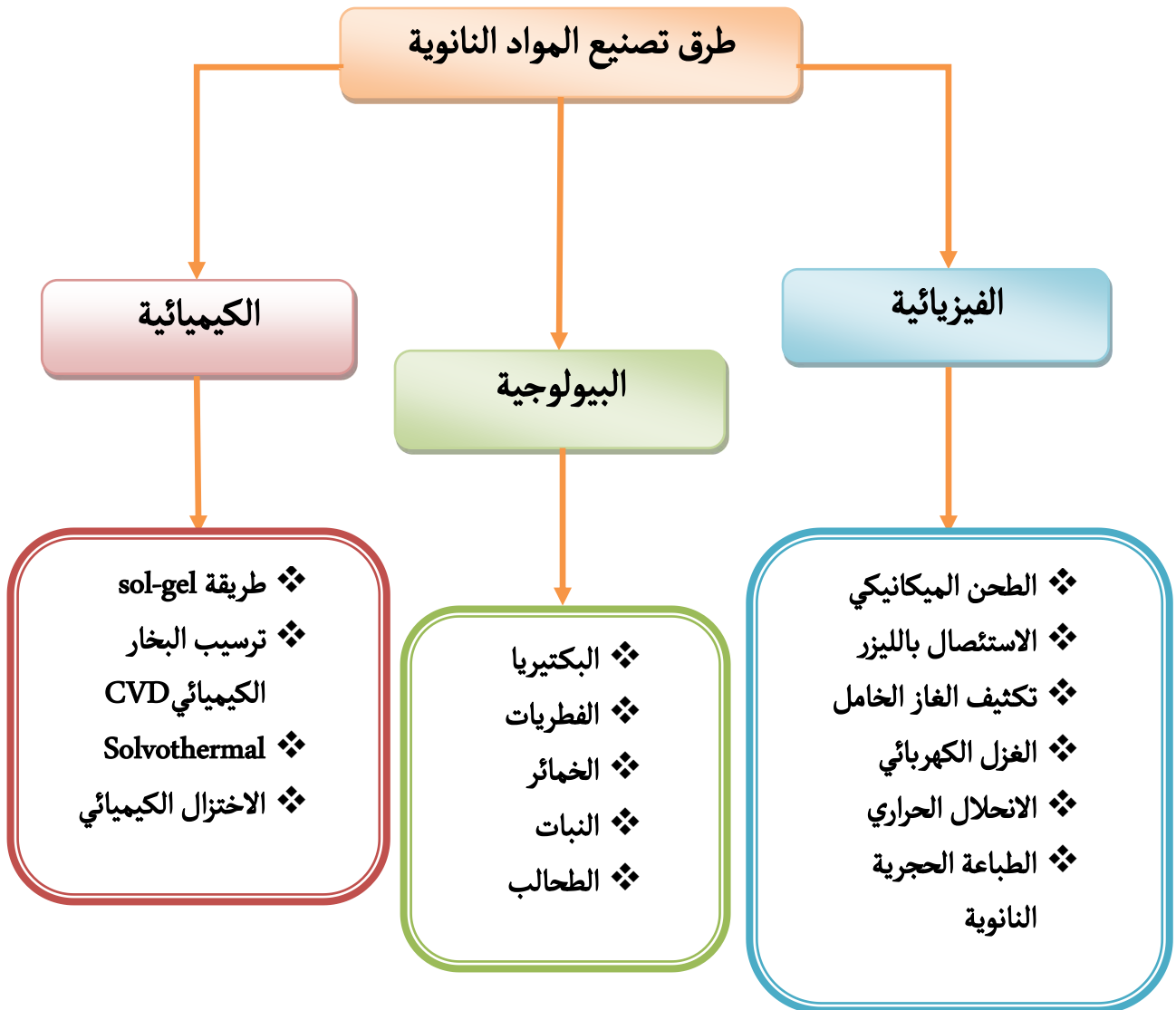
I-4-4 ثلاثي البعد (3D) three-dimensional materials :

المواد ذات الأبعاد التي تزيد عن 100 نانومتر ، تحتوي المواد النانوية ثلاثية الأبعاد بشكل أساسي

على مواد نانوية أحادية الأبعاد وثنائية الأبعاد وصفيرية الأبعاد كوحدات بناء. [8]

I-5 طرق تحضير المواد النانوية:

تكتسب الأبحاث من مختلف التخصصات اهتماماً بتوليف النانو فقد أصبح من الضروري بعد ذلك تصنيع جسيمات نانوية موحدة باستخدام الحجم المطلوب والمورفولوجيا، وهناك عدة طرق لتصنيع الجسيمات النانوية، المخطط التالي يوضح أهم الطرق الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية في تحضير هذه الجسيمات:



الشكل I-4: مخطط يوضح أهم الطرق في تصنيع الجسيمات النانوية. [9]

1-5-I الطرق الفيزيائية (physical methods):**1-1-5-I الطحن الميكانيكي (Mechanical milling):**

يعتبر الطحن الميكانيكي هو الأكثر استخدامًا لإنتاج جسيمات نانوية مختلفة, لطالما كان طحن المواد مكونًا رئيسيًا في صناعات المعادن ومعالجة السيراميك ومسحوق المعادن. تشمل أهداف الطحن الميكانيكي تقليل حجم الجسيمات ، والخلط أو المزج ، وتغيير شكل الجسيمات ، وتركيب المركبات النانوية. كانت المطحنة النموذجية المستخدمة لهذه الأغراض هي الطاحونة الكروية عالية الطاقة مثل المطاحن الكروية البهلوانية ، والمطاحن الاهتزازية ، والمطاحن الكوكبية ، ومطاحن اتريتور (Szegvari Attritor)..... إلخ.

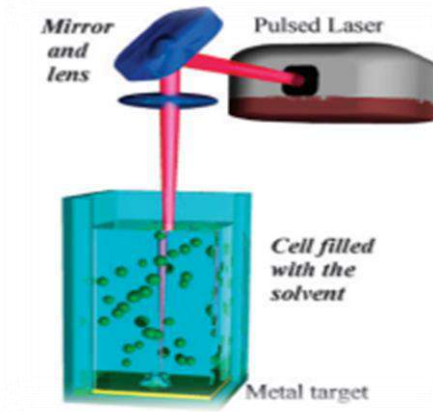
المطحنة الكروية هي عبارة عن حاوية أسطوانية تدور حول محورها حيث تؤثر الكرات على شحنة المسحوق. قد تندرج الكرات على سطح الحجر في سلسلة من الطبقات المتوازية أو قد تسقط بحرية وتؤثر على المسحوق والكرات الموجودة تحتها. [10]



الشكل I-5: مطاحن الكرة البهلوانية.

2-1-5-I الاستئصال بالليزر (Laser ablation):

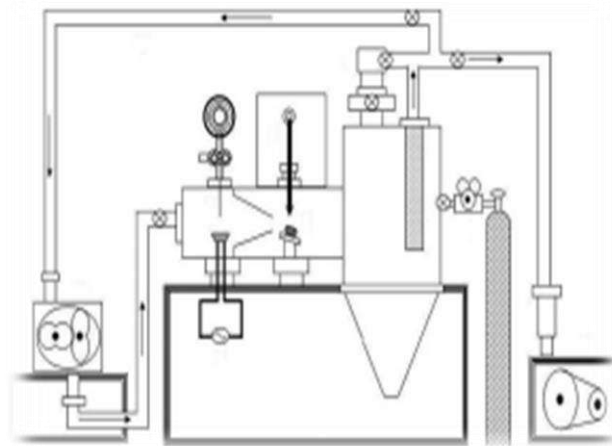
يعتبر تخليق الاجتثاث بالليزر في المحلول (LASiS) طريقة شائعة لإنتاج الجسيمات النانوية من المذيبات المختلفة ، يؤدي تشعيع المعدن المغمور في محلول سائل بواسطة شعاع الليزر إلى تكثيف عمود البلازما الذي ينتج الجسيمات النانوية ، إنها طريقة موثوقة توفر حلاً بديلاً للاختزال الكيميائي التقليدي للمعادن لتخليق الجسيمات النانوية ذات الأساس المعدني نظراً لأن LASiS يوفر تركيباً مستقرًا للجسيمات النانوية في المذيبات العضوية والمياه التي لا تتطلب أي عامل استقرار أو مواد كيميائية. [11]



الشكل I-6: رسم توضيحي لتقنية الاستئصال بالليزر.

I-5-1-3 تكثيف الغاز الخامل (Condensation Gas Inert):

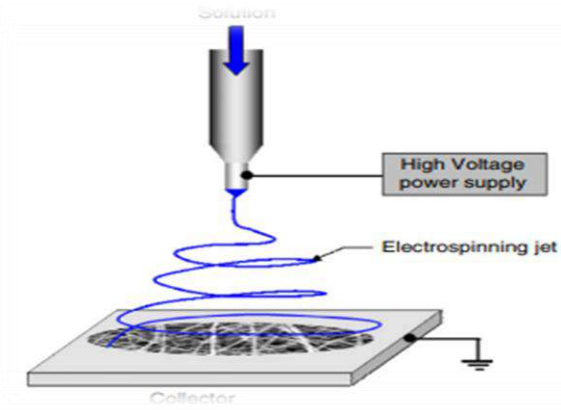
تكثيف الغاز الخامل هو تقنية راسخة لإنتاج الجسيمات النانوية ، وهي شائعة بسبب المرونة والتحكم في المواد التي يمكن أن تنتجها. يتم تبخير المادة في جو من الهيليوم النظيف ، وتقوم ذرات الهيليوم المحيطة بتبريد البخار الناتج، ينتج عن هذا تكثيف الذرات وتشكيل جزيئات بحجم نانومتري ، والتي يتم حملها بعد ذلك بالحمل الحراري ليتم جمعها وفحصها، وذلك بحسب عدد من المتغيرات المختلفة مثل ضغط الغاز الخامل ودرجة حرارة المصدر و نوع الغاز الخامل وتدفق الغاز القسري. هذا لمحاولة اكتساب قدر أكبر من التحكم في عينات مسحوق الجسيمات النانوية (مسحوق النانو) المنتجة [12] يتكون الجهاز من الفولاذ المقاوم للصدأ وغرفة العمليات الفولاذية ، ومضخات التفريغ ، ومضخة تدوير الغاز الخامل ، والمبادل الحراري ، ووحدة تغذية الأسلاك المعدنية ، ومزود الطاقة. [13]



الشكل I-7: مخطط نظام تكثيف الغاز الخامل.

4-1-5- I الغزل الكهربائي (Electrospinning):

الغزل الكهربائي، تقنية مستخدمة على نطاق واسع للألياف الكهروستاتيكية التي تستخدم القوى الكهربائية لإنتاج ألياف البوليمر بأقطار تتراوح من 2 نانومتر إلى عدة ميكرومتر باستخدام محاليل بوليمر لكل من البوليمرات الطبيعية والاصطناعية، شهدت زيادة هائلة في البحث والاهتمام التجاري على مدى العقد الماضي، توفر هذه العملية إمكانات فريدة لإنتاج ألياف نانوية طبيعية جديدة وأقمشة بهيكل مسامي يمكن التحكم فيه. حظيت عملية الغزل الكهربائي هذه باهتمام كبير في العقد الماضي، ليس فقط بسبب تعدد استخداماتها في غزل مجموعة متنوعة من الألياف البوليمرية ولكن أيضاً بسبب قدرتها على إنتاج الألياف باستمرار في النطاق دون الميكرون الذي يصعب تحقيقه بطريقة أخرى باستخدام معيار تقنيات غزل الألياف الميكانيكية ذات المسام الأصغر ومساحة السطح الأعلى من الألياف العادية. [14]

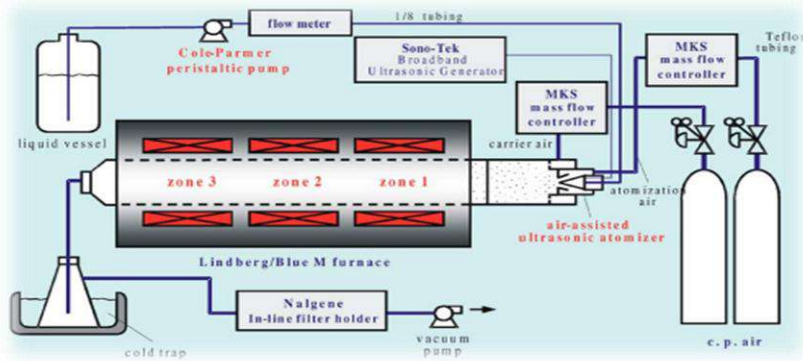


الشكل I-8: رسم تخطيطي لإعداد جهاز الغزل الكهربائي.

5-1-5-I الانحلال الحراري (Pyrolysis):

الانحلال الحراري هو العملية الأكثر استخدامًا في الصناعات لإنتاج الجسيمات النانوية على نطاق واسع. إنه ينطوي على حرق السلائف باللهب. المادة الأولية هي إما سائل أو بخار يتم تغذيته في الفرن عند ضغط عالٍ من خلال ثقب صغير حيث يحترق [15] ثم يتم تصنيف غازات الاحتراق أو المنتج الثانوي لاستعادة الجسيمات النانوية. بعض الأفران تستخدم الليزر والبلازما بدلاً من اللهب لإنتاج درجة حرارة عالية للتبخير بسهولة [16]. الانحلال الحراري بالرش هو أكثر اقتصاداً من العمليات الأخرى (مثل سول-جل وترسيب البخار الكيميائي) التي تنطوي على خطوات متعددة أو

يجب إجراؤها في الفراغ. علاوة على ذلك ، توفر مرونته الكيميائية العديد من الفرص للتوليف المتحكم به لمساحيق وأغشية السيراميك المتقدمة.[17]

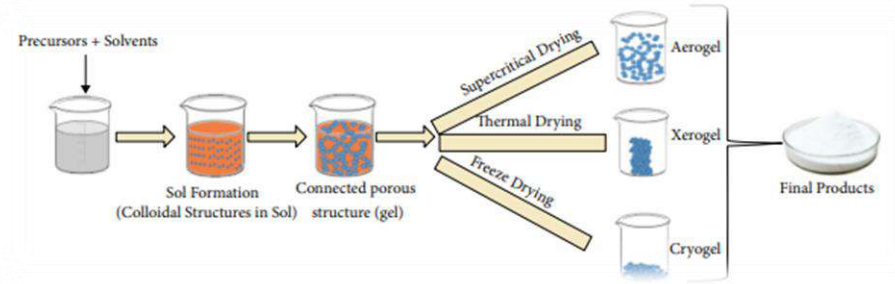


الشكل I-9 : رسم تخطيطي لنظام الانحلال الحراري بالرش.

I-5-2 الطرق الكيميائية Chemical Methods :

I-5-2-1 طريقة SOL-GEL :

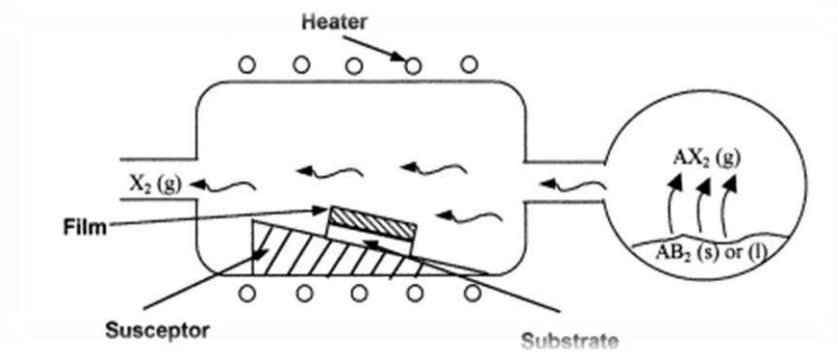
هي الطريقة الأكثر تفضيلاً لبساطتها ولأن معظم الجسيمات النانوية يمكن تصنيعها من هذه الطريقة، إنها عملية كيميائية رطبة يتم فيها إذابة المادة الجزيئية (عادةً ألكوكسيد المعدني) في الماء أو الكحول وتحويلها إلى هلام عن طريق التسخين والتقليب عن طريق التحلل المائي / التحلل الكحولي. نظراً لأن الجل الناتج رطب ، يجب تجفيفه باستخدام طرق مناسبة اعتماداً على الخصائص المرغوبة وتطبيق الجل. على سبيل المثال ، إذا كان محلول كحولي تتم عملية التجفيف عن طريق حرق الكحول. بعد مرحلة التجفيف ، يتم سحق المواد الهلامية المنتجة ثم تحميصها ، هي طريقة فعالة من حيث التكلفة وبسبب درجة حرارة التفاعل المنخفضة ، هناك تحكم جيد في التركيب الكيميائي للمنتجات. يمكن استخدام طريقة sol-gel في عملية صنع السيراميك كمواد صب و يمكن استخدامها كوسيط بين الأغشية الرقيقة لأكاسيد المعادن في تطبيقات مختلفة.[18]



الشكل I- 10 : رسم تخطيطي لمراحل مختلفة من عملية سول-جل.

I-5-2-2 ترسيب البخار الكيميائي (Chemical Vapour Deposition):

ترسيب البخار الكيميائي هو ترسيب طبقة رقيقة من المواد المتفاعلة الغازية على ركيزة. يتم الترسيب في غرفة تفاعل عند درجة حرارة محيطة عن طريق دمج جزيئات الغاز. يحدث التفاعل الكيميائي عندما تتلامس الركيزة الساخنة مع الغاز المدمج. ينتج عن هذا التفاعل طبقة رقيقة من المنتج على سطح الركيزة يتم استعادتها و استخدامها. درجة حرارة الركيزة هي العامل المؤثر في CVD , مزايا CVD هي جزيئات نانوية شديدة النقاء وموحدة وصلبة وقوية. [19]

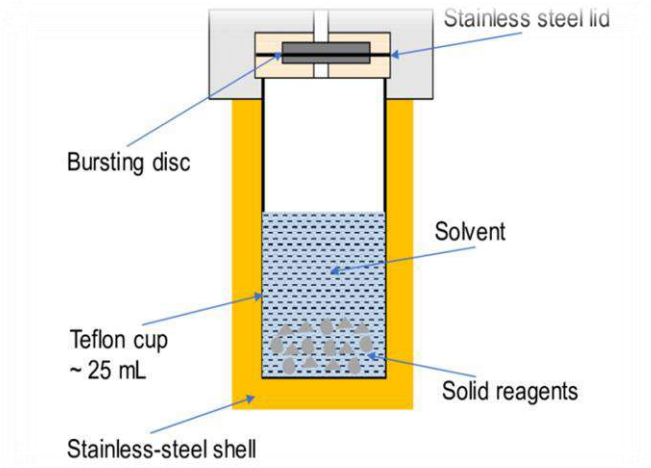


الشكل I- 11: رسم تخطيطي لترسيب كيميائي حراري للبخار ذو الجدار الساخن.

I-5-2-3 طريقة Solvothermal :

يمكن تعريف العملية الحرارية المذابة على أنها عملية في وعاء تفاعل مغلق تؤدي إلى تحلل أو تفاعل (تفاعلات) كيميائي بين السلائف في وجود مذيب عند درجة حرارة أعلى من درجة حرارة غليان هذا المذيب. هي طريقة لتحضير مجموعة متنوعة من المواد مثل المعادن وأشباه الموصلات والسيراميك والبوليمرات. تتضمن العملية استخدام مذيب تحت ضغط متوسط إلى مرتفع (عادة بين 1 atm و 10000 atm) ودرجة حرارة (عادة بين 100 درجة مئوية و 1000 درجة مئوية) مما

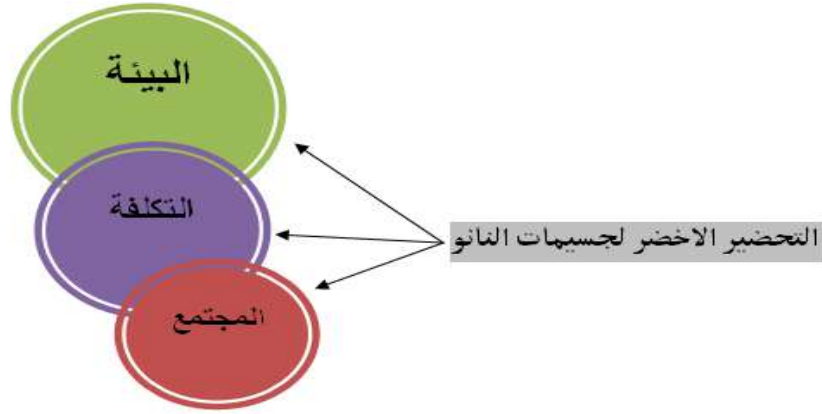
يسهل تفاعل السلائف أثناء التخليق. إذا تم استخدام الماء كمذيب ، فإن الطريقة تسمى "التوليف الحراري المائي". عادة ما يتم إجراء التخليق في ظل الظروف الحرارية المائية تحت درجة حرارة الماء فوق الحرجة (374 درجة مئوية). يمكن استخدام هذه العملية لإعداد العديد من الأشكال الهندسية بما في ذلك الأغشية الرقيقة والمساحيق السائبة والبلورات المفردة والبلورات النانوية. يمكن استخدام الطريقة لتحضير حالات الاستقرار الديناميكي الحراري والثابتة بما في ذلك المواد الجديدة التي لا يمكن تشكيلها بسهولة من الطرق الاصطناعية الأخرى. [20]



الشكل I - 12: رسم تخطيطي للتوليف الحراري

I-5-3 الطرق البيولوجية (Methods Biological):

تعمل عيوب طرق التوليف الفيزيائية والكيميائية (الإنتاجية المنخفضة ، والتحكم في الشكل ، والسلائف السامة ، والتكلفة والنفايات الخطرة) على تحويل تركيز الباحثين نحو التقنيات الحيوية لتخليق الجسيمات النانوية، وذلك باستخدام النباتات والفطريات والطحالب والكائنات المجهرية كالبكتيريا . تسمى هذه التقنية بالكيمياء الخضراء كونها صديقة بالبيئة ، إن السبب لاستخدام الكيمياء الخضراء هو كون هذه النباتات والكائنات تحوي على البروتينات والدهون والسكريات وغيرها من المركبات الطبيعية وهذه بدورها تكون عوامل مختزلة تقوم باختزال ايونات المعدن إلى الجسيمات النانوية لاحتوائها على مجاميع فعالة. إن الأهمية العلمية لهذه الطريقة هي الحصول على جسيمات نانوية أفضل بكثير من تلك المصنعة بالطرق الفيزيائية والكيميائية القائمة على جوانب مختلفة، على سبيل المثال تقضي التقنيات الخضراء على استخدام المواد الكيميائية باهظة الثمن ، وتستهلك طاقة أقل ، وتنتج منتجات غير ضارة بالبيئة ، تعد التكنولوجيا الحيوية النانوية الخضراء طريقاً بديلاً واعداً لتخليق الجسيمات النانوية المستقرة المتوافقة حيويًا. [21]

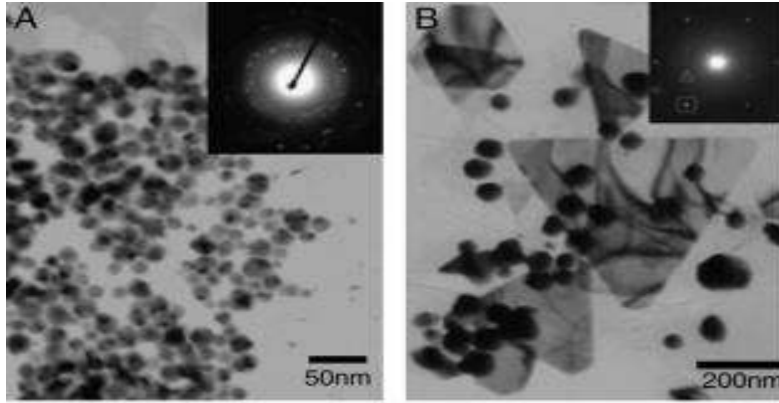


الشكل I-13: مخطط يوضح أهمية نهج الكيمياء الخضراء.

I-5-1-3 باستخدام البكتيريا:

قد ظهر تكوين المواد النانوية بواسطة الخلايا الميكروبية كنهج واعد لتخليق الجسيمات النانوية المعدنية. تعتبر الخلايا الميكروبية مصانع حيوية محتملة لتخليق جزيئات الذهب والفضة وكبريتيد الكادميوم, يمكن للبكتيريا تخليق الجسيمات النانوية المعدنية غير العضوية داخل الخلايا أو خارجها. تتضمن التقنية خارج الخلية التخفيض الحيوي للأيونات المعدنية إما على سطح جدار الخلية أو في وسط المحيط بينما تتضمن الطريقة داخل الخلايا تخليق الجسيمات النانوية داخل الخلية البكتيرية [22]. على سبيل المثال إنتاج بكتيريا *R. Capsulata* لجزيئات الذهب النانوية خارج الخلية. يتحكم الأس الهيدروجيني في شكل وحجم جزيئات الذهب النانوية حيث تظهر قياسات المجهر الإلكتروني للإرسال (TEM) الأشكال والأحجام المختلفة لجسيمات الذهب النانوية المتكونة مع تغيرات الأس الهيدروجيني. كما هو مبين في الشكل I-14، فإن جسيمات الذهب النانوية المفصولة جيداً مع التجميع العرضي تكون بشكل أساسي كروية في نطاق حجم 10-20 نانومتر عند الرقم الهيدروجيني 7. مع انخفاض الرقم الهيدروجيني إلى 4، ظهرت ألواح الذهب النانوية المثلثية بحجم 400-50 نانومتر، ينظم الأس الهيدروجيني المختلف تركيز البروتون مما يؤدي إلى التحكم في شكل جسيمات الذهب النانوية. المجموعات الرئيسية من الإنزيم الذي تفرزه الكتلة الحيوية والتي قد تلعب دوراً مهماً في تقليل أيونات $AuCl_4$ تشمل المجموعات الأمينية والسلفهيدريل والكربوكسيلية. ويمكن أن ترتبط أيونات $AuCl_4$ بالكتلة الحيوية من خلال هذه المجموعات الوظيفية، وقد تحمل هذه المجموعات من الكتلة الحيوية شحنة موجبة أكثر عند قيم الأس الهيدروجيني المنخفضة، مما يضعف القدرة المختزلة للكتلة الحيوية ويسمح لأيونات $AuCl_4$ بالاقتراب من مواقع الربط. لذا فإن معدل تفاعل أيونات الذهب بطيء جداً وامتصاص الكتلة

الحيوية قوي ، مما يساهم في تكوين مورفولوجيا الصفائح النانوية. عند زيادة قيم الأس الهيدروجيني ، تزداد القدرة المختزلة ومعدل التفاعل بشكل متماثل ويمكن أن تساهم في تكوين جزيئات كروية مفضلة لديناميكا الحرارية.[23]



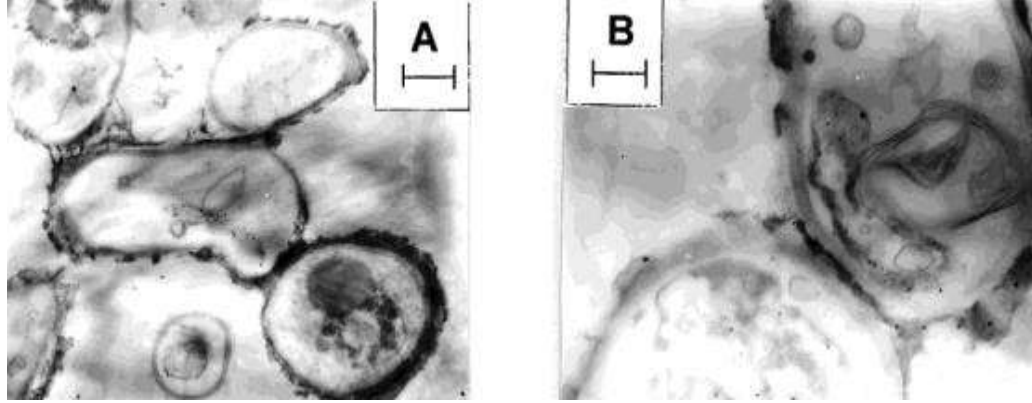
الشكل I- 14 : A : صورة TEM لجسيمات الذهب النانوية عند درجة الحموضة 7.

B : صورة TEM لجسيمات الذهب النانوية عند الرقم الهيدروجيني 4.

I- 5-3-2 باستخدام الفطريات :

على غرار البكتيريا ، نظراً لتحملها وقدرتها على التراكم الحيوي للمعادن ، وقدرتها العالية على الارتباط وامتصاصها داخل الخلايا ، كانت الفطريات موضع اهتمام في الإنتاج البيولوجي للجسيمات النانوية المعدنية. بالمقارنة مع البكتيريا ، الفطريات أسهل في المعالجة في المختبر. آلية إنتاج الجسيمات النانوية باستخدام الفطريات مختلفة فمثلا تفرز الفطريات كميات كبيرة من الإنزيمات التي تستخدم لتقليل أيونات الفضة التي تحفز تكوين الجسيمات النانوية المعدنية [22]. تم إجراء أول تخليق يتضمن طرقاً بواسطة الفطريات لتخليق الجسيمات النانوية المعدنية في بداية القرن العشرين ، وتم تصنيع Ag NPs بقطر 25 ± 12 نانومتر باستخدام فطر *Verticillium* ، أثناء تعرض الفطر لمحلول $AgNO_3$ ، يتم تقليل الأيونات وتكوين Ag NPs كان قطر الجسيمات النانوية حوالي 25 نانومتر ، مما يمثل تشتتاً أحادياً جيداً وتشكلاً كروياً. أشار التحليل المجهر الإلكتروني للمقاطع الرقيقة من الخلايا الفطرية إلى أن جزيئات الفضة تكونت في سطح جدار الخلية كما يوضحه الشكل I- 15 ، و يرجع ذلك إلى اختزال أيونات المعادن بواسطة الإنزيمات الموجودة في غشاء جدار الخلية. يتميز نهج الكيمياء الخضراء المبني على الفطريات تجاه تخليق الجسيمات النانوية الفضية بالعديد من المزايا مثل سهولة توسيع نطاق العملية والجدوى الاقتصادية ، وإمكانية تغطية مساحات كبيرة بسهولة من خلال النمو المناسب للفطريات. إن

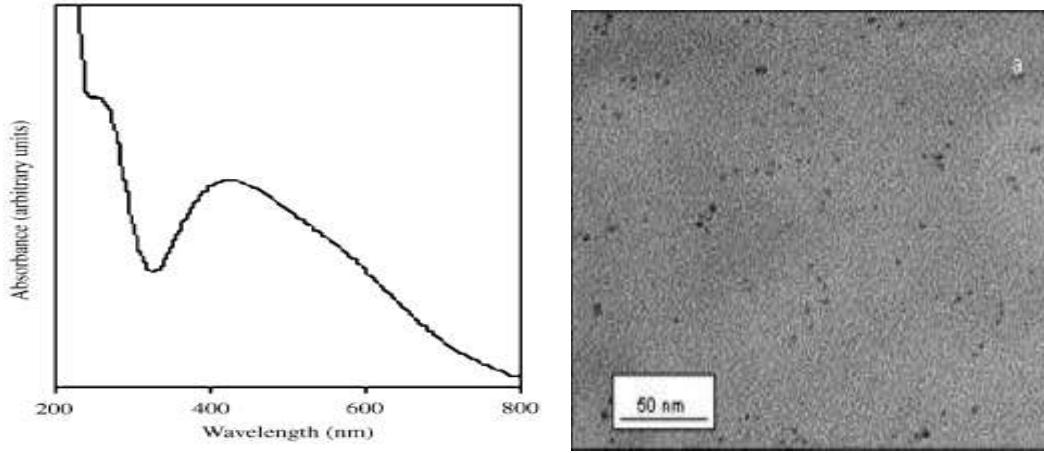
التحول من البكتيريا إلى الفطريات كوسيلة لتطوير "المصانع النانوية" الطبيعية ، له ميزة إضافية تتمثل في أن المعالجة النهائية والتعامل مع الكتلة الحيوية ستكون أبسط بكثير. علاوة على ذلك ، بالمقارنة مع البكتيريا ، من المعروف أن الفطريات تفرز كميات أكبر من البروتينات ، وبالتالي تزيد بشكل كبير من إنتاجية نهج التخليق الحيوي. [24]



الشكل I-15: صور TEM لأقسام رقيقة من خلايا *Verticillium* (A) تُظهر هذه الصورة جزيئات صغيرة من الفضة منظمة على الجدران الخلوية الفطرية (B) صورة تكبير أعلى قليلاً للتقاطع بين اثنين من الفطريات، الموجودة في الزاوية اليمنى العليا خلية *Verticillium* فردية بها جزيئات الفضة مرتبطة بوضوح بسطح الغشاء السيتوبلازمي

I-5-3 باستخدام الخمائر:

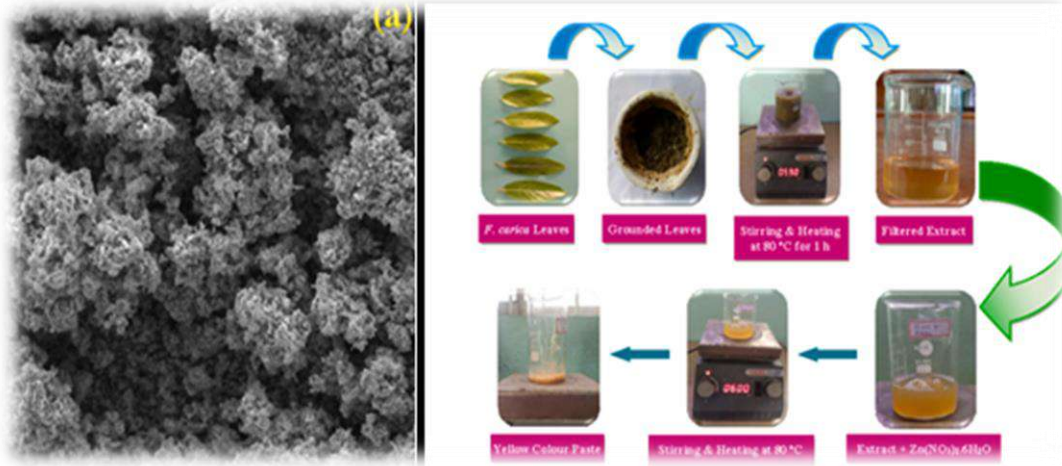
على غرار الفطريات ، تم أيضاً فحص الخمائر على نطاق واسع، فمثلاً تم تصنيع جسيمات الفضة النانوية في نطاق حجم 2-5 نانومتر خارج الخلية بواسطة سلالة الخميرة MKY3 المتحملة للفضة ، عند الطعن بـ 1 مل مولر من الفضة القابلة للذوبان في مرحلة تسجيل النمو. تم فصل الجسيمات النانوية عن طريق ابتكار طريقة جديدة تعتمد على الذوبان التفاضلي للعينة. أكدت فحوصات الامتصاص البصري والمجهر الإلكتروني النافذ أن جسيمات الفضة النانوية المعدنية (الأولية) قد تشكلت (الشكل I-16). من الممكن أن تفرز خلايا الخميرة عوامل اختزال كيميائية حيوية معينة فقط استجابةً لـ "إجهاد" الفضة. من المعروف أن الكيتونات الفضية شديدة التفاعل وتميل إلى الارتباط بقوة بمجموعات المانحين للإلكترون التي تحتوي على الكبريت أو الأكسجين أو النيتروجين. مثل هذا الارتباط مع الجزيئات الحيوية مثل البروتينات الصغيرة يمكن أن يقيد حجم الجسيمات. التوليف خارج الخلوي لجسيمات الفضة النانوية بواسطة MKY3 مفيد للغاية لأن فصل الجسيمات أبسط بكثير ، وأقل استهلاكاً للوقت وبدون الكثير من التعقيد ، كما يتضح من الطريقة الجديدة للذوبان التفاضلي المستخدمة في هذا العمل. [25]



الشكل I-16: صورة TEM لجسيمات الفضة النانوية و طيف الامتصاص لجسيمات الفضة النانوية المصنعة بواسطة الخميرة MKY2.

I-5-3-4 باستخدام النبات:

إن تخليق الجسيمات النانوية المعتمد على الكائنات الحية الدقيقة بطيء مع انخفاض الإنتاجية ، واستعادة الجسيمات النانوية يتطلب معالجة متطورة. من الأساليب البيولوجية الصديقة للبيئة ، يتمتع التوليف المستوحى من النباتات بمزايا تتفوق على الأساليب الميكروبية يتكون التركيب البيولوجي للجسيمات النانوية المعدنية وأكسيد المعادن باستخدام المواد النباتية من ثلاث خطوات رئيسية ، بما في ذلك (أ) اختيار وسط المذيب ، (ب) اختيار عوامل الاختزال غير السامة ، و (ج) اختيار مواد صديقة للبيئة من أجل استقرار الجسيمات النانوية، لذلك أصبح النهج النباتي لتخليق المعادن وأكسيد المعادن شائعاً لدى العلماء بسبب بساطة الإجراءات والاستقرار ، وتطبيقاتها المحتملة ، واستمرار الطلب على مستخلص نباتي مناسب بخصائص مضادة للأكسدة [22] فمثلا يتم الحصول على جزيئات أكسيد الزنك النانوية (ZnO NPs) باستخدام المواد الكيميائية النباتية الموجودة في مستخلص أوراق شجرة (F. carica) (F. carica) (J. Arumugam et al , 2021). يحتوي مستخلص أوراق F. carica على مواد كيميائية نباتية غنية ، مثل المركبات الفينولية والقلويدات والفلافونويدات والأحماض العضوية التي تلعب دور عوامل الاختزال والتغطية لتطوير واستقرار ZnO NPs الصغيرة التي تتفاعل في النهاية مع ZnO NPs المجاورة عن طريق الجاذبية الكهروستاتيكية التي أدت إلى تكوين كتلة ZnO، أشارت صور المجهر الإلكتروني الماسح إلى تكوين ZnO NPs كروية صغيرة في شكل مجموعات يتراوح قطرها بين 30 و 40 نانومتر بمتوسط قطر يبلغ 35 نانومتر (الشكل I-17). [26]



الشكل I-17: خطوات التوليف الأخضر لـ ZnO NPs باستخدام مستخلص أوراق *F. carica*.

A: صور SEM لـ ZnO NPs الأخضر المركب باستخدام مستخلص أوراق *F.*

وكمثال آخر لتحضير جسيمات نانوية بواسطة النبات، تم تحضير جسيمات أكسيد الكوبالت النانوية وزيادة فاعليتها وتحسين أداءها كمضادات للبكتيريا ومضادات الأكسدة.

I-6 خصائص جسيمات النانو:

I-6-1 الخصائص الميكانيكية:

تزداد الخواص الميكانيكية للمادة النانوية مع انخفاض الحجم، إذ ترتفع صلابتها وكذلك تزيد مقاومتها لمواجهة الجهد والأحمال الواقعة عليها إضافة إلى اكتسابها مزيد من المتانة. [27]

I-6-2 الخصائص الفيزيائية:

تتأثر قيم درجات انصهار المادة بتصغير أبعاد حبيباتها، فدرجة الذوب في حجمه الطبيعي التي تصل إلى 1064 درجة حرارة تقل إلى 500 درجة بعد تصغير حبيباته إلى نحو 1.35 نانومتر. [27]

I-6-3 الخصائص البصرية:

تعتمد الخصائص البصرية للمواد النانوية على الحجم والشكل والتركيب، إن تقليل الحجم له تأثير كبير على الخصائص البصرية بسبب تأثير الحجم الكمي وتأثير رنين البلازمون على السطح، فلون الذهب الطبيعي "الأصفر الذهبي" يتغير إلى لون شفاف عند تصغير حبيباته إلى أقل من 20 نانومتر

كما تتحول الوانه من الأخضر إلى البرتقالي ثم الأحمر مع زيادة تصغير إجماعها ,وهذه الخاصية تمكننا من صناعة شاشة عالية الدقة فائقة التباين و نقاء الألوان.[27]

I-4-6 الخصائص المغناطيسية:

تعتمد قوة المغناطيس اعتمادا كليا على مقياس أبعاد حبيبات المادة المصنوع منها المغناطيس ,و كلما صغر حجم الجسيمات وتزايدت مساحة أسطحها الخارجية و وجود الذات على تلك الأسطح كلما ازدادت قوة المغناطيس وشدته ,مما يمكننا من استخدامها في المولدات الكهربائية الضخمة ومحركات السفن , وصناعة أجهزة التحليل فائقة الدقة ,والتصوير بالرنين المغناطيسي.[27]

I-5-6 الخصائص الكهربائية:

يؤدي تصغير أحجام حبيبات المواد إلى الأقل من 100 نانومتر الى تزايد قدرتها على توصيل التيار الكهربائي مما يمكننا من استخدام هذه المواد في صناعة الأجهزة الحساسة الدقيقة والشرائح الالكترونية.[27]

I-6-6 الخصائص الكيميائية:

إذا كانت الجسيمات النانوية متجانسة وبنفس الحجم فان تفاعلها يزداد.[28]

I-7-1 أسباب تغير خصائص الجسيمات النانوية:

I-7-1-1 حجم الجسيمات : بالرغم من إن خصائص المواد كالتوصيل واللون لا تتغير بتغير الحجم ,إلا عندما يصل حجمها إلى مقياس النانومتر فان خصائصها تتغير مثلا السيليكون بالحجم الطبيعي يعتبر مادة معتمة لا تشع أما عندما يكون بحجم 1 نانومتر يشع بالأزرق وعندما يكون بحجم 3 نانومتر يشع بالأحمر. [28]

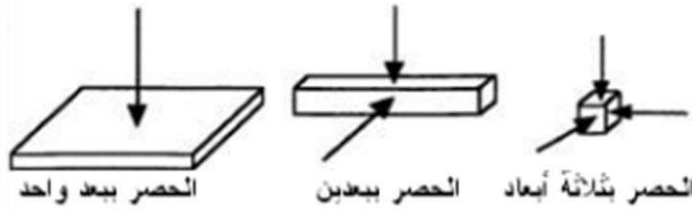
I-7-2 شكل الجسيمات: تعتمد خصائص الجسيم النانوي على الشكل الذي قد يكون كرويا أو أنبوبيا أو سداسيا أو غيرها من الأشكال او بخلاف الأجسام عند المقاييس الأكبر من مقياس النانومتر , فان خصائصها لا تختلف مثل مكعب الخشب ولوح الخشب . [28]

I-7-3 تركيب الجسيمات: أي ما نوع الذرات والجزيئات التي يتركب منها الجسيم النانوي وما عددها. [28]

I-7-4 درجة التجمع : بعض الجسيمات النانوية تكون الجزيئات او الذرات فيها متباعدة ,و البعض الاخر تكون جزيئاتها او ذراتها متكتلة ملاصقة لبعضها البعض ,واختلاف درجة التجمع الجزيئات من جسيم الى اخر بسبب تغير الخصائص. [28]

I-7-5 التوزيع: قد يكون توزيع الجزيئات أو الذرات داخل الجسيم منتظما او غير منتظم وقد يكون مستقرا او غير مسقر فمثلا جزيئات السيليكون متوزعة بانتظام في المحلول فيشع المحلول كله لكن بعد تركها لعدة أيام يصبح توزيعها غير منتظم وتنزل للقاع فلا يعد المحلول يشع بالكامل. [28]

I-7-6 الحصر الكمي: تختلف صفات المادة باختلاف انحصارها الكمي , فبعض المواد تكون ذراتها محصورة في بعدين فتكون حركة الالكترونات في اتجاه واحد كحركة الماء في الأنابيب وبعض المواد تكون الذرات فيها محصورة في بعد واحد فتكون حركة الالكترونات في اتجاهين مثل البئر الكمي [28].



الشكل I-18: تبسيط أنواع الحصر الكمي.

خلاصة :

تعرفنا من خلال هذا الفصل على ماهية تقنية النانو ومميزاتها و مفهوم الجسيمات النانوية و أشكالها و طرق تحضيرها المختلفة وخصائصها، وتوصلنا أن لتقنية النانو أهمية واسعة فهي غير مكلفة مقارنة بالتقنيات المستخدمة حاليا ، وعوائدها الاقتصادية مرتفعة للغاية.و تعمل على تكامل العلم والتكنولوجيا للتوجه نحو التطبيقات العلمية ، حيث يبدأ عملها من المكونات الأساسية للمادة (الذرات والجزيئات) مما يجعل تأثيرها واسعا كبيرا ، ويشمل جميع مجالات العلوم التقنية.

الفصل الثاني:

تشخيص الجسيمات النانوية

مقدمة:

إن ثورة تقنية النانو تدين في تقدمها الى التطور الكبير الذي حدث في تقنيات و تطبيقات المجاهر النانوية , والتي ادت الى امكانية تطور و دراسة الذرات و الجزيئات و بسبب خصائصها و مميزاتها فتحت مجالاً جديداً و هو إمكانية معالجة الذرات و الجزيئات الأحادية بتحديد مواضعها و تحريكها و نقلها الى المواقع المطلوبة. لذا فإن مدى تطبيقات هذه الأجهزة يفتح آفاق علمية و تقنية واسعة للدخول و التعامل مع العالم النانوي , و إن محاولة استكشاف و فهم مثل هذه العمليات الدقيقة والمعقدة تجعل من تقنيات و تطبيقات هذه الأجهزة مشروعاً صعباً جداً و مسعى مثير للاهتمام على حد سواء.

ويمكن تصنيف التقنيات و المجاهر النانوية بشكل عام الى المجهر النفقي الماسح (STM) و مجهر القوة الذرية (AFM), و المجهر الإلكتروني الماسح (SEM) و المجهر الإلكتروني النافذ (TEM) [29] , تم تطوير طرق جديدة للتصوير عالي الدقة , مثل الفحص المجهر البصري للمجال القريب (NSOM) [30] و تشتت حيود الأشعة السينية (XRD) , تشتت الضوء الديناميكي (DLS) , و التحليل الطيفي مثل التحليل الطيفي للأشعة فوق البنفسجية المرئية (UV-VIS) , مطيافية الأشعة تحت الحمراء لتحويل فورييه (FTIR) , مطيافية الأشعة السينية الضوئية (XPS) , الأشعة السينية المشتتة لطاقة تقنيات التحليل الطيفي (EDX). وفضل هذه الأجهزة الابحاث المتعلقة بتقنية النانو و الجسيمات النانوية وخصائصها على الجانبين النظري والعملي و في جميع المجالات العلمية و التقنية [31]



الشكل II-1: مخطط تشخيص الجسيمات النانوية [31]

1-II-1 المجهر النفقي الماسح (STM) Scanning Tunneling Microscope:

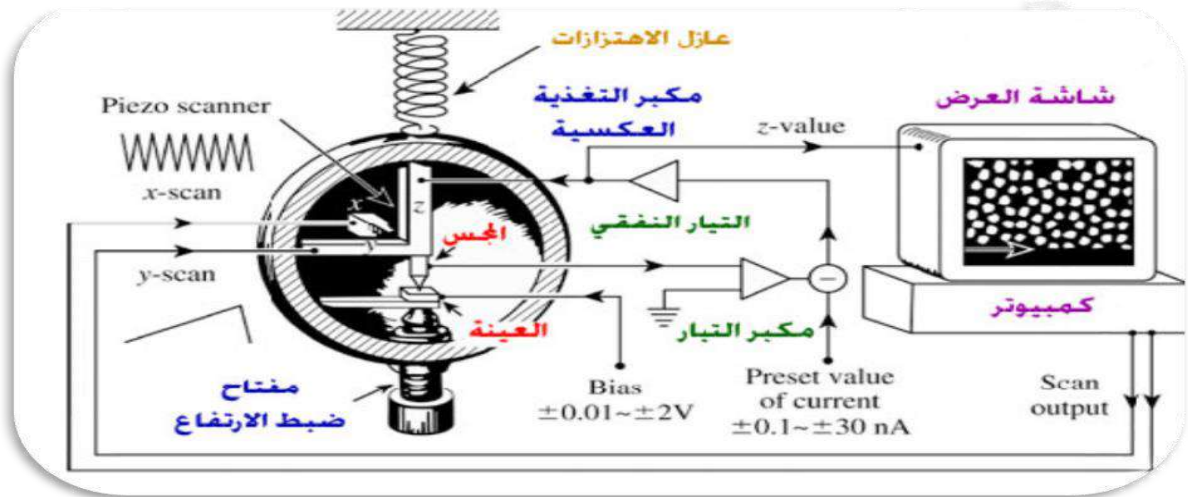
المجهر النفقي الماسح والذي اسمه العلمي Scanning Tunneling Microscope الشكل 2 والذي يعرف باختصار STM هو أداة قوية للحصول على صور لأسطح المواد على المستوى الذري. تم اختراع هذا الجهاز في 1981 على يدي العالمين Gerd Binnig و Heinrich Rohrer في شركة IBM. وحصل على جائزة نوبل في عام 1986 لاختراعهما هذا الجهاز الذي سمح لأول مرة برؤية الذرة ثلاثية الأبعاد.

يتمتع جهاز STM بقدرة تحليلية عالية تصل إلى 0.1nm وعمق يصل إلى 0.01nm وبهذه القدرة التحليلية العالية يمكن ان نحصل على صور للذرات داخل المواد, هذا بالإضافة الى التحكم في الذرات وتحريكها.

يعتبر جهاز المجهر النفقي من الأجهزة الأساسية في علم النانو تكنولوجي و الذي ساعد في دراسة المواد على المستوى الذري وفي بناء و فحص التراكيب النانوية. و تعتمد فكرة عمله على مبدأ النفق الكمي Quantum Tunneling. فعندما يقترب طرف المجس الموصل للكهرباء والذي يعرف باسم tip من السطح المراد فحصه يطبق فرق جهد بين السطح وطرف المجس TIP يسمح بمرور الإلكترونات من خلال نفق في الفراغ بينهما. تيار الإلكترونات هذا يعرف باسم التيار النفقي. Tunneling Current. يعتمد التيار النفقي على موضع المجس بالنسبة للسطح و على فرق الجهد المطبق وعلى الكثافة الموضعية للعينة, و المعلومات التي نحصل عليها من جهاز STM هي مراقبة التغير في التيار النفقي عند مسح سطح العينة بالمجس وتعرض البيانات في شكل صورة. يتطلب تشغيل جهاز Stm درجة عالية من النظافة والاستقرار للسطح ولهذا يتم تشغيل المجهر في مفرغة هواء Vacuum Chamber ويكون المجس حادا جدا, بحيث يكون طرفه بسمك ذرة او ذرتين , ويتصل المجس بأجهزة تحكم دقيقة لتحريكه في الأبعاد الثلاثة بالنسبة للعينة , وتستخدم أيضا أجهزة إلكترونية متطورة لرصد التيار وترجمة التغيرات فيه الى صورة. [32]

1-II-1 تركيب الجهاز :

يشتمل تركيب جهاز STM على المجس الماسح tip وماسح يعمل بالكهرباء الانضغاطية PIEZOELECTRIC للتحكم في الارتفاع وفي الأبعاد السطحية x، y، وجهاز التحكم في المسافة بين مجس المسح و سطح العينة, ونظام العزل من الاهتزازات ، و كمبيوتر.



الشكل II - 2 : تركيب جهاز STM

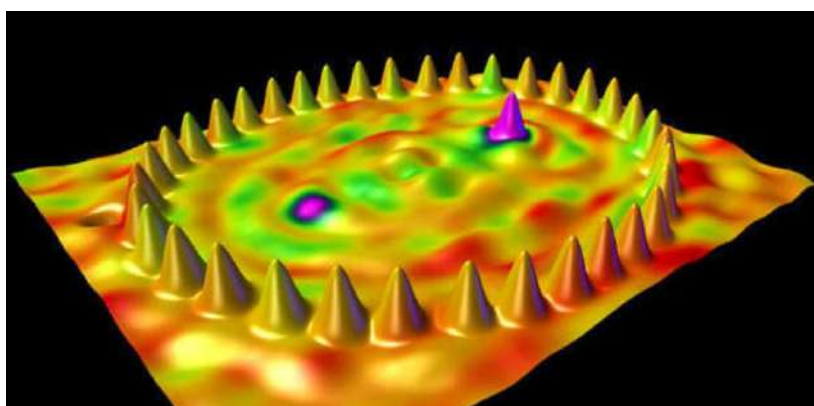
II-1-1 معالجة الجسيمات والذرات:

ان تقنية معالجة الذرات والجزيئات والتراكيب النانوية تتم من خلال السيطرة الدقيقة على التفاعلات بين رأس المجس والجسيم الملتصق مثل الذرة والجزيئة على سطح المواد لنتمكن من تعديل وتحريك الجسيمات الى المواقع المطلوبة , وتتم هذه العملية من خلال وضع رأس المجس فوق الذرة وبعد ذلك يخفض رأس المجس لزيادة التفاعل بين المجس والذرة , وكنتيجة لذلك فإن تفاعل رأس المجس والذرة يزداد , وبعدها تتبع الذرة حركة رأس لمجس الى الموقع المطلوب . ان التفاعل بين المجس والذرة يكون قوي اذ يمكن للذرة التغلب على حاجز الطاقة للتحرك على السطح , وعند وصول الذرة الى الموقع يعزل رأس المجس .

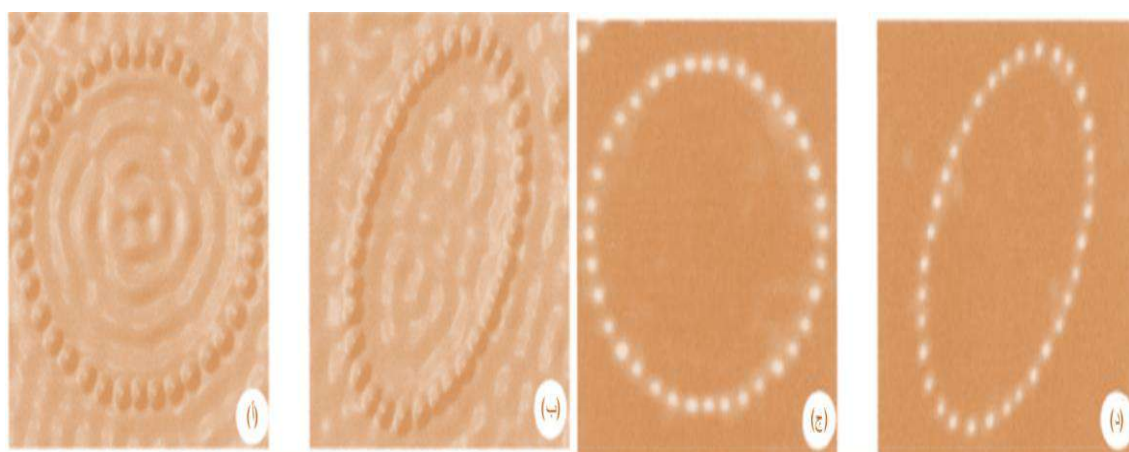
ان هذه العملية يمكن اعادتها ذرة بذرة لإيجاد التركيب النانوي , ويمكن تصنيف تقنيات المعالجة الى قسمين هما المعالجة الجانبية والمعالجة العمودية , حيث تعتمد هذه التقنيات على ثلاث ميكانيكيات اساسية لعملية المعالجة وهي القوى الكيميائية و الكترولونات النفق و المجال الكهربائي , وتستخدم لتخفيض حاجز الطاقة و الحركة للجسيم الملتصق لتسهيل العملية . عند اقتراب رأس المجس من الجسيمات الملتصقة فإن الجسيمات تواجه اما تفاعلات تجاذب او تنافر وتكون حركة الجسيمات على السطح موجهة بطبيعة هذا التفاعل , وكل هذا يمكن المجهر من السيطرة على التفاعلات الكيميائية للذرات والجزيئات وبناء التراكيب النانوية تشخيصها [29]



شكل II-3: جهاز STM



الشكل II-4 : المعالجة الذرية لتحضير لتراكيب النانوية عام 1993



الشكل II-5 : ذرات كوبالت (Co) على سطح ناعم من النحاس يتم نقل ذرات الكوبالت الى المكا المطلوب عن طريق التعامل بعناية مع الموقع ورأس المجس STM.

II-2 جهاز القوة الذرية AFM:

جهاز القوة الذري Atomic Force Microscope (AFM) أو جهاز القوة الماسحة Scanning Force Microscopy هو جهاز ذو قدرة تحليلية عالية، له قدرة تحليل تصل الى اجزاء من النانومتر حيث انه يفوق حد تكبير الاجهزة الضوئية بأكثر من 1000 مرة. ويعتبر هذا الجهاز متطورا عن الجهاز النفقي الماسح STM. وقد اخترع جهاز القوة الذرية AFM من قبل العالمان Quate و Gerber في عام 1986. وهو أول جهاز توفر للاستخدام في المختبرات العلمية. ويعتبر هذا الجهاز الأكثر شهرة كأداة تكبير وقياس وتحريك على المستوى النانوي. وحديثاً تمكن علماء فيزيائيون في جامعة اوساكا في اليابان من استخدام جهاز القوة الذرية AFM من التعرف على هوية التركيب الكيميائي وتحديد نوع كل ذرة ومكان تواجدتها على المخطط ثلاثي الابعاد لتضاريس سطح المادة على المستوى الذري. وقد اكتشف هؤلاء العلماء ان التفاعلات تشكل بصمة ذرية لتمييز الذرات باستخدام جهاز AFM. [32]



الشكل II-6: مجهر القوة الذرية

II-2-1 مبداه:

يتكون جهاز القوة الذرية AFM من ذراع Cantilever في نهايته مجس Probe مكون من رأس حاد يعرف بال Tip يستخدم لمسح سطح العينة. تكون الذراع مصنوعة من مادة السليكون أو نيتريد السيليكون بنصف قطر في حدود بضعة نانومترات. عندما يقترب رأس المجس من سطح العينة تتولد قوة بين رأس المجس وسطح العينة تؤدي هذه القوة الى انحراف في الذراع بناء على قوة هوك. وقد تكون القوة المتبادلة قوة ميكانيكية او قوة فاندرفال او قوة شعيرية او قوة كهروستاتيكية او قوة مغناطيسية او قوة رابطة كيميائية او قوة كزيمار او غيرها من انواع القوة وهذا حسب نوع السطح الذي تتم دراسته. كما يمكن دراسة العديد من انواع هذه القوة باستخدام مجسات خاصة وعندها يسمى الاجهزة باسمها مثل اجهزة القوة المغناطيسية (MFM) Magnetic Force Microscope أو جهاز

المسح الحراري Scanning Thermal Microscopy أو غيره. وفي كل هذه الاجهزة تحدث القوة المتبادلة باختلاف انواعها انحراف في ذراع ميكروسكوب القوة الذرية يقاس هذا الانحراف بواسطة انحراف شعاع ليزر عن مرآة مثبتة على ذراع الجهاز وشعاع الليزر المنعكس يرصد على مصفوفة خطية من الفوتودايود . Photodiodes . وهناك طرق اخرى لقياس الانحراف مثل مقياس التداخل الضوئي Optical Interferometry ، أو باستخدام بيزوالكتروك أو مجس سعة كهربائية . وحسب طريقة قياس الانحراف يتم تصميم ذراع الاجهزة فمثلا لو كانت طريقة القياس تعتمد على الكهرباء الانضغاطية (بيزوالكتروك) فان الذراع تصنع من مواد بيزوالكتروك . ولكن تعتبر طريقة قياس الانحراف بشعاع الليزر الطريقة الادق والاكثر استخداما. [32]

يمكن تشغيل جهاز القوة الذرية AFM بعدة انماط تشغيل وهذا حسب الاستخدام المطلوب ونوع الفحص المراد . وبصفة عامة يمكن تقسيم أنماط التشغيل إلى نوعين هما نمط التشغيل الاستاتيكي أو نمط الاتصال والنوع الثاني هو نمط التشغيل الديناميكي أو نمط عدم الاتصال. [32]

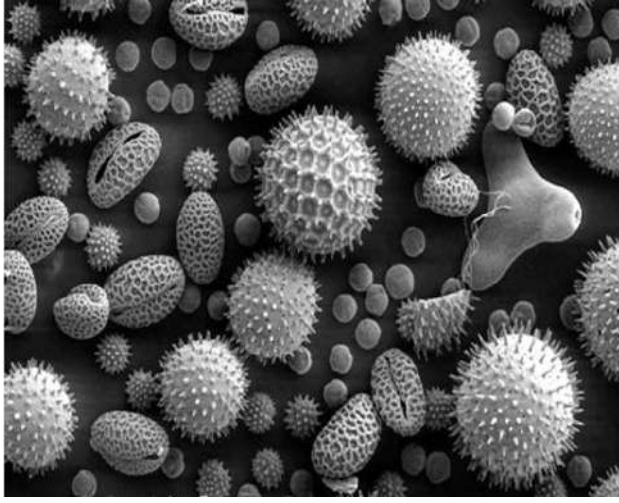
II-2-2 التعرف على الذرات وتمييزها :

يستخدم مقياس القوة الذرية AFM للحصول على صور للذرات ولتحريكها ايضا على أسطح المواد . والذرة على رأس المجس تتحسس الذرات ذرة ذرة على سطح العينة وتشكل قوة كيميائية مع كل ذرة . ولان هذه التفاعلات تغير بشكل دقيق , تردد اهتزاز رأس المجس ، فإنها يمكن ان تقاس وترسم . وعلى هذا الاساس . تم التمييز بين ذرات السليكون والرصاص على سطح سبيكة ، من خلال مقارنة البصمات الذرية وتكبيرها . حيث تم ملاحظة ان رأس المجس يتفاعل مع ذرات السليكون بقوة في حين يتفاعل مع ذرات التن والرصاص بقوة اقل . ولهذا فان الذرات المختلفة يمكن ان تتميز في صورة مصفوفة اثناء مرور رأس المجس على سطح العينة. [32]

II-3-3 المجهر الالكتروني الماسح SEM scanning electron microscope:

تطور جهاز SEM بدأ ببطء شديد ولم يظهر بشكل مفاجئ. فعندما تم الكشف عن هذه التقنية لأول مرة في عام 1935, لم يتوقع العلماء بان جهاز SEM ضروريا بوجود جهاز . TEM وقد اتخذ البروفيسور C.W. Oatley في كلية الهندسة بجامعة كامبردج قرارا غير مترددا بتطوير جهاز الميكروسكوب الالكتروني الماسح . وبالعمل المتواصل والمستمر بإشرافه وبمشاركة زملائه في الكلية وعدد من الطلبة تمكن C.W. Oatley من عرض إمكانيات هذا الجهاز الجديد من قوة تكبيره و قدرة تحليلية وإظهار صور ثلاثية الأبعاد بجودة عالية . واليوم تستخدم أجهزة SEM بشكل يومي في العديد من التطبيقات

من فحص العيوب في أشباه الموصلات في الدوائر الإلكترونية الدقيقة وحتى الكشف عن كيف تعمل الحشرات. [32]



الشكل II-8: حبيبات اللقاح اخذت بواسطة جهاز SEM



الشكل II 7: المجهر الإلكتروني الماسح

II-3-1 المركبات الأساسية في جهاز الالكتروني الماسح SEM:

المدفع الإلكتروني Electron Gun: المدفع الإلكتروني ليس سلاحا كما يبدو من الاسم إلا انه عبارة عن سيل من الإلكترونات اللازمة لعمل جهاز SEM. المدفع الإلكتروني قد يكون أحد النوعين التاليين: المدفع الحراري وهو الأكثر شيوعا ويعمل من خلال استخدام الطاقة الحرارية في فتيلة وغالبا ما تكون فتيلة من التنجسيين مثل تلك الموجودة في المصباح الكهربائي لأنها تمتلك نقطة انصهار عالية، وتعمل الفتيلة عند ارتفاع درجة حرارتها نتيجة لمرور تيار كهربائي فيها على إرسال فيض من الإلكترونات توجه هذه الإلكترونات إلى العينة المراد فحصها. والنوع الثاني هو مدفع المجال الكهربائي، حيث يعمل هذا من خلال إنتاج مجال كهربائي كبير يعمل على سحب الإلكترونات من ذرات المادة التي ستنتج الإلكترونات. المدفع الإلكتروني بنوعيه يوضع عادة أما في أعلى الجهاز أو في أسفله ويقوم بإطلاق سيل الإلكترونات على العينة المراد فحصها. هذه الإلكترونات في العادة لا تذهب إلى المكان المطلوب بشكل تلقائي ومن هنا نحتاج إلى توجيهها وهذا يقوم به العدسات. [32]

العدسات Lenses: تستخدم لإظهار صور دقيقة ومفصلة. فهي ليست مصنوعة من الزجاج بل هي عدسات مصنوعة من مغناطيسات قادرة على توجيه مسار الإلكترونات، مما يضمن ان تصل الإلكترونات إلى المكان المطلوب بدقة. [32]

غرفة العينة Sample Chamber: هو المكان الذي يتم فيه وضع العينة المراد فحصها. ولأن العينة يجب ان تكون ثابتة تماما ولا تتعرض لأي حركة حتى تظهر الصور دقيقة وواضحة. [32]

الكواشف Detectors: الكواشف المستخدمة في جهاز SEM ترصد تفاعل سيل الإلكترونات مع العينة بعدة طرق مختلفة. فعلى سبيل المثال كواشف Everhart – Thornley ترصد الإلكترونات الثانوية ،. هذه الكواشف قادرة على إنتاج أدق الصور لسطح العينة. وهناك كواشف أخرى مثل كواشف الإلكترونات ذات الاستطالة الخلفية backscattered electron وكواشف أشعة اكس والتي تمكن العلماء من تحليل العينة ومعرفة المركبات الكيميائية الموجودة في العينة. [32]

مفرغة الهواء Vacuum Chamber: يتطلب تشغيل جهاز SEM العمل في الفراغ حيث ان الإلكترونات يمكن ان تصطدم بجزيئات الهواء ولا تصل إلى العينة. [32]

II-3-2 طريقة عمله :

يمكن تشبيه فكرة عمل جهاز SEM بألة نسخ المفاتيح. فعندما تطلب نسخة إضافية لمفتاح من صانع المفاتيح فانه يقوم بوضع المفتاح الأصلي في مكان وتقوم الماكينة بتتبع التفاصيل الدقيقة للمفتاح وتضعها على المفتاح الخام لينتج في النهاية نسخة طبق الأصل عن المفتاح الأصلي. لاحظ أن النسخ لا يحدث في نفس اللحظة إنما يتم على شكل تتبع لطرف وتطبيقه على الطرف الأخر. يمكنك الآن أن تتخيل العينة تحت الفحص هي المفتاح الأصلي. يأتي هنا دور جهاز SEM في استخدام شعاع الإلكترونات الناتج عن المدفع الإلكتروني وتوجيهه إلى العينة ومسح سطح العينة ليقوم بعمل نسخة طبق الأصل ولكن هنا تظهر لك النسخة على شاشة تلفزيون. وبدلا من إن يقوم الشعاع الإلكتروني بمسح سطح العينة في بعد واحد فانه يقوم بمسح ثلاثي الأبعاد لينتج لك صورة ثلاثية الأبعاد بكل التفاصيل من تجاويف وخدوش وشقوق. عندما يمسح الشعاع الإلكتروني سطح العينة فانه يتفاعل مع السطح وينتزع إلكترونات من سطح العينة بشكل محدد. هذه الإلكترونات المنتزعة يتم كشفها بواسطة الكاشف عن طريق جذب الإلكترونات المتشحنة بالانعكاس عن سطح العينة backscattered وكذلك أشعة x المنبعثة عن العينة. نقطة بنقطة وسطر بسطر ويتم تكوين الصورة عن العينة الأصلية ومن هنا جاء اسم الجهاز بأنه جهاز ميكروسكوب الكتروني ماسح والآن أصبحنا نعرف لماذا أطلق عليه اسم الماسح.

بالطبع لا يمكن أن يقوم جهاز SEM بعمله بدون ان يتم التحكم في حركة الشعاع الإلكتروني والذي يتحكم فيه من خلال المجال المغناطيسي باستخدام فرق جهد متغير ، للتحكم في تحريك شعاع الإلكترونات على العينة. وتقوم ملفات توليد المجال المغناطيسي بإنتاج المجال المغناطيسي اللازم لمسح الشعاع الإلكتروني بشكل دقيق ذهابا وإيابا على العينة. وإذا أراد الباحث أن يزيد قوة التكبير فإنه يقوم بجعل الشعاع الإلكتروني يقوم بالمسح على منطقة أصغر على العينة. [32]

4-II المجهر الإلكتروني النافذ TEM:

مع تطور أجهزة التكبير أصبح بالإمكان رؤية المواد على المستوى الذري ، مما فتح المجال لتكنولوجيا النانو لتتطور وتنتشر. جهاز الميكروسكوب الإلكتروني النافذ والذي يعرف بالاسم Transmission Electron Microscopy ويختصر ب TEM هو أحد أهم أجهزة التكبير. و من خلال اسمه يمكننا التنبؤ بالتقنية التي يعمل بها ، حيث ينفذ شعاع من الإلكترونات من عينة رقيقة جدا ، ويتفاعل معها . تتكون الصورة من تفاعل الإلكترونات النافذة من العينة حيث يمكن أن تكبر الصورة وتركز على شاشة فلوريسنت أو على طبقة من فيلم فوتوغرافي ، أو أن ترصد بواسطة كاميرا فيديو . CCD يستطيع المجهر الإلكتروني النافذ أن يكون صور بدقة تحليلية عالية جدا أكبر بكثير من تلك التي يمكن أن نحصل عليها من المجهر الضوئي التقليدي والسبب في ذلك يعود إلى الطول الموجي القصير المصاحب للإلكترونات (موجة دبرولي DEBROGLIE). و هذا يجعلنا نستخدم هذه الأداة لرؤية تفاصيل دقيقة تصل في دقتها إلى رؤية صف من الذرات. هذه الدقة جعلت جهاز الميكروسكوب الإلكتروني النافذ أداة تحليلية هامة تستخدم في العديد من المجالات العلمية في الفيزياء والبيولوجي بالإضافة إلى تطبيقاتها في أبحاث السرطان وعلم الفيروسات وفي علوم المواد Materials Science مثل بحوث أشباه الموصلات والنانوتكنولوجي. [32]

كما يمكن استخدام أنماط تشغيل مختلفة في جهاز المجهر الإلكتروني النافذ للتعرف على التراكيب الكيميائية للعينة والتركيبة البلورية والإلكتروني أيضا. [32]



الشكل II 9: المجهر الإلكتروني النافذ

II-4-1 الأجزاء الأساسية في الميكروسكوب الإلكتروني النافذ TEM:

نظام مفرغة الهواء **System Vacuum** : والذي يوفر الفراغ في داخل الجهاز ليسهل على الإلكترونات الوصول إلى العينة بدون أن تصطدم في الغازات داخله، وكذلك يوجد العديد من العدسات الكهرومغناطيسية، وألواح التوجيه الكهروستاتيكية، وهذه تمكن المستخدم من التحكم في الشعاع الإلكتروني. [32]

غرفة العينة : التي يمكن التحكم بموضعها في الجهاز لتحريك العينة داخل الجهاز تحت الشعاع الإلكتروني. كما توجد أجهزة عرض الصورة المتكونة من الإلكترونات التي نفذت من العينة. [32]

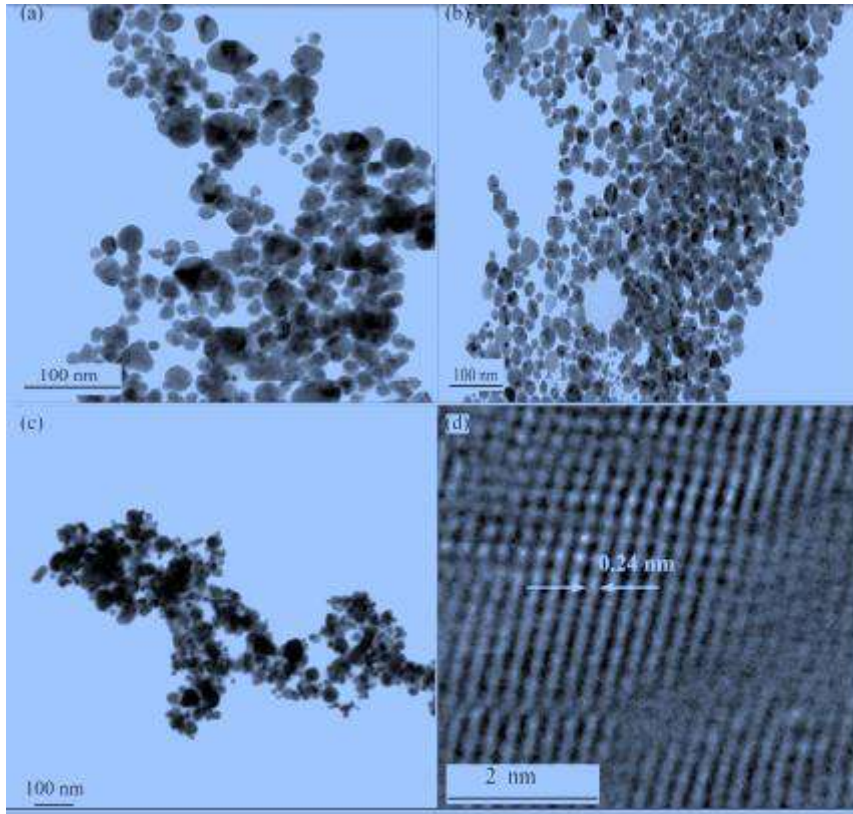
II-4-2 طريقة العمل تكوين الصورة :

تستخدم طرق تكوين الصورة في جهاز TEM المعلومات التي تكون في الأمواج المصاحبة للإلكترونات والناجمة من تفاعلها مع العينة. وتسمح عدسات الإسقاط بتوجيه أمواج الإلكترونات وتوزيعها على شاشة العرض. وتعتبر شدة الإضاءة التي تظهر على شاشة العرض عن متوسط سعة الدوال الموجية للإلكترونات النافذة من العينة. وبالتالي تم استخدام عدة طرق للحصول على الصورة لتحسين أمواج الإلكترونات التي تنفذ من العينة والحصول منها على معلومات مفيدة. تعتمد الصور المتكونة على سعة الشعاع الإلكتروني وكذلك على طور هذه الإلكترونات التي تستخدم في حالة التكبير لدرجات عالية و التحليل العالي للعينة يتطلب ان تكون العينة رقيقة للغاية لتنفذ منها الإلكترونات بطاقة عالية، وعندها لا تمتص العينة أية الكترونات تذكر وبالتالي لن تغير من سعة الموجة الإلكترونية ولكن تعدل من طورها. ومن هنا نستنتج ان الصور تتكون اما من خلال التغير الناتج على سعة موجة الإلكترونات عند نفاذها من العينة او من خلال التغير في طور هذه الامواج.

يمكن إظهار التباين Contrast formation في جهاز TEM الذي يعتمد بشكل أساسي على نمط تشغيل الجهاز (نمط التشغيل المجال الساطع Bright Field, نمط التشغيل تباين الحيود Diffraction contrast, نمط التشغيل تباين الطور Phase contrast, نمط التشغيل فقد طاقة الإلكترونون Electron energy loss). تستخدم تقنيات معقدة لإظهار الصورة تعتمد على تغير قوة العدسة وكل نمط تشغيل له اعدادات خاصة بقوة العدسات المستخدمة. انماط التشغيل المختلفة هذه تستخدم في تمييز المعلومات التي نحصل عليها من الفحص وهذا يعتمد على اهتمام الباحث والنتائج التي يرغب في الحصول عليها. [32]

تعتبر عملية تجهيز العينة معقدة بعض الشيء. فالعينات التي ستفحص بجهاز TEM تتطلب أن تكون بسمك لا يتجاوز بضعة مئات النانومترات، فالجهاز يعتمد على تكوين الصورة بواسطة الإلكترونات والتي ليس قدرة كبيرة على الاختراق كأشعة اكس. والعينات ذات الجودة العالية تكون بسمك يساوي مقدار اختراق الإلكترونات لها وهذا في حدود بضعة عشرات النانومترات. تحضير العينة يعتمد على نوعها وكذلك على نوع المعلومات المطلوب الحصول عليها من فحصها في الجهاز، ولهذا يوجد العديد من طرق التحضير المستخدمة. المواد التي لها ابعاد صغيرة بحيث ينفذ عبرها الشعاع الإلكتروني مثل البودرة والنايب النانوية يمكن ان تحضر بشكل سريع من خلال تصنيعها على شكل غشاء رقيق. وفي البحوث البيولوجية فان العينة يجب ان تحضر بشكل يجعلها تتحمل الضغط المنخفض والتحكم فيها داخل الجهاز يتم تثبيتها باستخدام مواد او بتغطيتها بطبقة بلاستيكية.

وهناك الكثير من الطرق المستخدمة لتجهيز العينات قبل وضعها في الجهاز وهذه الطرق متنوعة حسب نوع العينة والهدف من فحصها ومن هذه الطرق : فصل الأغشية Tissue Sectioning, تلوين العينة Sample Staining, التحفيف الميكانيكي Mechanical Milling, الانتزاع الكيميائي Chemical Etching, الانتزاع الأيوني Ion Etching. [32]



الشكل II-10: 4 صور مختلفة لجسيمات الفضة في درجات حرارة مختلفة.

II-5 الفحص المجهرى البصري للمجال القريب (NSOM):

NSOM هي تقنية مجس سطحي (SPM) تشتمل على مفاهيم من كل من SPM والمجهر الضوئي لتجاوز حد دقة المجال البعيد [33] وبدلاً من تجهيز عدسة موضوعية ، وهي ضرورية في المجهر التقليدي ، تسمح NSOM لضوء الليزر الموجه في الألياف الضوئية بالانبعاث من خلال الفتحة الطرفية على مقربة من الكائن [33]. في حين أن نصف قطر الفتحة أصغر من الطول الموجي للضوء ، فإن الضوء الخارج من الفتحة يصبح زائلاً في مسافة المجال القريب من الجسم ، مما يعني أن مجال الضوء محصور للغاية ومترجم عند الفتحة أو عند الكائن ؛ لذلك ، يصبح الاستبانة المكانية دالة لحجم الفتحة ، وليس حد الانعراج [34]

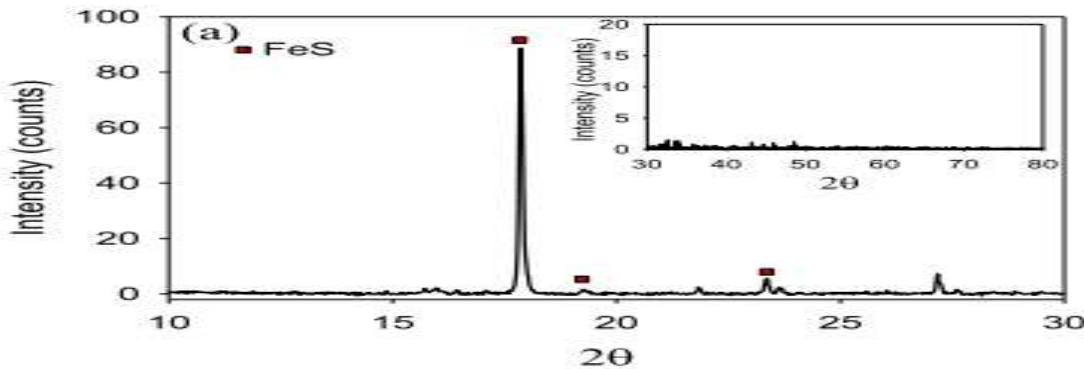
نظراً لمزايا مجموعة قياسات التآلق والتحليل الطيفي ، بالإضافة إلى المعلومات الطبوغرافية عالية الدقة على سطح المواد النانوية ، يمكن ل NSOM الوصول ليس فقط إلى تباين الطور والاستقطاب والفلورة والتلوين التي يمكن الوصول إليها عن طريق الفحص المجهرى البصري التقليدي ، ولكن أيضاً جزيئات مفردة على أسطح الخلايا والتفاعلات في اتحادات البروتين- NP بدقة مكانية متناهية الصغر [35][36]، تتضمن بعض المفاضلات لتطبيق NSOM وقتاً طويلاً للمسح الضوئي للصور عالية

الدقة أو مساحة العينة الكبيرة ، وشدة الضوء الساقط المنخفضة التي تعوق إثارة جزيئات الفلورسنت الضعيفة ، وصعوبة تصوير المواد اللينة الناتجة عن ثوابت الزنبرك العالية للألياف الضوئية ، خاصة في قوة القص الوضع ، والقدرة على ميزات سطح الصورة فقط [37]

II-6 تشتت حيود الأشعة السينية (XRD):

أداة توصيف أولية للحصول على ميزات مهمة مثل التركيب البلوري وحجم البلورة والانفعال ، تم استخدام أنماط حيود الأشعة السينية على نطاق واسع في أبحاث الجسيمات النانوية. تتسبب البلورات العشوائية في المواد النانوية في اتساع قمم الحيود. يُعزى هذا إلى عدم وجود تداخلات بناءة ومدمرة كاملة للأشعة السينية في شبكة متناهية الصغر. [38]. يمكن وصف حيود الأشعة السينية ببساطة بأنه انعكاس لحزمة موازية لحزمة الأشعة السينية على المستويات البلورية لعينة تم فحصها وفقاً لقانون براغ $d \sin \theta = n\lambda/2$. [39]. نموذجياً ، استناداً إلى التشتت المرن بزوايا واسعة للأشعة السينية ، هو أداة لتوصيف الحجم البلوري والشكل والتشوه الشبكي بترتيب بعيد المدى ، ولكنه يقتصر على المواد غير المنتظمة [40]

على الرغم من أن XRD هي تقنية راسخة وقد تم استخدامها بشكل متكرر لتحديد بنية المادة على المستوى الذري ، إلا أن الصعوبة في نمو البلورات والقدرة على الحصول على النتائج فقط من حالة التشكل / الارتباط الفردي للعينة تحد من تطبيقات تقنية XRD [40]. عيب آخر لـ XRD هو الكثافة المنخفضة للأشعة السينية المنعرجة ، خاصة بالنسبة للمواد ذات العدد الذري المنخفض ، مقارنة بانحراف الإلكترون [41]. أفادت دراسة حديثة حول حيود الأشعة السينية عن نهج جديد باستخدام نبضات في ثانية من ليزر إلكترون خالٍ من الأشعة السينية لتحديد الهيكل ، والذي قد يفيد في تحديد بنية الجزيئات الكبيرة التي لا تنتج حجماً بلورياً كافياً لاستخدام مصادر الإشعاع التقليدية أو ليست حساسة للضرر الإشعاعي [42]



الشكل II- 11: XRD للجسيمات النانوية ds-FeS ، يُظهر الشكل الداخلي مدى XRD) بين

(800 إلى $\theta = 3002$)

7-II تشتت الضوء الديناميكي (DLS):

تشتت الضوء الديناميكي (DLS) هي تقنية شائعة جدًا لقياس توزيعات حجم الجسيمات في المعلقات والمستحلبات الغروية. تتوفر الأجهزة وفقًا لذلك على نطاق واسع وسهلة الاستخدام وغير مكلفة في الصيانة وتسهل التحليلات السريعة. يستخدم DLS بشكل شائع لوصف معلقات الجسيمات النانوية المعزولة أو مجاميع الجسيمات النانوية لأغراض تحليلية مختلفة ، على سبيل المثال الليزر [43] يركز الليزر على الجزيئات الذائبة وتحلل الضوء المتناثر للكشف عن حجمها. و يُطلق عليه أيضًا التحليل الطيفي للارتباط الفوتوني ، وهو أسلوب تحليلي شائع على نطاق واسع وقابل للتكيف للغاية يتم تطبيقه في مجالات مختلفة من علوم الحياة والمواد ، وكذلك في عمليات مراقبة الجودة الصناعية . [44]

مبدأ DLS هو مراقبة التقلب الزمني لشدة التشتت المرن للضوء ، أي تشتت رايلي الناتج عن الحركة البراونية للجسيمات (الجزيئات) ذات الحجم الأصغر بكثير من الطول الموجي للضوء الساقط ، بزاوية تشتت ثابتة [45] يشتمل تتبع تذبذب الشدة على مزيج من التداخلات البناءة والمدمرة للضوء المتناثر ، والتي من خلالها يمكن اشتقاق حجم الجسيم من تحليل وظيفة الارتباط الذاتي المعتمدة على الحركة باستخدام معادلة ستوكس - أينشتاين [46] من أجل التوصيف الفيزيائي الكيميائي للمواد النانوية ، تشمل نقاط القوة الرئيسية لـ DLS طريقتها غير الغازية ، ومدة التجربة القصيرة (بالدقائق) ، والدقة في تحديد الحجم الهيدروديناميكي للعينات أحادية التشتت ، وقدرات قياس العينات المخففة ، وتحليل العينات في نطاق واسع من التركيزات والكشف عن كميات صغيرة من الأنواع ذات الوزن الجزيئي الأعلى ، جنبًا إلى جنب مع انخفاض تكاليف الأجهزة وقياس أكثر استنساخًا من الطرق الأخرى [47] ومع ذلك ، تتأثر وظائف DLS بعدة عيوب ، مثل صعوبة ربط أجزاء الحجم بتركيبه معينة عند وجود كميات معينة من الركام ، وتتداخل جزيئات الغبار في كثافة التشتت ، ونطاق صغير نسبيًا من حجم الجسيمات أو الجزيء (1 نانومتر -3 ميكرومتر) ، على الرغم من أن حدود المقياس ليست في الحقيقة مأزق لتوصيف المواد النانوية [48]بالإضافة إلى ذلك ، فإن DLS لها فائدة محدودة لتحليل العينات ذات التوزيعات غير المتجانسة الحجم ، وحل أبعاد عينة مختلطة من السكان متفاوتة في الحجم أقل من ثلاثة أضعاف ؛ علاوة على ذلك ، فإن DLS غير مناسبة للقياس الدقيق لأحجام المواد النانوية غير الكروية لأن الطبيعة الكروية للجسيمات مفترضة بالفعل في التحليل. [49]

8-II التحليل الطيفي مثل التحليل الطيفي للأشعة فوق البنفسجية المرئية (UV-vis)

يعد التحليل الطيفي المرئي فوق البنفسجي (UV-vis) تقنية تشخيص أسرع وأكثر شيوعًا تستخدم لاستغلال الميزات البصرية الفريدة للجسيمات النانوية المعدنية. وفقًا لنظرية مي ، تنتج الجسيمات النانوية المعدنية أو المعدنية المختلفة ألوانًا مختلفة بسبب امتصاص وانعكاس الإشعاع الكهرومغناطيسي [50]. يقوم الفوتون مع الإشعاع الكهرومغناطيسي بترقية الإلكترون من رابطة التكافؤ لسطح الجسيمات النانوية البلازمية (الجسيمات التي يمكن أن تتفاعل كثافتها الإلكترونية مع الإشعاع الكهرومغناطيسي) إلى نطاق التوصيل. يتبع إثارة الفوتون قانون لامبرت-بير الذي يربط شدة الفوتون الساقط (I_0) بالفوتون المرسل من خلال عينة (I) بواسطة المعادلة:

$$A = \log_{10} (I_0 / I) = \epsilon c l \dots \dots \dots (1)$$

حيث $\log_{10} (I_0 / I)$ هي الامتصاصية (A) أو الكثافة الضوئية ، ϵ تمثل معامل الانقراض المولي للمادة ، c هي التركيز المولي و l هي سماكة المادة.

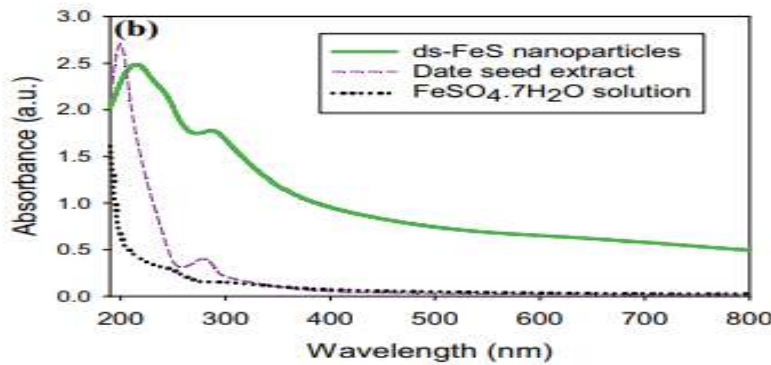
يولد التذبذب المترابط الجماعي للإلكترونات نطاق التوصيل (نطاق رنين طيني سطحي في المنطقة المرئية للأشعة فوق البنفسجية (200-800 نانومتر)). تتبع الإلكترونات وضع اهتزاز معين يعتمد على حجم وشكل الجسيمات. تتكون مقاييس الطيف الضوئي بالأشعة المرئية وفوق البنفسجية من مصدر ضوء (مصباح زينون) وعينة وحزم مرجعية وجهاز أحادي اللون وكاشف. ينتقل الشعاع المرجعي من مصدر الضوء إلى الكاشف دون التفاعل مع العينة ، بينما يتفاعل شعاع العينة مع العينة المعرضة للأشعة فوق البنفسجية ، ويغير طول الموجة باستمرار. عندما يرفع الطول الموجي المنبعث إلكترونًا إلى مستوى جزيئي أعلى ، يمتص طاقة.

يحسب الكاشف نسبة الإشارة إلى شدة حزمة العينة (I_0 / I). يكتشف الكمبيوتر أخيرًا الطول الموجي الذي تمتص عنده العينة كمية كبيرة من ضوء الأشعة فوق البنفسجية عن طريق مسح الفجوة القصوى بين الشعاعين. عندما يتم تحديد فجوة كبيرة بين هذه الشدة ، حيث توجد شدة حزمة العينة أضعف بكثير من الحزمة المرجعية ، يعتبر الكمبيوتر هذا الطول الموجي المعين على أنه يحتوي على أعلى امتصاص ويرسم نطاق امتصاص الأشعة فوق البنفسجية. يكشف موقع وأرقام الأطياف المرئية للأشعة فوق البنفسجية عن حجم المحور الذي يمكن أن يتردد صدى الإلكترونات فيه [50]. من خلال تحليل التباين في الحد الأقصى للامتصاص باستخدام أطياف الأشعة فوق البنفسجية ، يمكن

للمرء ملاحظة التغييرات في SPR للجسيمات النانوية المعدنية وتفسير المعلومات المتعلقة بالحجم والشكل والتكوين المحدد للجسيمات النانوية. [51]



الشكل II-12: جهاز الأشعة المرئية و فوق البنفسجية.



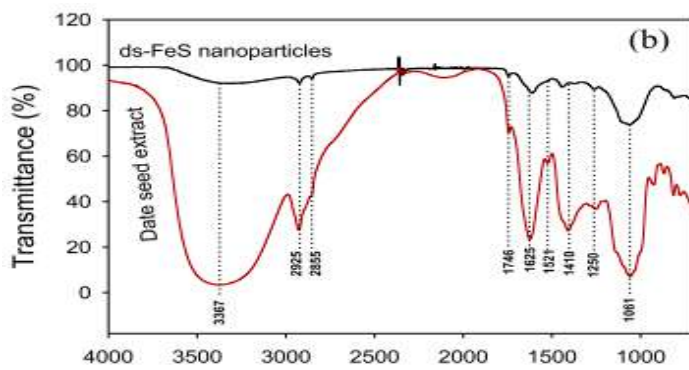
الشكل II-13: التحليل الطيفي للأشعة فوق البنفسجية-المرئية للجسيمات

النانوية ، ومستخلص بذور التمر ومحلول كبريتات الحديد.

II-9 مطيافية الأشعة تحت الحمراء لتحويل فورييه (FTIR):

عادة ، قد يمتص الجزيء إشعاع الأشعة تحت الحمراء إذا كان يمتلك عزمًا ثنائي القطب متغيرًا زمنيًا وتردده المتذبذب هو نفس تردد ضوء الأشعة تحت الحمراء الساقط [51]. ينقل امتصاص الأشعة تحت الحمراء الطاقة إلى الجزيء ، مما يؤدي إلى تمدد الرابطة التساهمية المقابلة ، أو ثنيها ، أو التواءها ، والتي في حالة الوضع العادي ، توصف بحالة ثابتة من اهتزاز هاميلتوني الجزيئي [52]. جزيئات بدون لحظات ثنائية القطب ، على سبيل المثال الجزيئات ثنائية الذرة O_2 و N_2 لا تمتص الأشعة تحت الحمراء [53]. بشكل عام في الجزيء ، تتضمن الاهتزازات أزواجًا متقاربة مختلفة من الذرات أو الروابط التساهمية ، كل منها يجب اعتباره مزيجًا من الأنماط العادية ؛ لذلك ، فإن طيف الأشعة تحت الحمراء ، الذي يوضح الامتصاص أو الإرسال مقابل تردد الأشعة تحت الحمراء الحادث ، يمكن أن يقدم بصمة لبنية الجزيء محل الاهتمام [52]. بالنسبة لتطبيقات المواد النانوية ، يتم استخدام التحليل الطيفي للأشعة تحت الحمراء لتحويل فورييه (FTIR) بشكل شائع لاستخدام التعبير عن النطاقات الطيفية المميزة للكشف عن اقتران المواد النانوية والجزيئات الحيوية ، على سبيل المثال

البروتينات المرتبطة بأسطح NP (الجسيمات النانوية) ، ولتوضيح حالات التوافق للبروتينات المرتبطة [54]. علاوة على ذلك ، تم تمديد FTIR أيضاً لدراسة المواد ذات الحجم النانوي ، مثل تأكيد الجزيئات الوظيفية المطعمة تساهمياً في الأنابيب النانوية الكربونية [55]. تقنية تم تطويرها مؤخراً تسمى الانعكاس الكلي الموهن (ATR) - مطيافية FTIR تستخدم خاصية الانعكاس الداخلي الكلي بالتزامن مع التحليل الطيفي للأشعة تحت الحمراء لاستكشاف بنية الأنواع الممتصة / المترسبة في واجهة صلبة / هوائية أو صلبة / سائلة ، مع تجنب العيوب من تعقيد تحضير العينة وعدم إنتاج الطيف في الأشعة تحت الحمراء التقليدية [56] [51]. في نظام ATR-FTIR ، يكون الانعكاس الداخلي الكلي ، الذي يحدث داخل بلورة عنصر الانعكاس الداخلي المجهز ، والذي يحتوي على معامل انكسار عالي في زوايا معينة ، موجات زائفة تمتد من واجهة العينة البلورية IRE إلى العينة باستخدام عمق الاختراق للميكرومتر (0.5-5 ميكرومتر) ، وشدة الموجات الزائفة تتحلل أضعافاً مضاعفة من الواجهة [51]. يمكن أن توفر ATR-FTIR أطراف امتصاص الأشعة تحت الحمراء للتحقيق ، على سبيل المثال ، في التغيرات في خصائص السطح وكذلك تحديد الخصائص الكيميائية على سطح البوليمر عندما تمتص العينة على واجهة عينة IRE موجات الأشعة تحت الحمراء الزائفة بترددات تطابق أوضاع الاهتزازات عينة [51] [57] [58] على الرغم من أنه يمكن تنفيذ التحليل الطيفي لـ ATR-FTIR لدراسة السمات السطحية للمواد النانوية ، إلا أنها ليست طريقة تحليل سطح حساسة جداً بمقياس نانومتر لأن عمق الاختراق لـ ATR-FTIR له نفس الترتيب من حيث الحجم مثل الطول الموجي للأشعة تحت الحمراء [58]



الشكل II-15: أطياف FTIR للجسيمات النانوية ds-FeS

ومستخلص بذور التمر.

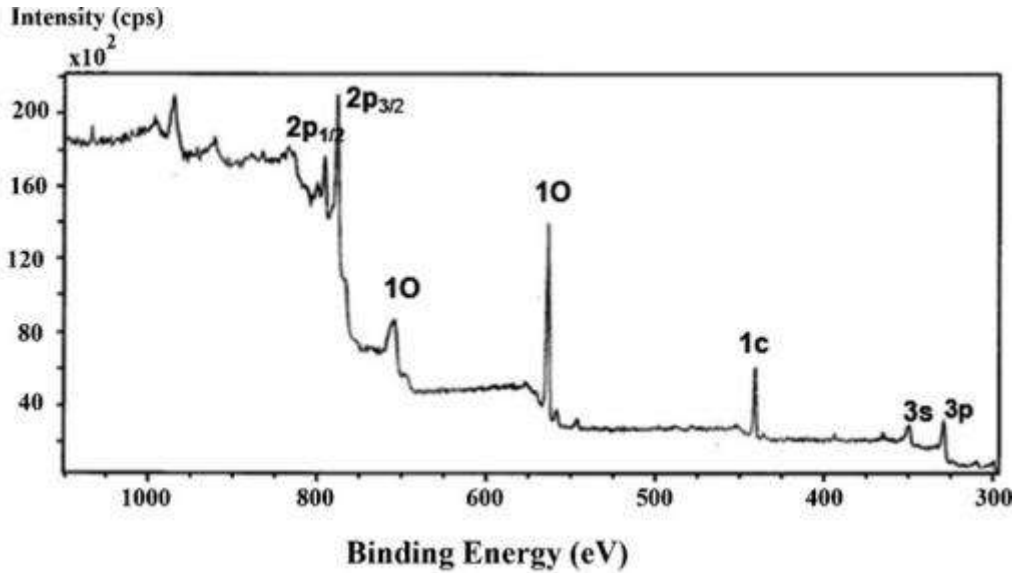


الشكل II-14: جهاز مطياف FTIR.

10-II مطيافية الأشعة السينية الضوئية (XPS):

يعتبر التحليل الطيفي للإلكترون بالأشعة السينية (XPS) بشكل عام تقنية مهمة ومهمة لتوصيف السطح وتحليل البوليمرات الطبية الحيوية. هذه التقنية ، التي تسمى أيضاً ESCA (التحليل الطيفي الإلكتروني للتحليل الكيميائي) ، توفر تحليلاً كلياً للعناصر ، باستثناء الهيدروجين والهيليوم ، من أعلى 10-200 أمبير (اعتماداً على العينة وظروف الأداة) لأي سطح صلب يكون مستقرًا بالفراغ أو يمكن جعله مستقرًا بالفراغ عن طريق التبريد. كما يتم توفير معلومات الترابط الكيميائي. من بين جميع تقنيات الأدوات المتاحة حاليًا لتحليل السطح ، يُنظر إلى XPS عمومًا على أنها الأكثر كمية ، والأكثر قابلية للتفسير ، والأكثر إفادة فيما يتعلق بالمعلومات الكيميائية. لهذه الأسباب يوصى بشدة باستخدامه من قبل الباحثين في الطب الحيوي لتحليل البوليمرات الطبية.

في XPS ، يسقط فوتون الأشعة السينية على ذرة الجزيء الصلب تحت فراغ فائق للغاية ، وينتج من التأين وانبعث إلكترون أساسي (الغلاف الداخلي) من مدارات الغلاف الداخلي لأعلى 10 نانومتر من سطح العينة. يحدد عدد الإلكترون المنبعث الطاقة الحركية للإلكترونات الضوئية ويحلل التركيب الإلكتروني لعناصر محددة على السطح. بالإضافة إلى ذلك ، يمكن تحديد طاقة الارتباط للإلكترونات على ذرات السطح من الطاقة الحركية ، وتوفير معلومات حول حالة أكسدة جزيئات السطح. لذلك يمكن تسجيل قياس توزيع الطاقة الحركية باستخدام محلل طاقة الإلكترون أطياف الإلكترون الضوئي أو XPS [59]



الشكل II 16: XPS من c-CoO المركب.

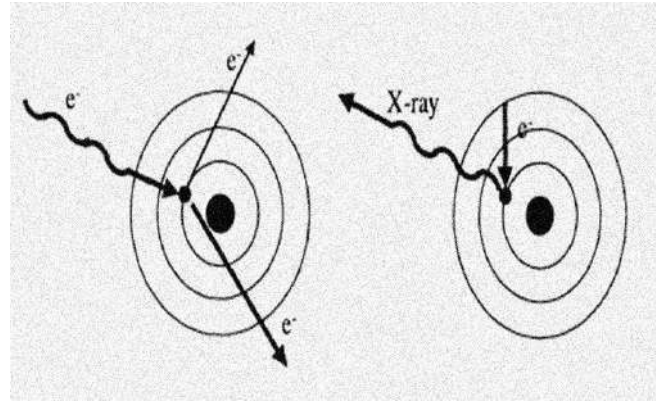
11-II الأشعة السينية المشتتة للطاقة تقنيات التحليل الطيفي (EDX):

يعتبر التحليل الطيفي المشتت للطاقة (EDS) ، الذي يُطلق عليه أحياناً EDX أو تحليل الأشعة السينية المشتتة للطاقة أكثر أدوات التحليل الكيميائي استخداماً في تحليل الفشل. لديها بعض المزايا الهامة جداً. يتم استخدامه كملحق لـ SEM (مجهر المسح الإلكتروني) ، والذي يتوفر بسهولة في كل مختبر لتحليل الفشل. يتم إجراء التحليل في دقائق. يتم تفسير الأطياف بسهولة. الدقة المكانية جيدة. كما أن لديها بعض القيود كأداة تحليل. القيد الأول ان تقتصر الحساسية على التركيزات في حدود 0.1% في حجم العينة. القيد الثاني هو أن حجم العينة كبير نسبياً مقارنة بسمك الأغشية الرقيقة لأشباه الموصلات والجسيمات العميقة تحت الميكرن. القيد الأخير هو أنه يوفر معلومات ذرية بدقة بدلاً من الجزيئية.

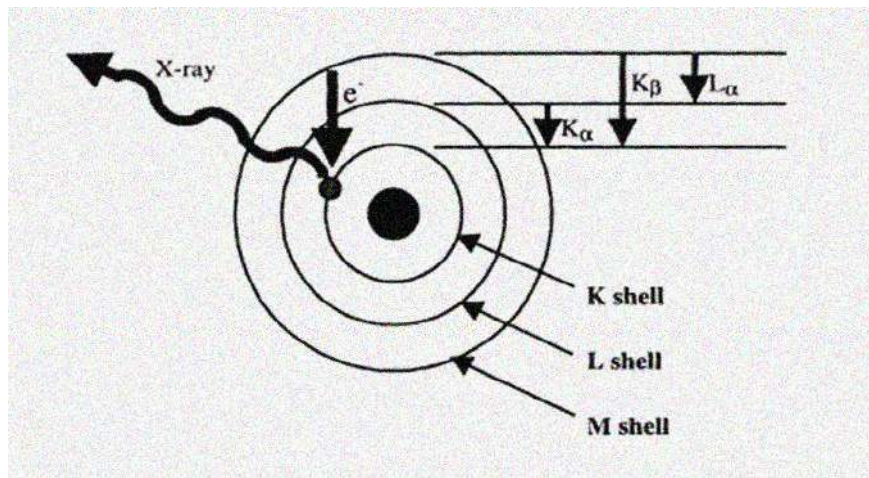
يتم تناول هذه القيود من خلال تقنيات التحليل الكيميائي الرئيسية الثلاثة الأخرى. بينما يتم تنفيذ الكثير من أعمال EDS في SEM .

تعمل أنظمة EDS أيضاً على TEM (مجهر الإرسال الإلكتروني) مع بعض المزايا المهمة من حيث حجم التفاعل. يتم استخدامها أيضاً مع SEM في أنظمة FIB (شعاع أيون مركز).

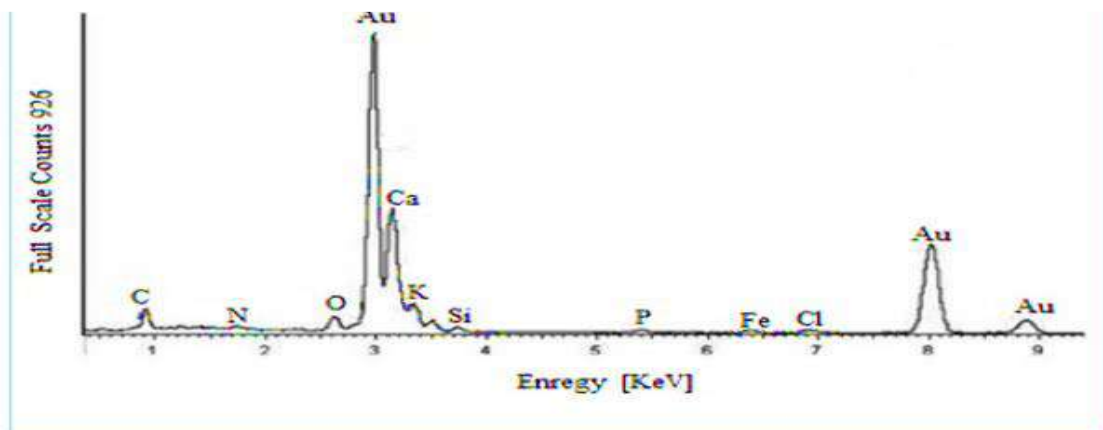
يؤدي تفاعل حزمة إلكترونية مع عينة إلى توليد مجموعة من أنواع الإشعاع المفيدة للتحليل بما في ذلك الإلكترونات الثانوية والمنتشرة ، وإلكترونات الأشعة السينية المميزة وإلكترونات Auger. تبدأ عملية توليد الأشعة السينية المميزة (الشكل II-17) بإخراج إلكترون غلاف داخلي لتشكيل فراغ . من هذه الحالة المثارة ، يسقط إلكترون الغلاف العلوي في فراغ الغلاف الداخلي. يتم إنشاء الأشعة السينية بطاقة تساوي الفرق بين طاقات غلاف الإلكترون. يتم إنشاء الأشعة السينية في معظم لحجم تفاعل حزمة الإلكترون مع العينة. يمكن استخدام مصادر الإشعاع الأخرى لتوليد نفس حالة الإثارة الأولية ؛ يُفضل شعاع الإلكترون في تحليل الفشل بسبب حجم بقعة الحزمة الأصغر مما ينتج عنه دقة مكانية أفضل. التسميات لمختلف الأشعة السينية المتولدة هي كما يلي. التسمية الأولية مأخوذة من الغلاف الإلكتروني للفراغ الأولي الذي أنشأه الإلكترون ، باستخدام K و L و M و N كأسماء غلاف. يتم استخدام الحرف اليوناني لتعيين عدد الغلاف فوق الفراغ الذي يسقط منه الإلكترون البديل ، α ، β ، γ (الشكل II - 18). ينتج عن الهيكل الدقيق في الغلاف الإلكتروني بنية في الأشعة السينية. يتم الإشارة إلى هذه البنية الدقيقة بأرقام منخفضة ، على سبيل المثال $K\beta$ [60]



الشكل II-17 : يحدث توليد الأشعة السينية على مرحلتين ، توليد فراغ في الغلاف الداخلي.



الشكل II-18 : تعتمد تسمية الأشعة السينية على غلاف الفتحة ويظهر غلاف الرقم الموجود فوقه والذي يأتي منه الإلكترون لملء الفراغ. يظهر انتقال K_{β} .



الشكل II-19: طيف EDX من AuNPs مع خلاصة جذر عرق السوس.

خلاصة :

نظرا للخصائص الكيميائية والفيزيائية لجسيمات النانو، مثل الحجم ، الأبعاد درجة التبلور ، ... الخ وتعدد أشكالها ، كروية ، عصوية ، أنابيب ... ، مكن العلماء من تشخيصها ودالك حسب المجال المستخدم لمعرفة المواد المراد الوصول إليها مثل الطب .

وقد ذكرنا سابقا بعض تقنيات التوصيف والتشخيص منها القديمة كالـ المجهر النفقي الماسح والمجهر الإلكتروني الماسح ، ومنها المتطورة كتقنية تشتت حيود الأشعة السينية وتشتت الضوء الديناميكي ، كما توجد هناك طرق لم نذكرها مثل تشتت أيونات منخفضة الطاقة ، هذا نظرًا لتطور العلم و تطوير بروتوكولات جديدة وتوسع آفاق تكنولوجيا النانو .

الفصل الثالث:

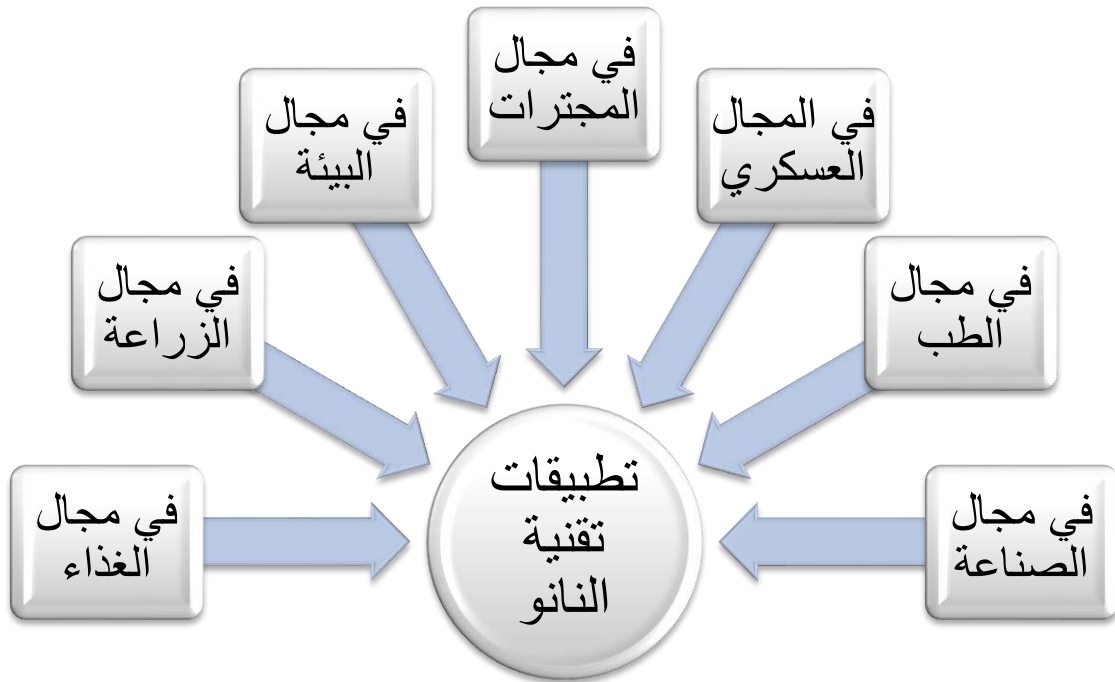
تطبيقات تقنية النانو

في المجالات العلمية المختلفة

المقدمة:

يعود الاهتمام الواسع بتقنية النانو إلى الفترة ما بين 1996 إلى 1998م عندما قام مركز تقييم التقنية العالمي الأمريكي (WTEC) بدراسة تقويمية لأبحاث النانو وأهميتها في الإبداع التقني. وخلصت الدراسة إلى نقاط من أهمها أن لتقنية النانو مستقبلاً عظيماً في جميع المجالات. لقد حظيت تقنية النانو في الوقت الحاضر بالاهتمام الكبير نظراً لما أبدته من تطبيقات واعدة وكثيرة شملت المجالات الطبية، العسكرية، الاتصالات، الالكترونية، الحاسوبية، البيتروكيميائية، الزراعية والحيوية.... الخ، وأدى ذلك إلى دعم عالمي سخي واسع لأبحاث النانو في السنوات الأخيرة.

لقد تطرقنا في بداية البحث إلى الحديث عن تطبيقات هذه التقنية في القديم كالزجاج الملون والسيوف الدمشقي أما الآن فسوف نتحدث عن مجالات استخدام تقنية النانو في الوقت الحاضر وفي المستقبل في مختلف النواحي والمجالات الحياتية وهي خلاصة ما يهم من هذه التقنية فالعلماء يسعون استخدامها في خدمة البشرية.



الشكل III-1: مخطط لبعض تطبيقات تقنية النانو [61]

III-1 تطبيقات النانو في مجال الغذاء:

إن "الغذاء النانوي" أو Nano Food تعبير يطلق على الغذاء الذي استعمل 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 أو تغليفه وحاليا يعتبر التغليف إحدى أكثر التطبيقات العملية لتقنية النانو حيث يتم فيها استعمال جسيمات النانو طين "Nano clay" في صنع أغلفة بلاستيكية قوية وخفيفة ومقاومة للحرارة و قادرة على منع الاكسجين و ثاني أكسيد الكربون من الدخول و إفساد الأطعمة و إضافة الى ذلك يتم تطبيق تقنية النانو ايضا لصنع تغليف خاص مقاوم للمكروبات والبكتيريا.[61]

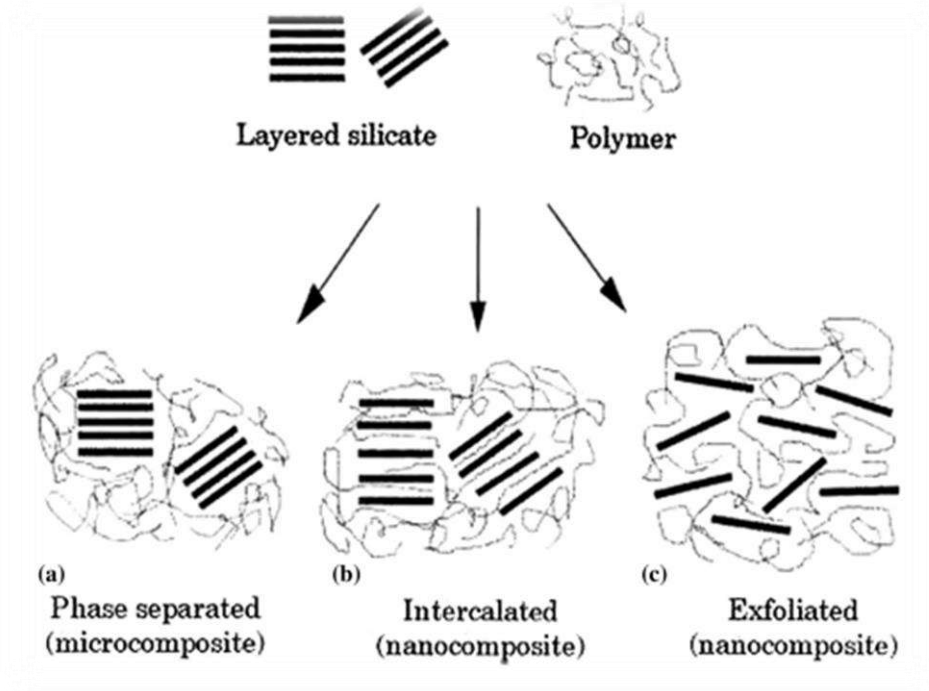


Agriculture	Food Processing	Food Packaging	Supplements
<ul style="list-style-type: none"> • Single molecule detection to determine enzyme substrate interactions • Nanocapsules for delivery of pesticides, fertilizer and other agrichemicals more efficiently • Delivery of growth hormones in a controlled fashion • Nanosensors for monitoring soil conditions and crop growth • Nanochips for identity preservation and tracking • Nanosensors for detection of animal and plant pathogens • Nanocapsules to deliver vaccines • Nanoparticles to deliver DNA to plants (targeted genetic engineering) 	<ul style="list-style-type: none"> • Nanocapsules to improve bioavailability of nutraceuticals in standard ingredients such as cooking oils • Nanoencapsulated flavor enhancers • Nanotubes and nanoparticles as gelation and viscosifying agents • Nanocapsule infusion of plant based steroids to replaces meat's cholesterol • Nanoparticles to selectively bind and remove chemicals or pathogens from food • Nanoemulsions and particles for better availability and dispersion of nutrients 	<ul style="list-style-type: none"> • Antibodies attached to fluorescent nanoparticles to detect chemicals or foodborne pathogens • Biodegradable nanosensors for temperature, moisture and time monitoring • Nanoclays and nanofilms as barrier materials to prevent spoilage and prevent oxygen absorption • Electrochemical nanosensors to detect ethylene • Antimicrobial and antifungal surface coatings with nanoparticles (silver, magnesium, zinc) • Lighter, stronger and more heat-resistant films with silicate nanoparticles • Modified permeation behavior of foils 	<ul style="list-style-type: none"> • Nanosize powders to increase absorption of nutrients • Cellulose nanocrystal composite as drug carrier • Nanoencapsulation of nutraceuticals for better absorption, better stability of targeted delivery • Nanocochleates (coiled nanoparticles) to deliver nutrients more efficiently to cells without affecting color or taste of food • Vitamin sprays dispersing active molecules into nanodroplets for better absorption

الشكل III - 2: تطبيقات تقنية النانو في الغذاء والزراعة [62]

III-1-1 تغليف الاغذية:

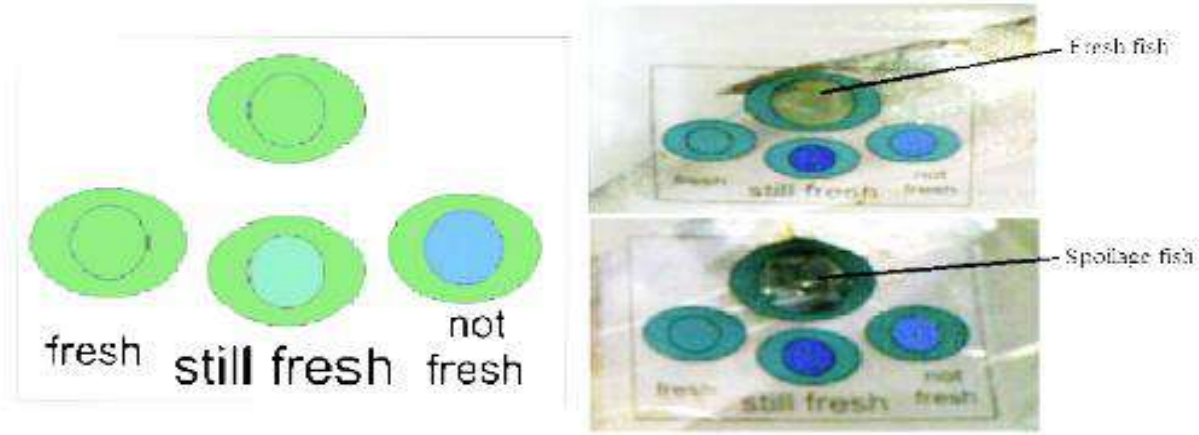
باستخدام أغلفة نانوية مزودة بجزيئات نانو مضادة للميكروبات مثل جزيئات الفضة النانوية التي تعمل على تثبيط عمل البكتيريا ، ومركبات البوليمر النانوية الغير المنفذة للغازات التي تحافظ على المنتجات الغذائية بتوفير جو خامل ومنخفض الاكسجين.[63]



الشكل III-3: ثلاثة أنواع من المركبات عندما تكون طبقات الطين مُدمجة مع البوليمر [64]

III-1-2 التغليف الذكي:

تزود تكنولوجيا النانو العبوات الغذائية بحساسات نانوية Nano Sensors لمراقبة الحالة الداخلية والخارجية للمنتج الغذائي وهذه الحساسات تعد كواشف الي تغير يحدث للمنتج بسبب نشاط بكتيري أو ميكروبي بأقل تركيز عن طريق حدوث تغير تدريجي في لون المواد النانوية المستخدمة في الحساسات النانوية ومن ثم انذار المستهلك [65].



الشكل III-4: مستشعر نضارة الأسماك للتغليف الذكي على أساس نانوفيبير من بوليأنيلين [64]

III-1-3 صناعة عبوات قابلة للتحلل الحيوي:

حيث يتم دمج الهياكل النانوية (طبقات سليكا نانوية) إلى العبوات الغذائية لتحسين خصائصها الميكانيكية، وفي نفس الوقت تكون قابلة للتحلل الحيوي مما يقلل من التلوث البيئي. [66]

III-1-4 تحسين جودة الأطعمة وخفض محتواها الضار:

استخدام الدهون الهيكلية المجمعة ذاتي بحجم النانو الغير القابلة للذوبان في الماء لمنع نقل الكوليسترول للإنسان. [67]

III-2 تقنية النانو في مجال الزراعة:

أما في مجال الزراعة فإن تقنية النانو سوف تعمل على تحسين قوة المبيدات الكيميائية مع تخفيض تكلفة المعالجة الكيميائية للمحاصيل مما يعطي فعالية كبيرة في القضاء على الحشرات و الآفات التي تفتك بالمحاصيل الزراعية، الى جانب كونها مأمونة الاستعمال وأيضا يتم تطوير أدوات نانو خاصة تساعد على تحسين الامتصاص الغذائي للنباتات مما يؤدي إلى الزيادة في نمو النباتات وتحسين إنتاجها، وكذلك باستخدام تقنية النانو يمكن صنع nano نانو لها القدرة على اكتشاف الأمراض التي تصيب النباتات وعرضها بشكل واضح مما يساعد المنتجين على مراقبة محاصيلهم بطريقة أكثر علمية واحترافية. ولقد تطورت طرق الزراعة و إنتاج الأغذية بشكل كبير خلال العشر سنوات الماضية، وتوسعت شركات الغذاء لتطبيق التقنيات الحديثة مثل تقنية النانو من اجل انتاج افضل للمحاصيل الزراعية، حيث يعتقد العلماء ان استخدام تقنية النانو سيساعد شركات الغذاء على إنتاج مواد غذائية

خالية من أضرار المواد الحافظة وقل كذلك ثمنها مما هي عليه اليوم وذلك من خلال استخدام اقل للمواد الكيميائية في تحضير و إنتاج المواد الغذائية مستقبلاً. [68]

III-2-1 مبيدات الآفات النانوية:

يعد استخدام مبيدات الآفات ممارسة منتظمة في الزراعة التجارية ، ويعد تطوير مبيدات الآفات الجديدة والفعالة ومحددة الهدف عملية مستمرة. لذلك ، يتم فحص عدد كبير من مبيدات الآفات كل عام (مليون N1 وفقاً لتقدير عام 2009) تصل كمية صغيرة جداً من المبيدات المطبقة (0.1%) إلى الآفات المستهدفة ، بينما تلوث النسبة المتبقية (99.9%) البيئة مما له عواقب وخيمة على السلسلة الغذائية وصحة الإنسان ، يبدو أن المبيدات الحيوية تقلل من الآثار الخطرة لمبيدات الآفات الاصطناعية ولكن استخدامها محدود بسبب كفاءتها البطيئة والمعتمدة على البيئة ضد الآفات. تظهر مبيدات الآفات النانوية إمكانات قابلة للتطبيق للتغلب على هذه القيود. يمكن أن يوفر التدهور البطيء والتحرير الخاضع للرقابة للمواد الفعالة في المكونات في وجود NMs المناسبة وسيلة فعالة لمكافحة الآفات على مدى فترة طويلة لذلك ، تعتبر مبيدات الآفات النانوية مهمة للإدارة الفعالة والمستدامة للآفات المختلفة ولديها القدرة على تقليل استخدام المواد الكيميائية الاصطناعية والمخاطر البيئية المرتبطة بها. تتصرف مبيدات الآفات النانوية بشكل مختلف عن مبيدات الآفات التقليدية لزيادة فعاليتها. [69].

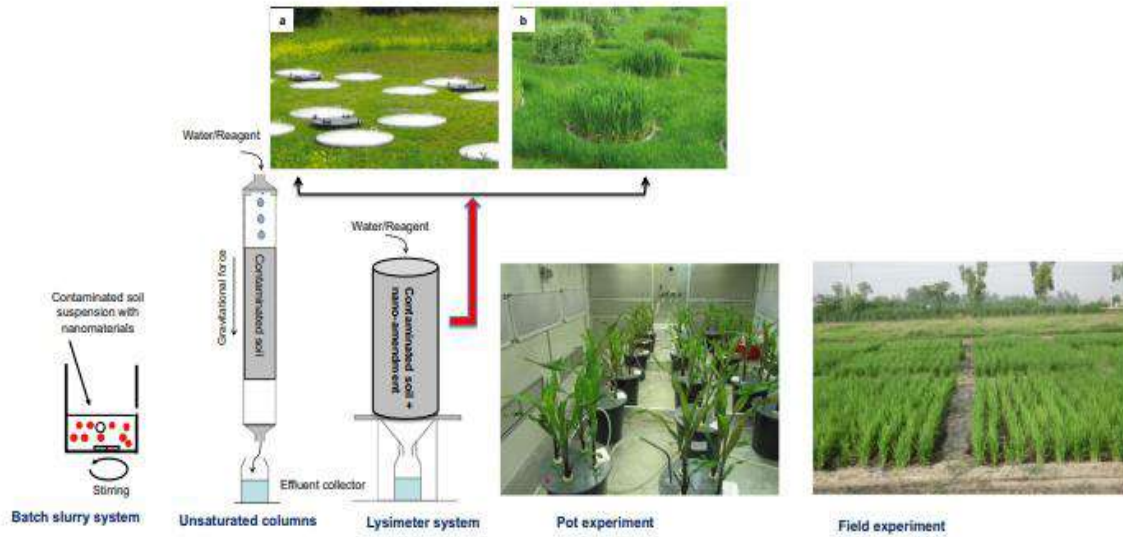
III-2-2 الأسمدة النانوية:

تعد زيادة استخدام الأسمدة الكيماوية من بين العوامل الرئيسية التي تساهم في زيادة إنتاجية المحاصيل. الأسمدة النانوية هي مواد نانوية إما أن تكون مغذيات بحد ذاتها (مغذيات دقيقة أو كبيرة) أو تعمل كناقلات / إضافات (على سبيل المثال عن طريق تركيبها مع المعادن) للمغذيات.

تعمل الأسمدة النانوية على تحسين إنتاجية المحاصيل وجودتها مع زيادة كفاءة استخدام المغذيات مع تقليل تكلفة الإنتاج وبالتالي المساهمة في الاستدامة الزراعية. تحليل نقدي لمجموعة بيانات الأسمدة النانوية عن زيادة في الفعالية بمتوسط 18-29% باستخدام الأسمدة النانوية مقارنة بالأسمدة التقليدية. كما تم ربط استخدام الأسمدة النانوية الفوسفاتية بزيادة معدل النمو (بنسبة 32%) وإنتاج البذور (بنسبة 20%) لفول الصويا مقارنة بتلك المعالجة بالأسمدة التقليدية. [69]

III-2-3 المواد النانوية لمعالجة التربة:

دور NMs في التأثير على التنقل و التزاوج والسمية لمختلف الملوثات العضوية و غير العضوية. تستخدم على نطاق واسع في مختلف الاستراتيجيات الالاحيائية والحيوية لإزالة النمل الملوث من التربة الملوثة. [69]

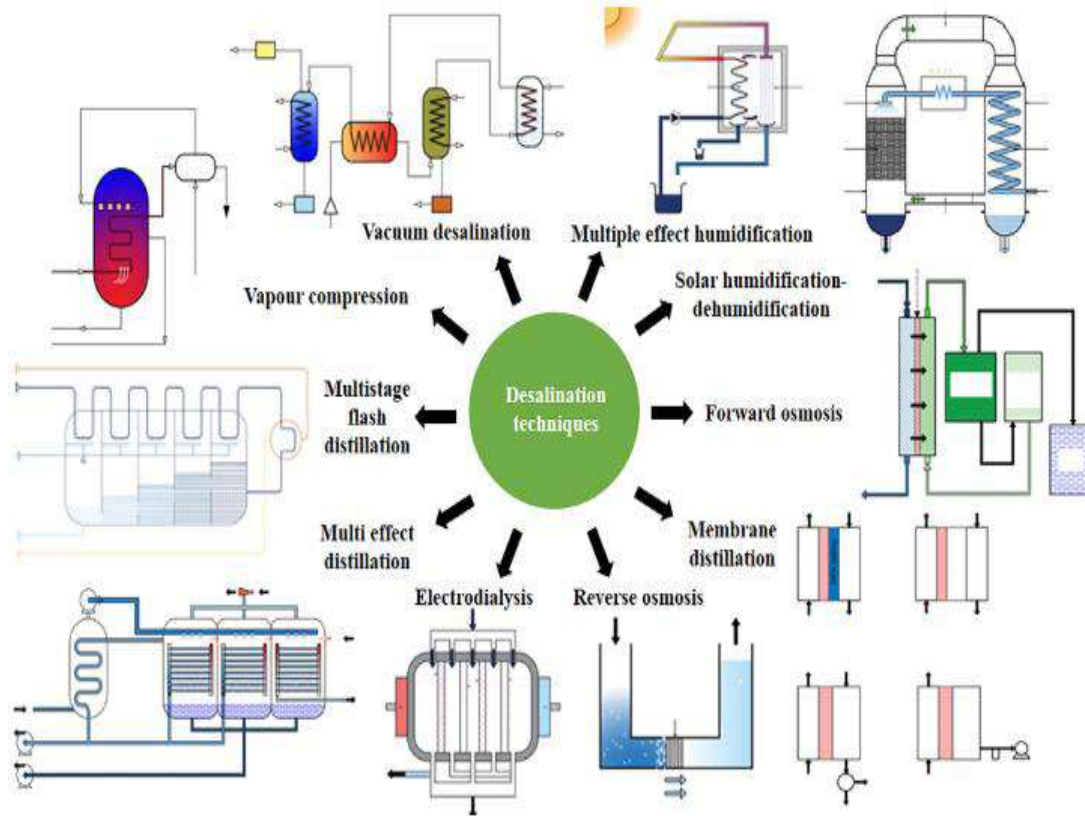


الشكل III-5: استخدام مراحل مختلفة من الإعداد التجريبي من المختبر إلى التطبيق الميداني للتحقيق في معالجة التربة الملوثة. [69]

III-3 في مجال البيئة:

يمكن لتكنولوجيا النانو أن تسهم بفاعلية في الحد من مشكلات التلوث باستخدام مواد نانوية صديقة للبيئة ؛ تتمتع المواد النانوية الخضراء المشتقة من الانسجة النباتية (مثل النانو سيليلوز) بمزايا في معالجة البيئات الملوثة بالزئبق بكفاءة عالية وتكاليف منخفضة. كذلك تقدم تكنولوجيا النانو بديلا ممتازا لإزالة النترات من الماء ؛ نظرا لصغر حجمها ومساحة سطحها الكبيرة ، فتستخدم كعوامل اختزال و ممتزات فائقة الجودة . كما يمكن لتكنولوجيا النانو معالجة تلوث الماء بالنفط عن طريق "أسلاك نانوية" بالإضافة إلى القدرة على استرداد أكبر قدر ممكن من الزيت. حيث تشكل هذه الأسلاك النانوية شبكة تمتص ما يصل إلى عشرين ضعف وزنها في السوائل الكارهة للماء ، كما أن تكنولوجيا النانو يمكن أن تسهم في تحلية الماء ، حيث أكدت التجارب العملية أن استخدام أنابيب الكربون النانوية تقلل من تكلفة تحلية مياه البحر بنسبة 75% وإذا ما قورنت بالتقنيات التقليدية ، كما تم تصنيع أغشية مرشحات مصنوعة من مواد سيراميكية من أكسيد الحديد نانوية الحبيبات وتعرف

باسم الأغشية التفاعلية لها قدرة فائقة في ازالة وتحليل الملوثات والنفايات العضوية من المياه وتطهيره. [72-70]



الشكل III-6: عدة أنواع من ممارسات تحلية المياه [73].



الشكل III-7: وحدة تحلية مياه البحر الأنبوبية داخل محطة تحلية مياه البحر. يتم وضع أغشية التناضح العكسي في داخل هذه الوحدة ، وتقوم هذه الأغشية بفصل الملح عن مياه البحر.

III-4 تطبيقات النانو في مجال المجترات (Ruminantia):

يمكن أن تكون المعادن الدقيقة مفيدة في تحسين الصحة والمناعة ، ووظائف الجهاز الهضمي ، واستتباب الجراثيم ، والتمثيل الغذائي ، بالإضافة إلى ذلك ، يمكن استخدامها لإنتاج منتجات حيوانية عملية وآمنة ، ربما من خلال القضاء على استخدام المضادات الحيوية وزيادة تركيزات المعادن النزرة في المنتجات الحيوانية (اللحوم والحليب) اللازمة لتحسين صحة الإنسان ، تأثيرات الجسيمات النانوية على أداء النمو ، وهضم العلف ، ومعايير إنتاج الحليب في المجترات موضحة في الجدول 1. يتم تضمين الزنك الغذائي في الغالب في النظم الغذائية الحيوانية في شكلين أساسيين ، أي عضوي (أحماض الزنك الأمينية) وغير العضوية (مثل ZnO و ZnSO₄). للمعادن النانوية أيضاً تأثيرات وقائية ضد بعض الاضطرابات الفسيولوجية نظراً للنشاط المضاد للبكتيريا للمعادن النانوية المضادة للأكسدة ، يمكن أن تكون بعض المعادن النانوية ، مثل ZnO NPs ، مفيدة في الوقاية من بعض الأمراض التي تنقلها البكتيريا ومعالجتها تم تلخيص تأثيرات Nano-Zn و Nano-Se على معاملات مضادات الأكسدة في الدم والاستجابة المناعية ومحتويات المصل / الحليب في المجترات في الجدول III-2. [74]

Element	Dose	Species	Major Effects
Nano-Se	0, 0.3, 3 and 6 g/kg DM diet fed for 75 days	Sheep (Dorset sheep × Small Tail Han × Tan sheep)	Nano-Se at 3 g/kg DM: • Increased rumen fermentation and feed digestibility.
Nano-Se and SS	1 mg/kg DM diet nano-Se and SS for 10 consecutive days	Sheep (Lori-Bakhtiari breed)	Nano-Se: • Exhibited better anti-oxidative effects than SS.
Nano-Se	0.5 mg/kg DM diet nano-Se during gestation	Cashmere goat	Nano-Se: • Improved the development of hair follicles and promoted fetal growth.
Nano-Se and SY	4 mg nano-Se and YS with 4 g Se-yeast	Sheep	Nano-Se: • Enhanced rumen fermentation and feed conversion efficiency as compared with YS
Nano-Se	0.1 mg/kg DM diet for 60 days	Sheep (neonatal lambs)	Nano-Se: • Enhanced the body growth and antioxidant parameters
Nano-Se, SS, and SY	0.3 mg/kg DM diet of nano-Se, SS and SY as compared to control (0.03mg/kg Se)	Taihang black goats	ADG was higher in Nano-Se and SY than SS or control group. Nano-Se: • Improved serum antioxidant enzymes (GSH-Px, SOD, and CAT) • Improved serum Se contents
Nano-Se and SS	0.1 mg/kg live weight of nano-Se	Sheep (Makuei breed)	Nano-Se: • Enhanced weight gain • Reduced the oxidative stress as compared to SS
Nano-ZnO and ZnO	30 or 40 mg/kg DM diet of nano-ZnO or ZnO for pre-partum and post-partum periods	Sheep (Khorasan-Kurdish breed)	Nano-ZnO: • Improved DMI, DMD, TAC in the rumen fluid • Increased leukocytes and milk Zn contents.
Nano-ZnO		Iranian Angora goat	Nano-ZnO: • Exhibited no effect on DMI in goat kids

Element	Dose	Species	Major Effects
Nano-ZnO	0, 50, 100, 200 or 400 mg/kg DM diet of nano-ZnO	In vitro ruminal fermentability	<ul style="list-style-type: none"> Inclusion of 100 and 200 mg of nZnO/kg: Increased the OM fermentation and VFA content Decreased the acetate-to-propionate ratio and ammonia-N
Nano-ZnO	Cows exhibiting subclinical mastitis supplemented with 60 ppm inorganic zinc, zinc methionine, and nano-ZnO	Dairy cattle	<p>Nano-ZnO:</p> <ul style="list-style-type: none"> Improved milk production Reduce SCC as compared to ZnO
Nano-ZnO		In vitro	<p>Nano-ZnO:</p> <ul style="list-style-type: none"> Increased the in vitro ruminal VFA contents without affecting number of protozoa.

الجدول III-1: تأثير المعادن النانوية على أداء النمو ، وهضم العلف ، ومعايير إنتاج الحليب في المجترات.

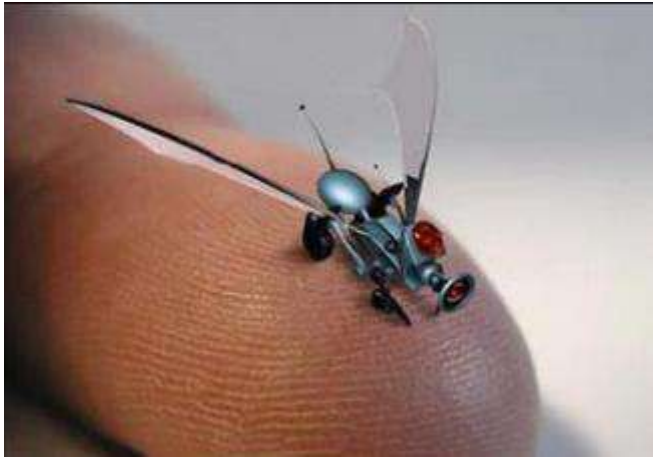
Element	Dose	Species	Major Effects
Nano-Se and SS	Nano-Se and SS for 63 days	Sheep	<p>Similar GSH-Px content in both sources of Se</p> <p>Nano-Se:</p> <ul style="list-style-type: none"> Increased serum Se level
Nano-Se, SS, and Se-Met	0.6 mg/head/d for 4 weeks before parturition	Pregnant goats	<p>Se-Met:</p> <ul style="list-style-type: none"> Improved Se transfer efficacy of placenta and colostrum into kid
Nano-Se	0, 1 and 2 mg/kg DM diet	Sheep (male Moghani lambs)	<p>2 mg/kg DM nano-Se:</p> <ul style="list-style-type: none"> Improved the expression of liver GSH-Px and selenoprotein W1
Nano-Se and SS	0.30 mg/kg of DM for one month	Dairy cows	<p>Nano-Se:</p> <ul style="list-style-type: none"> Improved milk Se and serum GSH-Px contents
Nano-Se and SS	0.055 mg/kg BW for three months	Sheep (Lambs)	<p>Nano-Se:</p> <ul style="list-style-type: none"> Increased Se contents in plasma, erythrocytes, platelets, and GSH-Px activity
Nano-Se	5 mg/kg BW/day	Wumeng semi-fine wool sheep	<p>Nano-Se:</p> <ul style="list-style-type: none"> Induce Se poisoning Reduced the immune and antioxidant parameters
Nano-Zn, ZnO, Zn-Met	28 mg/kg DM diet	Sheep	<p>Nano-ZnO:</p> <ul style="list-style-type: none"> Increased the Zn bioavailability in rumen and blood Enhanced serum IgG Decreasing BU:V contents
Nano-ZnO and ZnO	Nano-ZnO supplemented at 30 or 40 mg/kg DM for pre-partum and post-partum periods	Sheep (Khorasan-Kurdish breed)	<p>Nano-ZnO:</p> <ul style="list-style-type: none"> Improved the TAC in the rumen fluid Improved milk Zn contents

الجدول III-2: تأثيرات المعادن النانوية على معاملات مضادات الأكسدة في الدم ، والاستجابة المناعية وتكوين

المصل / الحليب في المجترات.

III-5 في المجال العسكري:

إن الصناعة الجزيئية رفعت احتمال إمكانية تصنيع أسلحة ذات تأثير شنيع جدا فعلى سبيل المثال فإن أصغر حشرة تكون بحجم 200 ميكرون وهذا يمثل الحجم المناسب للأسلحة القادرة على تعقب الأشخاص الغير محميين وحقن السموم في اجسامهم هذه الجرعات المميتة تبلغ 100 نانو جرام أو 1/100 من حجم السلاح. ولذلك فإن جهازا واحدا يمكن حمله في حقيبة يد واحدة يمكنه قتل 50 بليون شخص ، وهي كافية لقتل كل إنسان على الأرض ستكون الأسلحة اليدوية بجميع أشكالها أقوى أكثر بكثير من ذي قبل ، وخصائصها قد تتمكن من التعقب الذاتي للضحية. كما أن الأجهزة الفضائية ستكوف أخف وأعلى في الأداء من ذي قبل ، وذلك بصناعتها بقليل من المعادن ان لم يكن بدونها ، وستكوف أصعب في الضبط على الرادار أما بالنسبة للحواسيب فستتمكن من التحكم وتشغيل الأسلحة عن بعد وستتطور صناعة الروبوتات المستقبلية.[75]



الشكل III-8: مركبة جوية نانوية . [76].



الشكل III-9: مركبة جوية قتالية غير مأهولة. [76].

III-6 تطبيقات النانو في الطب:

تعمل تقنية النانو على توسيع مجال البحث والتطبيق. يمكن فهم تفاعلات الأجهزة طب النانو هو مجال جديد نسبياً في العلوم والتكنولوجيا من خلال التفاعل مع الجزيئات البيولوجية على النانوية مع الجزيئات الحيوية في كل من الوسط خارج الخلية وداخل الخلايا البشرية. يسمح التشغيل على نطاق النانو باستغلال الخصائص الفيزيائية المختلفة عن تلك التي لوحظت على نطاق صغير مثل نسبة الحجم او السطح.

نوعان من طب النانو تم اختبارهما بالفعل على الفئران ومنتظران التجارب البشرية ؛ استخدام قذائف النانو الذهبية للمساعدة في تشخيص السرطان وعلاجه ، واستخدام الجسيم الشحمي كمادة مساعدة للقاح وكأدوات لنقل الأدوية. [77] [78] وبالمثل ، فإن إزالة السموم من العقاقير هي أيضاً تطبيق آخر لطب النانو الذي تم استخدامه بنجاح في الفئران. يمكن للتقنيات الطبية أن تستفيد من الأجهزة الصغيرة التي تكون أقل توغلاً ويمكن زرعها داخل الجسم ، كما أن أوقات تفاعلها الكيميائي الحيوي أقصر بكثير. بالمقارنة مع الأجهزة النانوية التقليدية لتوصيل الأدوية ، فهي أسرع وأكثر حساسية [79]، ومع تقدم تكنولوجيا النانو ، يمكن إنشاء أجهزة نانو متوافقة حيوياً يتم تجميعها ذاتياً و يتم تحسينها من خلال التصميم المناسب ، عن طريق الاستخدام الجسيمات النانوية. [80]

III-6-1 تطبيقات الجسيمات النانوية في توصيل البروتينات و الببتيد:

البروتين والببتيدات عبارة عن جزيئات كبيرة وتسمى الأدوية الحيوية. تم تحديدها لعلاج الأمراض والاضطرابات المختلفة لأنها تمارس إجراءات بيولوجية متعددة في جسم الإنسان [81] [82]. ومن التطبيقات:

III-6-1-1 علاج سرطان: نظراً لصغر حجم جزيئات النانو يمكن أن تكون ذات فائدة كبيرة في علم الأورام ، لا سيما في التصوير. يمكن استخدام الجسيمات النانوية ، مثل النقاط الكمومية ، ذات خصائص الحبس الكمي ، مثل انبعاث الضوء القابل لضبط الحجم ، جنباً إلى جنب مع التصوير بالرنين المغناطيسي ، لإنتاج صور استثنائية لمواقع الورم. بالمقارنة مع الأصباغ العضوية ، تكون جزيئات النانو أكثر إشراقاً وتحتاج إلى مصدر ضوء واحد للإثارة. وبالتالي فإن استخدام النقاط الكمومية الفلورية يمكن أن ينتج صورة تباين أعلى وبتكلفة أقل من الأصباغ العضوية المستخدمة كوسائط تباين. لكن النقاط الكمومية تتكون عادة من عناصر شديدة السمية. تتمتع جسيمات النانو بخاصية خاصة تتمثل في ارتفاع مساحة السطح إلى نسبة الحجم ، مما يسمح لمجموعات وظيفية مختلفة

بالالتصاق بجسيم نانوي وبالتالي الارتباط بخلايا سرطانية معينة. علاوة على ذلك ، فإن الحجم الصغير للجسيمات النانوية من 10 إلى 100 نانومتر ، يسمح لها بالتراكم بشكل تفضيلي في مواقع الورم لأن الأورام تفتقر إلى نظام تصريف لمفاوي فعال. يمكن تصنيع جسيمات النانو متعددة الوظائف التي من شأنها الكشف عن الورم وتصويره وعلاجه في علاج السرطان في المستقبل. [83] يربط علاج Kanzius RF جسيمات نانوية مجهرية بالخلايا السرطانية ثم " تطبخ " الأورام داخل الجسم بموجات الراديو التي تسخن فقط الجسيمات النانوية والخلايا المجاورة) السرطانية. (كما تستخدم أسلاك النانو لإعداد شرائح اختبار أجهزة الاستشعار ، والتي يمكنها كشف البروتينات وغيرها من المؤشرات الحيوية التي خلفتها الخلايا السرطانية ، واكتشاف السرطان وجعل تشخيصه ممكنًا في المراحل المبكرة من قطرة واحدة من دم المريض. [84]

و مثالاً لذلك تم استخدام قذائف نانوية قطرها 120 نانومتر ومغلقة بالذهب لقتل أورام السرطان لدى الفئران بواسطة الأستاذة جينيفر في جامعة راييس. تهدف قذائف النانو هذه إلى الارتباط بالخلايا السرطانية عن طريق اقتران الأجسام المضادة أو الببتيدات بسطح غلاف النانو. يتم تشجيع منطقة الورم بليزر الأشعة تحت الحمراء ، الذي يسخن الذهب بشكل كافٍ ويقتل الخلايا السرطانية. [85]

تُستخدم جسيمات النانو سيلينيد الكاديوم على شكل نقاط كمومية في الكشف عن أورام السرطان لأنها تتوهج عند تعرضها للأشعة فوق البنفسجية. يقوم الجراح بحقن هذه النقاط الكمومية في أورام السرطان ويمكنه رؤية الورم المتوهج ، وبالتالي يمكن إزالة الورم بسهولة. وتستخدم جزيئات النانو في العلاج الضوئي للسرطان ، حيث يتم إدخال الجسيمات داخل الورم في الجسم وتضيء بضوء الصورة من الخارج. يمتص الجسيم الضوء وإذا كان من المعدن ، فسوف يسخن بسبب الطاقة من الضوء. يتم إنتاج جزيئات الأكسجين عالية الطاقة بسبب الضوء الذي يتفاعل كيميائيًا مع خلايا الأورام ويدمرها ، دون التفاعل مع خلايا الجسم الأخرى. اكتسب العلاج الضوئي أهمية كأسلوب غير جراحي للتعامل مع الأورام.

-تطبيقات أنظمة النانو المختلفة في علاج السرطان: [86]

- تستخدم أنابيب الكربون النانوية ، بقطر 3 - 0.5 نانومتر و طول 1000-20 نانومتر ، للكشف عن طفرات الحمض النووي والكشف عن العلامات الحيوية للبروتين المرضي .
- تعتبر المتشعبات ، التي يقل حجمها عن 10 نانومتر ، مفيدة في توصيل الدواء بالتحريض الخاضع للرقابة ، و كعوامل تباين للصور.

- تؤدي البلورات النانوية التي يبلغ حجمها 9.5-2 نانومتر إلى تحسين الصياغة للأدوية ضعيفة الذوبان ، و وسم سطح علامة سرطان الثدي Her2 للخلايا السرطانية.
- جزيئات النانو بحجم 1000-10 نانومتر وتستخدم في التصوير بالرنين المغناطيسي وعوامل تباين الصور بالموجات فوق الصوتية ولتوصيل الأدوية المستهدفة ، كمحسنات للتغلغل وكمراسلين عن موت الخلايا المبرمج ، تكون الأوعية الدموية.
- قذائف النانو تجد التطبيق في التصوير الخاص بالورم العميق للاجتثاث الحراري للأنسجة.
- الأسلاك النانوية مفيدة في الكشف عن العلامات الحيوية لبروتين المرض ، واكتشاف طفرات الحمض النووي ، واكتشاف التعبير الجيني.
- يمكن أن تساعد النقاط الكمية ، بحجم 9.5-2 نانومتر ، في الكشف البصري عن الجينات والبروتينات في النماذج الحيوانية و مقاييسات الخلايا و الورم و تصور العقدة الليمفاوية.

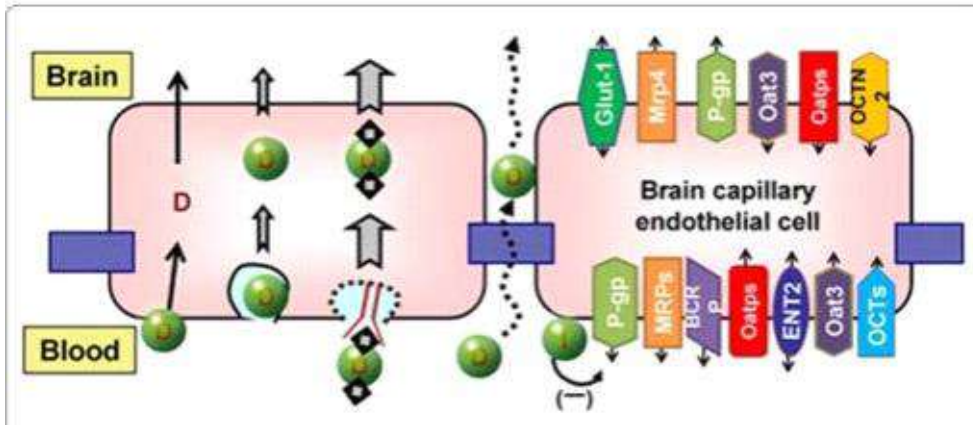
III-6-1-2 علاج الاضطرابات التنكسية العصبية: احد أهم تطبيقات تكنولوجيا النانو هو في علاج الاضطرابات التنكسية العصبية . [87] لتوصيل علاجات الجهاز العصبي المركزي ، تمت دراسة العديد من ناقلات النانو مثل ، المتشعبات ، المواد الهلامية النانوية ، مستحلبات النانو ، الجسيمات الشحمية ، جزيئات النانو البوليمرية ، الجسيمات النانوية الدهنية الصلبة ، والمعلقات النانوية . تم نقل هذه الأدوية النانوية عبر نماذج BBB مختلفة في المختبر وفي الجسم الحي عن طريق الالتقام الخلوي أو التحويل الخلوي ، والنجاح المبكر قبل السريري لإدارة حالات الجهاز العصبي المركزي مثل مرض الزهايمر وأورام الدماغ والتهاب الدماغ بفيروس نقص المناعة البشرية والسكتة الدماغية الحادة . يصبح ممكنا . يمكن تطوير الطب النانوي بشكل أكبر عن طريق تحسين نفاذية BBB وتقليل السمية العصبية (الشكل 9) ومن بين هذه الاضطرابات:

مرض باركنسون (PD) هو ثاني أكثر أمراض التنكس العصبي شيوعًا بعد مرض الزهايمر ويصيب واحدًا من كل 100 شخص فوق سن 65 عامًا ، وهو مرض يصيب الجهاز العصبي المركزي ؛ الاستجابات الالتهابية العصبية متورطة وتؤدي إلى صعوبات شديدة في حركات الجسم .تهدف العلاجات الحالية إلى تحسين القدرة الوظيفية للمريض لأطول فترة ممكنة.

ولكن لا يمكنها تعديل تقدم عملية التنكس العصبي .الهدف من تقنية النانو التطبيقية هو تجديد وحماية الجهاز العصبي المركزي ، (CNS) تركز الأبحاث على التصميم والمحاكاة الحيوية وتحسين جهاز

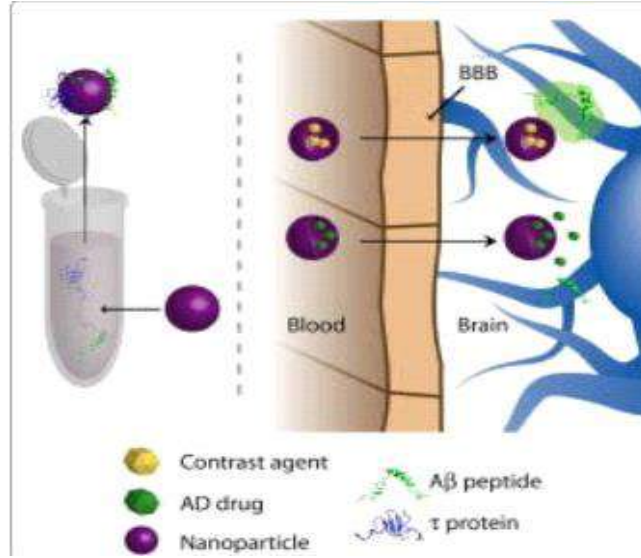
سقالة داخل الجمجمة (NESD) لإيصال الدوبامين إلى الدماغ . ، كاستراتيجية . الببتيدات والجزيئات النانوية الببتيدية وتسهيل توصيل الأدوية والجزيئات الصغيرة عبر الحاجز الدموي الدماغي . لتوصيل علاجات الجهاز العصبي المركزي ، تمت دراسة العديد من ناقلات النانو مثل ، المواد الهلامية النانوية ، ومستحلبات النانو ، والجسيمات الشحمية ، وجزيئات النانو البوليمرية ، وجزيئات النانو الدهنية الصلبة ، والمعلقات النانوية .

تم تأثير نقل الأدوية عبر BBB في المختبر وفي الجسم الحي نماذج عن طريق الالتقام الخلوي أو التحويل الخلوي ، والنجاح المبكر قبل السريري لإدارة حالات الجهاز العصبي المركزي مثل مرض الزهايمر ، وأورام الدماغ ، واعتلال الدماغ بفيروس نقص المناعة البشرية والسكتة الدماغية الحادة أصبح ممكنًا . يحتاج التطوير المستقبلي للأدوية النانوية للجهاز العصبي المركزي إلى التركيز على زيادة أداء الاتجار بالمخدرات وخصوصية أنسجة المخ باستخدام أجزاء استهداف جديدة .



الشكل III-10: توصيل دواء النانو إلى الجهاز العصبي المركزي من خلال BBB .

مرض الزهايمر: في جميع أنحاء العالم ، أكثر من 35 مليون شخص مصابون بمرض الزهايمر (AD) ، وهو أكثر أشكال الخرف شيوعًا . تجد تقنية النانو تطبيقات مهمة في علم الأعصاب . تعتمد هذه الأساليب على التشخيص المبكر لمرض الزهايمر وأصبح العلاج ممكنًا من خلال تصميم وهندسة عدد كبير من الكيانات النانوية ذات الجودة العالية للخلايا البطانية الشعيرية في الدماغ . جسيمات النانو (NPs) لها تقارب كبير مع أشكال أميلويد β ($A\beta$) -المتداولة ، وبالتالي قد تحفز " تأثير الحوض " وتحسن حالة مرض الزهايمر . تقدم التشخيص في المختبر لمرض الزهايمر بسبب الرموز الشريطية الحيوية المستندة إلى NP فائقة الحساسية وأجهزة الاستشعار المناعية ، بالإضافة إلى إجراءات الفحص المجهرى للأنفاق القادرة على اكتشاف $A\beta_{1-40}$ و $A\beta_{1-42}$ البحث الأخير حول استخدام جزيئات النانو في علاج مرض الزهايمر كما هو موضح في الشكل 10 . [88].



الشكل III-11: استخدام جزيئات النانو في مرض الزهايمر.

III-6-1-3 علاج السل (TB):

السل هو مرض معدي مميت. يمكن أن تؤدي المدة الطويلة للعلاج وعبء حبوب منع الحمل إلى إعاقة نمط حياة المريض وتؤدي إلى تطوير سلالات متعددة مقاومة للأدوية. (MDR) يشكل السل عند الأطفال مشكلة كبيرة. هناك عدم توفر تجاري لأدوية الخط الأول في شكل طب الأطفال. يمكن تصميم المضادات الحيوية الجديدة للتغلب على مقاومة الأدوية ، وتقليل مدة الدورة العلاجية وتقليل التفاعلات الدوائية مع العلاجات المضادة للفيروسات القهقرية. تعد تقنية النانو واحدة من أكثر الأساليب الواعدة لتطوير أدوية أكثر فاعلية وتوافقًا. يمكن أن تؤدي التطورات في أنظمة توصيل الأدوية القائمة على النانو لتغليف وإطلاق الأدوية المضادة للسل إلى تطوير علاج دوائي أكثر فاعلية وبأسعار معقولة. [89] [90]

III-6-2 التطبيق السريري للجسيمات النانوية في طب الأسنان الجراحي:

تهدف تقنية النانو إلى إنشاء واستخدام المواد والأجهزة على المستوى الذري والجزيئي والهياكل فوق الجزيئية ، وفي استغلال الخصائص الفريدة للجسيمات التي يتراوح حجمها بين 0.1 نانومتر و 100 نانومتر. يُعتقد أن مواد الراتينج المركب المملوءة بالنانو توفر مقاومة تآكل ممتازة ، وقوة ، وجماليات نهائية بسبب قابليتها للتلميع الاستثنائية والاحتفاظ باللمعان. في طب الأسنان الجراحي ، تشكل مواد الحشو النانوية جزيئات ثاني أكسيد السيليكون الكروية (SiO₂) بمتوسط حجم 40-5 نانومتر. الابتكار الحقيقي حول مواد الحشو النانوية و هو إمكانية تحسين حمل الطور غير العضوي. تم تسجيل تأثير حمولة الحشو العالية على نطاق واسع من حيث الخواص الميكانيكية. والمركبات

التهجين الدقيقة مع حمولة إضافية من مواد الحشو النانوية وتعتبر أفضل خيار في طب الأسنان الجراحي.

من المتوقع في المستقبل القريب ، سيكون من الممكن استخدام مادة حشو في طب الأسنان الجراحي ، الذي سيحاكي شكله وتكوينه عن كثب الشكل البصري و الخصائص الميكانيكية للأنسجة الصلبة الطبيعية) المينا والاسنان .(كما يشرح المفاهيم الأساسية للحشوات في الراتنجات المركبة ، والفحص المجهر الإلكتروني وتقييم التحليل الطيفي المشتت للطاقة ، ومحتوى وزن الحشو .

الراتنجات النانوية هي جزيئات نانوية منفصلة غير متكتلة يتم توزيعها بشكل متجانس في الراتنجات أو الطلاءات لإنتاج المركبات النانوية وقد تم تصنيعها بنجاح بواسطة شركة المنتجات النانوية .النانوفيلر المستخدم هو مسحوق سيليكات الألمنيوم بمتوسط حجم جسيم 80 نانومتر بنسبة 1,4 من الألومينا إلى السيليكا ومعامل انكسار 1.508. تتميز مركبات النانو هذه بصلابة فائقة ، وقوة انثناء ، ومعامل مرونة ، وتقليل انكماش البلمرة ، ولها أيضاً خصائص معالجة ممتازة. [89] [90]

III-6-3 تطبيقات في طب وجراحة العيون:

الهدف من طب النانو هو المراقبة والتحكم والبناء إصلاح النظم البيولوجية البشرية والدفاع عنها وتحسينها على المستوى الجزيئي ، بمساعدة الأجهزة النانوية والبنى النانوية .تشمل بعض تطبيقات تقنية النانو في طب العيون علاج الإجهاد التأكسدي .قياس ضغط العين العلاج .استخدام جزيئات النانو لعلاج الأوعية المشيمية الجديدة ، ومنع الندبات بعد جراحة الجلوكوما ، ولعلاج أمراض الشبكية التنكسية باستخدام العلاج الجيني ؛ الأطراف الصناعية .وطب النانو التجديدي .، تندب ما بعد الجراحة ، علاج استعادة البصر للمرضى الذين يعانون من أمراض الشبكية التنكسية .[91] من المتوقع علاجات لأمراض العيون من هذا المجال الناشئ.

تم تطوير مرهم عين مبتكر نانوي (NDEO) لعلاج جفاف العين التبخيري الشديد بنجاح .[92] كانت السواغات المستخدمة كدهون شبه صلبة عبارة عن الفازلين واللانولين ، كما هو مستخدم في مرهم العين التقليدي ، والتي تقترن بالدهون الثلاثية متوسطة السلسلة (MCT) كدهن سائل ؛ تم بعد ذلك تشتيت كلتا المرحلتين في محلول بولي فينيل بيروليدون لتشكيل تشتت نانوي .أظهر صورة مجهرية إلكترونية للإرسال أن مصفوفة المرهم كانت محاصرة في مستحلب النانو لـ MCT ، بمتوسط حجم جسيم يبلغ حوالي 100 نانومتر .كانت الصيغة المحسنة لـ NDEO مستقرة عند تخزينها لمدة ستة أشهر عند 4 درجات مئوية ، ولم تظهر أي سمية خلوية للخلايا الظهارية للقرنية البشرية عند

مقارنتها بالدموع الاصطناعية القائمة على البوليمر (Tears Natural® Forte) تم تقييم التأثيرات العلاجية لـ NDEO وأظهرت تحسناً علاجياً ، مما أظهر اتجاهًا للارتباط الإيجابي مع تركيزات أعلى من مصفوفة المرهم في تركيبات NDEO مقارنة بالمنتج المسوق. أظهر التقييم النسيجي أن NDEO أعاد التشكل الطبيعي للقرنية والملتحمة وهو آمن للتطبيق على العيون. تُظهر الأبحاث الحديثة [93] تطبيقات أنظمة الجسيمات النانوية المختلفة مثل المستحلبات الدقيقة ، والمعلق النانوي ، والجسيمات النانوية ، والجسيمات الشحمية ، والجسيمات النانوية ، والتشعبات ، والدكستريونات الحلقيّة في مجال توصيل الأدوية للعين ، ويصور أيضًا كيف يمكن استخدام التقنيات النانوية المختلفة مثل التشخيص النانوي والتصوير النانوي والطب النانوي لاستكشاف حدود توصيل الأدوية للعين والعلاج. [94].

III-7 تطبيقات النانو في الصناعة:

تشمل تقنية النانو عدة مجالات مختلفة للصناعة ، الكهرونيات و صناعة الانسجة الطلاء... الخ ويكمن تطبيق الجسيمات النانوية بفضل فئات المواد وخصائصها.

III-7-1 طلاء الجسيمات النانوية للمكونات البحرية:

تتعرض الهياكل الهندسية مثل السفن والمنصات البحرية ، وكذلك الحفارات البحرية والأرصفت البحرية ، لهجوم مستمر من البيئة البحرية ، وتحتاج إلى الحماية من تأثيرات عناصر البيئة البحرية ، مثل المياه المالحة والأنواع البيولوجية وتقلبات درجات الحرارة [95]

تم تطوير طلاء إيبوكسي يعتمد على الجسيمات النانوية للمكونات البحرية بواسطة AIMPLAS للتغلب على الحشف الحيوي والتآكل الناجم عن مجموعة واسعة من ظروف التعرض في الهيكل البحري [96].

بدأ تطوير الطلاء باختيار إيبوكسي تجاري مناسب للظروف البحرية. ثم ، العديد من الجسيمات النانوية التجارية المتاحة مثل SiO₂ ، ZnO تم اختيارهم وإخضاعهم لتعديلات كيميائية لتحسين التوافق مع مصفوفة الإيبوكسي وتعزيز تأثيرات الحشف الأحيائي [96].

بعد الأخير ، تمت إضافة مادة التقسية إلى الراتنج وطبق الخليط النهائي على أجزاء الاختبار المعدنية. تم إدخال العينات في الفرن للقيام بخطوة المعالجة المناسبة. لإعادة إنتاج الظروف الحقيقية للبيئة البحرية ، تم استخدام كمية من مياه البحر وتم إدخال لقاح من الطحالب الدقيقة لتوليد وسط غير

ملائم. تم التحكم في ظروف مياه البحر والكائنات الحية الدقيقة وشدة الضوء والمساهمة في الهواء ودرجة حرارة الغرفة. غُمّرت العينات في وسط الاختبار وأجري التعرض لمدة 45 يوماً. تم إجراء تقييمات بصرية وتحليلات مجهرية تشير إلى نمو الطحالب الدقيقة والكائنات الحية الأخرى. أثناء الاختبار ، توضح معظم العينات المطلية خواصها المضادة للحشف ، ولا تظهر دليلاً على وجود الطحالب أو رواسب الكائنات الحية الأخرى على السطح. من ناحية أخرى ، أظهرت العينة المرجعية بدون طلاء حفر تآكل وعيوب إضافية [96].

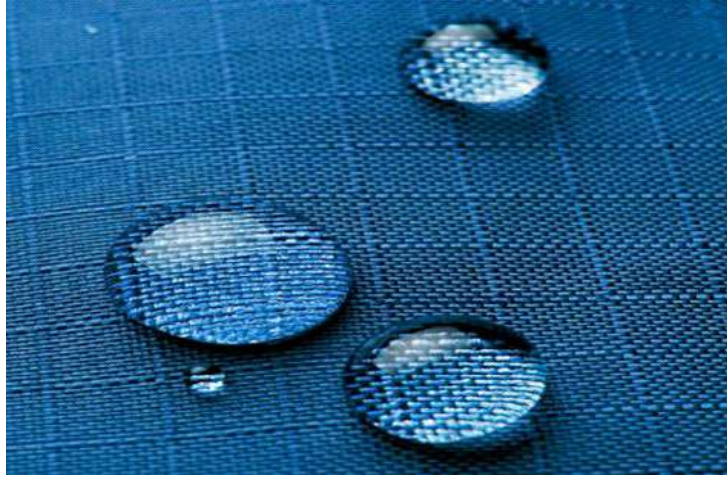
يؤدي ارتفاع الناتج عن الجسيمات النانوية ، ورائحة السطح الكبيرة النانوية ، والخشونة ومقاومة التآكل. الإشارة إلى النظام الأساسي المضاد للحشف اعتباره نهجاً غير سام ، دون تضمين مكونات المبيدات الحيوية للوائح الحالية [96]. 2.



الشكل III - 12: تطور قطع الاختبار بعد 45 يوم.

III - 7-2 جهاز مقعد التسخين التلقائي:

المنسوجات هي ركائز مثالية لدمج الخصائص والوظائف الجديدة لتعزيز راحة المستخدم والبيئة ، لأنها واجهات عالمية. إنها توفر هيكلاً متعدد الاستخدامات لدمج وظائف جديدة ذات قيمة مضافة. يمكن استخدام تقنية النانو لتعزيز سمات المنسوجات ، مثل نعومة النسيج ، والمتانة ، والتهوية ، وصد الماء ، ومقاومة الحريق ، والخصائص المضادة للميكروبات ، وما شابه ذلك في الألياف والغزول والأقمشة [96].



الشكل III-13: نسيج نانوي كاره للماء.

تم تطوير جهاز مقعد التسخين التلقائي بواسطة CTAG ، مما أدى إلى إنشاء تدفئة متجانسة على طول سطح المقعد ، كما هو موضح في الشكل III-14 [96].



الشكل III-14: نسيج مقعد التدفئة التلقائي.

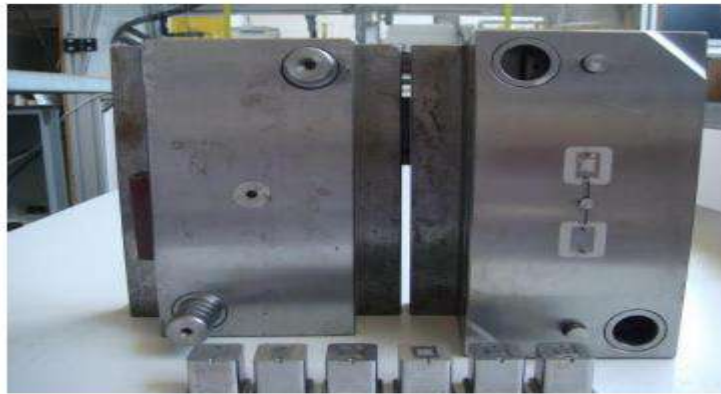
في الخطوة الأولى : تم إجراء الخلط المادي لراتنج الأكريليك ، والمحلول التجاري من MWCNTs ، والمواد المضافة والحشوات المعدنية. تم استخدام راتنج الأكريليك لضمان متانة نسيج التسخين الكهربائي ، بينما تم استخدام المواد المضافة لمنع إعادة تجميع الجسيمات النانوية ، وتحسين مستوى التوصيل وتحسين تركيز الجسيمات النانوية. تم استخدام الحشوات المعدنية لتحسين الخواص التغذوية للخليط النهائي. بعد ذلك ، من أجل التشريب الصحيح للخليط ، يتم ترسيبه على ركيزة / PES قطن ، وتجفيفه في مجفف معمل عند درجة حرارة مضبوطة. بعد ذلك ، تم إجراء القياسات الحرارية ودراسة مقارنة بين النموذج الأولي المنتج ومقعد المقاومة الكهربائية التقليدية ، واستنتجت أن تطبيق المواد النانوية مباشرة في النسيج يسمح بتوزيع متجانس لتدفق الحرارة. يصل

النموذج الأولي إلى قفزة حرارية تصل إلى 30 درجة مئوية ، ويعمل ضمن النطاق الآمن لاستخدامه في البيئات الرطبة أو في الخارج ، دون أي خطورة على المستخدم .علاوة على ذلك ، فإن الحرارة التي تم الحصول عليها تكون موحدة بين سطح المقعد بالكامل ، مما يزيد من الراحة ويحقق الإحساس الحراري المطلوب .من المهم أيضاً الإشارة إلى أنه لا يوجد فقدان للخصائص الفيزيائية بسبب زيادات الصلابة [96].

III-7-3 الطلاءات الماسية النانوية لتجاويف القوالب بالحقن المجهري:

تطورت الأنظمة الكهروميكانيكية الدقيقة MEMS إلى مرحلة ناضجة من الإنتاج الكمي والتطبيقات العملية والتوسع في العديد من مجالات الاستكشاف والبحث الجديدة [96] أصبحت النظم الكهروميكانيكية الصغرى عملية بمجرد تصنيعها باستخدام تقنيات تصنيع أجهزة أشباه الموصلات المعدلة ، والتي تستخدم عادة في صناعة الإلكترونيات .وتشمل هذه القوالب والطلاء ، والحفر الرطب والجاف ، وآلات التفريغ الكهربائي EDM ، وغيرها من التقنيات القادرة على تصنيع الأجهزة الصغيرة . للمساعدة في تطوير النظم الكهروميكانيكية الصغرى MEMS ، من الضروري إنتاج مكونات متناهية الصغر ، بوليمرية على سبيل المثال ، بدرجة عالية من الدقة والدقة . يمكن استخدام قوالب الحقن المجهري لتكرار مثل هذه المكونات .ومع ذلك ، لا تزال التكنولوجيا تواجه تحديات تختلف عن تحديات الحقن التقليدي .من المعروف أن تسخين القص العالي يحدث في التدفق البوليمري من خلال فجوات صغيرة وقد يساهم بشكل كبير في زيادة تآكل الانطباع الدقيق ، مما يضر بخدمة عمر الأداة والجودة الإجمالية للأجزاء المصبوبة . [97] [98].

تم تطبيق طلاء الماس البلوري النانوي في تجاويف القوالب بالحقن المجهري ، كما هو موضح في الشكل III-15 .



الشكل III-15: أداة MOULING مع إدخالات مطلية بالماس.

حيث أظهر صلابة عالية و توصيلاً حرارياً ، ومعامل احتكاك منخفض ، مما يساهم في مقاومة تآكل أعلى وتحكم أفضل في درجات حرارة التجويف ، مما يؤدي إلى تقليل احتياجات الصيانة للأداة وإنتاج قطع بوليمرية ذات جودة أفضل .قبل ترسيب الماس على أداة تشكيل الفولاذ ، يتم ترسيب طبقة رقيقة من نيتريد الكروم CRN لتكون بمثابة طبقة بينية ، لأنه لا يمكن تطبيق الماس مباشرة في الركيزة الحديدية .بعد ذلك ، يتم تقديم قالب التشكيل للمعالجة المسبقة ، من أجل تعزيز النواة الأولية ويتم وضعه أخيراً في مفاعل ترسيب البخار الكيميائي ذي الفتيل الساخن .الطلاء الناتج عبارة عن غشاء متجانس ومتحد ، مع بلورات الماس يبلغ متوسطها حوالي 100 نانومتر .تم استخدام مطيافية رامان لتقييم جودة وخصائص الفيلم .

أظهر استخدام أدوات التشكيل المطلية أن هناك تأثيراً إيجابياً لطلاء الماس على تدفق البوليمر ، خاصة عندما تكون درجة حرارة الذوبان منخفضة ، مما يؤدي إلى تحسين حالة المعالجة المتحكم فيها .علاوة على ذلك ، من المتوقع أن يعمل طلاء الماس كمخزن مؤقت لنقل الحرارة ، مما يضعف تأثير آلية نقل الحرارة على واجهة البوليمر / القالب في مرحلة التدفق ، مما يسمح بتصميم أقل عدوانية لنظام التحكم في درجة الحرارة ويزيد من أداء صب حقن مكروي .

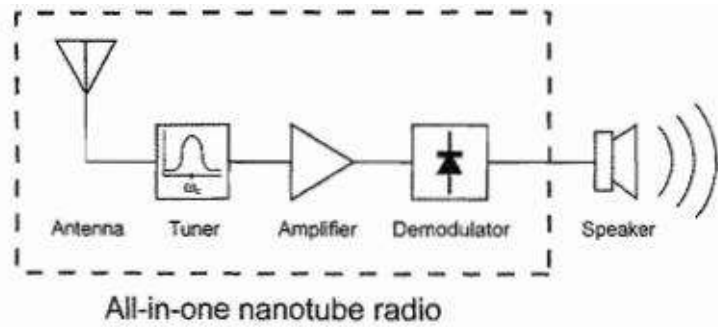
III-7-4 صناعة المركبات النانوية :

هي عبارة عن مواد مركبة من خليط لعناصر نانومترية يتم خلقها من خلال جسيمات او دقائق النانو في مادة نموذجية ميكروسكوبية ، وتستخدم في بعض اجزاء السيارات وتصف بكونها مقاومة للخدش و خفة الوزن وكونها ايضا تولد تحسينات في القوة ومن شأنها ايضا ان توفر في استخدام الوقود وزيادة العمر وفي عام 2001 بدأت شركة تويوتا في استخدام النانو المركب في واقي الصدمات الامر الذي ادى الى تخفيف وزنه بنسبة 60 بالمئة ومضاعفة مقاومته للخدش والثقب وقام العالم " بنجامين دورفمان "من اختراع مادة هجينة تسمى quasam مصنوعة من الانابيب النانوية والتي تعمل كجلد ذكي حيث لديها القدرة على قياس الضغط وكشف عن اعطال التركيبات قبل حدوثها ، تمتاز بانها ذاتية التنظيم ومضادة للجليد ومقاومة للحرارة حيث تضاف الى البلاستيك والسيراميك والمعادن فتصبح قوية كالفولاذ ، وخفيفة كالعظام .

III-7-5 اجهزة نانو لاسلكية:

جهاز راديو نانو تيوب صغير جدا تتالف دارته الاساسية من انابيب الكربون النانوية ومن شأنه تحسين كافة الاجهزة اللاسلكية من الهواتف النقالة الى التشخيص الطبي وقد تمكن من ابتكاره عام

2007 العالم " اليكس زيتي " وزملائه وذلك من خلال تصغير الاجزاء المفردة للمستقبلات اللاسلكية للهوائي والمولف الذي يقوم باختيار تردد واحد وتحويله الى سيل من النبضات الكهربائية التي ترسل لمكبرات الصوت , ثم اكتشفوا ان بإمكانية انبوب نانوي واحد ان يفعل كل هذه الامور وبإمكانية كل الاجهزة الاستفادة من اجهزة نانو لاسلكية , فمن شان الالكترونيات الصغيرة تخفيض استهلاك الطاقة واطالة عمر البطارية توصيل الاتصالات اللاسلكية الى مجالات مختلفة بما في اختراع اجهزة دقيقة جدا تسير في مجرى الدم.[68]



الشكل III- 16: مخطط جهاز راديو نانوتيوب.

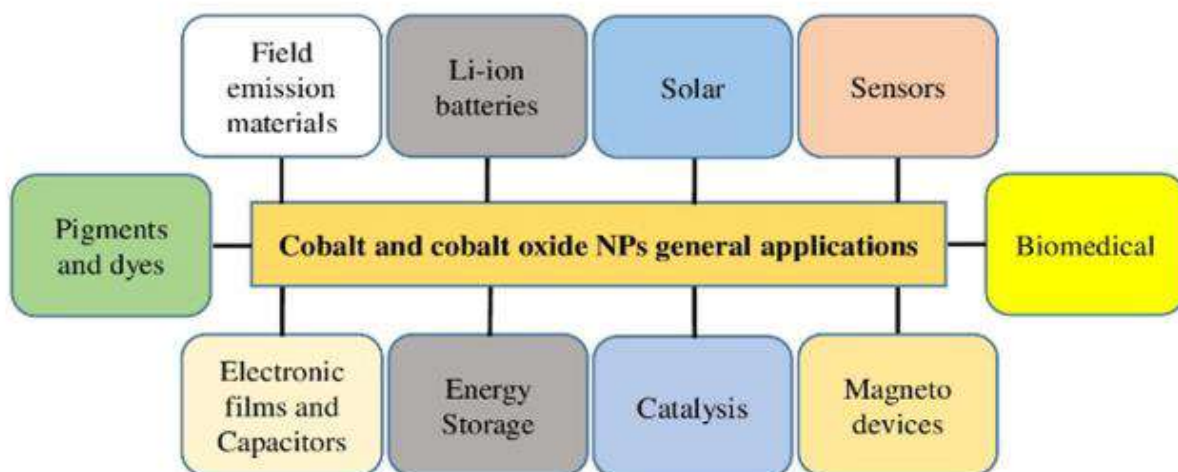
خلاصة :

تقنية النانو هي من أهم التقنيات في يومنا هذا وفي المستقبل وأصبحت في طليعة المجالات الأكثر أهمية في كل مجالات العلم, لما لها أهمية في تحسين المنتجات وعلاج الأمراض وخدمة البشرية في مجالات الحياة جميعها, لذلك فإنه يجب العمل على الاستفادة من الخواص المتميزة للمواد النانوية في إحداث ابتكارات واختراعات تفيد البشرية في مجالات السلم وتسريع الحياة وتسهيلها بالإضافة إلى التخلص من الأمراض الخبيثة التي لم يصل العلم اليوم لعلاج جذري لها والكثير من الخدمات الأخرى.

الفصل الرابع :

دراسة تحضير جسيمات اكسيد
الكوبالت النانوية بالتحضير الاخضر

تجمع تقنية النانو بين العمليات الكيميائية والفيزيائية المختلفة لبناء مواد نانوية ، والتي تقل عن 100 نانومتر في بُعد واحد على الأقل ، ولها خصائص فريدة. تمتلك تقنية النانو تطبيقات في مجالات مختلفة مثل الكوبالت وهو معدن انتقالي له تأثير مفيد على صحة الإنسان. يتمتع الكوبالت بخصائص مغناطيسية وبصرية وكهربائية وتحفيزية فريدة تجعله مناسباً لمجموعة واسعة من التطبيقات في مجال الإلكترونيات النانوية وأجهزة الاستشعار النانوية. يمكن أن يُظهر الكوبالت حالات أكسدة متغيرة (Co^{+2} و Co^{+3} و Co^{+4}) ، مما يجعله جذاباً لاستخدامه في العديد من الصناعات. بسبب هذه الحالة متعددة التكافؤ ، والكوبالت لها قدرة حالات دوران مختلفة في أشكال أكسيدها ، أي منخفضة ومتوسطة وعالية. في الآونة الأخيرة ، جذبت جزيئات الكوبالت النانوية (Co NPs) اهتماماً كبيراً لأنها أكثر اقتصاداً من الجسيمات النانوية المعدنية النبيلة (NP) و تظهر خصائص مختلفة ، مثل الكهربائية والمغناطيسية ، بسبب مساحة سطحها الكبيرة. تم استكشاف CoNPs كعامل علاجي لعلاج الأمراض ، مثل العدوى الميكروبية ، مما يجعلها جذابة للتطبيقات الطبية الحيوية. CoNPs غير سامة في الجسم عند المستويات المنخفضة ، ولها أنشطة قوية ضد البكتيريا والفطريات بتركيزات أقل ، ولها آثار جانبية أقل من المضادات الحيوية. من بين جميع NPs ، تم استغلال الكوبالت وأكسيد الكوبالت (Co_3O_4) أكثر من غيرها بسبب مجموعة فريدة و واسعة من التطبيقات. Co_3O_4 عبارة عن أشباه موصلات من النوع p المضاد للمغناطيسية مع فجوة نطاق بصري مباشر تبلغ 1.48V و 2.19 V ، Co_3O_4 هي مادة متعددة الوظائف ولها العديد من التطبيقات مثل التطبيقات الطبية الحيوية (مضاد للجراثيم ، مضاد للفيروسات ، مضاد للفطريات ، مضاد للسماحي ، عوامل علاجية ، مضاد للسرطان ، توصيل الأدوية) ، مستشعرات الغاز ، ممتصات انتقائية للطاقة الشمسية ، مواد الأنود في بطاريات الليثيوم أيون ، تخزين الطاقة ، أصباغ وأصبغ ، مواد انبعاث ميدانية ، مكثفات ، تحفيز غير متجانس ، أجهزة مقاومة مغناطيسية ، وأغشية إلكترونية رقيقة كما هو مبين في الشكل IV-1. أكاسيد الكوبالت وفيرة في الطبيعة ، حيث أن Co_3O_4 و CoO فقط هي المستقرة ، حيث يمتلك Co_3O_4 أعلى مستوى من الاستقرار. في هذه المراجعة ، نهدف إلى التركيز على التحضير البيولوجي والتوصيف والأنشطة البيولوجية للكوبالت وأكسيد الكوبالت.

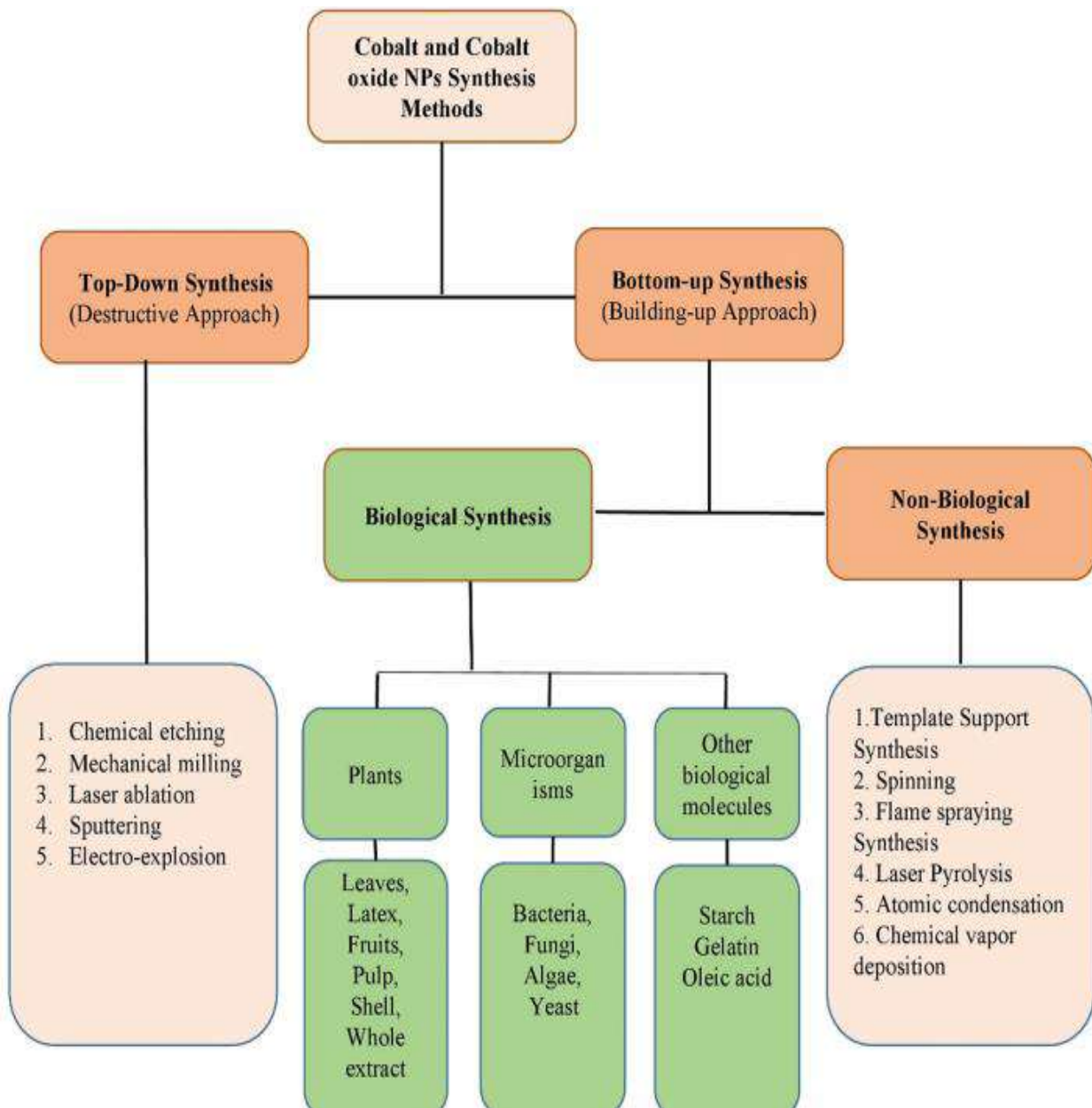


الشكل IV - 1: التطبيقات العامة للكوبالت وأكسيد الكوبالت

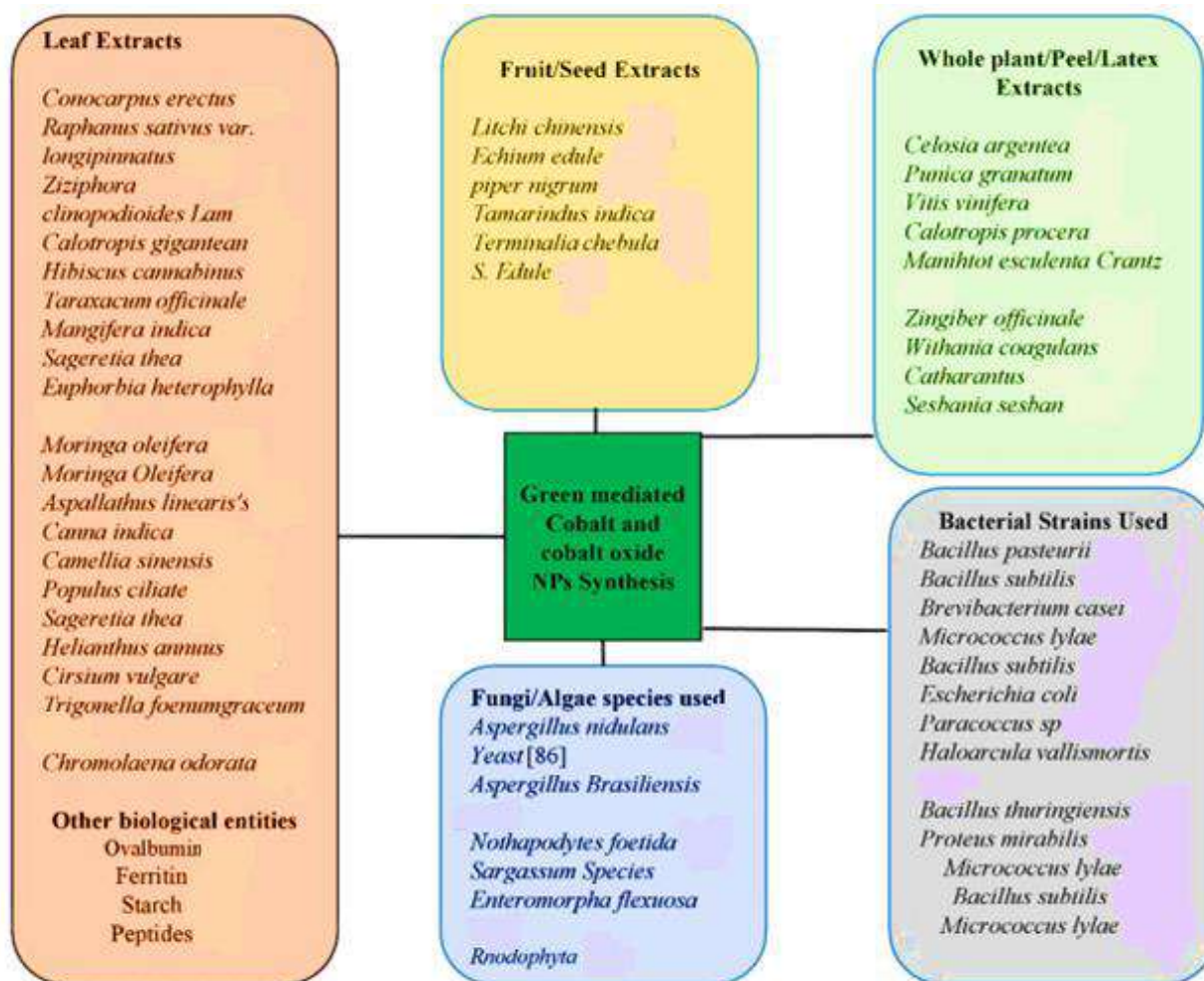
1-IV التحضير الأخضر للكوبالت وأكسيد الكوبالت NPs (الطرق البيولوجية):

تخليق NPs بالطرق الفيزيائية والكيميائية (الأساليب التقليدية) له بعض الآثار الضارة مثل انبعاث مواد كيميائية عالية التكلفة وسامة والتي تحمل العديد من التهديدات للنظام البيئي ، فضلاً عن أنها تتطلب استهلاكاً عالياً للطاقة وتكلفة عالية وعمليات تستغرق وقتاً طويلاً. للتغلب على هذه المشاكل ، يتم تنفيذ التوليف الأخضر من NPs.

ظهر النهج الذي يعتمد على البيئة باعتباره أسلوباً صديقاً للبيئة ومتوافقاً حيوياً ورائعاً ، ويقدم المزيد من المزايا مقارنة بالنهج التقليدية الأخرى [99، 100]. في التوليف الأخضر للـ NPs ، تم استخدام نباتات / أجزاء مختلفة من النباتات والفواكه والبكتيريا والطحالب والفطريات والجزيئات البيولوجية الأخرى مثل النشا والبروتين البيض كعامل اختزال / تغطية / مؤكسد [101، 102]. تم استغلال أجزاء مختلفة من النباتات والكائنات الدقيقة والجزيئات البيولوجية الأخرى لتصنيع الكوبالت وأكسيد الكوبالت NPs كما هو موضح في الشكل IV - 3. تحتوي هذه الموارد البيولوجية على جزيئات حيوية مختلفة ومستقبلات مسؤولة عن الأكسدة / الاختزال ، والاستقرار ، والإنتاج من NPs معينة. تم تصنيع الكوبالت وأكسيد الكوبالت باستخدام طرق مختلفة مثل الطرق الكيميائية والفيزيائية والبيولوجية. ومع ذلك ، أدى النهج البيولوجي إلى إنتاج أقل تلوثاً وأكثر أماناً وفعالية من حيث التكلفة وعلى نطاق واسع من NPs ، [99] [100] [103]



الشكل IV- 2: طرق مختلفة لتركيب الكوبالت وأكسيد الكوبالت



الشكل IV - 3: استخدام نباتات / أجزاء مختلفة من النبات ، والكائنات الحية الدقيقة وجزيئات بيولوجية أخرى لتخليق الكوبالت وأكسيد الكوبالت NPs

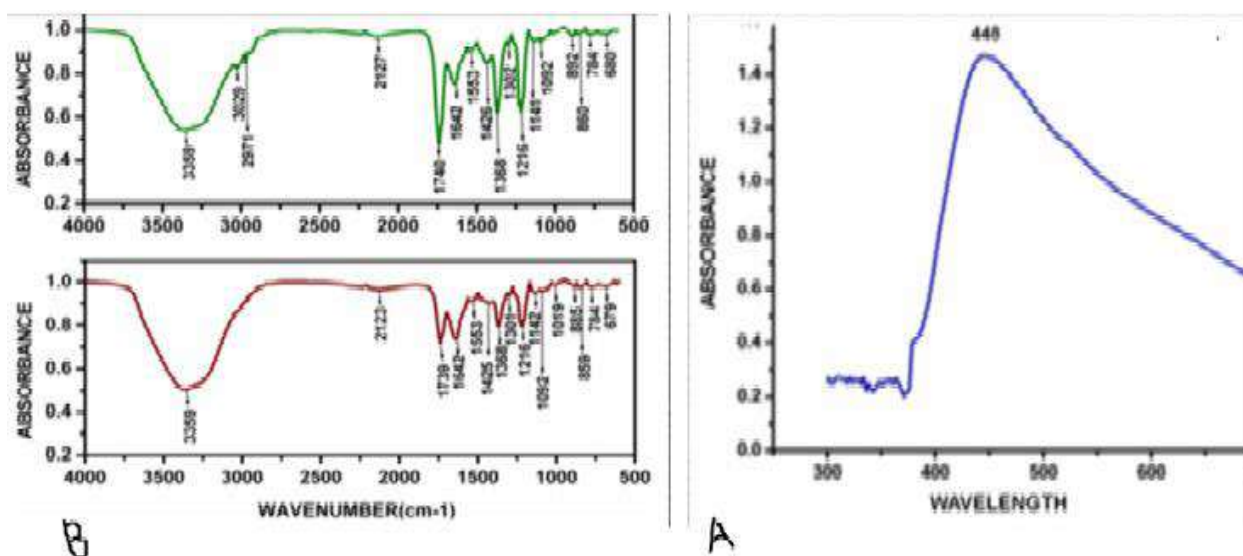
1-1-IV التحضير الأخضر باستخدام المستخلصات النباتية

على عكس البكتيريا والطحالب والفطريات ، فقد تم استخدام النباتات على نطاق واسع لتصنيع الكوبالت وأكسيد الكوبالت. هذا بسبب و فرتها و طبيعتها الأمانة وأيضاً زيادة استقرار وتقليل المواد الكيميائية النباتية. تم اعتبار هذه الطريقة كبديل للعمليات الفيزيائية الكيميائية المعقدة والمكلفة بسبب الخصائص التالية: الجدوى ، والجدوى التجارية ، والملاءمة البيئية ، والموثوقية ، وعدم توليد النفايات ، والبساطة [104 ، 105]. تم استخدام أجزاء مختلفة من النبات مثل الأوراق والجذور والساق والفواكه والبذور واللاتكس والأجزاء الداخلية من النبات والأصداف والقشور لتجميع Co و Co₃O₄ NPs كما هو موضح في الشكل IV - 3.

تحتوي المستخلصات النباتية على مجموعة متنوعة من مركبات الفلافونويد ، والسكريات المتعددة ، والأحماض الأمينية ، والبوليفينول ، والأحماض الفينولية ، وحمض الفيروليك ، وحمض الجنتيسيك ، والترينويدات ، والثيمول ، والتربتوفان ، والقلويدات ، والتي تعمل كعامل استقرار ، واختزال ، ومخلب كما هو معروض في الجدول 1 تعمل هذه المستقبلات كمخمدات للأكسجين وعوامل مخفضة ومثبتة وعوامل مخلبية للمعادن ومترعات للهيدروجين. يؤدي اختزال أيونات المعادن بواسطة هذه المواد داخل المستخلصات النباتية إلى تكوين مواد متناهية الصغر [106]. نظراً لوجود مصدر غني بالمستقبلات ، فقد تم استخدام مقتطفات الأوراق على نطاق واسع لتركيبة CoNPs.



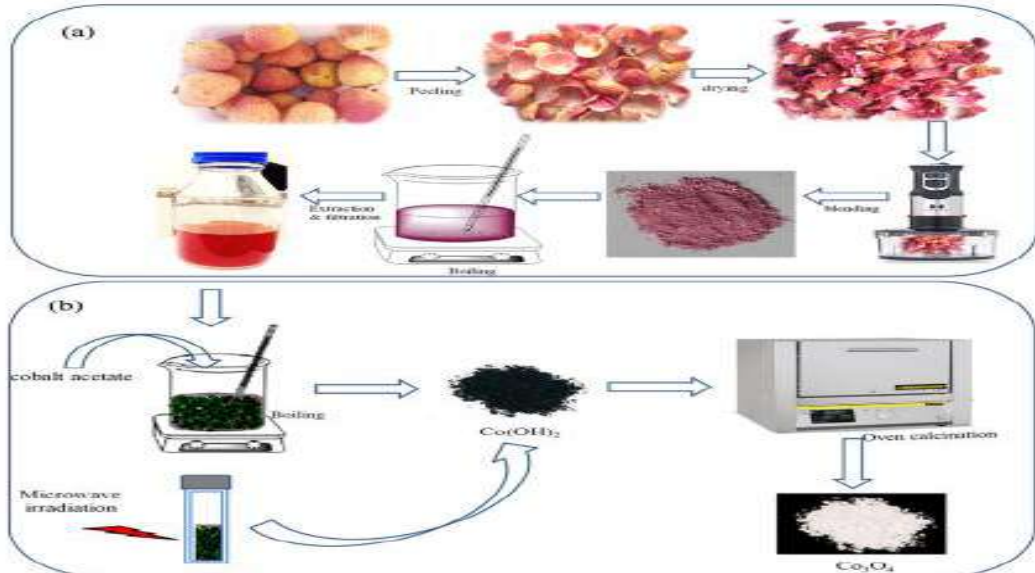
الشكل IV-4: نبات الفجل الأبيض ومستخلصه و مستخلص اكسيد الكوبالت منه



الشكل IV-5: (A) طيف UV-vis لجسيمات الكوبالت المركبة . (B) طيف FTIR لمستخلص الاوراق ولجسيمات الكوبالت النانوية

يعد التوليف بواسطة النبات ل Co₃O₄ NPs و Co نهجاً بسيطاً وليس هناك حاجة لمتطلبات خاصة [103]. تم خلط الأملاح المعدنية مع كامل النبات / جزء من المستخلصات النباتية ، ويكتمل التفاعل في غضون ساعات قليلة في ظل ظروف المعمل العادية [101-106]. (الفجل الأبيض). تم استخدام مستخلص أوراق Longipinnatus لتصنيع CoNPs بهيكل كروي يمثل وجود حمض الفيروليك وحمض الجنتيسيك و الرافانوسين وحمض الأيروسيك والسينابيت و السلفورافين. تميزت

NPs الخضراء المركبة بالأشعة فوق البنفسجية المرئية الطيفية (UV-vis) ، حيود الأشعة السينية (XRD) ، ومسح الأشعة السينية المجهر الإلكتروني والطاقة المشتتة (التحليل الطيفي) (SEM-EDX). أظهرت هذه CoNPs أنشطة محتملة مضادة للبكتيريا وأظهرت أيضاً أنشطة واعدة في سمية الخلايا ضد خطوط خلايا سرطان هيليا في المختبر [107]. تم تصنيع Co₃O₄ NPs مع أشكال كروية بحجم قطر 50-60 نانومتر ، باستخدام مستخلصات أوراق *Calotropis gigantea* التي تشير إلى وجود ترايتيريبينويدات ، فلافونويد (بوليفينول) ، ستيرويدات ، كاردينوليد ، وقلويدات [108]. تم استخدام مستخلص أوراق نبات الكركديه لتخليق CoNPs البلورية التي يبلغ قطرها 20.8 نانومتر. تم تمييز CoNPs هذه بواسطة التحليل الطيفي للأشعة تحت الحمراء (FTIR) و XRD و UV-vis. ذكر المؤلفون أن NPs الخضراء المركبة لها أنشطة قوية ضد *Escherichia coli* و *Bacillus Subtilis* [109]. Onwudiwe et al. أبلغ عن التوليف الحيوي بواسطة Co₃O₄ NPs باستخدام مستخلص الفاكهة من *Litchi Chinensis*. تم تأكيد توصيفات NP المركبة بواسطة XRD و SEM والمجهر الإلكتروني للإرسال (TEM) و FTIR. كشف التحليل FTIR أن NPs المستوحاة من حيوي لها شكل استطالة شبيه بالقضيب. تم إجراء تحليل FTIR أيضاً للكشف عن المجموعة الوظيفية للعديد من المواد الكيميائية النباتية التي تشارك في الأكسدة / الاختزال وبالتالي تكوين NPs أكسيد الكوبالت. أكد تحليل FTIR وجود المجموعات الوظيفية الفينولية والكربوكسيلية ، مما يشير إلى أن هذه المجموعات مسؤولة عن تكوين NPs أكسيد الكوبالت [110].



الشكل IV-6: عرض تخطيطي لطريق تحضير المواد الذي يتضمن (A) استخراج المكونات النباتية المطلوبة من قشور الفاكهة *Litch chinensis* (ليتشي) ، و (B) تخليق Co(OH)₂ و Co₃O₄ الجسيمات النانوية

وبذور Piper Nigrum [113] أيضًا لتخليق Co₃O₄ NPs. تم استخدام المستخلصات النباتية الكاملة من Vitis vinifera لتخليق Co₃O₄ NPs التي لها بنية بلورية واحدة نقية بقطر 10-20 نانومتر. أشار تحليل TEM و FTIR إلى أن المستخلصات النباتية تلعب دورًا مهمًا في تثبيت وتقليل النانورود عبر أنواع مختلفة من المركبات العضوية الموجودة في المستخلصات النباتية [114]. تم استخدام مادة اللاتكس المشتقة من Calotropis Procera لتكوين Co₃O₄ NPs مع الأشكال الكروية ومتوسط قطر يبلغ 10 نانومتر. أظهرت NPs سمية منخفضة فقط بتركيز عالٍ جدًا ، مما يثبت أنها آمنة ويمكن استخدامها في تطبيقات مختلفة في مختلف المجالات بما في ذلك مجال الأدوية [115]. بخلاف ما سبق ذكره ، يتم عرض أجزاء مختلفة من النباتات المختلفة المستخدمة في تخليق Co₃O₄ NPs و Co في الجدول 1-IV والشكل 3-IV.

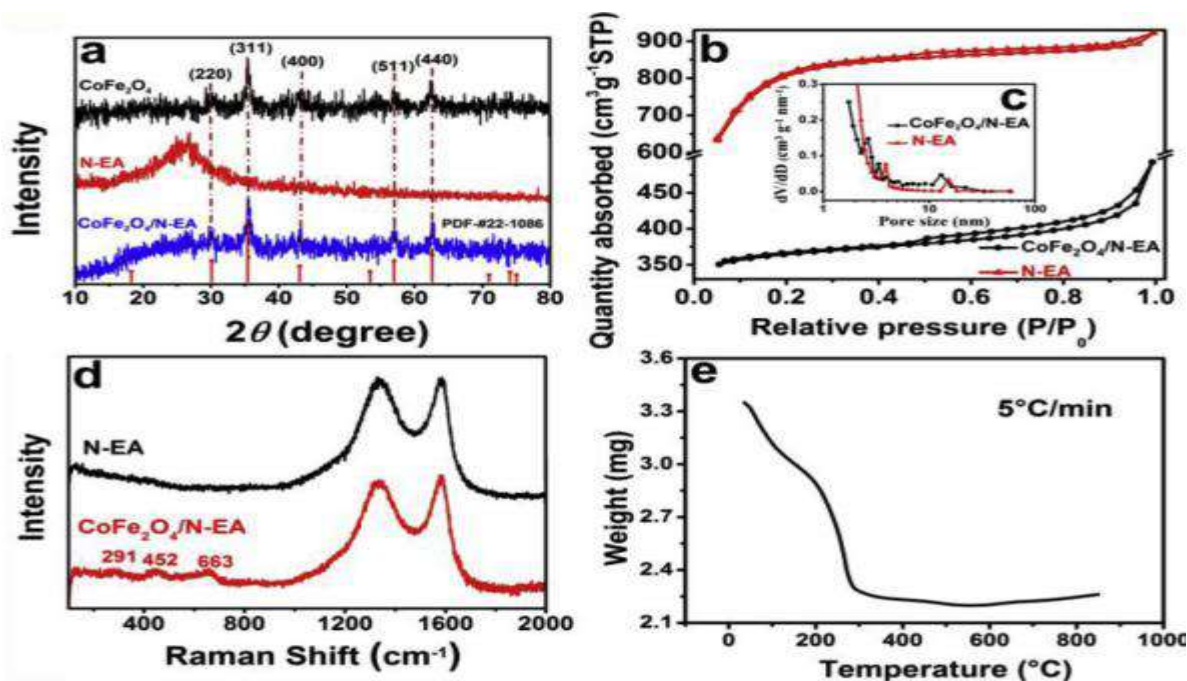
Plant scientific name/ common name	Part	NPs	Characterization	Phytoconstituents present in plant	Size (nm)	Shape
<i>Conocarpus erectus</i> /buttonwood or button mangrove	Leaf extract	Cobalt	SEM and XRD	Tannins, flavonoids, and phenolic acids	20–60	Spherical
<i>Celasia argentea</i> /plumed cockscumb or Silver cock's comb	Whole plant extract	Cobalt	XRD, SEM, and EDX	Flavonoids, tannins, and phenolic acids	27.42	
<i>Punica granatum</i> /pomegranate	Peel extract	Cobalt oxide	XRD, SEM, EDX, AFM, FTIR, and UV	Gallic acid, puni87 calagins A and B, ellagic acid, and gallotannins	40–80	Spherical
<i>Ziziphora clinopodioides</i> Lam/ kakuti-e kuhi	Leaf extract	Cobalt	UV-vis, XRD, EDS, SEM, TEM, and FTIR	Flavonoids, α and β pinen, terpenoids, thymol, piperitenone, sis-isopulegone, pulegone, and cineol	28.19	Crystal
<i>Raphanus sativus</i> var. <i>longipinnatus</i> /Radish	Leaf extract	Cobalt	UV-vis, FTIR, SEM, and EDX	Ferulic acid, gentisic acid, raphanusin, erucic acid, sinapate, raphanin, and sulforaphen	80	Spherical
<i>Calotropis gigantea</i> /giant milkweed, crown flower, giant calotrope, swallow-wort	Leaf extract	Cobalt oxide	XRD, UV-vis, SEM, TEM, and EDX	Triterpenoids, flavonoids (polyphenols), steroids, cardenolides, and alkaloids	50	Spherical
<i>Hibiscus cannabinus</i> /Deccan hemp and Java jute	Leaf extract	Cobalt	XUV-vis, XRD, SEM, TEM, and FTIR	Phytosterols, flavonoids, polyphenols, tannins, steroids, alkaloids, saponins, lignans, essential oils, and glucosides	20.88	Crystalline
<i>Litchi chinensis</i> /litchi fruits	Fruits extract	Cobalt oxide	XRD, SEM, TEM, and FTIR	Phenolic acid, flavonoids condensed tannins, luteolin, anthocyanin, and proanthocyanidins.	NA	Rod like
<i>Sechium edule</i> /perennial climber	Fruit extract	Cobalt oxide	XRD, FTIR, TEM, AFM, SEM, and VSM	Ascorbic acid	3.79	Irregular
<i>Helianthus annuus</i> /sunflower	Leaf extract	Cobalt oxide	XRD, TGA, SEM	NA	NA	Plate
<i>Piper nigrum</i>	Seeds	Cobalt oxide	UV-vis, AFM, FTIR	NA	30–60	Spongy triangular
<i>Vitis vinifera</i> /common grape vine	Whole plant extract	Cobalt oxide	XRD, FT-IR, Raman, TEM, SAED, EDX, DRS, PL, and VSM	Phenolic, stilbenoids, anthocyanin, and acetylated anthocyanin	10–20	Rod shape
<i>Calotropis procera</i> /Sodom apple	Latex	Cobalt oxide	XRD, DSC, TEM, EDX, FTIR, and UV-vis	Tryptophan, alkaloids, resins, tannins calotropin, calactin, and calotoxin	10	Spherical
<i>Taraxacum officinale</i> /common dandelion	Leaf extract	Cobalt oxide	UV-vis, FT-IR, SEM, and TEM	Flavonoids and phenolic	50–100	Spherical
<i>Mangifera indica</i> /mango	Leaf extract	Cobalt	UV-vis, XRD, FT-IR, and SEM	Polyphenolics, flavonoids, and triterpenoids	25–40	Irregular shape
<i>Sageretia thea</i> /Osbeck.	Leaf extracts	Cobalt oxide	XRD, ATR-FTIR, HR-SEM, HR- TEM, SAED, and EDS	Friedeline, syringic acid, beta- sitosterol, daucosterol, gluco-syringic acid, and taraxerol	20.03	

<i>Moringa oleifera</i> /drumstick tree, horseradish tree, and ben oil tree or benzolive tree	Leaf extract	Cobalt oxide	HR-TEM, EDS, FTIR, and AXS	α -Maltose, adenosine, catechin, chlorogenic acid, rutin, quercetin, kaempferol, caffeic acid, etc.	20–50	Symmetric
<i>Tamarindus indica</i> /tamarind fruit	Fruit pulp	Cobalt aluminate	FTIR, UV-vis, XRD, SEM, and RS	Tartaric acid, malic acid, and amino acids	71	Rectangular like
<i>Euphorbia heterophylla</i> /fire plant, painted euphorbia, Japanese poinsettia, desert poinsettia, and wild poinsettia	Leaf extract	Cobalt oxide	FTIR, XRD, Malvern Zetasizer Particle Size Analyzer, TEM, and UV-vis DRS	Alkaloid and saponin	69.75	Spherical
<i>Terminalia chebula</i> /black- or chebulic myrobalan	Fruit	Cobalt oxide	ATR-FTIR, XRD, TEM, SEM, and EDS	Hydrolysable tannins, gallic acid, chebulic acid, chebulic ellagitannins, and gallate esters	15–25	Spherical
<i>M. oleifera</i> /drumstick	Leaf extract	Cobalt	SEM, FTIR, UV-vis, and EDX	Oleic acid, ascorbic acid, dihexadecanoate, octadecenoic acid, methyl ester-hexadecanoic acid, and octadecenamide	168–295	Crystal
<i>Aspalathus linearis</i> /Rooibos	Leaf powder	Cobalt oxide	HR-TEM, EDS, Max solid-state Silicon drift detector, XRD, XPS, FTIR, and Raman spectroscopy	Phenolic compounds, aspalalinin, flavones, and flavonols	3.6	Quasi-spherical
<i>Manihot esculenta</i> Crantz/cassava	Whole extract	Cobalt oxide	SEM, EDS, TEM, FT-IR, XRD, VSM, TGA, and EDX	Malonaldehyde, superoxide dismutase, reduced glutathione, and catalase	N/A	Prism like-anchored octahedron
<i>Zingiber officinale</i> /ginger	Whole plant	Cobalt	XRD, SEM, FTIR, VSM, and EDS	Gingerol, zingerone, shagaols, paradole, and starch	20–50	Crystal
<i>Canna indica</i> /Indian shot, African arrowroot, edible canna	Leaf extract	Bimetallic cobalt	UV-vis, TEM, EDX, and Thermo Electron LED	Glycosides, alkaloids, and terpenoids	450–550	Polydispersed
<i>S. edule</i> /chayote	Fruit extract	Bimetallic cobalt	AAS, SEM, SAED, TEM, XRD, and EPR	Trans-cinnamic acid, phenylacetic acid, trilinolenin, etc.	47.3	Prismoidal
<i>Cinnamomum verum</i> /true cinnamon tree or Ceylon cinnamon tree	Bark	Cobalt aluminate	MCM, XRD, SEM, TEM, XPS, IR, and UV-vis	Polysaccharides, polyphenols, flavonoids, and amino acids	50–60	Polyhedral
<i>Camellia sinensis</i> /tea plant, tea shrub, and tea tree	Leaf extract	Cobalt oxide	XRD, FESEM, EDX, HR-TEM, PL, FTIR, and UV-visible	Catechins, alkaloids, flavonoids, proteins, enzymes, vitamins, carbohydrates, polyphenols, lipids, and minerals	39.13	Quasi-rectangular
<i>Populus ciliata</i> /safaida	Leaf extract	Cobalt oxide	FTIR, TEM, SEM, and XRD	Alcohol-benzene, lignin, holocellulose, and alphacellulose	15–35	Square shape
<i>Tamarindus indica</i> /Indian tamarind	Fruit extract	Cobalt aluminate	FTIR, UV-vis, XRD, SEM, and TEM	Tartaric acid, malic and citric acid, potassium ditartrate, amino acids, and vitamin B	71.3	Cubic spinel
<i>S. thea</i> /Osbeck.	Leaf extract	Cobalt oxide	XRD, TEM, SEM, SAED, and EDS	Acids/base	20.03	Cubic
<i>Cirsium vulgare</i>	Leaf extract	Cobalt oxide	XRD, SEM, and TEM	NA	20	
<i>Trigonella foenumgraceum</i> /fenugreek	Leaf extract	Cobalt oxide	FTIR, XPS, XRD, EDS, UV-vis, and TEM	Flavonoids, polyphenols, and different glycosides	13.2	Quasi-spherical
<i>Withania coagulans</i>	Whole plant extract	Cobalt oxide	UV-vis and XRD	Withanolide, withaferin, and withacoagin	NA	Cube shape
<i>Chromolaena odorata</i>	Leaf extract	Cobalt	UV-vis, XRD, FT-IR, and SEM	NA	20–49	Irregular, cubic, and hexagonal shapes
<i>Catharanthus roseus</i> /periwinkle	Whole plant extract	Cobalt	XRD, FESEM, and EDX	Alkaloids, tannins, flavonoids, polyphenols, and carbohydrates	27.08	Spherical shape
<i>Sesbania sesban</i>	Whole extract	Cobalt oxide	HR-TEM, EDAX, and XRD	NA	15–30	Spherical

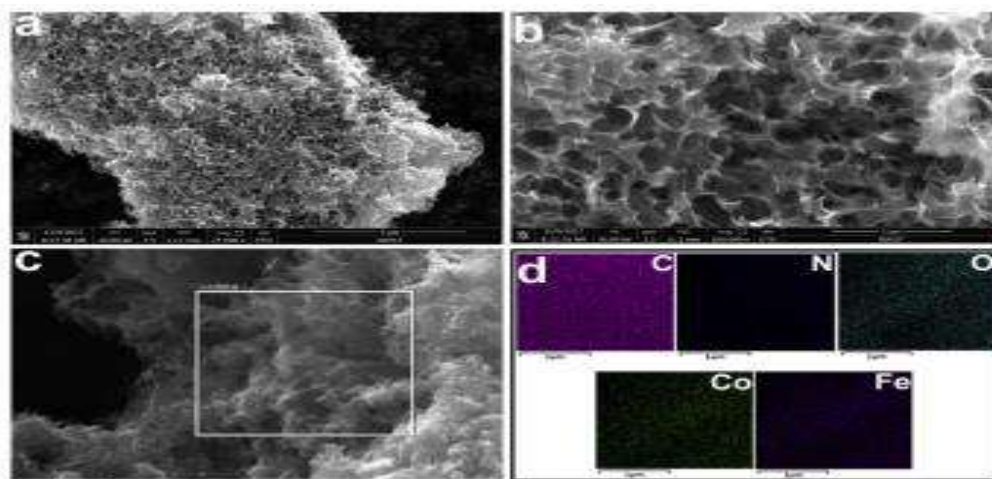
الجدول IV-1: التوليف بواسطة النبات ل Co و Co₃O₄ NPs

1-IV-2 نهج التحضير بواسطة الطحالب:

الطحالب عبارة عن كائنات دقيقة مائية تستخدم إلى حد كبير في تخليق NPs. تسمى الطحالب أيضاً بالمصانع الحيوية لأنها تصنع مواد نانوية ذات ثبات عالٍ ، ويسهل التعامل معها ، ولا تحتاج إلى صيانة خلوية [116]. الطحالب هي المصدر الرئيسي للأيضات النشطة بيولوجياً التي تشارك في تصنيع NPs [117][118]. تحتوي على العديد من المستقبلات النشطة بيولوجياً مثل البروتينات والسكريات وأنواع مختلفة من المواد الكيميائية النباتية الأخرى التي تتكون من مجموعات وظيفية أمينية و هيدروكسيل و كربوكسيل ، وهي المسؤولة عن تصنيع NPs [116][119]. تختلف الطحالب في الحجم ويمكن أن تختلف من الطحالب الدقيقة إلى الطحالب الكبيرة [116-119]. تم استخدام الطحالب الكبيرة الخضراء من النوع *Enteromorpha Flexuosa* لتصنيع الكوبالت والفريت NPs بمتوسط حجم 5-15 نانومتر. وقد تميزت هذه NPs الفريتية المستوحاة من الكوبالت الحيوي بالعديد من التقنيات المتقدمة مثل XRD و SEM و TEM والتحليل الطيفي للأشعة السينية المشتتة للطاقة (EDS) و XPS [120] وبالمثل ، تم أيضاً الإبلاغ عن مركبات تنجستات الكوبالت ($CoWO_4$) المُصنَّعة من الأعشاب البحرية الحمراء (Rhodophyta) باستخدام أجار أجار [121].



الشكل IV-7: (a) أنماط XRD من $CoFe_2O_4$ و $CoFe_2O_4/N-EA$ و $N-EA$ ؛ BET متساوي الحرارة (b) $CoFe_2O_4/N-EA$ و $N-EA$ مع توزيعات حجم المسام المقابلة لها (داخلي ج)؛ d: أطياف رامان ل $N-EA$ و $CoFe_2O_4/N-EA$ ؛ e: منحنى TG ل $CoFe_2O_4/N-EA$ تحت الغلاف الجوي ب معدل تسخين 5 درجات



الشكل IV - 8: صور SEM لـ N-EA (a ، b) و CoFe₂O₄ / N-EA (c) مع نتائج تعيين EDS (d) لعناصر C ، N ، O ، Fe ، Co لعناصر CoFe₂O₄ / N-EA.

2-IV الأنشطة البيولوجية لـ Co₃O₄ NPs و Co

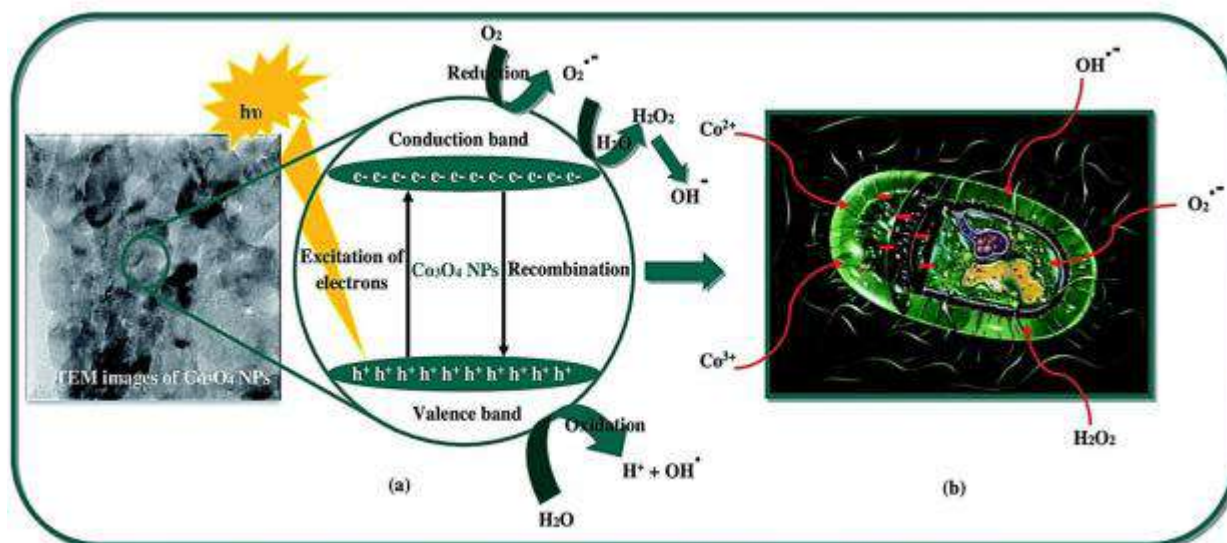
2-IV-1 نشاط مضاد للبكتيريا:

حاليًا ، في جميع أنحاء العالم ، يعد ظهور المقاومة البكتيرية للمضادات الحيوية المتاحة مصدر قلق كبير للصحة. لذلك ، هناك حاجة لعامل مضاد حيوي يمكنه قتل البكتيريا المسببة للأمراض التي تظهر مقاومة للأدوية المتاحة [122]. تتميز NPs بحجم صغير مع مساحة سطح عالية مقارنة بالجزيئات الأكبر وبالتالي تمتلك أنشطة قوية مضادة للبكتيريا. تحتوي NPs على نفاذية غشاء تعتمد على الجرعة وتمنع تخليق البروتينات البكتيرية عن طريق إزعاج غشاء الخلية [100، 123]. أظهرت NPs المعدنية المختلفة مثل الذهب والحديد والفضة وأكسيد المعادن مثل أكسيد الحديد وأكسيد الكوبالت وأكسيد النحاس أنشطة كبيرة مضادة للجراثيم. AgNPs هي الاهتمام الرئيسي ليس فقط في الصناعات الطبية الحيوية ولكن أيضًا في الصناعات الغذائية نظرًا لسلوكها المحتمل كمضاد للميكروبات [124]. تمتلك NPs الكوبالت وأكسيد الكوبالت أيضًا نشاطًا مضادًا للبكتيريا.. قيس النشاط المضاد للبكتيريا لـ CoNPs الحيوية ضد البكتيريا المسببة للأمراض البشرية ، وخلصت النتائج إلى أن CoNPs لها أنشطة قوية مضادة للجراثيم مقارنة بعقار المضاد الحيوي القياسي Eltarahony et ciprofloxacin. عن التوليف الأخضر لمركبات CoNP المدمجة باستخدام البكتيريا سالبة الجرام *P. Mirabilis*. تم تأكيد توصيف NPs بواسطة UV-vis و EDX و XRD و TEM وتشتت الضوء الديناميكي (DLS) ومؤشر تشتت البولي (PDI). لوحظ النشاط المضاد للبكتيريا باستخدام مقايصة انتشار جيد ضد *S. typhi* و *E. coli* و *C. perfringens* و *S. aureus* و

Enterococcus Faecalis [126] أظهرت النتيجة أن NPs لها كفاءة واعدة في المبيدات الحيوية ضد هذه البكتيريا [126]. مركب NPs شبه كروي من أكسيد الكوبالت بمتوسط حجم قطره 20-27 نانومتر باستخدام نوع فطري *Aspergillus Brasiliensis*. أظهر أكسيد الكوبالت الذي تم تصنيعه بالفطريات لأول مرة نشاطاً كبيراً ضد البكتيريا المختلفة [127]. تم الإبلاغ عن التوليف الحيوي للـ CoNPs باستخدام مستخلص نبات *Celosia Argentea* بالكامل ودراسته لأنشطته المضادة للبكتيريا باستخدام طريقة نشر القرص. أظهرت NPs المصنعة نشاطاً ملحوظاً مضاداً للبكتيريا ضد بكتيريا *B. subtilis* و *E. coli* [100]. تم تصنيع NPs أكسيد الكوبالت الأخضر بواسطة استخدام مستخلص زهرة *Hibiscus rosa-sinensis* وتم قياس نشاطها المضاد للبكتيريا. أظهرت هذه العناصر NPs الخضراء المصنعة أنشطة واعدة ضد *E. coli* و *Streptococcus mutans* و *S. aureus* و *Klebsiella pneumoniae* [128]. تم اقتراح جانبين رئيسيين. أولاً: في NPs أكسيد الكوبالت ، تتفاعل الحالات الإيجابية المختلفة لأيونات الكوبالت ، أي Co^{+2} و Co^{+3} مع أجزاء الخلية البكتيرية التي لها شحنة سالبة وتتسبب في موت الخلية البكتيرية. ثانياً: قد يكون هناك إثارة للإلكترونات على سطح أكسيد الكوبالت بسبب تشعيع الضوء في نطاق التوصيل والتكافؤ. في نطاق التوصيل ، هناك تكوين أنيون جذري للأكسيد الفائق بسبب تفاعل الإلكترونات المثارة وجزيئات الأكسجين. أخيراً ، يحدث تكوين بيروكسيد الهيدروجين ، وهو عامل مؤكسد قوي. على سطح NPs ، يؤدي تفاعل الماء وأنيون الأكسيد الجذري إلى تدمير الخلية البكتيرية. لذلك ، يمكن أن تكون الجسيمات النانوية من أكسيد الكوبالت عاملاً قوياً مضاداً للبكتيريا عند أدنى مستوى من التركيز [103، 129]. يتم عرض الأنشطة المضادة للبكتيريا للكوبالت وأكسيد الكوبالت NPs المركبة من طرق خضراء مختلفة في الجدول IV -2.

Biological entity	NPs	Test microorganisms	Method
<i>Celosia argentea</i>	Cobalt	<i>Bacillus subtilis</i> and <i>Escherichia coli</i>	Disk diffusion
<i>Ziziphora clinopodioides</i> Lam	Cobalt	<i>Salmonella typhimurium</i> , <i>E. coli</i> , <i>Streptococcus pneumoniae</i> , <i>Pseudomonas aeruginosa</i> , <i>Staphylococcus aureus</i> , and <i>B. subtilis</i>	Disk diffusion
<i>Raphanus sativus</i> var. longipinnatus	Cobalt	<i>Pseudomonas putida</i> and <i>Klebsiella pneumoniae</i>	Disk diffusion
<i>Hibiscus cannabinus</i>	Cobalt	<i>B. subtilis</i> and <i>E. coli</i>	Agar well diffusion
<i>Vitis vinifera</i>	Cobalt oxide	<i>P. aeruginosa</i> , <i>E. coli</i> , <i>S. aureus</i> , and <i>B. subtilis</i>	Disk diffusion
<i>Calotropis procera</i>	Cobalt oxide	<i>E. coli</i> , <i>Pseudomonas</i> sp., <i>Alcaligenes</i> sp., and <i>Enterococcus</i> sp.	Disc diffusion
<i>Moringa oleifera</i>	Cobalt	<i>E. coli</i> and <i>S. aureus</i>	Agar well diffusion
<i>Sechium edule</i>	Bimetallic cobalt	<i>B. subtilis</i> and <i>E. coli</i>	Disk diffusion
<i>Populus ciliata</i>	Cobalt oxide	<i>Bacillus licheniformis</i> , <i>B. subtilis</i> , <i>K. pneumoniae</i> , and <i>E. coli</i>	Well diffusion
<i>Sageretia thea</i>	Cobalt oxide	<i>P. aeruginosa</i> , <i>E. coli</i> , <i>K. pneumoniae</i> , <i>Staphylococcus epidermis</i> , <i>S. aureus</i> , and <i>B. subtilis</i>	Disc diffusion
<i>Chromolaena odorata</i>	Cobalt	<i>E. coli</i> , <i>K. pneumoniae</i> , <i>S. aureus</i> , and <i>Streptococcus pyogenes</i>	Agar well diffusion
<i>Catharanthus roseus/Periwinkle</i>	Cobalt	<i>B. subtilis</i> and <i>E. coli</i>	Disk diffusion
<i>Sesbania sesban</i>	Cobalt oxide	<i>S. aureus</i>	Disk diffusion
<i>Proteus mirabilis</i>	Cobalt	<i>P. aeruginosa</i> , <i>Salmonella typhi</i> , <i>E. coli</i> , <i>Clostridium perfringens</i> , <i>Enterococcus faecalis</i> , <i>Bacillus cereus</i> , and <i>S. aureus</i>	Well diffusion
<i>Aspergillus brasiliensis</i>	Cobalt oxide	<i>B. subtilis</i> , <i>S. aureus</i> , <i>P. aeruginosa</i> , and <i>E. coli</i>	Agar well diffusion

الجدول IV - 2: الأنشطة المضادة للبكتيريا للكوبالت الأخضر المركب وأكسيد الكوبالت NPs



الشكل IV - 9 : رسم تخطيطي لـ (a) تحضير OH[·] بواسطة الضوء المرئي 1 (b) الأنشطة المثبطة للنمو البكتيري عن طريق تطبيق أكسيد الكوبالت NPs.

2-IV-1 نشاط مضادات الأكسدة:

التمثيل الغذائي التأكسدي هو عملية أساسية لبقاء الخلايا على قيد الحياة. ومع ذلك ، فإن هذه العملية لها بعض الآثار الجانبية لأنها تنتج الجذور الحرة وأنواع الأكسجين التفاعلية. عندما يتم إنتاج هذه الجذور الحرة في الجسم بكميات زائدة يمكن أن تغمر الإنزيمات مثل الكاتالاز ، والبيروكسيداز ، وفوق أكسيد ديسموتاز وتؤدي إلى تأثيرات خلوية قاتلة عن طريق أكسدة البروتينات الخلوية ، والدهون الغشائية ، وإنزيمات الحمض النووي ، والتأثير على مسارات الإشارات في تؤدي الخلية إلى إنهاء التنفس الخلوي [130]. تؤثر الأكسدة على الطعام أيضاً ، وهو أحد الأسباب الرئيسية للتلف الكيميائي الذي يؤثر على النكهة والملبس والقيمة الغذائية وسلامة الطعام. تتوفر أنواع مختلفة من مضادات الأكسدة الطبيعية والاصطناعية للحد من الآثار الجانبية للأكسدة [130، 131]. تحتوي NPs أيضاً على أنشطة قوية مضادة للأكسدة. تم تحضير NPs لأكسيد الكوبالت المزروع ذات الأشكال المكعبة الشكل بمتوسط حجم يبلغ 20.03 نانومتر باستخدام مستخلص أوراق *S. thea*. تم تقييم فحوصات مضادات الأكسدة ، وكسح الجذور الحرة ، والقدرة الإجمالية لمضادات الأكسدة ، وقوة الاختزال الكلية. أظهرت NPs أكسيد الكوبالت المكون من ثيبوجين قدرة فائقة على الكسح الجذري ومتوسط قدرة مضادات الأكسدة الكلية والقدرة المختزلة الكلية [132]. لوحظ أيضاً نشاط الكسح الجذري لـ CoNPs المستوحاة بيولوجياً وذكر أن قوة الكسح والنشاط المضاد للأكسدة يعتمدان على الجرعة حيث تؤدي زيادة النشاط إلى زيادة تركيز CoNPs [100] تم تصنيع CoNPs باستخدام مستخلص أوراق *Ziziphora Clinopodioides Lam* وتقييم الأنشطة المضادة للأكسدة. أظهرت

NPs الخضراء المُصنَّعة نتائج مبهرة ولديها تنظيف جيد للجذور الحرة نشاط DPPH [105]. و بالمثل ، تم الإبلاغ عن نشاط الكسح الجذري لـ DPPH لأكسيد الكوبالت NPs المُصنَّع من مستخلص سيسبان Sesbania الحد الأدنى من الأنشطة مقارنةً بالفضة وأكسيد النحاس NPs. [133]

خلاصة :

يحتوي الكوبالت المركب باللون الأخضر وأكسيد الكوبالت على العديد من التطبيقات البيولوجية والطبية الحيوية. تقليدياً ، يتم تصنيع NPs إما عن طريق الطرق الفيزيائية أو الكيميائية ، والتي لا تؤدي فقط إلى السمية البيئية ولكن أيضاً إلى العمالة المكلفة وكثيفة الاستهلاك للطاقة. يتم تصنيع الكوبالت وأكسيد الكوبالت من خلال طريق أخضر باستخدام مقتطفات من نباتات / أجزاء مختلفة من النباتات والكائنات الحية الدقيقة والجزيئات البيولوجية الأخرى مثل الجيلاتين وحمض الأوليك والنشا. الكوبالت وأكسيد الكوبالت NPs التي يتم معالجتها حيويًا هي صديقة للبيئة ، وسهلة من حيث التركيب ، وفعالة من حيث التكلفة ، ومتوافقة حيويًا.

الغائمة

وهكذا لكل بداية نهاية , وخير العمل ما حسن آخره , وخير الكلام ما قل وذل ,

وبعد هذا الجهد المتواضع , اتمنى ان نكون قد وفقنا في سرد العناصر الاساسية

لبحثنا هذا سردا لا ملل فيه ولا تقصير , وان يكون هذا منفعة عامة لكل طالب

علم , و وفقنا الله واياكم لما فيه صالحنا جميعا .

المراجع

➤ المراجع باللغة العربية :

- [1] ا-د-محمد الشريف الاسكندراني. (2010) كتاب تكنولوجيا نانو من اجل غد افضل , العدد 374
- [6] مهران, شيما عبد الستار. (2019). تقنية النانو وأثرها علي منتج الأثاث. مجلة العمارة والفنون والعلوم الإنسانية, 4(14), 289-268.
- [7] عبد الله احمد عبد الله , تطبيقات تقنية النانو: تأثير تطبيقات تقنية النانو على المواد المستخدمة في الواجهات الخارجية للمباني , كلية الهندسة , جامعة القاهرة , مصر 2017
- [27] Shnawa, W. A. (2017) دور المواد النانوية في إعادة تصنيف تكاليف المنتج الصناعي الحديث. *Journal of Madenat Alelem University College*, 9(2), 149-176.
- [28] نهى علوي الحبشي , (1432هـ – 2111 م)كتاب ما هي تقنية النانو (مقدمة مختصرة بشكل دروس مبسطة) - وزارة الثقافة والعالم في المملكة العربية السعودية.
- [29] فؤاد نمر جيل (2016-2017), ادوات التعامل مع العالم النانوي جهاز STM_العراق جامعة ذي قار كلية العلوم.
- [31] مارك راتنر, دانيال راتنر, التقانة النانوية مقدمة مبسطة للفكرة العظيمة القادمة سلسلة كتب التقنيات الاستراتيجية المتقدمة .
- [32] الدكتور حاتم فلاح سكيك ,الميكروسكوبات الالكترونية , سلسلة تبسيط الفيزياء جامعة الازهر- غزة .
- [26] مجلة الدراسات الحقوقية, مليكة جامع, فعالية تقنية النانو تكنولوجيا في الحفاظ على سلامة المواد الغذائية (قراءة في التشريع الجزائري), العدد 3, المجلد 7, 2020-, 359-322
- [68] صفات سلامة (2009). النانوتكنولوجيا عالم صغير ومستقبل كبير : مقدمة في فهم علم النانوتكنولوجيا. الإمارات العربية المتحدة , الدار العربية للعلوم.

➤ المراجع باللغة الاجنبية :

- [2] Kreyling, W. G., Semmler-Behnke, M., & Chaudhry, Q. (2010). A complementary definition of nanomaterial. *Nano today*, 5(3), 165-168.
- [3] Bhushan, B. (2017). Introduction to nanotechnology. In Springer handbook of nanotechnology (pp. 1-19). Springer, Berlin, Heidelberg
- [4] Ferrari, M. (2005). Cancer nanotechnology: opportunities and challenges. *Nature reviews cancer*, 5(3), 161-171.
- [5] Buzea, C., Pacheco, I. I., & Robbie, K. (2007). Nanomaterials and nanoparticles: sources and toxicity. *Biointerphases*, 2(4), MR17-MR71.

- [8] Singh, V., Yadav, P., & Mishra, V. (2020). Recent advances on classification, properties, synthesis, and characterization of nanomaterials. *Green synthesis of nanomaterials for bioenergy applications*, 83-97.
- [9] Parveen, K., Banse, V., & Ledwani, L. (2016, April). Green synthesis of nanoparticles: their advantages and disadvantages. In *AIP conference proceedings* (Vol. 1724, No. 1, p. 020048). AIP Publishing LLC.
- [10] Yadav, T. P., Yadav, R. M., & Singh, D. P. (2012). Mechanical milling: a top down approach for the synthesis of nanomaterials and nanocomposites. *Nanoscience and Nanotechnology*, 2(3), 22-48.
- [11] Amendola, V., & Meneghetti, M. (2009). Laser ablation synthesis in solution and size manipulation of noble metal nanoparticles. *Physical chemistry chemical physics*, 11(20), 3805-3821.
- [12] Ward, M. B., Brydson, R., & Cochrane, R. F. (2006, February). Mn nanoparticles produced by inert gas condensation. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 26, No. 1, p. 071). IOP Publishing.
- [13] Raffi, M., Rumaiz, A. K., Hasan, M. M., & Shah, S. I. (2007). Studies of the growth parameters for silver nanoparticle synthesis by inert gas condensation. *Journal of Materials Research*, 22(12), 3378-3384.
- [14] Bhardwaj, N., & Kundu, S. C. (2010). Electrospinning: a fascinating fiber fabrication technique. *Biotechnology advances*, 28(3), 325-347.
- [15] Kammler B H K, Mädler L and Pratsinis S E 2001 *Flame Synthesis of Nanoparticles* 24 583–96.
- [16] Amato R D, Falconieri M, Gagliardi S, Popovici E, Serra E, Terranova G and Borsella E 2013 *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis* Synthesis of ceramic nanoparticles by laser pyrolysis : From research to applications *J. Anal. Appl. Pyrolysis* 104 461–9.
- [17] Tsai, S. C., Song, Y. L., Tsai, C. S., Yang, C. C., Chiu, W. Y., & Lin, H. M. (2004). Ultrasonic spray pyrolysis for nanoparticles synthesis. *Journal of materials science*, 39(11), 3647-3657.
- [18] Bokov, D., Turki Jalil, A., Chupradit, S., Suksatan, W., Javed Ansari, M., Shewael, I. H., ... & Kianfar, E. (2021). *Nanomaterial by Sol-Gel Method: Synthesis and Application. Advances in Materials Science and Engineering*, 2021.
- [19] Choy, K. L. (2003). Chemical vapour deposition of coatings. *Progress in materials science*, 48(2), 57-170.
- [20] Gersten, B. (2005). Solvothermal synthesis of nanoparticles. *Chemfiles*, 5, 11-12.
- [21] Parveen, K., Banse, V., & Ledwani, L. (2016, April). Green synthesis of nanoparticles: their advantages and disadvantages. In *AIP conference proceedings* (Vol. 1724, No. 1, p. 020048). AIP Publishing LLC.
- [22] Hulkoti, N. I., & Taranath, T. C. (2014). Biosynthesis of nanoparticles using microbes—a review. *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*, 121, 474-483.
- [23] He, S., Guo, Z., Zhang, Y., Zhang, S., Wang, J., & Gu, N. (2007). Biosynthesis of gold nanoparticles using the bacteria *Rhodospseudomonas capsulata*. *Materials Letters*, 61(18), 3984-3987.
- [24] Mukherjee, P., Ahmad, A., Mandal, D., Senapati, S., Sainkar, S. R., Khan, M. I., ... & Sastry, M. (2001). Fungus-mediated synthesis of silver nanoparticles and their immobilization in the mycelial matrix: a novel biological approach to nanoparticle synthesis. *Nano letters*, 1(10), 515-519.

- [25] Kowshik, M., Ashtaputre, S., Kharrazi, S., Vogel, W., Urban, J., Kulkarni, S. K., & Paknikar, K. M. (2002). Extracellular synthesis of silver nanoparticles by a silver-tolerant yeast strain MKY3. *Nanotechnology*, 14(1), 95.
- [26] Arumugam, J., Thambidurai, S., Suresh, S., Selvapandiyam, M., Kandasamy, M., Pugazhenthiran, N., ... & Quero, F. (2021). Green synthesis of zinc oxide nanoparticles using *Ficus carica* leaf extract and their bactericidal and photocatalytic performance evaluation. *Chemical Physics Letters*, 783, 139040.
- [30] Betzig, E., Lewis, A., Harootunian, A., Isaacson, M., & Kratschmer, E. (1986). Near field scanning optical microscopy (NSOM): development and biophysical applications. *Biophysical journal*, 49(1), 269-279.
- [33] Dürig, U., Pohl, D. W., & Rohner, F. (1986). Near-field optical-scanning microscopy. *Journal of applied physics*, 59(10), 3318-3327.
- [34] Heinzelmann, H., & Pohl, D. W. (1994). Scanning near-field optical microscopy. *Applied Physics A*, 59(2), 89-101.
- [35] Ianoul, A., & Johnston, L. J. (2007). Near-field scanning optical microscopy to identify membrane microdomains. *Methods in Membrane Lipids*, 469-480.
- [36] Vancso, G. J., Hillborg, H., & Schönherr, H. (2005). Chemical composition of polymer surfaces imaged by atomic force microscopy and complementary approaches. *Polymer analysis polymer theory*, 55-129.
- [37] Kohli, R., & Mittal, K. L. (2011). *Developments in surface contamination and cleaning, Volume 4: Detection, characterization, and analysis of contaminants*.
- [38] Nalwa, H. S. (2004). *Encyclopedia of nanoscience and nanotechnology (v. 7. Nano Me-T)*. American scientific publishers.
- [39] Cantor, C. R., & Schimmel, P. R. (1980). *Biophysical Chemistry, Part II: Techniques for the Study of Biological Structure and Function* WH Freeman and Company, San Francisco.
- [40] Sapsford, K. E., Tyner, K. M., Dair, B. J., Deschamps, J. R., & Medintz, I. L. (2011). Analyzing nanomaterial bioconjugates: a review of current and emerging purification and characterization techniques. *Analytical chemistry*, 83(12), 4453-4488.
- [41] Cao, G. (2004). *Nanostructures & nanomaterials: synthesis, properties & applications*. Imperial college press.
- [42] Chapman, H. N., Fromme, P., Barty, A., White, T. A., Kirian, R. A., Aquila, A., & Spence, J. C. (2011). Femtosecond X-ray protein nanocrystallography. *Nature*, 470(7332), 73-77.
- [43] Babick, F. (2020). Dynamic light scattering (DLS). In *Characterization of Nanoparticles* (pp. 137-172). Elsevier.
- [44] Falke, S., & Betzel, C. (2019). Dynamic Light Scattering (DLS). In *Radiation in Bioanalysis* (pp. 173-193). Springer, Cham.
- [45] Brar, S. K., & Verma, M. (2011). Measurement of nanoparticles by light-scattering techniques. *TrAC Trends in Analytical Chemistry*, 30(1), 4-17.
- [46] Pons, T., Uyeda, H. T., Medintz, I. L., & Mattoussi, H. (2006). Hydrodynamic dimensions, electrophoretic mobility, and stability of hydrophilic quantum dots. *The Journal of Physical Chemistry B*, 110(41), 20308-20316.
- [47] Lim, J., Yeap, S. P., Che, H. X., & Low, S. C. (2013). Characterization of magnetic nanoparticle by dynamic light scattering. *Nanoscale research letters*, 8(1), 1-14.

- [48] Bootz, A., Vogel, V., Schubert, D., & Kreuter, J. (2004). Comparison of scanning electron microscopy, dynamic light scattering and analytical ultracentrifugation for the sizing of poly (butyl cyanoacrylate) nanoparticles. *European journal of pharmaceutics and biopharmaceutics*, 57(2), 369-375.
- [49] Uskoković, V. (2012). Dynamic light scattering based microelectrophoresis: main prospects and limitations. *Journal of dispersion science and technology*, 33(12), 1762-1786.
- [50] Mie, G. (1908). Sättigungsstrom und Stromkurve einer schlecht leitenden Flüssigkeit. *Annalen der Physik*, 331(8), 597-614.
- [51] Bhattacharjee, S., Habib, F., Darwish, N., & Shanableh, A. (2021). Iron sulfide nanoparticles prepared using date seed extract: Green synthesis, characterization and potential application for removal of ciprofloxacin and chromium. *Powder Technology*, 380, 219-228.
- [52] Jiang, X., Jiang, J., Jin, Y., Wang, E., & Dong, S. (2005). Effect of colloidal gold size on the conformational changes of adsorbed cytochrome c: Probing by circular dichroism, UV–Visible, and Infrared Spectroscopy. *Biomacromolecules*, 6(1), 46-53.
- [53] Johal, M. S., & Johnson, L. E. (2011). *Understanding nanomaterials* (pp. 195-196). Boca Raton, FL, USA:: CRC Press.
- [54] Tom, R. T., Samal, A. K., Sreepasad, T. S., & Pradeep, T. (2007). Hemoprotein bioconjugates of gold and silver nanoparticles and gold nanorods: structure– function correlations. *Langmuir*, 23(3), 1320-1325.
- [55] Baudot, C., Tan, C. M., & Kong, J. C. (2010). FTIR spectroscopy as a tool for nano-material characterization. *Infrared Physics & Technology*, 53(6), 434-438.
- [56] Hind, A. R., Bhargava, S. K., & McKinnon, A. (2001). At the solid/liquid interface: FTIR/ATR—the tool of choice. *Advances in colloid and interface science*, 93(1-3), 91-114.
- [57] Kazarian, S. G., & Chan, K. L. A. (2006). Applications of ATR-FTIR spectroscopic imaging to biomedical samples. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA)-Biomembranes*, 1758(7), 858-867.
- [58] Liu, H., & Webster, T. J. (2007). Nanomedicine for implants: a review of studies and necessary experimental tools. *Biomaterials*, 28(2), 354-369.
- [59] Andrade, J. D. (1985). X-ray photoelectron spectroscopy (XPS). *Surface and interfacial aspects of biomedical polymers*, 105-195.
- [60] Ngo, P. D. (1999). Energy dispersive spectroscopy. In *Failure Analysis of Integrated Circuits* (pp. 205-215). Springer, Boston, MA.
- [62] Ravichandran, R. (2010). Nanotechnology applications in food and food processing: innovative green approaches, opportunities and uncertainties for global market. *International Journal of Green Nanotechnology: Physics and Chemistry*, 1(2), P72-P96.
- [63] Babu, P. J., & Tingirikari, J. M. R. (2022). A review on polymeric nanomaterials intervention in food industry. *Polymer Bulletin*, 1-28
- [64] Kuswandi, B. (2017). Environmental friendly food nano-packaging. *Environmental Chemistry Letters*, 15(2), 205-221.

- [65] Chellaram, C., Murugaboopathi, G., John, A. A., Sivakumar, R., Ganesan, S., Krithika, S., & Priya, G. (2014). Significance of nanotechnology in food industry. *APCBEE procedia*, 8, 109-113
- [66] Duran, N., & Marcato, P. D. (2013). Nanobiotechnology perspectives. Role of nanotechnology in the food industry: a review. *International Journal of Food Science & Technology*, 48(6), 1127-1134.
- [67] Dingman, J. (2008). Guest commentary: nanotechnology: its impact on food safety. *Journal of Environmental Health*, 70(6), 47-50.
- [69] Usman, M., Farooq, M., Wakeel, A., Nawaz, A., Cheema, S. A., ur Rehman, H., ... & Sanaullah, M. (2020). Nanotechnology in agriculture: Current status, challenges and future opportunities. *Science of the Total Environment*, 721, 137778.
- [70] Liu, Y., Chen, H., Zhu, N., Zhang, J., Li, Y., Xu, D., ... & Zhao, J. (2022). Detection and remediation of mercury contaminated environment by nanotechnology: Progress and challenges. *Environmental Pollution*, 293, 118557.
- [71] Tyagi, S., Rawtani, D., Khatri, N., & Tharmavaram, M. (2018). Strategies for nitrate removal from aqueous environment using nanotechnology: a review. *Journal of Water Process Engineering*, 21, 84-95.
- [73] Bhoj, Y., Pandey, G., Bhoj, A., Tharmavaram, M., & Rawtani, D. (2021). Recent advancements in practices related to desalination by means of nanotechnology. *Chemical Physics Impact*, 2, 100025.
- [74] Abdelnour, S. A., Alagawany, M., Hashem, N. M., Farag, M. R., Alghamdi, E. S., Hassan, F. U., ... & Attia, Y. A. (2021). Nanominerals: fabrication methods, benefits and hazards, and their applications in ruminants with special reference to selenium and zinc nanoparticles. *Animals*, 11(7), 1916.
- [75] Cerofolini, G., Amato, P., Masserini, M., & Mauri, G. (2010). A surveillance system for early-stage diagnosis of endogenous diseases by swarms of nanobots. *Advanced Science Letters*, 3(4), 345-352.
- [76] Tiwari, A. (2012). Military nanotechnology. *International Journal of Engineering Science and Advanced Technology*, 2(4), 825-830.
- [77] Boisseau, P., & Loubaton, B. (2011). Nanomedicine, nanotechnology in medicine. *Comptes Rendus Physique*, 12(7), 620-636.
- [78] Donkuru, M., Badea, I., Wettig, S., Verrall, R., Elsabahy, M., & Foldvari, M. (2010). Advancing nonviral gene delivery: lipid-and surfactant-based nanoparticle design strategies. *Nanomedicine*, 5(7), 1103-1127.
- [79] Lavan, D. A., McGuire, T., & Langer, R. (2003). Small-scale systems for in vivo drug delivery. *Nature biotechnology*, 21(10), 1184-1191.
- [80] Allen, T. M., & Cullis, P. R. (2004). Drug delivery systems: entering the mainstream. *Science*, 303(5665), 1818-1822.
- [81] Laurance, J. (2012). Scientists develop nanoparticle method to help tackle major diseases. *The Independent*, 11, 12.
- [82] Getts, D. R., Martin, A. J., McCarthy, D. P., Terry, R. L., Hunter, Z. N., Yap, W. T., ... & Miller, S. D. (2012). Microparticles bearing encephalitogenic peptides induce T-cell tolerance and ameliorate experimental autoimmune encephalomyelitis. *Nature biotechnology*, 30(12), 1217-1224.

- [83] Nie, S., Xing, Y., Kim, G. J., & Simons, J. W. (2007). Nanotechnology applications in cancer. *Annu. Rev. Biomed. Eng.*, 9, 257-288.
- [84] Zheng, G., Patolsky, F., Cui, Y., Wang, W. U., & Lieber, C. M. (2005). Multiplexed electrical detection of cancer markers with nanowire sensor arrays. *Nature biotechnology*, 23(10), 1294-1301.
- [85] Loo, C., Lin, A., Hirsch, L., Lee, M. H., Barton, J., Halas, N., ... & Drezek, R. (2004). Nanoshell-enabled photonics-based imaging and therapy of cancer. *Technology in cancer research & treatment*, 3(1), 33-40.
- [86] Nahar, M., Dutta, T., Murugesan, S., Asthana, A., Mishra, D., Rajkumar, V., ... & Jain, N. K. (2006). Functional polymeric nanoparticles: an efficient and promising tool for active delivery of bioactives. *Critical Reviews™ in Therapeutic Drug Carrier Systems*, 23(4).
- [87] Wong, H. L., Wu, X. Y., & Bendayan, R. (2012). Nanotechnological advances for the delivery of CNS therapeutics. *Advanced drug delivery reviews*, 64(7), 686-700.
- [88] Brambilla, D., Le Droumaguet, B., Nicolas, J., Hashemi, S. H., Wu, L. P., Moghimi, S. M., ... & Andrieux, K. (2011). Nanotechnologies for Alzheimer's disease: diagnosis, therapy, and safety issues. *Nanomedicine: Nanotechnology, Biology and Medicine*, 7(5), 521-540.
- [89] Freitas, R. A. (2005). Nanotechnology, nanomedicine and nanosurgery. *International Journal of Surgery*, 4(3), 243-246.
- [90] Sivaramakrishnan, S. M., & Neelakantan, P. (2014). Nanotechnology in dentistry-what does the future hold in store. *Dentistry*, 4(2), 1.
- [91] Zarbin, M. A., Montemagno, C., Leary, J. F., & Ritch, R. (2013). Nanomedicine for the treatment of retinal and optic nerve diseases. *Current opinion in pharmacology*, 13(1), 134-148.
- [92] Zhang, W., Wang, Y., Lee, B. T. K., Liu, C., Wei, G., & Lu, W. (2014). A novel nanoscale-dispersed eye ointment for the treatment of dry eye disease. *Nanotechnology*, 25(12), 125101.
- [93] Manchanda, S., & Sahoo, P. K. (2008). Topical delivery of Acetazolamide by encapsulating in mucoadhesive. *Drug Discov Today*, 13, 144-151.
- [94] Gobin, A. M., O'Neal, D. P., Watkins, D. M., Halas, N. J., Drezek, R. A., & West, J. L. (2005). Near infrared laser-tissue welding using nanoshells as an exogenous absorber. *Lasers in Surgery and Medicine: The Official Journal of the American Society for Laser Medicine and Surgery*, 37(2), 123-129.
- [95] Chambers, L. D., Stokes, K. R., Walsh, F. C., & Wood, R. J. (2006). Modern approaches to marine antifouling coatings. *Surface and Coatings Technology*, 201(6), 3642-3652.
- [96] Ko, W. H. (2007). Trends and frontiers of MEMS. *Sensors and Actuators A: Physical*, 136(1), 62-67.
- [97] Oliveira, M., Neto, V., Fonseca, M., Zhiltsova, T., & Grácio, J. (2012). Microinjection Molding of Enhanced Thermoplastics. *Thermoplastic Elastomers*, 11.
- [98] Neto, V. F., Zhiltsova, T. V., Oliveira, M. S. A., Ferreira, J. A., Grácio, J., Vasco, J. O. C., ... & Pontes, A. J. (2012). Advanced coating systems towards the analysis of polymer flow within microcavities

- [99] Ahmed, K., Tariq, I., & Mudassir, S. U. S. M. (2021). 11. Green synthesis of cobalt nanoparticles by using methanol extract of plant leaf as reducing agent. *Pure and Applied Biology (PAB)*, 5(3), 453-457.
- [100] Shahzadi, T., Zaib, M., Riaz, T., Shehzadi, S., Abbasi, M. A., & Shahid, M. (2019). Synthesis of eco-friendly cobalt nanoparticles using *Celosia argentea* plant extract and their efficacy studies as antioxidant, antibacterial, hemolytic and catalytical agent. *Arabian Journal for Science and Engineering*, 44(7), 6435-6444.
- [101] Hsu, C. M., Huang, Y. H., Chen, H. J., Lee, W. C., Chiu, H. W., Maity, J. P., ... & Chen, C. Y. (2018). Green synthesis of nano-Co₃O₄ by microbial induced precipitation (MIP) process using *Bacillus pasteurii* and its application as supercapacitor. *Materials Today Communications*, 14, 302-311.
- [102] Vaya, D., & Das, B. K. (2019). Green synthesis of cobalt oxide nanoparticles by a starch-assisted method. *Nanoscience & Nanotechnology-Asia*, 9(3), 362-370.
- [103] Iravani, S., & Varma, R. S. (2020). Sustainable synthesis of cobalt and cobalt oxide nanoparticles and their catalytic and biomedical applications. *Green Chemistry*, 22(9), 2643-2661.
- [104] Bibi, I., Nazar, N., Iqbal, M., Kamal, S., Nawaz, H., Nouren, S., ... & Abbas, M. (2017). Green and eco-friendly synthesis of cobalt-oxide nanoparticle: characterization and photo-catalytic activity. *Advanced Powder Technology*, 28(9), 2035-2043.
- [105] Hou, H., Mahdavi, B., Paydarfard, S., Zangeneh, M. M., Zangeneh, A., Sadeghian, N., ... & Sen, F. (2020). Retracted article: novel green synthesis and antioxidant, cytotoxicity, antimicrobial, antidiabetic, anticholinergics, and wound healing properties of cobalt nanoparticles containing *Ziziphora clinopodioides* Lam leaves extract. *Scientific reports*, 10(1), 1-19.
- [106] Dwivedi, A. D., & Gopal, K. (2010). Biosynthesis of silver and gold nanoparticles using *Chenopodium album* leaf extract. *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*, 369(1-3), 27-33.
- [107] Koyyati, R., Kudle, K. R., & Padigya, P. R. M. (2016). Evaluation of antibacterial and cytotoxic activity of green synthesized cobalt nanoparticles using *Raphanus sativus* var. *longipinnatus* leaf extract. *International journal of pharmtech research*, 9(3), 466-472.
- [108] Sharma JK, Srivastava P, Singh G, Akhtar MS, Ameen S. Green synthesis of Co₃O₄ nanoparticles and their applications in thermal decomposition of ammonium perchlorate and dye sensitized solar cells. *Mater Sci Eng B*. 2015;193:181–8.
- [109] Kharade Suvarta, D., Nikam Gurunath, H., Mane Gavade Shubhangi, J., Patil Sachinkumar, R., & Gaikwad Kishor, V. (2020). Biogenic synthesis of cobalt nanoparticles using *Hibiscus cannabinus* leaf extract and their antibacterial activity. *Res J Chem Environ*, 24(5), 9-13.
- [110] Onwudiwe, D. C., Ravele, M. P., & Elemike, E. E. (2020). Eco-friendly synthesis, structural properties and morphology of cobalt hydroxide and cobalt oxide nanoparticles using extract of *Litchi chinensis*. *Nano-Structures & Nano-Objects*, 23, 100470.
- [111] Vijayanandan, A. S., & Balakrishnan, R. M. (2018). Biosynthesis of cobalt oxide nanoparticles using endophytic fungus *Aspergillus nidulans*. *Journal of environmental management*, 218, 442-450.
- [112] Saeed, M., Akram, N., Naqvi, S. A. R., Usman, M., Abbas, M. A., Adeel, M., & Nisar, A. (2019). Green and eco-friendly synthesis of Co₃O₄ and Ag-Co₃O₄: characterization and photo-catalytic activity. *Green Processing and Synthesis*, 8(1), 382-390.

- [113] Saravanakumar, P., Muthukumar, M., Muthuchudarkodi, R. R., & Ramkumar, P. (2018). Piper nigrum mediated green synthesis, characterization of undoped cobalt oxide and cerium ion doped cobalt oxide nanoparticles. *Int J Recent Res Aspects*, 918-23.
- [114] Kombaiah, K., Vijaya, J. J., Kennedy, L. J., Kaviyarasu, K., Ramalingam, R. J., & Al-Lohedan, H. A. (2019). Green synthesis of Co₃O₄ nanorods for highly efficient catalytic, photocatalytic, and antibacterial activities. *Journal of nanoscience and nanotechnology*, 19(5), 2590-2598.
- [115] Dubey, S., Kumar, J., Kumar, A., & Sharma, Y. C. (2018). Facile and green synthesis of highly dispersed cobalt oxide (Co₃O₄) nano powder: Characterization and screening of its eco-toxicity. *Advanced Powder Technology*, 29(11), 2583-2590.
- [116] Song, J. Y., & Kim, B. S. (2009). Rapid biological synthesis of silver nanoparticles using plant leaf extracts. *Bioprocess and biosystems engineering*, 32(1), 79-84.
- [117] Singaravelu, G., Arockiamary, J. S., Kumar, V. G., & Govindaraju, K. (2007). A novel extracellular synthesis of monodisperse gold nanoparticles using marine alga, *Sargassum wightii* Greville. *Colloids and surfaces B: Biointerfaces*, 57(1), 97-101.
- [118] Rajeshkumar, S., Malarkodi, C., Gnanajobitha, G., Paulkumar, K., Vanaja, M., Kannan, C., & Annadurai, G. (2013). Seaweed-mediated synthesis of gold nanoparticles using *Turbinaria conoides* and its characterization. *Journal of Nanostructure in Chemistry*, 3(1), 1-7.
- [119] Salem, D. M., Ismail, M. M., & Aly-Eldeen, M. A. (2019). Biogenic synthesis and antimicrobial potency of iron oxide (Fe₃O₄) nanoparticles using algae harvested from the Mediterranean Sea, Egypt. *The Egyptian Journal of Aquatic Research*, 45(3), 197-204..
- [120] Lu, L., Jiao, X., Fan, J., Lei, W., Ouyang, Y., Xia, X., ... & Hao, Q. (2019). Cobalt ferrite on honeycomb-like algae-derived nitrogen-doped carbon for electrocatalytic oxygen reduction and ultra-cycle-stable lithium storage. *Electrochimica Acta*, 295, 461-471.
- [121] Azevêdo, H. V., Raimundo, R. A., Ferreira, L. S., Silva, M. M., Morales, M. A., Macedo, D. A., ... & Cavalcante, D. G. (2020). Green synthesis of CoWO₄ powders using agar-agar from red seaweed (Rhodophyta): structure, magnetic properties and battery-like behavior. *Materials Chemistry and Physics*, 242, 122544.
- [122] Kapil A. The challenge of antibiotic resistance: need to contemplate. *Indian J Med Res*. 2005 Feb 1;121(2):83–91.
- [123] Kapil, A. (2005). The challenge of antibiotic resistance: need to contemplate. *Indian Journal of Medical Research*, 121(2), 83.
- [124] Patil Shrinivas, P. (2017). Antioxidant, antibacterial and cytotoxic potential of silver nanoparticles synthesized using terpenes rich extract of *Lantana camara* L. leaves. *Biochemistry and biophysics reports*, 10, 76.
- [125] Mikołajczuk-Szczyrba, A., Kieliszek, M., Giurgiulescu, L., & Sokołowska, B. (2019). CHARACTERISTICS AND APPLICATION OF SILVER NANOPARTICLES IN THE FOOD INDUSTRY-REVIEW. *Carpathian Journal of Food Science & Technology*, 11(4).
- [126] Varaprasad, T., Govindh, B., & Rao, B. V. (2017). Green synthesized cobalt nanoparticles using *Asparagus racemosus* root extract & evaluation of antibacterial activity. *Int J ChemTech Res*, 10(9), 339-45.

- [127] Eltarahony, M., Zaki, S., ElKady, M., & Abd-El-Haleem, D. (2018). Biosynthesis, characterization of some combined nanoparticles, and its biocide potency against a broad spectrum of pathogens. *Journal of Nanomaterials*, 2018..
- [128] Omran, B. A., Nassar, H. N., Younis, S. A., El-Salamony, R. A., Fathallah, N. A., Hamdy, A., ... & El-Gendy, N. S. (2020). Novel mycosynthesis of cobalt oxide nanoparticles using *Aspergillus brasiliensis* ATCC 16404—optimization, characterization and antimicrobial activity. *Journal of Applied Microbiology*, 128(2), 438-457.
- [129] Anuradha, C. T., & Raji, P. (2019). Effect of annealing temperature on antibacterial, antifungal and structural properties of bio-synthesized Co_3O_4 nanoparticles using *Hibiscus Rosa-sinensis*. *Materials Research Express*, 6(9), 095063.
- [130] Iravani, S., & Varma, R. S. (2020). Sustainable synthesis of cobalt and cobalt oxide nanoparticles and their catalytic and biomedical applications. *Green Chemistry*, 22(9), 2643-2661.
- [131] Bauer, V., Sotnikova, R., Machova, J., Matyas, S., Pucovský, V., & Štefek, M. (1999). Reactive oxygen species induced smooth muscle responses in the intestine, vessels and airways and the effect of antioxidants. *Life sciences*, 65(18-19), 1909-1917.
- [132] Antolovich, M., Prenzler, P. D., Patsalides, E., McDonald, S., & Robards, K. (2002). Methods for testing antioxidant activity. *Analyst*, 127(1), 183-198.
- [133] Khalil, A. T., Ovais, M., Ullah, I., Ali, M., Shinwari, Z. K., & Maaza, M. (2020). Physical properties, biological applications and biocompatibility studies on biosynthesized single phase cobalt oxide (Co_3O_4) nanoparticles via *Sageretia thea* (Osbeck.). *Arabian Journal of Chemistry*, 13(1), 606-619.
- [134] Ghadi, F. E., Ghara, A. R., & Naeimi, A. (2018). Phytochemical fabrication, characterization, and antioxidant application of copper and cobalt oxides nanoparticles using *Sesbania sesban* plant. *Chemical Papers*, 72(11), 2859-2869.