رقم الترتيب:.....
رقم التسلسل:.....

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

جامعة الشهيد حمه لخضر-الوادي-
كلية العلوم الدقيقة
قسم الكيمياء

مذكرة تخرج لنيل شهادة ماستر أكاديمي في الكيمياء
تخصص: كيمياء عضوية
من إعداد:

مسعودي زينب

زين سندس

تحت عنوان:

Synthèse, caractérisation et activité biologique des nanoparticules d'oxyde de Fer par l'extrait d'écorce du fruit du *Citrus sinensis*

نوقشت يوم : 2023/ 06/05

أمام لجنة المناقشة المكونة من الأساتذة:

كراسع عائشة	أستاذة محاضرة -أ-	رئيسا
شيحي سمية	أستاذة محاضرة -ب-	مناقشا
زواري أحمد رشيدة	أستاذة محاضرة -ب-	مؤطرا

السنة الجامعية: 2023/2022

بسم الله الرحمن الرحيم

"قالوا سبحانك لا علم لنا إلا ما علمتنا إنك أنت العليم الحكيم"

صدق الله العظيم

سورة البقرة الآية (32)

اهداء

من كل أعماق وجداننا نهدي هذا العمل المتواضع إلى أغلى ما

نملك،

الوالدين الكريمين

إلى كل أفراد عائلتنا

إلى كل أساتذتنا

إلى كافة الزملاء والأصدقاء

إلى كل من ساعدنا من قريب أو من بعيد في انجاز هذا العمل.

زينب –سندس

الشكر والتقدير

قال رسول الله صلى الله عليه وسلم

(من لم يشكر الناس لم يشكر الله ومن أهدى اليكم معروفا فكافئوه فان لم تستطيعوا فادعوا له)

وعملا بهذا الحديث واعترافا نحمد الله الذي هدانا لهذا وما كنا لنهتدي لولا ان هدانا الله فالحمد لله والشكر أولا وأخيرا على فضله وكرمه وبركته الذي انعم علي بالتوفيق

لإنجاز هذا العمل ليضاف الى ميادين البحث العلمي وتثمين هذه الخطوة في مسيرتنا الدراسية بمذكرتنا هذه ثمرة الجهد والنجاح بفضله تعالى والصلاة والسلام على سيد المرسلين وإمام المتقين سيدنا محمد وعلى آله وأصحابه أجمعين

ويطيب لنا عرفان بالجميل ان تتقدم بالشكر الجزيل والعرفان أولا إلى الوالدين الكريمين ولكل العائلة والزملاء.

ونتقدم بالشكر الجزيل إلى الأستاذة المشرفة الدكتورة **"زواري أحمد رشيدة"** التي رافقتنا طيلة هذا البحث وأمدتنا بالمعلومات والنصائح القيمة راجين من الله عز وجل ان يسدد خطاها ويتحقق مناها فجزاها الله عنا كل خير.

كما نتقدم بفائق الشكر والتقدير والامتنان إلى أعضاء مناقشة لتفضلهما بقبول مناقشة مذكرتنا "أستاذة كراسع عائشة رئيسا" و"أستاذة شيحي سمية مناقشة".

وأخيرا لا يفوتنا ان نعبر عن بالغ تحياتنا إلى كل من ساعدنا من قريب أو من بعيد في

انجاز هذا البحث المتواضع.

الملخص

الاصطناع الأخضر هو نهج صديق للبيئة وفعال من حيث التكلفة تستخدم على نطاق واسع لإنتاج جزيئات أكسيد الحديد النانوية باستخدام مستخلص نباتي من *Citrus sinensis*. تمت دراستها على نطاق واسع منذ السنوات القليلة الماضية بسبب ميزتها المختلفة وتطبيقاتها المحتملة في مختلف المجالات. تهدف هذه الدراسة الى اصطناع جزيئات أكسيد الحديد النانوية انطلاقا من محلول كلوريد الحديد $FeCl_3$ ذو التركيز 0.05 M مع مستخلص قشور *Citrus sinensis*. وتم تأكيد الاصطناع الأخضر الناجح للجسيمات النانوية لأكسيد الحديد وتمييزه باستخدام طيف الأشعة فوق البنفسجية المرئية (UV)، وتحليل فورييه للأشعة تحت الحمراء (FTIR)، ومجهر المسح الالكتروني (SEM). وتم أيضا تقدير الفاعلية البيولوجية له، وذلك انطلاقا من فحص الأنشطة المضادة للأكسدة لمستخلصات قشور *Citrus sinensis* من خلال نشاط إزالة الجذور الحر DPPH و قياس القدرة المضادة للأكسدة الكلية (TAC)، واختبار الفاعلية البكتيرية على أربعة سلالات *E. coli*، *P. aeruginosa*، *K. pneumoniae*، *S. aureus* . يمكن التوصية بشدة بالاصطناع الأخضر المقترح لجسيمات أكسيد الحديد النانوية (NPs) من *Citrus sinensis* كطريقة محتملة للتطبيق الصناعي.

الكلمات المفتاحية: الاصطناع الأخضر ، توصيف، الفاعلية المضادة للأكسدة والبكتيريا، جزيئات أكسيد الحديد FeONPs، مستخلص *Citrus sinensis*

Abstrac

Green synthesis is a widely used environmentally friendly and cost-effective approach to produce iron oxide nanoparticles using a plant extract of *Citrus sinensis*. It has been widely studied since the past few years due to its various advantage and potential applications in various fields. This study aims to synthesize iron oxide nanoparticles from a solution of iron chloride FeCl3 with a concentration of 0.05 M with an extract of *Citrus sinensis* peels. The successful biosynthesis of iron oxide nanoparticles was confirmed and characterized using ultraviolet-visible (UV) spectroscopy, Fourier analysis of infrared (FTIR) and scanning electron microscopy (SEM).

Keywords: green synthesis, characterization, antioxidant and antibacterial activity, iron oxide nanoparticles, FeNOPs, *Citrus sinensis* extract.

فهرس المحتويات

اهداء ..... **I**

الشكر والتقدير ..... **II**

الملخص ..... **III**

فهرس المحتويات ..... **V**

فهرس الأشكال ..... **X**

فهرس الجداول ..... **XII**

فهرس الرموز ..... **XIII**

المقـدمة العامة **2**

الجانب النظري

الفصل الأول: دراسة نباتية حول نبتة البرتقال

تمهيد 10

I-1-تعريف الحمضيات 10

I-2-البرتقال 10

I-3-نبذة تاريخية عن نبات البرتقال *Citrus sinensis* 11

I-4-أصناف البرتقال *Citrus sinensis* 11

I-5-التصنيف النباتي لنبات البرتقال *Citrus sinensis* 12

I-6-الاسماء الشائعة لنبات البرتقال *Citrurs Sinensis* 13

I-7-الوصف النباتي لنبات البرتقال *Citrurs Sinensis* 13

I-8-التوزيع الجغرافي لنبات البرتقال *Citrus sinensis* 15

I-9-التركيب الكيميائي لنبات البرتقال *Citrus sinensis* 16

I-10-مكونات قشور البرتقال *Citrus sinensis* 17

I-11-فوائد قشور البرتقال *Citrus sinensis* واستخداماتها 17

I-12-البرتقال *Citrus sinensis* وصحة الانسان وتغذيته 18

I-13-الاهتمام التكنولوجي والتحول 19

المراجع 21

الفصل الثاني: دراسة نظرية حول تقنية النانو وتحضير أكسيد الحديد

تمهيد 25

II-1-تعريف النانو 25

II-2-مقياس النانومتر 26

II-3-تعريف علم النانو 26

II-4-تقنية النانو 26

II-4-1-تعريف تقنية النانو 26

II-4-2-مبادئ تميز تقنية النانو 27

II-5-المواد النانوية 27

II-5-1-تعريف المواد النانوية 27

II-5-2-تصنيف المواد النانوية 28

II-5-3-أشكال المواد النانوية 29

II-5-4-خواص المواد النانوية 33

II-5-5-تطبيقات النانو 34

II-6-الجسيمات النانوية 34

II-6-1- تعريف الجسيمات النانوية 34

II-6-2- تصنيف الجسيمات النانوية 34

II-7-طرق تحضير الجسيمات النانوية 35

II-7-1- تقنية الهبوط من أعلى إلى أسفل(Approach down-Top) 36

II-7. 2.تقنية الصعود من أسفل إلى أعلى(Approach up-Bottom) 37

II-9. التقنيات المستخدمة في تشخيص المواد النانوية 38

II-10. الخصائص الفيزيوكيميائية للجسيمات النانوية 38
II-11. الحديد 38
II-11. 1. أكسيد الحديد 39
II-11. 2. جزيئات أكسيد الحديد النانوية 39
II -11. 3. تطبيقات الجسيمات النانوية لأكاسيد الحديد 41
المراجع 42

الفصل الثالث: الفاعلية البيولوجية المضادة للأكسدة والبكتيريا

III-1-مضادات الاكسدة 49
III-1-1-الإجهاد التأكسدي 49
III-1-2-الجذور الحرة 49
III-1-3-مضادات الأكسدة 50
III-2- الفاعلية المضادة للبكتيريا 52
III-2-1-تعريف البكتيريا 52
III-2-2-بنية البكتيريا 53
III-2-3-تصنيف البكتيريا 53
III-2-4-فوائد ومضار البكتيريا عند الإنسان 54
III-2-5-أنواع البكتيريا المستعملة في الدراسة 55
III-3-المضادات الحيوية 59
III-3-1-تعريف المضادات الحيوية 59
III-3-2-أنواع المضادات الحيوية 59
III-3-3-طرق تأثير المضادات الحيوية 60
III-4-المقاومة البكتيرية 60
III-4-1-تعريف المقاومة البكتيرية 60
III-4-2-طرق التعرف على حساسية ومقاومة البكتيرية للمضاد 61
المراجع 63

الفصل الرابع: الطرق والمواد المستعملة

IV-1-تحضير المادة النباتية المدروسة 67
IV-2-المواد والوسائل والأجهزة المستعملة 67
IV-2-1-المواد 67
IV-2-2-الأجهزة المستعملة 67
IV-2-3-الوسائل المستعملة 67
IV-3-تعريف الاستخلاص 68
IV-3-1-طريقة الاستخلاص 68
IV-4-تحضير أكسيد الحديد النانوي 69
IV-5-تقنيات التحليل والوصف 70
IV-5-1-مطيافية الأشعة تحت الحمراء IR 70
IV-5-2-حيود الأشعة السينية DRX 70
IV-5-3-كاشف الأشعة السينية المشتتة للطاقة (EDX) 71
IV-5-4-المجهر الالكتروني الماسح SEM 71
IV-6-تقدير الفعالية المضادة للأكسدة بالطريقة الكيميائية 72
IV-6-1-اختبار تثبيط الجذر الحر DPPH 72
IV-6-2-اختبار فعالية مضادات الأكسدة الكلية TAC باستعمال موليبدات الأمنيوم 73
IV-7-اختبار الفاعلية البيولوجية ضد البكتيريا 73
IV-7-1-المواد وطرق العمل 74
IV-7-2-السلالات البكتيرية المدروسة 74
IV-7-3-طريقة العمل 74
المراجع 77

الفصل الخامس: تحليل النتائج ومناقشتها

V-1-تخليق جزيئات أكسيد الحديد النانوية Fe-NPs 80

V-2-تحليل الطيف الناتج من جهاز مطيافية الأشعة المرئية وفوق البنفسجية للمركبات محضرة بعد الحرق 81
V-3-تحليل الطيف الناتج من جهاز مطيافية الاشعة تحت الحمراءFTIR 82
V-3-1-تحليل الطيف الناتج من جهاز مطيافية الاشعة تحت الحمراء للمستخلص قشور Citrus sinens ..82
V-3-2-تحليل الطيف الناتج من جهاز مطيافية الاشعة تحت الحمراء للمركبات المحضرة بعد الحرق ... 83
V-4-تشخيص الأكسيد المحضرة بجهاز حيود الأشعة السينيةDRX..... 85
V-5-المجهر الالكتروني الماسح (SEM)..... 86
V-6-كاشف الأشعة السينية المشتتة للطاقة (EDX) 88
V-7-تحليل بعض المقالات السابقة لتخليق الحيوي باستخدام المستخلصات النباتية.....
V-8-تقدير الفاعلية المضادة للأكسدة 89
V-8-1-القدرة التثبيطية للجذر الحرDPPH..... 89
V-8-2-قيم إجمالي القدرة المضادة للأكسدة(TAC)..... 91
V-9-الفعالية المضادة للبكتيريا..... 92
V-9-1-النتائج 92
V-9-2-التحليل والمناقشة..... 94
المراجع..... 103
خلاصة عامة.....103
الملاحق 106

فهرس الأشكال

رقم الشكل	عنوان الشكل	الصفحة
الفصل الأول: دراسة نباتية حول نبتة البرتقال		
الشكل (I–1)	فاكهة البرتقال *Citrus sinensis*	11
الشكل (I–2)	شجرة نبتة البرتقال *Citrus sinensis*	13
الشكل (I–3)	أوراق نبة البرتقال *Citrus sinensis*	14
الشكل (I–4)	أزهار نبتة البرتقال *Citrus sinensis*	14
الشكل (I–5)	المقطع العرضي للبرتقال	15
الشكل (I–6)	أبرز الدول المنتجة للبرتقال في العالم	16
الفصل الثاني: دراسة نظرية حول تقنية النانو وتحضير أكسيد الحديد		
الشكل (II–1)	مقياس النانو من المتر الى النانو متر	27
الشكل (II–2)	تصنيف المواد النانوية	29
الشكل (II–3)	تصنيف المواد النانوية من حيث الأبعاد والأشكال	30
الشكل (II–4)	النقطة الكمية	31
الشكل (II–5)	الفولورين	31
الشكل (II–6)	الكرات النانوية تحت المجهر	32
الشكل (II–7)	الجسيمات النانوية	32
الشكل (II–8)	الأنابيب النانوية	33
الشكل (II–9)	الألياف النانوية	33
الشكل (II–10)	طرق تخليق الجسيمات النانوية (أ)تقنية الصعود من أسفل الى أعلى (ب) تقنية الهبوط من أعلى الى أسفل	37
الشكل (II–11)	رسم تخطيطي يوضح التركيبة البلورية لل $Y - Fe_2O_3$	41
الشكل (II–12)	تركيبة سطح الهيماتايت	42
الفصل الثالث: الفاعلية البيولوجية المضادة للأكسدة والبكتيريا		
الشكل (III–1)	بنية مركبات مضادات الاكسدة الصناعية	52
الشكل (III–2)	بنية البكتيريا	54
الشكل (III–3)	صورة بالمجهر الالكتروني لبكتيريا *E . Coli*	57
الشكل (III–4)	صورة بالمجهر الإلكتروني لبكتيريا *P. aeruginosa*	58
الشكل (III–5)	صورة بالمجهر الالكتروني لبكتيريا*Staphylococcus*	59
الشكل (III–6)	صورة بالمجهر الالكتروني لبكتيريا *Klebsiella pneumoniae*	60

الشكل (III-7)	يمثل منطقة التثبيط	
الفصل الرابع: الطرق والمواد المستعملة		
الشكل (IV-1)	خطوات الاستخلاص	63
الشكل (IV-2)	يمثل مراحل تحضير أكسيد الحديد الثانوي	69
الشكل (IV-3)	صورة توضح جهاز مطيافية الأشعة تحت الحمراء FTIR	71
الشكل (IV-4)	صورة توضح جهاز انعراج الأشعة السينية DRX	72
الشكل (IV-5)	مخطط شامل لعملية الاستخلاص والتصنيع	77
الفصل الخامس: تحليل النتائج والمناقشة		
الشكل (V-1)	تغير اللون أثناء عملية تخليق جزيئات أكسيد الحديد النانوية Fe-ONPS	81
الشكل (V-2)	طيف UV-vis للمركب محضرة بعد الحرق	83
الشكل (V-3)	طيف FTIR للمستخلص قشور *Citrus sinensis*	84
الشكل (V-4)	طيف FTIR للمركب المحضرة بعد الحرق	85
الشكل (V-5)	نمط الحيود الأشعة السينية DRX لجزيئات أكسيد الحديد النانوية	87
الشكل (V-6)	صور SEM لـ Fe-ONPS بتكبير 10 و 5 ميكرومتر على التوالي	88
الشكل (V-7)	صور SEM لـFe-ONPS بتكبير 20 ميكرومتر	88
الشكل (V-8)	طيف الأشعة السينية المشتت للطاقة (EDX) من Fe_2O_3-NPs المركب باستخدام مستخلص قشور *Citrus sinensis*	89
الشكل (V-9)	منحنيات نسبة تثبيط الجذر الحر DPPH(i%) بدلالة تركيز أكسيد الحديد النانوي (mg/ml)	98
الشكل (V-10)	منحنيات نسبة تثبيط الجذر الحر DPPH(I%) بدلالة تركيز حمض الاسكوربيك (mg/ml)	99
الشكل (V-11)	المنحنى القياسي لحمض الغاليك	101
الشكل (V-12)	أقطار مناطق التثبيط(ملم) لجسيمات أكسيد الحديد النانوي	102
الشكل (V-13)	أعمدة بيانية توضح أقطار التثبيط لأكسيد الحديد النانوي عند البكتيريا	103

فهرس الجداول

رقم الجدول	عنوان الجداول	الصفحة
الفصل الأول: دراسة نباتية حول نبتة البرتقال		
جدول (I-1)	التصنيف النباتي لنبات البرتقال *Citrus sinensis*	12
جدول (I-2)	مجموعات من مركبات وعضو النباتي	17
الفصل الثاني: دراسة نظرية حول تقنية النانو وتحضير أكسيد الحديد		
جدول (II-1)	التطور الدوري في تكنولوجيا النانو	26
الفصل الخامس: تحليل النتائج والمناقشة		
جدول (V-1)	قيم IC50 لأكسيد الحديد النانوي وحمض الاسكوربيك	100
جدول (V-2)	أقطار التثبيط لأكسيد الحديد النانوي ضد أنواع البكتيريا المدروسة	102
جدول (V-3)	منطقة تثبيط للمضاد الحيوي القياسي عند البكتريا *Klebsiella pneumoniae* و *Staphylococcus aureus*	105
جدول (V-4)	منطقة التثبيط بعض المضادات الحيوية عند البكتريا *E .Coli* و *Staphylococcus aureus*	105
جدول (V-5)	منطقة تثبيط المضاد الحيوي عند البكتريا *E .Coli* و *Staphylococcus aureus*	105

فهرس الرموز:

الرمز	بالعربية	بالأجنبية
%	النسبة المئوية	Pourcentage
AND	حمض نووي ريبوزي منقوص الأكسجين	Acide Désoxy ribonucléique
UV-Visible	مطيافية الأشعة فوق البنفسجية والمرئية	Spectrophotomètre ultra-violet et visible
A	الامتصاصية	Absorbance
Λ	الطول الموجي	Longueur d'onde
µm	ميكرو متر	Micrometer
DPPH	2.2–ثنائي فينيل –1–بيكريلهيدرازيل	2.2- diphényl-1-picrylhydrazy
ROS	الأنواع الأكسجينية النشطة	espèces d'oxygène actif Réactive Oxygen Species
IC50	تركيز المستخلص الذي يثبط نصف كمية الجذر المتشكلة DPPH	Concentration permettant d'inhiber 50 % du radical DPPH
DMSO	ثنائي مثيل سلفوكسيد	Dimèthyl sulfoxide
G+	الغرام الإيجابي	Gram positive
G -	الغرام السلبي	Gram negative
E-coli	نوع من أنواع البكتيريا	Escherichia coli
Kl p	نوع من أنواع البكتيريا	Klebsiella pneumoniae

Staphylococcus aureus	نوع من أنواع البكتيريا	S. aureus
Pseudomonas aeruginosa	نوع من أنواع البكتيريا	PA
Capacité antioxydante totale. Total Antioxidant Capacity.	اجمالي القدرة المضادة للأكسدة	TAC
Fourier transform infra red spectroscopy. Spectroscopie infrarouge à transformée de Fourier	جهاز طيف الأشعة تحت الحمراء	FTIR
Diffraction des rayons x	حيود الأشعة السينية	XRD
Nanoparticules	الجسيمات النانوية	NPs
Oxyde de fer	أكسيد الحديد	FeO
La microscopie électronique à balayage Scanning electron microscopy	المسح المجهري الإلكتروني	SEM
Rayons X à dispersion d'énergie Energy dispersive X-ray	الأشعة السينية المشتتة للطاقة	EDX

المقـــدمة العامة

المقدمة العامة

أنعم الله علينا من النعم ما لاتعد ولا تحصى ومن بينها النباتات والفواكه، وهي من نعم الله عز وجل على خلقه وذكرها في مواضيع كثيرة من القران الكريم قَالَ تَعَالَىٰ: ﴿أَمَّنْ خَلَقَ ٱلسَّمَٰوَٰتِ وَٱلْأَرْضَ وَأَنزَلَ لَكُم مِّنَ ٱلسَّمَآءِ مَآءً فَأَنۢبَتْنَا بِهِۦ حَدَآئِقَ ذَاتَ بَهْجَةٍ مَّا كَانَ لَكُمْ أَن تُنۢبِتُوا۟ شَجَرَهَآ ۗ أَءِلَٰهٌ مَّعَ ٱللَّهِ ۚ بَلْ هُمْ قَوْمٌ يَعْدِلُونَ ﴿٦٠﴾﴾ سورة النمل الآية (60).

تعد اشجار الفاكهة والحمضيات من العناصر الأساسية بالنسبة للإنتاج الزراعي في سد الاحتياجات الغذائية نتيجة النمو السكاني وتزايد الطلب على منتجاتها فضلا عن توفيرها الكثير من المواد الأولية للصناعات الغذائية ومواد التجميل، لذلك أصبحت زراعة أشجار الفاكهة على اختلاف أنواعها ذات أهمية اقتصادية كبيرة[1].

للحمضيات العديد من الدراسات الفيزوكيميائية التي أدت إلى فصل عدد كبير من المركبات، حيث اختبرت على أسس كيميائية وبيولوجية كما تعتبر من المواد الغنية بمضادات الأكسدة، والتي لها دورا مهما في تثبيط الجذور الحرة الناتجة عن عمليات الأيض.

عبر العديد من الآليات المجودة في جسم الانسان[2-3].

أحدثت تقنية النانو تقدما كبيرا في مجال البحث العلمي. وتتمتع الجسيمات النانوية بخصائص فريدة تعتمد على خصائص محسنة مثل التشكل وتوزيع الحجم. اكتسبت NPs المعدنية اهتماما كبيرا منذ بضع سنوات نظرا لخصائصها المحددة وتطبيقاتها المريحة واسعة النطاق [4-5]. تقليديا تم استخدام التقنيات الفيزيائية والكيميائية لإنتاج الجسيمات النانوية المعدنية بينما تضمن تركيبها استخدام مواد كيميائية خطرة وسامة، ولكن هذه الأساليب أيضا مكلفة للغاية وكثيرا ما تزيد من المخاطر البيئية[6]. لتجنب المواد الكيمائية تم تطوير طرق مستوحاة من السمية الحيوية لأن الاصطناع الأخضر قد تم اقتراحه كطريقة صديقة للبيئة وفعالة من حيث التكلفة لتجميع الجسيمات النانوية المعدنية. تعتبر الطرق المستوحاة من الأحياء ذات قيمة مقارنة ببعض البروتوكولات التركيبية الأخرى لأن هذه الطرق فعالة وغير مكلفة وتحد من استخدام الكواشف الكيمائية الضارة[7]. يعد الإنتاج بواسطة النبات طريقة تخليقية خضراء بحتة توفر طريقة نظيفة

وصديقة للبيئة وآمنة وفعالة من حيث التكلفة ومفيدة لتجميع المعادن NPs على مستوى ضخم، تم التحقيق في العديد من النباتات لتسهيل تطوير جسيمات أكسيد الحديد النانوية وكذلك تطبيقاتها الواعدة[8-9]. تختلف كمية NPs المركبة مع قدرة ارجاع الأيونات. يؤثر وجود العديد من مركبات البوليفينول والمركبات الحلقية غير المتجانسة على القدرة المختزلة للنباتات[10-11]. تحتوي النباتات على مضادات الأكسدة التي تعمل كعوامل اختزال وتتحكم في اختزال أكسيد المعادن وأيونات المعادن إلى الجسيمات النانوية المقابلة لها، يعطي التخليق الحيوي نتائج جيدة مقارنة بالطرق الكيميائية والفيزيائية لأنه منخفض التكلفة ومناسب بيئيا ويمكن تأسيسه بسهولة للتوليف على نطاق صناعي. يمنحنا التخليق الحيوي معالجة أفضل، والتحكم في نمو واستقرار البلورات[12]. من بين جميع الجسيمات النانوية الاخرى للمعادن وأكاسيد المعادن، تتمتع جسيمات الحديد النانوية (Fe NPS) بميزة كبيرة تتمثل في قدرتها على مكافحة التلوث البيئي. يتزايد الاهتمام بجسيمات أكسيد الحديد النانوية لإزالة المواد السامة والملوثات من البيئة[13]. وحيث تحتوي قشور الحمضيات على العديد من المكونات المهمة بما في ذلك البكتين والليمونين والكاروتينات والسكريات وحمض الاسكوربيك والفلافونويدات، حيث أن هذه المكونات موثوقة لارجاع أيونات المعادن[14]. وكما تمتلك قشور البرتقال نشاطا ممتازا كمضاد للأكسدة[15].

سنتناول في هذه الدراسة أحدث الأبحاث في مجال التخليق الحيوي لأهم المواد المعدنية ألا وهو أكاسيد الحديد الثنائي، باستخدام مستخلصات النباتية [16]، إذ يعتبر هذا الأخير من الأكاسيد المعدنية المثيرة للاهتمام نظرا لتطبيقاته الكثيرة في التقنيات المتقدمة حيث يدخل في صناعة الأجهزة الالكترونية والضوئية والمواد العازلة والمواد المقاومة للحرارة[17]، كما أن أكسيد الحديد النانوي يدخل أيضا في العديد من الصناعات ومن بينها الطلاء ضد التآكل، والتطبيقات الطبية...الخ[16].

في العمل الأخير تم تأكيد عن التخليق الحيوي لجسيمات اكسيد الحديد النانوية باستخدام قشور *Citrus sinensis* . واختبار فعاليته المضادة للبكتريا وللأكسدة. وقصد الإجابة عن الإشكاليات المطروحة سابقا تم تقسيم البحث إلى:

جزء نظري: يحتوي على ثلاثة فصول متمثلة فيما يلي:

- الفصل الأول: دراسة نباتية حول نبتة البرتقال.
- الفصل الثاني: دراسة نظرية حول تقنية النانو وتحضير أكسيد الحديد.
- الفصل الثالث: فعالية المضادة للأكسدة والبكتيريا.

جزء العملي: يحوي على فصلين هما:

- الفصل الرابع: الطرق والوسائل المستعملة.
- الفصل الخامس: تحليل النتائج ومناقشتها.

خاتمنا في الخلاصة العامة نعرض مدى تحقيق الأهداف المرجوة من هذه الدراسة، وتقدير الفعالية البيولوجية لمستخلص قشر *Citrus sinensi* من خلال النتائج المتحصل عليها.

المراجع

قائمة المراجع باللغة العربية:

[01] أ. د. حبيب راضي طلفاح الشمري ووسام عبد الحسن عجيل .(2012). التباين المكاني لأشجار الفاكهة والحمضيات في محافظة واسط، جامعة واسط، كلية التربية، قسم الجغرافية العدد الحادي عشر.

[02] نهى الحراكي، (2014) – استخلاص مركبات عضوية من قشور بعض الحمضيات السورية استخدامها كمضادات أكسدة طبيعية، مذكرة تخرج لثيل شهادة الماجستير في مراقبة الأغذية، كلية الصيدلة، جامعة حلب.

[03] مود صليحة، (2016). "إستخلاص المركبات الفينولية من قشور البرتقال ودراسة فعاليتها البيولوجية " مذكرة تخرج لنيل شهادة الماستر في الكيمياء تخصص كيمياء عضوية تحليلية، جامعة الشهيد حمه لخضر، الوادي.

[16] توفيق ميساء علوش.، التخليق الحيوي للجسيمات النانوية وتطبيقاتها في مجال مكافحة الآفات الزراعية.، قسم الكيمياء الحيوية والأحياء الدقيقة.، كلية الصيدلة.، جامعة البعث دراسة مرجعية.، مجلة وقاية النبات العربية.،38.،المجلد(4).، ص:280-267.

[17] عصام حاسم الخليفاوي، طارق عبد الرضا الطاهر، سامر غانم مجيد. (2016). تحضير وتشخيص دقائق أكسيد المغنيزيوم النانوية باستخدام مستخلصات نباتية مختلفة- كلية التربية والعلوم الصرفة بن الهيثم. تغريد مسلم الساعدي، بغداد: اسم غير معروف، المؤتمر العالمي السنوي الثالث بعنوان المرأة والعلوم في العراق.

قائمة المراجع باللغة الأجنبية:

[04]Ahmad, A., Mukherjee, P., Senapati, S., Mandal, D., Khan, M. I., Kumar, R., and Sastry, M. (B2003) Extracellular biosynthesis of silver nanoparticles using the fungus Fusarium oxysporum. Colloids Surf.:28, 313.

[05]Shahverdi, A. R., Minaeian, S., Shahverdi, H. R., Jamalifar, H., & Nohi, A. A. (2007). Rapid synthesis of silver nanoparticles using culture supernatants of Enterobacteria: a novel biological approach. *Process Biochemistry*, *42*(5), 919-923.

[06]Tripathy, A., Raichur, A. M., Chandrasekaran, N., Prathna, T. C., & Mukherjee, A. (2010). Process variables in biomimetic synthesis of silver nanoparticles by aqueous extract of Azadirachta indica (Neem) leaves. Journal of Nanoparticle Research, 12, 237-246.

[07]Parashar, U. K., Saxena, P. S., & Srivastava, A. (2009). Bioinspired synthesis of silver nanoparticles. Digest Journal of Nanomaterials & Biostructures (DJNB), 4(1).

[08]Chandran, S. P., Chaudhary, M., Pasricha, R., Ahmad, A., & Sastry, M. (2006). Synthesis of gold nanotriangles and silver nanoparticles using Aloevera plant extract. Biotechnology progress, 22(2), 577-583.

[09]WaidhaA, I., Pandiyarasan, V., Anusya, T., Waidha, K. M., Shah, A. H., and Pandiyarasan, V. (2000). Synthesis andacetylenereactionwithFeoparticlees. EnvironmentalScinece& Technology, 34(9), 1794-1805.

[10]Nair, R., Varghese, S. H., Nair, B. G., Maekawa, T., Yoshida, Y., & Kumar, D. S. (2010). Nanoparticulate material delivery to plants. Plant science, 179(3), 154-163.

[11]Arya, V. (2010). Living Systems: eco-friendly nanofactories. Digest Journal of Nanomaterials & Biostructures (DJNB), 5(1).

[12]Ojha, A. K., Rout, J., Behera, S., & Nayak, P. L. (2013). Green synthesis and characterization of zero valent silver nanoparticles from the leaf extract of Datura metel. Int. J. Pharm. Res. Allied Sci, 2, 31-35.

[13]Saif, S., Tahir, A., & Chen, Y. (2016). Green synthesis of iron nanoparticles and their environmental applications and implications. Nanomaterials, 6(11), 209.

[14]Sahar, T., Munir, H., Zia, Z., Rafiq, N., Shafiq, N., Aleem, S., & Aslam, S. (2020). Ecofriendly Green Synthesis of Iron Oxide Nanoparticles Using *Citrus sinensis* . frontiers in chemical sciences, 1(1), 21-28.

[15]Konwarh, R., Gogoi, B., Philip, R., Laskar, M. A., & Karak, N. (2011). Biomimetic preparation of polymer-supported free radical scavenging, cytocompatible and antimicrobial "green" silver nanoparticles using aqueous extract of *Citrus sinensis* peel. Colloids and Surfaces B: Biointerfaces, 84(2), 338-345.

الجانب النظري

الفصل الأول

دراسة نباتية حول نبتة البرتقال

تمهيد:

كلمة الحمضيات هي كلمة من أصل ايطالي وهي مشتقة من كلمة اللاتينية "acrumen" (مادة ذات طعم حامض)[01]. تعد الحمضيات من الفواكه العالمية التي انتشرت زراعتها في مختلف بلدان العالم، وتستهلك من طرف معظم الشعوب ولها فوائد صحية وطبية، إذ أنها من الفواكه العصرية الغنية بعناصرها الغذائية المفيدة. حيث يعتبر المهد الأصلي للحمضيات المنطقة الاستوائية لجنوب آسيا، من جنوب الهند إلى الفلبين وأستراليا، كما تعتبر من الفواكه القديمة نسبيا، اذ وجدت بذورها في حفريات وادي دجلة والفرات، مما يدل على وجود هذه الثمار منذ أربع آلاف سنة على الأقل، والبرتقال عرفه الصينيون القدماء قبل غيرهم من أقطار العالم وقد استعمله الأوروبيون لأغراض طبية حوالي 3000 سنة قبل الميلاد. و يرجع الفضل في انتشار الحمضيات في العالم إلى حروب الإمبراطوريات المختلفة، حيث ساهم الفرس والرومان والعرب في نقل هذه الزراعة إلى الكثير من بدان العالم[02].

I-1-تعريف الحمضيات:

الحمضيات عائلة نباتية كبيرة[03]، تنتمي إلى مملكة the Plantae وعائلة Rutaceae وجنس الحمضيات[04]، حيث تتواجد غدد زيتية في أوراقها تكسبها رائحة عطرية مميزة وثمار الحمضيات ذات قيمة غذائية عالية لما تحتويه من فيتامين (C) ومن أملاح المعدنية وبعض العناصر مثل الكالسيوم والبوتاسيوم والفسفور والحديد وغيرها[05] وهي أهم الفواكه الشتوية التي يجب تناولها لأنها تدعم مناعة الجسم، تستعمل بعض الحمضيات طازجة وبعضها تستعمل كعصير وأحيانا مع الماء والسكر وفي بعض الأحيان تستعمل قشورها، وهي ذات فوائد عديدة[06].

I-2-البرتقال:

تعد فاكهة البرتقال (*Citrus sinensis*) واحدة من أكثر أنواع الفاكهة انتشارا في العالم خاصة في المناطق الحارة وشبه الاستوائية، وهناك أكثر من 200 نوع من البرتقال والثمار الحمضية المشابهة له، كما يحتوي على 23 عنصرا جوهريا من العناصر الغذائية مثل السكر الحديد الكلس الفسفور وغيرها ويستهلك بشكل طازج أو على شكل عصير طبيعي أو مركز وعالميا يحول 85% من البرتقال المنتج في العالم إلى عصائر[07-08].

يعتبر البرتقال مصدرا غنيا بالفيتامين (C) وقد وصى الأطباء بتناوله كمكمل غذائي صحي للجسم لاحتوائه على 60 مركب من الفلافونيد وعلى أكثر من 170 مركب نباتي فهذه المركبات تساهم في علاج بعض الأمراض كالسرطان [09].

الشكل (I.1): فاكهة البرتقال *Citrus sinensis* [10]

I-3-نبذة تاريخية عن نبات البرتقال *Citrus sinensis* :

ظهر مصطلح "Orange " للإشارة إلى الفاكهة في القرن الثالث عشر. وهي تأتي من نارنج العربية، والتي تعني "الفاكهة التي تحبها الفيلة". تم إرفاق حرف "O" بالاسم العربي بتأثير اسم مدينة أورانج[11]. وزرع في الصين سنة 2500 قبل الميلاد[12] حيث تمت الاشارة إليه بالتفاح الصيني[13]. كانت شعبيتها كبيرة لدرجة أن الناس في الدول العربية توقفوا عن تسميتها بالنارنج وأطلقوا عليها اسم البورتوغال(bortugal) [14]. ولا يزال هذا اسم يحمل اسم البرتغالي "bourtogan" باللغة العربية و" porthogal " بالغة الفارسية، وهنالك العديد من الأصناف المسماة "البرتغالية" على الساحل الأوروبي للبحر الأبيض المتوسط [15].

I-4-أصناف البرتقال*Citrus sinensis* :

ممكن تصنيفه إلى أربع مجموعات: برتقال السرة الأشقر، برتقال الأشقر، وبرتقال الدموي، برتقال بدون الحموضة.

تختلف **برتقال السرة** عن غيرها من خلال خاصيتين:

مميزتين للغاية: وجود فاكهة بدائية صغيرة داخل القمة تسمى "**السرة**" وغياب البذور التي تمنحها اهتماما تجاريا كبيرا من قبل المستهلكين. "**واشنطن**" الأكثر زراعة. وهي الثمرة كبير نسبيا (من 200g إلى 250g) وكروية الشكل.هذا النوع هو موضع تقدير لكونه باكرا. يتم حصاده من نوفمبر إلى فبراير[15].

ويتميز صنف "**طومسون**" عن واشنطن بالنضوج المبكر (حوالي 10 إلى 15 يوما) والجلد الرقيق، تحتوي ثمارها على لحم خشن وأقل عصارة تتواجد زراعة هذا صنف بشكل رئيسي في الجزائر والمغرب.

يشمل **برتقال الأشقر** جميع أنواع البرتقال الشائعة التي يتم تكاثرها تقليديا عن طريق البذر المباشر (غير المطعمة) ولا تزال زراعتها مقصورة على الحدائق العائلية لأن وجود البذور وصغر حجم الثمار يجعل من المستحيل ضمان بيعها لأسواق التصدير. في وقت متأخر، من المحتمل أن يكون الأخير هو أكثر أنواع البرتقال المزروعة في العالم بسبب تأخره (الحصاد من أبريل إلى مايو حتى يونيو وبداية يوليو) [15].

ويتميز **البرتقال الدموي** عن الشقراوات فقط بوجود أصباغ الأنثوسيانين في البشرة واللب، يبلغ متوسط وزنه 170 g، نضجها يحدث في فصل الشتاء. "Moro" هو أقدم برتقال الدم وهو بالتأكيد الأكثر ثراء من حيث تصبغ اللب الذي يكون بنفس اللون الأرجواني الداكن عندما ينضج. أما بالنسبة لصنف "Tarocco" فإنه ثمرة كبيرة وبيضاوية الشكل ولها رقبة مميزة للغاية.

برتقال بدون حامض مثل الليمون الحامض والليمون الحلو لا طعم له. والتي تزرع بشكل أساسي في البرازيل واسبانيا وشمال افريقيا والشرق الأوسط[15].

I-5-التصنيف النباتي لنبات البرتقال *Citrus sinensis* :

تنتمي شجرة البرتقال(***Citrurs Sinensis***) إلى عائلة Rutacées وفقا للتصنيف التالي[16]:

الجدول(I-1): التصنيف النباتي لنبات البرتقال *Citrus sinensis*

Règne	Plantae
Sous règne	*Tracheobionta*
Division	*Magnoliophyta*
Classe	*Magnoliopsida*
Ordre	*Sapindales*
Famille	*Rutacées*
Sous Famille	*Aurantoideae*
Tribu	*Citreae*
Sous-tribu	*Citrinae*
Genre	*Citrus*
Espèce	*Citrus sinensis*

I-6-الاسماء الشائعة لنبات البرتقال *Citrurs Sinensis*: [14]

الاسم العلمي: *Citrus sinensis*

الاسم الشائع: Orange douce

I-7-الوصف النباتي لنبات البرتقال *Citrurs Sinensis*:

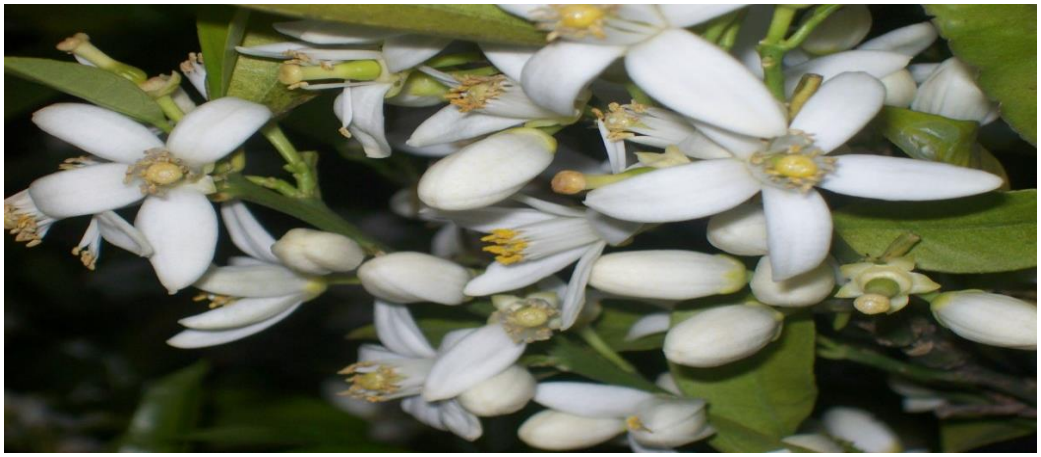
شجرة البرتقال عبارة عن شجرة صغيرة (تحذف) [12،13]، مزهرة دائمة الخضرة، يبلغ ارتفاعها بشكل عام من 9 إلى 10 أمتار، مع وجود أشواك كبيرة على الأغصان [17]، وفي بعض الحالات يصل ارتفاعها إلى 15 مترا [12،13]، مع عادة متناغمة ونمو سريع، وأقل قوة من ثمار الحمضيات الأخرى، بعمر يتراوح من 300 إلى 400 سنة [18،19]. وثمارها عبارة عن حمضيات مستديرة الشكل ذات ملمس ناعم ونفس لون لبها تختلف أقطارها بشكل عام بين 5 و10 سم [20] تستغرق الثمار من 10 إلى 12 شهر لتنضج، وهي متوسطة الحجم، ولونها برتقالي مميز [14]. وهي ذات القشرة سميكة والحبيبية [21].

الشكل (2.I): شجرة نبتة البرتقال *Citrus sinensis* [22]

7-1- الأوراق: ينتج البرتقال أوراقا جلدية دائمة الخضرة بأشكال مختلفة، تتراوح من بيضاوية إلى مستطيلة، وطولها بين 6.5-15 سم وعرضها من 2.5-9.5 سم، وغالبا ما تحمل أجنحة ضيقة على أعناق [24-23]. مسننة بشكل حاد وتنبعث منها رائحة الحمضيات المميزة القوية بسبب وجود الزيت الغزير [17].

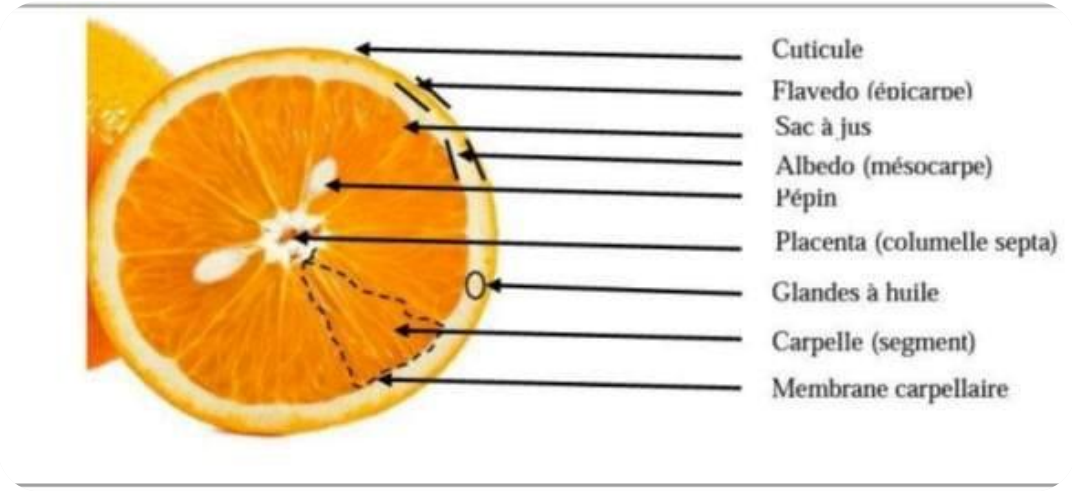
الشكل (I-3): أوراق نبة البرتقال *Citrus sinensis* [25]

7-2- الزهور: أزهارا بيضاء عطرة، بعرض 5 سم، مع 5 بتلات ومن 20-25 سداة صفراء [23-24].



الشكل (I-4): أزهار نبتة البرتقال *Citrus sinensis* [26]

- **تشريح البرتقال:**



الشكل(I-5): المقطع العرضي للبرتقال [27]

أظهر هيكل البرتقال في الشكل التالي. الأجزاء المميزة الشائعة للحمضيات هي كما يلي:

1- **القشرة L'écorce:** على قسمين:

L'épicarpe : هي الطبقة الخارجية الملونة (الحماس)، والتي تسمى "فلافيدو"، يحتوي على غدد زيتية أساسية تعطي رائحة خاصة للبرتقال، يمثل من 8 إلى 10٪ من الفاكهة [28].

Lemesocarp: هي الطبقة الداخلية البيضاء، تسمى تناسق "البياض" أكثر أو أقل سماكة بالنسبة لحجم الثمرة، لا تحتوي على أي منها فلافانون قابل للذوبان، ويمثل من 12 إلى 30٪ من الفاكهة [28].

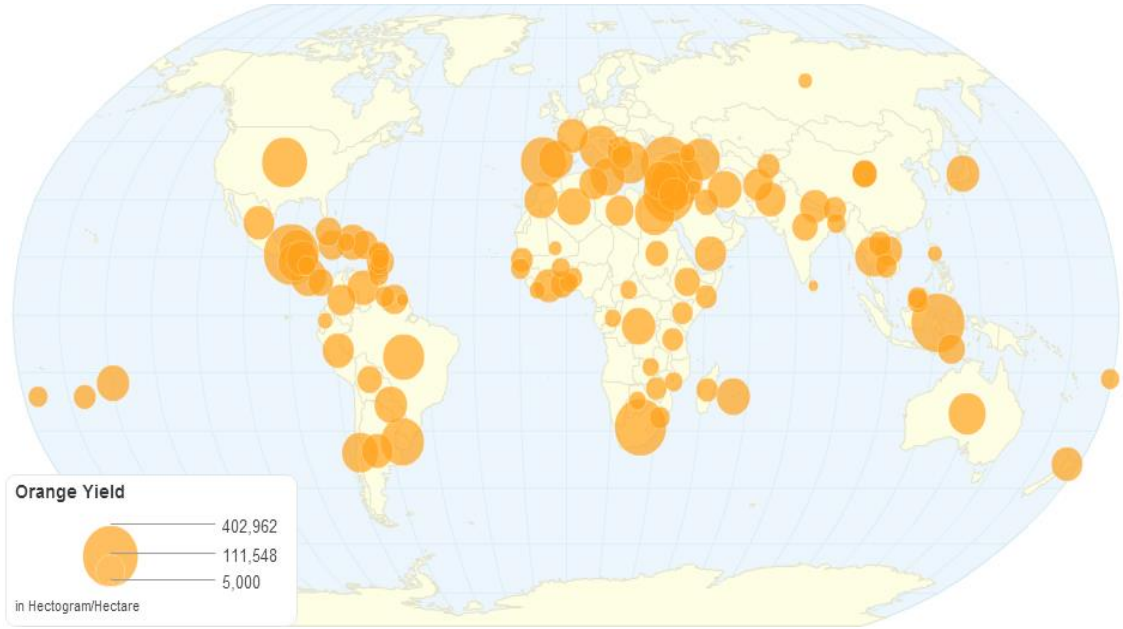
2- **اللب أو endocarp:** وهو الجزء الصالح للأكل مقسم إلى أرباع العصير التي يتراوح عددها من 9 إلى 11 في كل جزء قد يكون هناك 2-4 بذور غير منتظمة، بيضاء من داخل وخارج على الرغم من أن هناك أنواع البرتقال خالية من البذور[29]. ويتكون من مجموعة من الشعر اللحمي أو الحويصلات التي تحتوي على العصير. غالبًا ما تكون حامضية إلى حد ما وحلوة أو مرة وتمثل من 50 إلى 80 ٪ من الفاكهة [28] .

3- **البذور:** توجد بالقرب من وسط البرتقال، وتحتوي على نسبة عالية من الزيت ؛ تمثل 0 إلى 4٪ من الفاكهة [28].

I-8-التوزيع الجغرافي لنبات البرتقال *Citrus sinensis* :

تعود أصول شجرة البرتقال إلى جنوب شرق آسيا، موطن جنس الحمضيات، وقد كانت معروفة بالفعل في الصين. مثل العديد من النباتات الأخرى التي استخدمت أيضًا في الطب، ستتبع طريق الحروب إلى أوروبا،

عابرة الشرق الأوسط والشرق الأدنى حيث ستجد المناخ المناسب. ومن هناك ستصل إلى جنوب أوروبا، ربما في القرون الأولى من عصرنا. كان التوسع في جنوب أوروبا في القرن الخامس عشر بسبب البرتغاليين الذين أعادوه من آسيا. بفضل اختيار وتطوير أساليب زراعية جديدة، أصبح البرتقال البرتغالي معيار الجودة والمرجعية في جميع أنحاء أوروبا. وفي وقت الفتح، سيعبر البرتقالي المحيط الأطلسي مع البيجاريد والليمون والكباد [14]. تقاوم 8/7 درجة مئوية [30]. ولكنها اليوم تزرع تجاريا في جميع أنحاء العالم في المناطق الاستوائية وبعض المناطق الاستوائية وبعض المناطق المعتدلة الدافئة لتصبح أكثر أشجار الفاكهة المزروعة على نطاق واسع في العالم [12-13].



الشكل(I-6): أبرز الدول المنتجة للبرتقال في العالم [31]

I-9-التركيب الكيميائي لنبات البرتقال *Citrus sinensis*[32]:

يعتبر *C. Sinensis* مصدرا غنيا للمركبات الأيض الثانوي التي تساهم في الأنشطة الدوائية المنسوبة الى هذا النبات. بينت نتائج دراسات سابقة غنى جميع أعضاء هذا النبات بالعديد من المركبات الكيميائية : مركبات الفلافونويد، الستيرويدات، هيدروكسي أميدات، ألكانات وأحماض دهنية، كومارين، المركبات المتطايرة، والعناصر الغذائية مثل البوتاسيوم والمغنيسيوم والكالسيوم والصوديوم. يسرد الجدول المجموعات المختلفة للمركبات وعضو النبات. تظهر التركيبات الكيميائية للمكونات المعزولة والمميزة في *C. Sinensis* الأشكال التالي:

الجدول (I-2): مجموعات من مركبات وعضو النباتي

عضو النباتي	مركب
قشرة، فلافيدو، فاكهة كاملة، أوراق	الفلافونويد
أوراق	المنشطات، هيدروكسيلاميد، ألكان، أحماض دهنية
قشرة، جذر	الكومارين
قشرة	ببتيدات
فاكهة	الكربوهيدرات، الكربامات، الألكيل امين، الكاروتينات
فاكهة، برتقال، زهر، قشرة، أوراق	المركبات المتطايرة
العصائر الطبيعية والتجارية	البوتاسيوم، مغنيزيوم، الكالسيوم والصوديوم

I-10-مكونات قشور البرتقال *Citrus sinensis*[33]:

تحتوي قشرة البرتقال على كم الهائل من مضادات الأكسدة والفيتامينات والمعادن نذكر منها:

- تحتوي على أكثر من 60 نوعا من المركبات الفلافونويد.
- لدى قشرة البرتقال أكثر من 170عنضرا من المغذيات النباتية.
- غنية بالفيتامين (C) أكثر من البرتقالة نفسها.
- غنية بمجموعة متنوعة من الفيتامينات مثل (A) و(E) وعائلة الفيتامين (B1)، (B2)، (B3)، (B5)، (B6) و(B9).
- تحتوي على كميات مهمة من الكالسيوم والحديد والمغنيزيوم والسيلنيوم والزنك و....
- تحتوي على كميات كبيرة من الألياف الغذائية مثل ما يعرف بالبكتينات والعفص وأنصاف السليلوز.

I-11-فوائد قشور البرتقال *Citrus sinensis* واستخداماتها[34]:

أثبتت الدراسات الحديثة والتجارب والخبرات أن لقشرة البرتقال العديد من الفوائد على مختلف الأصعدة، حيث تحتوي القشور على الزيوت الطيارة، وفوائده هي:

- تنشيط الكبد.
- تليين الأمعاء.

– تبييض الأسنان من خلال فرك الأسنان باللب الداخلي من البرتقال، ينصح بالمواظبة على هذه الطريقة وأدائها بانتظام للحصول على النتائج الفعالة.

– دوره الفعال في تهدئة الأعصاب.

– تسهيل الهضم.

– تقوية جهاز المناعة.

– يعد دفن قشور البرتقال أحد الأساليب المستخدمة لتسميد التربة، إذ تضاف إليها فتستفيد النباتات الموجودة فيها من عنصر النيتروجين المهم لنموها وقوتها.

–إضفاء الرائحة العطرية على المنزل، إذ يعد زيته واحد من الزيوت العطرية المميزة والقوية الرائحة.

– الوقاية من أنواع السرطانات المختلفة.

– تمنح قشور البرتقال نكهة مميزة إلى الطعام.

– تلعب قشور البرتقال دورا مهما وفعالا في التخلص من عيوب البشرة والبقع عليها، بالإضافة إلى تفتيحها وإظهارها بأجمل الصور.

– برش قشور البرتقال يضيف الطعم المميز على الحلويات مثل قوالب الكيك المعدة منزليا.

– التخلص من البق والحشرات المزعجة من خلال عمل رذاذ يرش على البعوض، ويتم استخراجه من قشور البرتقال.

I-12-البرتقال *Citrus sinensis* وصحة الانسان و تغذيته :

ثبت علميا أن البرتقال غني بالفيتامينات والمعادن له العديد من الفوائد الصحية:

I-12-1-كمضاد للأكسدة : البرتقال مصدر ممتاز للفيتامين C يحتوي على مضادات للأكسدة الطبيعية القوية، وحمض الفوليك، والألياف الغذائية ومكونات أخرى نشطة بيولوجيا، مثل الكاروتينات والفلافونويدات التي تمنع السرطان والأمراض التنكسية [35]. يحسن استهلاك الأطعمة الغنية بفيتامين C مناعة الجسم ضد العوامل المعدية ويزيل الجذور الحرة الضارة والالتهابات من الدم. يحتوي البرتقال الحلو على

مجموعة متنوعة من المواد الكيميائية النباتية مثل الناريجينين، له تأثير حيوي على صحة الانسان كمضاد للأكسدة، كاسح للجذور الحرة ومعدل نظام المناعة.

I-12-2-مضاد الالتهاب : تحتوي الحمضيات الفلافونويدية على مركبات ذات نشاط مضاد للالتهابات بسب وجود انزيمات تنظيمية التي تتحكم في تكوين الوسط البيولوجي، المسؤولة عن تنشيط الخلايا المتخصصة المشاركة في الالتهاب. يمكن أن يرتبط تثبيط الفلافونويد للاستجابات المناعية والالتهابات بتثبيتها لهذه الانزيمات [36].

I-12-3- مضاد للسمنة : يحتوي البرتقال الحلو على سعرات حرارية منخفضة ولا يحتوي على دهون مشبعة أو كوليسترول، ولكنه غني بالألياف الغذائية والبكتين وهو فعال جدا للأشخاص الذين يعانون من السمنة. البكتين كملين يحمي الغشاء المخاطي من التعرض للمواد السامة، وكذلك من خلال الارتباط بالمواد الكيميائية المسبب للسرطان في القولون [37]. وقد ثبت أيضا أن البكتين يقلل من مستويات الكوليسترول في الدم . تحتوي قشور البرتقال على مادة السينفرين القلوية التي تقلل من انتاج الكوليسترول في الكبد. تعمل العناصر المضادة للأكسدة في البرتقال على مكافحة الإجهاد التأكسدي.

I-12-4- الصحة الجيدة : يحتوي البرتقال أيضا على كمية جيدة جدا من فيتامين A، ومضادات الأكسدة الأخرى الفلافونويدية مثل ألفا وبيتا كاروتين، وهي مركبات لها خصائص مضادة للأكسدة. فيتامين A ضروري للحفاظ على الأغشية المخاطية للجلد وهو ضروري للرؤية، كما أنه مصدر جيدا لفيتامينات B المعقدة . تحتوي فاكهة البرتقال أيضا على كمية جيدا جدا من المعادن مثل البوتاسيوم والكالسيوم. البوتاسيوم هو عنصر مهم يساعد الخلايا وسوائل الجسم على التحكم في معدل ضربات القلب وضغط الدم، استهلاك الفاكهة الطبيعية الغنية بالفلافونويد يساعد الجسم على حماية من سرطان الرئة وعنق الرحم. تحفز الخصائص القلوية في البرتقال عصارات الجهاز الهضمي، وبالتالي تخفيف الإمساك. البوليفينول الموجود في البرتقال يمنع الالتهابات الفيروسية. يحمي البرتقال البشرة من الأضرار التي تسببها الجذور الحرة، مما يساعدك على الظهور بمظهر شاب [38].

I-13-الاهتمام التكنولوجي والتحول :

-ينتج عن قشر البرتقال كمية كبير من المنتجات الثانوية، قشر البرتقال أكثر ثراء في البوليفينول من الجزء الصالح للأكل من الفاكهة [39] مما يمنحه نشاطا مضادا للأكسدة يمكن أن يمنع تطور الظروف المؤكسدة في الانسان والأثار العلاجية الهامة (مثل القلب والأوعية الدموية والدماغية الوعائية) [40].

-ينتج عن استهلاك وتصنيع الحمضيات بشكل عام والبرتقال بشكل خاص كتل هائلة من المنتجات الثانوية مثل القشور واللب والبذور يمكن أن يصل الأخير من 50% إلى 60% من الوزن الاجمالي للفاكهة خلال هذا التحول، يعتبر اللحاء هو المنتجات الثانوية غير المعالجة والتي تصبح مصدرا لتلوث البيئي [41]. تستخدم القشور التي تمثل الجزء الأكبر من مخلفات معالجة البرتقال في إنتاج ألياف الوقود [42].

المراجع

قائمة المراجع باللغة العربية:

[2]– طه الشيخ حسن. (1996). الحمضيات، منشورات دار علاء الدين دمشق سوريا.

[5]– دانة حمزة امام خليفة. (2009). انتاج نباتات مقاومة للملوحة باستخدام تقنيات زراعة الأنسجة، الدوحة قطر.

[6]– الياس شماس. (1981). الحمضيات، الطبعة 6 دمشق – سوريا.

[7]– محمد نور الدين الموسوي الواعظ. (2015). البرتقال و فوائده. 28http://MF4.4shared.Com.

[9]– أنواع–الحمضيات. (2018). /https://weziwezi.com/ .

[33]– د. محمد لمجرد، مكونات قشر–البرتقال. .html. https://makaynbass.com/

[34]– فداء ابو حسن ، (2016) . https://mawdoo3.com

قائمة المراجع باللغة الأجنبية:

[1] Bouaichaoui, A., & Youcef Ettomi, K. (2020). Etude physico-chimique et biologique des composes phenoliques extraits d'agrumes.

[3] Adegbola, A. A. (1977). Utilization of agro-industrial by-products in Africa.

[4] Marzouk, B. (2013). Characterization of bioactive compounds in Tunisian bitter orange (Citrus aurantium L.) peel and juice and determination of their antioxidant activities. BioMed research international.

[8] Oranges: Safe Methods to Storeùm, Preserve, and Enjoy. Division of Agriculture and Natural Resources. University of California. http://anrcatalog.ucdavis.edu.

[10]https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/b/b0/OrangeBloss_wb.jpg/280px-OrangeBloss_wb.jpg

[11] Liu, Y., Heying, E., & Tanumihardjo, S. A. (2012). History, global distribution, and nutritional importance of citrus fruits. Comprehensive reviews in Food Science and Food safety, 11(6), 530-545.

[12] Nicolosi, E., Deng, Z. N., Gentile, A., La Malfa, S., Continella, G., & Tribulato, E. (2000). Citrus phylogeny and genetic origin of important species as investigated by molecular markers. Theoretical and Applied Genetics, 100, 1155-1166.

[13] Ehler, S. A. (2011). Citrus and its benefits. *Journal of Botany*, *5*(1), 201-207

[14] Loussert. R. (1989). Les agrumes. 2. Production Edition Lavoisier, Paris, 157.

[15] G. P. Maisonneuve & Larose. (1981), France

[16] Dir, A., Guemane, S., & Zellagui, A. (2021). Plantes alimentaires comme sources potentielles de substances pharmacologiquement active.

[17] Steduto, P., Hsiao, T. C., Fereres, E., & Raes, D. (2012). Crop yield response to water, Rome: fao, 1028, 99.
[18] Bousbia, N. (2011). Extraction des huiles essentielles riches en anti-oxydants à partir de produits naturels et de co-produits agroalimentaires (Doctoral dissertation, Université d'Avignon).
[19] Hamdani, S. (2018). Etude chimique et activité antioxydante des huiles essentielles des agrumes cultivés dans la région de Tlemcen (Doctoral dissertation, 11-11-2018).
[20] Parle, M., & Chaturvedi, D. (2012). Orange: Range of benefits. International research journal of pharmacy, 3(7), 59-63.
[21] fr.wikipedia.org/wiki/Oranger
[22] . https://www.her-news.com/upload/libfiles/8/7/332.jpg
[23] Goudeau, D., Uratsu, S. L., Inoue, K., Goes daSilva, F., Leslie, A., Cook, D., ... & Dandekar, A. M. (2008). Tuning the orchestra: Selective gene regulation and orange fruit quality. Plant Science, 174(3), 310-320.
[24] Sharon-Asa, L., Shalit, M., Frydman, A., Bar, E., Holland, D., Or, E., ... & Eyal, Y. (2003). Citrus fruit flavor and aroma biosynthesis: isolation, functional characterization, and developmental regulation of Cstps1, a key gene in the production of the sesquiterpene aroma compound valencene. The Plant Journal, 36(5), 664-674.
[25]https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcTJCke4e698mGcKjWwCTq832xqCTBdJTwAJ4Q&usqp=CAU
[26]https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/3/3d/Flower_fleur_%D8%B2%D9%87%D8%B1%D8%A9.JPG
[27] Bousbia, N. (2011). Extraction des huiles essentielles riches en anti-oxydants à partir de produits naturels et de co-produits agroalimentaires (Doctoral dissertation, Université d'Avignon) .
[28] Ramful, D., Bahorun, T., Bourdon, E., Tarnus, E., & Aruoma, O. I. (2010). Bioactive phenolics and antioxidant propensity of flavedo extracts of Mauritian citrus fruits: Potential prophylactic ingredients for functional foods application. Toxicology, 278(1), 75-87.
[29] Jha, A. K., Assumi, S. R., Verma, V. K., Deshmukh, N. A., Rymbai, H., Devi, M. B., & Talang, H. D. (2019). Food processing industry in northeast india-a prospective way forward. Commercial Crops Processing and Value Addition, 5(10), 194.

[30] Berger. C. (2003). Fiche conseil : *Citrus sinensis*. www. Plantesdusud.com.

[31]http://cdn3.chartsbin.com/chartimages/l_39126_fa6e5d6a7d92d72cf355245bcf87c796?fbclid=IwAR1jS2N8mtB9rtYv5bdeki_19Sq2_JSMqlsl70MibybZHC2IZYRkRqWM5-c

[32] Favela-Hernández, J. M. J., González-Santiago, O., Ramírez-Cabrera, M. A., Esquivel-Ferriño, P. C., & Camacho-Corona, M. D. R. (2016). Chemistry and Pharmacology of Citrus sinensis. Molecules, 21(2), 247.

[35]Ejaz, S., Ejaz, A., Matsuda, K., & Lim, C. W. (2006). Limonoids as cancer chemo preventive agents. Journal of the Science of Food and Agriculture, 86(3), 339-345.

[36] Tripoli, E., La Guardia, M., Giammanco, S., Di Majo, D., Giammanco, M. (2007). Citrus flavonoids: Molecular structure, biological activity and nutritional properties: A review, Food Chemistry, 104, 466–479.

[37] Sinclair, W. B., Bartholomew, E. T., & Ramsey, R. C. (1945). Analysis of the organic acids of orange juice. Plant Physiology, 20(1), 3.

[38] Tsuda, H., Ohshima, Y., Nomoto, H., Fujita, K. I., Matsuda, E., Iigo, M., ... & Moore, M. A. (2004). Cancer prevention by natural compounds. Drug metabolism and pharmacokinetics, 19(4), 245-263.

[39] Omoba, O. S., Obafaye, R. O., Salawu, S. O., Boligon, A. A., & Athayde, M. L. (2015). HPLC-DAD phenolic characterization and antioxidant activities of ripe and unripe sweet orange peels. Antioxidants, 4(3), 498-512**.**

[40] Sánchez-Moreno, C., Plaza, L., de Ancos, B., & Cano, M. P. (2003). Quantitative bioactive compounds assessment and their relative contribution to the antioxidant capacity of commercial orange juices. Journal of the Science of Food and Agriculture, 83(5), 430-439.

[41] Velasco, D., Senit, J. J., De la Torre, I., Santos, T. M., Yustos, P., Santos, V. E., & Ladero, M. (2017). Optimization of the enzymatic saccharification process of milled orange wastes. Fermentation, 3(3), 37.

[42] Velasco Conde, D., Senit Velasco, J. J., Torre Pascual, I. D. L., Santos Meneses, T. M., Yustos Cuesta, P., Santos Mazorra, V. E., & Ladero Galán, M. (2017). Optimization of the Enzymatic Saccharification Process of Milled Orange Wastes.

.

الفصل الثاني

دراسة نظرية حول تقنية النانو

وتحضير أكسيد الحديد

تمهيد:

بعد أن شهد العالم سلسلة من الثورات العلمية في العديد من المجالات "الفيزياء، الكيمياء، الأحياء والهندسة " أتت تكنولوجيا النانو والتي أصبحت من التكنولوجيات المتقدمة والمهمة وذلك لتأثيرها على مجالات الحياة نظرا لوجودها في كثير من الأشياء التي من حولنا[01]. وتمثل علوم النانو وتقنيات النانو واحد من أكثر التطورات الواعدة في علوم المادة [02]. وكلمة النانو تعرف بأنها تكنولوجيا المجهرية الدقيقة أو تكنولوجيا المنمنمات [03]. ويمكن القول أيضا أن النانو مجال للبحث والابتكار يهتم ببناء الأشياء بشكل عام (المواد والأجهزة) على مقياس الذرات والجزيئات [04].

جدول(II-1): التطور الدوري في تكنولوجيا النانو [05]

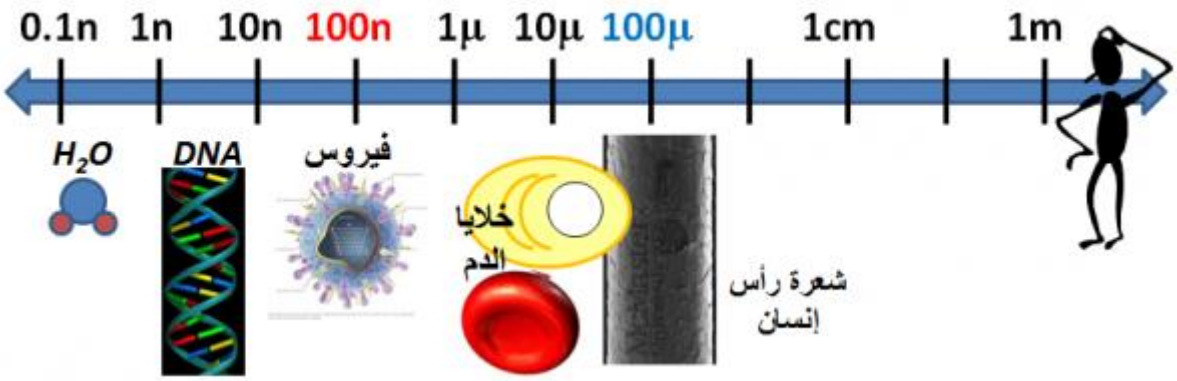
السنة	التطور في تكنولوجيا النانو
1959	بدأ R. Feynman عملية التفكير
1974	تم استخدام مصطلح تكنولوجيا النانو من قبل تانيجوتشي لأول مرة
1986	أول كتاب عن محركات الخلق بتقنية النانو نشره ك. اريك دريكسلر، مجهر القوة الذرية
1991	اكتشف S. Ijma أنبوب الكربون النانو لأول مرة
1999	تم نشر أول كتاب عن طب النانو من تأليف R. Freitas بعنوان "Nanomedicine"
2000	لأول مرة تم اطلاق المبادرة الوطنية لتقنية النانو
2004	تم عقد أول مؤتمر سياسي حول تكنولوجيا النانو المتقدمة. تم انشاء أول مركز للأنظمة الميكانيكية النانوية، وتم منح جائزة Feynman في تقنية النانو لتصميم هياكل بروتينية مستقرة وبناء انزيم
2005-2010	تم تجهيز أنظمة النانو ثلاثية الأبعاد مثل البروتينات والشبكات الثلاثية الأبعاد ومنتجات النانو
2011	بدأ عصر تقنية النانو الجزيئية

II-1-تعريف النانو:

اشتقت كلمة النانو من الكلمة الاغريقية "**Nanos**" والتي تعني "القزم"، ويمثل النانو جزء من مليار، وعليه فإن النانومتر (nm) يعادل 10^{-9} [06]، وهو ما يعادل طول خمس ذرات إذا وضعت الواحدة تلو الأخرى، ويمثل ذلك واحد على مئة ألف من قطر شعرة الانسان [07] ولكن اليوم كلمة نانو مطلقة تعني أكثر من كونها وحدة رياضية وأنها تعني علم أو تقنية النانو [08].

II-2-مقياس النانومتر:

هو مقياس يتراوح أبعاده من 1 نانومتر إلى 100 نانومتر [09]، وهو وحدة لقياس الأبعاد والأطوال المتناهية الصغر أي لا ترى بالعين المجردة، حيث تعبر عن مقياس ذرات وجزيئات المواد والمركبات والخلايا والجسيمات المجهرية (كالبكتيريا والفيروسات ...) [01] والغاية من وحدة قياس النانو هو إنتاج وابتكار مواد وأجهزة نانوية أكثر كفاءة ودقة وكذلك استخدامها أيضا في تطبيقات علمية تكنولوجية متنوعة [10].



الشكل(II-1): مقياس النانو من المتر الى النانو متر [11]

II-3-تعريف علم النانو:

يعرف علم النانو بأنه دراسة ظواهر المواد ذات الأحجام الذرية والجزيئية، الجزيئات الكبيرة الممكن رؤيتها بالعين المجرد وتداولها، حيث تختلف خصائصها وطريقة تداولها اختلافا كبيرا عن المواد الأكبر حجما [12].

II-4-تقنية النانو:

II-4-1-تعريف تقنية النانو:

تقنية النانو هي عملية موثوقة وصديقة للبيئة لتركيب الجسيمات النانوية [13]، و"تقنية النانو" هي مصطلح عام يصف التطبيقات في العديد من المجالات العلمية ولكنه يغطي عموما البحث في المبادئ والخصائص الموجودة على مقياس النانو متر [14]. الهدف من تقنية النانو هو انتاج أشياء أو مواد أصغر من 100 نانومتر، ودراسة وتطبيق الأشياء الصغيرة للغاية التي يمكن استخدامها في جميع مجالات العلوم الأخرى، مثل الكيمياء والبيولوجيا والفيزياء وعلوم المادة والهندسة على المدى القريب [15].

II-2-4-مبادئ تميز تقنية النانو: [16]

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

الجدول(II-2): مبادئ تميز تقنية النانو

مبدأ	الميزة
امكانية التحكم بتحريك الذرات منفردة واعادة ترتيبها.	امكانية بناء أي مادة في الكون لأن الذرة هي وحدة البناء لكل المواد.
الخصائص الفيزيائية والكيميائية للمادة عند مقياس النانو تختلف عن الخصائص لنفس المادة في الحجم الطبيعي.	اكتشاف خصائص مميزة للمواد يستفاد منها في الكثير من الاختراعات والمجلات التطبيقية.
تعتمد تقنية النانو على مبادئ الفيزياء والكيمياء والأحياء والهندسة الكهربائية والالكترونية.	تربط العلوم وتشجع الجميع باختلاف تخصصاتهم العلمية على الدخول في مجالها وتعاون في بما بينهم.
إمكانية التحكم بالذرات في صنع المواد والآلات وتنقيتها من الشوائب وتخليصها من العيوب.	تصبح خصائص المواد والآلات أفضل، فهي أصغر وأخف وأقوى وأسرع وأرخص وأقل استهلاك للطاقة.
تعتمد تقنية النانو على الابحاث العلمية التي تتصف بإمكانية تطبيقها في اختراعات واستخدامات مفيدة.	تحول الخيال العلمي إلى واقع حقيقي.

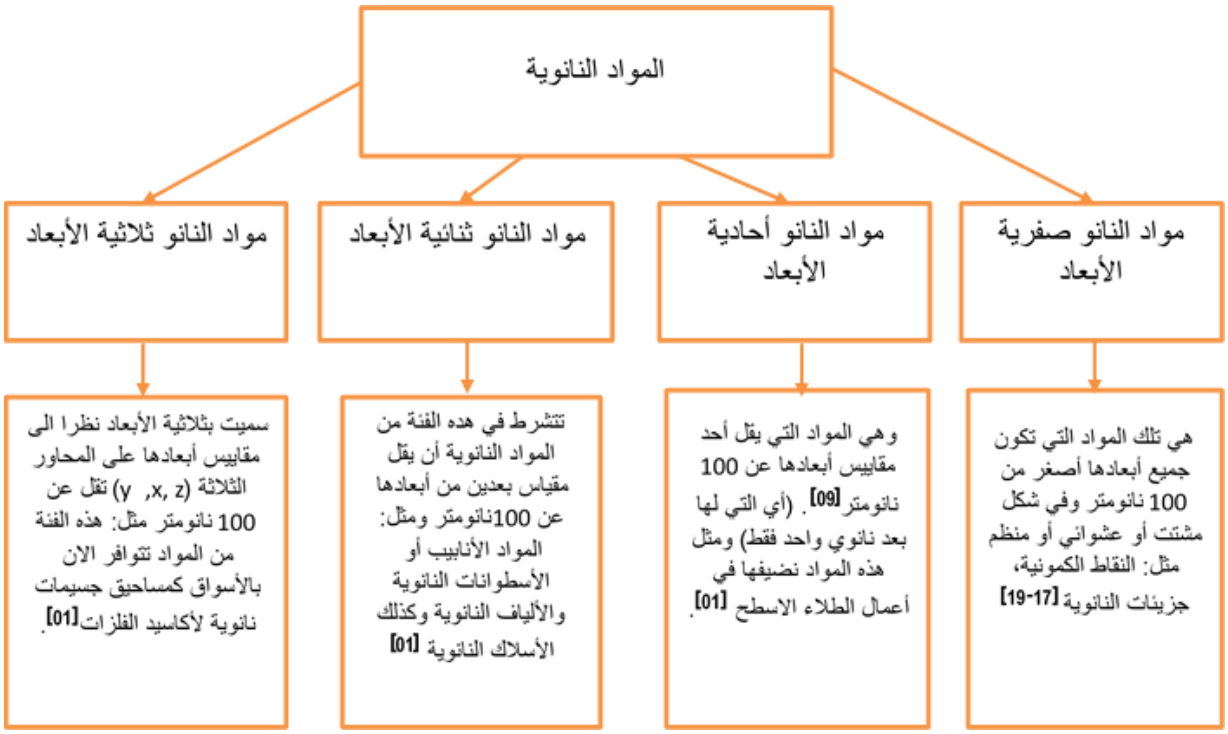
II-5-المواد النانوية:

II-5-1-تعريف المواد النانوية:

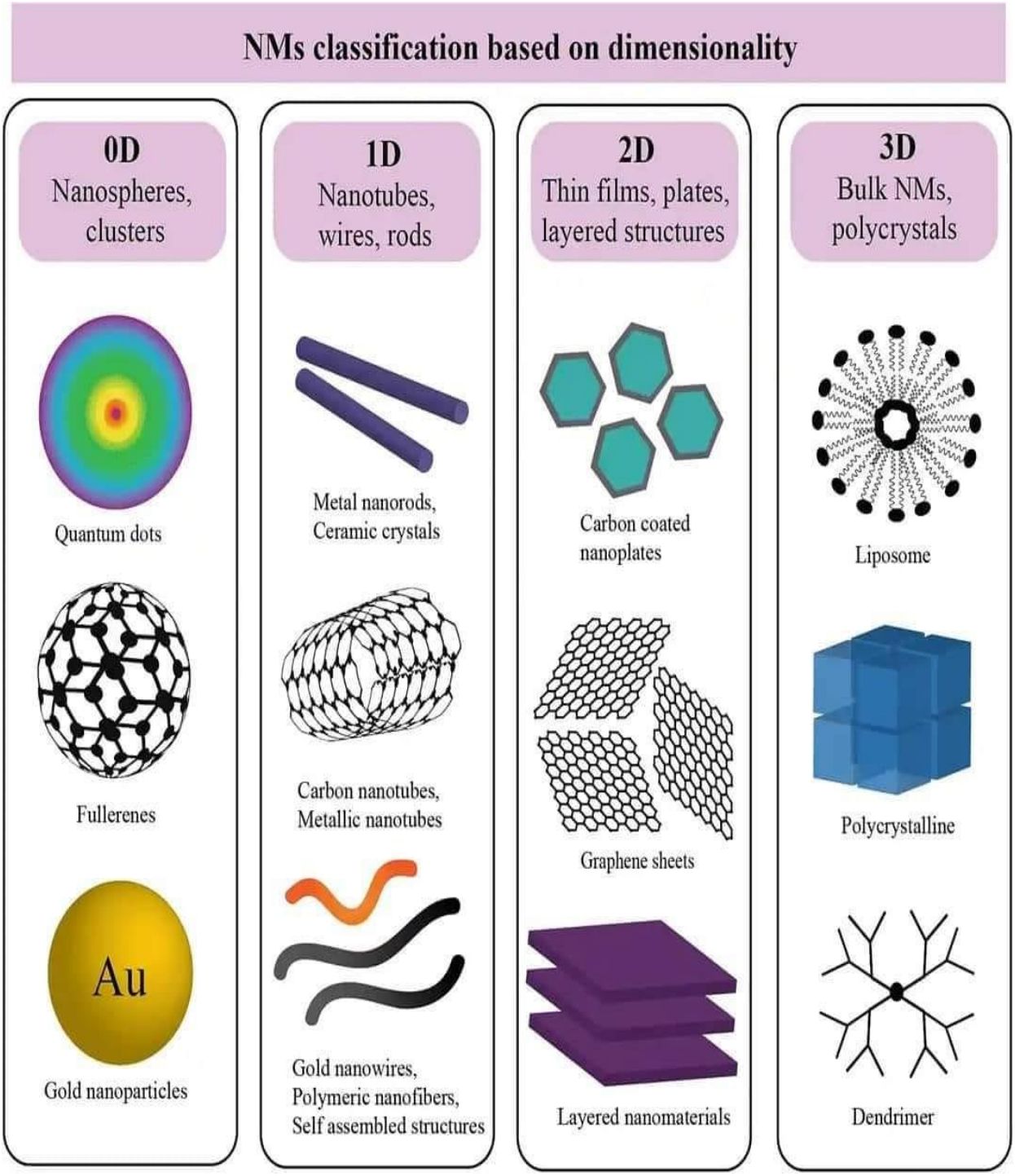
تعتبر المواد النانوية تلك الفئة المتميزة والمتقدمة في الصغر من المواد حيث تتراوح أبعاد حبيباتها الداخلية بين 1- 100 نانومتر حيث أن حجمها جعلها تسلك سلوك مختلف عن سلوكيات المواد التقليدية الكبيرة (أكبر من 100 نانومتر)، وجعل لها صفات ومميزات لا تتواجد في المواد التقليدية [01،17]. ويمكن أن تتواجد بشكل طبيعي أو اصطناعي ولها خصائص محددة من مقياس النانومتر [18].

II-2-5-تصنيف المواد النانوية:

نستطيع أن نصنف المواد النانوية إلى أربع أصناف رئيسية هي [01]:



الشكل(II-2): تصنيف المواد النانوية



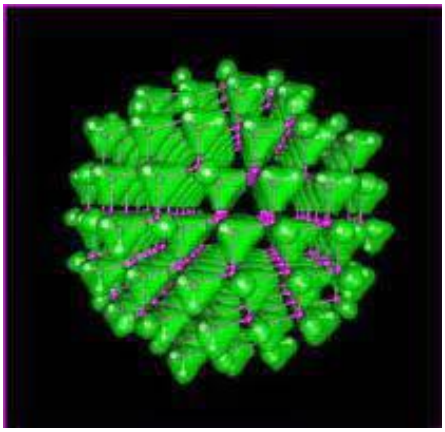
الشكل(II-3): تصنيف المواد النانوية من حيث الأبعاد والأشكال

II-3-5-أشكال المواد النانوية:

للمواد النانوية عدة أشكال، لكل منها تركيب وخصائص ومقياس لقطرها وطولها، وأيضا لكل شكل من المواد النانوية يعطي استخدامات مميزة، ويمكن تصنيف المواد النانوية حسب الشكل إلى:

II-5-3-1-النقاط الكمية (Quantum Dots):

هي عبارة عن تركيب نانوي شبه موصل ثلاثي الأبعاد يتراوح بعده بين 2 و10 نانومتر، وهذا يقابل 10- 50 ذرة في القطر الواحد. [20]



الشكل(II-4): النقطة الكمية [21]

II-5-3-2- الفولورين (Fullerene):

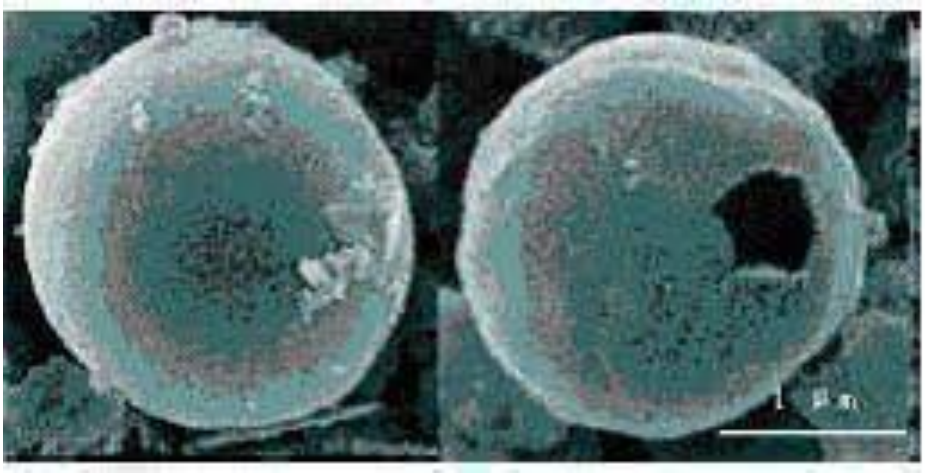
تركيب نانوي غريب آخر للكربون وهو عبارة عن جزيء مكون من 60 ذرة كربون ويرمز لها بالرمز C_{60}وقد اكتشف عام 1985. إن جزيء الفولورين كروي يشبه كرة القدم المنقطة. وهو يحضر منذ اكتشافه وحتى الآن بكميات تجارية وقد سمي بالفولورين نسبة للمخترع والمهندس المعماري "بكمنسترفولر".[20]

الشكل(II-5): الفولورين [21]

II-5-3-3- الكرات النانوية(Nano balls):

من أهمها كرات الكربون النانوية التي تنتمي إلى فئة الفولورينات من مادةC_{60} ولكنها تختلف عنها قليلا بالتركيب حيث أنها متعددة القشرة كما أنها خاوية المركز. والكرات النانوية لا يوجد على سطحها فجوات وبسبب

أن تركيبها يشبه البصل فقد سماها العلماء (البصل). وقد يصل قطر الكرة الواحدة إلى500 نانومتر أو أكثر. [20]

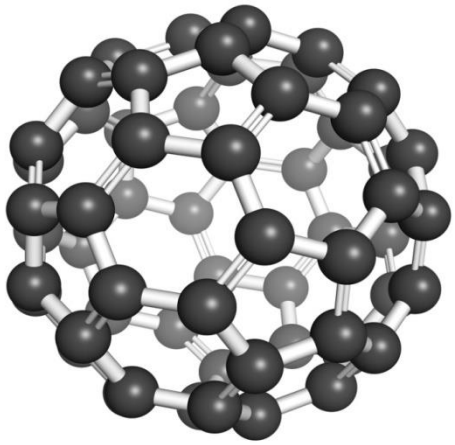


الشكل(II-6): الكرات النانوية تحت المجهر [21]

II-5-3-4-الجسيمات النانوية (Nanoparticles):

على الرغم من أن كلمة (الجسيمات النانوية) حديثة الاستخدام، إلا أن هذه الجسيمات كانت موجودة في المواد المصنعة أو الطبيعية منذ قديم الزمان.

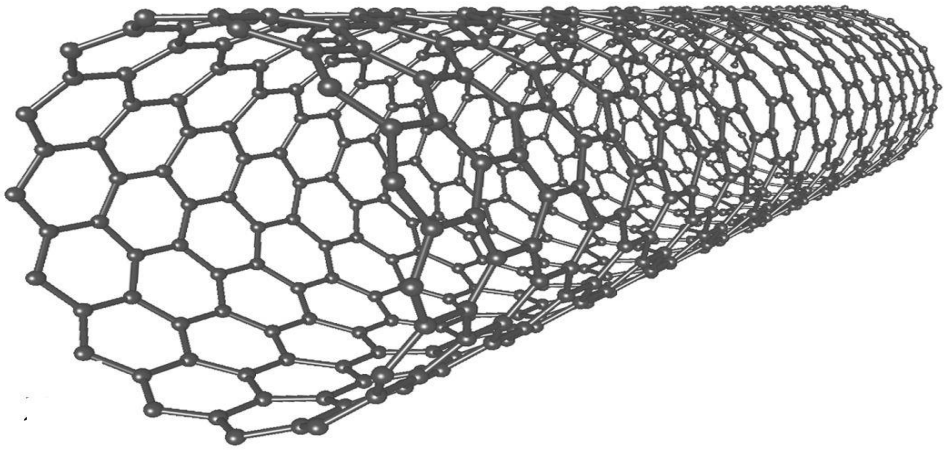
ويمكن تعريف الجسيمات النانوية على أنها عبارة عن تجمع ذري أو جزيئي ميكروسكوبي يتراوح عددها من بضع ذرات (جزيء) إلى مليون ذرة، وتكون مرتبطة مع بعضها البعض بشكل كروي تقريبا ونصف قطر أقل من 10 نانومتر. [20]



الشكل(II-7): الجسيمات النانوية [21]

II-5-3-5-الانابيب النانوية (Nanotubes):

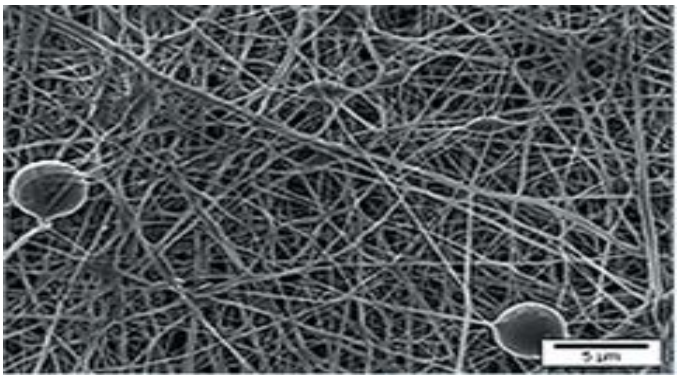
هي عبارة عن شرائح تطوى بشكل اسطواني، وغالبا تكون نهاية الأنبوب مفتوحة والأخرى مغلقة بشكل نصف دائرة. تصنع من مواد عضوية (كربون) أو مواد غير عضوية (أكاسيد الفلزات كأسيد الفناديوم والمنجنيز). تتمتع هذه الأنابيب بالقوة والصلابة والناقلية الكهربائية، ولكن أكاسيد الفلزات تكون أثقل وأضعف من أنابيب الكربون. [20]



الشكل(II-8): الأنابيب النانوية

II-5-3-6-الألياف النانوية(Nano fibers):

تتميز الألياف النانوية بأن مساحة سطحها إلى حجمها كبيرة حيث أن عدد ذرات السطح كبيرة بالنسبة للعدد الكلي، وهذا ما يكسبها خواص ميكانيكية مميزة كالصلابة وقوة الشد وغيرها، ولكنها تعاني من صعوبة التحكم باستمراريتها واستقامتها وتراصفها. [20]



الشكل(II-9): الألياف النانوية

II-5-3-7-المركبات النانوية (Nanocomposites):

هي عبارة عن مواد يضاف إليها جسيمات نانوية خلال تصنيع تلك المواد، ونتيجة لذلك فإن المادة النانوية تبدي تحسنا كبيرا في خصائصها. [20]

II-5-4-خواص المواد النانوية:

جميع المواد التقليدية هي عبارة عن خامات أولية تستخدم في تخليق المواد النانوية، ولكن تتميز المواد النانوية بخواص فيزيائية وكيمائية وميكانيكية فريدة عن المواد التقليدية [23]، وذلك بسبب اتساع مساحة السطح الخارجي للمواد النانوية، التي تعد أهم خاصية لها، وفيما يلي بعض خواص المواد النانوية :

II-5-4-1- الخواص الميكانيكية: تأتي الخواص الميكانيكية على رأس الخواص المستفادة من تصغير حجم حبيبات المادة، ووجود أعداد ضخمة من الذرات على وجه سطحها الخارجي، حيث ترتفع درجة صلادة المواد الفلزية وسبائكها، وتزيد مقاومتها لمواجهة الأحمال الواقعة عليها.

II-5-4-2- النشاط الكيمائي: حيث تعمل بوصفها محفزات تتفاعل بقوة مع الغازات السامة، مما يرشحها لأن تؤدي الدور الأهم في الحد من التلوث البيئي.

II-5-4-3- الخواص الفيزيائية: تتأثر درجة انصهار المادة بتصغير أبعاد حبيباتها، فدرجة انصهار الذهب في حجمه الطبيعي التي تصل إلى 1064 درجة مئوية، تقل إلى 500 درجة بعد تصغير حبيباته إلى نحو1.35 نانومتر.

II-5-4-4- الخواص البصرية: وهذه الخاصية تمكننا من صناعة شاشات عالية الدقة، فائقة التباين ونقاء الألوان، مثل شاشات التلفاز والحاسبات والتليفون النقال الحديثة .

II-5-4-5- الخواص المغناطيسية: كلما صغرت حبيبات المواد، وتضاعف وجود الذرات على أسطحها الخارجية. كلما ازدادت قوة وفاعلية قدرتها المغناطيسية.

II-5-4-6- الخواص الكهربية: يؤدي تصغير أحجام حبيبات المواد إلى أقل من 1OO نانومتر إلى تزايد قدرتها على توصيل التيار الكهربي .

II-5-4-7- الخواص البيولوجية: زيادة قدرة المواد النانوية على النفاذ واختراق الموانع والحواجز البيولوجية، وتحسين التلاؤم والتوافق البيولوجي، مما يسهل وصول العقاقير العلاجية والأغذية إلى خلايا معينة [24].

II-5-5-تطبيقات النانو:

نظرا لتشعبها في جميع المجالات فتحت تكنولوجيا النانو آفاق واعدة للغاية ومن أهم المجالات التطبيقية التي تستخدم بها: الطيران، الفضاء وفي تطوير الأجهزة الالكترونية مثل خلايا شمسية، أجهزة كمبيوتر فائقة السرعة، تقنيات لاسلكية، وشاشات مسطحة وتستخدم في مستحضرات التجميل وفي معالجة المياه وفي الصيدلة: صناعة الأدوية المصممة التي يتم تسليمها لأعضاء معينة، في الطب صناعة الأجهزة والوسائل التشخيصية، أجهزة الاستشعار متعددة الوظائف تحليلات الحمض النووي أغشية غسيل الكلى، تدمير الأورام بالتسخين، أجهزة النانو لنقل الجينات والجراحة الدقيقة، في البيئة: الحد من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون، مبيدات حشرية وأسمدة أكثر كفاءة وأقل ضرارا، استعادة واعادة تدوير المواد الحالية، في مجال التصنيع: هندسة دقيقة لإنتاج أجيال جديدة من المجاهر وأدوات القياس والأدوات الجديدة لمعالجة المادة على المستوى الذري [25].

II-6-الجسيمات النانوية:

II-6-1- تعريف الجسيمات النانوية:

هي جسيمات يتراوح حجمها بين 1 و100 نانومتر وتتكون من الكربون أو المعدن أو أكاسيد المعادن أو المواد العضوية [26]. تظهر الجسيمات النانوية خواصا فيزيائيا وكيميائية وبيولوجية. [27] الجسيمات النانوية مختلفة الشكل والحجم والبنية تكون كروية، اسطوانية، أنبوبية، مخروطية، مجوفة، لولبية، مسطحة،... الخ أو غير منتظمة. السطح يمكن أن يكون متجانسا أو غير منتظم أو مختلف السطوح. بعض الجسيمات النانوية متبلورة أو غير متبلورة مع مواد صلبة أو أحادية أو متعددة البلورات إما فضفاضة أو متكتلة [28] تستخدم الجسيمات النانوية الآن في كل شيء مثل: الالكترونات والطاقة المتجددة وصناعة الطيران [29].

II-6-2- تصنيف الجسيمات النانوية:

تصنف الجسيمات النانوية عموما إلى مواد العضوية وغير العضوية والكربون:

II-6-2-1-الجسيمات النانوية العضوية:

هذه الجسيمات النانوية قابلة للتحلل الحيوي [29]، وغير سامة، ذات بعدين أو أكثر، يتراوح حجمها بين 1-100 نانومتر[30]. تعرف أيضا باسم الكبسولات النانوية وهي حساسة للإشعاع الحراري والكهرومغناطيسي مثل الحرارة والضوء[29]، هذه الخصائص الفريدة تجعلها خيارا مثاليا لتوصيل الأدوية. تستخدم الجسيمات النانوية العضوية على نطاق واسع في مجال الطب الحيوي على سبيل المثال توصيل الأدوية المستهدفة [31].

II-6-2-2-الجسيمات النانوية غير العضوية:

هي جزيئات غير مصنوعة من الكربون. يتم تصنيف الجسيمات النانوية غير عضوية الى معادن وأكسيد معادنية بشكل عام:

II-6-2-2-1-على أساس المعادن: الجسيمات النانوية التي يتم تصنيعها من المعادن إلى الأحجام النانو مترية إما عن طريق مناهج مدمرة أو بناء. هي جزيئات نانوية ذات قاعدة معدنية [31]، تستخدم الجسيمات النانوية المعدنية مثل الذهب والنحاس والسيليكون والحديد والفضة على نطاق واسع في العديد من المجالات مثل، وأجهزة الاستشعار، الضوئيات، العلاجات البيئية والطب نظرا لخصائصها الفريدة [30].

II-6-2-2-2-على أساس أكاسيد معدنية: يتم تصنيع الجسيمات النانوية القائمة على أكسيد المعدن لتعديل خصائص الجسيمات النانوية ذات الأساس المعدني، على سبيل المثال جزيئات الحديد النانوية (Fe) يتأكسد على الفور لأكسيد الحديد ($Fe_2\ O_3$) في وجود الأكسجين في درجة حرارة الغرفة التي تزداد تفاعله مقارنة بجسيمات الحديد النانوية [32].ظهرت أكاسيد معدنية عديدة في أشكال مختلفة، الأنابيب النانوية، قضبان النانو، رقائق النانو...الخ بالإضافة إلى ذلك تظهر بعض الهياكل خصائص مثيرة للاهتمام بالتطبيقات الافتراضية في مجالات مثل: أجهزة الاستشعار،، والمحولات والطب [30].

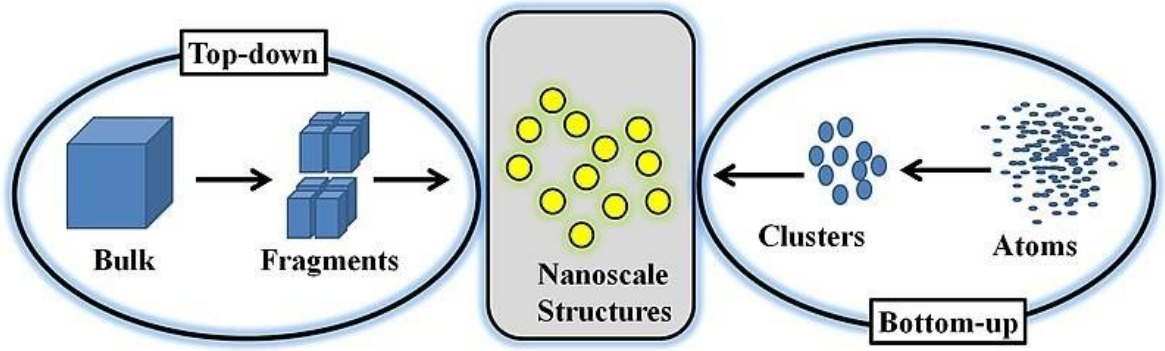
II-6-2-3-أساسه الكربون:

تعرف الجسيمات النانوية المصنوعة بالكامل من الكربون بأنها أساسها كربون [33].

II-7-طرق تحضير الجسيمات النانوية:

على الرغم من وجود العديد من الطرق والأساليب المستخدمة في تصنيع وتخليق المواد النانوية بمختلف أصنافها وبدرجات متفاوتة من الجودة، السرعة والتكلفة فإن كل هذه الطرق يمكن إدراجها تحت اثنين من

الأسـاليب التقنية هما: تقنية الهبوط من أعلى الى أسـفل (Approach down-Top) وتقنية الصعود من أسفل إلى أعلى (Approach up-Bottom)



(ب) (أ)

الشكل(II-10): طرق تخليق الجسيمات النانوية (أ)تقنية الصعود من أسفل الى أعلى (ب) تقنية الهبوط من أعلى الى أسفل. [34]

II-7-1- تقنية الهبوط من أعلى إلى أسفل (Approach down-Top):

مادة البداية عبارة عن نفس المادة التي يتم تصنيعها، والتي يتم تقسيمها إلى أجزاء أو إلى جسيمات نانو مترية عند تطبيق مصدر للطاقة. يمكن أن تكون هاته الطاقة المطبقة ميكانيكية أو كيميائية أو حرارية، أو يمكن أن تكون أيضا شكلا آخر من أشكال الطاقة مثل إشعاع الليزر [35].

II-7. 1. 1. الطحن الميكانيكي: هو الأكثر استخدام لإنتاج الجسيمات النانوية المختلفة. يتم استخدام الطحن الميكانيكي لطحن الجسيمات النانوية وما بعدها أثناء التوليف حيث يتم طحن العناصر المختلفة في جو خامل لتقليل حجم الجسيمات.

II-7. 1. 2. الطباعة الحجرية النانوية: هي دراسة تصنيع هياكل المقاييس النانوية ذات بعد واحد على الأقل في نطاق الحجم من 1 إلى 100 نانومتر. هناك العديد منها على سبيل المثال البصمة الضوئية وشعاع الإلكترون.

II-7. 1. 3. الاستئصال بالليزر: يعد تخليق الاجتثاث بالليزر في المحلول طريقة شائعة لإنتاج الجسيمات النانوية من المذيبات المختلفة. يؤدي تشعيع المعدن المغمور في محلول سائل بواسطة شعاع الليزر إلى انتاج جسيمات نانوية.

II-7. 1. 4.الرش: هو ترسب الجسيمات النانوية على سطح عن طريق إخراج الجزيئات منه عن طريق ألاصطدام بالأيونات.

II-7. 1. 5. التحلل الحراري: هو تحلل كيميائي ماص للحرارة ناتج عن الحرارة التي تكسر الروابط الكيميائية في المركب [36] .

II-7. 2.تقنية الصعود من أسفل إلى أعلى(Approach up-Bottom)

هي تقنية التي تتجمع فيه المكونات الأصغر ذات الأبعاد الذرية أو الجزيئية معا، وفقا لمبدأ فيزيائي طبيعي أو قوة دافعة مطبقة خارجيا، لإحداث أنظمة أكبر وأكثر تنظيما وتشكيل مواد نانوية [37].

II-7. 2. 1.السول-جل:. هي الطريقة الأكثر تفضيلا ضمن تقنيات الصعود من أسفل إلى أعلى بسبب بساطتها ولأن معظم الجسيمات النانوية يمكن تصنيعها من هذه الطريقة. أكاسيد المعادن والكلوريدات هي المتفاعلات الأولية الأكثر استخداما.

II-7. 2. 2. لدوران: يتم تصنيع الجسيمات النانوية عن طريق الغزل بواسطة مفاعل قرص دوار. يحتوي على قرص دوار داخل غرفة/مفاعل حيث يمكن التحكم في المعاملات الفيزيائية مثل درجة الحرارة يملأ المفاعل عموما بالنيتروجين أو الغازات الخاملة الأخرى لإزالة الأكسجين بالداخل وتجنب التفاعلات الكيميائية.

II-7. 2. 3. الترسيب الكيميائي للبخار: هو ترسب طبقة رقيقة من المواد المتفاعلة الغازية على ركيزة. يتم الترسيب في غرفة تفاعل عند درجة حرارة معينة عن طريق دمج جزيئات الغاز. يحدث التفاعل الكيميائي عندما تتلامس الركيزة الساخنة مع الغاز المدمج.

II-7. 2. 4.التحلل الحراري:

هو العملية الأكثر استخداما لإنتاج الجسيمات النانوية على نطاق واسع، إذ يتم فيها حرق المواد الأولية بواسطة اللهب. المادة الأولية هي إما سائل أو بخار توضع في الفرن حيث يتم تغذيتها عند ضغط عال من خلال ثقب صغير حيث تحترق.

II-7. 2. 5. التخليق الحيوي:

هو نهج صديق للبيئة لتخليق يستخدم البكتيريا، والمستخلصات النباتية، والفطريات، وما إلى ذلك جنبا إلى جنب مع المتفاعلات الأولية لإنتاج جسيمات نانوية غير سامة وقابلة للتحلل ذات خصائص فريدة ومحَّسنة [36].

II-9. التقنيات المستخدمة في تشخيص المواد النانوية [38]:

يمكن فحص ودراسة خصائص المواد النانوية والتأكد من تركيبها باستخدام عدد من الأجهزة والتقنيات العلمية:

- المجهر الالكتروني الماسح (SEM).
- المجهر الالكتروني النافذ (TEM).
- المجهر النفذي الماسح (STM).
- انعراج الأشعة السينية (XRD).
- مجهر القوة الذرية (AFM).
- مطياف التألق الضوئي (PL).
- مطياف رامان.

II-10. الخصائص الفيزيوكيميائية للجسيمات النانوية [39]:

للجسيمات النانوية خصائص فيزيائية وكيميائية مختلفة مثل مساحة السطح الكبيرة، القوة الميكانيكية، النشاط البصري والتفاعل الكيميائي ما يجعلها فريدة ومناسبة للتطبيقات المختلفة. تشمل الخصائص الفيزيائية البصرية مثل لون الجسيمات النانوية، واختراق الضوء، وقدرات الامتصاص والانعكاس، والامتصاص القوي للأشعة فوق البنفسجية. ويشمل أيضا الخواص الميكانيكية مثل معامل المرونة، الصلابة، الإجهاد، الالتصاق والاحتكاك. وكذا الخصائص المغناطيسية باختلاف طرق التصنيع والتوزيع الإلكتروني الغير المتكافئ للجسيمات. ولها خاصية توصيل حرارية محسنة بشكل كبير مقارنة بالتقليدية. أما الخصائص الكيميائية فتشمل الاستقرارية والحساسية لعوامل مثل الرطوبة والغلاف الجوي والحرارة والضوء.

II-11. الحديد:

ورد في القران الكريم "وأنزلنا الحديد فيه بأس شديد ومنافع للناس" (الحديد:25). وفقا لهذه السورة، يمكن للمرء أن يكون لديه فكرة عن أهمية الحديد في حياة الانسان وفي كل الكون.

الحديد هو عنصر كيميائي معدني موجود في المجموعة الثامنة من الجدول الدوري وهو المعدن الأكثر استخداما ويشكل 5%من قشرة الأرض [40]. ويرمز له برمز Fe والعدد الذري له هو 26 ووزنه الذري 55.845. كما أنه أكثر المعادن وفرة وهو مادة صلبة هشة. يتآكل الحديد في شكله النقي بسرعة عند تعرضه للهواء الرطب وارتفاع درجات الحرارة ووفقا لمخبر جيفرسون فإنه عنصر حيوي لبقاء الكائنات الحية كما أنه يلعب

دورا مهمل في إنتاج الكلوروفيل في النباتات [41]. هيكلها الالكتروني هو($[Ar]\ 4s^2\ 3d^6$) يتميز بحالتين من الأكسدة المستقرة II+ وIII+ [42].

II-11. 1. أكسيد الحديد:

يعد الحديد من بين العناصر المعدنية المكتشفة منذ القدم [43]. فهو يحتل المركز الرابع بعد الأوكسجين والسليكون والألمنيوم، وغالبا ما يوجد في الطبيعة على صورة أكسيد [44]. يتميز عنصر الحديد Fe بنشاطه الكيميائي، فلا يمكن أن نجده حر ولذلك يتحد مع العناصر حوله كاتحاده مع عنصر الأكسجين (O) مشكلا بذلك مركبات تدعى أكاسيد الحديد [45]. ولقد وجدت هذه المركبات في القشرة الأرضية (الصخور، الرواسب، الماء)، وفي كائنات الحية البيولوجية (جسم الانسان، الحيوانات والنباتات) [46].غالبا ما تتواجد مركبات أكسيد الحديد بعدة هيئات مختلفة بسبب التفاعل الكيميائي السريع لعنصر الحديد Fe مع الماء أو الأوكسجين، وبشكل عام تم اكتشاف 16 نوعا من أكاسيد الحديد إلى يومنا هذا. كل أكاسيد وهيدروكسيدات الحديد تحدث عند تفاعل عنصر الحديد Fe والأوكسجين، وهي تختلف فيما بينها من حيث التكوين، تكافؤ عنصر الحديد، وعلى وجه الخصوص في التركيب البلوري [44].

II-11. 2. جزيئات أكسيد الحديد النانوية:

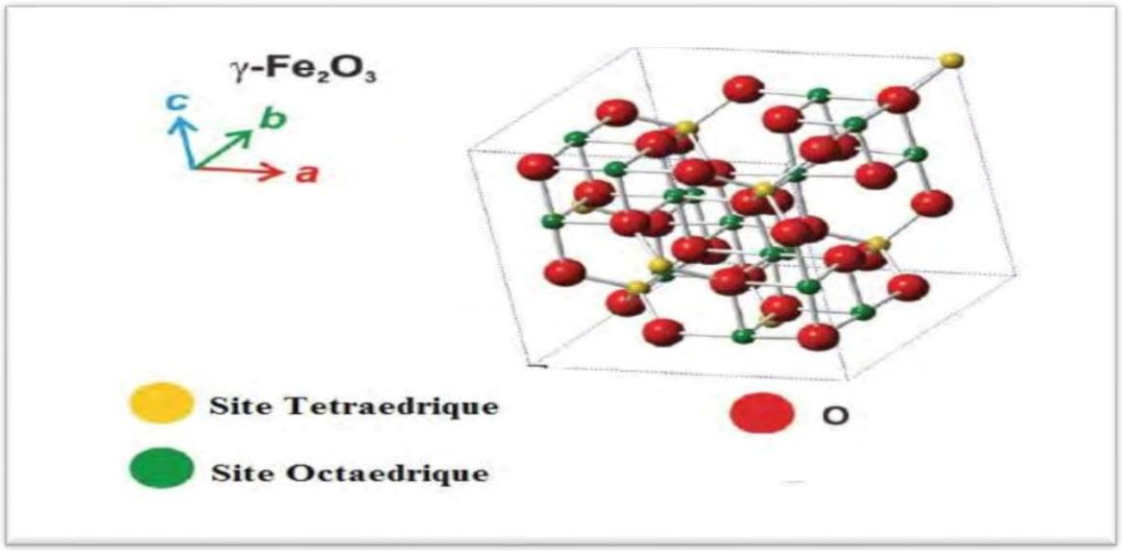
هناك العديد من أشكال جزيئات أكاسيد الحديد في الطبيعة، ومع ذلك فإن الماغهيمايت ($Y - Fe_2O_3$) maghemite، المغنتيت(Fe_3O_4) magnetite، والهيماتايت ($\alpha - Fe_2O_3$)hématiteهي الأشكال الأكثر شيوعا. هذه الأشكال الثلاثة لأكاسيد الحديد ذات أهمية تكنولوجية وصناعية كبيرة بسبب خصائصها الفريدة [47].

الهيماتايت هو الاسم الأكثر استخداما لأكسيد الحديد صيغته($\alpha - Fe_2O_3$)، وهو يعرف باسم أكسيد الحديديك، أو المغرة الحمراء، أو المارتيت، أوالبراكولاريت، أو خام الحديد المرآوي، أو خام الكلى. ويعتبر الهيماتايت أول شكل تم اكتشافه على سطح الأرض. عادة ما يتم الحصول عليه من التربة والصخور الرسوبية [48].

وفي الوقت نفسه يظهر أكسيد الحديد الأسود بصيغة Fe الخصائص المغناطيسية الأكثر حيوية لأكاسيد الحديد الثلاثة. يطلق على المغنتايت أيضا الفريت الحديدية، وأكسيد الحديد الأسود، وحجر التحميل وخام الحديد المغناطيسي. النوع الثالث من أكسيد الحديد، هو الماغهيمايت($Y - Fe_2O_3$) [29].

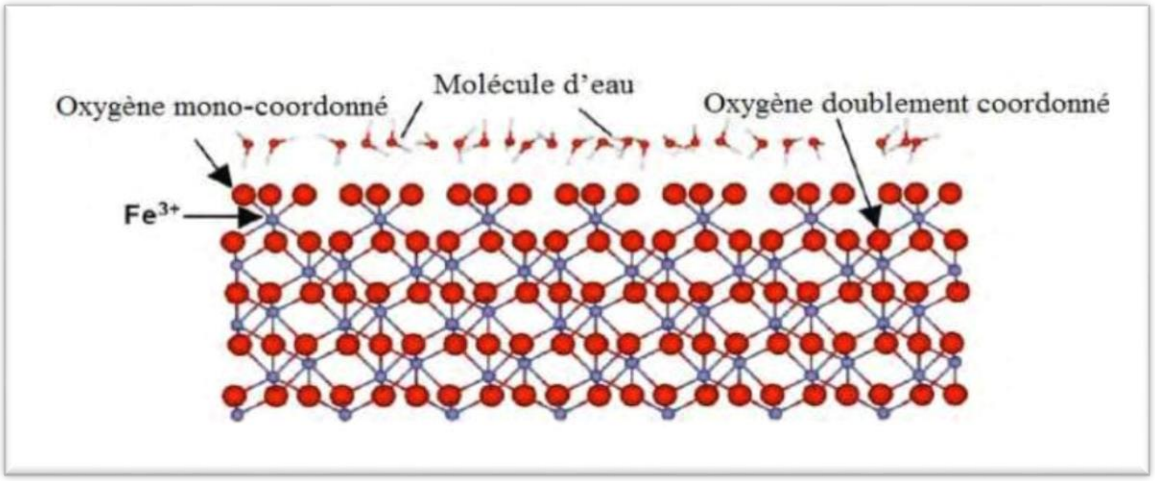
ويعتبر المغنتيت (Fe_3O_4) أحد أكثر مراحل التصوير البلوري إثارة للاهتمام لأكسيد الحديد، نظرا لتعدد أشكاله وخصائصه المغناطسية. علاوة على ذلك، يظهر أكسيد الحديد (III) (أكسيد الحديد، Fe_2O_3) أربعة أشكال بلورية مختلفة (α، ß، Y، ε) يوجد(hématite)$\alpha-Fe_2O_3$ و(maghémite) $Y-O_3Fe_2$ في الطبيعة، بينما $\beta-Fe_2O_3$ و $\varepsilon-Fe_2O_3$ عادة ما يتم تصنيعهما [50].

II-11. 2. 1.هيكل الماغنتايت والماغهيمايت: يحتوي الماغنتايت Fe^{+2} وFe^{+3} بينما يحتوي الماغهيماتيت على Fe [51].



الشكل(II-11): رسم تخطيطي يوضح التركيبة البلورية لل $Y-Fe_2O_3$ [52]

II-11. 2. 2.هيكل الهيماتايت: كان يسمى سابقا الهيماتيت مشتقا من الكلمة اليونانية التي تعني "الدم"، في إشارة إلى مسحوقه الأحمر. أما في شكله المضغوط يكون لونه أسود أو فضي اللون. [53]



الشكل(II-12): تركيبة سطح الهيماتايت [54]

II -11. 3. تطبيقات الجسيمات النانوية لأكاسيد الحديد:

تحتل الأكاسيد المعدنية مكانة مهمة في تطبيقات النانو نظرا لكونها أنصاف نواقل جيدة، وهي لذلك تستخدم على نطاق واسع في تركيب أجهزة الاستشعار وخلايا الوقود والأجهزة الكهرو مغناطسية والطلاء ضد التآكل وكذلك المحفزات [55].

تتكون الجسيمات النانوية لأكسيد الحديد من قلب معدني من اكسيد الحديد قابل للتحلل الحيوي، وهو متوافق حيويا ويمكن بالتالي اعادة تدويره بواسطة الخلايا باستخدام مسارات كيميائية حيوية عادية للاستقلاب [56] وبالمثل، فان الطلاء سطحها يسمح بالربط المركب للمجموعات الوظيفية والجسيمات الموجهة التي تجعلها جاهزة للتركيز على عضو معين أو عدوى [57،58] يمكن تحميل جسيمات أكسيد الحديد النانوية الوظيفية بأدوية مختلفة. تسمى هذه العملية توصيل الدواء، والتي يتم اعطاؤها للبشر عن طريق الحقن في الشعيرات الدموية ويتم اطلاقها في منطقة معينة (الخلايا السرطانية أو الورم) مما يزيد من فعالية العلاج بالخلايا السرطانية بدون اتلاف الخلايا السليمة المجاورة [59].

المراجع

قائمة المراجع باللغة العربية:

[1] أ. د. محمد شريف الاسكندراني. (2010). تكنولوجيا النانو من أجل غد أفضل، سلسلة كتب ثقافية شهرية يصدرها المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب، الكويت.

[3] رانيا محمد الرفاعي. (2019). مستوى المعرفة بتقنية النانو لدى طالبات المرحلة الثانوية في مدينة جدة واتجاهاتهن نحوها، مجلة العلوم التربوية والنفسية الادارة العامة لتعليم (جدة) – المملكة العربية السعودية، 3(9).

[4]أحمد عامر حسين الشمري. (2020). علم النانو وتقنية النانو وتحضيره وتطبيقاته، ماجستير – كيمياء – كلية تربية للعلوم الصرفة – جامعة ديالى، ص31.

[5]أحمد عامر حسين الشمري. (2020). علم النانو وتقنية النانو وتحضيره وتطبيقاته، ماجستير – كيمياء – كلية تربية للعلوم الصرفة – جامعة ديالى، ص34.

[6]علوش، ميساء توفيق. (2020). التخليق الحيوي للجسيمات النانوية وتطبيقاتها في مجال مكافحة الآفات الزراعية: دراسة مرجعية، مجلة وقاية النبات العربية، 38(4)، 280–267، ص267.

[7] صفات سلامة: النانو تكنولوجي (مقمة في فهم علم النانو تكنولوجي)، (2009)، الدار العربية للعلوم، بيروت.

[8] د . رافد أحمد، عبد الله. (2014). كتاب مدخل الى علم النانو، الطبعة الأولى، اصدارات أي كتب :ISBN 9781780581316، لندن، ص23.

[9]فؤاد نمر الرفاعي. (2015). مفاهيم أساسية في تقنية النانو، جامعة ذي قار – كلية العلوم، العراق، ص7.

[10]عطاء حسن درويش و هاله حميد أبو عمر. (2018). مستوى المعرفة بتطبيقات النانو تكنولوجي لدى طلبة كلية التربية تخصص علوم في جامعات غزة واتجاهاتهم نحوها ،مجلة الجامعة الاسلامية للدراسات التربية والنفسية، 26(1)، 3152–2410.

[11] ع. الله حسب الله، ع. الله أحمد. (2017). تأثير تطبيقات النانو على المواد المستخدمة في الواجهات الخارجية للمباني، رسالة ماجستير العلوم في الهندسة المعمارية، جامعة القاهرة – الجيزة – جمهورية مصر العربية، ص5

[16] كتاب ما هي تقنية النانو (مقدمة مختصرة بشكل دروس مبسطة) لنهى علوي م وازرة الثقافة والإعلام في المملكة العربية 2111 – 1432 –الحبشي السعودية.

[21] علي محمد قاسم، قاسم ادريس لفته. (2016). تطبيقات النانو في الطب، بحث مقدم لنيل درجة البكالوريوس في العلوم قسم الكيمياء

[22] د. م محمد سليم صالح. أنابيب الكربون النانوية، كلية المجتمع بلأفلاج.

[24]اللجنة الفرعية للتقنيات الهندسية والعلمية المتناهية الصغر.

The National Nanotechnology Initiative: Strategic Plan, National Science and Technology Council, December (2004).

[38] ر .ا. عبد الله. (2014). مدخل الى عالم النانو، الطبعة الالكترونية الاولى، لندن، ص23–43.

[39] دبون اكرام، سويقات أميمة. (2021). دراسة حول خصائص وتطبيقات النقاط الكربونية، مذكرة شهادة الماستر تخصص كيمياء تحليلية، كلية الرياضيات وعلوم المادة، قسم الكيمياء، جامعة قاصدي مرباح ورقلة.

[55] ميساء توفيق علوش. (2020). التخليق الحيوي للجسيمات النانوية وتطبيقاتها في مجال مكافحة الآفات الزراعية، مجلة وقاية النبات العربية، 4.

قائمة المراجع باللغة الأجنبية:

[2] Cuenya, B. R. (2010). Synthesis and catalytic properties of metal nanoparticles: Size, shape, support, composition, and oxidation state effects. Thin Solid Films, 518(12), 3127-3150.

[12] Schmid, G., Decker, M., Ernst, H., Fuchs, H., Grünwald, W., Grunwald, A., ... & Wyrwa, D. (2003). Small dimensions and material properties. A Definition of Nanotechnology, 11(03).

[13] Abd, A. N., Hassoni, M. H., & Hasan, M. H. (2018). Properties and biomedical applications of copper oxide nanoparticles. Biochem. Cell. Arch, 18(2), 1763-1766.

[14] Andrieux-Ledier, A. (2012). Elaboration de nanoparticules d'argent par réduction de sels métallo-organiques: contrôle de taille, stabilité, organisation et propriétés physiques (Doctoral dissertation, Université Pierre et Marie Curie-Paris VI).

[15] Belkacem, I. Synthèse et caractérisationoptique des nanoparticulesd'argent pour des applications médicales, Doctoral dissertation.

[17] Paul Das, M. (2018). Green synthesis and characterization of metal and metal oxide nanoparticles for biomedical and environmental applications, A thesis, faculty of engineering and technology department of industrial biotechnology bharath institute of higher education and research, Chennai – 600 073, [Reg. No. D14BT001]

[18] Gaffet, E. (2008). Nanomatériaux: différentes voies de synthèse, propriétés, applications et marchés. Actualité et dossier en santé publique, 64, 183.

[19] Moussaoui, R. Saidi, L. Laifaoui, S. (2019/2020). Synthése verte de nanoparticules d'argent, avec l'intention d'obtenir un diplôme MASTER Academique, L'Université Echahid Hamma Lakhdar d'El-Oued, Faculté de technologie , Département de génie du raffinage et de pétrochimie.

[20] Shapes-http://nano.ksu.edu.sa/ar/nanotech

[23] A1 Hoshan ,M. (2007). Novel nanoarray structures formed by template based approach: characterization and electrochemistry, PhD Thesis, Minnesota University.

[25] Lanone, S., & Boczkowski, J. (2010). Applications utilisant les nanotechnologies, par secteur d'activité Questions de santé publique. France, publique, 1-4.

[26] Hasan, S. (2015). A review on nanoparticles: their synthesis and types. Res. J. Recent Sci, 2277, 2502.

[27] Rickerby, D. G., & Morrison, M. (2007). Nanotechnology and the environment: A European perspective. Science and Technology of Advanced Materials, 8(1-2), 19.

[28] Machado, S., Pacheco, J. G., Nouws, H. P. A., Albergaria, J. T., & Delerue-Matos, C. (2015). Characterization of green zero-valent iron nanoparticles produced with tree leaf extracts. Science of the total environment, 533, 76-81.

[29] Tiwari, D. K., Behari, J., & Sen, P. (2008). Application of nanoparticles in waste water treatment. World Appl Sci J, 3(3), 417-433.

[30] Ealia, S. A. M., & Saravanakumar, M. P. (2017, November). A review on the classification, characterisation, synthesis of nanoparticles and their application. In IOP conference series: materials science and engineering (Vol. 263, No. 3, p. 032019). IOP Publishing.

[31] Salavati-Niasari, M., Davar, F., & Mir, N. (2008). Synthesis and characterization of metallic copper nanoparticles via thermal decomposition. Polyhedron, 27(17), 3514-3518.

[32] Tai, C. Y., Tai, C. T., Chang, M. H., & Liu, H. S. (2007). Synthesis of magnesium hydroxide and oxide nanoparticles using a spinning disk reactor. *Industrial & engineering chemistry research*, *46*(17), 5536-5541.

[33]. Bhaviripudi, S., Mile, E., Steiner, S. A., Zare, A. T., Dresselhaus, M. S., Belcher, A. M., & Kong, J. (2007). CVD synthesis of single-walled carbon nanotubes from gold nanoparticle catalysts. Journal of the American Chemical Society, 129(6), 1516-1517.

[34]https://1.bp.blogspot.com/-Qi2T3NXZIng/X3NhPE6qcEI/AAAAAAAAA6Q/8LZIJhBp6CgbxZHXtrEig-Ls72gYH3TGQCLcBGAsYHQ/s800/1.jpg?fbclid=IwAR2cLzDTNpqi2ZCkfHSHQTIEvDiTz3H3Qkmn-5WKmhVYFUG2iUFpIhKhZm0

[35] Habiba, K., Makarov, V. I., Weiner, B. R., & Morell, G. (2014). Fabrication of nanomaterials by pulsed laser synthesis. Manufacturing nanostructures, 10, 263-292.

[36] Ealia, S. A. M., & Saravanakumar, M. P. (2017, November). A review on the classification, characterisation, synthesis of nanoparticles and their application. In IOP conference series: materials science and engineering (Vol. 263, No. 3, p. 032019). IOP Publishing.

[37] Arole, V. M., & Munde, S. V. (2014). Fabrication of nanomaterials by top-down and bottom-up approaches-an overview. J. Mater. Sci, 1, 89-93.

[40]www.britannica.com, Retrieved 26-4, 2018

[41]Agata Blaszczak-Boxe (28-8-2017), Facts About Iron, www.livescirnce.com, Retrieved 26-4-2018.

[42] Cornell, R. M., & Schwertmann, U. (2003). The iron oxides: structure, properties, reactions, occurrences, and uses (Vol. 664). Weinheim: Wiley-vch.

[43] Bezencenet, O. (2008). Propriétés et couplage d'échange dans le système modèle: Co/α-Fe2O3 (0001) (Doctoral dissertation, Paris 6).

[44]https://ar.wikipedia.org/wiki/%D8%AD%D8%AF%D9%8A%D9%8A%D8%AF.

[45] Arakha, M., Pal, S., Samantarrai, D., Panigrahi, T. K., Mallick, B. C., Pramanik, K., ... & Jha, S. (2015). Antimicrobial activity of iron oxide nanoparticle upon modulation of nanoparticle-bacteria interface. Scientific reports, 5(1), 14813.

[46] Dghoughi, L., Elidrissi, B., Bernede, C., Addou, M., Lamrani, M. A., Regragui, M., & Erguig, H. (2006). Physico-chemical, optical and electrochemical properties of iron oxide thin films prepared by spray pyrolysis. Applied Surface Science, 253(4), 1823-1829.

[47] Tedjani, M. L. (2022). Optimizing the Biosynthesis Temperature of Iron Oxide Nanoparticles Using Moringa Oleifera Extract and Study of their Biological Activities (Doctoral dissertation, Universty of Eloued جامعة الشهيد حمه لخضر).

[48] Teja, A. S., & Koh, P. Y. (2009). Synthesis, properties, and applications of magnetic iron oxide nanoparticles. Progress in crystal growth and characterization of materials, 55(1-2), 22-45.

[49] Tiquia-Arashiro, S., Rodrigues, D.F. (2016). Nanoparticles Synthesized by Microorganisms, in: (Eds.), Extrem. Appl. Nanotechnol, Springer International Publishing, Cham, 1–51.

[50] Bruschi, M. L., & de Toledo, L. D. A. S. (2019). Pharmaceutical applications of iron-oxide magnetic nanoparticles. Magnetochemistry, 5(3), 50.

[51] de Lima, J. F., Martins, R. F., Neri, C. R., & Serra, O. A. (2009). ZnO: CeO2-based nanopowders with low catalytic activity as UV absorbers. Applied Surface Science, 255(22), 9006-9009.

[52] Wang, J., White, W. B., and Adair, J. H., Am, J. (2005). Ceram. Soc. 88, 3449.

[53] Szytuła, A., Burewicz, A., Dimitrijević, Ž., Kraśnicki, S., Rżany, H., Todorović, J., Wanic, A., and Woiksi, W. (1968). Phys.StatusSolidi, 429, 26.

[54] Tronc, E., Ezzir, A., Cherkaoui, R., Chanéac, C., Noguès, M., Kachkachi, H., Fiorani, D., Testa, A. M., Grenèche, J. M., and Jolivet, J. P., Magn. Magn. Mater, J. (2000). 221, 63.

[56] Bulte, J.W.M., Kraitchman, D.L. (2004). Iron oxide MR contrast agents for molecular and cellular imaging, NMR in Biomedicine: An International Journal Devoted to the Development and Application of Magnetic Resonance In Vivo 17(7), 484-499.

[57] Thorek, D. L., Chen, A. K., Czupryna, J., & Tsourkas, A. (2006). Superparamagnetic iron oxide nanoparticle probes for molecular imaging. Annals of biomedical engineering, 34, 23-38.

[58] Laurent, S., Bridot, J.L., Elst, L.V., & Muller, R.N. (2010). Diameters, H. Magnetic iron oxide nanoparticles for biomedical applications.

[59] Lungu, I. I., Grumezescu, A. M., Volceanov, A., & Andronescu, E. (2019). Nanobiomaterials used in cancer therapy: An up-to-date overview. Molecules, 24(19), 3547.

.

الفصل الثالث

الفاعلية البيولوجية المضادة للأكسدة والبكتيريا

III-1-مضادات الاكسدة:

III-1-1-الإجهاد التأكسدي:

يعرف بانه خلل في التوازن بين زيادة مولدات الأكسدة (جذور الحرة) ونظام الدفاعي للجسم مضادات الأكسدة مما يؤدي الى تلف في الخلايا غالبا لا رجوع فيه، الجذور الحرة مفيدة للجسم لدخولها في عدة وظائف دفاعية وحيوية لكن زيادة انتاجها مع غياب مضادات الاكسدة يشكل ما يسمى بالإجهاد التأكسدي[1].

III-1-2-الجذور الحرة:

III-1-2-1-تعريف الجذور الحرة (الشق الحر):

هي أصناف كيميائية ذرية أو جزئية تحتوي على إلكترون أو أكثر غير مزدوج مما يجعلها غير مستقرة وشديدة التفاعل، تتولد أثناء التفاعلات الكيميائية كمركبات وسطية وتنتهي بنهاية التفاعل[2].

III-1-2-2-نشأة الجذور الحرة وأضرارها:

الجذور الحرة وفعلها العكسي اكتشفت في العشرية الأخيرة، هذه المواد الخطيرة تنتج في الجسم دائما مع التسمم وتتشكل خلال معالجة الأيض الطبيعي في الجسم كجزء من المسالك الأيضية والتي تعدل نشاطيتها بوجود نظام مضاد للأكسدة مثل catalase،peroxidase،glutathione،superoxide dismutaseو نظام لا إنزيمي مثل الفيتامينات C وEو الفلافونويدات وغيرها من المواد الطبيعية، إلا أن عدم التوازن بين المؤكسدات ومضادات الأكسدة يؤدي إلى حدوث الإجهاد التأكسدي[3].

يتحصل الجسم على الطاقة بأكسدة الكربوهيدرات والدهون والبروتينات خلال الطريقة الهوائية واللاهوائية التي تقود إلى نشوء الجذور الحرة، أو تكون من مصادر خارجية مثل التلوث ودخان السجائر والإشعاع والمواد الكيميائية.

إن الزيادة في هذه الجذور يمكن أن تكون مسؤولة على تلف النسيج [4]حيث تهاجم الجذور الحرة الجزيئات المهمة مما يؤدي إلى تلف الخلايا، وتشمل أهدافها جميع أنواع الجزيئات في الجسم، مثل الدهون، الأحماض النووية والبروتينات ويعتقد بأن الجذور الحرة تلعب دورا في العديد من الأمراض والحالات مثل[4][5]:

-الشيخوخة.

-السرطان.

-أمراض القلب والأوعية الدموية.

-الأمراض العصبية مثل الزهايمر.

- مرض الرئة مثل الربو ومرض الإنسداد الرئوي المزمن.
- إلتهاب المفاصل الروماتويدي.
- داء السكري الذي هو نتاج الإجهاد التأكسدي.

III-1-2-3-أنواع الجدور الحرة:

أ. الجذور الحرة الأحادية (الأولية): تحتوي على إلكترون أحادي ومتعادل مثل: $H^{\cdot}$، $N^{\cdot}$، $CH_3^{\cdot}$.

ب. الجذور الحرة الثنائية (الثانوية): تحتوي على إلكترونين أو أكثر غير مزدوج ومتعادل مثل $HC^{\cdot\cdot}$ ، $H_2O^{\cdot\cdot}$ ذات أعمار قليلة جدا تصل إلى بيكرو ثانية (10^{-12} ثانية) والميزة الغالبة على الجذور الحرة شدة الفعالية الكيميائية العالية.

ت. الجذور المستقرة أو الصامدة: هي التي لها أعمار طويلة تقدر بالثواني أو بالساعات أو حتى بالأيام مثل جذور ثلاثي فينيل مثيل(TP_3M) وجذور ثنائي فينيل بكريل هايدرازيل(DPPH) وجذور ثنائي فينيل وأكسيد النيتريك(Ph_2NO) ومشتقاته.

ونستطيع القول أن معظم الجذور الأروماتية التي تشمل على تراكيب رنينية متعددة في تركيبها تكونمستقرة في أغلب الأحيان، فكلما زاد ثبات الجذر الحر قلت فعاليته، ومن الناحية الديناميكية الحرارية فإن قلة فعاليته تعود إلى أنه يحتاج إلى طاقة تنشيط عالية نسبيا أثناء التفاعل.

III-1-2-4-أسباب زيادة الجذور الحرة:

يزيد تشكل الجذور الحرة بزيادة سرعة الإستقلاب وفي حالة التوتر، وكذلك يزيد بزيادة عوامل التلوث البيئي المختلفة التي يتم تحطيمها في الجسم فتتحول إلى جذور حرة، وتزيد أشعة الشمس والاشعة السينية والتدخين بجميع انواعه من إنتاج الجذور الحرة، كذلك كثرة استهلاك الدهون والسكريات تحفز إنتاجها ويزيد الإجهاد واستهلاك الأكسجين خلال التمارين الرياضية العنيفة من تكاثرها[1].

III-1-3-مضادات الأكسدة:

III-1-3-1-تعريف مضادات الأكسدة :

هي مجموعة الجزيئات توجد بتراكيز منخفضة مقارنة بتراكيز مواد قابلة للأكسدة وتعمل على ابطاء أو منع أكسدتها تحمي الخلايا من الأضرار التي تسببها الجزيئات غير المستقرة والتي تعرف بالجذور الحرة[5].

III-1-3-2-تصنيفات مضادات الأكسدة:

أ. مضادات الأكسدة الطبيعية: تنقسم بدورها إلى إنزيمية وغير إنزيمية

أ. 1. **مضادات الأكسدة الإنزيمية:** من إنتاج الجسم التي تعتبر الخط دفاعي الأول للجسم ضد الجذور الحرة تتمثل في peroxydases glutathion ,Catalase, superoxyde dismutase.

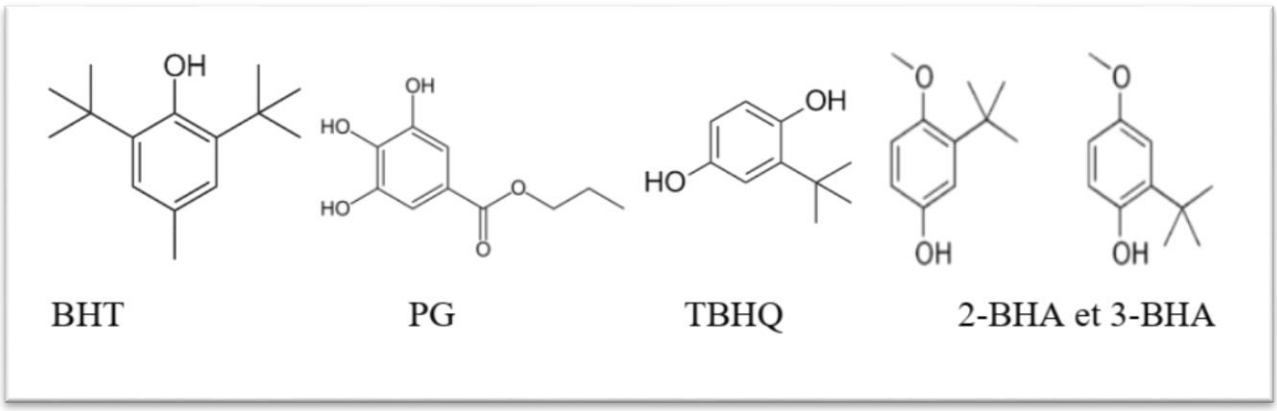
أ. 2. **مضادات الأكسدة الغير إنزيمية:** والتي يتم حصول عليها من مصادر طبيعية النباتات والغذاء مثل فيتامينE (tocotrienols tocopherols) وفيتامينC (Acide ascorbique) وفيتامينQ (Ubiquinone) وعائلات مثل كاروتينات ومركبات الفينولية، الفلافونيدات والدباخ[5].

ب. مضادات الأكسدة الصناعية :

تحمل مضادات الأكسدة الاصطناعية مكانة هامة كمضافات غذائية نظرا لأدائها العالي ولاتساع نطاق استعمالها ولانخفاض تكلفتها وزاد الاهتمام بها كونها تمتلك قدرة علاجية ووقائية، تدخل في صناعة الأدوية والأغذية ومستحضرات التجميل.

هناك أربع مضادات أكسدة اصطناعية تستخدم على نطاق واسع في الأطعمة[6]

- ✓ (Propyl Gallate) PG.
- ✓ (tert-Butylhydroquinone)TBHQ.
- ✓ (Buthyl hydroxyl toluéne)BHT.
- ✓ (Buthyl hydroxyl anizole) BHA.



الشكل (III-1): بنية مركبات مضادات الاكسدة الصناعية.

III-1-3-3-آليات مضادات الأكسدة:

مضادات الأكسدة لها عدة آليات منها إيقاف حركة الإلكترون، كبح الجذور الحرة، امتصاص الأشعة فوق البنفسجية والمرئية، قطع سلسلة تفاعلات الجذور الحرة، إزالة المعادن الثقيلة[7].

III-1-3-4-سلبيات وايجابيات مضادات الأكسدة:

*** إيجابياتها:**

- يمكن أن تساعد في تعزيز جهاز المناعة.
- احمينا من العديد من الأمراض عن طريق القضاء على الجذور الحرة في أجسامنا.
- يسهل الحصول عليها من خلال بعض الأطعمة مثل الفاكهة أو الخضار.
- يمكن الحصول عليها من خلال المكملات الغذائية في حالة عدم تناول ما يكفي من الفاكهة أو الخضار.
- يمكن أن يحمينا من الأمراض العقلية ويقلل من الأعراض المرتبطة بالشيخوخة[8].

*** سلبياتها:**

- يمكن أن يؤدي الكثير منها إلى إتلاف جسمك وتقليل جهاز المناعة لديك.
- قد يكون من الصعب الحصول على جميع الكميات المطلوبة لأنه ليست كل الفواكه والخضروات متشابهة (على سبيل المثال، قد يحتوي بعضها على فيتامين ج بينما يحتوي البعض الآخر على فيتامين هـ).
- يمكن أن يكون تناول المكملات الغذائية للتعويض عن الأطعمة أمرًا خطيرًا اعتمادًا على الجرعة لأنه يمكن أن يتعارض مع الحالة الطبيعية لجسمنا.
- يتم التخلص من الجذور الحرة فقط على أساس واحد إلى واحد (لكل حصة من الفاكهة أو الخضار يتم تناولها، يتم التخلص من كمية صغيرة فقط من الجذور الحرة).
- قد يؤدي تناول الكثير من فيتامين أ إلى تلف الحمض النووي.
- يمكن أن يؤدي تناول الكثير من فيتامين (هـ) Vit E إلى تكوين مواد مؤكسدة وزيادة تلف الخلايا[9].

III-2- الفاعلية المضادة للبكتيريا:

المكروبات هي كائنات حية دقيقة (فطريات، بكتيريا، فيروسات ...الخ) تتواجد في كل مكان من المحيط الذي نعيش فيه، بحيث لا يمكن رؤيتها بالعين المجردة وهذا ما أعطى للمجهر الدور الكبير في اكتشافها.

ارتبط اسم البكتيريا مع الأمراض المسببة لها لكن العلوم الحديثة اكتشفت أنها تلعب دورا مهما في الصناعات الغذائية والدوائية والتخلص من المواد العضوية واللاعضوية.

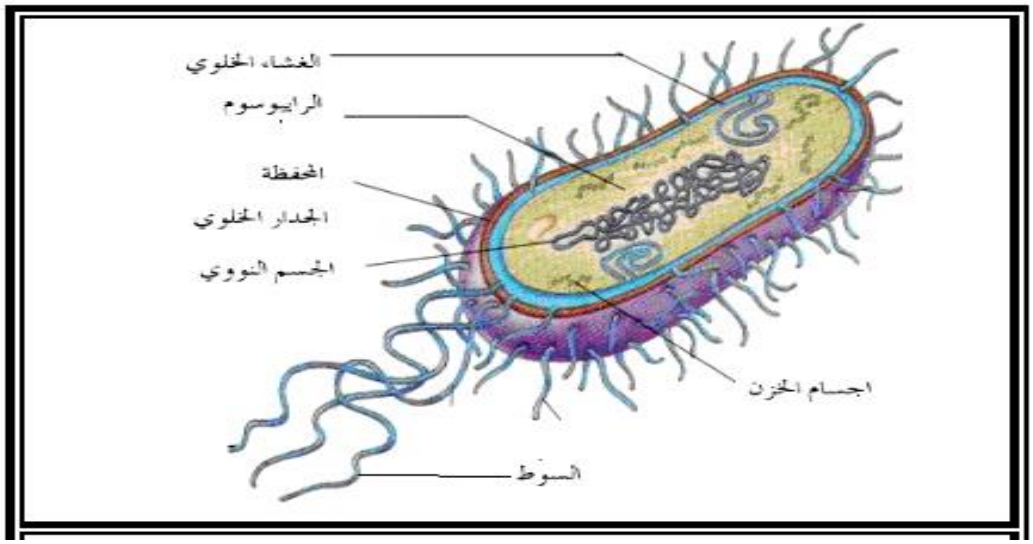
III-2-1-تعريف البكتيريا:

البكتيريا(Bacteria) كائنات حية دقيقة مجهرية بدائية النوى بسيطة تحتوي على خلية واحدة، وتعتبر من أصغر الكائنات الحية. يتراوح قطر معظمها ما بين 0,3 و2,0 ميكرون. وهي ذات أشكال مختلفة.

III-2-2-بنية البكتيريا:

تحيط بجميع أنواع البكتيريا طبقة واقية تسمى جدار الخلية، ويعطي جدار الخلية البكتيريا شكلها ويساعدها على العيش في بيئات متعددة، يحيط ببعض أنواع البكتيريا إضافة إلى ذلك حافظة، وهي طبقة لزجة خارج جدار الخلية (ويكون للخلية البكتيرية كحد أقصى ثلاث طبقات وتمتد أسواطا تشبه الشعر من خلال الطبقات تساعد البكتيريا على الحركة) وتجعل هذه الحافظة الخلية مقاومة للمواد الكيميائية الفتاكة. ويوجد داخل الغشاء السيتوبلازم وهي مادة رخوة تشبه الهلام، تحتوي السيتوبلازم على مواد كيميائية كثيرة تسمى الإنزيمات تساعد على تحلل الطعام وبناء أجزاء الخلية، كما تحتوي خلايا بكتيريا الكائنات الحية علىADN (الحمض النووي الريبي منقوص الأكسجين) الذي يتحكم في نمو الخلية وتكاثرها وجميع النشاطات الأخرى، يشكل ADN الخلية البكتيرية منطقة من السيتوبلازم تسمى الجسم النووي .وفي جميع الكائنات الحية الأخرى ما عدا الطحالب الخضراء يوجدADN داخل النواة. وهو جزء من الخلية يفصله السيتوبلازم غشاء الشكل. تعمل المضادات الحيوية على إجبار الخلية البكتيرية على الانتفاخ ومن ثم الانفجار.

ولقد وجد أن جسم الإنسان يتعايش مع عدد هائل من البكتيريا وأغلبها نافع، ففي الأمعاء مئات الملايين الملايين الجلد تعيش عليه حوالي ألف مليار وفي الفم عشرة ملايير.[10]



الشكل (III-2): بنية البكتيريا

III-2-3-تصنيف البكتيريا

- **حسب الشكل:** تصنف البكتيريا حسب شكل خلاياها، فمنها ذات الشكل الكروي(Coque Cooci) مثل البكتيريا "Streptocoques"، وذات الشكل العصوي أو العصيات(Bacille)، مثل: "Enterobacterie" وأخرى ذات شكل لولبي (forme Spirallie) مثل: "Leptospire" [11].

- **بكتيريا هوائيه ولاهوائيه**

يعتمد هذا التصنيف على مدى حاجة البكتيريا للأكسجين للعيش والتكاثر فمنها البكتيريا الهوائية مثل Neisseria ذات الغرام السلبي، شكلها كروي متزاوج، غير متحركة هوائية توجد بالبلعوم الأنفي، واللاهوائية مثل Clostridium ذات الغرام الموجب، شكلها عصوي متجرثمة بجرثومة بيضاوية غير متحركة، لاهوائية توجد بالبراز. أما البكتيريا الإختيارية للهواء مثل *"Escherichia coli"* ذات الغرام السالب شكلها عصوي، متحركة إختيارية للهواء توجد بالأمعاء الغليظة.[12].

- **ذاتية التغذية وعضوية التغذية :**

البكتيريا ذاتية التغذية هي التي تستهلك الكربون من ثاني أكسيد الكربون لأجل النمو والتكاثر ... إلخ، حيث يمثل الكربون نسبة 50% من وزن البكتيريا الجاف، والبكتيريا عضوية التغذية هي التي تتحصل على الكربون من المواد العضوية مثل السكريات، الأحماض الأمينية، الأحماض الدهنية ..الخ [13].

- **بكتيريا الغرام الإيجابي والغرام السلبي(Gram Positive et Gram Négative):**

نظام آخر لتصنيف البكتيريا وذلك بإستعمال الإختلافات الموجودة في تركيب جدران الخلية ويوضح هذا الإختلاف حسب التقنية المسماة (grams stain) نسبة إلى العالم البلجيكي GRAM المخترعة سنة 1884 والتي تعرف بـ: بكتيريا**Gram Positive**، بكتيريا **Gram Negative**

عند تلوين بكتيريا "Gram Positive" بكاشف خاص ذو لون أرجواني تمتص اللون وتظهر أرجوانية أما البكتيريا "Gram Negative" عند تلوينها بنفس الكاشف لا تحافظ على اللون وتصبح ذات لون وردي، وكذلك جدار خلية البكتيريا "Gram Positive" أسمك من جدران خلية البكتيريا "Gram Negative".

إن معرفة إذا ما كانت البكتيريا Gram Positive أو Gram Negative هي المسببة للمرض يتيح للطبيب معرفة المضاد الحيوي المناسب [14].

III-2-4-فوائد ومضار البكتيريا عند الإنسان

- **فوائد البكتيريا على الإنسان**

من المثير للدهشة، أن أعداد البكتيريا في جسم الإنسان تفوق أعداد الخلايا البشرية نفسها؛ إذ يعيش أكثر من 100 تريليون كائن حي دقيق في أمعاء الإنسان وفمه وجلده وبقية جسده، وتُعرف هذه الكائنات الحية الدقيقة باسم الميكروبيوم البشري. تكمن أهمية الميكروبات البشرية في دعم الحياة، ومقاومة البكتيريا المسببة للأمراض، وخلط العناصر الغذائية والفيتامينات الأساسية، هذا إلى جانب فوائده المتعلقة بالهضم، كما يرتبط

الميكروبيوم بكل جزء من جسم الإنسان بدايةً من صحة جهازه الهضمي وصولًا للسمنة، والتهاب المفاصل، والزهايمر.[15]

- **مضار البكتيريا على الإنسان**

تُعد البكتيريا أساس صنع بعض المنتجات الضرورية للإنسان، مثل : بكتيريا الخميرة التي تُستخدم في صناعة الخبز، بالإضافة إلى منتجات أخرى مثل: الأجبان والألبان وغيرها من المنتجات التي تحتاج إلى التخمير [16].

على الرغم من فوائدها الكثيرة، إلا أن للبكتيريا أضرارًا عديدة منها:[17]

✓ التسمم الغذائي: تتسبب البكتيريا كالسالمونيلا والمكورات العنقودية الذهبية بالتسمم الغذائي، الأمر الذي يُؤدي إلى المعاناة من بعض الأعراض المزعجة، كالغثيان، القيء، الإسهال والشعور المزعج في البطن، وصولًا إلى الموت في بعض الحالات.

✓ إفساد الطعام: تتسبب في إفساد اللبن، وتعفن الخضار واللحوم.

✓ إتلاف الأدوات: تتسبب بعض أنواع البكتيريا بتدهور السليلوز، وبالتالي تدمير المنسوجات والأدوات الخشبية والقماش.

✓ الحد من خصوبة التربة عبر نزع النيتروجين تتسبب في إزالة النيتروجين من التربة عن طريق تحويل نترات التربة والأمونيا إلى نيتروجين حر، وبالتالي تقليل خصوبة التربة.

III-2-5-أنواع البكتيريا المستعملة في الدراسة

بكتيريا *Escherichia Coli*

هي بكتيريا موجودة في الجهاز الهضمي للإنسان أو الفضلات الحيوانية، عصوية الشكل ذات أبعاد من 1µm إلى 3 µm سالبة غرام، تتكاثر بسرعة عند درجة حرارة 37°م، تمتاز بأنها تنتج كمية CO_2 مساوية للكمية التي تؤدي إلى تحميض اللبن وبالتالي تخثره، هذا إضافة إلى أنها تسبب عدة أمراض: كأمراض الجهاز التنفسي، إلتهاب الزائدة الدودية، إلتهاب القلب، الإسهال الطفيلي وتتسبب في ارتفاع شديد في درجة الحرارة عند انتشارها في الدم[18].

تصنيف البكتيريا *E.Coli* [19]

المملكة	Bactérie
التصنيف	Proteobactérie

القسم	Gammaproteobacteria
الرتبة	Enterobacteriales
العائلة	Enterobacteriaceae
النوع	Escherichia
الصنف	*Escherichia coli*

الشكل (III-3): صورة بالمجهر الالكتروني لبكتيريا *E . Coli*

بكتيريا *Pseudomonas aeruginosa*

هي بكتيريا عصوية ذات أسواط طرفية، هوائية سالبة الغرام (G-)هي من أقوى أنواع البكتيريا المقاومة طبيعيا لمعظم المضادات الحيوية، وذلك لامتلاكها القدرة على التصدي لهذه المضادات بعدة طرق، مصدرها الجهاز الهضمي للإنسان، الماء أو التربة، تعمل هذه البكتيريا على الإتلاف السطحي للأغذية المبردة ومحللة للدهون الموجودة في اللبن مما يؤدي إلى تغير لونه وطعمه[20]، تعيش في درجة حرارة 41-43°م، مقاومة للعديد من المضادات الحيوية. تعتبر ممرضة للإنسان والحيوان حيث تسبب تعفن كل من العين والحروق والجروح، كما تسبب أمراض الرئتين[21].

تصنيف البكتيريا *P. aeruginosa* [19]

المملكة	Bacterie
التصنيف	Pseudomonabactéries
القسم	Gammaproteobacteria

الرتبة	Enterobacteriales
العائلة	Enterobacteriaceae
النوع	Pseudomonas
الصنف	*Pseudomonas aeruginosa*

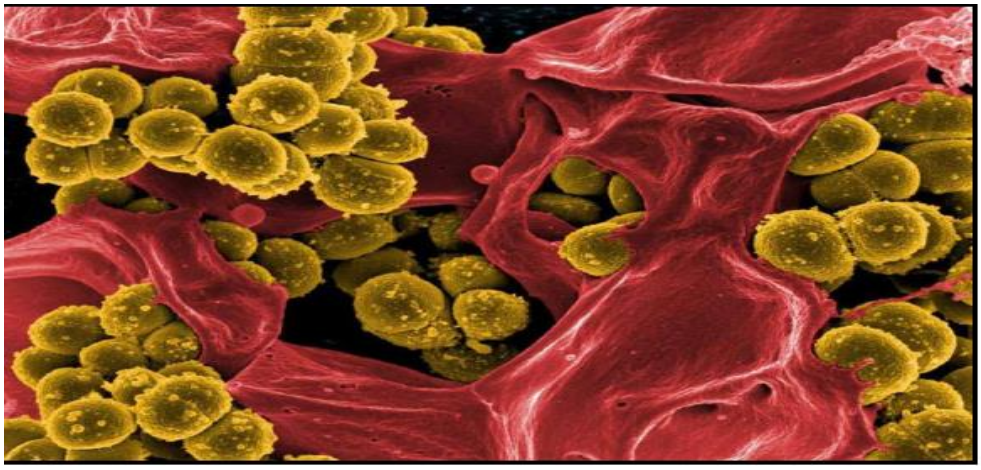
الشكل (III-4): صورة بالمجهر الإلكتروني لبكتيريا *P. aeruginosa*

بكتيريا *Staphylococcus aureus* :

هي بكتيريا كروية الشكل ذات لون أصفر براق عديمة الحركة تكون على شكل عناقيد مكومة من النوع +G قطرها حوالي 1µm[22]، تتواجد عند الإنسان في الجلد والأمعاء والجهاز التناسلي وعلى الوجه تنمو بالتنفس الهوائي أو التخمر وهي مسؤولة عن تشكل الصديد، مسببة للعديد من الأمراض من بينهم أمراض جلدية خطيرة، إلتهاب الرئتين، تسمم الدم وغيرها [23].

- **تصنيف البكتيريا *Staphylococcus*[24]:**

المملكة	Bacteria
التصنيف	Firmicutes
القسم	Bacilli
الرتبة	Bacillales
العائلة	Staphylococcaceae
النوع	Staphylococcus
الصنف	*Staphylococcus*



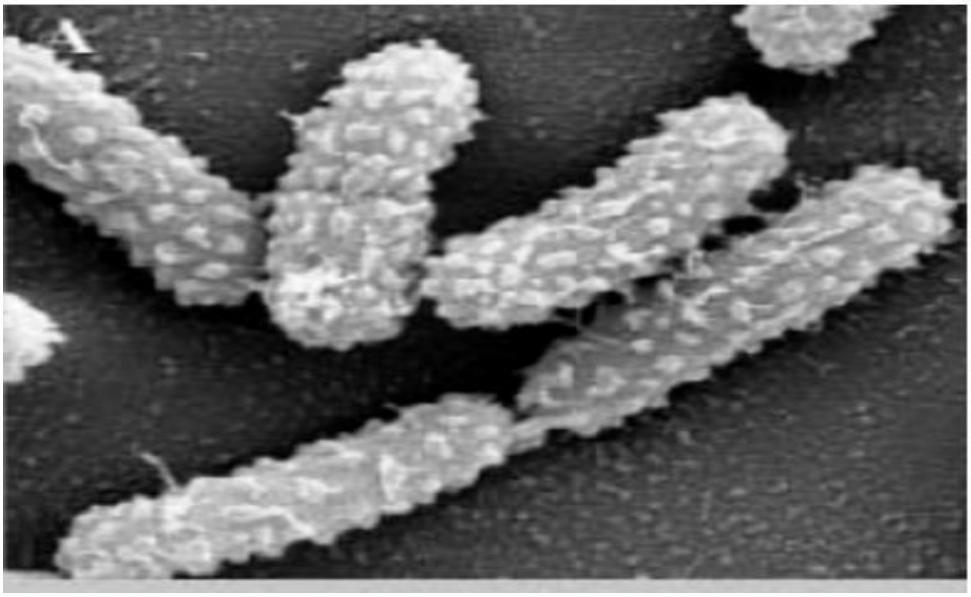
الشكل (III-5): صورة بالمجهر الالكتروني لبكتيريا *Staphylococcus*

بكتيريا *Klebsiella pneumoniae*:

هي بكتيريا ذات غرام سالب وتتواجد في الجهاز التنفسي والمثانة البولية للإنسان وهي من البكتيريا الإنتهازية حيث تتسبب في الأمراض التنفسية والبولية مثل; (إلتهاب الرئة، الضيق التنفسي ....) وتسبب أيضا تعفن الدم حين الصدمات [25].

تصنيف البكتيريا *Klebsiella pneumoniae*:[26]

المملكة	Bacteria
التصنيف	Proteobacteria
القسم	Gamma proteobacteria
الرتبة	Enterobacteriales
العائلة	Enterobacteriaceae
النوع	Klebsiella
الصنف	*Klebsiella pneumoniae*



الشكل (III-6): صورة بالمجهر الالكتروني لبكتيريا *Klebsiella pneumoniae*

III-3-المضادات الحيوية

III-3-1-تعريف المضادات الحيوية

لاحظ العالم المضادات الحيوية Vullemin عام 1889 بينما كان يعمل على المزارع الجرثومية المعرضة للهواء ويفحصها من وقت لآخر تلوث لهذه المزارع وتشكل مستعمرات جرثومية شفافة مما يعني أن البكتيريا قتلت بمادة أخرى، أي أن هناك تنافس بين الميكروبات من أجل البقاء والعيش بحيث يمنع كل ميكروب نمو الميكروبات الأخرى وبالتالي يتغذى على أكبر قدر ممكن من الغذاء الموجود في الوسط المحيط، من هنا انطلق اسم"Antibiotics" المضادات الحيوية، تلت بعدها تحديد مفهوم المضادات الحيوية وتسميتها بهذا الاسم من طرف العالم وكسمان سنة1945، فالمضادات الحيوية إذن هي عبارة عن مواد كيماوية عضوية تتكون نتيجة للتفاعلات الأيضية لبعض الأحياء الدقيقة، وأول مضاد حيوي هو البنسيلين.

تستعمل المضادات الحيوية حالياً لعلاج الكثير من الأمراض الميكروبي. وبالرغم من الحقيقة المعروفة من أن بعض هذه المواد قد أمكن تصنيعها تجارياعلى نطاق واسع إلا أن غالبيتها لا زالت تحضر تجارياً بالاستعانة بالكائنات الحية الدقيقة القادرة على إنتاجها [27]

III-3-2-أنواع المضادات الحيوية

إن الوظيفة الحيوية للمضادات يندرج تحتها قسمين هما:

- مضادات حيوية قاتلة للخلية البكتيرية

تكون طريقة تأثيرها على جدار خليتها بالتسبب في انتفاخ خليتها وانفجارها، أو بمنع تكوين مادة البروتين داخل خليتها [28].

- مضادات حيوية مثبطة لنشاط الخلية البكتيرية

يمنع تكاثرها وهو ما يساعد على القضاء عليها علي سبيل المثال: سلفوناميد، كلورامفينكول.

III-3-3-طرق تأثير المضادات الحيوية

III-3-3-1-مضادات تعمل على إيقاف نسخ ADN :

من بين الأسباب التي تسببها المضادات الحيوية اضطراب عمل ADN مما يمنع الخلية من الانقسام وتكوين الإنزيمات الخاصة بذلك.

III-3-3-2-مضادات تعمل على تخريب بنية الغشاء الستيوبلازمي:

بعض المضادات الحيوية تؤثر على هندسة Apidoprotine لهذا الغشاء وتحللها مما يؤدي الى فقد السيتوبلازم الكروموزومي.[28]

III-3-3-3-مضادات تعمل على تخريب الجدار الداخلي للبكتيريا:

المضاد الحيوي له خواص سطحية تمكنه من تخريب عمل نفاذية الغشاء الداخلي، ويسمح بطرد المواد السائلة خارج البكتيريا وهذا ما يدمرها.

III-3-3-4-العمل على تخريب الجدار الخارجي للبكتيريا:

المضاد الحيوي يوقف تركيب الجدار بتثبيط transpeptidase هذا ما يمنع تركيبpeptidoglycane وهذا ما يوقف نموها وعملها [29].

III-4-المقاومة البكتيرية

III-4-1-تعريف المقاومة البكتيرية:

في علم الطب، الجذمة البكتيرية هي مقاومة للمضاد على حسب تركيز المضاد الحيوي، أي بإرتفاع التركيز، تقل المقاومة لإعطاء أفق لكي تتم المعالجة[30].

III-4-2-طرق التعرف على حساسية ومقاومة البكتيرية للمضاد

III-4-2-1-حساسية البكتيريا:

إن دراسة حساسية البكتيريا للمضاد الحيوي لها عدة أهداف، أولها اختيار المضاد الأكثر نشاطا على البكتيريا، إضافة إلى أنه في حالة معالجة الأمراض المعدية يجب معرفة المضاد الحيوي الفعال وهذا باختباره على الميكروب المسؤول على المرض وأخيرا تمكننا هذه الدراسة كذلك من تحديد التركيز الملائم للتخلص من العامل الممرض. ولدراسة حساسية الميكروب اتجاه المضاد تستخدم طريقتين:

- ✓ **دراسة فعالية المضاد البكتيري:**

وهي تدرس مدى حساسية الميكروب للمضاد الحيوي بدلالة الزمن والتركيز، وهذا برسم منحنيين الأول يسمى منحنى النمو حيث عدد البكتريا بدلالة الزمن (ساعات) والثاني نسبة التثبيط بدلالة تركيز المضاد الحيوي ويحدد من المنحنيين التركيز الأدنى للتثبيطCMI وتحديد التركيز الأدنى القاتل للبكتريا CMB.

وتوجد عدة طرق لقياس التزايد البكتيري كقياس الوزن الجاف، قياس نسبة استهلاك البكتريا للمواد العضوية والأوكسجين.

- ✓ **طريقة الانتبيوغرام القياسي Antibiogramme:**

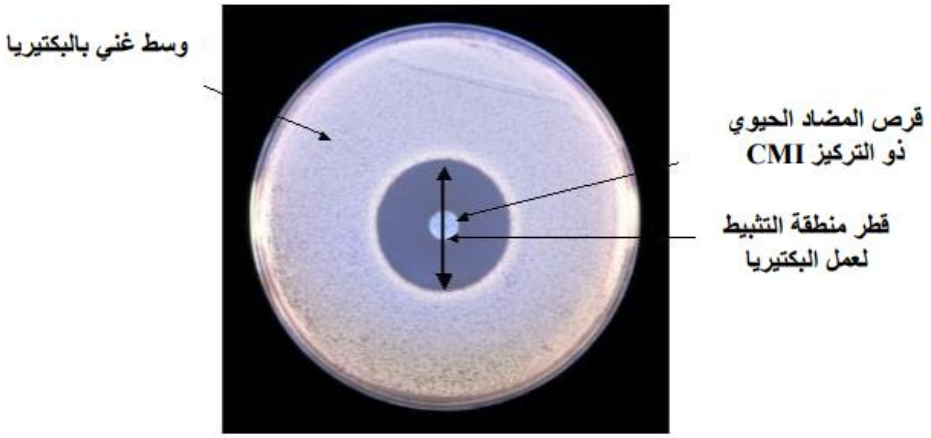
وهي طريقة تحليلية لتحديد مدى فعالية المضاد الحيوي على الميكروب وتنقسم إلى طريقتين [31]:

- ➢ **طريقة التمديد**

مبدأ هذه التقنية تعتمد على إجراء تخفيف متدرج للمضادات الحيوية في أنابيب اختبار أو تخفيف الاجار في الاطباق ثم يزرع الميكروب، ويتم تحديد أقل جرعة مثبطة لنمو الميكروب (CMI) وبالطبع المضاد الحيوي ذو أقل (CMI) هو الذي يتم اختياره بعد النظر في ظروف المريض [32].

طريقة الانتشار (Méthode de diffusion)

وهي الأكثر استعمال في المستشفيات لتشخيص الامراض المعدية، ويكون الوسط المستعمل صلب من الجيلوز وأهم وسط جيلوزي هو وسط (Hilton Muller)، نسبة للباحث الذي حضره عام 1941، وكان الغرض منه معرفة مدى حساسية البكتيريا للمضاد الحيوي، وتحديد تركيز الأدنى للتثبيط CMI[32].



الشكل (III-7): يمثل منطقة التثبيط

المراجع

المراجع باللغة العربية:

[01] برحال جمعة. (2011). فصل وتحديد منتوجات الأيض الثانوي الفلافونيدي لبعض نباتات العائلة الريزيدية (Resedacea) رسالة دكتوراه في الكيمياء العضوية، جامعة منتوري، قسنطينة.

[06] بلفار آسيا. (2018). دراسة القدرة المضادة للأكسدة وللبكتيريا وللتآكل للمستخلصات الفينولية لنبات) Limoniastrum guyonianum(Dur.)، رسالة دكتوراه، جامعة قاصدي مرباح ورقلة، 17-18.

[13] الدراجي الهادف.(2017). Investigation pheytochimique des extraits des plantes aromatiques et medicinales aux propietes antioxydantes أطروحة دكتوراه، كيمياء عضوية، جامعة قاصدي مرباح، ورقلة .

[18] زيدان محمد. (2018) .دراسة الفعالية المضادة للاكسدة والبكتيريا لمستخلصات الرمان،مذكرة دكتوراه في العلوم تخصص كيمياء، كلية الرياضيات وعلوم المادة، جامعة قاصدي مرباح، ورقلة.

[25] سلمان ج.(2014). البكتيريا في الأغذية، قسم علوم الحياة،كلية العلوم الجامعة المستنصرية .

[27] محمد الأزهر القادري. (2008) تصنيع بعض الامبسلين ودراسة فعاليتها البيولوجية

[28] عادل نوفل.(1981) .الكيمياء الصيدلانية، ج2، جامعة دمشق، سوريا.

على بعض أنواع البكتيريا، مذكرة لنيل شهادة ماجستير، جامعة قاصدي مرباح، ورقلة.

[30] تامة نور الدين. (2007) تحضير ودراسة التفاعلية الكيميائية لمشتقات الألكيليدين بيتونوليد وفعاليته البيولوجية،مذكرة لنيل شهادة ماجيستير، جامعة قاصدي مرباح، ورقلة.

[32] فاطمة حمودي وخولة شنوف.(2021). محتوى المركبات الفينولية والأنشطة لبيولوجية لمستخلصات نبات طبي، مذكرة ماستر، جامعة الشهيد حمه لخضر، الوادي.

المراجع باللغة الأجنبية

[02] Urso, M. L., & Clarkson, P. M. (2003). Oxidative stress, exercise, and antioxidant supplementation. Toxicology, 189(1-2), 41-54.

[03] Cohen, M. (2002). Stress oxydant, glycation protéique, vieillissement et maladies liées à l'âge. La phytothérapie européenne, 6, 18-26.

[04] Dröge, W. (2002). Free radicals in the physiological control of cell function. Physiological reviews.

[05] Guillouty, A. (2016). Plantes médicinales et antioxydants (Doctoral dissertation, Université Toulouse lll-Paul Sabatier).

[07] Epstein, S. S., Saporoschetz, I. B., Katsioules, C., & Bishop, Y. (1971). Bioassay for antioxidants based on protection of isolated rat liver mitochondria against the photodynamic toxicity of benzo [a] pyrene. Food and Cosmetics Toxicology, 9(3), 367-377.

[08] Amarowicz, R., & Pegg, R. B. (2019). Natural antioxidants of plant origin. In Advances in food and nutrition research, Academic Press, 90, 1-81.

[09]http;//EzineArticles,com /7925701

[10] Bactériologie, DCEM1. (2002-2003). Université Pierre et Marie Curie,.

[11] Frankland, E; Dupper, B. F.J. Chem Soc. (1864).

[12] Kharasch, M.S; Tawney, P.O.J. Am. Chem. Soc. (1941).

[14] House, HO; Respess. W. L; Whitesides, G. M. J. Org. Chem. (1996**)**

[15] Trisha, "Major Harmful Activities of Bacteria"biologydiscussion, Retrieved 22/10/2021. Edited

[16] Surprising Benefits of Bacteria: The Human Microbiome", calacademy, Retrieved 22/10/2021. Edited

[17] Early Biotechnology", libretexts, 15/8/2020, Retrieved 22/10/2021. Edite

[19] Fagbemi, M., Fanou, S., Hounsou, F., & Bankole, H. S. (2011). Evaluation de la durée de survie d'Escherichia coli dans le milieu trans-isolat. EPAC/UAC.

[20] J.N. Joffin, C. Schuter. (2003). Pseudomonas et apparentés ou bactéries gram négatif aérobies strictes .

[21] Poole, K. (2001). Multidrug efflux pumps and antimicrobial resistance in Pseudomonas aeruginosa and related organisms. Journal of molecular microbiology and biotechnology, 3(2), 255-264.

[22] Adegoke, A. A., & Komolafe, A. O. (2009). Multi-drug resistant Staphylococcus aureus in clinical cases in Ile-Ife, Southwest Nigeria. International Journal of Medicine and Medical Sciences, 1(3), 068-072.

[23] Staphylococcus. (2007). Un article de Wikipédia, l'encylopédie libre.

[24] Masuda, N., Sakagawa, E., & Ohya, S. (1995). Outer membrane proteins responsible for multiple drug resistance in Pseudomonas aeruginosa. Antimicrobial agents and chemotherapy, 39(3), 645-649.

[26] Podschun, R., & Ullmann, U. (1998). Klebsiella spp. as nosocomial pathogens: epidemiology, taxonomy, typing methods, and pathogenicity factors. Clinical microbiology reviews, 11(4), 589-603.

[29] Riti, S., Chibber, S.,Robert, H.R.,(2011) Inactivation and sub-lethal injuy of salmonella typhi, salmonella typhimurium and vibrio cholera in copper water storag vessels, Sharan et al.Bmcinfectious Diseases, 11:204

[31] Traven, V.F., Suslov,V. V., & Gordeev,E.N.(2000). Novel pyrrolocoumarin derivatives. Arkivoc, 4, 603-611.

الفصل الرابع

الطرق والمواد المستعملة

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

IV-1-تحضير المادة النباتية المدروسة:

النبات المستعمل في هذه الدراسة هو نبات البرتقال" *CitrusSinensis*"

جمعت قشور البرتقال وتم غسلها بالماء المقطر وتجفيفها في الظل من 15/12/2022 إلى 22/01/2023. تم طحنها جزئيا بمطحنة كهربائية للحصول على أجزء صغيرة ثم حفظها في كيس من الورق بعيدا عن الرطوبة إلى غاية استعمالها.

IV-2-المواد والوسائل والأجهزة المستعملة

IV-2-1-المواد

- H_2O ماء مقطر
- كلوريد الحديد$FeCl_3$
- قشور البرتقال

IV-2-2-الأجهزة المستعملة

- ميزان إلكتروني
- مهراس هاون
- جهاز الطرد المركزي
- جهاز الرج الكهربائي
- جهاز المطيافية الأشعة تحت الحمراء IR
- جهاز الأشعة فوق البنفسجية UV
- جهاز حيود الأشعة السينية DRX

IV-2-3-الوسائل المستعملة

- ✓ حوجلة سعتها 250ml وحوجلة سعتها 50ml.
- ✓ ورق ألمنيوم
- ✓ أنابيب اختبار
- ✓ ماصة عيارية
- ✓ قمع.

IV-3-تعريف الاستخلاص

يعد من الطرق العملية الهامة المستعملة في فصل المركبات العضوية وتنقيتها. ويستخدم على نطاق واسع في استخلاص المركبات العضوية الموجودة في أوراق النبات وبذورها وفي الأجسام الحية.[1] إذن فهو عملية فصل مركب من مزيج بواسطة مذيب مناسب، إذا كانت المادة المراد فصلها سائلة نطلق عليه استخلاص سائل –سائل، أما إذا كانت صلبة فيطلق عليه استخلاص صلب – سائل.[2]

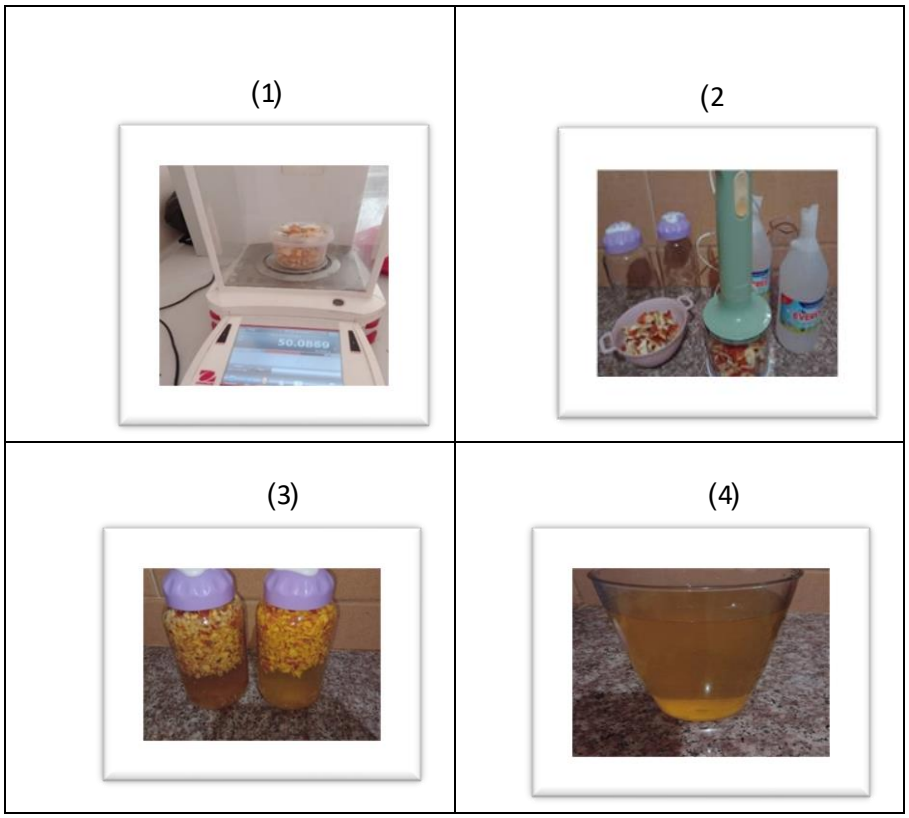
IV-3-1-طريقة الاستخلاص

*نقوم بوزن 100 g من قشور البرتقال

* نغسل جيدا الزجاجيات وقشور البرتقال بالماء المقطر

* نضع 100g من قشور البرتقال في زجاجية ونملأها بـL 1 من الماء المقطر ونتركها لمدة 24 ساعة.

* نقوم بتصفية محلول المستخلص في زجاجية أخرى.



الشكل (IV-1): خطوات الاستخلاص

IV-4-تحضير أكسيد الحديد النانوي

قمنا بتحضير محلول ل $FeCl_3$ تركيزه C=0,05M حجمه V=300ml، ثم رجها وتسخينها حتى وصول درجة حرارة 70°م عندها نضيف300ml منمستخلص قشور البرتقال، ونواصل الرج مع التسخين لمدة ساعتين عند درجة حرارة 70°م.

نضع المحلول المتحصل عليه في جهاز الطرد المركزي لمدة 10 دقائق عند درجة حرارة 25° وعند 5000 t/min نقوم بوضع الراسب الذي تم جمعه من جهاز الطرد المركزي في بيشر، نضع هذا الراسب يجف في الفرن لمدة 24 ساعة تحت درجة حرارة 100°م.

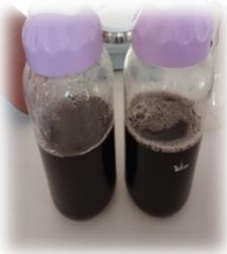
طحن الراسب الجاف إلى قطع صغيرة بواسطة مهراس هاون ثم تم حرق الراسب بعدما جف في الفرن تحت درجة حرارة 600°م لمدة 4 ساعات.

(1) (2) (3) (4)

$FeCl_3$

محلول $FeCl_3$

بعد اضافة المستخلص



بعد ساعتين

(5) (6) (7) (8)

قبل طرد المركزي

بعد طرد المركزي

قبل الحرق

بعد الحرق

الشكل (IV-2): يمثل مراحل تحضير أكسيد الحديد النانوي

IV-5-تقنيات التحليل والوصف

IV-5-1-مطيافية الأشعة تحت الحمراء IR

هي طريقة طيفية شائعة الاستخدام بسبب سهولة الاستخدام والتنفيذ وثروة المعلومات التي يوفرها. وهي واحدة من أكثر الأدوات قوة، خاصة في التحليل النوعي والبنيوي للمركبات العضوية وغير العضوية. كما أنها تستخدم في التحليل الكمي، يمكن امتصاص الطاقة من مجال الأشعة تحت الحمراء بواسطة الروابط التساهمية والمجموعات الوظيفية للجزيئات. ينتج عن هذا نطاقات امتصاص جيدة محددة تتوافق مع أنماط اهتزاز الجزيئات.إذ كل جزئ له طيف فريد من الأشعة. كما يتم استخدامه لتحديد المراحل البلورية وغير المتبلورة من خلال إعطاء معلومات عن المجموعات الجزيئية للمراحل المختلفة الموجودة في المنتج الذي تم تحليله[3]

الشكل (IV-3): صورة توضح جهاز مطيافية الأشعة تحت الحمراء FTIR

IV-5-2-حيود الأشعة السينية DRX

هي من التقنيات التحليلية التي تعطي معلومات حول البنية البلورية والتركيب الكيميائي والخواص الفيزيائية للمواد والطبقات الرقيقة للمواد البلورية، تعتمد هذه التقنيات على مراقبة تبعثر شدة حزمة من الأشعة السنية الساقطة على العينة كتابع لزاوية السقوط والتبعثر والاستقطاب وطول الموجة أو القدرة[4]، ويستخدم مطياف الأشعة السينية في معرفة العناصر المكونة للمواد والروابط الكيمياوية بين الذرات، وذلك عن طريق إثارة المواد بطيف الأشعة السينية وعند مرور الأشعة السينية على المادة المراد تحليلها، فإن طاقة الأشعة المنبعثة تكون أقل بالمقارنة بطاقة الأشعة الساقطة على العينة، وهذا الفقد في الطاقة للأشعة المنبعثة من

العينة تستخدم في حدوث إثارة داخلية للنظام الذري ويوجد قدر كاف من الطاقة في منطقة الأشعة السينية لإحداث تغيرات في حالة الإلكترونات مثل انتقال الإلكترونات بين المدارات على العكس من المنطقة البصرية والتي يرجع فقد طاقتها إلى حدوث تغيرات دورانية أو اهتزازية للجزيء[5].

الشكل (IV-4): صورة توضح جهاز انعراج الأشعة السينيةDRX

IV-5-3-كاشف الأشعة السينية المشتتة للطاقة (EDX):

هي طريقة تحليلية تستخدم للعثور على التركيبات الكيميائية للعناصر المختلفة وتحدد الوفرة النسبية لعناصر كيميائية معينة على سطح صلب.[6]

IV-5-4-المجهر الالكتروني الماسح SEM:

يعد المجهر الإلكتروني الماسح أحد المجاهر الإلكترونية الذي يصور فيه سطح العينة عن طريق مسحها بواسطة أشعة من الإلكترونات عالية الطاقة حيث تتعامل الإلكترونات مع الذرات المكونة لسطح العينة فتنتج عنها إشارات تتضمن معلومات طبوغرافية عن السطح وتركيبه وبعض خصائص أخرى مثل التوصيلة الكهربائية. وتحتوي أنواع الإشارات الناتجة عن إلكترونات ثانوية وأخرى مشتتة إلى الخلف وأشعة أكس المميزة والضوء، وتنشأ هذه الإشارات من شعاع الإلكترونات الذي يصدم العينة ويتعامل معها عند سطحها.[7]

IV-6-تقدير الفعالية المضادة للأكسدة بالطريقة الكيميائية

هي قياس لقدرة المستخلص أو المركب على تثبيط الجذر الحر أو توقيف عملية الأكسدة، تقدر الفاعلية المضادة للأكسدة بعدة طرق نذكر منها :اختبار (DPPH)، اختبار (FRAP) اختبار(ABTS)، اختبار(LMWA)، اختبار (TRAP) أو اختبار القدرة الإرجاعية(PR) ، وهذه الطرق تعتمد على التلوين ونزع التلوين في طول موجي معين.

وفي هذه الدراسة تم اختيار اختبارين مختلفين DPPHو TAC.

IV-6-1-اختبار تثبيط الجذر الحر DPPH

وهو اختبار مضاد للجذور الحرة وقد عرفها العالم بولواز سنة 1958 ولقد أعتمد في ذلك على توضيح بعض الحسابات الخاصة بمضادات الأكسدة DPPH. ثنائي فينيل هايدرازيل وهي مادة صلبة لونها بنفسجي، يشتق هذا الجذر الحر من جزيئة ثنائي فينيل بكريل هايدرازين وهي مادة صلبة غير جذرية لونها أصفر[8].

هذا الاختبار يعتمد على تثبيط الجذور الحرة حيث يترك 30 دقيقة مباشرة مع مستخلصات المضادة للجذور مع العلم أنالجذر DPPH مستقر نسبيا [9]، ويتفاعل مع جزيئة مضادة للجذور ليتحول إلى DPPH-H مع نقصان الامتصاصية عند طول موجيλ_{max} = 517 nm.

وتحسب نسبة التثبيط المئوية وفق العلاقة التالية:

$$I\% = [(Ao - Ai)/Ao] \times 100$$

A_o=الامتصاصية الضوئية للجذر في غياب العينة.

A_i=الامتصاصية الضوئية للخليط (الجذر + العينة)

وبعد رسم المنحنى نحسبIC_{50} (تركيز المحلول لتثبيط 50% من جذور DPPH).

أ -تحضير الكاشف

يتم تحضير محلول DPPH بإذابة 2 ملغ من ثنائي فينيل هايدرازيل في 50 مل من الميثانول ذو تركيز فنتحصل عن محلول بنفسجي داكن.

ب –طريقة العمل:

نحضر عدة تراكيز مختلفة للعينة المصطنعة المخففة في الميثانول ونأخذ من كل تركيز 1مل ونضيف له 1مل من (DPPH) نجانس المحلول ونتركه 30 دقيقة في الظلام وبعدها تتم القراءة عند طول موجي λ_{max} =517nm.

IV-6-2-اختبار فعالية مضادات الأكسدة الكليةTAC باستعمال موليبدات الأمنيوم

يتم قياس القدرة الكلية المضادة للأكسدة لاكسيد الحديد النانوي باستعمال طريقة الفوسفومولييدات (phosphomolybdenum) حسب Ardestani and Yazdanparast(2007) ، وهي من الطرق المباشرة لقياس القدرة الإرجاعية لمضادات الأكسدة غير الإنزيمية، تعتمد على إرجاع الموليبيدات (MoO_4^{-2}) Molybdate إلى Molybden (Mo) وهذه الأخيرة التي تتميز بلون أخضر فاتح[10][11].

أ) الكاشف: يتكون من

- 4mM من $((NH_4)_2MoO_4)$.
- 0.6M من (H_2SO_4) .
- 28 mM من (Na_2HPO_4) .

إن إجمالي الفعالية المضادة للأكسدة تقدر كميا بواسطة جهاز UV-Visible حيث يستعمل حمض الغاليك أو حمض الأسكوربيك كفينول مرجعي عند طولموجي λ_{max}=695nm. [12]

ب طريقة العمل

يحضر تركيز قدره 1ملغ/مل من النانو المشكل ويتم تخفيفه إلى تراكيز مختلفة، ويأخذ من كل تركيز 0.1 مل في أنابيب ويضاف له 1مل من الكاشف ويترك لمدة ساعة في حمام مائي 95 °Cللحصول على اللون الأخضر، ويترك يبرد ثم تقرأ الامتصاصية تحت طول موجيλ_{max}= 695nm.

IV-7-اختبار الفاعلية البيولوجية ضد البكتيريا

لتقدير الفاعلية المضادة للبكتيريا لأكسيد الحديد النانوي اعتمدنا طريقة الانتشار بالأقراص وذلك بتشبيع الأقراص ب 10µl من أكسيد الحديد النانوي[13]

IV-7-1-المواد وطرق العمل:

للبدء في العمل يتم التنظيف الجيد والتعقيم الجيد لمكان العمل مع تعقيم كل الأدوات في المعقمة والعمل بالقرب من موقد بنزن.

●المواد والمحاليل المستعملة:

المركبات المحضرة (التراكيز الأربعة المخففة لكل مركب). أقراص المضاد الحيوي GENTAMICINE 10 ملغ/ القرص. وسط الزرع Muller Hinton (وسط جيلوزي) يستعمل لكل الأنواع البكتيرية المختبرة، ماء فيزيولوجي NaCl 5مل. ماء مقطر معقم منزوع الأيونات.

●الأجهزة والأدوات المستعملة

-حاضنة

-جهاز التعقيم "موصدة

-ماسح قطني معقم

موقد بنزن-

-ماصة دقيقة (ماصة ميكروليترية) حجم (0-5) ميكرولتر

- ماصة باستور

- جاجيات مختلفة. -أطباق بتري. - أنابيب اختبار مغلقة. -حمام مائي.

IV-7-2-السلالات البكتيرية المدروسة

السلالة البكتيرية	طبيعة الجدار الخلوي
Staphylococcus	Gram positive
Pseudomonas aeruginosa	Gram negative
Echerichia coli	Gram negative
Klebsiella Pneumoniae	Gram negative

IV-7-3-طريقة العمل:

●تحضير الوسط الزراعي:

- نقوم بتعقيم وسط MH-(Muler-Hinton) في Autoclave

- نسكب من الوسط (MH) في علبة بتري ذات قطر قدره 9 سم حتى النصف تقريبا ونتركها تجمد على سطح طاولة المخبر تتم العملية أمام موقد حراري من أجل خلق وسط معقم.

●تحضير المعلق البكتيري

- نأخذ بإستخدام ملقاط بلاتيني جذمة بكتيرية لإحدى الأنواع البكتيرية، ونغمسها في أنبوب إختبار يحوي 10مل من كلوريد الصوديوم.

- ثم نسكب 01 مل من المعلق الميكروبي في علب بتري ونوزعها بإستعمال ساحبة(Rataux)، بحيث تشمل كل الحواف ونتركها في الحاضنة لمدة 15 د في درجة حرارة 37 °م.

●تحضير الأقراص

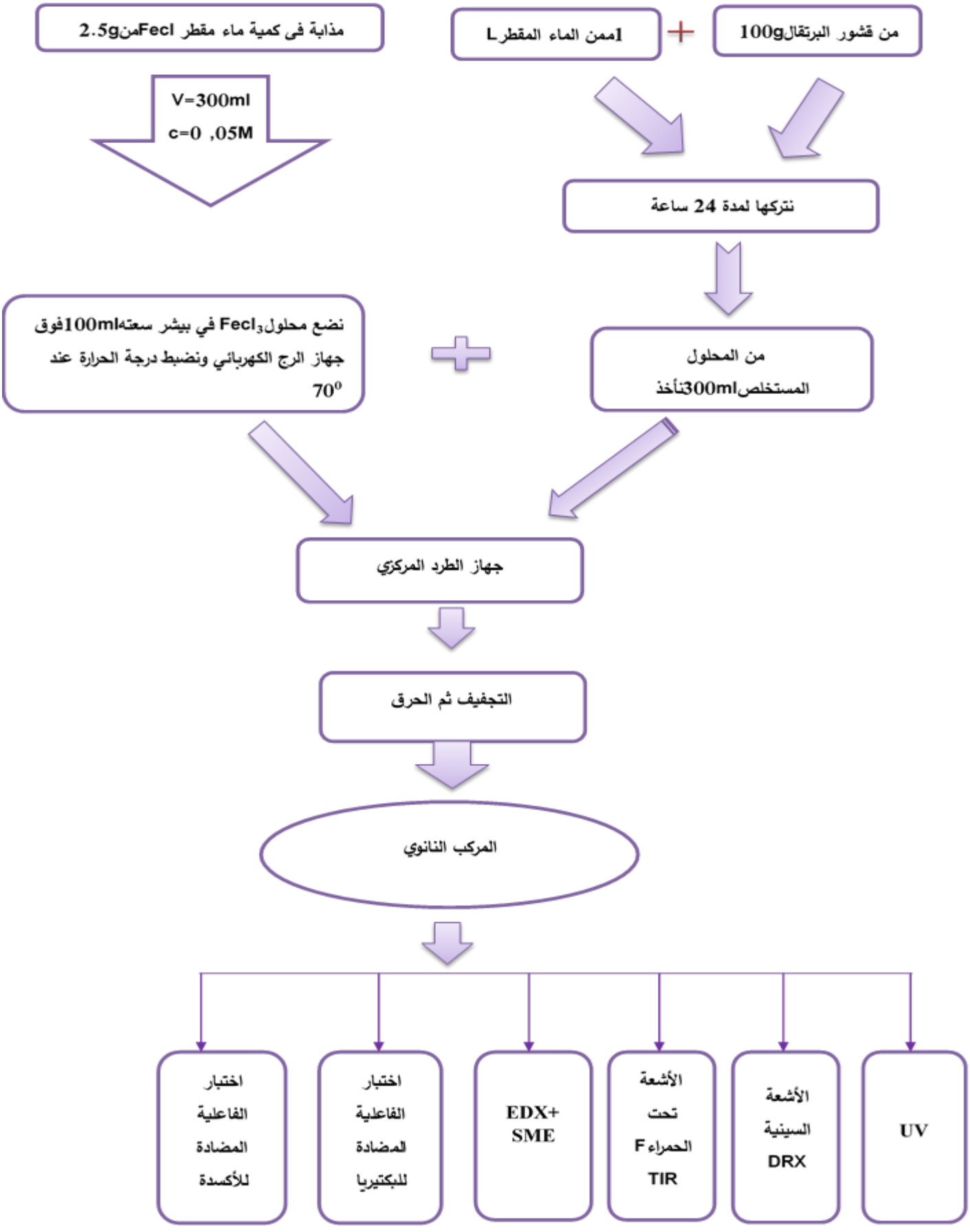
بواسطة آلة خاصة يقص ورق الترشيح إلى أقراص بقطر 6 ملم، ثم نضعها في أنبوب اختبار للتعقيم في درجة حرارة عالية ثم نشبع الأقراص بأكسيد الحديد النانوي المحضر.

***قراءة النتائج**:

-أكسيد الحديد النانوي له قدرة فعالة ضد البكتيريا إذا كان قطر التثبيط أكبر من محيط القرص.

-وجود منطقة واضحة حول القرص يدل على أن الاختبار إيجابي وغيابها دلاله على أنه سلبي.

-يتم قياس أقطار التثبيط بواسطة مسطرة من ثلاث جهات وحساب المتوسط.



الشكل (IV-5): مخطط شامل لعملية الاستخلاص والتصنيع

المراجع

قائمة المراجع باللغة العربية:

[1] – ابراهيم زامل الزامل، **الكيمياء التحليلية – التحليل الآلي**، الطبعة الثالثة، دار الخريجي للنشر والتوزيع، 1998.

[2] – فاتن شـومان، **محاضـرة الكيمياء التحليلية الصـيدلية طرق الفصـل**، الفصـل الأول الاسـتخلاص بالمذيبات.، جامعة الشام الخاصة، 2020.

[3] – تقنية مختبرات كيميائية، "**طرق التحليل الطيفي** "، المملكة العربية السعودية، المؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني، ص 30.

[4] –نور الهدى المهدي غيث، منى مهدي كرى، **حيود الأشـــعة الســـينية في البنية البلورية**، بحث لنيل شهادة البكالوريوس، كلية العلوم، قسم الفيزياء، جامعة سبها،2015.

[5]– نورس علاء جليل،.**طيف الأشـــعة الســـينية**"، بحث لنيل شـــهادة البكالوريوس في علوم الكيمياء، كلية العلوم، قسم الكيمياء، جامعة القادسية، 2008.

[7]–ا. د. محمود محمد سليم صالح، "تقنية النانو وعصر علمي جديد"، المملكة العربية السعودية، الرياض، 2015.

قائمة المراجع باللغة الأجنبية:

[6]- Dhivya, S., Hussain, S. I., & Kalaiselvam, S. (2020). Novel metal coated nanocapsules of ethyl esters fatty acid eutectic mixture as phase change material with enhanced thermal conductivity for energy storage applications. Thermochimica Acta, 687, 178581.

[8]- Benzie, I. F., & Strain, J. J. (1996). The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of "antioxidant power": the FRAP assay. Analytical biochemistry, 239(1), 70-76.

[9]- Dhull, S. B., Kaur, P., & Purewal, S. S. (2016). Phytochemical analysis, phenolic compounds, condensed tannin content and antioxidant potential in Marwa (Origanum majorana) seed extracts. Resource-Efficient Technologies, 2(4), 168-174.

[10]- Singh, J. P., Kaur, A., Singh, N., Nim, L., Shevkani, K., Kaur, H., & Arora, D. S. (2016). In vitro antioxidant and antimicrobial properties of jambolan (Syzygium cumini) fruit polyphenols. LWT-Food Science and Technology, 65, 1025-1030.

[11]- Ardestani, A., & Yazdanparast, R. (2007). Inhibitory effects of ethyl acetate extract of Teucrium polium on in vitro protein glycoxidation. Food and chemical toxicology, 45(12), 2402-2411..

[12]- Asadi, S., Ahmadiani, A., Esmaeili, M. A., Sonboli, A., Ansari, N., & Khodagholi, F. (2010). In vitro antioxidant activities and an investigation of neuroprotection by six Salvia species from Iran: a comparative study. Food and chemical toxicology, 48(5), 1341-1349.

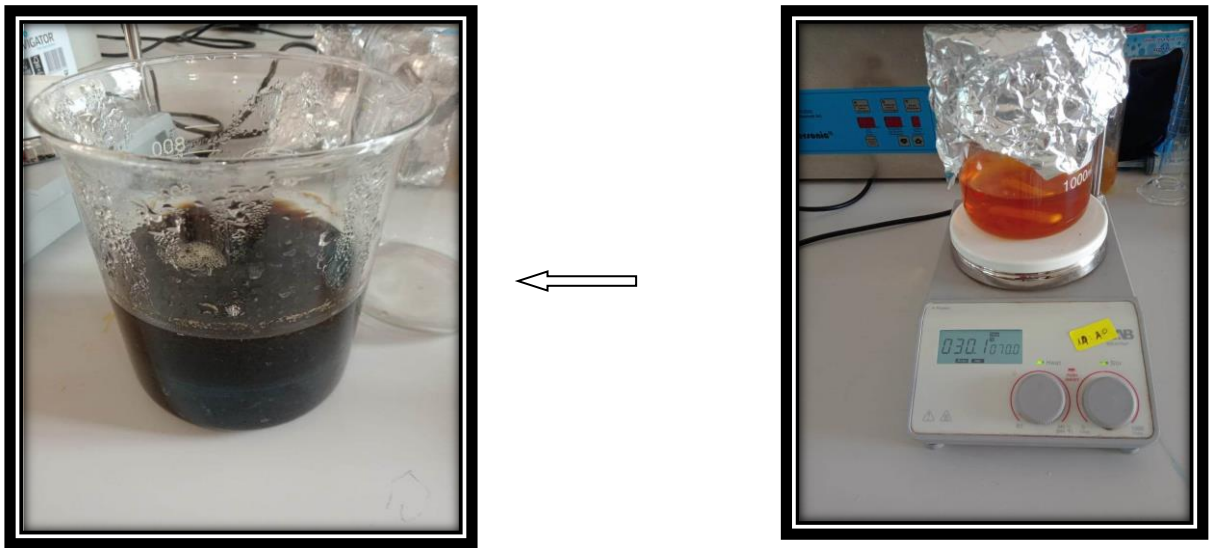
[13]- Balouiri, M., Sadiki, M., & Ibnsouda, S. K. (2016). Methods for in vitro evaluating antimicrobial activity: A review. Journal of pharmaceutical analysis, 6(2), 71-79.

الفصل الخامس

تحليل النتائج والمناقشة

V-1-تخليق جزيئات أكسيد الحديد النانوية FeO-NPs:

يتغير لون محلول كلوريد الحديد ($FeCl_3$) ذو تركيز 0.05 M مع المستخلص النباتي *Citrus sinensis* من أحمر أجوري إلى بني مسود وهذا يشير إلى تكوين أكسيد الحديد وهذا ما اتفق عليه في بعض دراسات:



الشكل(V-1): تغير اللون أثناء عملية تخليق جزيئات أكسيد الحديد النانويةFeO-NPs

يعتبر تغير اللون مؤشرا واضحا على بداية التخفيض الحيوي لأيون الحديد وما يترتب على ذلك تكوين جزيئات أكسيد الحديد النانوية[1].

تم تصنيع FeO-NPs بيولوجيًا بنجاح بطريقة صديقة للبيئة وسهلة وبسيطة باستخدام مستخلص قشر *Citrus sinensis*. حيث وجد أن هذه قشور فعالة للغاية في التخليق الحيوي لـFeO-NPs. تم استخدام *Citrus sinensis* في التخليق الأخضر لـFeO-NPs. لأنه مسؤول عن تقليل أيونات الحديد إلىFeO-NPs. تم تعيين FeO-NPs. ذات اللون الأسود، حيث لوحظ التخليق الحيوي لـ FeO-NPs. مع تغير لون محلول كلوريد الحديد بعد ارجاع أيونات الحديد. تم التأكد من تركيب FeO-NPs. من خلال تغيير لون المحلول من الأصفر إلى البني ثم الأسود[2]. ونجد أن هناك توافق بين النتيجة التي تحصلنا عليها والنتيجة المتحصل عليها في العديد من الدراسات السابقة مثل:

- تصنيع جسيمات أكسيد الحديد النانوية باستخدام مستخلص أوراق (*Bauhinia tomentosa*)، لوحظ التحول في لون المحلول من بني برتقالي إلى راسب أسود. ويتم تقليل محلول كلوريد الحديد بتركيز 0.01M إلى أكسيد الحديد ويترسب في مستخلص الأوراق. يتجسد هذا التفاعل في صحبة عوامل مؤكسدة مثل فيتامين

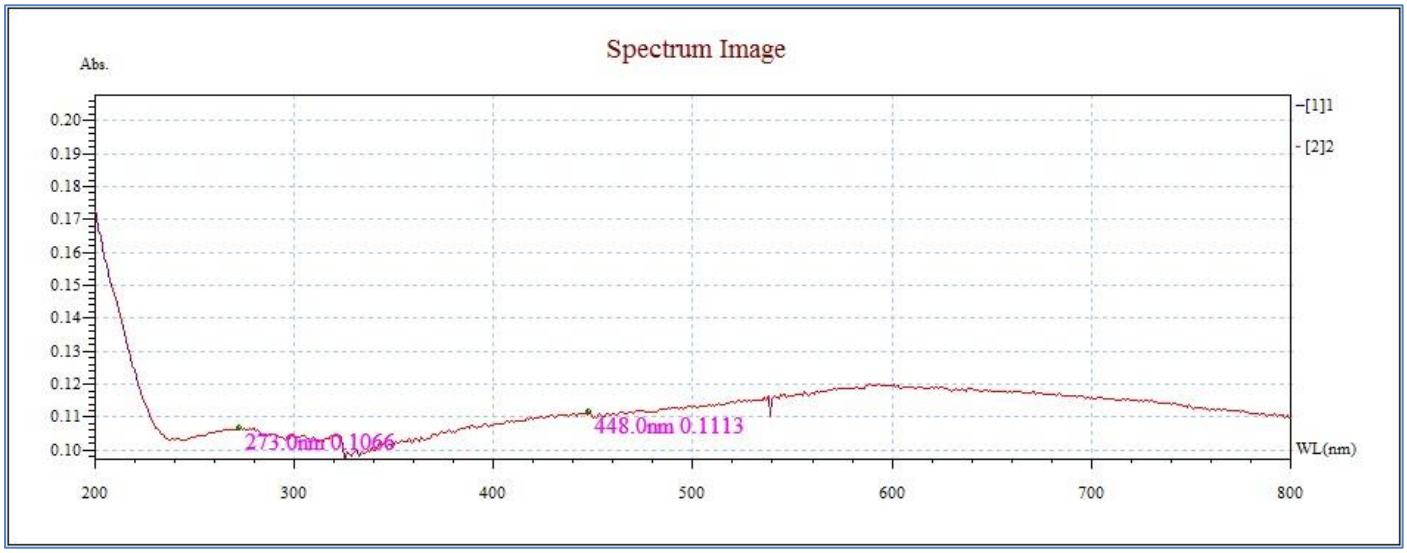
E.[3] تعمل المواد الكيميائية النباتية مثل مركبات الفلافونيدات والكينين والعفص وما إلى ذلك كعوامل استقرار في إنتاج الجسيمات النانوية في وجود مذيب قطبي (الماء)، وقد تلعب الفينولات المائية والتربينويدات دورًا مهمًا في تكوين وتغطية واستقرار جزيئات أكسيد الحديد النانوية. [4] أيضا، بسبب رنين Plasmon السطحية، لوحظ تغير اللون. [5]

- تم تأكيد تركيب الجسيمات النانوية لأكسيد الحديد باستخدام مستخلص زهرة *Hibiscus rosasinensis* مبدئيًا من خلال تغيير مميز في لون محلول المستخلص من الأصفر إلى البني الداكن عندما يضاف محلول ملح الحديد. [6]
- كما تم تصنيع جزيئات أكسيد الحديد النانوية بأحجام وأشكال مختلفة عن طريق التخليق الأخضر باستخدام مستخلصات نباتية مثل:[7] Musa ornate ، [8]Averrhoabilimbi،[9]Juglansregia و Asparagus racemosus[10] حيث تم تأكيد تكوين جزيئات أكسيد الحديد النانوية من خلال الملاحظة الدقيقة لتغير اللون أثناء التفاعل.

V-2-تحليل الطيف الناتج من جهاز مطيافية الأشعة المرئية وفوق البنفسجية للمركب محضرة بعد الحرق:

تم تسجيل أطياف الجسيمات باستخدام مطيافية UV-vis عن طريق أخذ التشتت المائي لFeO-NPs وتم مسحها ضوئيا في حدود 200-800 نانومتر.

- حيث نلاحظ ذروة عريضة عند 448 نانومتر دليل على تشكل جزيئات أكسيد الحديد، أما ذروة الصغيرة التي لوحظت عند 273 نانومتر في منطقة الاشعة فوق البنفسجية قد تكون بسبب الجزيئات العضوية الصغيرة الموجودة في خليط التفاعل (أنظر الشكل (V-2)).



الشكل (V- 2): طيف UV-vis للمركب محضرة بعد الحرق

ونجد أن هذه النتائج تتوافق مع العديد من الدراسات السابقة، حيث لوحظ وجود نطاق امتصاص عريض مع عدم وجود قمم محددة بين 300 و800 نانو متر، مما يأكد تكوين FeO-NPs، كما تم الحصول على نوع مماثل من نطاق الامتصاص ل $\alpha-Fe_2O_3$، لجزيئات نانوية تم تصنيعها من مصادر نباتية مختلفة مثل مستخلص جذور *Arisaema amurense*[11] *Spondias dulcis*[12] ومستخلص أوراق *Pheonix dactylifera*[13]. وفي دراسة أخرى لاحظوا أن الامتصاص بين 350-450 نانومتر أطوال موجية تشير إلى تكوين جزيئات أكسيد الحديد[14].

V-3-تحليل الطيف الناتج من جهاز مطيافية الاشعة تحت الحمراء FTIR :

V-3-1-تحليل الطيف الناتج من جهاز مطيافية الاشعة تحت الحمراء للمستخلص قشور *Citrus sinensis* :

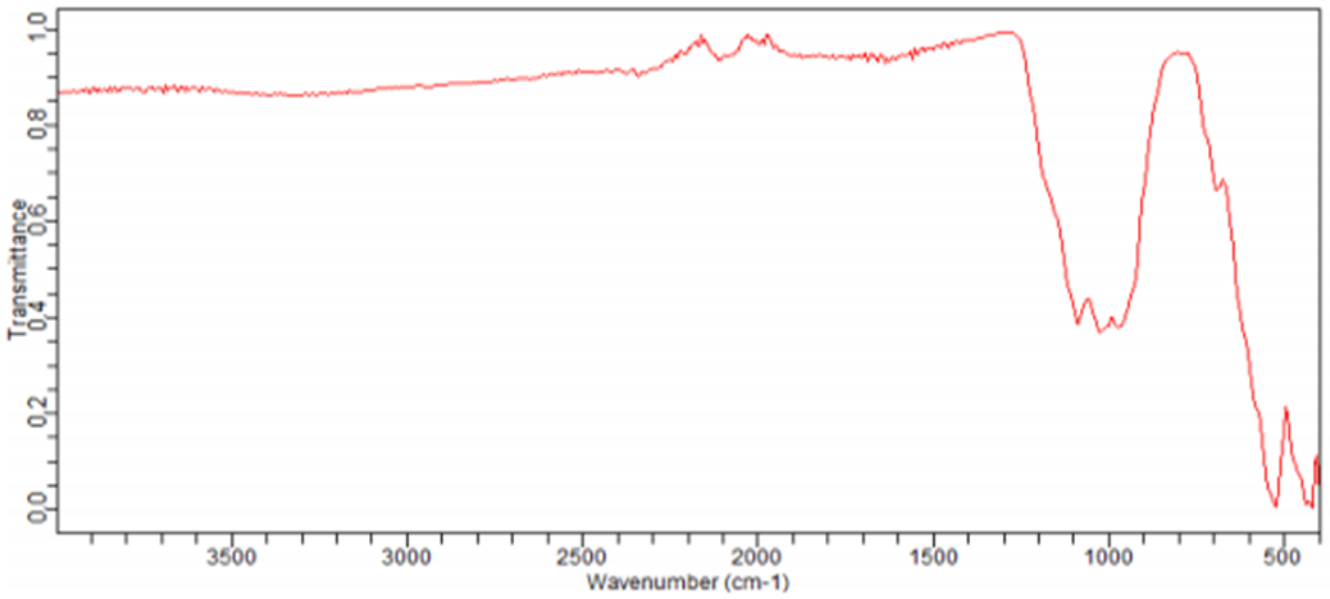
تم إجراء تحليل FTIR لتحديد الجزيئات الحيوية المسؤولة عن ارجاع أيونات الحديد الموجودة في مستخلص ***Citrus sinensis*** :

نلاحظ في الشكل (V-3) ظهور قمة عريضة عند تقريبا حوالي $3355.2cm^{-1}$ التي تمثل اهتزازات تمدد **O-H** وهذه النتيجة وفقًا لما قاله (Mahdavi et al) الذي لاحظ الذروة حوالي 3355 سم [15].

القمم التي لوحظت عند $2950cm^{-1}$ و**$2800cm^{-1}$** تمثل على التوالي اهتزازات التمدد **C-H** غير المتناظرة والمتناظرة لمجموعة الميثيل [16] ، **$1650cm^{-1}$** التي تمثل اهتزازات تمدد **C=O** [17] وعصابات من $1005cm^{-1}$ الى $1615cm^{-1}$ تشير إلى وجود المركبات الفينولية [18]

V-3-2-تحليل الطيف الناتج من جهاز مطيافية الاشعة تحت الحمراء للمركبات المحضرة بعد الحرق:

تم تسجيل أطياف الجسيمات FT-IR عن طريق مسح العينة في حدود 400-4500 cm^{-1}



الشكل(V−4): طيف FTIR للمركب المحضرة بعد الحرق

نلاحظ في الشكل **(V−4)** نطاقات الامتصاص عند $400-540cm^{-1}$ كان هذا امتصاص غائب في المستخلص النباتي *Citrus sinensis* مما يشير الى تكوين جزيئات أكسيد الحديد النانوية تم تأكيد عن ملاحظة مماثلة من قبل العديد من الدراسات[19,20]. وحيث اتفقت عليه في بعض دراسات:

تم اثبات وجود جزيئات أكسيد الحديد النانوية من خلال نطاقات الامتصاص عند $538-295\ cm^{-1}$ تقريبا والتي تأكد على تمدد Fe-O [21].

تم تأكيد وجود جزيئات الحديد النانوية من خلال الذروة التي تم العثور عليها في 541.66 سم نتيجة اهتزازات تمدد رابطة Fe-O. لاحظ **وانج (Wang) وزملاؤه** أيضًا اهتزازات تمتد لرابطة Fe-O عند 540 سم تقريبًا.

تم تقييم العصابات التي تمت ملاحظتها بين $400-570\ cm^{-1}$ بينما تم تسجيل العصابات على cm^{-1} 470 وcm^{-1} 540 تعتبر من الهيماتيت [22].

في النتائج الحالية التي توصلنا إليها، تؤكد أطياف FTIR تخليق FeO-NPs ووجود المركبات الفينولية في مستخلص قشور *Citrus sinensis*

V-4-تشخيص الأكسيد المحضرة بجهاز حيود الأشعة السينيةDRX:

تم تشخيص التركيب البلوري لمسحوق أكسيد الحديد النانوية المحضر بجهاز حيود الأشعة السينية ومواقع القمم موضحة في الشكل (V-5). وعرضها يوضح أن الحجم النانوي لأكسيد الحديد صغير. ويتم حساب حجم الجسيمات النانوية للعينة المحضرة باستخدام معادلة دبياي – شيرر (Deye-Sherer):

$$D=\frac{K.\lambda}{cos\theta.\beta}$$

D: دالة حجم الجسيمات محسوبة من علاقة دبياي – شيرر.

λ: هو طول موجة الأشعة السينية Å 1.5406 =λ

ß: أقصى عرض لمنتصف القمة.

θ: زاوية براك.

K: ثابت يسمى عامل الشكل ويساوي 0.94.

يوضح الشكل نمط **DRX** لجسيمات أكسيد الحديد النانوية بتركيز M 0.05، حيث يعد حيود الأشعة السينية DRX أداة مهمة لدراسة تكوين البلورات وتقدير الحجم البلوري لـ NPs المصنَّعة. كشفت القمم التي لوحظت في تحليل DRX عن الهيماتيت، والجدول التالي يوضح قيم المستويات البلورية:

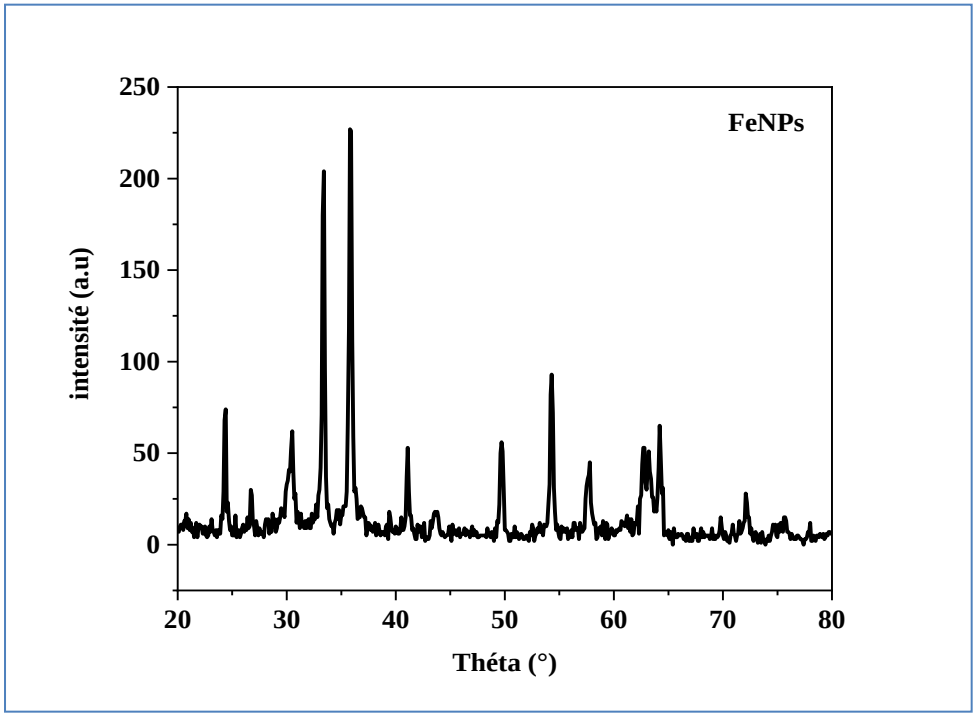
D (nm)	h k l	2θ (º)
28.76	012	24.3680
29.34	104	33.3677
29.54	110	35.8428
30.02	113	41.0910
23.23	024	49.7148
31.59	116	54.2986
10.54	214	62، 9081
33.19	300	64، 2798

نستنتج من نمط DRX أن مسحوق لأكسيد الحديد المحضر يحتوي على بنية بلورية متجانسة الوجوه. كانت القمم المميزة القوية الرئيسية لجسيمات أكسيد الحديد النانوية متوافقة مع القيم البلورية (012)، (104)، (110)، (113)، (024)، (116)، (214)، (300) على التوالي من أكسيد الحديد وفقا للبطاقة JCPDSرقم 89-8104.

وبالمثل، (Malarkodi et al.، 2018) ذكرت أن نمط DRX للقمم يكشف أن جزيئات أكسيد الحديد النانوية التي تم تصنيعها بواسطة مستخلص Emblica officinalis هي بلورية في الطبيعة وهيكل معيني الشكل.

كان متوسط حجم الحبيبات العينة 27.02 نانومتر، والذي تم حسابه باستخدام العلاقة الموضحة في المعادلة دبياي – شيرر.

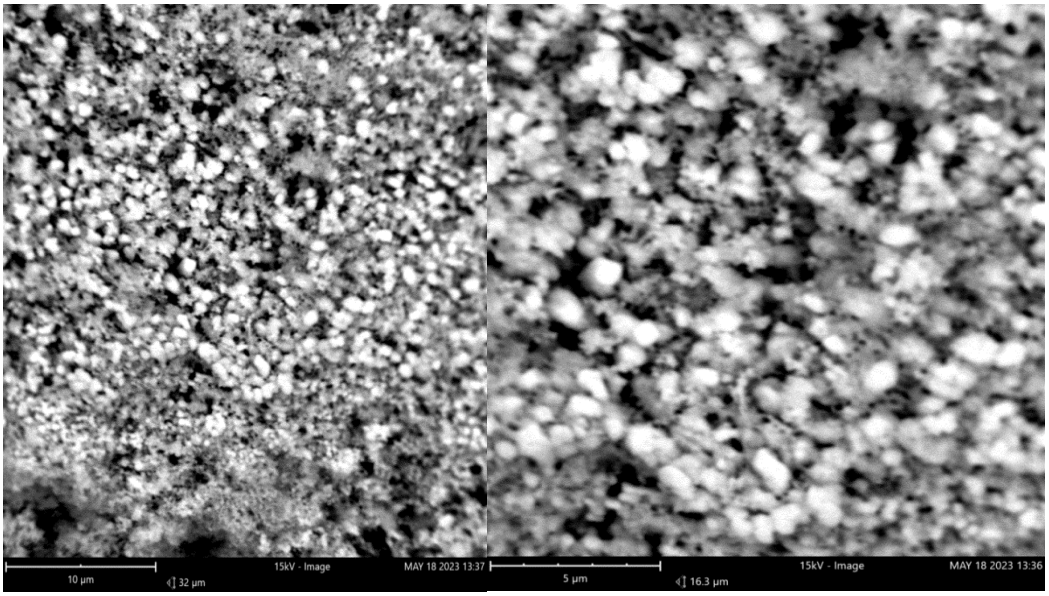
وهذه المؤشرات تدل على تشكل مسحوق أكسيد الحديد النانوي المحضر نوعه هيماتيت يتبلور في النظام معيني السطوح.



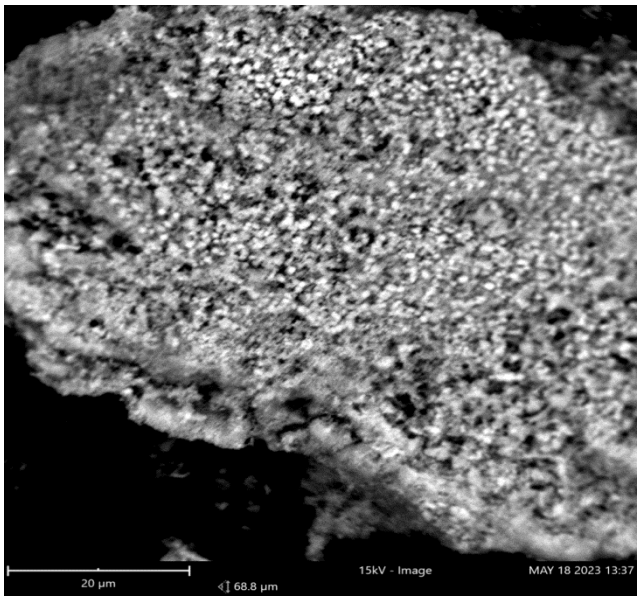
الشكل(V-5): نمط الحيود الأشعة السينية DRX لجزيئات أكسيد الحديد النانوية

V-5-المجهر الالكتروني الماسح (SEM):

تم تسجيل صور SEM الخاصة بـ Fe-ONPS المركب باستخدام مجهر المسح الإلكتروني FEI Quanta 250بينما تم استخدام جهد تسريع 15.00 كيلو فولت للتحليل. يظهر حجم وشكل Fe-ONPS في الشكل (V-6) و(V-7). تم استخدام قوى تكبير مختلفة لصورة SEM لجسيمات الحديد النانوية.



الشكل(V-6): صور SEMلـ Fe-ONPSبتكبير 10 و 5 ميكرومتر على التوالي



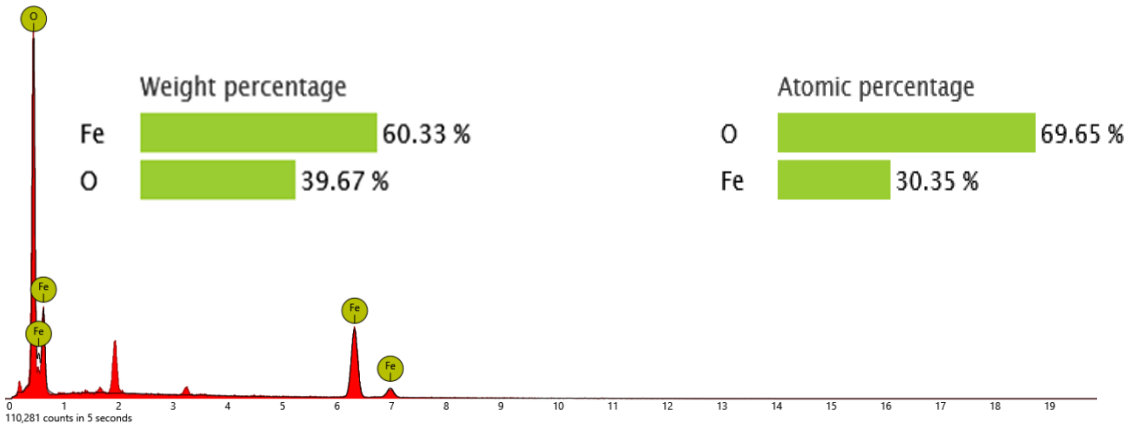
الشكل (V-7): صور SEM لـFe-ONPS بتكبير 20 ميكرومتر

- بسبب أحجام التكبير المختلفة، يتراوح متوسط الحجم بين 5 ميكرومتر إلى 20 ميكرومتر.

- تكشف صور SEMأن Fe-ONPS كان أيضًا كروي الشكل وفي شكل مجموعات. يذكر أنها جسيمات صغيرة الحجم تشكل تجمعات بسبب طاقتها السطحية المحددة ولهذا السبب تم الحصول على صور SEMغير

واضحة.[23] تتوافق نتائجنا مع Njagi E et al, 2010[24] التي صنعت جزيئات أكسيد الحديد النانوية من نخالة الذرة الرفيعة والجسيمات النانوية الكروية الشكل. كذلك، تتوافق النتائج الحالية أيضًا مع نتائج Devatha et al., 2018 [25] فقد قاموا بتصنيع جزيئات أكسيد الحديد النانوية بيولوجيًا من *Azardirachta Indica* ولاحظوا الجسيمات النانوية الكروية الشكل في صور SEM. وكما تم أيضا الكشف عن مجموعة كروية في صور SEMلجسيمات أكسيد الحديد النانوية FeO المصنعة حيوياً من زعتر شيرازي وقشور الفستق الخضراء [26].

V-6-كاشف الأشعة السينية المشتتة للطاقة (EDX):



الشكل(V-8): طيف الأشعة السينية المشتت للطاقة (EDX) من Fe_2O_3-NPs المركب باستخدام مستخلص قشور *Citrus sinensis*

- يتم عرض طيفEDX في الشكل(V-8)

أظهر طيف EDX عن وجود 60.33% من الحديد و39.67% من الأكسجين. وأظهر كذلك النسب الذرية 39.67٪ أكسجين و60.33٪ حديد، أشارت نتائج EDX هذه إلى النقاوة البلورية للجسيمات النانوية Fe_2O_3 المُصنَّعة. كما أن عدم وجود قمم للعناصر الأخرى يشير إلى النقاوة البلورية للمادة المركبة. وقد تم العثور عن نتائج EDXمماثلة في دراسة سابقة لـ Fe_2O_3-NPs[27].

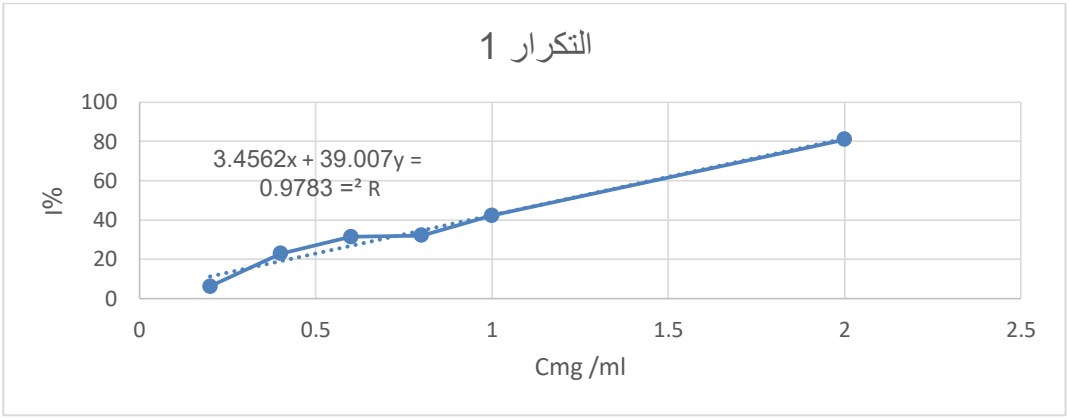
- حيث أكد EDXوجود كل من الحديد والأكسجين مما يشير إلى اختزال أيونات الحديد إلى أكسيد الحديد بواسطة مستخلص*Citrus sinensis*. وهذا يتوافق مع النتائج المتحصل عليها [28].

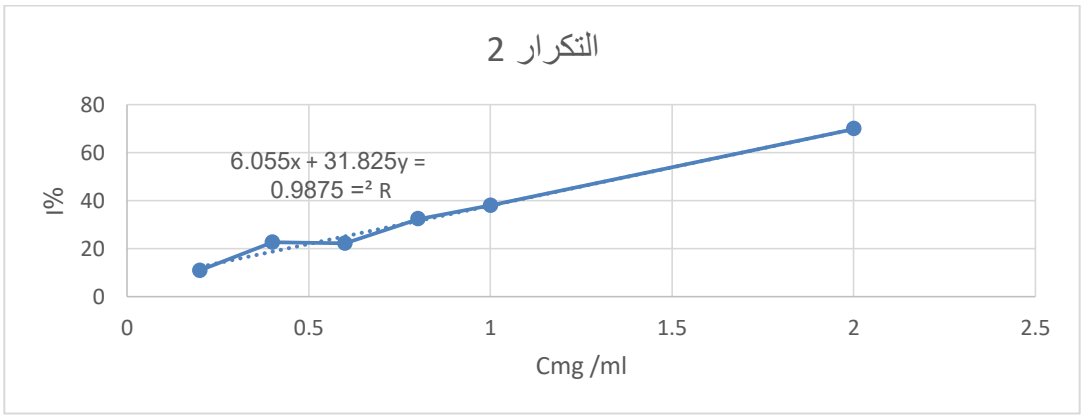
- تبدأ ذروة سعة الحديد من 0.6 إلى 7 كيلو فولت. يؤكد الشكل وجود عناصر الحديد في المركبات باستخدام EDX.أظهرت النتائج أيضًا النسبة العالية للحديد الموجود في الجسيمات. كشف أطياف EDX عن وجود قمم حديدية في أربعة مناطق مختلفة (0.6 و0.7 و6.4 و7.0). وهذا ما اتفق عليه في هذه الدراسة [9]

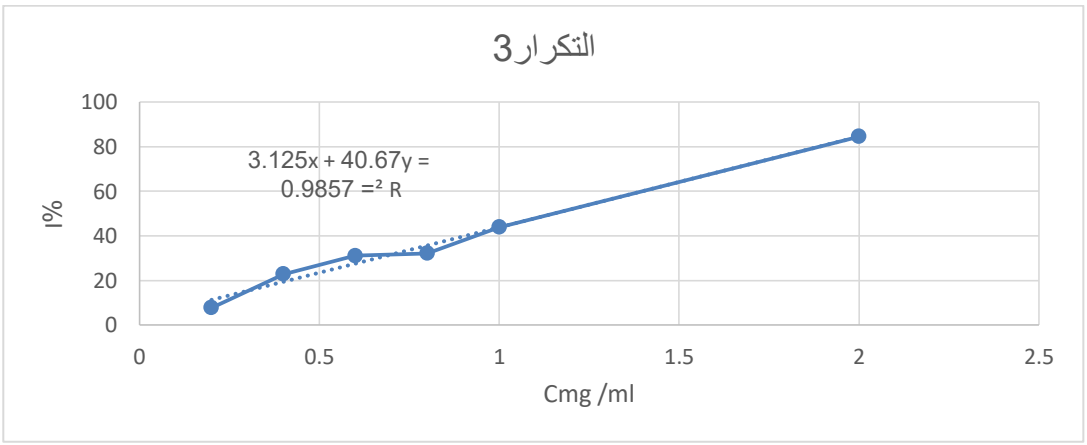
V-8-تقدير الفاعلية المضادة للأكسدة:

V-8-1-القدرة التثبيطية للجذر الحرDPPH:

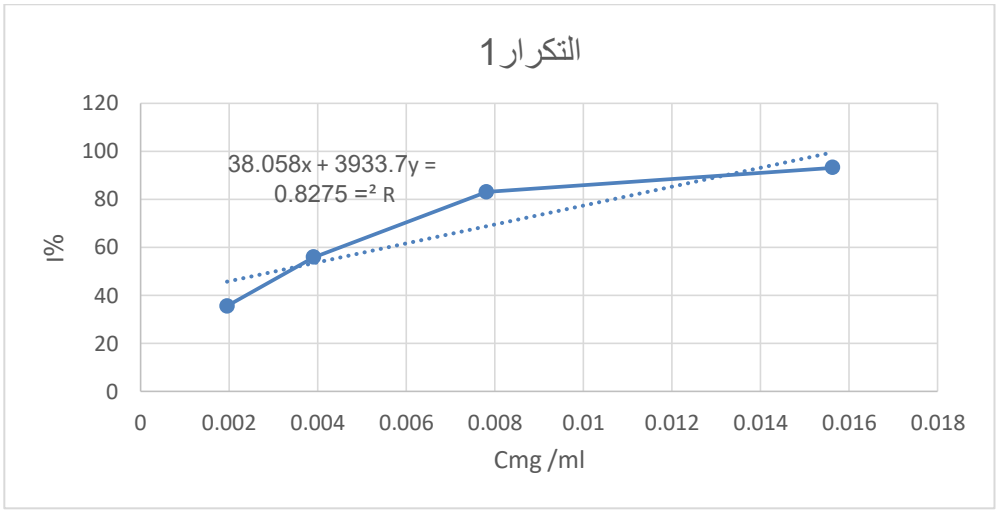
يمثل الشكل (V-9) و(V-10) منحنيات تغيرات تثبيط جذر DPPH بدلالة تركيز لكل من (جسيمات الحديد النانوية والشاهد الموجب (حمض الاسكوربيك). يتضح من خلال المنحنيات أن أكسيد الحديد له نشاط كابح للجذر الحر DPPH يتضح من خلال الزيادة الواضحة لنسبة التثبيط والموافقة مع زيادة التركيز.

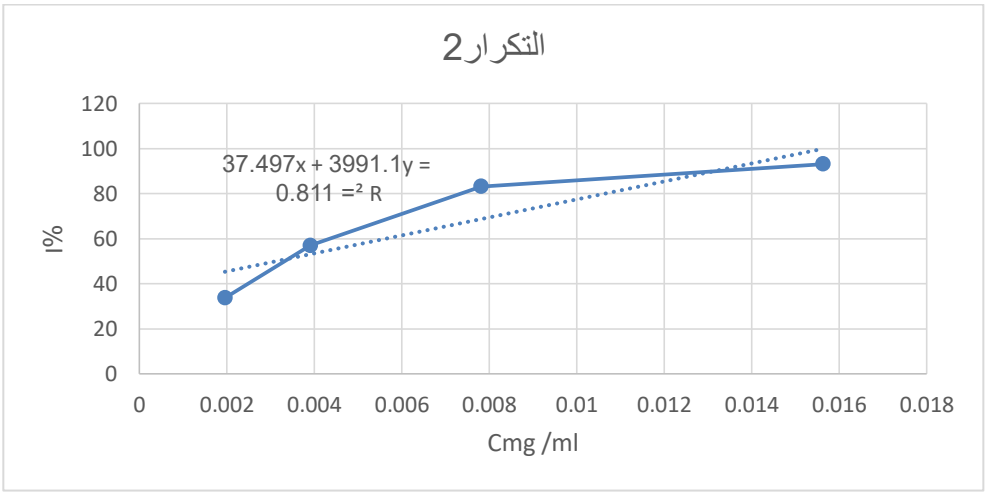


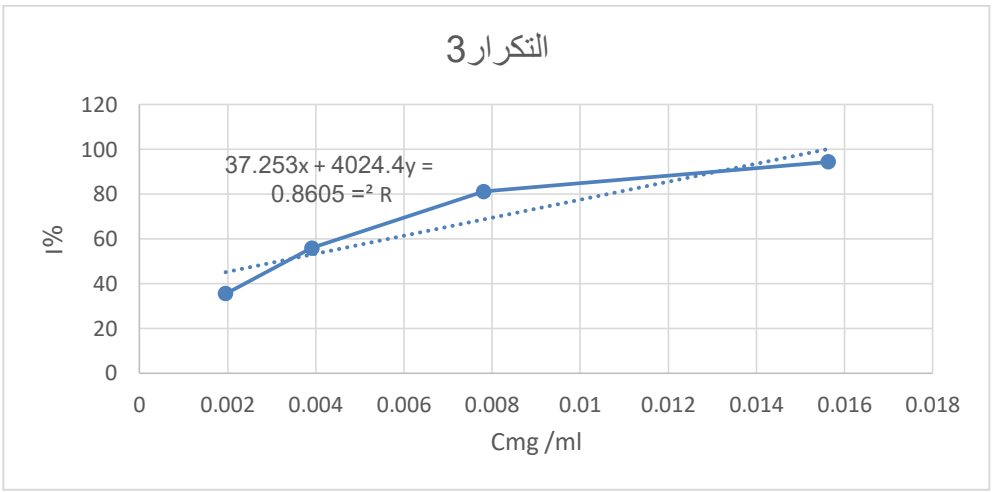




الشكل (V-9): منحنيات نسبة تثبيط الجذر الحر DPPH(%i) بدلالة تركيز أكسيد الحديد النانوي (mg/ml)







الشكل (V-10): منحنيات نسبة تثبيط الجذر الحرDPPH (I%) بدلالة تركيز حمض الاسكوربيك (mg/ml)

من خلال المنحنيات السابقة نحسب قيم IC_{50}.

جدول (V−1): قيم IC_{50} لأكسيد الحديد النانوي وحمض الاسكوربيك

	أكسيد الحديد النانوي	حمض الأسكوربيك
IC_{50}(mg/ml)	1.273±0.10	0.0031±0.000035

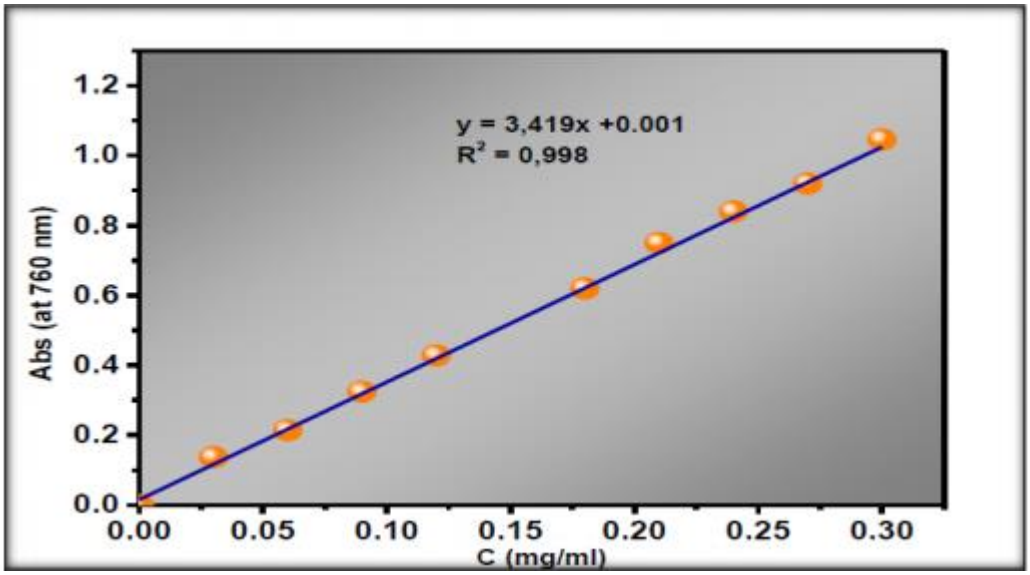
تفسير النتائج:

تحمي مضادات الأكسدة الخلايا من أنواع الأكسجين التفاعلية(ROS)، والتي يمكن أن تسبب أضرارًا مؤكسدة. النشاط المضاد للأكسدة لجزيئاتFe_2O_3 النانوية المركب من مستخلص قشور البرتقال. تم تحديده باستخدام طريقة DPPH.تم استخدام قيمةIC50 لحساب نشاط مضادات الأكسدة. تُظهر قيمةIC50 تركيز مضادات الأكسدة المطلوبة لتقليل الجذور الحرة بنسبة 50٪. كلما انخفضIC50، كان نشاط الكسح لعينات مضادات الأكسدة أفضل. [29]

أظهرت النتائج قدرة كسح جزيئات Fe_2O_3 النانوية المركبة وحمض الأسكوربيك القياسي لجذر DPPH قيم IC50 1.273±0.10 ملغ/مل و0.0031±0.000035 ملغ/مل. أثبتت الدراسات السابقة أن جزيئات Fe_2O_3 النانوية لها أنشطة ممتازة مضادة للأكسدة[30، 32،31]لذلك، حيث يقوم Fe_2O_3 بكسح الجذور الحرة عن طريق نقل ذرات الهيدروجين أو التبرع بالإلكترونات لجذور DPPH. نتيجة لذلك، يمكن أن يوقف عملية الأكسدة ويمنع الضرر التأكسدي للبروتينات والأحماض النووية والكربوهيدرات والدهون[33]. وبالتالي، فإن النشاط المضاد للأكسدة المحتمل لجزيئات Fe_2O_3 النانوية يمكن أن يكون مفيدًا كعوامل مضادة للسرطان وأمراض ضارة أخرى في المستقبل[34].

V−8−2−قيم إجمالي القدرة المضادة للأكسدة(TAC):

الشكل (V−11) يمثل المنحنى القياسي لحمض الغاليك الذي يبين تغير الامتصاصية (A) بدلالة التركيز(mg/ml).



الشكل (V−11): المنحنى القياسي لحمض الغاليك

من خلال الشكل (V−11) تحصلنا على قيم إجمالي القدرة المضادة للأكسدة (TAC) والتي قدرت ب $(0.0119 \pm 0.0006(mg/g))$

تفسير النتائج:

من خلال اختبار phosphomolybdate تبين أن قيمة النشاط المضاد للأكسدة الكلي لجسيمات الحديد النانوية الاصطناعية الخضراء كانت منخفضة وذلك مقارنة مع ما توصل إليه Abdullah وآخرون،[35] حيث كانت قيم النشاط الكلي المضاد للأكسدة تتراوح بين 77−180 (mg/g) على حسب تركيز كلوريد الحديد مع مستخلص أوراق النخيل.

ممكن يعود الاختلاف ما بين الدراسات إلى الاختلاف في طريقة التخليق أو في المادة النباتية المستعملة أو في طريقة الاستخلاص والمذيب المستعمل.

V−9−الفعالية المضادة للبكتيريا:

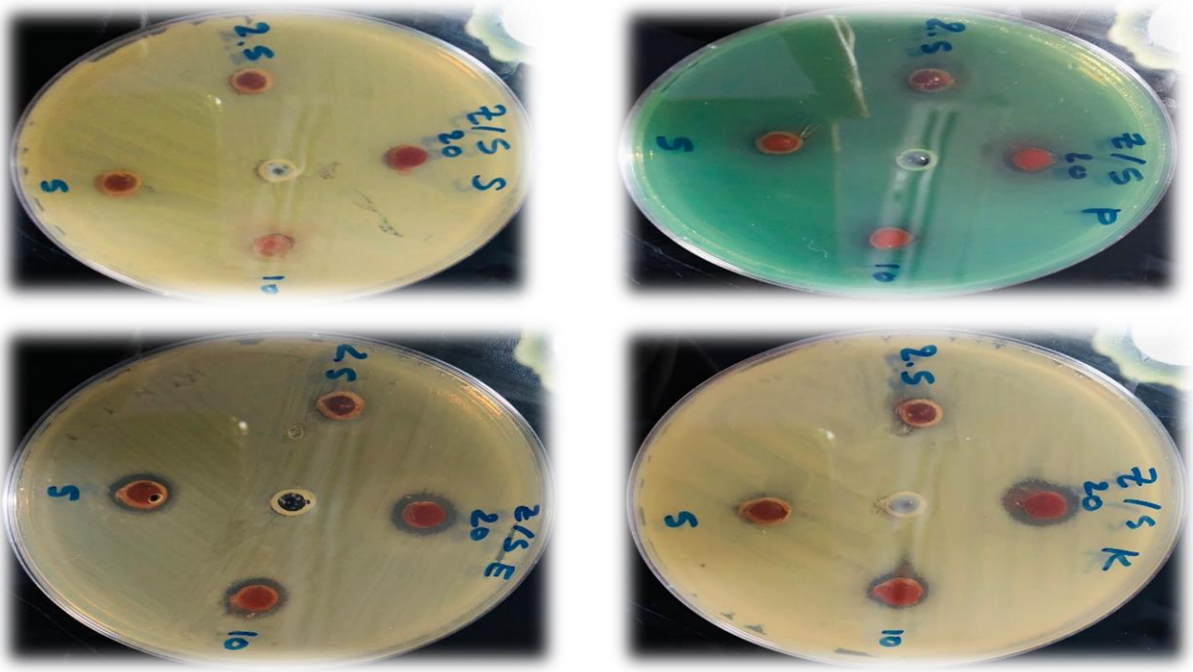
V−9−1−النتائج:

بعد الحضن لمدة 24 ساعه تم قياس قطر التثبيط حول الأقراص المشبعة بأكسيد الحديد النانوي بتراكيز مختلفة، حيث أن المذيب DMSO لم ينتج عنه أي قطر تثبيطي، والنتائج المتحصل عليها مدونه في الجدول التالي:

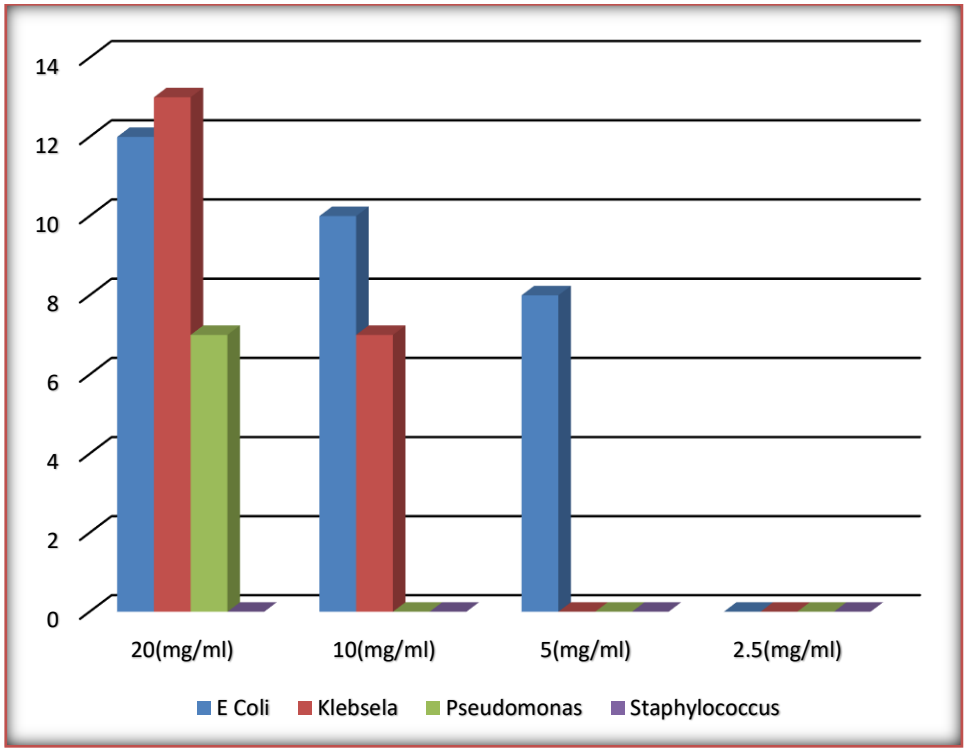
جدول (V-2): أقطار التثبيط لأكسيد الحديد النانوي ضد أنواع البكتيريا المدروسة

قطر منطقة التثبيط(ملم)				
%12,5 2.5(mg/ml)	%25 5mg/ml	%50 10(mg/ml)	%100 20(mg/ml)	التراكيز
NA	7±1.41	10±0.0	11.5±0.70	*Escherichia coli* ATCC 25922
NA	NA	NA	6.5±0.70	*Pseudomonas aeruginosa ATCC* 27853
NA	NA	9.5±0.70	12.5±0.70	*Klebsiella pneumoniae* ATCC 13883
NA	NA	NA	NA	*Staphylococcus aureus* ATCC 25932

NA :No Activity



الشكل (V-12): أقطار مناطق التثبيط(ملم) لجسيمات أكسيد الحديد النانوي



الشكل (V-13): أعمدة بيانية توضح أقطار التثبيط لأكسيد الحديد النانوي عند البكتيريا

V-9-2-التحليل والمناقشة:

من خلال الجدول (V-2) والشكل (V-12) والأعمدة البيانية (الشكل(V-13)) نلاحظ أن أكسيد الحديد النانوي حقق أقطار تثبيطية معتبرة عند السلالات البكتيرية المدروسة

- ***E . Coli***

نلاحظ أن أعلى قطر تثبيطي سجل في تركيز (20mg/ml) حيث بلغ 11.5 ± 0.70 ml مقارنة بالتركيز (!0mg/ml) و(5mg/ml) إذ بلغ قطر التثبيط (10±0.0 ml) و(7±1.41ml)

على التوالي بينما لم نسجل أي قطر تثبيطي عند التركيز (2,5mg/ml).

- ***Klebsiellapneumoniae:***

نلاحظ أن أعلى قطر تثبيطي سجل في التركيز (20mg/ml) إذ بلغ (12.5±0.70ml)مقارنة بالتركيز (!0mg/ml) بحيث بلغ قطر التثبيط (9.5±0.70ml)، بينما لم نسجل أي قطر تثبيطي في التركيزين(5mg/ml) و(2,5mg/ml).

- ***Pseudomonasaeruginosa:***

نلاحظ أن أعلى قطر تثبيطي سجل في التركيز (20mg/ml)، حيث بلغ ، بين(6.5±0.70ml)

ما لم يسجل أي قطر تثبيطي عند التراكيز (10mg/ml) و(5mg/ml) و(2,5mg/ml).

- ***Staphylococcus aureus:***

نلاحظ عدم وجود أي قطر تثبيطي عند التراكيز الأربعة.

ومنه يمكن القول أن *E.Coli* كانت حساسة للتراكيز العالية تليها *klebsela* ثم *Pseudomonas*، إذ أنه في التراكيز المنخفظة (10mg/ml)و(5mg/ml)لم تبدي كل منهما أي حساسية ضد هذه التراكيز، أي أن هذه التراكيز كانت غير كافية لإحداث التأثير المطلوب، ويرجع ذلك إلى انخفاض تركيز المواد الفعالة في هذه التراكيز. وقد لوحظ أنه كلما زاد التركيز زادت أقطار التثبيط، حيث أنه كلما اختلفت الكمية اختلفت الحساسية.

أما *Staphylococcus* فإنها لم تبدي أية حساسة سواء كانت للتراكيز العالية أو المنخفضة. حيث يعزى هذا الاختلاف في الحساسية إلى كون هذه البكتيريا موجبة الغرام أما *E.Coli* و*klebsela* و*Pseudomonas* فهي سالبة الغرام.

عند المقارنة مع مضادات حيوية قياسية أظهرت الخاصية المضادة للبكتريا نشاط تثبيطي أكبر ضد البكتريا سالبة الغرام مقارنة بالموجبة (أنظر الجداول (V-3) و(V-4) و(V-5)). قد يكون هذا بسبب الاختلاف في تكوين جدار الخلية من البكتريا.[36] إذ يعود الاختلاف في الحساسية بين السلالات البكتيرية موجبة الغرام وسالبة الغرام إلى للاختلاف في بنية، تركيبة وطبيعة جدار الخلية البكتيرية بين النوعين. [37]

بينت بعض الدراسات السابقة أن الجسيمات النانوية تغزو مورثة الخلية فتثبط تخليق إنزيمات البكتريا مما يؤدي إلى موت الخلايا.[38]

كما وقد أثبتت بعض الدراسات الأخرى أن الجسيمات النانوية الخضراء المصنعة تظهر نشاطا محسنا مضادا للبكتريا مقارنة بالجزيئات النانوية المصنعة كيميائيا أو التجارية لأن معظم النباتات المستخدمة في تخليق الجسيمات النانوية لها خصائص مضادة للبكتريا.[41،4039،]

جدول (V-3): منطقة تثبيط للمضاد الحيوي القياسي عند البكتريا *Klebsiella pneumoniae* و *Staphylococcus aureus*:[42]

	Norfloxacin 20 µg/disc
Klebsiella pneumoniae	16±0.1
Staphylococcus aureus	15±0.0

جدول (V-4): منطقة التثبيط بعض المضادات الحيوية عند البكتريا *E .Coli* و*Staphylococcus aureus*[43]

أنواع البكتريا / أنواع المضادات الحيوية	*Staphylococcus aureus*	*E . Coli*
Cefoxitin (FOX) (30 µg/disc)	11.87±0.14	28.46±0.11
Cefotaxime (CTX) (30 µg/disc)	NA	14.27±0.09
Gentamicin (CN) (10 µg/disc)	22.62±0.16	23.83±0.08
Tetracycline (TE) (30 µg/disc)	10.5±0.15	23.92±0.14

جدول (V-5): منطقة تثبيط المضاد الحيوي عند البكتريا *E .Coli* و*Staphylococcus aureus*[44] :

	Ampicillin (20 mg/ml)
Staphylococcus aureus	14
Eschesheria coli	17

تتوافق نتائج هذه الدراسة مع ما توصل إليه بشيري وعلي أن أكسيد الحديد النانوي كان له فعالية مضادة للبكتريا اتجاه السلالات البكترية *E .Coli* و*S. aureus* و*B.Subtilis* و*P.aeruginosa*[45]

حيث تعود الفاعلية إلى أن الجسيمات النانوية من أكاسيد الحديد تنتج جذور حرةROS داخل البكتريا والتي بدورها تتداخل مع وظيفة غشاء الخلية وتتسبب في ترسيب للمحتويات الخلوية مما قد يؤدي إلى موت الخلية البكترية.[4746، 4948]

وبالمقارنة بين أكسيد الحديد النانوي والمضادات الحيوية خاصة (Ampicillin) [44] نجد أن أكسيد الحديد النانوي قد أثبت فعالية في التثبيط البكتيري اتجاه السلالات البكتيرية المختبرة، لذلك من الضرورة التأكد من فاعلية أكسيد الحديد النانوي على سلالات بكترية أخرى

المراجع

[01] Berra. (2020). Synthèse verte et caractérisation de nanoparticules métalliques par l'extrait des feuilles de Phoenix Dactylifera L et leur activités biologiques.

[02] Tanzila, S., Huma, M., Zahida, Z., Nageen., Naila, R., Nusrat, S., Sobia Aleem and Aslam, S. (2020). Ecofriendly Green Synthesis of Iron Oxide Nanoparticles Using citrus sinensis, Frontiers in Chemical Sciences, 1(1).

[03] Beach, R. (1975). United States Patent(19).

[04]Singh, J., et al. (2018). Green synthesis of metals and their oxide nanoparticles: applications for environmental remediation. J. Nanobiotechnal 16, 1-24.

[05] Jana, J., Ganguly, M., & Pal, T. (2016). Enlightening surface plasmon resonance effect of metal nanoparticles for practical spect roscopic application. RSC Adv. 6, 86174-86211.

[06]Bhuiyan, Md. S. H., Miah, M. Y., Paul S. C., et al. (2020). Green synthesis of iron oxide nanoparticle using Carica papaya leaf extract: application for photocatalytic degradation of remazol yellow RR dye and antibacterial activity, Heliyon, 6, Article ID e04603.

[07] Saranya, S., Vijayarani, K., and Pavithra, S. (2017). Green synthesis of Iron Nanoparticles using aqueous extract of Musa ornata flower sheath against pathogenic bacteria. Ind. J. Pharmaceut. Sci., 79(5) : 688-694.

[08]Rosli, I. R., Zulhaimi, H. I., Ibrahim, S. K. M., Gopinath, S. C. B., Kasim, K. F., Akmal, H. M., Nuradibah, M. A. and Sam, T. S. (2018). Phytosynthesis of Iron Nanoparticle from Averrhoa bilimbi Linn. In IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 318(1), p. 012012.

[09] Izadiyan, Z., Shameli, K., Miyake, M., Hara, H., Mohamad, S. E. B., Kalantari, K., Taib, S. H. M. and Rasouli, E. (2018). Cytotoxicity assay of plant-mediated synthesized iron oxide nanoparticles using Juglans regia green husk extract. Arab. J. Chem., 1-13.

[10] Vijay Kumar, P. P. N., Pammi, S. V. N. and Shameem, U. (2018). A Green approach for the synthesis of iron oxide nanoparticles by using roots of Asparagus racemosus and its degradation of dye methyl orange. Inter. J. Pharma. Drug Anal., 6 (1) : 22 – 28.

[11] Narayanan KB, Han SS (2016) One-pot green synthesis of hematite (α-Fe2O3) nanoparticles by ultrasonic irradiation and their in vitro cytotoxicity on human keratinocytes CRL-2310. J Clust Sci 27(5):1763–1775. https://doi.org/10.1007/s10876-016-1040-9

[12] Vinayagam, R., Pai, S., Varadavenkatesan, T. (2020). Structural characterization of green synthesized α-Fe2O3 nanoparticles using the leaf extract of Spondias dulcis. Surfaces Interfaces, 20, 1–9. https://doi. org/10.1016/j.surfn.2020.100618

[13] Laouini, S.E. (2019). Green synthesis of iron nanoparticules using leaf extract from Phoenix dactylifera. L. J Fundam Appl Sci, (2), 978–993. https://doi.org/10.4314/jfas.v11i2.28 Lasheen MR, El-Sherif IY, Sabry DY, El-Wakeel ST, El-Shahat

[14] Salim, S., and Timmimi. A. (2017) Characterization of iron nanoparticles preparation frompunicagranatum peel. International Journal of Science and Technology, 8(2), 213-216.

[15] Markova, I.N., Zahariev, I. Z., Milanova, V. L., Ivanova, D. I., Piskin, M. B., Fachikov, E., and Hristoforou, L. B. (2017). Nanomaterials based on intermetallic (Co-Sn, Ni-Sn, Co-Ni) nanoparticles studied by FTIR spectroscopy. Reviews on Advanced Materials Science, 52(1-2), 70-81.

[16] Araújo, C.S.T., Melo, E.I., Alves, V.N., Coelho, N.M.M. (2010). Moringa oleifera Lam. seeds as a natural solid adsorbent for removal of AgI in aqueous solutions, J. Braz. Chem. Soc. 21, 1727–1732. https://doi.org/10.1590/S0103-50532010000900019.

[17] Sakura, G.B., Leung, A.Y.T. (2015). Experimental Study of Particle Collection Efficiency of Cylindrical Inlet Type Cyclone Separator, Int. J. Environ. Sci. Dev.6, 160- 164.https://doi.org/10.7763/ijesd.2015.v6.5

[18] Soliemanzadeh, A., FekriM-Bakhtiary, S., and Mehrizi, M. H. (2016). Biosynthesis of iron nanoparticles and their application in removing phosphorus from aqueous solutions. Chemistry and Ecology :32(3), 286-300

[19] Das and, A. K., Marwal, R. V. A. (2014). Bio-reductive synthesis and characterization of plant protein coated magnetite nanoparticles, In Nano Hybrids, 7, 69-86.

[20] Shen, W. Lu, Y., Xie, A., and Zhang, W. (2010). Green synthesis and characterization of superparamagnetic Fe3O4 nanoparticles," Journal of Magnetism and Magnetic Materials, 322, 1828-1833.

[21] Karaoğlu, E., Baykal, A., Erdemi, H., Alpsoy, L., Sozeri, H. (2011). Synthesis and characterization of dl-thioctic acid (DLTA)-$Fe_3\ O_4$ nanocomposite. J. Alloy Compd. 509, 9218-9225.

[22] Demirezen, D.A., Yıldız, Y.S., Yılmaz, Ş., Yılmaz, D.D. (2019). Green synthesis and characterization of iron oxide nanoparticles using Ficus carica (common fig) dried fruit extract. J. Biosci. Bioeng, 127, 241-245, https://doi.org/10.1016/j.jbiosc.2018.07.024.

[23] Zhang, Y., Kohlar, N., and Zhang, M. (2002) Surface modification of superparamagnetic magnetite nanoparticles and their intracellular uptake. Biomaterials, 23(7), 1553-1561.

[24] Njagi, E. C., Huang, H., Stafford, L., Genuino, H., Galindo, H. M., Collins, J. B., and SuibS, L. (2010). Biosynthesis of iron and silver nanoparticles at room temperature using aqueous sorghum bran extracts. Langmuir, 27(1), 264- 271.

[25] Devatha, CP, Jagadeesh, K., & Patil, M. (2018). Effect of green iron nanoparticles synthesized by Azardirachta Indica in different proportions on antibacterial efficacy. Environmental Nanotechnology, Monitoring and Management, 9, 85-94.

[26] Soliemanzadeh, A., Fekri, M., Bakhtiary, S., and Mehrizi, M. H. (2016). Biosynthesis of iron nanoparticles and their application in removing phosphorus from aqueous solutions. Chemistry and Ecology

[27] Naseem, T., Farrukh, M. A., Chem, J. (2015).

[28] Jeyasundari, J., Praba, P. S., Jacob, Y. B. A., Vasantha, V. S., and Shanmugaiah, V. (2017). Green Synthesis and Characterization of Zero Valent Iron Nanoparticles from the Leaf Extract of Psidium Guajava Plant and Their Antibacterial Activity," Chemical Science Review and Letters, vol. 6, pp. 1244-1252.

[29] Hazra, B., Biswas, S., & Mandal, N. (2008). Antioxidant and free radical scavenging activity of Spondias pinnata. BMC complementary and Alternative Medicine, 8(1), 1-10.

[30] Shah, S. T., Yehye, W. A., Saad, O., Simarani, K., Chowdhury, Z. Z., Alhadi, A. A., & Al-Ani, L. A. (2017). Surface functionalization of iron oxide nanoparticles

with gallic acid as potential antioxidant and antimicrobial agents. Nanomaterials, 7(10), 306.

[31] Tuzun, B. S., Fafal, T., Tastan, P., Kivcak, B., Yelken, B. O., Kayabasi, C., ... & Gunduz, C. (2020). Structural characterization, antioxidant and cytotoxic effects of iron nanoparticles synthesized using Asphodelus aestivus Brot. aqueous extract. Green Processing and Synthesis, 9(1), 153-163.

[32] Ullah, M., Kim, D. S., & Park, K. H. (2022). Evaluating antioxidant activity of phenolic mediated Fe3O4 nanoparticles using Usnea Longissimma methanol extract. Results in Chemistry, 4, 100661.

[33]Iannone, M. F., Groppa, M. D., de Sousa, M. E., van Raap, M. B. F., & Benavides, M. development: evaluation of oxidative damage. Environmental and Experimental Botany, 131, 77-88

[34] Saravanan, M., Barabadi, H., Ramachandran, B., Venkatraman, G., & Ponmurugan, K. (2019). Emerging plant-based anti-cancer green nanomaterials in present scenario. Comprehensive analytical chemistry, 87, 291-318

[35] Abdullah, J. A. A., Eddine, L. S., Abderrhmane, B., Alonso-González, M., Guerrero, A., & Romero, A. (2020). Green synthesis and characterization of iron oxide nanoparticles by pheonix dactylifera leaf extract and evaluation of their antioxidant activity. Sustainable Chemistry and Pharmacy, 17, 100280.

[36] Bouhamed,R., Zidan, O.,(2018) .Contribution a l'étudephytochimique dl'éxtrait brut de lepidiumSativum (haberchad) et leur effet sur certains maladies,mémoire de master académique en Science biologique ,Université EchahidHammaLakhdar,Eloued.

[37] Dhaouadi, K., Raboudi, F., Estevan, C., Barrajon, E., Vilanova, E., Hamdaoui, M., &Fattouch, S. (2011). Cell viability effects and antioxidant and antimicrobial activities of Tunisian date syrup (Rub El Tamer) polyphenolic extracts. Journal of agricultural and food chemistry, 59(1), 402-406.

[38] Ansari, S. A., Azam, A., & Naqvi, A. H. (2011). Structural and morphological study of Fe2O3 nanoparticles. Asian Journal of Research in Chemistry, 4(10), 1638-1642.

[39] Akbari, B., Tavandashti, M. P., &Zandrahimi, M. (2011). Particle size characterization of nanoparticles–a practical approach. Iranian Journal of Materials Science and Engineering, 8(2), 48-56.

[40]Bardhan, S., Pal, K., Roy, S., Das, S., Chakraborty, A., Karmakar, P., ... & Das, S. (2019). Nanoparticle size-dependent antibacterial activities in natural minerals. Journal of nanoscience and nanotechnology, 19(11), 7112-7122.

[41] Kaviya, S., Santhanalakshmi, J., & Viswanathan, B. (2011). Green synthesis of silver nanoparticles using Polyalthia longifolia leaf extract along with D-sorbitol: study of antibacterial activity. Journal of nanotechnology, 2011.

[42] Guzman, M., Dille, J., & Godet, S. (2012). Synthesis and antibacterial activity of silver nanoparticles against gram-positive and gram-negative bacteria. Nanomedicine: Nanotechnology, biology and medicine, 8(1), 37-45.

[43] Amutha, S., & Sridhar, S. (2017). antibacterial activity of green biosynthesis of magnetic iorn oxide nanoparticle of murraya exotica l. aqueous extract against human pathogens. indo american journal of pharmaceutical Sciences, 4(12), 4791-4797.

[44] Kanagasubbulakshmi, S., & Kadirvelu, K. (2017). Green synthesis of iron oxide nanoparticles using Lagenaria siceraria and evaluation of its antimicrobial activity. Defence Life Science Journal, 2(4), 422-427.

[45] Amutha, S., & Sridhar, S. (2017). antibacterial activity of green biosynthesis of magnetic iorn oxide nanoparticle of murraya exotica l. aqueous extract against human pathogens. indo american Journal of Pharmaceutical Sciences, 4(12), 4791-4797.

[46] Bashir, M., Ali, S., & Farrukh, M. A. (2020). Green synthesis of Fe 2 O 3 nanoparticles from orange peel extract and a study of its antibacterial activity. Journal of the Korean Physical Society, 76, 848-854.

[47] Foster, H. A., Ditta, I. B., Varghese, S., & Steele, A. (2011). Photocatalytic disinfection using titanium dioxide: spectrum and mechanism of antimicrobial activity. Applied microbiology and biotechnology, 90, 1847-1868.

[48] Pan, W. Y., Huang, C. C., Lin, T. T., Hu, H. Y., Lin, W. C., Li, M. J., & Sung, H. W. (2016). Synergistic antibacterial effects of localized heat and oxidative stress caused by hydroxyl radicals mediated by graphene/iron oxide-based nanocomposites. Nanomedicine: Nanotechnology, Biology and Medicine, 12(2), 431-438.

[49] Arakha, M., Pal, S., Samantarrai, D., Panigrahi, T. K., Mallick, B. C., Pramanik, K., ... & Jha, S. (2015). Antimicrobial activity of iron oxide nanoparticle upon modulation of nanoparticle-bacteria interface. Scientific reports, 5(1), 14813

خلاصة عامة

خلاصة عامة

جذبت علوم وتكنولوجيا النانو اهتمام الباحثين في العديد من التخصصات، نظرا لميزاتها الاستثنائية المطبقة في العديد من المجالات، ومن بينها المجال الطبي. إذ استحوذ هذا الأخير على انتباه العلماء من أجل تخليق وتصنيع عقاقير طبية من الأعشاب والمنتجات الطبيعة وذلك لقلة الأعراض الجانبية التي تخلفها، في هذا الإطار جاء هذا البحث الذي يعتمد على دراسة قشور البرتقال *Citrus sinensis* الذي ينتمي إلى العائلة Rutaceae.

وللوقوف على مدى قدرة تحضير دقائق أكسيد الحديد النانوية من قشور ثمار نبات البرتقال ثم تحضير مستخلص مائي من القشور بنسبة 1:10

تم تأكيد تكوين جزيئات الحديد النانوية أولا بناءا على تغيير لون محلول كلوريد الحديد من أحمر أجوري إلى بني مسود على الفور. تم أيضا تشخيص المسحوق الناتج باستخدام طرق التوصيف التالية: FTIR، DRX وEDX وSEM. وبعد التصنيع والتشخيص قمنا باختبار الفعالية المضادة للأكسدة باعتماد طريقتي DPPHوTAC واختبار الفعالية بيولوجية على أربع سلالات بكتيرية (*P.aeruginosa, K. Pneumoniae, S.aureus، E.coli*).

أظهر تحليل طيف الأشعة تحت الحمراء للمركبات المحضرة ذات التركيز (M0.05) أن اهتزازات الرابطة O-H ظهرت عند $3355.2cm^{-1}$حيث تظهر النتائج بعد الحرق اختفاء كلي لرابطة O-H، وظهور رابطة Fe-O بين $400-540cm^{-1}$، مما يدل على نقاوة تامة للمركب تؤكد هذه النتائج توافقها مع جميع الدراسات في كل من SEM، EDX، DRX، حيث بينت صور المجهر الالكتروني الماسح أن الجسيمات ذات الشكل الكروي وفي شكل مجموعات شبه منتظمة. كما بينت نتائج EDX النقاوة البلورية للجسيمات النانوية Fe_2O_3 المصنعة. وأكدت نتائج DRX تشكل مسحوق أكسيد الحديد النانوي المحضر ونوعه هيماتيت ذو الشكل بلوري معيني السطوح وقدر حجم حبيباته بـ 27.02 nm .

بينت نتائج اختبار الفعالية المضادة للأكسدة أن قدرة كسح جزيئات Fe_2O_3 النانوية للجذور الحرة بطريقة DPPH قدرت بـ IC50 1.273±0.10 ملغ/مل. أما القيمة الإجمالية للقدرة المضادة للأكسدة (TAC) فقد قدرت بـ ($0.0119 \pm 0.0006(mg/g)$). و هو ما يثبت أن جزيئات Fe_2O_3 النانوية لها نشاط مضادة للأكسدة معتبر.

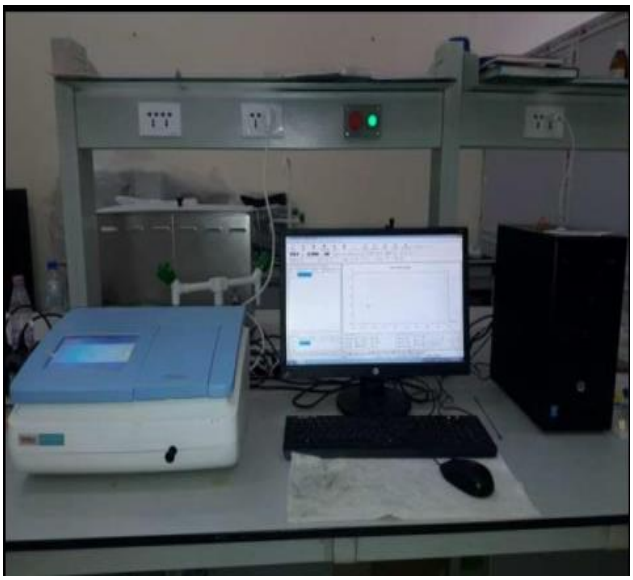
من خلال دراسة الفعالية المضادة للبكتيريا تبين أن *E.Coli* كانت حساسة للتراكيز العالية تليها *klebsela* ثم *Pseudomonas*. أما *Staphylococcus*فإنها لم تبدي أية حساسة. يعزى هذا الاختلاف في الحساسية إلى كون هذه البكتيريا موجبة الغرام أما *E.Coli* و *klebsela*و *Pseudomonas* فهي سالبة الغرام.

أظهرت النتائج الحالية أن هذه الجسيمات النانوية من أكسيد الحديد مستقرة وآمنة للاستخدام وسهلة التعامل وفعالة من حيث التكلفة. ولخصت من هذه النتائج إلى انه يمكن استخدام Fe-NPS المركب حيوي بشكل فعال في مجال الطب وكذلك في صناعة الأغذية بسبب نشاطها المحتمل المضاد للبكتريا. وبالتالي، تظهر دراستنا الحالية دورا حتميا في هذا اتجاه.

الملاحق

الملاحق

الأجهزة والمواد المستعملة:



جهاز UV-Visible

حاضنة

قشور البرتقال

ميزان حساس

بعض ادوات المستعملة في
اختبار البكتريا

فحص مضاد للبكتيريا

		Antibacterial screening INZ (mm)							
		E. coli		***K. pneumoniae***		***P. aeruginosa***		***Staph . aureus***	
Z/S	1:1	11	12	13	12	7	NA	NA	NA
	1:2	10	10	10	9	NA	NA	NA	NA
	1:4	8	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
	1:8	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA

*NA = no activity

التراكيز المستحدمة:

1:1	**1:2**	**1:4**	**1:8**
20 mg/ml	10 mg/ml	5 mg/ml	2.5 mg/ml
$20 \times 10^{+3}$ µg/mL	$10\times 10^{+3}$ µg/mL	5000 µg/mL	2500 µg/mL

كيفية حساب حجم الجسيمات أكسيد الحديد النانوية من علاقة دبياي – شيرر:

لدينا معادلة دبياي – شيرر تساوي:

$$D=\frac{K.\lambda}{cos\theta.\beta}$$

حيث:

D: دالة حجم الجسيمات محسوبة من علاقة دبياي – شيرر.

λ: هو طول موجة الأشعة السينية Å 1.5406 =λ.

ß: أقصى عرض لمنتصف القمة وهي تمثل FWHM.

θ: زاوية براك.

K: ثابت يسمى عامل الشكل ويساوي 0.94.

انطلاقا من جدول التالي فان حجم الجسيمات أكسيد الحديد النانوية D يساوي:

Pos. [°2Th.]	Height [cts]	hkl	FWHM Left [°2Th.]	d-spacing [?]	Rel. Int. [%]	Tip Width	Matched by
24,3680	74,78	012	0,2952	3,65284	32,15	0,3542	00-033-0664
26,7871	21,42		0,2952	3,32820	9,21	0,3542	
30,4274	44,31		0,2952	2,93780	19,05	0,3542	
33,3677	202,58	104	0,2952	2,68535	87,10	0,3542	00-033-0664
35,8428	232,60	110	0,2952	2,50539	100,00	0,3542	00-033-0664
41,0910	46,72	113	0,2952	2,19671	20,09	0,3542	00-033-0664
43,7174	11,12	202	0,5904	2,07063	4,78	0,7085	00-033-0664
49,7148	51,81	024	0,3936	1,83399	22,28	0,4723	00-033-0664
54,2986	86,68	116	0,2952	1,68950	37,27	0,3542	00-033-0664
57,6291	30,53	122	0,4920	1,59953	13,12	0,5904	00-033-0664
62,9081	31,60	214	0,7872	1,47741	13,59	0,9446	00-033-0664
64,2798	46,08	300	0,2952	1,44916	19,81	0,3542	00-033-0664
72,1871	20,92	119	0,2952	1,30866	9,00	0,3542	00-033-0664
75,6247	9,56	220	0,5904	1,25749	4,11	0,7085	00-033-0664

نحسب حجم الجسيمات أكسيد الحديد النانوية للقمم الحدية فقط وذلك حسب الشكل ():

$$D=\frac{K.\lambda}{cos\theta.\beta}$$

1/ $D=\frac{(0.94)\ (1.5406Å)}{\cos(12.184)\times radian(0.2952)}$ / ß= 0.2952° , $2\theta = 24.3680°$

$D=\frac{1.448164\ Å}{0.977474869\times 0.005152211}$ / 180° ⟶ π (rad)

0.2952° ⟶ X / X= 0.005152211 (rad)

$D=\frac{0.1448164\ nm}{0.005036156}$ = **28.76(nm)**

2/ $D=\frac{(0.94)\ (1.5406Å)}{\cos(16.68385)\times radian(0.2952)}$ / ß= 0.2952° , $2\theta = 33.3677°$

$D=\frac{1.448164\ Å}{0.957903455\times 0.005152211}$ / 180° ⟶ π (rad)

0.2952° ⟶ X / X= 0.005152211 (rad)

$D=\frac{0.1448164\ nm}{0.00493532}$ = **29.34 (nm)**

3/ $D=\frac{(0.94)\ (1.5406Å)}{\cos(17.9214)\times radian(0.2952)}$ / ß= 0.2952° , $2\theta = 35.8428°$

$D=\frac{1.448164\ Å}{0.951479539\times 0.005152211}$ / 180° ⟶ π (rad)

0.2952° ⟶ X / X= 0.005152211 (rad)

$D=\frac{0.1448164\ nm}{0.004902223}$ = **29.54 (nm)**

4/ $D=\frac{(0.94)\ (1.5406Å)}{\cos 20.5455\times radian(0.2952)}$ / ß= 0.2952° , $2\theta = 41.0910°$

$D=\frac{1.448164\ Å}{0.936393785\times 0.005152211}$ / 180° ⟶ π (rad)

0.2952° ⟶ X / X= 0.005152211 (rad)

$D=\frac{0.1448164\ nm}{0.004824498}$ = **30.02(nm)**

5/ $D=\frac{(0.94)\,(1.5406Å)}{\cos 24.8574\times radian(0.3936)}$ / ß= 0.3936 ° , $2\theta = 49.7148°$

$D=\frac{1.448164\ Å}{0.907356808\times 0.006869615}$ / $180^{o} \longrightarrow$ π (rad)

$0.3936^{o} \longrightarrow$ X / X= 0.006869615 (rad)

$D=\frac{0.1448164\ nm}{0.006233191}$ = **23.23(nm)**

6/ $D=\frac{(0.94)\,(1.5406Å)}{\cos 27.1493\times radian(0.2952)}$ / ß= 0.2952 ° , $2\theta = 54.2986°$

$D=\frac{1.448164\ Å}{0.889820502\times 0.005152211}$ / $180^{o} \longrightarrow$ π (rad)

$0.2952^{o} \longrightarrow$ X / X= 0.005152211 (rad)

$D=\frac{0.1448164\ nm}{0.004584542}$ = **31.59(nm)**

7/ $D=\frac{(0.94)\,(1.5406Å)}{\cos 31.45405\times radian(0.7872)}$ / ß= 0.7872 ° , $2\theta = 62.9081°$

$D=\frac{1.448164\ Å}{0.907356808\times 0.006869615}$ / $180^{o} \longrightarrow$ π (rad)

$0.7872^{o} \longrightarrow$ X / X= 0.013739231 (rad)

$D=\frac{0.1448164\ nm}{0.0133739231}$ = **10.54(nm)**

8/ $D=\frac{(0.94)\,(1.5406Å)}{\cos 32.1399\times radian(0.2952)}$ / ß= 0.2952 ° , $2\theta = 64.2798°$

$D=\frac{1.448164\ Å}{0.846751657\times 0.005152211}$ / $180^{o} \longrightarrow$ π (rad)

$0.2952^{o} \longrightarrow$ X / X= 0.005152211 (rad)

$D=\frac{0.1448164\ nm}{0.004362643}$ = **33.19(nm)**

الحمد لله