



وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة قاصدي مرباح ورقلة
كلية الرياضيات وعلوم المادة
قسم الكيمياء



مذكرة مقدمة ضمن متطلبات نيل شهادة ماستر أكاديمي في الكيمياء
التخصص : كيمياء تطبيقية

من أعداد :

سكندر عبد الحليم

مهيري محمد تقي الدين

بعنوان

تحضير جزيئات أكسيد المعادن النانوية المختلطة (MgO, CuO, TiO₂) محضرة
بمستخلص أوراق نبات *Portulaca Oleracea L* ودراسة فاعليتها المضادة
للبكتيريا

نوقشة يوم : 2025/06/11 امام لجنة المناقشة

رئيسة	أستاذ محاضرة - أ -	د. زروقي حياة	1
مناقش	أستاذ محاضرة - أ -	ب. بن منين عبد القادر	2
مؤطر	أستاذ محاضرة - أ -	د. نجيمي محمد السعيد	3

2024/2025

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

يَرْفَعُ اللَّهُ الَّذِينَ آمَنُوا
مِنْكُمْ وَالَّذِينَ أُوتُوا
الْعِلْمَ دَرَجَاتٍ

صَدَقَ اللَّهُ الْعَظِيمُ

سورة المجادلة الآية { 11 }

الإهداء

بعد مشواري الدراسي الطويل الان اتممت هذه المسيرة والحمد لله وهذا بفضل الله عز وجل

ووالدائي بداية اود ان اهدي هذا العمل

الى من جعل الله تحت أقدامها الجنة أُمي العزيزة التي علمتني العطاء وغمرتني من كرمها
وحنانها

بالكثير

والى ابي العزيز سندي في الحياة

والى اخوتي الأعرء واختي الغالية اسأل الله ان يمد في عمرهم ويوفقهم في مشوارهم

والى كل شخص كان سندي في مشواري عائلتي و اهلي و أقاربي و رفقائي و مساعدي

إلى من ساهم معي في انجاز هذا العمل

.... شكرا

مهيري محمد تقي الدين

الإهداء

بكل مشاعر الامتتان والعرفان، وبكل ما يحمله القلب من حب وصدق ووفاء،
أهدي هذا العمل المتواضع، ثمرة سنوات من الجد والاجتهاد، إلى أولئك الذين كانوا لي سندًا وعونًا، فاستحقوا
أن تُسَطَّرَ أسماؤهم بأحرفٍ من نور في أولى صفحات هذا الإنجاز:

إلى والديّ العزيزين،

إلى من غرسا فيّ بذور العلم، وسقياها بالصبر والدعاء، إلى من لم يبخلا عليّ بحنانهما وتوجيهاتهما،
إلى من سهرا لأرتاح، وضخّيا ليكبر حلمي، إلى من تعلّمت منهما أن لا مستحيل مع الإصرار والإيمان،
أهديكما كل ما أنجزت، وكل ما سأنجز... فأنتم الأصل.

إلى إخوتي وأخواتي،

شركاء الحياة، ورفقاء الدرب، الذين كانوا دومًا زادي في أوقات التعب، وبسمتي في لحظات اليأس،
لكم مني جزيل الشكر والامتنان على كل ما بذلتموه من دعم وتشجيع.

إلى أساتذتي الكرام،

الذين لم يبخلوا علينا بعلمهم، وفتحوا لنا أبواب المعرفة، كنتم قدوة ونبراسًا في طريق العلم، فلکم كل التقدير
على صبركم وتفانيكم،
وبالأخص إلى الأستاذ **نجيمي محمد السعيد**، على ما قدم من توجيه ونصح وصبر خلال مساري البحثي
إلى كل من آمن بي، وشجّعني، ودفعني نحو الأفضل، إلى من علّمني أن العثرة بداية، لا نهاية،
إلى كل من دعمني بكلمة أو فعل أو ابتسامة، أهدیکم هذا العمل الذي هو ثمرة من ثمار حبكم ووقوفكم
بجانبي.

إلى روعي الطموحة...

التي لم ترضَ بالركون، ولا بالركض خلف السهل، إليك أهدى هذا الإنجاز الذي انتزع من الوقت والجهد
والدمع والرجاء.

اللهم اجعل هذا العمل خالصًا لوجهك الكريم، وانفعني به، وانفع به غيري.

إنك وليّ التوفيق.

سكندر عبد الحليم

الشكر و العرفان

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ
الحمد لله رب العالمين والصلاة والسلام على سيد الخلق أجمعين رسولنا النبي
الأكرم الأمين وعلى آله وصحبه أجمعين

الحمد والشكر لله الذي وفقنا وأعاننا لإنجاز هذه المذكرة والوصول لمنزلة
العلم هذه، بالبدء نتقدم بجزيل الشكر والإمتنان والعرفان للأستاذ والدكتور

"نجيمي محمد السعيد"

لإقتراحه موضوع البحث ولما قدمه لنا من الدعم العلمي والتشجيع طوال مدة انجاز البحث
فكان خير مؤطر وموجه نسأل الله ان يرزقه كل الخير ويزيده من علمه وفضله ويرزقه
العمل به شكراً.

اما بعد نتقدم بأسمى عبارات الشكر و التقدير و الاحترام للجنة المناقشة شكراً لكم أساتذتنا
الكرام

ويطيب لنا أن نتقدم بالشكر الجزيل والامتنان لجميع العاملين في قسم الكيمياء وبوجه
الخصوص السيد محمد مهيريس و الى كل الأساتذة لدورهم وتوجيههم لنا في مسيرتنا العلمية
خلال الخمس سنوات
شكراً لكم....

وفي النهاية الشكر الوافر لمن شاركنا مقاعد الدراسة لجميع طلبة الكيمياء وتخصص
الكيمياء التحليلية خاصة وفقهم الله.

شكراً....

قائمة الاشكال

الصفحة	العنوان	الشكل
2	مقارنة بين أحجام مختلفة من المواد ذات الأبعاد النانوية. تم التعديل عن Bloemen 2015	1-I
3	تصنيف المواد النانوية	2-I
4	تصنيف المواد النانوية: (a) جسيمات وعناقيد نانوية صفيرية الأبعاد (0D) ، (b) ألياف وأسلاك وقضبان نانوية أحادية البعد (1D) ، (c) أغشية وصفائح وشبكات نانوية ثنائية الأبعاد (2D) ، (d) مواد نانوية ثلاثية الأبعاد. (3D).	3-I
8	طرق مختلفة لتصنيع الجسيمات النانوية	4-I
11	صور المجهر الإلكتروني الماسح (SEM) لكرات الذهب النانوية (a) منظر علوي، (b) منظر مائل	5-I
11	صور المجهر الإلكتروني الماسح (SEM) لأطر المعادن العضوية (MOFs) المعدلة بأكسيد الزنك (ZnO) عند درجات حرارة مختلفة	6-I
12	صورة بمجهر الإلكترون النافذ (TEM) لجسيمات الذهب النانوية الكروية	7-I
13	أنماط حيود الأشعة السينية (XRD) لأغشية CoO المجوفة المزدوجة والثلاثية والرابعة	8-I
14	المخطط العام لتخليق الجسيمات النانوية وتطبيقها في تشخيص وعلاج السرطان	9-I
18	تطبيقات الجسيمات النانوية لأكسيد الزنك (ZnO NPs)	10-I
19	تطبيقات الجسيمات النانوية للفضة (Ag NPs)	11-I
27	يوضح بعض الأكاسيد النانوية المحضرة وفعاليتها البيولوجية	12-II
29	تمثيل تخطيطي لتفاعل البكتيريا بعد التعرض لأنواع الأكسجين التفاعلية الناتجة عن الجسيمات النانوية والأيونات	13-II
33	يوضح تخطيط لتقنية طيف الأشعة تحت الحمراء	14-III
34	يوضح مخطط تقنية حيود الأشعة السينية	15-III
36	نبات الرجلة قبل القطف	16-III
37	أوراق نبات الرجلة أثناء التجفيف	17-III
37	ورق نبات الرجلة بعد التجفيف	18-III
37	نقع أوراق نبات الرجلة في الماء المقطر مع التحريك والتسخين	19-III
37	المستخلص المتحصل عليه بعد عملية الترشيح للمجلول السابق	20-III
39	يوضح المستخلص المحضر مع الأكسيد	21-III
39	يوضح المادة المتحصل عليها بعد الترسيب	22-III
40	صورة تبين اثناء وضع العينات في الفرن	23-III
40	يوضح العينات بعد إخراجها من الفرن وبدا عملية الطحن	24-III

قائمة الجداول

الصفحة	العنوان	الرقم
33	الاجهزة المستعملة	1
34	المواد الكيميائية	2
40	تحضير الاكسيد	3
56	نتائج دراسة الفاعلية ضد البكتيريا للعيينة CH A	4
57	نتائج دراسة الفاعلية ضد البكتيريا للعيينة CH B	5
58	نتائج دراسة الفاعلية ضد البكتيريا للعيينة CH C	6
59	نتائج دراسة الفاعلية ضد البكتيريا للعيينة CH D	7
60	نتائج دراسة الفاعلية ضد البكتيريا للعيينة CH E	8

قائمة الرموز و الاختصرات

التحليل الطيفي بالأشعة تحت الحمراء لتحويل فورييه	Fourier Transform Infrared Spectroscopy	FT-IR
الجسيمات النانوية	Nano particles	NPs
التحليل الطيفي المرئي بالأشعة فوق البنفسجية	Ultraviolet-Visible Spectroscopy	UV-vis
حيودة الأشعة السينية	X-ray Diffraction	XRD
المجهر الإلكتروني النافذ	transmission electron microscope	TEM
المجهر الإلكتروني الماسح	Scanning electron microscope	SEM
الرنين البلازموني السطحي الموضعي	Localized surface plasmon resonance	LSPR
الأشعة تحت الحمراء القريبة	Near infrared rays	NIR
الجسيمات النانوية الفضية	nanoparticules d'argent	Ag NPs

الفهرس

الصفحة	العنوان	الرقم
I	الاهداء	
II	الاهداء	
III	شكر و عرفان	
VI	قائمة الاشكال	
V	قائمة الجداول	
IV	قائمة الرموز والمختصرات	
VII	الفهرس	
أ	مقدمة عامة	
الفصل الأول : الطرق المختلفة لتحضير وتصنيع جسيمات النانو		
2	المقدمة	1-I
3	المواد النانوية	2-I
3	الجسيمات النانوية	1-2-I
4	تصنيف المواد النانوية	2-2-I
5	ابعاد المواد النانوية	1-2-2-I
5	شكل المواد النانوية	2-2-2-I

6	الخصائص التركيبية والبلورية والتجانس والتكتل في المواد النانوية	3-2-2-I
6	التأثيرات البنيوية والسطحية الفريدة للجسيمات النانوية	3-I
7	الخصائص الفيزيائية	1-3-I
7	الخصائص الكيميائية	2-3-I
7	الخصائص المغناطيسية	3-3-I
8	الخصائص البصرية	4-3-I
8	الخصائص الكهربائية	5-3-I
9	الخصائص الميكانيكية	6-3-I
9	طرق تحضير المواد النانوية	4-I
10	الطرق الفيزيائية لتحضير المواد النانوية	1-4-I
11	الطرق الكيميائية لتحضير المواد النانوية	2-4-I
11	الطرق البيولوجية لتحضير المواد النانوية	3-4-I
12	توصيف المواد النانوية	5-I
12	تقنيات الفحص المجهرية	1-5-I
14	تقنيات التحليل الطيفي	2-5-I
16	تطبيق الجسيمات النانوية	6-I
16	التطبيقات في الأدوية والعلاجات	1-6-I
17	التطبيقات في تصنيع المواد	2-6-I

18	التطبيقات في البيئة	3-6-I
19	التطبيقات في الالكترونيات	4-6-I
19	استخدام الجسيمات النانوية في توليد الطاقة	5-6-I
21	سمية المواد النانوية	7-I
الفصل الثاني : البكتيريا		
24	مقدمة	1-II
24	نظرة عامة على البكتيريا	2-II
24	تعريف البكتيريا	3-II
25	بيئة البكتيريا	4-II
26	تسمية البكتيريا	5-II
26	تصنيف البكتيريا	6-II
27	تعريف المقاومة	7-II
27	طريقة تحديد درجة حساسية المضادات الحيوية	8-II
27	تمهيد	1-8-II
27	خواص الجذمة البكتيرية	2-8-II
27	حساسية الميكروب	3-8-II
28	دراسة فعالية المضاد الميكروبي	4-8-II
28	الفعالية البكتيرية للمواد النانوية	9-II

30	مقاومة البكتيريا للمضادات الحيوية	10-II
30	الآلية عمل الاكسيد النانوية كمضادات للحياة المجهرية	11-II
الفصل الثالث : المواد و طرق العمل		
33	الأجهزة و المواد	1-III
33	الأجهزة المستعملة	1-1-III
34	المواد الكيميائية	2-1-III
34	تقنيات توصيف البنية النانوية للاكاسيد النانوية المحضرة	2-III
34	مطيافية الأشعة تحت الحمراء	1-2-III
34	حيود الأشعة السينية	2-2-III
35	دراسة الفعالية المضادة للبكتيريا	3-III
36	تحضير الأوساط الزراعية	1-3-III
36	ادامة العزلات البكتيرية	2-3-III
36	تقييم النشاط المضاد للبكتيريا لخمس عينات نانوية باستخدام تقنية الانتشار بالحفر في وسط الاغار	4-III
37	تعريف نبتة الرجلة	5-III
37	تحضير العينة	6-III
38	تحضير مستخلص نبتة الرجلة	7-III
الفصل الرابع : النتائج و المناقشة		
44	النتائج المتعلقة بالبكتيريا (A.B.C.D.E) CH	1-IV

44	الجدول. نتائج دراسة الفاعلية ضد البكتيريا (A) CH	1-1- IV
45	الجدول. نتائج دراسة الفاعلية ضد البكتيريا (B) CH	2-1- IV
45	الجدول. نتائج دراسة الفاعلية ضد البكتيريا (C) CH	3-1- IV
46	الجدول. نتائج دراسة الفاعلية ضد البكتيريا (D) CH	4-1- IV
47	الجدول. نتائج دراسة الفاعلية ضد البكتيريا (E) CH	5-1- IV
47	نتائج التحليل الطيفي المرئي بالأشعة فوق البنفسجية (A B C D E) CH	2- IV
47	نتائج التحليل الطيفي المرئي بالأشعة فوق البنفسجية (A) CH	1-2- IV
48	نتائج التحليل الطيفي المرئي بالأشعة فوق البنفسجية (B) CH	2-2- IV
49	نتائج التحليل الطيفي المرئي بالأشعة فوق البنفسجية (C) CH	3-2- IV
50	نتائج التحليل الطيفي المرئي بالأشعة فوق البنفسجية (D) CH	4-2- IV
51	نتائج التحليل الطيفي المرئي بالأشعة فوق البنفسجية (E) CH	5-2- IV
52	لنتائج الخاصة بالتحليل XRD للعينة (A . B . C . D . E)	3- IV
52	لنتائج الخاصة بالتحليل XRD للعينة (A)	1-3- IV
52	لنتائج الخاصة بالتحليل XRD للعينة (B)	2-3- IV
53	لنتائج الخاصة بالتحليل XRD للعينة (C)	3-3- IV
54	لنتائج الخاصة بالتحليل XRD للعينة (D)	4-3- IV
54	لنتائج الخاصة بالتحليل XRD للعينة (E)	5-3- IV
55	نتائج التحليل الطيفي بالأشعة تحت الحمراء للعينات A . B . C . D . E	4- IV

56	نتائج التحليل الطيفي بالأشعة تحت الحمراء (A) CH	1-4- IV
56	نتائج التحليل الطيفي بالأشعة تحت الحمراء (B) CH	2-4- IV
57	نتائج التحليل الطيفي بالأشعة تحت الحمراء (C) CH	3-4- IV
58	نتائج التحليل الطيفي بالأشعة تحت الحمراء (D) CH	4-4- IV
59	نتائج التحليل الطيفي بالأشعة تحت الحمراء (E) CH	5-4- IV
60	نتائج التحليل الطيفي بالأشعة تحت الحمراء EX	6-4- IV
62	الخاتمة	
64	الملخص	
67	المراجع	

المقدمة العامة

لقد شهد العالم في القرن الحادي والعشرين نهضة علمية وتقدم زاهر في الأبحاث التكنولوجية وخاصة تكنولوجيا النانو. إذ تعتبر تكنولوجيا النانو إلى حد ما مجالاً علمياً جديداً، ويتم تطبيقها على نطاق واسع في أجزاء كثيرة من حياتنا. ولعلا هذا ما كان يصبو اليه العالم الحائز على جائزة نوبل ريتشارد فاينمان 1959 خلال محاضراته بعنوان " هناك متسع كبير في الفراغ

(There is plenty of room at" the bottom)

في عام 1970 م ابتكر العالم نوريو تانيجوتشي من جامعة طوكيو باليابان مصطلح " تقنية النانو " وهي مجال متعدد التخصصات يربط بين طيف واسع من العلوم، ويلمس الهندسة والفيزياء والكيمياء والطب، والسمة المميزة المشتركة هي الحجم وكذلك تعتبر علم ناشئ يتعامل مع دراسة الجسيمات الصغيرة أو المواد النانوية التي يتراوح حجمها بين 1-100 نانومتر أي يتم هندسة المواد بدقة على مستوى النانومتر بحيث تم الحصول على العديد من هذه المواد النانوية بناءً على عملية تحضيرها، واختيار المادة الخافضة للتوتر السطحي والمذيبات. وبالتالي، يمكن أن تحتوي المواد النانوية على أشكال مثل المكعبات، الألياف، الألواح، الأنابيب، الكريات، والأسلاك وبشكل خاص الجسيمات النانوية NPs إذ تم تصنيع جسيمات بحجم النانو باستخدام مختلف الطرق الفيزيائية، الكيميائية، البيولوجية وبفضل الخصائص والمميزات التي تتوفر بها

NPs عن غيرها من المواد التقليدية فتح لها مجال واسع من التطبيقات والاستخدامات في مجالات علمية متعددة. ولعل من أبرزها استغلالها في الطب، صناعة الأدوية ومواد التجميل، المستشعرات

الكهروكيميائية، تصنيع الأغذية، وفي الكيمياء التحليلية [1]

الفصل

الأول

1-1- المقدمة

إلى حد الآن، تحنل الجسيمات النانوية (NPs) موقع الصدارة مقارنة بغيرها نظرًا لإمكانياتها المفترضة في تحقيق تأثير إيجابي على معظم قطاعات الاقتصاد، بما في ذلك المنتجات الاستهلاكية، والصناعات الدوائية، ومستحضرات التجميل، ووسائل النقل، والطاقة، والزراعة، وغيرها. علاوة على ذلك، يجري إنتاجها لتطبيقات جديدة ومتنوعة داخل الصناعة، وهي تشهد تطورًا سريعًا في كل قطاع لا يمكن تجاهله. ومن بين التطبيقات المثيرة للجسيمات النانوية في علوم الحياة، استخدامها كنظم ذكية لتوصيل الدواء، وهو أحد التطبيقات البارزة في هذا المجال. [1]

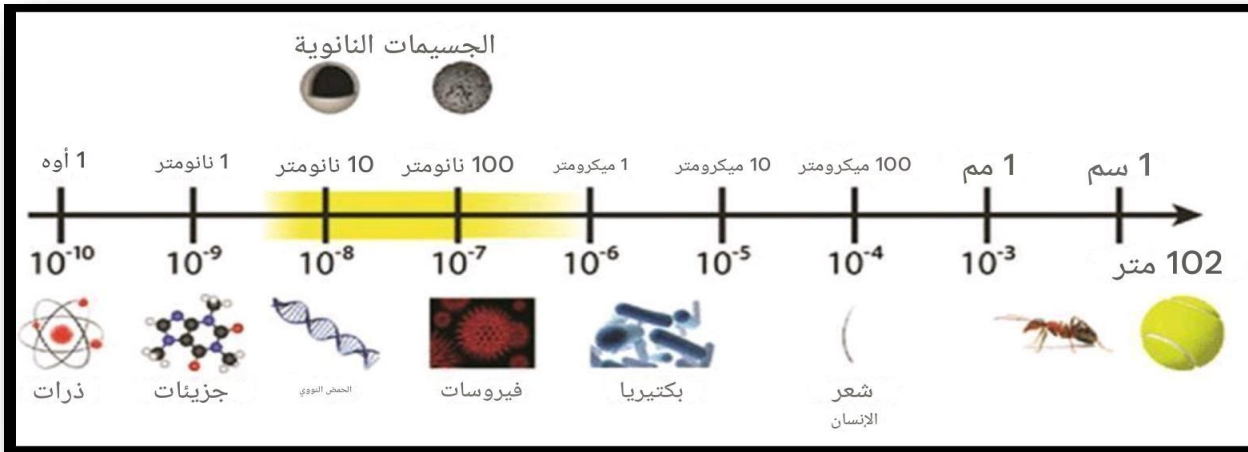
تم وصف نظرية الجسيمات النانوية لأول مرة من قبل هيميلفايت في عام 1906، ثم أطلق عليها لاحقًا اسم "الرصاصات السحرية" من قبل العالم الحائز على جائزة نوبل، بول إيرليش. وقد ظهرت ميزات جديدة في الجسيمات النانوية المعدنية، مما جعلها ذات أهمية علمية كبيرة، حيث إنها تشكل جسرًا بين البنية الذرية والتركيبات الكبيرة. في الوقت ذاته، تتميز الجسيمات النانوية بخواص فيزيائية وكيميائية فريدة، مثل المساحة السطحية العالية، والنشاط الكيميائي المرتفع، بالإضافة إلى إمكانية تعديل حجم المسام وشكل الجسيمات.

أما أحدث التطورات في تكنولوجيا النانو، فتشمل إضافة الجسيمات النانوية المعدنية إلى المنتجات الصناعية والطبية والمنزلية، مثل المذيبات، وواقيات الشمس، والدهانات، ومستحضرات التجميل، وغيرها [1].

1-2- المواد النانوية

المواد النانوية هي مواد تحتوي على جسيمات أو مكونات بحجم النانومتر. تكتسب هذه المواد أهمية كبيرة نظرًا لأن خصائص بصرية ومغناطيسية وكهربائية وغيرها من الخصائص الفريدة تظهر عند هذا المقياس. تتمتع هذه الخصائص الناشئة بإمكانيات هائلة للتأثير في مجالات مثل الإلكترونيات والطب وغيرها [2].

يعود مصطلح "نانو" إلى الكلمة اليونانية التي تعني "القزم". يُستخدم هذا المصطلح كبداية لأي وحدة قياس، مثل الثانية أو المتر، ويعني جزءًا من مليار من تلك الوحدة. وبالتالي، فإن النانومتر (nm) يعادل جزءًا من مليار من المتر، أي 10^{-9} متر. لفهم مدى صِغَر النانومتر، يمكن الرجوع إلى تسلسل الصور الموضح في الشكل 1. [3]



الشكل 1-1 : مقارنة بين أحجام مختلفة من المواد ذات الأبعاد النانوية. تم التعديل عن Bloemen 2015.

1-2-1- الجسيمات النانوية

الجسيمات النانوية هي جسيمات صغيرة يتراوح حجمها بين 1 و 100 نانومتر. اكتسبت هذه المواد أهمية واهتمامًا متزايدًا في السنوات الأخيرة نظرًا لتعدد تطبيقاتها، حيث إن المادة عند هذا المقياس تتميز بترتيب أكثر إحكامًا للذرات والجزيئات، مما يؤدي إلى ظهور ظواهر جديدة واكتساب أو تعزيز خواص ميكانيكية [4]، كهربائية [2]، مغناطيسية [3]، بصرية [5]، تحفيزية [6]، ومضادة للبكتيريا [7]، [8] تختلف تمامًا عن نظيراتها في الأحجام الكبيرة. [9]

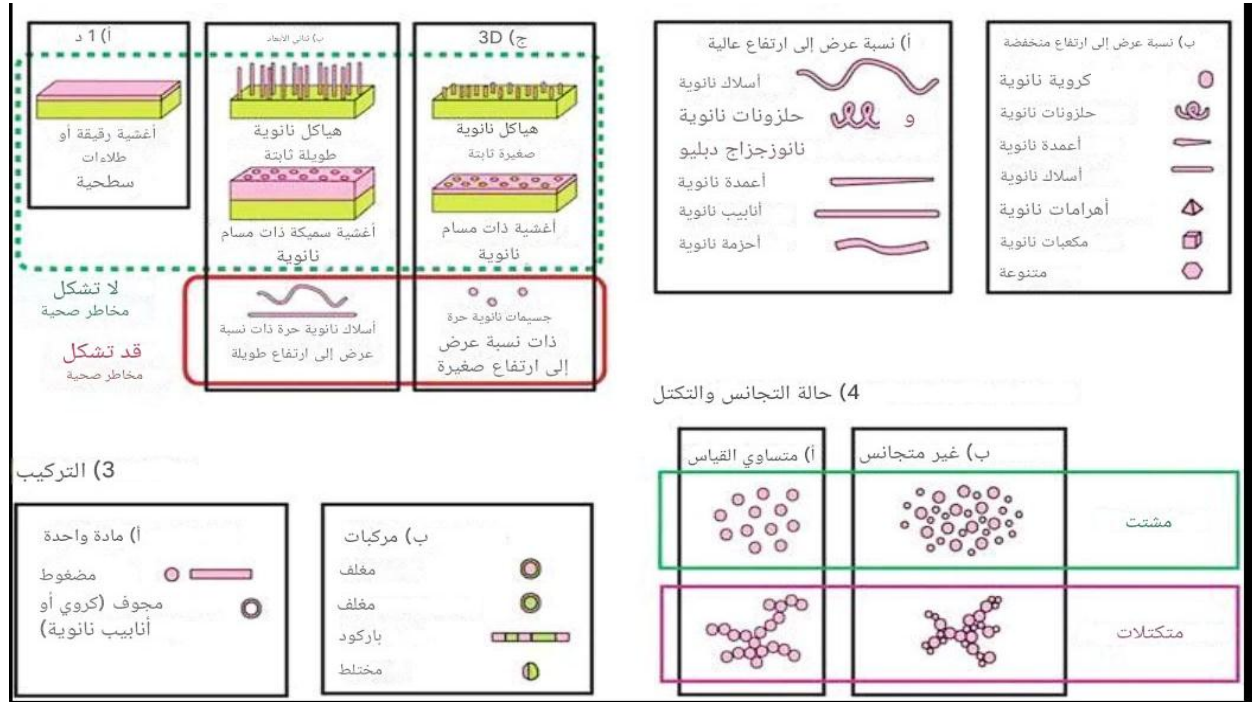
يمكن تصنيف الجسيمات النانوية بناءً على تركيبها، شكلها، وحجمها. وتشمل أكثر أنواع الجسيمات النانوية شيوعًا المعادن، وأكاسيد المعادن، والجسيمات الكربونية، والنقاط الكمومية. بفضل أحجامها الصغيرة

وخصائصها الفريدة، حظيت الجسيمات النانوية باهتمام كبير في العديد من المجالات، بما في ذلك الطب، والإلكترونيات، والطاقة، وعلوم البيئة [10]، [11].

عند تقليل حجم الجسيمات النانوية، يزداد معدل المساحة السطحية إلى الحجم، مما يسمح بزيادة عدد الذرات أو الجزيئات لكل وحدة حجم، الأمر الذي يعني الحاجة إلى كمية أقل من المادة لتحقيق نفس النشاط، إلى جانب اكتساب خصائص جديدة.

1-2-2- تصنيف المواد النانوية

يمكن تصنيف المواد النانوية بناءً على أبعادها، شكلها، تركيبها، تجانسها، وحالة تكثفها، وغيرها من العوامل، كما هو موضح في الشكل 2. [5]



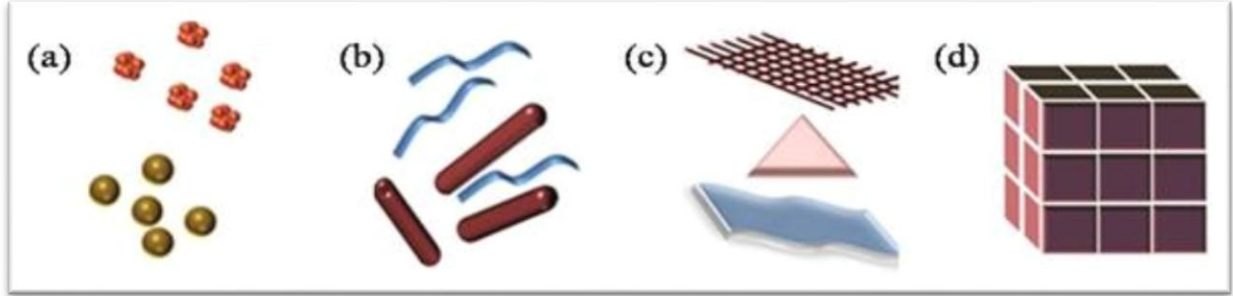
الشكل 2-1 : تصنيف المواد النانوية

1-2-2-1- تصنيف المواد النانوية حسب الأبعاد

تُعد أكثر الطرق شيوعاً لتصنيف المواد النانوية هي تصنيفها وفقاً لأبعادها. يمكن تصنيف المواد النانوية إلى:

- مواد نانوية صفرية الأبعاد (0D)
- مواد نانوية أحادية البعد (1D)
- مواد نانوية ثنائية الأبعاد (2D)
- مواد نانوية ثلاثية الأبعاد (3D).

يعتمد هذا التصنيف على عدد الأبعاد غير المحصورة بالضرورة ضمن النطاق النانوي ($<100\text{nm}$). كما سيتضح في المناقشة التالية، تمتد هذه الفئات من المواد النانوية عبر الطيف البُعدي من 0D إلى 3D. [6]



الشكل 1-3: تصنيف المواد النانوية: (a) جسيمات وعناقيد نانوية صفرية الأبعاد (0D)، (b) ألياف وأسلاك وقضبان نانوية أحادية البعد (1D)، (c) أغشية وصفائح وشبكات نانوية ثنائية الأبعاد (2D)، (d) مواد نانوية ثلاثية الأبعاد (3D).

1-2-2-2-1 تصنيف المواد النانوية حسب شكل

لا تُعد القدرة على تشكيل الجسيمات النانوية مجرد فضول علمي، بل هي وسيلة للتحكم في خصائصها الفيزيائية والكيميائية الجوهرية، مما يحدد تطبيقاتها في الأجهزة البصرية، والمغناطيسية، والإلكترونية. [7] من منظور الشكل المورفولوجيا، يمكن تصنيف المواد النانوية بناءً على نسبة الطول إلى العرض، حيث تُقسم إلى مواد ذات نسبة عالية أو منخفضة. يعتمد الفرق الأساسي بين المواد النانوية ذات النسبة العالية والمنخفضة على النسبة بين أطول وأقصر أبعادها، وهو ما يحدد تصنيفها، كما هو موضح في الشكل 2.

المواد النانوية ذات نسبة الطول إلى العرض المنخفضة تتميز بنسبة لا تقل عن 1-2 بين أطول أبعادها وأقصرها. يمكن أن تكون هذه المواد متعددة البلورات أو مكونة من بلورة مفردة. بالإضافة إلى ذلك، يشمل التصنيف الشكلي للجسيمات النانوية ذات النسبة المنخفضة كلاً من الجسيمات الكروية أو البيضاوية، النانو-أهرامات، النانو-مكعبات، الأعمدة النانوية القصيرة، الحلزونات النانوية القصيرة، الصفائح السداسية، الصفائح ثمانية الأوجه، والأقراص. [7]

1-2-2-3-1 تصنيف المواد النانوية حسب التجانس

يلعب كل من التركيب والبنية البلورية دوراً محورياً في تكوين الروابط الكيميائية بين الذرات، مما يجعل كل جسيم نانوي فريداً عن غيره. يمكن أن تتكون المواد النانوية من مادة واحدة أو من عدة مواد، حيث يُطلق على الأخيرة اسم المواد المركبة. تشمل هذه المواد مجموعة متنوعة من المركبات العضوية وغير العضوية،

بالإضافة إلى المواد الهجينة. يمكن أن تمتد من المعادن وأكاسيدها، والمركبات المعدنية، والمواد الكربونية مثل الأنابيب النانوية الكربونية، والمواد الخزفية، إلى البوليمرات.

من حيث التجانس، قد تكون الجسيمات النانوية ذات أحجام متطابقة، وفي هذه الحالة تُسمى متساوية القياس (Isometric)، أما إذا كانت ذات أحجام مختلفة، فتُعرف باسم غير متجانسة (Inhomogeneous)

عندما تتجمع الجسيمات النانوية معًا، فإنها تُصنف على أنها متكثلة (Agglomerates)، بينما إذا كانت منتشرة ولم تتجمع مع بعضها البعض، فإنها تُوصف بأنها مبعثرة [8].

1-3- التآثيرات البنيوية والسطحية الفريدة للجسيمات النانوية

تقع الخصائص البنيوية للمواد النانوية في نطاق يجمع بين سلوك الذرات وسلوك المواد الضخمة. من المعروف أن معظم المواد ذات البنية المجهرية تتصرف بشكل مشابه للمواد الضخمة، ولكن عند الانتقال إلى مقياس النانو، تصبح خصائصها مميزة بوضوح عن تلك الموجودة في المواد الضخمة أو الذرية.

يمكن عزو هذه الظاهرة بشكل أساسي إلى الأبعاد النانوية للمواد، حيث تؤدي إلى إحدى السمات الأساسية، وهي أن جزءًا كبيرًا من ذراتها يكون على السطح، مما يمنحها طاقة سطحية عالية جدًا. بالإضافة إلى ذلك، فإن هذه المواد تظهر تأثيرات التقييد المكاني، وتحتوي على عدد أقل من العيوب مقارنة بالمواد الضخمة، مما يجعل سلوكها مختلفًا بشكل واضح [3].

1-3-1- الخصائص الفيزيائية

تعكس البنية البلورية للمواد النانوية (NM) تلك الخاصة بالمواد الضخمة، لكنها تختلف في معايير الشبكة البلورية، مما يؤدي إلى ظهور خصائص فريدة ومميزة قد تختلف بشكل كبير عن خصائص المواد الضخمة. وبينما تم التعرف على بعض هذه الخصائص الاستثنائية، لا يزال العديد منها قيد الدراسة والاستكشاف [12].

تنشأ الخصائص الفيزيائية للمواد النانوية من التوزيع الذري الواسع على سطح المادة والتفاعلات الناتجة مع البيئة الخارجية. ويُعزى ذلك إلى ارتفاع طاقة السطح الناتجة عن زيادة المساحة السطحية، إضافةً إلى التقييد المكاني للإلكترونات بسبب الأبعاد الصغيرة. وكنتيجة لهذا التقييد المكاني، تقل حرية حركة الإلكترونات، مما يساهم في إضفاء خصائص جديدة على هذه المواد [12].

1-3-2- الخصائص الكيميائية

تُحدد الخصائص الكيميائية للجسيمات النانوية مدى تطبيقاتها، وتشمل التفاعل مع الجزيئات المستهدفة، الاستقرار، والحساسية تجاه العوامل البيئية المحيطة مثل الرطوبة، الضوء، والحرارة. كما أن القابلية للاشتعال، والتآكل، ومقاومة التآكل، والإمكانات التأكسدية والاختزالية تلعب دورًا حاسمًا في تحديد كيفية

استخدام المواد النانوية المُهندَسة. تمتلك هذه المواد وظائف تحفيزية جديدة أو محسّنة، تشمل التفاعل والانتقائية، مما يجعلها أكثر كفاءة مقارنة بنظيراتها الضخمة. [13]

1-3-3- الخصائص المغناطيسية

تمثل الجسيمات النانوية المغناطيسية (NPs) مجالاً مثيراً للاهتمام للباحثين في عدة تخصصات، بما في ذلك التحفيز غير المتجانس والمتجانس، والطب الحيوي، والسوائل المغناطيسية، والتصوير بالرنين المغناطيسي، وتخزين البيانات، والتطبيقات البيئية مثل إزالة التلوث المائي. كشفت الدراسات أن أداء الجسيمات النانوية يكون مثاليًا عند أحجام أقل من قيمة حرجة، تتراوح عادةً بين 10-20 نانومتر. عند هذه الأحجام الصغيرة، يمكن التحكم بفعالية في الخصائص المغناطيسية، مما يجعل هذه الجسيمات ذات قيمة كبيرة في التطبيقات المختلفة. يُعزى السلوك المغناطيسي للجسيمات النانوية إلى التوزيع الإلكتروني غير المتكافئ فيها، كما تعتمد هذه الخصائص على طريقة التصنيع. يمكن تحضيرها باستخدام تقنيات مثل المذيبات الحرارية، الترسيب المشترك، الاستحلاب الدقيق، التحلل الحراري، وتقنية الرش باللهب. [14]

1-3-4- الخصائص البصرية

يُعد الرنين البلازموني السطحي الموضعي (LSPR) إحدى الخصائص البصرية للجسيمات النانوية. أظهرت الدراسات أن عرض الخط الطيفي يتأثر بحجم الجسيمات النانوية، فعلى سبيل المثال، عند تقليل حجم الجسيمات، ينتقل الضوء المنبعث من نطاق الأشعة تحت الحمراء القريبة (NIR) إلى نطاق الأشعة فوق البنفسجية (UV). بسبب صغر حجمها، قد تفقد الجسيمات النانوية خاصية LSPR وتصبح أكثر سطوعًا بصريًا.

نتيجةً لتأثير التقييد الكمي في المواد النانوية، يمكن ضبط انبعاث الضوء المرئي عن طريق تغيير أبعاد الجسيمات على المقياس النانوي. وقد تم اكتشاف أن تقليل حجم المواد النانوية يؤدي إلى انزياح قمة الانبعاث نحو الأطوال الموجية الأقصر. كما يمكن أن يتغير لون المادة عند المستوى النانوي؛ على سبيل المثال، تتحول الجسيمات النانوية الذهبية من اللون الأصفر عند 100 نانومتر، إلى الأصفر المائل للأخضر عند 50 نانومتر، ثم إلى الأحمر عند 25 نانومتر. وبالمثل، يمكن أن تتحول الجسيمات النانوية الفضية إلى اللون البرتقالي عند 200 نانومتر، وإلى الأزرق الفاتح عند 90 نانومتر، وإلى الأزرق عند 40 نانومتر، في حالة القشرة الكروية الرقيقة. [13]

1-3-5- الخصائص الكهربائية

في حالة المواد النانوية السيراميكية، يمكن أن تؤدي إلى زيادة كبيرة في التوصيلية الكهربائية، بينما في المعادن، فإنها تقلل من المقاومة الكهربائية. في المواد الضخمة، تُعتبر حوامل الشحنة غير متموضعة، مما

يسمح لها بالحركة في جميع الاتجاهات. أما في الهياكل النانوية الصغيرة، فإنها تمتلك ميزات كمومية على هذا النطاق. يسمح محور الأنابيب النانوية الكربونية، والعصيات النانوية، والجسيمات النانوية بتموضع الإلكترونات بشكل غير محلي. يؤدي تأثير التقييد الإلكتروني إلى استبدال نطاقات الطاقة بحالات طاقة منقطعة، مما يجعل المواد النانوية تعمل أولاً كأشباه موصلات، وثانياً كعوازل. وهذا يعني أن احتمال وجود الإلكترون في الجانب شبه الموصل للمعدن يزداد بشكل ملحوظ. على سبيل المثال، يمكن أن تكون الأنابيب النانوية الكربونية إما معدنية أو شبه موصلة، حيث يتم تحديد السلوك الكهربائي لها بناءً على بنيتها أو قطر السلك، وعدد الإلكترونات الموجبة التي تساهم في التوصيل الكهربائي. [15]

1-3-6- الخصائص الميكانيكية

من المعروف أن صلابة المواد البلورية تزداد عمومًا مع تناقص حجم البلورات، كما أن القوة الميكانيكية للمواد تتحسن بشكل كبير عند طحن بنية المواد المعدنية والسيراميكية أو عند تصنيعها في نطاق نانوي. بالإضافة إلى ذلك، نظرًا لأن المواد السيراميكية تمتلك حجم بلورات أصغر من عدة مئات من النانومترات، فإنها تُظهر ظاهرة اللدونة الفائقة (Superplasticity)، والتي تتيح تمدد المادة عدة أضعاف إلى عدة آلاف من المرات عند درجات حرارة مرتفعة تتجاوز 50% من نقطة الانصهار. يمكن أن تفتح هذه الظاهرة آفاقًا جديدة في تشكيل ومعالجة المواد السيراميكية بطرق مماثلة لتلك المستخدمة مع المواد المعدنية. [16]

1-4- طرق تحضير المواد النانوية

يستند تحضير جسيمات أكاسيد المعادن النانوية والمواد النانوية الخرى على نهجين أساسيين غالبًا ما يطلق عليهما من أسفل إلى أعلى " bottom up " من الأعلى إلى الأسفل " top-down "

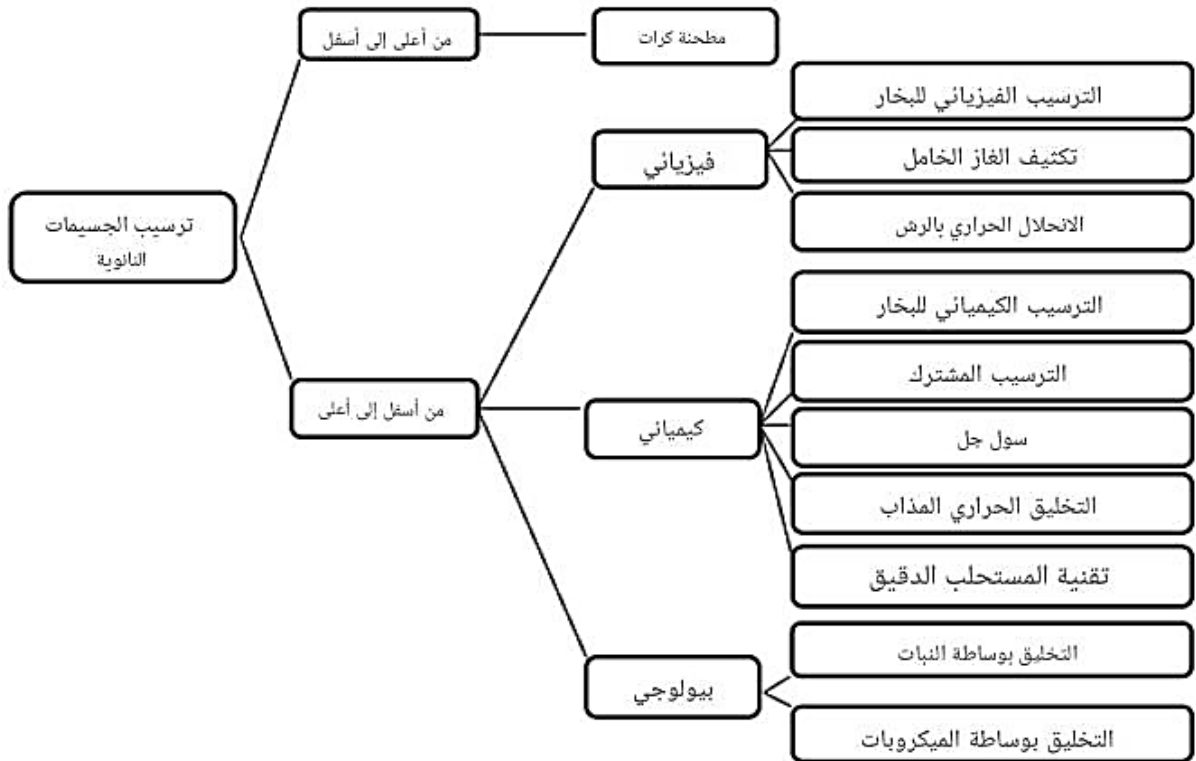
1. طريقة "البناء من الأسفل إلى الأعلى": (Bottom-up)

تتضمن هذه الطريقة النهج التدميري للنظام إذ يبدأ من الجزيئات الكبيرة إلى جزيئات صغيرة ثم تحويلها إلى مواد نانوية باستخدام الطحن أو إحدى تقنيات التحلل الأخرى وهذه الليات مميزة وبسيطة التنفيذ وتتجنب استخدام المركبات المتطايرة والسامة التي توجد عادة في تقنيات التصاعدي. ومع ذلك، فإن جودة الجسيمات النانوية التي يتم تحضيرها بهذه الطرق تكون مقبولة لكنها تكون ضعيفة بالمقارنة مع المواد التي تنتجها الأساليب الحديثة من الأسفل إلى الأعلى. حيث تظهر عيوب بسبب معدات الطحن وجسيمات ذات مناطق سطحية منخفضة وتوزيعات الشكل والحجم غير المتناسقة والطاقة العالية اللازمة لإنتاج جسيمات صغيرة نسبيًا بغض النظر عن هذه العيوب، المواد النانوية الناتجة من الطحن ل تزال تستخدم، بسبب بساطة تصنيعها

2. طريقة "التفكيك من الأعلى إلى الأسفل": (Top-down)

يستخدم النهج التصاعدي الذري أو الجزيئي كمصدر للمادة التي يتم تحويلها كيميائيًا إلى جزيئات نانوية أكبر. وهذا النهج له ميزة كونه أكثر ملاءمة من النهج من أعلى إلى أسفل. وذلك من خلال التحكم في التفاعلات الكيميائية وبنية الجسيمات النانوية المتكونة، هذا يتأثر على حجم وشكل وتكوين الجسيمات النانوية كما في لهذا

السبب، يُنظر إلى الجسيمات النانوية الناتجة من التفاعلات التصاعدية والقائمة على أساس كيميائي ، على أنها ذات جودة أعلى ولها تطبيقات أكثر . هذا أدى إلى نمو مجموعة من التقنيات تعتم على نهج من الأسفل إلى الأعلى لتحضير الجسيمات النانوية . يمكن تصميم العديد من هذه التقنيات ليتم تنفيذها في حالت الغاز والسائلة والصلبة ، ومن ثم إمكانية تطبيق هذه التقنيات من الأسفل إلى الأعلى لمجموعة واسعة من المواد .تتطلب معظم تقنيات من الأسفل إلى الأعلى معقدات عضوية أو أملاح معدنية مناسبة لاستخدامها كمواد كيميائية مما يؤدي إلى نشوء الجسيمات النانوية[17]



الشكل 1-4: طرق مختلفة لتصنيع الجسيمات النانوية.[18]

1-4-1- الطرق الفيزيائية لتحضير المواد النانوية

تُعد الطرق الفيزيائية من أقدم الأساليب المستخدمة في تحضير الجسيمات النانوية، لا سيما تلك التي تعتمد على الطحن اليدوي .تعتمد هذه الطرق على تطبيق الضغط الميكانيكي، أو الإشعاع عالي الطاقة، أو الطاقة الحرارية، أو الطاقة الكهربائية لإحداث تآكل أو انصهار أو تبخر أو تكاثف في المادة، مما يؤدي إلى تكوين الجسيمات النانوية.

تعمل هذه الطرق وفق نهج التفكيك من الأعلى إلى الأسفل (Top-down) ، وتتميز بخلوها من المذيبات، كما أنها تُنتج جسيمات نانوية متجانسة ومنظمة (Monodisperse NPs)، مما يجعلها ذات أهمية كبيرة في التطبيقات المختلفة.[10]

من الناحية الاقتصادية والتشغيلية، تُعد الطرق الفيزيائية فعالة من حيث التكلفة، وتشمل عدة تقنيات، منها:

- ❖ الطحن الكروي عالي الطاقة (High-energy ball milling)
- ❖ الطباعة بحزمة الإلكترون (Electron beam lithography)
- ❖ التخليق في الطور الغازي (Gas-phase synthesis)
- ❖ الترسيب الفيزيائي للبخار (Physical vapor deposition)
- ❖ تخليق الجسيمات النانوية بواسطة الاستئصال بالليزر. (Laser ablation synthesis)

1-4-2- الطرق الكيميائية لتحضير المواد النانوية

تعتمد الطرق الكيميائية بشكل أساسي على التفاعلات الكيميائية التي تولد قوى ميكانيكية أو حرارية قادرة على تكوين الجزيئات أو تجميع الذرات لإنتاج مواد بأحجام نانوية.

تتكون المواد الأولية المستخدمة في هذه الطرق من خليط من الكلوريدات والأكاسيد والمعادن، والتي تتفاعل عن طريق الطحن أو المعالجة الحرارية لتكوين مسحوق يحتوي على جسيمات فائقة النقاء منتشرة داخل مصفوفة ملحية مستقرة.

يتم استعادة هذه الجسيمات عبر استخدام مذيبات مناسبة لكل مركب مغسول، مما يسمح بالإزالة الانتقائية للمادة الأساسية. ومن أهم الطرق الكيميائية المستخدمة في تحضير المواد النانوية: [10]

- ❖ طريقة السول-جل (Sol-gel method)
- ❖ التخليق الحراري المائي (Hydrothermal synthesis)
- ❖ طريقة البوليول (Polyol synthesis)
- ❖ تقنية المستحلب الدقيق (Fine emulsion technique)
- ❖ التخليق بمساعدة الميكروويف. (Microwave-assisted synthesis)

1-4-3- الطرق البيولوجية لتحضير المواد النانوية

تُعدّ الطرق البيولوجية بديلاً مناسباً للطرق التقليدية في تصنيع الجسيمات النانوية على المستوى الصناعي. تعتمد طريقة التخليق الأخضر على أساليب صديقة للبيئة، مما يجعلها متوافقة مع المنتجات الدوائية وغير الدوائية، حيث لا تتطلب استخدام مواد كيميائية سامة خلال عملية التحضير. [19]

بالإضافة إلى ذلك، فإن هذه الطريقة لا تتطلب ضغوطاً عالية أو درجات حرارة مرتفعة، مما يجعلها أكثر كفاءة وأقل استهلاكاً للطاقة.

تُستخدم الكائنات الحية الدقيقة بشكل شائع في المعالجة البيئية نظرًا لكونها صديقة للبيئة. كما أن استخدام المواد الطبيعية مثل مستخلصات أوراق النباتات، الميكروبات، الفطريات، والإنزيمات في تحضير جسيمات الزنك النانوية يوفر العديد من المزايا، لا سيما سهولة الوصول إليها ودعمها للاستخدامات الصيدلانية والطبية الحيوية. [20]

1-5- تشخيص المواد النانوية

تتطور باستمرار استراتيجيات متقدمة لتوصيف الأبعاد الدقيقة للمواد النانوية، بهدف تحديد وكشف وجود المعادن داخل المواد النانوية المركبة. يمكن إجراء توصيف المواد النانوية باستخدام الأساليب الأساسية التي تشمل التحليل الطيفي والتحليل المجهرى. [10]

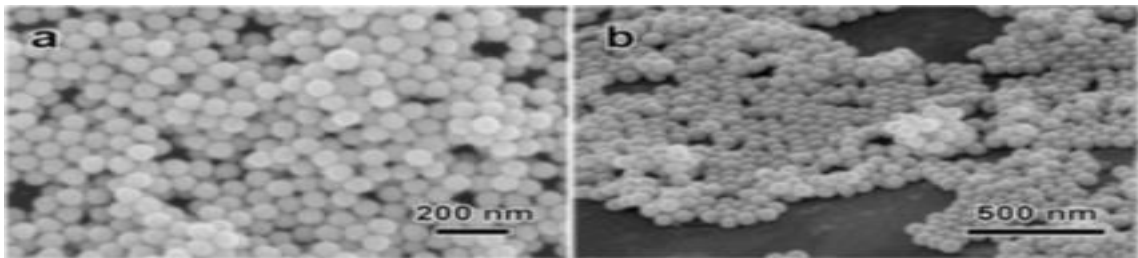
1-5-1- تقنيات الفحص المجهرى

المجهر الإلكتروني الماسح (SEM)

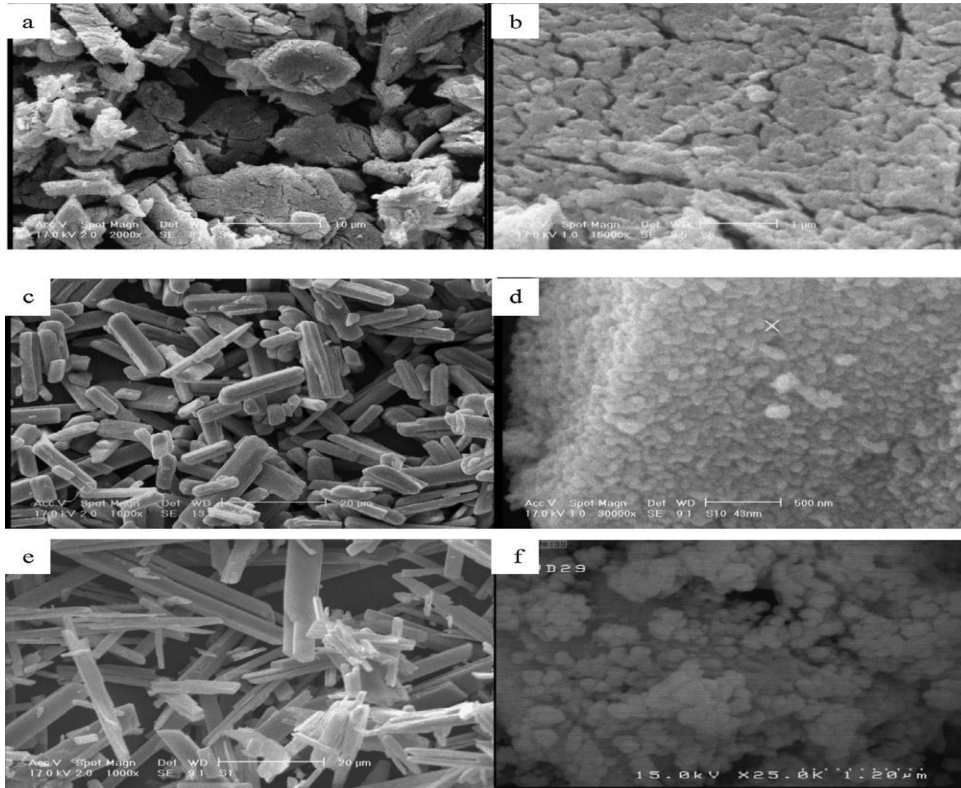
يعتمد المجهر الإلكتروني الماسح (SEM) على قذف العينة بحزمة من الإلكترونات عالية الطاقة للكشف عن التركيب الكيميائي للعناصر السطحية، مع إمكانية تحقيق تكبير عالي، دقة مرتفعة، وعمق بؤري كبير. يستخدم هذا المجهر فتائل كاثودية لإنتاج حزمة إلكترونية بطاقة تتراوح بين 1-30 Kev، إلا أن طاقتها تظل منخفضة نسبيًا.

توضع العينات الخاصة بـ SEM على أقراص مصنوعة من الألمنيوم أو الكربون، كما يمكن أن تكون العينة صلبة أو سائلة. وعلى عكس المجهر الإلكتروني النافذ (TEM)، فإن تحضير العينات في SEM يكون أبسط، حيث يمكن تصويرها مباشرة دون الحاجة إلى تقطيعها.

فيما يخص تحضير العينات السائلة، يمكن نقلها مباشرة إلى قاعدة العينة داخل SEM، حيث تتم معالجتها بمواد كيميائية خاصة، ثم تخضع لعملية قطع في نقطة معينة قبل الفحص. [21]



الشكل 1-5: صور المجهر الإلكتروني الماسح (SEM) لكرات الذهب النانوية (a) منظر علوي، (b) منظر مائل



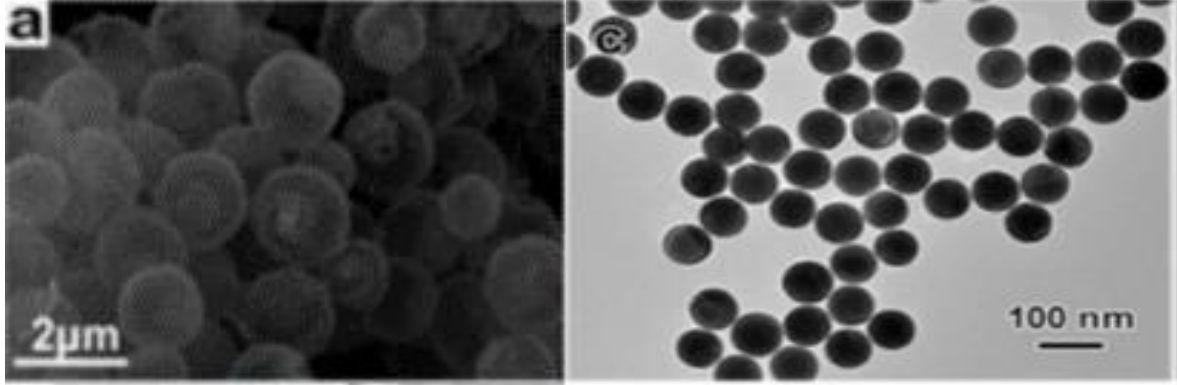
الشكل 1-6: صور المجهر الإلكتروني الماسح (SEM) لأطر المعادن العضوية (MOFs) المعدلة بأكسيد الزنك (ZnO) عند درجات حرارة مختلفة

المجهر الإلكتروني النافذ (TEM)

يُعد المجهر الإلكتروني النافذ (TEM) الأداة الأكثر ملاءمة لفحص المواد النانوية نظرًا لدقته العالية جدًا، والتي تصل إلى 0.5 نانومتر أو أفضل. يُطلق عليه اسم المجهر الإلكتروني النافذ لأن الإلكترونات تمر عبر العينة أثناء الفحص. هذه الإلكترونات تمتلك طاقات حركية عالية (≥ 50 Kev) وتخضع لسلسلة من العدسات المغناطيسية، حيث تتم العملية بطريقة مشابهة لما يحدث في المجهر البصري أو المجهر الإلكتروني الماسح (SEM) الذي تمت مناقشته سابقًا [22].

تتكون أهم أجزاء المجهر الإلكتروني النافذ من مصدر الإلكترونات، وعدسة التكثيف، والعينة، يليها تسلسل من العدسة الشيئية، وعدسة الحيود، والعدسة الوسيطة، وعدسة الإسقاط، وشاشة فلورية. بالإضافة إلى ذلك،

يمكن استخدام بعض العدسات مع مجاهر أخرى لتحسين جودة الصورة والدقة. تمر الأشعة الكهرومغناطيسية عبر عدسات ذات أطوال بؤرية متعددة، مما يسمح بتركيز الصور بشكل جيد دون الحاجة إلى تحريك العدسات، على عكس المجهر البصري حيث تبقى العدسات في موقع ثابت [22].



الشكل 1-7: صورة بمجهر الإلكترون النافذ (TEM) لجسيمات الذهب النانوية الكروية

1-5-2- تقنيات التحليل الطيفي

التحليل الطيفي للأشعة فوق البنفسجية- المرئية (UV-Vis Spectroscopy)

تتفاعل الجسيمات النانوية المعدنية، مثل الذهب والفضة، بشكل قوي عند أطوال موجية معينة من الضوء (500-600 نانومتر للذهب و400-450 نانومتر للفضة)، وذلك بسبب خصائصها البصرية ورنين البلازمون السطحي [10]. يمكن إرجاع هذه الخصائص إلى تذبذب الإلكترونات الحرة داخل العناصر المكونة للجسيمات النانوية، والذي يُستحث بواسطة المجال المغناطيسي [10]. ومع ذلك، فإن هذه التقنية تُستخدم فقط لاكتشاف الجسيمات النانوية المعدنية وغالبًا لا تكون مناسبة للأنواع الأخرى من المواد النانوية.

يُعتبر تغير اللون في العينة مؤشرًا على تكوين الجسيمات النانوية. فعلى سبيل المثال، يتحول لون المحلول إلى الأحمر أو البنفسجي في حالة الجسيمات النانوية الذهبية، بينما يتحول إلى البني في حالة الجسيمات النانوية الفضية وبالتالي، يُشير تغير اللون إلى امتصاص الضوء عند أطوال موجية معينة، مما يؤكد وجود الجسيمات النانوية المصنعة في العينة.

تمت ملاحظة أن خاصية رنين البلازمون السطحي تتغير حسب حجم وشكل الجسيمات النانوية. فمثلاً، قد يؤدي التغير في الحجم إلى تحول في الطول الموجي من اللون الأحمر (عند زيادة حجم الجسيمات) إلى اللون الأزرق (عند انخفاض حجم الجسيمات). ومع ذلك، قد تؤدي بعض العوامل، مثل الخصائص العازلة البيئية، والتفاعلات الفيزيائية أو الكيميائية على سطح الجسيمات، والشحنة السطحية، والمسافة بين الجسيمات، والتكتل، إلى تأثيرات غير مرغوبة

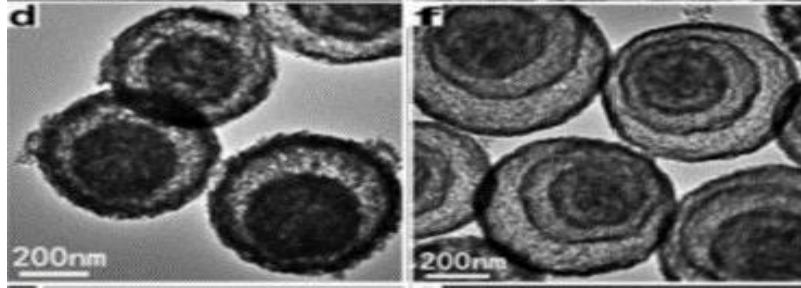
على موضع رنين البلازمون السطحي. تُشير نطاقات الرنين البلازموني غير المتناظرة والواسعة إلى أن المادة قد تحتوي على جسيمات نانوية غير متجانسة الشكل. [9]

حيود الأشعة السينية (X-Ray Diffraction - XRD)

يُعد حيود الأشعة السينية (XRD) من أكثر التقنيات فعالية في تحليل بنية المواد النانوية، حيث يوفر معلومات حول حجم وشكل المادة النانوية، بما في ذلك حجم البلورات، وثابت الشبكة البلورية، والانحرافات في البنية الذرية، وغيرها من الخصائص.

عادةً ما يتم تحضير العينات على شكل مساحيق مدمجة أو أفلام رقيقة أو داخل أنابيب شعرية، ثم يتم تعريضها لحزمة أحادية اللون من الأشعة السينية، والتي يتم حيودها بواسطة المادة النانوية، ليتم جمع البيانات حول الأشعة الحادة عند زاوية (2θ) بالنسبة إلى الشعاع الساقط.

يقدم نمط حيود الأشعة السينية معلومات حول الأطوار البلورية الموجودة، وتركيز الأطوار المختلفة، وهيكل المادة، بالإضافة إلى درجة التبلور أو المحتوى غير المتبلور. كما أن عرض القمم في طيف الحيود يوفر بيانات حول متوسط حجم البلورات، حيث تؤدي البلورات الكبيرة إلى ظهور قمم حادة، بينما يشير التوسع في عرض القمم إلى انخفاض في حجم البلورات. [23]



الشكل 1-8: أنماط حيود الأشعة السينية (XRD) لأغشية CoO المجوفة المزدوجة والثلاثية والرابعة

مطيافية الأشعة تحت الحمراء بتحويل فورييه (FT-IR)

تُستخدم تقنية FT-IR بشكل أساسي لتحديد المجموعات الوظيفية للبروتينات المرتبطة بسطح المواد النانوية أو المجموعات الوظيفية للسكريات الخارجية المتعددة، والتي تعمل كعوامل تغليف، مما يُحسن من استقرار المواد النانوية أثناء عمليات التخليق الحيوي. يُعد تحديد هذه الجزيئات الحيوية أمرًا ضروريًا لتعديل أو تحسين التكوين الهيكلي الكيميائي، مما قد يؤدي إلى تطوير خصائصها وإمكانية استخدامها في تطبيقات مستقبلية.

تقع أنماط امتصاص هذه الجزيئات الحيوية في المعلمات العضوية ضمن نطاق $1000-1800 \text{ cm}^{-1}$ ($\text{C}=\text{C}$)، ($\text{C}=\text{O}$)، ($\text{C}-\text{N}$)، ($\text{C}-\text{O}$)، مما يشير إلى دور هذه المركبات المحتمل في الحفاظ على استقرار

الجسيمات النانوية. أما قم الامتصاص الناتجة عن الامتداد الخاص بمجموعتي الأمين والأميد أثناء تحليل FT-IR، فتقع ضمن نطاق (N-H 3200 و O-H 3500 cm⁻¹)

1-6- تطبيقات الجسيمات النانوية في المجالات المختلفة

يمكن استخدام الجسيمات النانوية في مجموعة متنوعة من التطبيقات. فيما يلي بعض من أهمها:



الشكل 1-9: المخطط العام لتخليق الجسيمات النانوية وتطبيقها في تشخيص وعلاج السرطان.

1-6-1- التطبيقات في الأدوية والعلاجات

تُظهر الجسيمات النانوية غير العضوية، سواء كانت بسيطة أو معقدة، خصائص فيزيائية وكيميائية فريدة، مما يجعلها مادة ذات أهمية متزايدة في تطوير أجهزة نانوية جديدة يمكن استخدامها في العديد من التطبيقات الفيزيائية، البيولوجية، الطبية الحيوية، والصيدلانية. [25]

لقد جذبت الجسيمات النانوية اهتمامًا متزايدًا في جميع مجالات الطب نظرًا لقدرتها على توصيل الأدوية بجرعات مثالية، مما يؤدي غالبًا إلى زيادة الكفاءة العلاجية، وتقليل الآثار الجانبية، وتحسين امتثال المرضى للعلاج [26]. تُستخدم جسيمات أكسيد الحديد مثل المغنيتيت (Fe_3O_4) أو شكله المؤكسد الماغيميت (Fe_2O_3) بشكل شائع في التطبيقات الطبية الحيوية. [27]

يعتمد اختيار الجسيمات النانوية لتحقيق تباين فعال في تطبيقات التصوير البيولوجي والخلوي، وكذلك في العلاجات الضوئية الحرارية، على الخصائص البصرية للجسيمات النانوية. يمكن استخدام نظرية "مي" (Mie theory) وطريقة التقريب ثنائي القطب المنفصل (Discrete Dipole Approximation) لحساب

كفاءة الامتصاص والتشتت، بالإضافة إلى طول موجة الرنين البصري للفئات الأكثر استخدامًا من الجسيمات النانوية، مثل الجسيمات النانوية الذهبية (Au NPs).

1-6-2- التطبيقات في التصنيع والمواد

تُعدّ المواد النانوية البلورية من بين أكثر المواد إثارة للاهتمام في علم المواد، حيث تختلف خصائصها عن المواد الضخمة المقابلة لها بطريقة تعتمد على الحجم. تتمتع الجسيمات النانوية المصنعة بخصائص فيزيائية وكيميائية فريدة تمنحها خصائص كهربائية وميكانيكية وبصرية وتصويرية مميزة، مما يجعلها مطلوبة في تطبيقات متعددة ضمن القطاعات الطبية والتجارية والبيئية [28-30]

تركز الجسيمات النانوية على توصيف وتصميم وهندسة الهياكل البيولوجية وغير البيولوجية التي يقل حجمها عن 100 نانومتر، حيث تظهر خصائص وظيفية جديدة وفريدة. لقد وثقت العديد من الشركات الفوائد المحتملة لتقنية النانو، حيث يتم إنتاج منتجات تجارية بالفعل مثل المكونات الإلكترونية الدقيقة، وصناعات الطيران، والصناعات الدوائية. [31]

من بين المنتجات الاستهلاكية القائمة على تقنية النانو، تأتي منتجات الصحة واللياقة في الصدارة، تليها المنتجات الإلكترونية والحواسيب، ثم الأدوات المنزلية والحدائق. كما يُنظر إلى تقنية النانو على أنها الثورة القادمة في العديد من الصناعات، بما في ذلك معالجة وتعبئة الأغذية. وقد اكتسب نظام نقل الطاقة الرنيني (RET)، الذي يتكون من جزيئات صبغية عضوية وجسيمات نانوية معدنية نبيلة، اهتمامًا كبيرًا في مجال الفوتونات الحيوية وعلوم المواد. [32]

أصبحت الجسيمات النانوية موجودة بشكل متزايد في المنتجات التجارية، حيث تتمتع المعادن النانوية مثل الذهب والفضة بخصائص لونية مميزة في نطاق الضوء المرئي بسبب ظاهرة الرنين البلازموني السطحي، والذي يعتمد على التذبذبات الجماعية للإلكترونات على سطح الجسيمات [33-35]. يعتمد طول موجة الرنين بشكل كبير على حجم وشكل الجسيمات النانوية، والمسافة بين الجسيمات، وخصائص الوسط المحيط. وقد استُخدمت هذه الخصائص الفريدة في مجموعة واسعة من التطبيقات، بما في ذلك المستشعرات الكيميائية والبيولوجية. [35]

1-6-3- التطبيقات في البيئة

إن الانتشار المتزايد للجسيمات النانوية المهندسة في التطبيقات الصناعية والمنزلية يؤدي إلى إطلاق هذه المواد في البيئة. يتطلب تقييم المخاطر البيئية لهذه الجسيمات فهمًا لحركتها، وتفاعلها، وسميتها البيئية، واستمراريتها [36][37]. يمكن أن تؤدي التطبيقات الهندسية إلى زيادة تركيز الجسيمات النانوية في المياه الجوفية والتربة، مما يشكل أحد أهم طرق التعرض البيئي التي تستدعي التقييم الدقيق للمخاطر [38.39]

نظرًا لنسبة السطح العالية مقارنة بالكتلة، تلعب الجسيمات النانوية الطبيعية دورًا مهمًا في التفاعل بين المواد الصلبة والمياه، حيث يمكن للملوثات أن تمتص على سطح الجسيمات أو تترسب أثناء تكوينها الطبيعي أو

تُحاصر أثناء تجميع الجسيمات التي تحتوي على الملوثات الممتصة على سطحها. يعتمد تفاعل الملوثات مع الجسيمات النانوية على خصائصها، مثل الحجم والتكوين والشكل والمسامية والتكتل. [40]

تندرج معظم التطبيقات البيئية لتقنية النانو تحت ثلاث فئات رئيسية:

1. إنتاج منتجات مستدامة بيئيًا (مثل الكيمياء الخضراء أو الوقاية من التلوث).

2. إزالة التلوث من المواد الملوثة بالمواد الخطرة.

3. تطوير مستشعرات لمراقبة التلوث البيئي. [41]

لقد حظي إزالة المعادن الثقيلة مثل الزئبق، والرصاص، والثاليوم، والكاديوم، والزرنيخ من المياه الطبيعية باهتمام كبير بسبب تأثيراتها الضارة على البيئة وصحة الإنسان. وتُعتبر جسيمات أكسيد الحديد الفائقة المغناطيسية مادة ماصة فعالة لهذه المعادن السامة. حتى الآن، لم تتوفر طرق تحليلية دقيقة لقياس الجسيمات النانوية المهندسة في البيئة بكميات ضئيلة. [42]

يُعد التحلل الضوئي باستخدام الجسيمات النانوية ممارسة شائعة، حيث يتم استخدام العديد من المواد النانوية لهذا الغرض. على سبيل المثال، استُخدمت جسيمات NiO/ZnO النانوية المعدلة بالسيليكا لتحفيز عمليات التحلل الضوئي، حيث ساعدت المساحة السطحية الكبيرة للجسيمات (<10 نانومتر) على تعزيز كفاءة التفاعل [43]. كما تم الإبلاغ عن تحضير أنواع متعددة من الجسيمات النانوية ودراسة تطبيقاتها البصرية والفلورية والتحليلية. [44-46]

1-6-4- التطبيقات في الإلكترونيات

شهدت السنوات الأخيرة اهتمامًا متزايدًا بتطوير الإلكترونيات المطبوعة، حيث توفر هذه التقنية بديلًا جذابًا عن تقنيات السيليكون التقليدية، مع إمكانية تقليل التكلفة وإنتاج إلكترونيات على مساحات كبيرة لشاشات العرض المرنة والمستشعرات. من المتوقع أن تتوسع صناعة الإلكترونيات المطبوعة بسرعة مع تطوير أحبار وظيفية تحتوي على جسيمات نانوية معدنية، وجزئيات عضوية إلكترونية، وأنايبب نانوية كربونية، وجسيمات خزفية. [47]

تُعد الخصائص الهيكلية والبصرية والكهربائية الفريدة لأشباه الموصلات والمعادن النانوية أحادية البعد مفتاحًا لتطوير الجيل الجديد من الأجهزة الإلكترونية والمستشعرات والمواد الضوئية [48-50]. يُعد التطور في صناعة الإلكترونيات مثالًا جيدًا على التآزر بين الاكتشاف العلمي والتطور التكنولوجي، حيث أدت اكتشافات المواد شبه الموصلة إلى ثورة في الصناعة، بدءًا من أنايبب التفريغ إلى الثنائيات والترانزستورات، وصولًا إلى الرقائق المصغرة. [51] من بين أهم خصائص الجسيمات النانوية قدرتها على التعديل السهل والتجميع العكسي، مما يسمح بإدماجها في الأجهزة الكهربائية والإلكترونية والبصرية. تُعد منهجيات "البناء

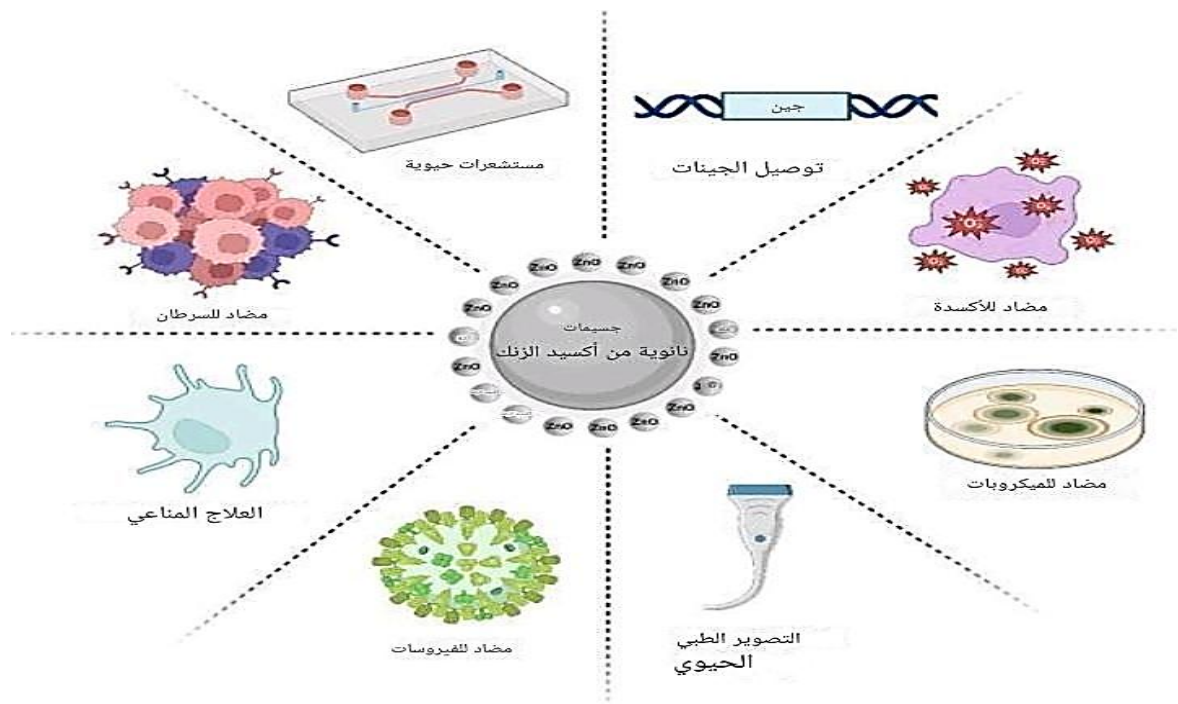
من الأسفل (Bottom-Up) و"التجميع الذاتي (Self-Assembly) "من الركائز الأساسية لتقنية النانو [52].

1-6-5- استخدامات الجسيمات النانوية في توليد الطاقة

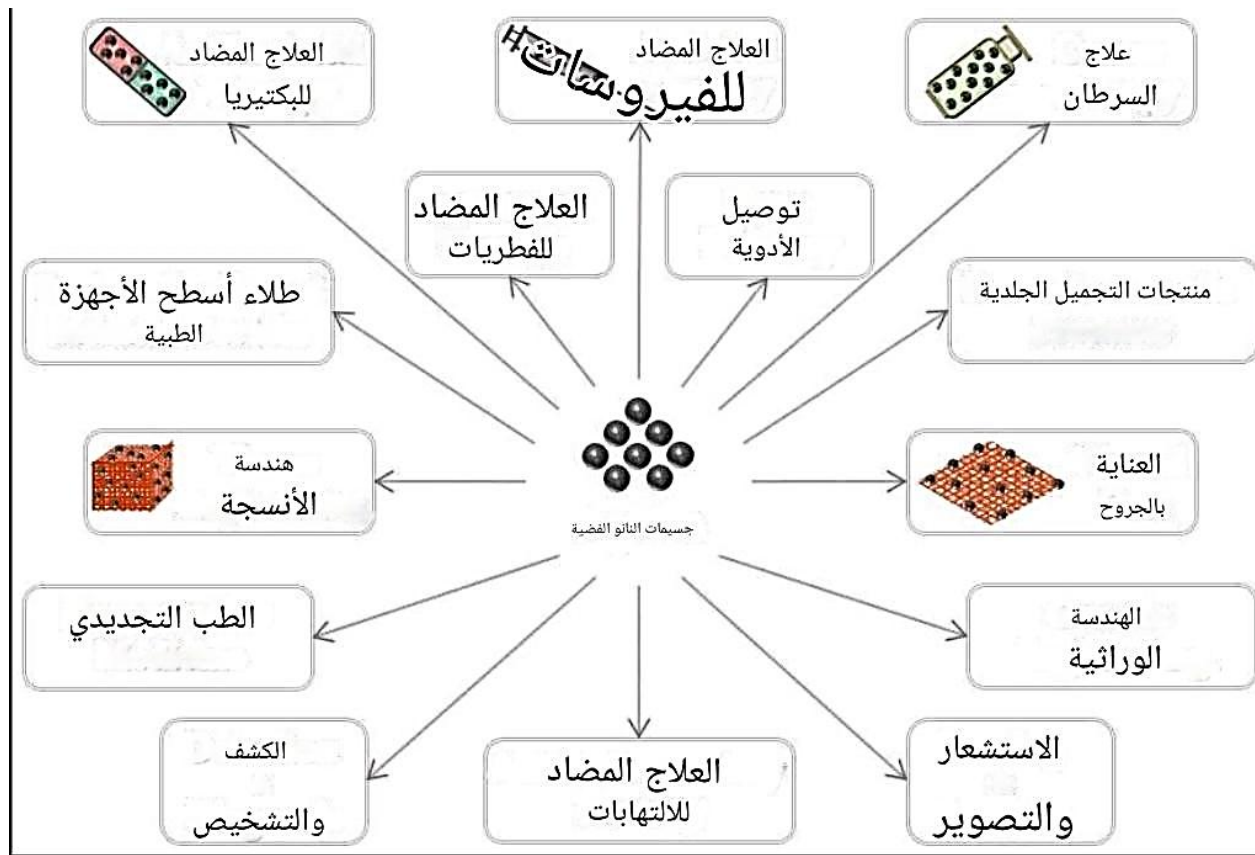
حذرت الدراسات الحديثة من القيود والنقص المتوقع في الوقود الأحفوري خلال السنوات القادمة بسبب طبيعته غير المتجددة. لذلك، يتحول العلماء إلى استراتيجيات بحثية تهدف إلى توليد طاقة متجددة من موارد متاحة بسهولة وبتكلفة منخفضة. وُجد أن الجسيمات النانوية تُعدّ من بين أفضل المرشحين لهذا الغرض نظرًا لمساحتها السطحية الكبيرة، وسلوكها البصري، وطبيعتها التحفيزية.

في التطبيقات الضوئية التحفيزية، تُستخدم الجسيمات النانوية على نطاق واسع لتوليد الطاقة من خلال عمليات تقسيم الماء الكهروضوئية (PEC) والإلكتروكيميائية. إلى جانب تقسيم الماء، تُستخدم أيضًا في تقليل ثاني أكسيد الكربون (CO_2) إلكترونياً لإنتاج وقود أولي، وفي الخلايا الشمسية، والمولدات الكهروضغوية (Piezoelectric Generators)، مما يوفر خيارات متقدمة لتوليد الطاقة.

إضافةً إلى ذلك، تُستخدم الجسيمات النانوية في تطبيقات تخزين الطاقة، حيث تساعد على تخزينها بأشكال مختلفة على المستوى النانوي. ومؤخرًا، تم تطوير مولدات نانوية (Nanogenerators) قادرة على تحويل الطاقة الميكانيكية إلى كهرباء باستخدام تقنية الكهروضغوية، وهي نهج غير تقليدي يُظهر إمكانات واعدة في إنتاج الطاقة من الأجهزة النانوية المختلفة.



الشكل 10-1: تطبيقات الجسيمات النانوية لأكسيد الزنك (ZnO NPs)



الشكل 1-11: تطبيقات الجسيمات النانوية للفضة (Ag NPs)

7-1 تسمية المواد النانوية

بالإضافة إلى التطبيقات الصناعية والطبية المتعددة للجسيمات النانوية والمواد النانوية الأخرى، فإن سلامة النانو تعد ذات أهمية قصوى، حيث إن هذه التأثيرات الضارة تتطلب آليات مناسبة لزيادة الوعي بها. أحد الآثار الجانبية لتقنيات النانو هو انتشار الجسيمات النانوية عبر الماء والتربة والهواء نتيجة للأنشطة البشرية المختلفة. ومع ذلك، فإن تسرب أو حقن الجسيمات النانوية المصنعة عمداً في التربة أو المسطحات المائية يمكن اعتباره إساءة استخدام، نظراً لإمكانية تلوث البيئة بهذه الجسيمات. ولهذا السبب، اتخذت القيادة في جميع القطاعات خطوات جادة وإجراءات حاسمة، حيث أصبحوا الآن شركاء قلقين بشأن هذه المسألة.

تتميز الجسيمات النانوية المغناطيسية (NPs) بكونها مكونة من جسيمات صغيرة جداً، نشطة، وعالية التفاعل، ولها قدرة كبيرة، ولكن هذه الميزات قد تتحول إلى عوامل خطرة محتملة، حيث يمكن أن تسبب

سمية خلوية وتضر بالصحة. وعلى عكس نظيراتها من الجسيمات الميكرومترية، تمتلك الجسيمات النانوية قدرة فريدة. إذ تكشف العديد من الدراسات أن الجسيمات النانوية يمكن أن تتواجد داخل الكائنات الحية بعد تناولها أو استنشاقها، كما يمكنها الانتقال إلى العديد من الأعضاء والأنسجة، مما يجعلها ذات تفاعل وتأثيرات سمية محتملة. لقد تم التحقيق في إمكانية الكشف عن التأثيرات السمية للجسيمات النانوية على خلايا الحيوانات والنباتات في العديد من الدراسات، ومع ذلك، لا تزال الدراسات التي تناولت التأثيرات السمية على النباتات نادرة.

يؤدي استخدام الجسيمات النانوية الفضية (Ag NPs) في العديد من المنتجات الاستهلاكية إلى انبعاثها في البيئة المائية، حيث يؤدي تلوث المياه بالفضة إلى إطلاق أيونات الفضة الذائبة، مما يسبب تأثيرات ضارة على البكتيريا والطحالب والداقيا والأسماك. يعد الجهاز التنفسي ذا أهمية خاصة، حيث يُعتبر أحد الأهداف المحتملة لسمية الجسيمات النانوية بين الأعضاء المتعددة، وذلك لأنه، بالإضافة إلى كونه منفذًا لاستنشاق الجسيمات، فإنه يستقبل كامل النتاج القلبي.

على الرغم من أن نتائج استخدام الجسيمات النانوية في التطبيقات الحيوية المختلفة عالميًا تبدو واعدة، إلا أن الآثار السمية الناتجة عن بقايا هذه الجسيمات في جسم الإنسان والبيئة المحيطة عند تراكيز مختلفة، وبعد التعرض لها لفترات طويلة، لا تزال غير واضحة تمامًا. ومع ذلك، يمكن الافتراض بأمان أن التأثيرات البيئية للجسيمات النانوية ستزداد في المستقبل.

أحد مظاهر سمية الجسيمات النانوية هو تفاعلها مع البروتينات، حيث يتم التحكم في هذا التفاعل بشكل كبير من خلال حجم الجسيمات، انحنائها، شكلها، شحنتها الكهربائية، والمجموعات الوظيفية مثل المجموعات الكيميائية النشطة وطاقة إعادة التشكيل الحرة. يمكن أن يؤدي هذا التفاعل إلى نتائج بيولوجية سلبية، نظرًا لأنه قد يغير من ارتباط البروتينات، ويحفز تكوين الألياف البروتينية، ويؤثر على الروابط ثنائية الكبريتيد، كما يمكن أن يؤدي إلى تعطيل الإنزيمات بفعل الأوليغوميرات.

حالة أخرى تتعلق بحركية الأيونات السامة التي تنتج عند تفاعل هذه العناصر مع البيئة، سواء في مذياب سائل أو بيولوجي. عند دخول الجسيمات النانوية إلى المياه العسرة أو مياه البحر، فإنها تتكثف مكونة مادة نانوية خاصة (تتكون من مادة عضوية وجسيمات طبيعية أخرى تشكل غرويات في المياه العذبة)، مما يؤثر حتميًا على خصائصها. إن تحديات تشتت هذه الجسيمات تستدعي صياغة علم السموم البيئي بشكل منظم، ولكن قبل ذلك، يجب دراسة سلوك العوامل اللاأحيائية مثل الرقم الهيدروجيني، الملوحة، ووجود المواد غير العضوية بشكل دقيق.

الفصل

الثاني

II-1 مقدمة:

تشكل البكتيريا مجموعة كائنات بدائيات النوى، تعامل معها الانسان دون أن يراها فقد عرف أنها سبب المرض و استعمل بعضها عمليات تخمر مختلفة ولقد كان لاكتشاف المجهر الأثر الكبير في التعرف عليها وهي أجسام حية دقيقة لا ترى بالعين المجردة وأول من اكتشف هذه الأحياء العالم مولر Moler حيث شاهدها خلال عدسات قد أتم صنعها العالم الهولندي لوفنهوك LUfonhok عام 1676 وبعده عمل العالمان شيفان Shifan ولاتور Lator على فصل البكتيريا من بين مجاميع مختلفة من جراثيم الخمائر الموجودة وسط سوائل حاوية على مواد عضوية قابلة للتحلل البروتيني، ثم توالى بعدهما العديد من العلماء مثل باستور عام 1850 وكوهن عام 1871 ولستر عام 1860 طبية بكتيريا إلى وقسموها الدقيقة الأحياء هذه دراسة في Bactériologie médicale و بكتيريا صناعية industriel bactériologie وبكتيريا زراعية وبكتيريا

غذائية ، كما تمكن العالم الألماني روبرت كوخ من ربط إسم البكتيريا مع الأمراض المسببة لها ، كما اثبت العلوم الحديثة ان البكتيريا تلعب دورا هاما في الصناعة الغذائية والدوائية والتستخلص من المواد العضوية وغير العضوية. [53]

II-2- نظرة عامة على البكتيريا:

تعيش داخل جسم الإنسان وعلى سطح جسمه أيضا العديد وربما اكدت الدراسات ان البكتيريا الملايين من الكائنات الحية الدقيقة، ولكن الإنسان لا يشعر بوجود أغلبها ولربما جميعها ولا يراها أيضا ، رغم أنها تصاحبه من خلال تواجدها في جسده ومن حوله طيلة مشوار حياته، ومن أبرز هذه الكائنات ما يعرف بالبكتيريا، وهي عبارة عن أصغر أنواع الكائنات الحية الدقيقة، لأنها تحتوي على خلية واحدة، وتتم رؤيتها عن طريق المجهر فقط بحيث يتراوح قطرها بين 0.3 إلى 0.2 ميكرون ، كما انها تستطيع العيش لمدة طويلة من خلال القدرة على تغيير غشائها السميك الذي يتأثر بظروف القاسية مثل درجة الحرارة. [54]

II-3 تعريف البكتيريا:

البكتيريا هي إحدى الكائنات الحية الدقيقة، ذي خلية واحدة، ولها اشكال عديدة فمنها ما يشبه العصيات، ومنها ما هو على شكل كرة، كما أنها تتواجد على شكل تجمعات بأشكال مختلفة أيضا كشكل عنقود العنب، أو السبحة،

وتسمى هذه التجمعات الأغشية الحيوية "بيوفيلم"، حيث إنها تصبح قادرة على العمل بشكل أفضل، وحماية نفسها من خلال هذا التجمع، وتتراوح أحجام البكتيريا بشكل كبير فمنها ما لا يتجاز أبعادها النصف ميكرومتر، [54] ومنها ما يصل إلى خمسة ميكرومتر، ويعتقد بأنها أول الكائنات التي عاشت على سطح الأرض، ولها علم متخصص بها في الأحياء. وتستطيع جرثومة البكتيريا العيش لأعوام طويلة متحملة جميع الأحوال غير الملائمة من ارتفاع درجة الحرارة، أو انخفاضها، أو غير ذلك من الظروف البيئية القاسية، وعند تحسن الظروف البيئية المحيطة تتخلص الجرثومة من الغشاء السميك، وترجع إلى سابق عهدها نشاطا وحيوية كبيرة [55]

II-4- بنية البكتيريا:

تركيب الخلية البكتيرية من:

- **السيتوبلازم:** يعتبر السيتوبلازم هو الجزء الهلامي المتواجد داخل الغشاء الخلوي، والذي يقع بين النواة والغشاء الخلوي، ويحتوي الغشاء الخلوي على جميع التراكيب الخلوية المختلفة، ويتميز بلزوجته التي تختلف نتيجة اختلاف المناطق الموجودة في نفس الخلية، وهو الوسط الذي تتم فيه جميع التفاعلات الكيميائية داخل التراكيب التي تحيط بها أغشية تسمى العضيات.
- **الأسواط:** تتواجد الأسواط في أغلب أنواع البكتيريا بمختلف أشكالها، كما تنشأ الأسواط من الغشاء السيتوبلازمي، وتستخدمها البكتيريا لسبب محدد وهو مساعدتها على الحركة، فهي تزيد من مرونة البكتيريا وقدرتها وسرعتها في الحركة، وفي علم البكتيريا تسمى البكتيريا التي تحتوي في تركيبها على الأسواط بالبكتيريا المتحركة، وتعد الأسواط من الصفات التي تميز البكتيريا.
- **الطبقة السطحية:** توجد الطبقة السطحية في جميع الخلايا البكتيرية، وتتميز في عدم القدرة على رؤيتها عن طريق استخدام الفحص المجهرى لدى بعض الأنواع، ويعود السبب في ذلك إلى تهتك هذه الطبقة ورقتها في أغلب الأوقات
- **الغشاء السيتوبلازمي:** من الممكن تعريف الغشاء الخلوي أو الغشاء السيتوبلازمي بالاكثوبلاست ويتميز الغشاء السيتوبلازمي برقته وقدرته على الإحاطة بكافة المكونات الموجودة داخل الخلية، حيث

يقوم بفصل جميع المحتويات المتواجدة داخل الخلية عن كافة ما يحيط بها، ويتكون هذا الغشاء من طبقتين اثنتين، ويتواجد في جميع خلايا الكائنات الحية.

- **-الجدار الخلوي:** هو طبقة صلبة تعمل على إحاطة الخلية بالكامل من الخارج، كما تقوم بالعديد من الوظائف مثل تحديد شكل الخلية، وتوفير الحماية لها، بالإضافة إلى توفير الصلابة أيضاً، ومن الممكن تحديد الجدار الخلوي للكثير من الخلايا سواء أكانت غير حقيقية النواة أو حقيقية النواة، حيث من الممكن تحديد الجدار الخلوي للفطريات، والبكتيريا، والنباتات، والطحالب.
- **-النتوءات:** تعمل النتوءات على مساعدة البكتيريا في عملية الالتصاق بخلايا العائل. الخلية البكتيريا بدائية النواة توجد مغموسة في السيتوبلازم وتتكون من خليط من الأحماض النووية ADN. تكاثر البكتيريا الانقسام الثنائي: يتم التكاثر بهذه الطريقة في ظروف البيئة العادية التي تناسب البكتيريا، وتتميز بالتكاثر بسرعة كبيرة جداً، حيث تنقسم الخلية البكتيرية كلَّ عشرين دقيقة إلى خليتين متماثلتين. كما يتأثر التكاثر بدرجة الحرارة درجة حموضة الوسط [56]

II-5- تسمية البكتيريا:

يتشكل اسم البكتيريا من مقطعين (Binominal) بحيث يشير المقطع الأول من الاسم إلى الجنس (genre) والمقطع الثاني إلى النوع (espece) ، وقد يحمل اسم الجنس شكل البكتيريا كما هو الحال في Streptocoque، (Staphylocoque) (أو اسم المكتشف مثل: E.coli Escheriche. أما بالنسبة للنوع فقد يشير إلى المرض كما هو الحال (Cholerae)، (Vibrio Cholerae) (أو قد يحمل صفات اللون مثل Staphylococcus aureus) (أي ذهبية. Aureus. [57]

II-6- تصنيف البكتيريا:

استخدمت مختلف الأنظمة التصنيفية في تنظيم وترتيب البكتيريا، حيث تصنف البكتيريا اعتماداً على:

- من حيث شكل البكتيريا
- الوسط الذي تعيش فيه
- من حيث أسواطها
- من حيث التغذية
- من حيث طرق التكاثر
- من حيث النافع والضارة

7-7-7-تعريف المقاومة:

ظهرت المقاومة البكتيرية مباشرة بعد بداية استعمال المضادات الحيوية ضد الأمراض المعدية نقول على البكتيريا الحالة لأنها في تطور مستمر و في هذة و قد أصبحت أمرا مستعصيا على الاطباء انها مقاومة إذا تمكنه من النمو و التكاثر في وجود المضاد الحيوي و هي نوعان:

(1) -مقاومة طبيعية

(2) -مقاومة مكتسبة

8-8-طريقة تحديد درجة حساسية المضادات الحيوية:

8-8-1-تمهيد:

المضادات الحيوية هي مركبات كيميائية محضرة ذات فاعلية خاصة بتراكيز مختلفة.

بعض المضادات الحيوية تملك فاعلية كبيرة أو صغيرة (تختلف بحسب البكتيرية الحساسة لفعل المضاد)

- نظرية : معرفة الفاعلية للمضادات الحيوية المقاومة الطبيعية للبكتيريا تسمح بالقيام بالمعالجة.
- حقائق : البكتيريا تستطيع أن تملك مقاومة للمضاد الحيوي.
- نتيجة : معرفة العنصر البكتيري لا يسمح بتوقع الفاعلية للمضاد الحيوي.

8-8-2-خواص الجذمة البكتيرية (la souche bactérienne):

في علم الطب، الجذمة البكتيرية هي مقاومة للمضاد الحيوي على حسب تركيز المضاد الحيوي، أي بارتفاع التركيز تقل المقاومة لإعطاء أفق لكي تتم المعالجة. [58]

8-8-3- حساسية البكتيريا:

إن دراسة حساسية البكتيريا للمضاد الحيوي لها عدة أهداف، أولها اختيار المضاد الأكثر نشاطا، إضافة إلى أنه في حالة معالجة الأمراض المعدية ، يجب معرفة المضاد الحيوي الفعال وهذا باختياره على البكتيريا المسؤول عن المرض ، وأخيرا تحديد التركيز اللازم للتخلص من العامل المعدي والممرض للعضو المريض ولتحقيق هذا توجد طريقتين:

II-8-4-دراسة فعالية المضاد الميكروبي:

وهي تدرس مدى حساسية الميكروب لمضاد حيوي بدلالة الزمن وبدلالة التركيز، وهذا يرسم منحنيين الأول يسمى منحنى النمو، حيث عدد البكتيريا بدلالة الزمن (ساعات)، والثاني نسبة التثبيط بدلالة الحيوي المضاد التركيز، الأدنى التركيز المنحنيين من ويحدد للتثبيط La Concentration

أكدت الدراسات ان البكتيريا تعيش داخل جسم الإنسان وعلى سطح جسمه أيضا العديد وربما الملايين من الكائنات الحية الدقيقة، ولكن الإنسان لا يشعر بوجود أغلبها ولربما جميعها ولا يراها أيضا، رغم أنها تصاحبه من خلال تواجدها في جسده ومن حوله طيلة مشوار حياته ، ومن أبرز هذه الكائنات ما يعرف بالبكتيريا، وهي عبارة عن أصغر أنواع الكائنات الحية الدقيقة، لأنها تحتوي على خلية واحدة،

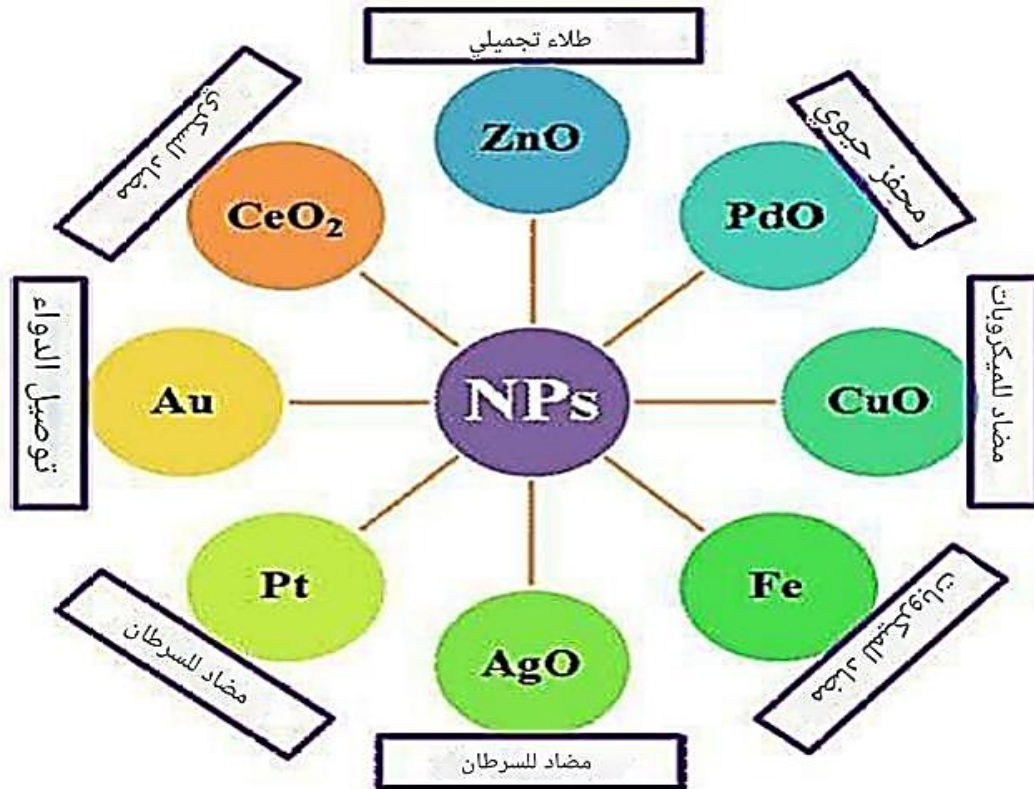
وتتم رؤيتها عن طريق المجهر فقط بحيث يتراوح قطرها بين 0.3 إلى 0.2 ميكرون ، كما أنها تستطيع العيش لمدة طويلة من خلال القدرة على تغيير غشائها السميكة الذي يتأثر بظروف القاسية مثل درجة الحرارة.

البكتيريا هي إحدى الكائنات الحية الدقيقة، ذو خلية واحدة، ولها اشكال عديدة فمنها ما يشبه العصيات، ومنها ما هو على شكل كرة، كما أنها تتواجد على شكل تجمع أت بأشكال مختلفة أيضا كشكل عنقود العنب، أو السبحة، وتسمى هذه التجمعات الأغشية الحيوية "بيوفيلم"، حيث إنها تصبح قادرة على العمل بشكل أفضل، وحماية نفسها من خلال هذا التجمع، وتتراوح أحجام البكتيريا بشكل كبير فمنها ما لا يتجاز أبعادها النصف ميكرومتر، ومنها ما يصل إلى خمسة ميكرومتر ، ويعتقد بأنها أول الكائنات التي عاشت على سطح الأرض، ولها علم متخصص بها في الأحياء

II-9 الفعالية البكتيرية للمواد النانوية

يبلغ حجم البكتريا 10^{-6} متر بينما تتعامل النانو تكنولوجيا مع هياكل صغيرة تصل إلى 10^{-9} متر. وعلى الرغم من هذا الاختلاف البالغ 10^{-3} متر فإن تطوير العديد من التقنيات في الثمانينيات جعل من الممكن الجمع بين هذين العالمين. ونتيجة لذلك، تطورت تقنية النانو لتصبح فرعا يقدم حلول للعديد من التطبيقات المحتملة في المجال الطبي. تم استخدام جزيئات نانوية معدنية مختلفة مثل الفضة والذهب وغيرها في دراسات أجريت على كائنات بيولوجية مختلفة كما مبين في الشكلتم إحراز تقدم في استخدام أكاسيد نانوية مختلفة في المجال البيولوجي بسبب التطور في الوسائل التقنية ، مما يسمح بتصوير الجسيمات النانوية وعمليات تفاعلها مع الكائنات الحية الدقيقة [59-60] أما بالنسبة للألية المضادة للميكروبات للجسيمات النانوية ضد هذه الكائنات الدقيقة والكثير غيرها ، فمن المعروف أنها قد تكون ذات صلة بمنطقة سطحها. وبعبارة أخرى ، فإن أصغر

الجسيمات النانوية لها أقوى تأثير مضاد للميكروبات [61-62] لذلك ليس هناك شك في أن الحجم مهم، وهذا هو أحد الأسباب التي تجعل الجسيمات النانوية تحسن ا حقيقي ا في الاستراتيجية المضادة للميكروبات . [63-64] لكن يجب الخذ بالاعتبار في العديد من الخصائص الكيميائية والفيزيائية للمواد النانوية عند تقييم فعاليتها وقدرتها على اختراق البكتيريا [65]



الشكل II-12: يوضح بعض الأكاسيد النانوية المحضرة وفعاليتها البايولوجية

II-10- مقاومة البكتيريا للمضادات الحيوية

تمثل المقاومة للمضادات الحيوية مشكلة عالمية في الرعاية الصحية من الممكن أن تؤثر على علاج الأمراض المعدية التي تسببها مجموعة كبيرة من الكائنات الحية بما في ذلك البكتيريا ايجابية الجرام أو سلبية الغرام Gram-positive and Gram-negative bacteria منذ اكتشاف البنسلين Penicillin تم استخدام المضادات الحيوية والعوامل المضادة للميكروبات الأخرى بنجاح في علاج الصابات الجرثومية [66] إن تطور صفة المقاومة للمضادات الحيوية عن طريق سلالة بكتيرية هو في الغالب بسبب الاستخدام السيء

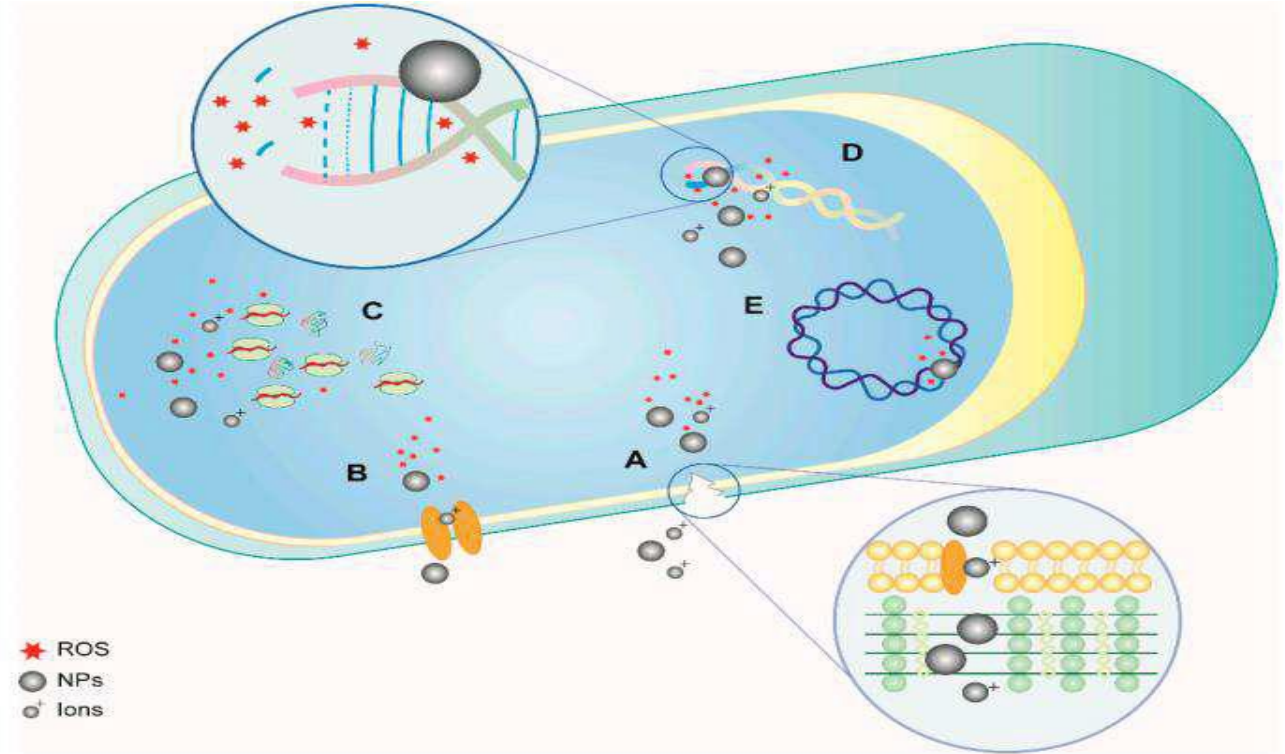
للمضادات الحيوية مما يؤدي إلى ان تصبح علاجاً غير فعال [67] على سبيل المثال في البلدان الفقيرة اقتصادياً يمكن أن يحدث أيضاً بسبب عدم كفاية الوصول إلى الأدوية. تم الكشف عن المقاومة البكتيرية لجميع فئات المضادات الحيوية وفيما يتعلق بمجموعة واسعة من العدوى بما في ذلك تلك التي تسببها بكتريا المكورات العنقودية الذهبية *Staphylococcus aureus* وبكتريا القولون *coli Escherichia* فإن مقاومة أحد المضادات الحيوية أو أكثر أصبحت مشكلة طبية شائعة [68-69]

11-11 آلية عمل الأكاسيد النانوية كمضادات للأحياء المجهرية

استخدمت الأكاسيد النانوية المعروفة في تأثيرها كمضادات للميكروبات على نطاق واسع في العديد من الظروف السريرية والصناعية [70]

هناك عدة عوامل يمكن أن تحفز وتعزز فعالية الأكاسيد النانوية كمضادات للميكروبات مثل الحجم، الشكل، الاستقرارية، القوى الكهروستاتيكية والتركيز. ان انخفاض حجم المواد النانوية ل يزيد من ثباتيتها فحسب بل يزيد أيضاً من نسبة السطح الى الحجم مما يمنحها قدرة أعلى على التفاعل مع غشاء الخلية وبالتالي لديها إمكانات أعلى لمضادات الميكروبات [71-72] ممكن أيضاً بسبب الدور الرئيسي الذي تلعبه القوى الكهروستاتيكية التي توجه جاذبية البكتيريا والمواد النانوية وذلك لان معظم البكتيريا لها جدار خلية سالبة الشحنة تجذب جزيئات موجبة الشحنة ، يمكن للأيونات الموجبة الشحنة أن تدخل للكائنات الحية الدقيقة بسهولة وتتلف هيكلها الداخلية عن طريق ربط البروتينات سالبة الشحنة والأحماض النووية. [73] يعتمد التأثير المضاد للجراثيم للمواد النانوية على التركيز ايضا والذي يمكن أن يختلف بناء على حساسية البكتيريا المتباينة اعتماداً على نوع الكائن المجهرى المستهدف. تتعاون جميع المتغيرات المذكورة لإعطاء مواد نانوية ذات تأثيراً مضاداً للميكروبات يزداد بإطلاق الأيونات. [74] ومع ذلك فإن أنواع الأوكسجين التفاعلية Reactive oxygen species

(ROS) للمواد النانوية تلعب دوراً حاسماً في تأثير المضاد للجراثيم يؤدي الى انتاج جذور حرة والتغيير على المستويات البروتينية والإنزيمية هذه الفعاليات السامة للخلايا - كما مبين في الشكل DNA 24 (و RNA وأيضاً تحطيم الحمض النووي هي سلاح فعال ضد جميع انواع الكائنات الحية الدقيقة وكذلك خلايا حقيقية النواة مما يثير العديد من المخاوف المتعلقة بملائمة النظمه الحيوية مع المواد النانوية. في الواقع حتى لو كانت خلايا الكائنات الحية هذه القدرة ، فإنه ROS الدقيقة قادرة على الحد من الأضرار التي لحقت بالجذور الحرة عندما يتجاوز إنتاج يؤدي إلى الإجهاد التأكسدي ، والتهابات ، والتي ل يمكن إصلاحها الأضرار التي لحقت الأغشية والبروتينات والحمض النووي ، وبالتالي لتجنب أي آثار خطيرة على خلايا حقيقية النواة من المهم احترام نافذة التركيز التي تنظم استخدام المواد النانوية من أجل قتل الكائنات الحية الدقيقة دون آثار ضارة على الخلايا الخرى [75]



الشكل II-13: تمثيل تخطيطي لتفاعل البكتيريا بعد التعرض لأنواع الأكسجين التفاعلية الناتجة عن الجسيمات النانوية والأيونات

المواد

و

طرائق العمل

1- الأجهزة والمواد

1-1 الأجهزة المستعملة

اسم الجهاز	ت
Sensitive balance	1 ميزان حساس
Magnetic stirrer	2 المحرك المغناطيسي
pH-meter	3 جهاز مقياس الحموضة
Oven	4 الفرن الكهربائي
Fourier-transform infrared spectroscopy	5 حمام بالموجات فوق الصوتية
Fourier-transform infrared spectroscopy	6 مطيافية الأشعة تحت الحمراء
UV-Vis spectrophotometer	7 مطيافية الأشعة فوق البنفسجية والمرئية
Centrifuge	8 جهاز الطرد المركزي
	9 مهراس هاون
Temperature measuring device	10 جهاز قياس درجة الحرارة

1-2- المواد الكيميائية

المواد الكيميائية المستخدمة في الدراسة تم استخدامها بدرجة عالية من النقاوة ومن عدة شركات وكما مبين في الجدول 1-2

الاسم	الصيغة
1	رباعي كلوريد التيتانيوم $TiCl_4$
2	كبريتات النحاس $CuSO_4$
3	ثنائي كلوريد المغنزيوم $MgCl_2$
4	هيدروكسيد الصوديوم $NaOH$

2- تقنيات توصيف البنية النانوية للأكاسيد النانوية المحضرة

تم تحديد الخصائص المظهرية للأكاسيد النانوية المحضرة في هذه الدراسة وهي أكسيد التيتانيوم TiO_2 و $MgCl_2$ و $CuSO_4$ النحاس اوكسيد بواسطة الطرق الكيميائية والفيزيائية التالية

1- (FTIR).مطيافية الاشعة تحت الحمر

2- (XRD).حيود الأشعة السينية

وفيما يلي شرح موجز عن كل تقنية والاساس العلمي لعملها

1-2-1 مطيافية الأشعة تحت الحمراء

يعتبر التحليل الطيفي للأشعة تحت الحمراء تقنية غير مدمرة للمواد. التحليل الطيفي لامتناص الأشعة تحت الحمراء FTIR هو دراسة تفاعل الأشعة تحت الحمراء مع المادة كوظيفة لتردد الفوتون. يوفر معلومات حول اهتزاز وتدوير الاواصر الكيميائية والهياكل الجزيئية، مما يجعلها مفيدة لتحليل المواد العضوية وبعض المواد غير العضوية. يمثل طيف الأشعة تحت الحمراء بصمة لعينة ذات امتصاص يتوافق مع ترددات الاهتزازات بين اواصر الذرات التي تتكون منها المادة. لأن كل مادة هي مزيج فريد من الذرات، لا يوجد مركبان ينتجان طيف الأشعة تحت الحمراء نفسه بالضبط. لذلك ، يمكن أن ينتج عن

التحليل الطيفي للأشعة تحت الحمراء تحديد إيجابي (تحليل نوع) لكل أنواع المواد المختلفة. بالإضافة إلى ذلك ، فإن حجم القمم في الطيف هو مؤشر مباشر على كمية المواد الموجودة.

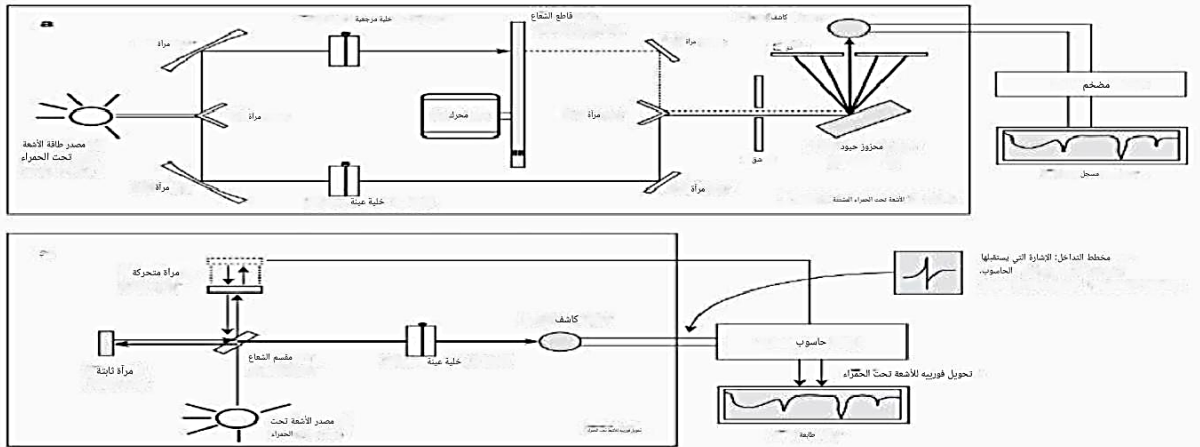
الأشعة تحت الحمراء هي أداة ممتازة للتحليل الكمي. تنقسم منطقة عادةً إلى ثلاث مناطق (400 قريبة FTIR 10)

(400 cm^{-1} - 4000 cm^{-1} منتصف) تمتلك فوتونات الأشعة تحت الحمراء

(4000 cm^{-1} - 14000 cm^{-1} ، والبعيدة) طاقة كافية للتسبب في اهتزاز مجموعات الذرات فيما

يتعلق بالأواصر التي تربطها. مثل التحولات

الحمراء تحت الأشعة الجزيئات وتمتص متميزة، طاقات مع الاهتزازية التحولات هذه تتوافق الإلكترونية، (2- فقط عند أطوال موجات وترددات معينة وكما مبين في الشكل 14

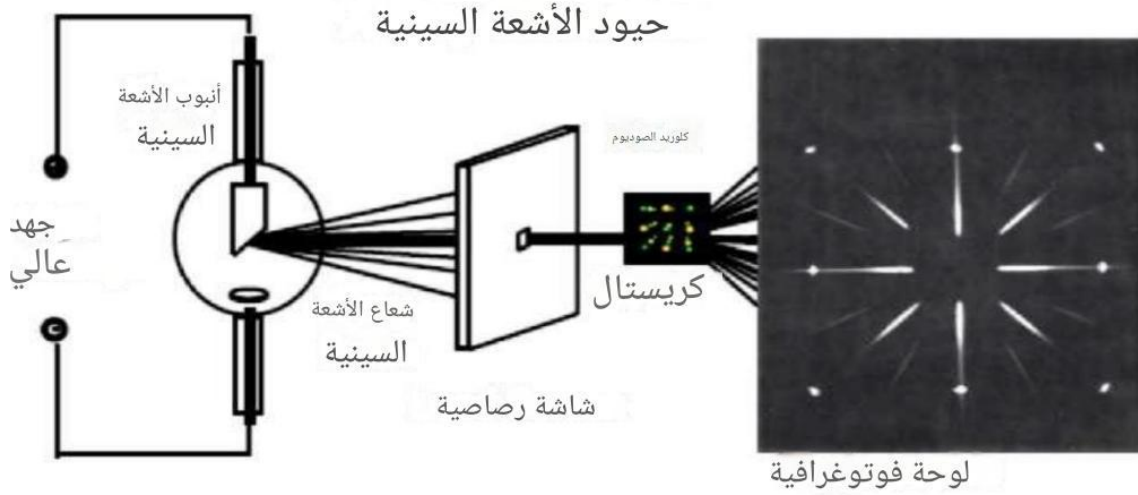


الشكل III-14: يوضح تخطيط لتقنية طيف الأشعة تحت الحمراء

2-2- حيود الأشعة السينية

الأشعة السينية هي إشعاع كهرومغناطيسي مشابه للضوء، ولكن مع طول موجي أقصر بكثير (عدد قليل من أنجستروم). يتم إنتاجها عند تباطؤ الجزيئات المشحونة بالكهرباء من الطاقة الكافية. في أنبوب الأشعة السينية ، يوجه الجهد العالي المحفوظ الإلكترونات عبر الأقطاب الإلكترونية نحو هدف معدني (الأنود).

يتم إنتاج الأشعة السينية عند نقطة التأثير، وتشتع في جميع الاتجاهات. كما مبين في الشكل



الشكل III-15 : يوضح مخطط تقنية حيود الأشعة السينية

3-دراسة الفعالية المضادة للبكتريا

3-1 تحضير الأوساط الزراعية

وفق تعليمات الشركة المصنعة والمثبتة - حضرت الأوساط الزراعية الجاهزة والموضحة على العبوة الخاصة بكل وسط ثم عقت بالمؤصدة بدرجة حرارة 121 م لمدة 15 دقيقة. حضنت الاطباق المحضرة بدرجة حرارة 37 م لمدة 24 ساعة للتأكد من خلوها من التلوث الميكروبي ثم حفظت في الثلاجة لحين الاستعمال.

3-2 ادامة العزلات البكتيرية

استعمل وسط الاكار المغذي لتنمية العزلات البكتيرية المستخدمة في هذه الدراسة بدرجة حرارة 37 م لمدة

24 ساعة ثم حفظت في الثلاجة لحين الاستعمال. تم تجديدها كل 3 اسابيع وذلك بتنشيطها على وسط المرق المغذي ثم اعادة زرعها على وسط اكار مغذي جديد لضمان بقاء العزلات بحالة نشطة حتى اكتمال الدراسة طرق العمل

4-تقييم النشاط المضاد للبكتيريا لخمس عينات نانوية باستخدام تقنية الانتشار بالحفر في وسط الاغار

تم تقييم النشاط المضاد للبكتيريا لخمسة مستحضرات نانوية مختلفة باستخدام طريقة الانتشار بالحفر في وسط الأغار (Agar Well Diffusion Method) ضد ثلاثة سلالات مرجعية قياسية من البكتيريا، وهي : *Escherichia coli* ATCC 25922 ، *Klebsiella pneumoniae* ATCC 13883 و *Staphylococcus aureus* ATCC 25932. تمت زراعة البكتيريا على وسط Mueller-Hinton agar وفقاً لبروتوكولات اختبار الفعالية الحيوية المعتمدة. تم تحضير المعلمات البكتيرية انطلاقاً من زراعات طازجة بعمر 24 ساعة، ثم تعديل الكثافة البكتيرية لتبلغ تركيزاً قياسياً يعادل 10^6 وحدة مكونة للمستعمرة/مل. (CFU/mL).

بعد التلقيح المتجانس لسطح الأغار باستخدام أعواد قطنية معقمة، تُركت الأطباق لتجف في ظروف معقمة . بعد ذلك، تم إنشاء حُفر مركزية في وسط الزرع باستخدام ماصة باستور معقمة. تم ملء كل حفرة بـ 50 ميكروليتر من المحلول النانوي، بتركيزات مختلفة 40 ، 20 ، 10، و 5 ملغ/مل.

تم تحضين الأطباق عند درجة حرارة 37°C لمدة 24 ساعة. بعد فترة التحضين، تم قياس أقطار مناطق التثبيط المحيطة بكل حفرة لتقييم الفعالية المضادة للبكتيريا. اعتُبرت المناطق التي يتجاوز قطرها 6مم مؤشراً على فعالية ميكروبية مهمة (Bonev et al., 2008; Kiehlbauch et al., 2000)

5- تعريف نبتة الرجلة (*Portulaca oleracea*)

الرَّجْلَة، المعروفة أيضاً بأسماء شعبية مثل البقلة أو الفرّحّين، هي نبتة عشبية سنوية تنتمي إلى فصيلة البرتولاكية (Portulacaceae). تتميز الوفرة و بسيقانها الحمراء وأوراقها اللحمية الخضراء الزاهية، وتنمو غالباً بشكل زاحف على الأرض.

تُعتبر الرجلة من النباتات الطبية والغذائية ذات القيمة العالية، حيث تحتوي على تركيز مرتفع من الأحماض الدهنية أوميغا-3 النباتية (α -linolenic acid)، إلى جانب العديد من الفيتامينات (مثل A، C و B)، والأملاح المعدنية (كالسيوم، المغنيسيوم، الحديد، البوتاسيوم)، فضلاً عن مضادات الأكسدة مثل البيتا كاروتين والغلوتاثيون.

لقد عرفت الرجلة استخدامًا واسعًا في الطب التقليدي، حيث استُخدمت لعلاج اضطرابات الهضم، الالتهابات، مشاكل الجلد، وكذلك في ضبط مستويات الكوليسترول والسكر في الدم. كما تدخل في تحضير العديد من الأطباق التقليدية، خاصة في دول حوض البحر الأبيض المتوسط، نظرًا لقيمتها الغذائية العالية



الشكل III- 16 : نبات الرجلة قبل القطف

6- تحضير العينة:

تم تجفيف 400 غرام من أوراق نبتة الرجلة، والتي تمثل المادة الأولية في هذا البحث، لمدة خمسة أشهر لضمان التخلص من الرطوبة.

بعد عملية التجفيف، تم تحضير محلول مائي باستخدام 800 مل من الماء المقطر، حيث خضعت العينة لعملية تحريك مستمر باستخدام المخلاط المغناطيسي مع التسخين عند درجة حرارة 60 °C لمدة ساعتين لضمان تجانس المركبات الفعالة.

عقب ذلك، تم ترشيح المحلول للحصول على مستخلص نقي.



الشكل III-17: أوراق نبات الرجلة اثناء التجفيف



الشكل III-18 : أوراق نئاب الرجلة بعد التجفيف



الشكل III-19 : نقع أوراق نبات الرجلة في الماء المقطر مع التحريك

و التسخين

الشكل III-20: المستخلص المتحصل عليه بعد عملية الترشيح

للمجول السابق



7- تحضير الاكاسيد النانوية بوساطة طريقة الترسيب المشترك:

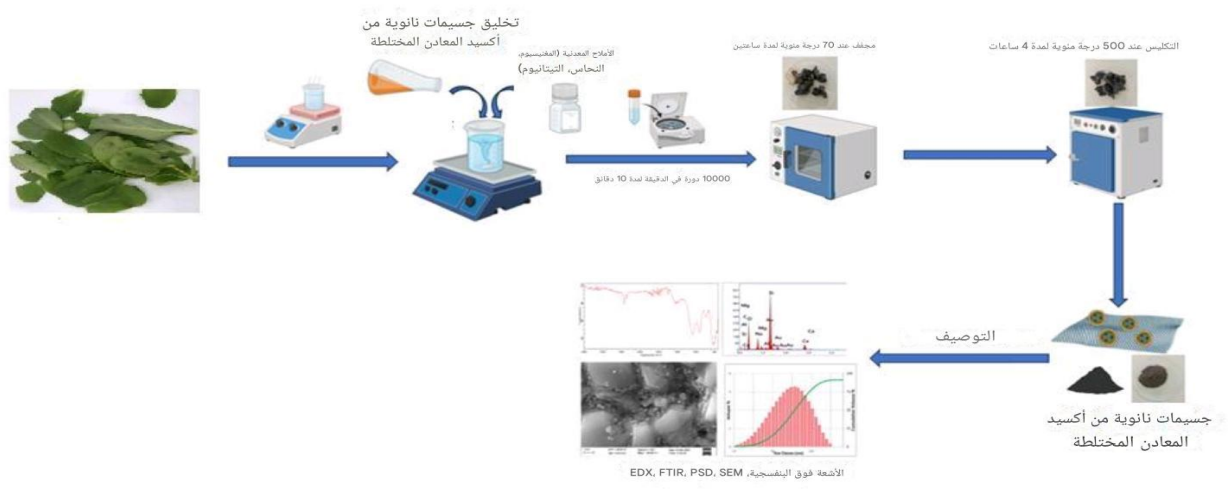
تحضير الجسيمات النانوية وفقا لبروتوكول من الأسفل الي الأعلى

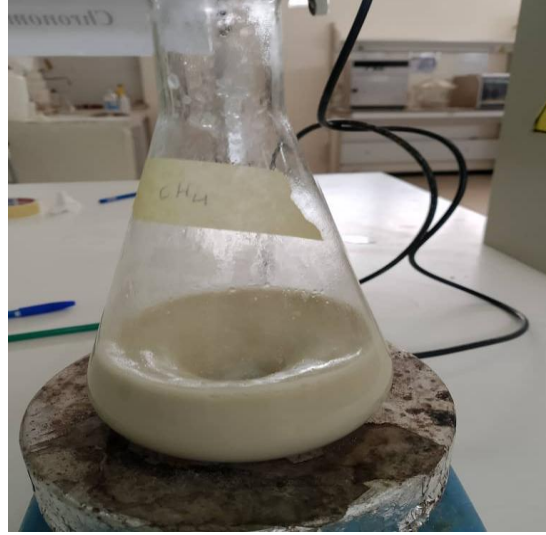
العينات	TiO ₂ M=80g	CuSO ₄ .5H ₂ O M=159.609	MgCl ₂ .6H ₂ 0 M=203.30
CH A		n1a= 0.50mol	n1a=0.50 mol
CH B	n1b=0.50 mol		n1b=0.50 mol
CH C	n1c=0.50mol	n1c=0.25mol	n1c=0.25mol
CH D	n1d=0.25mol	n1d=0.50mol	n1d=0.25mol
CH E	n1e=0.25mol	n1e=0.25mol	n1e=0.50mol

تم أخذ 100 مل من المستخلص المحضّر من نبتة الرجلة، ثم أضيف إليه 200 مل من الماء المقطر و نضيف كمية من ال NaOH المذابة في الماء ، توضع هذه الكميات في ارلينة عيارية بعدها تمت إضافة مجموعة من المعادن مثل (MgCl₂ ، CuSO₄ ، TiCl₄) الى المستخلص بهدف تحسين الخصائص الفيزيائية والكيميائية للعينة المحضرة.

تضاف كمية الاكسيد حسب كل عينة مثل ما هو موضح في الجدول السابق تحصلنا على 5 عينات هي كالاتي A.B.C.D.E نقوم بهذه الطريقة لكل عينة على حدا تسمى هذه الطريقة (من الأسفل الى الأعلى)

بعد ذلك، وُضِعَ المزيج في الخلاط الكهربائي لمدة ساعتين، تحت درجة حرارة 80°C لضمان استخراج المركبات الفعالة كما هو موضح في المخطط التالي





الشكل III-21: يوضح تحضير الاكاسيد النانوية بوساطة طريقة الترسيب المشترك

عقب عملية الخلط، تم ترسيب المحلول باستخدام جهاز الطرد المركزي في سرعة دوران تعادل 5000 دورة/الدقيقة لمدة 15 دقيقة ، مما أدى إلى الحصول على ناتج على شكل مادة لزجة
بعد عملية الترسيب نقوم بعملية التصفية الراسب المحصل عليه من العملية السابقة فنتحصل على الشكل

22



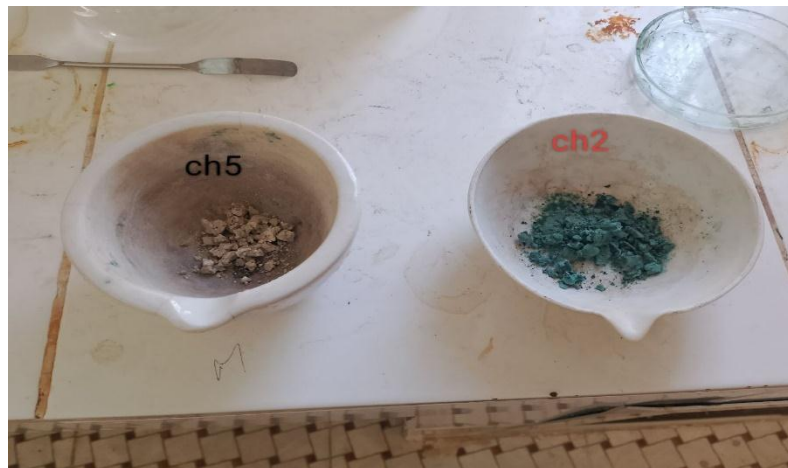
الشكل III-22: يوضح المادة المتحصل عليها بعد الترسيب

نقوم بوضع هذا الأخير في الفرن في درجة الحرارة تساوي 600 درجة مئوية لمدة 4 ساعات كما هو موضح في الشكل 24



الشكل III-23: صورة تبين اثناء وضع العينات في الفرن

تمت طحن المادة الناتجة باستخدام هاون ويد للحصول على مسحوق ناعم، ثم وُضِعَ هذا الأخير في علب محكمة الإغلاق تمهيداً لإجراء التحاليل الكيميائية باستخدام تقنيات مختلفة (RI-TF, siV-UV , CL PH) وغيرها)..



الشكل III-24: يوضح العينات بعد إخراجها من الفرن وبدا عملية الطحن

التفاح

و

المناقشة

1- نتائج التحليل الطيفي المرئي بالأشعة فوق البنفسجية للعينات CH (A B C D E)

1-1 نتائج التحليل الطيفي المرئي بالأشعة فوق البنفسجية للعينات CH (A)

بناءً على نتائج التحليل الطيفي للأشعة فوق البنفسجية-المرئية (UV-Vis) ، سُجّلت ذروة امتصاص واضحة عند الطول الموجي 424 نانومتر بقيمة امتصاص بلغت 1.368. يشير هذا الامتصاص إلى وجود مركبات عضوية ذات أنظمة مترافقة طويلة أو صبغات عضوية، والتي غالبًا ما تكون مرتبطة بتركيب جزيئي أروماتي مع امتدادات إلكترونية من نوع- π conjugated. يقع هذا الطول الموجي في الجزء المرئي من الطيف الكهرومغناطيسي، مما يدل على أن للعينات خواص لونية محتملة أو نشاط بصري ملحوظ. أما قيمة الامتصاص المرتفعة نسبيًا، فهي تعكس إما تركيزًا عاليًا للمادة الفعالة أو امتلاكها لمعامل امتصاص مولي كبير. وبالرغم من أن القيمة تقع ضمن المدى المقبول للتحليل الطيفي، إلا أن تجاوزها للحد المثالي للامتصاص الخطي ($Abs > 1.0$) قد يستدعي تخفيف العينة عند استخدام القانون الكمي لتحسين دقة القياس. وعليه، تشير

Sample Name: Sample1

Collection Time

20-Mar-25 1:50:48 PM

Peak Table

Peak Style

Peak Threshold

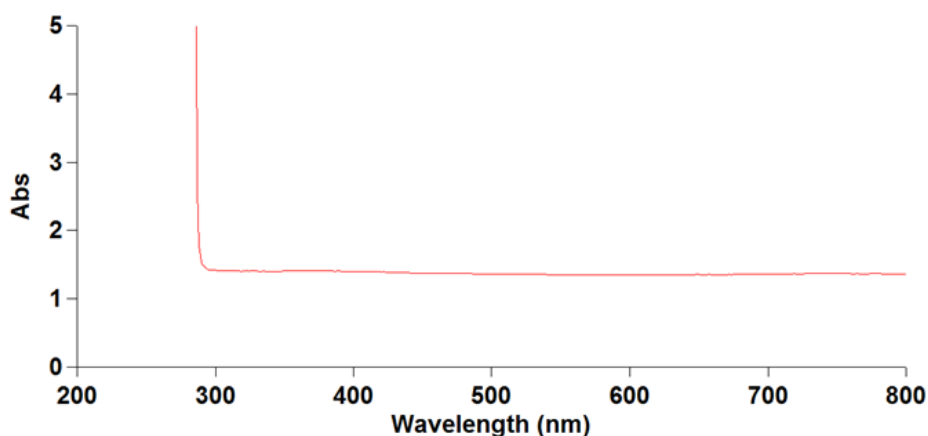
Range

Peaks

0.0100

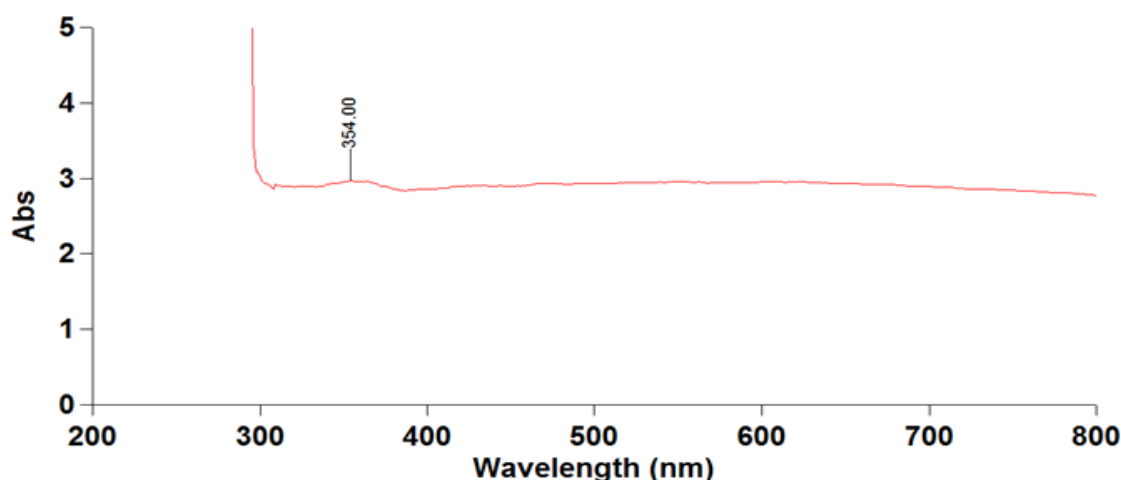
800.00nm to 200.00nm

Wavelength (nm)	Abs
424.00	1.368



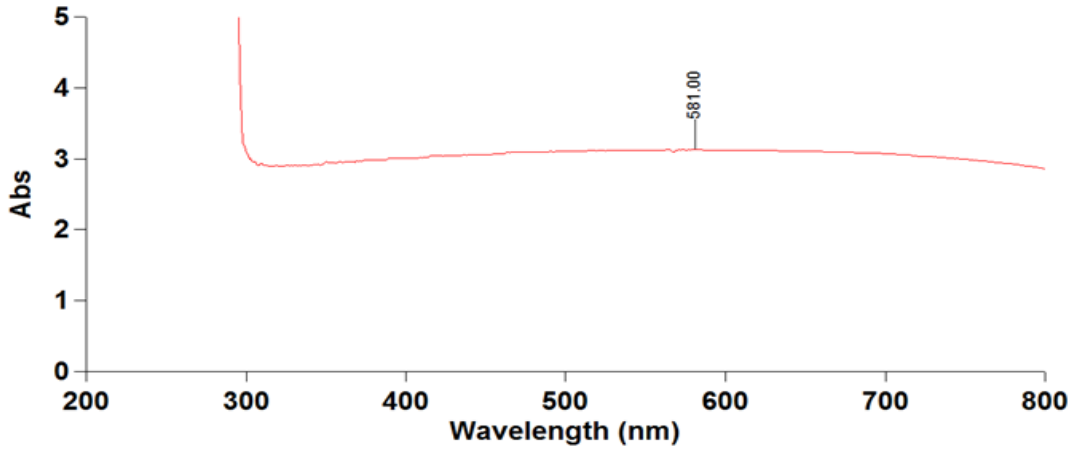
2-1 نتائج التحليل الطيفي المرئي بالأشعة فوق البنفسجية العينة CH (B)

يعرض طيف الامتصاص بالأشعة فوق البنفسجية-المرئية (UV-Vis) ظهور قمة امتصاص مميزة عند الطول الموجي 354 نانومتر، مما يشير إلى وجود انتقالات إلكترونية من نوع $\pi \rightarrow \pi^*$ أو $n \rightarrow \pi^*$ ، والتي ترتبط غالبًا بوجود مجموعات وظيفية مثل الروابط المزدوجة المترافقة أو مجموعات الكربونيل. يُظهر الطيف امتصاصًا قويًا في المنطقة الممتدة بين 300 و 400 نانومتر، ما يدل على وجود نظام إلكتروني مترافق يعزز من امتصاص الأشعة فوق البنفسجية. أما في منطقة الضوء المرئي (400-800 نانومتر)، فيبقى الامتصاص منخفضًا وثابتًا نسبيًا، مما يشير إلى أن العينة عديمة اللون أو شفافة في هذه المنطقة.



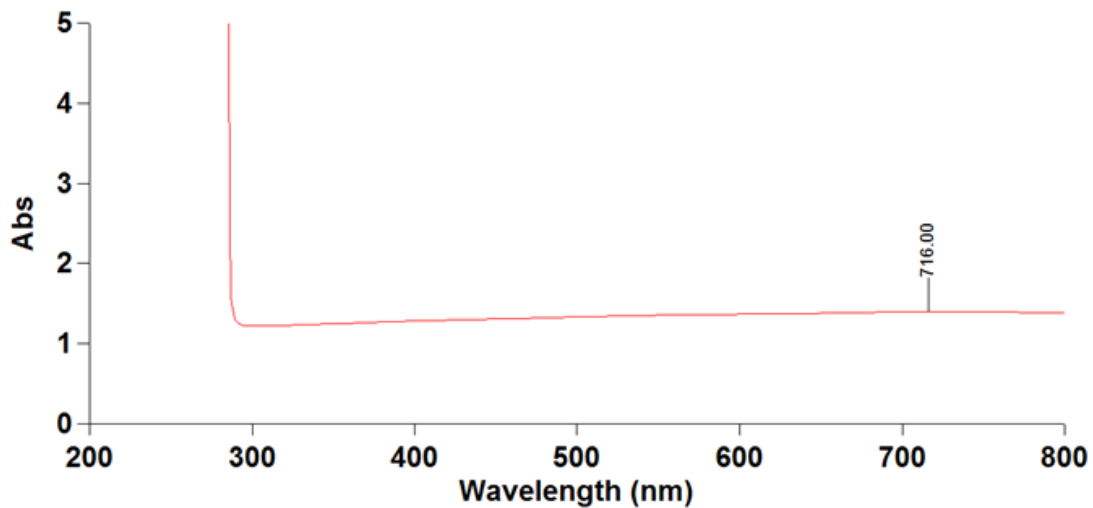
3-1 نتائج التحليل الطيفي المرئي بالأشعة فوق البنفسجية للعينة CH (C)

يوضح هذا الطيف قمة امتصاص واضحة عند الطول الموجي 581 نانومتر، مما يشير إلى حدوث انتقالات إلكترونية ضمن الجزيء، غالبًا من نوع $n \rightarrow \pi^*$ أو $d \rightarrow d$ ، وهي شائعة في المركبات التي تحتوي على أنظمة غير مشبعة أو معادن انتقالية. يشير الامتصاص في هذا النطاق إلى أن المادة تمتص في جزء من الضوء المرئي، ما قد يعطيها لونًا مرئيًا مميزًا ناتجًا عن الامتصاص في المنطقة البرتقالية إلى الحمراء. كما أن الامتصاص المنخفض نسبيًا عند الأطوال الموجية الأقل (بين 300 و 400 نانومتر) يدل على استقرار نسبي في مستويات الطاقة الأعلى.



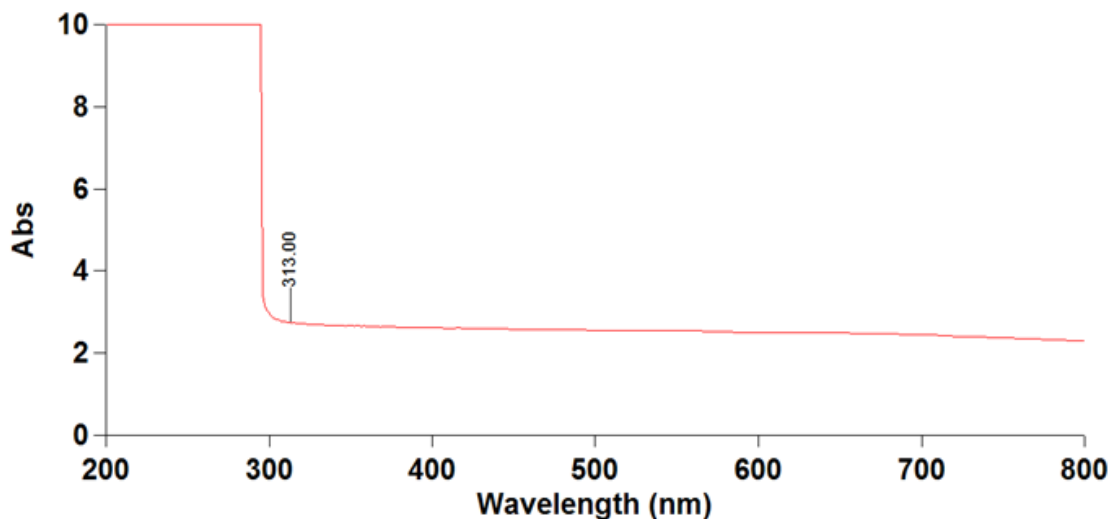
4-1 نتائج التحليل الطيفي المرئي بالأشعة فوق البنفسجية للعينة CH (D)

يوضح هذا الطيف وجود قمة امتصاص عند الطول الموجي 716 نانومتر، مما يدل على انتقالات إلكترونية منخفضة الطاقة، غالباً من نوع $d \rightarrow d$ أو انتقالات شحنة ، وهي شائعة في المركبات التي تحتوي على معادن انتقالية أو أنظمة كونjugated واسعة. الامتصاص عند هذا الطول الموجي يشير إلى أن المادة تمتص في الجزء الأحمر من الطيف المرئي، مما يمنحها لوناً مكماً في النطاق الأخضر-الأزرق



5-1 نتائج التحليل الطيفي المرئي بالأشعة فوق البنفسجية للعينة CH (E)

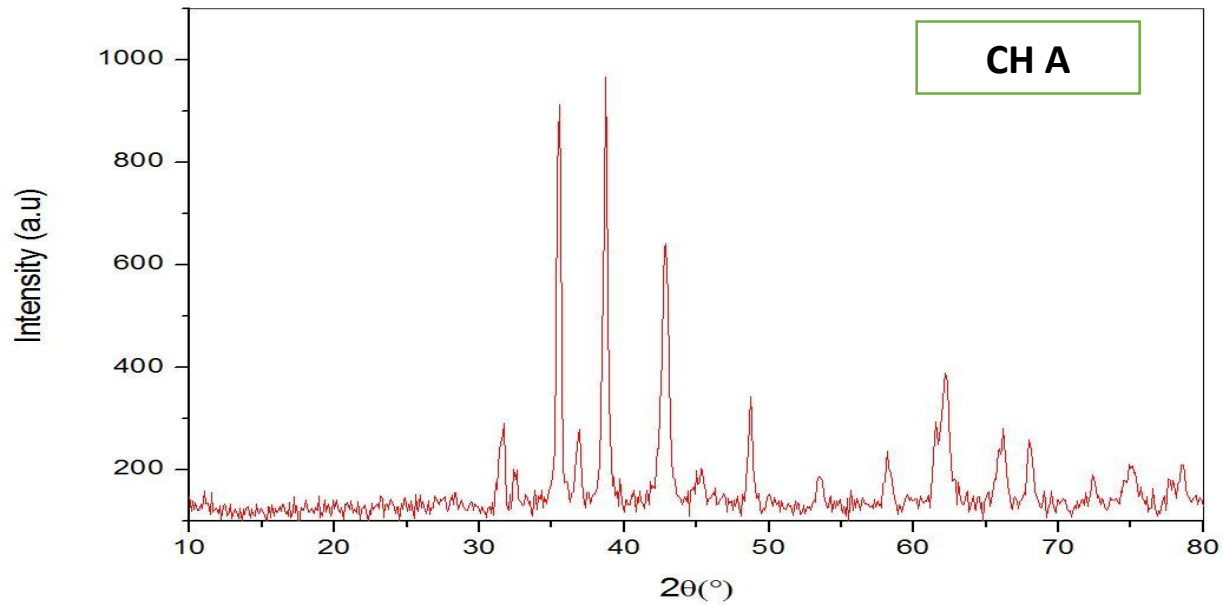
يوضح هذا الطيف وجود قمة امتصاص عند الطول الموجي 313 نانومتر، مما يشير إلى وجود انتقالات إلكترونية من نوع $\pi \rightarrow \pi^*$ أو $n \rightarrow \pi^*$ ، وهي شائعة في الجزيئات التي تحتوي على روابط مزدوجة مترافقة أو مجموعات وظيفية مثل الكربونيل أو الأمينات. الامتصاص في هذا الجزء من الطيف (الأشعة فوق البنفسجية) يشير إلى أن المركب قد يمتلك خصائص فوتوفيزيائية مهمة مثل الحماية من الأشعة فوق البنفسجية أو السلوك الفلوري



3-نتائج الخاصة بالتحليل XRD للعينات (A. B . C. D . E)

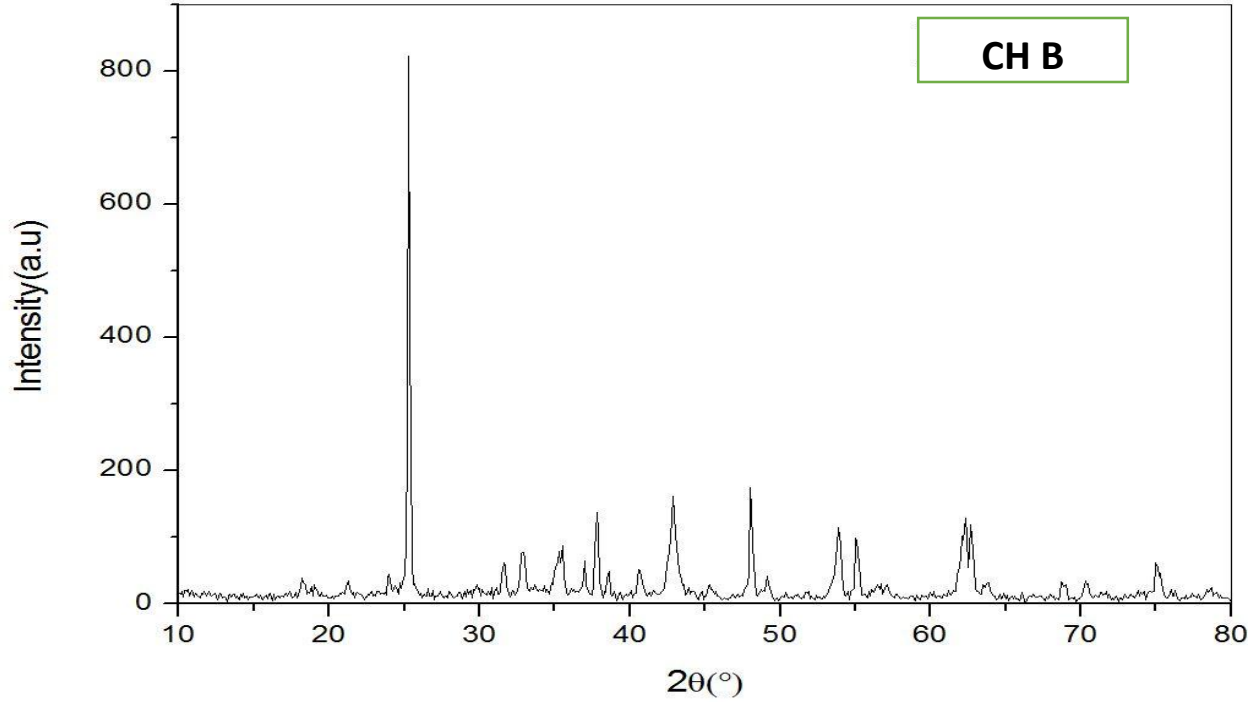
1-3 نتائج العينة CH (A)

يوضح نمط حيود الأشعة السينية (XRD) المبين في الشكل نمط حيود لعينة تم تحليلها، ويبدو أنها تحتوي على أطوار بلورية واضحة، كما يتضح من الحيود الحاد والقمم المميزة عند زوايا 2θ محددة، مما يدل على طبيعة بلورية منتظمة للمادة. تظهر قمم رئيسية عند زوايا تقارب 31° ، 36° ، 38° ، و 44° ، وهي عادةً ما تكون مرتبطة بمواد معدنية أو أكاسيد معدنية مثل MgO_2 و CuO عند القيمة ، حسب طبيعة المادة المحضرة. الشدة العالية للقمم ووضوحها يشير إلى درجة عالية من التبلور، كما أن انخفاض شدة الخلفية يدل على قلة الجزء غير المتبلور في العينة. وجود عدة قمم صغيرة إضافية قد يشير إلى وجود شوائب بلورية أو أطوار ثانوية في العينة. بناءً على هذا التحليل، يمكن القول إن المادة المدروسة ذات بنية بلورية منتظمة وربما تحتوي على مكونات متعددة.



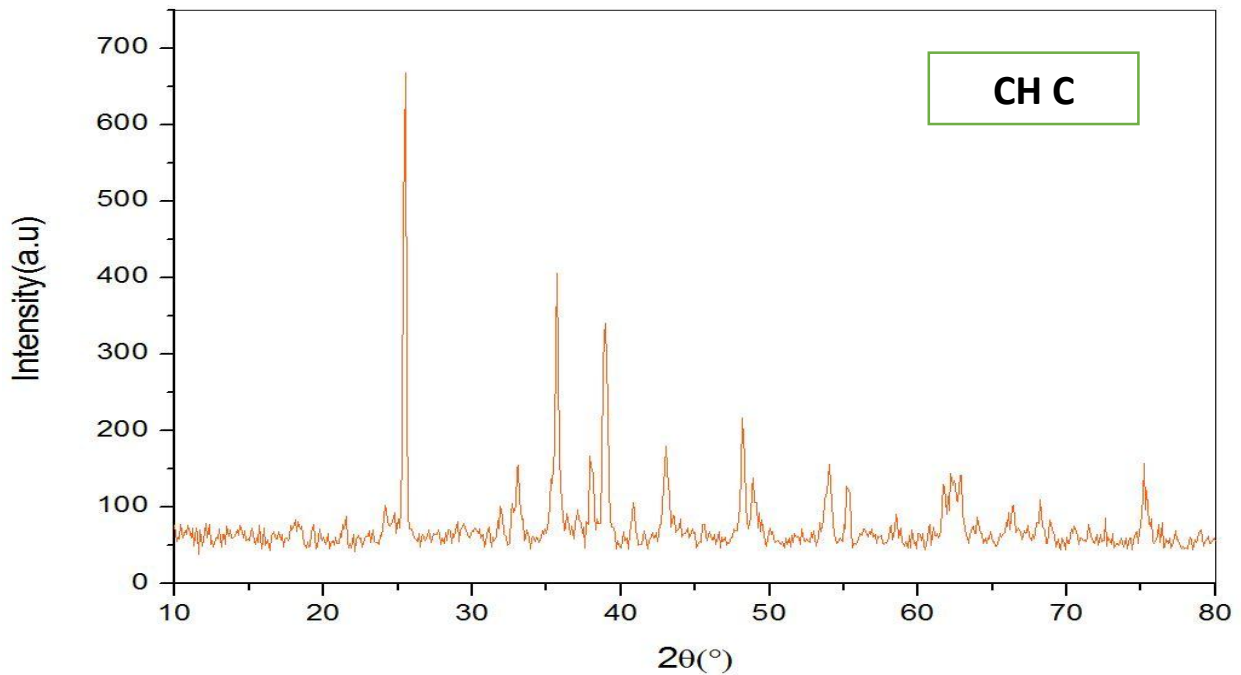
2-3 نتائج العينة CH (B)

يوضح نمط حيود الأشعة السينية (XRD) الظاهر في الشكل أن العينة تُظهر نمطاً بلورياً واضحاً، كما يتجلى من خلال القمم الحادة والمرتفعة، وخاصة القمة المميزة والعالية جداً الواقعة في النطاق القريب من 26° ، مما يدل على وجود طور بلوري مهيم ومنتشكلاً جيداً هو TiO_2 . تعدد القمم الأخرى الأقل شدة يشير إلى وجود أطوار بلورية ثانوية أو تركيبات بلورية متباينة، بينما يشير انخفاض الخلفية إلى نسبة ضئيلة من المادة غير المتبلورة. تشير هذه البيانات إلى أن العينة تحتوي على بنية بلورية منتظمة مع نقاء نسبي جيد.



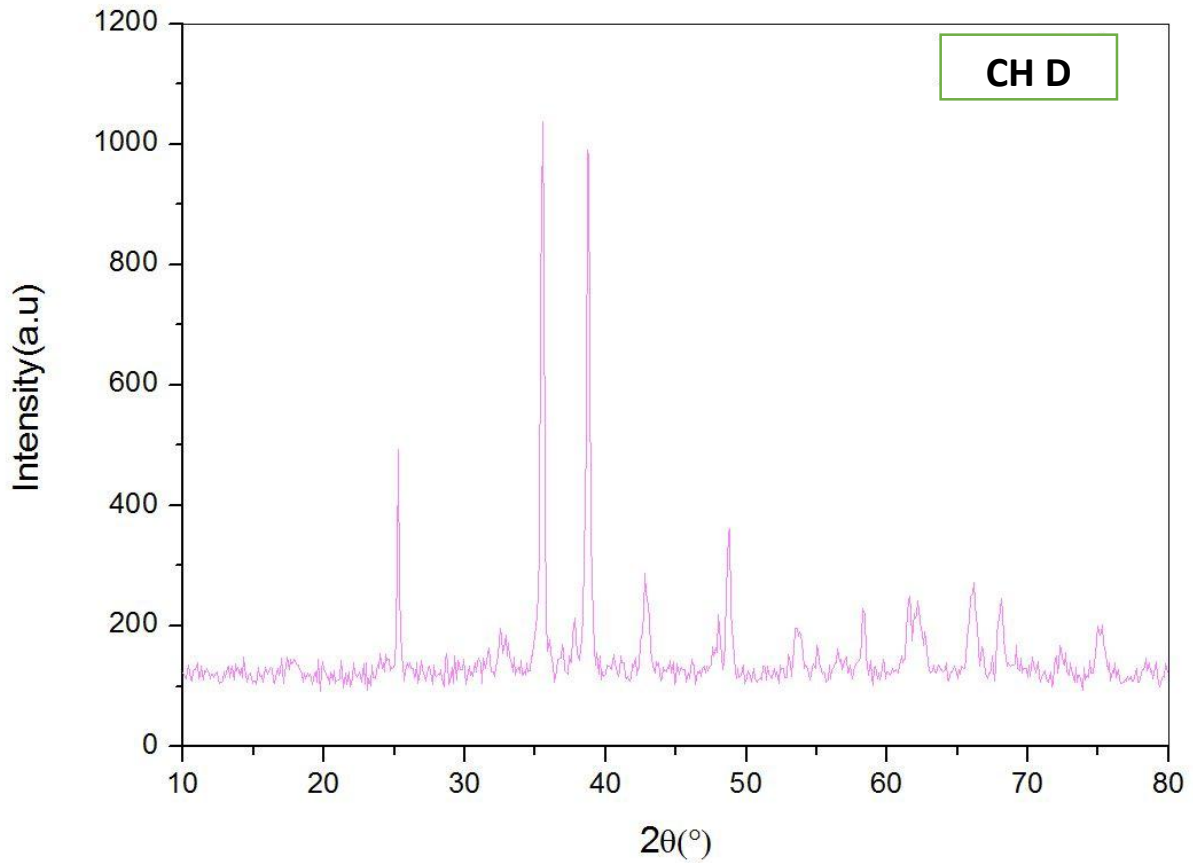
3-3 نتائج العينة CH (C)

يوضح نمط حيود الأشعة السينية (XRD) الظاهر في الشكل أن العينة تُظهر نمطًا بلوريًا واضحًا، كما يتجلى من خلال القمم الحادة والمرتفعة، وخاصة القمة المميزة والعالية جدًا الواقعة في النطاق القريب من $26^\circ - 40^\circ$ ، مما يدل على وجود طور بلوري مهيم ومتمشك جيدًا هو $\text{TiO}_2 \cdot \text{CuO} \cdot \text{MgO}$. تعدد القمم الأخرى الأقل شدة يشير إلى وجود أطوار بلورية ثانوية أو تركيبات بلورية متباينة، بينما يشير انخفاض الخلفية إلى نسبة ضئيلة من المادة غير المتبلورة. تشير هذه البيانات إلى أن العينة تحتوي على بنية بلورية منتظمة مع نقاء نسبي جيد.



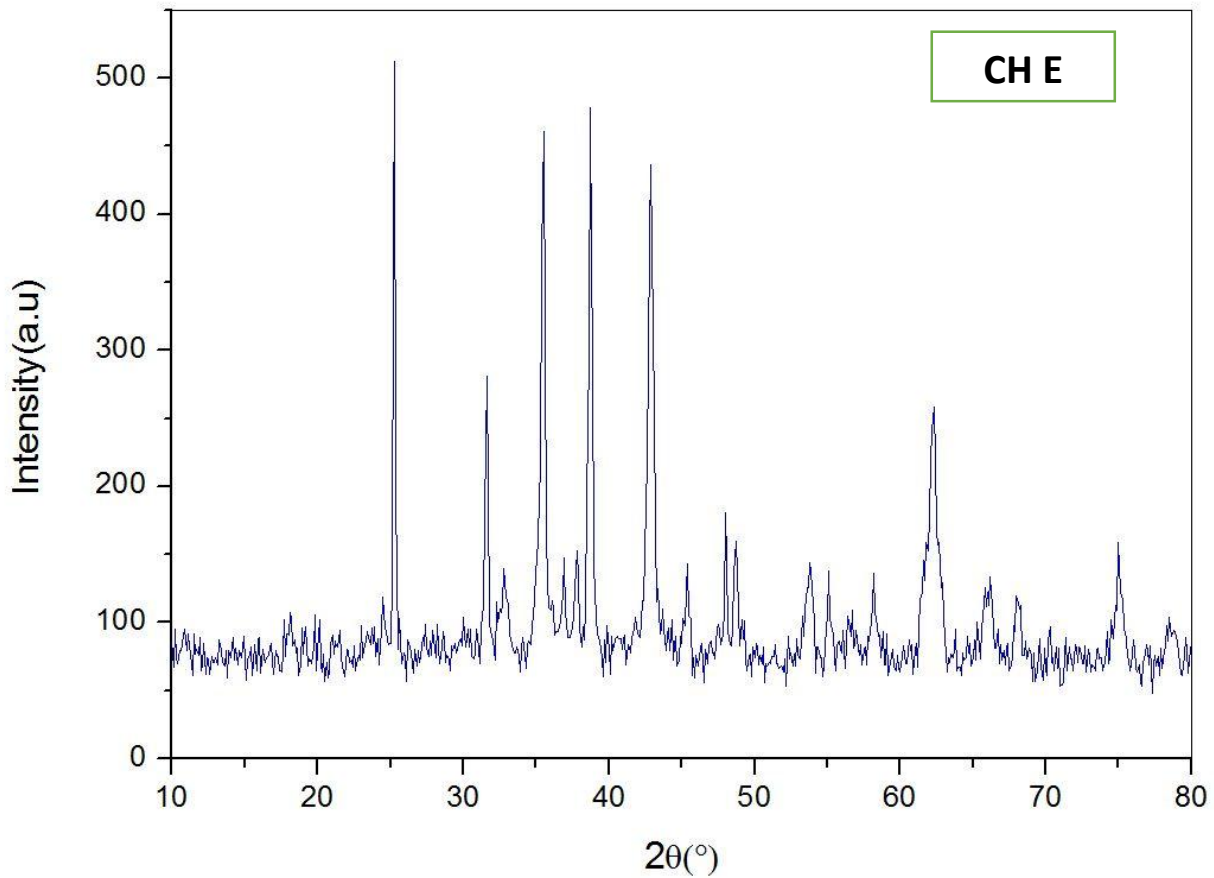
4-3 نتائج العينة CH (D)

يبين نمط حيود الأشعة السينية (XRD) الموضح في الشكل أن العينة تتمتع بدرجة عالية من التبلور، كما يتضح من القمم الحادة والمرتفعة التي تظهر عند زوايا 2θ محددة، خصوصاً في النطاق بين 25° و 40° ، وهي غالباً ما تُعزى إلى أطوار بلورية مميزة لمواد مثل MgO و CuO أكاسيد معدنية مشابهة. القمم الرئيسية ذات الشدة العالية تشير إلى وجود طور بلوري مهيم من المذكورين سابقاً، في حين أن القمم الأخرى الأقل شدة قد تدل على أطوار ثانوية أو شوائب بلورية. انخفاض الخلفية يدل على نسبة قليلة من الطور غير المتبلور، مما يعكس انتظاماً في البنية البلورية للعينة. توحى هذه النتائج بأن المادة محل الدراسة متعددة الأطوار وقد تم تحضيرها بطريقة سمحت بالحصول على بلورات نقية إلى حد كبير.



5-3 نتائج العينة CH (E)

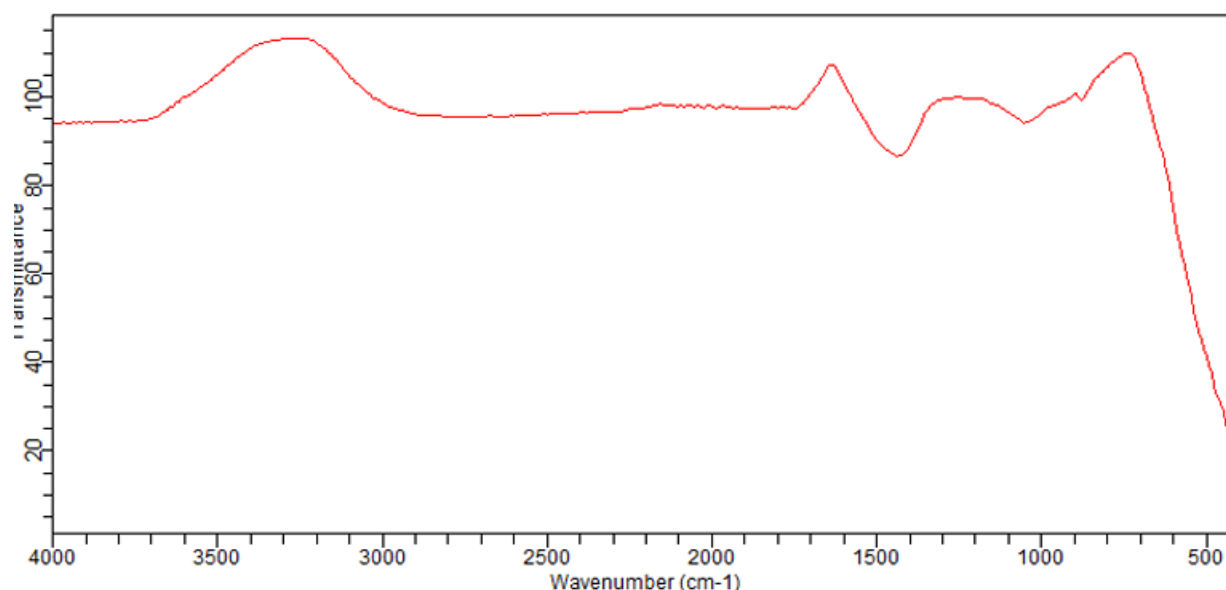
يوضح نمط حيود الأشعة السينية (XRD) المقدم في الشكل أن العينة تمتلك بنية بلورية واضحة، كما يتبين من وجود قمم حيود حادة ومميزة عند زوايا مختلفة من 2θ ، وخاصةً في المجال بين 25° و 45° . تُظهر القمم شدة متفاوتة، مع قمم رئيسية ذات شدة عالية قد تشير إلى أطوار بلورية نقية ومسيطرّة، بينما تشير القمم الصغيرة الأخرى إلى وجود أطوار ثانوية أو شوائب. القمم الحادة تدل على أن البلورات ذات حجم نانوي ومنتظمة التركيب، في حين أن انخفاض الخلفية يعكس نسبة منخفضة من الطور غير المتبلور. مثل هذا النمط قد يكون مرتبطاً بمواد مثل MgO ، TiO_2 ، CuO أو مركبات معدنية أخرى.



4- نتائج التحليل الطيفي بالأشعة تحت الحمراء للعينات A . B . C . D . E

1-4 نتائج التحليل الطيفي بالأشعة تحت الحمراء للعينة CH (A)

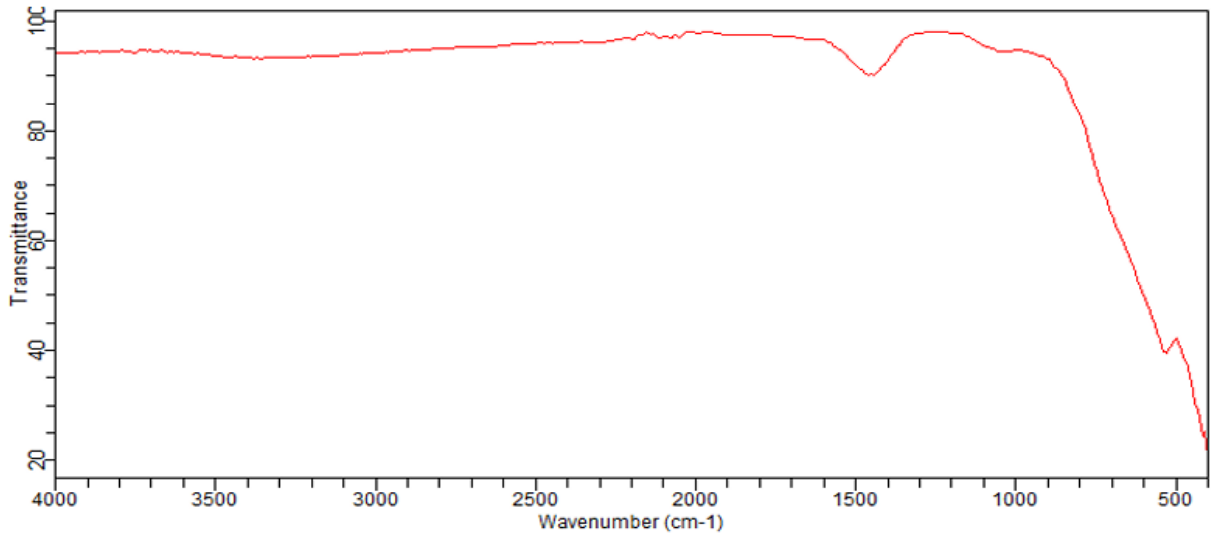
يُظهر الطيف قمم امتصاص مميزة تدل على وجود روابط كيميائية مختلفة في العينة. تظهر قمة عريضة قوية عند حوالي 3400 cm^{-1} تُعزى إلى اهتزازات O-H التمددية، مما يشير إلى وجود مجموعات هيدروكسيل أو ماء. كما تلاحظ قمة عند حوالي 1630 cm^{-1} ، وهي مرتبطة بانثناءات O-H (الماء الممتص). في النطاق بين 1000 و 1500 cm^{-1} ، تظهر قمم تُنسب إلى اهتزازات روابط معدن-أوكسجين (M-O) ، مما يدل على وجود مركبات أكسيدية معدنية. هذا الطيف يُعطي مؤشراً على أن المادة المدروسة تحتوي على مجموعات هيدروكسيلية بالإضافة إلى بنية غير عضوية على الأرجح ذات طبيعة أكسيدية



2-4 نتائج التحليل الطيفي بالأشعة تحت الحمراء للعينة CH (B)

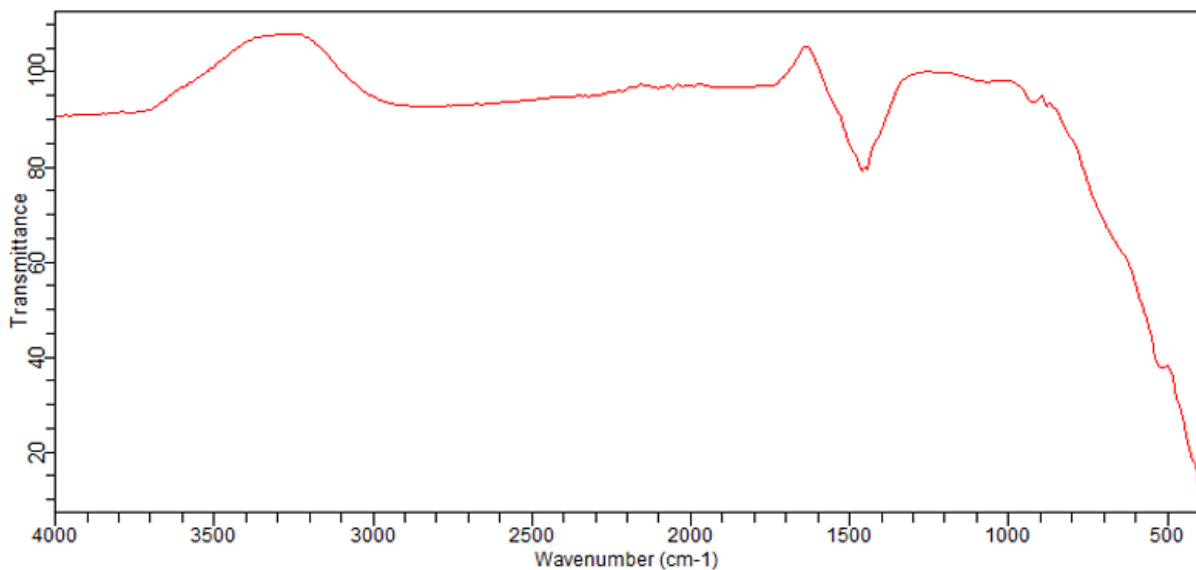
يعرض هذا الطيف بالأشعة تحت الحمراء (FTIR) نمطاً نموذجياً لمادة غير عضوية، حيث لا تظهر قمم واضحة في المنطقة من 3500 إلى 13000 cm^{-1} ، مما يشير إلى غياب مجموعات الهيدروكسيل (O-H) أو الأمينات (N-H) ، وهي علامة على نقاوة المادة وخلوها من الرطوبة أو الملوثات العضوية. يظهر امتصاص ملحوظ في المنطقة ما بين 1000 إلى 1400 cm^{-1} ،

وهو ما يُعزى إلى اهتزازات روابط معدن-أوكسجين (M-O) ، الشائعة في الأكاسيد المعدنية أو السيراميك. هذه السمات تؤكد أن المادة مستقرة، غير عضوية، وذات تركيب بلوري منتظم وخالٍ من الشوائب العضوية



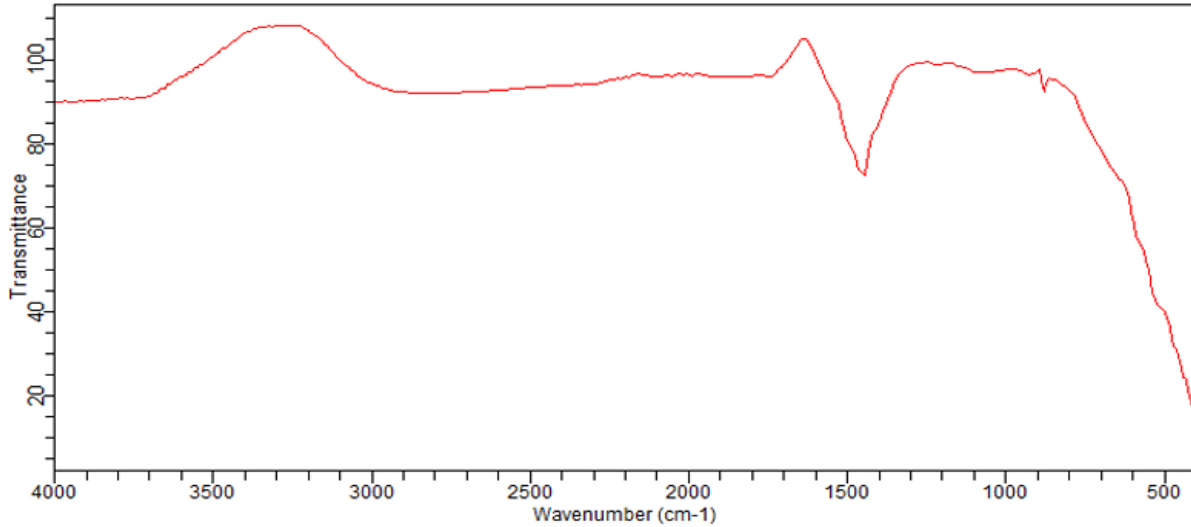
3-4 نتائج التحليل الطيفي بالأشعة تحت الحمراء للعينة CH (C)

يعرض طيف FTIR الظاهر في الصورة خصائص نموذجية لمادة غير عضوية تحتوي على بعض المجموعات الوظيفية. تظهر قمة عريضة بين 3600–3200 cm^{-1} تشير إلى اهتزازات O-H ، مما يدل على وجود ماء أو مجموعات هيدروكسيل. كما يوجد امتزاز ملحوظ عند $\sim 1600 \text{ cm}^{-1}$ غالبًا ما يُعزى إلى اهتزازات C=O أو H-O-H في الماء الممتص. تُظهر المناطق بين 1000–400 cm^{-1} قممًا حادة ناتجة عن روابط معدن-أوكسجين (M-O) ، وهو ما يؤكد الطبيعة غير العضوية للمادة، مثل الأكاسيد المعدنية. التركيب العام للطين يشير إلى وجود طور بلوري مستقر مع بعض الرطوبة أو الهيدروكسيل السطحي



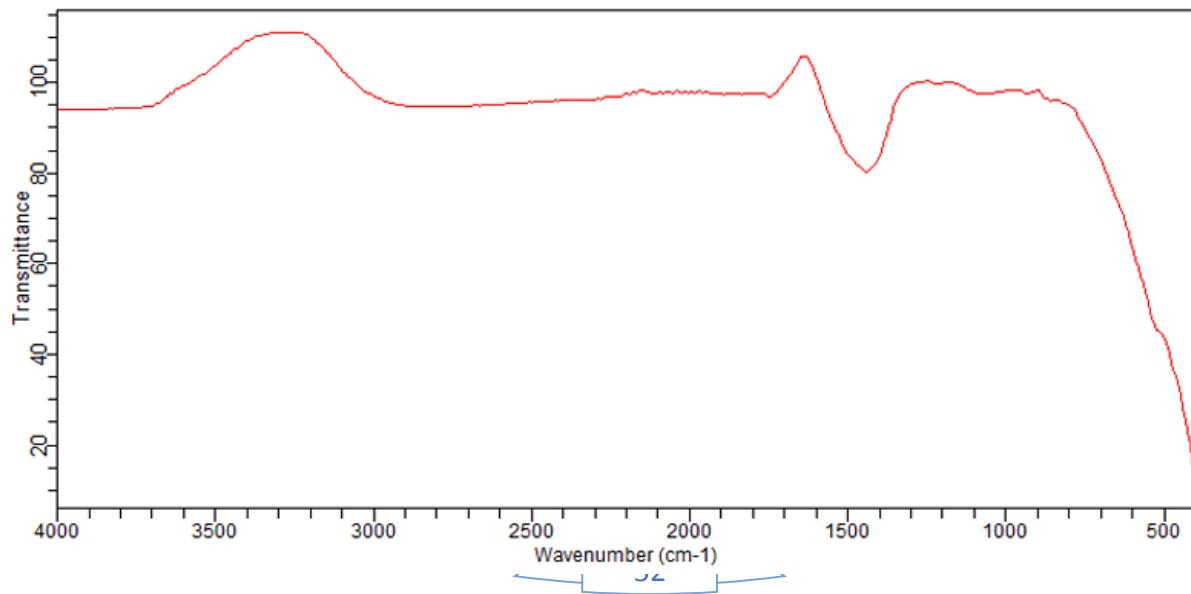
4-4 نتائج التحليل الطيفي بالأشعة تحت الحمراء للعينة CH (D)

نفس الشرح السابق



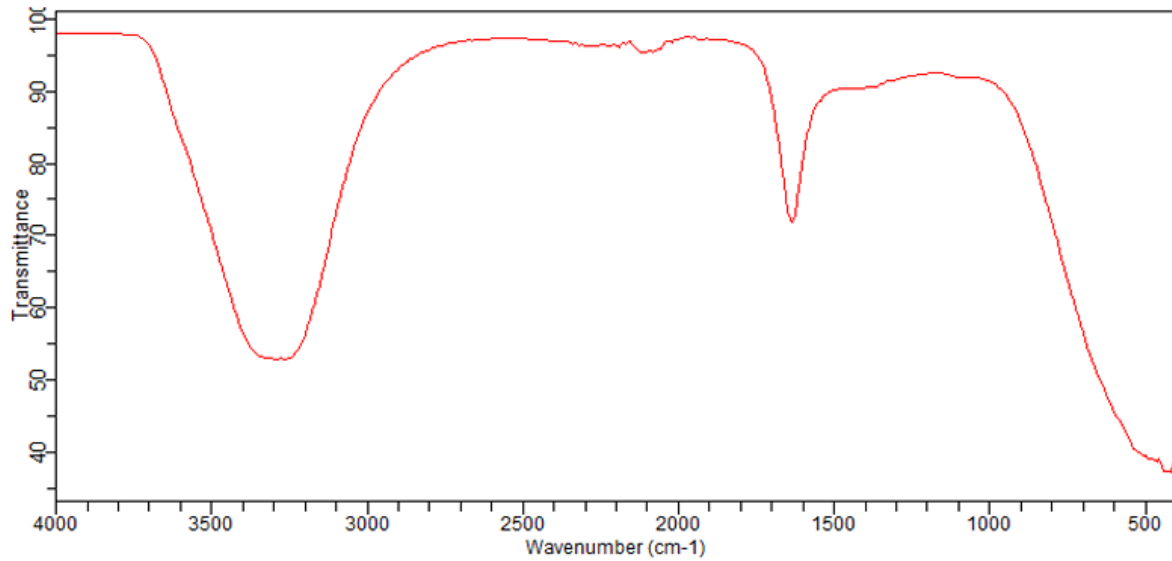
5-4 نتائج التحليل الطيفي بالأشعة تحت الحمراء للعينة CH (E)

يعرض طيف FTIR في الصورة خصائص مميزة لمركب غير عضوي يحتوي على مجموعات هيدروكسيل وماء ممتص. القمة العريضة عند المنطقة $3600-3200 \text{ cm}^{-1}$ تدل على وجود اهتزازات O-H ، مما يشير إلى وجود ماء أو مجموعات OH على السطح. الامتصاص عند حوالي $1650-1630 \text{ cm}^{-1}$ يُعزى إلى اهتزازات الانثناء لماء ممتص (H-O-H bending). أما القمم القوية بين 1000 و 400 cm^{-1} فهي تمثل روابط المعدن-أوكسجين (M-O) ، وتؤكد الطبيعة غير العضوية للمادة، مثل الأكاسيد المعدنية أو الفلزات الانتقالية. يعكس هذا الطيف تركيبًا بلوريًا يحتوي على رطوبة أو هيدروكسيل سطحي



6-4 نتائج التحليل الطيفي بالأشعة تحت الحمراء للمستخلص EX

يعرض طيف FTIR في الصورة امتصاصاً واضحاً عند المنطقة $3200-13600 \text{ cm}^{-1}$ ، وهو ناتج عن اهتزازات O-H التمديدية، مما يدل على وجود مجموعات هيدروكسيل أو ماء. القمة عند حوالي $1650-1600 \text{ cm}^{-1}$ تعكس اهتزازات الانثناء لماء ممتص. كما تُظهر المنطقة $400-1000 \text{ cm}^{-1}$ قمماً حادة تُنسب عادةً لروابط المعدن-أوكسجين (M-O) ، وهو ما يشير إلى أن المادة تحتوي على بنية غير عضوية مثل الأكاسيد المعدنية أو الطين. يعكس الطيف تركيباً مائياً يحتوي على روابط هيدروكسيلية و سطح غني بالماء الممتص، مما يشير إلى مادة غير عضوية أو نانوية ذات قدرة على الامتزاز.



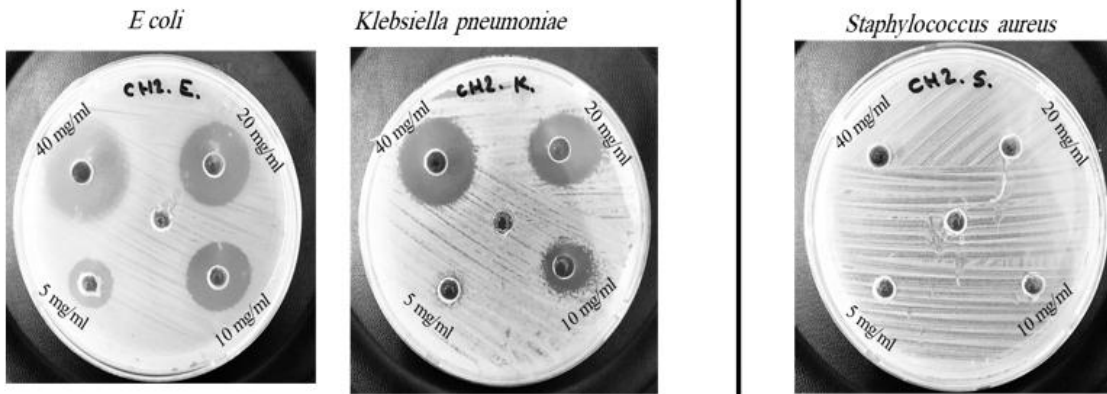
1-النتائج المتعلقة بالبكتيريا للعينات CH (A.B.C.D.E)

1-1 الجدول. نتائج دراسة الفاعلية ضد البكتيريا للينة CH (A)

Antimicrobial activity

Negative Gram stain

Positive Gram stain



الانواع البكتيرية	مجال التثبيط (mm) CH A				Co . Neg.
	40mg/MI	20mg/MI	10mg/MI	5 mg/MI	
<i>Escherichia coli</i> ATCC 25922	28	23	20	15	NI
<i>Klebsiella 54neumonia</i> ATCC 13883	25	21	15	8	NI
<i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 25932	NI	NI	NI	NI	NI

تم فحص النشاط المضاد للميكروبات للينة CH A ضد ثلاث سلالات بكتيرية، اثنتان منها سالبة الجرام (*Escherichia coli* و *Klebsiella 54neumonia*) وواحدة موجبة الجرام (*Staphylococcus aureus*)، باستخدام تقنية الانتشار في وسط الأجار. تم اختبار المركب بأربعة تراكيز مختلفة (5، 10، 20، و 40 ملغم/مل) لتحديد الفعالية التثبيطية.

أظهرت النتائج أن المركب CH A يتمتع بفعالية عالية ضد البكتيريا سالبة الجرام، خاصة *Klebsiella pneumoniae*، حيث لوحظت مناطق تثبيط واضحة وكبيرة عند جميع التراكيز، مع ازدياد ملحوظ في قطر مناطق التثبيط بارتفاع التركيز، مما يعكس حساسية عالية لهذا النوع من البكتيريا. كما أبدت *Escherichia coli* استجابة جيدة، إذ ظهرت مناطق تثبيط متوسطة إلى كبيرة الحجم، تؤكد التأثير الإيجابي للمركب عليها.

من جهة أخرى، لم يُظهر المركب CH A أي نشاط مثبت تجاه البكتيريا موجبة الجرام *Staphylococcus aureus*، حيث لم تسجل أي مناطق تثبيط عند مختلف التراكيز، ما يشير إلى مقاومة واضحة لهذا النوع من البكتيريا تجاه المركب قيد الدراسة.

بناءً على هذه النتائج، يتضح أن المركب CH A يمتلك طيفاً انتقائياً من النشاط المضاد للبكتيريا موجه بشكل رئيسي نحو البكتيريا سالبة الجرام. وقد يُعزى هذا التفاوت في الفعالية إلى الفروقات البنوية في الجدار الخلوي للبكتيريا، حيث تُعد البكتيريا سالبة الجرام أكثر عرضة للنفاذ بفعل بعض المركبات بسبب بنيتها الغشائية الخارجية، في حين يشكل الجدار السميك من البيبتيدوغليكان في البكتيريا موجبة الجرام حاجزاً أمام دخول المركبات النشطة.

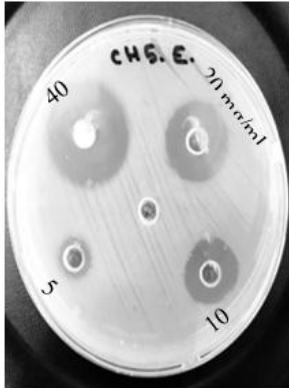
2-1 الجدول. نتائج دراسة الفاعلية ضد البكتيريا للعينة CH B

Antimicrobial

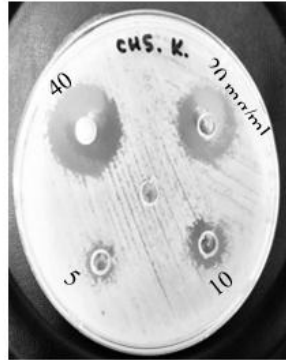
Negative Gram

Positive Gram stain

E coli



Klebsiella pneumoniae



Staphylococcus aureus



الانواع البكتيرية	مجال التثبيط (mm) CH B				Co . Neg.
	40mg/mL	20mg/mL	10mg/mL	5 mg/mL	
<i>Escherichia coli</i> ATCC 25922	26	20	17	10	NI
<i>Klebsiella pneumoniae</i> ATCC 13883	26	20	12	9	NI
<i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 25932	NI	NI	NI	NI	NI

أجري اختبار لتقييم الفعالية المضادة للميكروبات لمركب CH B معين ضد ثلاث سلالات بكتيرية، تمثل كلاً من البكتيريا سالبة الجرام (*Escherichia coli*) و (*Klebsiella pneumoniae*) وموجبة الجرام (*Staphylococcus aureus*) ، وذلك باستخدام طريقة الانتشار في وسط الأجار .(Agar well diffusion method) تم تطبيق المركب CH B بتركيزات مختلفة (5، 10، 20، و40 ملغم/مل)، وتم تقييم النشاط الحيوي بناءً على قياس قطر مناطق التثبيط المحيطة بكل تركيز.

أظهرت النتائج أن المركب CH B يمتلك نشاطاً مضاداً للبكتيريا تجاه جميع السلالات المختبرة، مع تباين واضح في مستوى الفعالية. فقد لوحظ أن *Klebsiella pneumoniae* كانت الأكثر حساسية، حيث ظهرت مناطق تثبيط واسعة، خاصة عند التراكيزين 20 و40 ملغم/مل. أما *E. coli*، فقد أظهرت استجابة معتدلة، حيث كانت مناطق التثبيط أصغر نسبياً من تلك التي شوهدت مع *Klebsiella* ، لكنها ازدادت بوضوح مع ارتفاع التركيز.

أما بالنسبة للبكتيريا موجبة الجرام *Staphylococcus aureus*، فقد تم رصد نشاط تثبيطي واضح عند التركيز الأعلى (40 ملغم/مل)، مع ضعف في النشاط عند التراكيز الأقل، مما يشير إلى فعالية المركب CH B عند التراكيز العالية فقط ضد هذا النوع من البكتيريا.

تشير هذه النتائج إلى أن المركب CH B قيد الدراسة يمتلك طيفاً واسعاً من النشاط المضاد للميكروبات، ويُظهر كفاءة أكبر تجاه البكتيريا سالبة الجرام، خصوصاً *Klebsiella pneumoniae* ، بينما تتطلب فعاليته ضد البكتيريا موجبة الجرام تراكيز أعلى. يُعزى ذلك إلى الاختلافات البنوية بين جدران الخلايا في البكتيريا موجبة وسالبة الجرام، والتي قد تؤثر في نفاذية المركب وقدرته التثبيطية.

3-1 الجدول. نتائج دراسة الفاعلية ضد البكتيريا للعينة CH C

Antimicrobial activity CH C

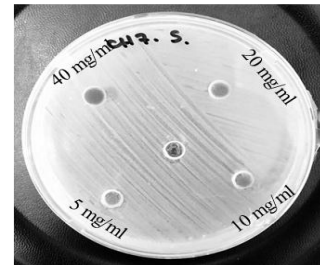
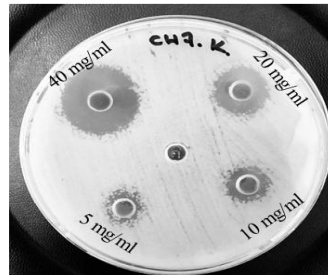
Negative Gram stain

Positive Gram stain

E coli

Klebsiella pneumoniae

Staphylococcus aureus



الانواع البكتيرية	CH C (mm) مجال التثبيط				Co . Neg.
	40mg/MI	20mg/MI	10mg/MI	5 mg/MI	
<i>Escherichia coli</i> ATCC 25922	27	21	17	16	NI
<i>Klebsiella 57neumonia</i> ATCC 13883	23	16	12	10	NI
<i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 25932	NI	NI	NI	NI	NI

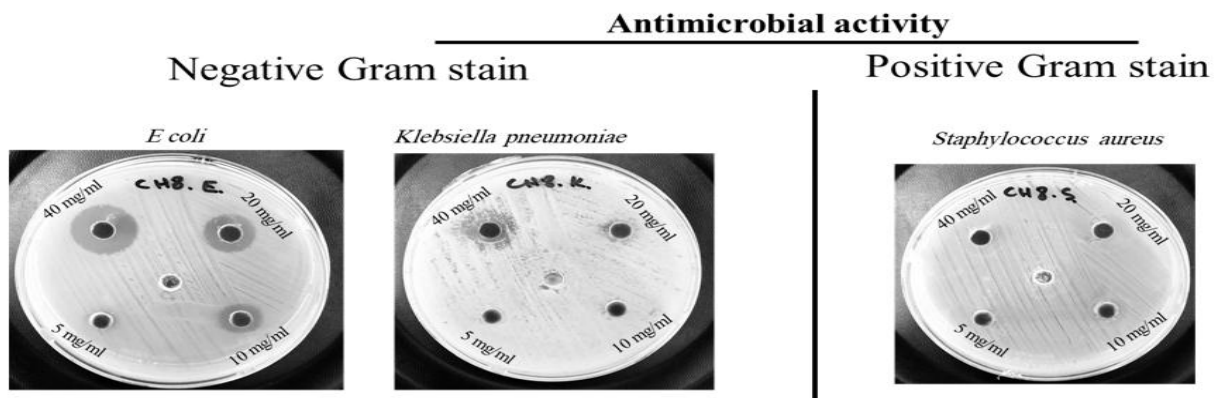
تم اختبار الفعالية المضادة للميكروبات للعينة CH C ضد ثلاثة أنواع من البكتيريا: اثنتان سالبتا الجرام (*Escherichia coli*) و (*Klebsiella 57neumonia*) وواحدة موجبة الجرام (*Staphylococcus aureus*) ، باستخدام اختبار الانتشار في الأجار (Agar Well Diffusion). تم استخدام أربعة تراكيز مختلفة من المركب (5، 10، 20، و40 ملغم/مل).

أظهرت النتائج أن المركب CH C يمتلك نشاطاً تثبيطياً واضحاً تجاه البكتيريا سالبة الجرام، وخصوصاً *Klebsiella pneumoniae*، حيث ظهرت مناطق تثبيط بارزة عند جميع التراكيز، مع زيادة قطر منطقة التثبيط بارتفاع التركيز. كما لوحظ تأثير فعال نسبياً على *E. coli*، رغم أن مناطق التثبيط كانت أصغر نسبياً مقارنة بـ *Klebsiella pneumoniae*، إلا أنها لا تزال تشير إلى حساسية البكتيريا تجاه المركب.

أما في حالة البكتيريا موجبة الجرام *Staphylococcus aureus*، فقد سجل المركب CH C استجابة تثبيطية طفيفة، حيث ظهرت مناطق تثبيط صغيرة الحجم عند التراكيز الأعلى (خاصة 40 ملغم/مل)، بينما لم يُلاحظ أي تأثير يذكر عند التراكيز المنخفضة. يشير ذلك إلى ضعف فعالية المركب ضد البكتيريا موجبة الجرام، مقارنةً بتأثيره على البكتيريا سالبة الجرام.

تدعم هذه النتائج الفرضية القائلة بأن المركب CH C يمتلك فعالية انتقائية أقوى ضد البكتيريا سالبة الجرام، مما قد يُعزى إلى خصائص الغشاء الخارجي لهذه البكتيريا، الذي يسهل مرور بعض المركبات الكيميائية، في حين يشكل الجدار السميك في البكتيريا موجبة الجرام حاجزاً أمام المركب.

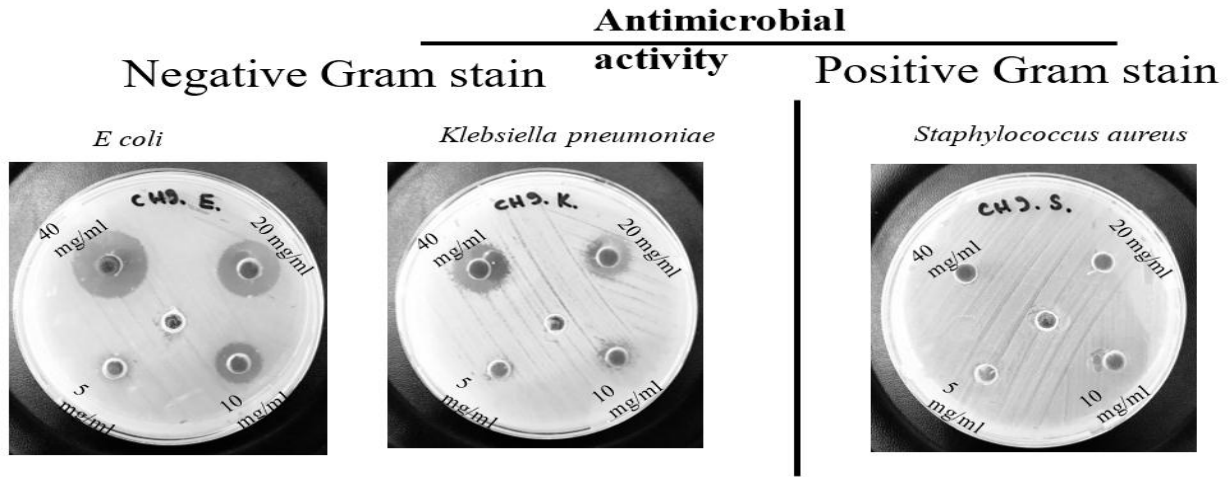
4-1 الجدول. نتائج دراسة الفاعلية ضد البكتيريا للعينة CH D



الانواع البكتيرية	مجال التثبيط (mm) CH D				Co . Neg.
	40mg/MI	20mg/MI	10mg/MI	5 mg/MI	
<i>Escherichia coli</i> ATCC 25922	20	16	12	NI	NI
<i>Klebsiella pneumoniae</i> ATCC 13883	12	10	NI	NI	NI
<i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 25932	NI	NI	NI	NI	NI

أظهرت العينة CH D نشاطاً مضاداً للميكروبات ملحوظاً تجاه البكتيريا سالبة الجرام، خاصة *Escherichia coli*، حيث لوحظت مناطق تثبيط واضحة ازدادت بزيادة التركيز، مما يشير إلى فعالية مرتفعة للمركب عند التراكيز العالية. كما أظهر المركب نشاطاً متوسطاً ضد *Klebsiella pneumoniae*، مع وجود مناطق تثبيط أصغر نسبياً، مما قد يعكس حساسية أقل لهذه السلالة. في المقابل، لم يُظهر المركب أي نشاط مثبٍ يُذكر ضد البكتيريا موجبة الجرام *Staphylococcus aureus*، حيث لم تُلاحظ أي مناطق تثبيط عند مختلف التراكيز، مما يدل على انتقائية المركب تجاه البكتيريا سالبة الجرام دون غيرها. وتشير هذه النتائج إلى إمكانية استخدام العينة CH D كمعامل مضاد للبكتيريا سالبة الجرام، مع ضرورة إجراء تعديلات هيكلية لتحسين طيف فعاليته تجاه الأنواع موجبة الجرام.

5-1 الجدول. نتائج دراسة الفاعلية ضد البكتيريا للعينة CHE



الانواع البكتيرية	مجال التثبيط (mm) CH E				Co . Neg.
	40mg/mL	20mg/mL	10mg/mL	5 mg/mL	
<i>Escherichia coli</i> ATCC 25922	22	19	13	8	NI
<i>Klebsiella pneumoniae</i> ATCC 13883	16	13	8	NI	NI
<i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 25932	NI	NI	NI	NI	NI

تم تقييم النشاط المضاد للميكروبات للعيينة CH E ضد ثلاث سلالات بكتيرية تمثل البكتيريا سالبة الجرام (*Escherichia coli*) و (*Klebsiella pneumoniae*) وموجبة الجرام (*Staphylococcus aureus*) باستخدام اختبار الانتشار في الأجار. تم تحميل المركب على أقراص بأربعة تراكيز مختلفة (5، 10، 20، و 40 ملغم/مل) لتحديد مدى تأثيره المثبط لنمو هذه السلالات.

أظهرت النتائج فعالية واضحة للعيينة CH E تجاه البكتيريا سالبة الجرام، وخاصة *Klebsiella pneumoniae*، حيث لوحظت مناطق تثبيط كبيرة بشكل متناسب مع زيادة التركيز، مما يدل على حساسية مرتفعة لهذا النوع. كما أظهرت *Escherichia coli* استجابة ملحوظة للمركب عند التراكيز الأعلى (20 و 40 ملغم/مل)، مع ظهور مناطق تثبيط متوسطة الحجم، بينما كانت الاستجابة محدودة عند التراكيز الأدنى.

في المقابل، لم يُظهر للعيينة CH E فعالية تُذكر تجاه البكتيريا موجبة الجرام *Staphylococcus aureus*، حيث لم تُسجل أي مناطق تثبيط واضحة عند جميع التراكيز، مما يشير إلى مقاومة هذه السلالة للمركب.

تشير هذه النتائج إلى أن للعيينة CH E يتمتع بنشاط انتقائي مضاد للبكتيريا، حيث يُظهر فعالية أكبر ضد البكتيريا سالبة الجرام مقارنةً بموجبة الجرام. وقد يُعزى هذا الفرق إلى البنية الجدارية المختلفة بين النوعين، حيث تمتلك البكتيريا موجبة الجرام جدارًا خلويًا سميكًا قد يحد من نفاذية المركب إلى داخل الخلية.

الخاتمة

الخاتمة

في هذا العمل، تم تحضير جزيئات نانوية مختلطة من أكاسيد المغنيسيوم، النحاس، والتيتانيوم باستخدام مستخلص نبات *Portulaca oleracea L.*، كنهج أخضر صديق للبيئة. أظهرت النتائج أن هذا المسار البيولوجي يسمح بالحصول على جسيمات نانوية مستقرة، ذات خصائص فيزيائية وكيميائية مناسبة، دون الحاجة إلى مواد كيميائية سامة أو شروط قاسية للتحضير.

أظهرت الجزيئات المحضرة فعالية ملحوظة كمضادات للبكتيريا ضد سلالات موجبة وسالبة الغرام، مما يعزز من إمكانيات توظيفها في التطبيقات الطبية والبيئية، لا سيما في مجالات تنقية المياه، وتطوير مواد مضادة للميكروبات.

تؤكد هذه الدراسة أهمية الدمج بين علوم الكيمياء الخضراء والتقنيات النانوية لتطوير حلول مبتكرة ومستدامة. كما تفتح آفاقاً مستقبلية نحو تحسين خصائص هذه المواد وتوسيع استخدامها في مجالات أخرى مثل التحفيز الصناعي ومعالجة النفايات.

المخلص:

في العلوم والتكنولوجيا الحديثة "NPS" في هذا العمل ، ناقشنا دور الجسيمات النانوية ثم قمنا بالتطرق ، NPs بدءًا بالتعرف على علم النانو وتاريخه والتركيز على اساسيات لمجموعة مختلفة من طرق تحضير الجسيمات النانوية حسب مجالها فيزيائية كيميائية بيولوجية مع بعض الامثلة ثم ناقشنا الجانب التشخيصي الفيزيوكيميائي بطرقه المختلفة والمتمثلة في التشخيص (المجهري، التشتت، الطيفي) في النهاية ندرج بإيجاز التطبيقات والمجالات العلمية المتعددة لل NPs تم استخدامها على نطاق واسع وأحدثت فرقًا كبيرًا ومن بينها الكيمياء التحليلية في إعداد العينة التحليلية الاستشعار الكهروكيميائي، الطب، صناعة الأدوية، معالجة المياه، مستحضرات التجميل، التصنيع الغذائي تم تلخيصه بإيجاز مع بعض الأمثلة ذات الصلة

الكلمات المفتاحية:

Abstrat :

In this work, we discuss the role of nanoparticles "NPs" in modern science and technology. Starting with learning about nanoscience and its history and focusing on the basics of NPs, then we touched on a different set of methods for preparing nanoparticles according to their biochemical field with some examples, then we discussed the physicochemical diagnostic aspect in its different ways represented in diagnosis (microscopy, dispersion, spectroscopy). In the end, we briefly list some of the many applications and scientific fields of NPs that have been widely used and made a big difference, among which are analytical chemistry in analytical sample preparation, electrochemical sensing, medicine, pharmaceutical industry, water treatment, cosmetics, food manufacturing, briefly summarized with some relevant examples. relevance.

Keywords: nanotechnology, nanoparticles

المراجع

المراجع

- [1] P. Rajoriya, P. Misra, V. Singh, P. Shukla, and P. Ramteke, "Green Synthesis of Silver Nanoparticles," *BiotechToday:AnInternationalJournalofBiologicalSciences*, vol.7, p.7, Jan. 2017, doi: 10.5958/2322-0996.2017.00001.1.
- [2] P. Christian, F. Von der Kammer, M. Baalousha, and Th. Hofmann, "Nanoparticles: structure, properties, preparation and behaviour in environmental media," *Ecotoxicology*, vol.17, no.5, pp.326–343, Jul.2008, doi:10.1007/s10646-008-0213-1.
- [3] A.A, "Chapter-INTRODUCTIONTONANOMATERIALS," 2011, p.76.
- [4] M.J.Eckelman, J.B.Zimmerman, and P.T.Anastas, "TowardGreenNano," *JIndEcol*, vol. 12, no. 3, pp. 316–328, Jun. 2008, doi: 10.1111/J.1530-9290.2008.00043.X.
- [5] Ashby, M. F., Ferreira, P. J., & Schodek, D. L. (2009). Material classes, structure, and properties. *Nanomaterials, Nanotechnologies and Design*, 10, 113-116.
- [6] Buzea, C., Pacheco, I. I., & Robbie, K. (2007). Nanomaterials and nanoparticles: sources and toxicity. *Biointerphases*, 2(4), MR17-MR71..
- [7] Ashby, M. F., Ferreira, P. J., & Schodek, D. L. (2009). Nanomaterials: Classes and fundamentals. *Nanomater. Nanotechnol. Des*, 177-197.
- [8] Xia, Y., Xiong, Y., Lim, B., & Skrabalak, S. E. (2009). Shape-controlled synthesis of metal nanocrystals: simple chemistry meets complex physics?. *Angewandte Chemie International Edition*, 48(1), 60-103.
- [9] Pacheco, I., & Buzea, C. (2020). Nanomaterials and nanocomposites: Classification and toxicity. *Handbook of nanomaterials and nanocomposites for energy and environmental applications*, 1-38..
- [10] Alnaddaf, L. M., Almuhammady, A. K., Salem, K. F., Alloosh, M. T., Saleh, M. M., & Al-Khayri, J. M. (2021). Green synthesis of nanoparticles using different plant extracts and their characterizations. *Nanobiotechnology: Mitigation of Abiotic Stress in Plants*, 165-199.
- [11] Almuhammady, A. K., Salem, K. F., Alloosh, M. T., Saleh, M. M., Alnaddaf, L. M., & Al-Khayri, J. M. (2021). Nanomaterials fundamentals: Classification, synthesis and characterization. *Nanobiotechnology: Mitigation of Abiotic Stress in Plants*, 77-99..
- [12] Mekuye, B., & Abera, B. (2023). Nanomaterials: An overview of synthesis, classification, characterization, and applications. *Nano select*, 4(8), 486-501..
- [13] Ibrahim Khan, K. S., & Khan, I. (2019). Nanoparticles: Properties, applications and toxicities. *Arabian journal of chemistry*, 12(7), 908-931..
- [14] Almuhammady, A. K., Salem, K. F., Alloosh, M. T., Saleh, M. M., Alnaddaf, L. M., & Al-Khayri, J. M. (2021). Nanomaterials fundamentals: Classification, synthesis and characterization. *Nanobiotechnology: Mitigation of Abiotic Stress in Plants*, 77-99..
- [15] Yokoyama, T., Masuda, H., Suzuki, M., Ehara, K., Nogi, K., Fuji, M., ... & Toda, K. (2008). Basic properties and measuring methods of nanoparticles. In *Nanoparticle technology handbook* (pp. 3-48). Elsevier..
- [16] A.A, "Chapter-INTRODUCTIONTONANOMATERIALS," 2011, p.76.
- [17] Pini, M., Rosa, R., Neri, P., Bondioli, F., & Ferrari, A. M. (2015). Environmental assessment of a bottom-up hydrolytic synthesis of TiO₂ nanoparticles. *Green Chemistry*, 17(1), 518-531...
- [18] Willner, I., Basnar, B., & Willner, B. (2007). Nanoparticle–enzyme hybrid systems for nanobiotechnology. *The FEBS journal*, 274(2), 302-309..
- [19] Willard, M. A., Kurihara, L. K., Carpenter, E. E., Calvin, S., & Harris, V. G. (2004). Chemically prepared magnetic

- nanoparticles. *International materials reviews*, 49(3-4), 125-170..
- [20] Mageswari, A., Srinivasan, R., Subramanian, P., Ramesh, N., & Gothandam, K. M. (2016). Nanomaterials: classification, biological synthesis and characterization. *Nanoscience in Food and Agriculture* 3, 31-71..
- [21] S.K.Kulkarni, *Nanotechnology: Principles and Practices*. Cham: Springer International Publishing, 2015. doi: 10.1007/978-3-319-09171-6.
- [22] Mageswari, A., Srinivasan, R., Subramanian, P., Ramesh, N., & Gothandam, K. M. (2016). Nanomaterials: classification, biological synthesis and characterization. *Nanoscience in Food and Agriculture* 3, 31-71.
- [23] MOSBAH, A., & ZITOUN, A. *Green synthesis of Nanomaterials from plant sources Cucurbitaceae family" Pumpkin* (Doctoral dissertation, UNIVERSITE KASDI MERBAH OUARGLA).
- [24] Loureiro, A., G. Azoia, N., C. Gomes, A., & Cavaco-Paulo, A. (2016). Albumin-based nanodevices as drug carriers. *Current pharmaceutical design*, 22(10), 1371-1390.
- [25] Alexis, F., Pridgen, E., Molnar, L. K., & Farokhzad, O. C. (2008). Factors affecting the clearance and biodistribution of polymeric nanoparticles. *Molecular pharmaceutics*, 5(4), 505-515.
- [26] Ali, A., Zafar, H., Zia, M., ul Haq, I., Phull, A. R., Ali, J. S., & Hussain, A. (2016). Synthesis, characterization, applications, and challenges of iron oxide nanoparticles. *Nanotechnology, science and applications*, 49-67..
- [27] Dong, H., Wen, B., & Melnik, R. (2014). Relative importance of grain boundaries and size effects in thermal conductivity of nanocrystalline materials. *Scientific reports*, 4(1), 7037.
- [28] E.Ma, "Controlling plastic instability," *Nat Mater*, vol. 2, no. 1, pp. 7-8, Jan. 2003, doi: 10.1038/nmat797.
- [29] Todescato, F., Fortunati, I., Minotto, A., Signorini, R., Jasieniak, J. J., & Bozio, R. (2016). Engineering of semiconductor nanocrystals for light emitting applications. *Materials*, 9(8), 672.
- [30] Weiss, J., Takhistov, P., & McClements, D. J. (2006). Functional materials in food nanotechnology. *Journal of food science*, 71(9), R107-R116..
- [31] Lei, Y. M., Huang, W. X., Zhao, M., Chai, Y. Q., Yuan, R., & Zhuo, Y. (2015). Electrochemiluminescence resonance energy transfer system: mechanism and application in ratiometric aptasensor for lead ion. *Analytical chemistry*, 87(15), 7787-7794.
- [32] Khlebtsov, N. G., & Dykman, L. A. (2010). Optical properties and biomedical applications of plasmonic nanoparticles. *Journal of Quantitative Spectroscopy and Radiative Transfer*, 111(1), 1-35.
- [33] Khlebtsov, N. G., & Dykman, L. A. (2010). Optical properties and biomedical applications of plasmonic nanoparticles. *Journal of Quantitative Spectroscopy and Radiative Transfer*, 111(1), 1-35..
- [34] Unser, S., Bruzas, I., He, J., & Sagle, L. (2015). Localized surface plasmon resonance biosensing: current challenges and approaches. *Sensors*, 15(7), 15684-15716.
- [35] RippS, Henry, and T.B (Eds.), *Biotechnology and Nanotechnology Risk Assessment: Minding and Managing the Potential Threats around Us*, vol. 1079. Washington, DC: American Chemical Society, 2011. doi: 10.1021/bk-2011-1079.
- [36] Zhuang, J., & Gentry, R. W. (2011). Environmental application and risks of nanotechnology: a balanced view. In *Biotechnology and nanotechnology risk assessment: minding and managing the potential threats around us* (pp. 41-67). American Chemical Society.
- [37] Golobič, M., Jemec, A., Drobne, D., Romih, T., Kasemets, K., & Kahru, A. (2012). Upon exposure to Cu nanoparticles, accumulation of copper in the isopod *Porcellio scaber* is due to the dissolved Cu ions inside the digestive tract. *Environmental science & technology*, 46(21), 12112-12119..
- [38] Masciangioli, T., & Zhang, W. X. (2003). Environmental technologies at the Nanoscale, *Environ. 668 Sci.*
- [39] Santra, S., Zhang, P., Wang, K., Tapeç, R., & Tan, W. (2001). Conjugation of biomolecules with luminophore-doped

- silica nanoparticles for photostable biomarkers. *Analytical chemistry*, 73(20), 4988-4993.
- [40] Tratnyek, P. G., & Johnson, R. L. (2006). Nanotechnologies for environmental cleanup. *Nano today*, 1(2), 44-48.
- [41] Mueller, N. C., & Nowack, B. (2008). Exposure modeling of engineered nanoparticles in the environment. *Environmental science & technology*, 42(12), 4447-4453.
- [42] Rogozea, E. A., Petcu, A. R., Olteanu, N. L., Lazar, C. A., Cadar, D., & Mihaly, M. (2017). Tandem adsorption-photodegradation activity induced by light on NiO-ZnO p-n couple modified silica nanomaterials. *Materials Science in Semiconductor Processing*, 57, 1-11.
- [43] Olteanu, N. L., Lazăr, C. A., Petcu, A. R., Meghea, A., Rogozea, E. A., & Mihaly, M. (2016). "One-pot" synthesis of fluorescent Au@ SiO₂ and SiO₂@ Au nanoparticles. *Arabian Journal of Chemistry*, 9(6), 854-864.
- [44] Olteanu, N. L., Rogozea, E. A., Popescu, S. A., Petcu, A. R., Lazăr, C. A., Meghea, A., & Mihaly, M. (2016). "One-pot" synthesis of Au-ZnO-SiO₂ nanostructures for sunlight photodegradation. *Journal of Molecular Catalysis A: Chemical*, 414, 148-159.
- [45] Rogozea, E. A., Olteanu, N. L., Petcu, A. R., Lazar, C. A., Meghea, A., & Mihaly, M. (2016). Extension of optical properties of ZnO/SiO₂ materials induced by incorporation of Au or NiO nanoparticles. *Optical Materials*, 56, 45-48.
- [46] Kosmala, A., Wright, R., Zhang, Q., & Kirby, P. (2011). Synthesis of silver nano particles and fabrication of aqueous Ag inks for inkjet printing. *Materials Chemistry and Physics*, 129(3), 1075-1080.
- [47] Holzinger, M., Le Goff, A., & Cosnier, S. (2014). Nanomaterials for biosensing applications: a review. *Frontiers in chemistry*, 2, 63.
- [48] Millstone, J. E., Kavulak, D. F., Woo, C. H., Holcombe, T. W., Westling, E. J., Briseno, A. L., ... & Fréchet, J. M. (2010). Synthesis, properties, and electronic applications of size-controlled poly (3-hexylthiophene) nanoparticles. *Langmuir*, 26(16), 13056-13061.
- [49] Shaalan, M., Saleh, M., El-Mahdy, M., & El-Matbouli, M. (2016). Recent progress in applications of nanoparticles in fish medicine: a review. *Nanomedicine: Nanotechnology, Biology and Medicine*, 12(3), 701-710.
- [50] Cushing, B. L., Kolesnichenko, V. L., & O'connor, C. J. (2004). Recent advances in the liquid-phase syntheses of inorganic nanoparticles. *Chemical reviews*, 104(9), 3893-3946.
- [51] O'Brien, S., Brus, L., & Murray, C. B. (2001). Synthesis of monodisperse nanoparticles of barium titanate: toward a generalized strategy of oxide nanoparticle synthesis. *Journal of the American Chemical Society*, 123(48), 12085-12086.
- [52] Gadewar, M., Prashanth, G. K., Babu, M. R., Dileep, M. S., Prashanth, P. A., Rao, S., ... & Orhan, E. (2024). Unlocking nature's potential: Green synthesis of ZnO nanoparticles and their multifaceted applications—A concise overview. *Journal of Saudi Chemical Society*, 28(1), 101774.
- [53] J.P. Euzeby: Abrégé de Bactériologie Générale et Médicale, à l'usage des étudiants de l'école Nationale Vétérinaire de Toulouse Courriel CV SBSV Pseudomonas
- [54] J.P. Euzeby: Abrégé de Bactériologie Générale et Médicale, à l'usage des étudiants de l'école Nationale Vétérinaire de Toulouse Courriel CV SBSV Pseudomonas
- [55] Khalil, K. (2003). *Emissions de N₂O par nitrification et dénitrification à l'échelle de la motte de sol: effet de la structure du sol, de l'aération et des activités microbiennes* (Doctoral dissertation, Université Pierre et Marie Curie-Paris VI).
- [56] Silvia Michanie, Escherichia coli O157:H7 La bacteria que disparó el HACCP en la industria de la carne, Énfasis Alimentos Año IX, N°3 Julio- Agosto, 2003.
- [57] J.P.Euzeby: Abrégé de Bactériologie Générale et Médicale, à l'usage des étudiants de l'école Nationale Vétérinaire de Toulouse Courriel CV SBSV Pseudomonas.
- [58] Leclere, H. Izard D., Husson M.O., Watter P., Jakbezak E.. Microbiologie générale Nouvelle

- édition. Doin édition-paris (1983).
- [59] Egorova, E. M., & Revina, A. (2001). Bactericidal and catalytic properties of stable metal nanoparticles in reverse micelles. *Vest. MGU. Ser. 2. Khimiya*, 42(5), 332-338.
- [60] Ravishankar Rai, V., & Jamuna Bai, A. (2011). Nanoparticles and their potential application as antimicrobials. A Méndez-Vilas A, editor. Mysore: Formatex. Seil, J. T., & Webster, T. J. (2012). Antimicrobial applications of nanotechnology: methods and literature. *International journal of nanomedicine*, 7, 2767.
- [61] Brar, A. (2022). Nanoparticle enabled antibacterial combination therapy (NeACT) against multi-drug resistant bacterial pathogen isolates obtained from animal farms.
- [62] Sabrina, A. M. R. A. N. E., Khoulood, B. A., Kahina, B. O. U. D. J. E. M. A., & Amina, H. A. D. J. O. U. T. I. (2024). Les suppurations à *Staphylococcus aureus* diagnostiquées au CHU Tizi Ouzou unité NEDIR MOHAMED.
- [63] Dankovich, T. (2012). Bactericidal paper containing silver nanoparticles for water treatment.
- [64] Cité, P. Elaboration de nanomatériaux fonctionnels pour des applications biomédicales.
- [65] James, C. E., Mahendran, K. R., Molitor, A., Bolla, J. M., Bessonov, A. N., Winterhalter, M., & Pagès, J. M. (2009). How β -lactam antibiotics enter bacteria: a dialogue with the porins. *PLoS One*, 4(5), e5453.
- [66] Ayyanar, M., & Ignacimuthu, S. (2011). Ethnobotanical survey of medicinal plants commonly used by Kani tribals in Tirunelveli hills of Western Ghats, India. *Journal of Ethnopharmacology*, 134(3), 851-864.
- [67] Global Antibiotic Resistance Partnership (GARP)-India Working Group. (2011). Rationalizing antibiotic use to limit antibiotic resistance in India+. *The Indian journal of medical research*, 134(3), 281.
- [68] NGAIGANAM, E. P. (2019). *Faculté de Médecine et de Pharmacie de Marseille Ecole Doctorale des Sciences de la Vie et de la Santé (EDSVS)* (Doctoral dissertation, Université d'Aix-Marseille).
- [69] Iméne ROUBI, S. G. Enquête sur la prévalence des infections associées aux soins (IAS) dans les établissements de santé.
- [70] Beyth, N., Hourri-Haddad, Y., Domb, A., Khan, W., & Hazan, R. (2015). Alternative antimicrobial approach: nano-antimicrobial materials. *Evidencebased complementary and alternative medicine*, 2015.
- [71] Martín Pardo, R. R. (2022). Effect of charge-modifying coatings on the antibacterial effect of silver nanoparticles for *Escherichia coli*.
- [72] Dakal, T. C., Kumar, A., Majumdar, R. S., & Yadav, V. (2016). Mechanistic basis of antimicrobial actions of silver nanoparticles. *Frontiers in microbiology*, 7, 1831.
- [73] Lara, H. H., Ayala-Núñez, N. V., Turrent, L. D. C. I., & Padilla, C. R. (2010). Bactericidal effect of silver nanoparticles against multidrug-resistant bacteria. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 26(4), 615-621.
- [74] Yun'an Qing, L. C., Li, R., Liu, G., Zhang, Y., Tang, X., Wang, J., ... & Qin, Y. (2018). Potential antibacterial mechanism of silver nanoparticles and the optimization of orthopedic implants by advanced modification technologies. *International journal of nanomedicine*, 13, 3311.

- [75] Bernardi, S. (2020). *Surfaces polymères antibactériennes à base de polyionènes: synthèses et études aux interfaces en physico-chimie et biologie* (Doctoral dissertation, Université Paris-Saclay)

