



رقم الترتيب : الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

رقم التسلسلي : وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

جامعة الشهيد حمه لخضر - الوادي

كلية العلوم الدقيقة

قسم الكيمياء

مذكرة تخرج لنيل شهادة الماستر أكاديمي في الكيمياء

تخصص : كيمياء عضوية

من إعداد الطالبتين : رويصي مريم , داودي عبير

تحت عنوان :

تحضير وتشخيص جسيمات أكسيد الحديد النانوية باستخدام مستخلص نبات الحلمة *Moltkia Ciliata*

نوقشت يوم : 2023/06/05

أمام لجنة المناقشة

رئيسًا	جامعة الشهيد حمه لخضر	أستاذ محاضر ب	تجاني سكيبة
مناقشًا	جامعة الشهيد حمه لخضر	أستاذ محاضر ب	عبادي عبد الرزاق
مؤطرًا	جامعة الشهيد حمه لخضر	أستاذ محاضر ب	شيحي سمية

السنة الجامعية : 2023/2022

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

۱۴۳۸

الإهداء

الحمد لله الذي بنعمه تتم الصالحات وهاهي 17 سنة من الكفاح تتوج أخيرا بمذكرة التخرج هذه.

أهدي هذا العمل إلى من كانا سببا لوصولي إلى هذه المحطة إلى من تستنير دنيايا بوجودهما إلى

" أمي وأبي "

إلى من وهبه الله رفيقا لي وشريكا لحياي ليكون سندا لي فيما تبقى لي من مشواري إلى زوجي

"م. صالح".

إلى من يعمرون بيتنا و حياتنا إخوتي و أخواتي كل باسمه و زوجاتهم كل باسمها و إلى أبنائهم

"نهي؛ ماهر؛ يزن؛ جواد و ميمونة".

إلى جميع أفراد عائلتي جدي و خالاتي و عماتي وإلى من أمضيت معهم أجمل أوقاتي

"إسراء و طبيبتنا هناء و ميسون وفقها الله في شهادة البكالوريا"

إلى أعز رفقة جمعني بهم مسيرتي الجامعية إلى من جمعني بها كتاب الله عز وجل "م. صبرين" وإلى زميلتي في هذا البحث ومن كانت نعم السند طيلة المشوار "ر. مريم" و شكر خاص للطالبة "كنزة العبيد" وإلى كل من عرفتهم و عرفوني و تركوا ذكري جميلة في ذاكرتي.

إلى كل من علمني حرفا و زادني فقها و فادني بمعلومة إلى أعلى معلمة عرفتها "غ. رتيبة" والتي سبق فضلها

الآخرة قبل الدنيا.

إلى كل من لم يذكره قلبي ولم ينساه قلبي.

عير

الإهداء

إلى من احمل اسمه بكل فخر، إلى من رعاني طفلا صغيرا وشجعني راشدا كبيرا إلى من أثار دربي وألبسني ثوب
مكارم الأخلاق تعجز ذاكرتي إن تجد له إلا الجميل "والدي" الكريم رعاه الله وأطال لنا في عمره .

إلى من تاقت نفسي لزوم صحبتها، إلى المثل العالي والقدوة الصارخة رمز الإرادة المتجددة إلى من تفرح لفرحي
وتحزن لحزني إلى من رافقتني دعواتها في كل خطوة من خطوات حياتي ، إلى "أمي" الغالية حفظها الله وأطال لنا في
عمرها .

إلى من أرى السعادة في أعينهم وارتاح إليهم، إلى الذين شاركتهم كل حياتي ومعهم كبرت : إخوتي وأختي
حفظهم الله

إلى كل من يكون لي المحبة والتقدير، إلى جميع الرفيقات بالأخص رفيقة الدرب الطويل لكل هذه السنين "عبير
داودي"،

والزملاء بدون استثناء

مريسي من ريم

شكر وتقدير

اللهم لك الحمد والشكر كما ينبغي لجلال وجهك وعظيم سلطانك، والصلاة والسلام على نبينا محمد وعلى آله وصحبه وسلم تسليماً كثيراً، الحمد لله الذي يسر لنا الطريق لنيل المنى و بلوغ هذا العمل للمنتهى.

نود أن اشكر أولاً وقبل كل شيء الدكتورة "شبحى سمىة" مديرة هذه الرسالة.

و على ما بذلته من مساعدات و توجيهات قيمة طول مراحل إنجازنا لهذا العمل فجزاها الله خيراً و سدد خطاها.

كما نود أن نشكر جميع أعضاء لجنة التحكيم على اهتمامهم بعملنا و لقبولهم مناقشة هذه المذكرة وتثمينها.

وإلى جميع موظفين وعمال المخابر بكلية العلوم دقيقة،

وإلى كافة الرفيقات وطلبة دفعة ماستر 2023.

وإلى من ساعدنا من قريب أو بعيد.

الاصطناع الأخضر لجزيئات أكاسيد المعادن النانوية باستخدام مستخلصات نباتية هو بديل واعد للطريقة التقليدية للاصطناع الفيزيائي و الكيمائي حيث يعد مجالا بحثيا واسعا ومن الأساليب الصديقة للبيئة.

تم في هذا العمل اصطناع جسيمات أكسيد الحديد النانوية (FeONPs) باستخدام مستخلص نبات *Moltkia ciliata* و كلوريد الحديد الثلاثي (FeCl₃) ولتحسين المردود اعتمدنا على تغيير تركيز المحلول الملحي (0.025M, 0.05M, 0.1M), تم تشخيص جسيمات أكسيد الحديد النانوية الناتج باستخدام عدة طرق : الأشعة فوق البنفسجية UV-Vis ، الأشعة تحت الحمراء FT-IR ، المجهر الإلكتروني الماسح (SEM) و كاشف الأشعة السينية المشتتة للطاقة (EDX) وقياسات حيود السينية (DRX). يظهر تحليل الأشعة فوق البنفسجية (UV-Vis) أقصى امتصاص عند المجال 200nm-400nm تعود إلى FeONPs, وتظهر الأشعة FT-IR قمم واضحة في المجال (450cm⁻¹, 550cm⁻¹) والتي تعزى إلى اهتزاز FeONPs, بينما نتائج SEM و DRX بنيت تشابه في بنية العينات من حيث الشكل و الحجم على اختلاف تراكيزها. تمت دراسة الفعالية المضادة للبكتيريا تجاه سلالات موجبة وسالبة الغرام؛ *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Klebsiellapneumoniae*, *Staphylococcus aureus*.

أظهرت *K.pneumoniae* أعلى نشاط مضاد للبكتيريا (منطقة التثبيط) يصل 11.7مم بتركيز 0.025 مجم / مل بالنسبة للعينة (0.05M). خلصت هذه الدراسة إلى أنه يمكن استخدام أكاسيد الحديد المصطنعة من *Moltkia ciliata* كعامل مضاد للبكتيريا. الكلمات المفتاحية: الاصطناع الأخضر؛ جسيمات أكسيد الحديد النانوية؛ *Moltkia ciliata*، الفعالية المضادة للبكتيريا

Abstract

Green synthesis of metal oxides nanoparticles using plant extracts is a promising alternative to the traditional methods of physical and chemical synthesis, as it is a wide research field and environmentally friendly method. In the current study, iron oxide nanoparticles (Fe₂O₃-NPs) were formulated by using *Moltkiaciliata* leaf extract and Ferric Chloride (Fe₂Cl₃), To improve the yield, we relied on changing the concentration of the saline solution (0.025M, 0.05M, 0.1M).

These NPs were analyzed by X-ray Diffraction (XRD), Scanning Electron Microscopy (SEM), Fourier Transform Spectroscopy (FT-IR), and Energy Dispersive X-ray (EDX). UV-Vis analysis shows absorption maximums at the range 200nm-400nm belonging to FeONPs, and FT-IR shows clear peaks in the range 1-550, 1-450cm (1-450cm), which are attributed to the vibration of FeONPs, while the SEM and DRX results are constructed. Similarities in the structure of the samples in terms of shape and size, despite their different concentrations.

The synthesized NPs were used against Gram positive and negative bacteria ؛ *Escherichia coli* *Pseudomonas aeruginosa*, *Klebsiellapneumoniae*, *Staphylococcus aureus*.

Klebsiellapneumoniae showed the highest antibacterial activity (zone of inhibition) up to 11.7 mm at 0.025mg/mL concentration For the sample (0.05M). This study concludes that *Moltkia ciliate* conjugated Iron oxides NPs could be used a potential antibacterial agent.

Keywords: *Moltkiaciliata*, Fe₂O₃-NPs, Green synthesis, Antibacterial studies

قائمة الاختصارات

nm: nano mètre	نانومتر
DMSO: Diméthyle solfoxide	ثنائي ميثيل السلفوكسيد
Fe: fer	حديد
FeCl₃: chlorure de fer(III)	كلوريد الحديد الثلاثي
MH: Muler Hinton	أغار مولر- هينتون
E.coli: Escherichia coli	العصيات القولونية
P. aerogenosa: Pseudomonas aerogenosa	الزائفة الزنجارية
K.pneumonia: Klebsiella pneumonia	الكلبسيلا الرئوية
S.aureus: Staphylococcus aureus	المكورات العنقودية
R: Rendement	المردود
FTIR: Infra rouge	الأشعة تحت الحمراء
XRD: Diffraction des rayons x	إنعراج الأشعة السينية
UV-Vis: Ultraviolet-Visible	الأشعة فوق البنفسجية المرئية
EDX: Analyse par Ayons X à Dispersion d'énergie	مطيافية تشتت الطاقة بالأشعة السينية
MEB: Microscope Electronique à Balayage	المجهر المساح الإلكتروني

قائمة الأشكال:

الفصل الأول: عموميات على نبات الحلمة <i>Moltkia ciliata</i>	
9	الشكل (1. I): صورة تبين نبات الرمرام
9	الشكل (2. I): صورة تبين نبات مصيص
9	الشكل (3. I): صورة تبين نبات حمرة رأس
9	الشكل (4. I): صورة تبين نبات حمير
10	الشكل (5. I): صورة تبين نبات حميمش
10	الشكل (6. I): صورة تبين نبات الحمحم المخزني
11	الشكل (7. I): صور بعض صور لنبات الحلمة <i>Moltkia ciliate</i>
13	الشكل (8. I): صورة خارطة توضح التوزيع الجغرافي لنبات الحلمة
الفصل الثاني: تقنية النانو وتحضير أكسيد الحديد	
22	الشكل (1-II): مخطط يوضح السلسلة التاريخية لظهور لتقنية النانو
23	الشكل (2-II): صورة توضيحية للمجهر النفقي الماسح
24	الشكل (3-II): صورة توضح العلاقة بين حجم الحبيبات والمساحة السطحية
26	الشكل (4-II): مخطط يوضح طرق التصنيع النانوية
28	الشكل (5-II): صورة توضح مختلف الأشكال لأبعاد المواد
28	الشكل (6-II): صورة توضيحية لكرة نانوية
29	الشكل (7-II): صورة توضح جزيء فلورين شبيه
29	الشكل (8-II): نموذج لأنبوب الكربون
29	الشكل (9-II): صورة توضح شكل الأسلاك النانوية
30	الشكل (10-II): نقطة كمية ثلاثية الأبعاد
30	الشكل (11-II): صورة توضح شكل الألياف النانوية
32	الشكل (12-II): خلية أساسية لمركب الهيماتيت
الفصل الثالث: عموميات حول البكتيريا والفعالية البيولوجية	
41	الشكل (1-III): صورة توضح مكونات البكتيريا
42	الشكل (2-III): صورة بكتيريا <i>Escherichia Coli</i>
43	الشكل (3-III): صورة بكتيريا <i>Staphylococcus aureus</i>
43	الشكل (4-III): صورة بكتيريا <i>pseudomonas aeruginosa</i>
44	الشكل (5-III): صورة بكتيريا <i>klebsiella pneumonia</i>
44	الشكل (6-III): بكتيريا <i>klebsiella pneumonia</i>

الفصل الرابع: الوسائل والطرق	
53	الشكل (1-IV): نبات الحلمة قبل الطحن
53	الشكل (2-IV): نبات الحلمة بعد الطحن
54	الشكل (3-IV): صورة توضح نقع النبات في الماء المقطر
55	الشكل (4-IV): صورة توضح عملية الترشيح
55	الشكل (5-IV): المستخلص النباتي بعد الترشيح
56	الشكل (6-IV): محلول كلوريد الحديد الثلاثي
56	الشكل (7-IV): المستخلص بعد إضافة كلوريد الحديد
57	الشكل (8-IV): العينة في جهاز الرج و التسخين
57	الشكل (9-IV): العينة بعد نزعها من جهاز الرج والتسخين
57	الشكل (10-IV): الراسب المتشكل قبل وضعه في الفرن
57	الشكل (11-IV): العينة بعد إخراجها من الفرن
58	الشكل (12-IV): العينات قبل الحرق
58	الشكل (13-IV): العينات بعد الحرق
59	الشكل (14-IV): خطوات التصنيع الأخضر لجزيئات أكسيد الحديد النانوية
62	الشكل (15-IV): مخطط عام يوضح خطوات العمل لتحضير جسيمات الحديد النانوية
64	الشكل (16-IV): مخطط لطريقة الانتشار
65	الشكل (17-IV): زرع المعلقات البكتيرية في الأوساط
الفصل الخامس: النتائج والمناقشة	
69	الشكل (1.V): طيف FTIR لمستخلص نبات الحلمة <i>Moltkia ciliata</i>
70	الشكل (2.v): طيف FTIR لجسيمات أكسيد الحديد النانوية للعينة A قبل الحرق.
71	الشكل (3.v): طيف FTIR لجسيمات أكسيد الحديد النانوية للعينة B قبل الحرق .
71	الشكل (4.v): طيف FTIR لجسيمات أكسيد الحديد النانوية للعينة C قبل الحرق.
72	الشكل (5.v): طيف FTIR لجسيمات أكسيد الحديد النانوية للعينة A بعد الحرق.
73	الشكل (6.v): طيف FTIR لجسيمات أكسيد الحديد النانوية للعينة B بعد الحرق.
73	الشكل (7.v): طيف FTIR لجسيمات أكسيد الحديد النانوية للعينة C بعد الحرق.
75	الشكل (8.V): طيف UV-vis لمستخلص نبات الحلمة <i>Moltkia ciliata</i>
75	الشكل (9.v): طيف الأشعة فوق البنفسجية UV-vis للعينة A قبل الحرق
76	الشكل (10.v): طيف الأشعة فوق البنفسجية UV-vis للعينة B قبل الحرق
76	الشكل (11.v): طيف الأشعة فوق البنفسجية UV-vis للعينة C قبل الحرق
77	الشكل (12.v): طيف الأشعة فوق البنفسجية UV-vis للعينة A بعد الحرق
78	الشكل (13.v): طيف الأشعة فوق البنفسجية UV-vis للعينة B بعد الحرق
78	الشكل (14.v): طيف الأشعة فوق البنفسجية UV-vis للعينة C بعد الحرق
80	الشكل (15-v): صورة بالمجهر الإلكتروني الماسح للعينة A (EDX+SEM)

81	الشكل (16-v): صورة بالمجهر الإلكتروني الماسح للعينه B (EDX+SEM)
82	الشكل (17-v): صورة بالمجهر الإلكتروني الماسح للعينه C (EDX+SEM)
86	الشكل (18 -V): طيف حيود الأشعة السينية للعينات المدروسة

قائمة الجداول:

الفصل الأول: عموميات على نبات الحلمة <i>Moltkia ciliata</i>	
9	الجدول (I-1): أسماء بعض نباتات العائلة الحمحمية
12	الجدول (I-2): التصنيف العلمي لنبات الحلمة <i>Moltkia ciliata</i>
14	الجدول (I-3): يوضح بعض الدراسات السابقة
الفصل الثاني: تقنية النانو وتحضير أكسيد الحديد	
31	الجدول (II-1): أهم أكاسيد و هيدروكسيدات الحديد
33	الجدول (II-2): بعض الخصائص العامة لأكاسيد الحديد
الفصل الثالث: عموميات حول البكتيريا والفعالية البيولوجية	
40	الجدول (III-1): صفات الخلية
الفصل الرابع: الوسائل والطرق	
53	الجدول (IV-1): المواد والأدوات المستعملة
59	الجدول (IV-2): كتل العينات قبل الحرق وبعد الحرق
63	الجدول (IV-3): أنواع البكتيريا الأربعة
الفصل الخامس: النتائج والمناقشة	
76	الجدول (v.1): قيم أهم الذروات في الأطياف
87	الجدول (v-2): نتائج اختبارات الفاعلية المضادة للبكتيريا للعينه A
88	الجدول (v-3): نتائج اختبارات الفاعلية المضادة للبكتيريا للعينه B
89	الجدول (v-4): نتائج اختبارات الفاعلية المضادة للبكتيريا للعينه C

فهرس المحتويات

الإهداء

شكر وعرهان

الملخص

قائمة الرموز

قائمة الأشكال

قائمة الجداول

فهرس المحتويات

المقدمة

المراجع

الجزء النظري

الفصل الاول: عموميات حول نبات الحلمة *Moltkia ciliata*

8	تمهيد.....
8	I - 1. العائلة البوراجينية (<i>Boraginaceae</i>).....
8	I - 1.1. تعريف بالعائلة.....
8	I - 1.2. التوزيع الجغرافي للعائلة البوراجينية.....
9	I - 1.3. بعض نباتات العائلة الحمحمية.....
10	I - 1.4. بعض استخدامات نباتات العائلة الحمحمية.....
10	I - 2. نبات الحلمة <i>Moltkia ciliata</i>
10	I - 1.2. الوصف المورفولوجي.....
12	I - 2.2. بعض تسميات نبات الحلمة.....
12	I - 3.2. التصنيف العلمي لنبات الحلمة <i>Moltkia ciliata</i>
13	I - 2.4. التوزيع الجغرافي لنبات الحلمة <i>Moltkia ciliata</i>
13	I - 2.5. استعمالات نبات الحلمة <i>Moltkia ciliata</i>
13	I - 2.6. دراسات سابقة لبعض نباتات العائلة الحمحمية في ميدان تكنولوجيا النانو.....
17	المراجع باللغة العربية.....
18	المراجع باللغة الأجنبية.....

الفصل الثاني: تقنية النانو و تحضير أكسيد الحديد

22	تمهيد.....
22	1-II. تقنية النانو.....
22	II - 1.1. السلسلة التاريخية لتقنية.....
23	II-2.1. تعريف تقن.....
23	II-3.1. مبدأ تكنولوجيا النانو.....
23	II-4.1. أهمية التقنية.....
24	II-5.1. تطبيقات تكنولوجيا النانو.....
24	II-1.5.1. في المجال الطبي.....
24	II-2.5.1. تنقية المياه.....
25	II-3.5.1. المجال الالكتروني.....
25	II-4.5.1. الصناعات.....
25	II-5.5.1. المواد المعمارية.....
25	II-6.5.1. في الزراعة والأمن الغذائي.....
25	II-7.5.1. بعض التطبيقات الأخرى.....
25	2-II. الجسيمات النانوية Nano Particle.....
25	II-1.2. تعريفها.....
26	II-2.2. طرق تصنيع الجسيمات النانوية.....
26	II-2.2.1. الطريقة الفيزيائية أو تقنية الهبوط من أعلى إلى أسفل.....
26	II-2.2.2. الطريقة الكيميائية أو تقنية الصعود من أسفل إلى أعلى.....
26	II-2.2.3. الطريقة الحيوية.....
27	II-3.2. خواص المواد النانوية.....
27	II-4.2. أبعاد المواد النانوية.....
28	II-5.2. أشكال المواد النانوية.....
30	3-II. أكسيد الحديد النانوي.....
30	II-1.3. تمهيد.....
31	II-2.3. تعريف أكاسيد الحديد.....
31	II-3.3. أشكال أكاسيد الحديد.....
33	II-4.3. تطبيقات أكسيد الحديد النانوي.....
36	المراجع باللغة العربية.....
37	المراجع باللغة الأجنبية.....

الفصل الثالث: عموميات حول البكتيريا والفعالية المضادة للبكتيريا

40	تمهيد.....
40	III-1. تعريف البكتيريا.....
40	III-2. الخصائص العامة للبكتيريا.....
41	III-3. المكونات الأساسية للخلية البكتيرية.....
42	III-4. تصنيف البكتيريا.....
43	III-5. أنواع البكتيريا المدروسة.....
43	III-5.1. Escherichia Coli.....
43	III-5.2. Staphylococcus aureus.....
44	III-5.3. pseudomonas aeruginosa.....
44	III-5.4. klebsiella pneumonia.....
45	III-6. المضادات الحيوية.....
45	III-6.1. تعريف المضادات الحيوية (antibiotique).....
45	III-6.2. طرق تأثير المضادات الحيوية.....
46	III-7. تقدير الفعالية المضادة للبكتيريا.....
49	المراجع باللغة العربية.....
50	المراجع باللغة الأجنبية.....

الجزء العملي

الفصل الرابع: الطرق والوسائل

53	IV-1. تحضير المادة النباتية المدروسة.....
53	IV-2. الأدوات والمواد والأجهزة المستعملة.....
54	IV-3. الاستخلاص.....
54	IV-3.1. تعريف الاستخلاص.....
54	IV-3.2. طريقة الاستخلاص المتبعة.....
55	IV-4. تحضير العينات.....
59	IV-5. آلية التصنيع الأخضر لجزيئات أكسيد الحديد النانوية.....
60	IV-6. تحليل والتشخيص أكسيد الحديد النانوي FeONPs.....
60	IV-6.1. مطيافية الأشعة تحت الحمراء FTIR.....
60	IV-6.2. التحليل الطيفي للامتصاص فوق البنفسجي المرئي visible.....
61	IV-6.3. حيود الأشعة السينية DRX.....
61	IV-6.4. المجهر الإلكتروني الماسح MEB.....
63	IV-7. اختبار الفعالية المضادة للبكتيريا.....
63	IV-7.1. السلالات البكتيرية المستعملة.....

63	.....طريقة العمل IV-2.7
67	.....المراجع باللغة العربية
67	.....المراجع باللغة الأجنبية

الفصل الخامس: النتائج والمناقشة

69	.....1-V تحليل ومناقشة نتائج طيف الأشعة تحت الحمراء FTIR
69	.....1.1-V تحليل طيف الأشعة تحت الحمراء FTIR للمستخلص النباتي
70	.....2.1-V تحليل طيف الأشعة تحت الحمراء FTIR للعينات قبل الحرق
72	.....3.1-V تحليل طيف الأشعة تحت الحمراء FTIR للعينات بعد الحرق
74	.....2-V تحليل ومناقشة نتائج طيف الأشعة فوق البنفسجية المرئية UV-visible
75	.....1.2-V طيف الأشعة فوق البنفسجية UV-vis للمستخلص النباتي
75	.....2.2-V طيف الأشعة فوق البنفسجية UV-vis للعينات قبل الحرق
79	.....3-V المجهر الإلكتروني الماسح (SEM) وكاشف الأشعة السينية المشتتة للطاقة (EDX)
82	.....4-V تشخيص الأكاسيد المحضرة بجهاز الأشعة السينية DRX
86	.....5-V دراسة الفعالية المضادة للبكتيريا
88	.....المراجع

الخاتمة

الملحق

المقدمة العامة

المقدمة:

لقد وهب الله للإنسان التفكير الإبداعي الذي مكّنه من التدخل للسيطرة على البنية الداخلية للمادة وإعادة ترتيب ذراتها والتي تعتبر المعول الرئيسي في بناء الحضارة، ومن المعارف عليه أن المواد يكون لها ضمن المقياس النانوي خصائص مختلفة وأكثر تميزاً من المقاييس الأخرى [1].

مكّن علم النانو الباحثين من تصنيع مواد نانوية فعالة وذات أهمية كبيرة لتقترح بذلك عدة مجالات، و لاصطناعها تم إتباع عدة طرق من بينها استخدام المستخلصات النباتية؛ هذا الميدان الذي اكتسب اهتماماً كبيراً في العقد الحالي فهو أسلوب صديق للبيئة و أقل تكلفة [2].

لم يقتصر تصنيع المواد النانوية على المعادن بل شمل حتى أكاسيد المعادن و من بينها أكسيد الحديد النانوي (FeONPs) الذي أثبت و من خلال عدة دراسات نجاعة تصنيعه باستخدام المستخلصات النباتية [3]، و يعد أكسيد الحديد النانوي (FeONPs) من الأكاسيد المعدنية المثيرة للاهتمام نظراً لتطبيقاته الكثيرة في التقنيات المتقدمة، حيث يستخدم بشكل واسع في العديد من التطبيقات الطبية والحيوية المهمة [4]. إن إيجاد طرق جديدة لتحضير أكسيد الحديد النانوي (FeONPs) غير مكلفة وتعطي ناتج بمدى قياس صغير ومتجانس ذو مساحة سطحية كبيرة هو مطلب ضروري لاستخدام هذا الأكسيد [5]، و ترجع فعالية المستخلصات النباتية في تصنيع المواد النانوية و أكاسيد المعادن (NPs) لاحتوائها للمركبات الفينولية التي لها دوراً رئيسياً كعامل اختزال أثناء التصنيع، وكذلك البوليفينول والقلويدات [6].

و من هذا المنطلق و تميّنا لأحد الموارد الطبيعية في الصحراء الجزائرية سيخص هذا البحث تحضير جسيمات الحديد النانوية (FeONPs) باستخدام نبات الحلّمة *Moltkia ciliata* النامي بمنطقة وادي سوف وتشخيصها بواسطة SEM, DRX, FTIR, UV-visible وتقدير الفعالية المضادة للبكتيريا للجسيمات المصنعة، حيث تتضمن هذه الدراسة خمس فصول كالتالي:

الجزء النظري:

- الفصل الأول: عموميات حول العائلة النباتية البوراجينية ودراسة حول نبات الحلّمة *Moltkia ciliata*.

- الفصل الثاني: عموميات حول المركبات النانوية وأهم المفاهيم العامة في تقنية النانو، وخصائص أكسيد الحديد (FeO).

- الفصل الثالث: عموميات حول الفعالية البيولوجية والبكتيريا المستعملة في الدراسة.
الجزء العملي:

- الفصل الرابع: الوسائل والطرق المتبعة في تحضير أكسيد الحديد النانوي (FeONPs).

- الفصل الخامس: تحليل النتائج المتحصل عليها و مناقشتها.

وأخيراً، نختم هذا العمل بحاتمة تضم أهم النتائج المتحصل عليها خلال هذه الدراسة.

المراجع

المراجع:

- [1] S. Kanaga subbulakshmi and K. Kadirvelu . (2017)." Green Synthesis of Iron Oxide Nanoparticles using *Lagenaria Siceraria* and Evaluation of its Antimicrobial Activity". *Def. Life SCI. J.* 2(4): 422–427.
- [2] Nimali . N, Prabhu.(2018)." Green synthesis of iron oxide nanoparticles (IONPs) and their nanotechnological applications". *Journal of Bacteriology & Mycology*, 6(4):260–262.
- [3] Abu–Huwaij *al.*(2020). "Perceptive Review on Properties of Iron Oxide Nanoparticles and Their Antimicrobial and Anticancer Activity". *Sys Rev Pharm* ,11(8): 418–431.
- [4] H.S. Devi et al.(2018)." Green synthesis of iron oxide nanoparticles using *Platanus orientalis* leaf extract for antifungal activity". *Green Process Synth* .
- [5] Bouafia. A,(2022),"Optimisation de biosynthèse des nanoparticules d'oxyde de fer par l'utilisation de différents extraits des plantes et évaluation de leur activité biologique",Thèse de doctorat, université El-Oued, p 2.
- [6] Campos EA, Stocker-Pinto DVBS, Oliveira JIS, Mattos EC, Dutra RCL (2015) JSynthesis, Characterization and Applications of Iron Oxide Nanoparticles – a Short Review. *Aerosp. Technol. Manag.*, São José dos Campos, 7(3): 267–276.

الجزء النظري

الفصل الأول:

عموميات حول نبات الحلمة

تمهيد:

يعتبر الغطاء النباتي لمنطقة وادي سوف نموذجاً مثالياً للنباتات الصحراوية، وصورته تعكس اختلاف الظروف البيئية لهذه الرقعة الجغرافية، حيث يتميز المظهر العام بغطاء نباتي قليل الكثافة، وتنوع محدود حيث لا يتعدى 120 نوع نباتي بري في منطقة تفوق مساحتها 20000 كيلومتر مربع. تدخل النباتات في الحياة اليومية لسكان منطقة سوف، ولها مكانة هامة في العديد من العادات فمنها ما يستعمل في الرعي وتربية الأنعام، وبعضها الآخر يستعمل في التداوي كالنباتات الطبية^[1].

I-1. العائلة البوراجينية (Boraginaceae):

I-1.1. تعريف العائلة: تعرف عائلة البوراجينية (Boraginaceae) باسم العائلة الحمحمية، وتضم حوالي 130 جنس و2300 نوع تنتشر في المناطق المعتدلة والاستوائية من العالم. تنقسم العائلة الحمحمية إلى خمس عائلات متضمنة لنباتات مزهرة، معمرة ونصف سنوية، وهي عبارة عن نباتات حولية، أعشاب معمرة، شجيرات وأحياناً متسلقات^[2]. تتوزع نباتات هذه العائلة في جميع أنحاء العالم، حيث تتواجد معظمها في المناطق الصحراوية العربية^[3]، حيث تتميز نباتات هذه العائلة بـ:

- الساق: سميكة، قائمة، ذات لون رمادي مخضر يغطيها شعيرات كثيفة، يبلغ طول النبات حوالي 20cm أو أكثر.
- الأوراق: متعكسة كبيرة يصل طولها إلى 1-2 cm تكون متبادلة و لها شكل بيضاوي أو منفرجة، تكسوها شعيرات قاسية^[1]
- الأزهار: صغيرة، نجمية أو أنبوبي الشكل، ذات لون أزرق بنفسجي أو أزرق أو أرجواني أحياناً^[2]، وهي تجلب النحل حيث تزرع النبتة في أماكن تربية النحل^[4]

I-1.2. التوزيع الجغرافي للعائلة البوراجينية:

تتوزع هذه العائلة في العالم بالمناطق الاستوائية، شبه الاستوائية، والمعتدلة و تتمركز أكثر في شمال المنطقة المعتدلة و البحر الأبيض المتوسط، و قد انتشرت زراعتها في أماكن كثيرة من أوروبا وغرب آسيا و شمال أمريكا، وتوجد في الأماكن القاحلة وفي الكثبان الرملية، وعلى شواطئ الأنهار وأحياناً على جبال الألب، بينما أدخلت زراعتها إلى إنجلترا بعد أخذها من موطنها الأصلي، وهو حلب في سوريا^[5].

I-1. 3. بعض نباتات العائلة الحمحمية: [6-9]

الجدول (I - 1): بعض نباتات العائلة الحمحمية

الاسم الشائع	الاسم العلمي
الرمرام	<i>Heliotropium crispum</i>
العود	<i>Glossostemon bruguieri</i>
حشيشه الرثة	<i>Pulmonaria officinalis</i>
حشيشه الأفعى	<i>Echium vulgare</i>
حمرة رأس	<i>Echiochilon fruticosum</i>
حمير	<i>Arnebia decumbrns</i>
حميمش	<i>Echium pycnanthum</i>
الحمحم المخزني (لسان الثور)	<i>Borrag Officinalis</i>



الشكل (I-2): نبات مصيص [7]



الشكل (I-1): نبات الرمرام [7]



الشكل (I - 4): نبات حمير^[9]



الشكل (I - 3): نبات حمرة رأس^[9]



الشكل (I-6): نبات الحمحم المخزني^[9]



الشكل (I - 5): نبات حميميش^[9]

I-4.1. بعض استخدامات نباتات العائلة الحمحمية:

تم استخدام نباتات العائلة الحمحمية في الطب التقليدي الإيراني حيث تم استعمال نبات

Europaeum Heliotropum لعلاج الجروح، النقرس والصداع وخفض للحرارة. و استخدم الأتراك جذور نبات حشيشه الأفعى *Echium vulgare* للكدمات، شد العضلات، و كعلاج للدغات الأفعى ولسعات العقارب^[2].

ويستعمل نبات *Symphytum officinale* داخليا كمنقح مغلي لمعالجة أمراض الجهاز التنفسي المزمنة وتقرح المعدة والإسهال والسل، وخارجيا على شكل نقع بارد لمعالجة الأوجاع المفصلية، أوجاع الروماتيزم، الأكتيما، ومسحوق الأوراق كضمادات للحروق والجروح.

كما تستخدم أوراق و بذور نبات *Cordia myxa* للتخلص من ديدان الأمعاء، وتؤكل ثماره في حالات الأمراض الصدرية، وأمراض الجهاز البولي [6].

I-2 نبات الحلمة *Moltkia ciliata*:

I-2.1 الوصف المورفولوجي:

(الحلمة أو المحاط) *Moltkia ciliata (Forssk.) Maire* ، أو ما عرف به سابقا *Lithospermum Callosum Vahl* من عائلة الحمحميات [11,12] و هي نباتات صغيرة شوكيه، معمرة، وكثيرة التفرع وتكسوها شعيرات قاسية، يبلغ طولها حوالي 30cm أو أكثر في بعض المناطق [1,13].

- الأوراق تكون متواضعة على الساق بدون أعناق بطول من 2 إلى 3cm، يتوزع على حوافها أشواك.
- تكون الفروع والأغصان القديمة بيضاء ملساء بينما الجديدة النمو محمرة [2].
- أزهار الحلمة زرقاء بنفسجية أو أرجوانية نوعا ما، وتتجمع هذه الأزهار في شكل باقة كثيفة على قمم السيقان، ويتكون كأس الزهرة من خمس سنبلات محمرة قليلا وتحمل شعيرات أما التويج فهو أنبوبي منتفخ من أعلى وينتهي بخمسة فصوص [14].

الحلمة نبات معمر نجده في جميع الفصول، إلا أنه يكون أكثر ازدهارا ونموا في أواخر الشتاء وخلال فصل الربيع، عملية الإزهار تتم بشكل رئيسي في فصل الربيع أي من شهر فبراير إلى يونيو، كما يمكن أن تظهر الأزهار خلال الفصول الأخرى خاصة فصل الصيف [1].

يتميز بجذور طويلة ومتفرعة مما يجعل النبات مقاوم شديد للجفاف، حيث يكون المجموع الخضري أصغر من المجموع الجذري [15].



الشكل (I - 7): بعض الصور لنبات الحلمة [16]

I - 2.2. بعض تسميات نبات الحلمة:

الأسماء المعتمد لنبات الحلمة [2, 12]

Lithospermuman gustifolium Forssk. (1775)

Lithospermuman callosum Vahl (1790)

Moltkia callosa (Vahl) Wettst. (1918)

Moltkia ciliata (Forssk.) Maire (1941)

الاسم العلمي : *Moltkia ciliata*

الاسم الشائع: الحلمة أو الحلم [2]

I-3.2. التصنيف العلمي لنبات الحلمة *Moltkia ciliata*: [2]

الجدول (I - 2): التصنيف العلمي لنبات الحلمة *Moltkia ciliata*

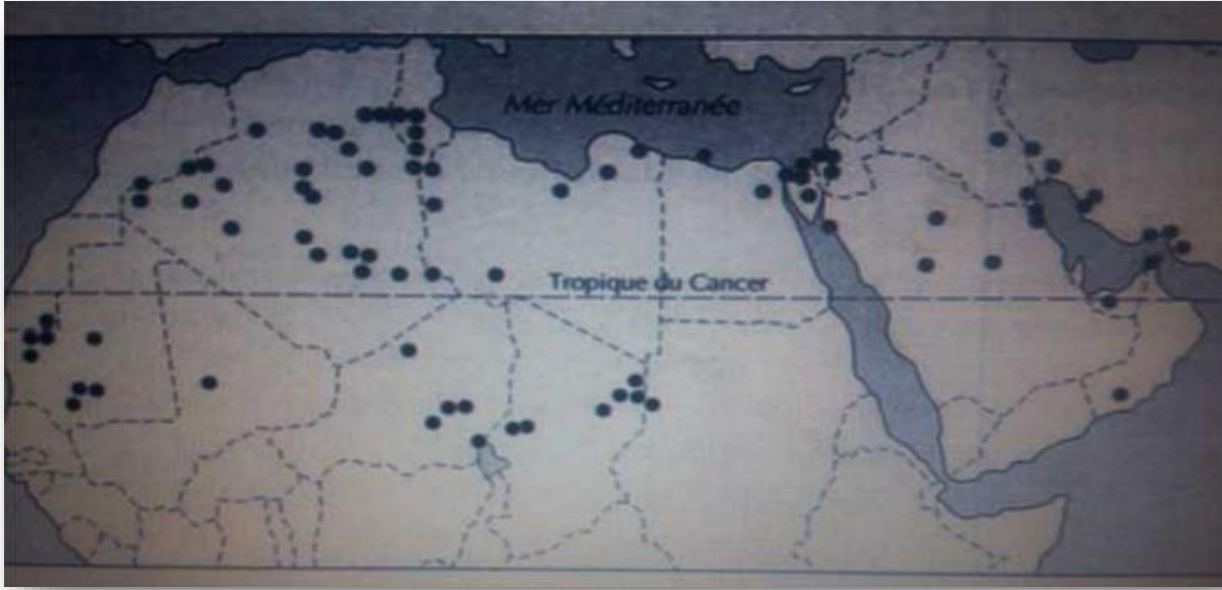
المملكة	Plante	Règne
الشعبة	Magnoliophyta	Embranche
تحت الشعبة	Boraginoideae	sous-branche
الصف	Lithospermeae	Classe
الرتبة	Magnolipsida	Ordre
العائلة	Boraginaceae	Famille
الجنس	Moltkiopsis	Genre
النوع	<i>Moltkia ciliata</i>	Espèce

❖ بعض أنواع جنس *Moltkiopsis*: [14]

- *Moltkia angustifolia*
- *Moltkia coerulea*
- *Moltkia aurea*
- *Moltkia suffruticosa*
- *Moltkia petraea*

I-4.2. التوزيع الجغرافي لنبات الحلمة *Moltkia ciliata*:

الحلمة واسعة الانتشار، تنبت في الأرض الصلبة والتربة الرملية [4]، وهو نبات صحراوي ويدل وجوده في صحاري المملكة العربية السعودية و الصحراء الأفريقية على قدرته الشديدة على مقاوم للجفاف، كما ينمو على قمم الكثبان الرملية والمنحدرات والوديان. يمتد من شمال أفريقيا إلى إيران وهو معروف في كل من المغرب، تونس، الجزائر، ليبيا، مصر، فلسطين، الأردن، سوريا، الكويت، السعودية، اليمن، عمان، عراق، و إيران [13].



الشكل (I-8): خارطة توضح التوزيع الجغرافي لنبات الحلمة *Moltkia ciliata* [17]

I-5.2. استعمالات نبات الحلمة *Moltkia ciliata*:

يعتبر هذا النبات الملائم الغذائي لبعض الحيوانات الصحراوية خاصة الجمال و لعدة استعمالات تقليدية منها في المجال الطبي يستخدم: لأمراض البطن، التقيح الجروح، علاج لسعات العقارب. لقي هذا النبات اهتمام العديد من الباحثين خاصة في الدراسات الإحصائية لبعض الخصائص الخاصة بالنباتات الصحراوية. [3]

I-6.2. دراسات سابقة لبعض نباتات العائلة الحمحمية في ميدان تكنولوجيا النانو:

تعطي الدراسات البحثية العالمية اهتماما كبيرا لتكنولوجيا النانوية الخضراء، فهي حقل ناتج وفرع وليد للتكنولوجيا النانوية. تعتبر التكنولوجيا النانوية الخضراء الحل الأمثل لتقليل الآثار السلبية وأقل خطرا لإنتاج وتطبيق المواد النانوية.

يعطي العلماء الأولوية للنباتات لتنفيذ التخليق الأخضر للمعادن النانوية و أكسيد المعادن النانوية بسبب ذخيرتها الجزيئية ووفرة الكتلة الحيوية. [18]

الدراسات حول فاعلية نباتات العائلة الحمحمية اقتحمت عدة مجالات منها مجال النانو ليتم اصطناع مركبات نانوية وأخرى أكاسيد نانوية أظهرت فعالية في عدة مجالات وفي ما يلي ملخص بعض تلك الدراسات:

الجدول (I - 3): نتائج دراسات سابقة لبعض نباتات العائلة الحمحمية في ميدان تكنولوجيا النانو

المرجع	الفعالية	طرق التشخيص	الجسيم المصطنع	الجزء المستخدم	النبات
[19]	<ul style="list-style-type: none"> • Anticancer activity • Antibacterial activity • Biofilm inhibition 	<ul style="list-style-type: none"> • UV-visible • FTIR • SEM • EDX • XRD 	AgONPs	الأوراق	<i>Borago Officinalis</i>
[20]	<ul style="list-style-type: none"> • Photo catalytic Activity • Antibacterial Activity • Antioxidant Activity 	<ul style="list-style-type: none"> • XRD • SEM • UV-Visible • EDX • FTIR 	NiONPs	الأوراق	<i>Bergenia Ciliata</i>
[21]	<ul style="list-style-type: none"> • Antioxidant activity • Antibacterial activity 	<ul style="list-style-type: none"> • UV-visible • FTIR • SEM • EDX • XRD • Zeta potential 	AgONPs	لحاء الساق	<i>Cordiadic hotoma</i>
[22]	<ul style="list-style-type: none"> • Antibacterial activity • Anthelmintic activity 	<ul style="list-style-type: none"> • UV-visible • ATR • FT-IR • XRD • Fluorescencespectroscopy • SEM • TEM 	NiONPs	الأوراق	<i>Toonaciliata</i>
[23]	<ul style="list-style-type: none"> • ABTS Radical Scavenging Assay • DPPH Radical 	<ul style="list-style-type: none"> • UV-Visible 			

<i>Bergenia ciliata</i>	الجدور	ZnONPs	<ul style="list-style-type: none"> • FTIR • XRD • DLS 	Scavenging Assay <ul style="list-style-type: none"> • Antioxidant Activity • Anticancer Activity 	
<i>Populus ciliata</i>	الأوراق	AgNPs	<ul style="list-style-type: none"> • UV-visible • XRD • FTIR • SEM • TEM • EDX 	<ul style="list-style-type: none"> • Antimicrobial activity 	[24]

المراجع

المراجع باللغة العربية :

- [1] حليس، ي. (2007)، "الموسوعة النباتية لمنطقة سوف (النباتات الصحراوية الشائعة في منطقة العرق الشرقي الكبير)"، دار النشر بالمنطقة الصناعية كوينين ولاية الوادي. ص : 5-27-42.
- [2] شحيحي.س،(2021)،"دراسة المستخلصات العضوية والمائية لنبات *Moltkia ciliata* وتطبيقاتها في الفعالية البيولوجية وتثبيت التآكل المائي"، رسالة دكتوراه في الكيمياء العضوية التطبيقية، جامعة قاصدي مرباح، ورقلة،ص7.
- [3] ميموني.س،.الأبيض.ل،(2019)،"فصل نواتج الأيض الثانوي الفلافوني لنبات *Moltkia Ciliata* وتقييم الفعالية المضادة للأكسدة"،مذكرة ماستر في الكيمياء العضوية، كلية علوم دقيقة، جامعة الشهيد حمه لخضر، الوادي، ص8.
- [4] حرزولي.ي،(2018)،" دراسة الفعالية البيولوجية للمستخلصات العضوية لنبات *Moltkia ciliata* ، مذكرة ماستر في الكيمياء العضوية"، علوم دقيقة، كلية ع جامعة الشهيد حمه لخضر ، الوادي،ص16.
- [6] محمد السيد.ع،(2015)،"الموسوعة الأم للعلاج بالنباتات والأعشاب الطبية"، دار ألفاء،عمان الأردن. الطبعة الخامسة ، ص358 - 347 - 500.
- [7] بن عبد الله .ت،(2007)"دليل النباتات لمنطقة الرياض،مكتبة الملك فهد الوطنية"، الرياض. الطبعة الأولى،ص160.
- [8] أبو رجيع.ط،(2006)،"النباتات الطبية و العطرية في محمية الموجب"، ص141.
- [9] دحه.ي،. حوامد.ع،.غالية.ش،.قدوري.و،(2022)،"التنوع النباتي في منطقة وادي سوف ومدى تأثيره على البيئة"، مذكرة ماستر في علوم البيولوجيا، كلية علوم الطبيعة وحياة، جامعة الشهيد حمه لخضر، الوادي،ص73-74.
- [10] مدونة أبو سامي للطقس والبيئة. على شبكة الانترنت بتاريخ 14 أبريل 2023:

<http://weather-sa.com/net/index.html>

[14]قدور.ص،تجاني.ص،(2020)، "دراسة فاعلية نبات *Moltkia ciliate* و *Fagoniacretica* التشبثية للتآكل XC70 في الأوساط الحمضية، مذكرة ماستر في الكيمياء العضوية"، كلية علوم دقيقة جامعة الشهيد حمه لخضر، الوادي، ص8.

[15]ع. الله عبد المحسن عبد الله الصالح،(2021)،"مورفولوجية المجموع الجذري لبعض النباتات الصحراوية"،دراسة جغرافية نباتية، جامعة الملك سعود، ص11-24.

https://bfalex.journals.ekb.eg/article_153373_6b2e12291fc65f1cd106c343e62bb78f.pdf 17:41,25/04/23.

المراجع باللغة الأجنبية:

[5] Suleyman Dogu and all, *Pak. J. Bot.* , (2012),44(3):1083 – 1090 .

[11]M.Kamil, F.Ahmed, M.T.Abdella.(2021)," Phytochemical & Pharmacological Studies of *Moltkiopsis ciliata* " , *Clinical Research and Clinical Trials*,4(3):62.

[12] Ionut-Florin. P,(2015-2016),"Valorisation des activités biologiques de certaines espèces végétales sahariennes Nord_africaines",thèse de doctorat, Université de Médecine de pharmacie de Timisoara, Roumanie, p62.

[13]Turki Ali. Al-Turki, Jacob. Thomas,(2010),"An account on the floral dimorphism and ecology of the genus *Moltkiopsis*I.M.Johnst.(Boraginaceae) in Saudi Arabia", *Doga, Turkish Journal of Botany*, 34 : 367-377.

[16]http://www.floraofqatar.com/moltkiopsis_ciliata.htm,18:48, 12/03/2023.

[17] Hita.H,Belai.I,(2018),"Evaluation De L'activité Antioxydant De La Plante Médicinale *MOLTKIA CILIATA* « FORSSK MAIRE »",Mémoire de Fin d'Etude En vue de l'obtention du diplôme de MASTER ACADEMIQUE Génie chimique , Faculté de la Technologie, Université Echahid Hamma Lakhdar El Oued, p8.

[18] Mohamed El shafey.A,(2020),"Green synthesis of metal and oxide nanoparticles from plant leaf extracts and their applications", *Green Processing and Synthesis*,9:304–339, <https://doi.org/10.1515/gps-2020-0031>

[19] Singh.H, Du.J, yi.T,(2016)," Green and rapid synthesis of silver nanoparticles using *Boragoofficinalis* leaf extract: anticancer and antibacterial activities" , *Artificial Cells, Nanomedicine, and Biotechnology*, from Internet en 06/09/2016.

<http://dx.doi.org/10.1080/21691401.2016.1228663>

[20] Mahmoud.R, and all,(2021)," Physicochemical, Photo catalytic, Antibacterial, and Antioxidant Screening of *Bergenia Ciliata* Mediated Nickel Oxide Nanoparticles", *Crystals*, 11, 1137.

[21] Gone Swapna, Bhattiprolu KesavaRao,(2021),"Green Synthesis and Characterization of Silver Nanoparticles from Stem Bark Extract of *CordiadichotomaG.* Forst and Evaluation of their Antioxidant and Antibacterial activities", *Pharmacognosy Research*, 13(3):158–164.

[22]UllahMirza.A,(2021),"Biomediated synthesis, characterization, and biological applications of nickel oxide nanoparticles derived from

Toonaciliata, Ficuscarica and Pinusroxburghii" , *Bioprocess and Biosystems Engineering* , 44:1461–1476.

[23]Dulta.k,KoşarsoyAğçeli.G,Chauhan.P,Jasrotia.R,Chauhan,(2020)," A Novel Approach of Synthesis Zinc Oxide Nanoparticles by *Bergenia ciliata* Rhizome Extract: Antibacterial and Anticancer Potential", *Journal of Inorganic and Organ metallic Polymers and Materials*, <https://doi.org/10.1007/s10904-020-01684-6> .

[24]Hafeez.M, and all,(2020)," *Populus ciliata* mediated synthesis of silver nanoparticles and their antibacterial activity", *Microscopy Research and Technique*,1–9.

الفصل الثاني:

تقنية النانو وتحضير أكسيد الحديد

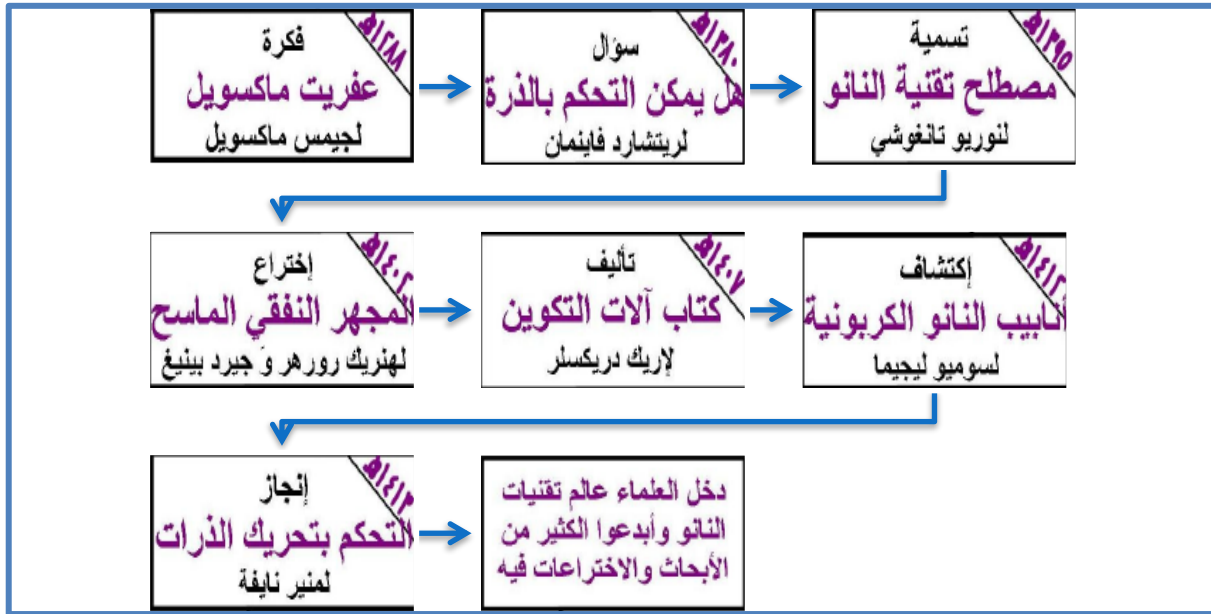
تمهيد:

نعيش عصرنا هذا ثورة مستديمة في العلوم والتقنية تمخضت عنها تكنولوجيا النانو^[1], حيث لم تحظى أي تكنولوجيا سابقة بالاهتمام الذي حظيت به هذه الأخيرة و ذلك لخواصها الفريدة و اتساع مجال تطبيقاتها، و أضحت موضوع العلم الحديث ومحور اهتمامه و غدت في طليعة المجالات الأكثر أهمية في الفيزياء والكيمياء وعلم الأحياء وغيرها^[2]. وبالإضافة لهذا أهميتها التي تتجلى في محاربة التلوث من خلال استخدام أفضل للموارد الطبيعية^[3], وتحقيق الاستدامة من خلال تحسين خواص المواد بما يحقق الحفاظ على الموارد وإعادة تدويرها وعدم إهلاكها ويعود أصل كلمة "النانو" إلى الكلمة الإغريقية "نانوس" والتي يقصد بها كل ما هو صغير^[4].

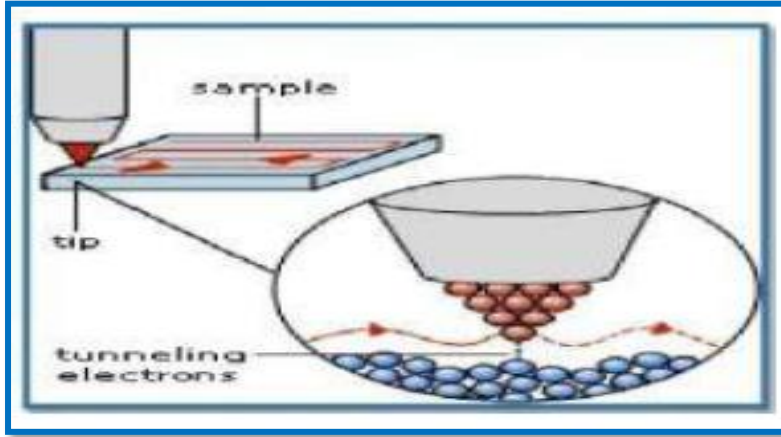
1-II. تقنية النانو:

1.1 - II. السلسلة التاريخية لتقنية النانو:

ظهرت فكرة النانو في نهاية الخمسينيات من القرن الماضي واعتمدت عام 1981م مع اختراع المجهر النفقي وأخذت تتطور من هناك إلى أن وصلت إلى ما عليه هي الآن^[5], وفيما يلي مخطط يختصر لنا السلسلة التاريخية لتقنية النانو.



الشكل (1-II): مخطط يوضح السلسلة التاريخية لظهور لتقنية النانو^[6].



الشكل (II-2) : صورة توضيحية للمجهر النفقي المساح [5].

II-2.1. تعريف تقنية و علم النانو:

و هي تقنية المواد متناهية الصغر أو التكنولوجيا المجهرية الدقيقة. و قد عرفت تقنية النانو على أنها معالجة و ملاحظة المواد بمقياس لا يتعدى 100 نانومتر [2], أي تتعامل مع تجمعات ذرية من ألف إلى خمسة آلاف ذرة [5], أما علم النانو فهو العلم الذي يعتني بدراسة تركيب المواد النانوية [6], وتوصيف خواصها الكيميائية كالعالية والميكانيكية كالصلابة و المرونة؛ والفيزيائية كالشفافية واللون بمقياس لا يتعدى الـ 100 نانو متر [4].

II-3.1. مبدأ تكنولوجيا النانو:

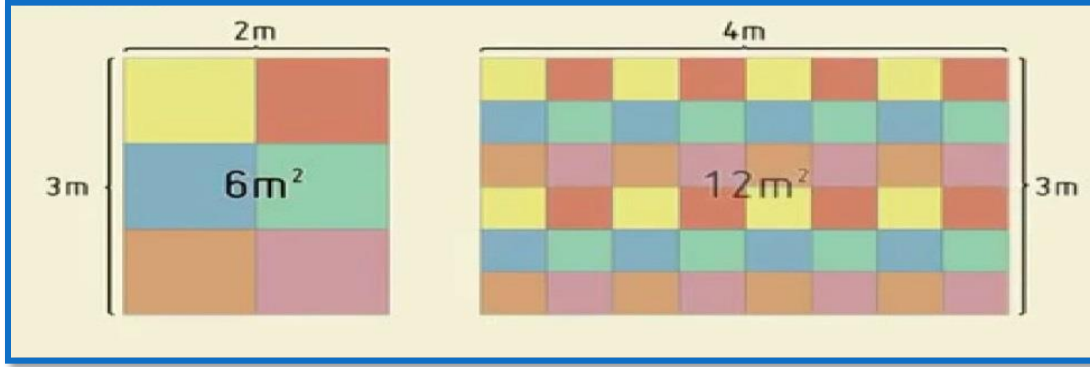
ويعتمد مبدأ هذه التقنية على التقاط الذرات متناهية الصغر و إعادة هيكلتها و التحكم في بنيتها الداخلية [2], ثم دمجها مع ذرات مواد أخرى لتكوين شبكة بلورية لكي نحصل على مواد نانوية الأبعاد متميزة الخواص وعالية الأداء؛ ويرجع هذا إلى العلاقة المباشرة التي تربط بين بنية المادة وخواصها [3].

II-4.1. أهمية التقنية:

تمكنا هذه التقنية من دمج الصفات الكيميائية والفيزيائية والبيولوجية ليكون توظيفها ممكنا في أي مجال، فمن الممكن توجيه وضع الذرات الداخلة في التفاعل بطريقة محددة وبالتالي فان المواد الناتجة تكون أكثر دقة [7], وكلما قل حجم الذرات أصبحت تخضع لقوانين الكم بدلا من القوانين الفيزيائية الأخرى [9], وفيما يلي ذكر لأهم النقاط التي توفرها التقنية :

✓ إمكانية التحكم بتحريك الذرات منفردة مما يسمح لنا ببناء أي مادة مراد تصنيعها وكذا التحكم بخصائصها [6].

- ✓ ساهمت المواد النانوية بتحسين المردود في العديد من المجالات [6].
- ✓ زيادة المساحة السطحية للمادة عند تصغير حجم جزيئاتها إلى الحجم النانوي مما يزيد في مساحة سطح التلامس مع الوسط و بالتالي زيادة التأثير [2].



الشكل (II-3) : صورة توضح العلاقة بين حجم الجزيئات والمساحة السطحية.

II-5.1. تطبيقات تكنولوجيا النانو:

- بدأت تقنية النانو تقتحم جميع مجالات الحياة فمن البحث العلمي والطبي إلى المجال العسكري والأسلحة [10]... الخ و في مايلي ذكر لبعض تطبيقات النانو في بعض المجالات:
- ### II-1.5.1. في المجال الطبي:

- علاج الأورام السرطانية باستخدام جسيمات الذهب النانوي [2]؛ حيث تمتص الضوء وتحوله إلى حرارة تعمل على تدمير الخلية المصابة دون التأثير على الخلايا المجاورة [9].
- الكشف السريع و الدقيق للفيروسات و الكشف المبكر للأمراض و تعزيز النشاط المضاد للبكتيريا و توسيع الأوعية [2].
- تضاف جزيئات الفضة النانوية إلى المضادات الحيوية لزيادة فاعليتها ، لأنها قادرة على قتل أكثر من ستمائة نوع من الجراثيم و أنواع أخرى من الفيروسات دون أن تسبب أي إيذاء للجسم البشري [3].
- من العلاجات الجيدة و المستحدثة المستخدمة لعلاج داء السكري [3].

II-2.5.1. تنقية المياه:

- من أهم المجالات التي استخدمت فيها تقنية النانو وخاصة أنه أهم المشاكل التي يعاني منها العالم في القرن الحادي والعشرين وهي تنقية المياه الملوثة و تحللت المياه الملوثة [11].

II-3.5.1. المجال الإلكتروني:

- تستخدم في صناعة المصابيح الصغيرة الباعثة للضوء LED مثل المصباح الصغير الموجود أسفل شاشة التلفاز [3].
- إشارات المرور، اللوحات الإعلانية الموجودة في الطرق، قارئ الأقراص الفيديو الرقمية [3].

II-4.5.1. الصناعات:

تستخدم بشكل كبير في صناعة السبائك الفلزية نانوية الحبيبات و التي تدخل بشكل رئيسي في صناعة السيارات و الطائرات و الموصلات الكهربائية المستخدمة في الحواسيب و الرقائق الإلكترونية و بطاريات السيارات [3]، وكذا في صناعة الأجهزة الكهرومنزلية والأسلحة العسكرية [6].

II-5.5.1. المواد المعمارية:

ساهمت تكنولوجيا النانو في بناء مساكن فريدة بميزات عديدة لحل مشكلات الإسكان المتزايدة حيث تستطيع المساكن التي تستخدم بها تكنولوجيا النانو من مقاومة درجات الحرارة العالية والإشعاعات الضارة والحماية من الحرائق كما ستمكن المباني من صيانة ومعالجة أي تشققات وتصدعات ذاتيا بصورة مباشرة وتلقائية [4].

II-6.5.1. في الزراعة والأمن الغذائي:

استخدمت في تحسين الأتربة وتطوير الأسمدة والمبيدات الحشرية بحيث لا تشكل خطرا على صحة الإنسان كمضادات للفطريات حيث تقوم بتخريب الجدار الخلوي للفطريات أو التأثير على الجينات الوراثية للفطر مما يؤدي إلى تخريبه [11,12].

II-7.5.1. بعض التطبيقات الأخرى:

استخدمت في الصناعات النسيجية؛ فالملابس النانوية خفيفة الوزن ولها مقاومة عالية لامتصاص السوائل والأوساخ. وكذلك فان أصباغ النانو متعددة الاستخدامات انطلقا من طلاء الثلجات وصولا إلى أصباغ السيارات؛ والتي تمنع نمو البكتيريا والتصاق الغبار... الخ [10].

II-2. الجسيمات النانوية Nano Particles :

II-1.2. تعريفها :

يمكن تعريف الجسيمات النانوية على أنها عبارة عن تجمع ذري أو جزيئي يتراوح عددها من بضع ذرات إلى مليون ذرة مرتبطة ببعضها بشكل كروي تقريبا بنصف قطر أقل من 100 نانومتر [2]، وعرفت على أنها تراكيب تكون أحد أبعادها على الأقل ضمن المقياس النانوي [8].

II-2.2. طرق تصنيع الجسيمات النانوية:

II-2.2.1. الطريقة الفيزيائية أو تقنية الهبوط من أعلى إلى أسفل:

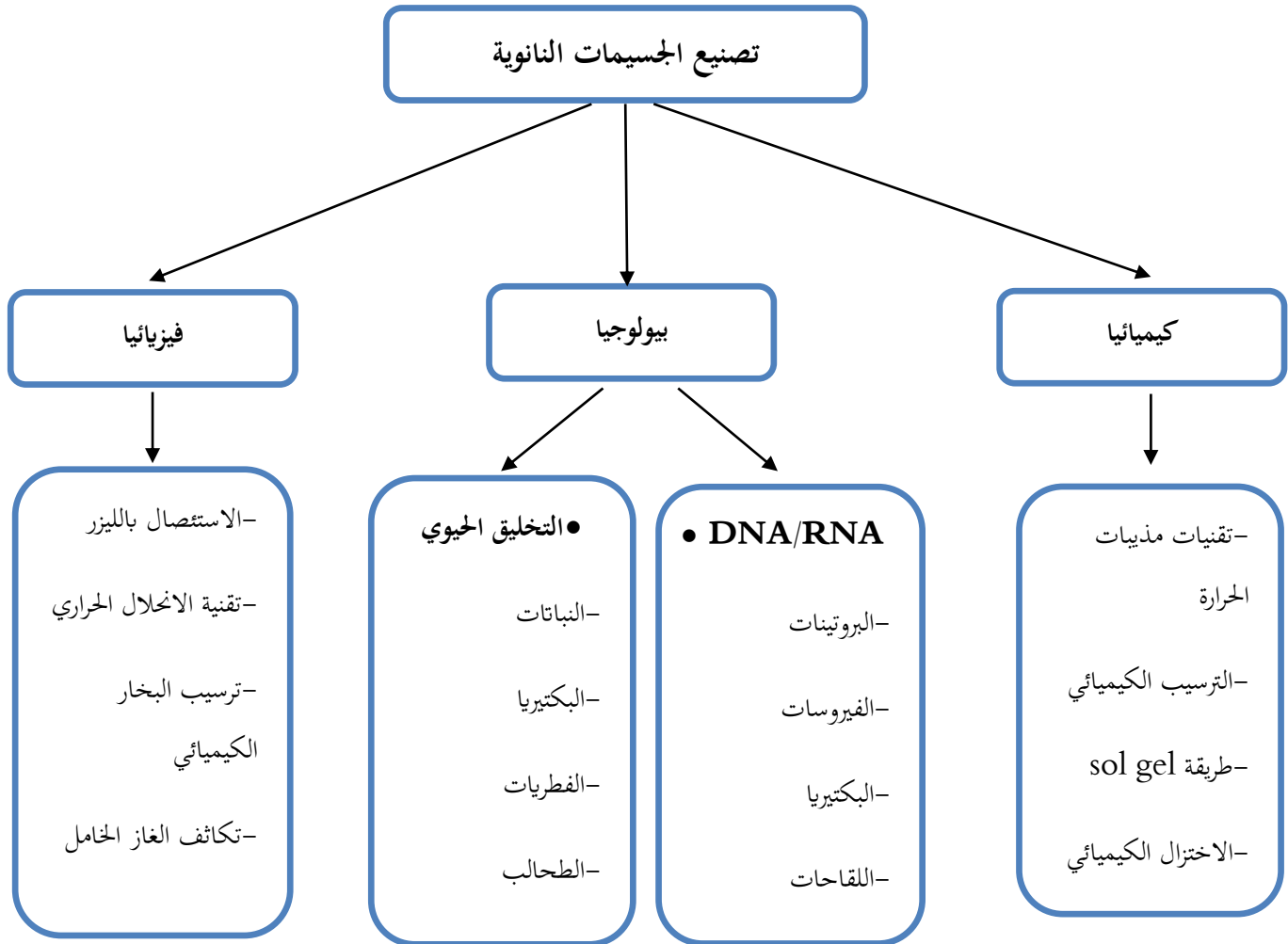
من أكثر الطرق الأكثر شيوعا ويتم فيها تصنيع المواد بتقليص أجسام ذات أطوال أكبر من النانو حتى تصل إلى أبعاد نانوية [13].

II-2.2.2. الطريقة الكيميائية أو تقنية الصعود من أسفل إلى أعلى:

حيث يتم تحضير المواد النانوية من خلال بنائها ذرة بذرة و جزيء بجزيء وضعها في هياكل نانوية محددة الأبعاد و الأشكال، وفقا للبنية المراد الحصول عليها [13].

II-2.2.3. الطريقة الحيوية:

تعتمد على نفس الطريقة الكيميائية لكن مصدرها يكون انطلاقا من نواتج الأيض للكائنات الحية و المستخلصات النباتية؛ فهي صديقة للبيئة وغير مكلفة وغير مستهلكة للطاقة [12].



الشكل (II-4) : مخطط يوضح طرق التصنيع النانوية [5].

II-3.2. خواص المواد النانوية:

• الخواص الكيميائية:

نسجل نشاط كيميائي ملحوظ على الجسيمات النانوية لذا تستخدم كمحفزات كيميائية جيدة [11].

• الخواص الكهربائية:

زيادة التوصيل الكهربائي و المغناطيسي في السيراميكات [3] و زيادة المقاومة الكهربائية في المعادن [6].

• الخواص المغناطيسية:

زيادة قوة و فاعلية المغناطيس وشدته حيث كلما صغر حجم الحبيبات زادت مغناطيسيتها [3] , وتعد المواد النانوية ذات الخصائص المغناطيسية من أهم المصادر المستخدمة في صناعة محركات السفن و البواخر ومولدات الطاقة الكهربائية [6].

• الخواص الفيزيائية:

من بين أهم الخواص الفيزيائية التي تتأثر هي درجة انصهار المواد المعدنية بتغير مقاييس أبعادها و أمثلة ذلك الذهب. فدرجة حرارة انصهار الذهب في الحالة العادية هي 1064، و عند تغيير قياسات أبعاده تقل درجة انصهاره إلى حوالي 500 درجة مئوية [3]. كما نلاحظ أن لبعض الجسيمات النانوية صلابة عالية رغم قلة وزنها [6].

• الخواص البصرية:

من المثير للدهشة تأثير الخواص البصرية للمواد عند تغير أبعاد ذراتها و منها التشتيت و التكمير الضوئي. وكذا لون المادة الذي يتغير بتغير حجم حبيباتها ومن أشهر هذه المواد هو الذهب [3].

• الخواص البيولوجية:

تحسين التلاؤم و التوافق البيولوجي وكذا زيادة قدرة النفاذية للحواجز البيولوجية التي تعيق وصول الأدوية للاماكن المصابة [3].

II-4.2. أبعاد المواد النانوية:

• المواد النانوية أحادية الأبعاد:

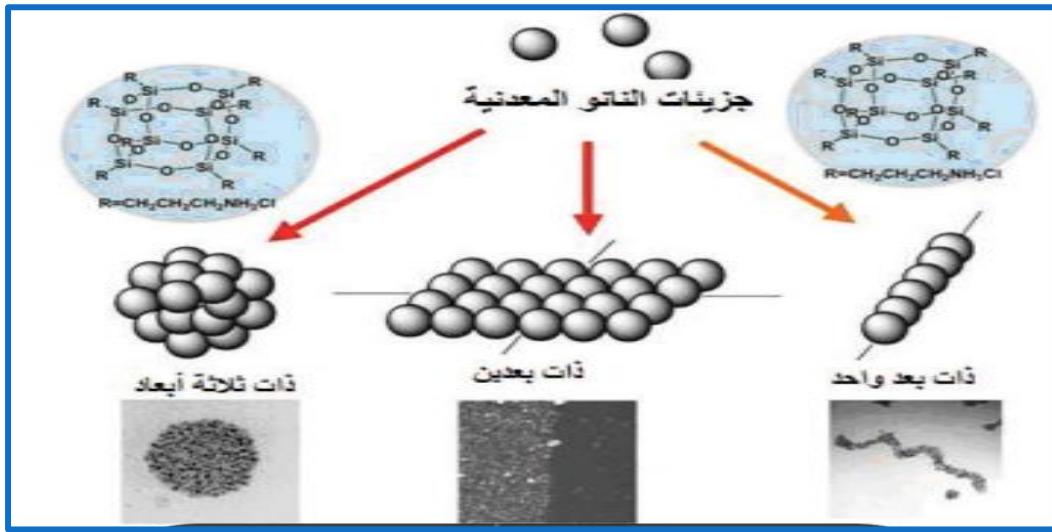
وهي مواد يكون احد أبعادها يقل عن 100 نانو متر بينما لا يشترط في بعدها الآخرين أن يكونا ذا أبعاد نانوية مثلا لرقائق أو الأغشية (Thin Layers) و رقائق مواد أشباه الموصلات [3].

• المواد النانوية ثنائية الأبعاد:

وهي مواد يشترط أن يقل بعددين من بعدها عن 100 نانومتر مثل الأنابيب أو الاسطوانات النانوية ومنها على سبيل المثال أنابيب الكربون التي لها خصائص فائقة منحتها مكانة كبيرة وكذلك الألياف النانوية وغيرها [3].

• المواد ثلاثية الأبعاد:

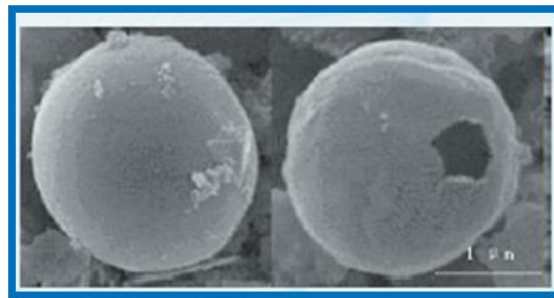
وهي مواد تقل أبعاد مقاييسها الثلاث عن مئة نانو متر وهي الكريات النانوية مثل الحبيبات النانوية و مساحيق الفلزات... الخ [3-11].



الشكل (II-5) : صورة توضح مختلف الأشكال لأبعاد المواد [3]

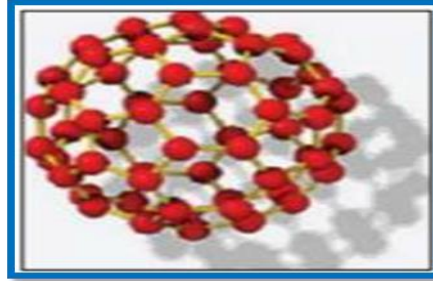
II-5.2. أشكال المواد النانوية:

• الكرات النانوية: هي مواد نانوية كروية متعددة القشرة وخاوية المركز ولا توجد فجوات على سطحها [6]. من أهمها كرات الكربون النانوية التي تنتمي إلى الفلورينات لكنها تختلف عنها قليلا في التركيب [1]. وقد يصل قطرها إلى 500 نانومتر أو أكثر [13].



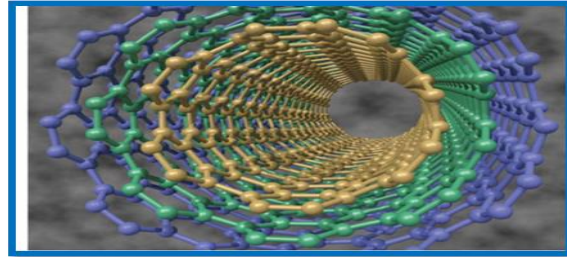
الشكل (II-6) : صورة توضيحية لكرة نانوية [1].

- الفلورينات: عبارة عن جزيء مكون من 60 ذرة كربون [1]، تكون مترابطة ثلاثيا تعطي شكل كرات لها بناء مماثل الجرافيت [13]. وقد أبدى العلماء اهتماما كبيرا بهذه الجزيئات فنشأ فرع جديد سمي كيمياء الفلورين وعرف ما يقارب 9000 مركب فلوريني [1].



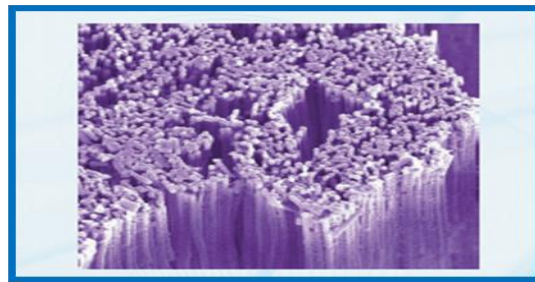
الشكل (II-7) : جزيء فلورين شبيه [1].

- الأنابيب النانوية: شرائح نانوية تطوى بشكل اسطواني وغالبا تكون إحدى نهايتي الأنبوب مفتوحة و الأخرى مغلقة بشكل نصف دائرة وتتكون من مواد موصلة و شبه موصلة ويتراوح قطر الأنبوب بين 1 إلى 100 نانومتر [13]، ومن أمثلتها أنابيب الكربون النانوية [6].



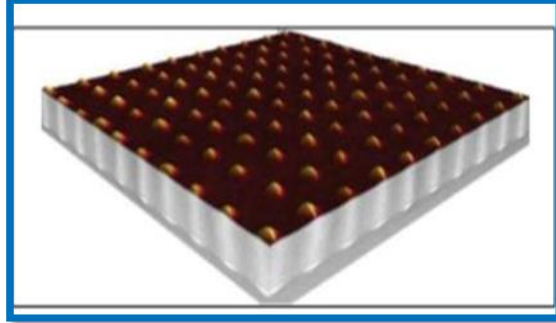
الشكل (II-8) : نموذج لأنبوب الكربون [11].

- الأسلاك النانوية: هي مواد نانوية ذات بعد واحد وبقطر يقل عن 1 نانومتر وبأطوال مختلفة وتتواجد بعدة أشكال منها الحلزوني أو متمائل خماسي الأشكال [13]. تحضر من مواد فلزية أو شبه موصلة أو عازلة أو عضوية أو غير عضوية [4].



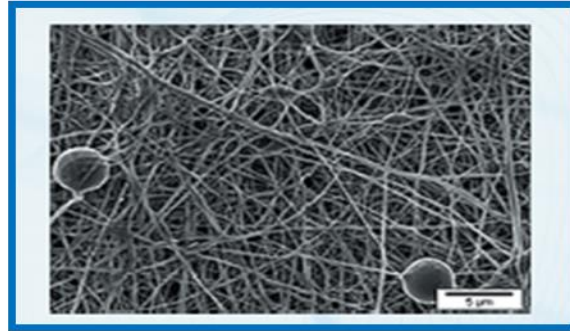
الشكل (II-9) : صورة توضح شكل الأسلاك النانوية [1].

- النقاط الكمية: هي مواد نانوية شبه موصلة ولها ثلاث أبعاد وتمتلك لب وقشرة^[6]. عندما يكون قطر النقطة الكمية 10 نانومتر فإنه يمكن صف 3 ملايين نقطة بجانب بعضها بطول يساوي عرض أصبع الإبهام^[13].



شكل (II-10): نقطة كمية ثلاثية الأبعاد^[13].

- الألياف النانوية : هي مواد نانوية بشكل ألياف تستخدم في الطب وتنقية السوائل... الخ^[6] يكون عدد ذرات سطح الألياف كبيرا مقارنة بالعدد الكلي وهذا يكسبها خواص ميكانيكية كالشدة والصلابة، ومن أشهرها الألياف المصنوعة من البوليمرات^[13].



الشكل (II-11): صورة توضح شكل الألياف النانوية^[1].

3-II. أكسيد الحديد النانوي:

1.3-II. تمهيد :

خلال السنوات القليلة الماضية، ازداد اهتمام الباحثين بتحضير ودراسة الأكاسيد المعدنية النانوية نظرا لتطبيقاتها المتزايدة^[14]، وخاصة باستخدام المستخلصات النباتية كونها من أكثر الأساليب الناجعة والصديقة للبيئة^[15]، حيث تحتوي هذه الأخيرة على العديد من المركبات العضوية مثل الفلافونويدات و الأحماض الكربوكسيلية و الفينولات و البروتينات التي تساهم بإرجاع المواد المعدنية وإنتاج جسيمات نانوية بطريقة سهلة^[16] ويعد أكسيد الحديد من الأكاسيد المثيرة للاهتمام نظرا لتطبيقاته المتعددة.

II-2.3. تعريف أكاسيد الحديد:

يعد الحديد من بين العناصر المعدنية المكتشفة منذ القدم والأكثر وفرة في القشرة الأرضية. يتميز في حالته النقية بلون أبيض ذو بريق رمادي وهو ناقل جيد للحرارة والكهرباء، ويتميز بخواص مغناطيسية قوية كثيرا ما يكون في الطبيعة على صورة أكسيد ثنائي التكافؤ^[17].

يتميز عنصر الحديد (Fe) بنشاطه الكيميائي لذلك يتحد مع العناصر من حوله خاصة مع عنصر الأكسجين (O) و الماء. فغالبا ما نجد مركبات أكسيد الحديد بعدة هيئات مختلفة وبشكل عام تم اكتشاف ستة عشر نوعا من أكاسيد الحديد إلى يومنا هذا بفئتين هما أكاسيد وهيدروكسيدات الحديد ونستعرض أهمها في الجدول (1-II). تختلف فيما بينها من حيث التكوين، تكافؤ عنصر الحديد، وعلى وجه الخصوص في التركيب البلوري. وعلى عكس الحديد النقي الذي يعتبر من المعادن الموصلة فإن أكاسيد الحديد إما شبه موصلة تزداد ناقليةهم بزيادة درجة الحرارة أو عازلة^[17].

الجدول (1-II): أهم أكاسيد و هيدروكسيدات الحديد^[17].

الهيدروكسيدات (OH)		الأكاسيد (O)	
الصيغة الكيميائية	العنصر	الصيغة الكيميائية	العنصر
α -FeOOH	Goethite	γ -Fe ₂ O ₃	Maghemite
β -FeOOH	Akaganeite	Fe ₃ HO ₈ .4H ₂ O	Ferrihydrite
γ -FeOOH	Lepidocrocite	α -Fe ₂ O ₃	Hematite
δ' -FeOOH	Feroxyhyte	Fe ₃ O ₄	Magnetite

II-3.3. أشكال أكاسيد الحديد:

تم اكتشاف حوالي 16 نوعا من أكاسيد الحديد لكن أشهرها هي:

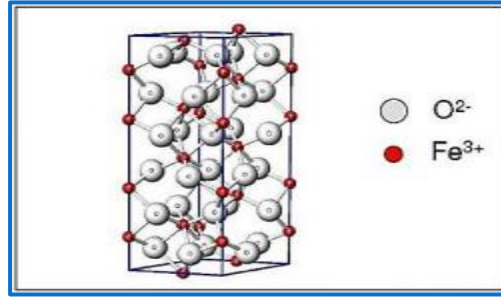
✓ الماغنتيت (Fe₃O₄)Magnetie:

يعد هذا المعدن أحد أكاسيد الحديد الشائعة وأحد خامات الحديد الرئيسية، وله بنية مكعبة الوجه متمركزة^[19]، ويختلف عن معظم أكاسيد الحديد الأخرى أنه يحتوي على كل من الحديد ثنائي التكافؤ وثلاثي التكافؤ، ويمكن استبدال الحديد ثنائي التكافؤ جزئيا أو كليا بأيونات ثنائية التكافؤ أخرى مثل (Mn، Co)، (Zn). يملك الماغنتيت أدنى مقاومة بين أكاسيد الحديد ومغناطيسية قوية جدا. يمكن للماغنتيت أن يتأكسد إلى

ماغميت أو هيماتيت وذلك بهجرة ذرات الحديد Fe داخل البنية و إضافة ذرات O ليتغير من Fe_3O_4 إلى Fe_2O_3 [20].

✓ الهيماتيت Hematite ($\alpha-Fe_2O_3$):

هو أكسيد الحديد الثلاثي ($\alpha-Fe_2O_3$) له بنية مشابهة للكورونديم ($\alpha-Al_2O_3$)، وهو النمط الأكثر شيوعا لكونه الأكثر استقرارا في الظروف الطبيعية من حرارة وضغط. يوجد طبيعيا في معدن الهيماتيت و تتفاوت المغناطيسية الحديدية له حسب درجة الحرارة. فعند درجات حرارة أقل من 260 كلفن يكون لا مغناطيسيا في حين عند درجات حرارة بين 260 و 950 كلفن تكون له خواص مغناطيسية[21]. ينتشر بكثرة في الطبيعة ويعتبر أحد الخامات الرئيسة للحديد (70% حديد)[22].



الشكل (II-12): خلية أساسية لمركب الهيماتيت[23].

✓ الماغميت Maghemite ($\gamma-Fe_2O_3$):

له نمط مكعب شبه مستقر ويعتبر الأكثر أكسدة من أكاسيد الحديد الأخرى. يمكن اعتبار الماغميت على أنه ماغنيتيت مؤكسد بالكامل، وهو عبارة عن معدن شبه موصل. للماغميت خواص مغناطيسية جيدة جعلت منه مادة كثيرة الاستعمال في الطب الحيوي. و يتحول إلى النمط ألفا عند درجات الحرارة المرتفعة التي تتجاوز $250^\circ C$ [24].

الجدول (II-2): بعض الخصائص العامة لأكاسيد الحديد [17].

الخصائص				الحديد
المغناطيسية	درجة الانصهار	الكثافة (g/cm^3)	الصيغة	
مغناطيسي	1597-1583	5.18	Fe_3O_4	الماغنتايت
مغناطيسي	-	4.87	$\gamma-Fe_2O_3$	الماغهيمات
ضعيف المغناطيسية أو مضاد المغناطيسية	1350	5.26	$\alpha-Fe_2O_3$	الهيماتيت

4.3-II. تطبيقات أكسيد الحديد النانوي [16]:

تستخدم جزيئات أكسيد الحديد النانوية لـ:

- علاج السرطان، وعلاج الأنسجة التالفة، وإزالة السموم من السوائل البيولوجية، وغيرها.
- تستخدم كواسمات للخلايا للمراقبة البعدية.
- عكس الصور في تقنية الرنين المغناطيسي.
- إزالة أيونات العناصر الثقيلة السامة من مياه الصرف الصحي.

المراجع

المراجع باللغة العربية:

- [1]-م، ص، الصالحي. ع الله، ص، الضويان. (2007). "مقدمة في تقنية النانو". كلية العلوم-جامعة الملك سعود.
- [2]-ي، ش، أحمد. س حماد. واخرون. (2021). "تصنيع المواد النانوية بالمعالجة الحرارية المائية". بحث مقدم إلى مجلس كلية العلوم التطبيقية-جامعة الأنبار.
- [3]-م، ش، الأسكندراني. (أبريل 2010). "تكنولوجيا النانو من أجل غد أفضل". الكويت: عالم المعرفة.
- [4]-س.ع.عبود.(2018). "افاق استخدام تقنية النانو تكنولوجيا وتطبيقاتها".مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية-سلسلة العلوم الهندسية، العدد 3 (40)، سورية.
- [5]-ع .الرفيق.(2022). "التحضير الحيوي المنشأ لجسيمات أكسيد الزنك النانوية ودراسة نشاطها المضاد للبكتيريا والمضاد للأكسدة". مذكرة ماستر أكاديمي في الكيمياء، كلية الرياضيات و علوم المادة، جامعة قاصدي مرباح، ورقلة، ص4-6.
- [6]-ع.ع.الله حسب الله،ع،الله خلف البياتي(2017). "تطبيقات تقنية النانو".رسالة ماجستير العلوم في الهندسة.جامعة القاهرة، جمهورية مصر العربية.
- [7]-أم، مرفت رشاد،أ، ج، حسونه . (نوفمبر 2017). "التطبيقات البيئية الخضراء لتكنولوجيا النانو في المستقبل، المؤتمر الدولي السابع للإتحاد العربي للتنمية المستدامة والبيئة, سبل تعزيز التكنولوجيا النظيفة والتقنيات صديقة البيئة بالمنطقة العربية".ص26.
- [8]-ر، ع، سارة.(1987). "تأثير نانو الفضة على مرض السرطان". بحث. كلية التربية-قسم الكيمياء، جامعة القادسية،.
- [10]-م، م، س، صالح.(2015). "تقنية النانو وعصر علمي جديد". الرياض: مكتبة الملك فهد الوطنية.
- [10]-ن، منير. (2009). "النانو تكنولوجيا عالم صغير ومستقبل كبير". الدار العربية للعلوم ناشرون.
- [11]-ع الله، ج، إيمان،. "مقدمة عن الجسيمات النانوية". دكتوراه في العلوم الصرفة. مقال علوم وتكنولوجيا.

[12]-ع،ت، ميساء. (2020). "التخليق الحيوي للجسيمات النانوية وتطبيقاتها في مجال مكافحة الآفات الزراعية". دراسة مرجعية. مجلة وقاية النبات العربية .

[13]-ا، كززة.ع، خولة.ن، سلوى.(2020). "الاصطناع الحيوي لجزيئات الفضة النانوية وتحديد الفاعلية المضادة للبكتيريا-دراسات سابقة-".مذكرة تخرج لنيل شهادة ماستر أكاديمي في الكيمياء،كلية العلوم الدقيقة،الوادي،ص21-22.

[14]-أ،ع،سلمان. ك،خ، احمد.اض، شاطي. (2018). "تحضير وتشخيص دقائق اوكسيدالحديد النانوية باستخدام مستخلصنبات الليمون العراقي". مجلة كلية التربية الأساسية.

[15]-ح،حمادي.سعد الله، دلال. ب،رميسة.(2022). "تحضير وتشخيص دقائق أكسيد الحديد النانوية باستخدام مستخلص قشور ثمار الرمان". مذكرة تخرج لنيل شهادة ماستر أكاديمي في الكيمياء، كلية العلوم الدقيقة، جامعة الشهيد حمه لخضر، الوادي،ص37-40.

[16]-ط،فاطمة.ط،صبرينة.(2022). "مراجعة الأدب العلمي حول تحضير و تشخيص وتوصيف المواد النانوية العضوية المبنية على المركبات المعدنية". مذكرة مقدمة لنيل شهادة ماستر أكاديمي، كلية الرياضيات وعلوم المادة، جامعة قاصدي مرباح،ورقلة،ص72.

[18] ع ،الغنيم وآخرون , "الموسوعة الجيولوجية الجزء الخامس "1998

[22] ب، أنور. ك، عماد " دراسة خصائص أكسيد الحديد". جامعة الوادي, (2017).

المراجع باللغة الأجنبية :

[17] A.S. Teja, P.Y. Koh.(2009) "Synthesis, properties, and applications of magnetic iron oxide nanoparticles", Prog. Cryst. Growth Charact. Mater. 55 ,22-45.

[19] Dghoughi, L., et al. "Physico-chemical, optical and electrochemical properties of iron oxide thin films prepared by spray pyrolysis." Applied Surface Science 253.4 (2006): 1823-1829.

[20]Deer, William Alexander. "An introduction to the rock-forming minerals". No. 04; QE364. 2. R6, D41966

[21]Bazine, Abdelmadjid, and Mohamed Salah Ferah. (2017)"Elaboration par sol-gel et caracterisation d'oxydemetallique (type: α -fe₂o₃) aux propres photocatalytiques. Diss".university constantine.

[23]Wu, Wei, et al. (2015)"Recentprogress on magnétisations oxide nanoparticles: synthesis, surface functional stratégies and biomédical applications." Science and technologie of Advanced materials .

الفصل الثالث:

عموميات حول البكتيريا والفاعلية

المضادة للبكتيريا

تمهيد:

تشكل البكتيريا أكبر مجموعة من الكائنات وحيدة الخلية ذات النوى البدائية (Prokaryotes) و هي أول الكائنات الحية التي ظهرت على سطح الأرض و أصغرها بنية على الإطلاق^[1], وذلك كون خلاياها لا تمتلك النواة بشكلها الحقيقي، و أن المادة الوراثية تكون سابحة في السايوبلازم. و تنتشر البكتيريا في كل المواطن و البيئات على هذا الكوكب فهي تستوطن المياه و التربة (إذ يحتوي الغرام الواحد من التربة على 40 مليون خلية بكتيرية تقريبا) ومنها الضارة والمفيدة. و تلعب دورا مهما في العديد من العمليات الحيوية, كما أمكن توظيفها بنجاح في إنتاج الأحماض و الإنزيمات و العديد من المنتجات اليومية. كما تدخل البكتيريا و بشكل كبير في المجال الغذائي للإنسان و الحيوان و ذلك من جهة استخدامها في إنتاج و تحسين الغذاء أو من جهة دورها في إحداث التلف أو التسمم الغذائي^[2].

III-1. تعريف البكتيريا:

البكتيريا كائنات دقيقة الحجم، لا ترى إلا بالمجهر تتراوح أبعادها بين 1 - 10 ميكرومتر و تستطيع جرثومة البكتيريا العيش لأعوام طويلة متحملة في جميع الأحوال غير الملائمة من ارتفاع درجة الحرارة، أو انخفاضها، أو غير ذلك من الظروف البيئية القاسية^[3]. وهي عبارة عن كائنات بدائية النواة وتتكون من خلية واحدة أو تجمعات من خلايا متشابهة وتتكاثر بالانشطار الثنائي^[4].

الجدول (III - 1): صفات الخلية^[3]

الصفة	أبعاد الخلية	النواة	الغشاء السيتوبلازمي	الهيكال الخلوي	العضيات	الصبغيات
خلايا بدائيات النوى	تتراوح بين 1 - 10 ميكرون	غير موجودة	موجود	غير موجود	غير موجودة	صبغي حلقي واحد صغير نسبيا

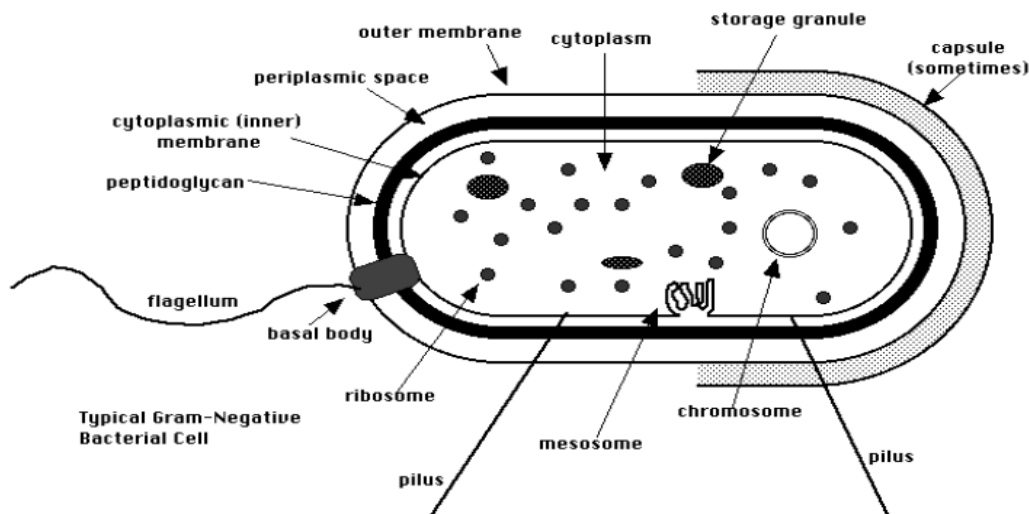
III-2. الخصائص العامة للبكتيريا^[5]:

1. أحياء مجهرية دقيقة بدائية النواة.

2. تتميز ببساطة التركيب.

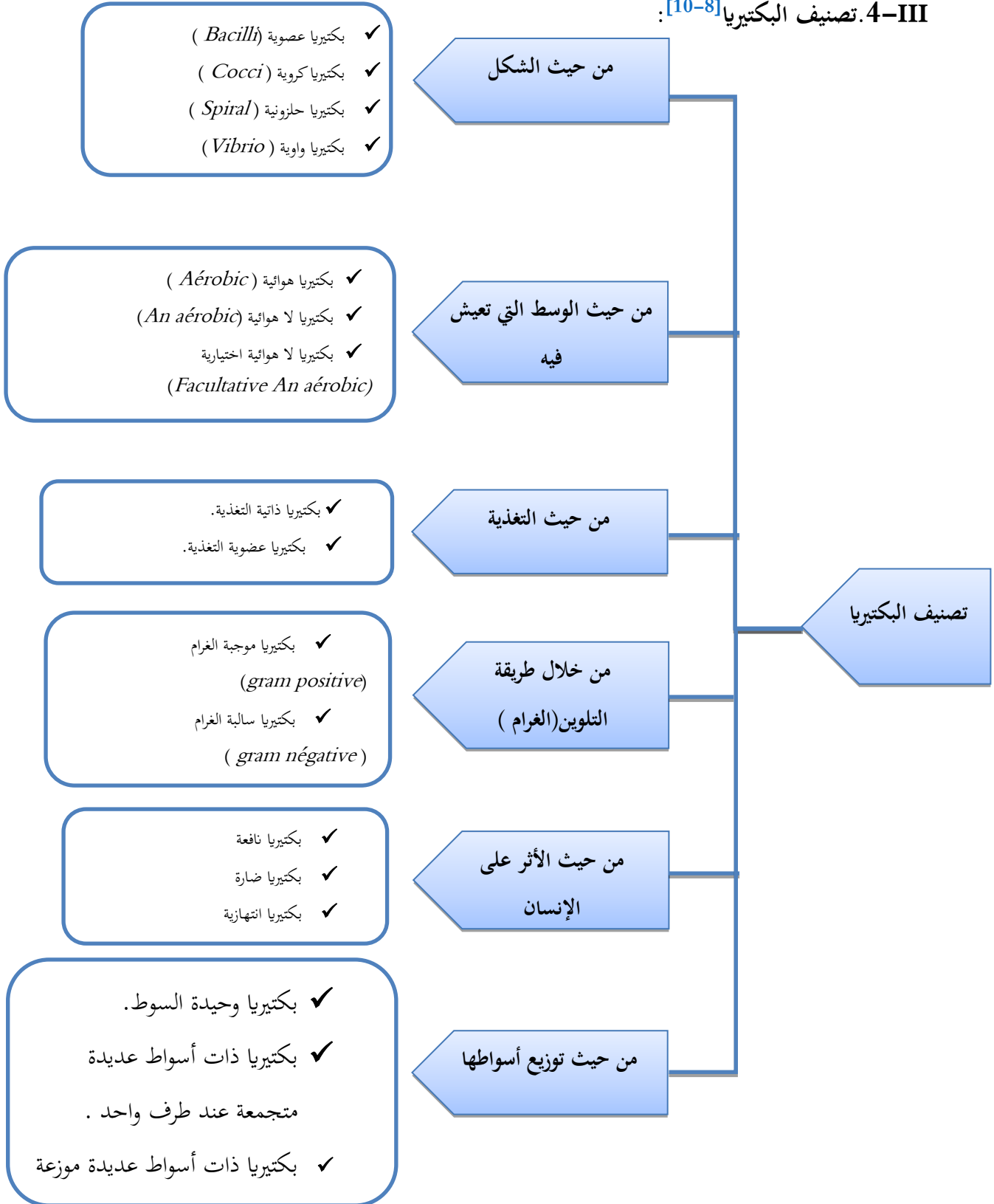
3. يتميز جدارها الخارجي بالصلابة لوجود مادة متعدد الببتيد (الببتيدوكلايكاف).
 4. تختلف الخلية البكتيرية في حجمها وشكلها.
 5. تتكاثر بالانشطار الثنائي البسيط و تتغذى على المواد العضوية و اللاعضوية.
 6. تنتشر على سطح خلاياها السالبة لصبغة غرام تراكيب تدعى بالأهداب.
- III-3. المكونات الأساسية للخلية البكتيرية:

- المادة الوراثية النووية: تحتوي على المعلومات الوراثية و تكون غير محاطة بغشاء و إنما موزعة في السائل البلازمي (Cytosol) [7].
- السائل البلازمي Cytosol: يحتوي على الرايوسومات و به حبيبات لتخزين المواد الغذائية بالإضافة إلى فراغات لتجميع الفضلات [8].
- جدار الخلية: يعطي الخلية شكلها المعروف و هو رقيق لكنه صلب و شبه نفاذ يسمح بمرور السوائل و المواد الغذائية إلى داخل الخلية و خروج الفضلات خارجها [7].
- غشاء البلازما: هو غشاء شبه نفاذ و يحتوي على إنزيمات التنفس و به الميسوسومات و التي تلعب دورا هاما في انقسام الخلية و التنفس و طرد الفضلات خارج الخلية [8].
- المحفظة: توجد في بعض البكتيريا و تغطي جدار الخلية من الخارج و تعمل كغلاف واقى للبكتيريا [8].
- الأسواط: بعض البكتيريا لها أسواط و تستخدم في الحركة و قد تكون وحيدة أو متعددة [7].
- الأهداب او الاهلاب: استطالات دقيقة تقع حول الخلية و تستخدم في الالتصاق بالأجسام [7].



الشكل (III - 1): صورة توضح مكونات البكتيريا [7].

III-4. تصنيف البكتيريا [8-10]:



الشكل (III - 2): تصنيف البكتيريا

III-5. أنواع البكتيريا المدروسة:

III-5.1. *Escherichia Coli*:

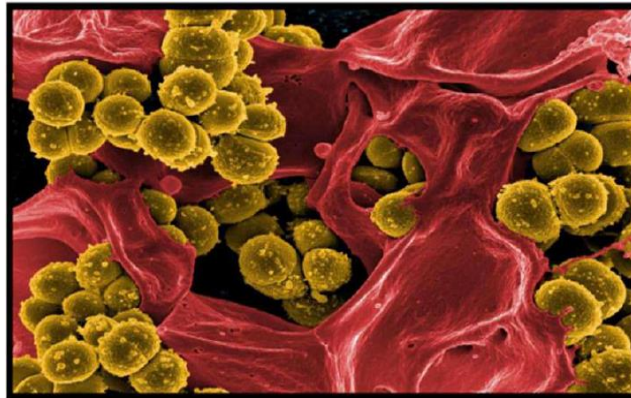
هي بكتيريا عصوية الشكل ذات أبعاد من $1\mu\text{m}$ إلى $3\mu\text{m}$ سالبة غرام (G-). تعيش في أمعاء الإنسان و النبات و التربة وتسبب العديد من الأمراض منها الإسهال الحاد؛تسمم الدم ؛أمراض الجهاز البولي والتهاب السحايا^[10].



الشكل (III - 3): بكتيريا *Escherichia Coli*^[3]

III-5.2. *Staphylococcus aureus*:

هي بكتيريا موجبة الغرام (G+) كروية الشكل عديمة الحركة، تكون عناقيد على شكل أكوام، و تتواجد لدى الإنسان في الجلد و الأمعاء والجهاز التناسلي و على الوجه من بين الأمراض التي تسببها هذه البكتيريا التهابات جلدية خطيرة، التهابات الرئتين، و أمراض السحايا، و تسمم الدم، وغيرها من أمراض قاتلة^[11].



الشكل (III - 4): بكتيريا *Staphylococcus aureus*^[3]

III-3.5. *pseudomonas aeruginosa*:

هي بكتيريا متحركة هوائية عصوية الشكل، مصدرها الجهاز الهضمي للإنسان، الحيوان والماء. تنتج هذه البكتيريا بروتينات خاصة بها تعمل على قتل أو إيقاف نمو بعض أنواع البكتيريا كما لها القدرة على مقاومة العديد من المضادات الحيوية وتصيب المرضى الذين يعانون من ضعف المناعة [12].



الشكل (III - 5): بكتيريا *pseudomonas aeruginosa* [3]

III-4.5. *klebsiella pneumonia*:

هي بكتيريا سالبة غرام (G-) عصوية الشكل لا هوائية اختيارية. تعتبر من أكثر البكتيريا المسببة لالتهاب المسالك البولية وتنتقل عن طريق المعدات الطبية الملوثة وخاصة في العمليات الجراحية [13].



الشكل (III - 6): بكتيريا *klebsiella pneumonia* [3]

III-6. المضادات الحيوية:

III-6.1. تعريف المضادات الحيوية (antibiotique)^[14]:

المضاد حيوي هو مادة تنتج إما من ميكروب أو من نبات أو تكون صناعية بالكامل و هو يمنع نمو ميكروب آخر أو يبطئ نموه. عادة يوصف المضاد الحيوي لعلاج نوع من أنواع البكتيريا لذا تعرف المضادات الحيوية بمضادات البكتيريا فهي غير قادرة على علاج الأمراض التي تسببها الفيروسات مثل الأنفلونزا ونزلات البرد و التهاب الحلق.

III-6.2. طرق تأثير المضادات الحيوية:

هناك أنواع مختلفة من المضادات الحيوية و كل مجموعة لها طريقة معينة تقتل البكتيريا فيها, و لأن البكتيريا أنواع مختلفة فلذلك هناك مضادات حيوية لا تستطيع أن تقتل كل أنواع البكتيريا.

● مضادات تعمل على تخريب الجدار الداخلي للبكتيريا:

يقوم المضاد الحيوي على تخريب عمل نفاذية الغشاء الداخلي مما يؤدي إلى طرح المواد السائلة إلى خارج الخلية وزيادة المياه الداخلة وبالتالي دمارها^[15].

● مضادات تعمل على تخريب بنية الغشاء السيتوبلازمي:

تؤدي البكتيريا إلى التأثير على هندسة الغشاء وتحللها وتثبيط عمله مما يؤدي إلى فقد السيتوبلازم^[16]

● مضادات تعمل على تثبيط انقسام ADN:

تهاجم المضادات الحيوية و وتمنعها من الانقسام وبالتالي توقف عملية النسخ وتدم البكتيريا^[15].

● مضادات حيوية تعمل على تثبيط تشكيل البروتين:

تستهدف العناصر المسؤولة على تشكيل البروتين فتصبح البكتيريا عاجزة عن تشكيل البروتين فتصبح غير فعالة^[16].

● مضادات تعمل على تخريب الجدار الخارجي للبكتيريا:

يعمل المضاد الحيوي على إيقاف تركيب الجدار الخارجي بتثبيط (Transpeptidase) هذا ما يمنع تركيب (Peptidoglycane) مما يؤدي إلى وقف عملها^[16].

III-7. تقدير الفاعلية المضادة للبكتيريا:

يتم تقدير الفاعلية المضادة للبكتيريا بعدة طرق منها: طريقة تثبيط ، طريقة الانتشار على الأقراص [17].
ومن أهم طرق تقدير الفاعلية المضادة للبكتيريا وأكثرها استعمالا طريقة الانتشار على الأقراص ويتم إنجازها وفق الخطوات التالية: [18]

✓ تحضير عدة تراكيز مختلفة للعينة المدروسة .

✓ تحضير الأقراص:

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

✓ تشبيح الأقراص بالعينة المدروسة:

بعد تعقيم الأقراص توضع في علب بتري وتشبيح بـ 10µl من المستخلصات المحضرة، تترك لمدة 10min قبل وضعها على الوسط الزراعي.

✓ تحضير وسط الزرع:

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

✓ تحضير المعلق البكتيري:

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

✓ طريقة الزرع:

بعد مرور 15min يتم غمس الماسح القطني المعقم في المعلق البكتيري بعدما يجري التخلص من الكميات المعلق بضغط الماسح القطني بقوة بجدران أنبوب الاختبار من الداخل، ثم يمسح به على كامل الوسط الزراعي الجاف بشكل خطوط متلاصقة مع تدوير طبق بتري بزاوية 60% في كل مرة، نقوم بنفس العملية مع كل السلالات البكتيرية، يتم نزع الزائد منه بواسطة ملقط.

✓ وضع الأقراص:

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

✓ عملية الحضانة:

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

المراجع

المراجع باللغة العربية:

- [1] ع، رنا. (2019). "التركيب البنائي للخلية". جامعة الشام- كلية الصيدلة.
- [2] ح،زهراء(2019). "رسالة مقدمة الى مجلس كلية التربية للعلوم الصرفة". جزء من متطلبات نيل شهادة ماجستير في علوم الحياة. جامعة بغداد.
- [3] ل،الرفيق(2022). "التحضير الحيوي المنشأ لجسيمات أكسيد الزنك النانوية ودراسة نشاطها المضاد للبكتيريا والمضاد للأكسدة"، مذكرة مقدمة لنيل شهادة ماستر أكاديمي في الكيمياء، جامعة قاصدي مرباح، ورقلة.
- [4] م،محمد، واخرون.(2005).عالم البكتيريا.مكتبة اوزوريس.
- [5] ل،ع الهادي. (2018-2019). مطبوعة الأعمال التطبيقية. المدرسة العليا للأساتذة بالقبة الجزائر.
- [6] س.ر،الحيالي. (2015). "مبادئ الأحياء المجهرية-الدرس العملي". جامعة الموصل.
- [7] م،سهى. (2016). " مبادئ علم الأحياء المجهرية محاضرة رقم 5". المدرسة العليا للأساتذة بالقبة الجزائر. .
- [10] ز،محمد.(2018). "دراسة الفعالية المضادة للأكسدة والبكتيريا للمستخلصات الرمان". مذكرة تخرج لنيل شهادة دكتوراه في العلوم. تخصص علوم الكيمياء. جامعة قاصدي مرباح-ورقلة
- [14] س، نهي . (2018). "الاستخدامات الخاطئة للمضادات الحيوية". كلية الصيدلة-جامعة تكريت.
- [17] ر.ف. صالح، م.ن. معروف، ح.م. حمزة.(2018). "تحديد الفعالية التثبيطية لجزيئات الفضة النانوية ضد بعض الأنواع البكتيرية المرضية المتعددة المقاومة للمضادات الحيوية"
- [18] ش. سمية. (2021). "دراسة المستخلصات العضوية والمائية لنبات *Moltkia ciliata* وتطبيقاتها في الفاعلية البيولوجية وتنشيط التآكل المائي " ، رسالة محضرة لنيل شهادة الدكتوراه العلوم في كيمياء عضوية تطبيقية ، جامعة قاصدي مرباح ورقلة.

المراجع باللغة الاجنبية:

- [8]Mbaebie BO, Edeoga HO, Afolayan AJ.(2012). "Phytochemical analysis and antioxidants activities of aqueous stem bark extract of *Schotia latifolia* Jacq". *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*. 2:118-124.
- [9]. Ahmad N, Zuo Y, Lu X, Anwar F and Hameed S.(2016). "Characterization of free and conjugated phenolic compounds in fruits of selected wild plants". *Food chemistry*. 190: 80-89.
- [10] MELLIES J.,BARRON A.,CARMONA A.(2007)" Enteropathogenic and enterohemorrhagic *Escherichia coli* virulence gene regulation". *Infection and Immunity*.
- [12]Vogt.R.L, and Dippold.L.(2005)" *Escherichia coli* 0157: H7 outbreak associated with consumption of ground beef, June-July 2002. *Public health reports*. 120(2):P. 174-178.
- [13] POOL K., (2001)." Multidrug efflux pumps and antimicrobial resistance in *Pseudomonas aeruginosa* and related organisms". *J. MOL.Biotechnol*.
- [15]Sc. Pharm. Françoise Van Bambeke.(2007-2008) ." *Pharmacologie et Pharmacothérapie*" .Université catholique de Louvain
- [16]Torche S;Bensegueni L .(2019-2020)" *Pharmacologie spéciale- Chapitre1: Les antibiotiques*."Université des Frères Mentouri CONSTANTINE 1.

الجزء العملي

الفصل الرابع:

الطرق و الوسائل

تم إنجاز هذا العمل على مستوى مخابر كلية العلوم الدقيقة بجامعة الشهيد حمه لخضر و كذا مخابر كلية العلوم والتكنولوجيا, أما الجزء الخاص بالنشاط المضاد للبكتيريا تم إنجازه بمخبر المجد للتحاليل الطبية بولاية الوادي .

IV- 1 تحضير المادة النباتية المدروسة:

تم استعمال في هذه الدراسة نبات الحلمة ، تم جنيها من مدينة قمار بتاريخ 5\03\2023 و إزالة الأجزاء الميتة والشوائب عنها وفصل الجزء التراي عن الهوائي من أجل إيقاف العمل الإنزيمي ثم تجفيفها في مكان جاف وبعيد عن أشعة الشمس ثم طحنها بواسطة الهاون إلى أجزاء صغيرة.



الشكل (IV- 2): بعد الطحن

الشكل (IV- 1): قبل الطحن

IV- 2. الأدوات والمواد والأجهزة المستعملة :

الجدول (IV- 1): المواد والأدوات المستعملة

المواد	الأجهزة	الأدوات
ماء مقطر	ميزان إلكتروني حساس	بيشر L 1
ايتانول	مخلوط مغناطيسي	ماصة ml10
كلوريد الحديد الثلاثي	جهاز رج وتسخين	ملعقة
مسحوق نبات الحلمة	جهاز الطرد المركزي	هاون
DMSO	جهاز المطيافية للأشعة تحت الحمراء	ورق ترشيح
غلوكونز	IR	أنابيب اختبار 50 ml
	جهاز الأشعة فوق البنفسجية UV	حوجلة 500ml
	جهاز حيود الأشعة السينية DRX	

	المجهر الالكتروني الماسح MEB فرن جهاز الترشيح	
--	---	--

IV - 3. الاستخلاص:

IV - 3.1. تعريف الاستخلاص:

هي تقنية يتم بها فصل المركبات من المادة الخام باستعمال مذيبات عضوية^[1]، إذا كانت المادة الخام سائلة فيسمى استخلاص سائل-سائل وإذا كانت المادة الخام صلبة فيسمى استخلاص سائل-صلب وله عدة أشكال ترتبط بعدة عوامل مختلفة تتعلق بالمادة و المذيب المستخدم^[2].

IV - 3.2. طريقة الاستخلاص المتبعة :

نزن 70 غرام من النبات المجفف ثم يتم نعهه في 1 لتر من الماء المقطر لمدة 24 ساعة في درجة حرارة الغرفة, بعدها تم فصل الرشاحة بواسطة جهاز الترشيح والتخلص من المخلفات الصلبة.



الشكل (IV - 3): صورة توضح نعه النبات في الماء المقطر



الشكل (IV-4): صورة توضح عملية الترشيح



الشكل (IV-5): المستخلص النباتي بعد الترشيح

IV - 4. تحضير العينات:

تمت في هذه الدراسة تحضير ثلاث عينات ذات تراكيز مختلفة.

- **العينة A** : لتحضير العينة A نضع كتلة قدرها 5,048g من كلوريد الحديد الثلاثي ($FeCl_3$) داخل بيشر ونضيف إليها 400ml من الماء المقطر , يتم تحريكهما حتى الذوبان للحصول على محلول ذي تركيز (0.1M).



الشكل (IV-6) : صور توضح محلول كلوريد الحديد الثلاثي

يتم تسخين المحلول على جهاز الرج والتسخين مع قياس درجة الحرارة حتى الوصول إلى درجة 70°C , يتم بعدها إضافة 200 مل من المستخلص للمحلول فنلاحظ تغير اللون إلى الأسود كما هو موضح في الصورة.



الشكل (IV-7): المستخلص بعد إضافة كلوريد الحديد

نقوم بتغطية الخليط بورق الألومنيوم ووضعها على جهاز الرج والتسخين لمدة أربع ساعات ويتم حساب الوقت مباشرة بعد وصول درجة حرارة الخليط للدرجة 70°C فنلاحظ تشكل راسب أسود اللون.



الشكل (IV - 9): العينة بعد نزعها من جهاز الرج

الشكل (IV - 8): العينة في جهاز الرج و التسخين

يترك الخليط يبرد لمدة 24 ساعة ثم يوضع في جهاز الطرد المركزي بسرعة (5000t\min) لمدة 10 دقائق. تم غسل الراسب عدة مرات بالماء المقطر ومرة بالايثانول و وضعه في الفرن لمدة 24 ساعة حتى يجف.



الشكل (IV - 11): العينة بعد إخراجها من الفرن

الشكل (IV - 10): الراسب المتشكل قبل وضعه في الفرن

- **العينة B:** لتحضير العينة B نضع كتلة قدرها 2,524g من كلوريد الحديد الثلاثي ($FeCl_3$) داخل بيشر ونضيف إليها 400ml من الماء المقطر ويتم تحريكهما حتى الذوبان للحصول على محلول ذي تركيز (0.05M).

يتم تسخين المحلول على جهاز الرج والتسخين مع قياس درجة الحرارة حتى الوصول إلى درجة $70C^0$ يتم بعدها إضافة 200مل من المستخلص للمحلول فنلاحظ تغير اللون إلى الأسود.

نقوم بوضع الخليط على جهاز الرج والتسخين لمدة أربع ساعات ويتم احتساب الوقت مباشرة بعد وصول درجة حرارة الخليط للدرجة $70C^0$ فنلاحظ تشكل راسب أسود اللون.

يترك الخليط يبرد لمدة 24 ساعة ثم يوضع في جهاز الطرد المركزي بسرعة $(5000t\min)$ لمدة 10 دقائق, ثم غسل الراسب عدة مرات بالماء المقطر ومرة بالايثانول و يوضع في الفرن لمدة 24 ساعة حتى يجف.

● **العينة C** : لتحضير العينة C نضع كتلة قدرها 1,262g من كلوريد الحديد الثلاثي $(FeCl_3)$ داخل بيشر ونضيف إليها 400ml من الماء المقطر ويتم تحريكهما حتى الذوبان للحصول على محلول ذي تركيز $(0,025M)$ وتم إعادة نفس الخطوات السابقة لهذه التجربة حيث يتم تسخين المحلول على جهاز الرج والتسخين مع قياس درجة الحرارة حتى الوصول إلى درجة $70C^0$, يتم بعدها إضافة 200ml من المستخلص للمحلول فنلاحظ تغير اللون إلى الأسود.

نقوم بوضع الخليط على جهاز الرج والتسخين لمدة أربع ساعات ويتم احتساب الوقت مباشرة بعد وصول درجة حرارة الخليط للدرجة $70C^0$ فنلاحظ تشكل راسب أسود اللون.

يترك الخليط يبرد لمدة 24 ساعة ثم يوضع في جهاز الطرد المركزي بسرعة $(5000t\min)$ لمدة 10 دقائق تم غسل الراسب عدة مرات بالماء المقطر ومرة بالايثانول و يوضع في الفرن لمدة 24 ساعة حتى يجف.

بعد الانتهاء من التجارب السابقة تم حرق الراسب المتحصل عليه لجميع العينات في درجة حرارة 600 درجة مئوية لمدة ثلاث ساعات للتخلص الجزئي من البقايا العضوية المتواجدة في الراسب.



الشكل (IV-13): العينات بعد الحرق



الشكل (IV-12): العينات قبل الحرق

الجدول (IV-2): كتل العينات قبل الحرق وبعد الحرق

العينة	الوزن قبل الحرق (g)	الوزن بعد الحرق (g)	المردود R%
العينة A	0.4877	0.2927	61.04%
العينة B	0.8274	0.4958	59.92%
العينة C	0.7794	0.3668	47.06%

IV-5. آلية التصنيع الأخضر لجزيئات أكسيد الحديد النانوية :

من خلال الدراسات السابقة حول التصنيع الأخضر للمركبات النانوية انطلاقاً من مستخلصات النباتات وجد أنها تحتوي على العديد من الفلافونيدات و البوليفينول^[3] , والتي تلعب الدور الأساسي في عملية التحضير حيث أن هذه الأخيرة هي المسؤولة عن اختزال أيونات المعادن وإنشاء الجسيمات النانوية لأكسيد المعدن^[4] .



الشكل (IV-14): خطوات التصنيع الأخضر لجزيئات أكسيد الحديد النانوية.

بعد إتمام جميع الخطوات التجريبية لاصطناع أكسيد الحديد النانوي، يتم تشخيص وتوصيف الناتج، و يقصد بوسائل التوصيف هنا، تلك الأدوات والتقنيات التي يتم توظيفها في اختبار المواد النانوية المنتجة من أجل تعيين خواصها واكتشاف السمات الجديدة التي تميزها^[5].

IV - 6. تحليل والتشخيص أكسيد الحديد النانوي FeONPs:

ومن بين الأجهزة والتقنيات المستخدمة في التشخيص:

IV - 6. 1. مطيافية الأشعة تحت الحمراء FTIR:

هي طريقة طيفية شائعة الاستخدام في التحليل النوعي والبنوي للمركبات العضوية و غير العضوية^[6]، يقيس كثافة الأشعة تحت الحمراء مقابل الطول الموجي للضوء، ويستخدم لتحديد طبيعة المجموعات الوظيفية المرتبطة والميزات الهيكلية للمستخلصات البيولوجية مع المركبات النانوية^[7].

إذ يعد التحليل الطيفي لامتناص الأشعة تحت الحمراء FTIR (مطياف فورييه المحول بالأشعة تحت الحمراء) تقنية غير مدمرة تجعل من الممكن الحصول على معلومات حول الروابط الموجودة داخل مادة ما وتحديد كمياً. تعتمد هذه التقنية على تفاعل الأشعة الكهرومغناطيسية IR مع المادة المدروسة على ترددات مختلفة^[8].

IV - 6. 2. التحليل الطيفي للامتصاص فوق البنفسجي المرئي UV. visible:

قياس الطيف الضوئي بالأشعة فوق البنفسجية المرئية هو تقنية توصيف ضوئي غير مدمرة. يسمح لنا بدراسة الخصائص البصرية للعينة المراد تحليلها مثل الإرسال وامتصاص الضوء وتقدير الفجوة الضوئية. يطبق القياس الطيفي المرئي فوق البنفسجي على مجموعات الذرات التي تمتص الإشعاع الكهرومغناطيسي في نطاق الأشعة فوق البنفسجية (200 نانومتر - 400 نانومتر) وفي النطاق المرئي (400 نانومتر - 800 نانومتر)^[8].

و تستخدم مطيافية الامتصاص لتحديد الخصائص البصرية للمحلول. يتم إرسال الضوء على عينة المحلول ويتم قياس كمية الضوء الممتص. يسمح بقياس تركيز المحلول باستخدام قانون Beer-Lamberts^[7].

IV - 3.6. حيود الأشعة السينية DRX :

حيود الأشعة السينية هو طريقة مستخدمة لتحديد طبيعة وهيكل المواد المتبلورة، كما يسمح بتأكيد الحالة غير المتبلورة للمواد غير البلورية. بالنسبة للمواد التي تعرض خصائص الحالة البلورية، أي ترتيب منظم ودوري للذرات التي تتكون منها، يتم تنظيم الذرات في مستويات شبكية يتم تحديدها بواسطة المؤشرات (h, k, l) تسمى مؤشرات ميلر.

إضاءة بلورة بجزمة الأشعة السينية، يتم الحصول على نمط حيود يتكون من قمم مميزة لمستويات شبكية الانعراج. يعتمد موضع كل قمة، أي زاوية الانعراج، على الاتجاه والمسافة الشبكية لعائلة مستويات الانعراج. تتحقق هذه الزاوية من علاقة Bragg :

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

h, k, l : قرائن ميلر

d : مسافة شبكية بين مستويين متتاليين.

λ : الطول الموجي للأشعة السينية.

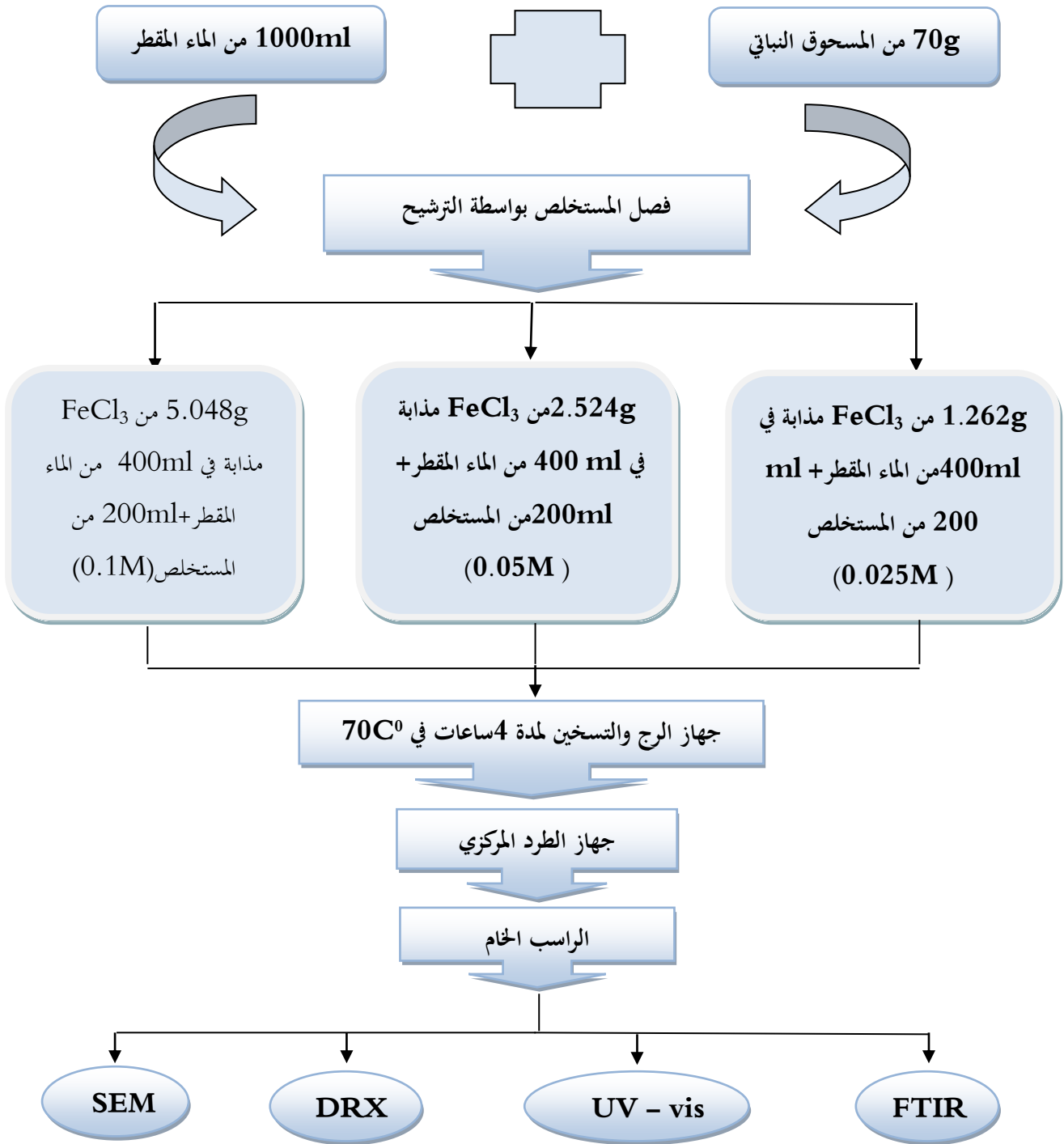
θ : زاوية الانعراج.

n : ترتيب الانعراج. [6]

IV - 4.6. المجهر الإلكتروني الماسح (SEM) :

المجهر الإلكتروني الماسح هو عملية اختبار تقوم بمسح عينة باستخدام شعاع إلكتروني لإنتاج صورة مكبرة للتحليل. و تستخدم بشكل فعال جدا في التحليل المجهرى وتحليل الفشل للمواد الغير عضوية الصلبة. يتم إجراء المجهر الإلكتروني في درجة تكبير عالية. حيث يعطي صوراً عالية الدقة للأشياء الصغيرة جداً.

يسمح برؤية العينات في الأبعاد الثلاثة، فهو يعطي معلومات عن العلاقات بين البنى المختلفة للنسيج، ويمكن أيضا الحصول على صورة لتركيب المادة موضع الدراسة والحد الأدنى من التفاصيل التي يتم الحصول عليها تعتمد على حجم المسار (الشعاع الإلكتروني) [8].



الشكل (IV-15): مخطط عام يوضح خطوات العمل لتحضير جسيمات الحديد النانوية

IV-7. اختبار الفاعلية المضادة للبكتيريا :

تمت هذه الدراسة على مستوى مخبر المجد لتحاليل الطبية بالوادي بتاريخ 08\05\2023 لمعرفة تأثير جسيمات أكسيد الحديد تجاه أربعة أنواع بكتيرية ممرضة باستخدام أربع تراكيز (12.5,25.50,100mg/ml) بتطبيق أشهر الطرق و هي طريقة الانتشار حول الأقراص المشبعة بالمضادات الحيوية على طبق مزروع زرعاً متجانساً بالبكتيريا في وسط ميلر هنتون Hinton Mueller ، بعد الحضانة لمدة 24 ساعة ثم تقاس أقطار التثبيط حول الأقراص.

IV-1.7. السلالات البكتيرية المستعملة:

تم الحصول على السلالات الأربعة للبكتيريا من مخبر المجد لتحاليل الطبية وهي موضحة في الجدول التالي:

الجدول (IV-3): أنواع البكتيريا الأربعة المستعملة

البكتيريا المستعملة	طبيعة الجدار الخلوي
<i>Klebsiella pneumonia</i> (ATCC 13883)	سالبة الغرام
<i>Pseudomonas Aeruginosa</i> (ATCC 27853)	سالبة الغرام
<i>Escherichia coli</i> (ATCC 25922)	سالبة الغرام
<i>Staphylococcus Aureus</i> (ATCC 25932)	موجبة الغرام

IV-2.7. طريقة العمل:

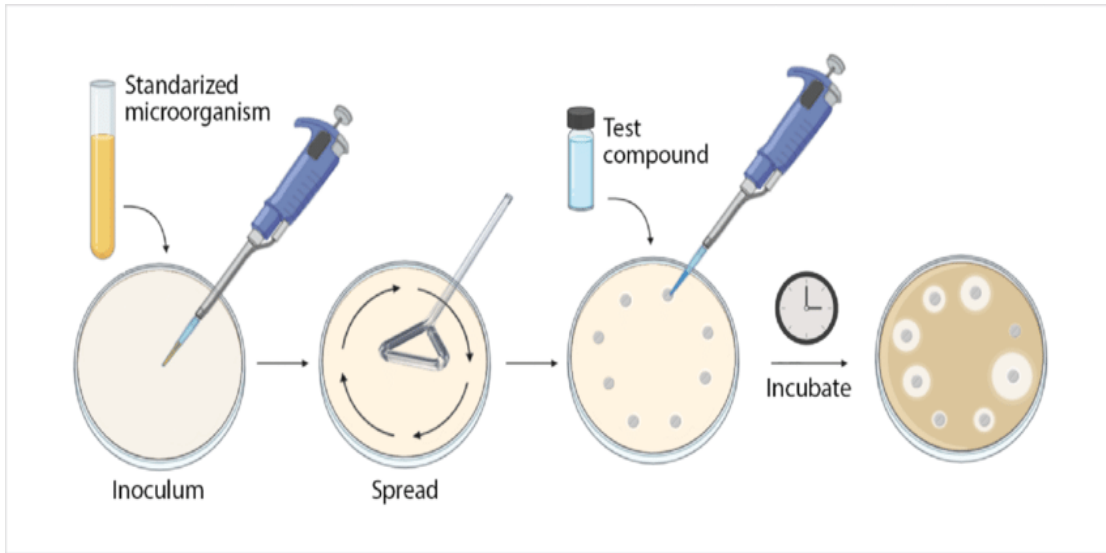
تم عملية الاختبار التجريبي بالقرب من موقد بنزن وتعقيم جميع الأدوات مسبقاً ، وتبوع طريقة في هذا العمل طريقة الانتشار التي توضح في الخطوات التالية:

1. يتم تحضير أربعة متخلفة لكل العينات الثلاثة C,B,A :

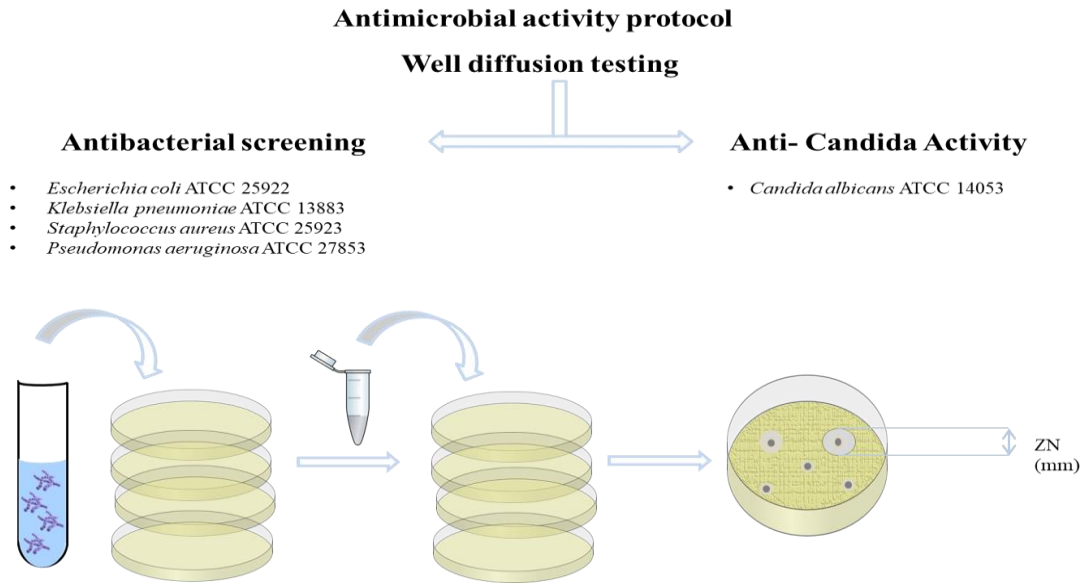
وهي (12.5mg/ml ، 25mg/ml ، 50mg/ml ، 100mg/ml) والتي تأخذ النسب التالية على رتيب (1:8 ، 1:4 ، 1:2 ، 1:1) ويستعمل DMSO لإذابتها.

2. في علب بتري الذي يمثل وسط الزرع يتم مسح بمحلول الغلوكوز بطريقة متجانسة السمك (Hinton Mueller) ، ثم توضع حتى تبرد وتتماسك.

3. يتم مسح أوساط الزرع في علب بتري بواسطة المعلقات البكتيرية المحضرة من المستعمرات البكتيرية سابقا لـ (*Pseudomonas Aeruginosa*, *Klebsiella pneumonia*) ،
 (*Staphylococcus Aureus* *Escherichia coli*) مع تدوير علب بتري .
4. بواسطة ماصة باستور يتم حقن المحاليل المحضرة للعينات الثلاثة C,B,A بالتراكيز التالية (100mg/ml ، 50mg/ml ، 25mg/ml ، 12.5mg/ml) ، ثم تحضن العلب البترية لمدة 24 ساعة في درجة 37°C .
5. بعد مرور 24 ساعة من الحضان يتم قياس قطر منطقة التثبيط (المنطقة التي لم تنمو فيها السلالات البكتيرية).



الشكل (IV-16): مخطط لطريقة الانتشار



الشكل (IV-17): صورة توضح طريقة زرع المعلقات البكتيرية في الأوساط

المراجع

المراجع باللغة العربية:

- [1] ف.شومان ،(2020)، "الفصل الأول الاستخلاص بالمذيبات" لمحاضرة: الكيمياء التحليلية الصيدلية 2، جامعة الشام الخاصة .
- [2] ع، كنزة.ع، خولة.ن، سلوى.(2022). "الاصطناع الحيوي لجزيئات الفضة النانوية وتحديد الفاعلية المضادة للبكتيريا-دراسات سابقة-"مذكرة تخرج لنيل شهادة ماستر أكاديمي في الكيمياء،كلية العلوم الدقيقة،الوادي ،ص21-22.
- [3] شيحي.س،(2021)،"دراسة المستخلصات العضوية والمائية لنبات *Moltingia ciliata* وتطبيقاتها في الفاعلية البيولوجية وتثبيت التآكل المائي"، رسالة دكتوراه في الكيمياء العضوية التطبيقية، جامعة قاصدي مرباح، ورقلة،ص40.
- [5] الاسكندراني.م ش ،(2010)، " تكنولوجيا النانو من أجل غد أفضل"، عالم المعرفة، الكويت، ص 122.
- [6] عبد العليم سليمان أبو مجد،(2011)،" التحليل الطيفي باستخدام الأشعة تحت الحمراء"، الأكاديمية الحديثة للكتاب الجامعي.
- [8] حاقة. ج، ناصري.أ، قدور. ي،(2022)، "التخليق الأخضر للجسيمات النانوية"، مذكرة ماستر هندسة كيميائية ،كلية علوم تكنولوجيا، جامعة الشهيد حمه لخضر الوادي ص 33.

المراجع باللغة الأجنبية:

- [4] Bouafia.A,(2022),"Optimisation de biosynthèse des nanoparticules d'oxyde de fer par l'utilisqtion de différents extraits des plantes et évaluation de leur activité biologique",Thèse de doctorat, université El-Oued, p 97.
- [7] P. Heera ,S. Shanmugam,(2015), "Nanoparticle Characterization and Application: An Overview ", *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, India,4(8):379-386.

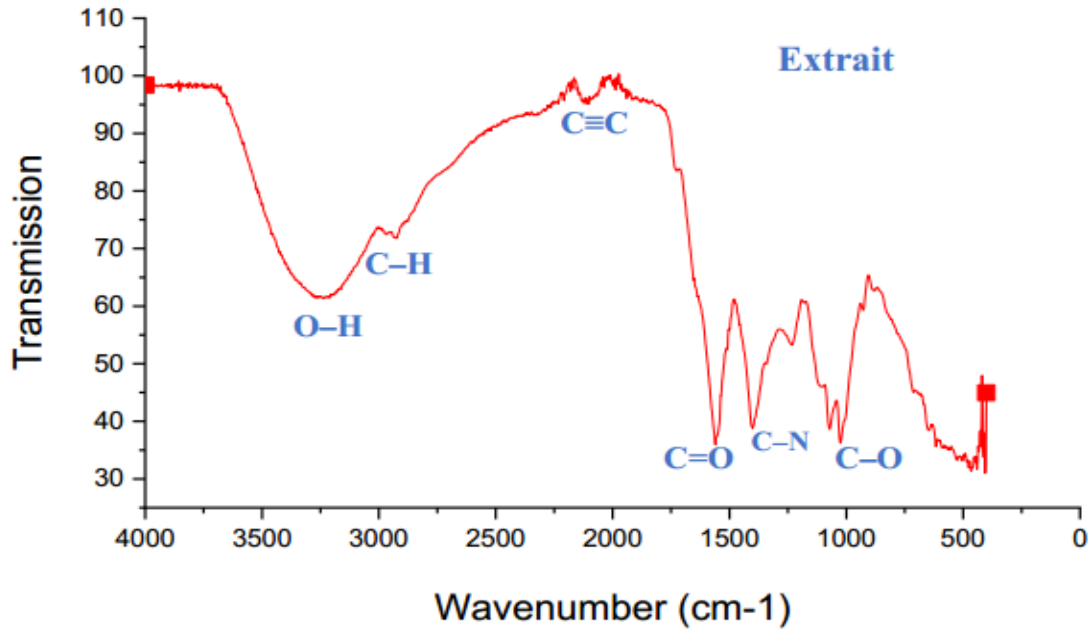
الفصل الخامس:

النتائج والمناقشة

1-V- تحليل ومناقشة نتائج طيف الأشعة تحت الحمراء FTIR :

تم تحليل مسحوق مستخلص نبات الحلمة *Moltkia ciliata*، وكذلك مسحوق جسيمات أكسيد الحديد النانوية المصنعة قبل الحرق وبعد الحرق. و استخدم في الدراسة مطيافية FTIR (Agilent, Micro lab) في مجال تردد $(4000- 400 \text{ cm}^{-1})$.

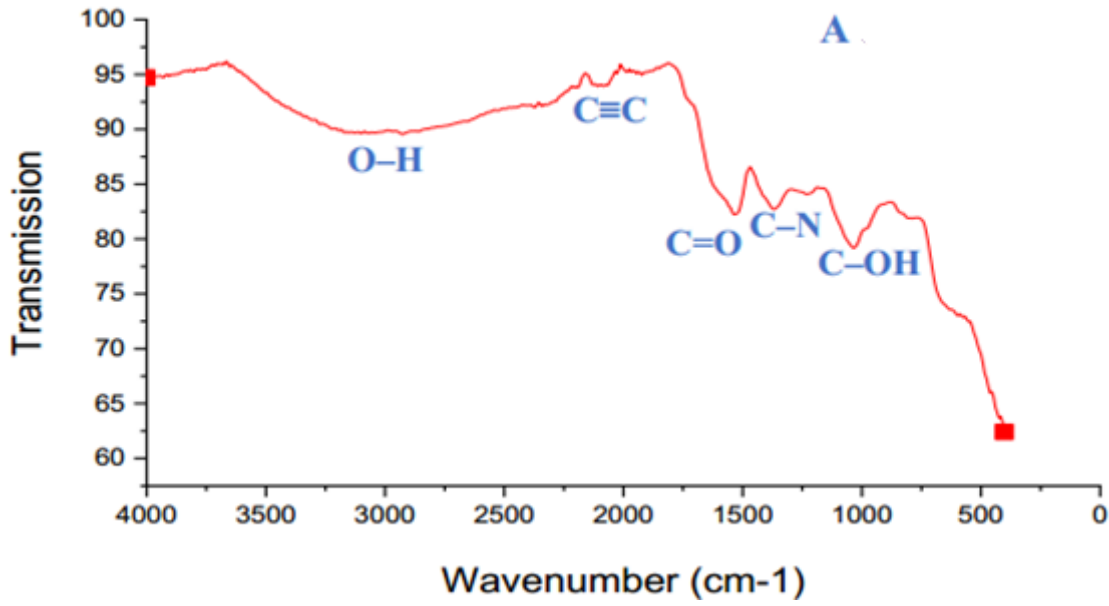
1-1-V . تحليل طيف الأشعة تحت الحمراء FTIR للمستخلص النباتي :



الشكل (1.V): طيف FTIR لمستخلص نبات الحلمة *Moltkia ciliata*

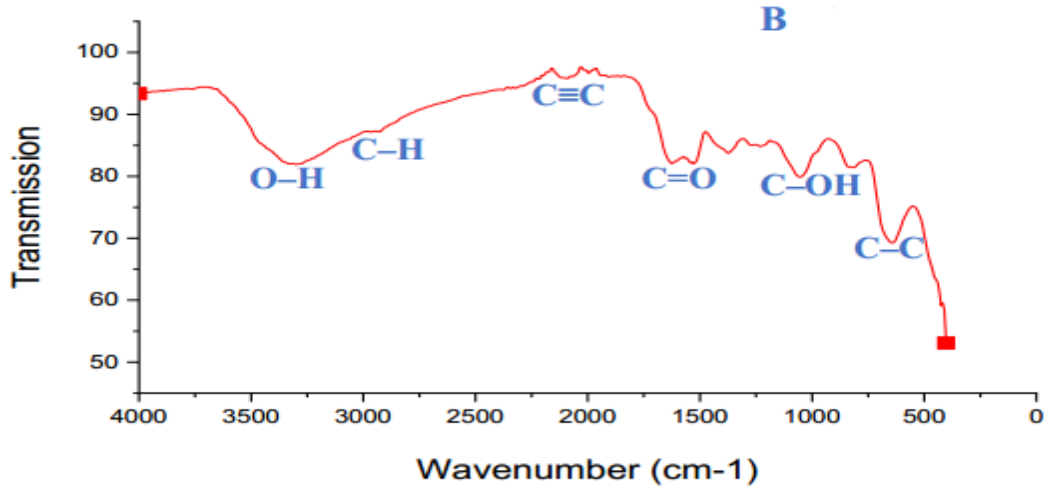
- ✓ تسجيل عصابة امتصاص عريضة عند $3300- 3200\text{cm}^{-1}$ تدل على اهتزاز على مستوى الرابطة (O-H) للكحول أو الفينول [1].
- ✓ تسجيل عصابة امتصاص ضعيفة بين 2900cm^{-1} تدل على الرابطة (C-H) لمجموعة الميثيل CH_3 [1].
- ✓ تسجل عصابات امتصاص بين $2105-1560 -1349- 1026\text{cm}^{-1}$ دليل وجود على كل من الروابط , $(\text{C}-\text{N} \text{ C}\equiv\text{C}, \text{C}=\text{O}, \text{C}-\text{C})$ [2].
- ✓ كما توجد عصابة امتصاص عند 1060 cm^{-1} تؤشر على رابطة (C-O) للمجموعات الكحول, الأستر، الأحماض الكربوكسيلية, و الايثر [3].

V-1-2. تحليل طيف الأشعة تحت الحمراء FTIR للعينات قبل الحرق:



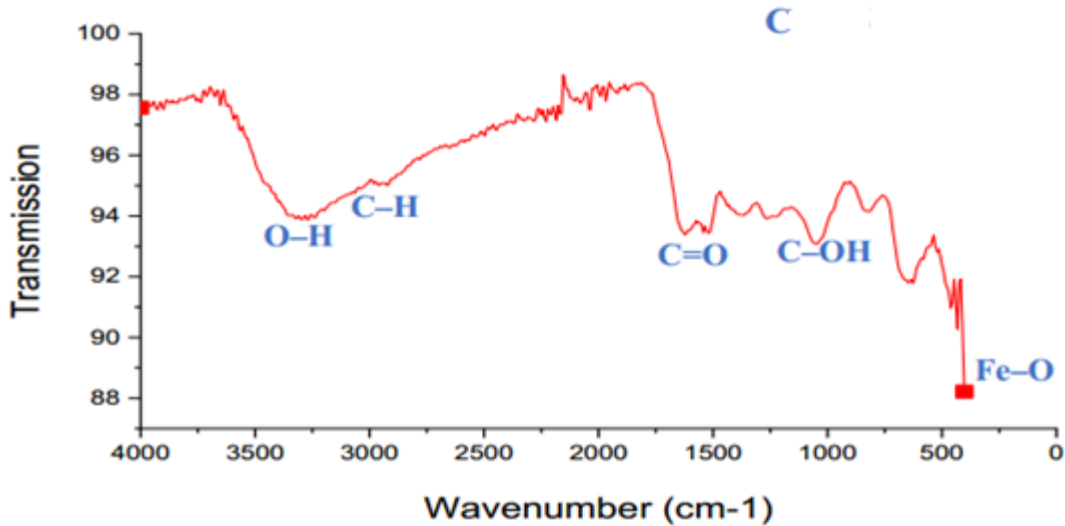
الشكل (2.v): طيف FTIR لجسيمات أكسيد الحديد النانوية للعينة A قبل الحرق.

- ✓ نلاحظ وجود عصابة امتصاص عريضة بين $3398-2900 \text{ cm}^{-1}$ وهي تعبر على (O-H) الماء [1].
- ✓ تظهر عصابة ضعيفة عند 2070 cm^{-1} تعبر على اهتزازات تمدد الرابطة $\text{C}\equiv\text{C}$.
- ✓ وفي المجال بين $1700-1000 \text{ cm}^{-1}$ تظهر عصابات مشوهة نتيجة تداخل روابط $\text{C}=\text{O}$, $\text{C}-\text{OH}$, $\text{C}-\text{N}$ [2].
- ✓ يُظهر النطاق الموجي بين 430 cm^{-1} وجود قمم غير عضوية ، التي تعبر على اهتزازات تمدد $\text{Fe}-\text{O}$ [3].



الشكل (3.v): طيف FTIR لجسيمات أكسيد الحديد النانوية للعينة B قبل الحرق .

- ✓ نلاحظ عصابة امتصاص عريضة عند 3303cm^{-1} وهي تعبر على (O-H) الماء في العينة B [1].
- ✓ وفي المجال بين $2920-635\text{cm}^{-1}$ تظهر عصابات مشوهة نتيجة تداخل روابط (C-H), (C=O), (C≡C), (C-O, C-C) فيما بينها [2].
- ✓ يُظهر النطاق الموجي بين $500-400\text{cm}^{-1}$ وجود قمم غير عضوية ، التي تعبر على اهتزازات تمدد Fe-O [3].



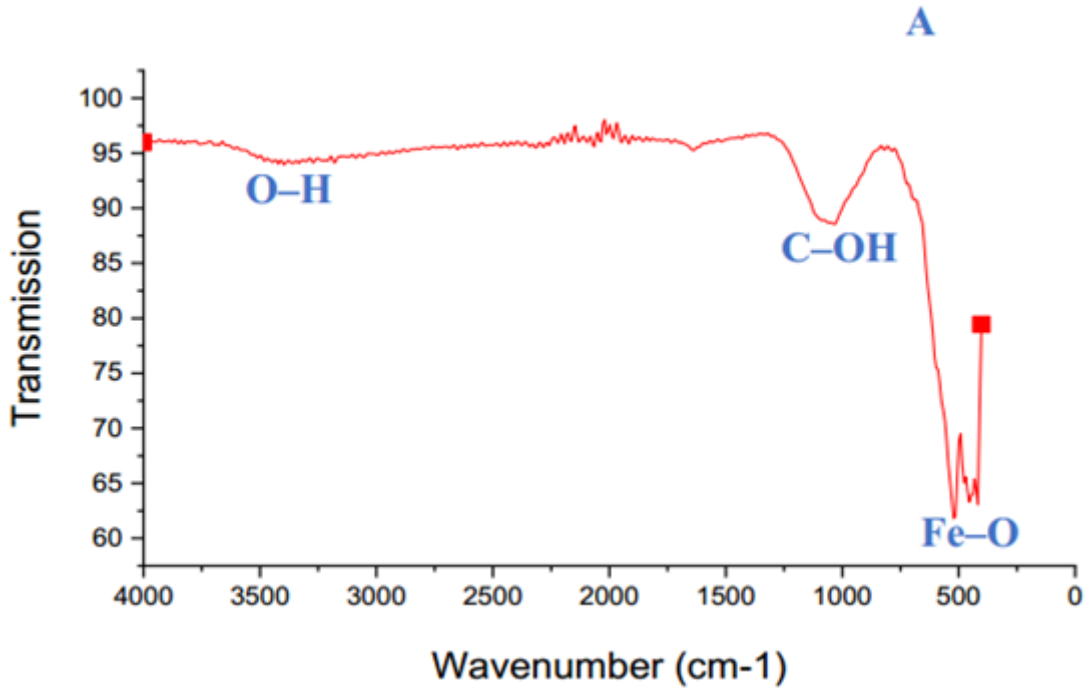
الشكل (4.v): طيف FTIR لجسيمات أكسيد الحديد النانوية للعينة C قبل الحرق.

- ✓ نلاحظ عصابة امتصاص عريضة عند 3303cm^{-1} وهي تعبر على (O-H) الماء في العينة B [1].

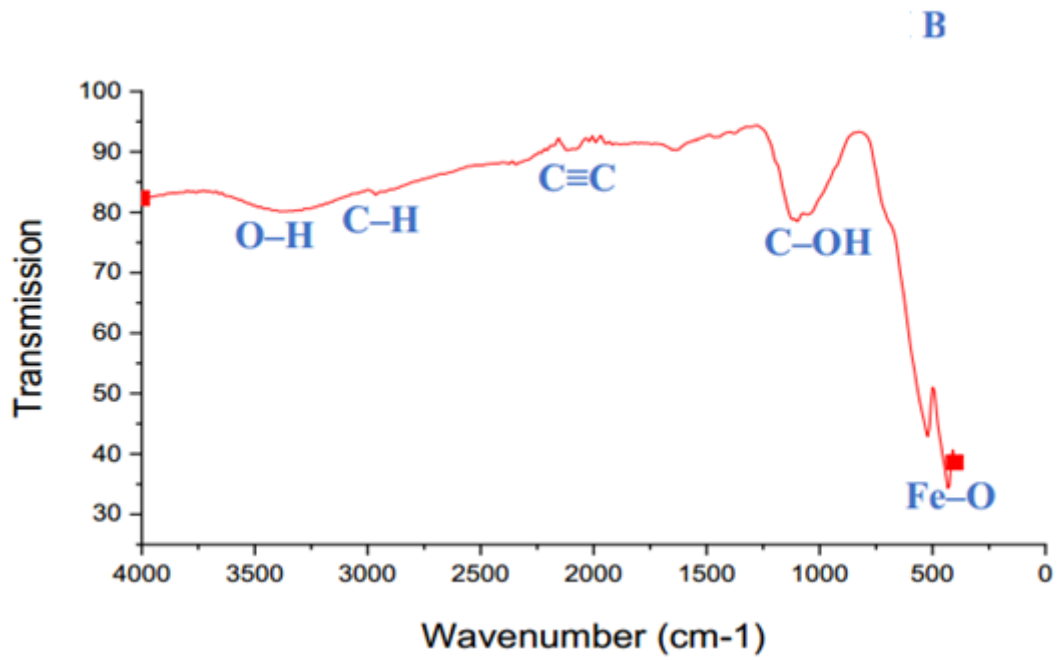
✓ وفي المجال بين $2900-1000 \text{ cm}^{-1}$ تظهر عصابات مشوهة نتيجة تداخل روابط C-H و C=O , C-OH (فيما بينها [2]).

✓ يُظهر قمم عصابة امتصاص عند 457 cm^{-1} لوجود مركبات غير عضوية ، التي تعبر على اهتزازات تمدد Fe-O [3].

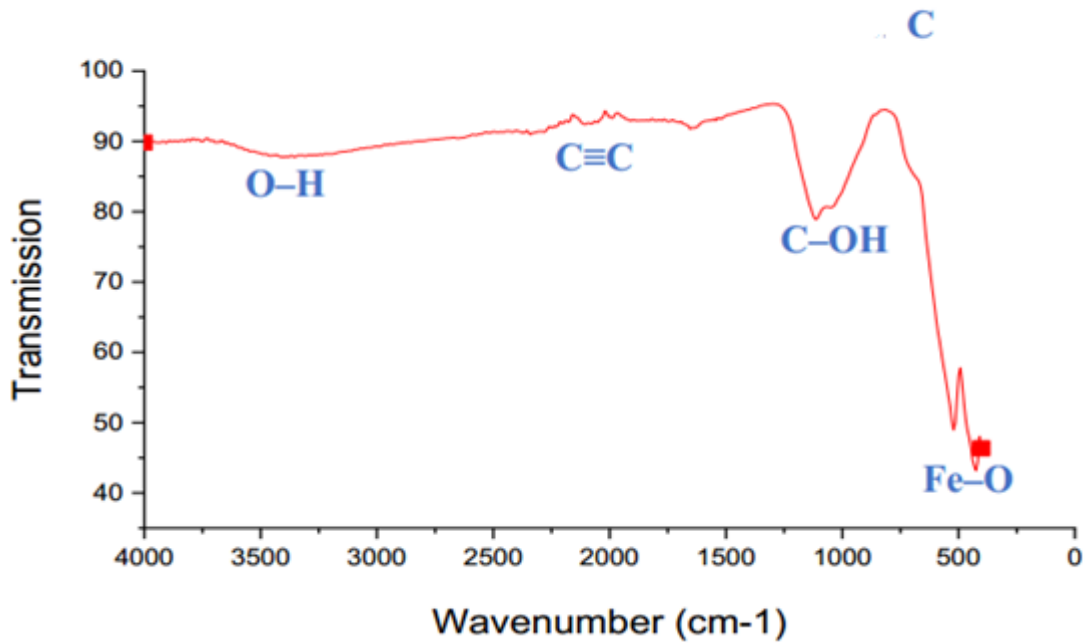
V-1-3. تحليل طيف الأشعة تحت الحمراء FTIR للعينات بعد الحرق:



الشكل (5.v): طيف FTIR لجسيمات أكسيد الحديد النانوية للعينة A بعد الحرق.



الشكل (6. v): طيف FTIR لجسيمات أكسيد الحديد النانوية للعينه B بعد الحرق.



الشكل (7. v): طيف FTIR لجسيمات أكسيد الحديد النانوية للعينه C بعد الحرق.

- ✓ من خلال مقارنة طيف المستخلص مع أطياف العينات الثلاثة C,B,A تظهر قمم المركبات العضوية بوضوح في جميع الأطياف مع وجود عصابة الامتصاص عند المجال 500 cm^{-1} .
- ✓ بينما أظهرت المقارنة بين أطياف FTIR لجسيمات أكسيد الحديد النانوي (FeONPs) المصنعة قبل الحرق مع أطياف بعد الحرق أن تم اختفاء وتقلص قمم المركبات العضوية وكذلك قمم روابط (O-H) والتي تأخذ النطاق الموجي عند $3600-1000 \text{ cm}^{-1}$.
- ✓ كما تظهر بوضوح قمم أكسيد الحديد النانوي (FeONPs) في المجال $550-400 \text{ cm}^{-1}$ في أطياف FTIR للجسيمات النانوية بعد الحرق C,B,A أي تأخذ قيم المجال على الترتيب $504-493$.
- ✓ وجود اهتزاز رابطة Fe-O في حوالي 500 cm^{-1} , وهذا ما يثبت تشكل أكسيد الحديد النانوي في العينات الثلاثة.

النتائج المتحصل عليها تتوافق مع نتائج الدراسة السابقة التي قام بها كل من :

[5] Mohammed Ashraf Shah (2018) ، [4] Bouafia ,A (2022)

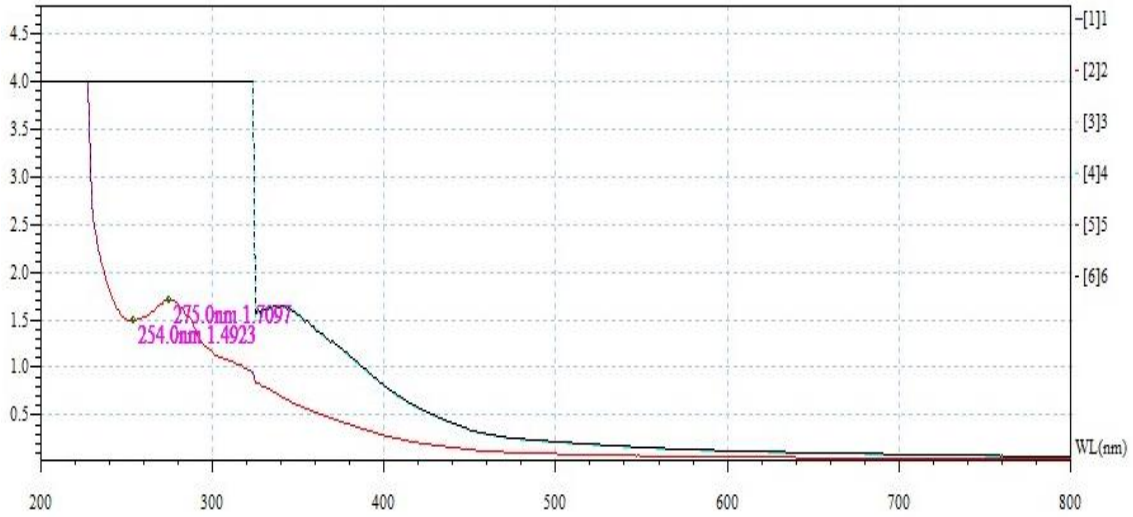
و [6]Ms. SWETAPAL(2014).

V-2- تحليل ومناقشة نتائج طيف الأشعة فوق البنفسجية UV-vis:

تم التحليل بواسطة مطيافية UV-vis لمستخلص نبات الحلمة وكذلك العينات الثلاثة لجسيمات أكسيد الحديد النانوية C,B,A .

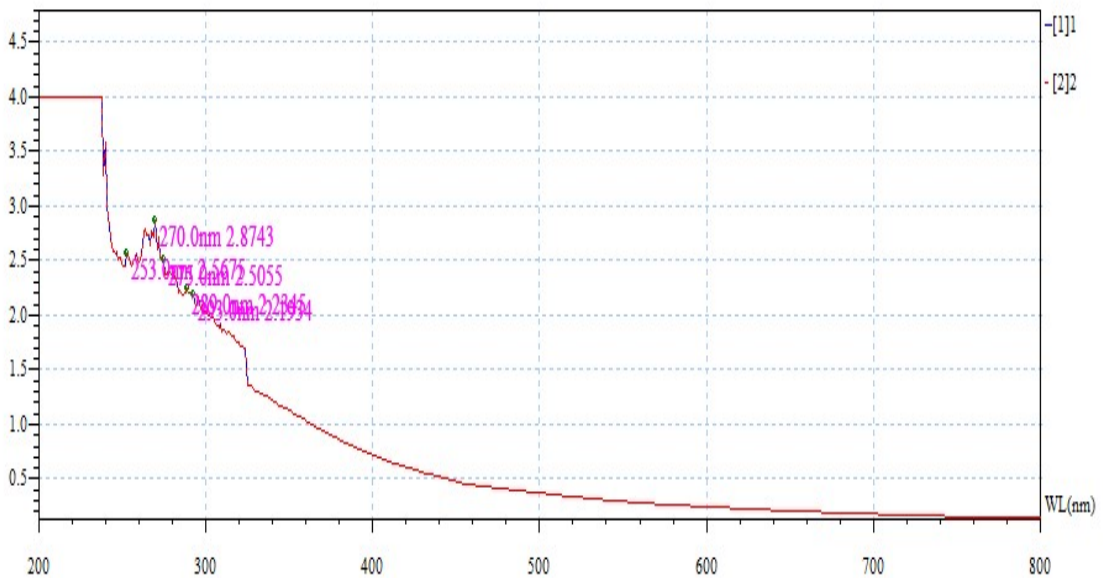
تم استخدام جهاز (SP-UV 300SRB SPECTROPHOTOMETER) من نوع (Spectrum Instruments) والمسح على الطول الموجي من 200 nm إلى 800 nm .

1-2-V. طيف الأشعة فوق البنفسجية UV-vis للمستخلص النباتي :

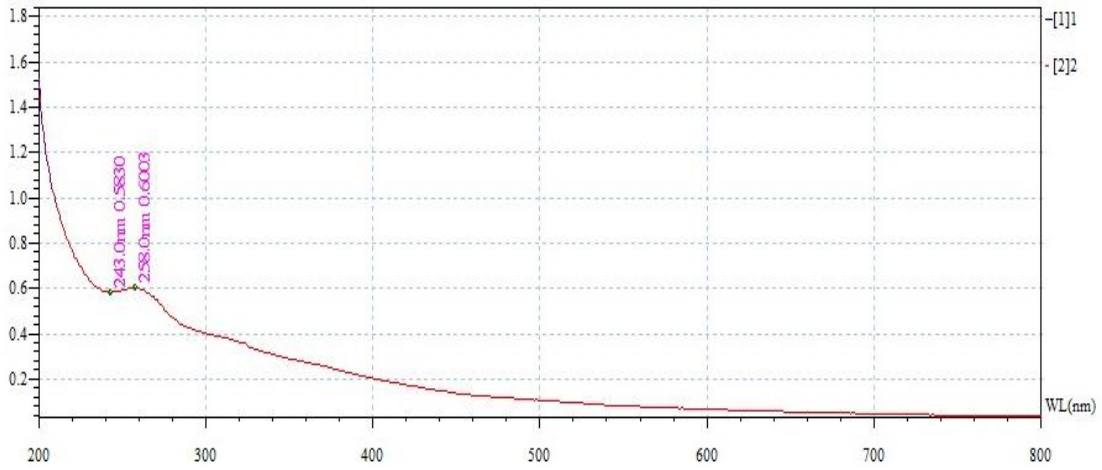


الشكل (8.V): طيف UV-vis لمستخلص نبات الخلطة *Moltkia ciliata*

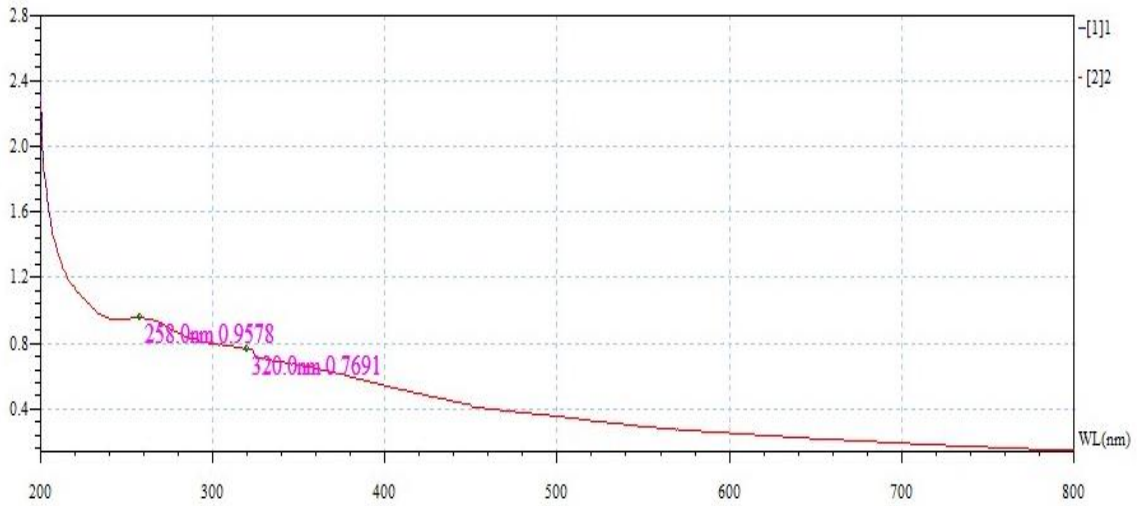
2-2-V. طيف الأشعة فوق البنفسجية UV-vis للعينة قبل الحرق:



الشكل (9. v): طيف الأشعة فوق البنفسجية UV-vis للعينة A قبل الحرق



الشكل (10 . v): طيف الأشعة فوق البنفسجية UV-vis للعينة B قبل الحرق



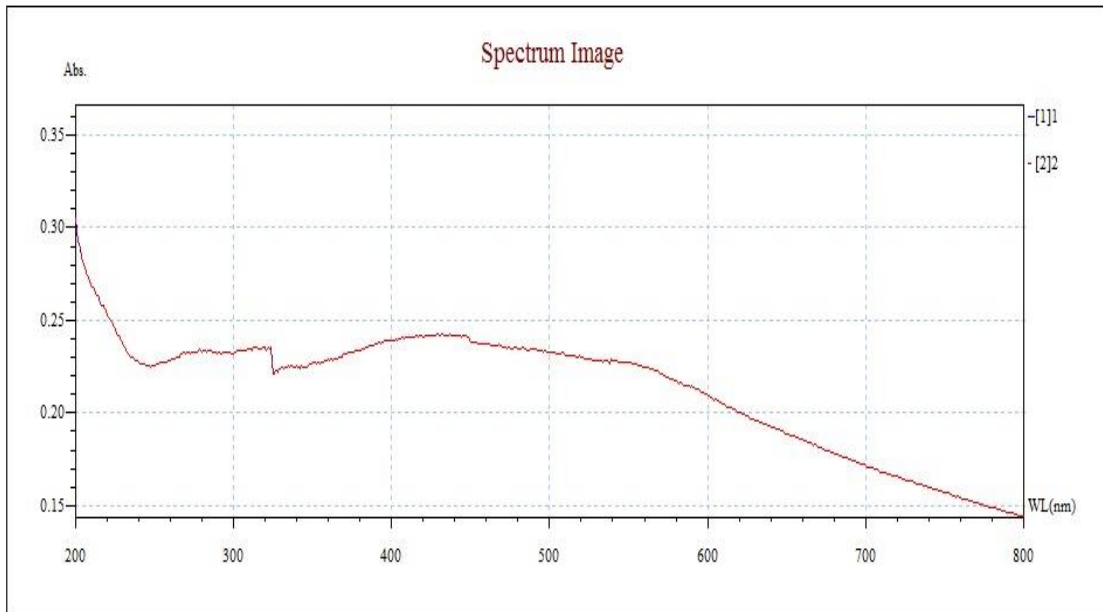
الشكل (11 . v): طيف الأشعة فوق البنفسجية UV-vis للعينة C قبل الحرق

الجدول (1. v): قيم أهم الذروات في الأطياف

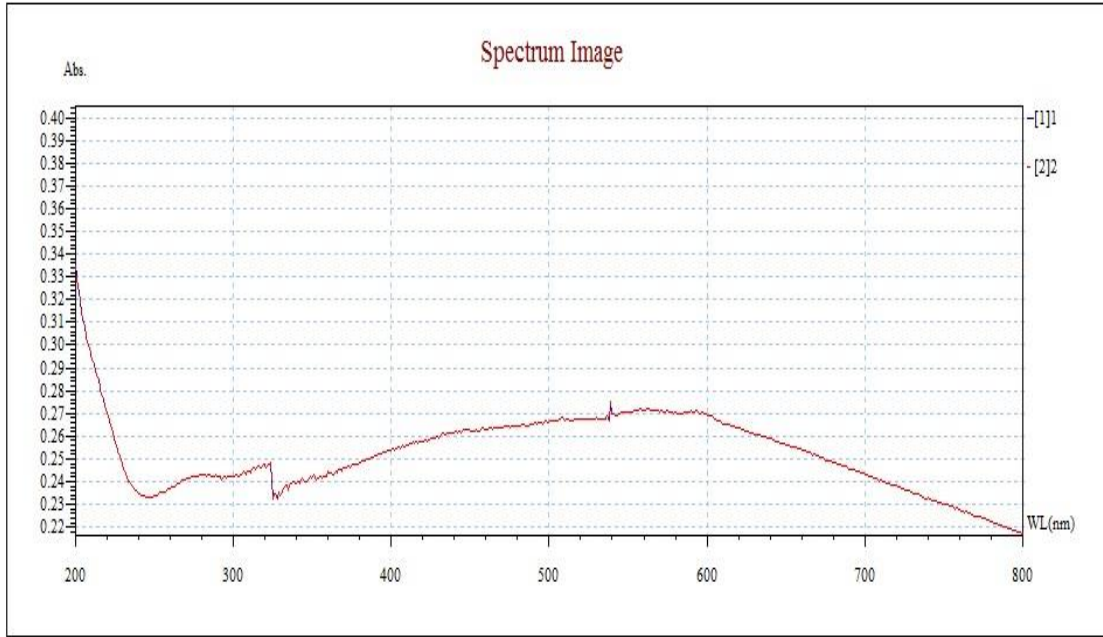
المستخلص	العينة A	العينة B	العينة C
Peak1:254nm	Peak1:253nm	Peak1:258nm	Peak1: 258nm
Peak2:275nm	Peak2:270nm	Peak2:243nm	Peak2:320nm
	Peak3: 293nm		

- ✓ يظهر طيف UV-vis لأكسيد الحديد النانوي (FeONPs) قبل الحرق في العينات C,B,A القيم 320 nm، 243nm، 293nm أي تأخذ مجال من (200-400 nm).
- ✓ من خلال النتائج المتحصل عليها لكل من أطياف الأشعة فوق البنفسجية المرئية للعينات الثلاثة C,B,A مع مقارنتها لطيف مستخلص نبات الحلمة *Moltkia ciliata* ، يظهر اختفاء بعض القمم في المستخلص مع تواجدها في أطياف العينات.
- ✓ من الدراسات السابقة للتقدير الكمي وتشخيص المواد الفعالة لبعض ثمار النخيل، يتضح أن الذروة (254nm و 275nm) تعود إلى الفلافانويدات من صنف إيزوفلافون و فلافانون على الترتيب [7].

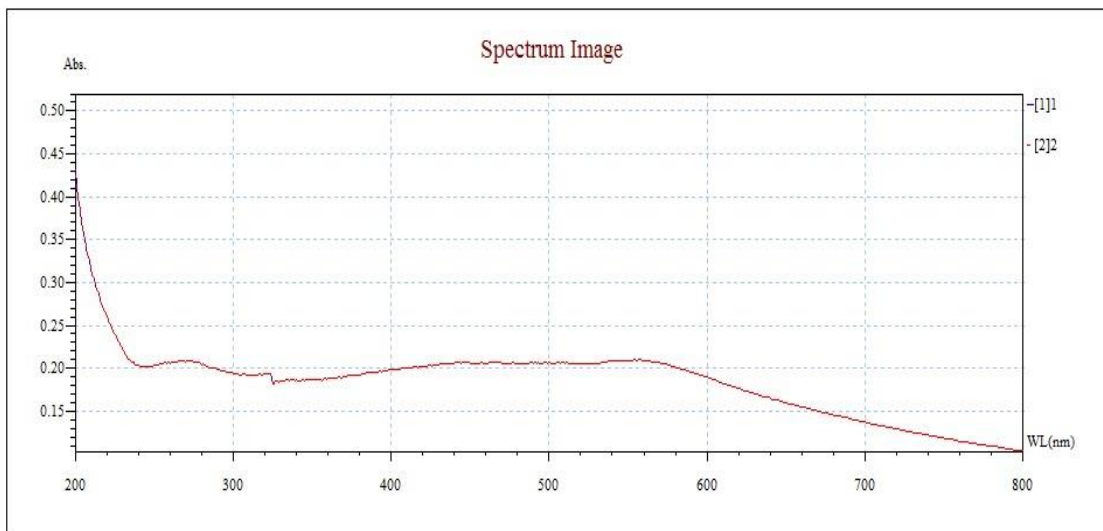
3-2-V. طيف الأشعة فوق البنفسجية UV-vis للعينات A, B, C بعد الحرق:



الشكل (12.v): طيف الأشعة فوق البنفسجية UV-vis للعينات A بعد الحرق



الشكل(13.v): طيف الأشعة فوق البنفسجية UV-vis للعينة B بعد الحرق



الشكل(14.v): طيف الأشعة فوق البنفسجية UV-vis للعينة C بعد الحرق

تظهر أطياف العينات النتائج التالية :

- ✓ طيف العينة A : وجود ذروتين الامتصاص ذات قمة عالية عند 281nm و 314nm، وقد حدث ذلك بسبب نواتج التحلل المائي لأيونات الحديد وترسب على سطح الجسيمات النانوية [8].
- ✓ طيف العينة B : وجود ذروة الامتصاص العظمى 320nm والتي تتواجد على المجال (200nm-400).
- ✓ طيف العينة C: وجود ذروة الامتصاص العظمى 267nm. وجميع القيم العظمى المسجلة بعد الحرق للعينات A,B,C والتي تأخذ على الترتيب (267 nm, 320 nm, 281-314 nm) تعبر على روابط أكسيد الحديد النانوية Fe₂O₃ حيث تتواجد على المجال (200-400nm).

وهذه النتائج تتوافق إلى حد كبير مع نتائج عدة أبحاث منها :

الباحث بوغافية عبد الرحمان (A,Bouafia 2022) [4] و Ms. SWETA PAL [6] و Derya Aksu Demirezen and all(2018) [8] و P.karpagarinagan (2019) [9]

3-3- المجهر الإلكتروني الماسح (SEM) وكاشف الأشعة السينية المشتتة للطاقة (EDX) :

معلومات مفصلة حول حجم وشكل ومورفولوجيا العينات قيد الدراسة. في دراستنا تم فحص مورفولوجية لمشاهدة التراكيب النانوية من أجل ملاحظة الاختلاف في البنية المجهرية للعينات بالمجهر الإلكتروني الماسح MEB نوع (xPhenom Pro), تمت ملاحظة أن الصور التي تم الحصول عليها من الفحص المجهر الإلكتروني (SEM) تكشف عن أوجه تشابه في بنية العينات بتركيزات مختلفة. بالإضافة إلى ذلك ، نلاحظ أن جزيئات أكسيد الحديد تظهر سطحًا خشنًا وتتكون من هياكل تشبه التجاويف أو مجموعات من الجسيمات غير المنتظمة التي تشبه الرغوة. تبدو هذه الهياكل كبيرة نسبيًا وتخلق فجوات في المادة ، مما يؤدي إلى تعطيل توحيدها العينة A [9] و هو ما يتوافق مع النتائج المدروسة [10].

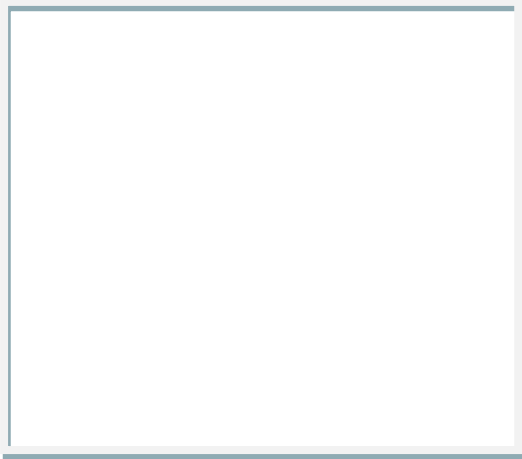
يمكن أن يُعزى وجود الأسطح الخشنة والتركيبات غير المنتظمة في جزيئات أكسيد الحديد إلى عوامل مختلفة ، مثل طريقة التخليق وحجم الجسيمات والظروف المحددة التي تم تحضير العينات في ظلها، قد تؤثر التركيزات المختلفة على تكوين وترتيب الجسيمات ، مما يؤدي إلى تراكيب متشابهة عبر العينات.

يمكن أن يكون المظهر الشبيه بالرغوة للجسيمات مؤشرًا على التكتل ، حيث تتجمع الجسيمات الفردية معًا لتشكيل تجمعات أكبر, يمكن أن يؤدي هذا التجمع إلى تكوين فجوات أو فراغات داخل المادة ، مما يؤدي إلى تعطيل التوحيد العام لها [10].



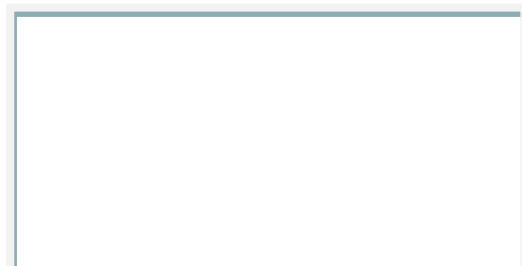
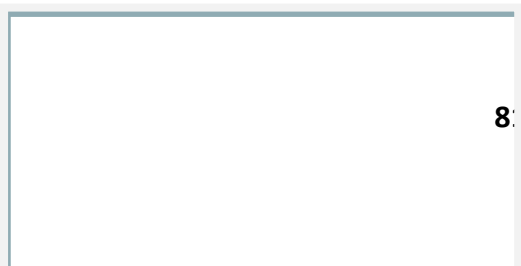
Elément	% de masse	% atomique
O K	14.59	36.81
SiK	0.64	0.91
P K	1.73	2.25
FeK	83.04	60.02

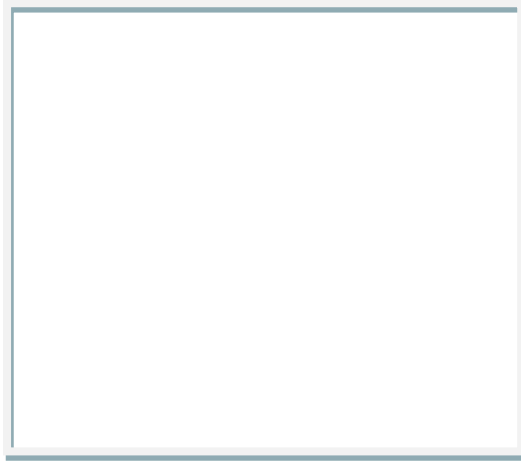
الشكل (15-v): صورة بالمجهر الإلكتروني الماسح للعينة A (EDX+SEM)



Elément	% de masse	% atomique
OK	5.27	16.00
SiK	0.39	0.67
PK	0.87	1.37
SK	1.01	1.53
FeK	92.46	80.43

الشكل (16-v): صورة بالمجهر الإلكتروني الماسح للعينة B (EDX+SEM)





Elément	% de masse	% atomique
OK	26.80	55.12
PK	1.87	1.98
SK	1.26	1.29
KK	1.24	1.05
FeK	68.83	40.56

الشكل (17-v): صورة بالمجهر الإلكتروني الماسح للعينة C (EDX+SEM)

قدم تحليل EDX الذي تم إجراؤه على العينات معلومات قيمة حول كمية ونوعية العناصر الموجودة في كل عينة. توضح الأشكال السابقة التركيب الكيميائي للمادة المحضرة $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ ، مع التحليل الذي أظهر وجود ذرات تنتمي إلى عنصري Fe (حديد) و O (أكسجين) في جميع العينات.

النسب الذرية لهذه العناصر في العينات المحضرة A و B و C كانت 95.56% 96.43% 96.83% على التوالي، تشير هذه النسب المئوية إلى الوفرة النسبية للحديد والأكسجين في كل عينة و بمقارنة النتائج، يبدو أن هناك اختلافات طفيفة في النسب الذرية للعناصر بين العينات.

يمكن أن تُعزى هذه الاختلافات الطفيفة إلى وجود شوائب أو ملوثات لها طاقات قريبة من الحديد في تحليل EDX مثل K (بوتاسيوم) و P (فوسفور) و S (كبريت) و Si (سيليكون) كشوائب أو كمكونات ثانوية في العينات.

وتجدر الإشارة إلى أن وجود الشوائب أمر شائع في المواد، حيث تنشأ من عملية التخليق أو من البيئة المحيطة أثناء تحضير العينة أو التعامل معها.

4-V. تشخيص الأكاسيد المحضرة بجهاز الأشعة السينية DRX :

تم تشخيص التركيب البلوري لمسحوق أكسيد الحديد النانوي المحضر للعينات الثلاث بتقنية حيود الأشعة السينية، توضح الأشكال طيف XRD، مما يشير إلى وجود جزيئات الهيماتيت النانوية $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$.

القيم التي لوحظت عند قيم محددة (θ) 2 ، مثل 24.13 درجة، 33.15 درجة، 35.45 درجة ، 40.70 درجة ، 49.47 درجة ، 54.04 درجة ، 62.90 درجة ، 63.98 درجة ، 69.61 درجة ، 71.97 درجة ، 75.47 درجة ، تتوافق مع المستويات البلورية ل طور الهيماتيت $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$. على وجه التحديد، تتوافق هذه القيم مع المستويات البلورية (012) ، (104) ، (110) ، (113) ، (024) ، (116) ، (214) ، (300) ، (208) ، (1010) ، و (220) من البنية المعينية السطوح (rhombohedral) ل $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ (المجموعة الفضائية: R-3c) [11] . تتطابق مواضع الذروة بشكل جيد مع النمط المتوقع بناءً على بطاقة JCPDS رقم 1741-079-01 ، وهي قاعدة بيانات مرجعية لأنماط XRD.

تشير القيم الرفيعة والحادة التي لوحظت في نمط XRD إلى الطبيعة الدقيقة والحجم البلوري الصغير لجسيمات أكسيد الحديد النانوية. تشير الزيادة التدريجية في ارتفاعات الذروة المتعلقة بجميع المراحل مع زيادة تركيز كلوريد الحديد إلى تأثير تعزيز تركيز كلوريد الحديد على تعزيز درجة تبلور الهيماتيت $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$.

تؤكد هذه المعلومات أن الجسيمات النانوية المركبة تتكون أساسًا من طور الهيماتيت $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ وتظهر بنية بلورية معينية الوجوه. يوفر تحليل XRD نظرة ثاقبة على الطبيعة البلورية والتوجه البلوري للجسيمات النانوية، مما يسمح بتوصيف وتحديد المواد المركبة.

تم تقدير متوسط حجم البلورات باستخدام معادلة ديبي-شيرير [12].

$$D_{XRD} = \frac{0.9\lambda}{\beta \cos \theta} \quad (2)$$

حيث D هو الحجم البلوري (نانومتر)، العرض الكامل بنصف أقصى ذروة الانعراج (FWHM) لأقصى ذروة حيود، الطول الموجي للأشعة السينية (1.5406 \AA) وهي زاوية براج. تم العثور على متوسط حجم البلورات في حدود 25.42-17.38 نانومتر.

توضح الجداول التالية أكبر قمم المستويات البلورية لجسيمات أكسيد الحديد النانوي المحضرة

العينة A :

D(nm)	2θ (°)	Hkl
14.79741151	36.09	104
23.9454689	41.3	110
17.87803408	54.489	024
12.91765221	62.97	116

العينة B :

D(nm)	2θ (°)	Hkl
22.99057974	36.2	104
30.15322448	41.39	110
27.90643654	54.60638	024
20.65218647	62.99	116

العينة C :

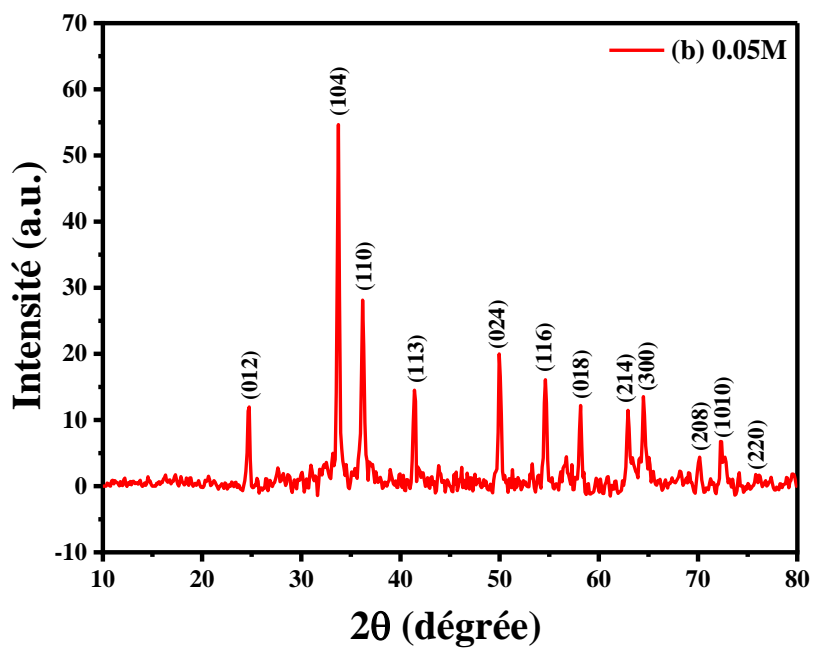
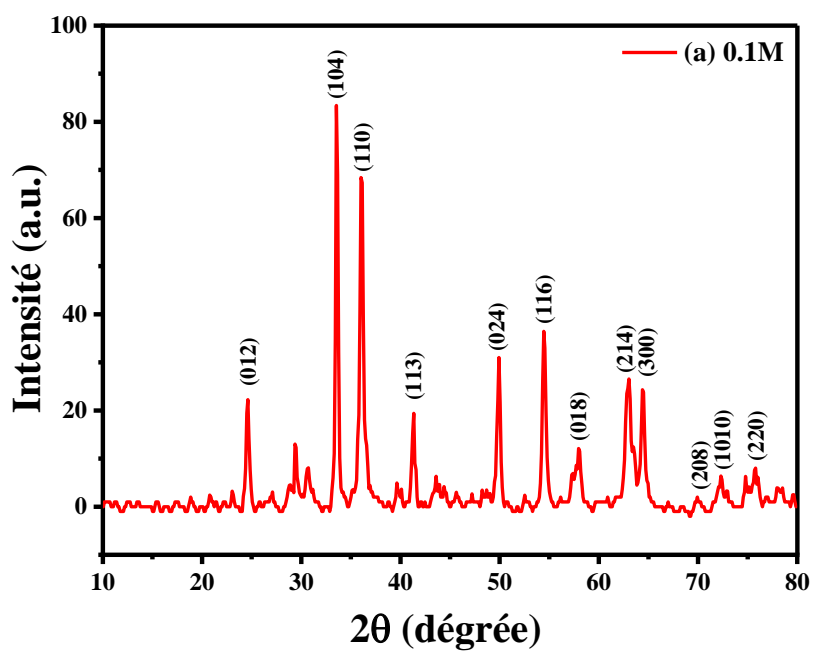
D(nm)	2θ (°)	Hkl
22.08124994	35.66	104
19.42173795	40.91	110
25.96906708	54.087	024
21.18026856	62.55	116

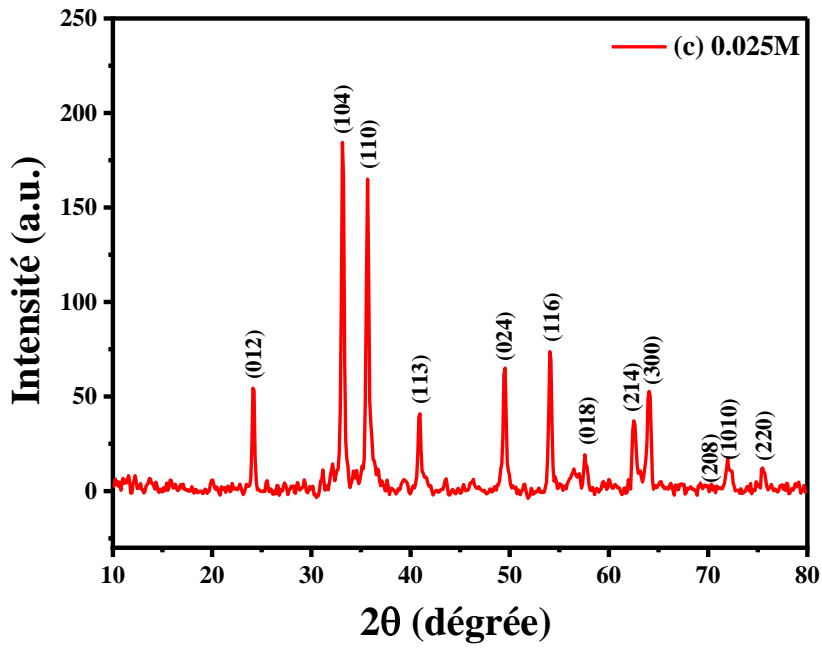
انطلاقاً من أطياف الانعراج للأشعة السينية فان حجم الحبيبات هي كالتالي :

17.38 nm : A العينة

25.42 nm : B العينة

22.16 nm. : C العينة





الشكل (V-18): طيف حيود الأشعة السينية للعينات المدروسة

بعد تحليل طيف حيود الأشعة السينية للعينات المدروسة نلاحظ أنها متطابقة تقريبا مع نتائج عدة

أبحاث [13,14, 15].

5-V. دراسة الفعالية المضادة للبكتيريا :

بعد زرع وحضن أطباق بتري الحاوية على السلالة البكتيرية المدروسة لمدة 24 ساعة نقوم بقياس قطر التثبيط حول الأقراص المشبعة بتراكيز المختلفة لأكسيد الحديد ,وفيما يلي نتائج الاستجابة للعينات (تم إجراء هذه التجارب على مستوى مخبر المجد للتحاليل).

✓ العينة A :

الجدول(2-v): نتائج اختبارات الفعالية المضادة للبكتيريا للعينه A

الإستجابة				التركيز البكتيريا
0.0125	0.025	0.05	0.1	
-	+	-	-	<i>Escherichia coli</i>
-	-	-	-	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>
-	+	-	-	<i>Klebsiella pneumonia</i>
-	-	-	-	<i>Staphylococcus aureus</i>

من خلال النتائج المتحصل عليها في الجدول(2-v) نلاحظ أن العينة A حققت استجابة عند سلالتين من البكتيريا. حيث نلاحظ أن أكسيد الحديد النانوي أعطى استجابة إيجابية عند السلالتين *Escherichia coli* و *Klebsiella pneumonia* بقطرين تثبيطين 8.9mm و 7.8mm على التوالي عند التركيز 0.0025 بينما لا نسجل أي استجابة في بقية التراكيز.

أما بالنسبة للسلالتين *Pseudomonas aeruginosa* و *Staphylococcus aureus* فلا نلاحظ أي استجابة إيجابية ضد البكتيريا في كل التراكيز. استنتاج أن هذه العينة تملك فاعلية مضادة للبكتيريا متوسطة الحساسية

✓ العينة B:

الجدول (3-7): نتائج اختبارات الفاعلية المضادة للبكتيريا للعينة B

الاستجابة				التركيز البكتيريا
0.0125	0.025	0.05	0.1	
-	+	+	-	<i>Escherichia coli</i>
-	-	-	-	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>
-	++	-	-	<i>Klebsiella pneumonia</i>
-	-	-	-	<i>Staphylococcus aureus</i>

من خلال النتائج المتحصل عليها في الجدول (3-7) نلاحظ أن العينة B حققت إستجابة إيجابية عند سلالتين من البكتيريا *Escherichia coli* و *Klebsiella pneumoniae*.

حيث نلاحظ أن أكسيد الحديد النانوي أعطى إستجابة إيجابية عند *Escherichia coli* بقطرين تثبيطين 9.5mm و 10.6mm عند التراكيز 0.05 و 0.025 على التوالي. و عند السلالة *Klebsiella pneumoniae* أعطى إستجابة إيجابية بقطر تثبيطي 11.7mm عند التركيز 0.025. بينما لا نسجل أي إستجابة في بقية التراكيز.

أما بالنسبة للسلالتين *Pseudomonas aeruginosa* و *Staphylococcus aureus* فلا نلاحظ أي إستجابة إيجابية ضد البكتيريا في كل التراكيز. ومنه يمكن القول أن العينة B أكثر حساسية للسلالة *Klebsiella pneumoniae*

✓ العينة C:

الجدول (4-v): نتائج اختبارات الفاعلية المضادة للبكتيريا للعينة C

الاستجابة				التركيز البكتيريا
0.0125	0.025	0.05	0.1	
-	+	-	-	<i>Escherichia coli</i>
-	-	-	-	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>
-	+	+	-	<i>Klebsiella pneumoniae</i>
-	-	-	-	<i>Staphylococcus aureus</i>

من خلال النتائج المتحصل عليها في الجدول (4-v) نلاحظ أن العينة C حققت إستجابة إيجابية عند سلالتين من البكتيريا *Escherichia coli* و *Klebsiella pneumoniae*.

حيث نلاحظ أن أكسيد الحديد النانوي أعطى إستجابة إيجابية عند *Escherichia coli* بقطر تثبيطي 9.4mm عند التركيز 0.025. و عند السلالة *Klebsiella pneumoniae* أعطى إستجابة إيجابية بقطرين تثبيطين 8.2mm و 8.8mm عند التركيزين 0.05 و 0.025 على التوالي. بينما لا نسجل أي إستجابة في بقية التراكيز.

أما بالنسبة للسلالتين *Pseudomonas aeruginosa* و *Staphylococcus aureus* فلا نلاحظ أي إستجابة إيجابية ضد البكتيريا في كل التراكيز. ومنه يمكن القول أن العينة C أكثر حساسية للسلالة *Klebsiella pneumoniae*

مقارنة النتائج:

✓ عند السلالة *Escherichia coli* تعطي إستجابة في جميع العينات A B C عند التركيز 0.025 بالإضافة إلى التركيز 0.05 في العينة B.

✓ عند السلالة *Klebsiella pneumoniae* تعطي إستجابة في جميع العينات A B C عند التركيز 0.025 بالإضافة إلى التركيز 0.05 في العينة C. حيث نسجل أكبر قطر تثبيطي في العينة B بقيمة 11.7mm.

✓ أما عند السلالتين *Pseudomonas aeruginosa* و *Staphylococcus aureus* فلا نسجل أي إستجابة لدى جميع العينات A B C. ومن خلال هذه النتائج نلاحظ أن العينة B قدمت أفضل فاعلية تجاه السلالتين *Escherichia coli* و *Klebsiella pneumoniae*.

كانت النتائج المتحصل عليها في هذه الدراسة بالنسبة للبكتيريا التي أظهرت إستجابة (*Escherichia coli* و *Klebsiella pneumoniae*) مماثلة لنتائج دراسة Shaukat Ali و Tafail Akbar و Muhammad Irfan و Mughal واخرون (2021).

- ◀ من خلال المقارنة نجد أن العينات حققت إستجابة إيجابية تجاه البكتيريا السالبة لغرام و قد يكون ذلك راجع لاختلاف التركيب الخلوي للبكتيريا حيث أن جدارها يكون أقل سمكا من البكتيريا الموجبة لغرام.
- ◀ أما فيما يخص التراكيز التي لم تحقق إستجابة فيمكن ان يعزى ذلك لعدم وجود كمية كافية من المادة الفعالة في تلك العينات. أو أن هذه التراكيز غير كافية لاحداث التأثير المطلوب.
- ◀ أما بخصوص الية تأثير المواد النانوية على البكتيريا فقد بينت بعض الدراسات السابقة أن الجسيمات النانوية تغزو مورثة الخلية فتثبط تخليق إنزيمات البكتيريا مما يؤدي إلى موتها.

المراجع

المراجع باللغة العربية:

[3] عبد العليم سليمان أبو مجد،(2011)، " التحليل الطيفي باستخدام الأشعة تحت الحمراء"، الأكاديمية الحديثة للكتاب الجامعي.

المراجع باللغة الاجنبية:

- [1] M. Hafeez, and all,(2021)," Populus ciliata conjugated of iron oxide nanoparticles and their potential antibacterial activities against human bacterial pathogens", *Digest Journal of Nanomaterials and Biostructures*,16(30): p. 899 – 906.
- [2] Khalil.A T, and all,(2017)," Biosynthesis of iron oxide (Fe₂O₃) nanoparticles via aqueous extracts of Sageretia thea (Osbeck.) and their pharmacognostic properties", *Green Chemistry Letters and Reviews*, 10(4): p186–201.
- [4] Bouafia.A,(2022),"Optimisation de biosynthèse des nanoparticules d'oxyde de fer par l'utilisqtion de différents extraits des plantes et évaluation de leur activité biologique",Thèse de doctorat, université El-Oued, p 116–120.
- [5] Shah,M A.and all,(2018),"Green Synthesis of iron nanoparticles using Platanus orientalis leaf extract for antifungal activity", *Green Processing and Synthesis* , <https://doi.org/10.1515/gps-2017-0145>.
- [6] Ms. SWETA PAL,(2014)," ANTIMICROBIAL ACTIVITY OF IRON OXIDE NANOPARTICLES",*DEPARTMENT OF LIFE SCIENCE NATIONAL INSTITUTE OF TECHNOLOGY ROURKELA-769008, ORISSA, INDIA.*
- [7] M.Kamil, F. Ahmad, M. T. Abdalla. (2021) Phytochemical & Pharmacological Studies of Moltkiopsis ciliata. *Clinical Research and Clinical Trials*4(3):p62.
- [8] D. Aksu Demirezen and all,(2018)," Green synthesis and characterization of iron oxide nanoparticles using Ficus carica (common fig) dried fruit extract", *The*

- Society for Biotechnology, Japan, 20(20):1-5.* <https://doi.org/10.1016/j.jbiosc.2018.07.024> .
- [9] [http://www.researchgate.net/publication/231081508-A-highly-sensitive-ammonia-chemical-sensor-based-on-a-Fe₂O₃-nanoellipsoids](http://www.researchgate.net/publication/231081508-A-highly-sensitive-ammonia-chemical-sensor-based-on-a-Fe2O3-nanoellipsoids).
- [10] H. S. Devi, M. A. Shah, M. A. Boda, S. Parveen, and all, (2018). "Green synthesis of iron oxide nanoparticles using *Platanus orientalis* leaf extract for antifungal activity". *Green Processing and Synthesis*.
- [11] D. Yufanyi, A. Ondoh, J. (2015) Foba-Tendo, K. Mbadcam, Effect of decomposition temperature on the crystallinity of α -Fe₂O₃ (Hematite) obtained from an Iron (III)-Hexamethylenetetramine Precursor, *Am. J. Chem*, 5 1-9.
- [12] Shin H S and Kwon S J 1993 An XRD study on the structures of ferrites: Hematite Ba-ferrite and Zn₂Y (Ba₃Zn₂Fe₁₂O₂₂) Yooop Hakoechi (*J. Korean Ceram. Soc.*) 30 499-509
- [13] J. Amin Ahmed Abdullah, and all, (2020). "Green synthesis and characterization of iron oxide nanoparticles by paeonia dactylifera leaf extract and evaluation of their antioxidant activity". *Sustainable Chemistry and Pharmacy*.
- [14] B. Abderrhmane, L. Salah Eddine, (2020). Green Synthesis of Iron Oxide Nanoparticles by Aqueous Leaves Extract of *Mentha Pulegium* .L: Effect of Ferric Chloride Concentration on The Type of Product. *Materials Letters*.
- [15] P.karpagarinayagan, C.vedhi, (2019), "Green synthesis of iron oxide nanoparticles using *Avicennia marina* flower extract", *Vacuum*, 160:286-292.
- [16] M. Hafeez, and all (2021). *Populus ciliata* conjugated of iron oxide nanoparticles and their potential antibacterial activities against human bacterial pathogens. *Journal of Nanomaterials and Biostructures*. 16(3): 899 – 906.

الخاتمة

بسبب التلوث الذي يعيشه العالم أصبح العلماء يتخذون التخليق الأخضر كملجأ للتحسين من الوضع حيث يعتمد على النباتات والمستخلصات الخاصة بها. وبالموازاة مع هذا الأخيرة أصبحت تكنولوجيا النانو المصدر الرئيس المستخدم في الصناعات وخاصة المجال الطبي والذي يعتمد على الجسيمات التي يكون قطرها بين [1-100 nm]؛ وفي ظل هذه الموازاة ولمواكبة السرعة التي يتطور بها العالم تم استخدام التخليق الأخضر في تكنولوجيا النانو للحد من التلوث البيئي والتقليل من الآثار الجانبية للأدوية والمواد الصناعية.

و لترك بصمة ضمن الأبحاث العلمية في ميدان تكنولوجيا النانو و لثمين مورد نباتي صحراوي بمنطقتنا ضمن هذا البحث اصطناع جسيمات الحديد النانوية (FeONPs) باستخدام مستخلص نبات الحلبة المنتمي للعائلة الحمحمية ولتحسين المردود اعتمدنا على تغيير تركيز المحلول الملحي (0.025M ؛ 0.1M ؛ 0.05 M)، تم تشخيص العينات الناتجة باستخدام الطرق التالية UV-Vis و FT-IR و DRX و SEM؛ كما تم دراسة الفعالية المضادة للبكتيريا لها حيث استخدمنا أربعة سلالات من البكتيريا الضارة، سلالات موجبة وسالبة الغرام.

تم تصنيع الجسيمات النانوية لأكسيد الحديد عن طريق تفاعل الاختزال لأيونات الحديد بسبب وجود المركبات الفينولية في المستخلص النباتي التي تعمل كعامل ناقل بيولوجي. أثبتت تقنيات التشخيص المستخدمة صحة تكوين جزيئات أكسيد الحديد النانوية حيث أكدت تقنية التشخيص البصري UV-Vis و FTIR تكوين جزيئات أكسيد الحديد النانوية من خلال تمييز مجالات امتصاص أكسيد الحديد FeO ، واختفاء نطاقات امتصاص البولي فينول بسبب إرجاع أيونات الحديد، بينما نتائج SEM و DRX بنيت تشابه في بنية العينات من حيث الشكل و الحجم على اختلاف تراكيزها.

في حين أظهرت العينات أنها ذات فاعلية تثبيطية مضادة للبكتيريا متوسطة الحساسية حيث تميزت العينة B أكثر من باقي العينات.

الملحق

الأجهزة المستعملة:



جهاز رج وتسخين



ميزان حساس



جهاز الطرد المركزي



جهاز ترشيح



فرن



جهاز UV-

جهاز IR



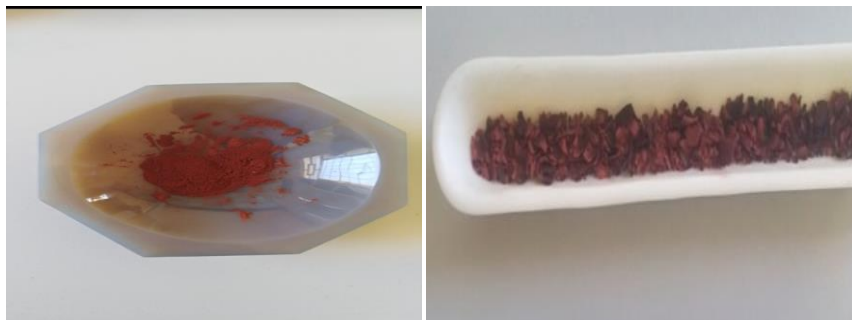
جهاز DRX



نبات الحلبة قبل وبعد التجفيف



الراسب قبل وبعد التجفيف



أكسيد الحديد بعد الحرق



الأدوات والمواد المستعملة في اختبار المضاد للبكتيريا