رقم الترتيب :

رقم التسلسلي :

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

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: بله باسي إخلاص، سالمي رحيمة

تحت عنوان:

دراسة تأثير الزمن في الاصطناع الأخضر لأكسيد الحديد النانوي

نوقشت يوم : 2026/ 06/7

أمام لجنة المناقشة

نموسة يحي التجاني	أستاذ محاضر أ	جامعة الشهيد حمه لخضر	رئيسًا
زواري أحمد رشيدة	أستاذ محاضر أ	جامعة الشهيد حمه لخضر	مناقشًا
شيحي سمية	أستاذ محاضرأ	جامعة الشهيد حمه لخضر	مؤطرًا

السنة الجامعية :2026/2025

بسم الله الرحمن الرحيم

الإهداء

قال تعالى:

{رَبِّ أَوْزِعْنِي أَنْ أَشْكُرَ نِعْمَتَكَ الَّتِي أَنْعَمْتَ عَلَيَّ وَعَلَىٰ وَالِدَيَّ وَأَنْ أَعْمَلَ صَالِحًا تَرْضَاهُ وَأَصْلِحْ لِي فِي ذُرِّيَّتِي إِنِّي تُبْتُ إِلَيْكَ وَإِنِّي مِنَ الْمُسْلِمِينَ}.

لم تكن الرحلة قصيرة ولا ينبغي لها أن تكون، ولم يكن الحلم قريبا ولا الطريق محفوفا بالتسهيلات لكنني فعلتها ونلتها بتوفيق الله.

إلى مهجتي وبهجتي في هذه الحياة، إلى السراج الذي ينير عتمة أيامي, إلى قدوتي ومصدر إلهامي "والدي الغالي" أطال الله في عمره وأمده بالصحة والعافية.

إلى من قال فيها رسول الله صلى الله عليه وسلم أن الجنة تحت أقدامها, إلى حبيبتي ومصدر أماني واطمئناني, إلى من يسر الله لي الطريق بدعواتها "أمي العزيزة" أطال الله في عمرها وأمدها بالصحة والعافية.

إلى من شددت عضدي بهم فكانوا لي ينابيع أرتوي منها, إلى خيرة الأيامي وصفوتها"إخوتي وأخواتي الغاليين" .إلى رفقاء الدرب الذين فرقتني عنهم المسافات :ماهيتاب, سلمى,عبير,ذكرى .

بله باسي إخلاص

الإهداء

الحمد لله عند البدء وعند الختام

ما كان لهذا النجاح أن يكتمل لولا توفيق الله، ثم وجود أشخاص آمنوا بي وساندوني في كل خطوة.

أهدي هذا العمل

إلى من كانا سببا لوصولي إلى هذه المحطة إلى من تستنير دنياي بوجودهما إلى " أمي وأبي".

إلى رفيق الروح والدرب إلى زوجي الحبيب "س نورالدين".

الى ملاكي المنتظر "سيف " النبض الذي ينبض بداخلي ويمنحني الامل.

الى اخوتي هيثم وحسام وحبيبة القلب عائشة سند الأيام.

الى عائلتي الكريمة "سالمي" و "ستو " فخري الدائم.

الى صديقات العمر اللواتي شاركنني لحظات الاجتهاد والتعب والفرح.

الى كل من ساهم بكلمة طيبة او دعم صادق.

سالمي رحيمة

شكر وتقدير

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

نود أن نشكر أولاً وقبل كل شيء الدكتورة "شيحي سمية"مؤطرة هذه المذكرة.

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

كما نود أن نشكر جميع أعضاء لجنة المناقشة على اهتمامهم بعملنا ولقبولهم مناقشة هذه المذكرة وتثمينها.

وإلى جميع موظفين وعمال المخابر بكلية العلوم دقيقة،

وإلى من ساعدنا من قريب أو بعيد.

الملخص:

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

تم ضمن هذه الدراسة الاصطناع الأخضر لجسيمات أكسيد الحديد النانوية (FeONPs) باستخدام مستخلص نبات *Moltkia ciliata* وكلوريد الحديد الثلاثي ($FeCl_3$)،والتطرق لدراسة أحد العوامل المؤثرة على الاصطناع الأخضر للجسيمات النانوية وهو زمن الاصطناع(4سا،8سا،24سا)تم اعتماد المنهج التجريبي، حيث شُخِّصت جسيمات أكسيد الحديد النانوية المحضرة باستخدام تقنيات: الأشعة فوق البنفسجية UV-Vis، الأشعة تحت الحمراء FT-IR، المجهر الإلكتروني الماسح (SEM) وكاشف الأشعة السينية المشتتة للطاقة (EDX) وقياسات حيود الأشعة السينية (DRX). يظهر تحليل الأشعة فوق البنفسجية (UV-Vis) أقصى امتصاص عند المجال nm-200 400nm تعود إلى FeONPs, وتظهر الأشعة FT-IR قمم واضحة في المجال

($450\ cm^{-1}$–$550\ cm^{-1}$) , والتي تعزى إلى اهتزاز FeONPs,كما بينت نتائج SEM وDRX تشابهاً في الشكل والبنية البلورية للجسيمات مع اختلافات مرتبطة بزمن الاصطناع..تمت دراسة الفعالية المضادة للبكتيريا تجاه سلالات موجبة وسالبة الغرام؛ *Escherichia coli, Pseudomonas aeruginosa ,Klebsiellapneumoniae, Staphylococcus aureus.*

سجلت *Staphylococcus aureus* أعلى نشاط بمنطقة تثبيط بلغت 27 مم للعينة المحضّرة خلال 4 ساعات. 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* ,الفاعلية المضادة للبكتيريا.

Abstract

Green synthesis of metal oxide nanoparticles using plant extracts is a promising alternative to conventional physical and chemical synthesis methods, and represents a broad research field as well as an environmentally friendly approach.

In this study, iron oxide nanoparticles (FeONPs) were green synthesized using the plant extract of *Moltkia ciliata* and ferric chloride ($FeCl_3$). One of the factors affecting the green synthesis of nanoparticles, namely synthesis time (4 h, 8 h, and 24 h), was also investigated.

An experimental methodology was adopted, and the prepared iron oxide nanoparticles were characterized using several techniques: ultraviolet-visible spectroscopy (UV–Vis), Fourier transform infrared spectroscopy (FT-IR), scanning electron microscopy (SEM), energy-dispersive X-ray spectroscopy (EDX), and X-ray diffraction (XRD).

The UV–Vis analysis showed a maximum absorption in the range of 200–400 nm, corresponding to FeONPs. The FT-IR spectra exhibited distinct peaks in the regions of 450 cm^{-1} and 550 cm^{-1}, attributed to FeONP vibrations. Furthermore, SEM and XRD results revealed similarities in the morphology and crystalline structure of the particles, with some differences related to synthesis time.

The antibacterial activity was evaluated against Gram-positive and Gram-negative bacterial strains, including *Escherichia coli, Pseudomonas aeruginosa, Klebsiella pneumoniae, and Staphylococcus aureus.*

The highest antibacterial activity was recorded against *Staphylococcus aureus*, with an inhibition zone diameter of 27 mm for the sample synthesized over 4 hours.

This study concluded that iron oxide nanoparticles synthesized from *Moltkia ciliata* can be used as an antibacterial agent.

Keywords: Green synthesis; iron oxide nanoparticles; *Moltkia ciliata*; antibacterial activity.

قائمة الاختصارات

nm:	nano mètre	نانومتر
DMSO:	Diméthyle solfoxide	ثنائي ميثيل السلفوكسيد
Fe:	fer	حديد
$FeCl_3$:	chlorure de fer(III)	كلوريد الحديد الثلاثي
MH:	Muler Hinton	أغار مولر- هينتون
E.coli:	*Escherichia coli*	العصيات القولونية
P. aerogenosa:	*Pseudomonas aerogenos*	الزائفة الزنجارية
K.pneumoniae:	*Klebsiella pneumonia*	الكلبسيلة الرئوية
S.aureus:	*Staphylococcus aureus*	*المكورات* العنقودية
R:	Rendement	المردود
FTIR:	Infra rouge	الأشعة تحت الحمراء
DRX:	Diffraction des rayons x	انعراج الأشعة السينية
UV-Vis:	Ultraviolet-Visible	الأشعة فوق البنفسجية المرئية
EDX:	Analyse par A Ryons X à Dispersion d'énergie	مطيافية تشتت الطاقة بالأشعة السينية
SEM:	Scanning Electron Microscop	المجهر الماسح الإلكتروني
NI =	No Inhibition	لا يوجد تثبيط

قائمة الأشكال:

الشكل (I -1): نبات الرمرام 8

الشكل (I-2): نبات مصيص 8

الشكل (I - 3): نبات حمرة رأس 9

الشكل(I - 4): نبات حمير 9

الشكل (I - 5): نبات حميميش 9

الشكل (I-6): نبات الحمحم المخزني 9

الشكل(I -7): بعض الصور لنبات الحلمة 11

الشكل (I-8): خارطة توضح التوزيع الجغرافي لنبات الحلمة *Moltkia ciliate* 13

الشكل (II-1) : صورة توضح العلاقة بين حجم الحبيبات والمساحة السطحية..... 23

الشكل (II-2) : مخطط يوضح طرق التصنيع النانوية 26

الشكل (II-3) :صورة توضح مختلف الأشكال لأبعاد المواد 27

الشكل (II-4): صورة توضيحية لكرة نانوية 28

الشكل (II-5) : جزيء فلورين 28

الشكل (II-6) : نموذج لأنبوب الكربون 29

الشكل (II-7) : صورة توضح شكل الأسلاك النانوية 29

شكل(II-8):نقطة كمية ثلاثية الأبعاد 29

الشكل(II-9): صورة توضح شكل الألياف النانوية 29

الشكل(II-10):خلية أساسية لمركب الهيماتيت 32

الشكل (III – 1): صورة توضح مكونات البكتيريا 40

الشكل (III – 2): تصنيف البكتيريا 41

الشكل (III – 3): بكتيريا Escherichia Coli 42

الشكل(III – 4): بكتيريا *Staphylococcus aureus* 42

الشكل (III – 5): بكتيريا *pseudomonas aeruginosa* 43

الشكل (III – 6): بكتيريا *klebsiella pneumonia* 43

الشكل (IV- 1): قبل الطحن..... 51

الشكل (IV -2): بعد الطحن..... 51
الشكل(IV - 3):صورة توضح نقع النبات في الماء المقطر 53
الشكل(IV-4):صورة توضح عملية الترشيح..... 53
الشكل(IV-5): المستخلص النباتي بعد الترشيح..... 53
الشكل (IV- 6): صور توضح محلول كلوريد الحديد الثلاثي 54
الشكل(IV-7): المستخلص بعد إضافة كلوريد الحديد..... 55
الشكل(IV- 8):العينة في جهاز الرج والتسخين..... 55
الشكل(IV- 9):العينة بعد نزعها من جهاز الرج..... 55
الشكل(IV-10):الراسب المتشكل قبل وضعه في الفرن..... 56
الشكل(IV-11):العينة بعد إخراجها من الفرن 56
الشكل(IV-12):العينات قبل الحرق 57
الشكل(IV-13):العينات بعد الحرق 57
الشكل(IV-14): خطوات التصنيع الأخضر لجزيئات أكسيد الحديد النانوية..... 58
الشكل (IV-15): مخطط عام يوضح خطوات العمل للتحضير جسيمات الحديد النانوية 61
الشكل(IV-16): مخطط لطريقة الانتشار..... 63
الشكل(IV-17): صورة توضح طريقة زرع المعلقات البكتيرية في الأوساط 64
الشكل (1.V): طيفFTIR لمستخلص نبات الحلمة *Moltkia ciliata*..... 68
الشكل (2.V): طيف FTIR لجسيمات أكسيد الحديد النانوية للعينة A قبل الحرق..... 69
الشكل (3.V): طيف FTIR لجسيمات أكسيد الحديد النانوية للعينة B قبل الحرق..... 70
الشكل (4.V):طيف FTIR لجسيمات أكسيد الحديد النانوية للعينة Cقبل الحرق. 70
الشكل (5.V):طيف FTIR لجسيمات أكسيد الحديد النانوية للعينة A بعد الحرق..... 71
الشكل (6.V):طيف FTIR لجسيمات أكسيد الحديد النانوية للعينة B بعد الحرق..... 71
الشكل (7.V):طيف FTIR لجسيمات أكسيد الحديد النانوية للعينة C بعد الحرق. 72
الشكل (8.V): طيف UV-vis لمستخلص نبات الحلمة *Moltkia ciliata*..... 73
الشكل (9.V):طيف الأشعة فوق البنفسجية UV-vis للعينة A قبل الحرق 73
الشكل (10.V):طيف الأشعة فوق البنفسجية UV-vis للعينة B قبل الحرق..... 74
الشكل (11.V): طيف الأشعة فوق البنفسجية UV-vis للعينة C قبل الحرق 74

الشكل (12.V):طيف الأشعة فوق البنفسجية UV-vis للعينة A بعد الحرق 75
الشكل (13.V):طيف الأشعة فوق البنفسجية UV-vis للعينة B بعد الحرق 75
الشكل (14.V): طيف الأشعة فوق البنفسجية UV-vis للعينة C بعد الحرق 76
الشكل (15.V):صورة بالمجهر الإلكتروني الماسح للعينة A(EDX+SEM)..... 77
الشكل (16.V):صورة بالمجهر الإلكتروني الماسح للعينة B (EDX+SEM) 78
الشكل (17.V):صورة بالمجهر الإلكتروني الماسح للعينة C (EDX+SEM)..... 78
الشكل (V- 18): طيف حيود الأشعة السينية للعينات المدروسة 82

قائمة الجداول:

الجدول (I- 1): بعض نباتات العائلة الحمحمية 8

الجدول (I- 2): التصنيف العلمي لنبات الحلمة *Moltkia ciliata* 12

الجدول (I- 3): نتائج دراسات سابقة لبعض نباتات العائلة الحمحمية في ميدان تكنولوجيا النانو 14

الجدول(II-1): أهم أكاسيد وهيدروكسات الحديد 30

الجدول(II-2):بعض الخصائص العامة لأكاسيد الحديد 32

الجدول (III-1):صفات الخلية 39

الجدول (IV-1): المواد والأدوات المستعملة..... 52

الجدول(IV-2): كتل العينات قبل الحرق وبعد الحرق 57

الجدول (IV-3): أنواع البكتيريا الأربعة المستعملة 62

الجدول (v.1): قيم أهم الذروات في الأطياف 74

الجدول(v-2): نتائج اختبارات الفاعلية المضادة للبكتيريا للعينة A 83

الجدول (v-3): نتائج اختبارات الفاعلية المضادة للبكتيريا للعينة B..... 84

الجدول (v-4): نتائج اختبارات الفاعلية المضادة للبكتيريا للعينة C 84

فهرس المحتويات

الإهداء .....

شكر وتقدير.....

الملخص:.....

قائمة الاختصارات .....

قائمة الأشكال:.....

قائمة الجداول:.....

فهرس المحتويات .....

المقدمة:..... 1

المراجع:..... 4

الجزء النظري

الفصل الأول: عموميات حول نبات الحلمة

تمهيد:..... 7

I -1. العائلة البوراجينية (*Boraginaceae*):..... 7

I-1. 1. تعريف بالعائلة :..... 7

I-1. 2. التوزيع الجغرافي للعائلة البوراجينية:..... 7

I-1. 3. بعض نباتات العائلة الحمحمية: 8

I -1. 4. بعض استخدامات نباتات العائلة الحمحمية:..... 9

I-2. نبات الحلمة *Moltkia ciliata*:..... 10

I-12.الوصف المورفولوجي:..... 10

I- 2.2. بعض تسميات نبات الحلمة:..... 11

I- 3.2. التصنيف العلمي لنبات الحلمة *Moltkia ciliata*: 12

I-42. التوزيع الجغرافي لنبات الحلمة *Moltkia ciliata:* 12

I-52. استعمالات نبات الحلمة *Moltkia ciliata*:..... 13

I- 62. دراسات سابقة لبعض نباتات العائلة الحمحمية في ميدان تكنولوجيا النانو :..... 13

المراجع:..... 17

الفصل الثاني: تقنية النانو وتحضير أكسيد الحديد

تمهيد: 22

II-1.تقنية النانو: 22

II - 1.1. السلسلة التاريخية لتقنية النانو: 22

II-2.1. تعريف تقنية وعلم النانو: 22

II-3.1.مبدأ تكنولوجيا النانو:..... 23

II-4.1. أهمية التقنية:..... 23

II- 5.1.تطبيقات تكنولوجيا النانو:..... 24

II-2.الجسيمات النانوية Nano Particles : 24

II-1.2. تعريفها :..... 24

II-2.2.طرق تصنيع الجسيمات النانوية : 25

II-3.2. خواص المواد النانوية:..... 26

II-4.2.أبعاد المواد النانوية:..... 27

II– 5.2. أشكال المواد النانوية:..... 28

II-3. أكسيد الحديد النانوي:..... 30

II-1.3. تمهيد: 30

II-2.3. تعريف أكاسيد الحديد:..... 30

II-3.3. أشكال أكاسيد الحديد:..... 31

II-4.3. تطبيقات أكسيد الحديد النانوي:..... 32

المراجع:..... 35

الفصل الثالث: عموميات حول الفاعلية المضادة للبكتيريا

تمهيد: 39
III -1.تعريف البكتيريا: 39
III-2.الخصائص العامة للبكتريا : 39
III-3.المكونات الأساسية للخلية البكتيرية: 40
III-4.تصنيف البكتيريا : 41
III-5.أنواع البكتيريا المدروسة: 42
III-5. 1.*Escherichia Coli*: 42
III-5. 2.*Staphylococcus aureus*: 42
III-5.3. *pseudomonas aeruginosa*: 43
III-5.4. *klebsiella pneumonia*: 43
III-7.تقدير الفاعلية المضادة للبكتيريا: 44
المراجع: 47

الجزء العملي

الفصل الرابع: الطرق والوسائل

IV- 1 تحضير المادة النباتية المدروسة: 51
IV -2.الأدوات والمواد والأجهزة المستعملة: 52
IV - 3.الاستخلاص: 52
IV - 3. 1.تعريف الاستخلاص: 52
IV - 3. 2. طريقة الاستخلاص المتبعة : 52
IV - 4.تحضير العينات: 54
IV -5. آلية التصنيع الأخضر لجزيئات أكسيد الحديد النانوية: 57

IV – 6.تحليل والتشخيص أكسيد الحديد النانويFeONPs:..... 58
IV – 6. 1. مطيافية الأشعة تحت الحمراء FTIR: 58
IV – 6. 2. التحليل الطيفي للامتصاص فوق البنفسجي المرئي UV visible: 59
IV – 3.6. حيود الأشعة السينية DRX : 59
IV –6. 4. المجهر الالكتروني الماسح (SEM) :..... 60
IV –7.اختبار الفاعلية المضادة للبكتيريا: 62
IV –1.7. السلالات البكتيرية المستعملة: 62
IV –2.7.طريقة العمل: 62
المراجع:..... 66

الفصل الخامس: النتائج والمناقشة

V–1– تحليل ومناقشة نتائج طيف الأشعة تحت الحمراء FTIR : 68
V–1– 1 . تحليل طيف الأشعة تحت الحمراء FTIR للمستخلص النباتي:..... 68
V–1– 2. تحليل طيف الأشعة تحت الحمراء FTIR للعينات:..... 69
a –بعد الحرق : 69
V–2– تحليل ومناقشة نتائج طيف الأشعة فوق البنفسجية UV–vis: 72
V–2– 1. طيف الأشعة فوق البنفسجية UV–vis للمستخلص النباتي :..... 73
V–2– 2. طيف الأشعة فوق البنفسجية UV–vis للعينات :..... 73
V–3. المجهر الإلكتروني الماسح (SEM) وكاشف الأشعة السينية المشتتة للطاقة(EDX) :..... 76
V–4. تشخيص الأكاسيد المحضرة بجهاز الأشعة السينية DRX :..... 79
V–5. دراسة الفعالية المضادة للبكتيريا : 83
المراجع:..... 87
الخاتمة..... 90
الملاحق 92

المقدمة العامة

المقدمة:

يُمثل التفكير الإبداعي البشري القوة الدافعة وراء التحول الحضاري، حيث أتاح للإنسان فهم البنية المجهرية للمادة والتحكم في ترتيبها الذري، وهو ما تجلى بوضوح في بزوغ فجر "تقنية النانو"، ومن المتعارف عليه أن المواد يكون لهاضمن المقياس النانوي خصائص مختلفة وأكثر تميزاً من المقاييس الأخرى [1].

وقد أدى التقدم في علم النانو إلى تطوير جيل جديد من المواد الوظيفية ذات التطبيقات المتعددة. وفي ظل التوجه العالمي نحو الاستدامة، كبديل حيوي وفعال للطرق الفيزيائية والكيميائية التقليدية المكلفة والملوثة للبيئة، ولاصطناعها تم إتباع عدة طرق من بينها استخدام المستخلصات النباتية [2].

امتد تصنيع الجسيمات النانوية ليشمل أكاسيد المعادن، وأبرزها أكسيد الحديد النانوي (FeNOPs)، الذي أثبتت الدراسات كفاءة تحضيره حيوياً باستخدام المستخلصات النباتية [3]، وتتجلى أهمية هذا الأكسيد في تطبيقاته الطبية والتقنية الواسعة [4].

مما يبرز الحاجة الملحة لتطوير منهجيات تصنيع اقتصادية تضمن الحصول على جسيمات متجانسة بمدى قياس نانوي دقيق ومساحة سطحية عالية [5]، وتُعزى فاعلية النباتات في هذا المسار التصنيعي إلى غناها بالمركبات الفينولية والقلويدات والبوليفينولات، التي تلعب دوراً محورياً كعوامل اختزال ومواد مثبتة تضمن جودة واستقرار الجسيمات الناتجة [6].

وتثميناً للموارد الطبيعية المتاحة في الصحراء الجزائرية، تهدف هذه الدراسة إلى تحضير جسيمات أكسيد الحديد النانوية (FeONP) بطريقة صديقة للبيئة باستخدام مستخلص نبات **الحَلَمة (*Moltkia ciliata*)** الذي ينمو في منطقة "وادي سوف". تتضمن الدراسة أحد العوامل المؤثرة في الاصطناع الاخضر للجسيمات النانوية وتوصيف الجسيمات المصنعة وتحليل خصائصها البنيوية والبصرية باستخدام تقنيات (SEM, XRD, FTIR, UV-visible)، مع تقدير كفاءتها كمضاد للبكتيريا، سعياً لتقديم إضافة علمية تساهم في تثمين هذا المورد الطبيعي المحلي.

وقد تم هيكلة هذا العمل في خمسة فصول موزعة على جزأين

الجزء النظري:

- الفصل الأول: عموميات حول العائلة النباتية الحمحمية ودراسة حول نبات الحَلَمة *Moltkia ciliata*.
- الفصل الثاني: عموميات حول المركبات النانوية وأهم المفاهيم العامة في تقنية النانو، وخصائص أكسيد الحديد (FeO).
- الفصل الثالث: عموميات حول الفعالية المضادة البكتيريا.

الجزء العملي:

- الفصل الرابع: الوسائل والطرق المتبعة في تحضير أكسيد الحديد النانوي(FeONPs).
- الفصل الخامس: تحليل النتائج المتحصل عليها ومناقشتها.

وأخيراً، نختم هذا العمل بخاتمة تضم أهم النتاج المتحصل عليها خلال هذه الدراسة.

المراجع

المراجع:

[1] Kanaga Subbulakshmi S, Kadirvelu K. (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] Prabhu NN. (2018). Green synthesis of iron oxide nanoparticles (IONPs) and their nanotechnological applications. J Bacteriol Mycol, 6(4): 260–262.

[3] Abu-Huwail et al. (2020). Perceptive review on properties of iron oxide nanoparticles and their antimicrobial and anticancer activity. Syst Rev Pharm, 11(8): 418–431.

[4] Devi HS 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.

[6] Campos EA, Stocker-Pinto DVBS, Oliveira JS, Mattos EC, Dutra RCL. (2015). Synthesis, characterization and applications of iron oxide nanoparticles: a short review. Aerosp Technol Manag, 7(3): 267–276.

الجزء النظري

الفصل الأول:

عموميات حول نبات الحلمة

تمهيد:

يُجسّد الغطاء النباتي لوادي سوف نموذجاً للتكيف الصحراوي بتنوع محدود (120 نوعاً برياً) على مساحة 20,000 كم^2. وتبرز أهميته الحيوية في استخداماته المحلية المتعددة، لاسيما في قطاعي الرعي والتداوي التقليدي.[1]

I -1. العائلة البوراجينية (*Boraginaceae*):

I-1. 1. تعريف بالعائلة :

تعرف عائلة البوراجينية (*Boraginaceae*)باسم العائلة الحمحمية، "تضم العائلة البوراجينية تنوعاً نباتياً واسعاً يشمل الأعشاب الحولية والمعمرة والشجيرات، وتنتشر عالمياً مع ارتكاز ملحوظ في الأوساط الصحراوية العربية. [3] مورفولوجياً، تمتاز هذه النباتات بسيقان قائمة مكسوة بشعيرات كثيفة، غالباً ما يتجاوز ارتفاعها 20 سم. [1] أوراقها ذات شكل بيضاوي متبادل ومغطاة بزغب خشن، بينما تتخذ أزهارها الصغيرة أشكالاً أنبوبية أو نجمية بألوان جذابة تتراوح بين الأزرق والأرجواني. [2] وبفضل خصائصها الجاذبة للنحل، تكتسي هذه العائلة أهمية بيئية واقتصادية خاصة في مناطق تربية النحل وإنتاج العسل. [4]

I-1. 2. التوزيع الجغرافي للعائلة البوراجينية:

تتوزع هذه العائلة في العالم بالمناطق الاستوائية، شبة الاستوائية، والمعتدلة وتتمركز أكثر في شمال المنطقة المعتدلة والبحر الأبيض المتوسط,و قد انتشرت زراعتها في أماكن كثيرة من أوروبا وغرب آسيا وشمال أمريكا، وتوجد في الأماكن القاحلة وفي الكثبان الرملية، وعلى شواطئ الأنهار وأحيانا على جبال الألب، بينما أدخلت زراعتها إلى انجلترا 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
غبيرة	*Heliotrope*
الرمرام	*Heliotropiumcrispum*
العود	*Glossostemonbruguieri*
حشيشه الرئة	*Pulmonariaofficinalis*
حشيشه الأفعى	*Echiumvulgare*
حمرة رأس	*Echiochilonfruticosum*
حمير	*Arnebiadecumbrns*
حميميشُ	*Echiumpycnanthum*
الحمحم المخزني (لسان الثور)	*Borrage Officinalis*

الشكل (I– 1): نبات الرمرام[7]

الشكل (I–2): نبات مصيص[7]

الشكل (I – 3): نبات حمرة رأس[9]

الشكل(I – 4): نبات حمير[9]

الشكل (I – 5): نبات حميميش[9]

الشكل (I-6): نبات الحمحم المخزني[9]

I -4.1. بعض استخدامات نباتات العائلة الحمحمية:

تستعمل نباتات الفصيلة الحمحمية تقليديًا، حيث يُستعمل *Heliotropium Europaeum* لعلاج الجروح والنقرس والصداع وخفض الحمى، و*Echium vulgare* لعلاج الكدمات وآلام العضلات ولدغات الأفاعي ولسعات العقارب[2] .

وتستخدم *Symphytum officinale* تقليديًا داخليًا لعلاج اضطرابات الجهاز التنفسي والهضمي، وخارجيًا لتخفيف آلام المفاصل والأمراض الجلدية وتسريع التئام الجروح.

كما تُستخدم أوراق وبذور *Cordia myxa* تقليديًا كمضاد لديدان الأمعاء، كما تُستهلك ثماره لعلاج أمراض الجهاز التنفسي والبولي[6] .

I-2. نبات الحلمة *Moltkia ciliata*:

I-2.1. الوصف المورفولوجي:

Motkia ciliata (الحلمة أو المحاط)، أو ما عرف به سابقا *Lithospermum Callosum Vahl* يعد من أبرز انواع عائلة الحمحميات[12,11]. يُصنف هذا النبات كعشب معمر شوكي، يمتاز بتفرعاته الغزيرة وكسائه الشعيري الخشن ذو الملمس القاسي ,يتراوح ارتفاعه حوالي30cm أو أكثر في بعض المناطق [13,1].وتتميز ب:

- الأوراق تكون متواضعة على الساق بدون أعناق بطول من2 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 دائم الوجود، يزهر أساساً في فصلي الشتاء والربيع (فبراير–يونيو)، مع استجابة إزهار ثانوية قد تظهر خلال 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: الحلمةأو الحلم [2]

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

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

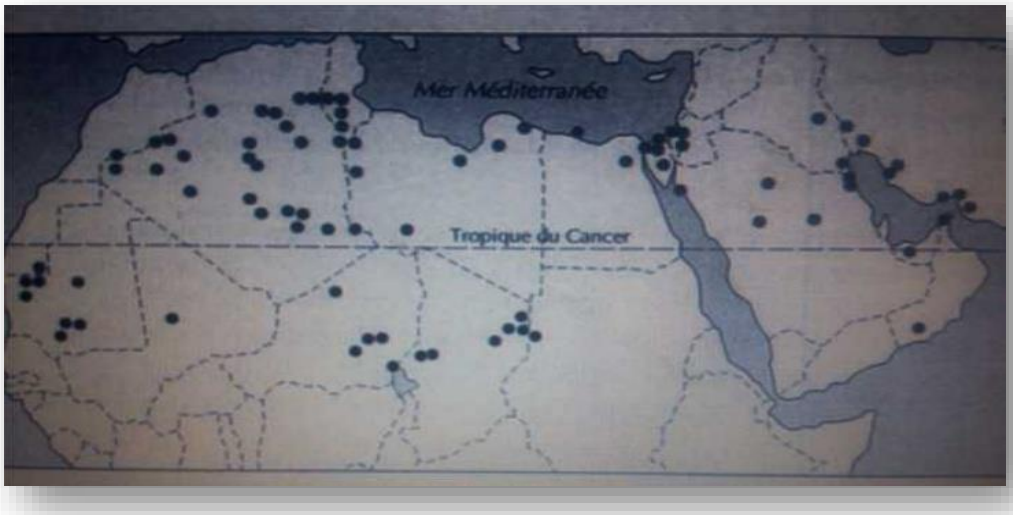
Règne	Plante	المملكة
Embranche	*Magnoliophyta*	الشعبة
sous-ebranche	*Boraginoideae*	تحت الشعبة
Classe	*Lithospermeae*	الصنف
Ordre	*Magnolipsida*	الرتبة
Famille	*Lamiales*	العائلة
Genre	*Moltkiopsis*	الجنس
Espéce	*Moltkia ciliata*	النوع

❖ بعض أنواع جنس ***Moltkiopsis***:[14]

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

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

يمتاز نبات الحلمة بانتشار جغرافي واسع يمتد من شمال أفريقيا وصولاً إلى إيران، ماراً بمعظم الدول العربية. [13] ويُصنف كنموذج للنباتات الصحراوية شديدة المقاومة للجفاف، حيث يتكيف مع بيئات متباينة تشمل التربة الرملية والصلبة، والوديان، والمنحدرات، وقمم الكثبان الرملية [4]،[13]. وهو معروف في كل من المغرب، تونس، الجزائر، ليبيا، مصر، فلسطين، الأردن، سوريا، الكويت، السعودية، اليمن، عمان، عراق، وإيران [13].



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

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

يُعد هذا النبات مورداً رعوياً هاماً للإبل وعلاجاً تقليدياً فعالاً لأمراض الجهاز الهضمي، الجروح، ولدغات العقارب. كما يحظى باهتمام بحثي واسع، خاصة في الدراسات الإحصائية والبيئية المتعلقة بالغطاء النباتي الصحراوي. [3]

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

تُعد تكنولوجيا النانو الخضراء فرعاً صاعداً يحظى باهتمام بحثي عالمي واسع، نظراً لكونها الحل الأمثل لتقليل الآثار البيئية السلبية المرتبطة بإنتاج المواد النانوية وتطبيقاتها.

وفي هذا السياق، يولي الباحثون الأولوية للنباتات كبديل حيوي مستدام لتصنيع المعادن وأكاسيد المعادن النانوية؛ وذلك بفضل غناها بالمحتوى الجزيئي الفعال ووفرة كتلتها الحيوية، مما يضمن الحصول على جسيمات بفاعلية عالية وبطرق صديقة للبيئة. [18]

شملت الأبحاث الحديثة توظيف العائلة البوراجينية في **التخليق الحيوي لجسيمات وأكاسيد نانوية عالية الكفاءة**، وفيما يلي عرض لأبرز هذه الدراسات:

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

النبات	الجزء المستخدم	الجسيم المصطنع	طرق التشخيص	الفعالية	المرجع
Borago Officinalis	الأوراق	AgONPs	• UV–visible • FTIR • SEM • EDX • XRD	• Anticancer activity • Antibacterial activity • Biofilm inhibition	[19]
Bergenia Ciliata	الأوراق	NiONPs	• XRD • SEM • UV-Visible • EDX • FTIR	• Photo catalytic Activity • Antibacterial Activity • Antioxidant Activity	[20]
Toonaciliata	الأوراق	NiONPs	• UV–visible • ATR • FT-IR • XRD • Fluoresce-nespectro-scoy • SEM • TEM	• Antibacterial activity • Anthelmintic activity	[21]
Bergenia ciliata	الجذور	ZnONPs	• UV–Visible • FTIR • XRD • DLS	• ABTS Radical • Scavenging Assay • DPPH Radical Scavenging Assay • Antioxidant Activity • Anticancer Activity	[22]

[23]	• Antimicrobial activity	• UV-visible • XRD • FTIR • SEM • TEM • EDX	AgNPs	الأوراق	*Populus ciliata*
[24]	• *Antioxidant* • *Anticancer*	• UV-Vis • XRD • FESEM • EDAX	AgNPs	مستخلص نباتي	*Boerhavia diffusa*
[25]	• Decolorization • Biodegradation	• UV-Vis • FT-IR • XRD	ZnONPs	مستخلص نباتي	*Cornulaca monacantha*
[26]	• Antioxidant • Biological Activity	• UV-Vis, • FTIR, XRD, • SEM	FeO NPs	الأوراق	*Moltkia ciliata*

المراجع

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]شيحي.س،(2021)،"دراسة المستخلصات العضوية والمائية لنبات*ciliata Moltkia*وتطبيقاتها في الفاعلية البيولوجية وتثبيط التآكل المائي"، رسالة دكتوراه في الكيمياء العضوية التطبيقية، جامعة قاصدي مرباح، ورقلة،ص7.

[3]ميموني.س،.الأبيض.ل،(2019)،"فصل نـواتج الأيـض الثانوي الفلافوني لنبات Moltkia Ciliataوتقييم 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 لنباتMoltkia ciliata ، مذكرة ماستر في الكيمياء العضوية"، علوم دقيقة، كلية ع جامعة الشهيد حمه لخصر، الوادي،ص16.

[6] محمد السيد.ع،(2015)،"الموسوعة الأم للعلاج بالنباتات والأعشاب الطبية"، دار ألفا،عمان الأردن. الطبعة الخامسة، ص358 ـ 347 ـ 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 والعطرية 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،ص73ـ 74.

[10] مدونة أبو سامي للطقس والبيئة. على شبكة الانترنت بتاريخ 14 أفريل 2023: http://weather-sa.com/net/index.html

[14]قدور.ص،تجاني.ص،(2020)، "دراسة فاعلية نبات Moltkia ciliate و Fagonia cretica التثبيطية 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.

[25] **تومي، رجاء؛ خلوط، رميصاء؛ بوزغاية، نور الهدى** .(2024) *توليف جسيمات النانوية بإستخدام مستخلص نبات الحاد* .ماجستير هندسة كيميائية، **جامعة الشهيد حمه لخضر الوادي.**

[26] قريشية، حكيمة؛ حداد، فيروز. تقدير الفاعلية المضادة للأكسدة لجسيمات أكسيد الحديد النانوية المحضرة انطلاقاً من مستخلص نبات الحلمة (Moltkia ciliata). مذكرة لنيل شهادة الماستر في الكيمياء العضوية. الوادي: جامعة الشهيد حمه لخضر، كلية العلوم الدقيقة، قسم الكيمياء، 2024.

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 MoltkiopsisI.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]UllahMirza.A,(2021),"Biomediated synthesis, characterization, and biological applications of nickel oxide nanoparticles derived from Toonaciliata, Ficuscarica and Pinusroxburghii" , *Bioprocess and Bios stems Engineering* , 44:1461–1476.

[22]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 .

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

[24] Kumar, V., Sharma, N., Singh, P., & Kumar, R. (2017). Green synthesis of silver nanoparticles using *Boerhavia diffusa* plant extract and their antibacterial activity. *Journal of Nanoscience and Nanotechnology Research*, 5(2), 45–52.

الفصل الثاني

تقنية النانو وتحضير أكسيد الحديد

تمهيد:

يشهد عصرنا الراهن تطورًا متسارعًا وثورة متواصلة في مجالات العلوم والتكنولوجيا، كان من أبرز مخرجاتها ظهور تكنولوجيا النانو [1]، فقد حظيت هذه التقنية باهتمام غير مسبوق مقارنة بسابقاتها، نظرًا لما تتميز به من خصائص فريدة وتعدد واسع في مجالات تطبيقها، مما جعلها محورًا أساسيًا للبحث العلمي الحديث، وفي مقدمة المجالات الأكثر أهمية في الفيزياء والكيمياء وعلوم الأحياء وغيرها [2]. كما تبرز أهميتها في مساهمتها الفعالة في الحد من التلوث عبر تحسين استغلال الموارد الطبيعية [3]، وتحقّيق 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].

II-1. تقنية النانو:

II - 1.1. السلسلة التاريخية لتقنية النانو:

تعود جذور تقنية النانو إلى أواخر خمسينيات القرن العشرين، حين طرح الفيزيائي Richard Feynmanفكرة التحكم في المادة على المستوى الذري في محاضرته الشهيرة سنة 1959. غير أن التطبيق الفعلي لهذا المفهوم لم يبدأ إلا في عام 1981م مع اختراع المجهر النفقي الماسح على يد Gerd Binnigو Heinrich Rohrer، والذي أتاح رؤية الذرات والتعامل معها بشكل مباشر.

وفي سنة 1985م تم اكتشاف جزيئات الفوليرين(C_{60}) ، مما فتح آفاقًا جديدة في علم المواد، ثم جاء اختراع المجهر الذري القوة سنة 1986م ليعزز إمكانيات دراسة الأسطح بدقة نانوية. خلال التسعينيات، شهد المجال تطورًا ملحوظًا مع القدرة على تحريك الذرات بشكل منفرد، مما مهد الطريق لتطبيقات عملية.

مع بداية القرن الحادي والعشرين، تسارعت الأبحاث والاستثمارات في هذا المجال، لتصبح تقنية النانو اليوم من أبرز التقنيات الحديثة، لما لها من تطبيقات واسعة في الطب، والصناعة، والطاقة، والبيئة [5].

II-2.1. تعريف تقنية وعلم النانو:

تُعرَف تقنية النانو بأنها تكنولوجيا المواد متناهية الصغر، أو ما يُعرف بالتكنولوجيا المجهرية الدقيقة، حيث تُعنى بدراسة ومعالجة وملاحظة المواد على مقياس لا يتجاوز 100 نانومتر [2], أي تتعامل مع تجمعات ذرية من ألف

إلى خمسة آلاف ذرة[5], أما علم النانو، فهو المجال العلمي الذي يهتم بدراسة بنية المواد النانوية وتوصيف خصائصها المختلفة، سواء كانت كيميائية مثل التفاعلية، أو ميكانيكية كالصلابة والمرونة، أو فيزيائية كالشفافية واللون، وذلك ضمن نفس المقياس الدقيق الذي لا يتعدى 100 نانومتر [6] [4].

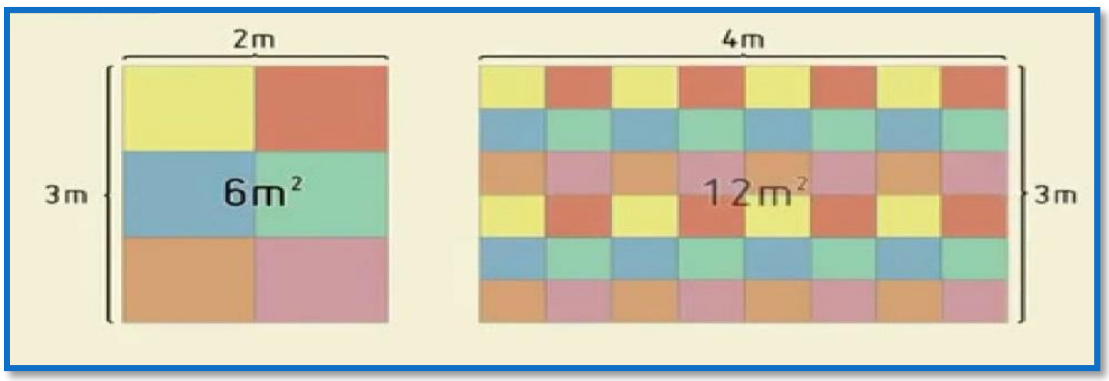
II-1.3.مبدأ تكنولوجيا النانو:

قوم مبدأ تكنولوجيا النانو على التعامل مع الذرات والجزيئات متناهية الصغر، من خلال التحكم في ترتيبها وإعادة تنظيم بنيتها بدقة عالية [2], كما يشمل ذلك دمج هذه الذرات مع ذرات مواد أخرى لتشكيل تراكيب أو شبكات بلورية جديدة، بهدف الحصول على مواد نانوية ذات خصائص متميزة وأداء متفوق. ويعود ذلك إلى الارتباط الوثيق بين البنية الداخلية للمادة وخواصها الفيزيائية والكيميائية، حيث يؤدي تغيير البنية على المستوى النانوي إلى تغيير ملحوظ في خصائص المادة [3].

II-1.4. أهمية التقنية:

تمكننا 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[8],وفيما يلي ذكر لأهم النقاط التي توفرها التقنية :

- ✓ إمكانية التحكم بتحريك الذرات منفرة 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 وبالتالي زيادة التأثير[2].



الشكل (II-1) : صورة توضح العلاقة بين حجم الحبيبات 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 وفي مايلي ذكر لبعض تطبيقات النانو في بعض المجالات:

a) **المجال الطبي** :لعلاج السرطان باستخدام جسيمات الذهب النانوية، والكشف المبكر عن الأمراض، وتعزيز المضادات الحيوية بجسيمات الفضة [2][3].

b) **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 وتحليت المياه المالحة [11].

c) **المجال الالكتروني**: تدخل في تصنيع أجهزة دقيقة مثلLED ، مما يحسن كفاءتها ويقلل استهلاك الطاقة. [3].

d) **الصناعات**: فتُستعمل لإنتاج مواد قوية ومتطورة تدخل في السيارات والطائرات والإلكترونيات [3][6].

e) **المواد المعمارية**: ساهمت تكنولوجيا النانو في تطوير مواد بناء حديثة تتميز بقدرتها على مقاومة درجات الحرارة العالية والإشعاعات الضارة والحرائق، إضافة إلى إمكانية إصلاح التشققات والتصدعات بشكل ذاتي، مما يجعل المباني أكثر أمانًا واستدامة.[4]

f) **الزراعة والأمن الغذائي**: فقد تم توظيف تقنية النانو في تحسين التربة وتطوير الأسمدة والمبيدات الحشرية، بحيث تصبح أكثر أمانًا وأقل ضررًا على صحة الإنسان، كما تُستخدم كمضادات للفطريات من خلال إتلاف الجدار الخلوي لها أو التأثير على مادتها الوراثية، مما يؤدي إلى القضاء عليها [11,12].

g) **بعض التطبيقات الأخرى**:

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

II-2.الجسيمات النانوية Nano Particles :

II-1.2. تعريفها :

الجسيمات النانوية هي جسيمات دقيقة جدًا من المادة يتراوح حجمها بين 1 و100 نانومتر، وتتميز بخصائص فيزيائية وكيميائية وبيولوجية تختلف بشكل ملحوظ عن خصائص المادة نفسها في حالتها الحجمية الكبيرة. وتنتج

هذه الخصائص الفريدة عن صغر حجمها الكبير جدًا وزيادة نسبة مساحة السطح إلى الحجم، مما يجعلها أكثر نشاطًا وتفاعلاً [2].

II-2.2. طرق تصنيع الجسيمات النانوية :

II-2.2. 1. الطريقة الفيزيائية أو تقنية الهبوط من أعلى إلى أسفل:

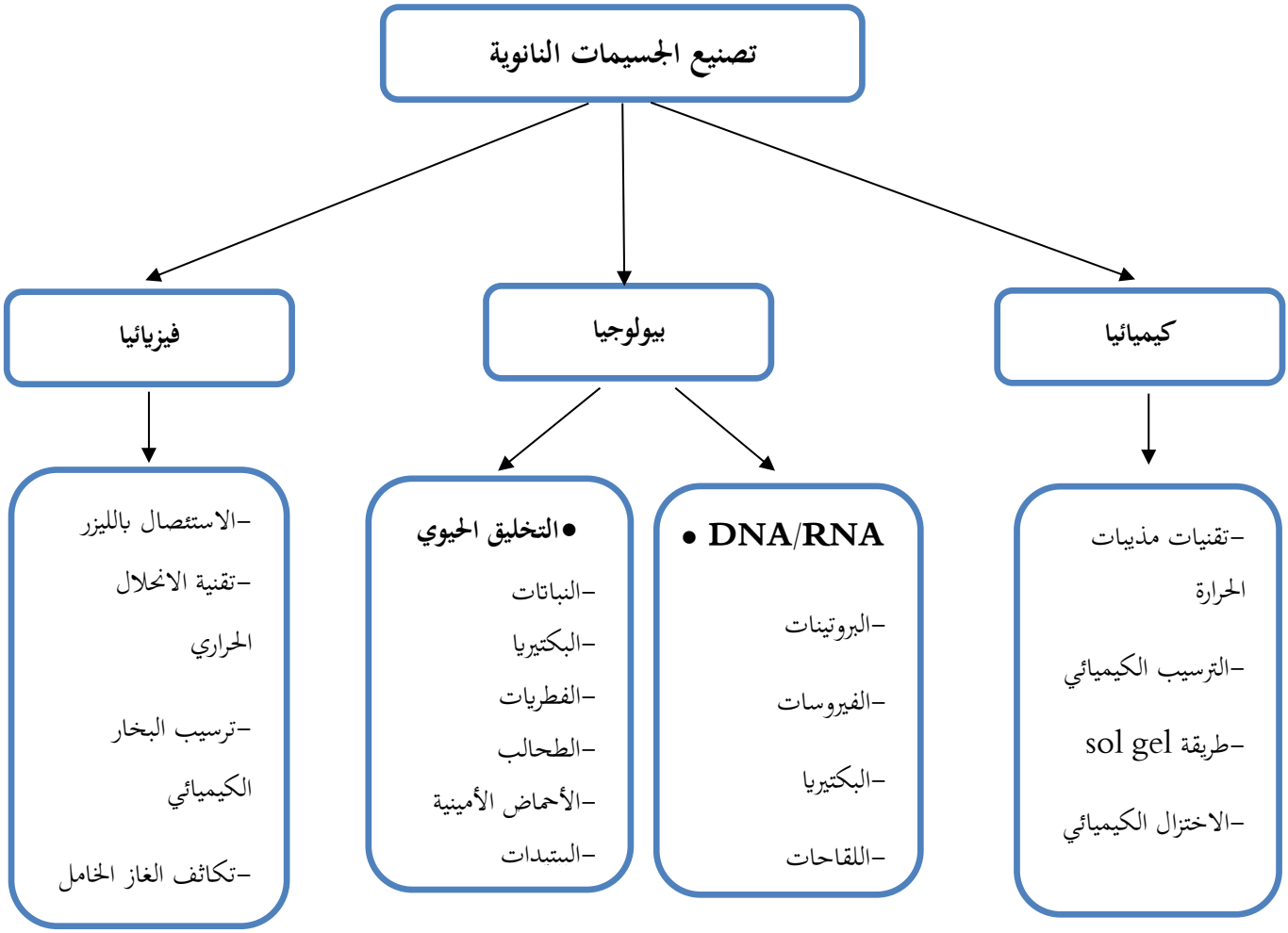
من أكثر الطرق الأكثر شيوعا ويتم فيها تصنيع المواد بتقليص أجسام ذات أطوال أكبر من النانو حتى تصل إلى أبعاد نانوية [13].

II-2.2. 2. الطريقة الكيميائية أو تقنية الصعود من أسفل إلى أعلى:

حيث يتم تحضير المواد النانوية من خلال بنائها ذرة بذرة وجزيء بجزيء وضعها في هياكل نانوية محددة الأبعاد والأشكال، 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 والمستخلصات النباتية؛ فهي صديقة للبيئة وغير مكلفة وغير مستهلكة للطاقة [12].



الشكل (II-2) : مخطط يوضح طرق التصنيع النانوية[5].

II-2.3. خواص المواد النانوية:

- **الخواص الكيميائية:** تكون أكثر نشاطًا وتفاعلية نتيجة زيادة عدد الذرات الموجودة على السطح، مما يعزز قدرتها على التفاعل [11].
- **الخواص الكهربائية: زيادة** التوصيل الكهربائي والمغناطيسي في السيراميكيات[3] وزيادة المقاومة الكهربائية في المعادن[6].
- **الخواص المغناطيسية:** زيادة قوة وفاعلية المغناطيس وشدته حيث كلما صغر حجم الحبيبات زادت مغناطيسيتها [3]، وتعد المواد النانوية ذات الخصائص المغناطيسية من أهم المصادر المستخدمة في صناعة محركات السفن والبواخر ومولدات الطاقة الكهربائية [6].
- **الخواص الفيزيائية:** من بين أهم الخواص الفيزيائية التي تتأثر هي درجة انصهار المواد المعدنية بتغير مقاييس أبعادها وأمثلة ذلك الذهب. فدرجة حرارة انصهار الذهب في الحالة العادية هي1064، وعند تغيير

قياسات أبعاد ذراته تقل درجة انصهاره إلى حوالي 500 درجة مئوية[3].كما نلاحظ أن لبعض الجسيمات النانوية صلابة عالية رغم قلة وزنها[6].

- **الخواص البيولوجية**: تحسين التلاؤم والتوافق البيولوجي وكذا زيادة قدرة النفاذية للحواجز البيولوجية التي تعيق وصول الأدوية للاماكن المصابة [3].

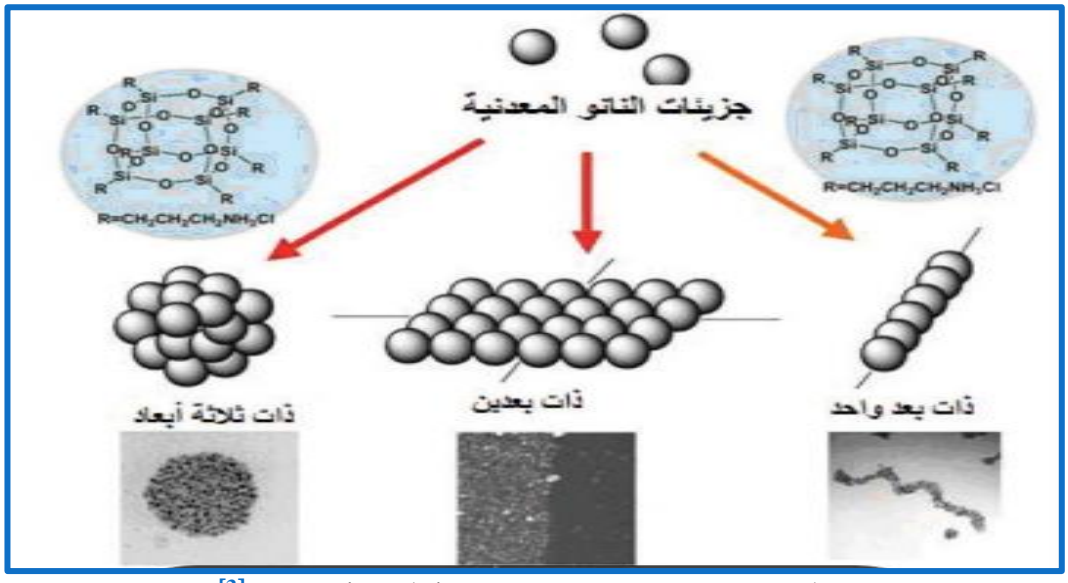
II-4.2.أبعاد المواد النانوية:

تعرف المواد النانوية بأنها مواد تتراوح أبعادها في نطاق النانو، أي بين 1 و100 نانومتر .قد تكون هذه الأبعاد في بعد واحد (مواد نانوية أحادية البعد)، أو بعدين (ثنائية البعد)، أو ثلاثة أبعاد (ثلاثية الأبعاد) .

- **المواد أحادية البعد** تشمل مثلًا الأغشية الرقيقة التي يكون فيها السمك فقط في المقياس النانوي .
- **المواد ثنائية البعد** تشمل الأسلاك أو الأنابيب النانوية التي يكون فيها بعدان نانويان .
- **المواد ثلاثية البعد** تشمل الجسيمات النانوية التي تكون أبعادها الثلاثة جميعها في المدى النانوي .

يؤثر اختلاف الأبعاد بشكل مباشر على خواص المادة مثل التوصيل، الصلابة، والنشاط الكيميائي .

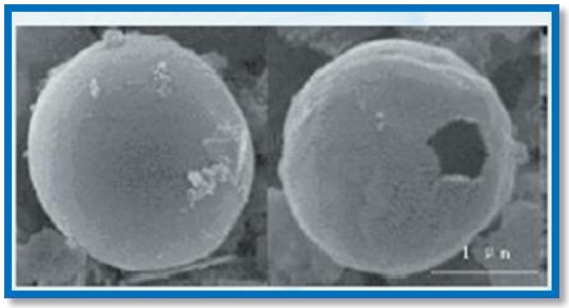
[11-3].



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

II– 5.2. أشكال المواد النانوية:

- **الكرات النانوية:** هي جسيمات نانوية ذات شكل كروي، قد تكون متعددة القشرة وقد تحتوي على فراغ داخلي، وغالبًا ما تكون أسطحها خالية من الفجوات. ومن أبرز أمثلتها كرات الكربون النانوية التي تُعد من مشتقات الفلورينات مع بعض الاختلافات في البنية والتركيب. [1].وقد يصل قطرها إلى500 نانومتر أو أكثر [13].

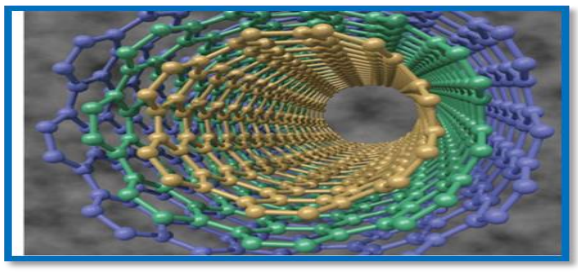


الشكل (II-4): صورة توضيحية لكرة نانوية[1].

- **الفلورينات:** هي جزيئات مكوّنة من 60 ذرة كربون مترابطة بشكل ثلاثي الأبعاد، لتكوّن بنية كروية مشابهة لهيكل الجرافيت. وقد حظيت هذه الجزيئات باهتمام علمي واسع، مما أدى إلى ظهور فرع متخصص يُعرف بكيمياء الفلورينات، وتم اكتشاف ما يقارب 9000 مركب منها [1] [13].

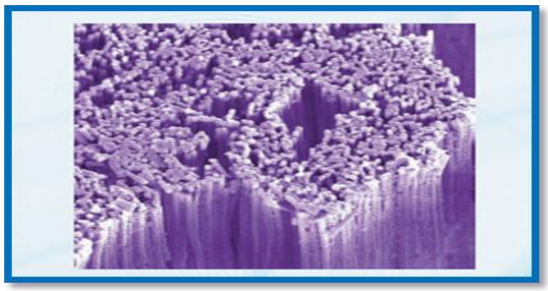
الشكل (II-5) : جزيء فلورين [1].

- **الأنابيب النانوية:** هي صفائح نانوية ملتفة على شكل أسطواني، حيث تكون إحدى نهايتي الأنبوب غالبًا مغلقة على شكل نصف دائرة والأخرى مفتوحة. تتميز بأنها قد تكون موصلة أو شبه موصلة، ويتراوح قطرها بين 1 و100 نانومتر. ومن أشهرها أنابيب الكربون النانوية. [6].



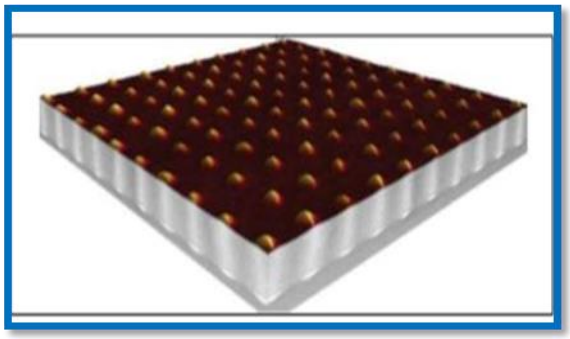
الشكل (II-6) : نموذج لأنبوب الكربون[11].

- **الأسلاك النانوية:** ي هياكل نانوية أحادية البعد، تتميز بقطر صغير جدًا قد يقل عن 1 نانومتر، بينما تمتد بأطوال مختلفة. يمكن أن تتخذ أشكالًا متعددة مثل الشكل الحلزوني أو الأشكال متعددة التماثل[1]. تحضر من مواد فلزية أو شبه موصلة أو عازلة أو عضوية أو غير عضوية[4].



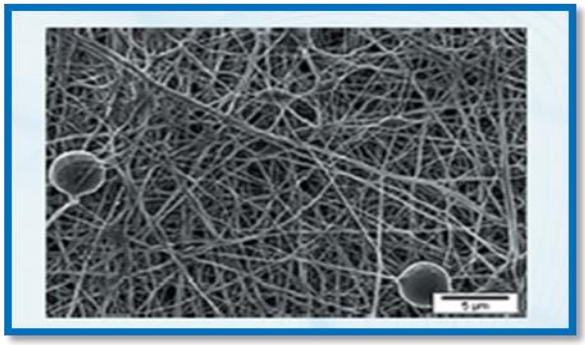
الشكل (II-7) : صورة توضح شكل الأسلاك النانوية[1].

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



شكل(II-8):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-9): صورة توضح شكل الألياف النانوية[1] .

II-3. أكسيد الحديد النانوي:

II-1.3. تمهيد:

خلال السنوات الأخيرة، شهد مجال تحضير ودراسة الأكاسيد المعدنية النانوية اهتمامًا متزايدًا من قبل الباحثين، وذلك نظرًا لتنوع تطبيقاتها في عدة مجالات علمية وتكنولوجية [14]. ويُعدّ التحضير بالاعتماد على المستخلصات النباتية أحد أكثر الطرق شيوعًا وفعالية، لما يتميز به من صداقة للبيئة وسهولة في التنفيذ مقارنة بالطرق الكيميائية التقليدية.[15]

وتحتوي المستخلصات النباتية على مجموعة غنية من المركبات العضوية النشطة حيويًا، مثل الفلافونويدات، والأحماض الكربوكسيلية، والفينولات، والبروتينات، والتي تلعب دورًا مزدوجًا يتمثل في اختزال الأيونات المعدنية والمساهمة في استقرار الجسيمات النانوية المتشكلة، مما يؤدي إلى إنتاج جسيمات نانوية بطريقة خضراء ومستقرة . [16]

ويُعتبر أكسيد الحديد (Iron Oxide) من أكثر الأكاسيد المعدنية النانوية دراسةً واهتمامًا، نظرًا لخصائصه الفيزيائية والكيميائية المميزة، وتعدد تطبيقاته في مجالات الطب، والبيئة، والتكنولوجيا الحيوية.

II-2.3. تعريف أكاسيد الحديد:

يُعدّ الحديد (Fe) من أقدم العناصر المعدنية التي تم اكتشافها، كما يُعتبر من أكثر العناصر وفرة في القشرة الأرضية. يتميز الحديد النقي بلون أبيض مائل إلى الرمادي وبريق معدني، إضافة إلى كونه موصلًا جيدًا للحرارة والكهرباء، كما يُعرف بخواصه المغناطيسية القوية. وغالبًا ما يوجد في الطبيعة على شكل أكاسيد ثنائية التكافؤ .[17]
ونظرًا لنشاطه الكيميائي العالي، يتفاعل الحديد بسهولة مع العناصر المحيطة به، وخاصة الأكسجين (O) والماء، مما يؤدي إلى تكوّن مجموعة متنوعة من مركبات أكاسيد الحديد. وقد تم إلى حد الآن تحديد حوالي ستة عشر نوعًا من أكاسيد وهيدروكسيدات الحديد، والتي يمكن تصنيفها ضمن فئتين رئيسيتين: الأكاسيد والهيدروكسيدات، كما هو موضح في الجدول.(II-1)
وتختلف هذه المركبات فيما بينها من حيث التركيب الكيميائي، وحالة تكافؤ الحديد، والبنية البلورية. وعلى عكس الحديد النقي الذي يتميز بكونه معدنًا موصلًا، فإن أكاسيد الحديد تُظهر خصائص فيزيائية مختلفة، حيث يمكن أن تكون شبه موصلة تزداد موصليتها مع ارتفاع درجة الحرارة، أو قد تكون عازلة حسب بنيتها وتركيبها.

الجدول(II-1): أهم أكاسيد وهيدروكسات الحديد[17].

الأكاسيد (O)		الهيدروكسيدات(OH)	
العنصر	الصيغة الكيميائية	**العنصر**	الصيغة الكيميائية
Magnetite	γ-Fe_2O_3	**Goethite**	α–FeOOH
Ferrihydrite	$Fe_5HO_8.4H_2O$	**Akaganeite**	β–FeOOH
Hematite	α-Fe_2O_3	**Lepidocrocite**	γ–FeOOH
Magnetite	Fe_3O_4	**Feroxyhyte**	δ'–FeOOH

II-3.3. أشكال أكاسيد الحديد:

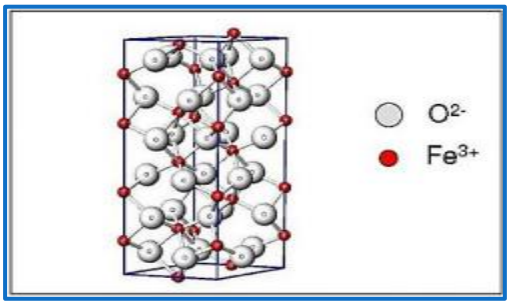
تم اكتشاف حوالي 16 نوعا من أكاسيد الحديد لكن أشهرها هي:

✓ **الماغنتيت (Magnetit) (Fe_3O_4):**

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 (Co، Mn، Zn). يملك الماغنتيت أدنى مقاومة بين أكاسيد الحديد ومغناطيسية قوية جدا. يمكن للماغنتيت أن يتأكسد إلى ماغميت أو هماتيت وذلك بهجرة ذرات الحديد Fe داخل البنية وإضافة ذرات O ليتغير من Fe_3O_4 إلى Fe_2O_3[20].

✓ **الهيماتيت(Hematite) (α-Fe_2O_3):**

هو أكسيد الحديد الثلاثي (α-Fe_2O_3) له بنية مشابهة للكورونديوم(α-Al_2O_3)، وهو النمط الأكثر شيوعا لكونه الأكثر استقرارا في الظروف الطبيعية من حرارة وضغط. يوجد طبيعيا في معدن الهيماتيت وتتفاوت المغناطيسية الحديدية له حسب درجة الحرارة. فعند درجات حرارة أقل من 260 كلفن يكون مغناطيسيا في حين عند درجات حرارة بين 260 و950 كلفن تكون له خواص مغناطيسية[21]. ينتشر بكثرة في الطبيعة ويعتبر أحد الخامات الرئيسة للحديد (70% حديد)[22].



الشكل(II-10):خلية أساسية لمركب الهيماتيت[23].

✓ **الماغميت (Maghemite):**

له نمط مكعب شبه مستقر ويعتبر الأكثر أكسدة من أكاسيد الحديد الأخرى. يمكن اعتبار الماغميت على أنه ماغنتيت 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 250C°[24].

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

الحديد	الخصائص			
	الصيغة	الكثافة $(g\|cm^3)$	درجة الانصهار	المغناطيسية
الماغنتايت	Fe_3O_4	5.18	1597-1583	مغناطيسي
الماغهيمايت	γ-Fe_2O_3	4.87	-	مغناطيسي
الهيماتيت	α -Fe_2O_3	5.26	1350	ضعيف المغناطيسية أو مضاد المغناطيسية

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

تُعد جسيمات أكسيد الحديد النانوية (Iron Oxide Nanoparticles) من المواد النانوية الأكثر استخدامًا نظرًا لخصائصها المغناطيسية، وصِغر حجمها، وإمكانية تعديل سطحها، مما يجعلها مناسبة لمجالات واسعة

يستخدم في مجالات الطب الحيوي بشكل كبير، مثل:

- التصوير بالرنين المغناطيسي (MRI) كمواد تباين محسّنة
- توصيل الأدوية بشكل موجّه داخل الجسم
- العلاج الحراري (Hyperthermia) لعلاج الأورام السرطانية
- الفصل المغناطيسي للخلايا والبيولوجيا الجزيئية

التطبيقات البيئية

- تلعب دورًا مهمًا في حماية البيئة، مثل:
- تنقية المياه من المعادن الثقيلة والملوثات العضوية
- إزالة الملوثات من التربة والمياه الجوفية

- التحفيز في عمليات معالجة المياه

التطبيقات الصناعية

- صنيع الأصباغ والدهانات
- إنتاج المواد المغناطيسية
- تحسين خواص المواد المركبة (Nanocomposites)

التطبيقات الإلكترونية والتقنية

- صناعة أجهزة التخزين المغناطيسي
- الحساسات (Sensors) المغناطيسية والغازية
- تطوير المواد شبه الموصلة

التطبيقات في التكنولوجيا الحيوية

- فصل وتنقية البروتينات والحمض النووي
- الاستخدام في الاختبارات والتحاليل المخبرية السريعة

المراجع

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 تكنولوجي وتطبيقاتها".مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية-سلسلة العلوم الهندسية،العدد 3 (40)،سورية.

[6]-ع.الله حسب الله،ع,الله خلف البياتي(2017)."تطبيقات تقنية النانو".رسالة ماجستير العلوم في الهندسة.جامعة القاهرة،جمهورية مصر العربية.

[7]- أ،م،مرفت رشاد.أ، ج، حسونه . (نوفمبر2017). "التطبيقات البيئية الخضراء لتكنولوجيا النانو فى المستقبل, المؤتور الدولى السابع للإتحاد العربى للتنمية المستدامة والبيئة, سبل تعزيز التكنولوجيا النظيفةوالتقنيات 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 تكنولوجي عالم صغير ومستقبل كبير". الدار العربية للعلوم ناشرون.

[11]- ع الله، ج، ايمان، ."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، كنزة. 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. ا،ض، 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 وتشخيص 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 :

[5] Sumio Iijima. (1991). Helical microtubules of graphitic carbon. *Nature, 354*(6348), 56–58.

[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 propries photocatalytiques. Diss".university constantine.

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

الفصل الثالث

عموميات حول الفاعلية المضادة للبكتيريا

تمهيد:

تُعد البكتيريا أقدم وأبسط الكائنات وحيدة الخلية (بدائيات النوى)، وتتميز بافتقارها لنواة حقيقية؛ حيث تسبح مادتها الوراثية في السيتوبلازم. تنتشر البكتيريا في كافة البيئات، وتؤدي أدواراً حيوية مزدوجة في إنتاج الإنزيمات وتحسين الأغذية، أو التسبب في تلفها وتسممها [1,2] .

III -1.تعريف البكتيريا:

تُعد البكتيريا كائنات مجهرية دقيقة (تتراوح بين 1-10 ميكرومتر)، تمتاز بقدرة فائقة على الصمود في الظروف البيئية القاسية لسنوات طويلة [3].وهي كائنات وحيدة الخلية من بدائيات النوى، تظهر إما كخلايا مفردة أو تجمعات خلوية متجانسة، وتتكاثر عن طريق الانشطار الثنائي [4].

الجدول (III – 1):صفات الخلية[3]

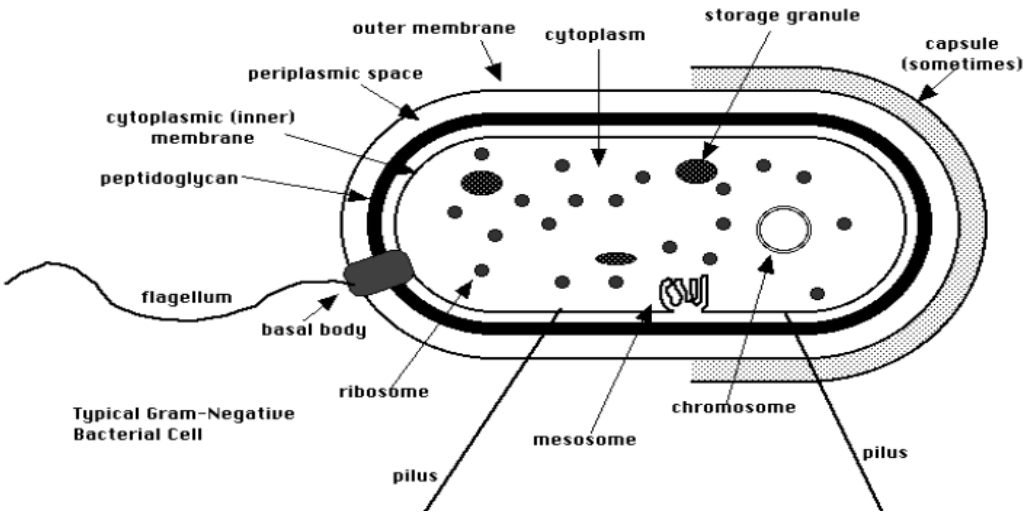
الصفة	أبعاد الخلية	النواة	الغشاء السيتوبلاسمي	الهيكل الخلوي	العضيات	الصبغيات
خلايا بدائيات النوى	تتراوح بين 1 10 -ميكرون	غير موجودة	موجود	غير موجود	غير موجودة	صبغي حلقي واحد صغير نسبيا

III-2. الخصائص العامة للبكتريا [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 وتتغذى على المواد العضوية واللاعضوية.
6. تنتشر على سطح خلاياها السالبة لصبغة غرام تراكيب تدعى بالأهداب.

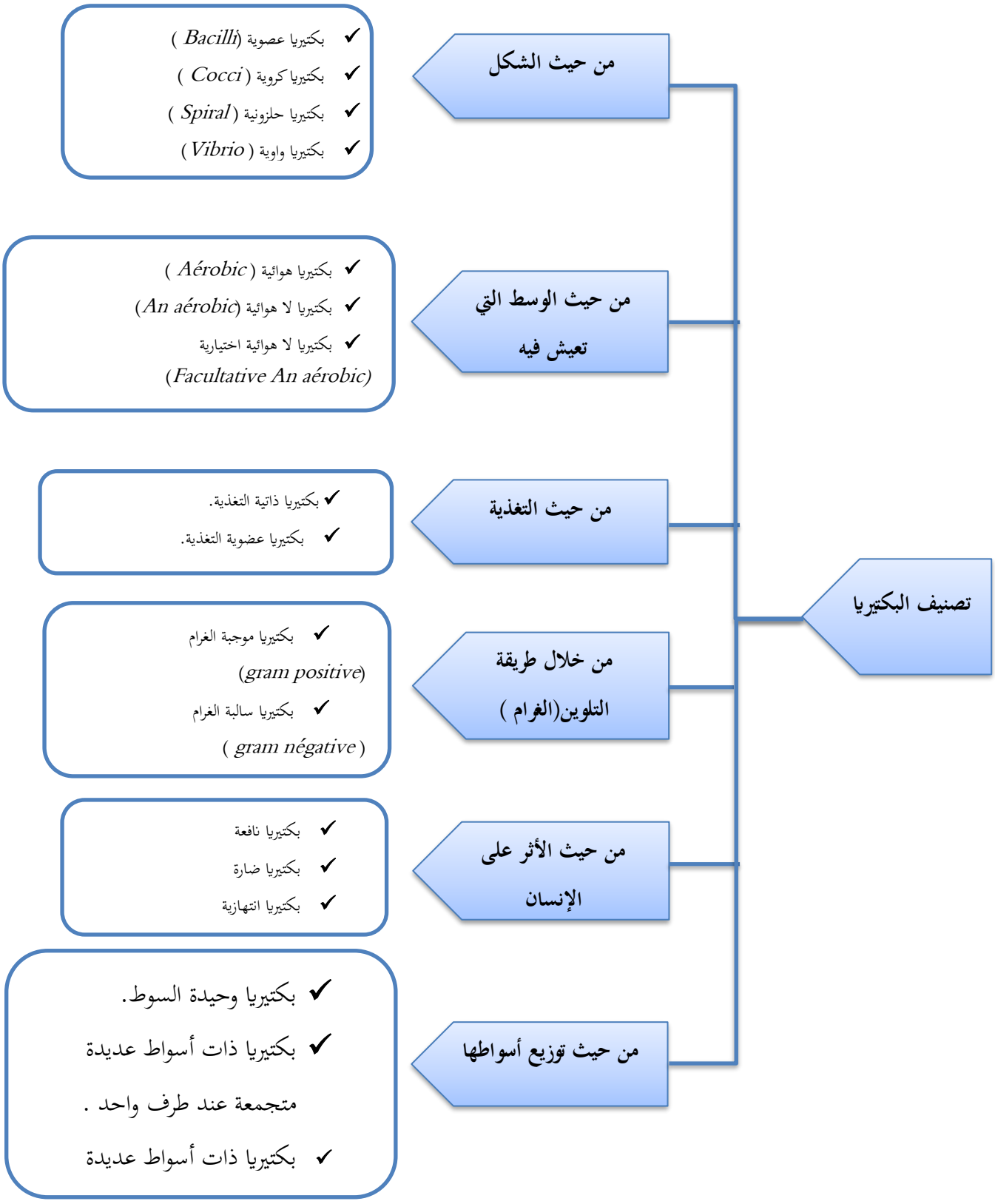
III-3.المكونات الأساسية للخلية البكتيرية:

- **المادة الوراثية :**تسبح بحرية في "السيتوسول" دون غشاء نووي محيط بها، حاملةً كافة المعلومات الجينية [6].
- **السيتوبلازم (السيتوسول) :**وسط حيوي يضم الريبوزومات وحبيبات التخزين الغذائي، بالإضافة إلى فجوات للتخلص من الفضلات [7].
- **جدار الخلية :**غلاف صلب يحدد هيئة الخلية، ويمتاز بنفاذية جزئية تسمح بتبادل المغذيات والفضلات [6].
- **الغشاء البلازمي :**غشاء حيوي يحتوي على إنزيمات التنفس و"الميسوسومات" التي تشارك في عمليات الانقسام والإخراج والتنفس .[7]
- **المحفظة :**طبقة حماية خارجية إضافية تحيط بالجدار في أنواع معينة من البكتيريا .[7]
- **الأسواط :**زوائد بروتينية (مفردة أو متعددة) تمثل الأداة الرئيسية للحركة في بعض الأنواع .[6]
- **الأهداب (الأهلاب) :**استطالات سطحية دقيقة تُستخدم بشكل أساسي للالتصاق بالأسطح والأجسام .[6]



الشكل (III – 1): صورة توضح مكونات البكتيريا [6].

III-4.تصنيف البكتيريا [7-9]



الشكل (III – 2): تصنيف البكتيريا

III-5.أنواع البكتيريا المدروسة:

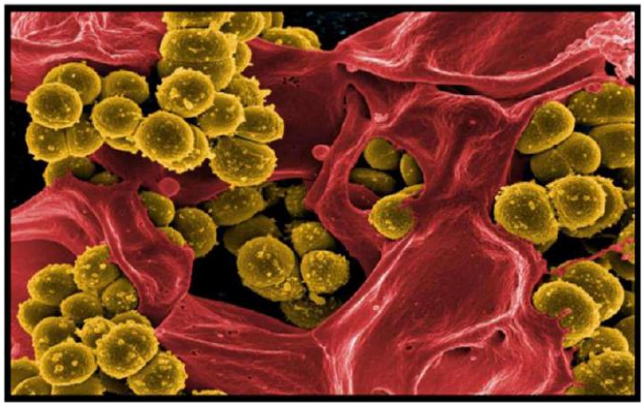
III-5. 1 .*Escherichia Coli*:

هي بكتيريا عصوية سالبة غرام(G-) ، يتراوح حجمها بين 1-3 ميكرومتر تستوطن أمعاء الإنسان والحيوان بشكل طبيعي وتنتشر في التربة والنباتات. وبالرغم من كون أغلب سلالاتها متعايشة، إلا أن السلالات الممرضة تسبب أمراضاً خطيرة كالإسهال الحاد ،إلتهاب السحايا [9].

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

III-5. 2 .*Staphylococcus aureus*:

هي بكتيريا موجبة الغرام (G+)كروية الشكل عديمة الحركة، تترتب في تجمعات عنقودية بقطر يتراوح بين 0.5-1.5 ميكرومتر.، وتستوطن الجلد والأغشية المخاطية, تُعد مرضاً انتهازياً مسؤولاً عن حالات سريرية متنوعة؛ تشمل الخراجات الجلدية، وتسمم الدم، والالتهاب الرئوي، بالإضافة إلى التسمم الغذائي الناتج عن سمومها المعوية [10].



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

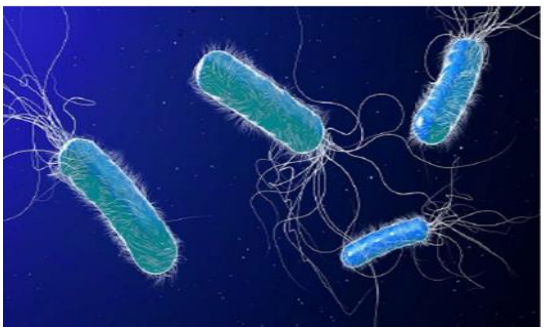
III-3.5. *pseudomonas aeruginosa*:

هي بكتيريا متحركة هوائية عصوية الشكل، تتواجد بشكل واسع في الجهاز الهضمي للإنسان والحيوان، بالإضافة إلى البيئات المائية. تمتاز بقدرتها على إنتاج بروتينات مثبطة لنمو الأنواع البكتيرية المنافسة مع إبداء مقاومة عالية ضد المضادات الحيوية[11].

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، وتُصنف ضمن الممرضات المرتبطة بالوسط الاستشفائي، حيث انها تنتقل عن طريق المعدات الطبية الملوثة وخاصة في العمليات الجراحية [12].



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

III-7.تقدير الفاعلية المضادة للبكتيريا:

تُقيم الفعالية المضادة للبكتيريا بعدة تقنيات مخبرية، أبرزها وأكثرها شيوعاً في الدراسات الميكروبيولوجية هي طريقة الانتشار على الأقراص [12]. تعتمد هذه الطريقة على قياس أقطار هالات التثبيط الناتجة عن انتشار المادة المختبرة في الوسط الزرعي، وتُنفذ وفق الخطوات المنهجية التالية:[13]

- ✓ **تحضير عدة تراكيز مختلفة للعينة المدروسة.**
- ✓ **تحضير الأقراص:**

تُجهز أقراص بقطر 6 ملم باستخدام ورق الترشيح (واتمان رقم 3)، ثم تُعقم بالحرارة الجافة داخل فرن حراري لمدة 45 دقيقة قبل الاستخدام.

- ✓ **تشبيع الأقراص بالعينة المدروسة:**

تُوضع الأقراص المعقمة في أطباق بتري وتُحمل بـ 10µl من المستخلصات المختبرة، ثم تُترك لتجف لمدة 10 دقائق قبل تطبيقها على الوسط الزرعي.

- ✓ **تحضير وسط الزرع:**

يُجهز المحلول الغلوكوزي*Muller Hinton* عبر تسخينه في حمام مائي عند 85° درجة مئوية، ثم يُصب في أطباق بتري معقمة بسمك موحد (5 ملم). يُترك الوسط ليبرد ويتصلب، ثم يُجفف في الفرن للتخلص من الرطوبة الزائدة قبل الاستخدام.

- ✓ **تحضير المعلق البكتيري:**

يُجهز المعلق بنقل مستعمرة بكتيرية إلى 3 مل من الماء الفيزيولوجي المعقم، مع الرج لضمان التجانس تحت ظروف التعقيم (موقد بنزن). ثم يُنشر المعلق بانتظام على سطح الوسط الزرعي باستخدام مسحة قطنية معقمة.

- ✓ **طريقة الزرع:**

يُلقح سطح الوسط الزرعي الجاف باستخدام مسحة قطنية معقمة مشبعة بالمعلق البكتيري، مع إزالة السائل الفائض بالضغط على جدار الأنبوب الداخلي. يُوزع اللقاح بانتظام عبر مسح السطح في خطوط متقاربة مع تدوير الطبق دورياً لضمان تغطية كاملة وتكوين طبقة بكتيرية متجانسة، وتُكرر العملية لكل سلالة بكتيرية مدروسة.

- ✓ **وضع الأقراص:**

تُوضع الأقراص المشبعة بتراكيز مختلفة من العينات المدروسة فوق الوسط الزرعي الملقح مسبقاً، ثم تُترك الأطباق لمدة 20 دقيقة في درجة حرارة المختبر لضمان ثبات الأقراص وبدء انتشار المادة الفعالة قبل البدء بعملية الحضن.

✓ **عملية الحضن:**

تُوضع أطباق "بتري" بوضع مقلوب داخل الحاضنة عند درجة حرارة 37 مئوية لمدة 24 ساعة. وعقب انتهاء فترة الحضن، يتم قياس أقطار هالات التثبيط (المناطق الخالية من النمو البكتيري حول الأقراص) لتقدير الفعالية المضادة للسلالات المدروسة.

المراجع

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] م،سهى .(2016). " مبادئ علم الأحياء المجهرية محاضرة رقم 5". المدرسة العليا للأساتذة بالقبة الجزائر. .

[12]. 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" . Tikrit Journal of Pure Science, 22(10), 38-45.

[13]. ش. سمية. (2021). "دراسة المستخلصات العضوية والمائية لنبات *Moltkia ciliata* وتطبيقاتها في الفاعلية البيولوجية وتثبيط التآكل المائي "، رسالة محضرة لنيل شهادة الدكتوراه العلوم في كيمياء عضوية تطبيقية، جامة قاصدي مرباح ورقلة.

المراجع باللغة الاجنبية:

[7]Mbaebie BO, Edeoga HO, Afolayan AJ.(2012). "Phytochemical analysis and antioxidants activitiesof aqueous stem bark extract of Schotia latifolia Jacq". Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine. 2:118-124.

[8]. Ahmad N, Zuo Y, Lu X, Anwar F and Hameed S.(2016)." Characterization of free and conjugatedphenolic compounds in fruits of selected wild plants". Food chemistry. 190: 80-89.

[9] MELLIES J.,BARRON A.,CARMONA A.(2007)" Enterpathogenic and enterohemorrhagic Escherichia coli virulence gene regulation". Infection and Immunity.

[10]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.

[11] POOL K., (2001)." Multidrug effux pumps and antimicrobial resistance in Pseudomonas aeruginosa and releted organisms". J. MOL.Biotechnol. .

الجزء العملي

الفصل الرابع:

الطرق والوسائل

تم إنجاز هذا العمل على مستوى متقن شعباني عباس ومخابر الجامعة، أما الجزء الخاص بالنشاط المضاد للبكتيريا تم انجازه بمخبر المجد للتحاليل الطبية بولاية الوادي.

IV- 1 تحضير المادة النباتية المدروسة:

تم استعمال في هذه الدراسة نبات الحلمة، تم جنيها وقت إزهارها وإزالة الأجزاء الميتة والشوائب عنها وفصل الجزء الترابي 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– 1): قبل الطحن

الشكل (IV -2): بعد الطحن

IV -2.الأدوات والمواد والأجهزة المستعملة:

الجدول (IV -1): المواد والأدوات المستعملة

الأدوات	الأجهزة	المواد
بيشر	ميزان إلكتروني حساس	ماء مقطر
ماصة	مخلاط مغناطيسي	ايثانول
ملعقة	جهاز رج وتسخين	كلوريد الحديد الثلاثي
هاون	جهاز الطرد المركزي	مسحوق نبات الحلمة
ورق ترشيح	جهاز المطيافية للأشعة تحت الحمراء IR	DMSO
أنانبيب اختبار	جهاز الأشعة فوق البنفسجية UV	غلوكوز
حوجلة	جهاز حيود الأشعة السينيةDRX	
	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 والمذيب المستخدم[2].

IV - 3. 2. طريقة الاستخلاص المتبعة :

نزن 70 غرام من النبات المجفف ثم يتم نقعه في 1لتر 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 نقع النبات في الماء المقطر

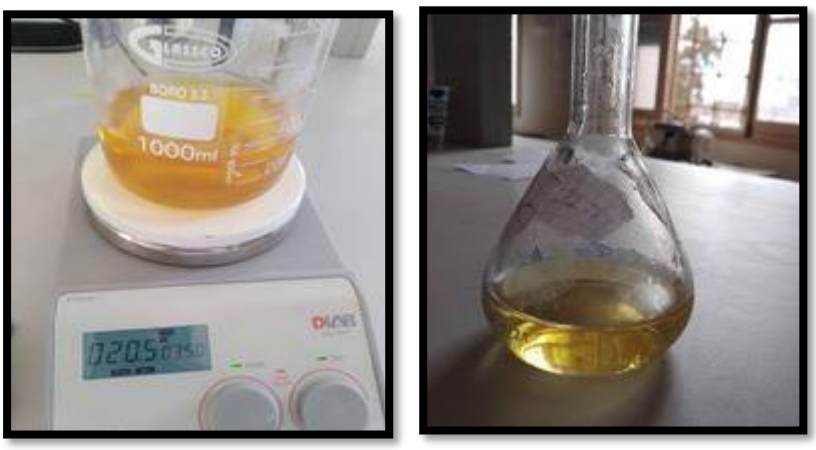
الشكل(IV-4):صورة توضح عملية الترشيح

الشكل(IV-5): المستخلص النباتي بعد الترشيح

IV - 4.تحضير العينات:

تهدف هذه الدراسة إلى تقصي المتغيرات التجريبية المؤثرة في عملية الاصطناع الأخضر للجسيمات النانوية، اعتُمد منهج التجربة المنضبطة عبر تحضير ثلاث عينات (A, B, C)، حيث تم تغيير **متغير مستقل واحد** مع تثبيت بقية العوامل . وتعتبر دراستنا تكملة لدراسة سابقة تم ضمنها دراسة تأثير تركيز الملح المعدني المستعمل وخلصت إلى أن التركيز (0.1 M) كان أفضلها وعليه تم اعتماده في دراستنا ونغير في هذا المرة مدة الاصطناع.

- **تحضير المحلول الملحي**: تم إذابة كتلة قدرها (6.5g) من ملح كلوريد الحديد الثلاثي ($FeCl_3$) في حجم ثابت قدره (400 ml)من الماء المقطر تحت التحريك المستمر حتى الذوبان .
- **التسخين الأولي :**سُخن المحلول الملحي على جهاز الرج والتسخين حتى بلوغ درجة حرارة ثابتة قدرها 70C°.



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

- **التفاعل مع المستخلص :**أُضيف (200 ml) من المستخلص النباتي لكل عينة، حيث لوحظ فوراً تغير لون الوسط التفاعلي إلى الأسود الداكن، وهو مؤشر بصري على اختزال أيونات الحديد وبدأ تشكل الجسيمات.

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

- **التباين في مدة الاصطناع** غُطي المزيج التفاعلي بورق الألومنيوم (لحمايته من الضوء والتبخر)، ولتحقيق هدف الدراسة في رصد تأثير الزمن، أُخضعت العينات لمدد تفاعل متفاوتة تحت درجة حرارة ثابتة على النحو الآتي:

- **العينة A:** استمرت عملية التفاعل والرج لمدة **أربع ساعات.**
- **العينة B**: استمرت عملية التفاعل والرج لمدة ثماني **ساعات**.
- **العينةC**: استمرت عملية التفاعل والرج لمدة أربع وعشرين ساعة(يُشار إلى أن احتساب الوقت بدأ بدقة فور وصول درجة حرارة المزيج $70C°$).

الاستقرار الحراري :

الشكل(IV- 8):العينة في جهاز الرج والتسخين

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

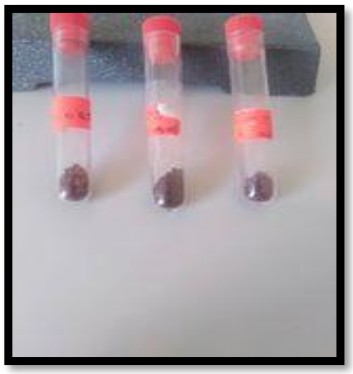
الشكل(IV-10):الراسب المتشكل قبل وضعه في الفرن

- **مراحل العزل والتنقية :**بعد انقضاء المدة المحددة لكل تفاعل، تُرك الخليط ليستقر ويبرد تماماً لمدة (24) ساعة. ولعزل الجسيمات المحضرة، استُخدم جهاز الطرد المركزي بسرعة(5000t\min) لمدة (10) دقائق. خضع الراسب الناتج لعمليات غسل متكررة بالماء المقطر، متبوعة بغسلة نهائية بالإيثانول لضمان إزالة الشوائب، ثم نُقلت العينات إلى الفرن للتجفيف عند درجة حرارة ثابتة لمدة (24) ساعة.

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

- **المعالجة الحرارية النهائية:** في المرحلة الختامية، أُخضعت الرواسب الجافة لجميع العينات لعملية حرق لمدة **ثلاث ساعات؛** وذلك بهدف التخلص التام من البقايا العضوية والمخلفات الثانوية الناتجة عن المستخلص في الفرن عند درجة حرارة $600\ C°$.

الشكل(IV–12):العينات قبل الحرق



الشكل(IV-13):العينات بعد الحرق

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

العينة	الوزن قبل الحرق (g)	الوزن بعد الحرق (g)	المردود R%
العينة A	0.57	0.4857	%85.21
العينةB	0.76	0.5751	%75.67
العينةC	0. 51	0.4409	%86.45

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

أشارت الدراسات السابقة المتعلقة بالاصطناع الأخضر للمواد النانوية باستخدام المستخلصات النباتية إلى غنى هذه المستخلصات بمركبات الفلافونويد والبوليفينول [3] .وتؤدي هذه المركبات النشطة حيوياً دوراً محورياً في عملية التحضير؛ إذ تتولى مسؤولية اختزال أيونات المعادن وتحفيز تشكل الجسيمات النانوية لأكاسيد المعادن [4] .

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

عقب اصطناع أكسيد الحديد النانوي، يتم توصيفه تقنياً لتحديد خصائصه الجوهرية واكتشاف سماته النوعية الفريدة، ويقصد بوسائل التوصيف هنا، تلك الأدوات والتقنيات التي يتم توظيفها في اختبار المواد النانوية المنتجة من أجل تعيين خواصها واكتشاف الخصائص الجديدة التي تميزها [5].

IV - 6.تحليل والتشخيص أكسيد الحديد النانويFeONPs:

ومن بين الأجهزة والتقنيات المستخدمة في التشخيص:

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

تُعد هذه التقنية الطيفية أداة أساسية في التحليل النوعي والبنيوي لمختلف المركبات [6]، حيث تعتمد على قياس امتصاص الأشعة تحت الحمراء لتشخيص المجموعات الوظيفية والسمات الهيكلية للمستخلصات الحيوية والمراكبات النانوية .[7]

تُعد مطيافية الأشعة تحت الحمراء بتحويل فورييه (FTIR) تقنية تحليلية غير مدمرة، تتيح تشخيص الروابط الكيميائية وتقديرها كمياً؛ وذلك من خلال رصد تفاعل الإشعاع الكهرومغناطيسي مع المادة عند ترددات طيفية متباينة .[8]

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

تُعد مطيافية الأشعة فوق البنفسجية والمرئية (UV-Vis) تقنية توصيف ضوئي غير إتلافية، تُستخدم لتقييم الخصائص البصرية كالنفاذية والامتصاص وتحديد فجوة الطاقة .(Band gap) وتعتمد هذه التقنية على رصد امتصاص المادة للإشعاع الكهرومغناطيسي ضمن النطاقين فوق البنفسجي (200-400 نانومتر) والمرئي (400-800 نانومتر) .[8]

وتستخدم 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 - 6.3. حيود الأشعة السينية DRX :

تُستخدم تقنية حيود الأشعة السينية (DRX) لتوصيف البنية البلورية للمواد أو تأكيد حالتها غير المتبلورة .(Amorphous)وتعتمد في المواد البلورية على الترتيب الدوري والمنتظم للذرات ضمن مستويات شبكية تُعرف بمؤشرات ميلر (h ،k ،l) وينتج عن تفاعل العينة مع الأشعة السينية نمط حيود يضم قممًا مميزة، ترتبط زوايا ظهورها بالمسافات البينية للمستويات الذرية وفقاً لقانون براغ".(Bragg's Law) :

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

h,k,l: قرائن ميلر

d: مسافة شبكية بين مستويين متتاليين.

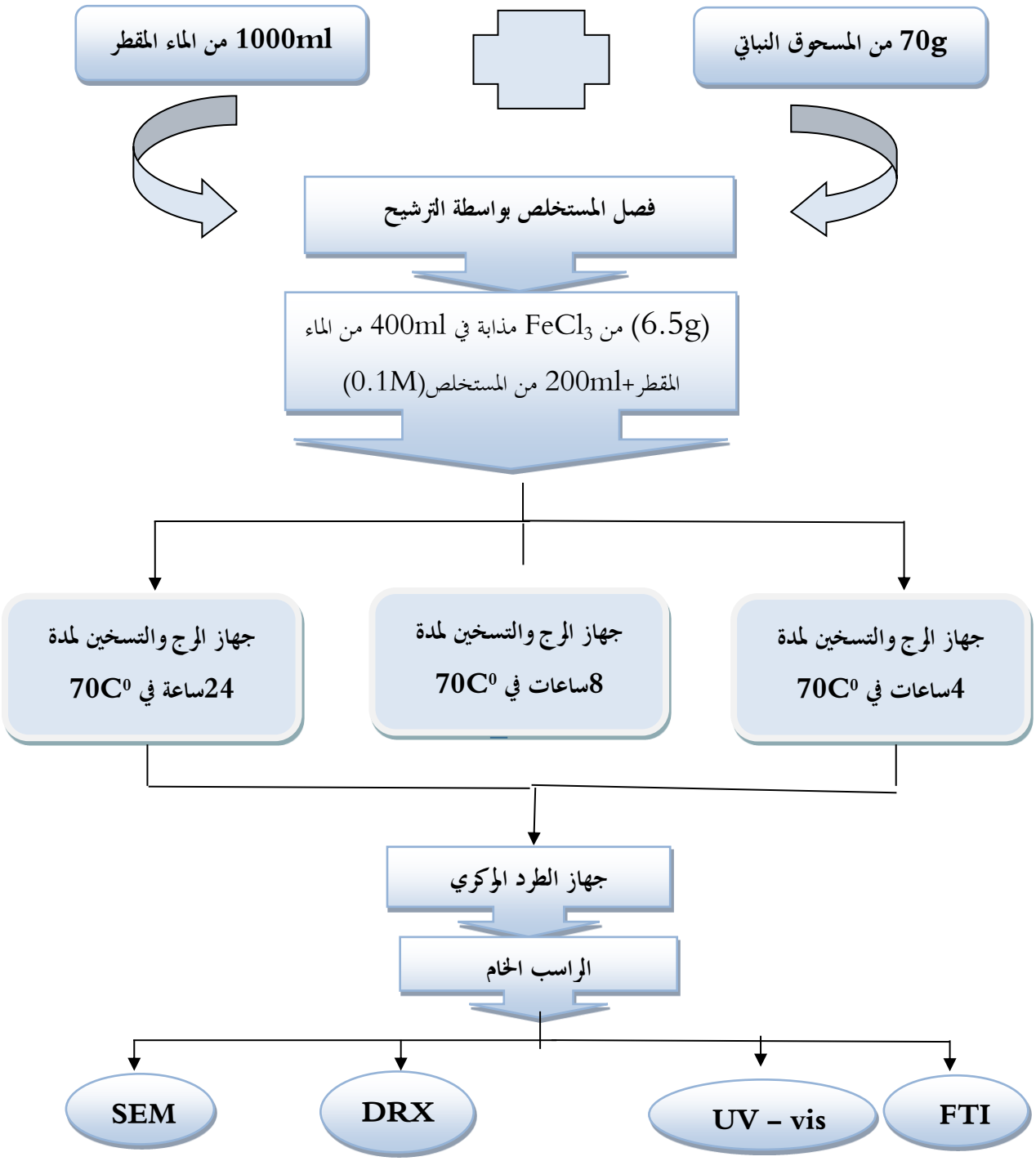
λ: الطول الموجي للأشعة السينية.

θ: زاوية الانعراج.

n : ترتيب الانعراج.[6]

IV -6. 4. المجهر الالكتروني الماسح (SEM) :

تُستخدم تقنية المجهر الإلكتروني الماسح (SEM) لإجراء مسح سطحي للعينات الصلبة غير العضوية بواسطة حزمة إلكترونية، مما يتيح الحصول على صور ثلاثية الأبعاد ذات تكبير ودقة عاليين. وتعتبر هذه الوسيلة ضرورية للتحليل المجهري وتشخيص عيوب المواد، حيث تعتمد جودة التفاصيل البنيوية المستنبطة على حجم قطر الشعاع الإلكتروني المستخدم. [8].



الشكل (IV–15): مخطط عام يوضح خطوات العمل للتحضير جسيمات الحديد النانوية

IV -7.اختبار الفاعلية المضادة للبكتيريا:

لتقدير التأثير التثبيطي لجسيمات أكسيد الحديد، تم استخدام طريقة الانتشار حول الأقراص المشبعة ضد أربعة أنواع من البكتيريا الممرضة. نُفذت التجارب في مختبر المجد للتحاليل الطبية (الوادي)، حيث حُضرت أربعة تراكيز من المادة المختبرة. وُزعت البكتيريا بشكل متجانس على أطباق تحتوي على وسط مولر هينتون (Mueller-Hinton)، ثم وضعت الأقراص المشبعة بالتراكيز المذكورة. بعد حضن الأطباق لمدة 24 ساعة في الظروف الملائمة، جرى قياس أقطار مناطق التثبيط الناتجة بدقة.

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
Klebsiella pneumonia (**ATCC 13883**)	سالبة الغرام
Pseudomonas Aeruginosa (**ATCC 27853**)	سالبة الغرام
Escherichia coli (**ATCC 25922**)	سالبة الغرام
Staphylococcus Aureus (**ATCC 25932**)	موجبة الغرام

IV -2.7.طريقة العمل:

تتم عملية الاختبار التجريبي بالقرب من موقد بنزن وتعقيم جميع الأدوات مسبقا، ونتبع طريقة في هذا العمل طريقة الانتشار التي توضح في الخطوات التالية:

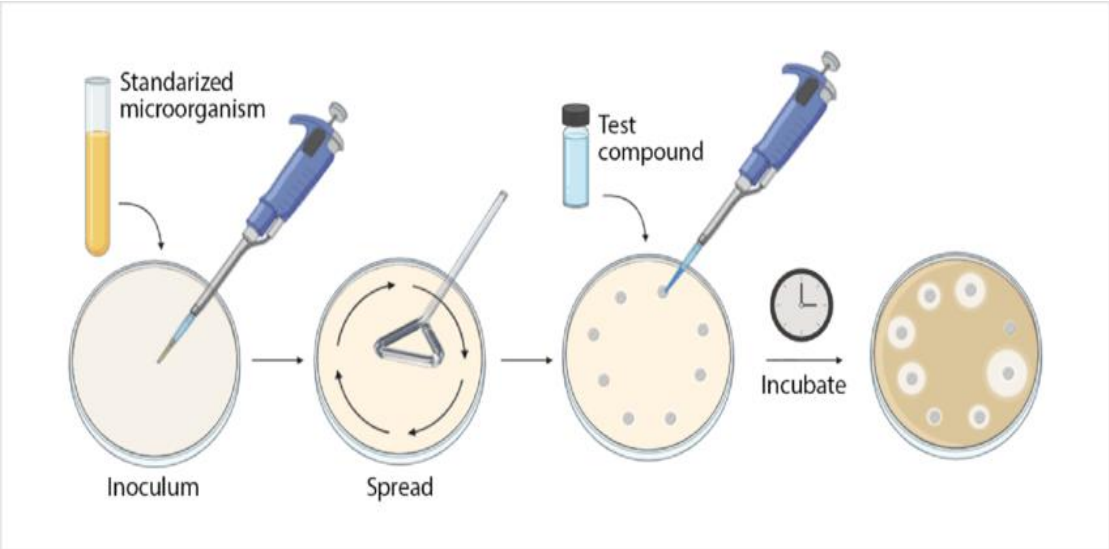
1.يتم تحضير أربعة تراكيز مختلفة لكل العينات، ويستعمل DMSO لإذابتها

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

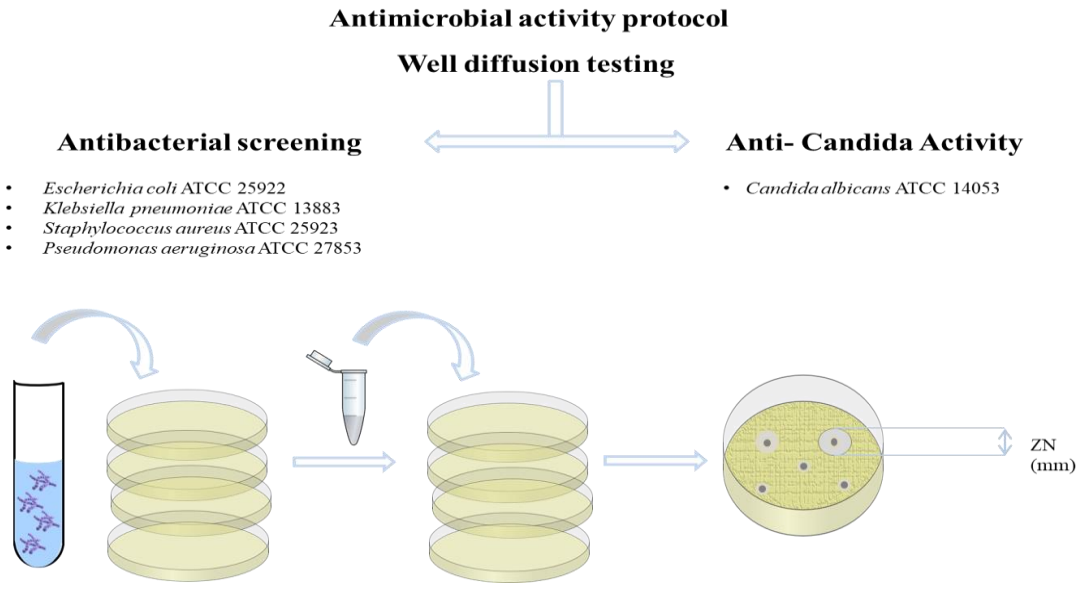
3.يتم مسح أوساط الزرع في علب بتري بواسطة المعلقات البكتيرية المحضرة من المستعمرات البكتيرية سابقا لـ (*Staphylococcus ، Pseudomonas Aeruginosa،Klebsiella pneumonia Aureus Escherichia coli*) مع تدوير علب بتري .

4.بواسطة ماصة باستور يتم حقن المحاليل المحضرة للعينات الثلاثة C,B,A بالتراكيز التالية (5mg/ml، 10mg/ml، 20mg/ml، 40mg/ml)، ثم تحضن العلب البترية لمدة 24 ساعة في درجة 37°C .

5. بعد مرور 24 ساعة من الحضن 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:

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 *Moltkia ciliata* وتطبيقاتها في الفاعلية البيولوجية وتثبيط التآكل المائي"، رسالة دكتوراه في الكيمياء العضوية التطبيقية، جامعة قاصدي مرباح، ورقلة، ص40.

[5] الاسكندراني.م ش، (2010)، " تكنلوجيا 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.

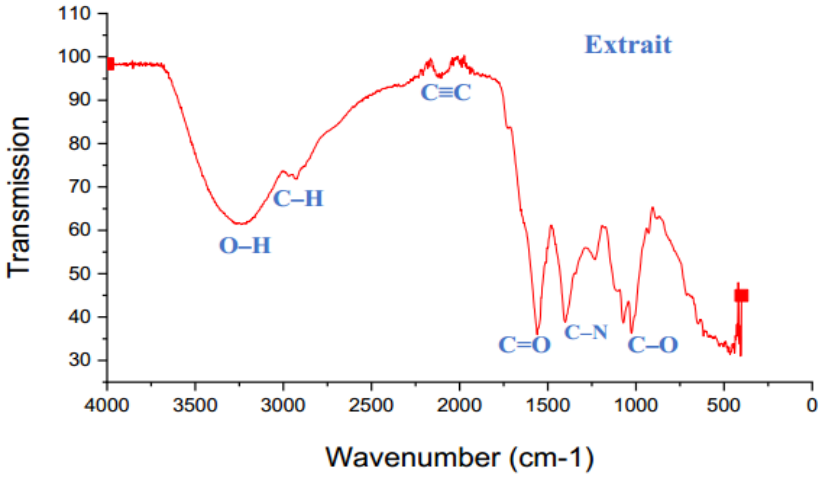
الفصل الخامس:

النتائج والمناقشة

V-1- 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. واستخدم في الدراسة مطيافية FTIR (Agilent, Micro lab) في مجال تردد (400 -4000 cm^{-1}).

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



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

✓ تسجيل عصابة امتصاص عريضة عند $3300- 3200cm^{-1}$ تدل على اهتزاز على مستوى الرابطة (O-H) للكحول أو الفينول [1].

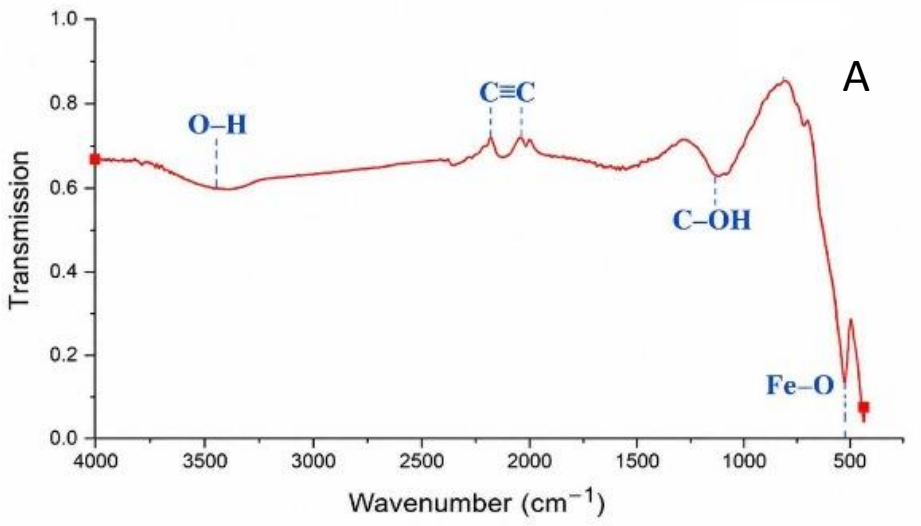
✓ تسجيل عصابة امتصاص ضعيفة بين $2900cm^{-1}$ تدل على الرابطة (C-H) لمجموعة الميثيلCH_3[1].

✓ تسجل عصابات امتصاص بين $1026cm^{-1}$ -1349- 2105-1560دليل وجود على كل من الروابط , (C-N C≡C,C=O,C-C)[2].

✓ كما توجد عصابة امتصاص عند $1060\ cm^{-1}$ تؤشر على رابطة (C-O) للمجموعات الكحول, الأستر، الأحماض الكربوكسيلية, والايثر[3].

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

a –قبل الحرق :



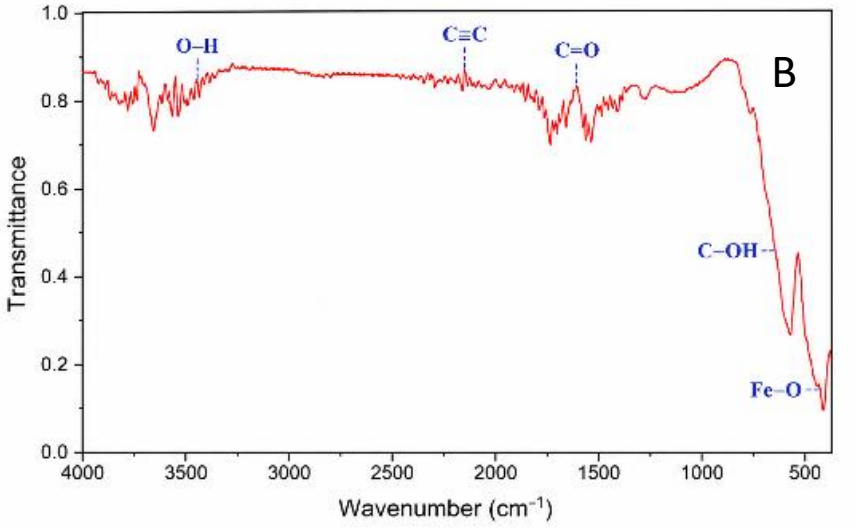
الشكل (2.V): طيف FTIR لجسيمات أكسيد الحديد النانوية للعينة A قبل الحرق.

✓ توافق حزمة الامتصاص العريضة ضمن المجال 3600–3200 cm^{-1} ، اهتزاز روابط (O–H) ، التي يرجع ظهورها أساسا إلى وجود جزيئات الماء الممتصّة. [1]

✓ يشير النطاق 1600–1700 cm^{-1}، إلى اهتزاز الروابط الأروماتية(C=C) ، الذي يدل على وجود مركبات عضوية عطرية.

✓ ظهور قمم في المجال 1000–1200 cm^{-1}يُشير إلى اهتزاز روابط(C–O) ، وهو ما يعكس وجود كحولات او ايثرات. [2]

✓ في المجال المنخفض 400–700 cm^{-1}، تم تسجيل قمم حادة ومميزة تعود إلى اهتزاز روابط الحديد–أكسجين(Fe–O) ، والتي تُعد دليلًا واضحًا على تشكل أكسيد الحديد النانوي [3].

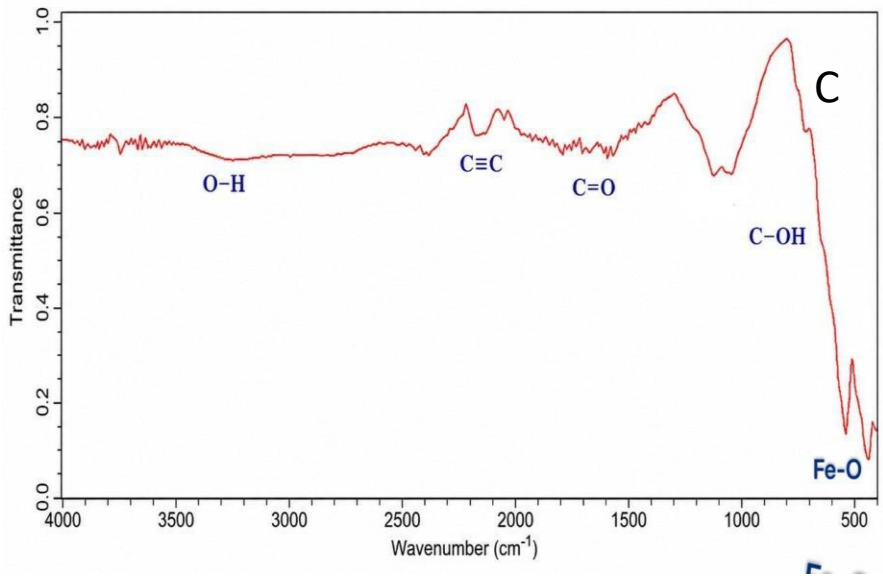


الشكل (3.V): طيف FTIR لجسيمات أكسيد الحديد النانوية للعينة B قبل الحرق.

✓ النطاق العريض في المجال 3600–3200 cm^{-1} يتوافق مع اهتزاز روابطO–H ، الناتجة عن جزيئات ماء ممتصّة[1].

✓ قمم الامتصاص في المجال 1400–1000 cm^{-1} تشير إلى اهتزاز روابطC–O [2].

✓ وفي المجال 600–400 cm^{-1} قمم حادة وواضحة ترجع إلى اهتزاز روابط **Fe–O**وهذا دليل حقيقي على تشكل أكسيد الحديد النانوي[3] .



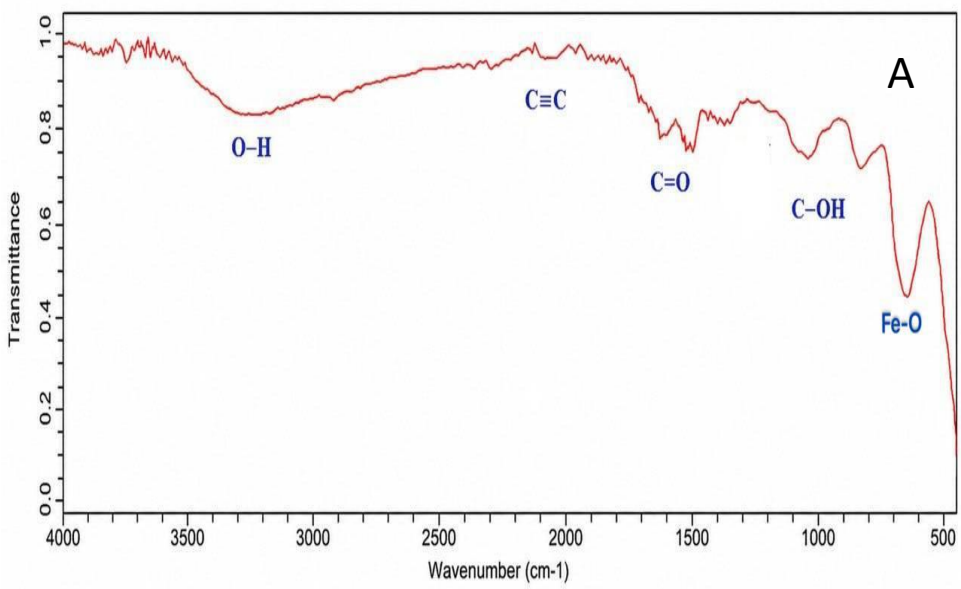
الشكل (4.V):طيف FTIR لجسيمات أكسيد الحديد النانوية للعينة Cقبل الحرق.

✓ ظهور نطاق عريض في المجال 3600–3300 cm^{-1}، ويشير هذا الامتداد إلى اهتزاز روابط (O–H) ، والذي نفسره بوجود جزيئات ماء ممتصّة[1].

✓ وفي المجال **$1000–1400\ cm^{-1}$**، ظهرت عدة قمم توافق اهتزاز روابطC–O تعود الى بقايا المواد العضوية المرتبطة بعملية التحضير [2].

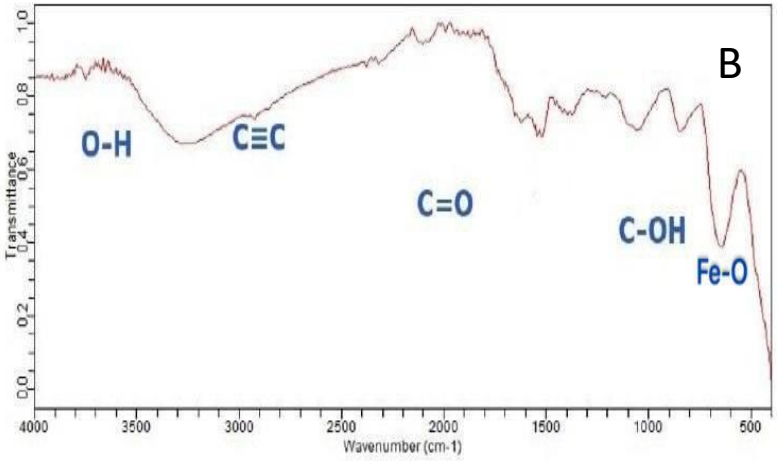
✓ أما في المجال **$400–600\ cm^{-1}$**، فنلاحظ قمم امتصاص قوية ومميزة تعود إلى اهتزاز روابط الحديد–الأكسجين (Fe–O)، والتي تُعد دليلًا واضحًا على تكوّن أكسيد الحديد النانوي[3].

b–بعد الحرق:

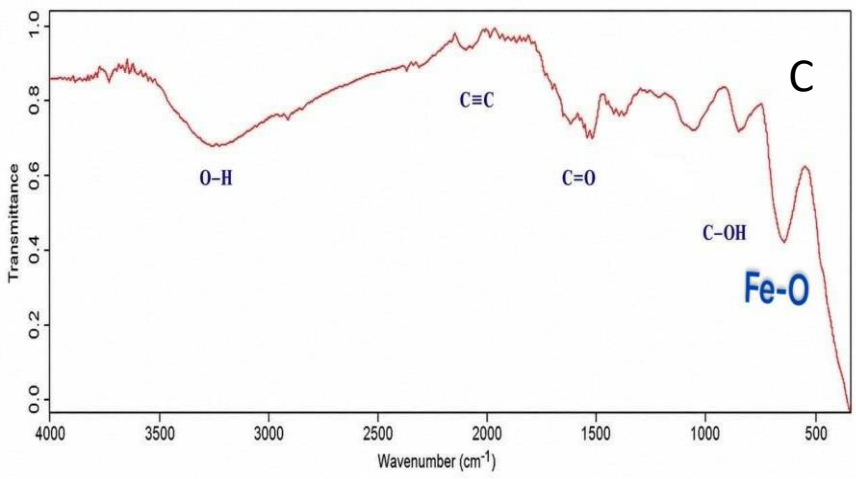


الشكل (5.V):طيف FTIR لجسيمات أكسيد الحديد النانوية للعينة A بعد الحرق.

5



الشكل (6.V):طيف FTIR لجسيمات أكسيد الحديد النانوية للعينة B بعد الحرق.



الشكل (V.7):طيف FTIR لجسيمات أكسيد الحديد النانوية للعينة C بعد الحرق.

- ✓ من خلال مقارنة طيف المستخلص مع أطياف العينات الثلاثة C,B,A تظهر قمم المركبات العضوية بوضوح في جميع الأطياف ولكن بشدة منخفضة على المستخلص مع وجود عصابة الامتصاص عند المجال cm^{-1} 550.
- ✓ أظهرت المقارنة بين أطياف FTIR لجسيمات أكسيد الحديد النانوي (FeONPOs) المصنعة قبل الحرق وبعد الحرق اختفاء وانخاض قمم المركبات العضوية وبالإضافة قمم روابط(O-H) والتي تأخذ المجال الموجي –3600 cm^{-1} 3200.
- ✓ كما تظهر قمم جسيمات أكسيد الحديد النانوي (FeONPs) أكثر حدة في المجال , 550–400 cm^{-1} في أطياف FTIR وقد سُجلت هذه القمم ل (A، B، C) عند القيم التقريبية504 cm^{-1} :، 504، 493 على التوالي.

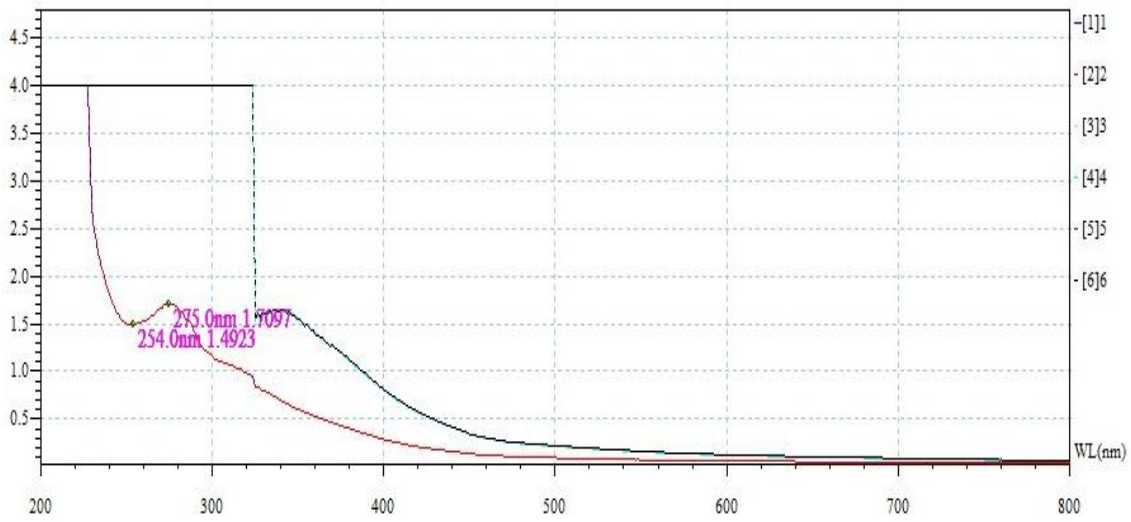
تظهر قمم أكسيد الحديد النانوي بوضوح حوالي $500cm^{-1}$, النتائج المتحصل عليها تتوافق مع نتائج الدراسة السابقة التي قام بها كل من:Bouafia ,A (2022) [4]، Mohammed Ashraf Shah (2018) [5] و Ms. SWETAPAL(2014)[6].

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

تم التحليل بواسطة مطيافية UV-vis لمستخلص نبات الحلمة وكذلك العينات المصطنعة .

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

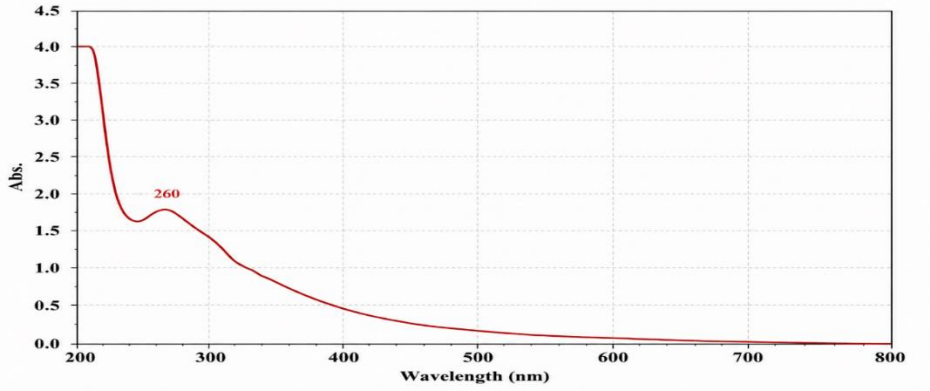
V-2- 1. طيف الأشعة فوق البنفسجية UV-vis للمستخلص النباتي :



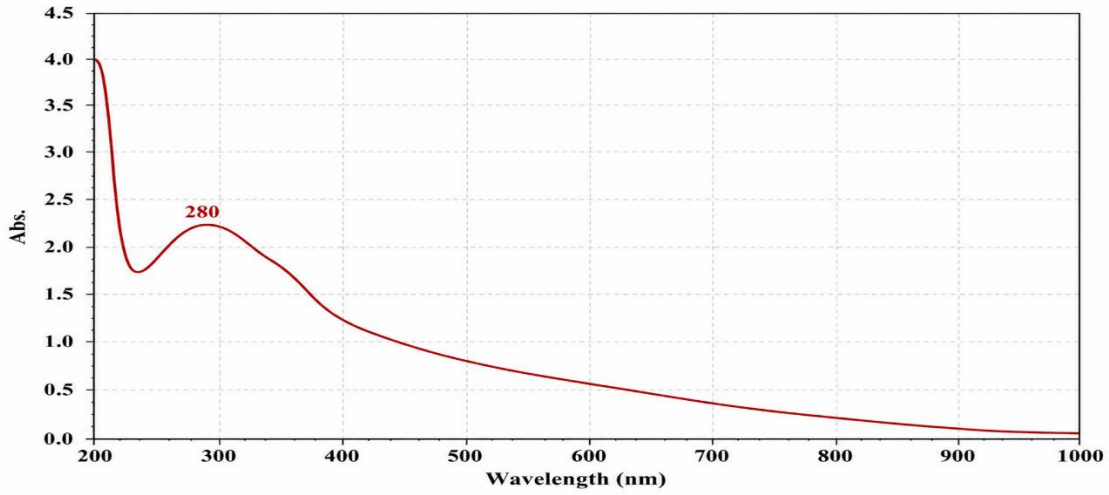
الشكل (V.8): طيف UV-vis لمستخلص نبات الحلمة ***Moltkia ciliata***

V-2- 2. طيف الأشعة فوق البنفسجية UV-vis للعينات :

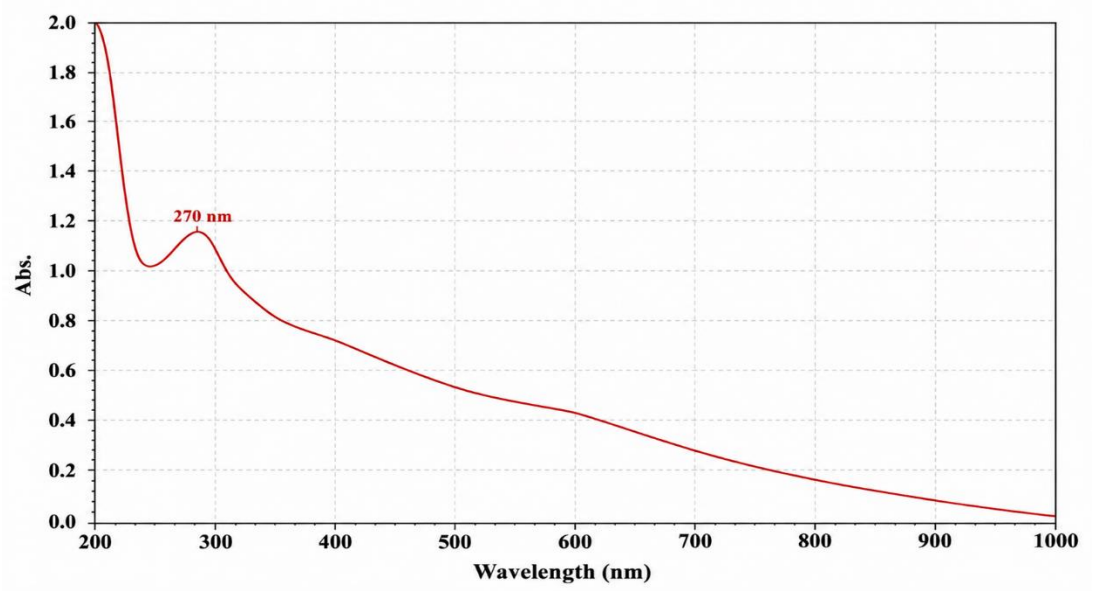
a–قبل الحرق:



الشكل (V.9):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

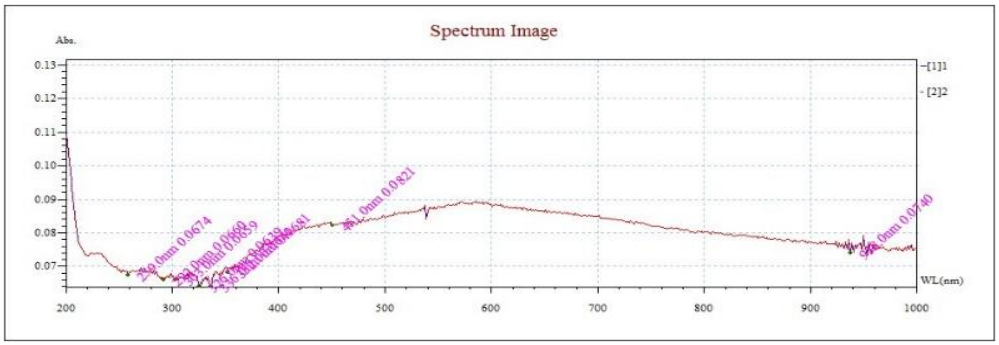
الجدول (1. v): قيم أهم الذروات في الأطياف

العينة C	العينة B	العينة A	المستخلص
Peak1: 250nm Peak2:270nm	Peak1:220nm Peak2:280nm	Peak1:240nm Peak2:260nm	Peak1:254nm Peak2:275nm

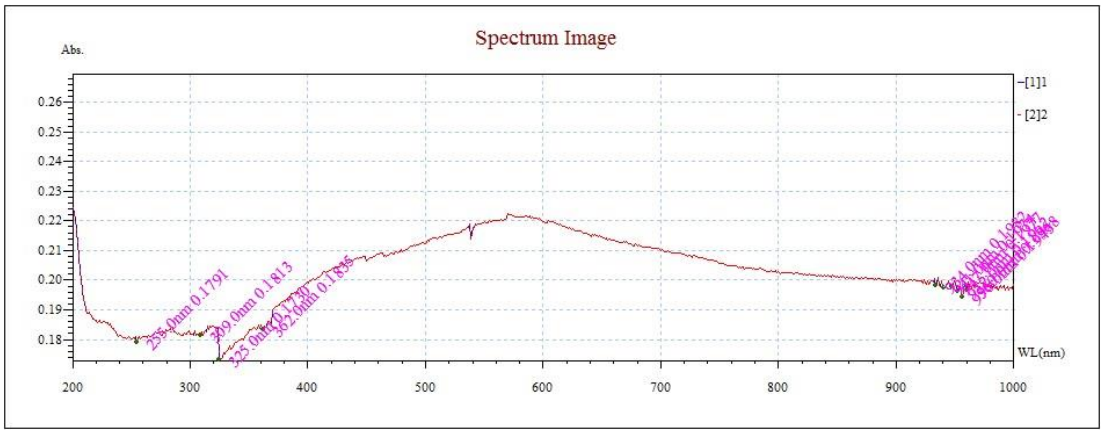
✓ يظهر طيف UV-Vis لأكسيد الحديد النانوي (FeONPs) قبل الحرق في العينات A و Bو Cقمم امتصاص عند الأطوال الموجية 260 nm و270 nm و280 nm على التوالي، حيث تقع جميعها ضمن المجال فوق البنفسجي الممتد من 200–400nm .

✓ من خلال النتائج المتحصل عليها لأطياف الأشعة فوق البنفسجية المرئية (UV-Vis) للعينات A و B و Cومقارنتها بطيف مستخلص نبات الحلمةMoltkia ciliata ، لوحظ اختفاء بعض القمم وظهور قمم جديدة أو انتقالها نحو أطوال موجية مختلفة في أطياف العينات[7].

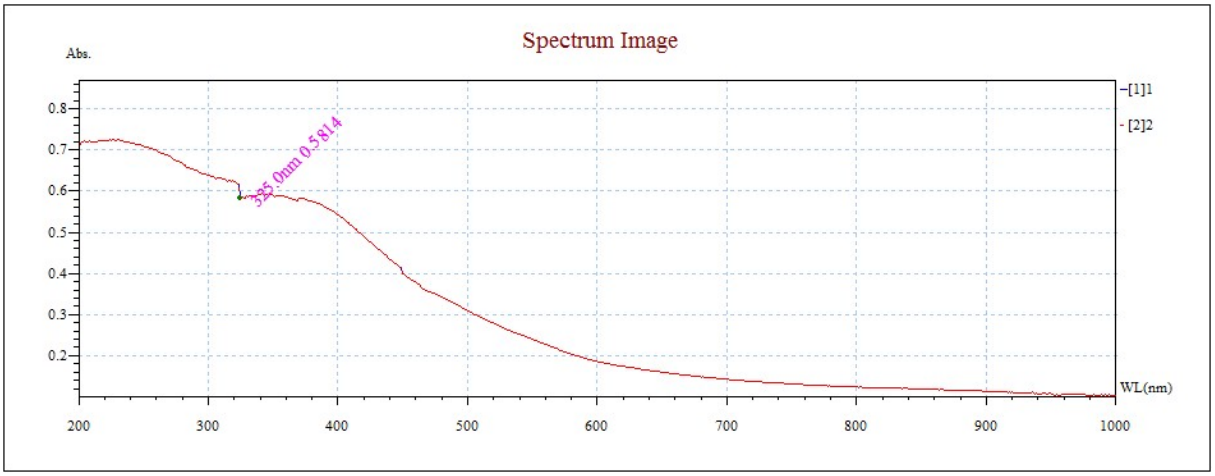
✓ **b–بعد الحرق:**



الشكل (12.V):طيف الأشعة فوق البنفسجية UV-vis للعينة 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

تـظهر أطياف العينات النتائـج التالية :

✓ طيف العـينة A :وجود ذروة امتصاص في المجال فوق البنفسجي عند حوالي **267 nm**مع امتصاص مرتفع ضمن المجال **200–300 nm**، ويُعزى ذلك إلى وجود المركبات الفينولية والفلافونويدات الناتجة عن مستخلص نبات الحَلَمة، والتي ساهمت في اختزال أيونات الحديد وتثبيت الجسيمات النانوية. كما لوحظ نطاق امتصاص عريض في المجال المرئي بين **450–600 nm**مع قمة عريضة قرب **580 nm**، مما يدل على تكوّن الجسيمات النانوية لأكسيد الحديد .Fe_2O_3.

✓ طيف العينةB: يُظهر الطيف استمرار وجود امتصاص في المجال فوق البنفسجي بين **250–350 nm**مع انخفاض نسبي في شدة الامتصاص مقارنة بالعينة الأولى، مما يدل على استهلاك جزء أكبر من المركبات العضوية الفعالة خلال عملية التخليق. كما سُجل نطاق امتصاص واسع في المجال المرئي مع قمة عريضة عند حوالي **580–590 nm**، ويشير ذلك إلى استمرار نمو الجسيمات النانوية وتحسن عملية تكوّن روابط **Fe–O**نتيجة زيادة زمن التفاعل.

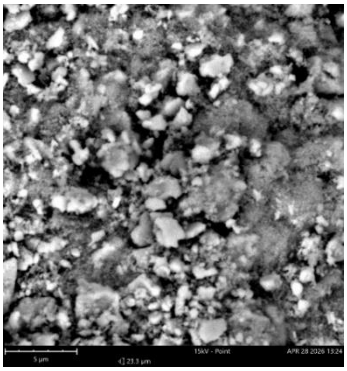
✓ طيف العينةC: يُظهر الطيف امتصاصًا مرتفعًا جدًا في بداية المجال فوق البنفسجي والمرئي **400–200) (nm**مع ذروة امتصاص واضحة تقريبًا عند **325 nm**، وهي تقع ضمن المجال المميز لتكوّن أكاسيد الحديد النانوية. كما يلاحظ انخفاض تدريجي ومستمر في الامتصاص من **400 nm**إلى 1000nm ، مما يدل على اكتمال أكبر لعملية تكوّن الجسيمات النانوية لأكسيد الحديد واستقرارها بعد 24 ساعة من التفاعل.

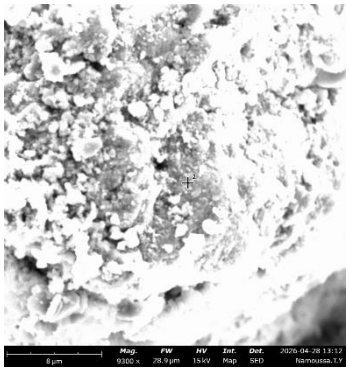
من خلال النتائج السابقة يتضح أن جميع قيم الامتصاص المسجلة ضمن المجال **200–400 nm** تشير إلى تكوّن الجسيمات النانوية لأكسيد الحديد Fe_2O_3، بينما يدل اختلاف شدة الامتصاص وشكل المنحنيات باختلاف زمن التفاعل (4، 8، 24 ساعة) وتأثيره في نمو الجسيمات النانوية وتحسين درجة التبلور والاستقرار، حيث أعطت العينة(C) دلالة أوضح على اكتمال التخليق مقارنة بالعينتين A وB أي كلما زاد زمن التفاعل زاد تكوّن Fe_2O_3 وتحسن الاستقرار. وهذه النتائج تتوافق إلى حد كبير مع نتائج عدة أبحاث منها :

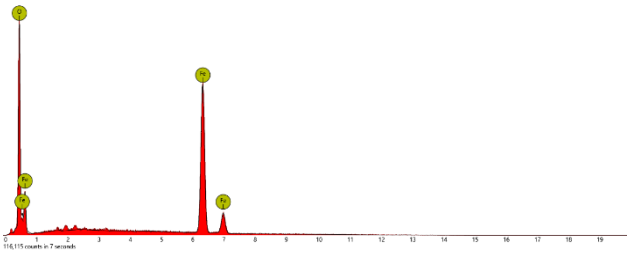
الباحث بوعافية عبد الرحمان (A,Bouafia 2022) [4]و [6] Ms. SWETA PAL

و(2018)Derya Aksu Demirezen and all [8]و (2019) P.karpagarinagan[9]

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

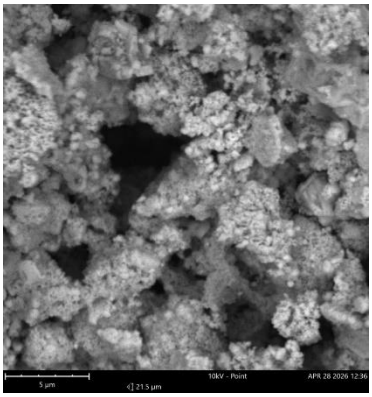


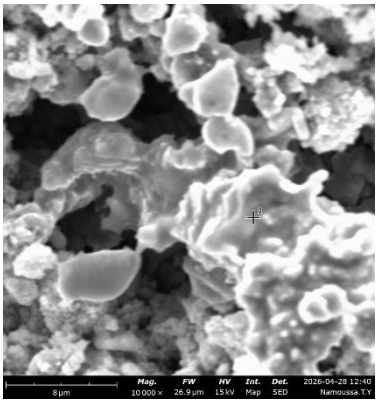


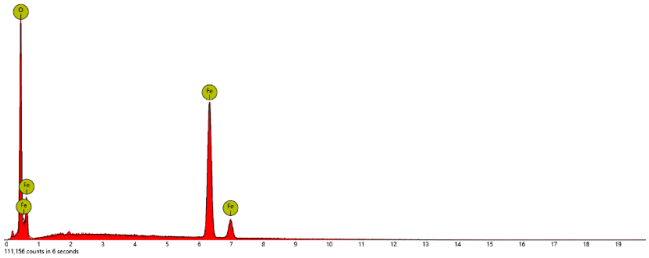


Element Symbol	Atomic Conc.	Weight Conc.	Oxide Symbol	Stoich. wt Conc.
Fe	58.07	82.86	Fe_2O_3	100.00
O	41.93	17.14		

الشكل (15.V):صورة بالمجهر الإلكتروني الماسح للعينة A(EDX+SEM)

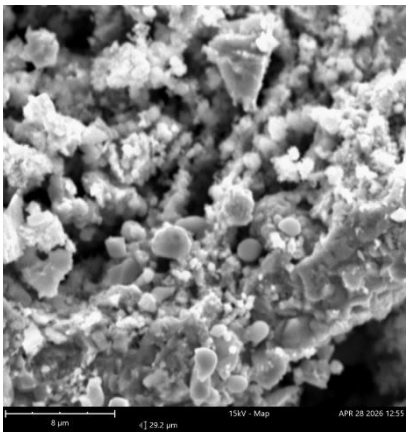


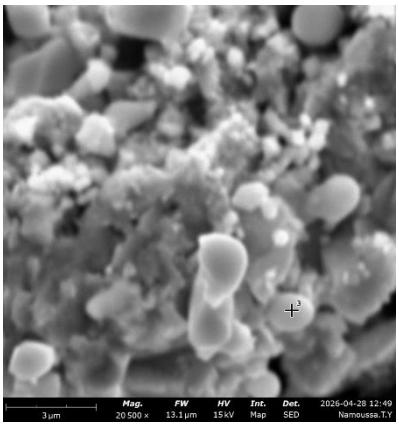


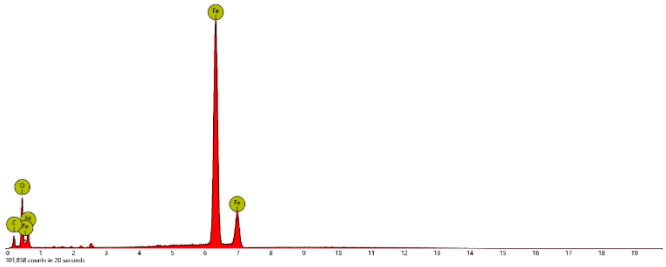


Element Symbol	Atomic Conc.	Weight Conc.	Oxide Symbol	Stoich. wt Conc.
Fe	55.37	81.24	Fe_2O_3	100.00
O	44.63	18.76		

الشكل (16.V):صورة بالمجهر الإلكتروني الماسح للعينة B (EDX+SEM)







Element Symbol	Atomic Conc.	Weight Conc.	Oxide Symbol	Stoich. wt Conc.
Fe	77.41	93.29	Fe_2O_3	97.60
O	9.94	3.43		
C	12.65	3.28		

الشكل (17.V):صورة بالمجهر الإلكتروني الماسح للعينة C (EDX+SEM)

الصور التي تم الحصول عليها من الفحص المجهري الإلكتروني (SEM) تكشف عن أوجه تشابه في بنية العينات بأزمنة تخليق 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 التراكيب كبيرة نسبيًا وتؤدي إلى ظهور فراغات ومسامات داخل المادة، مما يقلل من تجانسها البنيوي العينة A [9]، وهو ما يتوافق مع ما ورد في نتائج الدراسة السابقة [10] .

يمكن أن يُعزى وجود الأسطح الخشنة والتركيبات غير المنتظمة في جزيئات أكسيد الحديد إلى عوامل مختلفة، مثل طريقة التخليق وحجم الجسيمات والظروف التجريبية التي تم تحضير العينات في ظلها مثل زمن التخليق, قد تؤثر أزمنة التخليق 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].

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 α-Fe_2O_3، مع التحليل الذي أظهر وجود ذرات تنتمي إلى عنصري Fe (حديد) وO (أكسجين) في جميع العينات.

النسب الذرية لهذه العناصر بالنسبة للعينتين A وB كانت 100%بينما انخفضت إلى 87.35% في العينةC تشير هذه النسب المئوية إلى الوفرة النسبية للحديد والأكسجين في كل عينة وبمقارنة النتائج، يبدو أن هناك اختلافات طفيفة في النسب الذرية للعناصر بين العينات.

يمكن أن تُعود هذه الاختلافات الطفيفة إلى وجود شوائب أو ملوثات لها طاقات قريبة من الحديد في تحليل EDX مثل C (الكربون)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.

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

تم تشخيص التركيب البلوري لمسحوق أكسيد الحديد النانوي المحضر للعينات الثلاث بتقنية حيود الأشعة السينية, توضح الأشكال (الشكل (V- 18)) طيف DRX، مما يشير إلى وجود جزيئات الهيماتيت النانوية α-Fe_2O_3.

ظهرت قمم انعراج مميزة عند33درجة,35درجة,49درجةو54درجة والمتوافقة مع المستويات البلورية (104)، (110)، (024)و(116) وهي كذلك مميزة لطور الهيماتيتα-Fe_2O_3 .

وتشير هذه النتائج إلى أن العينات المحضرة في كلا العاملين من البنية المعينية السطوح(rhombohedral) لـ α-Fe2O3 (المجموعة الفضائية: R-3c) [11] .حيث تتطابق مواضع الذروة بشكل جيد مع النمط المتوقع بناءً على بطاقة JCPDS رقم 01-079-1741، وهي قاعدة بيانات مرجعية لأنماطDRX .

كما تشير القمم الرفيعة والحادة التي لوحظت في نمط DRX إلى الطبيعة الدقيقة والحجم البلوري الصغير لجسيمات أكسيد الحديد النانوية كما تشير الزيادة التدريجية في ارتفاعات الذروة المتعلقة بجميع المراحل مع زيادة زمن التفاعل إلى تأثير تعزيز زمن التفاعل على تعزيز درجة تبلور الهيماتيتα-Fe_2O_3.

تؤكد هذه المعلومات أن الجسيمات النانوية المركبة تتكون أساسًا من طور الهيماتيتα-Fe_2O_3 وتظهر بنية بلورية معينية الوجوه. يوفر تحليل DRX نظرة ثاقبة على الطبيعة البلورية والتوجه البلوري للجسيمات النانوية، مما يسمح بتوصيف وتحديد المواد المركبة.

تم تقدير متوسط حجم البلورات باستخدام معادلة ديباي–شيرير[12].

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

حيث D هو الحجم البلوري (نانومتر)، العرض الكامل بنصف أقصى ذروة الانعراج (FWHM) لأقصى ذروة حيود، الطول الموجي للأشعة السينية (1.5406 Å) وهي زاوية براج. تم العثور على متوسط حجم البلورات في حدود 12.2 – 13.3 نانومتر .

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

العينة A :

D(nm)	*2θ* (°)	Hkl
13.82	33.3	104
13.91	35.8	110
12.50	49.6	024
12.75	54.2	116

العينة B :

D(nm)	*2θ* (°)	Hkl
11.84	33.2	104
11.92	35.7	110
14.57	49.5	024
14.87	54.1	116

العينة C:

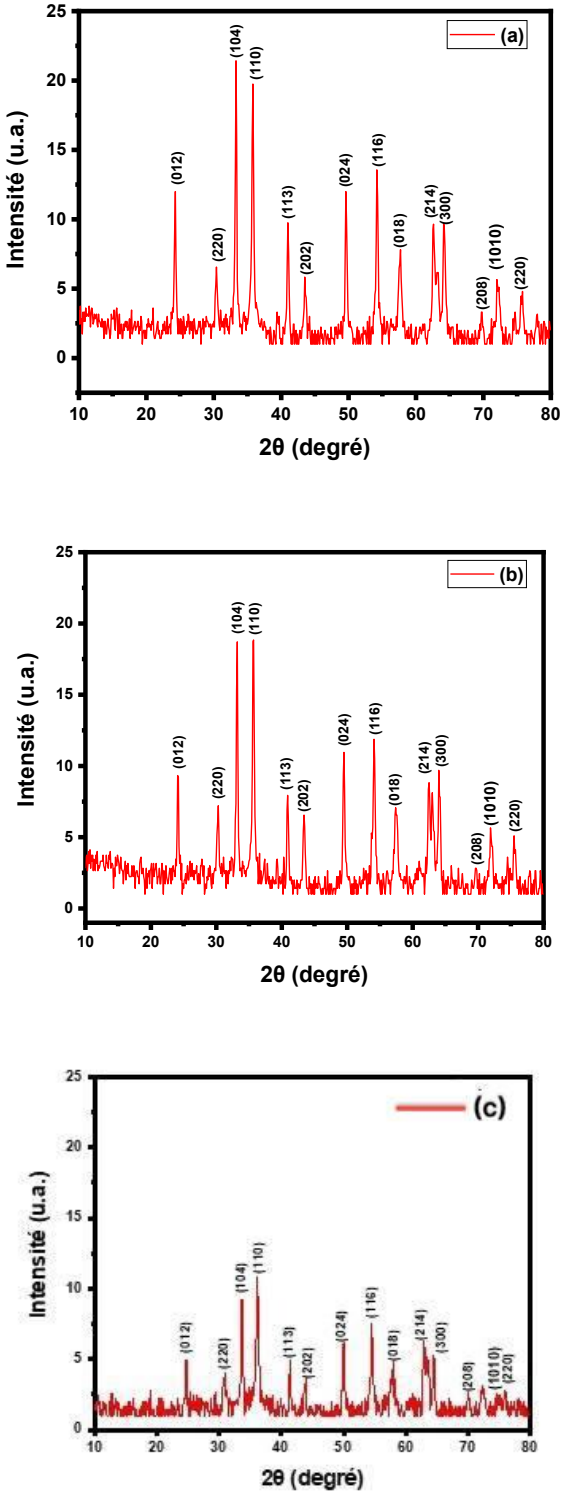
D(nm)	2θ (°)	Hkl
11.88	33.7	104
11.95	36.1	110
12.52	50	024
12.77	54.5	116

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

العينة A : 13.25nm

العينة B : 13.30nm

العينة C :12.2 nm



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].

V-5. 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).

✓ العينةA:

الجدول(v-2): نتائج اختبارات الفاعلية المضادة للبكتيريا للعينة A

	Inhibition microbienne (mm)				Co . Neg.
mg/mL	40	20	10	5	
Escherichia coli ATCC 25922	**21**	**18**	**16**	**11**	**NI**
Pseudomonas aeruginosa ATCC 27853	**14**	**12**	**9**	**7**	**NI**
Klebsiella pneumoniae ATCC 13883	**22**	**19**	**16**	**14**	**NI**
***Staphylococcus aureus* ATCC 25932**	**27**	**21**	**20**	**18**	**NI**

من خلال النتائج المتحصل عليها في الجدول (v-2) نلاحظ أن العينة A(NP-4H) حققت نشاطًا مضادًا للبكتيريا اتجاه جميع السلالات المختبرة .

كما سُجلت أعلى قيم التثبيط لأكسيد الحديد النانوي عند سلالتي *Klebsiella pneumoniae* و *Staphylococcus aureus* ، بأقطار تثبيط بلغت 22 مم و27 مم على التوالي عند التركيز 40 mg/mL، مما يدل على ارتفاع حساسية هاتين السلالتين تجاه الجسيمات النانوية المحضّرة.

في المقابل أظهرت سلالتي *Escherichia coli* و *Pseudomonas aeruginosa* استجابة أقل مقارنة بالسلالات السابقة، كما لوحظ تناقص أقطار التثبيط تدريجيًا مع انخفاض قيم التراكيز مما يشير إلى وجود علاقة بين النشاط المضاد للبكتيريا و تركيز الجسيمات النانوية .

✓ العينةB:

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

	Inhibition microbienne (mm)				Co . Neg.
mg/mL	40	20	10	5	
Escherichia coli ATCC 25922	**18**	**17**	**13**	**7**	**NI**
Pseudomonas aeruginosa ATCC 27853	**16**	**7**	**NI**	**NI**	**NI**
Klebsiella pneumoniae ATCC 13883	**18**	**16**	**12**	**8**	**NI**
***Staphylococcus aureus* ATCC 25932**	**25**	**20**	**16**	**13**	**NI**

✓من خلال النتائج المتحصل عليها في الجدول(v-3) نلاحظ ان العينة B(NP-8H) حققت إستجابة اتجاه جميع السلالات البكتيريا.

✓حيث سجلنا أعلى قيم تثبيط لأكسيد الحديد النانوي عند السلالات *coli* Escherichia, *Klebsiella pneumoniae* و*Staphylococcus aureus* بأقطار تثبيط 18 مم,18مم و25 على التوالي عند التركيز 40 mg/mL مما يوضح استجابة هاته السلالات اتجاه الجسيمات النانوية.

✓بينما نلاحظ تسجيل قيم محدودة التثبيط عند سلالة *Pseudomonas aeruginosa* حيث اختفت مناطق التثبيط عند التراكيز 10و5mg/mL وهذا ما يفسر انخفاض فعالية الجسيمات النانوية عند التراكيز المنخفضة تجاه هذه السلالة.

✓العينةC:

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

	Inhibition microbienne (mm)				Co . Neg.
mg/mL	40	20	10	5	
Escherichia coli ATCC 25922	**7**	**7**	**NI**	**NI**	**NI**
Pseudomonas aeruginosa ATCC 27853	**11**	**NI**	**NI**	**NI**	**NI**
Klebsiella pneumoniae ATCC 13883	**16**	**12**	**9**	**7**	**NI**
***Staphylococcus aureus* ATCC 25932**	**7**	**12**	**12**	**9**	**NI**

✓من خلال النتائج المتحصل عليها في الجدول (v-4) نلاحظ ان العينة C(NP-24H) أظهرت نشاطا مضادا للبكتيريا اتجاه جميع السلالات المختبرة، ولكن هذا النشاط لم يظهر عند جميع التراكيز المستعملة .

✓نلاحظ أن اعلى قيم التثبيط سجلت عند سلالتي *Staphylococcus aureus* و *Klebsiella pneumoniae*، بأقطار تثبيط بلغت 16 عند التركيز 40 mg/mL و12مم عند التركيز 10mg/mL وهذا ما يدل على ارتفاع حساسية هاتين السلالتين تجاه الجسيمات النانوية .

✓في حين أظهرت سلالة *Escherichia coli* نشاطا تثبيطا متوسط. بينما سجلت سلالة *Pseudomonas aeruginosa* نشاطا تثبيطا محدودا, حيث اختفت مناطق التثبيط عند التراكيز 20و10 و5mg/mL.وهذا ما يدل على انخفاض فعالية الجسيمات النانوية عند التراكيز المنخفضة تجاه هذه السلالة.

مقارنة النتائج:

✓ السلالتين *Klebsiella pneumoniae* و *Staphylococcus aureus*يعطيان استجابة في جميع العينات A,B,C عند كل التراكيز,حيث نسجل اعلى قطر تثبيط عند *سلالة Staphylococcus aureus* يقدر ب27مم عند التركيز40 mg/mL .

✓عند السلالة*Escherichia coli* تعطي العينتان A,B استجابة عند جميع التراكيز المدروسة,بينما العينةC أظهرت استجابة عند التركيزين40و20 mg/mL فقط ,في حال لم نسجل أي استجابة عند بقية التراكيز.

✓عند السلالة *Pseudomonas aeruginosa* تعطي العينةA استجابة عند جميع التراكيز المدروسة, بينما العينة B اظهرت استجابة عند التركيزين40و20 mg/mL و العينةC اظهرت استجابة عند التركيز 40 mg/mL, في حال لم نسجل أي استجابة عند بقية التراكيز .

ومن خلال هذه النتائج نلاحظ أن العينة A قدمت أفضل فعالية اتجاه جميع السلالات ,خاصة السلالة *Staphylococcus aureus* التي سجلت أعلى حساسية ,حيث أعطت أكبر أقطار تثبيط في جميع العينات مقارنة بباقي السلالات.

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 Mughalو Muhammad Irfan واخرون (2021).

المراجع

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]Hafeez, M., et al. (2021). Populus ciliata conjugated iron oxide nanoparticles and their potential antibacterial activities against human bacterial pathogens. *Digest Journal of Nanomaterials and Biostructures, 16*(3), 899–906.

[2]Khalil, A. T., et al. (2017). Biosynthesis of iron oxide (Fe_2O_3) nanoparticles via aqueous extracts of *Sageretia thea* (Osbeck.) and their pharmacognostic properties. *Green Chemistry Letters and Reviews, 10*(4), 186–201.

[3]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* (Doctoral dissertation, Université El-Oued, Algeria).

[4]Shah, M. A., et al. (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

[5]Pal, S. W. (2014). *Antimicrobial activity of iron oxide nanoparticles* (Master's thesis/Dissertation). Department of Life Science, National Institute of Technology Rourkela, India.

[6]Kamil, M., Ahmad, F., & Abdalla, M. T. (2021). Phytochemical and pharmacological studies of *Moltkiopsis ciliata*. *Clinical Research and Clinical Trials, 4*(3), 62.

[7]Aksu Demirezen, D., et al. (2018). Green synthesis and characterization of iron oxide nanoparticles using *Ficus carica* (common fig) dried fruit extract. *Journal of Bioscience and Bioengineering, 126*(2), 241–246. https://doi.org/10.1016/j.jbiosc.2018.07.024

[8]A highly sensitive ammonia chemical sensor based on α-Fe_2O_3 nanoellipsoids. (n.d.). Retrieved from http://www.researchgate.net/publication/231081508-A-highly-sensitive-ammonia-chemical-sensor-based-on-a-Fe2O3-nanoellipsoids

[9]Devi, H. S., Shah, M. A., Boda, M. A., Parveen, S., et al. (2018). Green synthesis of iron oxide nanoparticles using *Platanus orientalis* leaf extract for antifungal activity. *Green Processing and Synthesis*.

[10]Yufanyi, D., Ondoh, A., Foba-Tendo, J., & Mbadcam, K. (2015). Effect of decomposition temperature on the crystallinity of α-Fe_2O_3 (hematite) obtained from an iron(III)-hexamethylenetetramine precursor. *American Journal of Chemistry, 5*, 1–9.

[11]Shin, H. S., & Kwon, S. J. (1993). An XRD study on the structures of ferrites: Hematite, Ba-ferrite and Zn_2Y ($Ba_3Zn_2Fe_{12}O_{22}$). *Journal of the Korean Ceramic Society, 30*, 499–509.

[12]Abdullah, J. A. A., et al. (2020). Green synthesis and characterization of iron oxide nanoparticles by *Phoenix dactylifera* leaf extract and evaluation of their antioxidant activity. *Sustainable Chemistry and Pharmacy*.

[13]Abderrhmane, B., & Salah Eddine, L. (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*.

[14]Karpagarinayagan, P., & Vedhi, C. (2019). Green synthesis of iron oxide nanoparticles using *Avicennia marina* flower extract. *Vacuum, 160*, 286–292.

الخاتمة

الخاتمة

في ظل التحديات البيئية المتزايدة، برز التخليق الأخضر كبديل مستدام يعتمد على النباتات ومستخلصاتها الحيوية للحد من التلوث. وتزامن هذا التوجه مع الدور الريادي لـ تكنولوجيا النانو في القطاعات الصناعية والطبية، والتي ترتكز على توظيف جسيمات دقيقة يتراوح أقطارها بين (1–100 نانومتر). ومن أجل مواكبة التطور التقني المتسارع، دُمجت مبادئ الكيمياء الخضراء في تكنولوجيا النانو لإنتاج مواد نانوية صديقة للبيئة، تساهم في تقليص التداعيات البيئية والحد من الآثار الجانبية للمركبات الدوائية والصناعية.

بهدف توظيف الإمكانات الحيوية للنباتات الصحراوية في التطبيقات النانوية، تم في هذا البحث تحضير جسيمات أكسيد الحديد النانوية (FeONPs) حيوياً بواسطة مستخلص نبات الحلمة. شملت الدراسة أحد العوامل المؤثر ة في اصطناع هذه الجسيمات,حيث اعتمدنا على تغيير مدة الاصطناع(4 سا ,8سا ,24سا)من أجل الحصول على أفضل مردود وخصائص بنيوية. تم توصيف الجسيمات الناتجة فيزيائياً وكيميائياً باستخدام مجموعة من التقنيات التحليلية المتقدمة .(UV-Vis, FT-IR, DRX, SEM) وفي الشق التطبيقي، تم فحص الفاعلية التثبيطية لهذه الجسيمات تجاه أربع سلالات بكتيرية (موجبة وسالبة الغرام) لتحديد مدى كفاءتها كعوامل مضادة للبكتيريا.

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 وFTIR تكوين جزيئات أكسيد الحديد النانوية من خلال تمييز مجالات امتصاص أكسيد الحديد FeO، واختفاء نطاقات امتصاص البوليفينول بسبب إرجاع أيونات الحديد, بينما نتائج SEM وDRX بنيت تشابه في بنية العينات من حيث الشكل والحجم على اختلاف أزمنة اصطناعها.

في حين أظهرت العينات أنها ذات فاعلية تثبيطية مضادة للبكتيريا متوسطة الحساسية حيث تميزت العينة A عن بقية العينات.

وتؤكد هذه النتائج أن نبات الحلمة يمثل مصدرًا حيويًا واعدًا لتخليق جسيمات أكسيد الحديد النانوية ، مما يفتح المجال أمام تطبيقات مستقبلية في المجالات الطبية والبيئية. وانطلاقًا من ذلك، يُوصى بإجراء دراسات إضافية

لتقييم تأثير عوامل اصطناع أخرى مثل درجة الحرارة والأس الهيدروجيني وتركيز المتفاعلات على خصائص الجسيمات الناتجة، بالإضافة إلى استخدام تقنيات توصيف أكثر تقدمًا للحصول على معلومات أدق حول بنيتها وحجمها

الملاحق

الأجهزة المستعملة:

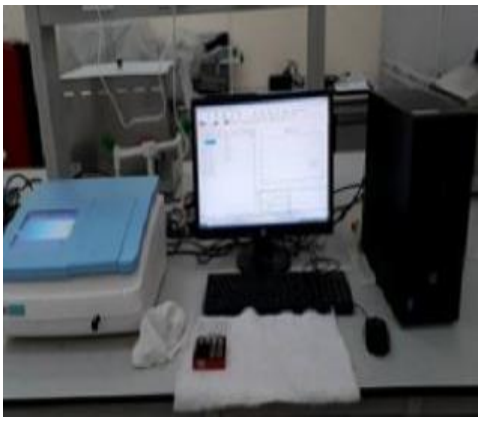
جهاز رج وتسخين

ميزان حساس

جهاز الطرد المركزي

جهاز ترشيح

فرن

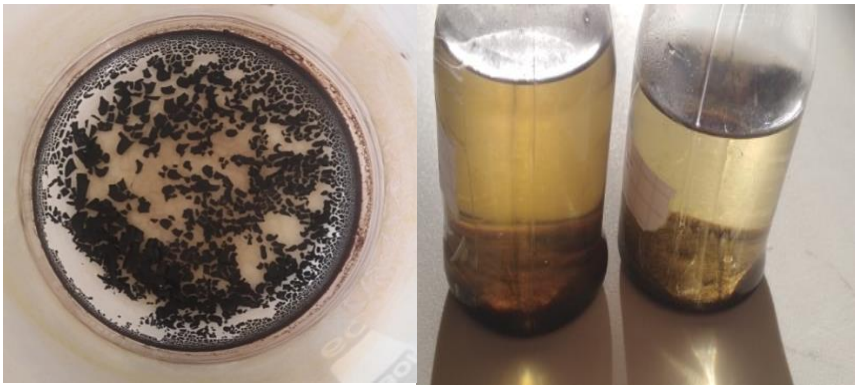


جهاز UV–

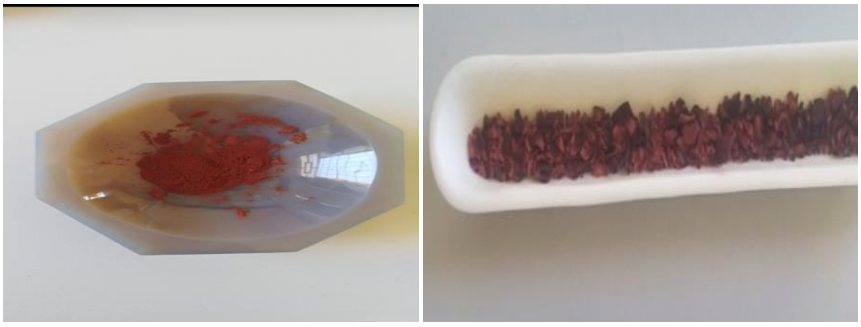
جهاز IR

جهاز DRX

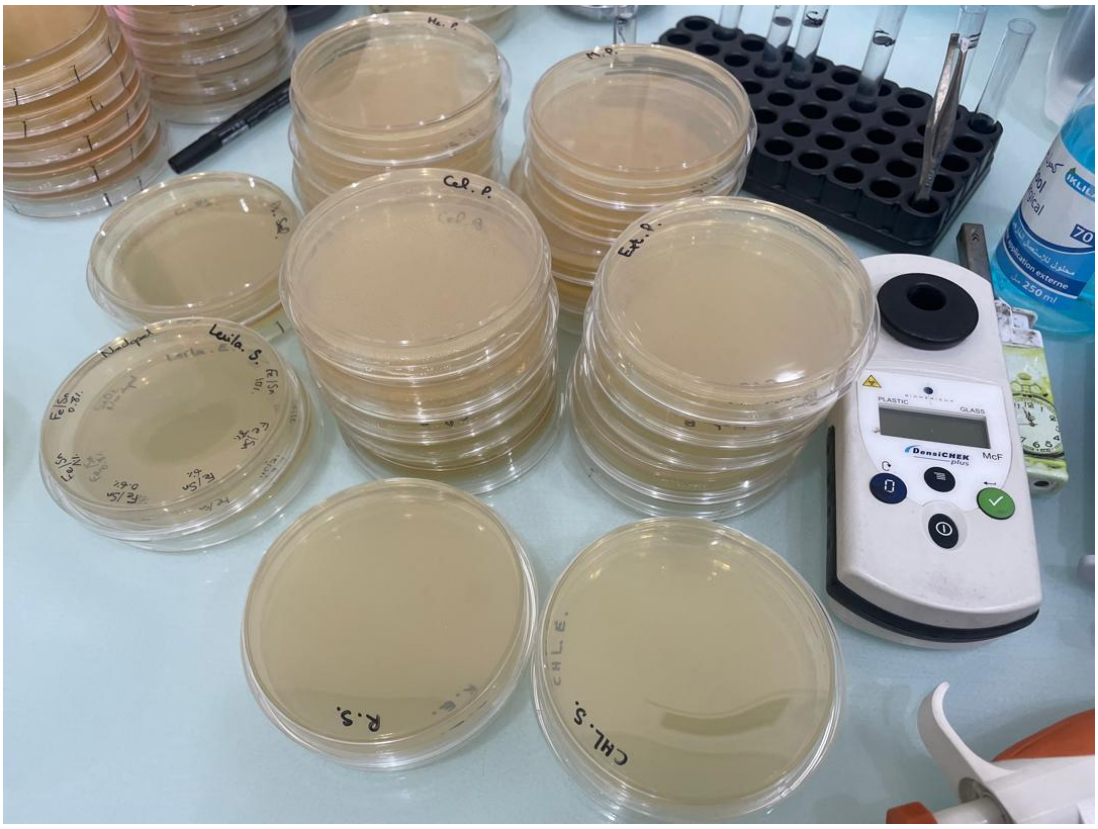
المواد المستعملة:



الراسب قبل وبعد التجفيف



أكسيد الحديد بعد الحرق



الأدوات والمواد المستعملة في اختبار المضاد للبكتيريا

نتائج اختبار البكتيريا *Escherichia coli* على العينة C.B.A

نتائج اختبار البكتيريا *Pseudomonas aeruginosa* على العينة C.B.A

نتائج اختبار البكتيريا *Klebsiellapneumonia* على العينة C.B.A

نتائج اختبار البكتيريا *Staphylococcus aureus* على العينة C.B.A