



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

رقم الترتيب:

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

رقم التسلسل: ...

جامعة الشهيد حمه لخضر - الوادي

كلية العلوم الدقيقة

قسم الكيمياء

مذكرة تخرج لنيل شهادة الماستر الأكاديمي في الكيمياء

تخصص: كيمياء عضوية

من إعداد الطالبتين: حكيمة قريشة، فيروز حداد

تحت عنوان:

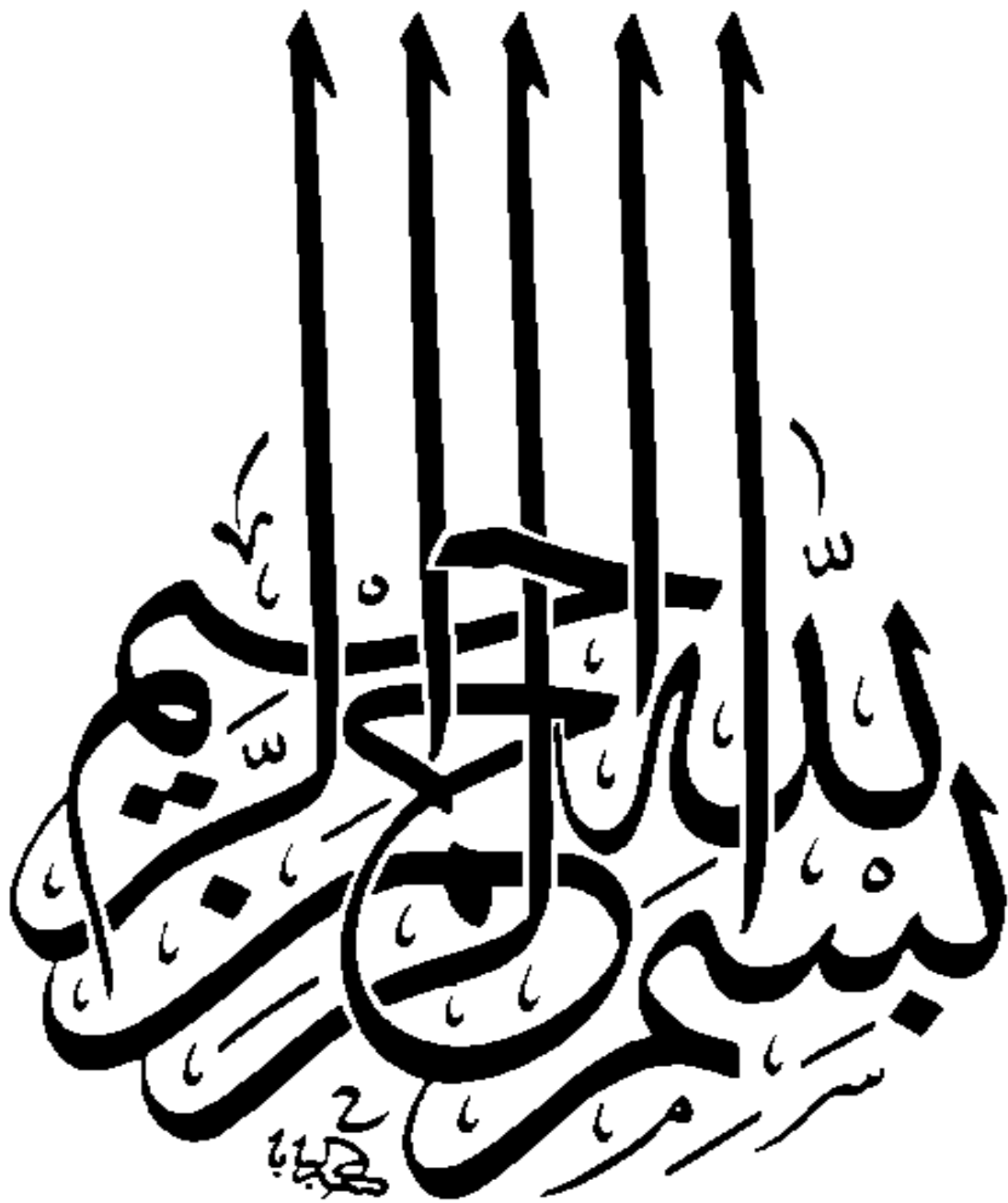
تقدير الفاعلية المضادة للأكسدة لجسيمات أكسيد الحديد
النانوية المحضرة انطلاقاً من مستخلص نبات الحلمة
Moltingia ciliata

نوقشت يوم: 2024/06/11

أمام لجنة المناقشة

رئيساً	جامعة الشهيد حمه لخضر	أستاذ محاضر أ	حنان دباش
مناقشاً	جامعة الشهيد حمه لخضر	أستاذ محاضر أ	رشيدة زواري أحمد
مؤطراً	جامعة الشهيد حمه لخضر	أستاذ محاضر ب	سمية شيحي

السنة الجامعية: 2024/2023



الإهداء

إلى الذي أفضله عن نفسي، فهو الذي ضحى من أجلي، والذي لم أراه يوماً
ما يدخر جهداً في سبيل إسعادي دائماً وأبداً، إليك أنت أبي العزيز.
دائماً ما نسير في دروب الحياة، ويبقى معنا من تسيطر على أذهاننا في كل طريق نسلكه، فلكي أنتي يا صاحبة
الوجه الطيب والأفعال الحسنة، فلم أراكي تبخلي على أي شيء طيلة حياتي، أمي.
إلى رفيق روحي فأنت الوحيد الذي تحملت انشغالي وإرهاقي وقلقي، طوال فترة دراستي زوجي الغالي قدور أسامة
وإلى أخي وأخواتي، وإلى أبي قرة عيني أنس، وإلى جميع زميلاتي في هذا العمل إلى كل من علمني حرفاً
لكم جميعاً يا من ساعدتموني وكنتم دائماً بجاني
إلى شهدائنا الأبرار، إلى فلسطين الأبية، إلى غزة المحاصرة وأرواح شهدائها الطاهرة.
أهديكم ثمرة عملي

حكيمة 



الإهداء

اهدي ثمرة عملي هذا إلى من كلله الله بالهيبية والوقار .. إلى من علمني العطاء دون انتظار ..
إلى من احمل اسمه بكل افتخار . أرجو من الله أن يحفظك ويطيل في عمرك ..والذي العزيز

من تعجز كلماتي وتنحني هامتي لعظيم عطائها شمس حياتي التي لا تغيب وسيلتي إلى الجنة إلى شمعة النور في
الظلمات نعم الجليس وغير الأنيس إلى أعلى الحبايب أُمي الحبيبة

إلى السند والظهر والروح .. إلى رفقائي في الحياة .. الجبال التي اسند عليها نفسي عند الشدائد .. معكم أكون أنا
وبدونكم أكون مثل أي شيء إلى سعادي إخوتي وأخواتي

إلى منارة العلم والعلماء إلى الصرح الشامخ .. كلية العلوم الدقيقة

إلى الذين حملوا أقدس رسالة في الحياة إلى الذين مهدوا لنا طريق العلم والمعرفة أساتذتنا الأفاضل

والى كل زملاء والأصدقاء و الأشخاص الذين ساعدوني من قريب أو بعيد

فيروز



شكر و عرفان

لا يسعنا بعد إتمام هذا العمل إلا أن نحمد لله سبحانه وتعالى على توفيقه وتسهيله كل ما صعب علينا وتيسيره لنا، وألهمنا الصبر على ذلك. كما نتقدم بجزيل الشكر وعظيم الإمتنان، إلى أستاذتنا الفاضلة الدكتور "شحي سمية"، المشرفة على عملنا هذا، حيث قدمت لنا كل النصح والإرشاد وتحفيزاتها المتكررة، التي تحثنا من خلالها على بذل المزيد من الجهد، وإتقان العمل كان لها الفضل الكبير في إعادتنا بعد الله تعالى، فلها منا جزيل الشكر والاحترام والتقدير.

كما نشكر لجنة المناقشة لقبولهم مناقشة هذه المذكرة وفي الأخير نشكر جميع من صبر معنا، وساهم من قريب أو بعيد في إنجاز هذا العمل المتواضع، وإلى جميع موظفين وعمال المخابر بكلية العلوم دقيقة، وإلى كافة الرفيقات وطلبة دفعة ماستر

2024

الاصطناع الأخضر لجزيئات أكاسيد المعادن النانوية باستخدام مستخلصات نباتية هو بديل واعد للطريقة التقليدية للاصطناع الفيزيائي و الكيميائي حيث يعد مجالاً بحثياً واسعاً ومن الأساليب الصديقة للبيئة.

تم في هذا العمل اصطناع جسيمات أكسيد الحديد النانوية (FeONPs) باستخدام مستخلص نبات *Moltkia Ciliata* وكلوريد الحديد الثلاثي (FeCl₃) ولتحسين المردود اعتمدنا على تغيير تركيز المحلول الملحي (0.025M؛ 0.05M؛ 0.1M)، تم تشخيص جسيمات أكسيد الحديد النانوية الناتج باستخدام عدة طرق و هي الأشعة فوق البنفسجية UV-Vis، الأشعة تحت الحمراء FT-IR، المجهر الإلكتروني الماسح (MEB) وكاشف الأشعة السينية المشتتة للطاقة (EDX) وقياسات حيود الأشعة السينية (DRX). يظهر تحليل الأشعة فوق البنفسجية UV-Vis أقصى امتصاص عند المجال 200nm-400nm تعود إلى تشكل الرابطة Fe-O، وتظهر الأشعة FT-IR قمم واضحة في المجال 450cm⁻¹، 550cm⁻¹ والتي تعزى إلى اهتزاز الرابطة Fe-O، بينما نتائج MEB و DRX بنيت تشابه في بنية العينات من حيث الشكل و الحجم على اختلاف تراكيزها

تم تقييم قدرة كسح الجذور الحرة للجسيمات النانوية لأكسيد الحديد المصطنع (A,B,C) باستخدام طريقتي TAC و DPPH والتي أظهرت نشاط كسح بقيم IC₅₀ تراوحت بين 0.009mg/ml و 0.003 أما القدرة المضادة للأكسدة المكافئة لحمض الغاليك فتراوحت بين 322.74 (mg/ml) و 349.02. تشير النتائج المحصل عليها أن هذه المركبات هي مضادات أكسدة ممتازة للتطبيقات العلاجية

الكلمات المفتاحية: الاصطناع الأخضر؛ جسيمات أكسيد الحديد النانوية؛ *Moltkia Ciliata*، الفاعلية المضادة للأكسدة.

Abstract

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

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

The free radical scavenging ability of synthetic iron oxide nanoparticles (A, B, C) was evaluated using the TAC and DPPH methods, which showed scavenging activity with IC₅₀ values ranging between 0.009 and 0.003 mg/ml, while the equivalent antioxidant capacity of gallic acid ranged between (mg/ml). 322.74 and 349.02. The results obtained indicate that these compounds are excellent antioxidants for therapeutic applications

Keywords: *Moltkia Ciliata*, Fe₂O₃-NPs, Green synthesis, antioxidant activities

قائمة الرموز		
بالأجنبية	بالعربية	الرمز
Nanomètre	نانومتر	nm
fer	حديد	Fe
Chlorure de fer (III)	كلوريد الحديد الثلاثي	FeCl₃
Rendement	المردود	R
Fourier Transform infra red Spectroscopy Spectroscopie Infrarouge a Transformée de Fourier	الأشعة تحت الحمراء	IR
Diffraction des rayons X	انعراج الأشعة السينية	XDR
Ultraviolet-Visible	الأشعة فوق البنفسجية والمرئية	UV-VIS
Analyse par Ayons a X Dispersion d'énergie	مطيافية تشتت الطاقة بالأشعة السينية	EDX
Microscope Electronique à Balayage	المجهر الإلكتروني الماسح	MEB
Total Antioxydant Capacity	اجمالي القدرة المضادة للأكسدة	TAC
Concentration inhibitrice médiane	التركيز المثبط المتوسط	IC₅₀
2,2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl-	جذور ثنائي فينيل بكرييل هايدرازيل	DPPH
Tert-butylhydroquinone	ثلاثي بوتيل هيدروكينون	TBHQ
Butyl hydroxy anisole	بوتيل هيدروكسي أنزول	BHA
butyl hydroxy toluene	بوتيل هيدروكسي طولين	BHT
Gallic acid	حمض الغاليك	AG
Propyl Gallate	بروبيل الغالات	GP
pourcentage	النسبة المئوية	%
Pourcentage d'inhibition	نسبة التثبيطية	I%

Degrés Celsius	درجة مئوية	°C
Miller index	قرائن ميلر	k,h,l
Milligramme Equivalent Acide Gallique par gramme	ملغ مكافئ لحمض الغاليك لكل غرام	mgEAG/g
Dégré	درجة	°
Absorbance	الامتصاصية	A
Longueur d'onde	الطول الموجي	λ
Nanoparticules	الجسيمات النانوية	NPs

قائمة الأشكال

الفصل الأول: عموميات على نبات الحلمة <i>Moltkia Ciliata</i>	
9	الشكل (I1) : صورة تبين نبات الرمرام.....
9	الشكل (I2) : صورة تبين نبات مصيص.....
9	الشكل (I3) : صورة تبين نبات حمرة رأس.....
9	الشكل (I4) : صورة تبين نبات حمير.....
10	الشكل (I5) : صورة تبين نبات حميميش.....
10	الشكل (I6) : صورة تبين نبات الحمحم المخزني.....
11	الشكل (I7) : نوضح بعض الصور لنبات الحلمة <i>Moltkia Ciliata</i>
13	الشكل (I8) : صورة خريطة توضح التوزيع الجغرافي لنبات الحلمة.....
الفصل الثاني: تقنية النانو وخصائص أكسيد الحديد النانوي	
22	الشكل (II-1) : مخطط يوضح السلسلة التاريخية لظهور لتقنية النانو.....
23	الشكل (II-2) : صورة توضيحية للمجهر النفقي الماسح.....
23	الشكل (II-3) : صف أفقي مكون من 13 ذرة هيدروجين يساوي 1 نانومتر.....
24	الشكل (II-4) : صورة توضح العلاقة بين حجم الجسيمات والمساحة السطحية.....
27	الشكل (II-5) : مخطط يوضح طرق التصنيع النانوية.....
29	الشكل (II-6) : صورة توضح مختلف الأشكال لأبعاد المواد.....
29	الشكل (II-7) : صورة توضيحية لكرة نانوية.....
30	الشكل (II-8) : صورة توضح جزئ فلورين شبيه.....
30	الشكل (II-9) : نموذج لأنبوب الكربون.....
30	الشكل (II-10) : صورة توضح شكل الأسلاك النانوية.....
30	الشكل (II-11) : نقطة كمية ثلاثية الأبعاد.....
31	الشكل (II-12) : صورة توضح شكل الألياف النانوية.....
33	الشكل (II-13) : خلية أساسية لمركب الهيماتيت.....
الفصل الثالث: عموميات حول تقدير الفاعلية المضادة للأكسدة	
44	الشكل (III-1) : صورة بنية Butyl hydroxy anisole.....
45	الشكل (III-2) : صورة بنية butyl hydroxy toluene.....
46	الشكل (III-3) : صورة بنية الغاليك.....
46	الشكل (III-4) : صورة بنية بروبيل الغالات.....

الفصل الرابع: الوسائل والطرق	
57	الشكل (1-IV): نبات الحلمة قبل الطحن.....
57	الشكل (2-IV): نبات الحلمة بعد الطحن.....
58	الشكل (3-IV): صورة توضح نقع النبات في الماء المقطر.....
59	الشكل (4-IV): صورة توضح عملية الترشيح.....
59	الشكل (5-IV): المستخلص النباتي بعد الترشيح.....
60	الشكل (6-IV): صور توضح محلول كلوريد الحديد الثلاثي.....
60	الشكل (7-IV): المستخلص بعد إضافة كلوريد الحديد.....
61	الشكل (8-IV): العينة في جهاز الرج والتسخين.....
61	الشكل (9-IV): العينة بعد نزعها من جهاز الرج والتسخين.....
61	الشكل (10-IV): العينة بعد إخراجها من الفرن.....
62	الشكل (11-IV): العينات قبل الحرق.....
62	الشكل (12-IV): العينات بعد الحرق.....
63	الشكل (13-IV): خطوات التصنيع الأخضر لجزيئات أكسيد الحديد النانوية.....
الفصل الخامس: النتائج والمناقشة	
73	الشكل (1V): طيف IR لمستخلص نبات الحلمة <i>Moltkia ciliate</i>
74	الشكل (2v): طيف IR لجسيمات أكسيد الحديد النانوية للعينة A قبل الحرق.....
75	الشكل 3 (v): طيف IR لجسيمات أكسيد الحديد النانوية للعينة B قبل الحرق.....
75	الشكل (4 v): طيف IR لجسيمات أكسيد الحديد النانوية للعينة C قبل الحرق.....
76	الشكل (5 v): طيف IR لجسيمات أكسيد الحديد النانوية للعينة A بعد الحرق.....
77	الشكل (6 v): طيف IR لجسيمات أكسيد الحديد النانوية للعينة B بعد الحرق.....
77	الشكل (7 v): طيف IR لجسيمات أكسيد الحديد النانوية للعينة C بعد الحرق.....
79	الشكل (8V): طيف UV-vis لمستخلص نبات الحلمة <i>Moltkia ciliate</i>
79	الشكل (9 v): طيف الأشعة فوق البنفسجية UV-vis للعينة A قبل الحرق.....
79	الشكل (10 v): طيف الأشعة فوق البنفسجية UV-vis للعينة B قبل الحرق.....
80	الشكل (11 v): طيف الأشعة فوق البنفسجية UV-vis للعينة C قبل الحرق.....

81	الشكل (12v): طيف الأشعة فوق البنفسجية UV-vis للعينة A بعد الحرق.....
81	الشكل (13v): طيف الأشعة فوق البنفسجية UV-vis للعينة B بعد الحرق.....
82	الشكل (14v): طيف الأشعة فوق البنفسجية UV-vis للعينة C بعد الحرق.....
84	الشكل (15-v): صورة بالمجهر الإلكتروني الماسح للعينة A (EDX+MEB).....
83	الشكل (16-v): صورة بالمجهر الإلكتروني الماسح للعينة B (EDX+ MEB).....
85	الشكل (17-v): صورة بالمجهر الإلكتروني الماسح للعينة C (EDX+ MEB).....
89	الشكل (18 -V): طيف حيود الأشعة السينية للعينات المدروسة.....
90	الشكل (19 -V): المنحنى القياسي لحمض الغاليك.....
91	الشكل (20 -V): مخطط يوضح مقارنة قيم TAC لعينات أكسيد الحديد النانوي.....
92	الشكل (21 -V): منحنى بياني يوضح النسبة المئوية لتثبيط جذر الـ DPPH بدلالة تركيز حمض الأسكوربيك.....
93	الشكل (22 -V): منحنى بياني يوضح النسبة المئوية لتثبيط الجذر الحر DPPH بدلالة تركيز العينة A
93	الشكل (23 -V): منحنى بياني يوضح النسبة المئوية لتثبيط الجذر الحر DPPH بدلالة تركيز العينة B
94	الشكل (24 -V): منحنى بياني يوضح النسبة المئوية لتثبيط الجذر الحر DPPH بدلالة تركيز العينة C
95	الشكل (25 -V): أعمدة بيانية تمثل قيم الـ IC ₅₀ للمركب القياسي والعينات.....

قائمة الجداول

الفصل الأول: عموميات على نبات الحلمة <i>Moltkia Ciliata</i>	
9	الجدول (I-1): أسماء بعض نباتات العائلة الحمحمية.....
12	الجدول (I-2): التصنيف العلمي لنبات الحلمة <i>Moltkia Ciliata</i>
15-14	الجدول (I-3): يوضح بعض الدراسات السابقة.....
الفصل الثاني: تقنية النانو وخصائص أكسيد الحديد	
32	الجدول (II-1): أهم أكاسيد و هيدروكسيدات الحديد.....
34	الجدول (II-2): بعض الخصائص العامة للأكاسيد الحديد.....
الفصل الرابع: الوسائل والطرق	
58-57	الجدول (IV-1): المواد والأدوات والأجهزة المستعملة.....
63	الجدول (IV-2): كتل العينات قبل الحرق وبعد الحرق.....
الفصل الخامس: النتائج والمناقشة	
80	الجدول (V 1): قيم أهم الذروات في الأطياف.....
91	الجدول (V-2): يوضح قيم الامتصاص ونتائج اختبار القدرة الكلية المضادة للأكسدة TAC.
94	الجدول (V-3): جدول يوضح نتائج اختبار <i>DPPH</i> بالنسبة للعينات.....

فهرس المحتويات	
4-3	الإهداء.....
V	شكر وعرفان.....
VI	الملخص.....
VII	قائمة الرموز.....
VIII	قائمة الأشكال.....
IX	قائمة الجداول.....
X	فهرس المحتويات.....
XI	المقدمة.....
XII	المراجع.....
الجزء النظري	
الفصل الأول: عموميات حول نبات الحلمة <i>Moltkia Ciliata</i>	
8	تمهيد.....
8	I – 1. العائلة البوراجينية (<i>Boraginaceae</i>).....
8	I1 – 1. تعريف بالعائلة.....
8	I – 1 2. التوزيع الجغرافي للعائلة البوراجينية.....
9	I – 1 3 بعض نباتات العائلة الحمحمية.....
10	I – 1 4. بعض استخدامات نباتات العائلة الحمحمية.....
10	I – 2. نبات الحلمة <i>Moltkia Ciliata</i>
10	I1 – 2.. الوصف المورفولوجي.....
12	I – 2.2. بعض تسميات نبات الحلمة.....
12	I – 3.2. التصنيف العلمي لنبات الحلمة <i>Moltkia Ciliata</i>
13	I4 – 2. التوزيع الجغرافي لنبات الحلمة <i>Moltkia Ciliata</i>
13	I5 – 2. استعمالات نبات الحلمة <i>Moltkia Ciliata</i>
14	I6 – 2. دراسات سابقة لبعض نباتات العائلة الحمحمية في ميدان تكنولوجيا النانو.....
18-17	المراجع باللغة العربية.....
18-17	المراجع باللغة الأجنبية.....

الفصل الثاني: تقنية النانو وخصائص أكسيد الحديد

22	تمهيد.....
22	1-II. تقنية النانو.....
22	II - 1.1. السلسلة التاريخية لتقنية.....
23	II-2.1. مصطلح النانو.....
23	II-3.1. تعريف مقياس النانو.....
24	II-4.1. تعريف تقنية وعلم النانو.....
24	II-5.1. مبدأ تكنولوجيا النانو.....
24	II-6.1. أهمية التقنية.....
25	II-7.1. تطبيقات تكنولوجيا النانو.....
25	II-1.7.1. في المجال الطبي.....
25	II-7.1.2. تنقية المياه.....
25	II-7.1.3. المجال الإلكتروني.....
25	II-4.7.1. الصناعات.....
26	II-5.7.1. المواد المعمارية.....
26	II-6.7.1. في الزراعة والأمن الغذائي.....
26	II-7.7.1. بعض التطبيقات الأخرى.....
26	2-II. الجسيمات النانوية Nano Particle
26	II-1.2. تعريفها.....
26	II-2.2. طرق تصنيع الجسيمات النانوية.....
26	II-2.2.1. الطريقة الفيزيائية أو تقنية الهبوط من أعلى إلى أسفل.....
27	II-2.2.2. الطريقة الكيميائية أو تقنية الصعود من أسفل إلى أعلى.....
27	II-2.2.3. الطريقة الحيوية.....
28	II-3.2. خواص المواد النانوية.....
29	II-4.2. أبعاد المواد النانوية.....
31	II-5.2. أشكال المواد النانوية.....
31	3-II. أكسيد الحديد النانوي.....
32	II-1.3. تمهيد.....
32	II-2.3. تعريف أكاسيد الحديد النانوية.....
34	II-3.3. أشكال أكاسيد الحديد النانوية.....
34	II-4.3. تطبيقات أكسيد الحديد النانوي.....
37	المراجع باللغة العربية.....
37-38	المراجع باللغة الأجنبية.....

الفصل الثالث: عموميات حول تقدير الفاعلية المضادة للأكسدة

40	تمهيد.....
40	III-1-1-مضادات الأكسدة.....
40	III-1-1-1-الإجهاد التأكسدي.....
40	III-1-2-الجدور الحرة.....
40	III-1-2-1-تعريف الجدور الحرة.....
40	III-2-1-2-مصدر الجدور الحرة.....
40	III-3-1-2-أنواع الجدور الحرة.....
41	III-1-2-2-أ-آلية تشكل الجدور الحرة.....
41	III-1-2-3-ب-أسباب زيادة الجدور الحرة.....
41	III-1-2-3-ج-دور الجدور الحرة.....
42	III-1-2-3-د-الأمراض الناجمة عن الجدور الحرة.....
42	III-1-2-3-ه-عمل الجدور الحرة.....
42	III-3-1-3-مضادات الأكسدة.....
43	III-1-3-1-1-تعريف مضادات الأكسدة.....
43	III-2-3-1-2-آليات مضادات الأكسدة.....
43	III-3-3-1-3-تصنيف مضادات الأكسدة.....
46	III-4-3-1-4-شروط إضافة مضادات الأكسدة.....
47	III-5-3-1-5-سلبيات وإيجابيات مضادات الأكسدة.....
48	المراجع باللغة العربية.....
49	المراجع باللغة الأجنبية.....
الجزء العملي	
الفصل الرابع: الطرق والوسائل	
57	IV-1-1- تحضير المادة النباتية المدروسة.....
57	IV-2-2- الأدوات والمواد والأجهزة المستعملة.....
57	IV-3-3- الاستخلاص.....
58	IV-3-1-3-1- تعريف الاستخلاص.....
58	IV-3-2-3-2- طريقة الاستخلاص المتبعة.....
59	IV-4-4- تحضير العينات.....
63	IV-5-5- آلية التصنيع الأخضر لجزيئات أكسيد الحديد النانوية.....
64	IV-6-6- تحليل والتشخيص أكسيد الحديد النانوي FeONPs.....
64	IV-1.6-6- مطيافية الأشعة تحت الحمراء IR.....

64	.....IV – 2.6. التحليل الطيفي للامتصاص فوق البنفسجي المرئي visible
65	.....IV – 3.6. حيود الأشعة السينية DRX
65	.....IV – 4.6. المجهر الإلكتروني الماسح MEB
66	.....IV – 7. تقدير الفاعلية المضادة للأوكسدة بالطريقة الكيميائية.
66	.....IV – 1.7. طريقة اختبار فاعلية مضادات الأوكسدة الكلية TAC باستعمال موليبdates الألمنيوم....
67	.....IV – 2.7. طريقة اختبار تثبيط الجذر الحر DPPH
70	.....المراجع باللغة العربية.
71	.....المراجع باللغة الأجنبية.
الفصل الخامس: النتائج والمناقشة	
73	.....V – 1.1. تحليل ومناقشة نتائج طيف الأشعة تحت الحمراء IR
73	.....V – 1.1. تحليل طيف الأشعة تحت الحمراء IR للمستخلص النباتي.
74	.....V – 2.1. تحليل طيف الأشعة تحت الحمراء IR للعينات قبل الحرق.
76	.....V – 3.1. تحليل طيف الأشعة تحت الحمراء IR للعينات بعد الحرق.
78	.....V – 2.2. تحليل ومناقشة نتائج طيف الأشعة فوق البنفسجية المرئية UV-visible
79	.....V – 1.2. طيف الأشعة فوق البنفسجية UV-vis للمستخلص النباتي.
82	.....V – 2.2. طيف الأشعة فوق البنفسجية UV-vis للعينات قبل الحرق.
83	.....V – 3. المجهر الإلكتروني الماسح (MEB) وكاشف الأشعة السينية المشتتة للطاقة (EDX).
86	.....V – 4. تشخيص الأكاسيد المحضرة بجهاز الأشعة السينية DRX
90	.....V – 5. نتائج ومناقشة مضادات الأوكسدة TAC و DPPH
90	.....V – 1.5. اختبار TAC
92	.....V – 2.5. اختبار DPPH
97	.....المراجع العربية.
100-97	.....المراجع الأجنبية.
101	.....الخاتمة.
105-103	.....الملحق.

المقدمة العامة

المقدمة:

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

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

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

ومن هذا المنطلق وتأميناً لأحد الموارد الطبيعية في الصحراء الجزائرية سيخص هذا البحث تحضير جسيمات الحديد النانوية (FeONPs) باستخدام نبات الحلمة *Moltkia Ciliata* النامي بمنطقة وادي سوف وتشخيصها بواسطة MEB, DRX, IR, UV-visible وتقدير الفعالية المضادة للأوكسدة للجسيمات المصنعة، حيث تتضمن هذه الدراسة خمس فصول كالتالي:

الجزء النظري:

- الفصل الأول: عموميات حول العائلة النباتية البوراجينية ودراسة حول نبات الحلمة *Moltkia Ciliata*.

المقدمة

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

● الفصل الثالث: عموميات حول تقدير الفاعلية المضادة للأكسدة.

الجزء العملي:

● الفصل الرابع: الوسائل والطرق المتبعة في الدراسة

● الفصل الخامس: النتائج والمناقشة

وأخيراً، نختتم هذا العمل بخاتمة تضم أهم النتائج المتحصل عليها خلال هذه الدراسة.



المراجع

المراجع:

- [1] Kanaga subbulakshmik,S., and Kadirvelu, K., (2017), " Green Synthesis of Iron Oxide Nanoparticles using *Lagenaria Siceraria* and Evaluation of its Antimicrobial Activity", Def. Life SCI. J., Vol. 2, No. 4, pp. 422-427.
- [2]Nimali,N.,Prabhu,(2018),"Green synthesis of iron oxide nanoparticles (IONPs) and their nanotechnological applications", Journal of Bacteriology & Mycology, 6(4):260– 262.
- [3]Abu-Huwaij *al.*(2020),"Perceptive Review on Properties of Iron Oxide Nanoparticles and Their Antimicrobial and Anticancer Activity". *Sys Rev Pharm* ,11(8): 418-431.
- [4] Devi ,S, et al,H, (2018) ," Green synthesis of iron oxide nanoparticles using *Platanus orientalis* leaf extract for antifungal activity". Green Process Synth.
- [5] Bouafia. A,(2022),"Optimisation de biosynthèse des nanoparticules d'oxyde de fer par l'utilisation de différents extraits des plantes et évaluation de leur activité biologique",Thèse de doctorat, université El-Oued, p 2.
- [6] Campos EA, Stocker-Pinto DVBS, Oliveira JIS, Mattos EC, Dutra RCL (2015) JSynthesis, Characterization and Applications of Iron Oxide Nanoparticles – a Short Review. *Aerosp. Technol. Manag.*, São José dos Campos, Vol.7, No 3, pp. 267-276.

الجزء النظري

الفصل الأول

عموميات حول نبات الحلمة

تمهيد:

عرف العالم *Dragendroff* النباتات الطبية على أنها كل شيء من أصل نباتي ويستعمل طبيا فهو نبات طبي. ويعرف النبات الطبي بأنه النبات الذي يحتوي على مادة أو مواد طبية قادرة على علاج مرض معين أو تقليلا للإصابة به أو التي تحتوي على المواد الأولية المستخدمة في تحضير المواد الطبية.

I-1 العائلة البوراجينية (*Boraginaceae*):

I-1-1 تعريف بالعائلة: تعرف عائلة البوراجينية (*Boraginaceae*) بإسم العائلة الحمحمية، وتضم حوالي 130 جنس و2300 نوع تنتشر في المناطق المعتدلة والاستوائية من العالم. تنقسم العائلة الحمحمية إلى خمس عائلات متضمنة لنباتات مزهرة، معمرة ونصف سنوية، وهي عبارة عن نباتات حولية، أعشاب معمرة، شجيرات وأحيانا متسلقات [2]. وتتميز هذه النباتات بتنوعها الكبير، وتشمل مجموعة متنوعة من الأشكال والأحجام. وبعض الأنواع السامة، في حين تستخدم أنواع أخرى في الطب الشعبي والطب البديل. وتوزع نباتات هذه العائلة في جميع أنحاء العالم، كما تتواجد معظمها في المناطق الصحراوية العربية [3].

حيث تتميز نباتات هذه العائلة ب:

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

I-1-2. التوزيع الجغرافي للعائلة البوراجينية:

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

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

الجدول (I - 1): بعض نباتات العائلة الحمحمية

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



الشكل (I - 2): نبات مصيص [7]



الشكل (I - 1): نبات الرمرام [7]



الشكل (I - 4): نبات حمير [9]



الشكل (I - 3): نبات حمرة رأس [9]



الشكل (I-6): نبات الحمحم المخزني^[9]



الشكل (I-5): نبات حميمش^[9]

I-4.1. بعض استخدامات نباتات العائلة الحمحمية:

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

Europaeum Heliotropum لعلاج الجروح، النقرس والصداع ومخفض للحرارة. واستخدم الأتراك جذور نبات حشيشه الأفعى *Echium vulgare* للكدمات، شد العضلات، وكعلاج للدغات الأفعى ولسعات العقارب^[2].

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

كما تستخدم أوراق وبتور نبات *Cordiamyxa* للتخلص من ديدان الأمعاء، وتؤكل ثماره في حالات الأمراض الصدرية، وأمراض الجهاز البولي^[6].

I-2-1: نبات الحلمة *Moltkia Ciliata*:

I-2-1-1. الوصف المورفولوجي:

Motkia Ciliata (الحلمة أو الحاط)، هو نوع من النباتات البرية التي تنتمي إلى عائلة الحمحميات^[12,11] وهي نباتات صغيرة شوكية، معمرة، وكثيرة التفرع وتكسوها شعيرات قاسية، يبلغ طولها حوالي 30 سم أو أكثر في بعض المناطق^[13,1]. وتتميز ب:

• الأوراق تكون متوضعة على الساق بدون أعناق بطول من 2 إلى 3 سم، يتوزع على حوافها أشواك.

• تكون الفروع والأغصان القديمة بيضاء ملساء بينما الجديدة النمو محمرة [2].

• أزهار الحلمة زرقاء بنفسجية أو أرجوانية نوعا ما، وتتجمع هذه الأزهار في شكل باقة كثيفة على قمم السيقان، ويتكون كأس الزهرة من خمس سنبلات محمرة قليلا وتحمل شعيرات أما التويج فهو أنبوبي منتفخ من أعلى وينتهي بخمسة فصوص [14].

الحلمة نبات معمر ذو ساق خشنة قاعدية حيث تنتشر في المناطق الصحراوية و الجبلية في شمال أفريقيا والشرق الأوسط. نجده في جميع الفصول، إلا أنها تكون أكثر ازدهارا ونموا في أواخر الشتاء وبداية الربيع (أفريل-ماي)

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



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

I- 2.2. بعض تسميات نبات الحلمة:

الأسماء المعتمد لنبات الحلمة [2, 12]

Lithospermuman gustifolium Forssk. (1775)

Lithospermuman callosum Vahl (1790)

Moltkia callosa (Vahl) Wettst. (1918)

Moltkia Ciliata (Forssk.) Maire (1941)

الاسم العلمي : *Moltkia Ciliata*

الاسم الشائع بالعربية: الحلمة أو الحلم [2]

الاسم الشائع باللاتينية: *Bryophyllumpinnatum*

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

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

Règne	Plante	المملكة
Embranchement	Magnoliophyta	الشعبة
sous-branche	Boraginoideae	تحت الشعبة
Classe	Lithospermeae	الصف
Ordre	Magnolipsida	الرتبة
Famille	Lamiales	العائلة
Genre	Moltkiopsis	الجنس
Espèces	<i>Moltkia Ciliata</i>	النوع

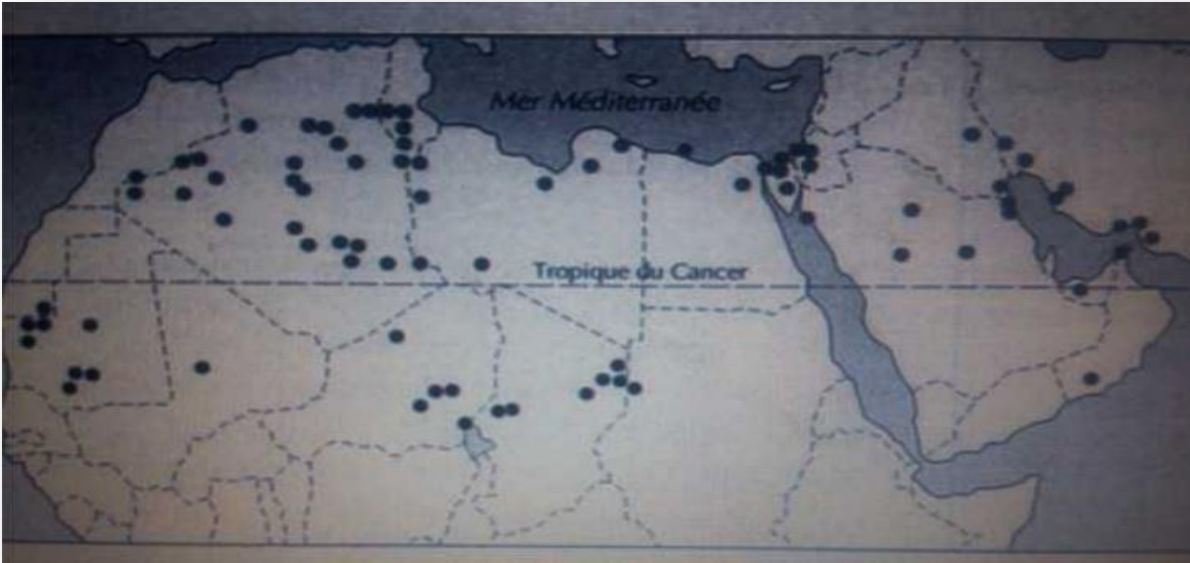
❖ بعض أنواع جنس *Moltkiopsis*: [14]

- *Moltkia angustifolia*
- *Moltkia coerulea*
- *Moltkia aurea*

- *Moltkia suffruticosa*
- *Moltkia petraea*

2-I4 . التوزيع الجغرافي لنبات الحلمة *Moltkia Ciliata*:

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



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

2-I5 . استعمالات نبات الحلمة *Moltkia Ciliata*:

يعتبر هذا النبات الغذائي الأساسي لبعض الحيوانات الصحراوية خاصة الجمال و لعدة استعمالات تقليدية منها في المجال الطبي يستخدم: عصير النبات كمضاد للالتهابات وتقليل الأورام، كما يستخدم كمسهل وعلاج لاضطرابات المعدة والأمعاء، ويعالج لسعات العقارب. لقي هذا النبات اهتمام العديد من الباحثين خاصة في الدراسات الإحصائية لبعض الخصائص الخاصة بالنباتات الصحراوية [3].

2-I6 دراسات سابقة لبعض نباتات العائلة الحمحمية في ميدان تكنولوجيا النانو:

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

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

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

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

المرجع	الفاعلية	طرق التشخيص	الجسيم المصطنع	الجزء المستخدم	النبات
[19]	<ul style="list-style-type: none"> Anticancer activity Antibacterial activity Biofilm inhibition 	<ul style="list-style-type: none"> UV-visible IR MEB EDX XRD 	AgONPs	الأوراق	<i>Borago Officinalis</i>
[20]	<ul style="list-style-type: none"> Photo catalytic Activity Antibacterial Activity Antioxidant Activity 	<ul style="list-style-type: none"> XRD MEB UV-Visible EDX IR 	NiONPs	الأوراق	<i>Bergenia Ciliata</i>
[21]	<ul style="list-style-type: none"> Antioxidant activity Antibacterial activity 	<ul style="list-style-type: none"> UV-visible IR MEB EDX 	AgONPs	لحاء الساق	<i>Cordiadic hotoma</i>

			<ul style="list-style-type: none"> • XRD • Zeta potential 		
<i>Toona Ciliata</i>	الأوراق	NiONPs	<ul style="list-style-type: none"> • UV-visible • ATR • FT-IR • XRD • Fluorescenespectroscopy • MEB • TEM 	<ul style="list-style-type: none"> • Antibacterial activity • Anthelmintic activity 	[22]
<i>Bergenia Ciliata</i>	الجزور	ZnONPs	<ul style="list-style-type: none"> • UV-Visible • IR • XRD • DLS 	<ul style="list-style-type: none"> • ABTS Radical Scavenging Assay • DPPH Radical Scavenging Assay • Antioxidant Activity • Anticancer Activity 	[23]
<i>Populus Ciliata</i>	الأوراق	AgNPs	<ul style="list-style-type: none"> • UV-visible • XRD • IR • MEB • TEM • EDX 	<ul style="list-style-type: none"> • Antimicrobial activity 	[24]

المراجع

المراجع باللغة العربية :

- [10] مدونة أبو سامي للطقس والبيئة. على شبكة الانترنت بتاريخ 14 أبريل 2023:
<http://weather-sa.com/net/index.html>
- [14] قدور.ص، تجاني.ص،(2020)، "دراسة فاعلية نبات *Moltkia ciliate* و *Fagonia cretica* الشببية للتآكل XC70 في الأوساط الحمضية، مذكرة ماستر في الكيمياء العضوية"، كلية علوم دقيقة جامعة الشهيد حمه لخضر، الوادي، ص8.
- [15] ع. الله عبد المحسن عبد الله الصالح،(2021)، "مورفولوجية المجموع الجذري لبعض النباتات الصحراوية"، دراسة جغرافية نباتية، جامعة الملك سعود، ص11-24.
https://bfalex.journals.ekb.eg/article_153373_6b2e12291fc65f1cd106c34317:41,25/04/23.e62bb78f.pdf
- [2] شحيحي.س،(2021)، "دراسة المستخلصات العضوية والمائية لنبات *Moltkia Ciliata* وتطبيقاتها في الفاعلية البيولوجية وتنشيط التآكل المائي"، رسالة دكتوراه في الكيمياء العضوية التطبيقية، جامعة قاصدي مرباح، ورقلة، ص7.
- [3] ميموني.س،.الأبيض.ل،(2019)، "فصل نواتج الأيض الثانوي الفلافوني لنبات *Moltkia Ciliata* وتقييم الفعالية المضادة للأكسدة"، مذكرة ماستر في الكيمياء العضوية، كلية علوم دقيقة، جامعة الشهيد حمه لخضر، الوادي، ص8.
- [4] حرزولي.ي،(2018)، "دراسة الفعالية البيولوجية للمستخلصات العضوية لنبات *Moltkia Ciliata* مذكرة ماستر في الكيمياء العضوية"، علوم دقيقة، كلية ع جامعة الشهيد حمه لخضر، الوادي، ص16.
- [6] محمد السيد.ع،(2015)، "الموسوعة الأم للعلاج بالنباتات والأعشاب الطبية"، دار ألفا، عمان الأردن. الطبعة الخامسة ، ص358 347 500.
- [7] بن عبد الله .ت،(2007)"دليل النباتات لمنطقة الرياض، مكتبة الملك فهد الوطنية"، الرياض. الطبعة الأولى، ص160.

- [8] أبو رجيع. ط، (2006)، "النباتات الطبية و العطرية في محمية الموجب"، ص 141.
- [9] دحه. ي،. حوامد. ع،. غالية. ش،. قدوري. و، (2022)، "التنوع النباتي في منطقة وادي سوف ومدى تأثيره على البيئة"، مذكرة ماستر في علوم البيولوجيا، كلية علوم الطبيعة وحياة، جامعة الشهيد حمه لخضر، الوادي، ص 73 74.
- [1] حليس، ي. (2007)، "الموسوعة النباتية لمنطقة سوف (النباتات الصحراوية الشائعة في منطقة العرق الشرقي الكبير)"، دار النشر بالمنطقة الصناعية كوينين ولاية الوادي. ص : 5-27-42.
- المراجع باللغة الأجنبية:
- [11] M.Kamil, F.Ahmed, M.T.Abdella.(2021)," Phytochemical & Pharmacological Studies of Moltkiopsis Ciliata" , *Clinical Research and Clinical Trials*,4(3):62.
- [12] Ionut-Florin. P,(2015-2016),"Valorisation des activités biologiques de certaines espèces végétales sahariennes Nord_africaines",thèse de doctorat, Université de Médecine de pharmacie de Timisoara, Roumanie, p62.
- [13] Turki Ali. Al-Turki, Jacob. Thomas,(2010),"An account on the floral dimorphism and ecology of the genus Moltkiopsis I.M.Johnst.(Boraginaceae) in Saudi Arabia", *Doga, Turkish Journal of Botany*, 34 : 367-377.
- [16] http://www.floraofqatar.com/moltkiopsis_Ciliata.htm, 18:48, 12/03/2023.
- [17] Hita.H,Belai.I,(2018),"Evaluation De L'activité Antioxydant De La Plante Médicinale *MOLTZIA CILIATA* « FORSSK MAIRE

»",Mémoire de Fin d'Etude En vue de l'obtention du diplôme de MASTER ACADEMIQUE Génie chimique, Faculté de la Technologie, Université Echahid Hamma Lakhdar El Oued, p8.

- [18] Mohamed El shafey.A,(2020),"Green synthesis of metal and oxide nanoparticles from plant leaf extracts and their applications", *Green Processing and Synthesis*,9:304–339, <https://doi.org/10.1515/gps-2020-0031>
- [19] Singh.H, Du.J, yi.T,(2016)," Green and rapid synthesis of silver nanoparticles using Boragoofficinalis leaf extract: anticancer and antibacterial activities" , *Artificial Cells, Nanomedicine, and Biotechnology*, from Internet en 06/09/2016.
- [22] UllahMirza.A,(2021),"Biomediated synthesis, characterization, and biological applications of nickel oxide nanoparticles derived from ToonaCiliata, Ficuscarica and Pinusroxburghii" , *Bioprocess and Bios stems Engineering* , 44:1461–1476.
- [23] Dulta. k, Koşarsoy Ağçeli. G,Chauhan. P,Jasrotia. R,Chauhan, (2020), "A Novel Approach of Synthesis Zinc Oxide Nanoparticles by *Bergenia Ciliata* Rhizome Extract: Antibacterial and Anticancer Potential", *Journal of Inorganic and Organ metallic Polymers and Materials*, [9]<https://doi.org/10.1007/s10904-020-01684-6> .
- [24]Hafeez.M, and all,(2020),"Populus Ciliata mediated synthesis of silver nanoparticles and their antibacterial activity", *Microscopy Research and Technique*,1–9.

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

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

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

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

الفصل الثاني

تقنية النانو وخصائص أكسيد

الحديد النانوي

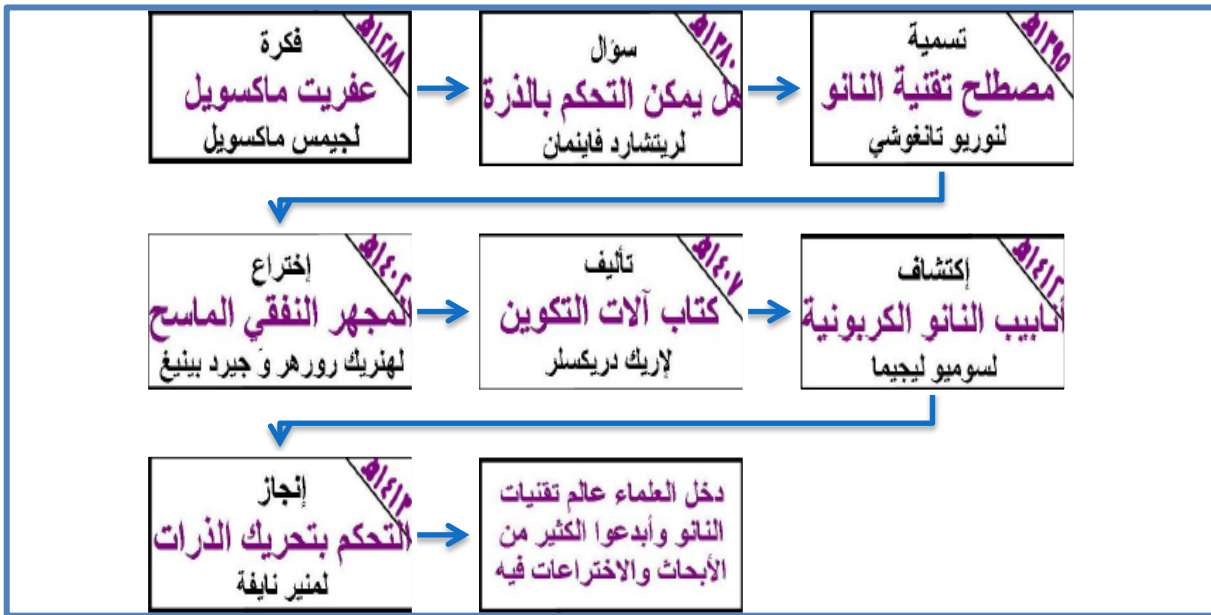
تمهيد:

العلم بحر واسع وعجلة العلم في تقدم مستمر ولا تقف ابدا لذلك نجد كل يوم ما هو جديد في المجالات العلمية المختلفة، ومن بين هذه العلوم علم النانو الذي ظهر في منتصف القرن الماضي وأول من أثار الاهتمام والجدل حوله هو العالم الفيزيائي الشهير "ريتشارد فيرمان" في محاضراته الشهيرة والذي اشار الى علم النانو في عبارته الشهيرة (هناك متسع في القاع) وأن كان أصل علم النانو يعود إلى الحضارة الإغريقية واليونانية حيث استعملوا تقنية النانو في صناعة الزجاج، وكلمة النانو تعني القزم باللغة الإغريقية حيث أن النانومتر مقياس يساوي واحد على مليار مربع. ويمكن القول أيضا أن النانو مجال للبحث والابتكار يهتم ببناء الأشياء بشكل عام (المواد والأجهزة) على مقياس الذرات والجزيئات.

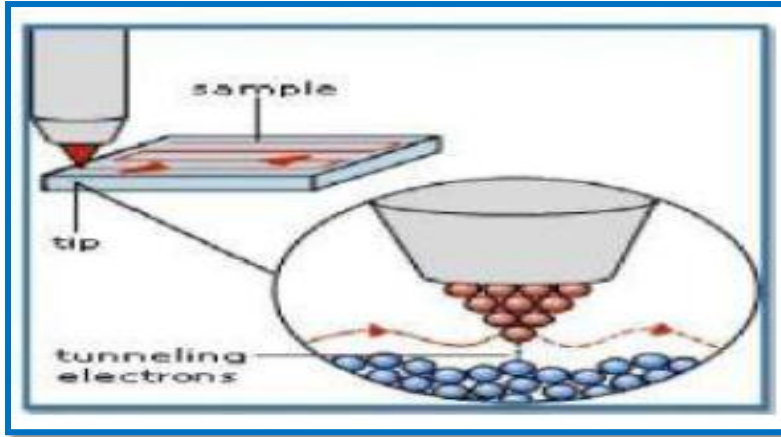
1-II. تقنية النانو:

1.1 - II. السلسلة التاريخية لتقنية النانو:

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



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



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

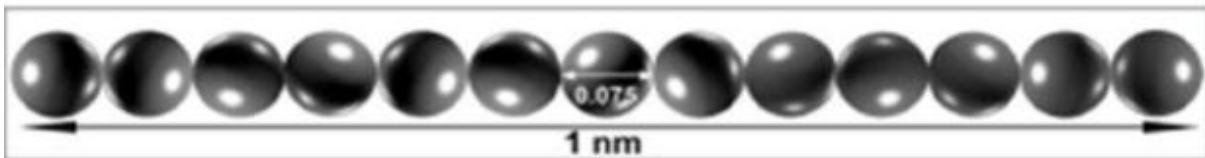
II-2.1. مصطلح النانو:

نانو "Nano" ، كلمة صغيرة مكونة من أربعة حروف منحوتة من اللغة اليونانية القديمة وتعني "القرم

Nano" [5]

II-3.1. تعريف مقياس النانومتر:

هو وحدة لقياس اطوال الأشياء الصغيرة جدا التي لا ترى إلا تحت المجهر (الميكروسكوب) الإلكتروني وتستخدم هذه الوحدة للتعبير عن أبعاد أقطار ومقاييس ذرات وجزئيات المواد والمركبات والخلايا والجسيمات المجهرية مثل البكتيريا، النانو الواحد يساوي جزءا من ألف مليون (مليار) جزءا من المتر، أو بتعريف آخر فإن المتر الواحد يحتوي على مليار جزءا من النانومتر أي يساوي (10^9 نانومتر)، وللمقارنة فإن النانومتر الواحد يساوي تقريبا طول صف مكون من 13 ذرة من غاز الهيدروجين إذا تخيلنا أنها وضعت متراصة بعضها بجوار البعض [2] كما هو مبين في الشكل (II-3).



الشكل (II-3): صف أفقي مكون من 13 ذرة هيدروجين يساوي قريبا 1 نانومتر

II-4.1. تعريف تقنية وعلم النانو:

تقنية النانو هي العلم الذي يهتم بدراسة ومعالجة المادة على المستوى الذري والجزيئي، ومعناه التقنيات التي تصنع على مقياس النانو، فهو يعادل عشرة أضعاف وحدة القياس الذري المعروفة بالأنجستروم، وحجم النانو أصغر بحوالي 80.000 مرة من قطرة شعرة الرأس. أما علم النانو وتكنولوجيا النانو هي دراسة وتطبيق أشياء صغيرة للغاية ويمكن استخدامها في جميع مجالات العلوم الأخرى، مثل الكيمياء والبيولوجيا والفيزياء وعلوم المواد والهندسة.

II-5.1. مبدأ تكنولوجيا النانو:

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

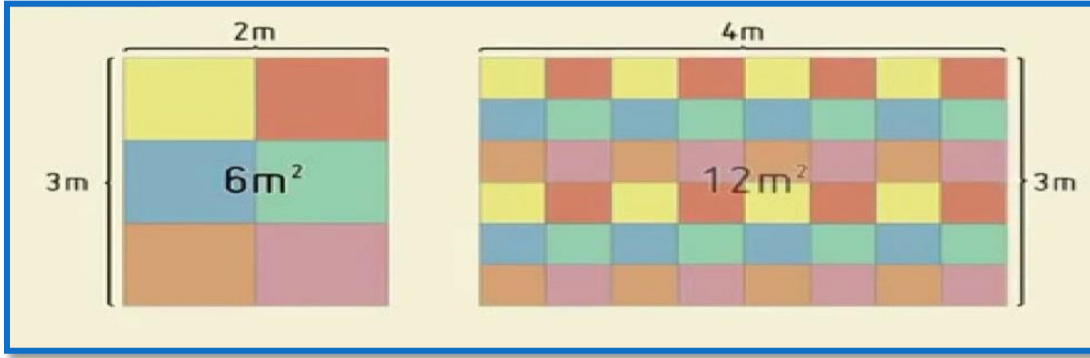
II-6.1. أهمية التقنية:

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

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

✓ ساهمت المواد النانوية بتحسين المردود في العديد من المجالات^[6].

✓ زيادة المساحة السطحية للمادة عند تصغير حجم جزيئاتها إلى الحجم النانوي مما يزيد في مساحة سطح التلامس مع الوسط و بالتالي زيادة التأثير^[2].



الشكل (II-4) : صورة توضح العلاقة بين حجم الحبيبات والمساحة السطحية.

II-7.1. تطبيقات تكنولوجيا النانو:

بدأت تقنية النانو تقتحم جميع مجالات الحياة فمن البحث العلمي والطبي إلى المجال العسكري والأسلحة^[10]... الخ وفي ما يلي نذكر بعض تطبيقات النانو في بعض المجالات:

II-1.7.1. في المجال الطبي:

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

II-7.1.2. تنقية المياه:

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

II-7.1.3. المجال الإلكتروني:

- تستخدم في صناعة المصابيح الصغيرة الباعثة للضوء LED مثل المصباح الصغير الموجود أسفل شاشة التلفاز^[3].

- إشارات المرور، اللوحات الإعلانية الموجودة في الطرق، قارئ الأقراص الفيديو الرقمي [3].

II-4.7.1-الصناعات:

تستخدم بشكل كبير في صناعة السبائك الفلزية نانوية الحبيبات والتي تدخل بشكل رئيسي في صناعة السيارات و الطائرات والموصلات الكهربائية المستخدمة في الحواسيب والرقائق الإلكترونية وبطاريات السيارات [3] وكذا في صناعة الأجهزة الكهرومترية والأسلحة العسكرية [6].

II-5.7.1-المواد المعمارية:

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

II-6.7.1-في الزراعة والأمن الغذائي:

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

II-7.7.1-بعض التطبيقات الأخرى:

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

II-2-الجسيمات النانوية Nano Particles :

II-1.2-تعريفها :

كثيرا ما نسمع في الفترة الأخير عن الجسيمات النانوية وتطبيقاتها الكثيرة في جميع مجالات الحياة لما لها من أهمية علمية وحياتية. مثل التطبيقات الطبية والإلكترونية والصناعية والزراعية وغيرها. وتم تعريفها على أنها تجمعات من الجزيئات الصغيرة في الحجم نانومتري الأبعاد (بين 1 و100)، تتكون من بضع مئات إلى بضع آلاف الذرات. يزيد الحجم نانومتري من سطح التلامس بين المواد، مما يمنحهم استجابة أكبر [23].

II-2.2 طرق تصنيع الجسيمات النانوية:

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

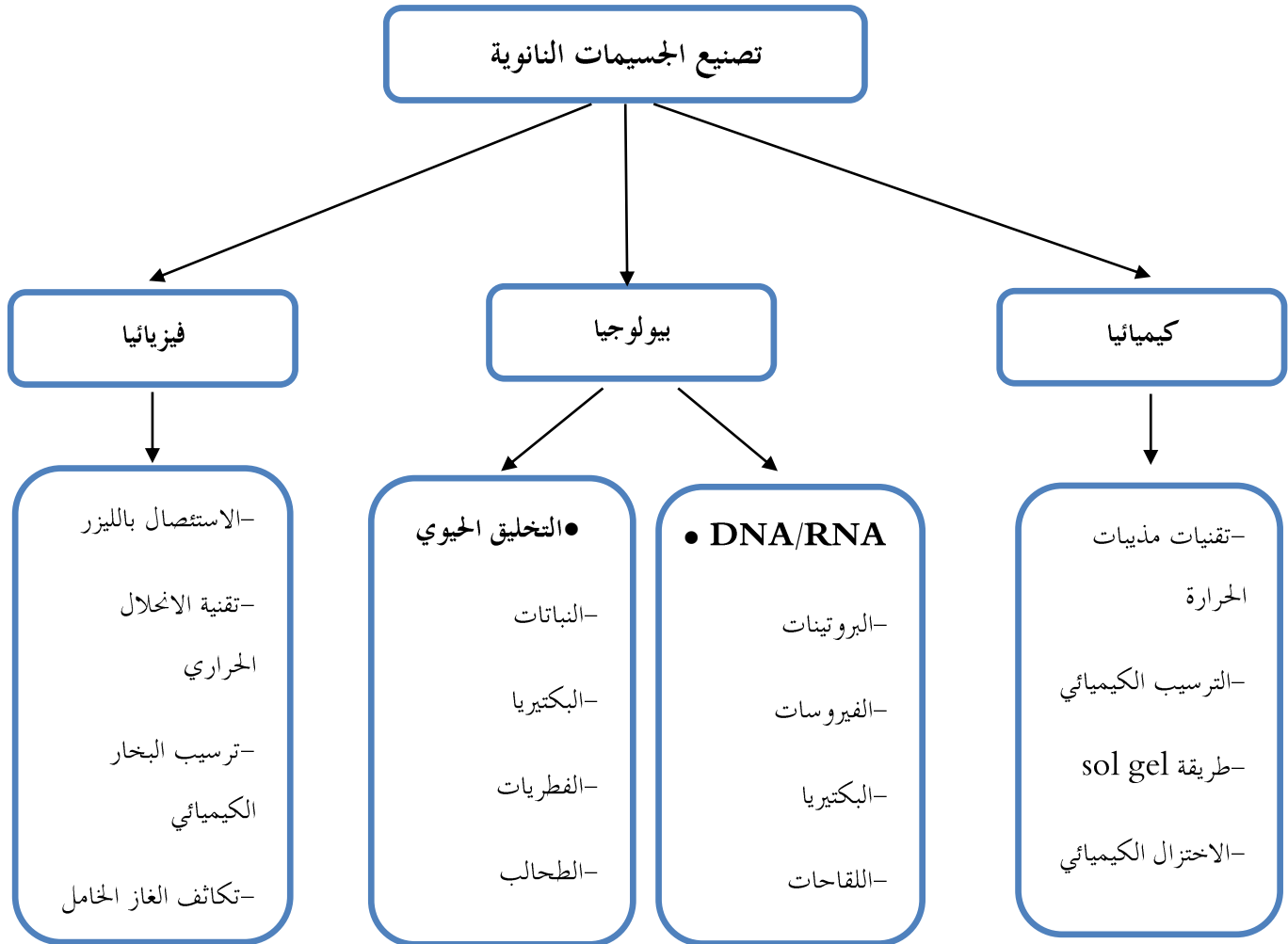
من أكثر الطرق الأكثر شيوعا ويتم فيها تصنيع المواد بتقليص أجسام ذات أطوال أكبر من النانو حتى تصل إلى أبعاد نانوية^[13].

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

حيث يتم تحضير المواد النانوية من خلال بنائها ذرة بذرة وجزئي بجزئيء وضعها في هياكل نانوية محددة الأبعاد والأشكال، وفقا للبنية المراد الحصول عليها^[13].

II-2.2.3 الطريقة الحيوية:

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



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

II-3.2. خواص المواد النانوية:

• الخواص الكيميائية:

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

• الخواص الكهربائية:

زيادة التوصيل الكهربائي والمغناطيسي في السيراميكات [3] وزيادة المقاومة الكهربائية في المعادن [6].

• الخواص المغناطيسية:

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

• الخواص الفيزيائية:

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

• الخواص البصرية:

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

• الخواص البيولوجية:

تحسين التلاؤم والتوافق البيولوجي وكذا زيادة قدرة النفاذية للحواجز البيولوجية التي تعيق وصول الأدوية للأماكن المصابة [3].

II-4.2. أبعاد المواد النانوية:

• المواد النانوية أحادية الأبعاد:

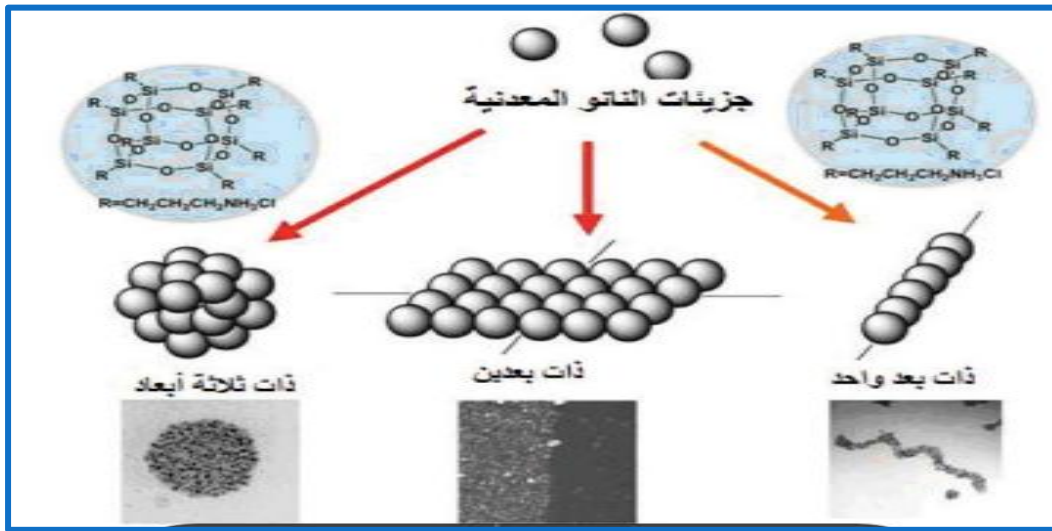
وهي مواد يكون احد أبعادها يقل عن 100 نانومتر بينما لا يشترط في بعديها الآخرين أن يكونا ذوي أبعاد نانوية مثلا لرقائق والأغشية (Thin Layers) ورقائق مواد أشباه الموصلات [3].

• المواد النانوية ثنائية الأبعاد:

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

• المواد ثلاثية الأبعاد:

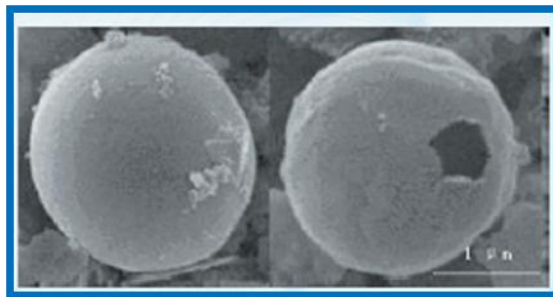
وهي مواد تقل أبعاد مقاييسها الثلاث عن مئة نانومتر وهي الكريات النانوية مثل الحبيبات النانوية ومساحيق الفلزات... الخ [3-11].



الشكل (II-6): صورة توضح مختلف الأشكال لأبعاد المواد [3]

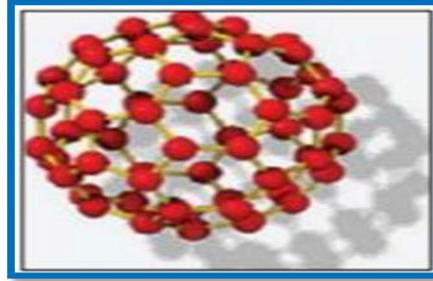
II-5.2. أشكال المواد النانوية:

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



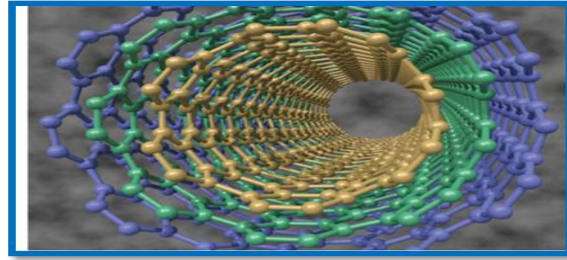
الشكل (II-7): صورة توضيحية لكرة نانوية [14].

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



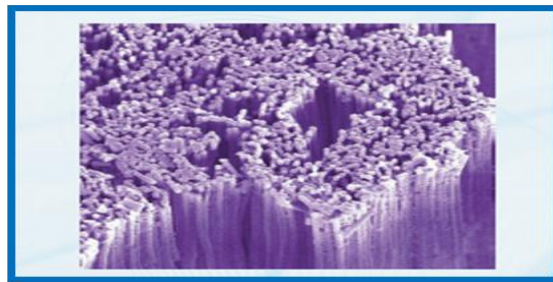
الشكل (II-8) : جزيء فلورين شبيه [1].

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



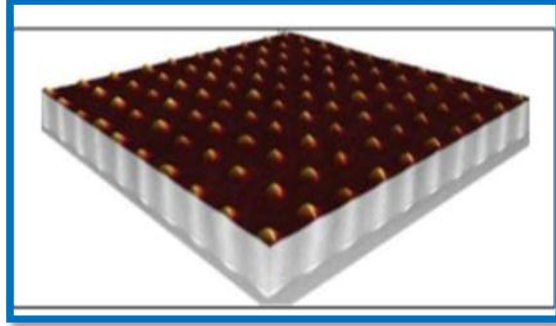
الشكل (II-9) : نموذج لأنبوب الكربون [11].

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



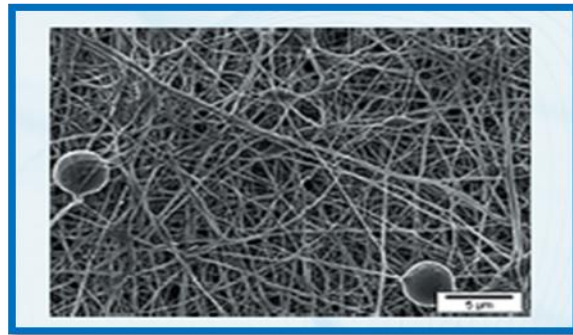
الشكل (II-10) : صورة توضح شكل الأسلاك النانوية [1].

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



شكل(II-11):نقطة كمية ثلاثية الأبعاد^[13].

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



الشكل(II-12): صورة توضح شكل الألياف النانوية^[1].

II-3. أكسيد الحديد النانوي:

II-3.1. تمهيد :

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

II-2.3. تعريف أكاسيد الحديد النانوية:

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

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

الجدول (II-1): أهم أكاسيد وهيدروكسيدات الحديد النانوية^[17].

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

II-3.3. أشكال أكاسيد الحديد النانوية:

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

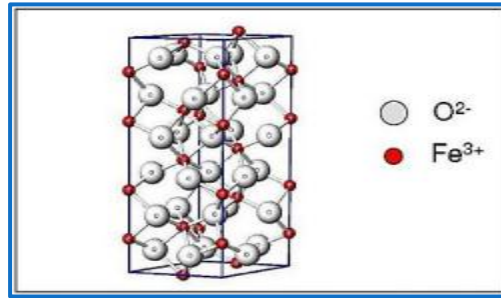
✓ الماغنتيت (Fe₃O₄):

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

أن يتأكسد إلى ماغميت أو هماتيت وذلك بهجرة ذرات الحديد Fe داخل البنية وإضافة ذرات O ليتغير من Fe_3O_4 إلى Fe_2O_3 [20].

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

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



الشكل (II-13): خلية أساسية لمركب الهيماتيت [23].

✓ الماغميت (Maghemite):

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

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

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

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

تستخدم جزيئات أكسيد الحديد النانوية ل:

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



المراجع

المراجع باللغة العربية:

- [1]-م، ص، الصالحي. ع الله، ص، الضويان. (2007). "مقدمة في تقنية النانو". كلية العلوم-جامعة الملك سعود.
- [10]- ن، منير. (2009). "النانو تكنولوجيا عالم صغير ومستقبل كبير". الدار العربية للعلوم ناشرون.
- [10]-م، م، س، صالح. (2015). "تقنية النانو وعصر علمي جديد". الرياض: مكتبة الملك فهد الوطنية.
- [11]- ع الله، ج، ايمان،. "مقدمة عن الجسيمات النانوية". دكتوراه في العلوم الصرفة. مقال علوم وتكنولوجيا.
- [12]-ع، ت، ميساء. (2020). "التخليق الحيوي للجسيمات النانوية وتطبيقاتها في مجال مكافحة الآفات الزراعية". دراسة مرجعية. مجلة وقاية النبات العربية .
- [13]-ا، كثر. ع، خولة. ن، سلوى. (2020). "الاصطناع الحيوي لجزيئات الفضة النانوية وتحديد الفاعلية المضادة للبكتيريا-دراسات سابقة-". مذكرة تخرج لنيل شهادة ماستر أكاديمي في الكيمياء، كلية العلوم الدقيقة، الوادي، ص21-22.
- [14]-أ، ع، سلمان. ك، خ، احمد. ا، ض، شاطي. (2018). "تحضير وتشخيص دقائق أكسيد الحديد النانوية باستخدام مستخلص نبات الليمون العراقي". مجلة كلية التربية الأساسية.
- [15]-ح، حمادي. سعد الله، دلال. ب، رميسة. (2022). "تحضير وتشخيص دقائق أكسيد الحديد النانوية باستخدام مستخلص قشور ثمار الرمان". مذكرة تخرج لنيل شهادة ماستر أكاديمي في الكيمياء، كلية العلوم الدقيقة، جامعة الشهيد حمه لخضر، الوادي، ص37-40.
- [16]-ط، فاطمة. ط، صبرينة. (2022). "مراجعة الأدب العلمي حول تحضير وتشخيص وتوصيف المواد النانوية العضوية المبنية على المركبات المعدنية". مذكرة مقدمة لنيل شهادة ماستر أكاديمي، كلية الرياضيات وعلوم المادة، جامعة قاصدي مرباح، ورقلة، ص72.
- [18] ع، الغنيم وآخرون، "الموسوعة الجيولوجية الجزء الخامس" 1998

- [2]- ي، ش، أحمد. س حماد. واخرون. (2021). "تصنيع المواد النانوية بالمعالجة الحرارية المائية". بحث مقدم إلى مجلس كلية العلوم التطبيقية-جامعة الأنبار.
- [22] ب، أنور. ك، عماد " دراسة خصائص أكسيد الحديد". جامعة الوادي، (2017).
- [3]- م، ش، الأسكندراني. (أبريل 2010). "تكنولوجيا النانو من أجل غد أفضل". الكويت: عالم المعرفة.
- [4]- س. ع. عبود. (2018). "افاق استخدام تقنية النانو تكنولوجي وتطبيقاتها". مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية-سلسلة العلوم الهندسية، العدد 3 (40)، سورية.
- [5]- ع. الرفيق. (2022). "التحضير الحيووي المنشأ لجسيمات أكسيد الزنك النانوية ودراسة نشاطها المضاد للبكتيريا والمضاد للأكسدة". مذكرة ماستر أكاديمي في الكيمياء، كلية الرياضيات و علوم المادة، جامعة قاصدي مرباح، ورقلة، ص4-6.
- [6]- ع. الله حسب الله، ع، الله خلف البياتي (2017). "تطبيقات تقنية النانو". رسالة ماجستير العلوم في الهندسة. جامعة القاهرة، جمهورية مصر العربية.
- [7]- أم، مرفت رشاد، أ، ج، حسونه . (نوفمبر 2017). "التطبيقات البيئية الخضراء لتكنولوجيا النانو في المستقبل، المؤتمر الدولي السابع للإتحاد العربي للتنمية المستدامة والبيئة، سبل تعزيز التكنولوجيا النظيفة والتقنيات صديقة البيئة بالمنطقة العربية". ص26.
- [8]- ر، ع، سارة. (1987). "تأثير نانو الفضة على مرض السرطان". بحث. كلية التربية-قسم الكيمياء، جامعة القادسية،.

المراجع باللغة الأجنبية:

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

- [19]Dghoughi, L., et al. "Physico-chemical, optical and electrochemical properties of iron oxide thin films prepared by spray pyrolysis." Applied Surface Science 253.4 (2006): 1823-1829.
- [20]Deer, William Alexander. "An introduction to the rock-forming minerals". No. 04; QE364. 2. R6, D41966
- [21]Bazine, Abdelmadjid, and Mohamed Salah Ferah. (2017)"Elaboration par sol-gel et caracterisation d'oxydemetallique (type: α -fe₂o₃) aux propres photocatalytiques. Diss".university constantine.
- [23]Wu, Wei, et al. (2015)"Recentprogress on magnétisations oxide nanoparticles: synthesis, surface functional stratégies and biomédical applications." Science and technologie of Advanced materials .

الفصل الثالث

عموميات حول تقدير

الفاعلية المضادة للأكسدة

تمهيد:

تلعب العديد من المواد الأيضية الثانوية دوراً مهماً كمضاد للأكسدة، لذا سوف نتطرق الى مضادات الأكسدة ودورها الحيوي وآلية عملها وسنبداً بالجذور الحرة كونها تحفز عملية الأكسدة وقد تسبب مختلف الاضطرابات والأمراض ثم نتطرق بعدها الى مضادات الأكسدة.

III-1-1-مضادات الأكسدة:

III-1-1-1- الإجهاد التأكسدي:

يعرف بأنه خلل في التوازن بين زيادة مولدات الأكسدة(جذور الحرة) والنظام الدفاعي للجسم مضادات الأكسدة مما يؤدي الى تلف في الخلايا غالباً لا رجوع فيه، الجذور الحرة مفيدة للجسم لدخولها في عدة، وظائف دفاعية وحيوية لكن زيادة إنتاجها مع غياب مضادات الأكسدة يشكل ما يسمى بالإجهاد التأكسدي

III-1-2- الجذور الحرة:

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

الجذور الحرة هي أصناف كيميائية^[1] ذرية أو جزيئية^[2] تملك إلكترونات حرة أو أكثر^[3] في مدار التكافؤ^[4,2] وهو السبب في عدم استقرارها، وهي عبارة عن شظايا جزيئية^[5] قادرة على وجود مستقبل^[2] تنشأ عند استخدام خلايا الأكسجين لتوليد الطاقة^[6]، شديدة التفاعل^[8,7,4] تسعى للاستقرار من خلال اقترانها مع جزيئات بيولوجية مثل الدهون، البروتينات، الأحماض النووية^[9] والكربوهيدرات^[10].

III-1-2-2-مصدر الجذور الحرة:

يتم إنشاء الجذور الحرة من مصادر داخلية^[11] نتيجة عدة وظائف الداخلية للجسم^[2] من قبل الخلايا الحية نتيجة العمليات الفيزيولوجية والبيو كيميائية في الجسم^[9] مثل تنشيط الخلايا المناعية، التهابات، الإجهاد العقلي الخلايا البالعة، الميتوكوندريا^[12] وفقر الدم^[2]، ومصادر خارجية^[11,2] عند تعرض الجسم لبعض المواد البيئية السامة^[2]، تنتج عن تلوث الهواء، المياه والتدخين^[12,11] تناول الكحول، المعادن الثقيلة (الكاديوم، الزئبق الرصاص والحديد)، مخدرات^[13]، المذيبات العضوية^[11]، الأشعة فوق البنفسجية^[12]، الأدوية ومبيدات الحشرات^[11] [12].

III-1-2-3-أنواع الجذور الحرة:

أ. الجذور الحرة الأحادية (الأولية): تحتوي على إلكترون أحادي ومتعادل مثل: $\text{CH}_3\cdot$, $\text{H}\cdot$, $\text{N}\cdot$

ب. الجذور الحرة الشائبة (الثانوية): تحتوي على إلكترونين أو أكثر غير مزدوج ومتعادل مثل: $\cdot\text{HC}$ ، H_2O

ذات أعمار قليلة جدا تصل إلى بيكرو ثانية (10^{-12} ثانية) والميزة الغالبة على الجذور الحرة شدة الفعالية الكيميائية العالية

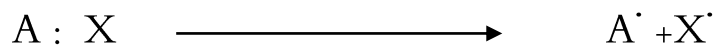
ت. الجذور المستقرة أو الصامدة: هي التي لها أعمار طويلة تقدر بالثواني أو بالساعات أو حتى بالأيام مثل جذور ثلاثي فينيل مثيل (Ph_3CH_3) وجذور ثنائي فينيل بكريل هايدرازيل (DPPH) وجذور ثنائي فينيل وأكسيد النيتريك (Ph_2NO) ومشتقاته.

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

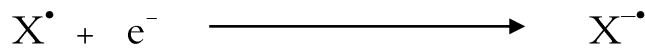
III -2-1- أ-آلية تشكل الجذور الحرة [12]:

الجذور الحرة يمكن أن تتشكل كما يلي:

✓ انشطار الرابطة التساهمية من الجزيء الطبيعي مع احتفاظ كل شظية بالإلكترونات المقترنة



✓ إضافة إلكترون منفرد لجزيء طبيعي



III -2-1- ب-أسباب زيادة الجذور الحرة:

يزيد تشكل الجذور الحرة بزيادة سرعة الاستقلاب وفي حالة التوتر، وكذلك ازدادت بزيادة عوامل التلوث البيئي المختلفة التي يتم تحطيمها في الجسم فتتحول إلى جذور حرة، وتزيد أشعة الشمس والاشعة السينية والتدخين بجميع أنواعه من إنتاج الجذور الحرة، كذلك كثرة استهلاك الدهون والسكريات تحفز إنتاجها ويزيد الإجهاد واستهلاك الأوكسجين خلال التمارين الرياضية العنيفة من تكاثرها [14].

III-2-1-ج- دور الجذور الحرة:

الجذور الحرة لها دور مزدوج إما أن تكون ضارة أو نافعة للأنظمة الحية ففي حالة انخفاضها وفي شروط معتدلة تلعب الجذور الحرة دورا حيويا:

- قتل الجراثيم باستخدام إنزيم الميليوبروكسيداز وذلك عن طريق تحفيز من بيروكسيد الهيدروجين [15].
- تمايز الخلايا بشكل عام تؤدي إلى ارتفاع معدلات التنفس المقاومة للسيانيد [17,16].
- للحفاظ على الوظائف الفسيولوجية الطبيعية للجسم أساسا في الجهاز المناعي، إنضاج هيكل الخلية آليات عمل الخلايا [2].

III-2-1-د- الأمراض الناجمة عن الجذور الحرة:

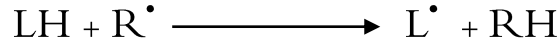
تتسبب الجذور الحرة في العديد من الأمراض التي تصيب الإنسان بما في ذلك:

- ✓ اضطرابات الاعصاب [19,18] مثل مرض الزهايمر، مرض باركنسون، التصلب المتعدد، التصلب الجانبي الضموري، فقدان الذاكرة والاكتئاب [19].
- ✓ الاضطرابات الرئوية مثل التهاب الرئة، مرض الربو، مرض الانسداد الرئوي المزمن وأمراض الكبد [19].
- ✓ الاضطرابات الكلوية مثل التهاب الكلية والفشل الكلوي المزمن [19].
- ✓ التهاب المفاصل الروماتيدي والبنكرياس [19].
- ✓ أمراض الجهاز الهضمي مثل القرحة المعدية، التهاب القولون والأمعاء [19].
- ✓ ارتفاع ضغط الدم و الصدمات النفسية [19].
- ✓ الإيدز والأورام السرطانية [19,18] مثل سرطان الرئة، سرطان المستقيم، سرطان الدم، سرطان المبيض وسرطان الثدي، تثبيط المناعة والعقم [19].
- ✓ أمراض القلب و الأوعية الدموية [20,19] مثل تصلب الشرايين [21,18].

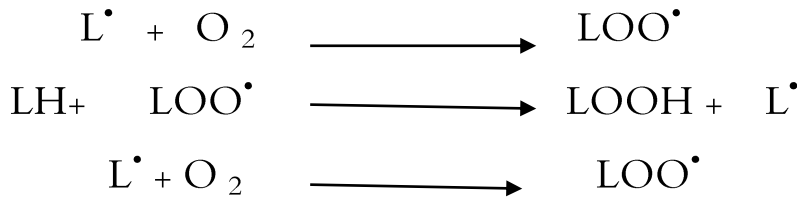
III-2-1-ه-عمل الجذور الحرة:

الجذور الحرة تشارك في سلسلة تفاعلات، تؤدي إلى تجديد جذري يمكن أن تبدأ دورة جديدة من التفاعلات، وتتم هذه التفاعلات على ثلاث مراحل:

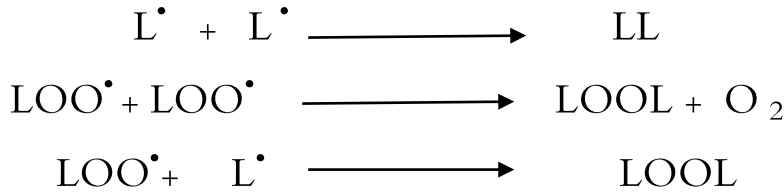
- مرحلة البدء: يتم فيها تشكيل الجذر



- مرحلة النشر: في هذه الخطوة الجذور الحرة تجدد سلسلة من تفاعلات



- مرحلة النهاية: في هذه المرحلة يتم تجميع الجذر الحر



III-1-3-مضادات الأكسدة:

III-1-3-1-تعريف مضادات الأكسدة:

هي جزيء أو أيون أو جذر مستقر نسبياً قادرة على تأخر أو منع أكسدة جزيئات أخرى [22] تحمي الخلايا من الأضرار التي تسببها الجزيئات غير مستقرة والتي تعرف بالجذور [20]، وتتكون من مجموعتين رئيسيتين هما منع بدء الأكسدة وإبطاء تطور سلسلة التفاعلات [24]، حيث تعرف على أنها أي مادة تكون بتركيزات منخفضة مقارنة بما كانت عليه المواد القابلة للأكسدة [10] تؤخر أو ربما تمنع أكسدتها [22,10] وتوجد بوفرة في الفواكه الخضروات، الحبوب، المكسرات، بعض اللحوم، الدواجن والأسماك [23]، فهي تلعب دوراً كبيراً في تأخر تفاعلات أكسدة دهون المنتجات الغذائية [25].

III-3-1-2-آليات مضادات الأكسدة:

لمضادات الأكسدة عدة آليات تتمثل في كسر سلسلة تفاعلات جذرية، امتصاص الأشعة فوق البنفسجية والمرئية، كبح الجذور الحرة، توقيف انتقال الإلكترونات وإزالة المعادن الثقيلة بالاستقلاب [26,10]

III-3-1-3-تصنيف مضادات الأكسدة:

تصنف وفقا لآلية عملها، مضادات الأكسدة الطبيعية وهي كسر سلسلة تفاعلات المواد المضادة للأكسدة ومضادات الأكسدة الاصطناعية وتعتبر وقائية [27].

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

1. مضادات الأكسدة الإنزيمية: من إنتاج الجسم الذي يعتبر الخط الدفاعي الأول للجسم ضد الجذور الحرة تتمثل في peroxydases glutathion ,Catalase, superoxyde dismutase .

2. مضادات الأكسدة غير إنزيمية: والتي يتم الحصول عليها من مصادر طبيعية النباتات والغذاء مثل فيتامين E (tocotrienols tocopherols) وفيتامين C (Acide ascorbique) وفيتامين Q(Ubiquinone) وعائلات مثل كاروتينات ومركبات الفينولية، الفلافونيدات والديباخ [28].

ب. مضادات الأكسدة الاصطناعية:

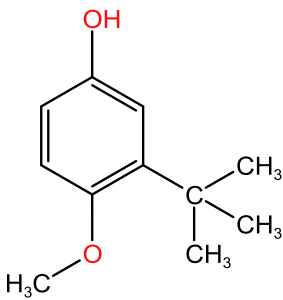
تستخدم مضادات الأكسدة الاصطناعية على نطاق واسع كمضافات غذائية نظرا لأدائها العالي، انخفاض التكلفة وتوفرها الواسع [32]، و مؤخرا زاد الاهتمام بمضادات الأكسدة الاصطناعية لأن هذه المغذيات تعتبر علاجية ووقائية، تستخدم في الصناعات الغذائية [33]، الأدوية [33] ومستحضرات التجميل [34,32] لمنع أكسدة الدهون.

وهناك أربع مضادات أكسدة اصطناعية تستخدم على نطاق واسع في الأطعمة [29] وهي

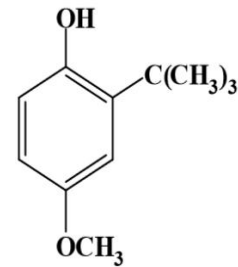
BHA و BHT، GP TBHQ

❖ (BHA)Butyl hydroxy anisole:

هو عبارة عن مزيج من 3-tert-butyl-4-methoxyphenol و 2-tert-butyl-4-methoxyphenol [35] [36] و من أهم خواص هذين المركبين هو قدرتهما على المحافظة على قابليتهما كمواد مضادة للأكسدة في الغذاء أثناء التسخين، وكذلك من خواص هذا المركب أبيض شمعي، له درجة انصهار منخفضة، يذوب في المذيبات العضوية ولا يذوب في الماء [35] يسمح بإضافته بتركيز لا يزيد عن 0.02% [38,37] والكمية المسموح بتناولها هي 1mg/ kg في اليوم [39]، وصيغته موضحة في الشكل (1.III).



3-tert-butyl-4-methoxyphen

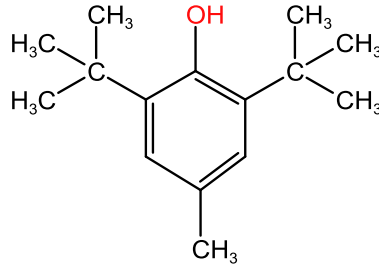


2-tert-butyl- 4-methoxyphenol

الشكل (1.III): يوضح بنية BHA

:(BHT) Butyl hydroxy toluene

يعتبر من مضادات الأكسدة التي تصنع تجاريا لاستعماله في المنتجات البترولية، ذو لون أبيض بلوري يعطي اللون الأصفر في الأغذية، لا يذوب في الماء لكنه يذوب في الدهون [35] والمذيبات العضوية قليلة القطبية [40] يسمح بإضافته بتركيز لا يزيد عن 200ppm للأغذية [41] والكمية المسموحة بتناولها هي 0.25 مغ / كغ في اليوم وصيغته موضحة في الشكل (2.III).



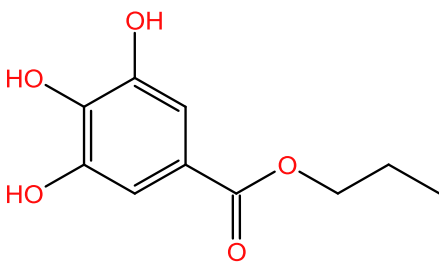
الشكل (2.III): يوضح بنية BHT

❖ حمض الغاليك AG:

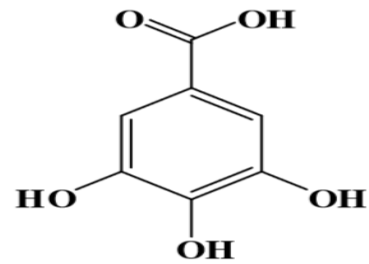
ينتشر في النباتات يذوب في الماء وقليل الذوبان في الزيوت^[35] مضاد للخلايا السرطانية دون الضرر بالخلايا الطبيعية^[42]، يوجد في العنب، الفراولة، الأناناس، الموز، الليمون والشاي^[43]، وصيغته موضحة في الشكل (3.III).

❖ بروبييل الغالات GP:

يذوب في الماء وقليل الذوبان في الزيوت^[35] يتم استخدامه في الأغذية المصنعة، مستحضرات التحميل^[44] الدهون والزيوت^[45] لمنع أكسدة الدهون غير المشبعة^[46]، وصيغته موضحة في الشكل (4.III).



الشكل (4.III): يوضح بنية GP



الشكل (3.III): يوضح بنية AG

III-1-3-4- شروط إضافة مضادات الأكسدة:

لإضافة هذه المواد في الأغذية يجب أن يشترط ما يلي:

- ✓ درجة السمية ضعيفة وفعالة بتركيز منخفض في أنواع عديدة من الدهون [47].
- ✓ عدم إضافة رائحة غير مرغوب فيها [47].
- ✓ نزع نكهة مرغوب فيها.
- ✓ إضافة نكهة غير مرغوب فيها [38].

III-1-3-5-سليبيات وإيجابيات مضادات الأكسدة:

* إيجابياتها:

- يمكن أن تساعد في تعزيز جهاز المناعة.
- تحمي من العديد من الأمراض عن طريق القضاء على الجذور الحرة في الجسم.
- 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 تحمي من الأمراض العقلية ويقلل من الأعراض المرتبطة بالشيخوخة [30].

* سلبياتها:

- يمكن أن يؤدي الكثير منها إلى إتلاف الجسم وتقليل الجهاز المناعي.
- 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 أمرا خطيرا اعتمادا 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 [31].



المراجع

المراجع باللغة العربية:

- [14] برحال جمعة. (2011). فصل وتحديد منتوجات الأيض الثانوي الفلافونيدي لبعض نباتات العائلة الريبزيدية (Resedacea) رسالة دكتوراه في الكيمياء العضوية، جامعة منتوري، قسنطينة.
- [29] بلفار آسيا. (2018). دراسة القدرة المضادة للأكسدة وللبيكتريا وللتآكل للمستخلصات الفينولية لنبات (Dur.)Limoniastrumguyonianum، رسالة دكتوراه، جامعة قاصدي مرباح ورقلة، 17-18.
- [41] ف. عبد العزيز الشيخ، صناعة زيت النخيل ومشتقاته. 1999، دار النشر للجامعات. مصر: ص 247.

المراجع باللغة الاجنبية:

- [1] Ali.S.S, Kasoju.N, Luthra.A, Singh.A, Sharanabasava.H, Sahu.A, and Bora.U, Indian medicinal herbs as sources of antioxidants. Food Research International, 2008. 41(1): p. 1-15
- [2]Mazumder.P.M, Rathinavelusamy.P, and Sasmal.D, Role of antioxidants in phytomedicine with special reference to antidiabetic herbs. Asian Pacific Journal of Tropical Disease, 2012. 2: p. 969-979.
- [3]Garg.D, Shaikh.A, Muley.A, and Marar.T, In-vitro antioxidant activity and phytochemical analysis in extracts of Hibiscus rosa-sinensis stem and leaves. Free Radicals and Antioxidants, 2012. 2(3): p. 41-46.
- [4] Gomez-Mejiba.S.E, Zhai.Z, Akram.H, Deterding.L.J, Hensley.K, Smith.N, Towner.R.A, Tomer .K.B, Mason.R.P, and

- Ramirez.D.C, Immuno-spin trapping of protein and DNA radicals: "tagging" free radicals to locate and understand the redox process. *Free Radic Biol Med*, 2009. 46(7): p. 85365.
- [5] Ebrahimzadeh.M.A, Nabavi.S.M, Nabavi.S.F, Bahramian.F, and Bekhradnia.A.R, Antioxidant and free radical scavenging activity of *H. officinalis* L. var. *angustifolius*, *V. odorata*, *B. hyrcana* and *C. speciosum*. *Pak J Pharm Sci*, 2010. 23(1): p. 29-34.
- [6] Ratnam.D.V, Ankola.D.D, Bhardwaj.V, Sahana.D.K, and Kumar.M.N, Role of antioxidants in prophylaxis and therapy: A pharmaceutical perspective. *Control Release*, 2006. 113(3) :p.189-207.
- [7] Devi.G.S, Prasad.M.H, Saraswathi.I, Raghu.D, Rao.D, and Reddy.P, Free radicals antioxidant enzymes and lipid peroxidation in different types of leukemias. *Clinica Chimica Acta*, 2000. 293(1): p. 53-62.
- [8] Nagmoti.D.M, Khatri.D.K, Juvekar.P.R, and Juvekar.A.R, Antioxidant activity free radical scavenging potential of *Pithecellobium dulce* Benth seed extracts. *Free Radicals and Antioxidants*, 2012. 2(2): p. 37-43.
- [9] Kumar.U, Mishra.M, and Prakash.V, Assessment of antioxidant enzymes and free radical scavenging activity of selected medicinal plants. *Free Radicals and Antioxidants*, 2012. 2(3): p. 58-63

- [10] Sailaja Rao.P, Kalva.S, Yerramilli.A, and Mamidi.S, Free Radicals and Tissue Damage: Role of Antioxidants. Free Radicals and Antioxidants, 2011. 1(4): p. 2-7.
- [11] Kumar, S., Free Radicals and Antioxidants: Human and Food System. Advances in Applied Science Research, 2011. 2 (1): p. 129-135.
- [12] Agrawal.S, Kulkarni.G.T, and Sharma.V.N, A comparative study on the antioxidant activity of methanolic extracts of Terminalia paniculata and Madhuca longifolia. Free Radicals and Antioxidants, 2011. 1(4): p. 62-68.
- [13] Thomas.S, and Balasubramanian.K.A, Role of intestine in postsurgical complications: involvement of free radicals. Free Radic Biol Med, 2004. 36(6): p. 745-56.
- [16] Sohal.R, Allen.R, and Nations C, Oxygen free radicals play a role in cellular differentiation: an hypothesis. Journal of free radicals in biology & medicine, 1986. 2(3): p. 175-181.
- [17] Bazsó-Dombi.E, Oravecz.K, Jeney.F, Nagy.K, and Nagy.I.Z, On the useful role of OH free radicals in differentiation of cultured human fibroblasts. Archives of gerontology and geriatrics, 2000. 31(3): p. 233-242.
- [18] Pourmorad.F, Hosseinimehr.S, and Shahabimajd.N, Antioxidant activity, phenol and flavonoid contents of some selected Iranian medicinal plants. African journal of biotechnology, 2006. 5(11).

- [19] Sharma.S, Shrivastav.B.R, and Shrivastav.A, Free Radicals, Antioxidants and Oxidative Stress. International Journal of Advanced Research 2013 1(9): p. 252-258.
- [20] Pham-Huy.L.A, He.H, and Pham-Huy.C, Free Radicals, Antioxidants in Disease and Health. Int J Biomed Sci, 2008. 4(2): p. 89-96.
- [21] Balaraman.R, Bafna.P.A, and Kolhapure.S.A, Antioxidant activity of DHC-1-a herbal formulation. J Ethnopharmacol, 2004. 94(1): p. 135-41.
- [22] Pinchuk.I, Shoval.H, Dotan.Y, and Lichtenberg.D, Evaluation of antioxidants: Scope, limitations and relevance of assays. Chemistry and Physics of Lipids 2012. 165 (6): p. 638- 647.
- [23] Hamid.A, Aiyelaagbe.O, Usman.L,Ameen.O, and Lawal.A, Antioxidants: Its medicinal and pharmacological applications. African Journal of Pure and Applied Chemistry, 2010. 4 (8): p. 142151.
- [24] Tubaro.F, Ghiselli.A, Rapuzzi.P, Maiorino.M, And Ursini.F, Analysis Of Plasma Antioxidant Capacity By Competition Kinetics. Free Radical Biology and Medicine, 1998. 24: p. 1228-1234.
- [25] Saad.B, Sing.Y, Nawi.M, Hashim.N, Mohamedali.A, Saleh.M, Sulaiman.S, Talib.K, and Ahmad. K, Determination of synthetic phenolic antioxidants in food items using reversed-phase HPLC. Food Chemistry, 2007. 105(1): p. 389-394.

- [26] Epstein.S, Saporoschetz.I.B, Katsioules.C, and Bishop.Y, Bioassay for Antioxidants Based on Protection of Isolated Rat Liver Mitochondria Against the Photodynamic Toxicity of Benzo[a]pyrene. Food and Cosmetics toxicology, 1971. 9(3): p. 367-377.
- [27] Wanasundara.P, and Shahidi.F, Antioxidants: Science, Technology, and Applications. Bailey's industrial oil and fat products, 2005
- [28] Guillouty, A. (2016). Plantes médicinales et antioxydants (Doctoral dissertation, Université Toulouse III–Paul Sabatier).
- [30] Amarowicz, R., & Pegg, R. B. (2019). Natural antioxidants of plant origin. In Advances in food and nutrition research, Academic Press, 90, 1-81.
- [31] <http://EzineArticles.com /7925701>
- [32] Xiu-Qin.L, Chao.J, Yan-Yan.S, Min-Li.Y, and Xiao-Gang.C, Analysis of synthetic antioxidants and preservatives in edible vegetable oil by HPLC/TOF-MS. Food Chemistry, 2009. 113(2): p. 692700.
- [33] Bera.D, Lahiri.D, and Nag.A, Studies on a natural antioxidant for stabilization of edible oil and comparison with synthetic antioxidants. Journal of Food Engineering, 2006. 74(4): p. 542-545.

- [34] Biparva.P, Ehsani.M, and Hadjmohammadi.M.R, Dispersive liquid–liquid microextraction using extraction solvents lighter than water combined with high performance liquid chromatography for determination of synthetic antioxidants in fruit juice samples. *Journal of Food Composition and Analysis*, 2012. 27(1): p. 87–94.
- [36] Bhardwaj.V, Sharma.P, Chauhan.M, and Chauhan.S, Micellization, interaction and thermodynamic study of butylated hydroxyanisole (synthetic antioxidant) and sodium dodecyl sulfate in aqueousethanol solution at 25, 30 and 35 °C. *Journal of Saudi Chemical Society*, 2016. 20: p. 109–114.
- [37] Jayathilakan.K, Sharma.G, Radhakrishna.K, and Bawa.A, Antioxidant potential of synthetic and natural antioxidants and its effect on warmed–over–flavour in different species of meat. *Food Chemistry*, 2007. 105(3): p. 908–916.
- [38] Fritsche. K, and McGuire.S, The use of dietary synthetic antioxidants at recommended levels does not alter rat immune cell eicosanoid production or hepatic vitamin E concentration. *Nutrition Research*, 1997. 17(8): p. 1311–1319.
- [39]Carocho.M, and Ferreira.I.C, A review on antioxidants, prooxidants and related controversy: Natural and synthetic compounds, screening and analysis methodologies and future perspectives. *Food and Chemical Toxicology*, 2013. 51: p. 15–25.

- [40] Pokorn.J, Yanishlieva.N, and Gordon.M, Antioxidants in food : Practical applications, C.W.P. 2001: New York.
- [42] Lu.Y, Jiang.F, Jiang.H, Wu.K, Zheng.X, Cai.Y, Katakowski.M, Chopp.M, and To.S.-S ,Gallic acid suppresses cell viability, proliferation, invasion and angiogenesis in human glioma cells. European Journal Pharmacology, 2010. 641(2-3): p. 102-107.
- [43] Li.D, Liu.Z, Zhao.W, Xi.Y, and Niu.F, A straightforward method to determine the cytotoxic and cytopathic effects of the functional groups of gallic acid. Process Biochemistry, 2011. 46(11): p. 2210-2214.
- [44] Jacobi.H, Eicke.B, and Witte.I, DNA strand break induction and enhanced cytotoxicity of propyl gallate in the presence of copper (II). Free Radical Biology and Medicine, 1998. 24(6): p. 972-978.
- [45] Wu.T.-W, Fung.K.-P, Zeng.L.-H, Wu.J, and Nakamura.H, Propyl gallate as a hepatoprotector in vitro and in vivo. Biochemical pharmacology, 1994. 48(2): p. 419-422.
- [46] Tayama.S, and Nakagawa.Y, Cytogenetic effects of propyl gallate in CHO-K1 cells. Mutation Research/Genetic Toxicology and Environmental Mutagenesis, 2001. 498(1): p. 117-127.
- [47] Newkirk.K.A, Gilchrist.L, Hand.L.W, and Sutton.D.S, Effects of Synthetic Antioxidants and Rosemary Extracts on Oxidative Rancidity and Color Stability in Whole hog Sausage. Animal Science, 1993: p. 78-83.

الجزء العملي

الفصل الرابع

الطرق والوسائل

تم إنجاز هذا العمل على مستوى مخابر كلية العلوم الدقيقة بجامعة الشهيد حمه لخضر.

IV- 1 تحضير المادة النباتية المدروسة:

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



الشكل (IV- 2): بعد الطحن



الشكل (IV- 1): قبل الطحن

IV- 2. الأدوات والمواد والأجهزة المستعملة:

الجدول (IV- 1): الأدوات والمواد والأجهزة المستعملة

المواد	الأجهزة	الأدوات
ماء مقطر	ميزان إلكتروني حساس/ جهاز الطرد المركزي	بيشر
ايتانول	مخلاط مغناطيسي	ماصة
كلوريد الحديد الثلاثي	جهاز رج وتسخين	ملعقة
مسحوق نبات الحلمة	جهاز المطيافية للأشعة تحت الحمراء IR	هاون
مولبيدات	جهاز الأشعة فوق البنفسجية UV	ورق ترشيح
الألمنيوم $(\text{NH}_4)_2\text{MoO}_4$	جهاز حيود الأشعة السينية DRX	أنابيب اختبار
حمض الكبريت (H_2SO_4)	المجهر الإلكتروني الماسح MEB	حوجلة
فوسفات	فرن	
الصوديوم $(\text{Na}_2\text{HPO}_4)$	جهاز الترشيح	
ثنائي فينيل هايدارزيل		

IV – 3. الاستخلاص:

IV – 3.1. تعريف الاستخلاص:

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

IV – 3.2. طريقة الاستخلاص المتبعة :

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



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

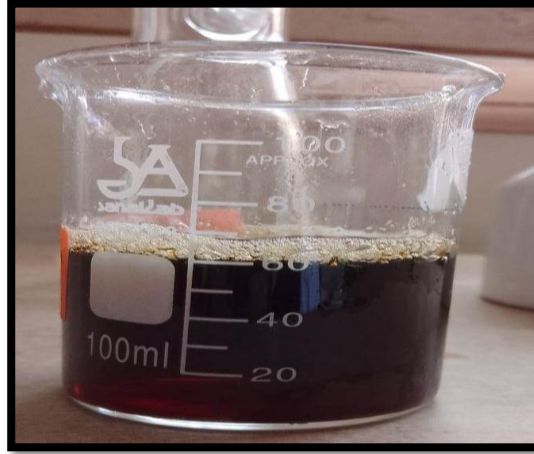


IV):
عملية



الشكل (4-)
صورة توضح
الترشيح

الشكل (5-IV): المستخلص النباتي



بعد الترشيح

العينات:

IV - 4. تحضير

تمت في هذه الدراسة تحضير ثلاث عينات ذات تراكيز مختلفة.

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

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

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

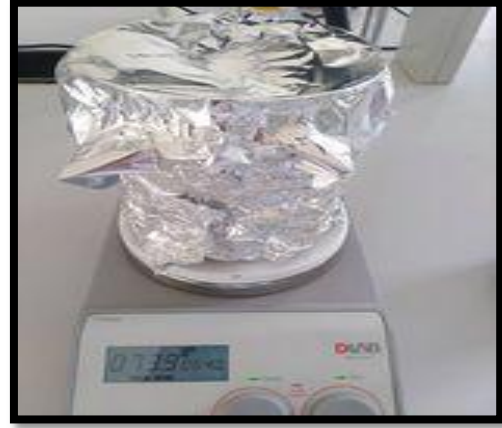


الشكل (IV-7): المستخلص بعد إضافة كلوريد الحديد

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



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



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

الرج

يترك الخليط يبرد لمدة 24 ساعة ثم يوضع في جهاز الطرد المركزي بسرعة (5000t\min) لمدة 10

عدة مرات بالماء المقطر ومرة

لمدة 24 ساعة حتى يجف.

دقائق. ثم غسل الراسب

بالإيثانول ووضعه في الفرن



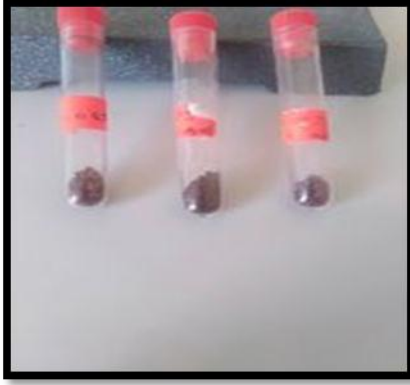
الشكل (IV-10): العينة بعد إخراجها من الفرن

- بنفس الطريقة قمنا بتحضير العينة B (0.05 M) والعينة C (0.025M).

بعد الانتهاء من التجارب السابقة تم حرق الراسب المتحصل عليه لجميع العينات في درجة حرارة 600

درجة مئوية لمدة ثلاث ساعات للتخلص من البقايا العضوية المتواجدة في الراسب. حيث أن لون الراسب الناتج

بعد عملية التحضير يصبح بني محمر.



الشكل (IV-12): العينات بعد الحرق



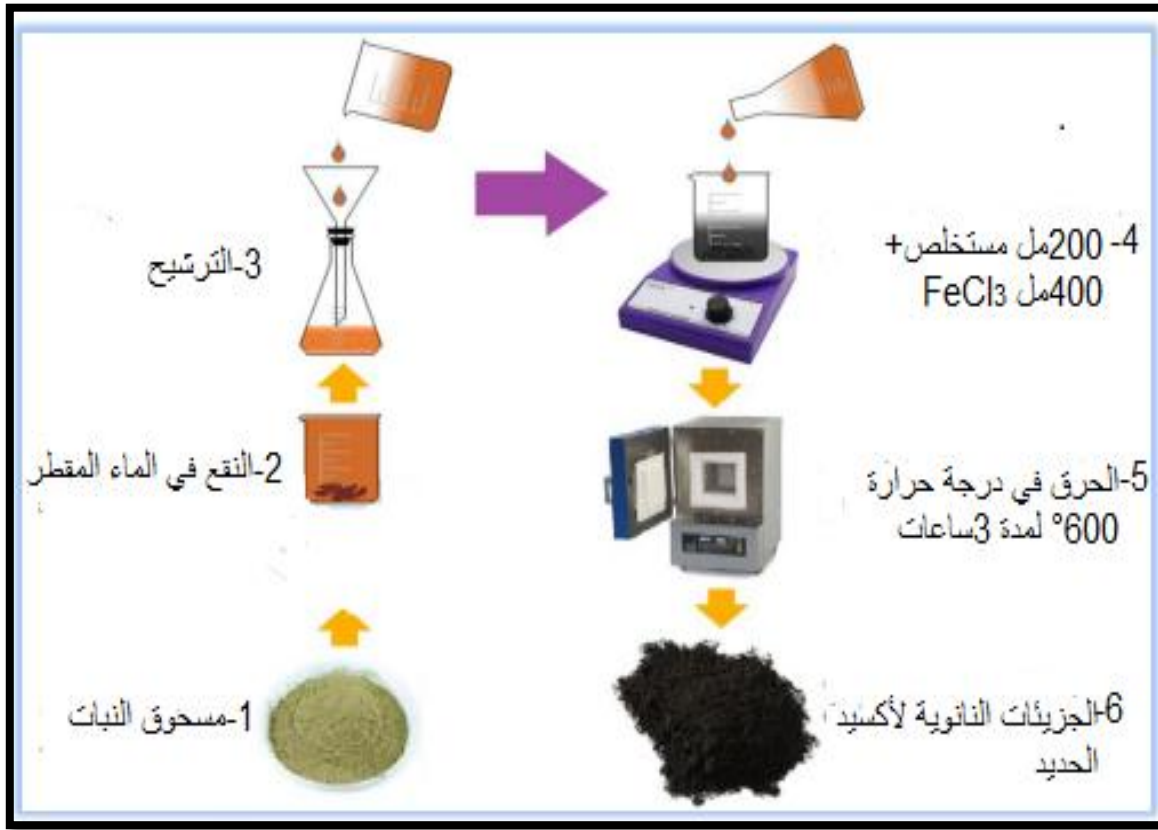
الشكل (IV-11): العينات قبل الحرق

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

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

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

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



الشكل (IV-13): خطوات التصنيع الأخضر لجزئيات أكسيد الحديد النانوية.

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

IV – 6. تحليل والتشخيص أكسيد الحديد النانوي FeONPs:

ومن بين الأجهزة والتقنيات المستخدمة في التشخيص:

IV – 6. 1. مطيافية الأشعة تحت الحمراء IR:

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

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

IV - 2.6. التحليل الطيفي للامتصاص فوق البنفسجي المرئي UV visible:

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

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

IV - 3.6. حيود الأشعة السينية DRX:

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

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

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

h,k,l: قرائن ميلر

d: مسافة شبكية بين مستويين متتاليين.

λ : الطول الموجي للأشعة السينية.

θ : زاوية الانعراج.

n: ترتيب الانعراج [6].

IV-6.4. المجهر الإلكتروني الماسح (MEB):

المجهر الإلكتروني الماسح هو عملية اختبار تقوم بمسح عينة باستخدام شعاع إلكتروني لإنتاج صورة مكبرة للتحليل. وتستخدم بشكل فعال جدا في التحليل المجهرى وتحليل الفشل للمواد الغير عضوية الصلبة. يتم إجراء المجهر الإلكتروني في درجة تكبير عالية. حيث يعطي صوراً عالية الدقة للأشياء الصغيرة جداً. يسمح برؤية العينات في الأبعاد الثلاثة، فهو يعطي معلومات عن العلاقات بين البنى المختلفة للنسيج، ويمكن أيضا الحصول على صورة لتركيب المادة موضع الدراسة والحد الأدنى من التفاصيل التي يتم الحصول عليها تعتمد على حجم المسار(الشعاع الإلكتروني) [8].

IV-7. تقدير الفاعلية المضادة للأكسدة بالطريقة الكيميائية:

*المواد وطرق الدراسة:

تم تقدير الفاعلية المضادة للأكسدة لأكسيد الحديد النانوي المحضر من مستخلص من نبات الحلمة وأثناء إنجاز هذا العمل تم الاستعانة بالتجهيزات والمواد الكيميائية الموجودة على مستوى مخابر كلية العلوم الدقيقة

IV-1.7. طريقة اختبار فاعلية مضادات الأكسدة الكلية TAC باستعمال موليبدات الألمنيوم

*مبدأ العمل :

يسمح هذا الاختبار بقياس القدرة المضادة للأكسدة للعينات المراد دراستها في وجود عامل اختزال، وهذا بإرجاع Phosphmolybdic إلى Phosphomolybdate ذو اللون الأخضر، يتم في هذا الاختبار انتقال الهيدروجين أو الإلكترون من المستخلص النباتي أو المركب المضاد للأكسدة.

*تحضير الكاشف:

نحضر مزيج يحتوي على مولبيدات الألمنيوم (4mM) وفوسفات الصوديوم (28mM) وحمض الكبريت . 0.06M

*تحضير العينات:

نضع في أنبوب اختبار 1مغ من أكسيد الحديد النانوي ونضيف إليه 1مل من الماء المقطر ثم نقوم بالرج وذلك للحصول على محلول ذو تركيز 1مغ/مل ثم يتم تخفيفه الى تراكيز مختلفة ونأخذ منها 0.1 مل في أنابيب ونضيف إليه 1مل من الكاشف ويترك لمدة ساعة في حمام مائي (95°C) للحصول على اللون الاخضر ويترك يبرد في درجة حرارة الغرفة ثم نقوم بقراءة الامتصاصية عند طول الموجة 695نانومتر

IV-2.7. طريقة اختبار تثبيط الجذر الحر DPPH:

*مبدأ العمل:

يعتمد هذا الاختبار على تثبط الجذور الحرة حيث يترك 30دقيقة مباشرة مع مستخلصات المضادة للجذور مع العلم أن الجذر DPPH مستقر نسبياً [9]، ويتفاعل مع جزيئة مضادة للجذور ليتحول إلى DPPH-H مع نقصان الامتصاصية عن طول الموجي 517نانومتر.

وتحسب نسبة التثبيط المئوية وفق العلاقة التالية:

$$I \% = ((A_0 - A_i) / A_0) 100 \longrightarrow (I.2)$$

حيث تمثل:

I % : نسبة تثبيط العامل المضاد للأكسدة DPPH.

A₀: الامتصاصية الضوئية للجذر الحر في غياب العينات النباتية بعد مرور 30 دقيقة.

A_i: الامتصاصية الضوئية للخليط (الجذر + المركب النانوي) بعد مرور 30 دقيقة.

من خلال المعادلة الخطية للمنحنيات نسبة التثبيط بدلالة تركيز العينات وذلك بالعلاقة التالية:

$$IC_{50} = \frac{50 - b}{a} \quad 67$$

→ (I.3)

حيث تمثل:

a: ميل المنحنى

b: الثابت

IC₅₀: تركيز المستخلص (mg/ml) الذي يثبط نصف كمية الجذر المتشكل.

*تحضير الكاشف:

يتم تحضير محلول DPPH بتركيز (0.1mM) بإذابة 4 mg من ثنائي فينيل هايدرزيل في 50 مل من الميثانول فتحصل عن محلول بنفسجي داكن.

*تحضير المحاليل المعيارية

نحضر محاليل A و B و C بحيث نأخذ 3مغ من اكسيد الحديد النانوي من كل عينة ونضعها في أنابيب اختبار ونضيف لهم 3مل من الميثانول ونحضر عدة تراكيز مخففة من العينات.

نضيف لكل 1مل من التراكيز المحضرة 1مل من محلول DPPH، نرج الانابيب جيدا ليتجانس المحلول ونضعها في الظلام لمدة 30 دقيقة في درجة حرارة الغرفة ونقرأ الامتصاصية بجهاز مطياف الاشعة الفوق بنفسجية والمرئية عند طول موجة 517 نانومتر ونستخدم محلول DPPH كشاهد، ثم نقوم بتعين القدرة التثيضية للعينات بحساب النسبة I% وذلك بالعلاقة رقم (I.2).



المراجع

المراجع باللغة العربية:

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

المراجع باللغة الأجنبية:

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

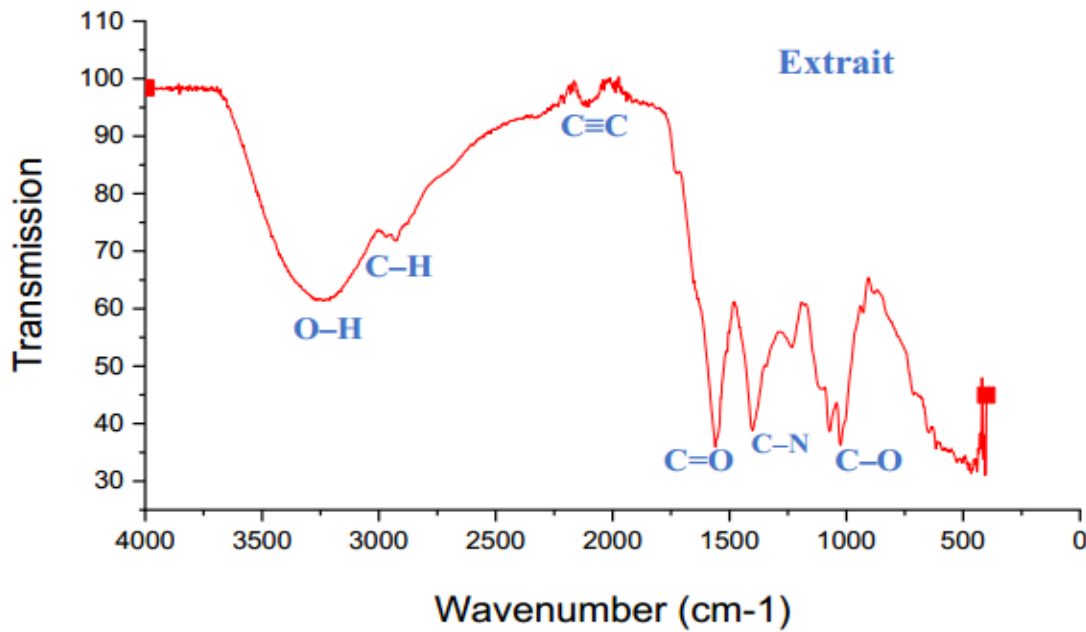
الفصل الخامس

النتائج والمناقشة

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

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

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

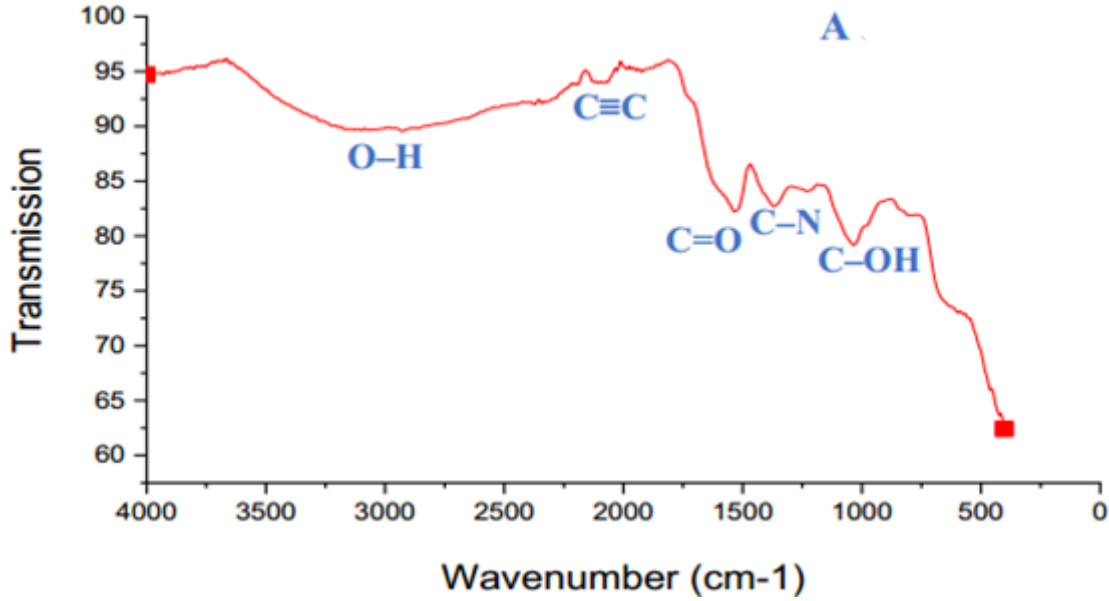


الشكل (1V): طيف IR لمستخلص نبات الحلمة *Moltkia Ciliata*

- ✓ تسجيل عصابة امتصاص عريضة عند $3300-3200\text{cm}^{-1}$ تدل على اهتزاز على مستوى الرابطة (O-H) للكحول أو الفينول [1].
- ✓ تسجيل عصابة امتصاص ضعيفة بين 2900cm^{-1} تدل على الرابطة (C-H) لمجموعة الميثيل CH_3 [1].
- ✓ تسجل عصابات امتصاص بين $2105-1560-1349-1026\text{cm}^{-1}$ دليل وجود على كل من الروابط (C-N , C≡C, C=O, C-C) [2].

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

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



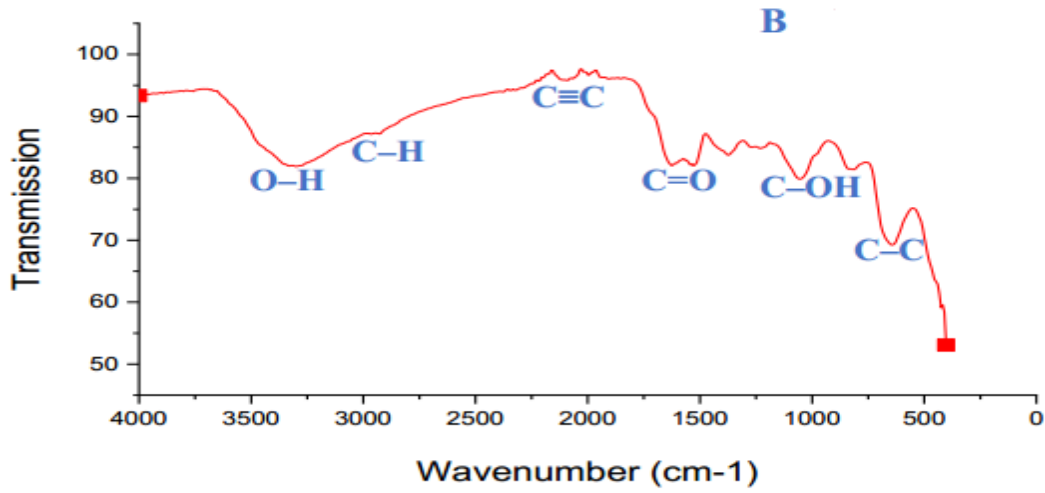
الشكل (2V): طيف IR لجسيمات أكسيد الحديد النانوية للعينة A قبل الحرق.

✓ نلاحظ وجود عصابة امتصاص عريضة بين $3398-2900\text{ cm}^{-1}$ وهي تعبر على (O-H) الماء^[1].

✓ تظهر عصابة ضعيفة عند 2070 cm^{-1} تعبر على اهتزازات تمدد الرابطة $\text{C}\equiv\text{C}$.

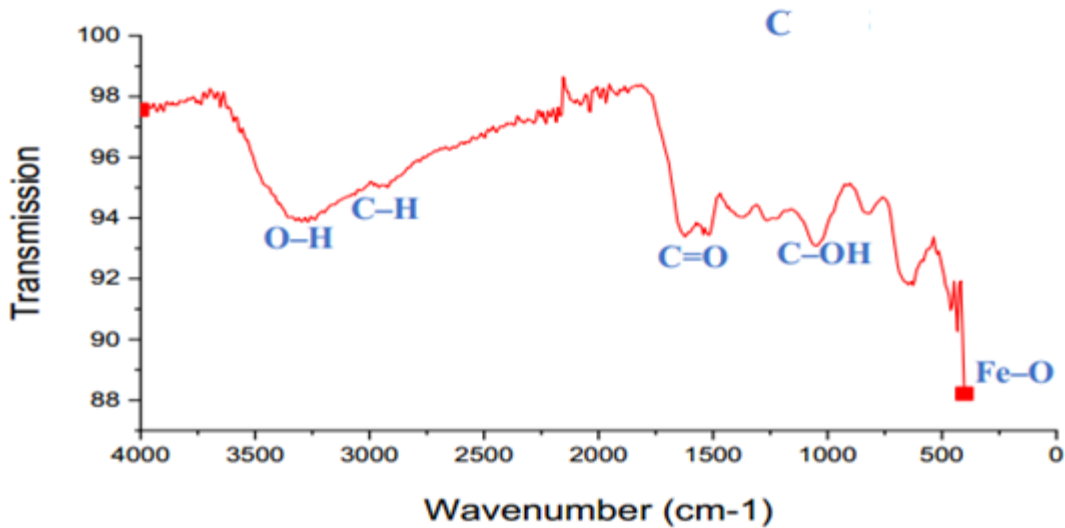
✓ وفي المجال بين $1700-1000\text{ cm}^{-1}$ تظهر عصابات مشوهة نتيجة تداخل روابط $\text{C}=\text{O}$, $\text{C}-\text{N}$ ، $\text{C}-\text{O}$ ^[2].

✓ يُظهر النطاق الموجي بين 430 cm^{-1} وجود قمم غير عضوية، التي تعبر على اهتزازات تمدد $\text{Fe}-\text{O}$ ^[3].



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

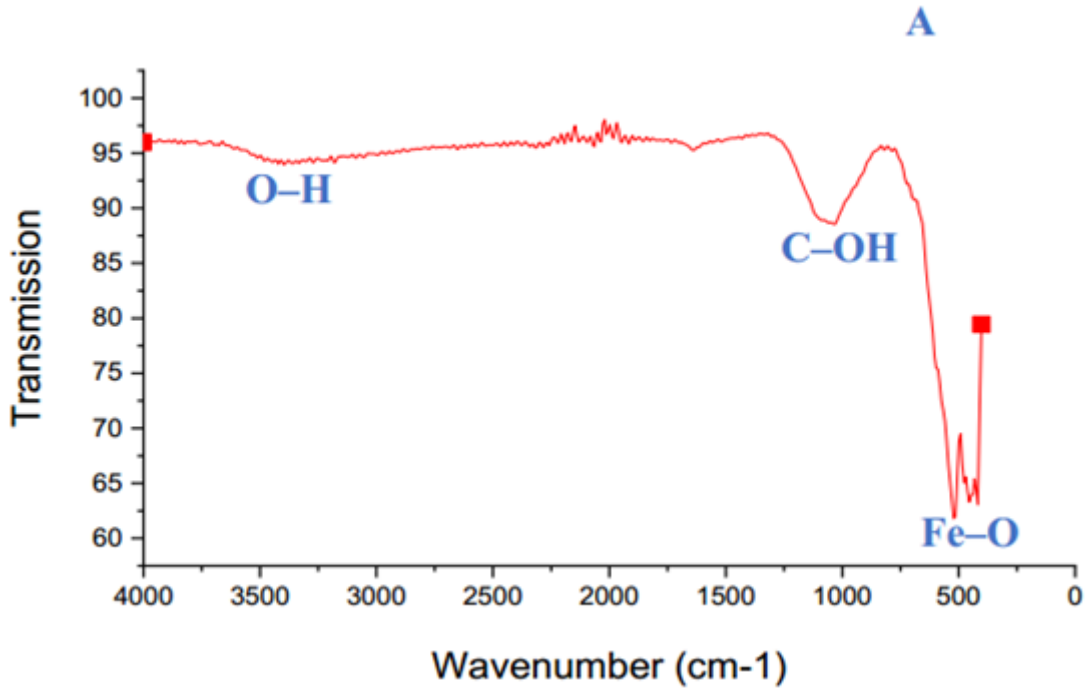
- ✓ نلاحظ عصابة امتصاص عريضة عند 3303cm^{-1} وهي تعبر على (O-H) الماء في العينة B^[1].
- ✓ وفي المجال بين $2920-635\text{cm}^{-1}$ تظهر عصابات مشوهة نتيجة تداخل روابط (C-H, C≡C, C-O, C=C) فيما بينها^[2].
- ✓ يُظهر النطاق الموجي بين $500-400\text{cm}^{-1}$ وجود قمم غير عضوية، التي تعبر على اهتزازات تمدد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



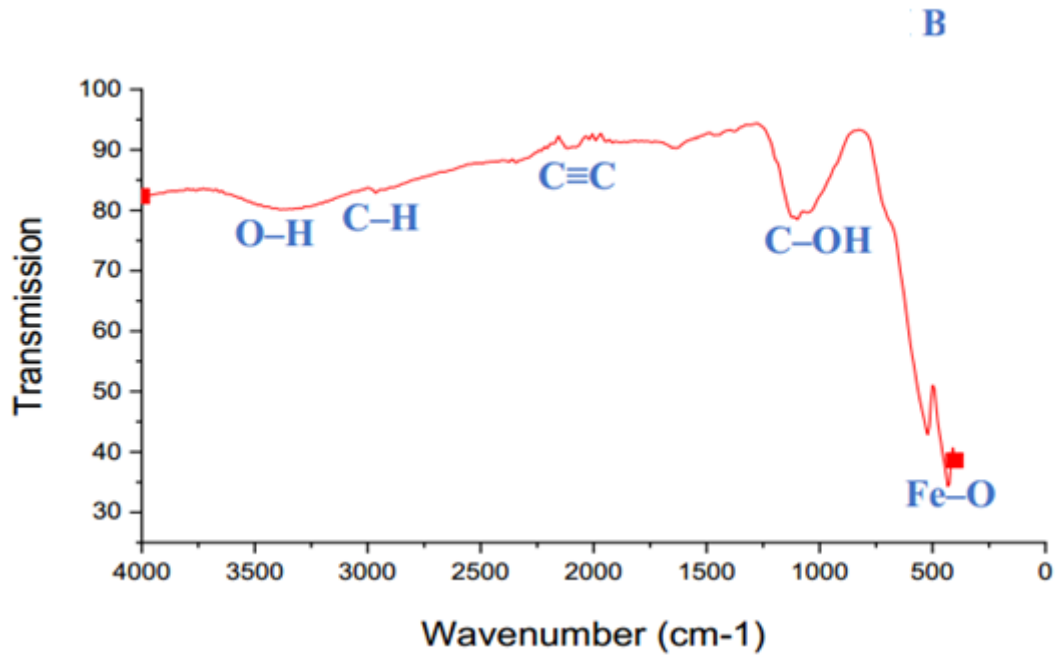
الشكل (4 V): طيف IR لجسيمات أكسيد الحديد النانوية للعينة C قبل الحرق.

- ✓ نلاحظ عصابة امتصاص عريضة عند 3303cm^{-1} وهي تعبر على (O-H) الماء في العينة ^[1]B.
- ✓ وفي المجال بين $2900-1000\text{cm}^{-1}$ تظهر عصابات مشوهة نتيجة تداخل روابط (C-OH, C-H و C=O) فيما بينها ^[2].
- ✓ يُظهر قمم عصابة امتصاص عند 457cm^{-1} لوجود مركبات غير عضوية، التي تعبر على اهتزازات تمدد ^[3]Fe-O.

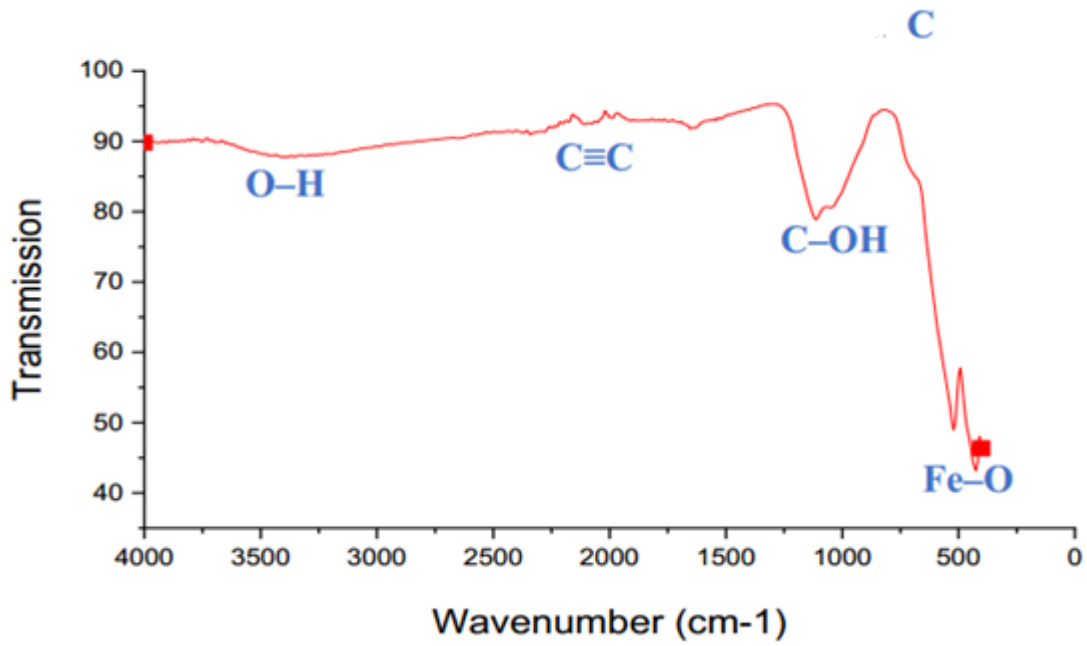
3-1-V. تحليل طيف الأشعة تحت الحمراء IR للعينات بعد الحرق:



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



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



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

- ✓ من خلال مقارنة طيف العينة مع أطيايف العينات الثلاثة C,B,A تظهر قمم المركبات العضوية بوضوح في جميع الأطيايف مع وجود عصابة الامتصاص عند المجال 500 cm^{-1} .
- ✓ بينما أظهرت المقارنة بين أطيايف IR للجسيمات أكسيد الحديد النانوي (FeONPOs) المصنعة قبل الحرق مع أطيايف بعد الحرق أن تم اختفاء وتقلص قمم المركبات العضوية وكذلك قمم روابط (O-H) والتي تأخذ النطاق الموجي عند $3600-1000 \text{ cm}^{-1}$.
- ✓ كما تظهر بوضوح قمم أكسيد الحديد النانوي (FeONPs) في المجال $550-400 \text{ cm}^{-1}$ في أطيايف IR للجسيمات النانوية بعد الحرق C,B,A أي تأخذ قيم المجال على الترتيب $493-504-504 \text{ cm}^{-1}$.
- ✓ تظهر قمم أكسيد الحديد بوضوح حوالي 500 cm^{-1} , النتائج المتحصل عليها تتوافق مع نتائج الدراسة السابقة التي قام بها كل من:

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

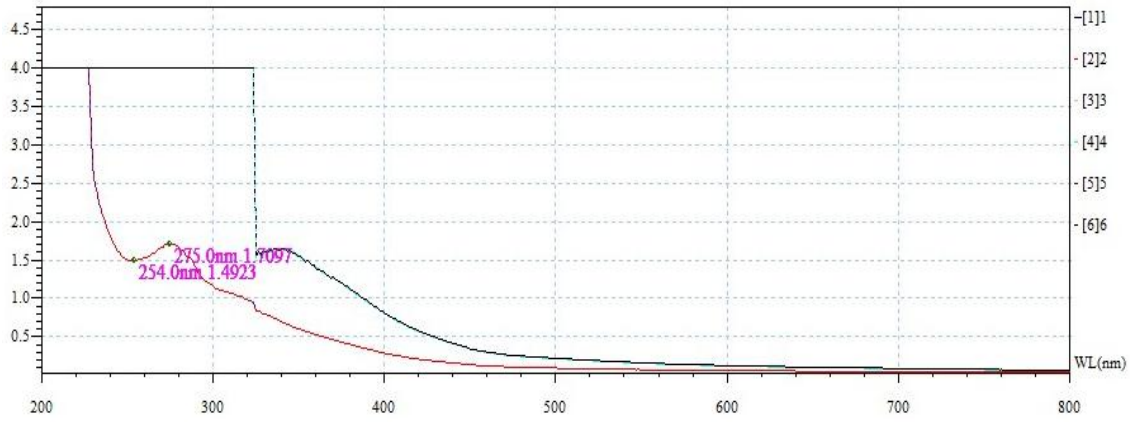
و [6]Ms. SWETAPAL(2014).

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

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

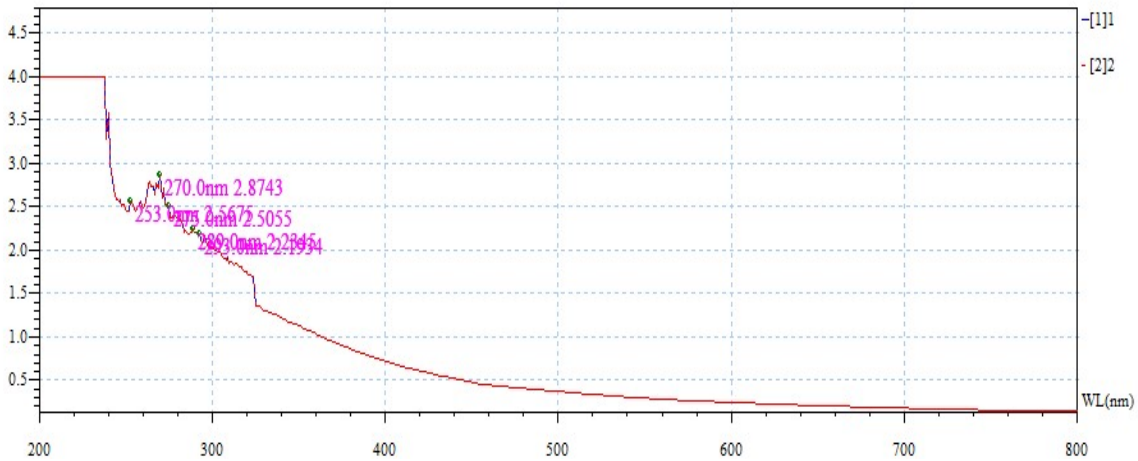
تم استخدام جهاز (SP-UV 300SRB SPECTROPHOTOMETER) من نوع (Spectrum Instruments) والمسح على الطول الموجي من 200 نانومتر إلى 800 نانومتر .

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

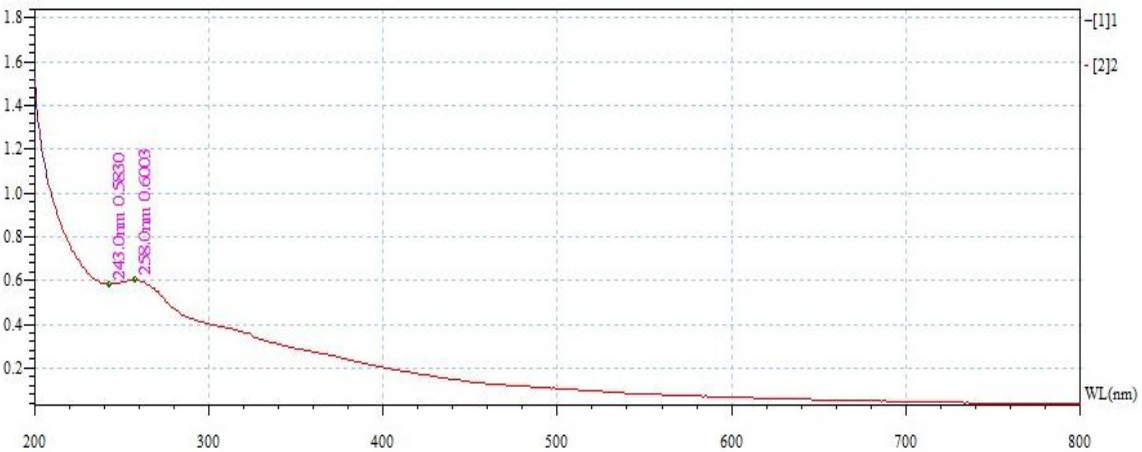


الشكل (8V): طيف UV-vis لعينة نبات الحلمة *Moltkia Ciliata*

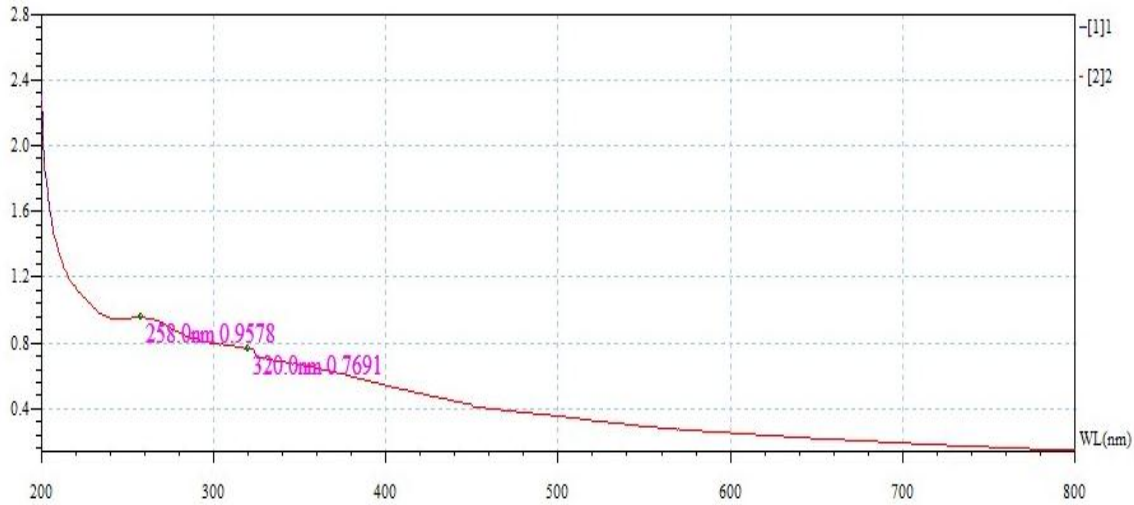
V-2-2 . طيف الأشعة فوق البنفسجية UV-vis للعينات قبل الحرق:



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



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



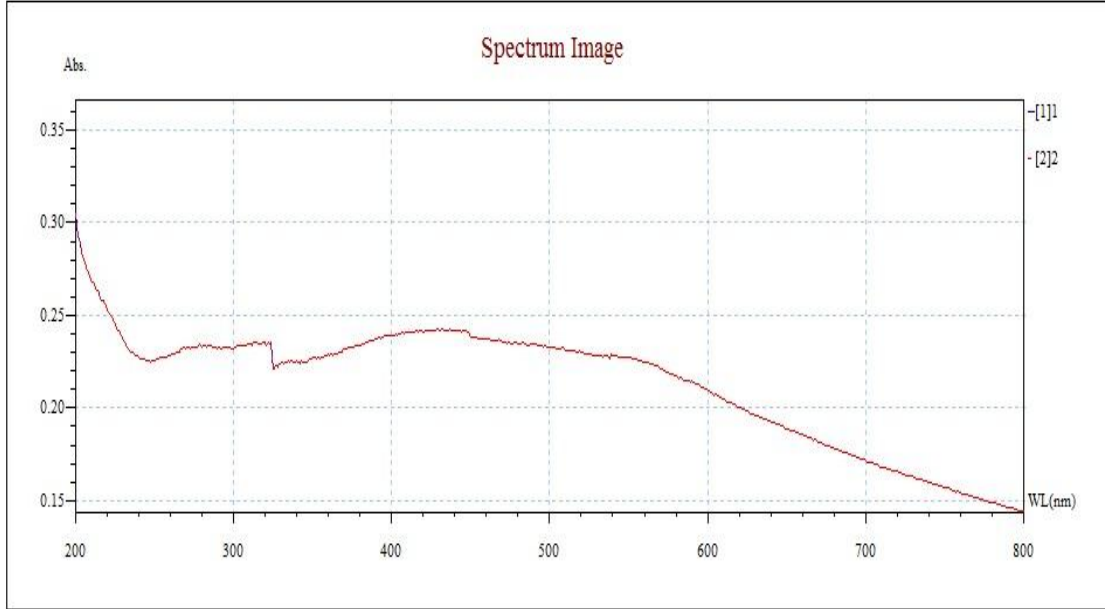
الشكل (11 V): طيف الأشعة فوق البنفسجية UV-vis للعينة C قبل الحرق

الجدول (1V): قيم أهم الذروات في الأطياف

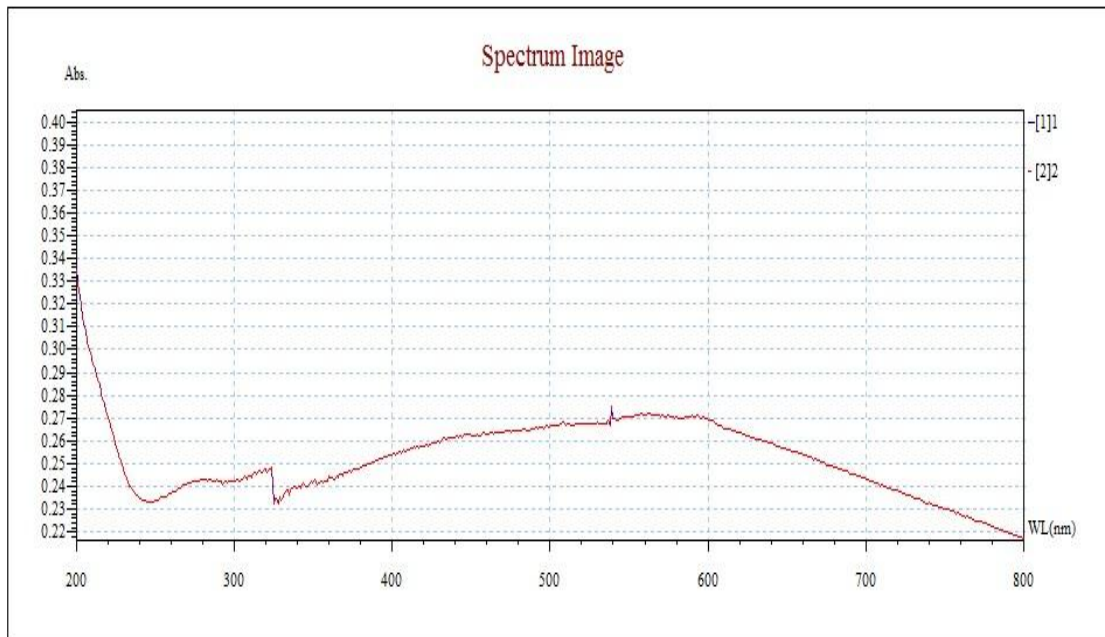
المستخلص	العينة A	العينة B	العينة C
Peak1:254nm	Peak1:253nm	Peak1:258nm	Peak1: 258nm
Peak2:275nm	Peak2:270nm	Peak2:243nm	Peak2:320nm
	Peak3: 293nm		

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

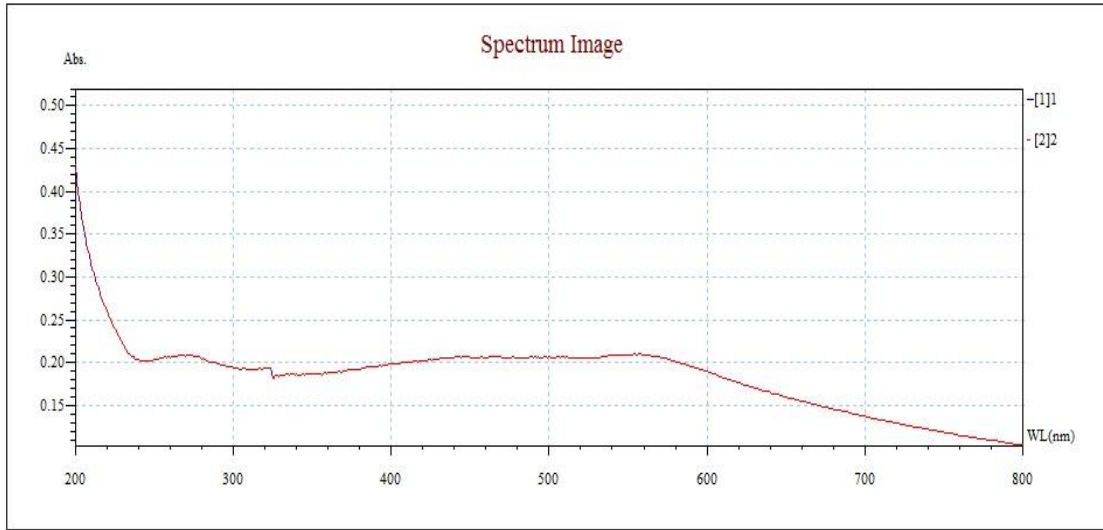
3-2-V. طيف الأشعة فوق البنفسجية UV-vis للعينات A, B, C بعد الحرق:



الشكل (12V): طيف الأشعة فوق البنفسجية UV-vis للعينة A بعد الحرق



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



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

تظهر أطياف العينات النتائج التالية :

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

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

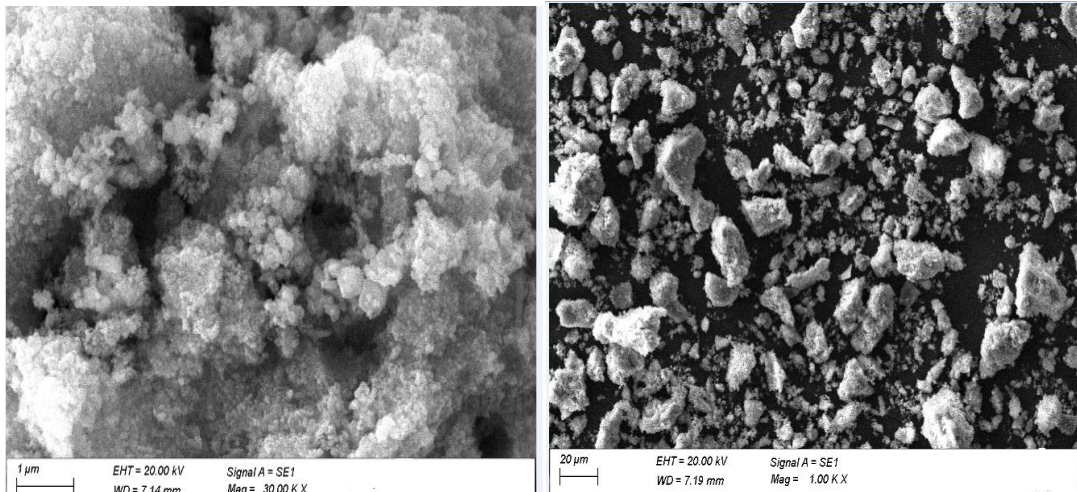
الباحث بوعافية عبد الرحمان (A,Bouafia 2022)^[4] و Ms. SWETA PAL^[6] و Derya و Aksu Demirezen and all(2018)^[8] و P.karpagarinagan (2019)^[9]

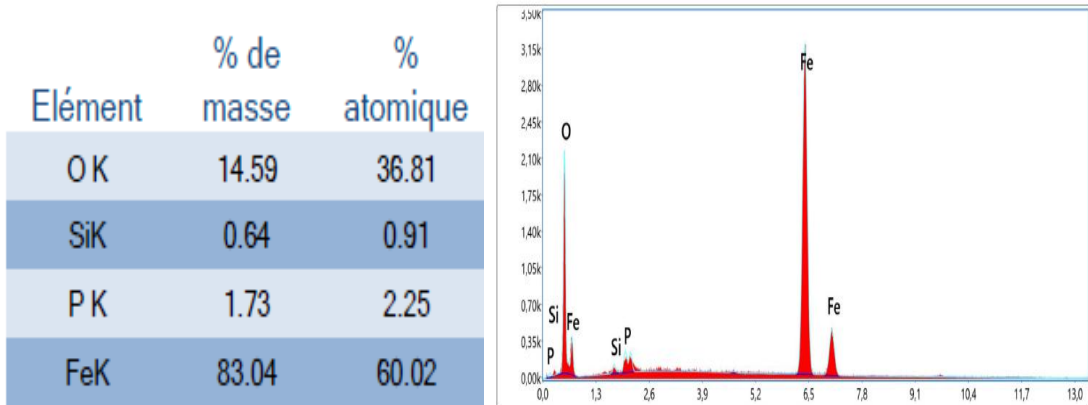
3-V. المجهر الإلكتروني الماسح (MEB) وكاشف الأشعة السينية المشتتة للطاقة (EDX):

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

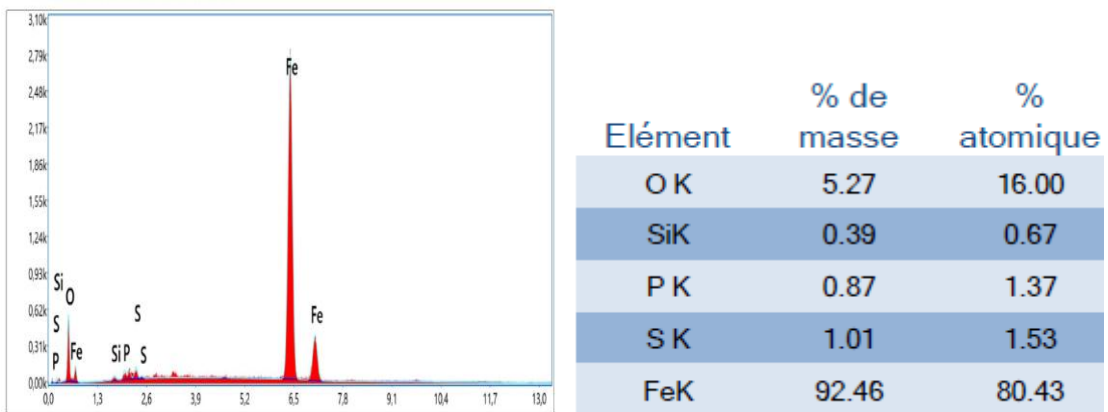
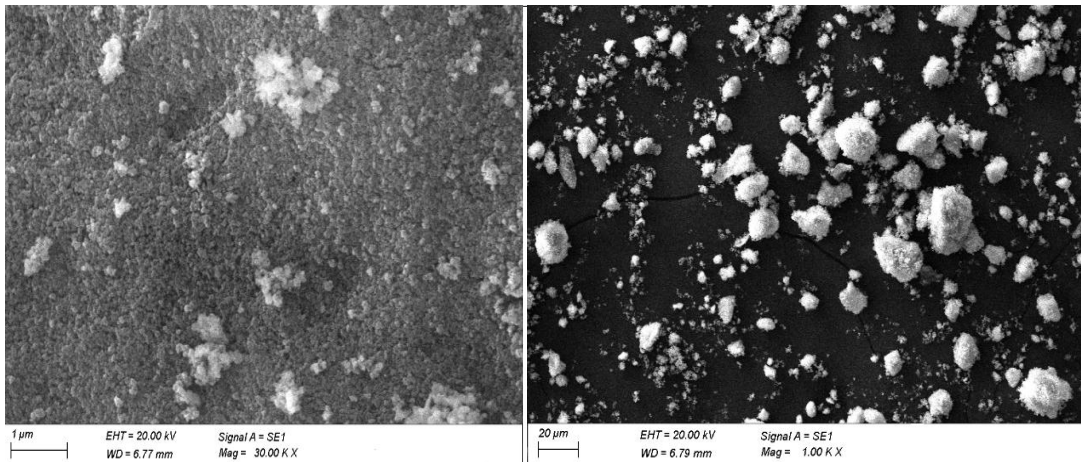
يمكن أن يُعزى وجود الأسطح الخشنة والتركيبات غير المنتظمة في جزيئات أكسيد الحديد إلى عوامل مختلفة مثل طريقة التخليق وحجم الجسيمات والظروف المحددة التي تم تحضير العينات في ظلها، قد تؤثر التركيزات المختلفة على تكوين وترتيب الجسيمات، مما يؤدي إلى تراكيب متشابهة عبر العينات.

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

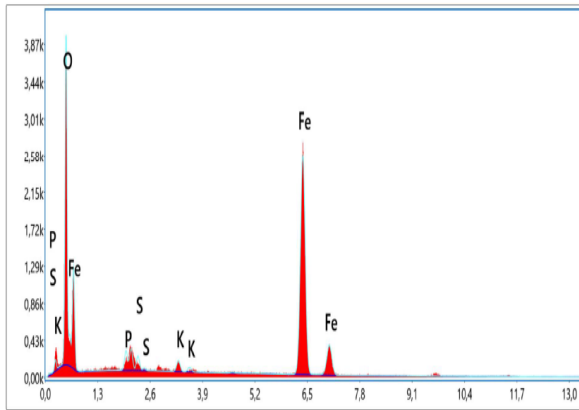
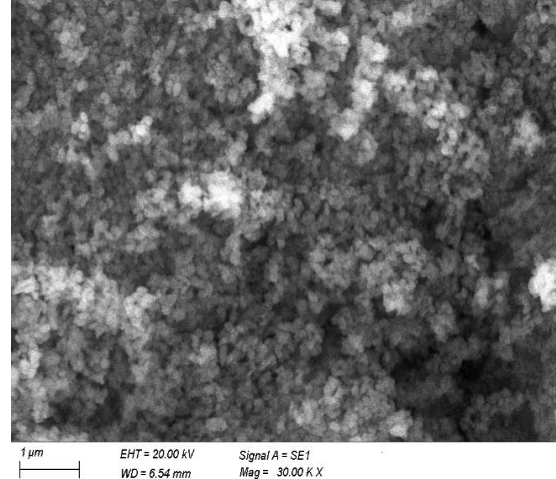
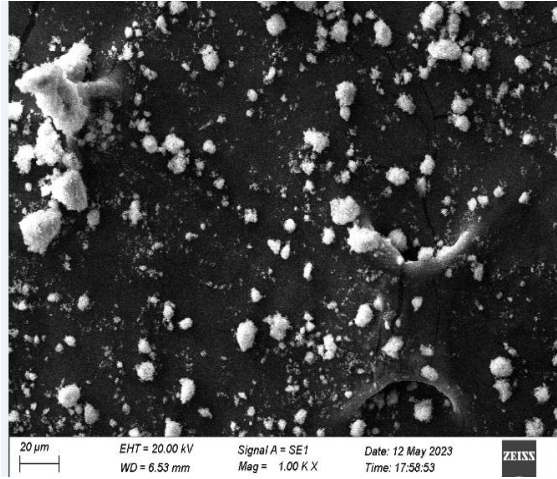




الشكل (V-15): صورة بالمجهر الإلكتروني الماسح للعينه A (EDX+MEB)



الشكل (V-16): صورة بالمجهر الإلكتروني الماسح للعينه B (EDX+ MEB)



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

الشكل (V-17): صورة بالمجهر الإلكتروني الماسح للعينة C (EDX+ MEB)

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

حيث D هو الحجم البلوري (نانومتر)، β العرض الكامل بنصف أقصى ذروة الانعراج (FWHM) لأقصى ذروة حيود، λ الطول الموجي للأشعة السينية (1.5406 \AA)، θ وهي زاوية براج. K ثابت يسمى عامل الشكل ويساوي 0.9. توضح الجداول التالية أكبر قيم المستويات البلورية لجسيمات أكسيد الحديد النانوي المحضرة.

العينة A :

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

العينة B :

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

العينة C :

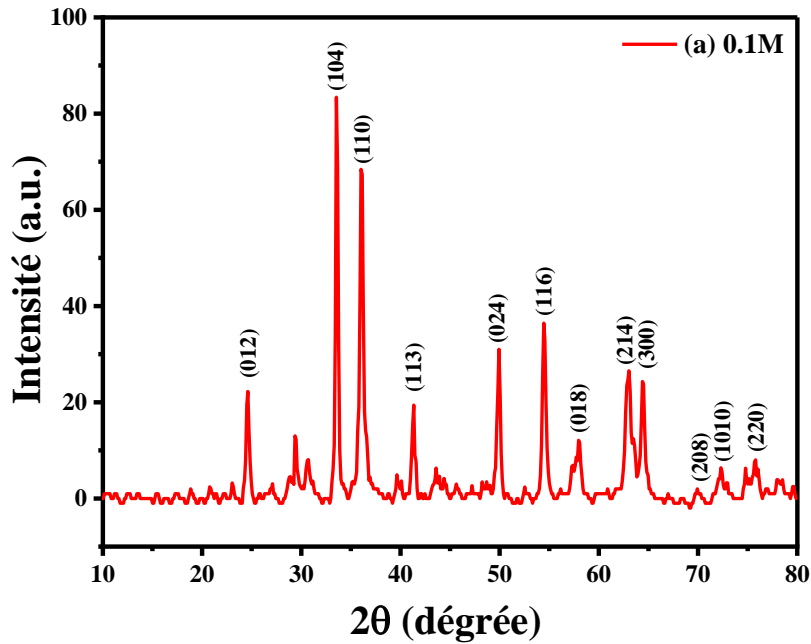
D (nm)	2θ (°)	Hkl
22.08124994	35.66°	104
19.42173795	40.91°	110
25.96906708	54.087°	024
21.18026856	62.55°	116

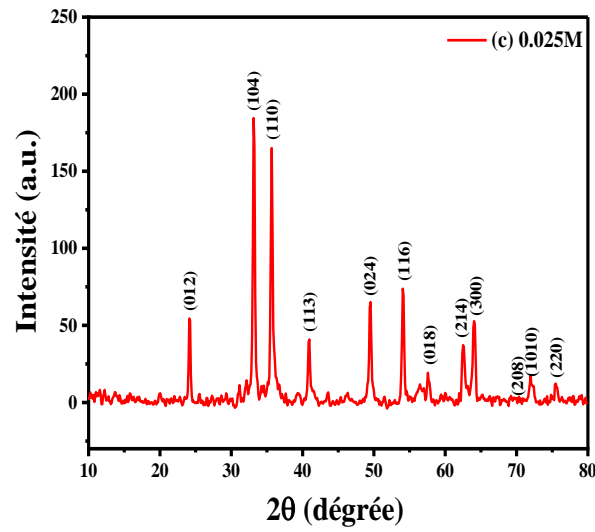
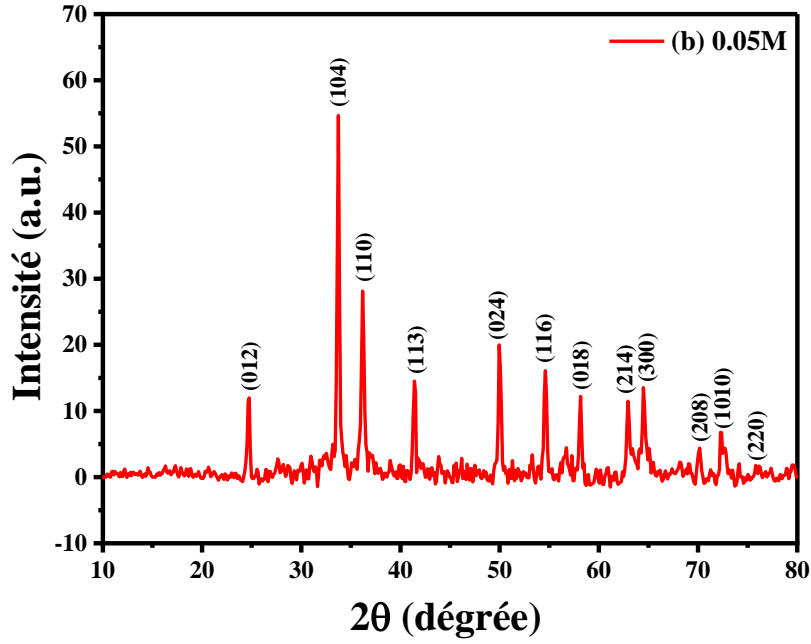
انطلاقاً من أطراف الانعراج للأشعة السينية فان حجم الحبيبات هي كالتالي :

العينة A : 17.38 نانومتر

العينة B : 25.42 نانومتر

العينة C : 22.16 نانومتر





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

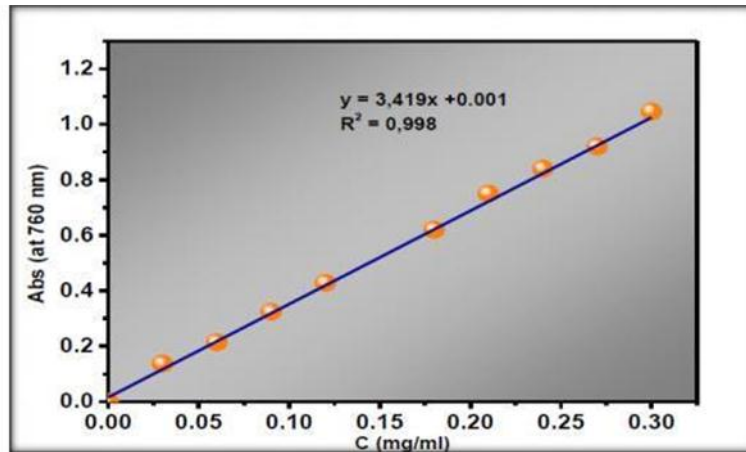
بعد تحليل طيف حيود الأشعة السينية للعينات المدروسة نلاحظ أنها متطابقة تقريبا مع نتائج عدة أبحاث

[13,14, 15]

5-5- نتائج و مناقشة مضادات الاكسدة TAC وDPPH:

5-5-1- اختبار TAC:

وفي هذه الطريقة تحدد كمية القدرة المضادة للأكسدة من خلال تشكل فوسفوموليبدنيوم ويكشف عن هذه القدرة بإرجاع $MO(V)$ إلى $MO(VI)$ بواسطة العينة المدروسة التي تحتوي على مركبات مضادة للأكسدة فيتشكل معقد ذو لون أخضر في وسط حمضي ويمتص عند طول موجي 695nm، تظهر القدرة المضادة للأكسدة من خلال ارتفاع قيمة الامتصاصية الذي تشير الى نشاط أكسدة أعلى وتم تحديد الفاعلية المضادة للأكسدة للعينات بالنسبة لحمض الغاليك وعليه تم رسم منحنى الامتصاصية (A) بدلالة التركيز (mg/ml).



الشكل (V-19): المنحنى القياسي لحمض الغاليك [16].

تم حساب القدرة المضادة للأكسدة الكلية TAC للعينات بالاعتماد على طريقة الفوسفو موليبدات وبحسابات رياضية وباستخدام قيم الامتصاصية المتحصل عليها ومعادلة المنحنى القياسي لحمض للغاليك .

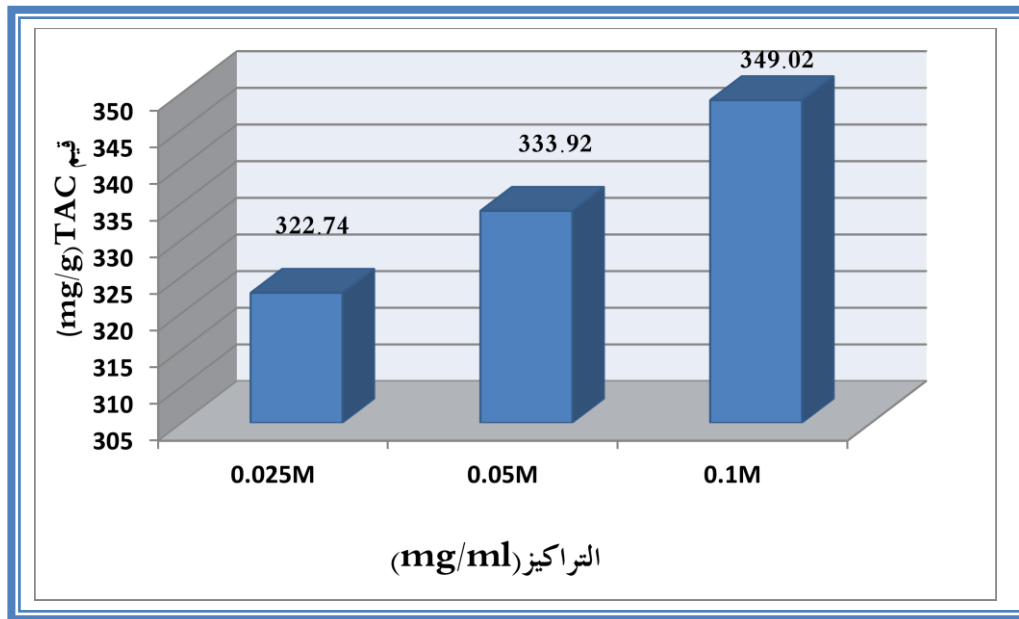
$$Y=3.41x +0.001$$

تحصلنا على النتائج المدونة في الجدول الآتي:

الجدول (2.V): يوضح قيم الامتصاصية ونتائج اختبار القدرة الكلية المضادة للأكسدة TAC

العينات	التركيز (mg/ml)	الامتصاصية nm	TAC (mgEAG/g)
A (0.1M)	0.6	0.717	349.02
B (0.05 M)	0.6	0.686	333.92
C (0.025 M)	0.6	0.663	322.74

من قيم الامتصاصية المتحصل عليها للعينات نجد أن جميعها لها القدرة على ارجاع شوارد الموليبيدات (IV) Mo إلى شوارد الموليبيدات (V) Mo ويظهر هذا من التناسب الطردي بين قيم TAC والتركيز عند طول موجي 695 نانومتر ولتوضيح المقارنة أكثر نمثل نتائج الجدول (2.V) في الشكل :



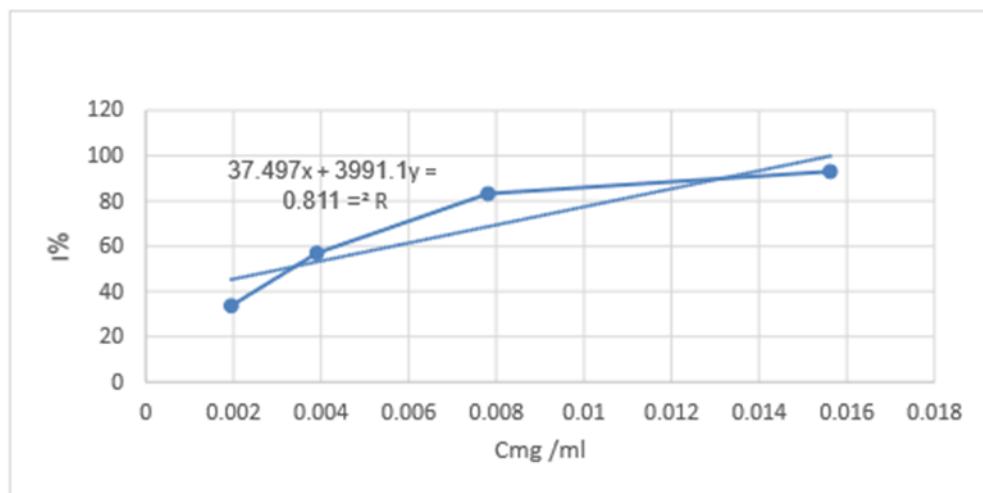
الشكل (20.V): مخطط يوضح مقارنة قيم TAC لعينات أكسيد الحديد النانوي .

*مناقشة النتائج:

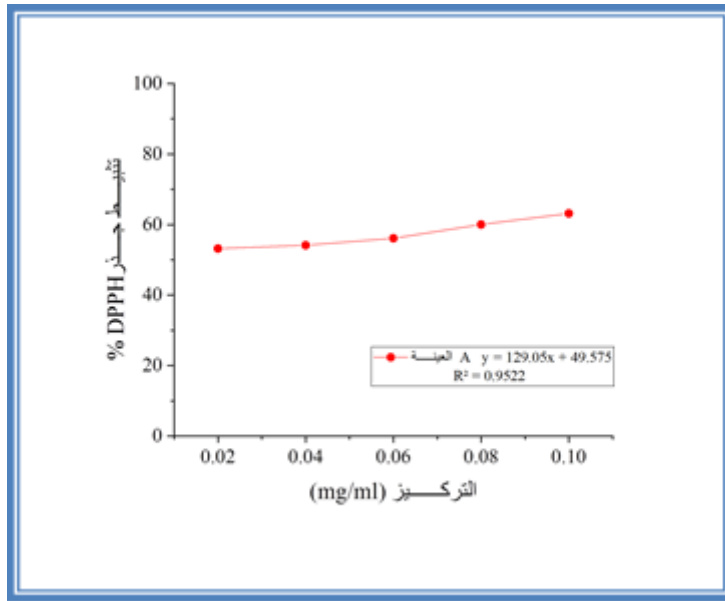
من خلال النتائج المتحصل عليها المدونة في الجدول السابق نلاحظ أن جميع العينات تملك فعالية مضادة للأوكسدة وبقيم متقاربة وتعمل على إرجاع شوارد الموليبدات (IV) Mo إلى شوارد الموليبدات (V) Mo تملك العينة A أكبر فعالية مضادة للأوكسدة مقارنة ببقية العينات حيث قدرت قيمة TAC ب (349.02mg/g) وهذا ما يتوافق مع نتائج دراسة سابقة تم ضمنها تحضير أكسيد الحديد النانوي انطلاقاً من مستخلص أحد نباتات العائلة^[17].

V-5-2- اختبار DPPH:

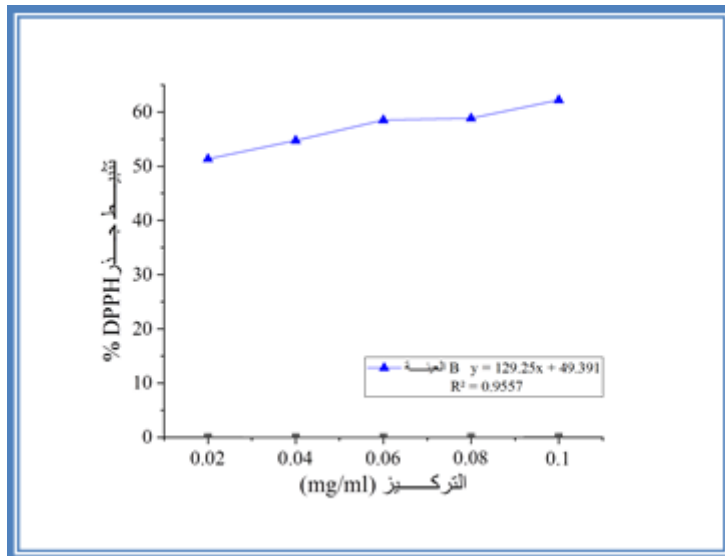
من خلال قيم الامتصاصية المتحصل عليها تحسب نسبة التثييط I/بالعلاقة رقم (2.I) ورسم المنحنى البياني للنسبة المئوية للتثييط بدلالة التركيز للمركب القياسي والعينات والموضحة في الأشكال التالية:



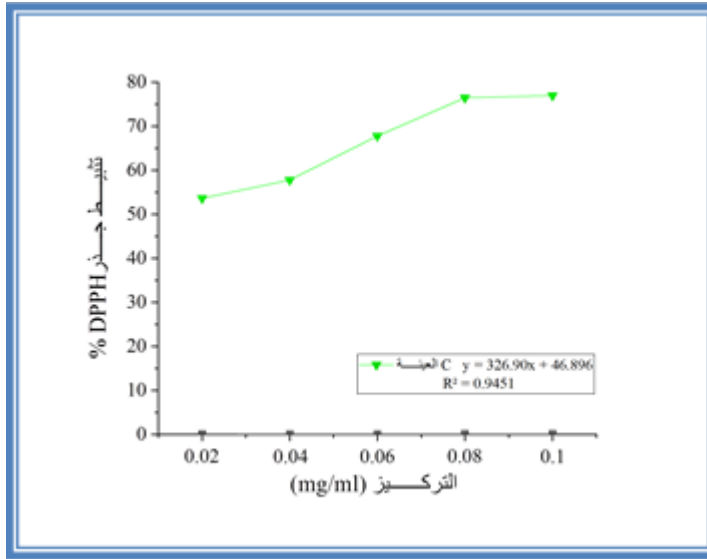
الشكل (21.V): منحنى بياني يوضح النسبة المئوية لتثييط جذرال DPPH بدلالة تركيز حمض الأسكوربيك^[16].



الشكل (22.V): منحنى بياني يوضح النسبة المئوية لتثبيط الجذر الحر DPPH بدلالة التركيز للعينة A



الشكل (23.V): منحنى بياني يوضح النسبة المئوية لتثبيط الجذر الحر DPPH بدلالة التركيز للعينة B



الشكل (24.V): منحنى بياني يوضح النسبة المئوية للتثبيط الجذر الحر DPPH بدلالة التركيز للعينة C

من منحنيات تغيير النسبة المئوية للتثبيط بدلالة التركيز تم تعيين قدرة المستخلصات على كبح الجذر الحر بحساب قيمة IC_{50} التي تعبر عن أقل تركيز يثبط 50% من نشاط الجذر الحر DPPH وتحسب انطلاقاً من المعادلة التي تحدد نسبة التثبيط بدلالة التركيز من خلال تعويض قيمة Y بالقيمة 50 ثم تحسب كالاتي

$$IC_{50} = \frac{50 - b}{a} \longrightarrow (I.3)$$

حيث يمثل:

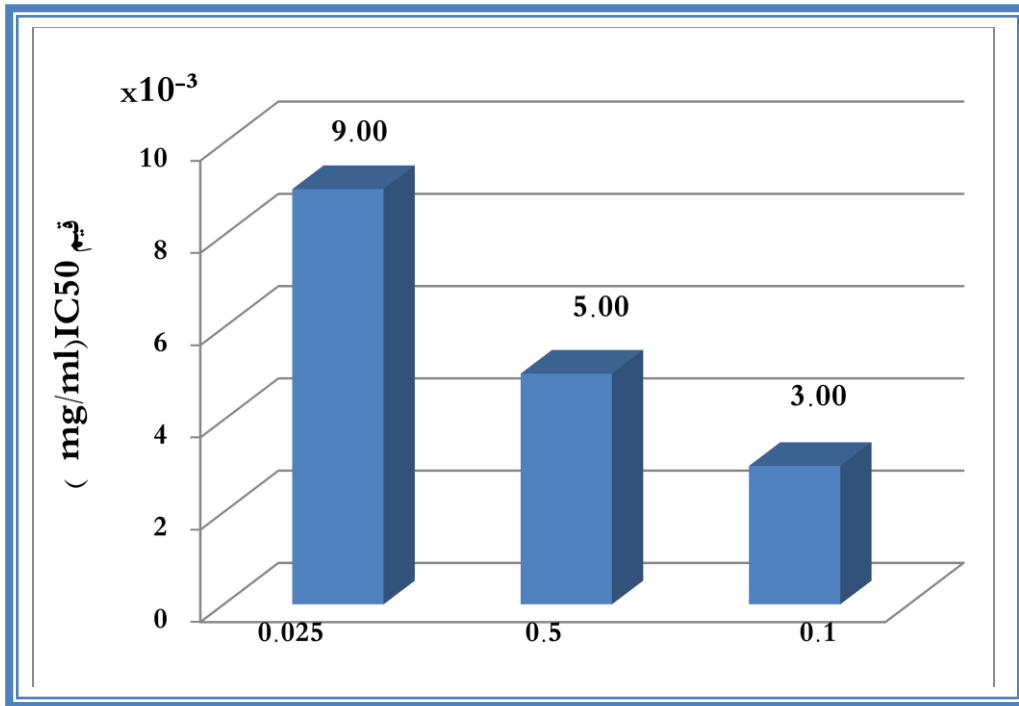
a: ميل المنحنى

b: الثابت

الجدول (3.V) جدول يوضح نتائج اختبار DPPH بالنسبة للعينات

IC_{50}	العينات
0.0031	حمض الأسكوربيك
0.003	A (0.01mg/ml)
0.005	B (0.05mg/ml)
0.009	C (0.025mg/ml)

ولتوضيح المقارنة أكثر نمثل الجدول (3.V) على شكل أعمدة بيانية



الشكل (25.V): أعمدة بيانية تمثل قيم ال IC₅₀ للمركب القياسي والعينات.

*مناقشة النتائج:

من خلال الشكل (25.V) نلاحظ أن جميع العينات كانت لها فعالية مضادة للأوكسدة أي لها قدرة على

تثبيت الجذر الحر ال DPPH· وذلك بقيم متفاوتة فيما بينها

ترأوحت قيم ال IC₅₀ بين (0.003mg/ml و 0.009) وأحسن قدرة تثبيت كانت للعينة A ومساوية

للقدرة التثبيطية لحمض الأسكوربيك ويمكن تفسير الاختلاف في القدرة تثبيطية بين العينات بالعلاقة الطردية بين

تركيز العينة وقدرتها المضادة للأوكسدة.

وأكدت نتائج دراسة سابقة تم ضمنها تحضير أكسيد الحديد النانوي انطلاقاً من مستخلص أحد نباتات العائلة

العلاقة بين تركيز المركب النانوي وفعاليتها [19,18].



المراجع

المراجع باللغة العربية:

- [16] مسعودي زينب، زين سندس Synthèse, caractérisation et activité biologique des nanoparticules d'oxyde de Fer par l'extrait d'écorce du fruit du Citrus sinensis، كلية العلوم الدقيقة، جامعة الوادي، 2022-2023 ص: 103، 101
- [3] عبد العليم سليمان أبو مجد، (2011)، "التحليل الطيفي باستخدام الأشعة تحت الحمراء"، الأكاديمية الحديثة للكتاب الجامعي.

المراجع باللغة الاجنبية:

- [1] M. Hafeez, and all, (2021), " Populus Ciliata conjugated of iron oxide nanoparticles and their potential antibacterial activities against human bacterial pathogens", *Digest Journal of Nanomaterials and Biostructures*, 16(30): p. 899 – 906.
- [10] H. S. Devi, M. A. Shah, M. A. Boda, S. Parveen, and all, (2018). "Green synthesis of iron oxide nanoparticles using Platanus orientalis leaf extract for antifungal activity". *Green Processing and Synthesis*.
- [11] D. Yufanyi, A. Ondoh, J. Foba-Tendo, K. Mbadcam, Effect of decomposition temperature on the crystallinity of α -Fe₂O₃ (Hematite) obtained from an Iron (III)-Hexamethylenetetramine Precursor, *Am. J. Chem*, 5 (2015) 1-9.
- [12] Shin H S and Kwon S J 1993 An XRD study on the structures of ferrites: Hematite Ba-ferrite and Zn₂Y (Ba₃Zn₂Fe₁₂O₂₂) Yoop Hakoechi (J. Korean Ceram. Soc.) 30 499-509

- [13] J. Amin Ahmed Abdullah, and all, (2020). "Green synthesis and characterization of iron oxide nanoparticles by pheonix dactylifera leaf extract and evaluation of their antioxidant activity". *Sustainable Chemistry and Pharmacy*.
- [14] B. Abderrhmane, L. Salah Eddine, (2020). Green Synthesis of Iron Oxide Nanoparticles by Aqueous Leaves Extract of Mentha Pulegium .L: Effect of Ferric Chloride Concentration on The Type of Product. *Materials Letters*.
- [15] P.karpagarinayagan, C.vedhi, (2019), "Green synthesis of iron oxide nanoparticles using Avicennia marina flower extract", *Vacuum*, 160:286–292.
- [16] M. Hafeez, and all (2021). Populus Ciliata conjugated of iron oxide nanoparticles and their potential antibacterial activities against human bacterial pathogens. *Journal of Nanomaterials and Biostructures*. 16(3): 899 – 906.
- [17] S. Kanagasubbulakshmi and K. Kadirvelu .
- [18] A.Bouafia and all .(2024). In vitro antioxidant activities of copper mixed oxide (CuO/Cu₂O) nanoparticles produced from the leaves of *Phoenix dactylifera* L. Biomass Conversion and Biorefinery, Vol.14, pp. 6567–6580.
- [19] Duoaa H. Hilo, Ahmad H. Ismail, Zahraa S. Al-Garawi .(2022). Green Synthesis of A-Fe₂O₃ from Ginger Extract Enhanced the Potential Antioxidant Activity Against DPPH. Al-Mustansiriyah Journal of Science, Vol.33, No. 4, pp. 422–427.
- [2] Khalil.A T, and all, (2017), " Biosynthesis of iron oxide (Fe₂O₃) nanoparticles via aqueous extracts of Sageretia thea (Osbeck.) and

- their pharmacognostic properties", *Green Chemistry Letters and Reviews*, 10(4): p186–201.
- [4] Bouafia.A,(2022),"Optimisation de biosynthèse des nanoparticules d'oxyde de fer par l'utilisqtion de différents extraits des plantes et évaluation de leur activité biologique",Thèse de doctorat, université El-Oued, p 116–120.
- [5] Shah,M A.and all,(2018),"Green Synthesis of iron nanoparticles using Platanus orientalis leaf extract for antifungal activity", *Green Processing and Synthesis* .<https://doi.org/10.1515/gps-2017-0145>.
- [6] Ms. SWETA PAL,(2014)," ANTIMICROBIAL ACTIVITY OF IRON OXIDE NANOPARTICLES",*DEPARTMENT OF LIFE SCIENCE NATIONAL INSTITUTE OF TECHNOLOGY ROURKELA-769008, ORISSA, INDIA.*
- [8] D. Aksu Demirezen and all,(2018)," Green synthesis and characterization of iron oxide nanoparticles using Ficus carica (common fig) dried fruit extract", *The Society for Biotechnology, Japan*,20(20):1–5.<https://doi.org/10.1016/j.jbiosc.2018.07.024> .
- [9] <http://www.researchgate.net/publication/231081508-A-highly-sensitive-ammonia-chemical-sensor-based-on-a-Fe2O3-nanoellipsoids>.
- [7] M.Kamil, F. Ahmad, M. T. Abdalla. (2021) Phytochemical & Pharmacological Studies of Moltkiopsis Ciliata. *Clinical Research and Clinical Trials*.4(3):p62.

Green synthesis and characterization of iron oxide nanoparticles by ptheonix dactylifera leaf extract and evaluation of their antioxidant activity. Sustainable Chemistry and Pharmacy., 17 (2020).

الختامة

الخاتمة

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

في إطار تميمين الثروة المحلية وبصفة خاصة النباتات المزروعة في منطقة وادي سوف قمنا من خلال هذه الدراسة بتقدير الفاعلية المضادة للأكسدة لجسيمات أكسيد الحديد النانوية المحضرة انطلاقاً من مستخلص نبات

Moltingia Ciliata

وعلى ضوء النتائج المتحصل عليها تم استنتاج ما يلي:

1/ قمنا باصطناع أكسيد الحديد النانوي وذلك باستخلاصه من نبات الحلمة ولتحسين المردود اعتمدنا على تغيير تركيز المحلول الملحي (0.025M/0.05M/0.1M) حيث قدرت مردود العينات على الترتيب ب(61.04%/59.92%/47.06%) فنلاحظ أن أعلى قيمة عند العينة A التي قدرت ب61.04%

2/ بعد اصطناع أكسيد الحديد النانوي قمنا بتشخيصه بالطرق التالية UV-Vis و

FT-IR وDRX وMEB حيث أظهرت ما يلي :

✓ يظهر طيف UV-vis لأكسيد الحديد النانوي (FeONPs) قبل الحرق في العينات A, B, C أن الذروة (254 نانومتر و275 نانومتر) تعود إلى الفلافانويدات من صنف إيزوفلافون و فلافانون على الترتيب. وأما بعد الحرق فكانت النتيجة المتحصل عليها ذروات عظمى محصورة في المجالين 200-400 نانومتر والذي يؤكد تشكل أكسيد الحديد النانوي

✓ تظهر نتائج FT-IR لأكسيد الحديد النانوي قبل الحرق عصابات امتصاص للروابط غير العضوية في حدود 500cm^{-1} حيث تكون واضحة أكثر في العينة C. أما بعد الحرق فتتقلص عصابات

الروابط العضوية وتحتفي وتظهر عصابة امتصاص أكسيد الحديد النانوي في العينات A, B, C تأخذ قيم المجال على الترتيب $493-504-504 \text{ cm}^{-1}$.

✓ قدم تحليل MEB الكيميائي الذي تم إجراؤه على العينات معلومات قيمة حول كمية ونوعية العناصر الموجودة الذي أظهر وجود ذرات تنتمي إلى عنصري Fe (حديد) و O (أكسجين) في جميع العينات. النسب الذرية لهذه العناصر في العينات المحضرة A و B و C كانت 96.83% 96.43% 95.56% على التوالي،

✓ يوضح طيف DRX، مما يشير إلى وجود جزيئات الهيماتيت النانوية $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$. كما تشير القمم الرفيعة والحادة التي لوحظت في نمط DRX إلى الطبيعة الدقيقة والحجم البلوري الصغير لجسيمات أكسيد الحديد النانوية. و تم تقدير متوسط حجم البلورات باستخدام معادلة ديبي-شيرير للعينات A. B. C حيث قدرت ب 17.38 نانومتر، 25.42 نانومتر و 22.16 نانومتر على التوالي.

3/ بعد تشخيص أكسيد الحديد النانوي قمنا بدراسة فاعليته المضادة للأكسدة بطريقتين

✓ طريقة DPPH والتي أثبتت فيها العينات على أنها تمتلك قدرة على تثبيط الجذر الحر بقيم متفاوتة حيث كانت أحسن قدرة تثبيطية هي للعينات A والتي قدرت ب 0.003 مغ / مل وهي مساوية لقيمة حمض الأسكوربيك .

✓ طريقة TAC أثبتت أن جميع العينات تملك فاعلية مضادة للأكسدة وتعمل على إرجاع شوارد الموليبدات $M_0(IV)$ لشوارد الموليبدات $M_0(V)$ بقيم متقاربة حيث تمتلك العين A أكبر فاعلية مضادة للأكسدة حيث قدرت قيمة TAC ب 349.02 مغ/غ.

تعتبر دراستنا تكملة لدراسة سابقة أثبتت فاعلية أكسيد الحديد النانوي المصطنع من مستخلص هذا النبات و نأمل في توسيع مجال الدراسة لتحضير أكاسيد أخرى انطلاقاً من مستخلص هذا النبات وتقدير فاعليتها في عدة مجالات.

الملحق

الأجهزة المستعملة:



جهاز رج وتسخين



ميزان حساس



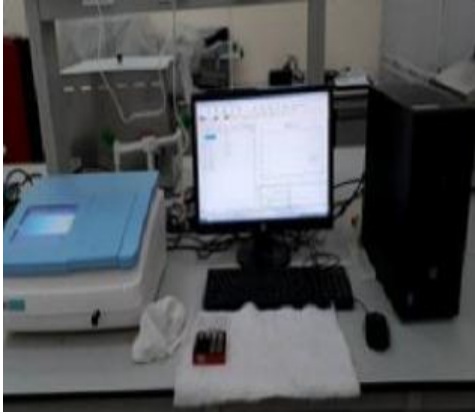
جهاز الطرد المركزي



جهاز ترشيح



فرن



جهاز - UV



جهاز IR



جهاز DRX

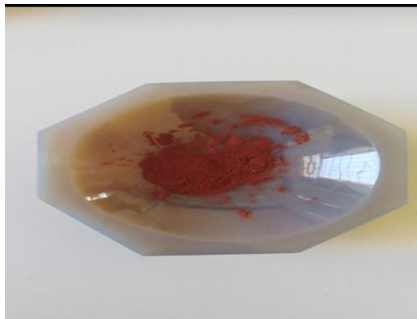
المواد المستعملة:



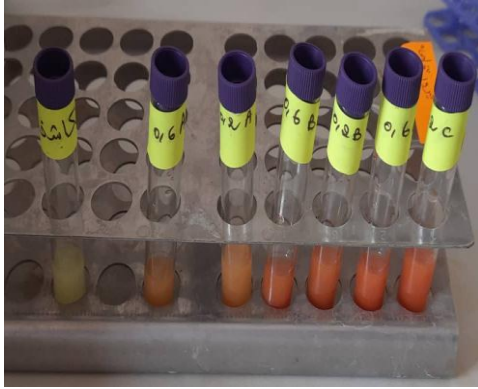
نبات الحلثة قبل وبعد التجفيف



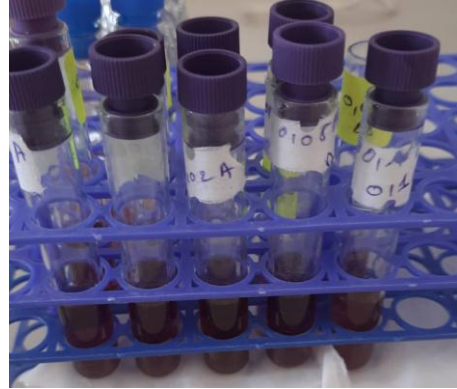
الراسب قبل وبعد التجفيف



أكسيد الحديد بعد الحرق



نتائج TAC



نتائج DPPH