



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

جامعة الشهيد حمزة لخضر - الوادي -

كلية العلوم الدقيقة

قسم الكيمياء

مذكرة تخرج لنيل شهادة ماستر أكاديمي في الكيمياء

تخصص: كيمياء عضوية

من إعداد: العبيد كنزه

عثماني خولة

نوري سلوه

تحت عنوان:

الإصطناع الحيوي لجزيئات الفضة النانوية وتحديد

الفاعلية المضادة للبكتيريا

- دراسات سابقة -

نوقشت يوم: 2022/06/15

أمام لجنة المناقشة :

رئيساً

جامعة الشهيد حمزة لخضر الوادي

أستاذ محاضر "ب"

غموسة يحي التجاني

مناقشاً

جامعة الشهيد حمزة لخضر الوادي

أستاذ محاضر "ب"

زواري أحمد رشيدة

مؤطراً

جامعة الشهيد حمزة لخضر الوادي

أستاذ محاضر "ب"

شيحي سمية

السنة الجامعية: 2022/2021

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



إهداء

بسم الله الرحمن الرحيم

الحمد لله رب العالمين والصلاة على رسوله الكريم

أهدي عملي هذا إلى:

ملاكي في الحياة إلى معنى الحب ومعنى الحنان و التفاني إلى بسمه الحياة وسر الوجود إلى من كان دعائها سر
نجاحي وحنانها بلسم جراحي إلى أغلى الحبايب

أمي الحبيبة

من سعى وشقى لأنعم بالراحة والهنا والذي لم يبخل بشيء من أجل دفعي في طريق النجاح الذي علمني أن
أرتقى سلم الحياة بحكمة وصبر

أبي العزيز

أشقاء روحي إخوتي وليد، مروة خاصة إبنتها أحمد يزن، سندس، جواهر، ملاك، المعتصم بالله و محمد الطيب

جدي وجدتي أطل الله في عمرهما

خالاتي إلهام، وفاء، دلال، لبنى، جميلة، يسرى

كنزه





إهداء

الحمد لله وكفى والصلاة على الحبيب المصطفى وأهله ومن وفي أما بعد:

الحمد لله الذي وفقني لثمين هذه الخطوة في مسيرتي الدراسية بمذكرتنا هذه ثمرة الجهد والنجاح بفضلته تعالى
مهدة إلى:

✓ صاحب السيرة العطرة، والفكر المستنير فلقد كان له الفضل الأول في بلوغي التعليم العالي قرّة عيني
أبي الحبيب، أطال الله في عمره.

✓ من وضعتني على طريق الحياة، وجعلتني رابط الجأش، ورعتني حتي صرت كبيراً أُمي الغالية رعاها الله.
✓ جدتي و إخوتي و أخواتي: من كان لهم بالغ الأثر في كثير من العقبات والصعاب وكانوا سندي في
الحياة.

✓ روعي جدي رحمه الله إلى كل الأصدقاء، ومن كانوا برفقتي ومصاحبتي أثناء دراستي في الجامعة.

خولة





إهداء

إلى من قال فيهم المولى عز وجل:

(وَقَضَىٰ رَبُّكَ إِلَّا تَعْبُدُوا إِلَّا إِيَّاهُ وَبِالْوَالِدَيْنِ إِحْسَانًا إِمَّا يَبُلُغْن عِنْدَكَ الْكِبَرَ أَحَدُهُمَا أَوْ كِلَاهُمَا فَلَا تَقُلْ لَهُمَا أَلْفٌ)
وَلَا تَنْهَرُهُمَا وَقُلْ لَهُمَا قَوْلًا كَرِيمًا } {الإسراء 23}

فخرًا وشرفًا أعتز بهما فوق الواجب وأنا أهدي ثمرة هذا العمل المتواضع إلى بهجة القلب وهبه الرب وكمال الود. إلى التي تعبت لأرتاح وسهرت لأنام وحلمت لأنال، إلى الشمس التي تضيء صباحي والقمر الذي ينيّر ليالي.

" أمي الحنونة "

وإلى من جرع الكأس فارغا ليسقيني قطرة الحب، إلى من كلت أنامله ليقدّم لنا لحظة سادة إلى من حصد الأشواك عند ربي ليمهد لي طريق العلم إلى القلب الكبير.

" أبي العزيز "

إلى سندي وقوتي وملاذي بعد الله... إلى من أثروني على أنفسهم إخوتي وأخواتي وأبنائهم.

إلى رفيقات دربي اللواتي عشت معاهم الحلوة والمرّة... صاحبات القلب الطيب

كنزة، خولة، سماح ونعيمة.



سلوه

" شكر وعرفان "

الحمد لله الذي أنار لنا درب العلم والمعرفة و أعاننا على أداء هذا الواجب و وفقنا في إنجاز هذا العمل فما كان ليتم إلا بفضلته وتوفيقه فأشكره شكرا عظيما يليق بجلال وجهة وعظيم سلطانه.

نتوجه بخالص شكرنا وتقديرنا وعظيم إمتناننا إلى الأستاذة الفاضلة " **شيحي سمية** " على كل التوجيهات والتوصيات، فجزاها الله عنا كل خير ويجعله في ميزان حسناتها.

كما نتقدم بالشكر الجزيل وعظيم الإمتنان إلى أساتذتنا أعضاء لجنة المناقشة المؤقرين " **د.تجاني يحي نموسة** " و " **د.زوارى أحمد رشيدة** " على تشریفنا بقبول تثنين وتقييم هذا العمل و إغناءنا بإقتراحاتهم القيمة.

الملخص :

علم النانو يمكّن الباحثين من تطوير مواد نانوية جديدة و فعالة من حيث التكلفة للطاقة والرعاية الصحية والتطبيقات الطبية. يتم حاليًا تصنيع جسيمات الفضة النانوية (Ag-NPs) بشكل متزايد لخصائصها الفيزيائية والكيميائية و الإلكترونية الفائقة. تسمح المعرفة الجيدة بهذه الخصائص بتطوير التطبيقات في جميع المجالات الحساسة الأساسية لخدمة الإنسان والبيئة. تم في هذه الدراسة تسليط الضوء على الإصطناع الحيوي لجسيمات الفضة النانوية Ag-NPs وذلك بإستخدام بعض الكائنات الحية الدقيقة و بعض مستخلصات النبات وتقنيات تشخيصها (UV-vi، FTIR، XDR، TEM...) وتقدير الفاعلية المضادة للبكتيريا.

من خلال الدراسات السابقة تبين أن Ag-NPs المحضرة حيويًا لها نشاطا مضادا للبكتيريا، و إن هذه الجسيمات تعد أحد العوامل المستخدمة للمعالجة الفعالة للميكروبات عمومًا وتمتلك تأثيرًا داخليًا وخارجيًا. الكلمات المفتاحية: جسيمات الفضة النانوية، الإصطناع الحيوي، الفاعلية المضادة للبكتيريا، التشخيص.

Abstract:

Nanoscience enables researchers to develop new and cost-effective nanomaterials for energy, healthcare, and medical applications. Silver nanoparticles (Ag NPs) are currently increasingly synthesized for their superior physicochemical and electronic properties. Good knowledge of these characteristics allows the development of applications in all sensitive and essential fields in the service of humans and the environment . Then in this study highlighting the biosynthesis of secondary silver particles Ag-NPs using some microorganisms and some plant extracts and their diagnostic techniques (XDR, FTIR, UV-vi, TEM...) and estimating the antibacterial activity.

Through previous studies, it was found that the bio-prepared Ag-NPs have antibacterial activity, and these particles are one of the agents used for the effective treatment of microbes in general and have an internal and external effect.

Key words: nucleic silver particles, biosynthesis, antibacterial activity, diagnosis.

الصفحة	عناوين الجداول
الفصل الأول: عموميات حول المركبات النانوية	
9	الجدول (I - 1): مبادئ ومميزات تقنية النانو
الفصل الثالث : دراسات سابقة	
56	الجدول (III - 1): تحليل مقال Green Biosynthesis of Silver Nanoparticles Using Leaf Extract of <i>Carissa carandas</i> L. and Their Antioxidant and Antimicrobial Activity against Human Pathogenic Bacteria.
60	الجدول (III - 2): تحليل مقال Green Synthesis of Silver Nanoparticles Using Seed Extract of <i>Foeniculum vulgare</i> and their Antibacterial Activity
63	الجدول (III - 3): تحليل مقال Biosynthesis of Silver Nanoparticles using Almond Plantleaf extract and their Antibacterial Activity
66	الجدول (III - 4): تحليل مقال Synthesis of Silver Nanoparticles by <i>Phyllanthus emblica</i> Plant Extract and their Antibacterial Activity
70	الجدول (III - 5): تحليل مقال Silver nanoparticle from whole cells of the fungi <i>Trichoderma</i> spp. Isolated from Brazilian Amazon
74	الجدول (III - 6): تحليل مقال A silver nanoparticle antibacterial synthesized "with an <i>E coli</i> isolated from urine of dogs
76	الجدول (III - 7): تحليل مقال Biogenic silver nanoparticle synthesis with cyanobacterium <i>Chroococcus minutus</i> isolated from Baliharachandi sea-mouth, Odisha, and in vitro antibacterial activity
79	الجدول (III - 8): تحليل مقال Biological Synthesis of Silver Nanoparticles by Cell-Free Extract of <i>Spirulina platensis</i>
81	الجدول (III - 9): تحليل مقال GREEN SYNTHESIS, CHARACTERIZATION OF SILVER NANOPARTICLES OF A MARINE RED ALGA <i>SPYRIDIA FUSIFORMIS</i> AND THEIR ANTIBACTERIAL ACTIVITY

الصفحة	عناوين الأشكال
الفصل الأول : عموميات حول المركبات النانوية	
7	الشكل (I - 1): المعالجة الذرية الناجحة الأولى بكتابة الرسالة الذرية " I - B - M " المكونة من 35 ذرة Xe على سطح المادة (110) Ni
13	الشكل (I - 2): تصنيف المواد النانوية
13	الشكل (I - 3): أنواع المركبات النانوية من حيث الأبعاد والشكل
14	الشكل (I - 4): نقطة كمية ثلاثية الأبعاد من الكريستال
14	الشكل (I - 5): الجزئي C ₆₀ بالصورة الجزيئية و بالصورة البلورية
15	الشكل (I - 6): صورة توضيحية لكرة النانوية
15	الشكل (I - 7): أشكال مختلفة لجسيمات النانوية
16	الشكل (I - 8): مجموعة من الأنابيب النانوية المتداخلة
16	الشكل (I - 9): مركب نانوي
17	الشكل (I - 10): صورة ميكروسكوبية لأسلاك نانوية مصنوعة من السيلكون
18	الشكل (I - 11): ألياف نانوية
20	الشكل (I - 12): مجموعة من أحجام الجسيمات النانوية مقارنة بأحجام الهياكل الكيميائية والبيولوجية الرئيسية
22	الشكل (I - 13): طرق تحضير الجسيمات النانوية
الفصل الثاني : إصطناع، تشخيص ودراسة فاعلية مركبات الفضة النانوية	
27	الشكل (II - 1): إستخدامات جسيمات الفضة النانوية
27	الشكل (II - 2): توزيع المنشورات مع مرور الوقت على Ag-NPs
29	الشكل (II - 3): مخطط طرق تحضير جسيمات الفضة النانوية
30	الشكل (II - 4): المكونات الكيميائية المحتملة لمستخلص النبات المسؤولة من أجل التخفيض الحيوي للأيونات المعدنية المتوافقة
31	الشكل (II - 5): آلية الإصطناع الخاصة بـ Ag-NPs من مستخلص نباتي.
32	الشكل (II - 6): آلية مقترحة لإصطناع Ag-NPs بواسطة Streptomyces sp.LT3 التي تتضمن إنزيم إحتزال النترات المعتمدة على NADH/NADPH.
33	الشكل (II - 7): آليات الإصطناع الحيوي لـ Ag-NPs بإستخدام الفطريات
34	الشكل (II - 8) يوضح آلية الإصطناع الحيوي لـ Ag-NPs بإستخدام الطحالب
35	الشكل (II - 9): صورة المجهر الإلكتروني الماسح لجسيمات الفضة النانوية
36	الشكل (II - 10): رسم تخطيطي يوضح كيفية عمل جهاز إنعراج الأشعة السينية
37	الشكل (II - 11): طيف إنحرف الأشعة السينية لجسيمات الفضة النانوية

38	الشكل (II - 12): إنعراج الأشعة السينية في المستويات الذرية
38	الشكل (II - 13): طيف إمتصاص الأشعة المرئية وفوق البنفسجية لجسيمات الفضة النانوية
39	الشكل (II - 14): إمتصاص الأشعة تحت الحمراء
41	الشكل (II - 15): تطبيقات AgNPs
42	الشكل (II - 16): آلية العمل المضادة للبكتيريا لـ (Ag-NPs)
44	الشكل (II - 17): رسم تخطيطي يوضح التركيب العام للبكتيريا
45	الشكل (II - 18): تصنيف البكتيريا

قائمة الرموز و الإختصارات	
الحمض النووي الريبي منقوص الأكسجين	DNA
الترسيب الكيميائي للبخار	Cvd
الأشعة فوق البنفسجية	UV
المجهر الماسح الإلكتروني	SEM
المجهر الإلكتروني النافذ	TEM
المجهر النفقي الماسح	STM
إنعراج الأشعة السينية	XRD
مجهر القوة الذرية	AFM
مطياف التآلق الضوئي	PL
جسيمات الفضة النانوية	Ag-NPs
عنصر الفضة	Ag
الجسيمات النانوية	NPs
الجسيمات النانوية	MNPs
نترات الفضة	AgNO₃
مطيافية الأشعة تحت الحمراء	FTIR

فهرس المحتويات

الإهداء.....	
شكر و عرفان.....	
v.....	الملخص
VI.....	قائمة الجداول
VII.....	قائمة الأشكال
IX.....	قائمة الرموز والإختصارات
X.....	فهرس المحتويات
2.....	المقدمة
4.....	المراجع

الفصل الأول : عموميات حول المركبات النانوية

6.....	تمهيد.....
6.....	I - 1. تاريخ تقنية النانو.....
8.....	I - 2. لفظ النانو.....
8.....	I - 3. علم النانو.....
8.....	I - 4. مقياس النانو.....
9.....	I - 5. تقنية النانو.....
9.....	I - 1.5. تعريف تقنية النانو.....
9.....	I - 2.5. مبادئ ومميزات تقنية النانو.....
10.....	I - 3.5. أهمية تقنية النانو.....
10.....	I - 4.5. تطبيقات تقنية النانو.....
12.....	I - 6. المواد النانوية.....
12.....	I - 1.6. تعريف المواد النانوية.....
12.....	I - 2.6. تصنيف المواد النانوية.....
14.....	I - 3.6. أشكال المواد النانوية.....
14.....	I - 1.3.6. النقاط الكمية (Quantum Dots).....
14.....	I - 2.3.6. الفلورين (Fullerene).....
15.....	I - 3.3.6. الكرات النانوية (Nanoballs).....

15.....	4.3.6- I .الجسيمات النانوية (Nano particles)
16.....	5.3.6- I .الأنابيب النانوية (Nanotubes)
16.....	6.3.6- I .المركبات النانوية (Nanocomposites)
17.....	7.3.6- I .الأسلاك النانوية (Nano wires)
17.....	8.3.6- I .الألياف النانوية (Nano fibers)
18.....	4.6- I . خصائص المواد النانوية.....
18.....	1.4.6- I . الخواص الميكانيكية.....
18.....	2.4.6- I . النشاط الكيميائي.....
18.....	3.4.6- I . الخواص الفيزيائية.....
19.....	4.4.6- I . الخواص البصرية.....
19.....	5.4.6- I . الخواص المغناطيسية.....
19.....	6.4.6- I . الخواص الكهربائية.....
19.....	7.4.6- I . الخواص البيولوجية.....
19.....	7- I . الجسيمات النانوية.....
19.....	1.7- I . تعريف الجسيمات النانوية.....
20.....	2.7- I . تصنيف الجسيمات النانوية.....
21.....	8- I . طرق تحضير الجسيمات النانوية.....
21.....	1.8- I . طرق فيزيائية (من أعلى إلى أسفل Top – Down).....
22.....	2.8- I . طرق كيميائية (من أسفل إلى أعلى Bottom – up).....
22.....	9- I . التقنيات المستخدمة في تشخيص المواد النانوية.....
23.....	المراجع باللغة العربية.....
24.....	المراجع باللغة الأجنبية.....

الفصل الثاني : إصطناع ، تشخيص وتقدير فاعلية مركبات الفضة النانوية

26.....	تمهيد.....
26.....	1- II . عموميات حول جسيمات الفضة النانوية.....
26.....	1- II . 1.1 . تعريف عنصر الفضة.....
26.....	1- II . 2.1 . إستخدامات جسيمات الفضة النانوية.....
28.....	2- II . إصطناع جسيمات الفضة النانوية.....

- 29..... II- 2. 1. الإصطناع الحيوي لجسيمات الفضة النانوية.
- 29..... II- 1.1.2. إصطناع جسيمات الفضة النانوية بواسطة المستخلصات النباتية.
- 31..... II- 2.1.2. إصطناع جسيمات الفضة النانوية بواسطة الكائنات الحية الدقيقة.
- 34..... II- 2.2. مزايا الطرق البيولوجية لجسيمات الفضة النانوية.
- 35..... II- 3. طرق تشخيص جسيمات الفضة النانوية.
- 35..... II- 1.3. المجهر الإلكتروني الماسح (SEM).
- 36..... II- 1.1.3. مبدأ عمل المجهر الإلكتروني الماسح.
- 36..... II- 2.3. المجهر الإلكتروني النافذ (TEM).
- 36..... II- 3.3. إنعراج الأشعة السينية (XRD).
- 37..... II- 1.3.3. مبدأ عمل جهاز إنعراج الأشعة السينية.
- 37..... II- 2.3.3. قانون براغ (Bragg's law).
- 38..... II- 4.3. مطيافية إمتصاص الأشعة المرئية وفوق البنفسجية (UV-vis).
- 39..... II- 5.3. مطيافية إمتصاص الأشعة تحت الحمراء (FT-IR).
- 39..... II- 1.5.3. مبدأ مطيافية الأشعة تحت الحمراء.
- 40..... II- 4. الفضة النانوية كمضادة للبكتيريا.
- 40..... II- 1.4. تاريخ فاعلية الفضة النانوية كمضادة للبكتيريا.
- 41..... II- 2.4. التطبيقات الحيوية لجزيئات الفضة النانوية.
- 41..... II- 3.4. آلية فاعلية الفضة النانوية كمضادة للبكتيريا.
- 43..... II- 4.4. عموميات حول البكتيريا.
- 43..... II- 1.4.4. تعريفها.
- 43..... II- 2.4.4. بنيتها.
- 44..... II- 3.4.4. خصائصها.
- 45..... II- 4.4.4. تصنيف البكتيريا.
- 46..... II- 5.4. طرق تقدير الفاعلية المضادة للبكتيريا.
- 48..... المرجع باللغة الأجنبية.
- 53..... المرجع باللغة العربية.

الفصل الثالث: دراسات سابقة

- 56..... III- 1. تحليل بعض المقالات السابقة للإصطناع الحيوي بإستخدام المستخلصات النباتية.

70 III - 2. تحليل بعض المقالات السابقة للإصطناع الحيوي باستخدام الفطريات.
74 III - 3. تحليل بعض المقالات السابقة للإصطناع الحيوي باستخدام البكتيريا.
79 III - 4. تحليل بعض المقالات السابقة للإصطناع الحيوي باستخدام الطحالب.
86 الخلاصة.
87 المراجع.
90 الخاتمة.

مقدمة عامة

المقدمة :

في العقدين الماضيين، أصبحت تكنولوجيا النانو وأبحاث الجسيمات النانوية من أهم المجالات في أبحاث علوم المواد الحديثة فقد اجتذبت إهتمامًا كبيرًا في مجالات الإلكترونيات، البيولوجيا، تحويل الطاقة الشمسية، الحفز، الطب و معالجة المياه بسبب الخصائص المميزة للجسيمات النانوية.

من بين المعادن النبيلة نجد أن الفضة (Ag) هي المعدن المفضل في مجال النظام البيولوجي والكائنات الحية والطب، فقد عرف الإنسان الخصائص الطبية لها منذ ألفي عام [1-3]، ليتم إستخدامها كعوامل مضادة للبكتيريا منذ القرن التاسع عشر، وتنوعت إستخداماتها الآن لتشمل العديد من الإختصاصات الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية الجديدة [4]. تعتبر جسيمات الفضة النانوية Ag-NPs واحدة من أكثر NPs إنتشارًا، مع حوالي 500 طن من الإنتاج العالمي السنوي [5]. في أحدث الأبحاث، تم دمج Ag-NPs في طلاء الأجهزة الصناعية والجراحية، وطلاء الأسنان [5]، ومرشحات دخان السيارات والمنسوجات [6].

على الرغم من وجود أنواع عديدة من المواد النانوية إلا أن الجسيمات النانوية الفضية Ag-NPs أثبتت أنها الأكثر فاعلية لمقاومتها للميكروبات، البكتيريا، الفطريات، الفيروسات والكائنات الحية الدقيقة الأخرى.

و من جهة أخرى نجد أن الإصطناع الحيوي للجسيمات النانوية المعدنية الجديدة مثل جزيئات الفضة النانوية قد أصبح فرع ناشئ من تكنولوجيا النانو، حيث تم إستخدام الكائنات الحية الدقيقة و المستخلصات النباتية مؤخرًا في تخليق الجسيمات النانوية لأنها غنية بالمركبات النشطة بيولوجيًا.

إرتأينا من خلال هذه الدراسة التعرف على ماهية المركبات النانوية و تسليط الضوء على مركبات الفضة النانوية إنطلاقًا من التعرف على:

طرق الإصطناع الحيوي، تقنيات التشخيص، كيفية تقدير الفاعلية المضادة للبكتيريا و وظيفنا كل ذلك في تحليل مجموعة من المقالات الحديثة في هذا الميدان، لتكون بذلك هذه المذكرة كمرجع في هذا الميدان.

قسمت المذكرة إلى ثلاثة فصول:

المقدمة

الفصل الأول: عموميات حول المركبات النانوية، حيث يتضمن هذا الفصل أهم المفاهيم العامة حول تكنولوجيا النانو، أيضا دراسة الجسيمات النانوية من حيث بنيتها وخصائصها وتطبيقاتها بالإضافة إلى طرق التحضير والتشخيص.

الفصل الثاني: إصطناع وتشخيص ودراسة الفاعلية لمركبات الفضة النانوية.

الفصل الثالث: دراسات سابقة، حيث تم تحليل بعض المقالات المتعلقة بالإصطناع الحيوي لجسيمات الفضة النانوية بإستخدام الكائنات الحية الدقيقة و المستخلصات النباتية.

في الأخير أنهينا هذا البحث بخاتمة تضم أهم ما تطرقنا إليه خلال هذه الدراسة.

❖ المراجع :

- [1] Ayesha, N., Khanna, T., & Vohora, S. B. (1999). Silver preparations used in Indian systems of medicine: Neuropsychobehavioural effects. *Indian Journal of pharmacology*, 31(3), 214.
- [2] Alexander, J. W. (2009). History of the medical use of silver. *Surgical infections*, 10(3), 289-292.
- [3] Johnson, N. A., Southerland, M. R., & Youngs, W. J. (2017). Recent developments in the medicinal applications of silver-NHC complexes and imidazolium salts. *Molecules*, 22(8), 1263.
- [4] Jalilian, F., Chahardoli, A., Sadrjavadi, K., Fattahi, A., & Shokoohinia, Y. (2020). Green synthesized silver nanoparticle from *Allium ampeloprasum* aqueous extract: Characterization, antioxidant activities, antibacterial and cytotoxicity effects. *Advanced Powder Technology*, 31(3), 1323-1332.
- [5] Mueller, N. C., & Nowack, B. (2008). Exposure modeling of engineered nanoparticles in the environment. *Environmental science & technology*, 42(12), 4447-4453.
- [6] Chaloupka, K., Malam, Y., & Seifalian, A. M. (2010). Nanosilver as a new generation of nanoproduct in biomedical applications. *Trends in biotechnology*, 28(11), 580-588.

الفصل الأول :

عموميات حول المركبات النانوية

تمهيد:

تعد تكنولوجيا النانو أهم تطور و إبتكار حدث في النصف الأخير من القرن العشرين، حيث أصبحت في طليعة العلوم الأكثر أهمية وإثارة وما يميز تكنولوجيا النانو أنها الحد الفاصل بين الذرات والجزيئات والعالم الكبير. وتعود فكرتها للعالم (ريتشارد فينمان) عندما أشار لأول مرة إلى "وجود غرف كثيرة في الأسفل"، حيث تمكن هذه التقنية من صنع كل ما يتخيله الإنسان بتكلفة أقل وجودة أعلى بحجم النانو في جميع مجالات العلوم [1].

I - 1. تاريخ تقنية النانو:

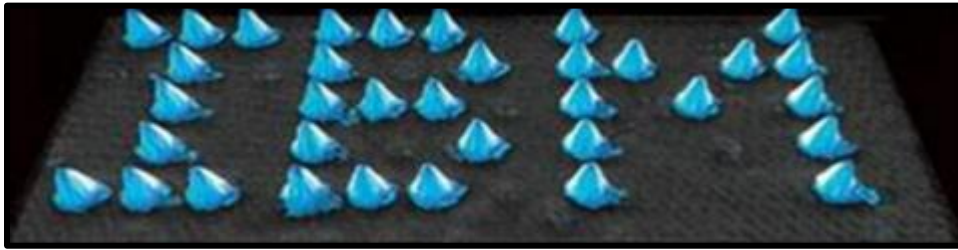
- استخدام تقنية النانو قدم جدا ويعود إلى الحضارة الإغريقية والحضارة الصينية في صناعة الزجاج ولعل الإناء الإغريقي الشهير " ليكور وجز " - والذي يغير لونه تبعاً لزاوية سقوط الضوء - أحد أقدم تطبيقاتها والذي إستخدم في صناعته جسيمات نانو من الذهب تم خلطها بالزجاج.
- كما أن السيف الدمشقي المعروف بصلابته ومرونته يعد أيضاً من أقدم التطبيقات لتقنية النانو حيث نشر فريق برئاسة بيتر باوفليير الباحث في علوم المواد في جامعة درزدن التقنية في ألمانيا بحثاً يشير إلى أن الأنابيب الكربونية النانوية كانت موجودة في تصاميم السيوف الدمشقية.
- وقد صنعت السيوف الدمشقية من فولاذ أطلق عليه إسم " الووترز " " Wootz " وهو فولاذ يصنع في الهند بطريقة خاصة، وقد درس الباحث الألماني صوراً للسيوف الدمشقية التقطها بالمجهر الإلكتروني وعثر فريقه على تراكيب لأنابيب بأحجام نانوية داخل هذا الفولاذ، تشبه الأنابيب الكربونية النانوية التي يوظفها المصممون في التقنيات الحديثة لصنع منتجات متينة تتصف بخفة وزنها. وهذه التطبيقات التي ذكرناها إنما هي تطبيقات قديمة عن النانو وغير مقصودة.

أما بالنسبة للأبحاث الحديثة تساءل العالم الفيزيائي " ريتشارد فينمان " سنة 1959 م ما الفائدة من الوصول إلى الصغر الدقيق وماذا سيحدث إذا تحكمتنا في تحريك الذرات ؟ " في محاضراته بعنوان " هناك متسع كبير في القاع " أمام الجمعية الفيزيائية الأمريكية، حيث أنه خلال هذه المحاضرة لم يشير إلى مصطلح تقنية النانو بشكل مباشر لكنه تحدث عنها بشكل إستشراقي للمستقبل إن اللحظة التي طرح بها هذا السؤال كانت نقطة الإنطلاق الفعلية لتقنية النانو وسنورد في ما يلي التطور التاريخي لهذه التقنية.

- 1711م إستخدمت تقنية النانو بدون أن يدرك صانعو الزجاج أهميتها في العصور الوسطى، حيث إستخدموا حبيبات الذهب النانوية الغروية للتلوين وكانوا يدهنون الأخشاب كألة الكمان التي كانت

تصنعها عائلة (استرا ديفاري) والمحافظة على نحو مثالي حتى يومنا هذا، فقد تمت معالجة الخشب في ذلك الحين بدهانات تحتوي على جسيمات نانوية.

- **1867م** أجرى " جيمس ماكسويل " تجربة ذهنية تعرف بإسم "عفريت ماكسويل " ونتج عن هذه التجربة فكرة التحكم في الذرات والجزيئات.
- **1959م** تم إستخدام مفهوم النانو تكنولوجي من قبل " ريتشارد فينمان ".
- **1974م** تم إستخدام مصطلح تقنية النانو لأول مرة وذلك ضمن بحث قدم لجامعة "طوكيو " وعرف البحث التقنية بأنها العملية المستخدمة لفصل ودمج المواد بواسطة ذرة واحدة أو جزئ واحد.
- **1976م** تمكن العالم العربي " منير نايفة " من الإجابة على سؤال " ريتشارد " و إستطاع أن يحول الخيال إلى واقع حقيقي، حيث قام بتأسيس شركة متخصصة في صناعة أجهزة النانو مبينا إستخداماتها المتناهية الصغر.
- **1981م** تم إختراع المجهر النفقي الماسح والذي تمكن من التعامل وبشكل مباشر مع الذرات والجزيئات وتصويرها كما تم بواسطته كتابة إسم الشركة التكنولوجية (IBM). كما هو موضح في الشكل التالي (I - 1).



الشكل (I-1): المعالجة الذرية الناجحة الأولى بكتابة الرسالة الذرية " I - B - M "

المكونة من 35 ذرة Xe على سطح المادة (110) Ni [2]

- **1986م** تم تأليف كتاب بعنوان " محركات التكوين " لعالم الرياضيات الشهير " اريك ديكسلر " والذي يعد البداية الحقيقية لعلم تكنولوجيا النانو، حيث أشار فيه إلى مبادئ وأليات تكنولوجيا النانو الجزيئية.
- **1991م** تم إكتشاف ما يسمى بأنابيب النانو كربون على يد العالم الياباني "سوميو ليجيما " والتي كانت لها دور كبير في صناعة أجهزة معدات النانو.
- **1992م** كتب منير نايفة بإستخدام الذرات أصغر حرف في التاريخ (حرف P وبجانبه قلب) كرمز حب لفلسطين.

- 2000م قامت اليابان بإنشاء مركز متخصص للباحثين في تقنية النانو وذلك بتوفير جميع الأجهزة المتخصصة ودعم الباحثين وتشجيعهم وتبادل المعلومات فيما بينهم.
- 2003م ظهرت أسرار هذه التقنية والتحكم بعالم مواد النانو.
- 2004م بدأت مرحلة الإستخدامات الصناعية لهذه التقنية حيث تم إستخدامها في صناعة المطاط المالىزي وزادت نتائجه ضعفا (من 12% الى 20%) وذلك بإضافة أجزاء بسيطة من مواد النانو [2].

I - 2. لفظ النانو:

"نانو" كلمة ذات أصل إغريقي (يوناني) مشتقة من كلمة نانوس "Nanos" وتعني القزم، يقصد بها الشيء الصغير جدا أو الدقيق، وهو جزء واحد من مليار [2-5].

I - 3. علم النانو:

هو العلم الذي يهتم بدراسة وتوصيف مواد النانو التي لا يتجاوز قياسها الـ 100 نانومتر وتحديد خواصها الكيميائية والفيزيائية والميكانيكية مع دراسة الظواهر المرتبطة و الناشئة عن صغر حجمها [4، 6، 7]. ويعد تصغير أحجام ومقاييس المواد إلى مستوى النانومتر ليس هدفا في حد ذاته، بل هو فلسفة علمية راقية و إنقلاب نوعي وعلمي على كلاسيكيات وثوابت النظريات الفيزيائية والكيميائية [2، 7]، يهدف إلى إنتاج فئة جديدة من المواد تعرف بإسم المواد النانوية لتناسب خواصها المتميزة مع متطلبات التطبيقات التكنولوجية المتقدمة في هذا القرن وتعزيز الأداء على نحو فريد غير مسبوق [7].

I - 4. مقياس النانو:

وحدة قياس تعمل على المستوى الذري أو الجزيئي [2]، يختص النانومتر بقياس الأشياء الصغيرة جدا التي لا يمكن رؤيتها إلا تحت المجهر الإلكتروني (Electron Microscope) ولا ترى بالعين المجردة يشمل الأبعاد التي يبلغ طولها نانومتر واحد إلى غاية 100 نانومتر [6]، ويرمز له بـ (nm) وهو أدق وحدة تستخدم في قياس الطول، حيث أن كل 1متر يساوي 10^{-9} نانومتر.

تستخدم هذه الوحدة أيضا لوصف أطوال الموجة في المجال المرئي الذي يتراوح بين (310-700) نانومتر، وكذلك في قياس أبعاد الجزيئات والإلكترونات في النواة الصغيرة جدا، وكمثال على ذلك فإن قطر شعرة الرأس العادية تبلغ ما بين 50 ألف إلى حوالي ألف نانومتر [2].

I - 5. تقنية النانو:

I - 1.5. تعريف تقنية النانو:

في الحقيقة لا يوجد تعريف متفق عليه حتى الآن لتقنية النانو و ذلك لأن التعاريف المطروحة لهذه التقنية تختلف باختلاف طبيعة التعامل مع هذه التقنية و كذلك تختلف باختلاف المجال الذي تطبق فيه و عموما يمكن تعريفها على أنها " التقنية التي تعطينا القدرة على التحكم المباشر في المواد و الأجهزة التي أبعادها تقل عن 100 نانومتر و ذلك بتصنيعها و مراقبتها و دراسة خصائصها "، و هذا التعريف هو الأكثر شمولاً و الأكثر قبولاً في الأوساط العلمية، و أيضا يمكن أن نعرف تقنية النانو بأنها " القدرة و التقنيات و الأدوات اللازمة للتعامل و لمراقبة و قياس و تصنيع الأشياء في مستوى مقياس النانو " وبناء على أهداف هذه التقنية يمكن أن نقول أن جوهر تقنية النانو هو الإهتمام بتصنيع مواد وأجهزة ذات خصائص مختلفة وجديدة وذلك من خلال التحكم في الذرات والجزيئات المنفردة وكذلك تجمعاتها [3].

I - 2.5. مبادئ ومميزات تقنية النانو:

هناك العديد من المبادئ التي تتميز بها تقنية النانو عن التقنيات المعروفة لدينا وهي سبب إهتمام العلماء بالوصول إلى هذا الحجم النانوي فقد يخطر على بال الإنسان ما الفائدة من هذه التقنية ولماذا نحتاج إلى الوصول لهذا الحجم الدقيق (وهو السؤال الذي طرحه العالم الفيزيائي ريتشارد فينمان وأجاب عنه العالم الفلسطيني منير نايفة) ونعرض في هذا الجدول (I - 1) أهم هذه المبادئ والفائدة منها [2]:

الجدول (I - 1): مبادئ ومميزات تقنية النانو

الميزة	المبدأ
إمكانية بناء أي مادة في الكون لأن الذرة هي وحدة البناء لكل المواد.	إمكانية التحكم بتحريك الذرات منفردة وإعادة ترتيبها.
إكتشاف خصائص مميزة للمواد يستفاد منها في الكثير من الإختراعات والمجالات التطبيقية.	الخصائص الفيزيائية والكيميائية للمادة عند مقياس النانو تختلف عن الخصائص لنفس المادة في الحجم الطبيعي.

تعتمد تقنية النانو على مبادئ الفيزياء والكيمياء والأحياء والهندسة الكهربائية والإلكترونية.	ترتبط العلوم وتشجع الجميع بإختلاف تخصصاتهم العلمية على الدخول في مجالها والتعاون فيما بينهم.
إمكانية التحكم بالذرات في صنع المواد والآلات وتنقيتها من الشوائب وتخليصها من العيوب.	تصبح خصائص المواد والآلات أفضل ، فهي أصغر وأخف وأقوى وأسرع وأرخص وأقل إستهلاكاً للطاقة.
تعتمد تقنية النانو على الأبحاث العلمية التي تتصف بإمكانية تطبيقها في إختراعات و إستخدامات مفيدة.	تحول الخيال العلمي إلى واقع حقيقي.

I - 3.5. أهمية تقنية النانو :

أصبحت تقنية النانو في طليعة المجالات الأكثر أهمية وإثارة في الفيزياء، الكيمياء، الأحياء، الهندسة ومجالات عديدة أخرى، فقد أعطت أملا كبيرا لثورات علمية في المستقبل القريب في العديد من التطبيقات، وتوفر التكنولوجيا النانوية الوسائل لرؤية الأخطار قبل أن تصبح قاتلة، وهي تمكننا من معالجة المآسي البيئية المشخصة بما يقلل وحتى بما يعالج أثار التلوث، كتنظيف المياه الجوفية وتقليل كمية الإنبعاثات الضارة و معالجتها [8 - 9].

- إنها تقنية حديثة غير مكلفة مقارنة بالتقنيات المستخدمة حاليا، و عوائدها الإقتصادية مرتفعة للغاية.
- إنها تعمل على تكامل العلم والتكنولوجيا للتوجه نحو التطبيقات العلمية، حيث يبدأ عملها من المكونات الأساسية للمادة (الذرات والجزيئات) مما يجعل تأثيرها واسعا وكبيرا، ويشمل جميع مجالات العلوم والتقنية.
- إن البحث والتطوير في مجال تكنولوجيا النانو سيعمل على تغيير كثير من الممارسات التقليدية في إنتاج وتصميم المنتجات والسلع الإستهلاكية و الإلكترونية، وأجهزة الكمبيوتر، وتكنولوجيا المعلومات و الإتصالات والتكنولوجيا الحيوية، والطاقة، وغيرها من مجالات الحياة [9].

I - 4.5. تطبيقات تقنية النانو :

تعتبر تكنولوجيا النانو التقنية الأولى الرائدة في العالم وذلك بإعتبارها تكنولوجيا متعددة الوظائف والمهام، حيث يتم توظيفها الآن في مجالات تطبيقية متنوعة مثل:

- في مجال الفضاء: حيث تم صنع صواريخ من البلاستيك المحتوي على جسيمات نانوية أرخص وأسهل من الهياكل المعدنية حيث تتحمل بروده الفضاء وحرارة الاحتكاك بغلاف الأرض [2، 6، 9].
- في مجال الطاقة: وذلك بإختراع الخلايا الشمسية بحبيبات السيلكون والتي تتميز بزيادة إنتاج الطاقة الكهربائية، وإطالة عمر الخلية وتقليل الحرارة فيها، وتصنيع مواد عالية التوصيل الحراري ومقاومة للإشعاع وتحويل الوقود الغازي لوقود سائل [2، 9].
- في مجال الموصلات: حيث تم تصنيع محركات من المواد النانوية التي تتميز بالصلابة والمقاومة للتآكل وتتلءم تلقائيا مع العوامل الخارجية [2، 9].
- في مجال الأجهزة الإلكترونية: إستخدم في الأجهزة المنزلية من ثلاجات وغسالات ومكيفات ومنقيات مياه فلترات والأدوات الرياضية من مضارب وكرات تنس وكرات الغولف وكرات البولينج والدراجات الهوائية [9].
- في مجال صناعة الملابس: تم نسج جزئيات نانو الفضة في الملابس القطنية وفي الجوارب والأحذية والخوذات حيث أن جزئيات الفضة تقتل البكتيريا والفطريات [9].
- في المجال العسكري: مثل صناعة زيوت لسلاح الجو الذي يمكنه تحمل الحرارة دون أن يحرق وكذلك صناعة أسلحة تطلق أشعة كهرومغناطيسية لتشويش الرادارات، و صناعة الدروع والواقيات والغبار الذكي الذي يكشف المواد الكيميائية [2، 6، 9].
- في مجال الصناعة: حيث تم تطوير بلاستيك تغليف مقاوم للخدش في النظارات والشاشات وكذلك صناعة الإسمنت [6، 9].
- في مجال المواد الكيميائية: تم صناعة طلاءات تمنع الصدأ وكريمات تحجب الأشعة فوق بنفسجية ويبقى المرهم شفافا [9].
- في مجال الطب: تم إستخدام تكنولوجيا النانو في الكشف السريع والدقيق عن الفيروسات وتوسيع الأوعية وتحسين وتعزيز النشاط المضاد للبكتيريا [2، 6، 9].
- في مجال المياه والزراعة والغذاء: تم إستخدام هذه التقنية في تحلية المياه بإستخدام أغشية نانوية مما يؤدي إلى رفع كفاءة محطة التحلية وتقليل الكلفة، ومعالجة المياه المستعملة بدلا من الكلور، كما تم إستخدام المحسمات النانوية لمراقبة جودة التربة، أما في مجال الغذاء تم تطوير مساحيق غذائية نانوية تضاف للغذاء لتحسين خواصه ومذاقه ولونه دون ضرر على صحة الإنسان [6، 9].

- في مجال التجارة: إنتاج كرمات واقية من أشعة الشمس المصنوعة من أكسيد الزنك الذي يصبح شفاف بمقياس النانو ويحمي من الأشعة فوق البنفسجية (UV)، كرات تنس مصنوعة من (CNTs) قوية بشكل كبير ولها ضعف عمر كرات التنس العادية، فيتامينات على شكل رذاذ تمتص مباشرة من الجلد وهي أسرع وأكثر إنتظاما من المأخوذة عن طريق الفم، ملابس ضد البقع والتجاعيد أضيفت لأقمشتها الملايين من الأنابيب النانوية لخلق وسادة هوائية غير مرئية فوق القماش تمنع إمتصاص البقع وتعمل على إبقاء النسيج مفردا [2].

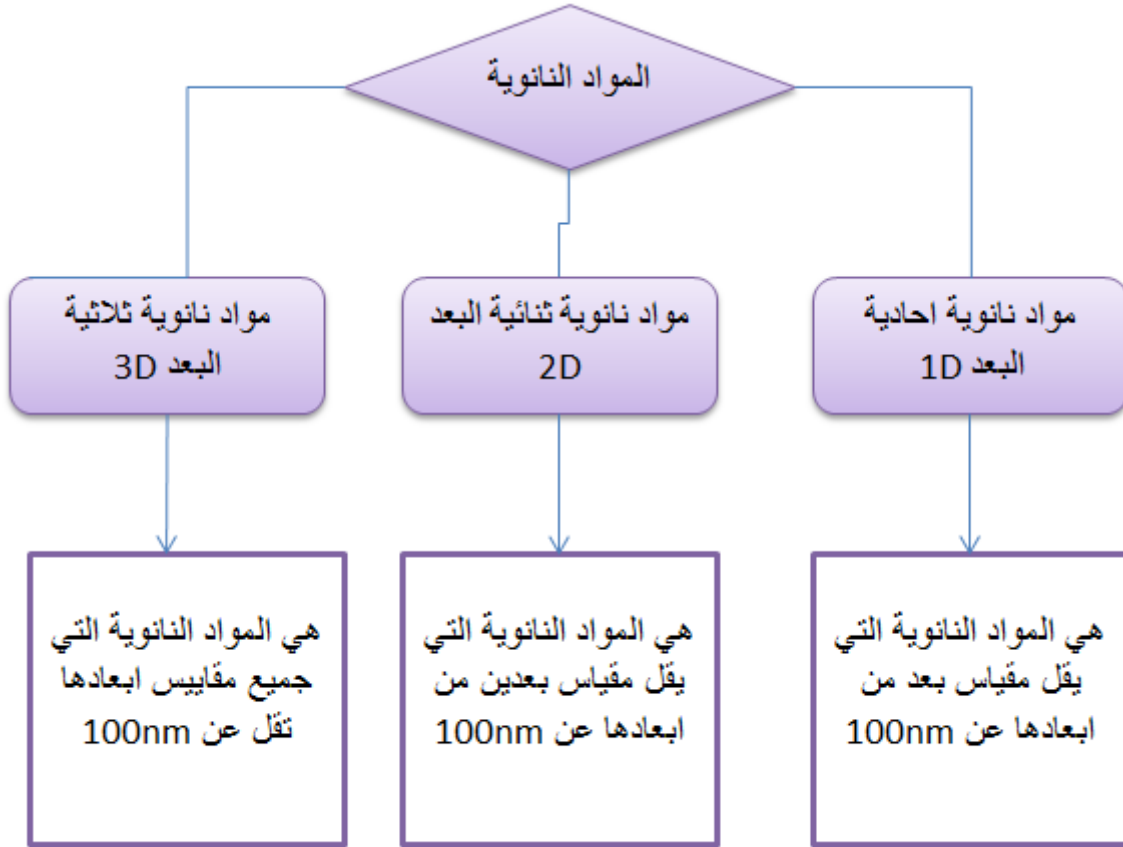
I - 6. المواد النانوية:

I - 1.6. تعريف المواد النانوية:

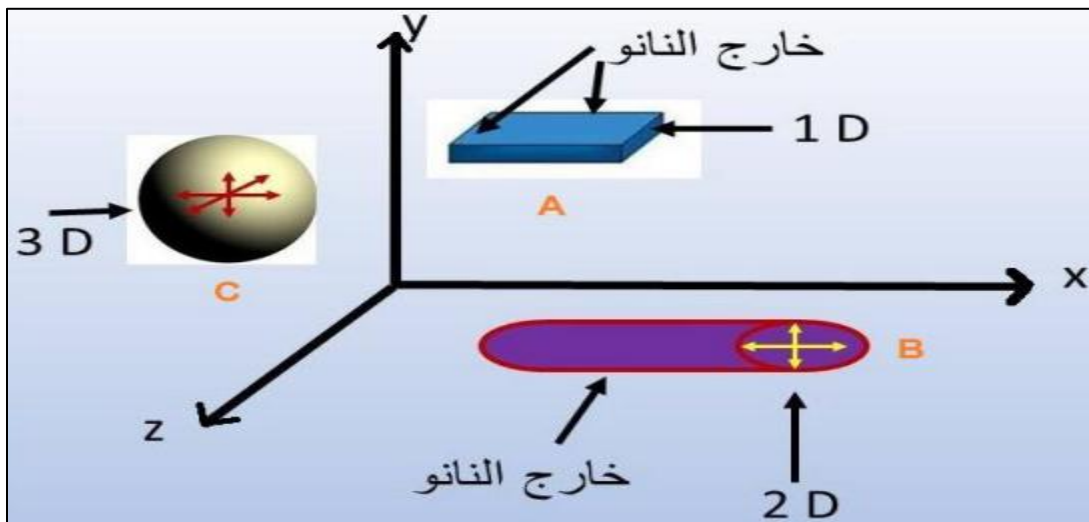
يمكننا تعريف المواد النانوية (Nanomaterial) بأنها تلك الفئة المميزة من المواد المتقدمة التي يمكن إنتاجها بحيث تتراوح مقاييس أبعادها أو أبعاد حبيباتها الداخلية بين (1 - 100) نانومتر، وقد أدى صغر أحجام مقاييس تلك المواد إلى أن تسلك سلوكا مغايرا للمواد التقليدية كبيرة الحجم التي تزيد أبعادها عن 100 نانومتر وأن تتوفر بها صفات وخصال شديدة التميز ولا يمكن أن تتواجد مجتمعة في المواد التقليدية [7، 10]. تعد جميع هذه الأخيرة مثل المواد الفلزية (المعدنية) أشباه الموصلات، الزجاج، السيراميك، الأكاسيد، المعادن والبوليمرات بمثابة المصادر الأولية التي تستخدم للحصول على المواد النانوية [6، 10].

I - 2.6. تصنيف المواد النانوية:

تصنف المواد النانوية بحسب عدد أبعادها، تحتوي على بعد واحد على الأقل (طول، إرتفاع، عمق) في مقاييس النانو كما هو موضح في الشكل (I - 2):



الشكل (I-2): تصنيف المواد النانوية [1، 6]



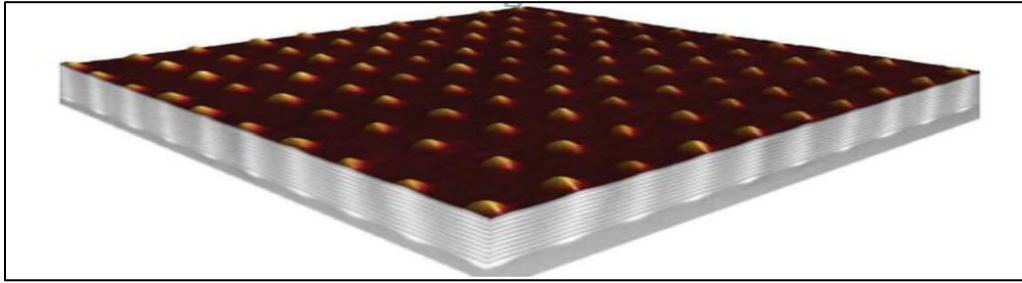
الشكل (I-3): أنواع المركبات النانوية من حيث الأبعاد والشكل

A: طبقات نانوية أحادية البعد B: أنابيب نانوية ثنائية البعد C: جسيمات نانوية ثلاثية البعد [1].

I-3.6. أشكال المواد النانوية:

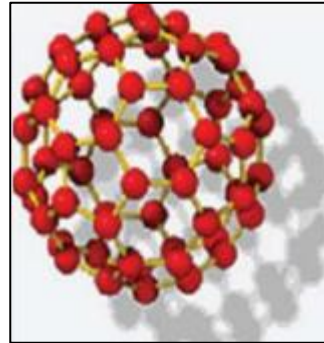
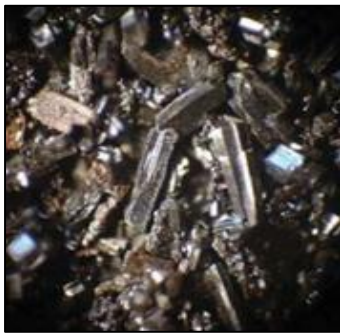
تتخذ المواد النانوية أشكالاً عدة لكل منها تركيب وخصائص ومقياس لقطرها وطولها ولكل منها استخدامات مميزة أيضاً. حيث يمكن تصنيفها من حيث شكلها إلى:

I-3.6.1. النقط الكمية (Quantum Dots) : هو عبارة عن تركيب نانوي شبه موصل ثلاثي الأبعاد تتراوح أبعاده بين 2 إلى 10 نانومتر. وعندما يكون قطر النقطة الكمية يساوي 10 نانومتر فإنه يمكن صف 3 ملايين نقطة كمية بجانب بعضها البعض بطول يساوي عرض إصبع إبهام الإنسان، حيث أن الشكل (I-4) يمثل نقطة كمية ثلاثية الأبعاد من الكريستال [8، 11].



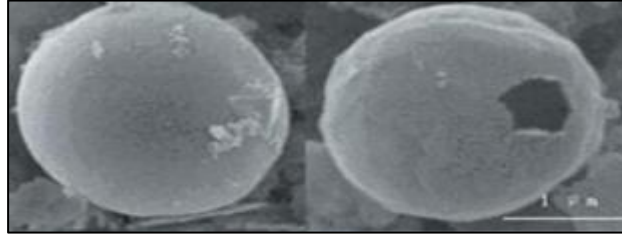
الشكل (I-4): نقطة كمية ثلاثية الأبعاد من الكريستال [8]

I-3.6.2. الفلورين (Fullerene) : جزيئات نانوية مكونة من ذرات كربون مترابطة ثلاثياً تعطي شكل كرات لها بناء يماثل الجرافيت، ولكن بدلاً من الشكل السداسي النقي فإنها تحتوي على أشكال خماسية و احتمال سباعية من ذرات الكربون مما يؤدي لإثناء الطبقات إلى كرات أو أسطوانات، ويعد أكثر الفولورينات شهرة هو الجزيء C_{60} حيث تترتب 60 ذرة كربون على رؤوس مجسم عشريني ناقص ويتميز بأنه جزيء مغنط وغير قابل للإحتكاك، كما هي موضحة في الشكل (I-5) [8، 11].



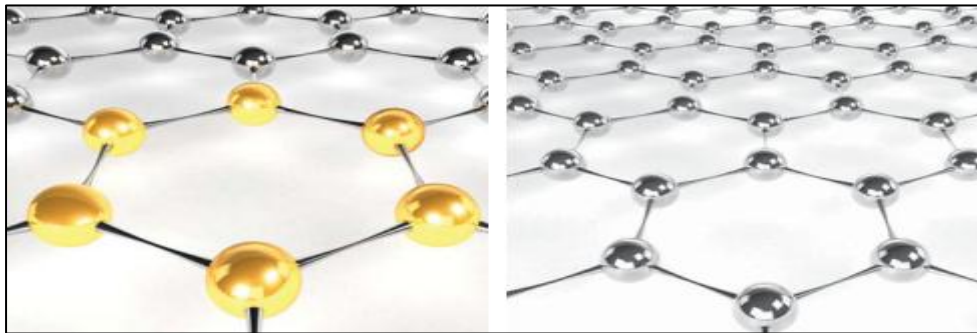
الشكل (I-5): الجزيء C_{60} بالصورة الجزيئية و بالصورة البلورية [8]

I - 3.3.6. الكرات النانوية (Nanoballs): من أهمها كرات الكربون النانوية التي تنتمي إلى فئة الفوليرينات من مادة C_{60} ولكنها تختلف عنها قليلا بالتركيب حيث أنها متعددة القشرة، كما أنها حاوية المركز. والكرات النانوية لا يوجد على سطحها فجوات وبسبب أن تركيبها يشبه البصل وقد أطلق عليها العلماء إسم (bucky). وقد يصل قطر الكرة الواحدة إلى 500 نانومتر أو أكثر، يوضح الشكل (I - 6) [11، 12].



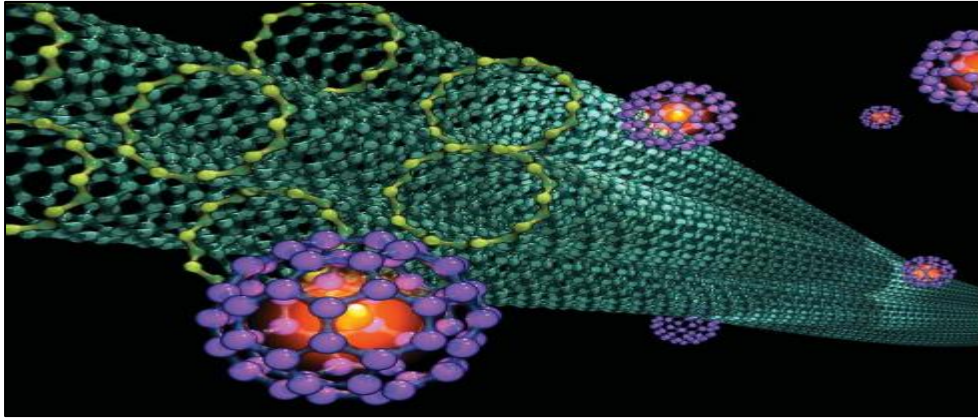
الشكل (I - 6): صورة توضيحية لكرة النانوية [11].

I - 4.3.6. الجسيمات النانوية (Nano particles): عبارة عن تجمع ذري أو جزيئي ميكروسكوبي يتراوح عددها من بضع ذرات إلى مليون ذرة، مرتبطة مع بعضها بشكل كروي تقريباً بنصف قطر أقل من 100 نانومتر، فحسيم نصف قطره نانومتر واحد سوف يحتوي على 25 ذرة. عندما يصل حجم الجسيمات النانوية إلى مقياس النانو في بعد واحد فإنها تسمى البئر الكمي (quantum well)، أما عندما يكون حجمها النانوي في بعدين فتسمى السلك الكمي (quantum wire)، وعندما تكون هذه الجسيمات بحجم النانو في ثلاثة أبعاد فإنها تُعرف بالنقاط الكمية QD. إن التغيير في الأبعاد النانوية في التركيبات الثلاثة السالفة الذكر سوف يؤثر على الخصائص الإلكترونية لها، مما يؤدي إلى حدوث تغيير كبير في الخصائص الضوئية أيضاً، ومن الصور الأخرى للجسيمات النانوية النقط الكمية شبه الموصلة والبلورات النانوية، ويوضح الشكل (I - 7) أشكال مختلفة لجسيمات النانوية [11].



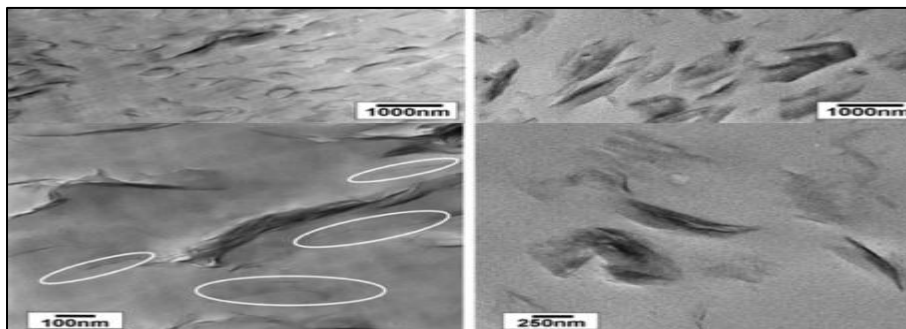
الشكل (I - 7): أشكال مختلفة لجسيمات النانوية [8].

I-5.3.6- الأنابيب النانوية (Nanotubes): تخضع المواد المستخدمة في تقنية النانو لشرط أساسي وهو مقياس النانو (1 - 100) نانومتر، ولذا فإن المواد المستخدمة يجب أن يتم تقطيعها إلى أجزاء لا تزيد أقطارها عن 100 نانومتر. تتكون الأنابيب النانوية من خليط من مواد موصلة ومواد شبه موصلة أسطوانية الشكل مجوفة يتراوح قطر الأنبوب بين 1 إلى 100 نانومتر. يمكن إدخال عدة أنابيب ذات أنصاف أقطار متدرجة في الصغر لتصبح كما هي موضحة في الشكل (I - 8) [8 ، 11] .



الشكل (I - 8): مجموعة من الأنابيب النانوية المتداخلة [8]

I-6.3.6- المركبات النانوية (Nanocomposites): هي عبارة عن مواد يضاف إليها جسيمات نانوية خلال تصنيع تلك المواد، ونتيجة لذلك فإن المادة النانوية تبدي تحسنا كبيرا في خصائصها. فعلى سبيل المثال يؤدي إضافة أنابيب الكربون النانوية إلى تغيير خصائص التوصيلية الكهربائية والحرارية للمادة. وقد يؤدي إضافة أنواع أخرى من الجسيمات النانوية إلى تحسين الخصائص الضوئية وخصائص العزل الكهربائي، وكذلك الخصائص الميكانيكية مثل الصلابة والقوة. يجب أن تكون النسبة المئوية الحجمية للجسيمات النانوية المضافة منخفضة جدا (في حدود 0.5% الى 5%) وذلك بسبب أن النسبة بين المساحة السطحية إلى الحجم للجسيمات النانوية تكون عالية، كما هي مبينة في الشكل (I - 9) [11 ، 12] .



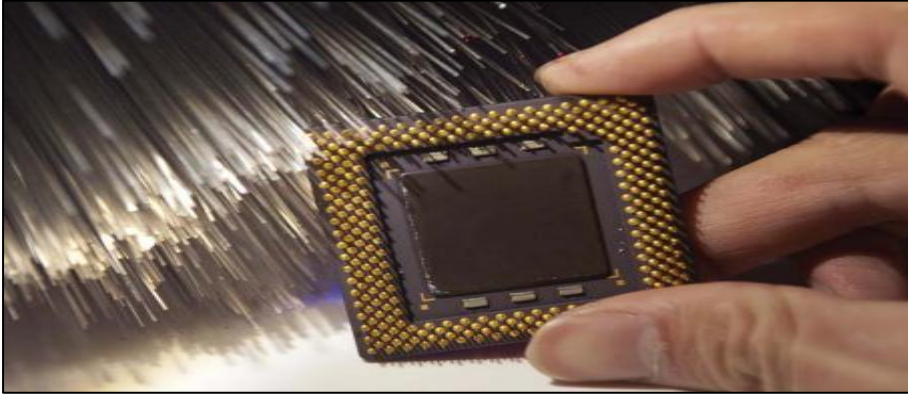
الشكل (I - 9): مركب نانوي [8]

I-7.3.6- الأسلاك النانوية (Nano wires): هي أسلاك بقطر قد يقل عن نانومتر واحد وبأطوال مختلفة أي بنسبة طول إلى عرض تزيد عن 1000 مرة، لذا فهي تلحق بالمواد ذات البعد الواحد، وكما هو متوقع فهي تتفوق على الأسلاك التقليدية لأن الإلكترونات تكون محصورة كميّاً باتجاه جانبي واحد مما يجعلها تحتل مستويات طاقة محددة تختلف عن تلك المستويات العريضة الموجودة في المادة الحجمية، وهي لا توجد في الطبيعة ولكنها تحضر في المختبرات حيث منها الفلزي (الناقل)، ونصف الناقل والعازل، ومنها الأسلاك الجزيئية العضوية (DNA) وغير العضوية التي ينظر لها كتجمعات بوليمرية ذات القطر 0.9 من النانومتر وبطول يصل لمئات من المايكرومتر، يمكن إستخدامها في المستقبل القريب لربط مكونات إلكترونية دقيقة داخل دائرة صغيرة، أو عمل وصلات ثنائية p - n ، وكذلك بناء الدوائر الإلكترونية المنطقية وقد تستخدم مستقبلاً لتصنيع الكمبيوتر الرقمي، وتوجد الأسلاك النانوية بعدة أشكال منها الحلزوني (spiral) أو متمائل خماسي الشكل، وقد تكون عند تحضيرها في المختبر على شكل أسلاك متعلقة من طرفها العلوي أو تكون مترسبة على سطح آخر. من الطرق المستخدمة لإنتاج هذه الأسلاك عملية كحت كيميائي لسلك كبير أو قذف سلك كبير بواسطة جسيمات ذات طاقة عالية، الشكل (I - 10) يوضح صورة ميكروسكوبية لأسلاك نانوية مصنوعة من السيلكون [11].



الشكل (I - 10) : صورة ميكروسكوبية لأسلاك نانوية مصنوعة من السيلكون [8]

I-8.3.6- الألياف النانوية (Nano fibers): من أشهر الألياف النانوية الألياف المصنوعة من البوليمرات كما بالشكل (I - 11) . يكون عدد ذرات سطح الألياف كبيراً مقارنة بالعدد الكلي، وهذا يكسبها خواص ميكانيكية (كالشدة والصلابة ...) تؤهلها للإستخدام كمرشحات في تنقية السوائل والغازات وفي العديد من التطبيقات الطبية والعسكرية [8 ، 11].



الشكل (I - 11) : ألياف نانوية [8]

I - 4.6. خصائص المواد النانوية:

سوف نلقي الضوء في هذا الجزء على أمثلة من الخواص المختلفة للمواد النانوية ونواحي إنفرادها بسمات وخصال لم تكن معروفة من قبل:

I - 1.4.6. الخواص الميكانيكية: تأتي الخواص الميكانيكية للمادة على رأس الخواص المستفيدة من صغر أحجام الحبيبات، إذ ترتفع صلابتها وكذلك تزيد مقاومتها لمواجهة الجهد والأحمال الواقعة عليها إضافة إلى إكتسابها مزيد من المتانة، وبدأت تستخدم في تصنيع العدد وأدوات القطع والحفر المستخدمة في تقطيع الأجسام شديدة الصلادة، وكذلك في الوصول إلى مكامن زيت النفط وبحيرات المياه الجوفية من خلال التعامل مع صخور الطبقات الجيولوجية عالية الصلادة وذلك بدل من إستخدام مادة ألماس الأسود مرتفع الثمن والذي تنخفض خواصه عن خواص هذه المواد النانوية [13].

I - 2.4.6. النشاط الكيميائي: يزداد النشاط الكيميائي للمواد النانوية لوجود أعداد ضخمة من ذرات المادة على أوجه أسطحها الخارجية، حيث تعمل كمحفزات تتفاعل بقوة مع الغازات السامة، مما يرشحها لأن تؤدي الدور الأهم في الحد من التلوث البيئي، كما تعد خلايا الوقود أحد التطبيقات قليلة التكلفة للمحفزات النانوية، ومن أهم مصادر الطاقة الجديدة والنظيفة [2، 13].

I - 3.4.6. الخواص الفيزيائية: تتأثر قيم درجات إنصهار المادة بتصغير أبعاد حبيباتها، فدرجة إنصهار الذهب في حجمه الطبيعي التي تصل إلى 1064 درجة حرارية تقل إلى 500 درجة بعد تصغير حبيباته إلى نحو 1.35 نانومتر [2، 13].

I - 4.4.6. الخواص البصرية: من المدهش أن لون الذهب الطبيعي (الأصفر الذهبي) يتغير إلى لون شفاف عند تصغير حبيباته إلى أقل من 20 نانومتر، كما تتحول ألوانه من الأخضر إلى البرتقالي ثم الأحمر كلما زاد تصغير أحجام حبيباته، وهذه الخاصية تمكننا من صناعة شاشات عالية الدقة فائقة التباين ونقاء الألوان، مثل شاشات التلفاز والحاسبات والهاتف النقال الحديث [2، 6].

I - 5.4.6. الخواص المغناطيسية: كلما صغرت أحجام حبيبات المواد وتضاعف وجود الذرات على أسطحها الخارجية كلما إزدادت قوة وفاعلية قدراتها المغناطيسية، مما يمكننا من إستخدامها في المولدات الكهربائية الضخمة ومحركات السفن وصناعة أجهزة التحليل فائقة الدقة والتصوير بالرنين المغناطيسي [2، 13].

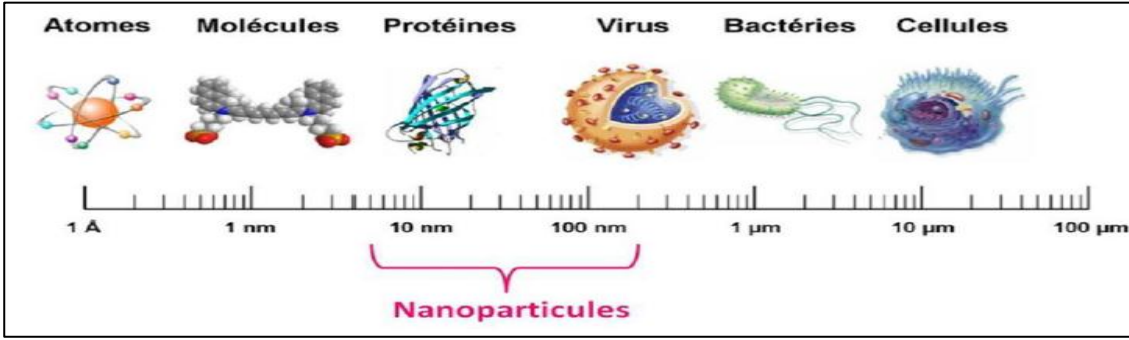
I - 6.4.6. الخواص الكهربائية: يؤدي تصغير أحجام حبيبات المواد إلى أقل من 100 نانومتر إلى زيادة قدراتها على توصيل التيار الكهربائي، ما يمكننا من إستخدام هذه المواد في صناعة أجهزة الحساسات الدقيقة والشرائح الإلكترونية [2، 13].

I - 7.4.6. الخواص البيولوجية: تؤدي هذه الخاصية إلى زيادة قدرة المواد النانوية على نفاذ و إختراق الموانع والحواجز البيولوجية وتحسين التلاؤم والتوافق البيولوجي، مما يسهل وصول الأدوية والعقاقير العلاجية للجزء المصاب عبر الأغشية والأوعية [2].

I - 7. الجسيمات النانوية:

I - 1.7. تعريف الجسيمات النانوية:

عبارة عن تجمع ذري أو جزيئي يتراوح عددها من بضع ذرات (أو جزيئات) إلى مليون ذرة مرتبطة بعضها ببعض بشكل كروي تقريبا له نصف قطر أقل من 100 نانومتر [2، 4]. يستبعد هذا التعريف الكائنات التي يتراوح حجمها الأصغر بين 100 إلى 1000 نانومتر بالمقارنة مع الهياكل العضوية الطبيعية، تتواجد الجسيمات النانوية بشكل أساسي في نطاق الحجم المقابل للبروتينات كما هو موضح في الشكل (I - 12) [1، 4].



الشكل (I - 12): مجموعة من أحجام الجسيمات النانوية مقارنة بأحجام الهياكل الكيميائية والبيولوجية الرئيسية [14]

I - 2.7. تصنيف الجسيمات النانوية:

تصنف الجسيمات النانوية حسب تركيبها الكيميائي إلى جسيمات نانوية عضوية وجسيمات نانوية غير عضوية [1]:

I - 1.2.7. الجسيمات النانوية العضوية: و تضم:

- **الجسيمات الدهنية:** الجسيمات الدهنية (الشحمية) واحدة من أكثر المركبات إستخداما على نطاق واسع لتغليف الحمولات الكيميائية، لقد تم إستكشاف هذه الحاملات لتوصيل الأدوية الجديدة والمستهدفة نظرا لصغر حجمها وهي عبارة على حويصلات كروية الشكل تتكون من طبقة ليبيدية مزدوجة واحدة أو أكثر، تتكون في الغالب من ليبيدات فوسفورية وكوليسترول تكون متجمعة في أنظمة مائية حيث تحتوي الفسفوليبيدات على رأس محب للماء وذيل كاره للماء وهذا يجعلها تشبه إلى حد كبير أغشية الخلايا الحية. الجسيمات الدهنية متوافقة حيوياً ومتعددة الإستخدامات ولها كفاءة حبس جيدة، منها القدرة على تغليف الأدوية المحبة للماء أو المحبة للدهون سمحت لهذه الحويصلات بأن تصبح أنظمة حماية وتوصيل دوائية مفيدة [1].
- **الجسيمات النانوية البوليميرية:** تم تطوير أول جسيمات نانوية بوليميرية بواسطة العالم COUVREUR وآخرون في الثمانينات [4]، وهي جسيمات صلبة نانوية تتكون من بوليمرات طبيعية أو صناعية [1]. يمكن تصنيفها على أنها كريات أو كبسولات نانوية. تتكون الكرات النانوية من مصفوفة بوليمر صلبة قادرة على تغليف الأدوية الكارهة للماء. بينما تحتوي الكبسولات على قلب مائي محب للماء له قابلية لتحميل الحمولات المحبة للماء [6].

• **المذيلات:** تتكون المذيلات من مجموعات أساسية، جزء كاره للماء مجتمعة ومحاطة بها سلاسل بوليميرية محبة للماء، حيث يسمح السطح الخارجي المائي لها بفعالية وتغليف الأدوية الكارهة للماء بأمان لتأمين عبور آمن للمنافذ عبر الجسم مع الجسيمات النانوية الشحمية، أظهرت المذيلات أيضا قابلية حيوية ممتازة في التحكم في الأدوية المغلفة [4].

• **البوليمرات ذات التشعبات:** عبارة عن مجموعة بوليمار متفرغة يتم إنشائها من خلال البلمرة المتعاقبة كما أن لها قابلية ذوبان ممتازة وقد ثبت أنها غير مناعية [6]. تتميز بأنها متناهية في الصغر كروية الشكل ومحبة للدهون أكثر من البوليمرات الخطية حيث يكون لها إحتراق أفضل لغشاء الخلية، لها العديد من التطبيقات الطبية الحيوية والصناعية مثل التشخيص الحيوي، توصيل الأدوية، نواقل للجينات وأيضا في عملية التنقية تستعمل كحاجز للأيونات [1].

I - 2.2.7 . الجسيمات النانوية غير العضوية :

الجسيمات النانوية غير العضوية هي جزيئات غير مصنوعة من الكربون [1]، ومن أمثلتها جزيئات أكسيد المعدن، جسيمات الفضة والذهب، جزيئات الكربون النانوية، النقاط الكمية، جسيمات السيلكا، جسيمات أكسيد الزنك النانوية، الجرافين النانوي والبلورات النانوية شبه موصلة وغيرها [1، 4، 6]. حيث تم تطوير هذه الجسيمات بناء على الدور الأساسي الذي تلعبه خصائصها الفيزيائية الفريدة خاصة في مجال التكنولوجيا الحيوية، هذه الخصائص مرتبطة أساسا بالحجم في مجال أبعاد مقياس النانو وتشمل الخصائص البصرية المغناطيسية، الكهربائية والخصائص التحفيزية [1].

I - 8 . طرق تحضير الجسيمات النانوية: يوجد طريقتين لتحضير الجسيمات النانوية وهي:

I - 1.8 . طرق فيزيائية (من أعلى إلى أسفل Top - Down): هي الطريقة التقليدية للحصول على مواد أدق من المواد الكبيرة حيث يتم تكسير المادة الأصلية (الكبيرة) شيئا فشيئا حتى الوصول إلى الحجم النانوي [15]. ومن التقنيات المستخدمة في هذا الأسلوب الحفر الضوئي، القطع، الكحت و الطحن، الإستئصال الليزري [15، 2]، وقد إستخدمت هذه التقنيات للوصول إلى مركبات إلكترونية مجهرية كشرائح الكمبيوتر وغيرها. أصغر حجم أمكن الوصول إليه في حدود 100 نانومتر ولازال البحث مستمر في الحصول على أحجام أصغر من ذلك [2].

I - 2.8. طرق كيميائية (من أسفل إلى أعلى **Bottom - up**): تبدأ هذه الطريقة بالتجميع الذاتي لجزيئات أو ذرات منفردة كأصغر وحدة، أين تتميز هذه الأخيرة بصغر حجم المادة الناتجة (1 نانومتر) بالإضافة إلى قلة الهدرة للمادة الأصلية والحصول على قوة ترابط بين الجسيمات النانوية الناتجة، فتجمع بعد ذلك في تركيب أكبر فأكبر وغالبا ما يستخدم في ذلك الطرق الكيميائية [2] مثل: الترسيب الكيميائي للبخار CV ، طريقة sol-gel، الإنحلال الحراري بالليزر. و الشكل (I - 13) يوضح طرق تصنيع الجسيمات النانوية.



الشكل (I - 13): طرق تحضير الجسيمات النانوية [4].

I - 9. التقنيات المستخدمة في تشخيص المواد النانوية: [5]

يمكن فحص ودراسة خصائص المواد النانوية و التأكد من تركيبها بإستخدام عدد من الأجهزة والتقنيات

العلمية:

- المجهر الإلكتروني الماسح (SEM).
- المجهر الإلكتروني النافذ (TEM).
- المجهر النفقي الماسح (STM).
- إنعراج الأشعة السينية (XRD).
- مجهر القوة الذرية (AFM).
- مطياف التآلق الضوئي (PL).
- مطياف رامان.

❖ المراجع باللغة العربية:

- [1] ص. اسماء، م.ع. عفاف. (2020). "تحضير تشخيص والفاعلية البيولوجية لجسيمات أكسيد الزنك ZnO النانوية المفعّل بـ TMS EDTA"، مذكرة تخرج لنيل شهادة الماستر أكاديمي في الكيمياء ، جامعة الشهيد حمه لخضر الوادي .
- [2] ح. فريال، م. عبير. (2020). "التكنولوجيا النانوية ومعالجة المحيط، تطبيق الجسيمات النانوية في مجال تنقية المياه" ، مذكرة تخرج لنيل شهادة الماستر أكاديمي في الكيمياء ، جامعة قاصدي مرباح ورقلة.
- [3] ه. سارة. (2013). " تحضير و دراسة الخصائص الفيزيائية للأنايب النانومترية لأكسيد التيتانيوم TiO₂" ، مذكرة مقدمة لنيل شهادة الماجستير في الفيزياء ، جامعة قسنطينة 1.
- [4] ت. سهام، م. نرجس. (2019). " تحضير تشخيص والفاعلية البيولوجية لجسيمات أكسيد الجرافين GO النانوي المفعّل بـ ZnO" ، مذكرة تخ رج لنيل شهادة الماستر أكاديمي في الكيمياء ، جامعة الشهيد حمه لخضر الوادي.
- [5] ر.ا. عبد الله. (2014). "مدخل إلى عالم النانو" ، لندن ، الطبعة الالكترونية الاولى ، ص 23-43.
- [6] خ. شهرزاد، ب. صليحة. (2021). " تأثير مستخلص قشور الرمان Punica geanatum L في تحضير جسيمات MgONPs النانوية" ، مذكرة تخرج لنيل شهادة الماستر أكاديمي في الكيمياء ، جامعة الشهيد حمه لخضر الوادي.
- [7] م.ش. الاسكندراني، "تكنولوجيا النانو من اجل غداً افضل" ، عالم المعرفة ، الكويت ، العدد 374 ، افريل 2010، ص 17-21.
- [8] س. صالح. (2015). " تقنية النانو وعصر علمي جديد" ، مدينة الملك عبد العزيز للعلوم و التقنية KACST ، السعودية ، ص 37-71.
- [9] د. عطا حسن، ه.ح. ابو عمرة. (2018). "مستوى المعرفة بتطبيقات النانو تكنولوجي لدى طلبة كليات التربية تخصص علوم في جامعات غزة واتجاهاتهم نحوها" ، مجلة الجامعة الإسلامية لدارسات التربوية والنفسية ، العدد 1(26) ، فلسطين ، ص 200-229.
- [10] ب.ا. رندا. (2021). "التصنيع الاخضر لجسيمات الشيتوزان النانوية ودراسة تطبيقاته : دراسات سابقة" ، مذكرة تخرج لنيل شهادة ماستر اكاديمي في هندسة كيميائية ، جامعة الشهيد حمه لخضر الوادي.

- [11] س.ع. عبود. (2018). "آفاق استخدام تقنية النانو تكنولوجي وتطبيقاتها" ، مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية-سلسلة العلوم الهندسية ، العدد 3 (40) ، سورية ، ص 107-125.
- [12] ر.ف. احمد السيد. (2012). "تكنولوجيا النانو في مجال المعلومات والاتصالات: الفرص والتحديات" ، مجلة اعلم ، العدد الحادي عشر ، الرياض ، ص 1-42.
- [13] و.ع. شناوة. (2017). "دور المواد النانوية في إعادة تصنيف تكاليف المنتج الصناعي الحديث" ، مجلة كلية مدينة العلم الجامعة ، العدد 2 (9) ، ص 149-176.
- [15] ف.ن. الرفاعي. (2015). "مفاهيم اساسية في تقنية النانو" ، مجلة المعرفة ، كلية العلوم ، جامعة ذي قار ، العراق ، ص 13.

❖ المراجع باللغة الاجنبية :

- [14] M. Redouane, S. Lazhari, L. Samir. (2020). " Synthèse verte de nanoparticules d'argent", Mémoire de Fin d'Études avec l'intention d'obtenir un diplôme MASTER ACADEMIQUE En Pétrochimie , Université Echahid Hamma Lakhdar d'El Oued.

الفصل الثاني :

إصطناع ، تشخيص و دراسة فاعلية مركبات

الفضة النانوية

تمهيد:

يتزايد الطلب على جسيمات الفضة النانوية (Ag - NPs) بكثرة ل يتم إستخدامها في العديد من المجالات مثل مجال الطب، الصيدلة، الشركات، الرعاية الصحية، الأغذية، مستحضرات التجميل وما إلى ذلك نظر لخصائصها المتنوعة (الفيزيائية و الكيميائية والبيولوجية) ولهذا يمكن إستغلالها لأغراض مختلفة و منه تتعدد طرق تحضير Ag - NPs إلى فيزيائية، كيميائية و بيولوجية. سنتطرق في هذا الفصل إلى التعرف على هذه الطرق، و بالأخص الطريقة البيولوجية أو ما تسمى بالإصطناع الحيوي ل Ag - NPs. كذلك طرق التشخيص وتقدير الفاعلية المضادة للبكتيريا [1].

II - 1. عموميات حول جسيمات الفضة النانوية:

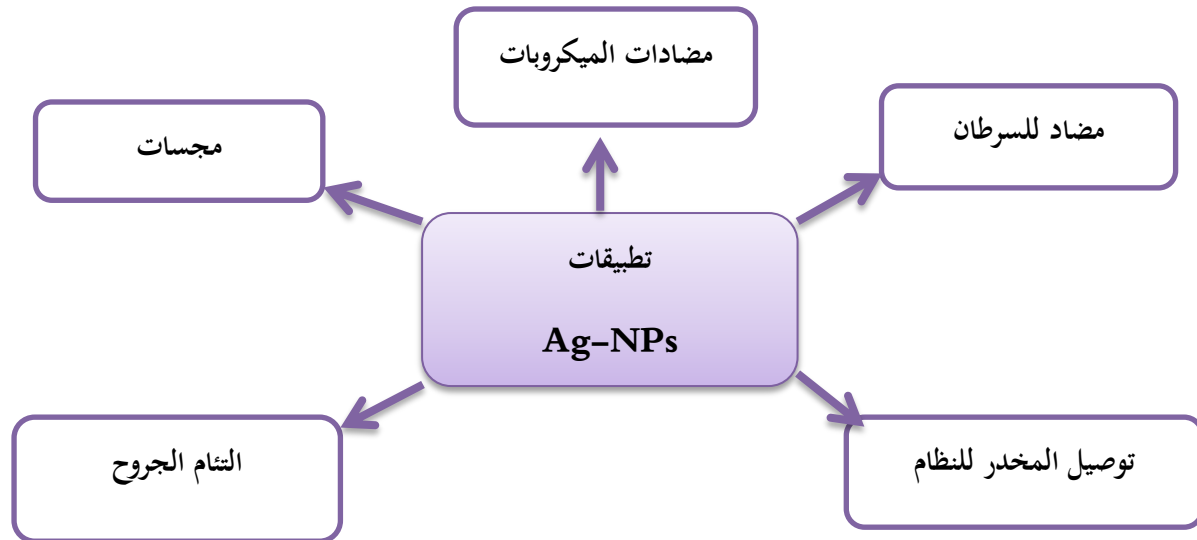
II-1.1. تعريف عنصر الفضة:

هي عنصر يرمز له بالأحرف " Ag " إختصارا للكلمة اللاتينية (Argentum)، ونسبت إلى دولة الأرجنتين (أرض الفضة)، حيث وجدت فيها الفضة بكميات كبيرة، وهي معدن أبيض ويمكن صقله وتلميعه. ويأتي معدن الفضة في المجموعة الإنتقالية رقم II من الجدول الدوري، ورقمها الذري 47، ووزنها الذري 107,868، ويبلغ وزنها النوعي 10.5. تنصهر الفضة عند درجة حرارة 962 درجة مئوية، وتصل إلى مرحلة الغليان عند درجة حرارة 2212 درجة مئوية [2].

II-1.2. إستخدامات جسيمات الفضة النانوية:

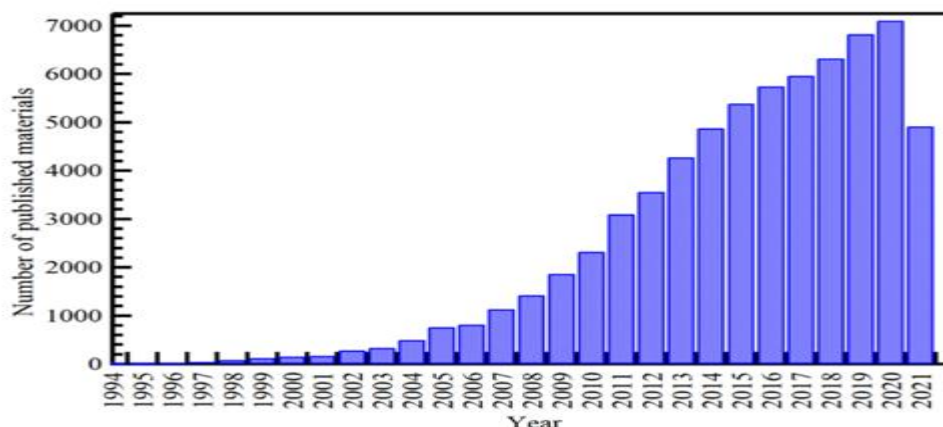
تتمتع Ag - NPs بخصائص فيزيائية وكيميائية وكهربائية فريدة، ولهذا السبب لها العديد من التطبيقات في مجالات مختلفة مثل: في صناعة الطلاءات، الصناعات الدوائية والطبية، أحبار الطباعة في الطابعات الليزرية، التصوير الفوتوغرافي، توصيل الأدوية، الأقمشة النسيجية، التحفيز Catalysis، تصنيع أقطاب الترانزستور ذات الأغشية الرقيقة، أجهزة تخزين البيانات، إلكترونيات ضوئية، معالجة المياه، كما هو موضح في الشكل (II - 1). تستخدم Ag - NPs على نطاق واسع في مجال الطب بسبب إنتشار الأمراض المعدية وظهور مقاومة الأدوية المتعددة في مسببات الأمراض مما يجعل المضادات الحيوية الموجودة غير فعالة [3-4]. يتم إستغلال Ag - NPs في صناعة المستحضرات الصيدلانية بسبب إنخفاض سميتها في خلايا البشر وإستقرارها في درجات حرارة مختلفة.

بسبب هذه التطبيقات المكثفة من Ag - NPs، إكتسب تركيبها الكثير من الإهتمام من الباحثين في جميع أنحاء العالم [5 - 6].



الشكل (II - 1) : إستخدامات جسيمات الفضة النانوية [7]

تزداد المنشورات حول Ag-NPs بمرور الوقت، حيث بدأت في عام 1990 (تقريران) ووصلت إلى 7105 تقريرا في عام 2020، كما هو موضح في الشكل (II - 2).

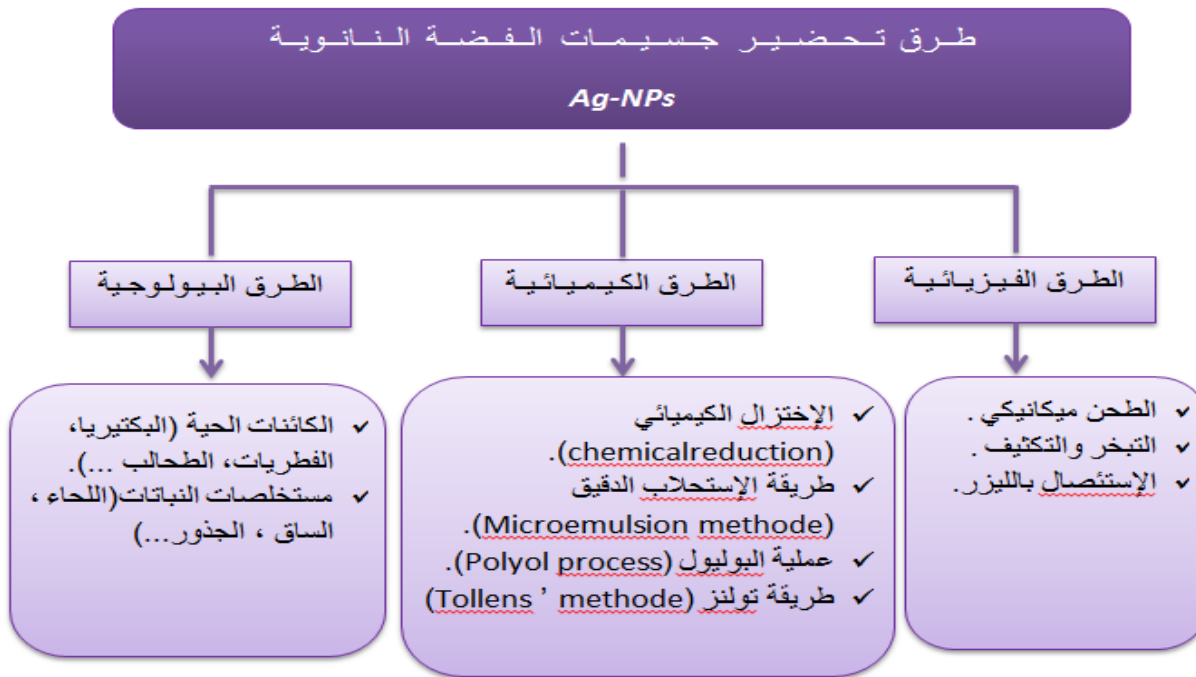


الشكل (II - 2) : توزيع المنشورات مع مرور الوقت على Ag-NPs [8].

II - 2. إصطناع جسيمات الفضة النانوية:

يمكن إصطناع NPs من خلال طريقتين أساسيين، الطريقة الأولى تسمى طريقة " من أعلى إلى أسفل، بما في ذلك تكسير المواد الصلبة الكتلية إلى قطع أصغر عن طريق تطبيق الطاقة الخارجية من التقنيات الفيزيائية والكيميائية والحرارية. الطريقة الثانية، التي تسمى " من الأسفل إلى الأعلى " وتجمع ذرات أو جزيئات الغازات أو السوائل. الطريقة من أعلى إلى أسفل باهضة التكلفة. ومع ذلك، من المستحيل الحصول على أسطح وحواف مثالية بسبب التجاوب والخشونة في NPs، في حين أن الطريقة التصاعديّة تمكن من الحصول على نتائج ممتازة لتصنيع الجسيمات النانوية. بالإضافة إلى ذلك مع الطريقة، لا يتم تشكيل أي نفايات للتخلص منها، ويمكن الحصول على نقاط طاقة أصغر بتحكم أفضل في الأحجام [8].

في ضوء التطبيقات الواسعة لـ Ag - NPs، يصبح تركيبها عاملا بالغ الأهمية. يمكن إستخدام ثلاث طرق مختلفة لتركيب الجسيمات النانوية، وهي الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية. يمكن تصنيف كل طريقة من هذه الطرق بناء على نوع المكون الكيميائي / الفيزيائي / البيولوجي المستخدم في العملية لكل طريقة مزايا و عيوب، فبالنسبة للطرق الكيميائية والفيزيائية المستخدمة لإنتاج Ag - NPs مكلفة، بالإضافة إلى إستخدام مركبات كيميائية سامة. بينما الطرق البيولوجية عمليا خالية من هذه العيوب [9]. و القضية الرئيسية هي التكلفة و قابلية التوسع و حجم الممارسة و توزيع الحجم [10]. في الأبحاث الحديثة، غالبا ما يطلق على الطرق البيولوجية بالإصطناع الحيوي ، والشكل (II - 3) يوضح طرق تحضير Ag-NPs [9].



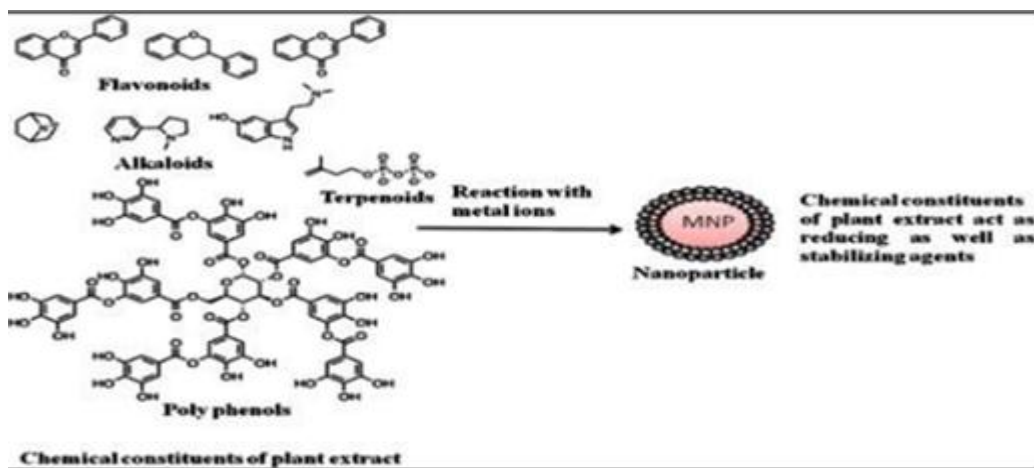
الشكل (II - 3) : مخطط طرق تحضير جسيمات الفضة النانوية.

II-2. 1. الإصطناع الحيوي لجسيمات الفضة النانوية:

يعتمد إستخدام الكائنات الحية الدقيقة (البكتيريا، الفطريات، البوليمرات الحيوية) أو مستخلصات نباتية في تصنيع Ag - NPs وفقا للمخطط العام $Ag^+ \rightarrow Ag$ (1) على فكرة أنها يمكن لكل منها إنتاج مواد كيميائية معينة خلال حياتها. بالإضافة إلى ذلك، هذه الكائنات الحية الدقيقة قادرة على التأثير على حجم و شكل جزيئات الفضة النانوية المكونة من قبل نفسها (أي خارج الإرتباط بطبيعة تلك المنتجات التي يتم تشكيلها في عملية تطورها). على وجه الخصوص، في الفترة الأخيرة من تكوين Ag - NPs، عندما تصل هذه الجسيمات النانوية إلى أحجام كبيرة نسبيا، يمكن للكائنات الحية الدقيقة أن تتدخل لمنع نموها الإضافي. و بتالي، فإن عمل الكائنات الحية الدقيقة في عملية الإصطناع أكثر من تأثير المستخلصات النباتية، من جهة أخرى نجد أن الوقت اللازم للإختزال الكامل لأيونات الفضة يتراوح من 24 ساعة إلى 120 ساعة في حالة الكائنات الحية الدقيقة، بينما يكون وقت إكتمال التفاعل أقل بكثير في حالة النبات، حيث يتراوح من بضع ساعات إلى 48 ساعة كحد أقصى [9].

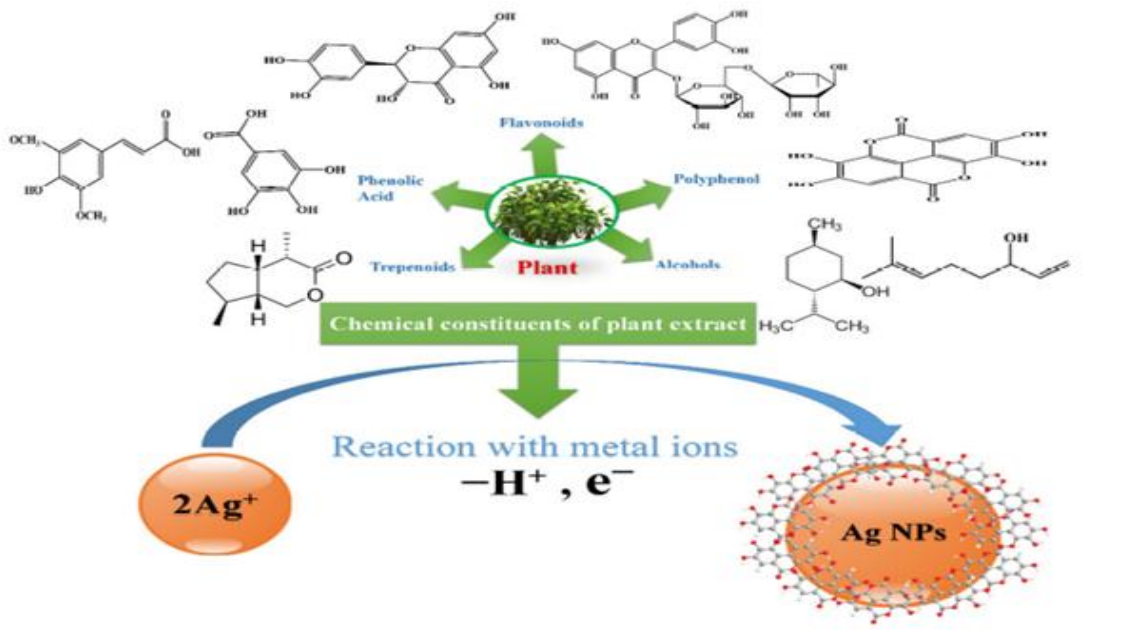
II - 1.1.2 . إصطناع جسيمات الفضة النانوية بواسطة المستخلصات النباتية:

يتم تبني التركيب النباتي لإصطناع Ag - NPs بشكل كبير على عكس التقنيات التي تستخدم الكائنات الحية الدقيقة، لإحتواء الأوراق، والمنتجات الطبيعية، الجذور، البذور والسيقان على جزيئات حيوية مثل مركبات الفلافونيدية، القلويدات، السكريات المتعددة، العفص، التربينويدات، الفينولات و المغذيات وهي مفيدة للبيئة و تساهم بشكل كبير في إصطناع جزيئات الفضة النانوية. لتحل بذلك المستخلصات النباتية محل جميع المركبات الإصطناعية الضارة مثل سترات الصوديوم و بوروهيدريد الصوديوم. و يوضح الشكل (II - 4) مكونات المستخلص النبات الكيميائية المحتملة أنها المسؤولة عن الإصطناع الحيوي للأيونات المعدنية^[8].



الشكل (II - 4): المكونات الكيميائية المحتملة لمستخلص النبات المسؤولة من أجل التخفيض الحيوي للأيونات المعدنية المتوافقة^[11].

على النقيض من البكتيريا والفطريات، فإن الإصطناع الأخضر الذي يستخدم النباتات له جميع الخصائص التي تجعله أسرع، وتظهر الإختبارات الرئيسية أن منهجية الإصطناع يمكن أن تنتج Ag- NPs بسرعة كبيرة. على سبيل المثال، Shankar et al. أظهر أن استخدام أوراق إبرة الراعي يستغرق حوالي تسع ساعات، حيث يصل إلى 90 % إستجابة مقارنة بـ 24 إلى 124 ساعة الحيوية للإستجابات الأخرى التي تم الإعلان عنها من قبل. لذلك، أدى استخدام المستخلصات النباتية في الإصطناع الأخضر إلى إجراء العديد من الفحوصات والدراسات حتى الآن. وقد تبين أن إنشاء MNPs باستخدام المستخلصات النباتية يمكن الإنتهاء منه في جميع المستخلص، الملح المعدني، درجة الحرارة، درجة الحموضة و وقت التلامس. تظهر آلية تحضير Ag-NPs من المستخلصات النباتية في الشكل (II - 5)^[8].

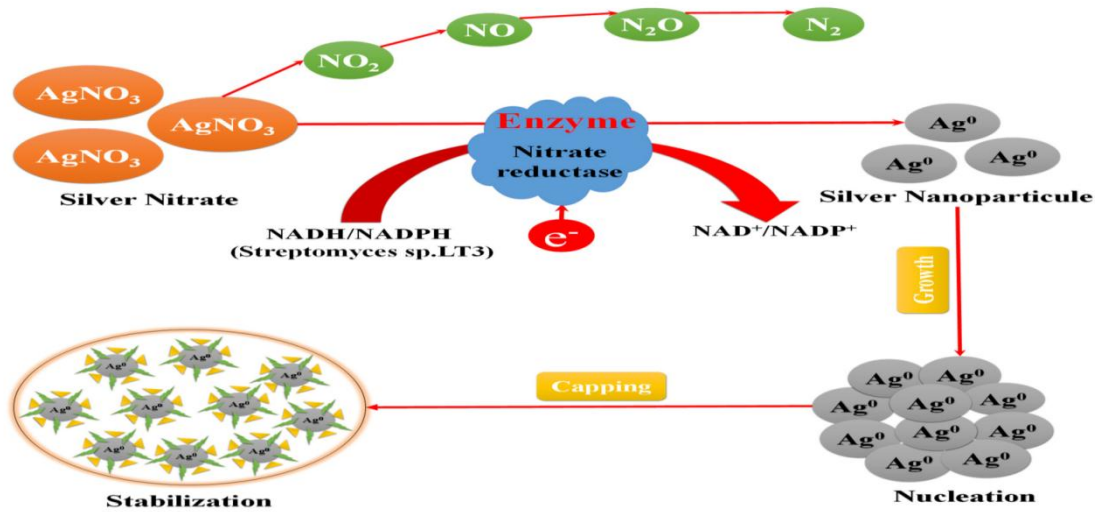


الشكل (II - 5): آلية الإصطناع الخاصة بـ Ag-NPs من مستخلص نباتي. [8]

II-2.1.2. إصطناع جسيمات الفضة النانوية بواسطة الكائنات الحية الدقيقة:

1) البكتيريا:

في الآونة الأخيرة، أظهرت البكتيريا قدرتها على الإصطناع الحيوي لـ Ag-NPs. ويمكن أن يكون إصطناع الجسيمات النانوية خارج الخلية أو داخل الخلايا اعتماداً على الأنواع البكتيرية. هناك حد لتراكم الجسيمات النانوية الذي يمكن للبكتيريا أن تعيش فيه، بعد ذلك، يمكن أن يكون تراكم الجسيمات النانوية ساماً للبكتيريا لأنه يمكن لبعض الكائنات الحية الدقيقة أن تتحمل تركيزات منخفضة للجسيمات المعدنية وتنمو أيضاً في ظل هذه الظروف، وهذا بسبب حمايتها من هذا المعدن. تم عزل أول دليل على إنتاج الجسيمات النانوية الفضية من البكتيريا *Pseudomonas stutzeri* AG259 من منجم الفضة، عندما توضع في محلول نترات الفضة، تنتج جسيمات الفضة النانوية في فضاءها المحيط بالبلازما والتي تكون هرمية الشكل وسداسية الشكل وحجم يصل إلى 200 نانومتر. بالإضافة إلى ذلك، تم استخدام عدد قليل من السلالات البكتيرية (سالبة الجرام أو موجبة الجرام)، على وجه التحديد *A. calcoaceticus*، *B. amyloliquefaciens* و *B. flexus* في كل من الإصطناع الحيوي لـ Ag-NPs. يوضح الشكل (II - 6) الآلية المقترحة لإصطناع الجسيمات النانوية الفضية بواسطة *Streptomyces sp. LT3* التي تتضمن إنزيم إختزال النترات المعتمدة على NADH / NADPH [8].



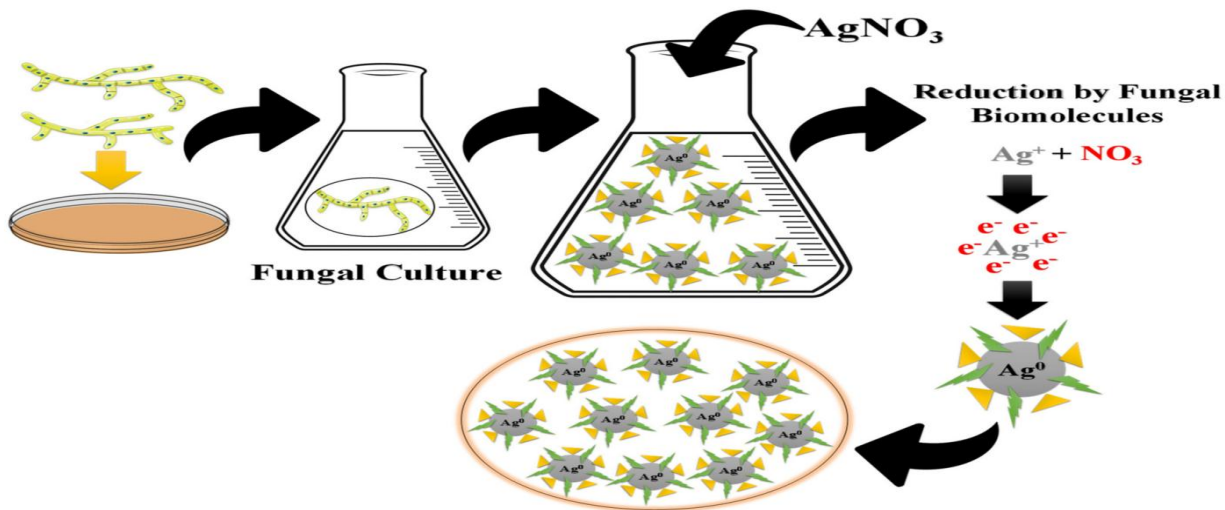
الشكل (II - 6): آلية مقترحة لإصطناع Ag-NPs بواسطة *Streptomyces sp. LT3* التي تتضمن إنزيم

إختزال النترات المعتمدة على NADH/NADPH [8].

2) الفطريات:

تم إستخدام العديد من الفطريات على نطاق واسع في الإصطناع الحيوي للفضة النانوية، وعند مقارنتها بالبكتيريا، تعد الفطريات مصدرا لإنتاج كمية كبيرة من الجسيمات النانوية، لإفرازها كميات أكبر من البروتينات، وبالتالي إنتاجية أعلى للجسيمات النانوية في نهج الإصطناع الحيوي.

آليات الإصطناع تعتمد على إرجاع نترات الفضة إلى جسيمات الفضة النانوية بوجود الإنزيمات الموجودة في الهيكل الفطري، حيث يتم إمتصاص أيونات الفضة أولا على السطح الفطري من خلال التفاعلات مع المجموعات الوظيفية الكيميائية مثل أنيون الكربوكسيل و روابط الكربوكسيل و الببتيد للبروتينات؛ ثم يتم إجراء عملية الإختزال عن طريق تقليل السكر من السكريات الموجودة على الفطريات. من الجوانب السلبية لإستخدام هذه الطريقة في تصنيع Ag-NPs هي بطئها مقارنة بالمستخلصات النباتية. آلية إصطناع جسيمات الفضة النانوية بواسطة الفطريات موضحة في الشكل (II - 7) [8].

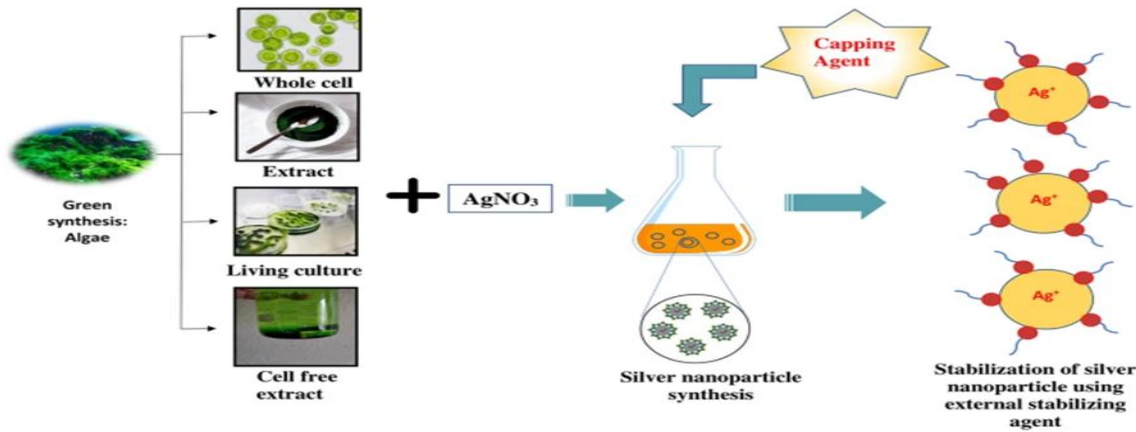


الشكل (II - 7): آليات الإصطناع الحيوي لـ Ag-NPs باستخدام الفطريات [8]

3) الطحالب:

إستغلت الطحالب في صناعة الأغذية والأعلاف ومستحضرات التجميل والأسمدة والمستحضرات الصيدلانية. في الآونة الأخيرة، ركزت الأبحاث على الإصطناع الحيوي للجسيمات النانوية بواسطة الطحالب لسهولة زراعتها فهي قابلة للتطوير ولها نمو سريع ومصدر ممتاز لمركبات الأيض النانوية، ولهذا يتزايد الإهتمام بإصطناع الجسيمات النانوية بواسطة الطحالب بسرعة [12]، حيث يرجع إستخدام الطحالب بشكل أساسي إلى قدرتها العالية على إمتصاص المعادن وتقليل أيونات المعادن، و إنخفاض تكاليف الإنتاج نسبيا، والأهم من ذلك قدرتها على إنتاج الجسيمات النانوية على نطاق واسع [13-14]. ميزة أخرى هي قدرتها على تحمل الظروف الجوية القاسية بشكل أكثر فعالية من الكائنات الحية الدقيقة الأخرى [15]. يمكن إستخدام الكتلة الحيوية الجافة الحية ميزة أخرى إضافية لإستخدام الطحالب هي الوقت اللازم لتكوين جزيئات الفضة النانوية. يتطلب الإصطناع بواسطة الطحالب وقتاً أقل مقارنة بالميكروبات الأخرى. كان الوقت الذي إحتاجته الاشريكية القولونية لتصنيع Ag-NPs حوالي 60 ساعة [16]. بينما ينتج *Caulerpa racemose* جسيمات نانوية 3 ساعات فقط [17]. تحتوي جزيئات الفضة النانوية التي تصنعها الطحالب على مجموعة سطحية محبة للماء مثل الكبريتات، الكربوكسيل و الهيدروكسيل مما يمنحها قابلية تطبيق فريدة. يمكن إستخدامها في العلاج الطبي لأن الطحالب نفسها لا تصنع أي مادة سامة أو ضارة [18]. تم إعتداد سلالات الطحالب مثل *Tetraselmis kochinensis* و *Desmodesmus* و *Scenedesmus* للإصطناع البيولوجي للجسيمات النانوية المعدنية الجديدة. للطحالب القدرة على تحويل المعادن إلى أشكال جديدة ومتغيرة ونظراً لهذه السمات، فقد تم

إستخدام الطحالب لتطوير مجموعة من المواد النانوية. تتميز آلية الإصطناع الحيوي للجسيمات النانوية بواسطة الطحالب بالقدرة على التحكم في أبعاد وتثبيت بنية وتنظيم الجسيمات النانوية عن طريق إحتزال العوامل [19] والجزئيات الحيوية [20] والإنزيمات [21] Merin et al. (2010) صاغ Ag-NPs بإستخدام الطحالب البحرية كعامل إحتزال وإستقرار [22]. تم إستخدام المستقلبات النانوية الناتجة من أنواع الطحالب لتثبيت المعدن الرئيسي وتغطيته وتقليله لتشكيل معدن أو أكسيد فلز أو جسيمات نانوية ثنائية المعدن. من بين مجموعة من الطحالب، تعد الطحالب الحمراء (*Rhodophyceae*) و البنية (*Phaeophyceae*) والأزرق والأخضر (*Cyanophyceae*) والطحالب الخضراء الدقيقة والكبيرة أكثر الطحالب التي تم إستكشافها على نطاق واسع من أجل الإصطناع الحيوي للجسيمات النانوية حتى الآن. تم إستخدام أكثر من 20 نوعا مختلفا من الطحالب الخضراء الدقيقة لتكوين جزئيات الفضة النانوية، وعند تحليلها عبر تقنيات مختلفة (SEM ، XRD ، FTIR ، EDX ، DLS) ، تظهر جميعها سمات فيزيائية و كيميائية مثيرة للإهتمام ومتغيرة [19.23.24] ، على الرغم من وجود العديد من المزايا، إلا أن إنتاج جسيمات الفضة النانوية بإستخدام الطحالب لا يزال محدودا بسبب نقص المعلومات حول الآلية الدقيقة للإصطناع. الشكل (II - 8) يوضح آلية الإصطناع الحيوي ل Ag-NPs بإستخدام الطحالب.



الشكل (II - 8): يوضح آلية الإصطناع الحيوي ل Ag-NPs بإستخدام الطحالب.

II - 2.2. مزايا الطرق البيولوجية لجسيمات الفضة النانوية: [25]

- لا توجد حاجة لإستخدام ضغوط عالية ودرجات حرارة عالية.
- إنخفاض كلفة التحضير نظراً لتوفر معظم المواد.

- الطريقة آمنة لعدم إستخدامها أو إنتاجها مواد سامة أو ضارة بالبيئة.
- سهولة الطريقة حيث لا تحتاج إلى تقنيات معقدة.
- كمية الإنتاج عالية في مدة قصيرة نسبيا.

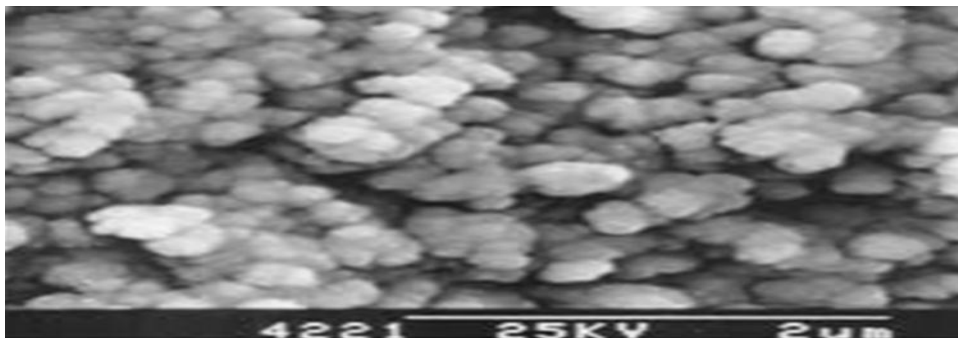
II - 3. طرق تشخيص جسيمات الفضة النانوية:

من بين طرق توصيف الجسيمات النانوية: المجهر الماسح الإلكتروني (SEM) والمجهر النافذ الإلكتروني (TEM)، مجهر القوة الذرية (AFM)، مطيافية الرامان، المجهر الماسح النفقي (STM)، مطيافية إمتصاص الأشعة المرئية وفوق البنفسجية، إنعراج الأشعة السينية (XRD) ومطيافية الأشعة تحت الحمراء بتحويل فورييه (FTIR) [26].

II - 1.3. المجهر الإلكتروني الماسح (SEM):

من أجل معرفة المزيد عن تكنولوجيا النانو و العديد من التقنيات المستخدمة في علوم النانو يتم إستخدام العديد من تقنيات المجاهر الإلكترونية من بينها SEM . SEM هي تقنية في الأساس تستخدم لتحديد مورفولوجيا الجسيمات. كما أن SEM هي طريقة تحليل السطح، بإستخدام SEM نحن قادرون على تحديد حجم الجسيمات وتوزيع حجم الجسيمات، مورفولوجيا السطح وأشكال المواد النانوية. بإستخدام SEM، يمكننا العثور على مورفولوجيا الجسيمات ومن ثم يمكننا إما رسم الرسم البياني أو يمكننا أيضاً حساب عدد الجسيمات يدوياً أو بإستخدام بعض البرامج الأخرى. لتحديد مورفولوجيا مسحوق الفضة وإجراء التحليل الكيميائي يستخدم تكوين SEM مع EDX.

عيب SEM هو أننا مع هذه التقنية لسنا قادرين على تحديد الهيكل الداخلي للجسيم ولكن الميزة هي أن درجة النقاء ودرجة تراكم الجسيمات يمكن تحديدها بإستخدام SEM [1].



الشكل (II - 9): صورة المجهر الإلكتروني الماسح لجسيمات الفضة النانوية [25]

II - 1.1.3. مبدأ عمل المجهر الإلكتروني الماسح:

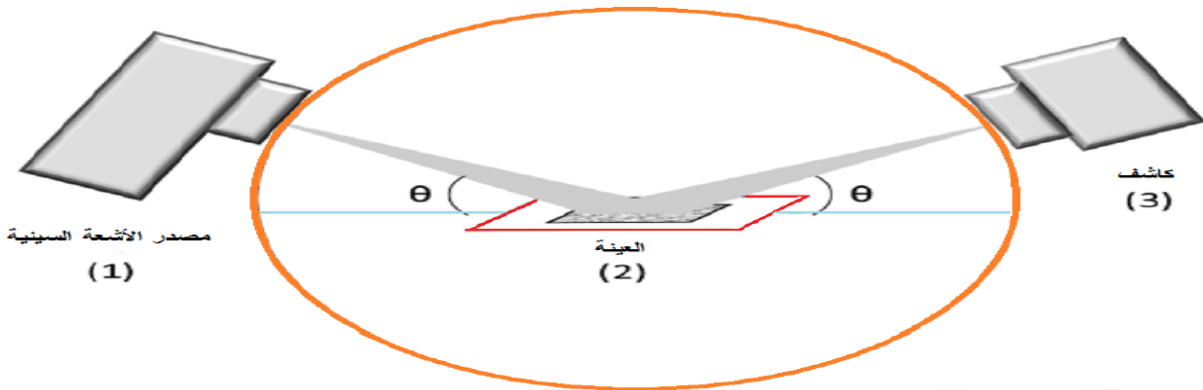
يعد المجهر الإلكتروني الماسح أحد المجاهر الإلكترونية الذي يصور سطح العينة عن طريق مسحها بواسطة أشعة من الإلكترونات عالية الطاقة، بحيث تتفاعل الإلكترونات مع الذرات المكونة لسطح، العينة، فتنشأ عنها إشارات، تتضمن معلومات عن هندسة السطح وتركيبه وخصائص أخرى مثل: التوصيلية الكهربائية وتنشأ هذه الإشارات من شعاع الإلكترونات الذي يصطدم بالعينة، والأسلوب الأكثر شيوعاً في الكشف بالمجهر الإلكتروني الماسح هو التصوير بالإلكترونات الثانوية الذي يلحظ فيه أن المجهر الماسح يستطيع إنتاج صور ذات تحليل عال جداً لسطح العينة، قد تصل إلى حجم يتراوح ما بين 1-5 نانومتراً. إن الصور المجهرية للمجهر الماسح تكون ثلاثية الأبعاد وبذلك تساعد على فهم التركيب السطحي للعينة [27].

II - 2.3. المجهر الإلكتروني النافذ (TEM):

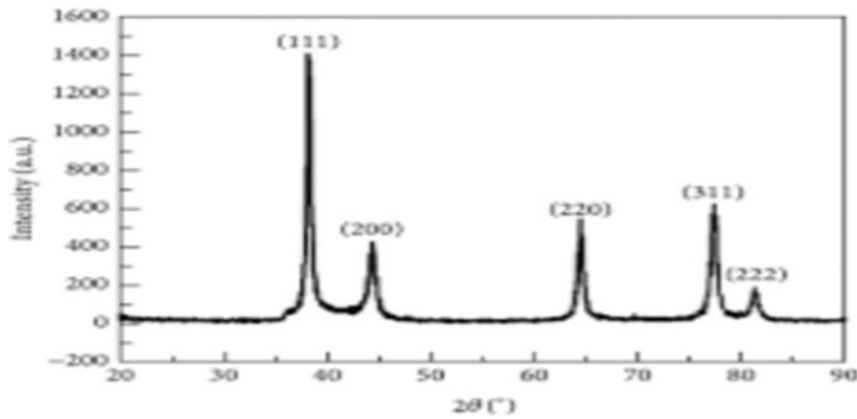
كما في المجهر الإلكتروني الماسح، يستخدم هذا المجهر أيضاً حزمة إلكترونية لفحص العينات. يمتاز هذا المجهر بقدرته على النفاذ إلى داخل العينة وبقوة تكبير قد تصل إلى مليون مرة وبالتالي فحص البنية الداخلية للعينة وكيفية ترتيب الذرات فيها وقياس أبعاد المواد والجسيمات النانوية ويستخدم كذلك في تعيين بعض الخواص الفيزيائية للعينة مثل: نقطة الإنصهار، الصلابة، الإجهادات الداخلية، الموصلية الكهربائية والنشاط الكيميائي [28].

II - 3.3. إنعراج الأشعة السينية (XRD):

جهاز يعتمد على الأشعة السينية لتحديد العناصر الموجودة بالمادة وتحديد التراكيب الدقيقة لذرات وجزيئات البلورات مثل قياس المسافات بين الذرات، كيفية ترتيب الذرات والعيوب البلورية [28].



الشكل (II - 10): رسم تخطيطي يوضح كيفية عمل جهاز إنعراج الأشعة السينية [27].



الشكل (II - 11): طيف إنحراف الأشعة السينية لجسيمات الفضة النانوية [25]

II - 1.3.3. مبدأ عمل جهاز إنعراج الأشعة السينية:

تتكون المواد الصلبة البلورية من مصفوفات منتظمة من الذرات أو الأيونات أو الجزيئات مع تباعد بين الذرات بترتيب $A1$. ويجب أن يكون الطول الموجي للضوء الساقط بنفس ترتيب تباعد الذرات. ولا يحدث إنعكاس الأشعة السينية إلا عند إستيفاء شروط التداخل البناء. ويتمثل مبدأها في تفاعل الأشعة السينية بالدرجة الأولى مع الإلكترونات في الذرة فعندما تصطدم الفوتونات في الأشعة السينية بالإلكترونات، تحيد بعض فوتونات الحزمة الساقطة عن إتجاهها الأصلي. تسمى العملية تبعثر طومسون، وهذه هي الأشعة التي نقيسها في تجارب الإنعراج والتي تقدم لنا معلومات عن التركيب البلوري الذري [27].

II - 2.3.3. قانون براغ (Bragg's law):

يعتمد مبدأ قياس إنعراج الأشعة السينية على قانون براغ (*Bragg's law*) فمن خلال هذا القانون وجد براغ أنه يمكن توضيح موضع الحزم المنعرجة للأشعة السينية بواسطة البلورة بنموذج بسيط ويمكن التعبير عنها بالعلاقة التالية:

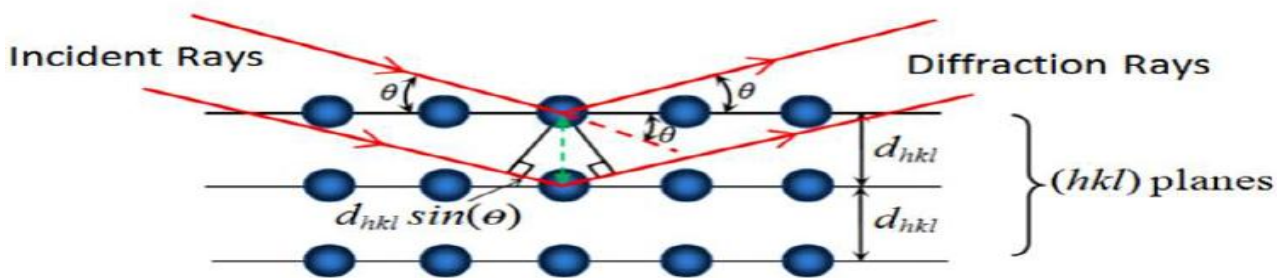
$$n\lambda = 2d_{hkl} \sin\theta$$

d_{hkl} : تمثل المسافة الفاصلة بين عائلة المستويات الذرية المحددة من قبل قرائن ميلر (hkl).

n : عدد صحيح يمثل رتبة الإنعكاس (الإنعراج).

λ : الطول الموجي للأشعة السينية .

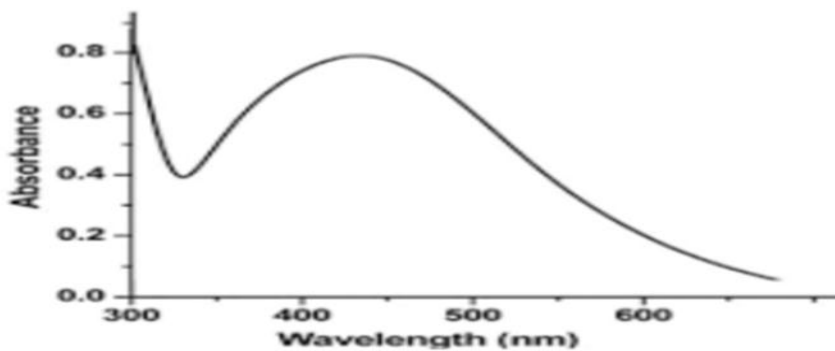
θ : زاوية سقوط الأشعة.



الشكل (II - 12): إنعراج الأشعة السينية في المستويات الذرية [27]

II - 4.3. مطيافية إمتصاص الأشعة المرئية وفوق البنفسجية (UV-vis):

يعتبر التحليل الطيفي للأشعة فوق البنفسجية المرئية تقنية عملية للغاية وموثوقة، حيث يقيم التحليل الطيفي للأشعة فوق البنفسجية المرئية تركيب وإستقرار Ag-NPs و هذا بالعودة للخصائص البصرية المميزة ل Ag-NPs تفاعلية مع أطول موجبة معينة من الضوء [29]. بسبب ظاهرة رنين البلازمون السطحي (SPR)، تُظهر Ag-NPs إمتصاصًا جيدًا في الطيف المرئي، بحد أقصى في حدود 400 - 500 نانومتر حيث تعبر الإهتزازات الجماعية الرنانة للإلكترونات الموصلة على طول الإتجاه العرضي للحقل الكهرومغناطيسي في المنطقة المرئية للأشعة فوق البنفسجية من الطيف عن شكل ودرجة حرارة الجسيمات النانوية، والبيئة الكيميائية المحيطة وثابت العزل الكهربائي للوسيط يؤثران على قوة نطاق SPR وعرض النطاق الترددي [24]. وبهذه الطريقة يعد التحليل الطيفي للأشعة فوق البنفسجية المرئية أداة فعالة لتوصيف حركية بنية Ag-NPs و الإستقرار الغرواني النهائي.



الشكل (II - 13): طيف إمتصاص الأشعة المرئية وفوق البنفسجية لجسيمات الفضة النانوية [25]

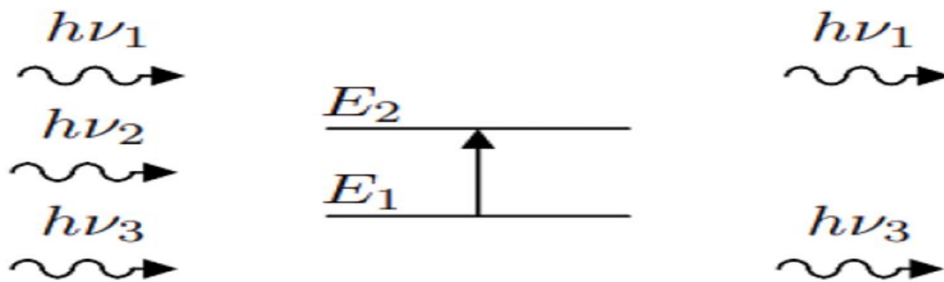
II - 5.3 . مطيافية إمتصاص الأشعة تحت الحمراء (FT-IR) :

تفيد مطيافية الأشعة تحت الحمراء بتحويل فورييه في التعرف على المجاميع الوظيفية أو الفعالة في المركبات الكيميائية، كما يمكن بواسطتها التعرف على المركبات المختلفة، ذلك أن كل مركب له بصمة خاصة به تميزه عن باقي المركبات [26].

II - 1.5.3 . مبدأ مطيافية الأشعة تحت الحمراء [26-27] :

تهتز الجزيئات طبيعياً تبعاً لجميع مخططات إهتزازها ولكن بسعات ضعيفة جداً. إذا كان تواتر الفوتون يوافق تواتر إهتزاز المخططات العادية للجزيء فإن الجزيء سيتجاوب معه ويهتز عندئذ بسعة كبيرة جداً، بعبارة أخرى الفوتون الذي تكون طاقته مساوية للطاقة الضرورية للجزيء حتى يمر من حالة طاقة منخفضة إلى حالة مثارة يمتص وتحول طاقته إلى طاقة الأهتزاز.

الفوتون ذو الطاقة $h\nu_2$ المساوية لطاقة الانتقال $(E_2 - E_1)$ هو وحده الذي يمتص، وبالتالي فإن الفوتون الممتص يحدث خلافاً في الإشعاع المنبعث.



الشكل (II - 14): إمتصاص الأشعة تحت الحمراء [26-27]

يؤدي إمتصاص بعض الفوتونات الواردة إلى ظهور خطوط توافق الفوتونات الممتصة في طيف الأشعة ما تحت الأحمر للجزيء. يميز هذا الإمتصاص الروابط (*bonds*) بين الذرات. بما أن كل مخطط إهتزاز يوافق حركة وحيدة للجزيء فإنه يوجد توافق مباشر بين تواتر الإشعاع الممتص وبنية الجزيء.

أي بمعنى آخر يتم إكتشاف المجموعات الوظيفية عموماً من خلال أو غياب أو وجود نطاقات إمتصاص مسجلة على طيف الأشعة تحت الحمراء، ويعتمد إمتصاص هذه الأشعة تحت الحمراء للمادة على المكونات وعلى أنواع الروابط التي تربطها.

II - 4. الفضة النانوية كمضادة للبكتيريا:

ذكر الله تعالى الفضة في محكم تنزيله في ستة مواضع مختلفة بالتعريف (الفضة)، وبدون التعريف (الفضة) كقوله تعالى: (رُزِيَ لِلنَّاسِ حُبُّ الشَّهَوَاتِ مِنَ النِّسَاءِ وَالْبَنِينَ وَالْقَنَاطِيرِ الْمُقَنْطَرَةِ مِنَ الذَّهَبِ وَالْفِضَّةِ وَالْخَيْلِ الْمُسَوَّمَةِ وَالْأَنْعَامِ وَالْحَرْثِ ذَلِكَ مَتَاعُ الْحَيَاةِ الدُّنْيَا وَاللَّهُ عِنْدَهُ حُسْنُ الْمَاَبِ) (آل عمران:14)، وقوله تعالى: (وَيُطَافُ عَلَيْهِمْ بِآبِيَةٍ مِنْ فِضَّةٍ وَأَكْوَابٍ كَانَتْ قَوَارِيرَ) (الإنسان:15)، لقد خصَّ الله سبحانه وتعالى في هذا الموضوع أهل الجنة بأكواب الفضة. ثم في موضع آخر من نفس السورة يقول تعالى: (عَلَيْهِمْ ثِيَابٌ سُنْدُسٍ خُضْرٌ وَإِسْتَبْرَقٌ وَخُلُوعًا أَسَاوِرَ مِنْ فِضَّةٍ وَسَقَاهُمْ رَبُّهُمْ شَرَابًا طَهُورًا) (الإنسان:21)، وهنا إشارة لطيفة تربط بين أكواب الفضة والشرب الطهور، وتؤكد هذه الإشارة وتصدقها البحوث العلمية الحديثة التي أُحرِيت على معدن الفضة. وكشفت هذه الدراسات أن الفضة من أنجع الوسائل لمكافحة البكتريا والجراثيم [2].

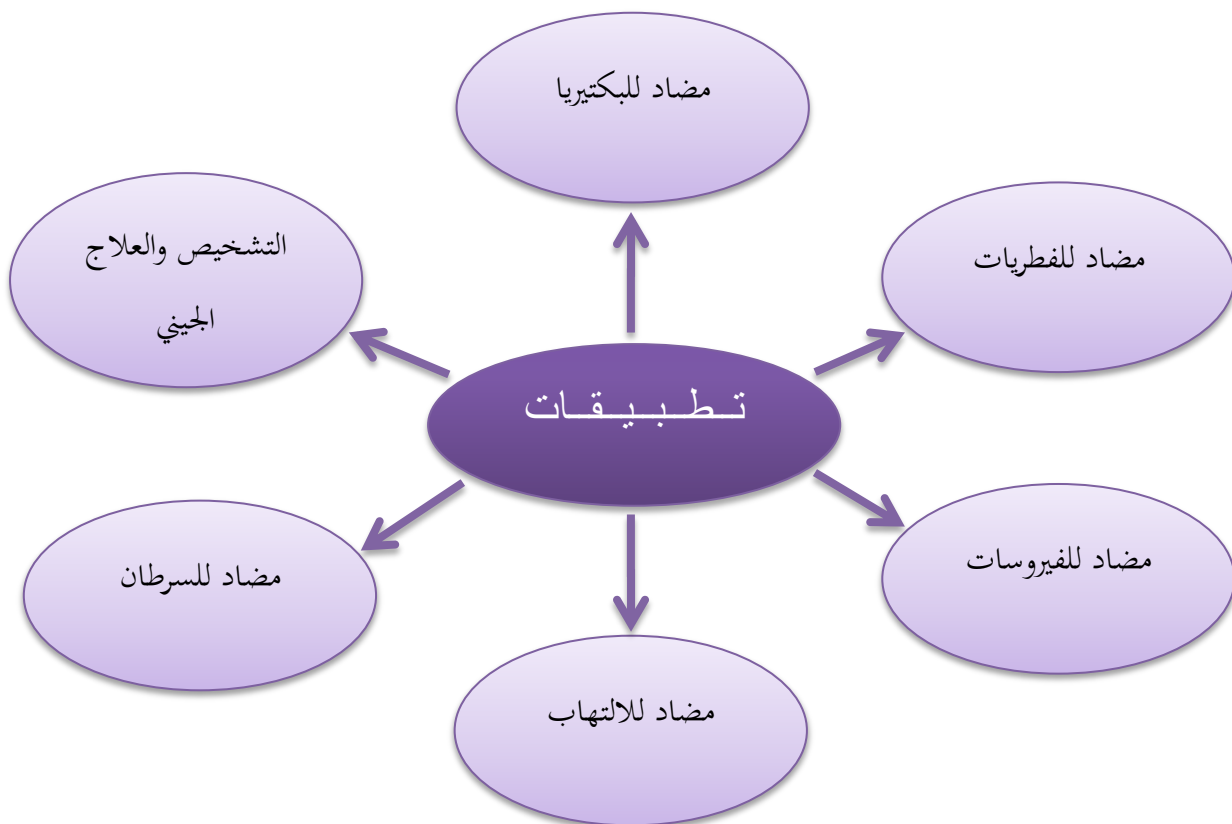
II - 1.4. تاريخ فاعلية الفضة النانوية كمضادة للبكتيريا:

إستخدمت الفضة منذ القدم في مكافحة البكتيريا نظرًا لقدرتها على قتل الكائنات الدقيقة والطحالب. وقد إستخدمها المسلمون في تنقية الماء، حيث قاموا بوضع الماء في القرب المصنوعة من جلد الشاة، حتى إمتلأ ما يقرب من ثلاثة أرباعها وظل الباقي هواء، ثم وضعوا في الماء قطعًا معدنية من عملات الفضة لتتهتز القربة أثناء الرحلات الطويلة فتحتك القطع ببعضها البعض، مما يؤدي إلى ذوبان جزء بسيط من الفضة في الماء في صورة مسحوق ناعم جدًا يكون وسيلة في قتل البكتيريا وتطهير الماء.

في العصر الحديث بعد ظهور علم النانو، حظيت المواد ذات البنية النانو مترية على تركيز مكثف من الباحثين - خاصة في العقود الأخيرة - بسبب إعتقاد خصائصها الفيزيائية و الكيميائية الفريدة على حجمها. وتعتبر تقنية النانو فضة، بمثابة فتح طبي جديد، إذ تستطيع الفضة المصنعة عند هذا الحجم الصغير للغاية، أن تقضي على أكثر من 630 نوعًا من البكتيريا بتحطيم جدران الخلية البكتيرية، وعلى العديد من الفطريات والفيروسات، و إستخدمت على نطاق واسع في علاج الأمراض السريرية وجروح الحروق الموضعية، كما تستخدم هذه المادة في تعقيم أدوات الجراحة أيضًا. وهناك دراسة علمية نشرت في مجلة تقنية النانو الأمريكية عام 2005، أجراها باحثون من جامعتي تكساس ومكسيكو الأمريكيتين، تؤكد على أن النانو فضة عند مقياس 1 - 10 نانومتر، قادرة على القضاء على أحد أخطر الفيروسات على صحة الإنسان، ألا وهو فيروس الإيدز (HIV-1). وطبقا لما جاء في البحث المشار إليه، فإن الفضة النانوية قضت على % 100 من فيروسات الإيدز خلال ثلاث ساعات فقط من بدء التجربة عند درجة حرارة 37 C°، أي درجة حرارة جسم الإنسان [2].

II - 2.4 . التطبيقات الحيوية لجزيئات الفضة النانوية:

تم إستخدام الفضة على نطاق واسع منذ 5000 سنة الماضية لطبيعتها المضادة للبكتيريا. يفضل Ag كجسيمات نانوية لسبب إحتوائه على خاصية مضادة للجراثيم وغير سامة للبشر. بصرف النظر عن نشاطه المضاد للبكتيريا، $Ag-NPs$ تستخدم على نطاق واسع لأغراض أخرى مثل نشاطهم المضاد للفيروسات، مضاد للفطريات، مضاد لتولد الأوعية، مستحضرات التجميل، معالجة المياه، والرعاية الصحية، ومضادات الأكسدة، و الإستشعار البيولوجي، المضادة للإلتهابات. كما موضح في الشكل (II - 15) [1].

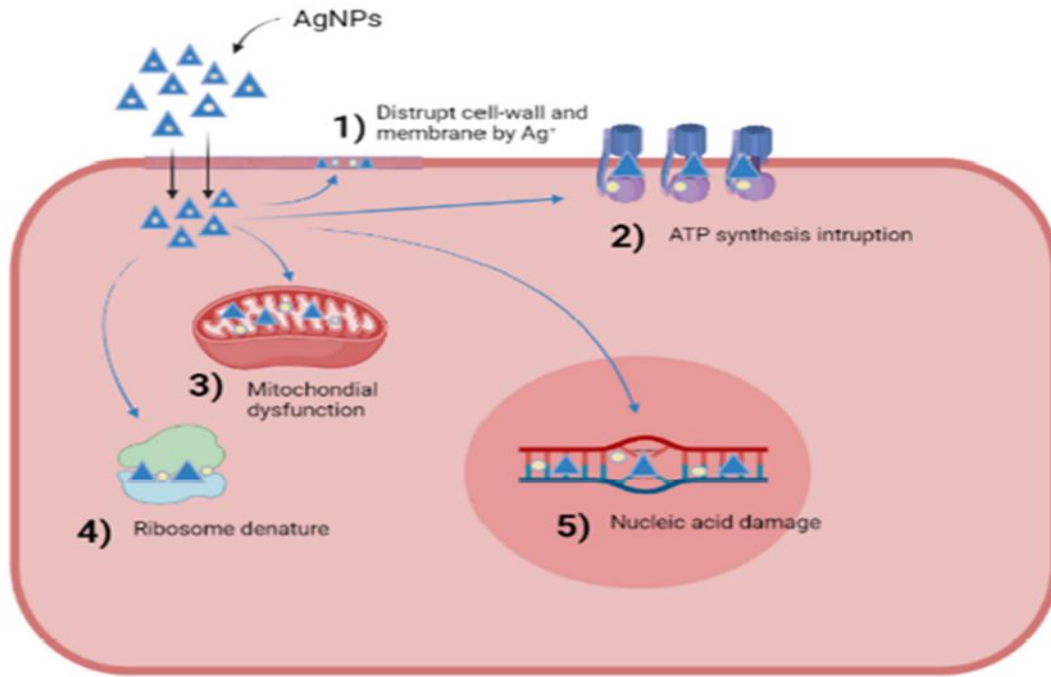


الشكل (II - 15): تطبيقات $Ag-NPs$ [1]

II - 3.4 . آلية فاعلية الفضة النانوية كمضادة للبكتيريا:

بعد ربط $Ag-NPs$ بسطح الخلية، تتراكم في حفر جدار الخلية، مما يؤدي إلى إضطراب غشاء الخلية [31]. وبالمثل، تعطل $Ag-NPs$ أيضا نقل الإشارة البكتيرية عن طريق بقايا التيروزين dephosphorylate على ركائز البيبتيد، مما يؤدي إلى إنهاء تكاثر الخلايا و الإستماتة [32]. يعتمد التأثير المضاد للبكتيريا ل $Ag-NPs$ أيضا على حالة إنحلال $Ag-NPs$ في وسط التعرض. العوامل التركيبية

والمعالجة، مثل خصائص Ag-NPs الجوهريّة (الشكل والحجم وعامل السد) والوسائط المحيطة (المكونات العضوية وغير العضوية)، تؤثر بشكل مباشر على فاعلية Ag-NPs . قد يقلل الجدار الخلوي السميك للبكتيريا موجبة الجرام من تغلغل Ag-NPs في خلاياها؛ هذا هو السبب في أن البكتيريا سالبة الجرام أكثر عرضة لـ Ag-NPs . يحمي تكوين الأغشية الحيوية في البيئة الفموية البكتيريا من Ag^0 و Ag-NPs من خلال إعاقة نقلها. يتم تحديد التوافر الحيوي والتنقل لـ Ag-NPs في البيوفيلم من خلال معاملات إنتشار Ag-NPs. إيفان سوندي (2004) درس أيضًا أنشطة المبيدات الحيوية لـ Ag-NPs ضد E. coli و أكدت تكوين " الحفرة " في جدار الخلية لهذا النموذج من البكتيريا سالبة الجرام. حدثت زيادة ملحوظة في النفاذية بسبب تراكم Ag-NPs في الغشاء البكتيري، مما أدى إلى موت الخلية [33].



الشكل (II-16): آلية العمل المضادة للبكتيريا لـ (Ag-NPs) : (1) تعطيل جدار الخلية و الغشاء بواسطة أيونات الفضة المنبعثة من Ag-NPs ؛ (2) Ag-NPs تثبيط اصطناع ATP ؛ (3) الخلل الوظيفي في الميتوكوندريا الناجم عن Ag^+ المنطلق من Ag-NPs ؛ (4) تحلل الريبوسوم بواسطة Ag-NPs ؛ (5) تتسبب Ag-NPs في إتلاف الحمض النووي من خلال دمج Ag^+ . [34]

II- 4.4-4. عموميات حول البكتيريا:

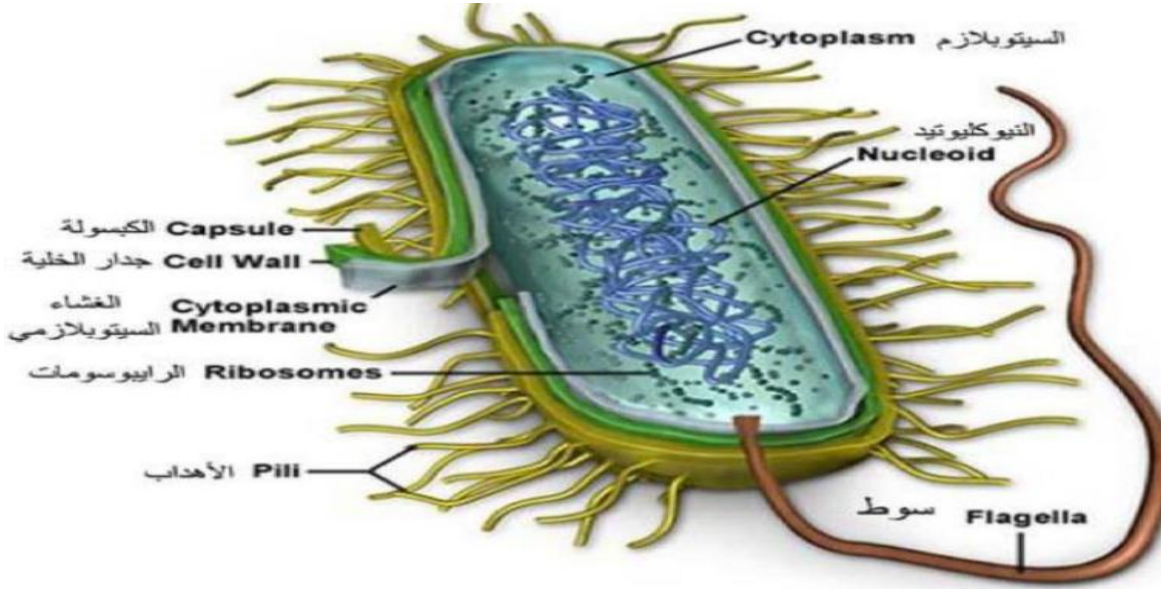
II- 1.4.4- تعريفها:

البكتيريا كائنات دقيقة لا ترى إلا بالمجهر الإلكتروني ($10^6 \times$) أو المجهر الضوئي ($10^3 \times$) توجد البكتيريا في كل مكان، في التربة و في الهواء و في الماء، و على جسم الإنسان و داخل قنواته الهضمية، و جهازه التنفسي [36-35].

تستطيع البكتيريا العيش لأعوام طويلة متحملة جميع الأحوال غير الملائمة من إرتفاع درجة الحرارة أو إنخفاضها أو غير ذلك من الظروف القاسية، وعند تحسن الظروف البيئية المحيطة تتخلص الجرثومة من الغشاء السميك وترجع إلى سابق عهدها [37-35].

II- 2.4.4- بنيتها:

تتميز بنية البكتيريا بالبساطة حيث تتركب من الكبسولة التي هي عبارة عن طبقة هلامية خارجية تكون غلافا حول الخلية من مادة تشبه الجلي وتغطي الجدار الخلوي، وتقوم المحفظة بحماية الخلية البكتيرية من الظروف البيئية غير المناسبة مثل الجفاف، تحاط الخلية البكتيرية بجدار يعطي لها شكلا ثابتا يقوم بحماية محتوياتها الداخلية، ويلعب جدار الخلية البكتيرية دورا هاما في تقسيمها إلى نوعين، وجدار آخر هو غشاء رقيق جدا يقع تحت جدار الخلية ويغلف السيتوبلازم ويتراوح سمكه من 1 إلى 2 ملي ميكرون ويمتاز بخاصية " النفاذية الإختبارية " حيث يسمح بمرور الماء وبعض المواد الغذائية اللازمة للنمو والنشاط والحيوية دون مواد أخرى، يقوم هذا الغشاء ببعض العمليات الحيوية لتحطيم المواد السكرية لإنتاج الطاقة، ويوجد داخل الجدار السيتوبلازم ويتكون السيتوبلازم من خليط معقد من مواد، و لا تحتوي الخلية البكتيرية على نواة ويوجد أيضا أعضاء الحركة في البكتيريا وتعرف بالسواط بأنها زوائد خيطية رفيعة جدا وطويلة، وتتصف الخلية التي تحتوي على أسواط بأنها متحركة والتي لا تحتوي على أسواط توصف بأنها غير متحركة [40-38].

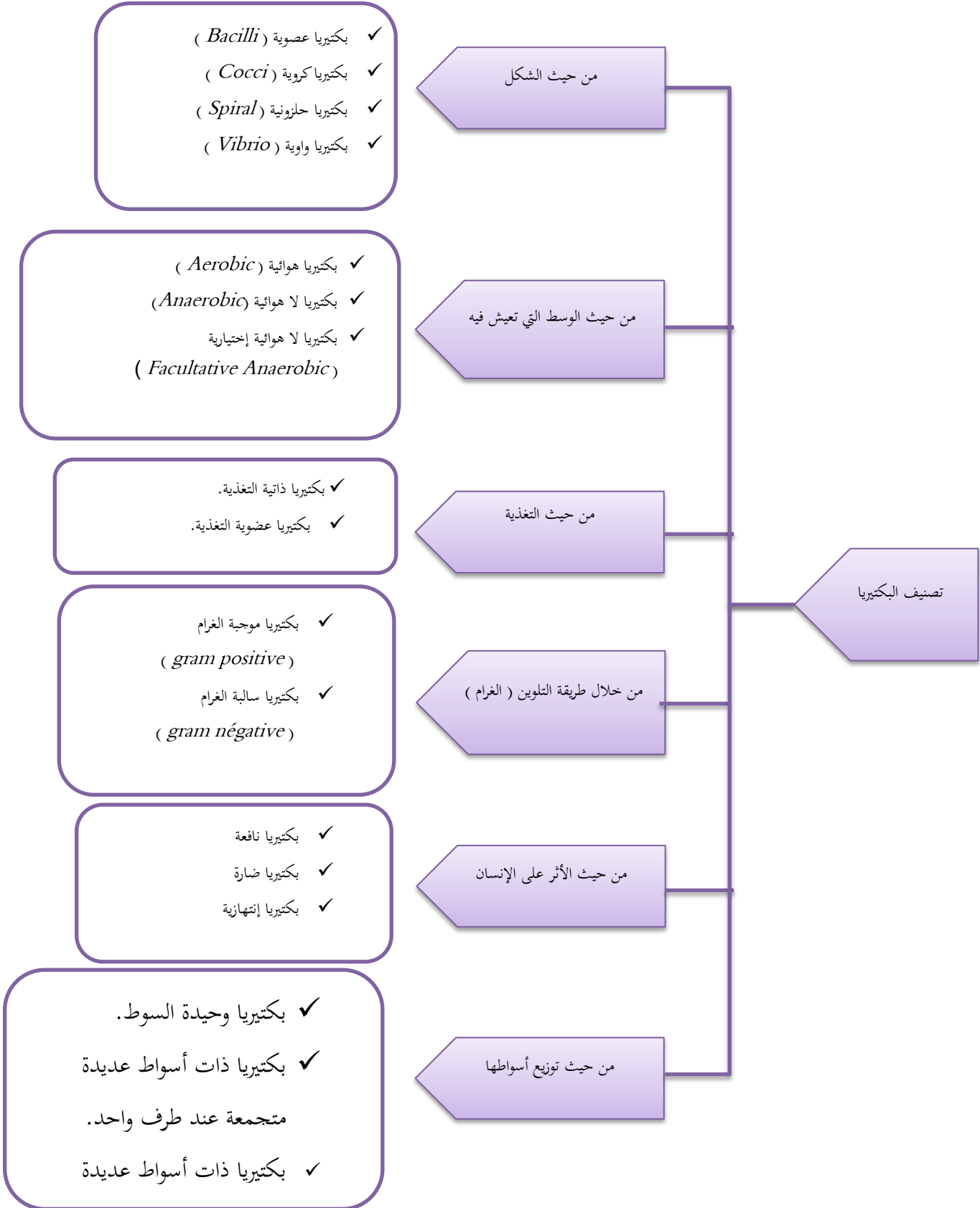


الشكل (II - 17) : رسم تخطيطي يوضح التركيب العام للبكتيريا [36-38]

II-3.4.4. خصائصها: [35,38,41]

- ✓ كائنات دقيقة مجهرية بدائية النوى.
- ✓ البكتيريا كائنات دقيقة الحجم يتراوح حجمها بين 2 - 3 ميكرون.
- ✓ تحتوي الخلية البكتيرية على غلاف قاس، متماسك، متمم للبكتيريا، وهو المسؤول عن حماية شكل الخلية من الإضطرابات الناتجة عن تأثير الضغط الخارجي كالأجسام الغريبة، وهناك أنواع أخرى تحتوي على حافظة خارجية حول غلاف يدعى (Capsule).
- ✓ درجة الحرارة المناسبة لنمو البكتيريا تتراوح بين 37 - 45 م° بحيث يمكنها التكاثر خلال مدة وجيزة إلى أعداد كبيرة.
- ✓ تتميز البكتيريا ببساطة التركيب إذ تتركب من جدار وغشاء خلويين يحيطان بالسيتوبلازم الذي يحوي كروموزوما حلقيا واحدا DNA و لا يحتوي على بروتين الهستون وقد يحتوي على واحد أو أكثر من جزيئات DNA على شكل دوائر صغيرة تسمى البلازميدات وتتكاثر بصورة مستقلة عن الكروموزوم و الرابوزامات وبعض الأجسام التخزينية.

II - 4.4.4. تصنيف البكتيريا :



الشكل (II - 18) : تصنيف البكتيريا [38-40]

II – 5.4. طرق تقدير الفاعلية المضادة للبكتيريا:

يتم تقدير الفاعلية المضادة للبكتيريا بعدة طرق منها: طريقة تثبيط النمو *Growth Inhibition Assay* ، طريقة الإنتشار على الأقراص [42].

ومن أهم طرق تقدير الفاعلية المضادة للبكتيريا وأكثرها إستعمالا طريقة الإنتشار على الأقراص ويتم إنجازها وفق الخطوات التالية: [43]

✓ تحضير عدة تراكيز مختلفة للعينة المدروسة .

✓ تحضير الأقراص:

يتم قص ورق الترشيح (واتمان رقم 3) إلى أقراص بقطر 6 mm، ثم توضع في أنبوب إختبار للتعقيم داخل الفرن في درجة حرارة عالية لمدة زمنية قدرها 45 دقيقة.

✓ تشبيع الأقراص بالعينة المدروسة:

بعد تعقيم الأقراص توضع في علب بتري وتشبع بـ 10µl من المستخلصات المحضرة، تترك لمدة 10

min قبل وضعها على الوسط الزراعي.

✓ تحضير وسط الزرع:

يتم تحضير وسط الزرع بتسخين المحلول الغلوكوزي *Muller Hinton* في حمام مائي درجة حرارته 85°C، بعدها يسكب بكميات محددة في علب بتري معقمة بسلك موحد 5mm، وتترك تبرد حتى تتجانس وتتماسك، ثم تخفف في فرن لإزالة الرطوبة المتبقية.

✓ تحضير المعلق البكتيري:

باستخدام العود القطني يتم أخذ الجذمة بكتيرية، و وضعها في أنبوب إختبار يحوي على 3ml من الماء الفيزيولوجي المعقم ثم يرج جيدا حتى يتجانس المحلول بوجود موقد بنسن لتجنب إتلاف الوسط من البكتيريا، ثم يتم زرع نوع بكتيري في علب بتري حيث يتم مسح بالعود القطني وتوزيع البكتيريا على مستوى السطح بشكل منتظم.

✓ طريقة الزرع:

بعد مرور 15min يتم غمس الماسح القطني المعقم في المعلق البكتيري بعدما يجري التخلص من

الكميات المعلق بضغط الماسح القطني بقوة بجدران أنبوب الإختبار من الداخل، ثم يمسح به على كامل الوسط

الزراعي الجاف بشكل خطوط متلاصقة مع تدوير طبق بتري بزاوية 60 % في كل مرة، نقوم بنفس العملية مع كل السلالات البكتيرية، يتم نزع الزائد منه بواسطة ملقط.

✓ وضع الأقراص:

نأخذ الأقراص المشبعة بالعينة المدروسة بتراكيز مختلفة وتوضع على الوسط الزراعي داخل علب بتري معقمة المحضرة سابقا، نترك العلب لمدة 20 min على سطح طاولة المخبر.

✓ عملية الحضان :

بعد الانتهاء من عملية وضع الأقراص توضع أطباق بتري بشكل مقلوب في الحاضنة تحت درجة حرارة 37 C^0 لمدة 24 ساعة . بعد مرور 24 ساعة من الحضان تتم قياس قطر منطقة التشييط (المنطقة التي لم تنمو فيها السلالات البكتيرية).

❖ المراجع باللغة الاجنبية :

- [1]. Panja, A., Mishra, A.K., Dash, M., Pandey, N.K, Singh, S.K., & Kumar, B. (2021). Silver Nanoparticles – A Review. Eurasian Journal of Medicine and Oncology, 5(2), 95–102.
- [3]. Xu, L., Wang, Y. Y., Huang, J., Chen, C. Y., Wang, Z. X., & Xie, H. (2020). Silver nanoparticles: Synthesis, medical applications and biosafety. Theranostics, 10(20), 8996.
- [4]. Majeed, H. M., & Wadee, S. A. (2019). Antibacterial activity and mechanism of nickel nanoparticles against multidrug resistant pseudomonas aeruginosa. Ann Trop Med Public Health, 22, 1469-1487.
- [5]. Haider, A., & Kang, I. K. (2015). Preparation of silver nanoparticles and their industrial and biomedical applications: a comprehensive review. Advances in materials science and engineering.
- [6]. Mathur, P., Jha, S., Ramteke, S., & Jain, N. K. (2018). Pharmaceutical aspects of silver nanoparticles. Artificial cells, nanomedicine, and biotechnology, 46(sup1), 115–126.
- [7]. Chugh, D., Viswamalya, V. S., & Das, B. (2021). Green synthesis of silver nanoparticles with algae and the importance of capping agents in the process. Journal of Genetic Engineering and Biotechnology, 19(1), 1–21.

- [8]. Bouafia, A., Laouini, S. E., Ahmed, A. S., Soldatov, A. V., Algarni, H., Feng Chong, K., & Ali, G. A. (2021). The Recent Progress on Silver Nanoparticles: Synthesis and Electronic Applications. *Nanomaterials*, 11(9), 2318.
- [9]. Mikhailov, O. V., & Mikhailova, E. O. (2019). Elemental silver nanoparticles: Biosynthesis and bio applications. *Materials*, 12(19), 3177.
- [10]. Vladoiu, R., Ion, R. M., Teodorescu, S., Stirbescu, R. M., & Dulama, I. D. (2019). SILVER NANOPARTICLES BIOSYNTHESIS IN CROP EXTRACTS. *Journal of Science and Arts*, 19(3), 723–732.
- [11]. Amal, J., & Mussa, A. (2015). Biosynthesis of Silver Nanoparticles Using Plant Leaf Extracts of *Mentha spicata* and Study of Biological Activities . A Thesis Submitted to the Council of College of Science at University of Kerbala in Partial Fulfillment of the Requirements for the Master Degree in Biology.
- [12]. Chaudhary, R., Nawaz, K., Khan, A. K., Hano, C., Abbasi, B. H., & Anjum, S. (2020). An overview of the algae-mediated biosynthesis of nanoparticles and their biomedical applications. *Biomolecules*, 10(11), 1498.
- [13]. Singh, I., & Singh, S. (2019). Study of algal mediated biosynthesis of nanoparticle: future of green nanotechnology. *Current Life Sciences*, 5(1), 7–14.

- [14]. Rajkumar, R., Ezhumalai, G., & Gnanadesigan, M. (2021). A green approach for the synthesis of silver nanoparticles by *Chlorella vulgaris* and its application in photocatalytic dye degradation activity. *Environmental Technology & Innovation*, 21, 101282.
- [15]. Khan, A.U., Khan, M., Malik, N., Cho, M.H., & Khan M.M. (2019). Recent progress of algae and blue-green algae-assisted synthesis of gold nanoparticles for various applications. *Bioprocess Biosyst Eng* 42(1):1–15.
- [16]. Baltazar-Encarnación, E., Escárcega-González, C. E., Vasto-Anzaldo, X. G., Cantú-Cárdenas, M. E., & Morones-Ramírez, J. R. (2019). Silver nanoparticles synthesized through green methods using *Escherichia coli* top 10 (Ec-Ts) growth culture medium exhibit antimicrobial properties against nongrowing bacterial strains. *Journal of Nanomaterials*, 2019.
- [17]. Kathiraven, T., Sundaramanickam, A., Shanmugam, N., & Balasubramanian, T. (2015). Green synthesis of silver nanoparticles using marine algae *Caulerpa racemosa* and their antibacterial activity against some human pathogens. *Applied Nanoscience*, 5(4), 499–504.
- [18]. Rahman, A., Kumar, S., & Nawaz, T. (2020). *Biosynthesis of Nanomaterials Using Algae. Microalgae Cultivation Biofuels Prod Elsevier Inc.*

- [19]. Jena, J., Pradhan, N., Nayak, R. R., Dash, B. P., Sukla, L. B., Panda, P. K., & Mishra, B. K. (2014). Microalga *Scenedesmus* sp.: a potential low-cost green machine for silver nanoparticle synthesis. *Journal of Microbiology and Biotechnology*, 24(4), 522-533.
- [20]. Öztürk, B. Y. (2019). Intracellular and extracellular green synthesis of silver nanoparticles using *Desmodesmus* sp.: their Antibacterial and antifungal effects. *Caryologia*, 72(1), 29-43.
- [21]. Senapati, S., Syed, A., Moez, S., Kumar, A., & Ahmad, A. (2012). Intracellular synthesis of gold nanoparticles using alga *Tetraselmis kochinensis*. *Materials Letters*, 79, 116-118.
- [22]. Merin, D. D., Prakash, S., & Bhimba, B. V. (2010). Antibacterial screening of silver nanoparticles synthesized by marine micro algae. *Asian Pacific journal of tropical Medicine*, 3(10), 797-799.
- [23]. Sinha, S. N., Paul, D., Halder, N., Sengupta, D., & Patra, S. K. (2015). Green synthesis of silver nanoparticles using fresh water green alga *Pithophora oedogonia* (Mont.) Wittrock and evaluation of their antibacterial activity. *Applied Nanoscience*, 5(6), 703-709.
- [24]. Khanna, P., Kaur, A., & Goyal, D. (2019). Algae-based metallic nanoparticles: Synthesis, characterization and applications. *Journal of microbiological methods*, 163, 105656.

- [29]. Zhang, X. F., Liu, Z. G., Shen, W., & Gurunathan, S. (2016). Silver nanoparticles: synthesis, characterization, properties, applications, and therapeutic approaches. *International journal of molecular sciences*, 17(9), 1534.
- [30]. Vijayaraghavan, K., & Ashokkumar, T. (2017). Plant-mediated biosynthesis of metallic nanoparticles: a review of literature, factors affecting synthesis, characterization techniques and applications. *Journal of environmental chemical engineering*, 5(5), 4866–4883.
- [31]. Liao, C., Li, Y., & Tjong, S. C. (2019). Bactericidal and cytotoxic properties of silver nanoparticles. *International journal of molecular sciences*, 20(2), 449.
- [32]. Li, L., Li, L., Zhou, X., Yu, Y., Li, Z., Zuo, D., & Wu, Y. (2019). Silver nanoparticles induce protective autophagy via Ca²⁺/CaMKK β /AMPK/mTOR pathway in SH-SY5Y cells and rat brains. *Nanotoxicology*, 13(3), 369–391.
- [33]. Sondi, I., & Salopek-Sondi, B. (2004). Silver nanoparticles as antimicrobial agent: a case study on *E. coli* as a model for Gram-negative bacteria. *Journal of colloid and interface science*, 275(1), 177–182.
- [34]. Bamal, D., Singh, A., Chaudhary, G., Kumar, M., Singh, M., Rani, N., ... & Sehrawat, A. R. (2021). Silver nanoparticles biosynthesis, characterization, antimicrobial activities,

applications, cytotoxicity and safety issues: An updated review.
Nanomaterials, 11(8), 2086.

❖ المراجع باللغة العربية :

- [2]. م.هـ. البشير. (2015). "الفضة النانوية في مكافحة البكتيريا" ، مجلة حراء ، العدد 46 ، ص 4-5.
- [25]. ح. اكرام، م. نجلاء. (2020). "التصنيع الحيوي لجسيمات الفضة النانوية باستعمال مستخلص نبات *Moringa oliefera*" ، مذكرة تخرج لنيل شهادة الماستر أكاديمي في الكيمياء ، جامعة الشهيد حمه لخضر الوادي.
- [26]. ت. سهام، م. نرجس. (2019). " تحضير تشخيص والفاعلية البيولوجية لجسيمات أكسيد الجرافين GO النانوي المفعّل بـ ZnO" ، مذكرة تخ رج لنيل شهادة الماستر أكاديمي في الكيمياء ، جامعة الشهيد حمه لخضر الوادي .
- [27]. ص. اسماء، م.ع. عفاف. (2020). "تحضير تشخيص والفاعلية البيولوجية لجسيمات أكسيد الزنك ZnO النانوية المفعّل بـ TMS EDTA" ، مذكرة تخرج لنيل شهادة الماستر أكاديمي في الكيمياء ، جامعة الشهيد حمه لخضر الوادي.
- [28]. ر.ا. عبد الله. (2014). "مدخل الى عالم النانو" ، لندن ، الطبعة الالكترونية الاولى ، ص 41-42.
- [35]. ت. صفاء. (2017). "دراسة التركيب الكيميائي (فينولات, قلويدات) لثمار نبات الحنظل ونشاطه المضاد للبكتيريا" ، مذكرة تخرج لنيل شهادة الماستر أكاديمي في الكيمياء ، جامعة الشهيد حمه لخضر الوادي.
- [36]. ح. نور الهدى. (2018). "تقدير المحتوى الفينولي والفاعلية المضادة للأكسدة و المضادة للبكتيريا للنبته *Senecio delphinifolius Vahl*" ، مذكرة تخرج لنيل شهادة الماستر أكاديمي في الكيمياء ، جامعة الشهيد حمه لخضر الوادي.
- [37]. ط. نبيلة، ف. سارة. (2015). "المساهمة في دراسة تأثير مستخلص قشور ثمار نبات الرمان *punc granatum l* علي تثبيط نمو بعض من السلالات البكتيرية الممرضة، و دراسة الفاعلية المضادة

- للأكسدة لمستخلص التانينات" ، مذكرة تخرج لنيل شهادة ماستر اكاديمي في علوم الطبيعة و الحياة ، جامعة الشهيد حمه لخضر الوادي.
- [38]. ي. سعيدة، ع. فائزة. (2019). "دراسة الفعالية البيولوجية لمستخلصات أوراق نبات التبغ" ، مذكرة تخرج لنيل شهادة ماستر اكاديمي في الكيمياء ، جامعة الشهيد حمه لخضر الوادي.
- [39]. ح. يمينة. (2018). "دراسة الفاعلية البيولوجية للمستخلصات العضوية لنبات *Moltkia ciliata*" ، مذكرة تخرج لنيل شهادة ماستر اكاديمي في الكيمياء ، جامعة الشهيد حمه لخضر الوادي.
- [40]. ق. سمية، ح. حواء. (2015). "الدراسة الفيتوكيميائية لمستخلصات نبات القطن وفعاليتها" ، مذكرة تخرج لنيل شهادة ماستر اكاديمي في الكيمياء ، جامعة قاصدي مرباح ورقلة.
- [41]. خ. شهرزاد، ب. صليحة. (2021). " تأثير مستخلص قشور الرمان *Punica geanatum* L في تحضير جسيمات MgONPs النانوية" ، مذكرة تخرج لنيل شهادة الماستر أكاديمي في الكيمياء ، جامعة الشهيد حمه لخضر الوادي.
- [42]. ر.ف. صالح، م.ن. معروف، ح.م. حمزة، "تحديد الفعالية التثبيطية لجزيئات الفضة النانوية ضد بعض الأنواع البكتيرية المرضية المتعددة المقاومة للمضادات الحيوية. *Tikrit Journal of Pure Science*, 22(10), 38-45.
- [43]. ش. سمية. (2021). " دراسة المستخلصات العضوية والمائية لنبات *Moltkia ciliata* وتطبيقاتها في الفاعلية البيولوجية وتثبيط التآكل المائي " ، رسالة محضرة لنيل شهادة الدكتوراه العلوم في كيمياء عضوية تطبيقية ، جامعة قاصدي مرباح ورقلة.

الفصل الثالث :

دراسات سابقة

III – 1 . تحليل بعض المقالات السابقة للإصطناع الحيوي باستخدام المستخلصات

النباتية :

الجدول (III – 1) : تحليل مقال " Green Biosynthesis of Silver Nanoparticles Using Leaf Extract of *Carissa carandas L.* and Their Antioxidant and Antimicrobial Activity against Human Pathogenic Bacteria " [1]

Green Biosynthesis of Silver Nanoparticles Using Leaf Extract of <i>Carissa carandas L.</i> and Their Antioxidant and Antimicrobial Activity against Human Pathogenic Bacteria	عنوان المقال
Reetika Singh , Christophe Hano , Gopal Nath and Bechan Sharma	المؤلف
Biomolecules 2021, 11, 299	المجلة
في هذا المقال تم التطرق إلى إصطناع Ag-NPs باستخدام مستخلص أوراق <i>Carissa carandas L.</i> و تم هذا الإصطناع باستخدام نترات الفضة وخلاصة الأوراق. تم تأكيد تشكل Ag-NPs بواسطة UV-vis ، XRD و FT-IR . أظهرت Ag-NPs المركبة نشاطا مضادا للأوكسدة محتملا من خلال مقياسية DPPH و نشاطا مضادا للبكتيريا محتملا ضد البكتيريا المسببة للأمراض البشرية .	ملخص الدراسة
مستخلص أوراق <i>Carissa carandas L.</i>	المادة المستخدمة لتصنيع Ag-NP
<ul style="list-style-type: none"> • ملخص طريقة الإصطناع : - تم خلط 5 ml من المستخلص النباتي مع 45 ml من محلول نترات الفضة ($AgNO_3$). - مراقبة تأثير درجة الحرارة على إصطناع Ag-NPs أجري هذا الإصطناع في درجة حرارة 25 C° و 60 C°. • طرق التشخيص : UV-vis ، XRD و FT-IR . • النشاط المضاد للبكتيريا : تم استخدام Ag-NPs المحضرة بواسطة مستخلص أوراق <i>Carissa carandas L.</i> لتقييم النشاط المضاد للبكتيريا بإتباع طريقة الإنتشار بالأقراص. 	الطرق المتبعة

- إصطناع جسيمات الفضة النانوية :

بعد إضافة مستخلص الأوراق إلى $AgNO_3$ بدأ تكوين $Ag-NPs$ من خلال تغير اللون من عديم اللون إلى بني مصفر في حوالي 15-20 دقيقة ثم تحول إلى بني داكن في حوالي 60 إلى 65 دقيقة عند درجة حرارة الغرفة . بينما في درجة حرارة $60\text{ }^\circ\text{C}$ في حوالي 50 دقيقة تغير إلى اللون البني الداكن ، كما هو موضح في الشكل .

إستغرق إصطناع $Ag-NPs$ في درجة حرارة الغرفة وقتاً أطول مقارنة لإصطناعها عند درجة حرارة $60\text{ }^\circ\text{C}$ ، كان ذلك بسبب إرتفاع درجة الحرارة .

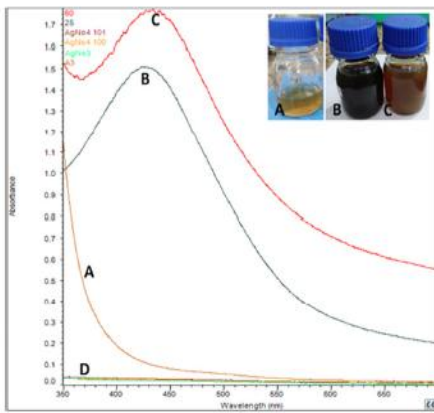


Figure 1. UV-vis absorption spectrum of (A) $AgNO_3$, (B) biosynthesized silver nanoparticles at $25\text{ }^\circ\text{C}$ and (C) at $60\text{ }^\circ\text{C}$, and *Carissa carandas* leaf extracts (D, green line).

النتائج

والمناقشة

- تحليل UV-vis :

تتميز فرقة إمتصاص رنين البلازمون السطحية (SPR) من $Ag-NPs$ المركب حيويًا تم الحصول عليها عند 432 نانومتر و444 نانومتر للتفاعلات التي أجريت عند $25\text{ }^\circ\text{C}$ و $60\text{ }^\circ\text{C}$ على التوالي الشكل أعلاه. حيث أظهرت $Ag-NPs$ المتكونة عند $60\text{ }^\circ\text{C}$ ذروة إمتصاص أعلى وهذا يدل على عدد أكبر من $Ag-NPs$ المصنعة في $25\text{ }^\circ\text{C}$.

- تحليل XRD :

أظهر تحليل XRD للجسيمات النانوية قمم قوية تقابل (1 1 1) ، (0 0 2) و (0 2 2) إنعكاس براغ على أساس الهيكل المكعب المتمركز على الوجه ل $Ag-NPs$ كما هو في الشكل. هذه القمم تمثل القيم 38.06 و 44.23 و 67.43 على التوالي .

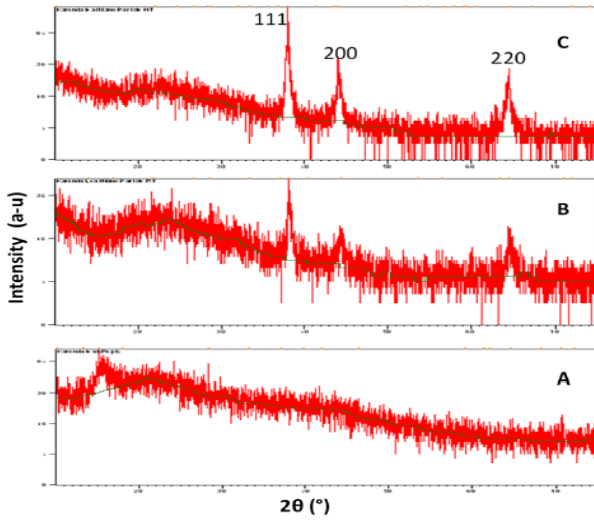


Figure 2. X-Ray Diffraction spectrum of (A) *Carissa carandas* leaf extract, (B) biosynthesized silver at 25 °C and (C) at 60 °C.

تحليل FTIR :

أظهر طيف FTIR وجود مجموعات وظيفية مختلفة عند إهتزازات رئيسية 677 و 111 و 2140 و 2275 و 2349 و 2866 و 2935 كما هو موضح في الشكل . يمثل النطاق عند إهتزاز 677 و 1111 الألكينات C=C ووجود مجموعة الميثوكسي $-OCH_3$. أما نطاقات الإهتزاز عند 2935 و 2866 أظهرت وجود تمدد C-H من الحلقات العطرية ومجموعة C-O على التوالي . قمم الطيف الترددي 2140 و 2275 و 2349 أثبت وجود الألكينات $O=C=O$ و $N=C=O$ على التوالي .

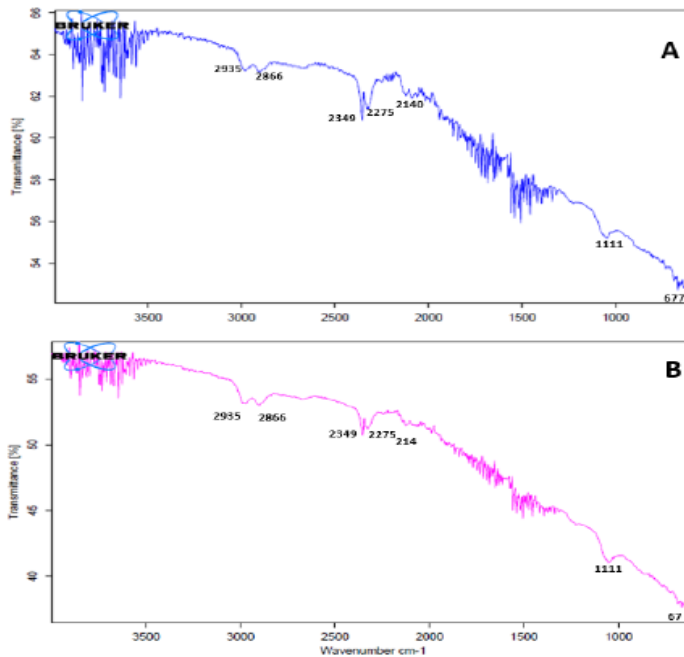


Figure 3. Fourier transform infrared (FT-IR) spectrum of *C. carandas* leaf extract-mediated biosynthesized silver at 25 °C (A) and at 60 °C (B).

- النشاط المضاد للبكتيريا :

أظهرت Ag-NPs أعلى تثبيط للنمو البكتيري مقارنة بالمستخلصات النباتية (PE) و AgNO₃ الشكل المقابل. لوحظ منع النمو الأقصى ضد *Shigella flexineri*.

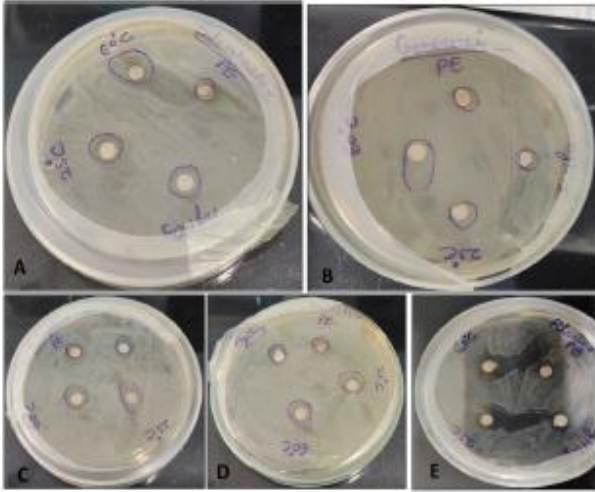


Figure 4. Zone of inhibition of silver nanoparticles against human pathogenic bacteria. (A) *Enterobacter faecalis*, (B) *Gonococci spp.*, (C) *Salmonella Typhi*, (D) *Citrobacter spp.*, (E) *Shigella flexineri*.

أظهرت النتيجة نشاط مضادات الميكروبات لـ PE و AgNO₃ و Ag-NPs كما هي موضحة في الجدول .

Table 2 Bacterial growth inhibition potential of biosynthesized AgNO₃ from *C. carandas* leaf extract.

Bacteria	Growth Inhibition Zone (mm)			
	Plant Extract	AgNO ₃	AgNPs (25 °C)	AgNPs (60 °C)
<i>Enterobacter faecalis</i>	7.0 ± 0.0 d	9.0 ± 0.6 c	10.0 ± 0.0 b	16.0 ± 1.0 a
<i>Gonococci spp.</i>	6.0 ± 0.0 d	8.0 ± 0.00 c	9.0 ± 0.0 b	14.3 ± 0.6 a
<i>Salmonella typhimurium</i>	8.0 ± 1.0 c	10.0 ± 1.0 bc	14.0 ± 0.0 a	12.0 ± 1.0 b
<i>Citrobacter spp.</i>	8.0 ± 1.0 c	10.0 ± 0.0 b	12.0 ± 1.0 a	14.0 ± 1.0 a
<i>Shigella flexneri</i>	8.0 ± 1.0 d	11.0 ± 1.0 c	24.0 ± 1.0 a	21.3 ± 0.6 b

أظهرت هذه الدراسة أن استخدام مستخلص أوراق *Carissa carandas L* تم بنجاح في الإصطناع الحيوي لـ Ag-NPs . وتم تأكيد تكوين Ag-NPs بواسطة UV-vis ، XRD و FT-IR. أظهرت Ag-NPs إمكانية نشاط إزالة الجذور الحرة وتثبيط نمو البكتيريا . النشاط المضاد للبكتيريا أظهرت أن Ag-NPs المصنع حيويًا باستخدام *C. carandas L* كان أكثر احتمالًا لمنع نمو البكتيريا سالبة الغرام. خاصة ضد *Shigella flexineri*.

الخلاصة

الجدول (III - 2) : تحليل مقال " Green Synthesis of Silver Nanoparticles Using Seed Extract of *Foeniculum vulgare* and their Antibacterial Activity " [2]

Green Synthesis of Silver Nanoparticles Using Seed Extract of <i>Foeniculum vulgare</i> and their Antibacterial Activity	عنوان المقال
R. Nigar Sulthana and A. Rajanikanth	المؤلف
Int. J. Curr. Res. Biosci. Plant Biol. (2018) 5(7), 77-83	المجلة
<p>في هذه الدراسة تم التطرق إلى التصنيع الحيوي لـ Ag-NPs باستخدام مستخلص بذور <i>Foeniculum vulgare</i> . وتم تقييم نشاطها المضاد للبكتيريا . تم تمييز Ag-NPs بواسطة UV-vis ، SEM ، FTIR . أدى تقليل أيونات الفضة باستخدام مستخلص بذور <i>Foeniculum vulgare</i> إلى إصطناع Ag-NPs . و أظهر مستخلص البذور ذروة إمتصاص عند 475 نانومتر في طيف UV-vis المقابل لرنين الطحين لـ Ag-NPs أما طيف FTIR أظهر تورط الأميدات و الأمينات في تغطية وتقليل Ag-NPs . تم فحص النشاط المضاد للبكتيريا باستخدام Ag-NPs ضد المكورات العنقودية الذهبية و الإشريكية القولونية و الزائفة الزنجارية . أكدت النتائج أن <i>Foeniculum vulgare</i> هو مورد حيوي لتكوين Ag-NPs مع تطبيقات في العوامل المضادة للبكتيريا .</p>	ملخص الدراسة
مستخلص بذور <i>Foeniculum vulgare</i>	المادة المستخدمة لتصنيع Ag-NP
<p>● ملخص طريقة الاصطناع : تم خلط 10ml من مستخلص بذور <i>Foeniculum vulgare</i> مع 90ml من نترات الفضة $AgNO_3$ في دورق مخروطي معقم وحفظه في حالة مظلمة في درجة حرارة الغرفة . ● طرق التشخيص : UV-VIS ، FTIR و SEM . ● النشاط المضاد للبكتيريا : تم استخدام Ag-NPs المحضرة بواسطة بذور <i>Foeniculum vulgare</i> لتقييم النشاط المضاد للبكتيريا ضد بكتيريا غرام الموجبة وغرام السالبة بإتباع طريقة تثبيط النمو .</p>	الطرق المتبعة

تم التحقق من إصطناع Ag-NPs من خلال تغير اللون إلى البني . كما هو موضح في الشكل .



Fig. 1: Visual observation indicating the synthesis of silver nanoparticles using *Foeniculum vulgare* seed extract.

النتائج و

المناقشة

- التحليل الطيفي UV-vis :

في التحليل الطيفي UV-vis لوحظت الذروة في حدود 425 nm كما في الشكل وهذا يدل على إصطناع Ag-NPs.

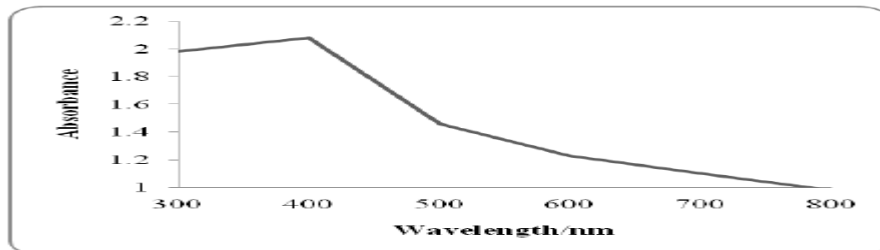


Fig. 2: The UV-Vis spectra of reduction of Ag ions to Ag nanoparticles seed extract with silver nitrate at different time points of incubation.

- تحليل FTIR :

كشفت تحليل FTIR عن وجود ثلاث روابط 1636.17 cm^{-1} و 548.38 cm^{-1} و 3347.85 cm^{-1} الشكل التالي . الذروة عند 548.38 cm^{-1} في منطقة بصمات الأصابع، يرجع النطاق الذي تم الحصول عليه عند 1636.17 cm^{-1} إلى إهتزازات تمدد الكربونيل في روابط الأמיד للبروتينات ، أما النطاق الأخر عند 3347.85 cm^{-1} يرجع إلى إهتزازات التمدد للأمينات الأولية .

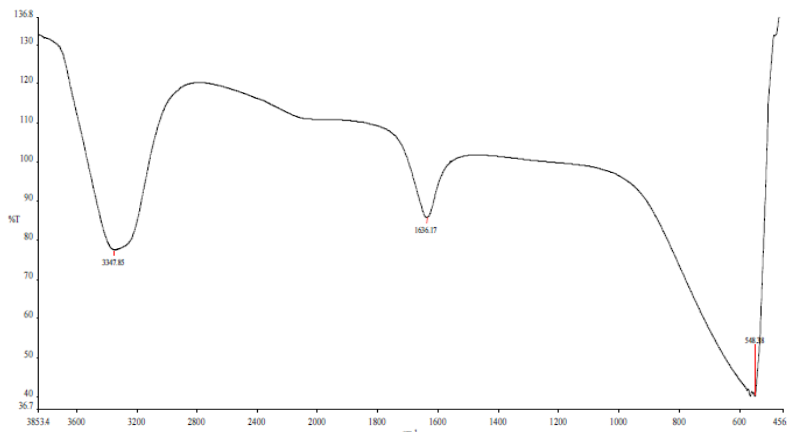


Fig. 3: FTIR spectra of silver nanoparticles synthesized using seed extract of *Foeniculum vulgare*.

أكدت الدراسة الطيفية FTIR أن مجموعة الكربونيل من بقايا الأحماض الأمينية و ببتيدات البروتينات

لديها قدرة أقوى على الارتباط بالمعادن . بحيث يمكن أن تكون البروتينات على الأرجح من طبقة تغطي الجسيمات النانوية الفضية لمنع تكثف الجسيمات وتثبيتها في المتوسط . هذا الدليل يشير إلى أنه يمكن أن تؤدي الجزيئات البيولوجية وظيفة لتشكيل و إستقرار جزيئات الفضة النانوية في الوسط المائي .

- تحليل SEM :

أظهر جزيئات نانوية ذات شكل كروي نسبيا قطرها من 11- 25 نانومتر، كما هو موضح في الشكل.

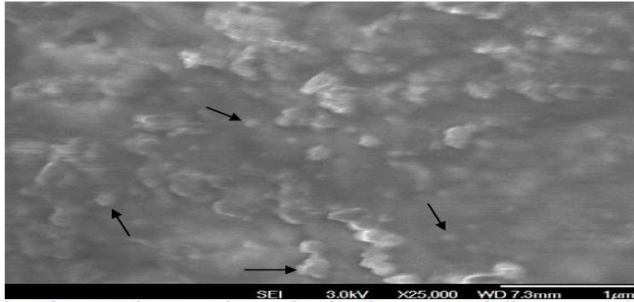


Fig. 4: Scanning Electron Microscopy image showing the aggregated silver nanoparticles of roughly spherical shape and the black arrows pointing some of the nanoparticles of different sizes.

- النشاط المضاد للبكتيريا ل Ag-NPs :

أظهرت Ag-NPs نشاطا مضادا للبكتيريا يعتمد على الجرعة ضد جميع مسببات الأمراض الثلاثة مع حركيات قتل سريعة جدًا مقارنة بمجموعة التحكم . لوحظ نفس الحد الأدنى لتركيز التثبيط (MIC) ل *S.aureus* و *E.coli* ليكون 20 ميكروغرام/مل الشكل A و B ، بينما لوحظ أنه 40 ميكروغرام/مل ل *P.aeruginosa* الشكل C . في جميع الحالات الثلاث ، من الواضح أنه لم يكن هناك نمو جرثومي في 7 ساعات مع 40 ميكروغرام/مل من Ag-NPs كمبيدات جراثيم فعالة . بينما إنخفض النشاط المضاد للبكتيريا بشكل ملحوظ في حالة *P.aeruginosa* بعد 7 ساعات من العلاج ، بقيت النسبة المثوية لتثبيط *E.coli* و *S.aureus* كما كانت في البداية .

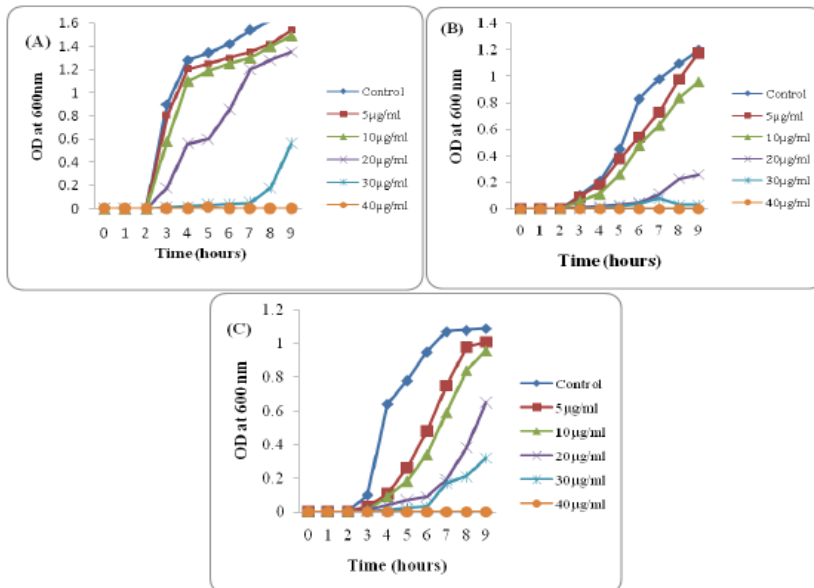


Fig. 5: Batch growth profiles of (a) *S. aureus*, (b) *E. coli* and (c) *P. aeruginosa* at various concentrations of AgNPs for a time period of 9 hours.

<p>أظهرت هذه الدراسة نهجًا صديق للبيئة وسريعًا وأخضرًا لتكوين Ag-NPs باستخدام <i>Foeniculum vulgare</i> . الذي يوفر طريقة بسيطة وفعالة من حيث التكلفة وبيئية . وعلى الأرجح كانت مركبات الفلافونويد أو البروتينات في <i>Foeniculum vulgare</i> مسؤولة بشكل أساسي عن إصطناع Ag-NPs . و أظهرت Ag-NPs المحضرة نشاطا مضادا للبكتيريا ، مما يشير إلى أن Ag-NPs قد يكون مفيد كضمانة فضية للجروح أو كمواد بديلة .</p>	<p>الخلاصة</p>
---	----------------

الجدول (III - 3) : تحليل مقال "Biosynthesis of Silver Nanoparticles using Almond Plantleaf extract and their Antibacterial Activity" [3]

<p>Biosynthesis of Silver Nanoparticles using Almond Plantleaf extract and their Antibacterial Activity</p>	<p>عنوان المقال</p>
<p>Ayandiran D.Aina , OluwafayokeOwolo , OkaroGinikachukwu , Folasade O.Aina , Olusola N. Majolagbe , Olumide D.Olukanni , Mary C. Stephen , Aderiike, G.Adewumi</p>	<p>المؤلف</p>
<p>International Journal of Engineering Science and Computing, October 2018</p>	<p>المجلة</p>
<p>تم تصنيع Ag-NPs باستخدام مستخلص أوراق اللوز وتقييم نشاط المضاد للبكتيريا، تم تقييم النشاط المضاد للبكتيريا من Ag-NPs المصنعة حيويًا ضد بعض الكائنات الدقيقة المسببة للأمراض المختارة . وتم تحليلها بواسطة UV-Visible و FTIR ، EDX و FESEM . يحتوي مستخلص أوراق اللوز على جزيئات حيوية ساعدت في التخفيض الحيوي والتكوين والإستقرار لـ Ag-NPs ، و التي بدورها أعاقت بشكل واضح نمو الكائنات الحية الدقيقة المختارة تتراوح من 9-10مم. أظهرت هذه الدراسة أنه يمكن إستخدام أوراق اللوز لتصنيع Ag-NPs التي تمتلك خصائص مضادة للجراثيم.</p>	<p>ملخص الدراسة</p>
<p>مستخلص أوراق اللوز</p>	<p>المادة المستخدمة لتصنيع Ag-NPs</p>

<ul style="list-style-type: none"> ● ملخص طريقة الاصطناع: في وعاء التفاعل يحتوي على 40 ملي من نترات الفضة $AgNO_3$ تمت إضافة إليه 1ملي من المستخلص النباتي ، تم إجراء التفاعل تحت ظروف ثابتة عند درجة حرارة الغرفة ولمدة ساعتين ، إلى أن يتغير لون المحلول. ● طرق التشخيص: FTIR, EDX, FESEM, UV-Visible ● النشاط المضاد للبكتيريا : تم تقييم النشاط المضاد للبكتيريا باستخدام $Ag-NPs$ المركبة ضد مسببات الأمراض البكتيرية باستخدام طريقة الإنتشار على الأقراص . 	<p>الطرق المتبعة</p>
<p>تم تحضير التركيب النباتي $Ag-NPs$ بواسطة المستخلص المائي لأوراق اللوز ، نلاحظ تغير لون المحلول من عديم اللون إلى اللون البني الفاتح خلال العشرة دقائق الأولى ، ثم إستقر عند اللون البني الفاتح كما هو موضح في الشكل.</p> <div data-bbox="181 965 1007 1272" data-label="Image"> </div> <p>Figure 1: Synthesis of the Almond leaf extract mediated silver nanoparticles (a) immediately after the addition of the almond leaf extract to the silver nitrate; (b) Formation of deep brown colouration after 30 min.</p> <p>أظهر تحليل طيف الإمتصاص UV-vis ل $Ag-NPs$ المصنعة أقصى طول موجي للإمتصاص عند 430 نانو متر كما هو موضح في الشكل.</p> <div data-bbox="199 1563 1038 1944" data-label="Figure"> </div> <p>Figure 2: UV-Vis spectra of silver nanoparticles synthesized from almond leaf extract</p>	<p>النتائج والمناقشة</p>

بينما أظهر تحليل أطياف FTIR عدة مجموعات وظيفية مختلفة موجودة على سطح Ag-NPs ذات الذروة واسعة بين 3000 و 3800 سم . كما هو موضح في الشكل.

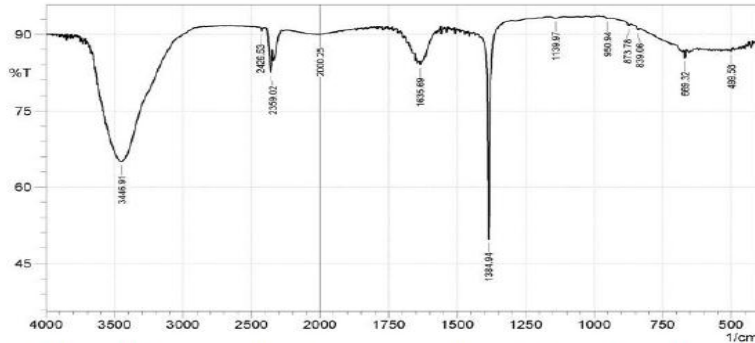


Figure 3: The FTIR spectra of the silver nanoparticles synthesized from almond leaf extract

تم عرض Ag-NPs بواسطة EDX التحليل الطيفي ، لوحظت إشارات عنصرية حول Ag ذرة في نطاقات 2.5 إلى 3.26 v ووجود عناصر أخرى مثل النحاس الأوكسجين في حدود 1.5 إلى 5.0 كيلو فولت. حسب الشكل التالي .

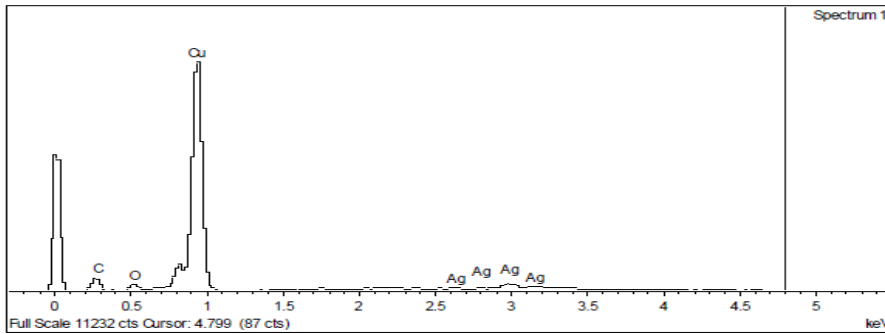


Figure 4: Energy dispersive spectra of the synthesized AgNPs

حجم و شكل Ag-NPs المصنعة حيويًا تم إلتقاطها بواسطة FESEM .الجسيمات تراوحت من 8.34 إلى 78.96 نانومتر وكانت كروية الشكل كما في الشكل .

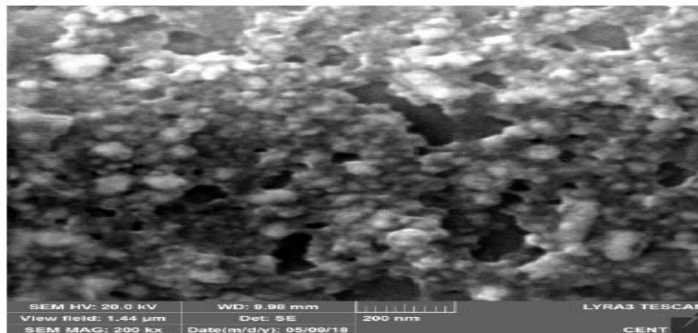


Figure 5: Field Emission Scanning Electron Micrograph of the Synthesized AgNPs

من بين جميع مسببات الأمراض الأربعة المختارة، الفضة المصنعة تمنع الجسيمات النانوية نمو *Klebsiella* فقط الإلتهاب الرئوي و *psudomonas aeruginoser*، وكلاهما كان مثبت فقط بتركيز 100 ميكروغرام /مل مع المناطق تتراوح من 90م إلى 10م . كانت المكورات العنقودية والذهبية والأشريكية القولونية مقاومة تماما لجميع تراكيز الجراثيم لتصنيع جزيئات الفضة النانوية *Flagellin* ، وهو بروتين لاصق من السوط البكتيري الذي يسبب تراكم Ag-NPs ، وبالتالي يزيل تأثيرها المضاد للبكتيريا. نتائج الدراسة أشارت أن الفضة نانو الحجم التي تنتجها *Prunudcis* أظهرت خاصية مضاد للبكتيريا. كما هي موضحة في الجدول.

Table 1: Zone of inhibition of the biosynthesized AgNPs against some selected pathogens

Isolate	Mean Zone of Inhibition (mm) ± standard deviation (SD)						AgNO ₃	CDE	Distilled H ₂ O
	AgNPs								
	10µg/m	20µg/m	40µg/m	60µg/m	80µg/m	100µg/m			
<i>Staphylococcus aureus</i>	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	6.1±0.2	NZ	NZ
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	9.4±0.1	6.4±0.1	NZ
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	10.2±0.2	6.3±0.1	NZ
<i>Escherichia coli</i>	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	6.1±0.1	NZ	NZ

في هذا العمل ، تم استخدام أوراق اللوز لتصنيع Ag-NPs و تحليلها بواسطة مقياس الطيف الضوئي للأشعة فوق البنفسجية و FTIR ، EDX و FESEM. كانت لـ Ag-NPs المصنعة حيويًا أنشطة مضادة للبكتيريا ضد بعض العازلات البكتيرية المختارة ، وبالتالي يمكن أن يكون لمستخلص أوراق اللوز بواسطة Ag-NPs تطبيقات صيدلانية مختلفة.

الخلاصة

الجدول (III - 4) : تحليل للمقال *Synthesis of Silver Nanoparticles by Phyllanthus emblica Plant Extract and their Antibacterial Activity* [4]

عنوان المقال	Synthesis of Silver Nanoparticles by <i>Phyllanthus emblica</i> Plant Extract and their Antibacterial Activity
المؤلف	RAJESH KUMAR MEENA , RISHIKESH MEENA , DINESH KUMAR ARYA , SAPANA JADOUN , RENU HADA and ROOPA KUMARI
المجلة	MEENA et al., Mat. Sci. Res. India, Vol. 17(2), pg. 136-145(2020)

<p>تم تصنيع Ag-NPs بنجاح باستخدام مستخلص نبات <i>Phyllanthus emblica</i> كعامل إختزال ، تستخدم الطرق الفيزيائية والكيميائية على نطاق واسع في إصطناع Ag-NPs لكن هذه الطريقة باهضة الثمن وليست صديقة للبيئة لذلك تم تسليط الضوء على الإصطناع الأخضر لأنه سريع وسهل وفعال من حيث التكلفة كما تحقق Ag-NPs من نشاطها المضاد للبكتيريا . يتم تحليل Ag-NPs بواسطة تقنيات مختلفة الأنماط XRD ، FTIR ، TEM ، XRD.</p>	<p>ملخص الدراسة</p>
<p>مستخلص نبات <i>Phyllanthus emblica</i></p>	<p>المادة المستخدمة لتصنيع Ag-NPs</p>
<p>● ملخص طريقة الاصطناع : تم خلط مستخلص <i>Phyllanthus emblica</i> مع 0.001M من $AgNO_3$ ويحفظ في أنبوب الغليان عند درجة حرارة حوالي 25 درجة لمدة 12 ساعة ثم يتحول المحلول خليط من نترات الفضة إلى اللون البني تظهر خصائصه البصرية تأكيد Ag-NPs يتم إنشائها بدون الكاشف الكيميائي وإستقرارها لفترة طويلة بسبب الخصائص المضادة للميكروبات لهذا المستخلص النباتي بعدها تم فصل Ag-NPs بواسطة تقنية الطرد المركزي عند 5000 دورة في الدقيقة لمدة 20 دقيقة ، تم نقل المادة الطافية إلى دورق وتم إجراء عملية الطرد المركزي متكررة لتنظيف Ag-NPs و تم تجفيفها في الفرن . ● طريقة التشخيص : XRD ، TEM ، FTIR ، XRD. ● النشاط المضاد للبكتيريا : تم تقييم النشاط المضاد للبكتيريا باستخدام المركبة ضد مسببات الأمراض البكتيرية باستخدام طريقة الإنتشار على الأقراص .</p>	<p>الطرق المتبعة</p>
<p>تم ملاحظة إصطناع Ag-NPs من خلال المراقبة البصرية حيث تم خلط محلول ملح الفضي مع مستخلص النبات <i>Phyllanthus emblica</i> لاحظ تغير اللون من أصفر فاتح إلى بني اللون خلال 12 ساعة من الحضانة كما هو مبين في الشكل .</p>  <p>Fig. 2: <i>Phyllanthus emblica</i> fruit extract after the addition of silver salt shows the coloration due to the synthesis of silver nanoparticles</p> <p>تم تمييز Ag-NPs المركبة وأكد نطاق الإمتصاص المرئي للأشعة فوق البنفسجية عند ظهور حول 400-450 نانومتر عند 12h بسبب السطح القوي الصدى البلازمون كما مبين في الشكل .</p>	<p>النتائج والمناقشة</p>

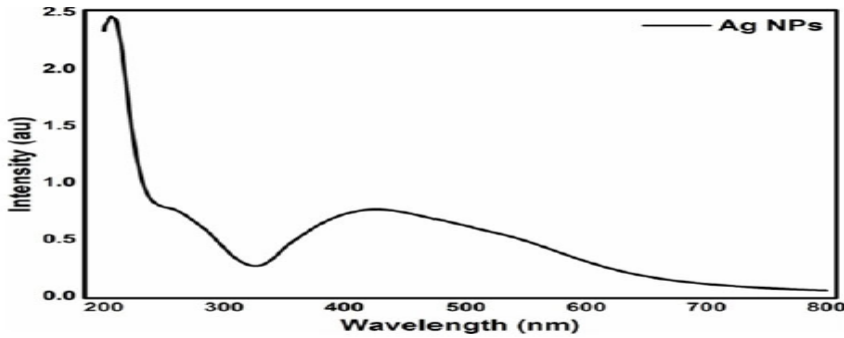


Fig. 3: UV-Visible spectrum of synthesized silver nanoparticles

ويتوافق هذا الطول الموجي إلى Ag-NPs الدراسة سابقة أن قيمة SPR لـ Ag-NPs كانت في نطاق 450-400.

يوضح الشكل التالي أنماط XRD المركبة Ag-NPs بواسطة مستخلص *phyllanthus emblica* بعض القمم الحيود المميزة عند الزوايا θ 38.42 لوحظت 77.6 , 64.8 , 44.5 .

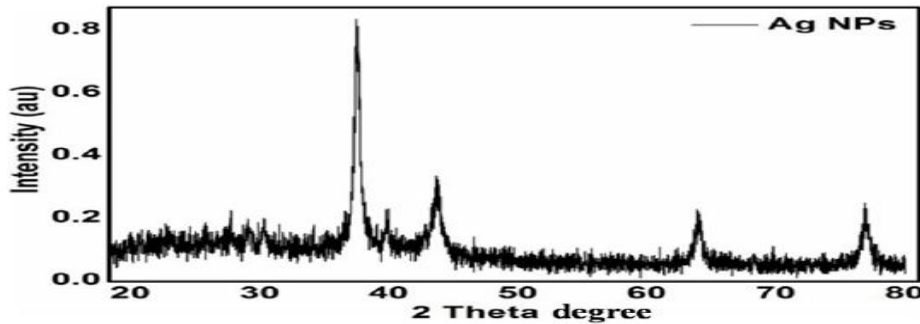


Fig. 4: X-ray diffraction patterns of synthesized silver nanoparticles

يظهر التحليل TEM شكل وحجم Ag-NPs بمساعدة صورة HRTEM كما هي موضحة في الشكل.

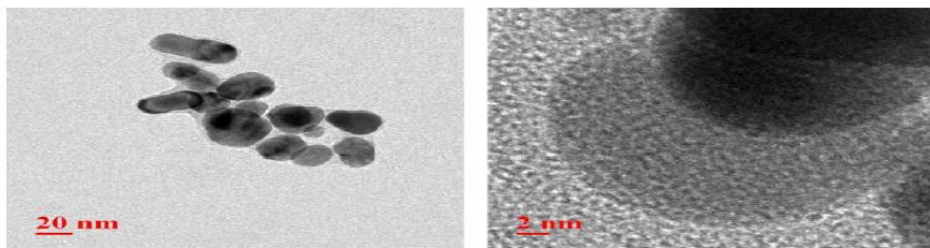


Fig. 5: (A) TEM image of synthesized Ag nanoparticles
(B) HRTEM image of spherical shape Ag nanoparticles

تم استخدام قياس ATR لتحديد حيود المسؤولة عن السد والتثبيت Ag-NPs ، لوحظ أن هناك نوعان من نطاقات الأشعة تحت الحمراء ذروة المكثفة الأول كانت في 3321cm^{-1} حيث تدل على وجود كحولات والمجموعات الفينولية والثانية كانت في نطاق 1635cm^{-1} حيث تدل على مجموعة

الأمين كما هو موضح في الشكل.

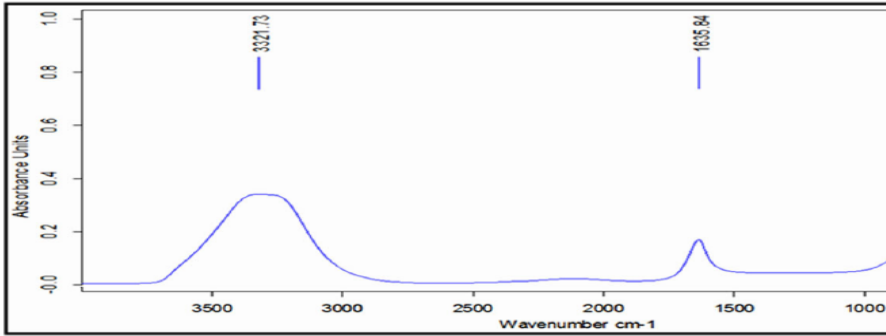


Fig. 6: ATR spectrum of synthesized silver nanoparticles after 12 h

يمثل التألؤ الضوئي أطياف Ag-NPs بواسطة مستخلص نبات *Phyllanthus emblica* الذي تمت دراسته من خلال التحليل الطيفي للإنبعاثات هذا هو واحد من الطرق التقنية للرصد خصائص Ag-NPs وإصطناعها. كما هو موضح في الشكل .

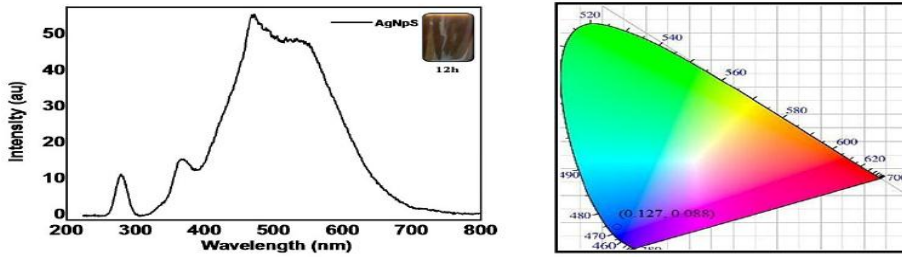


Fig. 7: (A) Photoluminescence (PL) emission spectra of synthesized AgNPs under the excitation radiation of $\lambda_{ox} = 289$ nm. (B) Chromaticity coordinate plotted on CIE-1931 diagram

النشاط المضاد للبكتيريا من الفضة المصنعة تم تحليل الجسيمات النانوية ضد بكتيريا الإشريكية القولونية العينات، كما هو موضح في الشكل أدناه. خلال هذه العملية التي تستخدم جزيئات الفضة النانوية المركبة بتركيزات مختلفة (2 و 4 و 8 و 10 ملغ) هي مزيد من أطباق أجار التي تحتوي على مستعمرة . الأطباق هي مرئية كل تركيز مع مستعمرة بكتيرية ولوحظ تجريبا بعد 24 ساعة من الحضانة الوقت في $37^{\circ}C$. منطقة الموافقة تجريبية الحد الأقصى عند 10 ملغ من Ag-NPs مضاد للبكتيريا تظهر نتائج النشاط بسبب تعديل خلية البكتيريا النفاذية وكذلك تدهور الإنزيم بواسطة إصطناع Ag-NPs . المنطقة الناتجة عن التثبيط زيادة وكذلك زيادة التركيز من Ag-NPs.

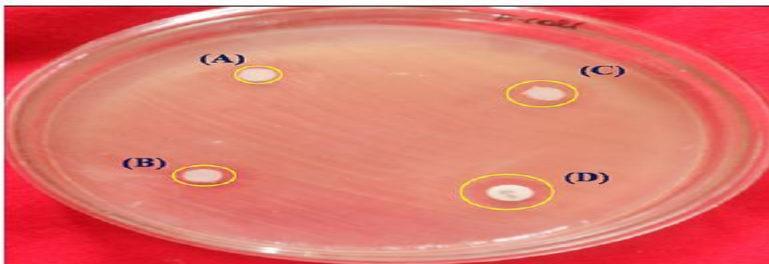


Fig. 8: The inhibition zones of AgNPs against *E.coli*

<p>لقد أبلغنا عن وسيلة معقولة وصديقة للبيئة وسهلة النهج لإصطناع Ag-NPs بواسطة المستخلصات النباتية <i>emblica</i> التي تعمل بمثابة إحتزال هذه الطريقة البسيطة والفعالة ومنخفضة التكلفة لتكوين Ag-NPs ذات الشكل الكروي التي كانت مستقرة وبلورية في درجة حرارة الغرفة دون إستخدام أي تقليل ضار . حيث تم تمييز Ag-NPs بعناية بواسطة XRD والتحليل الطيفي ETM و FTIR و PL والأشعة فوق البنفسجية المرئية ، كما أظهرت Ag-NPs نشاط مضاد ضد للبكتيريا <i>E. Coli</i></p>	<p>الخلاصة</p>
--	----------------

III - 2 . تحليل بعض المقالات السابقة للإصطناع الحيوي بإستخدام الفطريات :

الجدول (III - 5) : تحليل للمقال " Silver nanoparticle from whole cells of the fungi

Trichoderma spp. Isolated from Brazilian Amazon" [5]

<p>Silver nanoparticle from whole cells of the fungi <i>Trichoderma spp.</i> Isolated from Brazilian Amazon</p>	<p>عنوان المقال</p>
<p>Matheus M. Ramos . Edmilson dos S. Morais . Iracirema da S. Sena . Adilson L. Lima . Fa'bio R. de Oliveira . Calfeu M. de Freitas . Caio P. Fernandes . Jose Carlos T. de Carvalho . Irlon M. Ferreira</p>	<p>المؤلف</p>
<p>Biotechnol Lett, 2020.</p>	<p>المجلة</p>
<p>يهدف هذا البحث إلى إستخدام فطريات <i>endophytic</i> من جنس <i>Trichoderma spp</i> لتصنيع Ag-NPs معزولة من بذور <i>Bertholletia excelsa</i> (جوز برازيلي) و التربة وإختبار نشاطها المضاد للبكتيريا. إن إستخدام هذه الفطريات لهذا الغرض لا يضمن التنوع البيولوجي في الأمازون فحسب ، بل يستخدم أيضًا عمليات أنظف وأرخص تكلفة، كونها جزءًا من مفهوم الكيمياء الخضراء. تم تحليل الجسيمات من خلال التحليل الطيفي للأشعة فوق البنفسجية المرئية و ZetaSizer وتم تحليل نطاق الإمتصاص عند 420 نانومتر ، بعد التوصيف تم إختبار Ag-NPs للنشاط المضاد للبكتيريا ضد العديد من السلالات البكتيرية ، عندما لوحظ أن نشاطها المضاد للبكتيريا كان متفوقًا في البكتيريا سالبة الجرام.</p>	<p>ملخص الدراسة</p>

<p>Graphic abstract</p>  <p><i>Trichoderma</i> spp isolated of Brazilian Amazonian</p> <p>AgNO₃</p> <p>Intensity (Percent)</p> <p>Size (d.nm)</p> <p>Silver nanoparticles biosynthesis</p>	
<p>فطريات (<i>endophytic</i>) من جنس (<i>Trichoderma spp</i>)</p>	<p>المادة المستخدمة</p> <p>لتصنيع Ag-NPs</p>
<p>تم الدراسة بإتباع الخطوات التالية :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. جمع عينات الفطر 2. زراعة الفطريات على وسط صلب و في وسط مائي 3. الإصطناع الحيوي ل Ag-NPs 4. التشخيص : UV-Visible ، FTIR ، ZetaSizer . 5. النشاط المضاد للبكتيريا . <p>النشاط المضاد للبكتيريا : تم إستخدام Ag-NPs المحضرة لتقييم النشاط المضاد للبكتيريا ضد سلالات بكتيرية سالبة و موجبة الغرام ليتم تحديد الحد الأدنى للتركيز المثبط (MIC) والحد الأدنى لتركيز مبيد الجراثيم (MBC) ل Ag-NPs.</p>	<p>الطرق</p> <p>المتبعة</p>
<p>أعطت أحد عينات الفطر (TCH 01) أفضل النتائج من حيث الإصطناع الحيوي (لوحظ أنه بعد تسعة أيام ، تم تغيير وسط التفاعل المحتوي على محلول Ag-NPs من اللون الشفاف إلى اللون البني) فتم إعتماؤها لبقية الدراسة . كما هو موضح في الشكل.</p>	<p>النتائج</p> <p>و المناقشة</p>

Fig. 1 a *Trichoderma* sp. TCH 01 in solid medium (malt and agar 2%, 7 days, 32 °C. **b** Flasks with TCH 01 solutions; 1— control AgNO₃ solution; 2— fungi solution without AgNO₃; fungi + AgNO₃ solution



يشير هذا التلوين إلى وجود رنين بلسمون سطح موضعي (LSPR) لوحظ عند 420 نانومتر في طيف UV-Vis. علاوة على ذلك ، أعطت السلالة TCH 01 أصغر الجسيمات (261 نانومتر) أثناء الفحص ، وبالتالي تم إختيارها للاختبارات الأخرى.

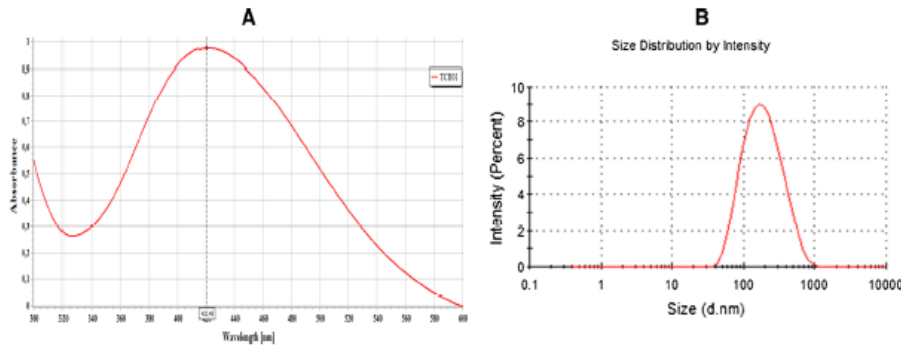


Fig. 2 a UV-Vis spectrum of AgNP solution from *Trichoderma* sp. TCH 01. **b** AgNP size distribution

تم باستخدام طريقة (the zeta potential) دراسة : إستقرار الجسيمات، كذلك علاقة إنخفاض الأس الهيدروجيني بحجم الجسيمات الهيدروديناميكي ، حيث أثبتت النتائج أن الرقم الهيدروجيني المثالي لنمو الفطريات غالبًا يتراوح بين 4.0 و 6.0 ؛ ومع ذلك ، فإن الفطريات الخيطية تتحمل إختلافات تتراوح من 2.0 إلى 9.0 ، أيضا تم دراسة تأثير مدة الإصطناع الذي يتراوح بين 3 و 12 يوم .

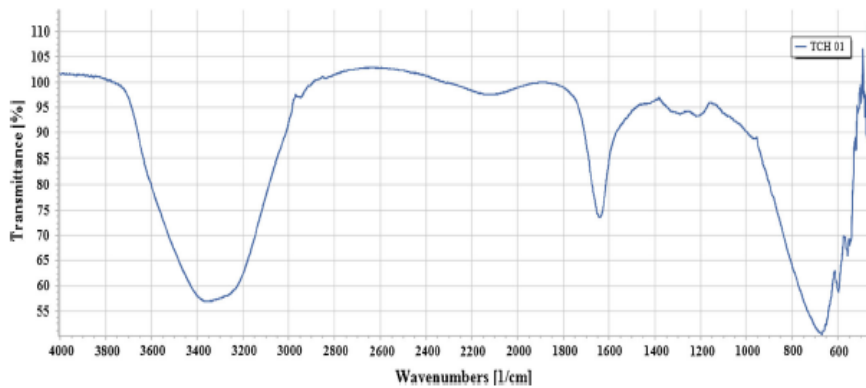


Fig. 6 FTIR spectrum of the reaction medium (AgNO₃ *Trichoderma* sp. TCH 01) after 9 days in pH 5

طيف FTIR الشكل أعلاه للعينة المدروسة أعطى عدة معلومات عن بنية العينة مثل : نطاقات النفاذية عند 3400 و 1650 و 1290 و 1219 و 641 و 600 سم⁻¹. تعزى إلى مجموعات O-H من الماء ، يمكن أن تعزى العصابات عند 1290 و 1219 سم⁻¹ إلى بقايا NO₃ الموجودة في العينة ، وتشير النطاقات عند 641 و 600 سم⁻¹ إلى روابط C-H من الحلقات العطرية . يمكن أن يرجع وجود المجموعات العطرية في وسط الفطريات إلى وجود الأحماض الأمينية العطرية مثل التيروزين و التريبتوفان. يمكن لبعض البروتينات التي تفرزها الفطريات أثناء الإصطناع الحيوي لـ Ag-NP أن ترتبط بها من خلال مجموعات أمين حرة ، أو بقايا السيستين أو الجذب الكهروستاتيكي لمجموعات الكربوكسيل السالبة الشحنة. تشير هذه النتائج إلى أن تحرير جزيئات البروتين خارج الخلية ربما يكون له دور في تكوين وتثبيت Ag-NPs من وسط الفطريات.

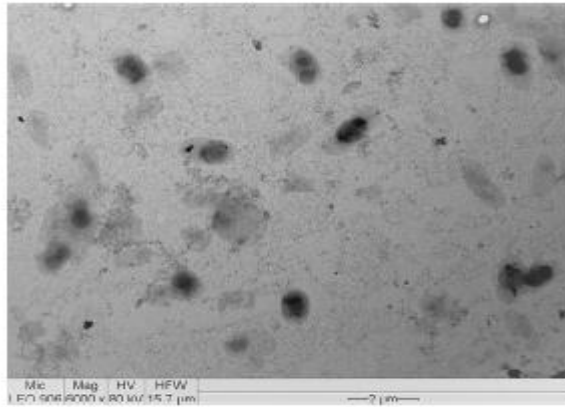


Fig. 7 TEM images of AgNP from *Trichoderma* sp. TCH 01

تشير صورة TEM إلى أن الجسيمات متفرقة ومتعددة الشكل وكانت مستديرة الشكل كما هي موضحة في الشكل في الأعلى .

Table 2 Minimum inhibitory concentration (MIC) and minimum bactericidal concentration (MBC) from AgNP biosynthesized from TCH 01 (pH 5)

Mediums (days)	Bacteria—MIC and MBC (mg/mL)							
	Gram-positive				Gram-negative			
	<i>Staphylococcus aureus</i>		<i>Enterococcus faecalis</i>		<i>Escherichia coli</i>		<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	
	MIC	MBC	MIC	MBC	MIC	MBC	MIC	MBC
AgNP (6 days)	> 2.5	> 2.5	> 2.5	> 2.5	1.25	1.25	2.5	2.5
AgNP (9 days)	> 2.5	> 2.5	> 2.5	> 2.5	0.62	0.62	0.62	0.62
AgNP (12 days)	> 2.5	> 2.5	> 2.5	> 2.5	> 2.5	> 2.5	> 2.5	> 2.5

تُظهر نتائج MBC أن جميع التركيزات ذات النشاط المبيد للجراثيم منعت نمو البكتيريا في طبق بتري وكانت قيم MIC هي نفسها وأدت إلى أن الجسيمات النانوية لها نشاط مبيد للجراثيم ، كما هو موضح في الجدول. كانت قيم MIC و MBC أقل بالنسبة للبكتيريا سالبة الجرام

<p>(<i>E. faecalis</i> و <i>S. aureus</i>) الجرام مقارنة بالبكتيريا موجبة الجرام (<i>P. aeruginosa</i> و <i>E. coli</i>) ويعزى هذا الاختلاف إلى بنية جدار الخلية البكتيرية.</p>	
<p>من بين العزلات الأربع لفطريات الأمازون المختارة للدراسة (TCH 01 و TCH 02 و TCH) ، كما يتضح من نطاق RPSL ، وهي ميزة رئيسية لتوصيف Ag-NPs في تحليل UV-Vis. من خلال إختبارات تباين الأس الهيدروجيني ووقت التفاعل ، وجد أنه عندما تمت زراعة عذلة TCH 01 عند الرقم الهيدروجيني 5 على مدار 9 أيام ، نتج عن ذلك أجزاء أصغر من الجسيمات النانوية ومؤشرات تشتت متعدد أفضل. بالنسبة لإمكانات زيتا ، قدمت جميع Ag-NPs حالة من عدم الإستقرار الأولي. كان لـ Ag-NPs الذي تم تصنيعه حيويًا بواسطة عذلة TCH 01 نشاطًا مضادًا للبكتيريا ضد البكتيريا سالبة الجرام وهذه القدرة تضيف قيمة إلى فطر الأمازون (<i>Trichoderma. Sp</i>) TCH 01.</p>	<p>الخلاصة</p>

III - 3 . تحليل بعض المقالات السابقة للإصطناع الحيوي باستخدام البكتيريا :

الجدول (III - 6) : تحليل للمقال " A silver nanoparticle antibacterial synthesized with an *E coli* isolated from urine of dogs" [6]

<p>A silver nanoparticle antibacterial synthesized with an <i>E coli</i> isolated from urine of dogs.</p>	<p>عنوان المقال</p>
<p>Dhuha Khalied Abd-Alameer and Aida Hussian Ibrahim</p>	<p>المؤلف</p>
<p>Online Journal of Veterinary Research. 23 (7):717-723, 2019.</p>	<p>المجلة</p>
<p>إلتهابات المسالك البولية تسببها البكتيريا المقاومة للمضادات الحيوية شائعة في الكلاب. يمكن إستخدام الجسيمات النانوية في إستبدال المضادات الحيوية لتثبيط البكتيريا. إستخدمنا <i>E. coli</i> المعزولة من بول الكلاب لإصطناع جسيمات الفضة النانوية بإستخدام محلول نترات الفضة ($AgNO_3$) و الإشريكية القولونية المعزولة من بول الكلاب بإستخدام مبدأ الإرجاع ليتم إختبارها ضد نمو الإشريكية القولونية في المختبر. تم التأكد من عملية الإصطناع بواسطة الأشعة فوق البنفسجية عند الطول الموجي 515 نانومتر و المجهر الإلكتروني (وجود جسيمات 10-100 nm). تم تحديد MIC لجسيمات الفضة النانوية ضد <i>E coli</i> (MIC ~ 66 µg/ml مع قطر تثبيط حوالي 24 mm).</p>	<p>ملخص الدراسة</p>

<p>بكتيريا (<i>Escherichia coli</i>)</p>	<p>المادة المستخدمة لتصنيع Ag-NPs</p>
<p>● ملخص طريقة الاصطناع</p> <p>تمت زراعة <i>E. coli</i> في مرق لوريا (LB) لتوليد الكتلة الحيوية تم إحتضانها في قارورة إستزراع عند 37 درجة مئوية يتم تحريكها عند 200 دورة في الدقيقة بعد 24 ساعة من النمو تم حصاد الكتلة الحيوية وطردھا مركزيا 10000 دورة في الدقيقة لمدة 10 دقائق لإنتاج المادة الطائفة بعد ذلك تم خلط 5 ml من محلول نترات الفضة $AgNO_3$ مع 10 ml من المادة الطائفة تم حضان المحاليل بعد ذلك عند 30 درجة مئوية لمدة 24 ساعة في الظلام ، بعد 24 ساعة تحول المحلول الأصفر إلى اللون البني مما يشير إلى تكوين جزيئات الفضة النانوية.</p> <p>● طرق التشخيص : UV-visible ، TEM .</p> <p>● النشاط المضاد للبكتيريا :</p> <p>تم إختبار 0.06 ميكروغرام / مل من جزيئات الفضة النانوية ضد نمو الإشريكية القولونية عن طريق تحديد تركيزات التثبيط الدنيا (MIC)</p>	<p>الطرق المتبعة</p>
<p>تم إحتزال نترات الفضة المائية لتشكيل جسيمات الفضة النانوية في وجود الكتلة الحيوية <i>E coli</i> و يتضح ذلك من خلال تغير لون المحلول من اللون الأصفر إلى البني، كما هو موضح في الشكل .</p> <div data-bbox="130 1243 1045 1489"> </div> <p>Figure 1. Formation of nanoparticles (clear yellow to turbid brown-grey)</p> <p>وتم التأكد من الإصطناع بإستخدام طرق التشخيص و النتائج موضح في الأشكال التالية :</p> <div data-bbox="159 1601 478 1960"> </div> <p>Figure 2. UV-visible spectrum of aqueous medium containing supernatant silver ion (10mM).</p> <div data-bbox="686 1624 957 1982"> </div> <p>Figure 3. Electron microscopy of silver nanoparticles produced by <i>Escherichia coli</i>.</p>	<p>النتائج والمناقشة</p>

<p>وجد أن MIC لجسيمات الفضة النانوية في الأنبوب رقم 3 ضد الإشريكية القولونية تعتمد على تعكر الأنبوب وتثبيط MIC ~ 66 ميكروغرام / مل من جزيئات الفضة النانوية مع منطقة تثبيط تبلغ 24 مم كما هو موضح في الشكل.</p>	
<p>نستنتج أن جزيئات الفضة النانوية تثبط الإشريكية القولونية وقد تعزز النشاط ضد البكتيريا المقاومة المتعددة.</p>	<p>الخلاصة</p>

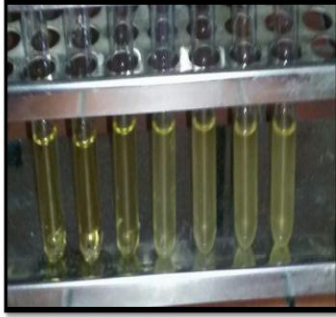


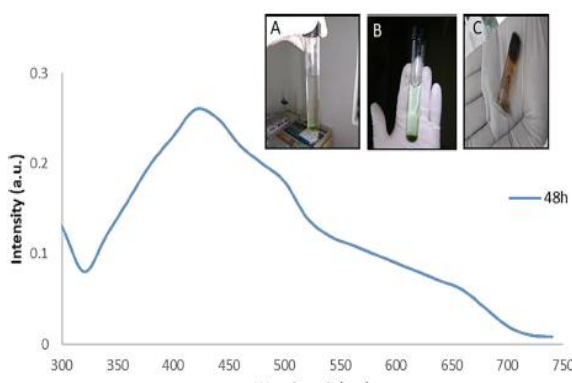
Figure 4. Minimum inhibitory concentration (MIC) of AgNps against E. coli Growth,



Figure 5. Minimum inhibitory concentration zone (24mm) 66µg/ml nanoparticles against E. Coli compared with AgNO₃ and supernatant of e.coli

الجدول (III - 7) : تحليل للمقال " Biogenic silver nanoparticle synthesis with cyanobacterium *Chroococcus minutus* isolated from Baliharachandi sea-mouth, Odisha, and in vitro antibacterial activity" [7]

<p>Biogenic silver nanoparticle synthesis with cyanobacterium <i>Chroococcus minutus</i> isolated from Baliharachandi sea-mouth, Odisha, and in vitro antibacterial activity</p>	<p>عنوان المقال</p>
<p>Chita Ranjan Sahoo , Subhashree Maharana, Chinmayee Priyadarshini Mandhata , Ajit Kumar Bishoyi , Sudhir Kumar Paidesetty , Rabindra Nath Padhy</p>	<p>المؤلف</p>
<p>Saudi Journal of Biological Sciences 27 (2020) 1580–1586</p>	<p>المجلة</p>
<p>تم إصطناع جسيمات الفضة النانوية (Ag-NPs) بواسطة مستخلصات مائية من البكتيريا الزرقاء <i>Chroococcus minutus</i> (سلالة، <i>CRLSUM10</i>)، التي تم جمعها من نقطة إلتقاء</p>	<p>ملخص الدراسة</p>

<p>البحر والنهر للساحل الشرقي للهند ، تم التوصيف بواسطة قياس الطيف الضوئي المرئي للأشعة فوق البنفسجية ، XRD ، FTIR ، SEM ، و SEM-EDX. علاوة على ذلك. كان لـ Ag-NPs المركبة نشاط مضاد للبكتيريا ملحوظ بأقل جرعة (100 ملغ) ضد السلالات المسببة للأمراض من: <i>E.coli</i> و <i>S. pyogenes</i> ، مما يجعلها عوامل مضادة للبكتيريا جديدة ضد "الجهاز التنفسي العلوي".</p>	
<p>بكتيريا (<i>Chroococcus minutus</i>)</p>	<p>المادة المستخدمة لتصنيع Ag-NPs</p>
<p>● ملخص طريقة الإصطناع : تم الإصطناع إنطلاقاً من <i>C. minutus</i> كمسحوق مجفف ، الماء المعقم ومحلول $AgNO_3$ يظهر الخليط المحتضن أصفر شاحب إلى بني غامق بهذا إتمام عملية إصطناع Ag-NPs. ● طرق التشخيص : UV, SEM, FTIR, XRD, SEM-ED . ● النشاط المضاد للبكتيريا : تم تقييم النشاط المضاد للبكتيريا لـ Ag-NPs بإستخدام طريقة إنتشار agar-well ، مع وسط agar مغذي معقم و pH عند 7.4 و بتركيزات متدرجة لـ Ag-NPs 1 ، 5 ، 10 ، 20 ، 50 ، 100 ، 200 و 500 مجم / مل في محلول DMSO و <i>gentamycin</i> المضاد الحيوي القياسي ، التي تم إحتضانها عند 37 درجة مئوية لمدة 48-72 ساعة لقياس مناطق التثبيط .</p>	<p>الطرق المتبعة</p>
<p>تم تأكيد تكوين Ag-NPs من خلال الملاحظة المرئية للمزيج من اللون الأصفر الباهت إلى اللون البني الغامق ؛ كما هو موضح في الشكل .</p>  <p>The figure consists of a line graph and three inset photographs. The graph plots Intensity (a.u.) on the y-axis (ranging from 0 to 0.3) against Wavelength (nm) on the x-axis (ranging from 300 to 750). A single curve labeled '48h' shows a broad surface plasmon resonance (SPR) peak centered around 430 nm. The three inset photographs, labeled A, B, and C, show culture tubes containing <i>C. minutus</i> and $AgNO_3$ solution at different time points: (A) 12 hours (no color change), (B) 24 hours (light brown color), and (C) 48 hours (deep brown color).</p>	<p>النتائج والمناقشة</p>

وتم التأكد من الإصطناع باستخدام طرق التشخيص و النتائج موضح في الأشكال التالية :

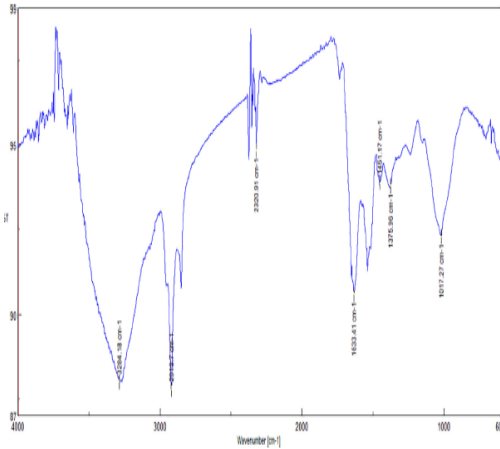


Fig 5. FTIR spectrum of synthesized AgNPs.

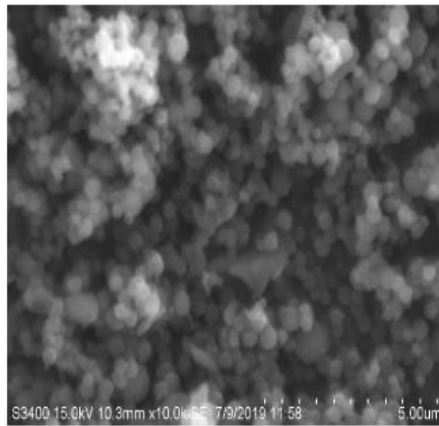


Fig 3a. SEM micrograph of synthesized AgNPs.

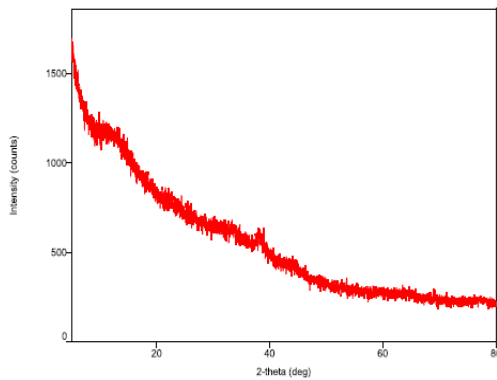


Fig. 4. XRD pattern of synthesized AgNPs with *C. minutus*.

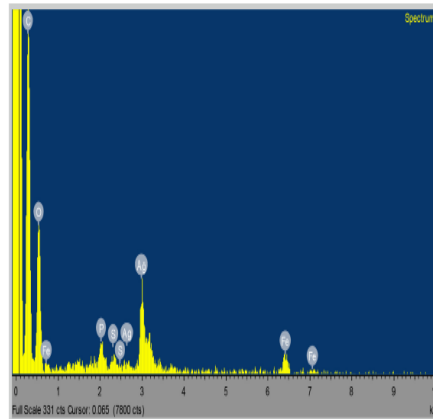


Fig 3b. SEM-EDX micrograph of AgNP synthesis confirmed structure in the presence of Ag.

Ag-NPs المصنعة على مناطق تثبيط ضد *E. coli* > *S. aureus* > *P. aeruginosa* في النطاق ، 16-12 مم ؛ ولوحظت قيم MIC ضد *E. coli* و *S. aureus* و *P. aeruginosa* بجرعات 100 و 200 و 100 ملغ من MIC على التوالي. وبالمثل ، فإن بكتيريا *C. turgidus* لها تأثير مثبت ضد 3 مسببات الأمراض البكتيرية.

تحظى البكتيريا الزرقاء باهتمام كبير في المجال العلاجي ، تم استخدام الكتلة الحيوية المحصودة في الإصطناع الحيوي لـ Ag-NPs ، و تم إجراء توصيفاتها الطيفية بواسطة UV-Vis و SEM-EDX و XRD و FTIR . كان للأنشطة المضادة للميكروبات من Ag-NPs المصنعة سيطرة ملحوظة ضد البكتيريا المسببة لإلتهاب المسالك البولية. يمكن استخدام Ag-NPs كعوامل مضادة للميكروبات في المستقبل.

الخلاصة

III - 4 . تحليل بعض المقالات السابقة للإصطناع الحيوي باستخدام الطحالب :

الجدول (III - 8) : تحليل للمقال " Biological Synthesis of Silver Nanoparticles by

Cell-Free Extract of *Spirulina platensis*" [8]

عنوان المقال	Biological Synthesis of Silver Nanoparticles by Cell-Free Extract of <i>Spirulina platensis</i>
المؤلف	Gaurav Sharma, Nakuleshwar Dut Jasuja, Manoj Kumar, and Mohammad Irfan Ali
المجلة	Journal of Nanotechnology, 2015, Article ID 132675, 6 pages
ملخص الدراسة	<p>تظهر هذه الدراسة الإصطناع البيولوجي لجسيمات الفضة النانوية (Ag-NPs) باستخدام المستخلص الخالي من الخلايا من <i>S. platensis</i> (أحد أنواع الطحالب). تم تمييز Ag-NPs المركب حيويًا بواسطة التحليل الطيفي للأشعة المرئية وفوق البنفسجية وتحليل SEM و TEM و FTIR وتم تقييم النشاط المضاد للبكتيريا. أظهر الإصطناع خارج الخلوي باستخدام المستخلص المائي من <i>S. platensis</i> تكوين Ag-NPs كروية متناثرة جيدًا ومستقرة للغاية بمتوسط حجم 30-50 نانومتر. تم تأكيد حجم ومورفولوجيا الجسيمات النانوية عن طريق تحليل SEM و TEM. أظهرت أطياف FTIR و UV-Vis أن الجزيئات الحيوية والبروتينات والببتيدات ، مسؤولة بشكل أساسي عن تكوين وإستقرار Ag-NPs . علاوة على ذلك ، أظهرت الجسيمات النانوية المصنّعة نشاطًا مضادًا للبكتيريا عاليًا ضد مسببات الأمراض سالبة الجرام. أظهرت Ag-NPs أقصى منطقة للتثبيت (ZOI) تبلغ 1.11 ± 31.3 في <i>P. vulgaris</i> . يوفر إستخدام نظام الطحالب الدقيقة هذا نموذجًا بديلًا بسيطًا وفعالًا من حيث التكلفة للتصنيع الحيوي للمواد النانوية من الفضة على نطاق واسع والتي يمكن أن تكون ذات فائدة كبيرة في التطبيقات الطبية الحيوية.</p>
المادة المستخدمة لتصنيع Ag-NPs	طحالب (<i>Spirulina platensis</i>)
الطرق المتبعة	<ul style="list-style-type: none"> • ملخص طريقة الاصطناع : أضف 2 مل من مستخلص الطحالب الدقيقة النقي بالتنقيط في 100 مل من محلول نترات الفضة 1 ملي مولار في دورق مخروطي سعة 250 مل. تم الإحتفاظ بخليلط التفاعل عند $60\text{ }^{\circ}\text{C}$ لمدة 10 دقائق

تحت التقليل الميكانيكي المستمر. لوحظ أن إختزال Ag-NPs إلى Ag-NPs إكتمل في غضون 10 دقائق ، ويظل الأس الهيدروجيني في حدود 4.7 - 5.0 خلال فترة التفاعل . لوحظ تغير اللون وتم رصد تكوين الجسيمات النانوية باستخدام مقياس الطيف الضوئي بالأشعة المرئية وفوق البنفسجية. تم طرد الجسيمات النانوية الفضية المركبة عند 15000 دورة في الدقيقة لمدة 20 دقيقة عند 4 درجات مئوية. تم غسل الجسيمات بالماء المقطر عدة مرات لإزالة الشوائب و 90٪ إيثانول للحصول على مسحوق Ag-NPs النقي.

- طرق التشخيص : TEM, FTIR , SEM, UV-Visible .
- النشاط المضاد للبكتيريا :

تم استخدام Ag-NPs المحضرة بواسطة *S. platensis* لتقييم النشاط المضاد للبكتيريا ضد بكتيريا غرام (-) وغرام (+) بإتباع طريقة الإنتشار على الأقراس.

تم التحقق من إصطناع جزيئات الفضة النانوية من خلال تغير اللون إلى التحول الأحيائي للفضة الأيونية إلى الفضة المختزلة وتكوين Ag-NPs في الوسط المائي ، كما هو موضح في الشكل . و أثبتت طرق التشخيص شكلها (Spherical) و أبعادها (30-50nm).

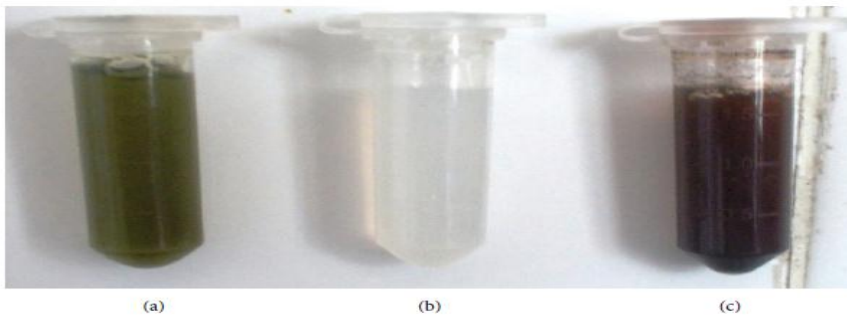


FIGURE 3: The pictures show the (a) *S. platensis* extracts, (b) AgNO₃ solution, and (c) AgNPs solution.

أظهرت دراسة تأثير تركيز المادة المصطنعة على قطر منطقة التثبيط أن التأثيرات المضادة للبكتيريا لـ Ag-NPs على البكتيريا تعتمد على تركيز Ag-NPs وترتبط إرتباطاً وثيقاً بتطور "الحفر" على جدار الخلية للبكتيريا.

TABLE 1: Antibacterial activity of AgNPs.

Bacterial strain	AgNPs (1 mg/mL)				Mean ± SE	Gentamicin (+) Control (ZOI in mm)	<i>S. platensis</i> extracts (ZOI in mm)	AgNO ₃ (1 mM) (ZOI in mm)
	ZOI in mm	ZOI in mm	ZOI in mm	ZOI in mm				
<i>Escherichia coli</i> , MTCC-9721	24	23	25	25	24.3 ± 0.48	28	12	15
<i>Proteus vulgaris</i> , MTCC-7299	30	32	34	29	31.3 ± 1.11	22	8	10
<i>Klebsiella pneumoniae</i> , MTCC-9751	26	27	24	23	25.0 ± 0.91	16	8	11
<i>Staphylococcus aureus</i> , MTCC-9542	30	33	30	31	31.0 ± 0.71	25	9	12
<i>S. epidermidis</i> , MTCC-2639	21	20	19	20	20.0 ± 0.41	24	9	11
<i>Bacillus cereus</i> , MTCC-9017	23	25	26	23	24.3 ± 0.75	10	8	9

النتائج

والمناقشة

<p>لإستخدام الكتلة الحيوية لـ <i>S. platensis</i> في الإصطناع الحيوي له مزايا مختلفة مثل الزراعة السهلة والتوافر و هذه الطريقة البيولوجية إتجاه تصنيع Ag-NPs له فوائد عديدة ، أي عدم السمية ، وفعالية التكلفة ، والتقليل السريع ، والحدوى الإقتصادية. كأفاق مستقبلية لهذا البحث هي إنتاج كميات كبيرة من Ag-NPs بإستخدام <i>S. platensis</i> والتأكد من فعاليتها ضد طيف واسع من السكان الميكروبيين.</p>	<p>الخلاصة</p>
--	----------------

الجدول (III - 9) : تحليل للمقال , GREEN SYNTHESIS,

CHARACTERIZATION OF SILVER NANOPARTICLES OF A MARINE RED ALGA *SPYRIDIA FUSIFORMIS* AND THEIR ANTIBACTERIAL ACTIVITY " [9]

<p>GREEN SYNTHESIS, CHARACTERIZATION OF SILVER NANOPARTICLES OF A MARINE RED ALGA <i>SPYRIDIA FUSIFORMIS</i> AND THEIR ANTIBACTERIAL ACTIVITY</p>	<p>عنوان المقال</p>
<p>SUBBIAH MURUGESAN , SUNDARESAN BHUVANESWARI, VAJIRAVELU SIVAMURUGAN</p>	<p>المؤلف</p>
<p>International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences. 2017. Vol 9, Issue 5, 192-197</p>	<p>المجلة</p>
<p>تم إجراء الإصطناع الأخضر لجسيمات الفضة النانوية بإستخدام مستخلص الطحالب البحرية الحمراء (<i>Spyridia fusiformis</i>) وتقدير النشاط المضاد للبكتيريا لها. أظهر التحليل الطيفي المرئي للأشعة فوق البنفسجية وجود صدق للبلازموه السطحي عند 450 نانومتر. أظهرت قياسات FT-IR المجموعات الوظيفية المحتملة المسؤولة عن تكوين الجسيمات النانوية. أظهر تحليل حيود الأشعة السينية أن الجسيمات كانت بلورية في الطبيعة. أظهر التصوير المجهرى TEM تكوين جسيمات الفضة النانوية بحجم في حدود 5-50 نانومتر. أظهرت جزيئات الفضة النانوية التي تم تصنيعها من <i>S. fusiformis</i> نشاطاً أعلى وأثبتت فعاليتها في السيطرة على السلالات البكتيرية المسببة للأمراض. أظهرت الجسيمات النانوية أعلى نشاط تثبيط على <i>S. aureus</i> و <i>K. pneumoniae</i> حتى 26 و 0.01 ± 24 مم عند 100 ميكروجرام / مل من الجسيمات النانوية. في درجة حرارة الغرفة.</p>	<p>ملخص الدراسة</p>

<p>المادة المستخدمة</p> <p>لتصنيع Ag-NPs</p> <p>طحالب (<i>Spyridia fusiformis</i>)</p>	
<ul style="list-style-type: none"> ● تحضير مستخلص الطحالب : <p>تم غسل الأعشاب البحرية الحمراء بمياه البحر لإزالة النباتات الهوائية وحزيمات الرمل و بعد التجفيف ، يتم تقطيعها إلى قطع صغيرة ؛ تطحن 1 غرام من المواد الجافة ثم تخلط مع 50 مل من الماء المقطر ويتم غلي هذه المستخلصات لمدة 5 دقائق ، ترشح بإستخدام ورق ترشيح Whatman1 عالي الجودة و إستخدام المادة الطافية وتخزينها عند 4 درجات مئوية .</p> <ul style="list-style-type: none"> ● ملخص طريقة الاصطناع : <p>تمت إضافة 10 مل من مستخلص الطحالب المائية مع 90 مل من 1 ملي مول من محلول نترات الفضة في دورق مخروطي سعة 250 مل. يحفظ خليط التفاعل عند درجة حرارة الغرفة مع التقليب الميكانيكي.</p> <ul style="list-style-type: none"> ● طرق التشخيص : FTIR, TEM, XRD. HR-TEM, UV-Visible ● النشاط المضاد للبكتيريا : <p>تم إجراء النشاط المضاد للبكتيريا لجزئيات الفضة النانوية المصنعة بإستخدام طريقة إنتشار القرص ضد البكتيريا المسببة للأمراض ، من خلال دراسة ثلاثة تراكيز مختلفة وحضنها 24 ساعة و تسجيل قطر منطقة التثبيط . أعيدت التجارب ثلاث مرات.</p>	<p>الطرق المتبعة</p>
<p>لوحظ إرجاع $AgNO_3$ بصريًا من التغير في لون خليط التفاعل من اللون الأصفر الشفاف إلى الأصفر البني بعد 30 دقيقة من التفاعل كما في الشكل. إشتدت شدة اللون البني تدريجيًا بالتناسب المباشر مع فترة التفاعل. أيضًا ، يتكثف لون المحلول تدريجيًا عند التسخين ، مما يشير إلى تكوين Ag النانوية.</p> <div data-bbox="418 1547 754 1798" data-label="Image"> </div> <p>Fig. 1: The test tube containing the filtrate of the <i>S. fusiformis</i> biomass in aqueous solution of 1×10^{-3} M silver nitrate at the (a) beginning of reaction and (b) after 2 h of reaction</p> <p>يعتبر التحليل الطيفي المرئي للأشعة فوق البنفسجية تقنية مهمة لتحديد تكوين وإستقرار الجسيمات النانوية المعدنية في محلول مائي. تؤكد ذروة الإمتصاص المميزة التي لوحظت عند 450 نانومتر في الطيف</p>	<p>النتائج و المناقشة</p>

المرئي للأشعة فوق البنفسجية لـ *S. fusiformis* كما في الشكل إلى تكوين Ag-NPs .

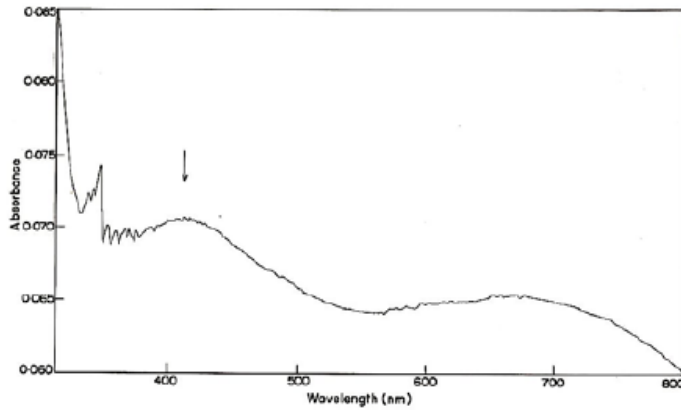


Fig. 2: UV-Visible-spectra of silver nanoparticles synthesized from extract of *S. fusiformis*

أظهر طيف FT-IR المسجل للجسيمات النانوية الفضية المصنعة باستخدام الكتلة الحيوية *S. fusiformis* ، تبايناً في شدة العصابات في مناطق مختلفة كما هو موضح في الجدول ، حيث تشير الذروة العريضة إلى وجود جسيمات نانوية ذات توزيع كبير الحجم بالإضافة إلى طبيعة التشتت المتعدد للجسيم.

Table 1: FT-IR spectral interpretation of silver nanoparticles in *S. fusiformis*

Assignments	Wavenumber (cm ⁻¹)
OH stretching vibrations	3907
OH stretching vibrations	3779
N-H Stretching vibrations	3410
CH ₂	2853
Free SH	2593
(C=O stretching vibrations) Amides	1644
CH ₂	1416
Secondary Cyclic Alcohols	1170
-CH=CH-(cis)	749

لوحظت التوزيعات المختلفة للشكل والحجم لجسيمات الفضة النانوية المركبة بوضوح في تحليل HR-TEM وهذا يشير إلى تباين كبير في شكل الجسيمات النانوية الفضية، حيث ظهرت بأشكال مختلفة: المغزلية ، مثلثة ، كروية زائفة وبعضها في أشكال مستطيلة مستديرة (معظمها كروي كبيرة وصغيرة) و حجم يتراوح من 5 إلى 50 نانومتر. كما هو موضح في الأشكال التالية .

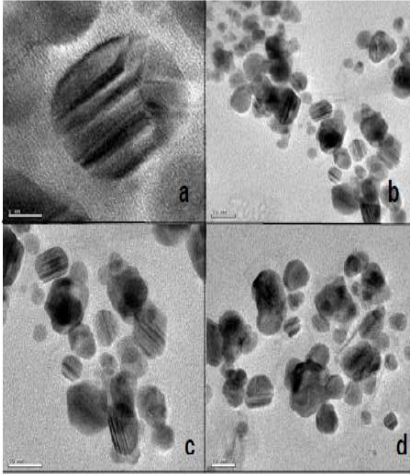


Fig. 4: HR-TEM images of the silver nanoparticles synthesized by using *S. fusiformis*

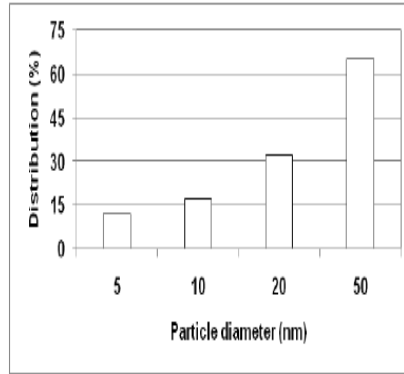


Fig. 5: A particle size distribution histogram of synthesized silver nanoparticles determined from HR-TEM images of *S. fusiformis*

XRD هي تقنية مستخدمة على نطاق واسع لتوضيح البنية والطبيعة البلورية ولتقدير نقاء الجسيمات النانوية المركبة. يُظهر حيود الأشعة السينية للفضة النانوية المصنّعة حيويًا إنعكاسات Bragg ، المقابلة للفضة السائبة من النوع المكعب المتمركز على الوجه (FCC).

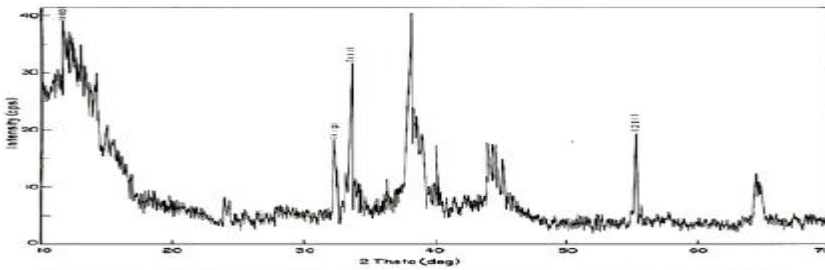


Fig. 6: X-ray diffraction pattern of the silver nanoparticles obtained from *S. fusiformis*

نتائج إختبار الفعالية المضادة للبكتيريا لجسيمات الفضة النانوية المصنّعة من *S. fusiformis* موضحة في كل من الجدول و الشكل تم إستخدام العقار streptomycin كمركب قياسي .

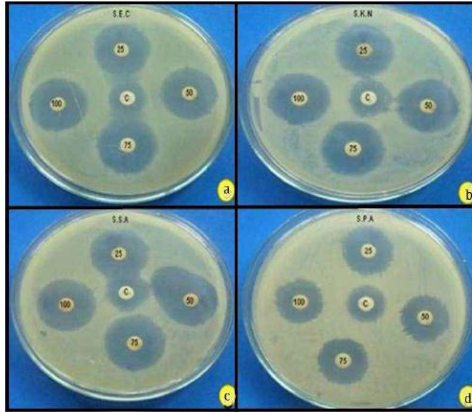


Fig. 7: Antibacterial activity of the silver nanoparticles synthesized from, *S. fusiformis*. a) *Escherichia coli* b) *Klebsiella pneumoniae*, c) *Staphylococcus aureus* and d) *Pseudomonas aeruginosa*

Table 2: Antibacterial activity of silver nanoparticles of *S. fusiformis*

S. No	Name of the microorganisms	Zone of inhibition in mm on human pathogen				Streptomycin (100 µg/ml)
		25 µg/ml	50 µg/ml	75 µg/ml	100 µg/ml	
1	<i>E. coli</i>	12±0.003	18±0.004	20±0.006	21±0.003	16±0.002
2	<i>K. pneumoniae</i>	17±0.001	20±0.006	23±0.003	26±0.007	18±0.003
3	<i>S. aureus</i>	15±0.002	17±0.001	22±0.003	24±0.004	16±0.001
4	<i>P. aeruginosa</i>	19±0.003	15±0.002	20±0.006	22±0.003	17±0.001

مستخلص الطحالب البحرية الحمراء *S. fusiformis* قادر على إنتاج جزيئات الفضة النانوية و هي عملية حميدة بيئياً ويمكن إستخدام مستخلصات الطحالب كغطاء فعال وكذلك كعامل إحتزال للتصنيع. أظهرت Ag-NPs نشاطاً مضاداً محتملاً ضد مسببات الأمراض البشرية مثل *E. coli* و *S. aureus* و *K. pneumoniae* و *P. aeruginosa*. ستمتع تطبيقات هذه الجسيمات النانوية الصديقة للبيئة ذات التطبيقات الطبية المبيدة للجراثيم وغيرها من التطبيقات الطبية بإمكانية عالية لتكبيها على نطاق واسع في المستقبل.

الخلاصة

الخلاصة:

من خلال الدراسات السابقة و البحوث العلمية التي تندرج في إطار الإصطناع الحيوي لمركبات الفضة النانوية، تشخيصها وتقدير فاعليتها المضادة للبكتيريا والتي تم تقديم تحليل عدد بسيط منها يمكننا إستنباط ما يلي:

- نسبة النشر: عند مقارنة نسبة المقالات العلمية التي تتناول الإصطناع الحيوي إنطلاقا من مستخلصات نباتية نجدها أكثر بكثير من بقية الطرق وأقدم منها.

● الإصطناع الحيوي:

يتم تفضيل التركيب النباتي لإصطناع Ag-NPs بشكل كبير على عكس بقية التقنيات لما يحتويه من مواد فعالة تساهم بشكل كبير في عملية إصطناع Ag-NPs مثل الفلونيديات، القلويدات و السكريات وذلك من خلال إرجاع أيونات Ag ويتضح ذلك من خلال تغير لون مزيج كما يتميز أيضا الإصطناع الأخضر بسرعة ويمكن الإنتهاء منه في تجميع المستخلص، الملح المعدني، درجة الحرارة، درجة الحموضة و وقت التلامس.

في حين عند إستخدام الكائنات الحية في عملية الإصطناع الحيوي تتطلب أولا جمع العينات ثم زرعها لتتم بعد ذلك عملية الإصطناع الحيوي.

- التشخيص: يهدف إلى التعرف الدقيق Ag-NPs من عدة نواحي حيث نجد أن أكثر الطرق إستعمالا هي UV-vis، XRD، FTIR، SEM، TEM.

- دراسة الفاعلية المضادة للبكتيريا: تم إستخدام Ag-NPs المحضرة بواسطة الطرق البيولوجية لتقييم النشاط المضاد للبكتيريا بإتباع عدة طرق منها طريقة الإنتشار على الأقراص و طريقة تثبيط النمو ضد عدة سلالات بكتيريا سالبة وموجبة الغرام وأعطت نتائج جيدة بأقطار تثبيط معتبرة، وعليه فقط أظهرت معظم الدراسات إمتلاك Ag-NPs نشاط مضاد للبكتيريا.

المراجع

- [1]. Singh, R., Hano, C., Nath, G., & Sharma, B. (2021). Green biosynthesis of silver nanoparticles using leaf extract of *Carissa carandas* L. and their antioxidant and antimicrobial activity against human pathogenic bacteria. *Biomolecules*, 11(2), 299.
- [2]. Sulthana, R. N., Rajanikanth, A.(2018). Green Synthesis of Silver Nanoparticles Using Seed Extract of *Foeniculum vulgare* and their Antibacterial Activity. *Int. J. Curr. Res. Biosci. Plant Biol*, 5(7), 77-83.
- [3]. Aina, A. D., OluwafayokeOwolo, O., Aina, F. O., Majolagbe, O. N., Olukanni, O. D., Stephen, M. C., & Aderiike, G. (2018). Biosynthesis of Silver Nanoparticles using Almond Plantleaf extract and their Antibacterial Activity. *International Journal of Engineering Science*, 19227.
- [4]. Meena, R. K., Meena, R., Arya, D. K., Jadoun, S., Hada, R., & Kumari, R. (2020). Synthesis of silver nanoparticles by *Phyllanthus emblica* plant extract and their antibacterial activity. *Material Science Research India*, 17(2), 136-145.
- [5]. Ramos, M. M., dos S Morais, E., da S Sena, I., Lima, A. L., de Oliveira, F. R., de Freitas, C. M., ... & Ferreira, I. M. (2020). Silver nanoparticle from whole cells of the fungi *Trichoderma* spp. isolated from Brazilian Amazon. *Biotechnology letters*, 42(5), 833-843.

-
- [6]. Abd-Alameer, D. K., & Ibrahim, A. H. A silver nanoparticle antibacterial synthesized with an E coli isolated from urine of dogs.
- [7]. Sahoo, C. R., Maharana, S., Mandhata, C. P., Bishoyi, A. K., Paidesetty, S. K., & Padhy, R. N. (2020). Biogenic silver nanoparticle synthesis with cyanobacterium *Chroococcus minutus* isolated from Baliharachandi sea-mouth, Odisha, and in vitro antibacterial activity. *Saudi journal of biological sciences*, 27(6), 1580-1586.
- [8]. Sharma, G., Jasuja, N. D., Kumar, M., & Ali, M. I. (2015). Biological synthesis of silver nanoparticles by cell-free extract of *Spirulina platensis*. *Journal of nanotechnology*.
- [9]. Murugesan, S., Bhuvaneshwari, S. U. N. D. A. R. E. S. A. N., & Sivamurugan, V. A. J. I. R. A. V. E. L. U. (2017). Green synthesis, characterization of silver nanoparticles of a marine red alga *Spyridia fusiformis* and their antibacterial activity. *Int. J. Pharm. Pharm. Sci*, 9(5), 192-197.

خاتمة

الخاتمة:

يرتكز إهتمامنا في هذا البحث على التعرف على المركبات النانوية من جميع النواحي، و التركيز على الفضة النانوية من حيث الإصطناع و التشخيص و تقدير الفاعلية المضادة للبكتيريا، ومنه تقديم تحليل مفصل لمجموعة من الدراسات السابقة الحديثة في هذا الميدان و التي تبين من خلالها ما يلي:

تزايد عدد المنشورات العلمية في هذا الميدان على إختلاف طرق الإصطناع الحيوي، و إرتكز عدد كبير منها على تامين مركبات الفضة النانوية المتحصل عليها من مستخلصات نباتية و بينت أن أهميتها تكمن في إحتوائها على المركبات الفعالة.

من خلال دراستنا النظرية نجد أن علم النانو علم واسع إستطاعت من خلاله مركبات الفضة النانوية إقتحام جميع الميادين، و تشير الدراسات المستقبلية أنه يمكن لها أن تلعب دورًا بارزًا في دفع عدد لا يحصى من الكائنات الحية الدقيقة والنباتات التي تم إستكشافها حتى الآن لتحقيق تطبيقات ميدانية عديدة. أخيرًا، يمكن أن يؤدي الفهم الأفضل لآلية الإصطناع و خصائص المركبات إلى زيادة حدود هذه التكنولوجيا وتوسيع أفاقها إلى ما بعد الإستخدام المخبري.

الملخص :

علم النانو يمكّن الباحثين من تطوير مواد نانوية جديدة و فعالة من حيث التكلفة للطاقة والرعاية الصحية والتطبيقات الطبية . يتم حاليًا تصنيع جسيمات الفضة النانوية (Ag-NPs) بشكل متزايد لخصائصها الفيزيائية والكيميائية و الإلكترونية الفائقة . تسمح المعرفة الجيدة بهذه الخصائص بتطوير التطبيقات في جميع المجالات الحساسة الأساسية لخدمة الإنسان والبيئة . تم في هذه الدراسة تسليط الضوء على الإصطناع الحيوي لجسيمات الفضة النانوية Ag-NPs وذلك باستخدام بعض الكائنات الحية الدقيقة و بعض مستخلصات النبات وتقنيات تشخيصها (FTIR ، UV-vi ، TEM ، XDR ...) وتقدير الفاعلية المضادة للبكتيريا .

من خلال الدراسات السابقة تبين أن Ag-NPs المحضرة حيويًا لها نشاطًا مضادًا للبكتيريا ، و إن هذه الجسيمات تعد أحد العوامل المستخدمة للمعالجة الفعالة للميكروبات عمومًا وتمتلك تأثيرًا داخليًا وخارجيًا .

الكلمات المفتاحية : جسيمات الفضة النانوية ، الإصطناع الحيوي ، الفاعلية المضادة للبكتيريا ، التشخيص .

Abstract:

Nanoscience enables researchers to develop new and cost-effective nanomaterials for energy, healthcare, and medical applications. Silver nanoparticles (Ag NPs) are currently increasingly synthesized for their superior physicochemical and electronic properties. Good knowledge of these characteristics allows the development of applications in all sensitive and essential fields in the service of humans and the environment . Then in this study highlighting the biosynthesis of secondary silver particles Ag-NPs using some microorganisms and some plant extracts and their diagnostic techniques (XDR, FTIR, UV-vi, TEM...) and estimating the antibacterial activity.

Through previous studies, it was found that the bio-prepared Ag-NPs have anti-bacterial activity, and these particles are one of the agents used for the effective treatment of microbes in general and have an internal and external effect.

Key words: nucleic silver particles, biosynthesis, antibacterial activity, diagnosis.

