وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

جامعة قاصدي مرباح – ورقلة–

كلية الرياضيات وعلوم المادة

قسم الكيمياء

مذكرة مقدمة لنيل شهادة ماستر أكاديمي في الكيمياء

تخصص:كيمياء تطبيقية

من إعداد الطالبتين:

- حمودي حفصية
- حلالي صفاء

الاصطناع الحيوي لجزيئات الفضة النانوية وتطبيقاتها (دراسة مرجعية)

نوقشت يوم:08 /06 / 2022

الدراجي هادف	أستاذ محاضر(أ) جامعة قاصدي مرباح ورقلة	**رئيسا**
نجيمي محمد السعيد	أستاذ محاضر(أ) جامعة قاصدي مرباح ورقلة	**مناقشا**
بن علي مصطفى	أستاذ محاضر(أ) جامعة قاصدي مرباح ورقلة	**مؤطرا**
عبد الستار جوهر	باحثة دكتوراء	**مدعوة**

الموسم الجامعي: 2022/2021

الإهداء

الحمد لله رب العالمين والصلاة والسلام على خاتم الأنبياء والمرسلين

اهدي ثمرة جهدي إلى والدي الأعزاء أمي الحبيبة وأبي الكريم أطال الله في عمرهما تيمنا بالآية الكريمة "وقل رب ارحمهما كما ربياني صغيرا" سورة الإسراء الآية 42

والى إخوتي " إبراهيم . عبد القادر . وزوجاتهم و أولادهم . عبد الرزاق . عبد المجيد . إسماعيل

والى أخواتي " نجاة . راضية"والى كل أفراد أسرتي, سندي في الدنيا عائلة حمودي

والى صديقاتي سلسبيل وفاطمة الزهراء . زينب . قمير. مريم . صفاء . زهرة . عيدة وكل صديقاتي

والى الأستاذة جوهر عبد الستار

واهديه إلى كل من ساندني ودعمي في هذا العمل وفي مشواري الدراسي.

Designed by pngtree

الإهداء

إلا هي لا يطيب الليل إلا بشكرك و لا يطيب و لا يطيب النهار إلا بطاعتك ، ولا تطيب الجنة إلا برؤيتك ، إلى من بلغ الرسالة ، و أدى الأمانة و نصح الأمة إلى نبي الرحمة و نور العالمين سيدنا محمد صلى الله عليه وسلام .

إلى من قال فيهما الرحمان: "و قضى ربك ألا تعبدوا إياه و بالوالدين إحسانا".

اهدي ثمرة جهدي هذا إلى والديا الغالين *أمي * و *أبي * أطال الله في عمرهما و حفظهما و إلا كل من دعمني و كان الحافز لإتمام مذكرتي إلى إخوتي *مهدي*مروة*إيمان* زكرياء *سرين*حفظهم الله ورعاهم، وجميع أقارب و إلى صديقتي في هذا العمل * حمودي حفصية * و إلى كل أساتذتي بشكل عام وبشكل خاص * بن علي مصطفى * جوهر عبد الستار، و إلى كل صديقاتي رقية *مريم* حفصية* زينب* فاطمة الزهراء*سلسبيل *سميرة .

حلالي صفاء

Designed by pngtree

نحمد الله اولا واخيرا ونشكره شكرا يليق بعظمته وجلاله الذي هدنا الى هدا السبيل والدي لولا عونه وتوفيقه لما استطعنا انجاز هدا العمل المتواضع الذي نرجو أن يكلل بالنجاح والتوفيق. فله الحمد والثناء والمنة.

وصلى الله على نبينا محمد صلى الله عليه وسلم وعلى آله وصحبه أجمعين.

كما لا يسعدنا الا أن نتقدم بأخلص عبارات الشكر وأسمى عبارات التقدير والعرفان والامتنان إلى الأستاذ المشرف الأستاذ المحترم: بن علي مصطفى على قبولها تحمل أعباء الإشراف على هذا العمل، وعلى توجيهها ونصحها لنا. كما نشكره على المعاملة الطيبة التي حضينا بها من قبلها، فجزاه الله عنا خير الجزاء .

كما نتوجه بالشكر إلى الأستاذة المساعدة : عبد الستار جوهر

و نتوجه بتحية احترام وتقدير للأستاذ دراجي الهادف على قبوله رئاسة اللجنة والأستاذ نجمي محمد السعيد على قبوله مناقشة هذا العمل.

ولا ننسى كل من قدم لنا يد العون من قريب أو بعيد فشكرا لهم جميعا.

حفصية، صفاء

Designed by pngtree

قائمة الرموز		
PVD	Physical Vapour Deposition	الترسيب البخاري بالطريقة الفيزيائية
CVD	Chemical Vapour Deposition	الترسيب البخاري بالطريقة الكيميائية
Lab- on-a- Chip	----------	*معمل على شريحة*
LSPR	Localized Surface Plasma Resonance	رنين البلازما السطحي
NPs	Nanoparticles	*الجسيمات النانوية*
AgNPs	Silver Nanoparticles	*جسيمات الفضة النانوية*
XRD	X-Ray Diffractometer	مطيافية انحراف الأشعة السينية
UV-Vis	Ultraviolet-Visible Spectrophotometer	مطيافية امتصاص الأشعة المرئية وفوق البنفسجية
FT-IR	Fourrier Transform Infrared Spectrophotometer	مطيافية امتصاص الأشعة تحت الحمراء(باستخدام تحويل فورير)
SEM	Scanning Electron Microscopy	المجهر الالكتروني الماسح
TEM	Transmission Electron Microscopy	المجهر الالكتروني الناقل
DLS	Dynamic Light Scat	*تشتت الضوء الديناميكي*

قائمة الأشكال

الشكل[I-1]:يمثل النانو متر يعادل طول 13 ذرة من الهيدروجين بجانب بعضها البعض	7
الشكل[I-2]:يمثل قطر شعرة الإنسان حوالي 100.000 نانومتر	7
الشكل[I-3]:يمثل مركب نانوي	17
الشكل[I-4]:يمثل نقط كمية ثلاثية الأبعاد من الكريستال	19
الشكل[I-5]: يمثل فوليرين C_{60} في الصورة الجزيئية	19
الشكل[I-6]:فوليرين C_{60}في الصورة البلورية	19
الشكل[I-7]: يمثل صورة توضيحية لكرات نانوية	20
الشكل[I-8]:يمثل مجموعة من الأنابيب النانوية المتداخلة ذات الخواص المختلفة	20
الشكل[I-9]: يمثل صورة ميكروسكوبية لأسلاك نانوية مصنوعة من السليكون	21
الشكل[I-10]: يمثل ألياف نانوية	21
الشكل[I-11]:يمثل رسم توضيحي لطرق تصنيع المواد النانوية	22
الشكل[I-12]: تقنية النانو تكنولوجي تحمل في طياتها آفاق و تطبيقات واعدة في الكثير من المجالات	26
الشكل[I-1]:يمثل أشكال مختلفة من الجسيمات النانوية	31
الشكل [II.1]: يمثل مخطط خصائص الجسيمات النانوية.	34
الشكل[II-3]: يمثل تغير لون محلول جسيمات النانو الذهبية Auوكذلك محلول جسيمات النانو الفضية Agوذلك تبعا لتغيير أحجام وأشكال هذه الجسيمات	35
الشكل[II.4]: يمثل مخطط لآلية تكوين الجسيمات النانوية	37

الشكل[II-5]:جهاز حيود الأشعة السينية	38
الشكل[II-6]: يمثل الميكروسكوب النفقي الماسح	39
الشكل[II-7]: المجهر الالكتروني النافذTEM	40
الشكل[II-8]: يمثل المجهر الالكتروني الماسح لجسيمات الفضة النانوية	41
الشكل[II-9]: يمثل طيف انحراف الأشعة السينية للجسيمات الفضة النانوية	41
الشكل[II-10]: يمثل طيف امتصاص الأشعة المرئية وفوق البنفسجية لجسيمات الفضة النانوية	41
الشكل[II-11]:يمثل طيف امتصاص الأشعة تحت الحمراء لجسيمات الفضة النانوية	41
الشكل[II-12]:يمثل مخطط تثبيت ستيريك	42
الشكل [II.13]يمثل مخطط الاستقرار الكهروستاتيكي	42
الشكل[II14]:تمثيل طبقة مزدوجة كهروكيميائية	42
الشكل[II-15]:يمثل مخطط لتوليف AgNPs باستخدام البكتيريا	44
الشكل[II-16]:يمثل مخطط لتوليف AgNPs باستخدام الفطريات	45
الشكل[II-17]:يمثل مخطط لتوليف AgNPs باستخدام مستخلصات نباتية	46

قائمة الصور

الصورة[I –1]: العالم الأمريكي ريتشارد فينمان (R – Feynman)	9
الصورة[I –2]: العالم الياباني نوريو تاينغوشي (Norio Taniguchi)	9
الصورة [I –3]: العالم الفيزيائي العربي منير نايفة	10
الصورة [I –4]: الباحثان السويسريان جيرد بينج و هنريك رورهر	10
الصورة [I –5]: العالم الامريكي اريك دريكسلر (E–Drexler)	11
الصورة [I –6]: العالم الياباني سوميو ايجما (Sumio Iijima)	11

قائمة الجداول

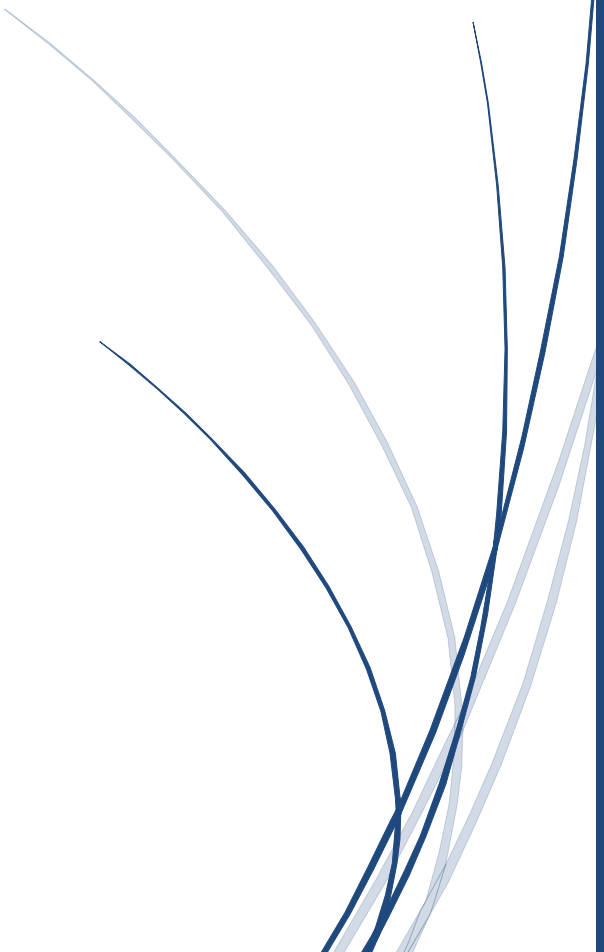
الجدول [I–1]: مبادئ ومميزات تقنية النانو	14
الجدول[II–1]: يمثل ثوابت الذوبان لمركبات الفضة المختلفة عند25°	36
الجدول[III–1]: التصنيع الحيوي ل AgNPs باستخدام المستخلصات النباتية	51
الجدول[III–2]: التصنيع الحيوي ل باستخدام البكتيريا	54
الجدول [III–3]: الدراسة 1	55
الجدول [III–4]: الدراسة 2	57
الجدول [III–5]: الدراسة 3	58
الجدول [III–6]: الدراسة 4	59

العنوان	الصفحة
الإهداء	I
الإهداء	II
الشكر والعرفان	III
قائمة الرموز	IV
قائمة الأشكال	V
قائمة الصور	VII
قائمة الجداول	VIII
الفهرس	IX
مقدمة عامة	2
مراجع	4
الفصل الأول: تكنولوجيا النانو والمواد النانوية	
مدخل	6
I .1.ما هي تقنية النانو	6
I .1.1. ما مدى صغر مقياس النانو	6
I .2.تاريخ تقنية النانو	7
I .3.تطور ظهور تقنية النانو	8
I .4.مفهوم تكنولوجيا النانو	12
I .5.تصنيف أجيال تقنية النانو	13
I .6.مبادئ ومميزات تقنية النانو	14

I .7.أهمية تقنية النانو	14
I .8.تعريف المواد النانوية	16
I .9.خواص المركبات النانوية و سبب اختلافه	17
I .1.9.سبب اختلاف الخواص المواد النانوية	18
I .10.أشكال المواد النانوية	19
I -11. أساليب تحضير المواد النانوية	21
I -11-1. طريقة من الأسفل إلى الأعلىBottom-up Route	21
-11-2.طريقة من الأعلى إلى الأسفل Top- Down Route	22
I .12.تصنيف أبعاد المواد النانوية	22
I .13.مجال تطبيقات تكنولوجيا النانو	23
المراجع	27
الفصل الثاني: الفضة من المعدن الى الجسيمات النانوية	
مدخل	30
II .1. تعريف الجسيمات النانوية	30
II .2. الخصائص المميزة للجسيمات النانوية	31
II .3.خصائص الفضة الفيزيائية والكيميائية	35
II -4. طرق تصنيع جسيمات الفضة النانوية	36
II .5.آلية تشكيل جسيمات الفضة النانوية	37
II .1.5. التحام النواة	37

II .2.5.التطور	37
II ..53.النضج	38
II .6. التقنيات المستخدمة في تشخيص جسيمات الفضة النانوية	40
II .7.خصائص جسيمات الفضة النانوية	40
II –8. استقرار الجسيمات الفضية النانوية	41
II .9. الطرق الحيوية لتصنيع جسيمات الفضة النانوية	43
II .10. مزايا الطرق الحيوية لتحضير AgNPs	47
II .11.تطبيقات جسيمات الفضة النانوية	47
المراجع	48
الفصل الثالث: مناقشة دراسات التصنيع الحيوي لجسيمات الفضة النانوية	
مدخل	51
III.1: دراسة إحصائية للتصنيع الحيوي لجسيمات الفضة النانوية باستخدام المستخلصات النباتية والبكتيريا مختلفة	51
III–2: دراسة تحليلية لتصنيع الحيوي لجسيمات الفضة النانوية	55
III–3. مناقشة ملاحظات دراسات التصنيع الحيوي لجسيمات الفضة النانوية	60
المراجع	62
الخلاصة العامة	66
الملخص	

مقدمة عامة



مقدمة عامة

منذ نهاية القرن السابع عشر إلى وقتنا الحاضر دأب الإنسان في استخدام مصطلح ثورة للتعبير عن التحولات الجذرية في المجتمع الناجمة عن مخرجات الفكر البشري المتمثل في الابتكار والإبداع التكنولوجي الذي يمس كل نواحي الحياة بدءا من ثورة المحركات البخارية وقطارات السكك الحديدية وصناعة الغزل والنسيج وانتهائها بثورة الحاسبات والمعلومات والتكنولوجيا الحيوية وأخيرا بتفجيره ثورة تكنولوجية جديدة تعرف بثورة القرن الحادي والعشرين وهي تكنولوجيا النانو.

فرضت هده التقنية نفسها وبقوة على المجتمع العلمي لأنها التقنية الوحيدة القادرة على دمج العلوم الأساسية، وقد كان لذلك ابلغ الأثر في أن ترتبط بمعاني الإبداع والانفراد وتحمل في طياتها صفات الجودة والتميز.

شهدت تقنية النانو قفزة هائلة في جميع فروع العلوم والهندسة فشملت تطبيقاتها بذلك جل المجالات الطبية والصيدلانية والزراعية و الاقتصادية والمعلوماتية الالكترونية، البتروكيميائية، الحيوية والعسكرية والبيئية كما خاصة بما يتعلق بتلوث الوسط المائي[1].

تصنف المواد النانوية إلى عدة أشكال لكل منها تركيب، خصائص، قطر محدد وأحجام مختلفة،[2]توجد عدة تقنيات لتمييز هده المواد النانوية، حيث تنتج المواد النانوية بأسلوبين الأول من الأسفل إلى الأعلى و الثاني من الأعلى إلى الأسفل.

يعود الاهتمام الكبير بجسيمات النانو في السنوات الأخيرة إلى خواصها المميزة والمبهرة، فعندما تصغر المادة تكون أبعادها ضمن المقياس النانوي اقل من 100 نانومتر فإنها تظهر خواصا فيزيائية وكيميائية جديدة تختلف بشكل كبير جدا عن خواصها المعروفة إذا كانت في حجمها الطبيعي الكبير لنفس المادة .[3]

جسيمات الفضة النانوية هي جسيمات متناهية الصغر، يتراوح حجمها ما بين (1الى100نانومتر).. حيث إن تنوع طرق تحضير جسيمات النانوية في أبحاث مجال علم المواد والطاقة والطب وعلوم الحياة، أعطت تسهيلا واضحا لاستخدام تقنية النانو، وتوسيع مجالاتها. وفي الوقت الراهن تسارعت وتيرة تقدم تكنولوجيا النانو بشكل كبير. إذ سجلت عدة طرق لتحضير جسيمات الفضة النانوية، منها طرق فيزيائية وكيميائية، وطريقة الاختزال الكهروكيميائي، والاختزال الضوئي، والتحضير بالتبخير الحراري والطرق البيولوجية و التي تعتبر الأهم.

في الآونة الأخيرة ازداد الاهتمام كثيرا بتحضير جسيمات الفضة النانوية وخصوصا التحضير بالطرق الحيوية وذلك لامتلاك هذه الجسيمات خصائص كيميائية و الكترونية وبصرية متميزة ويمكن لهذه الخصائص أن تتغير بحيث تعتمد على حجم الدقائق وشكلها التي تتيح لها أن تستخدم في مختلف التطبيقات.

النباتات لها دور هائل في المعالجة الحيوية للمعادن السامة وتحويلها إلى أشكال غير سامة مختلفة، فهي لا تقوم فقط بتجميع المعادن عن طريق إزالة معدن ثقيل وتحويل كيميائي، لذلك على مر السنين تحول الباحثون إلى دراسة النباتات الطبية غير المسببة للأمراض.

تعد جسيمات الفضة النانوية أحد أهم المضادات البكتيرية الجيدة باعتبارها مادة نانوية لا عضوية والتي تجعلها تدخل في تركيب الأدوية الخاصة بمعالجة الأمراض البكتيرية وان هذه الجسيمات تعد أحد العوامل المستخدمة للمعالجة الفعالة للميكروبات عموما وتمتلك تأثيرا داخلي وخارجي، وحسب طرائق التحضير المستخدمة فان حجم وشكل جسيمات الفضة النانوية تعتمد على الوقت ودرجة الحرارة للتفاعل وتركيز المتفاعلات [4]. ولهذا الغرض اخترنا دراسة التصنيع الحيوي لجسيمات الفضة النانوية وتطبيقاتها وركزنا في دراستنا على جسيمات الفضة النانوية المصنعة باستخدام النباتات والمصنعة باستخدام الكائنات الحية الدقيقة (البكتيريا) لان لها القدرة على إنتاج AgNPS ذات خصائص مضادة للأحياء المجهرية.

تهدف هذه الدراسة لتسهيل فهم علم الجسيمات النانوية ومساعدة الباحثين في مجال البحث هذا ومن هنا يمكننا التساؤل عن سبب توجه الباحثين والعلماء إلى التصنيع الحيوي عن غير الطرق الأخرى الكيميائية والفيزيائية...الخ.

تمت هندسة هذا البحث كالتالي:

الفصل الأول: تكنولوجيا النانو والمواد النانوية

الفصل الثاني: الفضة من المعدن إلى الجسيمات النانوية

الفصل الثالث: مناقشة دراسات التصنيع الحيوي لجسيمات الفضة النانوية.

المراجع

[1]: حلفاوي فريال، مسعودي عبير، "التكنولوجيا النانوية ومعالجة المحيط , تطبيق الجسيمات النانوية في مجال تنقية المياه" ، جامعة قاصدي مرباح ورقلة، 2020.

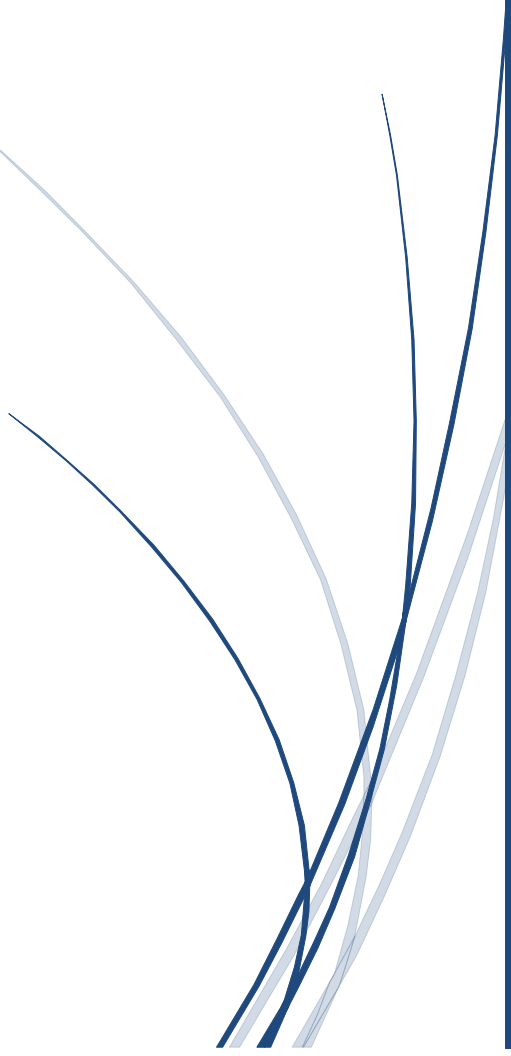
[2]: محمود محمد سليم صالح،"تقنية النانو وعصر علمي جديد"، مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية، 1432\9007 .2015

[3]: فؤاد نمر الرفاعي، "مفاهيم أساسية في تقنية النانو"، 2015- 2016.

[4]:غيث عبد الجواد زهرة، "التخليق الحيوي لجسيمات الفضة النانوية"، جامعة القدسية، كلية التربية، قسم الكيمياء، 2018.

الفصل الأول

تكنولوجيا النانو والمواد النانوية



مدخل

لا شك إن تقنية النانو (Nanotechnology) سوف تدفع بالبشرية نحو عالم مثير ومذهل، ومن ابرز التوقعات المستقبلية لهذه التقنية هي إحداث سلسلة من الثورات و الاكتشافات العلمية خلال العقدين القادمين، حيث تبشر بقفزة هائلة في شتى فروع العلم وإحداث تغير في الكثير من ملامح الحياة .

لهذا بدا السباق المحموم في أبحاث و تطبيقات" النانو " على المستوى العالمي، وعلى الأغلب ستكون البحوث والتقنيات "النانوية" اكبر المشروعات العلمية في هذا القرن [1].

I .1.ما هي تقنية النانو

في الحقيقة لا يوجد تعريف متفق عليه حتى الآن لتقنية النانو وذلك لان التعاريف المطروحة لهذه التقنية تختلف باختلاف طبيعة التعامل مع هذه التقنية و كذلك تختلف باختلاف المجال الذي تطبق فيه هذه التقنية.

بناءا على هذا يمكننا أن نعرف هذه التقنية بعدة تعاريف أهمها:

- تعرف تقنية النانو عموما على أنها "التقنية التي تعطينا القدرة على التحكم المباشر في المادة والأجهزة التي أبعادها تقل عن 100 نانو متر وذلك بتصنيعها وبمراقبتها وقياس دراسة خصائصها"يعتبر هذا التعريف الأكثر شمولا [2].
- اشتق اسمها من اسم النانو متر كوحدة قياس,وهي تساوي واحدا من مليار من المتر أي تساوي, جزءا من ألف مليون جزء من المتر. لتقريب المفهوم يمكن القول أنها مسافة اقل بثمانين ألف مرة من قطر شعرة الإنسان [3] .
- مجموعة من الأدوات والتقنيات و التطبيقات التي تتعلق بتصنيع بنية معينة, وتركيبها باستخدام مقاييس متناهية في الصغر [3].

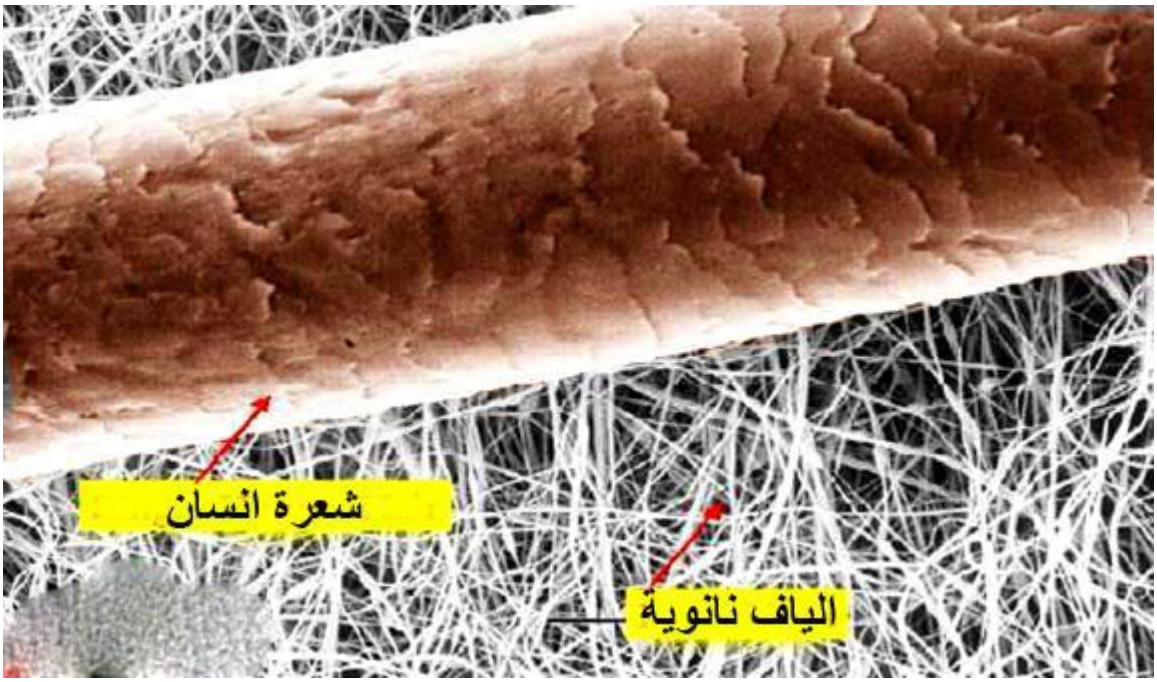
تقنية النانو تستند إلى القدرة على التحكم أو التلاعب في المادة على المستوى الذري [4].

وبناء على أهداف هذه التقنية يمكن أن نقول إن جوهر تقنية النانو هو الاهتمام بتصنيع مواد وأجهزة ذات خصائص مختلفة وجديدة وذلك من خلال التحكم في الذرات و الجزيئات المنفردة وكذلك تجمعاتها [2].

I .1.1. ما مدى صغر مقياس النانو

مصطلح نانو مشتق من كلمة نانوس Nanos اليونانية والتي تعني القزم الصغير وتستخدم للدلالة على واحد من المليار من المتر[5] .

الشكل[I –1]:يمثل النانو متر يعادل طول 13 ذرة من الهيدروجين بجانب بعضها البعض [5]



الشكل[I –2]:يمثل قطر شعرة الإنسان حوالي 100.000 نانومتر[5]

I .2.تاريخ تقنية النانو

منذ وقت طويل كان الناس يصادفون مختلف الأحجام النانوية ,الكائنات والعمليات ذات المستوى النانوي ذات الصلة واستخدامها في الممارسة العلمية.لكن أثار تكنولوجيا النانو البديهية وضعت تلقائيا, دون الحاجة لفهم طبيعة هذه الكائنات والعمليات. على سبيل المثال حقيقة أن تمتلك جزيئات صغيرة من مواد مختلفة خصائص مختلفة لتلك التي من نفس المواد ذات حجم الجسيمات الأكبر كانت معروفة لفترة طويلة, ولكن السبب في ذلك لم يكن واضحا.

وهكذا كان الناس يعملون في تكنولوجيا النانو لا شعوريا من دون التخمين أنهم كانوا يتعاملون مع ظاهرة العالم النانوي في حالات كثيرة , أسرار الإنتاج النانوي القديم تنتقل من جيل إلى جيل بدون الدخول في أسباب الحصول على المواد والمنتجات المستمدة منها اكتسبت خصائصها الفريدة 6][.

منذ نهاية القرن السابع عشر إلى وقتنا الحاضر دأب الإنسان في استخدام مصطلح ثورة للتعبير وعن التحولات الجذرية في المجتمع, الناجمة عن الفكر البشري المتمثل في الابتكار و الإبداع التكنولوجي الذي يمس كل نواحي الحياة, بدءا من ثورة المحركات البخارية وقطارات السكك الحديدية وصناعة الغزل و النسيج وانتهائها بثورة الحاسبات والمعلومات , والتكنولوجيا الحيوية, وأخيرا بتفجيره ثورة تكنولوجية جديدة تعرف ب((ثورة القرن الحادي والعشرين)) وهي تكنولوجيا النانو[7].

I .3.تطور ظهور تقنية النانو

متى بدأت تقنية النانو بالظهور؟ ومن هو أول من تساءل عنها؟ وما الاختراع الذي فتح الباب لتقنية النانو؟ هذا ما سنتعرف عليه في رحلتنا التالية مع العلماء وانجازاتهم عبر التاريخ:

عام 1288هـ . 1867م:

أجرى الفيزيائي الاسكتلندي "جيمس ماكسويل"تجربة ذهنية تعرف باسم (عفريت ماكسويل . Maxwell`s démon), تخيل فيها مخلوقا ذريا يقف حارسا على بوابة ذرية تفصل بين وعاءين يحتويان على غاز, حيث يقوم بتنظيم جزيئات الغاز, بواسطة منع ذرات الغاز النشطة من اجتياز البوابة والسماح للذرات الأقل نشاطا بعبورها. فتجربة ماكسويل ولدت فكرة التحكم في تحريك الذرات والجزيئات, وهذه الفكرة لها من التطبيقات ما يجعلها من المبادئ المميزة لتقنية النانو[8].

عام 1380هـ . 1959م:

تساءل الفيزيائي الأمريكي "ريتشارد فينمان"ماذا سيمكن للعلماء فعله إذا استطاعوا التحكم في تحريك الذرة الواحدة وإعادة تحريكها كما يريدون؟ في محاضرته المعروفة بعنوان (هناك متسع كبير في القاع), التي ألقاها أمام الجمعية الفيزيائية الأمريكية ووصف فيها مجالا جديدا يتعامل مع الذرات و الجزيئات المنفردة لصنع مواد وآلات دقيقة بخصائص مميزة. فكان تساؤله وخياله العلمي بداية الإعلان عن مجال جديد عرف لاحقا بتقنية النانو[8].

الصورة[I – 1]:العالم الأمريكي ريتشارد فينمان([3]R – Feynman)

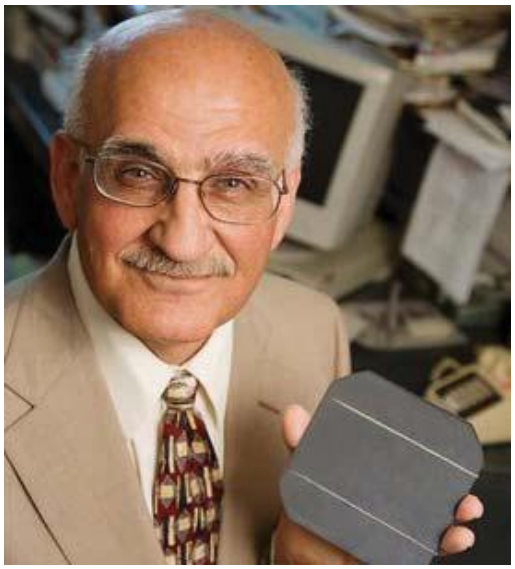
عام 1395هـ . 1974:

أطلق الباحث الياباني "نوريو تاينغوشي" تسمية مصطلح (تقنية النانو. Nano Technology) لأول مرة. للتعبير عن طرق تصنيع عناصر ميكانيكية وكهربائية متناهية الصغر بدقة عالية.حيث قال:"إن تقنية النانو هي مجموعة من عمليات الفصل,التكوين, والدمج للمواد على مستوى الذرات, أو الجزيئات"[8][3] .

الصورة[I – 2]:العالم الياباني نوريو تاينغوشي(Norio Taniguchi) [3]

عام1397هـ . 1976م:

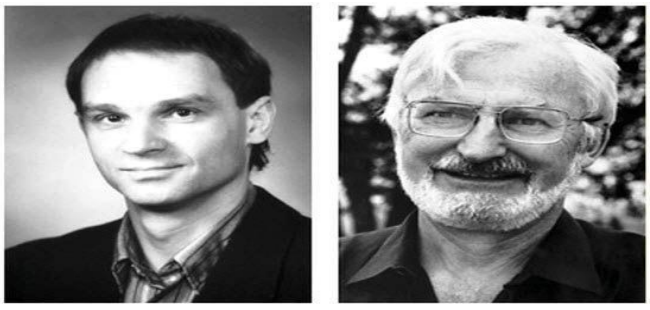
استحدث الفيزيائي الفلسطيني "منير نايفة" طريقة ليزرية تسمى (التأين الرنيني) لكشف الذرات المنفردة وقياسها بأعلى مستويات الدقة والتحكم, ورصد بها ذرة واحدة من بين ملايين الذرات وكشف هويتها لأول مرة في تاريخ العلم, وتعمل طريقته على أثارة الذرات بليزر محدد اللون, وتأيينها ومن ثم تحسس الشاحنات الصابغة. وبتمكنه من رصد الذرة منفردة ومعالجتها قدم الإجابة على تساءل الفيزيائي "ريتشارد فينمان" عن إمكانية تحقيق ذلك, وحول خياله العلمي إلى واقع حقيقي[8].



الصورة [I –3]:العالم الفيزيائي العربي منير نايفة[3]

عام 1402هـ-1981م:

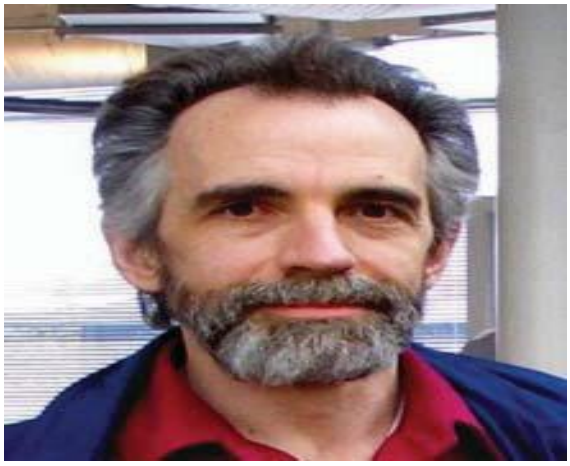
اخترع الباحثان السويسريان "جيرد بينج" و "هنريك رورهر" جهاز (المجهر النفقي الماسح . Scanning Tunneling Microscope), حيث حقق هذا المجهر الخارق إمكانية التعامل المباشر مع الذرات و الجزيئات وتصويرها لأول مرة في التاريخ وتحريكها لتكوين جسيمات نانوية[8].



الصورة [I –4]: الباحثان السويسريان جيرد بينج و هنريك رورهر

عام1407هـ . 1986م:

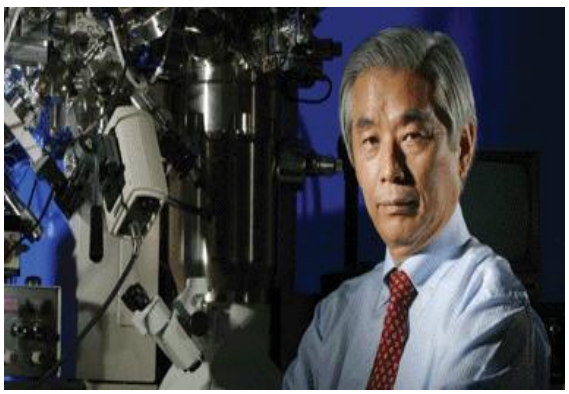
ألف "اريك دريكسلر" كتاب (محركات التكوين . Engins of Création) وذكر فيه المخاطر المتخيلة لتقنية النانو, مثل صنع محركات ومركبات نانوية تستطيع نسخ نفسها ولا يمكن الحد من انتشارها. وبسط في كتابه الأفكار الأساسية لتقنية النانو, منها إمكانية صناعة أي مادة بواسطة رصف مكوناتها الذرية الواحدة تلوا الأخرى[8].



الصورة [I –5]:العالم الامريكي اريك دريكسلر (E-Drexler) [3]

عام 1412هـ .1991م:

اكتشف الباحث الياباني "سوميو ليجيما" (أنابيب الكربون النانويةNano Tube Carbone), وهي عبارة عن اسطوانات من الكربون قطرها عدة نانوميترات, ولها خصائص الكترونية وميكانيكية متميزة, مما يجعلها مهمة لصناعة مواد وآلات نانوية مدهشة[8].



الصورة [I -6]:العالم الياباني سوميو ايجما (Sumio Iijima) [3]

عام 1413هـ . 1992م:

كتب الفيزيائي الفلسطيني "منير نايفة" بالذرات اصغر خط في التاريخ (حرفpوبجانبه قلب) رمزا لحب فلسطين, وانتشرت في كبرى المجالات العلمية ووكالات الأنباء العالمية. والفائدة من الكتابة و الرسم بالذرات انه استطاع التحكم بتحريك الذرات بدقة وإعادة ترتيبها كما يشاء بالإضافة إلى تصويرها مكبرة, واستخدم في ذلك المجهر النفقي الماسح.

وبهذا الانجاز و الانجازات السابقة فتح الباب على مصراعيه إلى عالم النانو... ودخل العلماء فيه بقوة عن طريق البحث العلمي[8] .

I .4.مفهوم تكنولوجيا النانو

تكنولوجيا النانو أو التكنولوجيا فائقة الدقة هي تقنية مستحدثة تبشر بثورة علمية جديدة في المستقبل القريب في شتى مجالات الحياة, وتشمل تكنولوجيا النانو تصنيع وتطوير أجهزة ومواد جديدة بمقياس يتراوح بين واحد نانو متر و 100 نانومتر, ومصطلح النانو مشتق من كلمة نانوس الإغريقية وتعني القزم ويساوي النانو واحد من المليار من المتر. وتعتمد تكنولوجيا النانو على التنسيق بين العلوم البيولوجية والفيزيائية و الالكترونية وأيضا علم المواد و تكنولوجيا المعلومات.كل هذا من اجل دراسة الهياكل البنائية للمادة الحية واللاحية.[9].

يستخدم مصطلح " تكنولوجيا النانو " لتعريف أي تكنولوجيا يمكن إن تستخدم لمعالجة المادة على المستوى الجزيئي وإنشاء مواد, أجهزة, والهياكل التي لها بعد من 1 إلى 100 نانومتر في اتجاه واحد على الأقل على الرغم من إن نطاق حجم النانو متر في حد ذاته يشمل جميع المواد في النطاق من 1 إلى 1000 نانومتر, وهذا النطاق المعين الذي يحدد تقنية النانو له أهمية خاصة, حيث تكتسب الجسيمات الموجودة في هذا خصائص تختلف اختلافا جذريا عن تلك الموجودة في المواد السائبة. يحدث هذا بسب عاملين رئيسيين:

- زيادة مساحة السطح إلى نسبة الحجم (التي تتزايد بشكل تدريجي مع تصغير المادة)
- حجم الجسيم يدخل إلى المجال الذي تسود فيه التأثيرات الكمومية.في هذا النطاق

نظرا لان حجم الجسيم يؤدي إلى هيمنة سلوك الذرات على سطح الجسيم فوق تلكالموجودة في الجزء الداخلي من الجسيم (مع انخفاض الحجم, يزداد عدد الذرات على السطح نسبيا لأولئك الموجودين في الداخل). يغير هذا التأثير خصائص الجسيمات في هذا النطاق الحجمي وكذلك تفاعل هذه الجسيمات مع جزيئات

من مواد أخرى. هذه الظاهرة تعتمد على المواد ويمكن ملاحظتها في حالة العديد من المواد لنطاقات الحجم الأكبر بكثير من 100 نانومتر.

من الجدير بالذكر أن نذكر هنا أن اصغر جسم يمكن للعين المجردة رؤيته يبلغ حوالي 0.1ملم. في الأساس هناك أطوال نقدية مختلفة تحكم الخصائص المختلفة للمواد. فيزيائية مثل الخصائص الحرارية و الكهرومغناطيسية للمواد إلى طول الانتشار الحراري وطول التشتت يعني المسارات الحرة[10].

I .5.تصنيف أجيال تقنية النانو

ولا ننسى أن النانو تكنولوجي يعتبر الجيل الخامس الذي ظهر في عالم الالكترونيات الذي يمكن تصنيف ثوراته التكنولوجية على أساس أنها مرت بعدة أجيال وهي:

- ✓ الجيل الأول: يتمثل في استخدام المصباح الالكتروني (Lamp) بما فيه التلفزيون.
- ✓ الجيل الثاني: يتمثل في الترانزستور, وانتشار تطبيقاته الواسعة.
- ✓ الجيل الثالث: من الالكترونيات ويتمثل في استخدام الدارات التكاملية وهي عبارة عن قطعة صغيرة جدا شكلت في فترات ماضية قفزة هامة في تطور وتقليل حجم الدارات الالكترونية فقد قامت باختزال حجم العديد من الأجهزة, ورفعت من كفاءتها وعددت من وظائفها.
- ✓ الجيل الرابع: يتمثل في استخدام المعالجات الصغيرة (Microprocessor), الذي احدث ثورة هائلة في مجال الالكترونيات بإنتاج الحاسبات الشخصية (Personal Computer) والرقائق الحاسوبية (الكومبيوترية) السليكونية التي أحدثت تقدما في العديد من المجالات العلمية والصناعية.
- ✓ الجيل الخامس: يتمثل في النانو تكنولوجي (nano technology). وعن طريقه يمكن مواجهة الفيروسات وعلاج الأمراض المستعصية، حيث يمكن أن تستخدم تكنولوجيا النانو في مجال الصناعة بصورة مذهلة, مما يمكن أن يحقق مكاسب اقتصادية كبيرة للدول التي تستخدمها. والعديد من الدول بدأت الإنتاج الصناعي باستخدام النانو، فهناك أحذية وحقائب وملابس تم إنتاجها بالنانو تتميز بسهولة التنظيف وعمرها أطول.

وقياسا على ذلك تبشر تقنية النانو الواعدة بقفزة هائلة في جميع فروع العلوم والهندسة, ويرى المتفائلون أنها ستلقي بضلالها على كافة مجالات الطب الحديث و الاقتصاد العالمي والعلاقات الدولية وحتى الحياة اليومية للفرد العادي فهي وبكل بساطة ستمكننا من صناع أي شيء نتخيله عن طريق صف جزيئات المادة إلى جانب بعضها البعض بأقل كلفة ممكنة, ويشير المتخصصون إلى إمكانية استخدام هذه التكنولوجيا في

صنع حواسيب خارقة الأداء يمكن وضعها على رؤوس الأقلام و الدبابيس, وأيضا روبوتات نانو مترية طبية يمكن حقنها في الدم أو ابتلاعها لتعالج الجلطات الدموية والأورام و الأمراض المستعصية, وتفسير ذلك إن معظم الخصائص الأساسية للمواد و الآلات كالتوصيل والصلابة ودرجة الانصهار تعتمد على الحجم بشكل لا مثيل له في أي مقياس آخر اكبر من النانو [2].

I .6.مبادئ ومميزات تقنية النانو

سبق وان تساءل العالم الفيزيائي ريتشارد فينمان عن ماذا سيحدث إذا تحكمنا في تحريك الذرات؟ وما الفائدة من الوصول إلى هذا الصغر الدقيق؟ وأجابه العالم الفيزيائي المسلم منير نايفة. والمبادئ التالية ستوضح لنا مميزات تقنية النانو :[8].

الجدول[I-1]:يمثل مبادئ ومميزات تقنية النانو

المبدأ	الميزة
إمكانية التحكم بتحريك الذرات منفردة وبدقة وإعادة ترتيبها	إمكانية بناء أي مادة في الكون لان الذرة هي وحدة البناء لكل المواد.
الخصائص الفيزيائية و الكيميائية للمادة عند مقياس النانو متر تختلف عن خصائص نفس المادة عند مقياسها الطبيعي.	اكتشاف خصائص مميزة للمواد يستفاد منها في الكثير من الاختراعات و المجالات التطبيقية.
تعتمد تقنية النانو على مبادئ الفيزياء والكيمياء و الأحياء والهندسة الكهربائية و الالكترونية.	تربط العلوم وتشجع الجميع باختلاف تخصصاتهم العلمية على الدخول في مجالها و التعاون فيما بينهم.
إمكانية التحكم بالذرات في صنع المواد و الآلات وتنقيتها من الشوائب وتخليصها من العيوب.	تصبح خصائص المواد والآلاتأفضل, فهي اصغر واخف وأقوىوأسرع وارخص واقل استهلاكا للطاقة.
تعتمد تقنية النانو على الأبحاث العلمية التي تتصف بإمكانية تطبيقها في اختراعات واستخدامات مفيدة.	تحول الخيال العلمي إلى واقع حقيقي

I .7.أهمية تقنية النانو

يمكننا التساؤل من هنا: ما الشيء المميز في هذه التقنية ولماذا كل هذا الاهتمام الكبير و الترقب العجيب لوصولها؟

يعود الاهتمام الكبير بجسيمات النانو في السنوات الأخيرة إلى خواصها المميزة والمبهرة, فعندما تصغر المادة وتكون أبعادها ضمن المقياس النانوي (اقل من 100نانومتر , أي تكون جسيم نانو)

فإنها تظهر خواصا فيزيائية و كيميائية جديدة,حيث تكون خواصها تختلف وبشكل كبير جدا عن خواصها المعروفة إذا كانت في حجمها الطبيعي الكبير(b.dulk) لنفس المادة, وهذه الخاصية جعلت من جسيمات النانو "معجزة علمية جديدة".

ويمكن توضيح أسباب هذا التغير الكبير في الخواص و المميزات الفيزيائية والكيميائية لجسيمات النانو إلى سببين رئيسيين هما:

- زيادة المساحة السطحية
- تأثير فيزياء الكم

حيث أن الشيء الفريد في مقياس النانو "Nanos cale" هو أن جسيمات النانو "Nanoparticles" تبدي مفاهيم فيزيائية و كيميائية جديدة تؤدي إلى سلوك جديد تكون فيه معظم الخصائص الأساسية للمواد والآلات تعتمد على حجم هذه الجسيمات (size depindant).

وقد لوحظ كمثال لذلك أن كلا من الخصائص الكهربائية و المغناطيسية و البصرية والحرارية و الميكانيكية للمادة تتغير كلها عندما تصبح أبعادها ضمن المقياس النانوي. فنجد تغير واضح في التركيب الالكتروني, التوصيلية, التفاعلية(réactivité), درجة الانصهار.

ولنقترب من الفكرة أكثر سنأخذ مثالا على ذلك وهو الذهب (Gold) فمن المعروف أن معدن الذهب مستقر كيميائيا و عليه فهو لا يتفاعل مباشرة مع المواد ولهذا بقي الذهب موجودا في صيغته الطبيعية في صخور الأرض منذ نشأتها إلى يومنا هذا, ولكن عندما نحصل على جسيمات نانو من الذهب (Nano gold particles) فانه مع تصغير هذه الجسيمات إلى حجم اصغر واصغر, أي عندما تتغير أبعاد هذه الجسيمات من 100 نانومتر إلى أبعاد اصغر مثل 80 نانومتر, 60 نانومتر هكذا... فان لون الذهب المعروف لدينا يتغير إلى ألوان أخرى تختلف حسب اختلاف أبعاد هذه الجسيمات. كما إن جسيمات النانو الذهبية تتفاعل مع الأشعة تحت الحمراء وتحولها إلى حرارة, مع ملاحظة أن الذهب في حالته العادية (bulk) لا يتفاعل مع الإشعاع الكهرومغناطيسي[4].

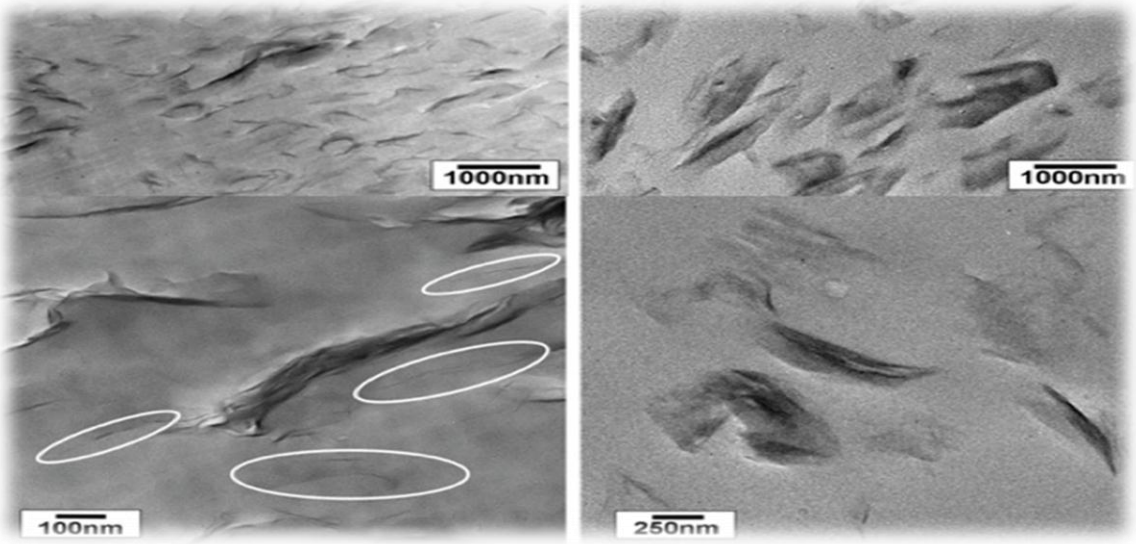
ويرى الكثير من المتفائلين في مجال تقنية النانو أن لتقنية النانو فوائد عديدة منها:

- ✓ يؤكد العلماء من أنحاء العالم أن تقنية النانو ستحدث ثورة علمية جديدة في السنوات القادمة إن شاء الله نظرا لمبادئها المميزة وقدراتها المدهشة.
- ✓ تطبيقاتها واختراعاتها تستخدم في شتى مجالات حياتنا: الطبية والحيوية والزراعية والصناعية و الالكترونية و البتروكيميائية و العسكرية.
- ✓ لأنها قد تحل مشاكل العصر كأزمة المياه و موارد الطاقة و الصحة والفقر و البطالة؛ لتوفيرها فرص عمل وانخفاض تكلفة بعض منتجات هذه التقنية وتطوير موارد للطاقة واكتشاف طرق جديدة للعلاج.
- ✓ لأنها ستؤثر في الاقتصاد العالمي للقرن الحالي .
- ✓ من يتقن استخدام تقنية النانو سيهيمن على الصناعة في القرن القادم إن شاء الله
- ✓ تقنية النانو تشكل فرصة تاريخية كبرى للدول النامية للحاق بركب التطور العلمي والعملي, لان العالم بأسره لا يزال في بدايات تعامله مع تقنية النانو[8].
- ✓ زيادة سعة تخزين المعلومات. وإمكانية الاتصال[3].

ومن كل ما سبق يمكن القول أن تقنية النانو قد كسبت كل هذا الاهتمام بسبب اعتماد خواص وسلوك جسيمات النانو على حجمها وبالتالي يمكننا التحكم بهندسة خواصها,وبناءا عليه فقد استنتج الباحثون أن لهذا المفهوم آثارا تقنية عظيمة تضم مجالات تقنية واسعة و متنوعة تتمثل في توصيف هذه الجسيمات في أجهزة وأدوات ذات أبعاد نانوية بقدرات تقنية عالية جدا تقدم الحلول الناجحة لكثير من المشكلات الصحية والغذائية و الصناعية و التقنية والبيئية التي تواجهها البشرية اليوم[4].

I .8.تعريف المواد النانوية

هي مواد اكتسبت خواص مميزة إضافية. فعند إضافة أنابيب نانوية (الكربون مثلا) إلى مادة ما، تزداد خواص التوصيل الكهربائي والحراري لتلك المادة ،لإضافة أنابيب الكربون النانوية إليها. وقد يحدث أيضا تحسن في الخصائص الضوئية و الميكانيكية (الصلابة،و الشدة)،لإضافة مواد نانوية معينة إلى بعض المواد. ومن أشهر المركبات النانوية الموجودة حاليا المركبات البوليمرية [3].



الشكل[I-3]: يمثل مركب نانوي[3]

I .9.خواص المركبات النانوية و سبب اختلافه

✓ **الخواص الميكانيكية:**

يزيد ارتفاع درجة صلادة المواد الفلزية وسبائكها وتزيد مقاومتها لمواجهة الإجهادات والأحمال الواقعة عليها, كما تكسب مواد السيراميك قدرة كبيرة من المتانة والقابلية لتشكيل وتحمل إجهادات لم تكن موجودة بها وهذا يعني تخليق أنواع جديدة من تلك المواد [7]

✓ **النشاط الكيميائي:**

تعد الزيادة الكبيرة في مساحة أسطح الحبيبات النانوية و وجود عدد ضخم من الذرات المادة على أوجه أسطحها الخارجية، هما العامل الأهم و المؤثر في زيادة النشاط الكيميائي للمواد النانوية [3].

✓ **الخواص الفيزيائية:**

- **نقطة الانصهار**: تتأثر قيم درجات حرارة إنصهار المادة بتصغير أبعاد مقاييس حبيباتها .فهي درجة الحرارة التي يحول عندها المادة من الحالة الصلبة إلى الحالة السائلة, كمثال درجة انصهار الذهب في حجمه الطبيعي التي تصل إلى 1064 درجة حرارية تقل إلى 500 درجة بعد تصغير حبيباته إلى نحو 1.35 نانومتر [7][3].

✓ **الخواص المغناطيسية:**

كلما صغرت أحجام حبيبات المواد وتضاعف وجود الذرات على أسطحها الخارجية كلما ازدادت قوة وفاعلية قدراتها المغناطيسية, مما يمكننا من استخدامها في المولدات الكهربائية الضخمة ومحركات السفن وصناعة أجهزة التحليل فائقة الدقة والتصوير بالرنين المغناطيسي [7]

✓ **الخواص البصرية:**

من المذهل أن لون الذهب الطبيعي (الأصفر الذهبي) يتغير إلى لون شفاف عند تصغير حبيباته إلى اقل من 20 نانومتر, كما تتحول ألوانه من الأخضر إلى البرتقالي ثم الأحمر كلما زاد تصغير حجم حبيباته, هذه الخاصية تمكننا من صناعة شاشات عالية الدقة فائقة التباين ونقاء الألوان, مثل شاشات التلفاز والحاسبات والهاتف النقال الحديثة [7].

✓ **الخواص الكهربائية :**

يؤدي تصغير أحجام حبيبات المواد إلى اقل من100 نانومتر إلى زيادة قدراتها على توصيل التيار الكهربائي, مما يمكننا من استخدام هذه المواد في صناعة أجهزة الحساسات الدقيقة والشرائح الالكترونية [7].

✓ **الخواص البيولوجية:**

تؤدي هذه الخاصية إلى زيادة قدرة المواد النانوية على نفاذ واختراق الموانع والحواجز البيولوجية وتحسين التلاؤم والتوافق البيولوجي, مما يسهل وصول الأدوية والعقاقير العلاجية للجزء المصاب عبر الأغشية والأوعية[7] .

I .1.9.سبب اختلاف الخواص المواد النانوية

ويمكن توضيح أسباب هذا التغير الكبير في هذه الخواص إلى سببين رئيسين وهما:

➢ **زيادة المساحة السطحية:**

وحسب القانون الكيميائي الشهير والذي يفيد بأن زيادة سطح المادة يؤدي إلى زيادة تفاعل المادة أي المادة تصبح ذات نشاط كيميائي عالي كلما زادت مساحة سطحها المتفاعل.حيث أن زيادة المساحة السطحية تعني زيادة عدد الذرات المتواجدة على السطح ومن المعلوم أن ذرات سطح أي مادة هي المسؤولة عن عملية التفاعل الكيميائي مع الذرات الأخرى لأنها تملك إلكترونات حرة بينما الذرات في داخل المادة تكون أكثر غير حرة وبتالي لا تشارك في عملية التفاعل الكيميائي[4] .

وعليه فأنه عندما تصغر المادة فإن مساحة سطحها تزداد مما يعني زيادة نسبة الذرات المتواجدة على سطح المادة و التي تكون ذات حالات طاقة عالية مما يساعد في زيادة تفاعل هذه الذرات مع ذرات المواد المجاورة لها[4].

➢ **تأثير فيزياء الكم:**

نظرا لأبعاد الصغيرة لجسيمات النانو والتي تقترب من الأبعاد الذرية(عشرات الذرات) فإن فيزياء الكم لها تأثير كبير على خواص هذه الجسيمات .ولتوضيح هذه الفكرة فلنتذكر قوانين نيوتن في الميكانيك الكلاسيكي والتي نألفها في عالمنا الكبير وبالخصوص قوة الجاذبية الأرضية التي تأثر علينا وعلى العالم من حولنا، سنجد أنها غير مهمة وغير مؤثرة على جسيمات النانو،مما يجعل هذه الجسيمات تملك خصائص غير مألوفة لقوانين الفيزياء الكلاسيكية نظرا لتأثير فيزياء الكم عليها[4].

و يمكن توضيح ما سبق بمبدأ الأدقة والذي ينص على (أن المكان والطاقة لجسيم ما لايمكن تعينهما بدقة بنفس الوقت).فعندما تصغر المادة وتصبح أبعادها في مقياس النانو(بعبارة أخرى لتصبح جسيم نانو) فإن

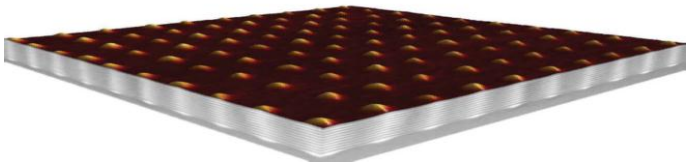
الفراغ الذي يتحرك فيه الإلكترون داخل هذا الجسيم يصغر أيضا مما ينتج عنه زيادة في طاقة الإلكترون وذلك لتعويض هذه المحدودية في المكان مما يؤدي بالطبع لتغيرات كبيرة في خواص هذا الجسيم [4].

I .10.أشكال المواد النانوية

تصنف المواد النانوية إلى عدة أشكال لكل منها تركيب وخصائص وقطر محدد نذكرها:

- **النقاط الكمية Quantum Dots :**

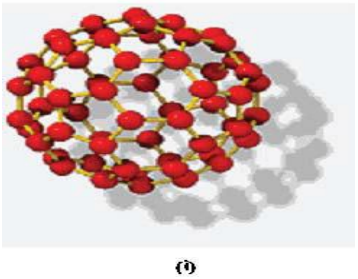
وهي بمنزلة نانوي شبه موصل ثلاثي الأبعاد،حيث تتراوح أبعاده ما بين2 إلى 10 نانوميترات. وعندما يكون قطر النقطة الكمية 10 نانوميترات. وعندما يكون قطر النقطة الكمية 10 نانو مترات فإنه يمكن صف 3 ملايين نقطة كمية بجوار بعضها بعضا بطول عرض يساوي إبهام الإنسان[3].



الشكل[I –4]: يمثل نقط كمية ثلاثية الأبعاد من الكريستال[3]

- **الفوليرين the fullerene:**

جزيئات نانوية من ذرات كربون مترابطة ثلاثيا، تعطي شكل كريات لها بناء يماثل الجرافيت، ولكن بدلا من احتوائها على الشكل السداسي النقي، فإنها تحتوي على أشكال خماسية من ذرات الكربون، مما يؤدي إلى انثناء الطبقات، و تحولها إلى كريات أو أسطوانات. ويعد الجزيء C_{60} أكثر الفوليربنات شهرة [3].



(أ)

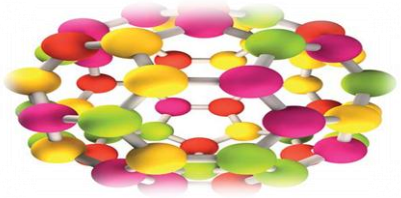
الشكل[I–5]: يمثل فوليرين C_{60}في الصورة الجزيئية[3]

(ب)

الشكل[I–6]:فوليرين C_{60}في الصورة البلورية[3]

- **الكرات النانوية (كرات الكربون النانوية) Nanoballs:**

تنتمي الكرات النانوية إلى فئة الفوليرينات ، مع اختلاف في التركيب شيئا قليلا،و ذلك لكونها متعددة القشرة، و خاوية المركز. ولا يوجد فجوات على سطحها من أهمها الفوليرين (C_{60})الذي يحتوي على 60 ذرة كربون مرتبة على شكل كرة قدم تحتوي على 12 شكلا خماسيا و 20 شكلا سداسيا ويطلق عليها أيضا اسم (Bucky) أي: البصل. وقد يصل قطرها إلى ما يزيد عن 500 نانومتر[3] .



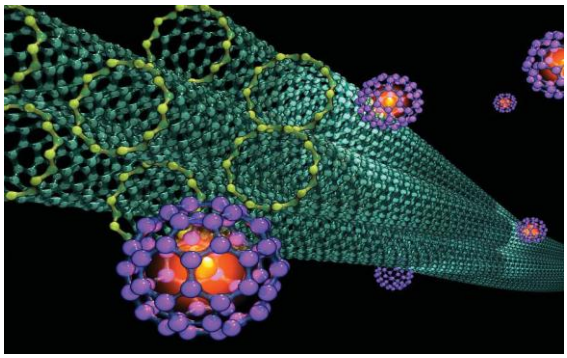
الشكل[I -7]: يمثل صورة توضيحية لكرات نانوية [4].

- **الجسيمات النانوية Nanoparticles:**

هي عبارة عن تجمع ذري او جزيئي ميكرو سكوبي يترواح عددها من بضع ذرات الى مليون ذرة, تكون مرتبطة معا في شكل كروي تقريبا ونصف قطرها اقل من 100 نانو متر, عندما يصل حجم الجسيم النانوي الى مقياس النانو في بعد واحد فانها تسمى البئر الكمي(Quantum Wirll), اما اذا كان حجمها النانوي في بعدين فتسمى السلك الكمي (Quantum Wire) وعندما يكون بثلاث ابعاد تسمى النقط الكمية (Quantum Dots)[11].

- **الأنابيب النانوية Nanotubes:**

المواد المستخدمة في تقنية النانو تخضع لشرط أساسي، و هو أن أحجامها تتراوح ما بين 1 إلى 100 نانومتر، لذالك فإن المواد المستخدمة يجب تقطيعها إلى أجزاء لا تزيد أقطارها عن 100 نانومتر. فالأنابيب النانوية تتكون من خليط من مواد موصلة، ومواد أخرى أشباه موصلة. وأشهر الأنابيب النانوية أنابيب الكربون النانوية [3].



الشكل[I –8]:يمثل مجموعة من الأنابيب النانوية المتداخلة ذات الخواص المختلفة[3]

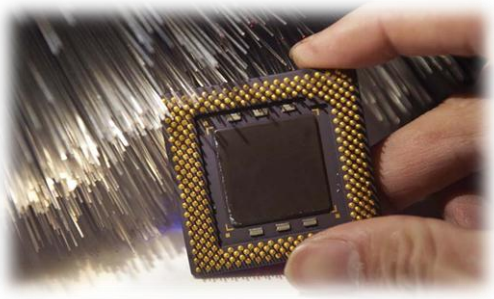
- **الأسلاك النانويةNanowires:**

تتميز عن الأسلاك العادية (**ثلاثية الأبعاد)** بقوة التوصيل الكهربائي، وهي أسلاك بقطر يقل عن 1 نانومتر وبأطوال مختلفة أي بنسبة طول إلى عرض تتزايد عن 1000 مرة لذلك فهي تتبع للمواد ذات البعد الواحد (1D)[3،12].

الشكل [I –9]: يمثل صورة ميكروسكوبية لأسلاك نانوية مصنوعة من السليكون [3]

- **الألياف النانوية Nan fibers:**

من أشهر الألياف النانوية الألياف المصنوعة من البوليمرات . ويكون عدد ذرات سطح الألياف كبيرا مقارنة بالعدد الكلي، و هذا يكسب الألياف خواص ميكانيكية (**كالشدة والصلابة)** تؤهلها للاستخدام كمرشحات في تنقية السوائل و الغازات ، وفي كثير من التطبيقات الطبية والعسكرية [3].



الشكل [I -10]: يمثل ألياف نانوية[3]

I–11. أساليب تحضير المواد النانوية

هناك طرق كثيرة لتحضير المواد النانوية وقد قسمت إلى قسمين رئيسين :

1– أسلوب من **الأسفل إلى الأعلى** أو تسمى (من الصغير إلى الكبير) **Bottom-up Route**.

2– أسلوب من **الأعلى إلى الأسفل** أو تسمى (من الكبير إلى الصغير)**Top-Down Route**.

I –11–1. طريقة من الأسفل إلى الأعلىBottom-up Route

في هذه الطريقة من الأسفل إلى الأعلى، تجتمع الذرات أو الجزيئات المنفردة معا (التجمع الذاتي) لتكوين المواد ذات التركيب النانوي عند بعد واحد في الحد الأدنى . وجميع التقنيات التي تبدأ بمادة بدء غازية أو سائلة تقع ضمن هذا التصنيف [13] .

طرق تصنيع من الأسفل إلى الأعلى:

- ✓ الترسيب البخاري بالطريقة الفيزيائية **PVD** Physical Vapour Deposition

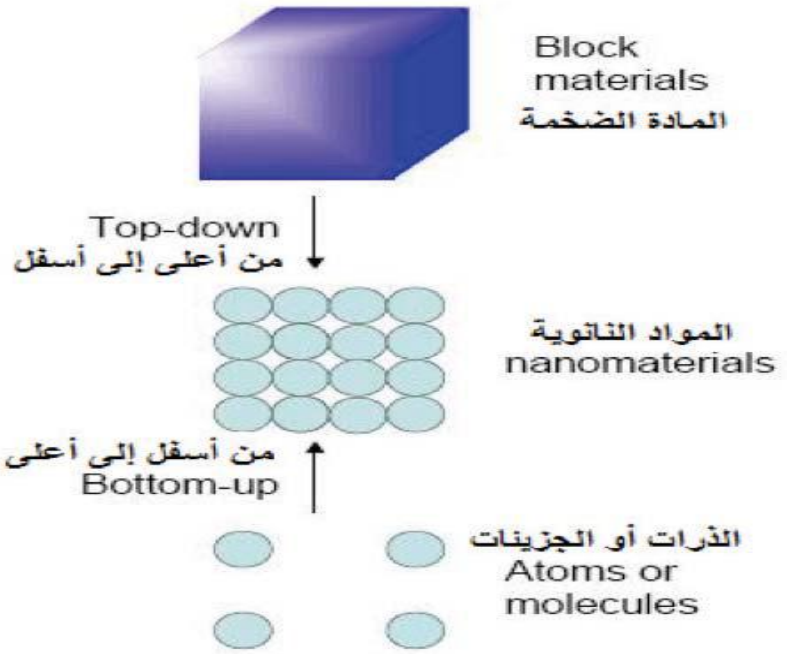
- ✓ الترسيب البخاري بالطريقة الكيميائية Chemical Vapour Deposition **CVD**
- ✓ الحزمة الجزيئية الامحورية (خارج المحور أو فوق المحور)
- ✓ معالجة الذرات بمهارة Atom Manipulation
- ✓ عملية تحويل الرذاذ spray conversion processing
- ✓ طريقة الصول –جل Sol-Gel process
- ✓ طريقة الكيميائية الرطبة wet chemical synthesis
- ✓ الطرق التقليدية لتصنيع التراكيب النانوية synthesis[13] Traditional method of Nanostructures.

I-11-2.طريقة من الأعلى إلى الأسفل Top- Down Route

و تتضمن المادة المايكروية البلورية التي تم تفتيتها للحصول على المادة النانوية البلورية. و جميع التقنيات التي تبدأ بمادة بدء صلبة تقع ضمن هذا الصنف.

طرق تصنيع من الأعلى إلى الأسفل :

- ✓ عملية الطحن Milling process[13]



الشكل[I-11]: يمثل رسم توضيحي لطرق تصنيع المواد النانوية [3]

I .12.تصنيف أبعاد المواد النانوية

يمكن القول أن جميع المواد التقليدية مثل الفلزات وسبائكها وأشباه الموصلات والزجاج والسيراميك البوليمرات تعد بمنزلة الخامات الأولية المستخدمة في تخليق مواد ذات أبعاد نانوية مختلفة , تصنف كالتالي:

❖ **المواد النانوية أحادية البعد (One Dimensional):**

وهي جميع المواد التي يقل احد مقاييس أبعادها عن 100 نانو متر, حيث لا يشترط أن يتميز بعداها الآخرين بمقاييس نانوية, من أمثلة هذه المواد الرقائق أو الأغشية (Thin Layers) مثل التي تستخدم في طلاء أسطح المنتجات الفلزية لحمايتها من التآكل والصدأ [11].

❖ **المواد النانوية ثنائية الأبعاد :**

تظم هذه الفئة جميع المواد النانوية التي يقل مقياس بعدين من أبعادها عن 100 نانومتر, تعد أنابيب النانو (Nano Tubes) كأنابيب النانو كربون وألياف النانو وكذلك أسلاك النانو (Nano Sirs) نماذج مهمة لتلك الفئة من المواد, أين تعمل أنابيب الكربون كمواد داعمة ومقوية لقوالب الفلزات لرفع قيم صلادتها وتحسين خواصها[11].

❖ **المواد النانوية ثلاثية الأبعاد :**

هي التي تمثل المواد النانوية التي يقل قياس أبعادها الثلاثة عن 100 نانومتر (كحبيبات النانو والمواد السيراميكية فائقة النعومة), حيث تتصدر هذه الفئة عن المواد قائمة الإنتاج العالمي من مواد النانو نظرا لتعدد استخداماتها, حيث تدخل وأكاسيد الفلزات وأكاسيد السليكون (SiO_2), وأكاسيد التيتانيوم (TiO_2), أكاسيد الألمنيوم (Al_2O_3) وأيضا أكاسيد الحديد (Fe_2O_3) في قطاع صناعة الالكترونات ومواد البناء لتحل بذلك محل المواد التقليدية[11].

I .13.مجال تطبيقات تكنولوجيا النانو

يتوقع المراقبون أن النانو تكنولوجي ستحدث سلسلة من الثورات الصناعية والاكتشافات العلمية الواعدة, التي ستغير أوجه الحياة تغيرا جذريا خلال العقدين القادمين. لهذا نجد الآن سباقا محموما على مستوى العالم . وخاصة في الدول المتقدمة . في مجال أبحاث وتطبيقات النانو تكنولوجي غير المسبوقة التي تفوق الخيال العلمي في كثير من الأحيان, والتي ستفتح أفاقا جديدة واعدة أمام مستقبل البشرية. حيث بدأت تقنية النانو تكنولوجي تقتحم كافة مناحي الحياة, فمن البحث العلمي والطب, إلى الصناعات الثقيلة و المعدات العسكرية والدروع, وتعد النانو تكنولوجي بتطورات وتطبيقات هائلة في العديد من المجالات الصناعية والزراعية والتجارية والطبية والعسكرية, وغيرها. حيث يتم حاليا تطوير تطبيقات للنانو تكنولوجي في جميع الصناعات تقريبا, بما فيها صناعة الالكترونيات و تكنولوجيا المعلومات, وتطوير المواد, والنقل و المواصلات, وقد بدا المواطن العادي يشعر في الآونة الأخيرة بتطبيقاتها في السلع و المنتجات المستخدمة في الحياة اليومية.

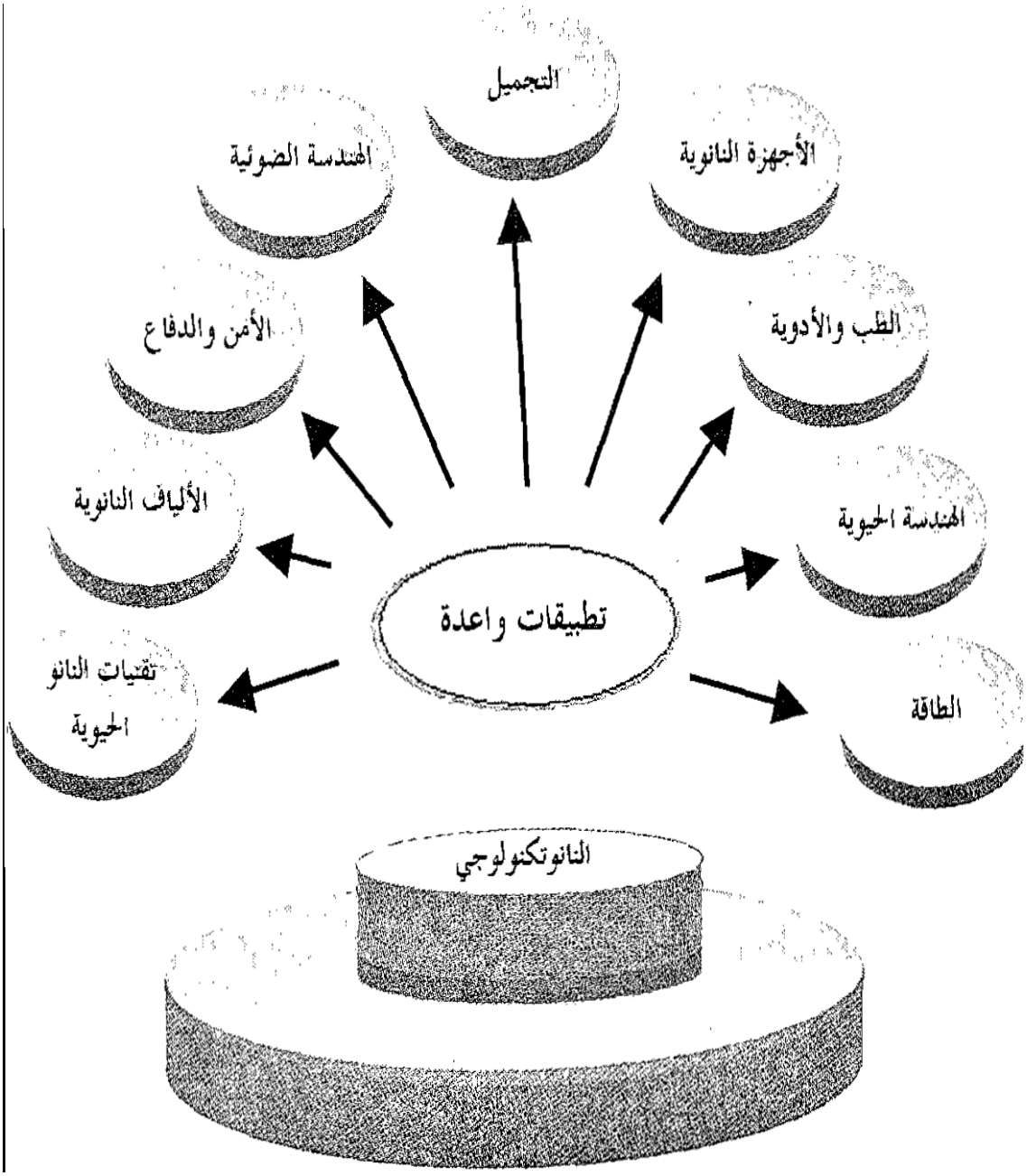
ويرجع الاهتمام المتزايد بتكنولوجيا النانو إلى الصفات و الخصائص الجديدة المتميزة التي تكتسبها المواد عندما تكون صغيرة جدا, كمثال على ذلك سيكون بمقدار الطبيب في أي منطقة نائية في العالم الثالث وضع نقطة دم من المريض على رقيقة نانوية Nano chipوبعد دقائق معدودة سينتهي الفحص الطبي الشامل

بما في ذلك اختبارات الدم مثل تحليل الأمراض الخطيرة كالملا ريا و الايدز واضطرابات الهرمونات و حتى السرطان

وتسمى هذه الرقيقة " معمل على شريحة Lab- on-a- Chip "وهي احد المنتجات الثورية والنتائج المتطورة من أبحاث النانو تكنولوجي, والتي ستقلل من تكلفة أجهزة تحليل العينات وترفع من كفاءتها وسعة أدائها وسهولة نقلها وتواجدها في غرفة العمليات بدلا من المعامل المركزية.

- في مجال الالكترونية، سوف تساعدنا تقنية النانو على تصغير حجم الأجهزة الالكترونية بدرجة كبيرة, كذلك فان الأنابيب النانوية سوف تمكننا من تصغير حجم الأقراص المدمجة بأنواعها والتي تستخدم حاليا في حفظ البيانات والمعلومات وزيادة قدرتها التخزينية بشكل كبير جدا.
- وفي مجال حماية البيئة ومعالجة المياه, فان المجسات (المستشعرات) النانوية Nano Sensorsوالتي تقوم بقياس نوعية الهواء والماء و التربة وترسل بيانات الرصد مباشرة إلى قواعد البيانات البيئية سوف تساعد القائمين على حماية البيئة من أداء عملهم بشكل أفضل بكثير مما هو عليه الآن, كما تستخدم مرشحات النانوية في عملية النحلية وإزالة الأملاح من المياه
- أما في مجال الطاقة المتجددة, فان استخدام الرقائق المطلية بالمواد النانوية خاصة سوف يمكننا من تخزين الطاقة الشمسية بكفاءة أعلى في الخلايا حسب الطاقة لإعادة استخدامها, " وفي خلايا الوقود " Fuel Cellتم تحسين أداء الأقطاب باستخدام مواد النانو.
- وفي مجال الصناعات النسيجية, فان الملابس النانوية الذكية يتوفر بعضها ألان في الأسواق, تتميز بأنها خفيفة الوزن ولها مقاومة عالية لامتصاص السوائل والبقع والأوساخ. وكذلك فان أصباغ النانو متعددة الأغراض يتوفر الكثير منها حاليا في الأسواق بدءا من طلاء الثلاجات الذي يمنع نمو المكروبات و الجراثيم, وصلا إلى طلاء السيارات الذي يمنع التصاق ذرات الغبار وقطرات الماء على جسم السيارات.
- أما في مجال النقل والمواصلات, فتم استخدام مواد النانو كإضافات لوقود السيارات لتحسين كفاءة الاحتراق, واستخدام سوائل تحتوي على مواد نانوية لامتصاص الصدمات والاهتزازات أثناء قيادة المركبات, كما تم إضافة مواد النانو إلى إطارات المركبات مما ساعد في الحصول على إطارات لها مقاومة عالية للتلف والاحتكاك, كما أن إضافة مواد النانو إلى البوليمرات سينتج عن مواد ذات قوة عالية وخفيفة الوزن, يمكن استخدامها في صناعة هياكل السيارات.

- وفي مجال اتصال المعلومات, يتم استخدام تقنية النانو في تصنيع كوابل وشبكات ودوائر يمكنها تحقيق طفرة في هذا المجال, من حيث القوة الاستيعابية وكفاءة هذه الدوائر, ويظهر ذلك في حجم المنتج أو كفاءتها العالية, كما في الأجهزة الحديثة من الكمبيوتر و الهواتف المحمولة.
- أما عن مجال الهندسة الإنشائية, يتم استخدام تقنية النانو في تحضير مواد بناء أكثر كفاءة واشد صلابة وارخص سعرا من المواد المستخدمة حاليا, وكذلك في إنتاج جيل جديد من أنواع الطلاء و الدهانات الذكية المقاومة للخدوش والقادرة على التحذير من التصدعات في البنى التحتية, فمن خلال إدخال دوائر الكترونية في عملية تصنيع الطلاء نفسه, يمكن لهذه الطلاءات أن تعمل على إطلاق جرس إنذار الكتروني عند وجود تصدعات غير مرئية في هياكل الكباري و الجسور.
- وفي مجال الزراعة, يتم استخدام هذه التقنية في تصنيع أدوات ذات مواصفات خاصة تساعد على زيادة خصوبة التربة ورفع إنتاجية المحاصيل, وكذلك في تصنيع أدوات صغيرة تستخدم في رش المخصبات الزراعية لمعدلات مقننة و بعناية فائقة[14].



الشكل[I-12]:تقنية النانو تكنولوجي تحمل في طياتها آفاق و تطبيقات واعدة في الكثير من المجالات [14].

المراجع بالعربية

[1] احمد عوف محمد عبد الرحمان،"طب النانو (تكنولوجيا النانو وتطبيقاتها في الطب)"، الهيئة المصرية العامة للكتاب، 2013. 8542\2013.

[2] هلور سارة، "تحضير ودراسة الخصائص الفيزيائية للأنابيب النانو مترية لأكسيد التيتانيوم" علوم المواد جامعة قسنطينة، 2013.

[3] محمود محمد سليم صالح،"تقنية النانو وعصر علمي جديد"، مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية،2015. 9007\1432.

[4]فؤاد نمر الرفاعي،"مفاهيم أساسية في تقنية النانو"،العراق، جامعة ذي قار، كلية العلوم2016.

[5] حازم فلاح سكيك، "تكنولوجيا النانو (الجزء الأول)"، جامعة الأزهر، 25 مارس 2015.

[7]محمد الشريف الاسكندراني، "تكنولوجيا النانو . من اجل غد أفضل"، عالم المعرفة، 2010. 2010\006.

[8]نهى علوي أبو بكر الحبشي،"ما هي تقنية النانو"، وزارة الثقافة والإعلام في المملكة العربية السعودية،2011. 2707\1430.

[9] المهندس خالد العنانزة، "تكنولوجيا النانو مفهومها,تطبيقاتها,ومخاطرها البيئية والصحية"، امن البيئة.

[11] حلفاوي فريال، مسعودي عبير،"التكنولوجيا النانوية ومعالجة المحيط تطبيق الجسيمات النانوية في مجال تنقية المياه"، جامعة قاصدي مرباح ورقلة، 2020.

[12] مجد الدين العلي،"تقنية النانو: عالم الأشياء الصغيرة جدا ذات الخواص الفريدة"، مجلة البعث، العدد 11، 2014.

[13] عباس خماس الساعدي،"النانو تكنولوجي"، مكتبة اليمامة للطباعة والنشر والتوزيع، الطبعة الأولى2020.

[14] منير نايفة،"النانو تكنولوجي (صفات السلامة)"، مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية، 2015 . 53996.

المراجع الأجنبية

[6] N. K. Tolochko, "History Of Nanotechnology", Nanoscience And Nanotechnologies.

[10] Maneesha Pande and Ashomn .Bhaskarwar, "Nanoparticle preparation and characterization", Nanotechnology collection, 2016.

الفصل الثاني

الفضة من المعدن إلى الجسيمات النانوية

مدخل

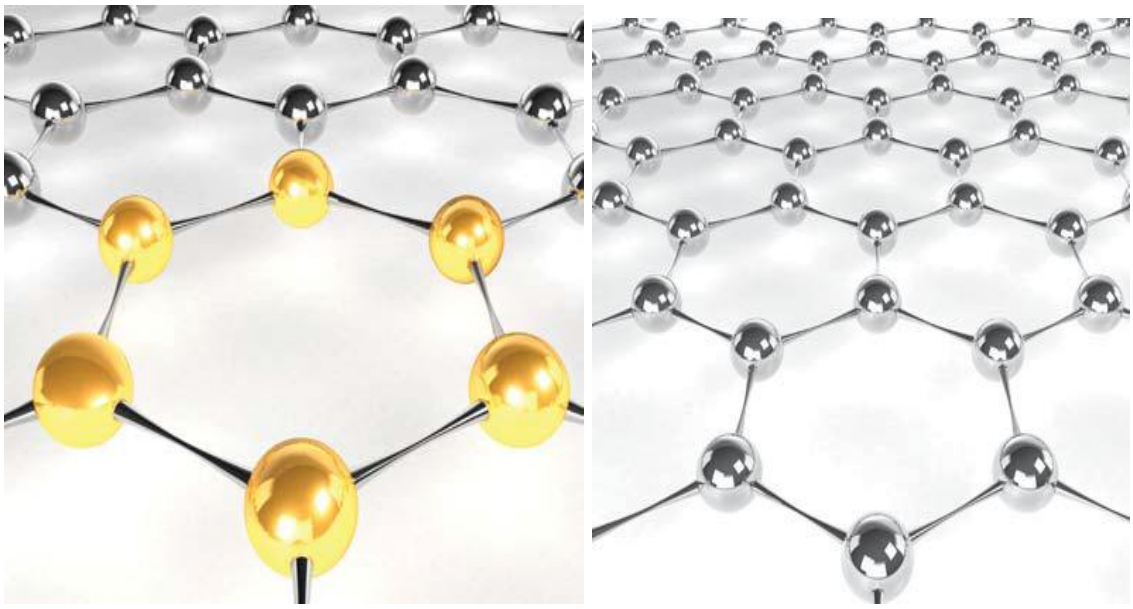
يهتم علم النانو بدراسة المبادئ الأساسية للجزيئات والمركبات التي لا يتجاوز قياسها 100 نانومتر. كما يهتم بتوصيف هذه المواد المتناهية في الصغر من خلال تعيين خواصها الكيميائية والفيزيائية مع دراسة الظواهر المرتبطة والناشئة عن مجتمعها المصغر[1].

جسيمات الفضة النانوية هي جسيمات متناهية الصغر,يتراوح حجمها ما بين (1الى 100نانومتر). تحتل تقنية النانو مكانة بارزة من بين الطرق المبتكرة لتطوير المعاملات الزراعية والإنتاج الغذائي. فكثرة تنوع طرق تحضير جسيمات النانوية في أبحاث مجال علم المواد والطاقة والطب وعلوم الحياة, أعطت تسهيلا واضحا لاستخدام تقنية النانو, وتوسيع مجالاتها وتطبيقاتها في المحاصيل المعدلة وراثيا وفي تقنيات إنتاج المواد الكيميائية الزراعية الدقيقة. وفي الوقت الراهن تسارعت وتيرة تقدم تكنولوجيا النانو بشكل كبير. إذ سجلت عدة طرق لتحضير جسيمات الفضة النانوية, منها طرق فيزيائية وكيميائية, وطريقة الاختزال الكهروكيميائي, والاختزال الضوئي, والتحضير بالتبخير الحراري والطرق البيولوجية و التي تعتبر الأهم [1] .

II .1. تعريف الجسيمات النانوية

يعرف الجسيم (الجزئ) في تقنية النانو بأنه اصغر وحدة لها الخواص الكيميائية والفيزيائية للمادة الحجمية (الكبيرة). وهذه الجسيمات لها أبعاد تتراوح ما بين 1 إلى 100 نانو متر الشكل II . 1 يوضح أشكال لجسيمات نانوية [2].

تصنع جسيمات النانو في ثلاثة أبعاد فهناك الجسيمات ذات البعد الواحد ومن أمثلتها شرائح النانو والجسيمات ذات البعدين ومن أمثلتها الأنابيب النانو مترية والأسلاك النانو مترية والجسيمات ثلاثية الأبعاد ومن أمثلتها النقاط الكمية والبلورات النانو مترية وغيرها من الجسيمات [3].



الشكل [II .1]: يمثل أشكال مختلفة من الجسيمات النانوية [2]

II .2. الخصائص المميزة للجسيمات النانوية

لا شك أن جسيمات النانو تتميز بالكثير من الخصائص الفيزيائية والكيميائية والميكانيكية عن الجسيمات والمواد الأكبر ونقصد بالأكبر أي الجسيمات ذات الأبعاد الاعتيادية التي أبعادها اكبر من 100 نانومتر, حيث نجد أن المواد عندما تكون جسيمات نانو (أبعادها اقل من 100 نانومتر) فإنها تظهر وتعطي خصائص مغايرة ومختلفة تماما عن خصائصها عندما كانت في حالتها الاعتيادية. هذه الخصائص جعلت من جسيمات النانو "معجزة علمية جديدة".

فمثلا المواد العازلة تصبح موصلة عندما تكون جسيمات نانو وكذلك الموصلات تصبح عوازل عندما تصبح جسيمات نانو وهكذا الكثير والكثير من السلوكيات والخصائص المميزة نذكرها أدناه:[3]

نسبة المساحة السطحية إلى الحجم

- نسبة المساحة السطحية إلى حجم الجسيمات النانوية لها تأثير كبير على خصائص الجسيمات النانوية.
- وجد أن المواد خاملة في شكلها السائل وتكون تفاعلية عند التغيير إلى شكل نانوي.
- الجسيمات النانوية لها مساحة سطح كبيرة لكل وحدة حجم مرتبطة بالجسيمات النانوية أكثر تفاعلا كيميائيا [4].

الخصائص الالكترونية والبصرية

- الخواص الالكترونية والبصرية للجسيمات النانوية مترابطة.
- عندما تتفاعل الفتونات الحادثة مع الالكترونات وتظهر الإثارة الجماعية,يعرف هذا باسم رنين البلازما السطحيالموضعي(LSPR)
- يعتمد الطول الموجي الأقصى لطيفLSPRعلى التباعد بين الجسيمات وحجمها وشكلها للجسيمات النانوية[4] .

الخصائص المغناطيسية

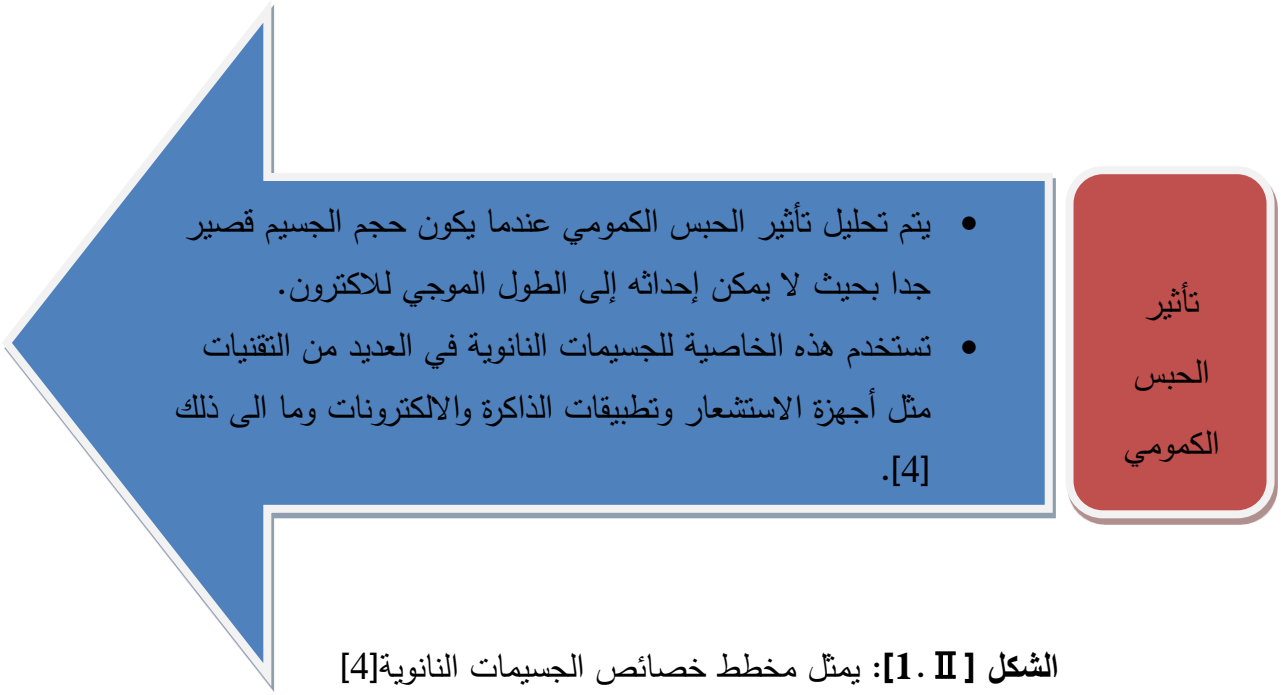
تستخدم الخصائص المغناطيسية للجسيمات النانوية في مجموعة واسعة من التخصصات, مثل التحفيز غير المتجانس والطب الحيوي, والسوائل المغناطيسية, والتصوير بالرنين المغناطيسي لتخزين المعلوماتوالمعالجة البيئية مثل إزالة التلوث من المياه وما إلى ذلك. تعتمد الخاصية المغناطيسية للجسيمات النانوية على التوزيع الالكتروني غير المتكافئ للجسيمات النانوية [4].

الخواص الميكانيكية

الخواص الميكانيكية ل NPS مفيدة في العديد من المجالات الهامة مثل علم الترايبولوجيا و الهندسة السطحية والتصبغ النانوي. يمكن قياس المعاملات الميكانيكية المختلفة مثل معامل المرونة والصلابة والإجهاد, الالتصاق و الاحتكاك لمعرفة الخاصية الميكانيكية للجيمات النانوية[4]

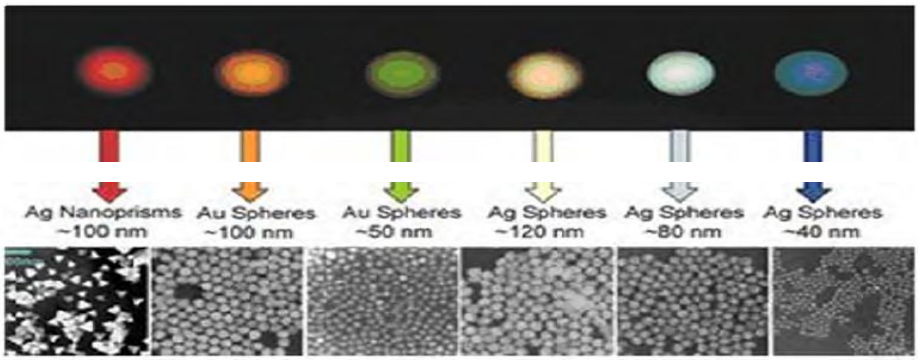
الخصائص الحرارية

يحدث نقل الحرارة على سطح الجسيمات بسبب مساحة السطح الكبيرة للجسيمات النانوية, بحيث يكون للمعادن NPS موصلات حرارية أعلى من تلك الموجودة في السوائل في شكل صلب. تزيد مساحة السطح الكبيرة من تعليق الثبات تم التأكيد حديثا على أن السوائل النانوية التي تحتوي على CuO أو NPS AL_2O_3في الماء آو الاثيلين تظهر الموصلية الحرارية المتقدمة[4] .



الشكل [II .1]: يمثل مخطط خصائص الجسيمات النانوية[4]

نجد من الخصائص المميزة لجسيمات النانو أيضا القدرة على تغيير اللون وذلك عندما يتغير حجم هذه الجسيمات وشكلها. هذه الظاهرة نجدها عند بعض العناصر مثل عنصر الفضة وكذلك عنصر الذهب فإضافة إلى لونها الفضي والذهبي المعروفين لدينا جيدا, نجد أن لون محلول الذهب يتغير من اللون الذهبي إلى اللون البرتقالي فجأة وذلك عندما يكون حجم جسيماته اقل من 100 نانومتر, وكذلك يصبح لون هذا المحلول اخضر عندما يقل حجم جسيمات الذهب عن 50 نانومتر مع ملاحظة أن جسيمات الذهب ذات شكل كروي (nano-sphères)أما محلول الفضة فيتغير لونه الفضي فجأة إلى اللون الأحمر عندما يقل حجم جسيماتها الهرمية الشكل (nano-prisms) عن 100 نانومتر, أما إذا كان لدينا محلول لجسيمات الفضة ذات الشكل الكروي فان ألوان هذا المحلول يتغير إلى الأصفر الفاتح عندما يكون حجم الجسيمات اقل من 120 نانومتر والى الأزرق الفاتح عندما يكون حجم الجسيمات اقل من 80 نانومتر وكذلك إلى اللون الأزرق القاتم عندما يقل حجم الجسيمات عن 40 نانومتر.(انظر الشكل II -2)[3] .



الشكل[II .3.]: يمثل تغير لون محلول جسيمات النانو الذهبية Auوكذلك محلول جسيمات النانو الفضية Agوذلك تبعا لتغيير أحجام وأشكال هذه الجسيمات.[3]

ومن الخصائص الغير اعتيادية كذلك لجسيمات النانو, خاصية الصلابة حيث أن صلابة جسيمات النانو لمادة ما تفوق صلابتها في حالتها الكبيرة بمئات المرات, وتتميز أيضا بخاصية الشفافية فجسيمات النانو ذات أبعاد اقل من الأطوال الموجية للضوء وعليه فهي لا تعكس ولا تكسر الضوء مما يجعلها ذات شفافية عالية مما يعني انه يمكن الاستفادة منها في كثير من التطبيقات دون أن يؤثر استخدامها على لون أو شكل المنتج كما هو الحال مع الأغلفة الشفافة[3].

II .3.خصائص الفضة الفيزيائية والكيميائية

الفضة هي واحدة من MN Msالأكثر استخداما في المنتجات الاستهلاكية, حيث تمثل 24% من جميع المنتجات الاستهلاكية التي تدعم تقنية النانو. بينما تعني الموصلية الكهربائية العالية أنها تستخدم في مجموعة متنوعة من السلع الكهربائية, حيث أن السبب الرئيسي لدمج AgNPs في المنتجات الاستهلاكية هو نشاطها ذو النطاق الواسع المضاد للميكروبات.

تتميز الفضة بأعلى موصلية كهربائية لجميع المعادن واقل مقاومة تلامس. وهي معدن شديد التفاعل ويمكن أن يوجد في أربع حالات أكسدة:Ag^{0},Ag^{+} , Ag^{+2} ., Ag^{+3} يعد Ag(Ag0) و +Agأحادي التكافؤ هما أكثر الأنواع وفرة البيئية في الطبيعة.

الفضة نادرة في البيئة حيث تتوفر بنسبة$^{-1}$kg\ 0.07 mgفي قشرة الأرض, تستخرج الفضة من الارجنتيت (Ag,S) وهو خام المعادن الأكثر شيوعا وبدرجة اقل من خامات الرصاص.

يمكن إعادة تحويل الفضة إلى البيئة من خلال عملية جيولوجية طبيعية (تجوية الصخور) أو عن طريق الأنشطة البشرية مثل الصهر, وتعدين نفاياتS2Ag من صناعة التصوير الفوتوغرافي وتحرير المنتجات

المحتوية على AgNPs في البيئة, +Ag موجود مع كبريتيد البيكربونات أو الكبريتات أو الممتزات على الجسيمات في الطور المائي مع الكبريتات أو الكلوريدات في المياه العذبة والتربة تحت الظروف الخارجية, تحدث مركبات Ag بشكل أساسي مع الهاليدات, خاصة البروميدات, الكلوريدات واليوديدات . سوف يلعب تفاعل AgNPs مع هذه الايونات أيضا دورا في استقرار ومصير AgNPs في الانضمة الأرضية[5].

الفضة الأولية غير قابلة للذوبان عندما تكون في شكل ملح معدني (مثل Ag_2SO_4 , $AgNO_3$) يتم اذابة مركبات Agالأخرى في الجدول1, الفضة كونها معدن شديد الاستقطاب وحمض ناعم لا يشكل مجموعات مستقرة مع ذرات ذات كهروسالبية عالية (علا سبيل المثال مجموعات وظيفية تحتوي على الأكسجينO) لكنه يشكل مجموعات مستقرة مع روابط تحتوي على ذرات ذات كهروسالبية منخفضة مثل (S,N)عندما ينطوي التفاعل على طابع تساهمي كبير, وبالتالي في التربة تكون التفاعلات بين +Ag و Oالمحتويين على الكتل (COOH) للمواد العضوية في التربة (SOM) اقل أهمية منNأوSالمرتبطة التي تحتوي على ذرات منخفضة[5].

الجدول II-1: يمثل ثوابت الذوبان (K_{sp}) لمركبات الفضة المختلفة عند 25^0C [5]

Silver compound	Formula	K_{sp}(at 25^0C)
Silver acétate	$AgCH_3COO^-$	$1.94x10^{-3}$
Silver carbonate	Ag_2CO_3	$8.46x10^{-12}$
Silver promide	AgBr	$5.53x^{10-13}$
Silver cloride	AgCl	$1.77x10^{-10}$
Silver iodide	AgI	$8.52x10^{-17}$
Silver phosphate	Ag_3PO_4	$8.89x10^{-17}$
Silver sulfide	Ag_2S	$6.30x10^{-50}$

II .4. طرق تصنيع جسيمات الفضة النانوية

توجد عدة طرائق لتحضير جسيمات الفضة النانوية تتمثل فيما يلي:

- ❖ . طرق تحضير كيميائية
- ❖ . طرق تحضير فيزيائية
- ❖ . طرق تحضير حيوية

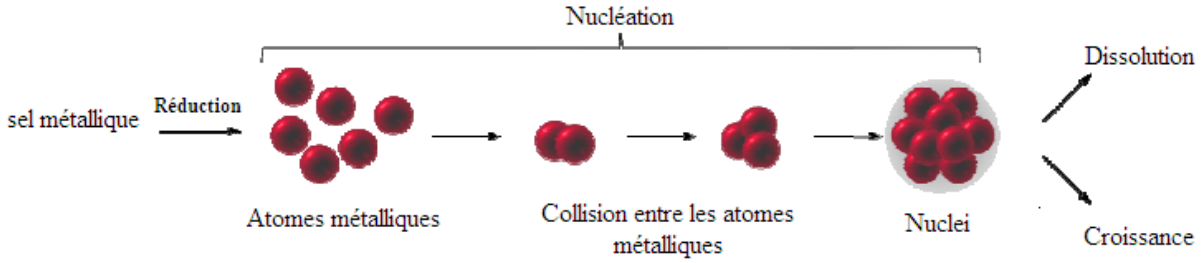
الطرائق الفيزيائية والكيميائية قد تؤدي إلى وجود بعض المواد السامة والمرافقة لجسيمات الفضة النانوية, وهي عادة تكون بشكل مواد ممتزة على السطح والتي ربما ستتداخل أو تؤثر على الفعالية الدوائية للجسيمات. إن الطريقة الأفضل للتغلب على المساوئ المذكورة أعلاه هي اعتماد طرق التحضير الحيوية نظرا لمميزاتها ومزاياها[6].

II .5. آلية تشكيل جسيمات الفضة النانوية

غالبا ما ينظر إلى عملية تشكيل الجسيمات النانوية المعدنية على أنها تعاقب عدة مراحل. يمكن أن تشارك العديد من المعلومات في تكوين الجسيمات النانوية: درجة الحرارة والتركيز وطبيعة المواد المتفاعلة[7].

II .1.5. التحام النواة:

يتم اذابة السلائف المعدنية ثم تقليلها لإعطاء ذرات معدنية ذات تكافؤ صفري. يؤدي التشبع الفائق العالي للذرات غير القابلة للذوبان إلى تكوين مجاميع صغيرة عن طريق الاصطدام, وتسمى هذه الخطوة الثانية التنوي. وهو يتوافق مع التكوين الموضعي لمرحلة صلبة جديدة مستقرة حراريا و ديناميكيا ضمن الطور السائل. يؤدي تكوين النوى بعد فترة زمنية معينة إلى انخفاض التشبع الفائق لذلك ينخفض معدل التنوي ويصبح عدد الجسيمات في النظام ثابت[7] .



الشكل[II .4]:يمثل مخطط لآلية تكوين الجسيمات النانوية[7]

II .2.5.التطور:

النوى التي وصلت إلى نصف قطر حرج ستكون قادرة على النمو عن طريق استهلاك المونومرات في المحلول. هذه المرحلة من النمو مفضلة ديناميكيا وحراريا.حيث كلما زاد تركيز الذرات زادت سرعة نمو الجسيمات.[7]

II .3.5.النضج:

مع استمرار التفاعل يستمر معدل التشبع الفائق في الانخفاض. لم يعد من الممكن أن يستمر النمو ويمكن أن تستمر خطوة أخيرة, هي ظاهرة نضج اوزوالد (Oswald), وهو الانتشار البيني للذرات من اصغر الجسيمات إلى أكبرها.[7]

II .6. التقنيات المستخدمة في تشخيص جسيمات الفضة النانوية

1. مطيافية انحراف الأشعة السينية(XRD):

منذ أن اكتشف روتنجن الأشعة السينية سنة 1895, أصبحت هذه المنطقة من الطيف الكهرومغناطيسي مصدر إسهام واغناء في معرفة التركيب الذري حيث تطور العمل في هذا المجال بشكل واسع وكبير حتى ازدادت طرق استخدام الأشعة السينية في أكثر من مجال فالأشعة السينية عبارة عن أمواج كهرومغناطيسية ذات طول موجي مساوي للمسافة بين الذرات في البلورات, تلعب الذرات دور مركز تبعثر للأشعة السينية .[8]

الشكل[II-5]: جهاز حيود الأشعة السينية D8 Advence Bruker [8] .

2. مطيافية امتصاص الأشعة المرئية وفوق البنفسجية(UV-Vis)

يشير التحليل الطيفي المرئي للأشعة فوق البنفسجي (UV-Vis) إلى التحليل الطيفي للامتصاص في المنطقة الطيفية المرئية للأشعة فوق البنفسجية, هذا يعني انه يستخدم الضوء في النطاقات المرئية والمجاورة (القريبة من الأشعة فوق البنفسجية و الأشعة تحت الحمراء القريبة (NIR). يؤثر الامتصاص في النطاق المرئي بشكل مباشر على اللون المدرك للمواد الكيميائية المعنية, في هذه المنطقة من الطيف الكهرومغناطيسي تخضع الجزيئات لتحولات الكترونية.[9]

3. مطيافية امتصاص الأشعة تحت الحمراء(FT-IR):

يعتبر مطياف الأشعة تحت الحمراء (باستخدام تحويل فورير) ذات الانعكاس الكلي الموهن أداة فعالة لبحث ودراسة تركيب المواد الممتزجة المحددة بالسطوح البينية الفاصلة ما بين الصلب والهواء وتستخدم هذه التقنية لمطيافية الأشعة تحت الحمراء أساسا لدراسة الجزيئات الموجودة عند سطح المادة الصلبة, حيث تبدي العديد من المزايا مقارنة مع المطياف التقليدي للأشعة تحت الحمراء [10]

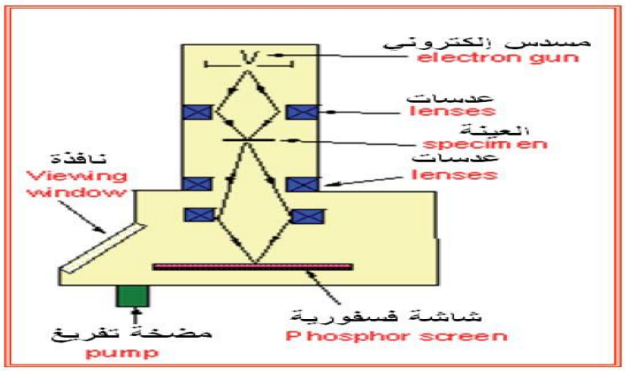
4. المجهر الالكتروني الماسح(SEM):

يستخدم الميكروسكوب الماسح الالكتروني في تحليل وتعيين خواص أسطح العينات السميكة أو الرقيقة في المادة ومعرفة شكلها والقيام بتحديد مقاييس أبعادها الخارجية, يتيح هذا الميكروسكوب قوة تكبير تتراوح عادة بين 10 مرات ونصف مليون مرة وفقا لنوع الجهاز المستخدم ودقته وخبرة المستخدم لهذا الجهاز ومن خلال بعض الإضافات يتمكن هذا الميكروسكوب من تحديد العناصر الداخلية في تركيب العينة ونسبتها بدقة جيدة[8]

الشكل [II.6]: يمثل الميكروسكوب النفقي الماسح[2]

5. المجهر الالكتروني الناقد (TEM):

هو تقنية مجهريه حيث يتم نقل حزمة من الالكترونات من خلال عينة رقيقة للغاية, وتتفاعل مع العينة أثناء مرورها. تتشكل صورة من تفاعل الالكترونات المنقولة عبر العينة. حيث يتم تكبير الصورة وتركيزها على جهاز التصوير.[9]



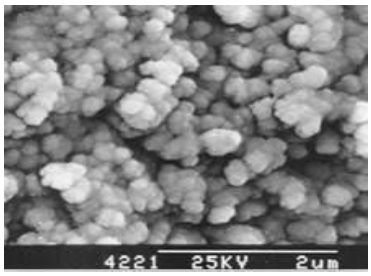
الشكل[II-7]: المجهر الالكتروني النافذ TEM[2]

6. مطيافية تشتت الضوء الديناميكيDLS

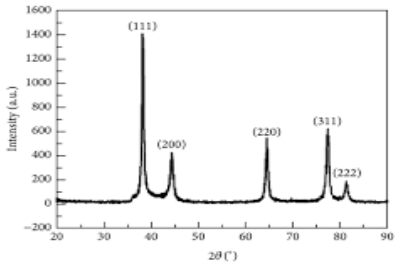
هذه التقنية هي واحدة من أكثر الطرق شيوعا لتحديد حجم الجسيمات. يؤدي تسليط الشعاع الضوئي أحادي اللون, مثل الليزر على محلول يحتوي على جسيمات كروية في الحركة الدراونية إلى إزاحة دوبلر عندما يصطدم الضوء بالجسيم المتحرك, مما يغير الطول الموجي للضوء الوارد. يرتبط هذا التغيير بحجم الجسيم ومن الممكن حساب توزيع حجم الكرة وإعطاء وصف لحركة الجسيم في الوسط, وقياس معامل انتشار الجسيم واستخدام دالة الارتباط الذاتي.[9]

II .7.خصائص جسيمات الفضة النانوية

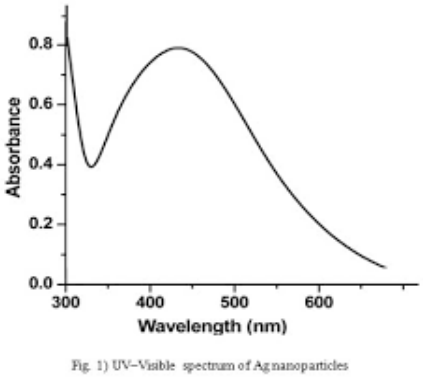
يبين الشكل [II -7] صورة المجهر الالكتروني الماسح لجسيمات الفضة النانوية ويبدو من خلال الشكل أن أشكال الجسيمات عادة تكون غير منتظمة كروية وشبه كروية, مع وجود تجمعات. ويبين الشكل [II -8] طيف انحراف الأشعة السينية للجسيمات النانوية ويظهر الطيف حزم واضحة عند زوايا انحراف 38 و 44.1 و 64.4 و 77.2 درجة تعود إلى معدن الفضة و أكسيد الفضة. ويبدو من الشكل[II -9] وجود حزمة امتصاص عريضة عند 430 نانومتر تعود إلى ووجود الفضة النانوية. وكذلك من خلال الشكل [II -10] نلاحظ وجود حزمة واضحة عند 3380 سم تعود إلى الماء الممتز على جسيمات الفضة النانوية [6]



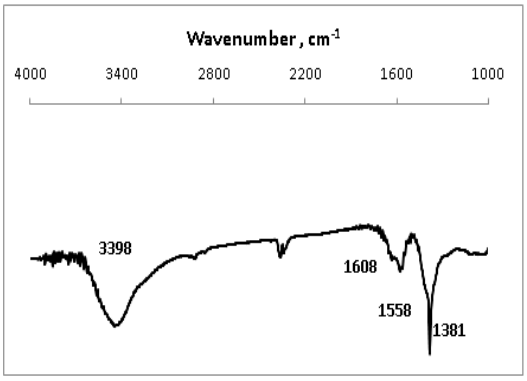
الشكل[II –8]:يمثل المجهر الالكتروني الماسح [6]



الشكل[II –9]:يمثل طيف الأشعة السينية [6]



الشكل[II .10] يمثل طيف امتصاص الأشعة المرئية وفوق البنفسجية لجسيمات الفضة النانوية [6]



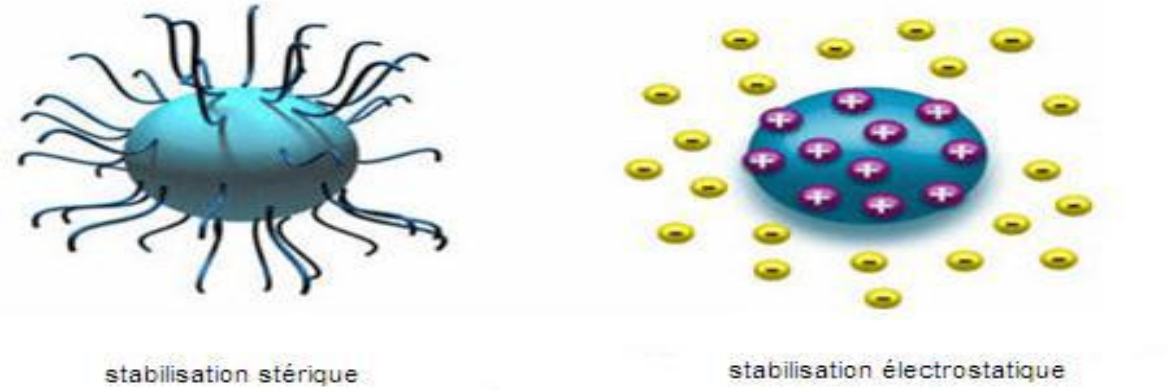
الشكل[II .11] يمثل طيف امتصاص الأشعة تحت الحمراء لجسيمات الفضة النانوية [6]

II .8 .استقرار الجسيمات الفضية النانوية

عوامل التثبيت متنوعة وتشمل الأملاح الأيونية, والمواد الخافضة للتوتر السطحي, البوليمرات, والجزيئات الحيوية ومجموعة من الروابط التي تظم مجموعة وظيفية مثل الفوسفين, الثيولات, الأمينات أو حمض الكربوكسيليك.

بالإضافة إلى حماية الغرويات من التلاحم والتكتل, تحدد هذه العوامل الكيميائية قابلية ذوبان الجسيمات النانوية وتعطيها وظيفة على السطح.في تثبيت الغرويات مثل الجسيمات النانوية, عادة يتم استخدام آليتين متميزتين: تثبيت الستيريك و الاستقرار الكهروستاتيكي.

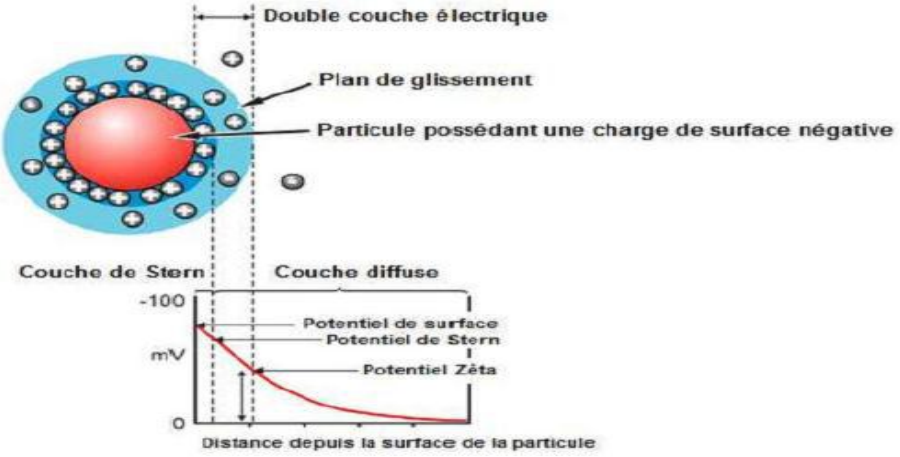
مثبتات الستيريك لها عدة أصول منذ فترة طويلة تستخدم البوليمرات الطبيعية مثل الجيلاتين والكازين والصمغ العربي وبياض البيض والزيوت النباتية في الدهانات.[7]



الشكل [II .12]: مخطط تثبيت المعقم[7] **الشكل [II .13]:**الاستقرار الكهروستاتيكي[7]

التشتت المستقر بشكل معقم مستقر في مجموعة واسعة من أحجام الجسيمات, يمكن أن تتبلد عن طريق تغيير ملاءة الوسط أو عن طريق امتصاص المثبت.

يمكن أيضا تثبيت الجسيمات بواسطة القوى الكهروستاتيكية الناتجة عن تأين سطح الجسيم مما يؤدي إلى ظهور شحنة سطحية وتشكيل طبقة كهروكيميائية مزدوجة, وترجع الطبقة المزدوجة الكهروكيميائية إلى توزيع الايونات بالقرب من السطح بشكل مختلف عن توزيع الايونات الموجودة في قلب المحلول.[7]



الشكل[II .14]: تمثيل طبقة مزدوجة كهروكيميائية[7]

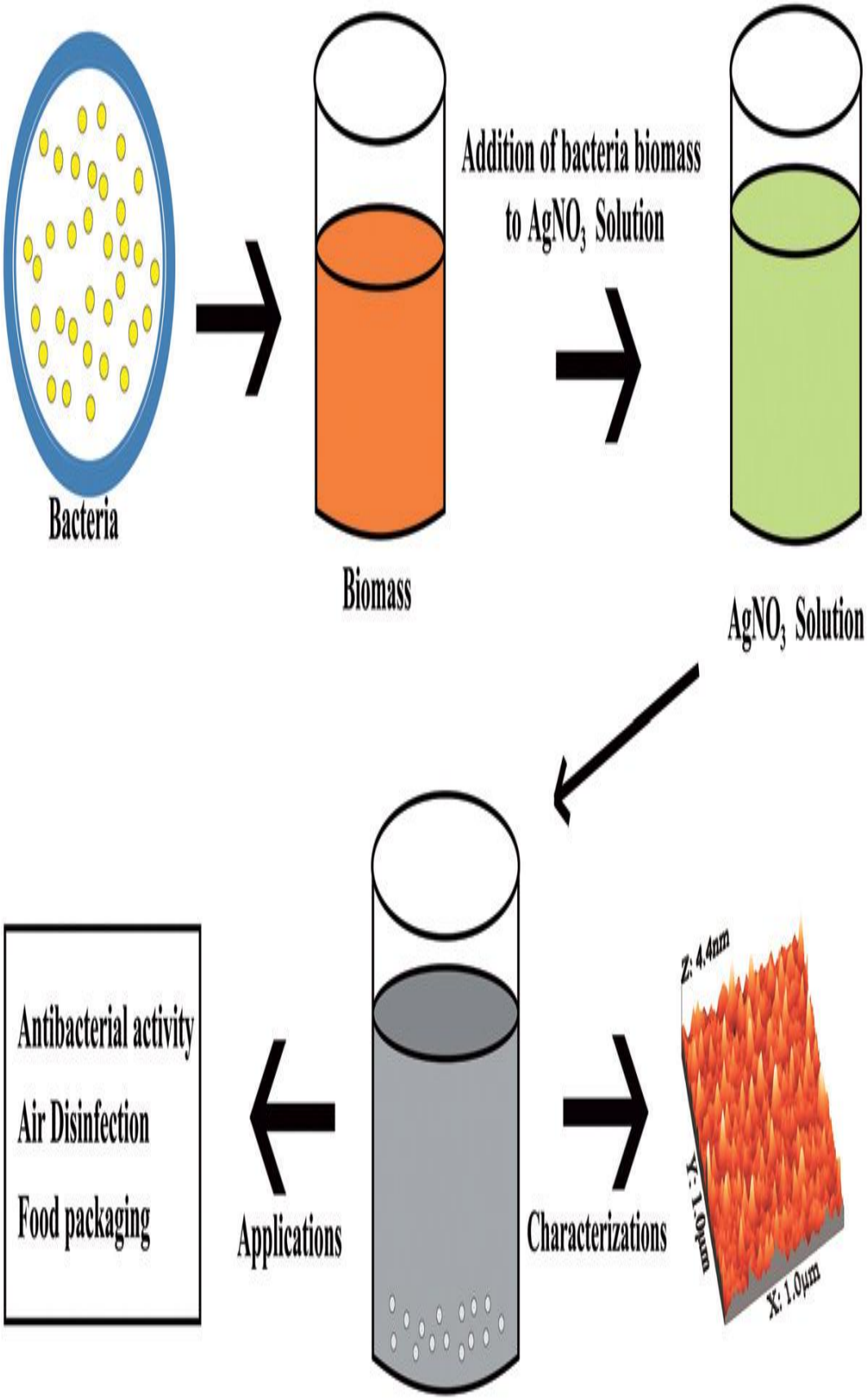
كما يتم استخدام مزيج من كل من الآليات الستيرية و الكهروستاتيكية في تثبيت الجسيمات النانوية بشكل جيد.عادة ما يتم الانتهاء من الاستقرار الكهروستاتيكي عن طريق استخدام الشوارد المتعددة أو المواد الأيونية الخافضة للتوتر السطحي[7].

II .9. الطرق الحيوية لتصنيع جسيمات الفضة النانوية

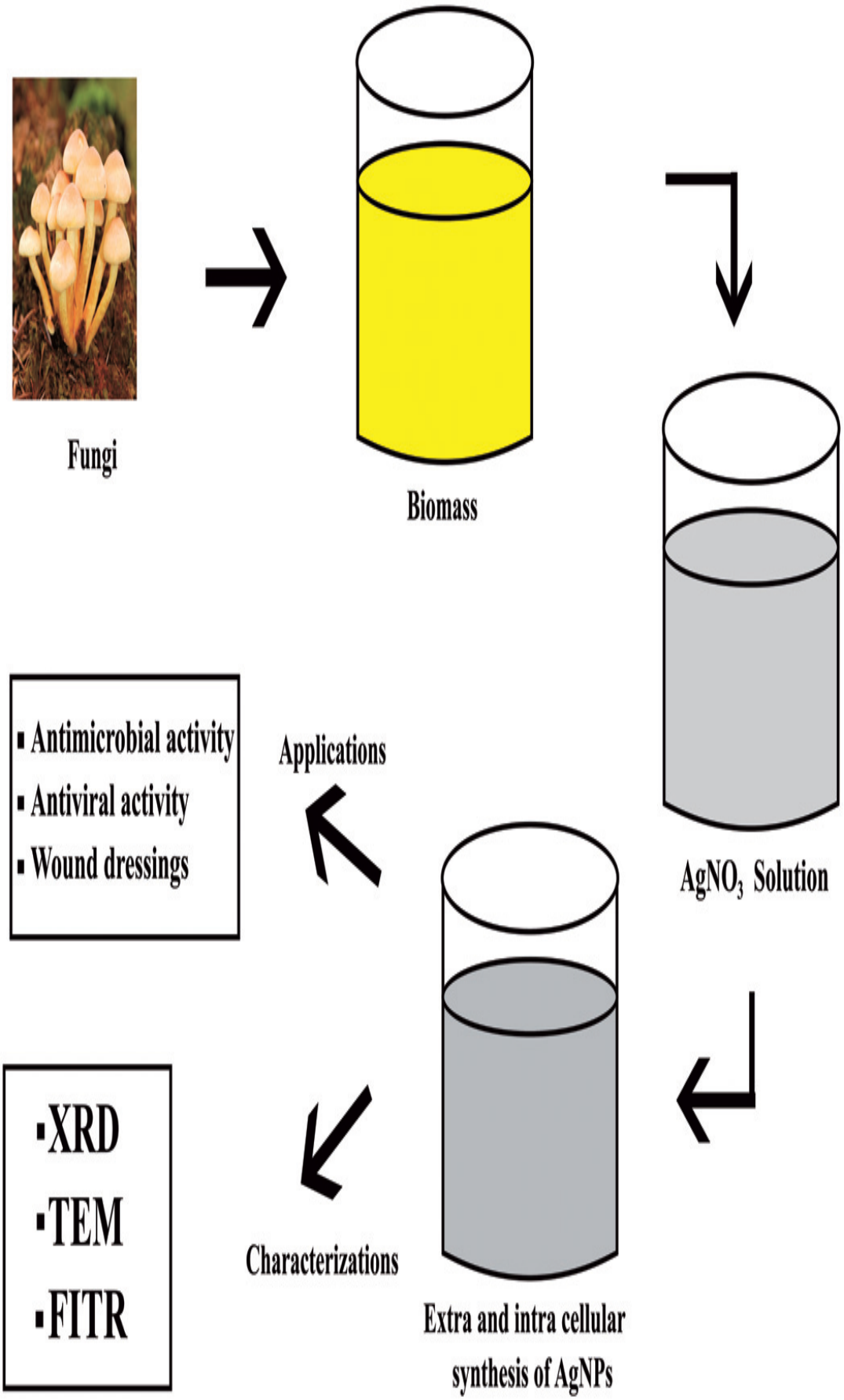
تسمح الطرق الكيميائية بإعداد جسيمات نانوية ذات حجم موحد ويمكن التحكم فيها لكن في هذه الطريقة يتم استعمال مذيبات عضوية تشكل مخاطر محتملة على البيئة, لذلك كان لابد من استخدام الطرق البيولوجية لتطوير نهج صديق للبيئة لتوليف جزيئات الفضة النانوية يمكن تنفيذها باستخدام الكائنات الحية الدقيقة والإنزيمات والنباتات أو المستخلصات النباتية.

بالإضافة إلى ذلك فانه يتم تطوير الاختزال البيولوجي كطريقة واعدة بسبب مزاياها الخاصة مثل المصادر الكافية للمواد, وظروف التفاعل المعتدلة, والتشتت الجيد للجسيمات النانوية بالإضافة إلى عدم وجود إضافات كيميائية ومنتجات كيميائية ثانوية.[7]

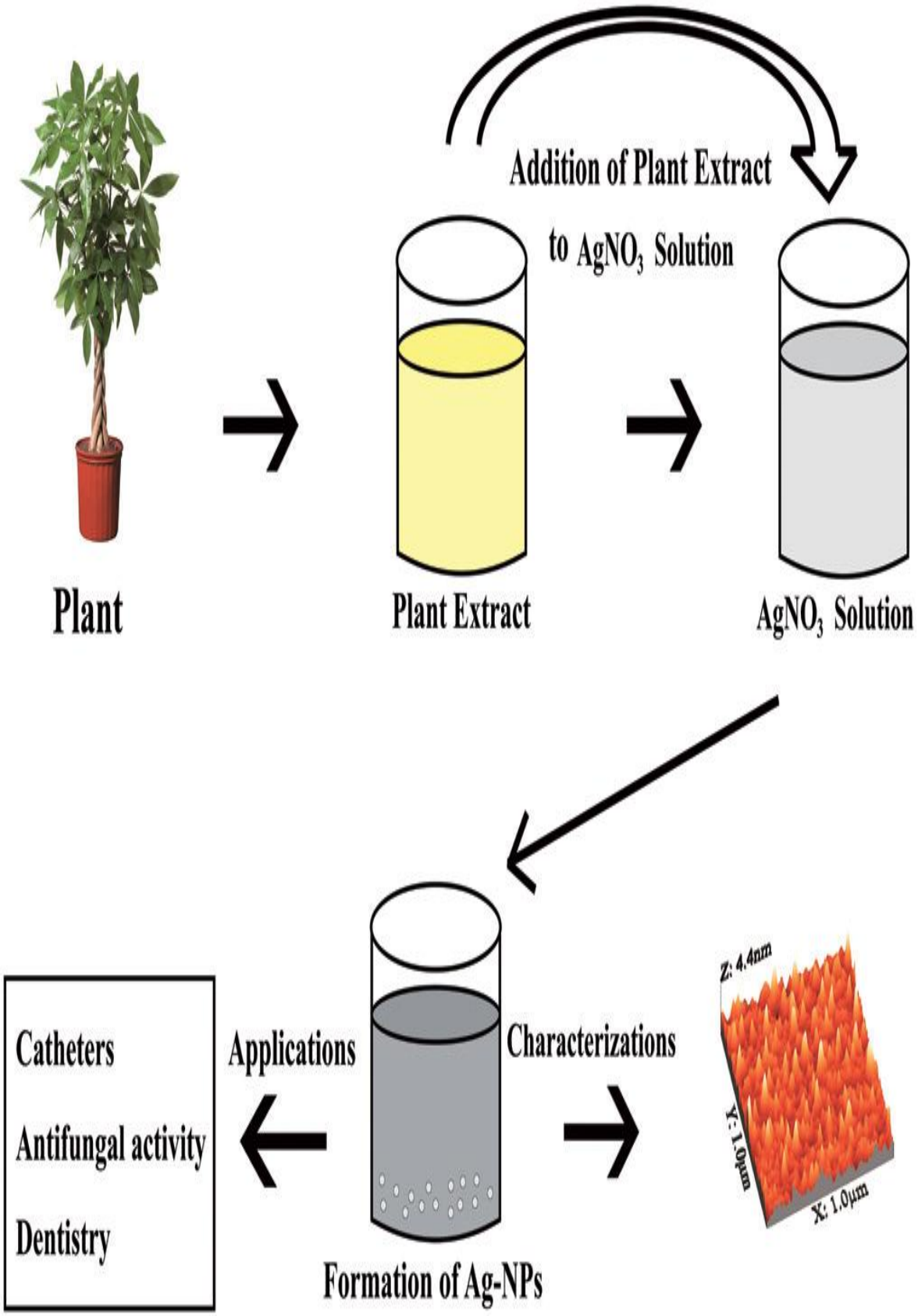
تحتوي النباتات على مركبات عضوية مثل الفلافونويدات والأحماض الأمينية والكربوكسيلية,الكيتونات, الفينولات والبروتيدات حيث تساهم هذه المواد بدور مهم في إرجاع الأملاح المعدنية وإنتاج جسيمات نانوية بطرائق سهلة وآمنة بيئيا. [11]



الشكل [II .15] يمثل مخطط لتوليف AgNPs باستخدام البكتيريا[12]



الشكل[II .16] يمثل مخطط لتوليف AgNPs باستخدام الفطريات[12]



الشكل[II .17]يمثل مخطط لتوليف AgNPs باستخدام مستخلصات نباتية[12]

II .10 . مزايا الطرق الحيوية لتحضير AgNPs

- ❖ لا توجد حاجة لاستخدام ضغوط عالية ودرجات حرارة عالية
- ❖ انخفاض كلفة التحضير نظرا لتوفر معظم المواد
- ❖ الطريقة آمنة ولا تستخدم أو تنتج مواد سامة للبيئة
- ❖ كمية ناتجة عالية في مدة قصيرة نسبية
- ❖ طريقة سهلة لا تحتاج لتقنيات معقدة [13]
- ❖ يتميز بنقاوة الناتج[6]

II .11.تطبيقات جسيمات الفضة النانوية

جسيمات الفضة النانوية هي واحدة من الأكثر جاذبية لتطبيقات التسويق تم استخدامها على نطاق واسع تتمثل فيما يلي:

- تستخدم كمنتجات صناعية الكترونية.
- العوامل المضادة للبكتيريا في الصناعة الصحية.
- تخزين المواد الغذائية.
- طلاءات النسيج وعدد من التطبيقات البيئية.
- تطهير الأجهزة الطبية والأجهزة المنزلية لمعالجة المياه.[14]
- الصناعات البصرية.
- الترقيم الحيوي.
- التحسس الحيوي.
- التحفيز .[6]

المراجع بالعربية

[1] سالم فرج بامسعود، محروس عبد الله باحويرث،"تأثير جسيمات الفضة النانوية المحضرة باستخدام أوراق المريمرة Azadirachtaindicaو السيسبان Prosopis juliflora في إنبات ونمو بادرات نبات الكوسة Cucurbita Pipo ونموها"، قسم الفيزياء كلية العلوم جامعة حضرموت.السنة

[2] محمود محمد سليم صالح،"تقنية النانو وعصر علمي جديد"، مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية، 2015, 9007\1432.

[3] سارة،"تحضير ودراسة الخصائص الفيزيائية للأنابيب النانو مترية لأكسيد التيتانيوم علوم المواد"، جامعة قسنطينة، 2015.

[6] غيث عبد الجواد زهرة،"التخليق الحيوي لجسيمات الفضة النانوية"، جامعة القدسية كلية التربية، قسم الكيمياء،2018.

[8] حلفاوي فريال،مسعودي عبير،"التكنولوجيا النانوية ومعالجة المحيط , تطبيق الجسيمات النانوية في مجال تنقية المياه"، جامعة قاصدي مرباح ورقلة، 2020.

[10] عباس خماس الساعدي،"النانو تكنولوجي"، مكتبة اليمامة للطباعة والنشر والتوزيع ، الطبعة الأولى،2020.

[11]علوش. ميساء توفيق،"التحليق الحيوي للجسيمات النانوية وتطبيقاتها في مكافحة الآفات الزراعية :دراسة مرجعية"، مجلة وقاية النبات العربية، 2020.

[13]حوري إكرام، مداني نجلاء،"التصنيع الحيوي لجسيمات الفضة النانوية باستعمال مستخلص نبات Moringa oliefera"، جامعة الشهيد حمة لخضر الوادي، 2019.

المراجع الأجنبية

[4]Dr. (Mrs.) Vijay Devra Associate Profess",Synthesis of Metal Nano particles and Their Application in Degradation of Textile Dyes by Advanced Oxidation Process", UNIVERSITY OF KOTA, KOTA, Department of Chemistry,(J.D.B. Govt. Girls College, Kota), 2018.

[5]Casey Louise Doolette,"Behaviour of silver and sulfide nano particles in the environment: Effects on zastezater treatment processes and soil organisms", School of Agriculture Food and Wine the University of Adelaide, 2015.

[7]BOUSALEM Nadjat, Synthese Verte, "Caracterisation Et Activity antibacterienne De Films Composites Alginatee Nanoparticules D'argent-Chitosane",UNIVERSITE ABOU-BEKR BELKAID – TLEMCEN, 2017.

[9]Antarikch Saxena R.M Tripathi, R. P. SINGH,"Biological synthesis of silver nano particles by using onion (Allium cepa) extract and their antibacterial activity Amity institute of nanotechnology", amity university Noida U.p – India, 2013 .

[12] Muhammad Rafique, Iqra Sadaf, M. Shahid Rafique & M. Bilal Tahir . A review on green synthesis of silver nanoparticles and their applications.

[14] Jun Natsuki, Toshiaki Natsuki, Yoshio Hashimoto, " A Review of Silver Nano particles: Synthesis Methods, Properties and Applications ", 2015.

الفصل الثالث

مناقشة دراسات التصنيع الحيوي لجسيمات الفضة النانوية

مدخل:

يعد التخليق الحيوي لجسيمات الفضة النانوية ذو أهمية كبيرة, نظرا لأنها تمتلك تطبيقات مهمة في مجال الطب الحيوي, وهذا يعود إلى فعاليتها كمضادة للبكتيريا والفطريات, مضادة للسرطان ومضادة للأكسدة وهذا ما تشير إليه الدراسات السابقة المدروسة في هذا العمل

III.1.دراسة إحصائية للتصنيع الحيوي لجسيمات الفضة النانوية باستخدام المستخلصات النباتية والبكتيريا مختلفة:

الجدول III-1:تصنيع الحيوي للجسيمات الفضة النانوية باستخدام المستخلصات النباتية

المصدر الحيوي	ظروف التصنيع	طرق التوصيف	حجم الجسيمات والشكل	التطبيقات	النتائج	
البصل *Allium cepa* *(النبتة)*	500-600 C^0 10 min ($AgNO_3$) 50ml 0.1mM	UV-vis DLS TEM	33.6nm شكل كروي	نشاط مضاد للبكتيريا	مع زيادة تركيز نلاحظ AgNPs انخفاض في منحنى النمو البكتيري	[1]
التوت *Carissa carandas* *(الثمار)*	22-30C^0 ($AgNO_3$) 45ml 5Mm	FTIR TEM UV-vis	10-60nm شكل كروي	نشاط مضاد للبكتيريا	أظهرت$AgNP_s$البيو لوجية نشاطا فعال مضاد للبكتيريا ضد البكتيريا المسببة للأمراض وغير المسببة للأمراض مقارنة بالجسيمات المصنعة كيميائيا التي لها فعالية اقل ضد البكتيريا.	[2]

نبات المنة *mannaof hedysarum* وجذر الصابون (*soap-root*) (الجذور)	($AgNO_3$) 100ml 3mM	UV-vis XRD EDX SEM	40nm كروية الشكل	نشاط مضاد للميكروبات ومضاد للأكسدة	AgNPs المصنعة ذات فائدة بيولوجيا في المنسوجات الطبية لخصائصها الفعالة المضادة للبكتيريا والميكروبات	[3]
أوراق تالينيوم الثلاثي *Talinum train gulare*	$90C^0$ ($AgNO_3$) 400ml	UV-vis FTIR XRD	13.86nm كروية الشكل	مضادات المكروبات ومضادات الأكسدة	كانت الفعالية البيولوجية للمستخلص النانوي $TT\text{-}AgNP_s$ أفضل بكثير من فعالية المستخلص الخام وكانت $TT\text{-}AgNP_s$ لها فعلية مضادة للأكسدة أفضل بكثير من المستخلص الخام بالنسبة لجميع التراكيز	[4]
زهرة اللفت *Rapeseed flower pollen*	درجة حرارة الغرفة ($AgNO_3$) 50ml 1Mm	UV-Vis TEM SEM FTIR XRD	23nm كروية الشكل	نشاطها المضاد للأكسدة	محفز امن وفعال لموت الخلايا المبرمج ومركب قوي مضاد للأكسدة لديه القدرة	[5]

	على قمع سرطان الثدي					
[6]	إن Callicarpa maingayiلعبت دورا مهما في الاختزال الحيوي وتثبيت ايونات الفضة إلى-Ag NPs	----	3.27±12. 40nm لها شكل مكعب	XRD TEM FTIR UV-Vis SEM	48h درجة حرارة الغرفة	*Callicarpa maingayi* *(اللحاء)*
[7]	تأثير قوي للسمية الخلوية ضد خطوط خلايا سرطان الثدي بقيمة MCF-7 تبلغ IC50 $67\mu g\|ml\|24\|h$	تقييم الآثار المضادة للأكسدة والمضادة للبكتيريا والسامة	46nm كروية	SEM DLS FTIR UV-vis	درجة حرارة الغرفة 2h وسط مظلم ($AgNO_3$) 1Mm	*(piper longum* *(النبتة)*
[8]	عدم تأثر AgNPs في مستخلصي المريمرة السيسبان في نسبة الإنبات في حين تأثر بالزيادة في سرعة إنبات الرويشة والجذ ير وطولها.	إنتاج ونمو بادرات نبات الكوسة ونموها	غير محدد	TEM UV-vis	$35C^0$ 1h ($AgNO_3$) (15ml) (1.2.3M)	أوراق المريمرة *Azadirachta indica* السيسبان *Prosopiis juliflora*
[9]	لها فعالية مضادة للبكتيريا ضد عزلات مرضية.	نشاطها المضاد للبكتيريا	26.76nm كروي الشكل	UV-Vis XRD SEM EDX	$37C^0$ ($AgNO_3$) 30ml 1mM	لقشور البرتقال *Citrus sinensis peel*

فاكهة البابايا *papaya frutt* (ثمار)	درجة حرارة الغرفة 5h ($AgNO_3$) 90ml 1mM	UV-Vis SEM XRD FTIR	15nm مكعب و سداسي	نشاط مضاد للميكروبات	شديدة السمية ضد مسببات الأمراض البشرية المختلفة المقاومة للأدوية المتعددة.	[10]

الجدول III-2:التصنيع الحيوي ل AgNPsبإستخدام البكتريا

المصدر الحيوي	طرق التصنيع	طرق التوصيف	حجم الجسيمات وشكلها	المرجع
بكتيريا الزرقاء البحرية *Oscillatoria willei*	خارج الخلية	UV/Vis, SEM EDS, FTIR	100- 200 nm كروية	[11]
السلالة البكتيرية *Escherichia coli*	داخل و خارج الخلية	UV/Vis	40-60 nm ----	[12]
بكتيريا*Bacillus subtilis*	خارج الخلية	UV/Vis TEM	5-60 nm كروية ومثلثة الشكل	[13]
بكتيريا *Klebsiella pneumoniae, Escherichia coli and Enterobacter cloacae*	خارج الخلية	UV-vis SEM	50-100 nm ----	[14]
بكتيريا *Bacillus cereus* and *Escherichia fergusonii*	خارج الخلية	UV/Vis TEM,XRD	10-20 nm كروية وسداسية الشكل	[15]
بكتيريا Staphylococcus aureus	خارج الخلية	UV/vis TEM	5–50 nm كروية	[16]
Lactic acid bacteria	خارج الخلية	UV/Vis XRD TEM	5-80 nm كروية	[17]
بكتيريا *Bacillus brevis*	خارج الخلية	UV/Vis FTIR AFM SEM	41–68 nm كروية	[18]

Enterobacteriaceae		UV vis TEM EDS	28.2- 122 nm بلورية	[19]
Bacillus licheniformis	خارج الخلية	SEM EDS XRD	50 nm بلورية	[20]
التطبيقات	النشاط المضاد للميكروبات، محفزات في التفاعلات الكيميائية، طلاءات إنتقائية، مساعدة على التئام الجروح، الصناعات الغذائية.			
النتائج	– يفضل التصنيع الحيوي لجسيمات الفضة النانوية خارج الخلية على التصنيع الحيوي داخل الخلية وذالك للإمكانية التحكم في ظروف التصنيع. – الفضة النانوية المنتجة باستخدام البكتريا لها خصائص ممتازة في التئام الجروح، بديل جيد عن المضادات الحيوية الصناعية، تملك نشاط مضاد للجراثيم ضد سلالات عديدة من البكتريا الممرضة			

III–2: دراسة تحليلية لتصنيع الحيوي لجسيمات الفضة النانوية

الجدولIII–3: الدراسة 1

العنوان	Synthesis, characterization and biocompatibility of silver nanoparticles synthesized from *Nigella sativa* leaf extraction comparison withche- mical silver nanoparticles [21]
المؤلف	Rayhaneh Amooaghaie, Mohammad Reza Saeri, Morteza Azizi
المجلة	Ecotoxicology and Environmental Safety
ملخص الدراسة	في هذه الدراسة تم تصنيع جسيمات الفضة النانوية بالطرق الخضراء والكيميائية, في طريقة الكيمياء الرطبة تم استخدام بوروهيدرات الصوديوم وسيترات الصوديوم و نترات الفضة كمواد خام كما تم استخدام مستخلص أوراق حبة البركة كعامل الاختزال لتقليل نترات الفضة في طريقة التخليق الأخضر. بالإضافة إلى ذلك تم رصد الاستجابات السامة لكل من AgNPs المركب على الخلايا الجذعية لبناء العظام في الفئران وكذلك نمو البذور ونمو الشتلات لستة نباتات مختلفة حيث في كلتا طريقتي التصنيع تحولت محاليل التفاعل عديمة اللون إلى اللون البني وأكدت الأطياف المرئية للأشعة فوق البنفسجية وجود جزيئات الفضة النانوية وكشفت عمليات المسح بالمجهر الالكتروني

	عن بلورات الفضة النانوية وأشار التحليل الطيفي إلى دور المجموعات الوظيفية المختلفة في العملية التركيبية. إن قابلية الخلايا للخلايا الجذعية لبناء العظام للفئران كانت أكثر في AgNPs الأخضر المركب باستخدام مستخلص الكمون الأسود من AgNPs الكيميائية.
الطرق والمواد	• **تصنيع المستخلص** يتم تحضير الكتلة الحيوية لأوراق N.sativaعن طريق نخل الأوراق المجفف في الظل والمسحوق باستخدام غربال بفتحات شبكية 200 ميكرومتر. تم غسل مسحوق N.sativaجيدا في الماء المقطر وتقطيعه إلى قطع صغيرة, تم خلط 1mg من هذا المسحوق مع 40ml من الماء المقطر تحت التحريك المستمر (100 دورة في الدقيقة) عند 80° لمدة 20 minثم يتم ترشيح الخليط الناتج باستخدام أوراق ترشيح, تم استخدام هذا المستخلص لتوليد جزيئات نانوية من الفضة. • **توليف AgNPs** للتوليف الأخضر تم إضافة 2ml فوق مستخلص الكمون إلى محلول 70mlمن 5mM من نترات الفضة بالتقطير فيErlenmeyerسعته250ml مع الرج المستمر (200 دورة في الدقيقة) عند 64° لمدة 4ساعات في الظلام.
طرق التوصيف	UV-Vis SEM FTIR
النتائج والمناقشة	اظهر الفحص أن قابلية الخلايا للخلايا الجذعية لبناء عظام الفئران كانت أكثر في AgNPs الأخضر المركب باستخدام مستخلص الكمون الأسود من AgNPs الكيميائي. كانت قيم IC50(التركيزات المثبطة) لنبات البذور وطول الجذر والبراعم ل 6 نباتات في التعرض ل AgNPs الخضراء أعلى من AgNPs الكيميائية. تشير هذه النتائج إلى أن السمية الخلوية والسمية النباتية ل AgNPsالمركب الأخضر كانت اقل بكثير من تلك المركبة بالكيمياء الرطبة. تشير هذه الدراسة إلى وجود تقنية صديقة للبيئة اقتصادية وبسيطة وفعالة باستخدام أوراق N.sativa لتخليق AgNPs وأكدت أن AgNPsالأخضر أكثر أمانا من AgNPs المصنع كيميائيا.

الجدول 4-: الدراسة 2

العنوان	Plant extract mediated silver nanoparticles and their applications as antimicrobials and in sustainable food packaging: A state-of-the-art review [22]
المؤلف	Santosh Kumar a, and al
المجلة	Trends in Food Science & Technology
ملخص الدراسة	تكنولوجيا النانو هي مجال ناشئ وجديد من التطبيقات في الأغذية المضادة للميكروبات والصديقة للبيئة, تمت دراسة جسيمات الفضة النانوية (AgNPs) على نطاق واسع وكثيرا ما تستخدم في تطبيقات تغليف المواد الغذائية بسبب تفوقها الفيزيائي الكيميائي والبيولوجي ومضاد للميكروبات في الآونة الأخيرة اكتسب التوليف بواسطة المستخلصات النباتية من AgNPs شعبية هائلة بسبب أنها صديقة للبيئة واقتصادية نسبيا. يتم استخدام العديد من المستخلصات النباتية الطبية في تخليق AgNPs, والتي هي الأكثر شيوعا كروية الشكل حجمها ضمن 2-80 نانومتر ومن العوامل الرئيسية على الشكل والحجم هي التركيز و درجة حرارة التفاعل والوقت ودرجة الحموضة لخليط التفاعل هي العوامل الرئيسية التي تؤثر على الشكل.
الطرق والأدوات	• تصنيع المستخلص: الطريقة الأولى: يتم غسل النباتات 2-3 مرات بالماء المقطر ويتم تجفيفها وطحنها إلى مسحوق, يتم تحضير المستخلص من المسحوق المجفف عن طريق الاستخراج المائي أو الكحولي, في المستخلص المائي يتم تسخين المواد النباتية الموزونة في ماء مقطر 50-80 °C لمدة 5-15 دقيقة, يتم ترشيح المستخلص الناتج وتخزينها في 4-6 °C لتوليف AgNPs. في الطريقة الثانية: يتم غسل وسحق المواد النباتية ويضاف الماء إليها بعدها يتم ترشيح المستخلص الناتج وتخزين الرشاحة بطريقة مماثلة للطريقة الأولى للتوليف. • توليف AgNPs: يتم إعداد $AgNO_3$(1mM) يضاف المستخلص النباتي إليه ويتم تسخين الخليط إما عند حوالي 60-80 °C أو الاحتفاظ بها في درجة حرارة الغرفة آو في ضوء الشمس لتشكيل الجسيمات النانوية.
طرق التوصيف	UV-vis-TEM – SEM – DLS – XRD – FTIR - Zeta Potential

النتائج والمناقشة	• يؤثر حجم وشكل الجسيمات النانوية بشكل كبير على نشاط مضادات الميكروبات حيث أفاد العديد من الباحثين إن الجسيمات الأصغر حجما تظهر نشاطا اكبر مضادا للبكتيريا بالإضافة إلى الحجم يؤثر الشكل أيضا على نشاط مضادات الميكروبات وكذلك التركيز. • توليف AgNPs المستخلصات النباتية أسرع وأكثر ملائمة ويمكن أن يكون فعالا في استخدام النفايات المتولدة من قبل منتجي الفواكه والخضروات.

الجدول III-5:الدراسة 3

عنوان المقال	Application of a marine luminescent *Vibrio* sp. B4L for biosynthesis of silver nanoparticles with unique characteristics, biochemical properties, antibacterial and antibiofilm activities [23]
المؤلف	Noushin Zamanpour and al
المجلة	Bioorganic Chemistry
ملخص الدراسة	تمت في هده الدراسة التصنيع الحيوي لجسيمات الفضة النانوية بواسطة البكتيريا البحرية(*Vibrio* sp. B4L) luminescent bacterium. تم التحقيق في النشاط المضاد لAgNPsضد Escherichia coli وStaphylococcus aureus باستخدام طرق using disk diffusion agar وbroth microdilution methods. . تم توصيف العينات المحفزة بإستخدام عدة تقنياتZeta potential, DLS,SEM .
المواد و طريقة	**تصنيعAgNPs داخل الخلية:** يتم عزل (*Vibrio* sp. B4L) بناء على القياس المورفولوجي والكيميائي الحيوي. بعد ذلك يتم تلقيح كل عزلة في دورق يحتوي على 130 مل من nutrient brothوحضنها في حاضنة تهتز عند 200 دورة في الدقيقة لمدة 24 ساعة تحت درجة حرارة 28° . بعد ذلك تمت عملية الطرد المركزي عند 10000 rpmفي الدقيقة لمدة 15 دقيقة لفصل الكتلة الحيوية. غسل 2g من الكتلة الحيوية 3 مرات بمحلول ملحي لإزالة أثار الوسائط، ثم إعادة تعليقه في100mlمن (1mM) AgNO3. **تصنيع AgNPS خارج الخلية:** تم ترشيح المادة الطافية بواسطة حقنة مرشحة 0.22 ميكرومتر لتصبح خالية تماما من الخلايا، ثم يتم خلطها مع محلول ($AgNO_3$(1mM).

	حضن المخاليط في حاضنة اهتزاز عند 200دورة في الدقيقة لمدة 96 ساعة عند 100°في حالة مظلمة.
طرق التوصيف	تم تمييز الجسيمات المصنعة بعدة تقنيات مختلفة SEM ، FTIR ،UV- vis ،SEM ،AFM ،XRD ،DLS
النتائج والتفسير	– تغير اللون بعد الفترة الحضانة كمؤشر أولي على التصنيع الحيوي ل AgNPs – أكدت النتائج تكوين جسيمات فضية نانوية عالية الإستقرار ذات شكل كروي و متوسط حجم جسيم يبلغ حوالي 70 نانومتر – أظهرت الفضة النانوية المصنعة حيويا خصائص مضادة للجراثيم جيدة ضد نوعين من البكتيريا المسببة لأمراض *E. coli* و*S. aureus*. – عززت الفضة النانوي المصنعة حيويا معدل تفاعل الحيوي tetracycline antibiotic

الجدول III–6: الدراسة 4

عنوان المقال	Biosynthesis of silver nanoparticles from Staphylococcus aureus its and its antimicrobial activity against MRSA and MRSE [24]
المؤلف	Anima Nanda, MSc, PhDM. Saravanan, MSc, MPhil
المجلة	Nanomedicine: Nanotechnology, Biology, and Medicine
ملخص الدراسة	ترتكز هذه الدراسة على تصنيع الفضة النانوية باستخدامStaphylococcus aureus. التخفيض الحيوي ل فضة تمت مراقبة الأيونات الموجودة في المحلول و من ثم قياس طيف المحلول من خلال القياس الطيفي الفوق بنفسجي.تم تقييم AgNPs لأنشطتها المضادة للميكروبات ضد الكائنات المسببة للأمراض المختلفة.
المواد و طريقة	**التصنيع الحيوي AgNPs خارج الخلية:** تم تلقيح سلالات من S. aureus في Müller-Hinton broth و احتضانها لمدة 24 ساعة عند 37 درجة مئوية ثم تمت عملية الطرد المركزي عند 12000في الدقيقة لمدة 5 دقائق. تم استخدام ماء علي النقاوة كمذيب Milli Qكمذيب في تصنيع AgNPs. تمت إضافة المادة الطافية بشكل منفصل إلى وعاء التفاعل المحتوي على AgNO3 (1mM).

طرق التوصيف	AFM ،UV-VIS
النتائج و التفسير	– عند تعرض بكتيريا S. aureus لـ $AgNO_3$ بدأ التفاعل في غضون بضع دقائق و تحول لون المحلول إلى اللون البني المصفر مما يشير إلى تكوين AgNO3. – تم تأكيد تصنيع جزيئات الفضة النانوية المركبة بواسطة القياس الطيفي للأشعة الفوق بنفسجية . – تم تميز جسيمات الفضة النانوية بواسطة AFM من أجل تحديد حجمها و وشكلها، حيث يتراوح حجم الجسيمات المتشكلة من160– 180 نانومتر ولا يتم التحكم فيه عن طريق حالة التصنيع . أظهرت النتائج نشاط معتدل فقط مضاد للميكروبات Salmonella typhi و Klebsiella pneumonia

III–3. مناقشة ملاحظات دراسات التصنيع الحيوي لجسيمات الفضة النانوية:

من خلال الدراسات أعلاه يتبين أن استخدام الطرق البيولوجية لتصنيع ال AgNPs باستخدام المستخلصات النباتات والكائنات الحية الدقيقة المختلفة فهي من الطرق الحديثة المعتمدة نظرا لأنها فعالة من حيث التكلفة مقارنة بالطرق الفيزيائية والكيميائية وصديقة للبيئة. فمن خلال النتائج الموضحة في الجداول السابقة توصلنا إلى ما يلي:

- تم استعمال مجموعة من النباتات في هذه الدراسات حيث تم استخدام مختلف أجزائها والتي تشمل الأوراق، اللحاء، الزهور، الثمار، البذور، الجذور، القشور .... واعتمدت أغلب الدراسات استخدام الأوراق وذلك لأنه أغنى جزء بالمركبات الكيميائية.
- تم استخدام مجموعة من السلالات البكتريا أثناء التصنيع الحيوي باستخدام الكائنات الدقيقة *Oscillatoria willei*، *Escherichia coli*، *Bacillus subtili*، Staphylococcus aureu، *Escherichia fergusonii*.....حيث كان التصنيع على طريقتين تصنيع داخل الخلية وتصنيع خارج الخلية.
- بعد التصنيع الحيوي ل AgNPs يتم تمييزها بعدة تقنيات منها الطيفية UV-Vis، FTIR، XRD أخرى مجهرية SEM، TEM ويتم استخدام تقنيات من أجل تحديد شكل وحجم الجسيمات النانوية DLS، Zeta potential. وكانت نتائج معظم الدراسات الحصول على جسيمات نانوية ذات شكل كروي يتراوح حجمها مابين 1-100نانومتر.

- أظهرت هذه الدراسات تطبيقات مختلفة لهذه الجسيمات و المتمثلة في نشاطها المضاد للأكسدة، نشاطها المضاد للبكتيريا، السمية الخلوية كذلك الإجهاد التاكسدي والسيطرة على الميكروبات المسببة للأمراض.....حيث أبدت الجسيمات النانوية المصنعة فعالية جيدة مقارنة بالمستخلص الخام في كل حالة. وبالنسبة للجسيمات المصنعة خارج الخلية أيضا أظهرت فعالية جيدة من تلك المصنعة داخل الخلية.

المراجع العربية

[8] سالم فرج بامسعود , محروس عبد الله باحويرث . تأثير جسيمات الفضة النانوية المحضرة باستخدام مستخلص أوارق المريمرة و السيسبان في إنبات ونمو بادرات نبات الكوسة ونموها . مجلة الجامعة العربية الأمريكية للبحوث، مجلد(3), العدد 2، 2017.

المراجع الأجنبية

[1] Antariksh Saxena, r.m. Tripathi, r. p. singh . "biological synthesis of silver nanoparticles by using onion (allium cepa) extract and their antibacterial activity", *digest journal of nanomaterials and biostructures* vol. 5, no 2, april-june 2010, p. 427 – 432

[2]Neha Joshi1 and all . "Biosynthesis of silver nanoparticles using *Carissa carandas* berries and its potential antibacterial activities",*Journal of Sol-Gel Science and Technology*

[3]Mehrdad Forough1, Khalil Farhadi2, "Biological and green synthesis of silver nanoparticles",*Turkish J. Eng. Env. Sci*, 34 (2010), 281 – 287.

[4] Elias E. Elemike and all ,"Biosynthesis, Electrochemical, Antimicrobial and Antioxidant Studies of Silver Nanoparticles Mediated by Talinum triangulare Aqueous Leaf Extract*", J Clust Sci* (2017) 28:309–330.

[5] Masoude homayouni, "Rapeseed flower pollen bio-green synthesized silver nanoparticles: a promising antioxidant, anticancer and antiangiogenic compound",*Journal of Biological Inorganic Chemistry*, March 2019.

[6]Kamyar Shameli and all,"Green Biosynthesis of Silver Nanoparticles Using *Callicarpa maingayi* Stem Bark Extraction",*Molecules* 2012, *17*, 8506-8517.

[7] N. Jayachandra Reddy and all, " Evaluation of antioxidant, antibacterial and cytotoxic effects of green synthesized silver nanoparticles by Piper longum fruit", Department of Biochemistry and Molecular Biology, School of Life Sciences, Pondicherry University, Pondicherry, India

[9]Randa Mohammed and all . Green Biosynthesis of Silver Nanoparticles Using Aqueous Extract of citrus sinensis Peel . Journal of Education and Scientific Studies-Bio.Dep.JESB-Vol.13,No.4, March.2019.

[10]D. Jain and all, "Synthesis Of Plant-Mediated Silver Nanoparticles Using Papaya Fruit Extract And Evaluation Of Their Anti Microbial Activities", *Digest Journal of Nanomaterials and Biostructures* . Vol. 4, No. 3, September 2009, p. 557 – 563.

[11] D. Mubarak Ali., M. Sasikala., M. Gunasekaran, N. Thajuddin, « Biosynthesis And Characterization Of Silver Nanoparticles Using Marine Cyanobacterium, *Oscillatoria Willei* Ntdm0 », *Digest Journal Of Nanomaterial And Biostructures*،2011

[12] Kannan Natarajan, Subbalaxmi Selvaraj, V. Ramachandra Murty, « Microbial Production Of Silver Nanoparticles », *Nanomaterials and Biostructures*, *University, Manipal, India, 2010.*

[13] N. Saifuddin, C. W. Wong and A. A. Nur Yasumira, **«** Rapid Biosynthesis of Silver Nanoparticles Using Culture Supernatant of Bacteria with Microwave with Irradiation », *E-Journal of Chemistry College of Engineering Universiti Tenaga Nasional*,2009**.**

[14] S. Minaeian, A. R. Shahverdi, A. S. Nohi, H. R. Shahverdi, "Extracellular biosynthesis of silver nanoparticles by some bacteria"J. sci .I .A.U , vol 7, N66, Winter 2008

[15] Pourali Parastoo, Yahyaei Behrooz, "Biological production of silver nanoparticles by soil isolated bacteria and preliminary study of their cytotoxicity and cutaneous wound healing efficiency in rat, *Journal of Trace Elements in Medicine*

[16] Saira Saeed, Atia Iqbal, Muhammad Aqeel Ashraf, "Bacterial- synthesis of silver nanoparticles and their mediated significant effect against pathogens" ,*Environmental Toxicology And Biogeochemistry Of Ecosystems*،2019

[17] Liesje Sintubin, Wim De Windt, Jan Dick , Jan Mast , David van der Ha , Willy Verstraete, Nico Boon, "Lactic acid bacteria as reducing and capping agentfor the fast and efficient production of silver nanoparticles", *Springer-Verlag*, 2009

[18] Muthupandian Saravanan, Sisir Kumar Barik, Davoodbasha Mubarak Ali, Periyakaruppan Prakash, Arivalagan Pugazhendhi, " Synthesis of silver nanoparticles from *Bacillus brevis* (NCIM 2533) and their antibacterial activity against pathogenic bacteria, *Elsevier*،2018

[19]Ahmad R. Shahverdi , Sara Minaeian , Hamid Reza Shahverdi ,Hossein Jamalifar , Ashraf-Asadat Nohi , Rapid synthesis of silver nanoparticles using culture supernatants of Enterobacteria: A novel biological approach", *process biochemistry*, 2007

[20] Subin Soulose, Sraseetha Nair, Tapobrata Panda, Thomas Theodore, "Biosynthesis of Silver Nanoparticles", *Journal of Nanoscience and Nanotechnology*, 2014

[21] Rayhaneh Amooaghaie Mohammad Reza Saeri, Morteza Azizi, "Synthesis, characterization and biocompatibility of silver nanoparticles synthesized from *Nigella sativa* leaf extraction comparison with chemical silver nanoparticles", *EcotoxicologyandEnvironmentalSafety*120(2015)400–408

[22] Santosh Kumar, Indra Bhusan Basumatary, Hemanth P.K. sudhani, ViVek K.Bajpai, Lei Chen, Shruti Shukla, Avik Mukherje, and all , "Plant extract mediated silver nanoparticles and their applications as antimicrobials and in sustainable food packaging: A state-of-the-art review", *Trends in Food Science & Technology* 112 (2021) 651–666.

[23] Noushin Zamanpour, Ali Mohammad Esmaeily, Mansour Mashreghi, Bahar Shahnavaz, Mohammad Reza Sharifmoghadam , Ahmad Kompany, "Application of a marine luminescent *Vibriosp*.B4L for biosynthesis of silver nanoparticles with unique characteristics, biochemical properties, antibacterial and antibiofilm activities", *Bioorganic Chemistry*, 2021.

[24] Anima Nanda, MSc, PhD, M. Saravanan, MSc, MPhil, "Biosynthesis of silver nanoparticles from *Staphylococcus aureus* and its antimicrobial activity against MRSA and MRSE", *science Direct*, 2009.

الخلاصة العامة

الخلاصة العامة

يهدف هذا العمل إلى عرض بعض الأبحاث حول التصنيع الحيوي لجسيمات الفضة النانوية التي جذبت انتباه الباحثين بسبب خصائصها الفريدة. وكان ذالك باستخدام مستخلصات النباتية والكائنات الحية الدقيقة. ومن مميزات هذه الطريقة أنها صديقة للبيئة، لا تحتاج طاقة وسريعة.

اعتمدت الأبحاث ظروف تصنيع مختلفة (درجة الحرارة، التركيز، الوقت.....) كما استخدمت معظمها $AgNO_3$ بتركيز 1mM.

يتم تمييز التصنيع الحيوي ل AgNPs بعدة تقنيات منها الطيفية UV-Vis، FTIR، XRDأخرى مجهرية SEM، TEMويتم استخدام تقنيات من أجل تحديد شكل وحجم الجسيمات النانوية DLS، Zeta potential. وكانت نتائج معظم الدراسات الحصول على جسيمات نانوية ذات شكل كروي يتراوح حجمها مابين 1-100نانومتر.

إن للمواد النانوية المصنعة حيويا فعالية كبيرة مقارنة بالمواد النانوية المصنعة بالطرق الكيميائية والفيزيائية .

وجد حاليا أن التطبيقات الخاصة ب AgNPs تتمركز في عوامل مضادة للبكتيريا ومضادة للفطريات في مجال التكنولوجيا الحيوية والهندسة البيولوجية، مما لاشك فيه بأن البحث سيستمر في جذب المزيد من الاهتمام.

وكحوصلة لهذا العمل يمكن توجيه جهود البحث الحالية من اجل تثمين هده الدراسة في تصنيع ال AgNPs واستخدامها على نطاق واسع والتأكد من فعاليتها.

الملخص

يهدف هذا العمل إلى المساهمة في دراسة بعض الأبحاث حول التصنيع الحيوي لجسيمات الفضة النانوية وذالك باستخدام المستخلصات النباتية والكائنات الدقيقة (البكتيريا). استخدمت مختلف الأجزاء النباتية والعديد من السلالات البكتريا لهذا الغرض. لتمييز الجسيمات المحضرة تم استخدام تقنيات توصيف مجهرية وأخرى طيفية.

من خلال نتائج الدراسات تبين أن هناك تطبيقات مختلفة لAgNPs.

- نشاط مضاد للأكسدة
- السمية الخلوية كذلك الإجهاد التاكسدي والسيطرة على الميكروبات المسببة للأمراض
- نشاط مضاد للبكتيريا

الكلمات المفتاحية: النانو، التصنيع الحيوي، المستخلصات النباتية، لبكتيريا، تقنية النانو.

abstracte

This work aims to contribute to the study of some research on the bio-manufacturing of silver nanoparticles using plant extracts and microorganisms (bacteria). Various plant parts and many strains of bacteria were used for this purpose. To distinguish prepared particles, microscopic and spectral characterization techniques have been used.

Through the results of studies it turns out that there are different applications for AgNPs.

Antioxidant activity

Cellular toxicity as well as oxidative stress and control of pathogenic microbes

Antibacterial activity

Keywords: nano, bio-manufacturing, plant extracts, bacteria, Nano technology.