وزارة التعليم العالي والبحث العلمـي

جامعة قاصدي مربـــــــاح ورقـــلة

كليـــــة الرياضـــيات وعلـــوم المادة

قســـم الكيمياء

مذكرة مقدمة لنيل شهادة ماستر اكاديمي في الكيمياء

التخصص: كيمياء تحليلية

من إعداد الطالبتين :

حميتي أشواق ، محجوبي سميه

تحت عنوان

دراسة تحليلية وفيتو كيميائية لنبات *Lawsonia inermis* وتحضير جسيمات نانوية وتطبيقاتها

نوقشت علنا يوم:2025/06/04

أمام لجنة المناقشة:

هادف الدراجي	أستاذ تعليم عالي	رئيسا
زنخري لويزة	أستاذ تعليم عالي	مناقشا
زروقي حياة	أستاذ تعليم محاضر	مؤطرا
بالفار محمد الأخضر	أستاذ تعليم عالي	مساعد مؤطر
جاري لبنة	دكتورة	ممثل عن الشريك الإقتصادي
السعيدي سعدية	دكتورة	ممثل حاضنة

الموسم الجامعي :2025/2024

وزارة التعليم العالي والبحث العلمـي

جامعة قاصدي مربـــــــاح ورقـــلة

كليـــــة الرياضـــيات وعلـــوم المادة

قســـم الكيمياء

مذكرة مقدمة لنيل شهادة ماستر اكاديمي في الكيمياء

التخصص: كيمياء تحليلية

من إعداد الطالبتين :

حميتي أشواق ، محجوبي سميه

تحت عنوان

دراسة تحليلية وفيتو كيميائية لنبات *Lawsonia inermis* وتحضير جسيمات نانوية وتطبيقاتها

نوقشت علنا يوم:2025/06/04

أمام لجنة المناقشة:

هادف الدراجي	أستاذ تعليم عالي	رئيسا
زنخري لويزة	أستاذ تعليم عالي	مناقشا
زروقي حياة	أستاذ تعليم محاضر	مؤطرا
بالفار محمد الأخضر	أستاذ تعليم عالي	مساعد مؤطر
جاري لبنة	دكتورة	ممثل عن الشريك الإقتصادي
السعيدي سعدية	دكتورة	ممثل حاضنة

الموسم الجامعي :2025/2024

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَٰنِ الرَّحِيمِ

{يَرْفَعِ اللَّهُ الَّذِينَ آمَنُوا مِنكُمْ وَالَّذِينَ أُوتُوا الْعِلْمَ دَرَجَاتٍ ۚ وَاللَّهُ بِمَا تَعْمَلُونَ خَبِيرٌ}

صدق الله العظيم – سورة المجادلة، الآية ١١

إهداء

الحمد لله حمدا كثيرا طيبيا مباركا فيه، أحمد الله عز وجل على منه وكرمه

ماسلكنا البدايات إلابتيسيره وما بلغنا النهايات إلا بتوفيقه وما حققنا الغايات إلا بفضله بعد مسيرة دراسية حملت في طيلتها الكثير من الصعوبات والتعب ها أنا اليوم أقطف ثمارها من قال أنا لها نالها وأنا لها وإن إبت رغما عنها أتيت بها.

أهدي ثمرة جهدي هذا

إلى من حصد الأشواك من دربي ليمهد لي الطريق إلى من أحمل إسمه بكل إفتخار

أرجو من الله أن يمد في عمره

"**والدي الغالي محمد الصغير** "

إلى قرت عيني ونبع الحنان والتي أخص الله تعالى الجنة تحت قدميها "**والدتي الغالية جميلة**"

إلى تلك التي عاشت معي كل الصعوبات والمسرات توأم روحي" **حورية**"

الى من كانو سندا وقوة لي في الحياة وتقاسمو مع عبئها سندي واتكائي:

"فتيحة،فاطمة الزهراء،سعيدة

داود،اسماعيل،محمد العلمي، وتوامي عبد الباري

الى اعمامي وعماتي واخوالي وخالاتي كل باسمه

الى كتاكيت البيت حفظهم الله ورعاهم

الى من شاركتني هذه المسيرة تعثرنا وقمنا سويا للوصول الى للهدف الذي ها نحن اليوم بصدده"**اشواق**"

الى إتكائي وسندي بعد أبي وصفوة أيامي رفيق دربي "**حمزة**"

الى كل من كانو برفقتي ومصاحبتي طوال مشواري الدراسي بمختلف الأطوار"**صديقاتي** "

الى من ساهم في تعليمي ولو بحرف في حياتي الدراسية

سمية.

إهداء

{فرحين بما أتاهم الله من فضله }

الحمد الله الذي بنعمته تتم الصالحات، وبتوفيقه تتحقق الغايات.

إلى من كان لهم الفضل بعد الله في وجودي وتربيتي وتعليمي ...الى من سهروا الليالي من اجلي ، وتحملوا العناء في سبيل أن أكون كما أنا اليوم

إلى من غرسا في نفسي الأخلاق والصدق والإصرار ، وعلماني كيف اصبر لأصل الى النجاح ...الى من مهما كتبت من كلمات ، ومهما عبرت عن مشاعري لن أوفيهما حقهما...حفظكم الله لنا وطال الله في عمركم

"أبي العزيز... أمي الحبيبة "

إلى أمي الثانية ، وسندي الأول التي حملت عني أثقال الحياة ، وربتني بقلبها قبل يدها ، كل الكلمات لا تفيك حقك ، فلك في قلبي مقام لا يبلغه أحد ....أختي العزيزة "نجاة"

إلى من كانت الحضن الدافئ ، والكتف الثابت ، والقلب الذي لا يخون أختي العزيزة "امال"والى زوجها الكريم "بلقا سم"

الى من علمتني كيف أحب ،وكيف اصبر وكيف أواجه الحياة بابتسامة أختي العزيزة " صبرينه " والى زوجها الكريم " كمال "

الى من قيل فيه { سنشد عضدك بأخيك } ...الى ضلعي الثابت الذي لا يميل آخي العزيز " نبيل " والى زوجته " سندس "

الى براعم عائلتنا : "ضياء الرحمان، نضال ،إياد، محمد الأخضر ،حنين ، إيلاف"

الى عائلتي بكل فروعها وقلوبها التي كانت لهم بصمة في حياتي ، دعما او دعا او لحظة صادقة

إلى صديقتي التي لم تلدها أمي ورفيقة دربي وسندي في لحظات ضعفي "سلسبيل"

الى شريكة دربي في هذا المشوار الأكاديمي التي تقاسمت معها الطموح ، التحديات والنجاحات "سمية"

الى كل الذين يبهجهم نجاحي ، وكل من ساندني وتذكرني بدعوة خير ، شكرا لكم

"فاللهم اجعله نهاية خير لبداية طريق مليء بالنجاحات "

أشواق

شكر وتقدير

عملا بقوله تعالى "فاذكروني أذكركم واشكروني ولا تكفرون " سورة البقرة

نشكر الله عزوجل الذي رزقنا من العلم مالم نكن نعلم ، وأعطانا من القوة والمقدرة ما يكفي لإتمام هذا العمل المتواضع .

من قوله صلى الله عليه وسلم "من لم يشكر الناس لم يشكر الله " فإننا نتقدم بشكر الجزيل لعائلتنا الكريم لفضلهم وجهدهم

نتقدم بجزيل الشكر والعرفان للأستاذة المشرفة " زروقي حياة " على إشرافها على مذكرتنا مع توجه بشكرنا الخاص لمساعد المشرف الأستاذ "بالفار محمد الأخضر " على إشرافه كذلك على عملنا هذا ، وعلى كل ما قدمه لنا من وقته ومجهوداته المبذولة

كما نتقدم بالشكر والامتنان الى أعضاء لجنة المناقشة الموقرة نظير قبولهم وجهدهم لإثراء هذه المذكرة

كما لا يفوتنا أن نتقدم بالشكر الى كل من ساعدنا في انجاز هذا العمل سواء من قريب او من بعيد

كما يطيب لنا ان نتقدم بجزيل الشكر والعرفان لكل أساتذتنا الكرام الذين علمونا ما كنا نجهل وأنارو دروبنا طيلة مشوارنا الدراسي

فهرس المحتويات

الفهرس	الصفحة
فهرس	IV
قائمة الأشكال	V
قائمة الجداول	VII
قائمة الرموز	X
ملخص الدراسة	IX
مقدمة عامة	01
الفصل الاول :الدراسة النظرية لنبات *Lawsonia inermis*	
1.I النباتات الطبية	05
2.Iالمكونات الفعالة في النباتات الطبية	05
1.2.I المركبات الفينولية phenolic compounds	05
2.2.I الكومارينات Les Coumarines	06
3.2.I.الفلافونيدات Flavonoids	07
4.2.I التانينات(العفصيات) Tannins	07
5.2.Iالقلويدات Alkaloid	08
6.2.I الزيوت الطيارة Volatil oils	08
7.2.I المركبات التربينية Terpenoids	09
8.2.I الصابونيات Saponosides	09
9.2.I الراتنجات Resins	09
10.2.Iالجليكوسيدات Glycosides	10

3.I العائلة	10
4.I التسمية	10
1.5 الوصف النباتي للحناء Lawsonia inermis	11
1.6 التصنيف العلمي لنبات Lawsonia inermis	12
1.7 الموطن الأصلي Lawsonia inermis	12
8.Iالجزء المستعمل	13
9.I المكونات الفعالة لنبات Lawsonia inermis	13
10.I بعض المكونات الفعالة المعزولة من نبات Lawsonia inermis	14
11.Iاستعمالات نباء الحناء:	15
الفصل الثاني :عموميات حول النانو	
1. IIنشاة تقنية النانو	19
2.II تاريخ تقنية النانو	20
3.II تعريف النانو	21
4.IIعلم النانو:	22
2.3. II تقنية النانو:	22
3.3.IIمقياس النانو:	22
4. II مبادئ تقنية النانو	23
5.II خواص المواد النانوية:	25
1.5.II الخواص الكيميائية:	25
2.5.II الخواص الفيزيائية:	25
3.5.II الخواص الميكانيكية	25

II.4.5.الخواص الكهربائية	26
II.5.5.الخواص المغناطيسية	26
II.6 طرق تحضير الموادالنانوية	26
II.1.6 طريقة الهبوط من الاعلى الى الاسفل(top-down)	26
II.2.6 طريقة الصعود من الاسفل الى الاعلى (bottm-up)	27
II.3.6 طريقة تصنيع الجسيمات النانوية بواسطة مستخلصات النباتية	27
II.7 أكسيدالزنك النانوي	28
II.8 تصنيف المواد النانويةعلى اساس البعد	29
II.1.8 المواد النانوية ذات الابعاد الصفرية0D	29
II.2.8 المواد النانوية احادية البعد1D	29
II.3.8 المواد النانوية ثنائية البعد2D	29
II.4.8 المواد النانوية ثلاثية البعد 3D	29
II.9.تصنيف الجسيمات النانوية على اساس التركيبة	30
II.1.9.الجسيمات نانوية عضوية	30
II.2.9.جسيمات نانوية غيرعضوية	31
II.3.9.انطلاقا من المعادن	31
II.4.9.انطلاقا من اكاسيد المعادن	31
II.5.9.جسيمات نانوية كربونية	31
II.6.9.الفوليرينات (C60)	32
II.7.9.الجرافين	32
II.8.9.الانابيب النانوية الكربونية	33

9.9.II.الياف الكربون النانوية	33
10.9.II.اسود الكربون	34
10.II.بعض استخدمات المواد النانوية	34
1.10.II.استخدامات الموادالنانوية في الصناعة	34
2.10.II.استخدمات لمواد النانوية في مجالات الطاقة	34
3.10.II.استخدامات المواد النانوية في الزراعة	35
4.10.II.استخدمات المواد النانومترية في المجالات الطبية	35
الفصل الثالث : الجزء العملي	
1.IIIالمعالجة الأولية	42
1.1.III جني النبتة	42
2.1.III تحضير النبتة	42
2.1.III. 1 الغسل	42
2.1.III. 2 التجفيف	43
2.1.III. 3 الطحن	43
3.1.III. الأدوات و الوسائل المستعملة	44
2.III الطرق المتبعة	45
1.2.III طرق الاستخلاص	45
1.1.2.III الاستخلاص بجهاز فوق الموجات الصوتية	45
3.1.2.III الاستخلاص بالنقع	46
3.III تحضير المستخلص النباتي	46
1.3.IIIالمرحلة الأولى	46
2.3.IIIالمرحلة الثانية	47

3.3.IIIالمرحلة الثالثة	47
4.III مردود الإستخلاص	48
5.III كروماتوغرافيا عالية الأداء HPLC	48
6.III التخليق الاخضر لجسيمات نانوية	49
III.. 1.6تحضير المستخلص بالمائي لنبتة الحناء	49
2.6.III تحضير جسيمات النانوية من مستخلص النبتة	49
7.III.أجهزة الكشف عن الجسيمات النانوية ZnoNPs	52
1.7.III المجهر الالكتروني الماسح MEB	52
2.7.III التحليل الطيفي للأشعة المرئية وفوق البنفسجية (UV-Vis):	52
3.7.III التحليل الطيفي الأشعة تحت الحمراءFTIR	53
III. 4.7 مطيافية الأشعة السينية المشتتة للطاقة EDX	54
8.III التطبيق	54
1.8.III معالجة المياه الملوثة بأزرق المثيلين باستعمال جسيمات نانوية	54
9.III مردود الإستخلاص	56
10.IIIكروماتوغرافيا عالية الاداء HPLC	56
11.III المجهر الالكتروني الماسح MEB	57
12.III مطيافية الاشعة فوق البنفسجية –المرئية	59
III .13 التحليل الطيفي بالاشعة تحت الحمراء (FTIR)	60
1.14.IIIتحلل صبغة أزرق الميثلين MB	61
الخلاصة	66

قائمة الاشكال :

رقم الشكل	عنوان الشكل	رقم الصفحة
	الفصل الاول	
الشكل (I-1)	بنية الفينول	05
الشكل (I-2)	بنية الكومارينات	06
الشكل (I-3)	الهيكل العام للفلافونيدات	07
الشكل (I-4)	بنية Colchicine	07
الشكل (I-5)	الوصف النباتي لنبات Lawsonia inermis	11
الشكل (I-6)	مناطق تواجد نبات Lawsonia inermis في العالم	13
	الفصل الثاني	
الشكل (II-1)	الكؤوس الإغريقية	20
الشكل (II-2)	السيف الدمشقي	20
الشكل (II-3)	مقارنة بين أحجام الناوية	23
الشكل (II-4)	طريقيتين الرئيستين في تحضير المواد النانوية	27
الشكل (II-5)	بعض أبعاد المواد النانوية	30
الشكل (II-6)	الجسيمات النانوية العضوية	30
الشكل (II-7)	الفوليرينات	32

الشكل (II-8)	الجرافين	32
الشكل (II-9)	الأنابيب النانوية الكربونية	33
الشكل (II-10)	ألياف الكربون النانوية	33
الفصل الثالث		
الشكل (III-1)	غسل أوراق*Lawsonia inermis*	42
الشكل (III-2)	تجفيف أوراق *Lawsonia inermis*	43
الشكل (III-3)	مسحوق أوراق*Lawsonia inermis*	43
الشكل (III-4)	جهاز فوق الموجات الصوتية	45
الشكل (III-5)	عملية استخلاص لمسحوق *Lawsonia inermis*	46
الشكل (III-6)	عملية ترشيح لمستخلص *Lawsonia inermis*	47
الشكل (III-7)	فصل الطبقتين العضوية والمائية	47
الشكل (III-8)	صورة ل كروماتوغرافيا عالية الاداء HPLC	49
الشكل (III-9)	مخطط يوضح مراحل الاستخلاص العام للمستخلص النبتة	49
الشكل (III-10)	مراحل تشكل جسيمات نانوية ZnONPs	50
الشكل (III-11)	مخطط يوضح مراحل تشكل جسيمات نانوية ZnoNPs	51
الشكل (III-12)	جهاز المجهر الالكتروني الماسح MEB	52
الشكل (III-13)	جهاز مطيافية الاشعة فوق البنفسجية –المرئية UV–Vis	53
الشكل (III-14)	جهاز مطيافية الأشعة تحت الحمراءFTIR	53
الشكل (III-16)	معالجة الماء الملون بازرق الميثلين بجسيمات ZnONPs	54

الشكل (III-17)	كروماتوغرام HPLC لمستخلص *Lawsonia inermis*	56
الشكل (III-18)	صور لجسيمات النانوية ZnO بمستخلص *Lawsonia inermis*	57
الشكل (III-19)	طيف الامتصاص للاشعة فوق البنفسجية –المرئية للجسيمات النانوية ZnONPs	
الشكل (III-20)	طيف FTIR لجسيمات النانوية لاكسيد الزنك	60
الشكل (III-21)	طيف الامتصاص للاشعة فوق البنفسجية –المرئية لازرق المثيلين	61
الشكل (III-22)	طيف الامتصاص للاشعة فوق البنفسجية لتحلل ازرق الميثلين	62

قائمة الجداول

رقم الجدول	عنوان الجدول	رقم الصفحة
الجدول (1-I)	التصنيف العلمي لنباتLawsonia inermis	12
الجدول (1-I)	بعض مكونات الفعالة لنبات Lawsonia inermis	14
الجدول (1-II)	مراحل ظهور تقنية النانو	21
الجدول (1-II)	مبادئ ومميزات تقنية النانو	24
الجدول (1-III)	الادوات والمواد المستعملة	44
الجدول (2-III)	المعادن المتواجدة في نبات	59

قائمة الرموز

الرمز	دلالته باللغة العربية	دلالته باللغة الأجنبية
%	النسبة المئوية	Percentage
0D	الأبعاد الصفرية	Zero-Dimensional Material
1D	أحادي البعد	Dimensional Material One-
2D	ثنائي البعد	Two-Dimensional Material
3D	ثلاثي البعد	Three-Dimensional Material
Zno	أكسيد الزنك	Oxyde de zinc
NPs	الجسيمات النانوية	Nanoparticles
HPLC	كروماتوغرافيا عالية الاداء	High Perfomance Liquid Chromatograhe
MEB	المجهر الإلكتروني الماسح	Microscopie Électronique Balayage
UV-Vis	مطيافية الأشعة فوق البنفسجية-المرئية	Uv-visible spectoscopy
FTIR	مطيافية الأشعة تحت الحمراء	Fourier Transform Infrared Spectroscopy
EDX	مطيافية الأشعة السينية المشتتة للطاقة	Energy Dispersive X-ray Spectroscopy

الملخص :

تم في هذه الدراسة إستخلاص مستخلص نبات الحناء (Lawsonia inermis) وتحليله بإستخدام كروماتوغرافيا السائل عاليةالأداء (HPLC) لتحديد مكوناته الفيتوكيميائية النشطة. كما تم تصنيع جسيمات نانوية من أكسيد الزنك (ZnO-NPs) بطريقة تخليق أخضر باستخدام مستخلص الحناء كعامل إختزال ومثبت طبيعي.

تم تأكيد تشكل الجسيمات النانوية عبر تقنيات متعددة مثلUV-Vis ، FTIR، المجهر الإلكتروني الماسح (SEM) وتحليل EDX لتحديد التركيب العنصري. كما أظهرت الجسيمات كفاءة عالية في تحلل صبغة أزرق الميثيلين، مما يبرز إمكاناتها في التطبيقات البيئية.

الكلمات المفتاحية: الحناءLawsonia inermis ، أكسيد الزنك النانوي(ZnO−NPs) ، التخليق الأخضر، أزرق الميثيلين

Abstract :

In this study, an extract of Lawsonia inermis (henna) was obtained and analyzed using High-Performance Liquid Chromatography (HPLC) to identify its active phytochemical components. Zinc oxide nanoparticles (ZnO-NPs) were synthesized via a green synthesis method employing the henna extract as a natural reducing and stabilizing agent.

The formation of the nanoparticles was confirmed using multiple techniques, including UV-Vis spectroscopy, Fourier Transform Infrared (FTIR) spectroscopy, Scanning Electron Microscopy (SEM), and Energy Dispersive X-ray (EDX) analysis to determine their elemental composition. The nanoparticles demonstrated high efficiency in degrading methylene blue dye, highlighting their potential for environmental applications

.Keywords: Lawsonia inermis (henna), zinc oxide nanoparticles (ZnO-NPs), green synthesis, methylene blue

المقدمة

المقدمة العامة

تُعد النباتات الطبية والعطرية من الموارد الزراعية ذات الأهمية البالغة، وتحظى باهتمام كبير في العديد من الدول المنتجة نظرًا لقيمتها الاقتصادية وخصائصها العلاجية. وتُشكّل هذه النباتات مصدرًا مهمًا للمواد الفعالة التي تُستخدم مباشرة أو تُستخلص لتدخل في تركيب الأدوية والعقاقير، إذ تحتوي على مركّبات كيميائية طبيعية تُستغل كمواد خام في صناعة مختلف المستحضرات الصيدلانية[1]

ويمكن الحصول على النباتات الطبية من مصدرين أساسيين: الأول هو المصدر البري، حيث تنمو هذه النباتات طبيعيًا في الوديان والسهول والغابات والصحاري، وقد يكون هذا المصدر كافيًا لبعض الأنواع. أما المصدر الثاني فهو الزراعي، حيث تُنشئ شركات الأدوية والمؤسسات الاستثمارية مزارع مخصصة لإنتاج أصناف معينة تلبي احتياجات السوق المحلي والعالمي[2]

ومن بين النباتات الطبية التي تحظى بأهمية واسعة، يبرز نبات الحناء Lawsonia inermis ، المعروف باستخداماته المتعددة في المجالات العلاجية والتجميلية. وقد نال هذا النبات اهتمامًا كبيرًا من قبل الباحثين، خاصة في الدول العربية، لدراسة مكوناته الطبيعية ذات الفعالية البيولوجية. وفي هذا السياق، أُجريت العديد من الدراسات، من بينها دراسة التحضير الحيوي للجسيمات النانوية الفضية بإستخدام نبات أوراق الحناء Lawsonia inermis وتقييم فعاليتها ضد الفطريات والبكتيريا الممرضة للإنسان وذلك في عام 2014، تم فيها إستخدام مركبات الحناء في تطبيقات تقنية النانو[3]

وتُعد تقنية النانو من التقنيات الحديثة الواعدة، والتي تشهد تطورًا متسارعًا واهتمامًا متزايدًا من طرف العلماء، لما لها من تطبيقات متنوعة تشمل مجالات الكيمياء الصناعية والطب. وتعتمد هذه التقنية على تصميم

ومعالجة الجزيئات على مقياس النانومتر [4]. وفي هذا الاطار برزت امكانية توظيف المستخلصات النباتية مثل الحناء في تحضير جسيمات نانوية واعدة

ما فتح المجال لاستغلالها كمواد صديقة للبيئة في تطبيقات متعددة مثل تنقية المياه ومعالجة الملوثات ومن هذا المنطلق، يُطرح التساؤل الرئيسي التالي: مامدى فعالية الجسيمات النانوية المحضرة من مستخلص نبات الحناء Lawsonia inermis في التطبيقات البيئية ؟ وفي إطار هذا العمل، تهدف دراستنا إلى تحضير الجسيمات النانوية انطلاقًا من مستخلص نبات الحناءLawsonia inermis ، وتوصيفها وتحليلها باستخدام تقنيات مختلفة مثل: الأشعة السينية المشتتة للطاقة (EDX)، الأشعة تحت الحمراء(FTIR) ، والأشعة فوق البنفسجية–المرئية (UV–Visible). بالإضافة إلى المجهر الإلكتروني الماسح (MEB) ،ولتحقيق هذه الأهداف، تم تقسيم الدراسة إلى جزئين: نظري وتطبيقي.

الجزء النظري

- الفصل الأول: الدراسة النظرية حول نبات الحناء Lawsonia inermis

- الفصل الثاني: يتناول المفاهيم العامة حول تقنية النانو وتطبيقاتها.

الجزء التطبيقي

- الفصل الثالث: يتطرق إلى تحضير الجسيمات النانوية بإستخدام مستخلص نبات الحناء. والأجهزة التي تم الكشف عليها وتوصيف وتحليل هذه الجسيمات ومناقشة النتائج المتحصّل عليها

المراجع

المراجع باللغة العربية

[1] يوسف، عدنان يعقوب. "محاضرات النباتات الطبية والعطرية". جامعة ديالى، كلية الزراعة، قسم البستنة، المرحلة الثالثة، الفصل الربيعي، 2011، ص. 2.

[2]شربي، رقية . "Étude de l’activité antioxydante des fractions lipidiques et phénoliques des feuilles et des graines de Lawsonia inermis d’Algérie". اطروحة لنيل شهادة دكتوراه، جامعة قاصدي مرباح ورقلة، 2017.

المراجع باللغة الاجنبية

[3]Salem SS, Fouda A, Zaki S, Al-Otibi F, Gharieb RM. Lawsonia inermis-mediated synthesisof silver nanoparticles: activity against human pathogenic fungi and bacteria with specialreference to formulation of an antimicrobial nanogel. IET Nanobiotechnol. 2014Sep;8(4):190–199. doi:10.1049/iet-nbt.2013.0015

[4] Poole CP, Owens FJ. Introduction to Nanotechnology. Hoboken (NJ): Wiley-Interscience;2003.

الفصل الأول I

الدراسة النظرية لنبات

Lawsonia inermis الحناء

I. النباتات الطبية:

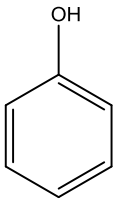
تعتبر النباتات أحد الكائنات الحية التي تتميز بدورة حياة كاملة، ولا تقل شأنا عن الحيوان والإنسان،لإحتياج كل منها الى الماء والهواء والغداء والنباتات الطبية والعطرية جزءا مهما من المملكة النباتية والتي تعرف على أنها النباتات الغنية بمنتجاتها الثانوية المنتشرة في عضو أو أكثر من أعضائها المختلفة، أي إحتوائها على مادة كيميائية واحدة أو أكثر بتركيز منخفض أو مرتفع، ذات الطعم المر والرائحة العطرية المميزة بنشاطها الحيوي بيولوجيا، وتأثيرها الفيزيولوجي علاجيا إذا ما أعطيت للمريض إما في صورتها النقية بعد إستخلاصها من المادة النباتية أو إذا تم إستخدامها وهي مازالت في صورتها الطبيعية على هيئة عشب نباتي طازج أو مجفف أو مستخلص جزئي [1].وتصنف النباتات الطبية إلى مجموعات ذات صفات مشتركة أو مميزات متشابهة أو خصائص متقاربة تجمع بين أفراد المجموعة النباتية الواحدة، وذلك بقصد تيسير سبل دراستها والتعرف على جميع خصائصها المختلفة[2] . تتعدد المجالات التي يمكن أن تستخدم فيها النباتات الطبية. ومن بين هذه المجالات نجد تحضير بعض الأدوية، وكذلك تحضير مستحضرات التجميل مثل المساحيق والكريمات وتصنيع المبيدات الحشرية[3]

I.2.المكونات الفعالة في النباتات الطبية :

I. 1.2.المركبات الفينولية phenolic compounds :

تعتبر المركبات الفينولية عبارة عن نواتج أيضية ثانوية توجد في الأنسجة النباتية، تعد هذه المركبات من المركبات الفعالة والنشطة إذ تمتلك خصائص عديدة منها مضادة للأكسدة ومضادة للإلتهاب ، ويتكون التركيب الكيميائي للمركبات الفينولية من حلقة عطرية واحدة مع مجموعة هيدروكسيل واجدة أو أكثر

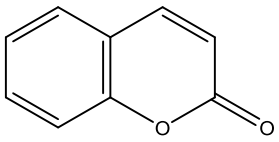
حسب عدد ترتيب ذرات الكربون ويتم تصنيفها الى أحماض فينولية وفلافونيدات والتانينات ، وستلبينيات فينولية[4]



الشكل(I-1): بنية الفينول

2.2.I.الكومارينات Les Coumarines:

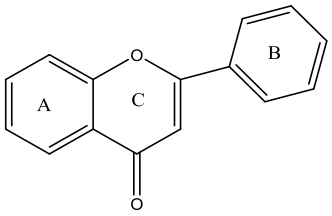
يشتق إسم الكومارينات من coumarou و هو الإسم المحلي لبذور الفول féve Tonka (Dipteryx odorata willd.) ، وهو نبات ينتمي الى العائلة البقولية Fabaceae. تم عزل المركب الكومارين لأول مرة من هذا النبات سنة 1820.ومن ذلك الحين تم التعرف على مـا يقارب ألف مركب ينتمي الى فئة الكومارينات ، والتي تعد من المركبات البسيطة ذات الانتشار الواسع في المملكة النباتية ، لاسيما في النباتات ثنائية الفلقة مثل (العائلة البقولية Fabaceae ،العائلة الوردية Rosaceae ، العائلة الروبية Rubiaceae ، العائلة المركبة Composées والعائلة الباذنجانية Solanaceae ، العائلة الخيمية Umbelléferes ،العائلـة السدبية Rutaceae)[4]



الشكل(I-2): بنية الكومارينات

I.3.2.الفلافونيدات Flavonoids:

الفلافونويدات هي مركبات نباتية توجد في الصبغات الطبيعية ، ويرجع أصل تسميتها الى الكلمة اللاتينية التي تعني " الأصفر" نظرا للون الأصفر الذي يميز العديد منها . تعد من أهم المركبات الثانوية (ثنائية الأيض) في النبات . وتنتشر في معظم أجزائه ، وتتميز بتنوعها الكبير مقارنة ببقية المركبات الفينولية ، إذ تم التعرف على اكثر من 10000 نوع منها . تتكون من نواة كربونية موجدة من 15 ذرة كربون ترتب بصيغة (C6 –C3 – C6) وهي تتضمن حلقتين عطريتين A و B مرتبطتين بسلسة كربونية من ثلاث ذرات كربون ، قد تبقى مفتوحة أو مغلوقة لتكون حلقة ثالثة [5]



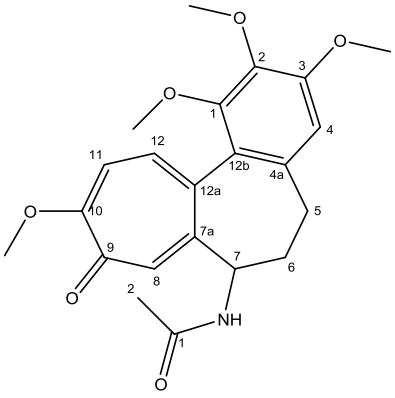
الشكل (I-3) : الهيكل العام للفلافونيدات

I.4.2 التانينات(العفصيات) Tannins:

التانينات هي مركبات متعددة الفينولات تتميز بتراكيب كيميائية متنوعة وبمذاق غير مستساغ ، تعرف بقدرتها على الارتباط بالبروتينات ، وهي الخاصية التي تجعلها تستخدم بشكل واسع في صناعة ودباغة الجلود . يتراوح وزنها الجزيئي بين 500–3000 غرام /مول ، وتعد من المركبات الثانوية النباتية المنتشرة بكثرة في المملكة النباتية ، لاسيما في الفصائل (Rubiaceae، Myrtaceae، Leguminoseae)[4]

5.2.I.القلويدات Alkaloid :

وهي مركبات ذات أهمية كبيرة خاصة من الناحية البيولوجية و الصيدلانية نظرا لخصائصها السمية و الدوائية وهي قواعد أزوتية ذات تركيب كيميائي معقد لوجود حلقات غير متجانسة حاملة ذرات الأكسجين و النتروجين.ومن بين مركبات القلويدات نجد مركب Colchicine[4]



الشكل(III-4): بنية Colchicine

6.2.I الزيوت الطيارة Volatil oils:

هي مركبات عضوية ومتنوعة تصنف ضمن نواتج الأيض الثانوي التي تنتجها النباتات العطرية Aromatic plant، تمثل هذه الزيوت المواد الفعالة المسؤولة عن الرائحة المميزة للنباتات وأجزائها المختلفة . ويطلق عليها اسم زيوت طيارة نظرا لقدرتها على التبخر بسهولة عند درجات حرارة مرتفعة دون أن تترك أثرا على ورقة الترشيح [6]

7.2.I المركبات التربينية Terpenoids:

هي مجموعة كبيرة ومتنوعة من المركبات العضوية الطبيعية التي تنتجها النباتات وبعض الكائنات الحية الأخرى ،تتكون هذه المركبات من وحدات متكررة من الإيزوبرين (C_5H_8) وتصنف بناء على عدد هذه الوحدات الى أنواع مختلفة مثل تربين أحادي ، تربين ثنائي، وتربين رباعي [7]

8.2.I الصابونيات Saponosides :

الصابونيات هي مركبات تنتمي الى فئة التربينات الثلاثية الحقيقية ، وتوجد غالبا في الطبيعة على شكل غليكوسيدات ، تتميز بوزن جزيئي مرتفع .تتحرر عند تعرضها لعملية الحلمهة سكرا أو عدة سكريات الى جانب مركب يعرف Sapogenine ، يشتق اسمها من الكلمة اللاتينية Sapo والتي تعني صابون لأنها تحدث رغوة كبيرة إذا رجت مع الماء أو الكحولات المخففة وتستمر لفترة طويلة [4]

9.2.I الراتنجات Resins:

هي مركبات عضوية صلبة او شبه صلبة تركيبها مختلف ومعقد كيماويا تنتج من أكسدة الزيوت الطيارة ، لا تذوب في الماء البارد وتذوب في الكحول والكلورفورم والإيثر والأسيتون ، عند تخزينها يسود لونها وتقل ذوبانيتها نظرا لتأكسدها، تتركب من أحماض راتنجية وتانينات راتنجية وفينولات راتنجية وكحولات راتنجية واسترات راتنجية . تحتوي على عنصر الكربون بكثرة ونسبة قليلة من الاوكسجين ولا تحتوي على النتروجين[8]

10.2.I الجليكوسيدات Glycosides:

هي مركبات عضوية مهمة تتحلل بواسطة الأحماض وبفعل الإنزيمات وينتج من تحللها نوع أو أكثر من السكريات أحدهما على الاقل سكر مختزل .واخرى مواد غير السكرية والجزء السكري يسمى جليكون Glycon وعادة مايكون بيتا كلوكوز .، أما الجزء غير السكري ويسمى أجليكون Aglycon وهو يختلف في تركيبه من نبات الى أخر ومن جليكوسيد الى أخر قد يكون كحول او ألدهايد او كيتون اوأستر. كما هناك سكريات أخرى موجودة في المركبات الجليكوسيدية [9]

3.I العائلة:

1.3.I الخثرية Lythraceae:

وهي عائلة من النباتات المزهرة، تضم حوالي 620 نوعا في 31 جنسا، تنتشر في جميع أنحاء العالم حيث توجد معظم الأنواع في المناطق الاستوائية معظمها أعشاب، وبعضها مائي أو محبة للرطوبة. تتصف أنواع هذه الفصيلة بأوراق بسيطة متقابلة، وأزهار خنثوية، شعاعيه التناظر، رباعية إلى سداسية القطع في كل دوارة (تتوضع الأسدية في دوارتين ،وهي غالبا غير متساوية في الطول) . تقسم هذه الفصيلة إلى خمس فصيلات[10]

4.I التسمية[11] :

الاسم العلمي: Lawsonia inermis

الاسم الشائع : الحناء

I.5 الوصف النباتي للحناء Lawsonia inermis:

نبات الحناء Lawsonia inermis من الفصيلة الحنائية Lythraceae وهي نباتات شجيرية مستديمة الخضرة معمرة تمكث في الأرض من ثلاثة الى عشرة سنوات [12].ترتفع الى نحو مترين ، كثيرة التفرع ، ولها رائحة ذكية ،وثمارها صغيرة الحجم كروية الشكل وبنية مصفرة اللون عند جفافها ، وتوجد في داخلها بذور صغيرة سوداء [13]. وهي ذات جذر أحمر ،والساق قائمة متفرعة وهي غزيرة التفريع ذو اللون الأحمر الذي يتحول الى البني عند تمام النضج وأوراقها تشبه أوراق الزيتون إلا أنها أعرض منه،وهي رمحيه او بيضاوية متقابلة الموضع ،جلدية الملمس وحافتها ملساء ولونها أخضر داكن [12]

الشكل(III-6): الوصف النباتي لنبات Lawsonia inermis

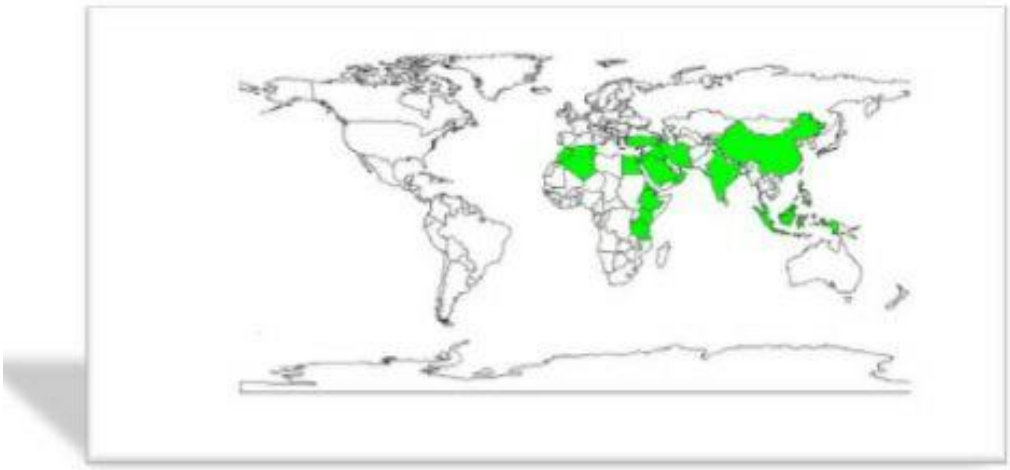
I.6 التصنيف العلمي لنبات Lawsonia inermis[14]

الجدول (I-1): التصنيف العلمي لنبات Lawsonia inermis

Kingdom	Plantae	المملكة
Subphylum	Angiospermae	تحت المملكة
Domain	Eucaryote	الصنف
Class	Dicotyledonae	القسم
Order	Myrtales	الرتبة
Family	Lythraceae	العائلة
Genus	Lawsonia	الجنس
Species	Lawsonia inermis	النوع

I.7 الموطن الأصلي Lawsonia inermis:

تعد منطقة جنوب غرب أسيا الموطن الأصلي لنبات ، الذي يتطلب بيئة حارة للنمو ، لذا يكثر في المناطق الإستوائية وشبه الإستوائية لقارة افريقيا وبعض جزر المحيط الهندي .وانتشرت زراعته لاحقا في مناطق أخرى ، خاصة حوض البحر المتوسط في المناطق الجافة المعتمدة على الري ، وتعد مصر ، والسودان والهند والباكستان والصين من أبرز الدول المنتجة لأوراق الحناء [15]



مكان تواجد نبات Lawsonia inermis

الشكل(III-7): مناطق تواجد نبات Lawsonia inermis في العالم

I.8.الجزء المستعمل:

الأزهار العطرية ، الثمار، اللحاء ، الأوراق ، الأغصان الغضة [16]

I.9المكونات الفعالة لنبات Lawsonia inermis :

تحتوي أوراق Lawsonia inermis على مواد جلوكسيدية . ويعد 2-1,-4-napthoquinone Hydroxy– المعروف باسم (اللوسون) هو الصبغة الطبيعية الأساسية الموجودة في أوراق Lawsonia inermis بنسبة تتراوح بين % 1.4– 1.0 و تحتوي كذلك على مركبات أخرى (كومارينية ،فلافونيدات ، حمض الجاليك ، كمية من الستيرولات (السيتو ستيرول). مواد سكرية وراتنجية نسبتها حوالي 1%).يلاحظ ازدياد كمية المواد الفعالة وخاصة اللوسون في أوراق Lawsonia inermis مع تقدم النبات

في العمر .تحتوي أزهارها على زيتا طيارا أهم مكوناته مركبات ألفا وبيتا إيونون α.β ionone ، ومركبات دباغيه نسبتها 5−10%تعرف باسم تانينات الحناء "Henne tannin" [16]

10.I بعض المكونات الفعالة المعزولة من نبات Lawsonia inermis:

تم عزل مجموعة من المركبات الكيميائية الفعالة من نبات الحناء، موضحة في الجدول التالي[15]

الجدول(I-1) : بعض مكونات الفعالة لنبات Lawsonia inermis

إســـم المـركـــب	المجمـوعـة
Lawsochrysinin(5−hydroxy−7−(4"−pentenyloxy− flavone)	الفلافونيدات
Lawsonaringenin(4',5−dihydroxy−7−(4"− pentenyloxy)− flavanone	
3'،4'−dimethoxyflavone	
Tannic acid	التانينات
Daphneside	الكومارينات
Daphnorin	
Anadagrimonolide−6−O−β−D−glucopyranoside	
Lawsone (2-Hydroxy1,-4-napthoquinone)	النفتوكينون
Harmaline	

I.11استعمالات نبات Lawsonia inermis :

يستخدم Lawsonia inermis لأغراض تجميلية وطبية منذ أكثر من 9000 عام. ويعرف هذا النبات بخصائصه الصبغية ، حيث يستخدم لتلوين الجلد والشعر في العديد من مناطق العالم ، إضافة إلى ذلك تستعمل جذوره في علاج بعض الأمراض مثل عدوى السيلان والهربس .كما يستخدم كعامل مضاد للروماتيزم ، ومسكن للآلام العصبية ، حبث تم اقتراحه كمضاد محتمل لمرض السكري .علاوة على ذلك ، أثبت الدراسات أن المعالجة بالمستخلص المائي و الكحولي للنبات داخل الكائن الحي تؤدي إلى زيادة نشاط إنزيمات المضادة للأكسدة مثل الجلوتاثيون ريدوكتاز ، والسوبر اكسيد ديسميوتاز والكاتلاز[17]

وتستخدم مستحضرات Lawsonia inermis في تخفيف ألام الحروق ، ووقف النزيف وعلاج تقرحات القدم ، خاصة لدى مرضى السكري . كما تساهم في تنقية فروة الرأس من الميكروبات والطفيليات ، وتستعمل احيانا على شكل حقن شرجية لعلاج إلتهاب القولون.إضافة إلى إستعمالاتها الطبية تدخل ء في صباغة الأنسجة الصوفية والقطنية والحريرية حيث تكسبها لونا مميزا وتساعد في إزالة البقع الدهنية .كما يستخلص من أزهارها زيوت عطرية ذات رائحة زكية تستخدم في صناعة العطور ، ومن أشهرها عطر" تمر الحناء"[16]

المراجع

المراجع باللغة العربية

[1] بلقاسم عبد الوهاب " دراسة الزيوت الاساسية ، المركبات الفينولية وفعالياتها البيولوجية في بعض الانواع التابعة للفصيلتين السندبية Rutaceae والمركبة Compositae"رسالة دكتورة سنة 2017 كلية العلوم الدقيقة وعلوم الطبيعية والحياة جامعة العربي بن مهيدي– أم البواقي ص 22–23

[2] عبود عبد الله صبار، حسام كنعان وحيد "أهمية النباتات الطبية واستعمالاتها في الحضارات القديمة" جامعة بغداد، كلية الاداب قسم الجغرافيا

[4] بلقاسم عبد الوهاب" تأثير عوامل المناخ على أحد الاويض الثانوية في نبات طبي Ruta montana " (Rutaceae) شهادة الماجيستر (2008–2009) معهد علوم الطبيعية والحياة جامعة العربي بن مهيدي – أم البواقي

[5] محمد الازهر قادري ، "مساهمة في دراسة المستخلصات العضوية والمائية لنبات chysanthenum fuscatum Desf وتطبيقاته الفعالية البيولوجية وتثبيط التأكل في الاوساط الحامضية شهادة الدكتورة (2021–2022)

[6] أ.م.د.حيدر كاظم ، يعقوب سليمان الزيوت الطيارة النباتية كعوامل مضادة لاحياء المجهرية

[7] محاضرات كيمياء العقاقير : المحاضرة الاولى والثانية كلية الصيدلة جامعة حماة .(2022)

[8] أ. م. د فاطمة علي حسن " نباتات طبية وعطرية " محاضرة الثامنة ، جامعة البصرة

[9] أ. م. د فاطمة علي حسن " نباتات طبية وعطرية " محاضرة السابعة ، جامعة البصرة [14] الموسوعة العربية " الفصيلة الحنائية " موسوعة العلوم والتقانات الهيئة العامة للموسوعة العربية (2024)

[11] الموسوعة العربية ،الحناء .دمشق هيئة الموسوعة العربية (2003)

[12] أمال حمدي أسعد عرفات " الحناء زينة شعبية لدى المرأة العربية " دراسة تاريخية وميدانية لزخارف ونقوش الحناء . جامعة المنيا – كلية التربية قسم التربيـة الفنيـة مجلـة الأداب والعلـوم الإنسانية والعلوم الإنسانية ، ص 314

[13] لينة . محي الدين عمر .من النباتات الطبية في المدينة المنورة : الحناء. العرعار.الصبار 04 – 2008 ص186

[15] شربي، رقية . "Étude de l’activité antioxydante des fractions lipidiques et phénoliques des feuilles et des graines de Lawsonia inermis d’Algérie". اطروحة لنيل شهادة دكتوراه، جامعة قاصدي مرباح ورقلة، 2017

[16] المركز العربي لدراسات المناطق الجافة والأراضي القاحلة (أكساد) . أطلس النباتات الطبية والعطرية في الوطن العربي . دمشق 2012 .

[17] المركز العربي لدراسات المناطق الجافة والأراضي القاحلة (أكساد) . أطلس النباتات الطبية والعطرية في الوطن العربي . دمشق 2023 .

المراجع باللغة الأجنبية

[3] Alsarawi , E . A (2023) . The effect ofusig some medieinal plants in the treatment of pain and inflammation in Abdalifarms in the state of kawait.Journal of medical pharmaceutical sciences .7(2) ,24-1 Doi=10. 26389/A/SRP.1400223

[10] Hassaballa, L & Aha;ed,A .(2022) . Taxonomic,Traditionql and Medianal uses Study Belonged to the plant Genus Lawsonia inermisl.[Henna]. American Journal of plant scivences ; 13(8),364

[14] Supian ,F.N.A Osman,N.L (2023) "Phytochemical and pharmacalogical activites of natural dye plant,Lawsonia inerms L.(Henna),Journal of young pharmacists

الفصل الثاني II

عموميات حول تقنية

النانو

تمهيد:

شهدت الساحة العلمية خلال العقود الأخيرة تطورا متسارعا في التقنيات المقدمة ,كان من أبرزها تقنية النانو التي تعد من أهم الابتكارات في مجالات البحث والتطبيق. تعنى هذه التقنية بدراسة المواد والتلاعب بها على مقياس النانومتر , أي في حدود الذرات والجزيئات مما يمنحها قدرة فريدة على تحسين الخصائص الفيزيائية و الكيميائية للمواد ,بما يفتح أفاقا واسعة لتطبيقات متعددة. وبفضل هذا التحكم الدقيق في بنية المادة على المستوى النانوي , أصبحت تقنية النانو أداة واعدة في مجابهة التحديات المعاصرة في مجالات الطب , والصناعة , والطاقة , والبيئة وغيرها.

II 1. . نشاة تقنية النانو:

إن إستخدام تقنية النانو قديم جدا يعود الى الحضارة الإغريقية والحضارة الصينية والحضارة الفرعونية في صناعة الزجاج , كما أن السيف الدمشقي المعروف بصلابته ومرونته يعد أحد اقدم التطبيقات لتقنية النانو ,حيث تم نشر فريق برئاسة بيتر باوفلير الباحث في علوم المواد بجامعة درزدن (TechnischeUniversitatDreseden)التقنية في المانيا بحثا يشير الى أن أنابيب الكربون النانوية كانت موجودة في تصاميم السيوف الدمشقية وقد صنعت السيوف الدمشقية من فولاذ أطلق عليه إسم"wootz" وهو فولاذ يصنع في الهند بطريقة خاصة ويتميز بالمتانة والخفة في الوزن[1]

كأس ليكورغوس هو قطعة أثرية رومانية يعود عمرها الى حوالي1600 سنة, ويعرض حاليا في المتحف البريطاني. يعد هذا الكاس من أقدم الأمثلة على استخدام التكنولوجيا النانوية, إذ يحتوي على جزيئات نانوية من الذهب و الفضة. هذه الجزيئات تحدث ظاهرة تعرف باسم" الديكرويزم," إذ يتغير لون الكأس بإختلاف زاوية سقوط الضوء عليه عند تسليط الضوء من الأمام يظهر الكاس باللون الأخضر , بينما يتحول إلى اللون

الأحمر عندما ياتي الضوء من الخلف. هذه الخاصية المدهشة تظهر مدى التقدم العلمي والمهارة في صناعة الزجاج في العصور القديمة.

الشكل (II-1) :الكؤوس الأغريقية

الشكل (II -2) :السيف الدمشقي

II. 2.تاريخ تقنية النانو:

تعود بدايات تقنية النانو الى عام 1959، عندما طرح الفيزيائي الأمريكي ريتشارد فاينمان في محاضرته الشهيرة "هناك متسع كبير في القاع " تساؤلا جوهريا حول إمكانية التحكم في الذرات والجزيئات بشكل مباشر. وقد شكلت هذه الرؤية الأساس الفكري لتقنية النانو. وفي عام 1976، تمكن العالم منير نايفة من تحقيق خطوة مهمة في هذا المجال من خلال تطوير طرق للتحكم في المادة على مستوى النانو، مما فتح المجال أمام العلماء للدخول فعليا في عالم تقنية النانو، وإجراء العديد من الأبحاث والإكتشافات التي ساهمت في تطور هذا الحقل العلمي وتطبيقاته المتعددة. [2]

الجدول(II-1): مراحل ظهور تقنية النانو.

1959م	تسأل الفيزيائي الأمريكي" ريتشارد فاينمان(" ماذا سيمكن للعلماء فعله إذا إستطاعو التحكم في تحريك الذرة الواحدة وإعادة ترتيبها كما يريدون).
1974م	أطلق الباحث الياباني" نوريو تانغوشي "تسمية المصطلح" تقنية النانو."
1976م	إستحدث الفيزيائي الفلسطيني" منير نايفة "طريقة ليزرية تسمى (تاين الرنيني)للكشف عن الذرات المنفردة وقياسها بأعلى مستويات الدقة و التحكم.
1986م	ألف العالم" إريك دريكسلر "محركات التكوين وذكر فيها المخاطر المتخيلة لتقنية النانو.
1991م	إكتشف الباحث الياباني" سوميو ليجيما "أنابيب الكربون النانوية
1992م	قام العالم" منير نايفة " بكتابة إصغر خط بالذرات في التاريخ وقد إستخدم في ذلك المجهر النفقي الماسح حيث إستطاع التحكم في الذرات الدقيقة وإعادة ترتيبها كما يشاء.
بعد ذلك دخول العلماء عالم النانو وأبدعوا الكثير من الأبحاث فيه وهو العالم الحالي.	

3.II. تعريف النانو:

يمكن القول بأن تعريف علم وتقنية النانو غير متفق عليه حتى الأن, حيث تختلف التعاريف بإختلاف التعامل مع هذه التقنية فعلماء كثر عرفوا علم وتقنية النانو حسب رؤيتهم أو حسب خلفيتهم العلمية فحصلت هناك تعاريف كثيرة ,ولتفاذي الإختلاف في تعريف هذه التقنية أنشئت في أمريكا لجنة عملية لتضع تعريف موحد لعلم وتقنية النانو وهي لجنة National Nanotechnology Initiative (المبادرة الوطنية لتقنية النانو) وخرجت لنا بهذا التعريف :

II .1.3.علم النانو:

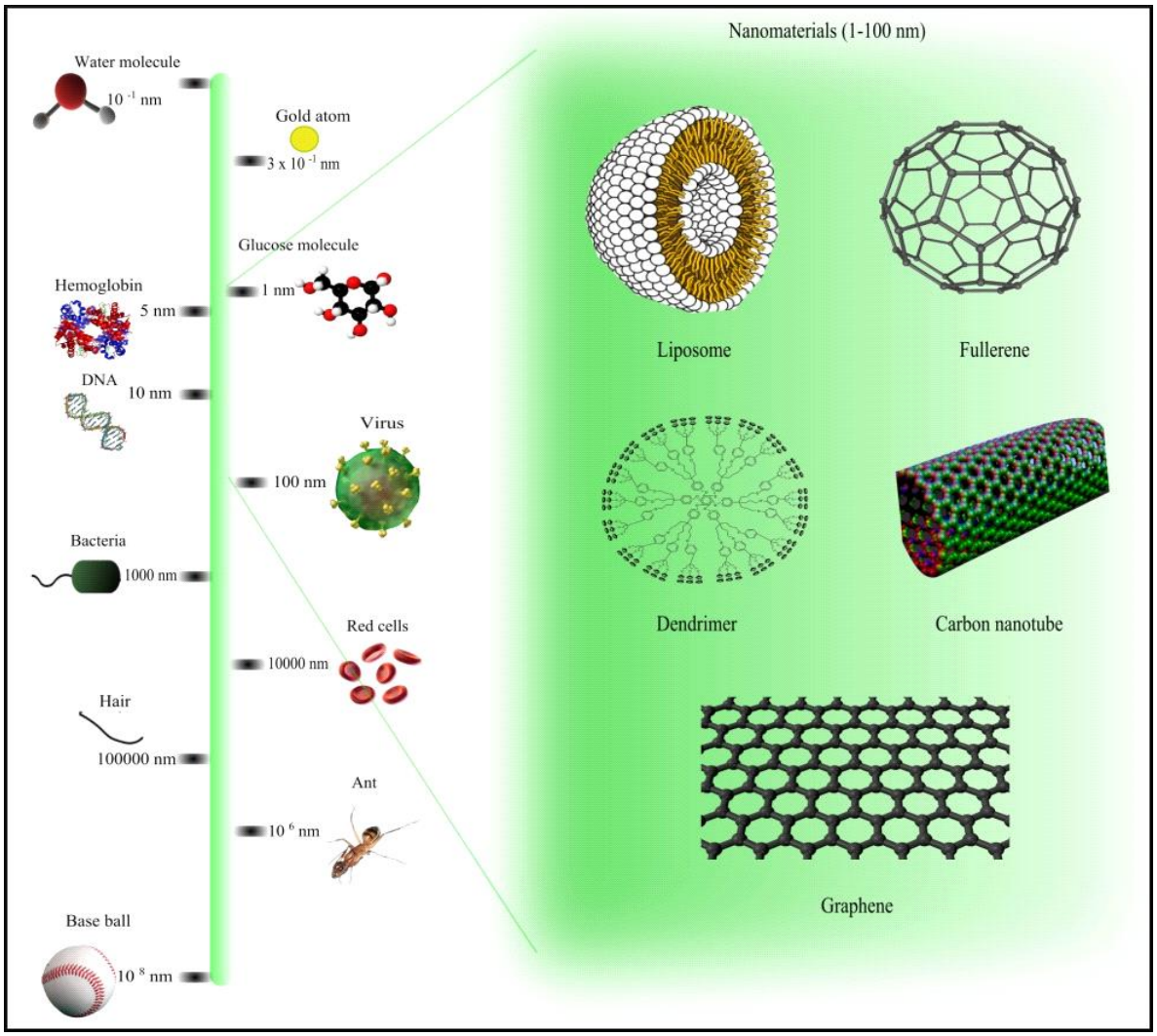
هو دراسة تركيب وخصائص الجسيمات والتراكيب التي أبعادها ضمن مدى المقياس النانوي[3]

II .2.3. تقنية النانو:

يتم تعريف تقنية النانو على أنها تقنية متقدمة قائمة على دراسة وفهم علم النانو والعلوم الاساسية مع توفير القدرة التكنواوجية لتخليق المواد النانوية والتحكم في هيكلها الداخلي عن طريق إعادة هيكلة وترتيب الذرات والجزيئات لضمان الحصول على منتجات مميزة وفريدة من نوعها[4].

II .3.3.مقياس النانو:

هو مقياس الذي تتراوح أبعاده من 1 نانومتر(او 0.1 نانومتر البعاد الذرية) إلى 100 نانومتر[3]



الشكل (II -3) :المقارنة بين أحجام النانوية

II .4 . مبادئ تقنية النانو

هناك العديد من المبادئ التي تتميز بها تقنية النانو عن التقنيات المعروفة لدينا وهي[5] :

جدول:(II -2) مبادئ ومميزات تقنية النانو

المبدأ	الميزة
إمكانية التحكم بتحريك الذرات منفردة وإعادة ترتيبها	إمكانية بناءإي مادة في الكون لان الذرة هي وحدة البناء لكل المواد
الخصائص الفيزيائية والكيميائية للمادة عند مقياس النانو تختلف عن الخصائص لنفس المادة في الحجم الطبيعي	اكتشاف خصائص مميزة للمواد يستفاد منها في الكثير من الإخترعات والمجالات التطبيقية
تعتمد تقنية النانو على مبادئ الفيزياء والكيمياء والأحياء والهندسة الكهربية والإلكترونية	تربط العلوم وتشجع الجميع بإختلاف تخصصاتهم العلمية على الدخول في مجالها والتعاون فيما بينهم
إمكانية التحكم بالذرات في صنع المواد والآلات وتنقيتها من الشوائب وتخليصها من العيوب	تصبح خصائص المواد والآلات افضل, فهي أصغر وأخف وأقوى وأسرع وأرخص وأقل إستهلاكا للطاقة
تعتمد تقنية النانوعلى الأبحاث العلميةالتي تتصف بإمكانية تطبيقها في الإختراعات وإستخدمات مفيدة	تحول الخيال العلمي إلى واقع حقيقي

II.5. خواص المواد النانوية :

I.5.1. الخواص الكيميائية:

يرتفع النشاط الكيميائي للمواد النانوية نتيجة لزيادة مساحتها السطحية مقارنة بحجمها ,مما يؤدي إلى تراكم عدد كبير من الذرات على السطح الخارجي, ويكسبها قدرة عالية على التفاعل , الأمر الذي يجعلها فعالة في مختلف التطبيقات الكيميائية[6].

II.5.2. الخواص الفيزيائية:

درجة الإنصهار:

تتأثر قيم درجات حرارة إنصهار المادة بتصغير أبعاد مقاييس حبيباتها فمثلا درجة إنصهار الذهب هي 1064درجة مئوية , وإذا قمنا بإنقاص أقطار حبيبات الذهب فإن درجة الإنصهار تنقص حوالي 500 درجة مئوية[5].

II.5.3.الخواص الميكانيكية:

ترتفع قيم الصلابة للمواد الفلزية وسبائكها وكذلك تزيد مقاومتها لمواجهة إجهادات الأحمال المختلفة الواقعة عليها وذلك من خلال تصغير مقاييس حبيبات المادة والتحكم في ترتيب ذراتها, فمثلا إذا قمنا بتصغير حبيبات المواد السيراميكية إلى إكسابها المزيد من المتانة وهي صفة لا توجد في مواد السيراميك العادية[5].

II.4.5. الخواص الكهربائية:

يؤثر صغر حجم حبيبات المواد بالإيجاب على خواصها الكهربية في زيادة قدرتها على توصيل التيار الكهربائي ويتم إستخدامها في الصناعات الحساسة الدقيقة والإلكترونيات[6].

II.5.5. الخواص المغناطيسية:

تزداد المغناطيسية , كلما قل حجم الحبيبات إلى مستوى النانو[7].

II.6. طرق تحضير المواد النانوية:

يتم تحضير الجسيمات النانوية المعدنية والتي يتم تصنيفها إلى نوعين رئيسين كطرائق من أعلى إلى أسفل (Top-down)وطرائق من أسفل إلى إعلى,(Bottom-up) وتم إدراجها في الشكل(II-4) يمثل الإختلاف الرئيس بين الطريقتين في بدء مادة تحضير الجسيمات النانوية. المواد السائبة هي التي (يزيد حجمها عن 100نانومتر في جميع الابعاد .يمكننا رؤية جسيماتهم بالعين المجردة) تستخدم كمواد أولية في طرائق من أعلى إلى أسفل ويتم تقليل حجم الجسيمات إلى جسيمات نانوية من خلال عمليات فيزيائية وكيميائية وميكانيكية مختلفة , في حين أن الذرات أو الجزيئات هي مادة البداية في الطرق من أسفل إلى أعلى[8].

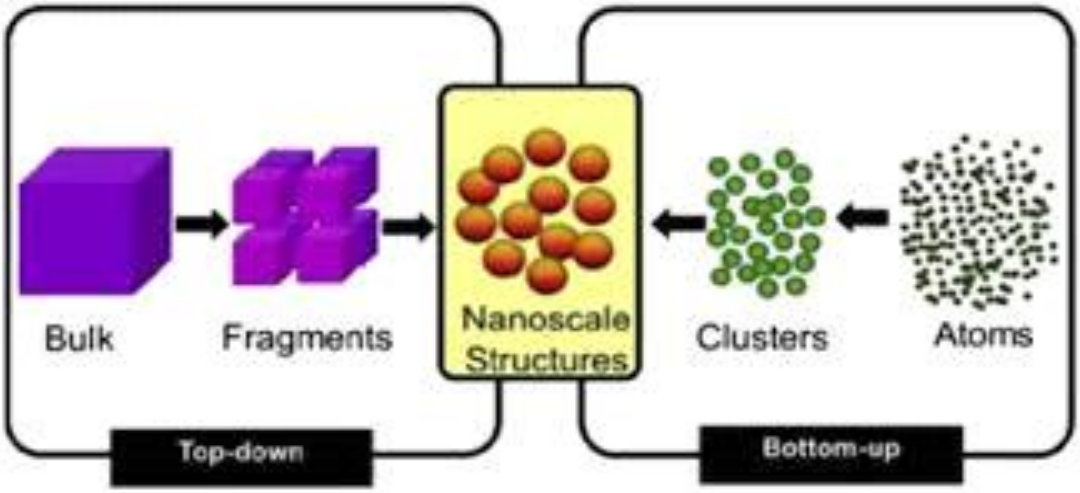
II.1.6.طريقة الهبوط من الاعلى الى الاسفل:(top-down)

حيث تبدأ بحجم محسوس من المادة محل الدراسة وتصغر شيئا فشيئا حتى الوصول إلى المقياس النانوي[9].

وتشمل طرقا مثل الطحن الميكانيكي, والإستئصال الحراري, والإستئصال بالليزر على الرغم من سهولة تنفيذ الطرق من أعلى إلى إسفل, ألا أنها ليست طريقة مناسبة لإعداد جزيئات صغيرة الحجم.

2.6.II. طريقة الصعود من الاسفل الى الاعلى:(bottm-up)

وتبدأ بجزيئات منفردة كأصغر وحدة وتجمع في تركيب أكبر وغالبا ماتكون هذه التقنية كيميائية ,وتتميز بصغر حجم النواتج(نانومتر واحد) , قلة هدر للمادة الأصلية والحصول على قوة ترابط بين الجسيمات النانوية الناتجة[9].



الشكل:(II -4) الطريقتين الرئيسيتين في تحضير المواد النانوية

3.6.II.طريقة تصنيع الجسيمات النانوية بواسطة مستخلصات النباتية:

تحتوي النباتات على مركبات عضوية مثل الفلافونيدات والأحماض الأمينية والكربوكسيلية , الكيتونات , الفينولات و البروتينات . حيث تسهم هذه المواد بدور مهم في إرجاع الأملاح المعدنية وإنتاج جسيمات نانوية بطرائق سهلة وسريعة وأمنة بيئيا [10] .إذ أن تخليق الجسيمات النانوية بواسطة البيئة الخضراء هو طريقة منخفضة التكلفة وصديقة للبيئة ولا تحتوي على خصائص سامة.[11]كما أصبح إستخدام المستخلصات النباتية من أهم تقنيات التخليق الحيوي التي يجري تناولها ,نظرا لتوفر معظم النباتات وسهولة الحصول عليها وكونها امنة للإستخدام . إضافة إلى ذلك تواجد مجموعة متنوعة من المواد الكيميائية النباتية

المذكورة أعلاه ,بكثرة في المستخلصات النباتية , والتي تعمل كمختزل ومثبت في تخليق الجسيمات النانوية المعدنية المشتقة من النباتات.

وقد تم مؤخرا تطوير العديد من الطرق المختبرية المختلفة , بما في ذلك إستخدام المستخلصات العشبية كمختزلات لتصنيع مواد نانوية الحجم . إستخدمت مستخلصات العديد من أنواع النباتات , والعديد من الأحماض وأملاح معادن مختلفة (مثل الذهب ,النحاس ,الفضة ,و البلاتين والسيلينيوم والحديد..) في التخليق الحيوي للمواد النانوية, نظرا لعدم وجود بكتيريا أو ملوثات كيميائية سامة.

تعد المواد النباتية أكثرملائمة عند إستخدامها في تصنيع الجسيمات النانوية مقارنة بالطرق التي تتضمن ميكروبات أو مواد كيميائية ضار, علاوة على ذلك يستهلك هذا النهج طاقة أقل وله تطبيقات بسيطة وواسعة النطاق[12].

7.II. أكسيد الزنك النانوي:

أكسيد الزنك مركب لاعضوي له الصيغة ZnO على شكل مسحوق أبيض , وهو مادة غير قابلة للذوبان في الماء . لدى ZnO شكلان رئيسيانwurtzitehexagonalzinccubicblende هيكل فورتزايت هو الشكل الأكثر إستقرارا في الظروف الطبيعية.[4] إكتسب أكسيد الزنك إهتماما كبيرا من قبل الباحثين بسبب خصائصه الكبيرة مثل الموصلية الجيدة , والإستقرار الكيميائي , والخصائص التحفيزية , والأهم من ذلك الأنشطة المضادة للفطور والبكتيريا والفيروسات دون أن يسبب سمية ,التي جعلت لجسيمات أكسيد الزنك تطبيقات طبية وصناعية.

كما وجد أن أكسيد الزنك النانوي يمتلك إصطفائية في إستهداف الخلايا السرطانية وكذلك بدائيات النوى ,حيث يؤثر في البكتريا السالبة والموجبة لغرام.[10]

II.8. تصنيف المواد النانوية على أساس البعد:

من الممكن أن تكون المواد النانوية في بعد واحد كالأغشية السطحية أو ذات بعدين كالخيوط والألياف أو ثلاثية الأبعاد كالجسيمات, كما تكون بأشكال عديدة ومختلفة[13]:

II.8.1. المواد النانوية ذات الأبعاد الصفريةOD0:

هي تلك المواد التي تقل جميع أبعادهاعن100 نانومتر , ويمكن أن توجد في هيئة مشتتة,عشوائية أو منظمة .ومن ابرز امثلتها: النقاط الكمومية,(Quantum Dots) الجزيئات النانوية , وفوليرين [14-15].

II.8.2. المواد النانوية أحادية البعدD1:

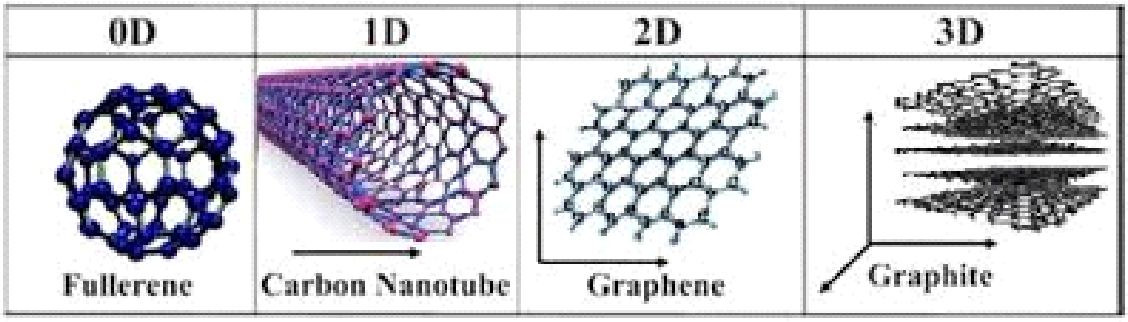
تكون المواد النانوية بنيتها ذات بعد واحد حيث تكون على شكل إبرة (D1) وتشمل الأنابيب النانوية والقضبان النانوية والأسلاك النانوية[13].

II.8.3. المواد النانوية ثنائية البعدD2:

تشترط في مجموعة هذه الفئة من المواد النانوية أن يقل مقياس بعدين من أبعادها عن100 نانومتر .[6]. ,تشمل المواد النانوية ثنائية البعد الأغشية النانوية والطبقات النانوية تكون كاللوحة [13].

II.8.4. المواد النانوية ثلاثية البعدD3:

تتميز بوجود ثلاثة أبعاد تكون أكثر من 100 نانومتر , تتكون من ترتيب متعدد البلورات ذات الحجم النانوي وتكون في إتجاهات مختلفة , كما من الممكن إحتوائها على حزم وإسلاك نانوية وأنابيب وطبقات نانوية[13].



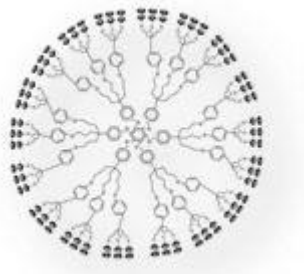
الشكل (II-5): بعض أبعاد المواد النانوية

II.9. تصنيف الجسيمات النانوية على أساس التركيبة:

تصنف الجسيمات النانوية حسب تركيبها الكيميائي إلى ثلاث فئات : جسيمات نانوية عضوية وجسيمات نانوية غير عضوية وجسيمات نانوية أساسها الكربون.

II.9.1. الجسيمات نانوية عضوية:

يمكن تحضير العديد من الجسيمات النانوية العضوية أو كما تعرف بالبوليميرات الشائعة كالأسلاك النانوية . كما تم تصنيع هياكل جديدة التي تمثل فئة جديدة من البوليميرات ذات الهيكل المتحكم به والأبعاد النانو مترية. هذه الجسيمات قابلة للتحلل ,غير سامة ,حساسة الإشعاع الحراري والكهرومغناطيسي مثل الحرارة والضوء[16]



الشكل (II-6):الجسيمات النانوية العضوية

II.9.2. جسيمات نانوية غير عضوية:

هي جسيمات تخلو من الكربون . يتم تصنيف الجسيمات إنطلاقا من المعادن وأكاسيد المعادن التي صنعت منها.[17]

II.9.3. انطلاقا من المعادن:

الجسيمات النانوية التي يتم تصنيعها من المعادن إما عن طريق طرق مدمرة أو بناءة.[16] تستخدم الجسيمات النانوية المعدنية(الذهب ,النحاس ,السيليكون ,الحديد,الفضة... الخ) على نطاق واسع نظرا لخصائصها العديدة كطبيعة السطح ,حجم المسام الهياكل البلورية وغير المتبلورة ,الأشكال الكروية والأسطوانية ,الألوان , والإستجابة والحساسية للعوامل البيئية[2].

II.9.4. انطلاقا من أكاسيد المعادن:

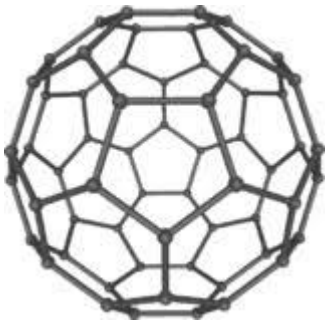
يتم تصنيع الجسيمات النانوية القائمة على أكسيد المعدن لتعديل خصائص الجسيمات النانوية ذات الأساس المعدني الخاصة بكل منها ,على سبيل المثال ,تأكسد الجسيمات النانوية من الحديدFe على الفور إلى أكسيد الحديد (Fe2O3) في وجود الأكسجين في درجة حرارة الغرفة التي تزيد من تفاعلها مقارنة بجزيئات الحديد النانوية . يتم تصنيع الجسيمات النانوية لأكاسيد المعادن بشكل أساسي بسبب زيادة تفاعلها وكفاءتها وخصائصها الإستثنائية[17].

II.9.5. جسيمات نانوية كربونية:

تعرف الجسيمات النانوية المكونة بالكامل من الكربون بأنها ذات أساس كربوني [18] . يمكن تصنيفها إلى الفوليرينات والجرافين , وأنابيب الكربون النانوية , وألياف الكربون النانوية وأسود الكربون أحيانا الكربون المنشط بحجم النانو[18] .

II.6.9.الفوليرينات:(C60)

هي جزيء كربون كروي الشكل يحتوي على 60 ذرة كربون متماسكة معا , تشبه كرة القدم مع 12 شكلا خماسيا 20 شكلا سداسيا .تشكل حوالي 28 الى 1500 ذرة كربون بنية كروية باقطار تصل الى 8.2 نانومتر[19] .



الشكل (II-7):الفوليرينات

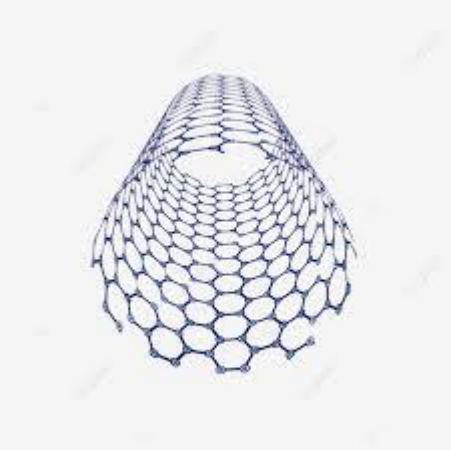
II.7.9.الجرافين:

عبارة عن شبكة شعرية سداسية الشكل على شكل قرص العسل تتكون ذرات الكربون في سطح مستوي ثنائي الأبعاد .عموما يبلغ سمك لوح الجرافين حوالي 1 نانومتر[20]

الشكل (II-8):الجرافين

8.9.II.الأنابيب النانوية الكربونية:

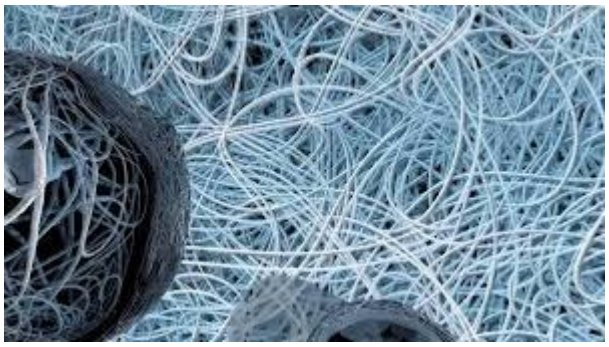
هي شكل بلوري جديد من الكربون ,وهي عبارة عن جرافين نانوي مع شبكة قرص العسل من ذرات الكربون في أسطوانات مجوفة لتشكيل أنابيب نانوية بأقطار منخفضة تصل الى 0.7 نانومتر لطبقة واحدة .ويمكن فتح أو إغلاق كل طرف بنصف جزئ من الفوليرين[21]



الشكل (II-9):الأنابيب النانوية الكربونية

9.9.II.ألياف الكربون النانوية:

تستخدم نفس صفائح الجرافين النانوية لإنتاج ألياف الكربون النانوية , ولكن يتم لفها في شكل مخروط أو كوب بدلا من الأنابيب الأسطوانية العادية[22] .



الشكل (II -10):ألياف الكربون النانوية

10.9.II.أسود الكربون:

مادة غير متبلورة تتكون من الكربون بشكل عام كروية الشكل بأقطار من20 الى 70 نانومتر من التكتلات[23]

10.II. بعض إستخدمات المواد النانوية:

1.10.II. إستخدام المواد النانوية في الصناعة:

توظف المواد الهندسية ذات البنية النانومترية في العديد من التطبيقات الصناعية, لاسيما في المجال الغذائي , حيث شملت إستخداماتها مجالات معالجة الاغذية ,وتغليفها ,وتطوير الأغذية الوظيفية ,بالإضافة إلى تعزيز سلامة الغذاء والكشف عن مسببات الأمراض المنقولة عبره . كما ساهمت هذه المواد بشكل فعال في إطالة العمر الإفتراضي للمنتجات الغذائية . وقد أثبتت المواد النانوية كفاءتها في حفظ الأغذية ,من خلال توفير حماية فعالة ضد الرطوبة ,والدهون , و الغازات , و النكهات والروائح غير المرغوب فيها , مما يساهم في الحفاظ على جودة المنتجات وسلامتها لفترات أطول[24].

2.10.II. إستخدم المواد النانوية في مجالات الطاقة:

تلعب المواد النانوية دورا محوريا في رفع كفاءة عمليات حفظ وتخزين الطاقة, مما يسهم في تعزيز التكامل الفعال مع مصادر الطاقة المتجددة. وتعد تقنية النانو الخضراء منهجا متقدما يتيح توليد الطاقة وتخزينها وإستخدامها بطرق تقلل من الإنبعاثات الغازية الضارة , لاسيما ثاني أكسيد الكربون ,وبالتالي تدعم جهود الحد من التغير المناخي[25].

II.3.10. إستخدام المواد النانوية في الزراعة:

يشكل النمو السكاني في العالم العربي تحديا متزايدا للأمن الغذائي ,في ظل معاناة الزراعة من شح المياه , وسوء إدارة الموارد ,وتغيرات المناخ . وتبرز تكنولوجيا النانو كحل واعد لمواجهة هذه التحديات ,من خلال تحسين الإنتاج الزراعي عبر استخدام المواد النانوية في وقاية النبات, والتسميد , وإدارة المياه.

تشمل أبرز التطبيقات:

- الهلاميات المائية النانوية لتخزين المياه و تقليل التبخر.
- المساحيق النانوية لتحسين تغذية التربة.
- الاسمدة النانوية للحد من إستخدام المفرط للمواد الكيميائية.
- أنظمة توصيل المياه تعتمد على مركبات بوليمرية نانوية[25]

II.4.10. إستخدمات المواد النانوية في المجالات الطبية:

تتميز المواد النانوية بخصائص فريدة ,جعلتها محورا رئيسيا في الأبحاث الطبية ,لاسيما في تصوير الخلايا وعلاج السرطان , بفضل قدرتها على التفاعل مع الجزيئات الحيوية وتوجيه الأدوية نحو خلايا محددة . ويمكن تميزها في توافق أبعادها مع مكونات الجسم الدقيقة , مما يعزز فعاليتها الحيوية.

وفي مجال طب الأسنان ,يزداد الإهتمام بتطبيقات النانو , خاصة في هندسة الأنسجة نتيجة تفشي أمراض اللثة المرتبطة بأمراض مزمنة كالقلب والسكري والروماتيزم , والتي تتفاقم مع تقدم العمر وضعف القدرة على التجدد الذاتي. وقد ساهم تطوير المواد النانوية المعدنية والبوليميرية في توفير حلول واعدة لإصلاح الأنسجة المتضررة وإستعادة وظائفها الأصلية[24].

المراجع :

المراجع العربية :

[1] رباب محمود الشريف – مفهوم النانو تكنولوجي وتطبيقاته – أكاديمية ناصر العسكري للدراسات العليا.

[2] الحبشي، نهى. ع، (2011) ما هي تقنية النانو ؟ وزارة الثقافة و الأعلام في المملكة العربية السعودية .

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

[4] حسين صبحي علوان سلطاني ،(2021)– تخليق وتشخيص مكونة نانوية من الفضة وأكسيد الزنك ودراسة تطبيقاتها الدوائية – جامعة كربلاء كلية التربية للعلوم الصرفة.

[5] علي يوسف – النانو تكنولوجي وتطبيقاته في المستقبل –الجمهورية العربية السورية وزارة التربية المركز الوطني المبتدئين .

[6] أ .د. محمد شريف الاسكندراني، أفريل (2010)تكنولوجيا النانو من أجل غد أفضل، سلسلة كتب ثقافية شهرية يصدرها المجلس الوطني لثقافة و الفنون والادب ،الكويت.

[8] أحمد عامر الشمري، علم النانو وتقنية النانو تحضيره وتطبيقاته.

[9] محمد بن صالح الصالحي .د.عبد الله بن صالح الضويان ،(2007)– مقدمة في تقنية النانو Introductionto Nanotechnology ،قسم الفيزياء والفلك–كلية العلوم جامعة الملك سعود.

[10] ميساء توفيق علوش (2020)–دراسة مرجعية التخليق الحيوي للجسيمات النانوية وتطبيقاتها في مجال مكافحة الأفات الزراعية – قسم الكيمياء الحيوية والأحياء الدقيقة كلية الصيدلة جامعة البعث،مجلة وقاية النبات العربية ،مجلد 38،عدد 4.

[16] عبد الله أحمد عبد الله حسب الله ،"تاثير تطبيقات النانو على المواد المستخدمة في الواجهات الخارجية للمباني " جامعة القاهرة ،كلية الهندسة ،أطروحة ماجستير (2005).

[24] أحمد الصغير المهدي عجينة المواد النانوية – دراسة لطرق نتائجها ،فوائدها ،أستخدماتها ص60,59,58

[25] خالد سعد – تكنولوجيا النانو في العالم العربي : الماضي والحاضر وأفاق المستقبل 2021

المراجع الأجنبية:

[7] Chen,G.,Roy,I.,Yang,C.and Prasad,P.N.(2016).Nanochemistry and nanomedicine for nanoparticle-based diagnostics and therapy. Chemical reviews, 116(5),pp.2826-2885.

[11] Gopalu Karunakaran,Kattakgoundar Govindaraj Sudha,Saheb Ali,Eun-Bum Cho.Jun(2023) .Biosynthesis of Nanoparticles from Various Biological Sources and Its Biomedical Applications ,2;28(11):4527.

[12] Harjeet Sing , Marti F Desimone, Shivqni Pandya,Srushtijasani, Noble George,Mohd Adnan,Abdu Aldarhami, Abdulrahman S Bazaid,Suliman A Aldrhami. Revisiting the Green Synthesis of Nanoparticles: Uncovering Influences of Plant Extracts as Reducing Agents for Enhanced Synthesis Efficiency and Its Biomedical Applications ,International Journal of Nanomedicine 2023:18 4727-4750.

[13]Singh,R.,&Singh,R.K.(2017).A review on nano materials of carbon. J. Appl.Phys,9,42-57

(A Review on Nano Materials of Carbon Ritu Singh* And Rajeev Kumar Singh Shri Ram Mutri Smarak Collge Of Engg.Technology And Research Shri Ram Murti Smarakcollege Of Engg.And Technology)

[14] Merina Paul Das,Green Synthesis And Characterization Of Metal And Metal Oxide Nanoparticles For Biomedical And Environmental Application, A Thesis, Faculty Of Engineering And Technology Department Of Industrial Biotechnology Bharath Institute Of Higher Education And Research, Chennal-600 073,[Reg.No.D14BT001], DECEMBER2018.

[15] Moussaoui Redouane. Said Lazhari. Laifaoui Samir, Synthése verte de nanoparticules d'argent ,avec l'intention d'obtenir un diplôme MASTER ACADEMIQUE ,L'Université Echahid Hamma Lakhdar d'El Oued ,Faculté de technologie , Département de génie du raffinage et de pétrochimie,2019/2020

[17] Ealia,S.A.M, & Saravanakumar, M. P.(2017,November) .A review on the classification, characterization, synthesis of nanoparticles and their application. In IOP Conference Series: Materials Science and Engineering (Vol.263,No.3, p.032019).IOP Pubilishing.

[18] Singh, A.K.(2015).Engineered nanoparticles:structure,properties and mechanisms of toxicity.Academic Press.

[19] Salavati-Niasari, M.,Davar,F.& Mir,N.(2008).Synthesis and characterization of metallic copper nanoparticles via thermal decomposition. Polyhedron,27(17),3514-3518.[19]

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

[21] Lôbo,G,C., Paiva,K.L.,Silva, A.L.G.,Simôes, M.M.,Radicchi, M.A.,& Báo,S.N.(2021).Nanocarriers Used in Drug Delivery to Enhance Immune System in Cancer Therapy. Pharmaceutics,13(8),1167.

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

[23] Sano,N.,Wang, H.,Alexandrou,I.,Chhowalla.M,Teo,K.B.K., Amaratunga,G.A.J.,& limura.K.(2002).Properties of carbon onions produced byan arc discharge in water.Journal of Applied Physics,92 (5),2783-2788.

الفصل الثالث III

الجزء العملي

تمهيد:

في هذا الجزء العملي، تم التركيز على استخلاص المركبات الفيتو كيميائية الفعالة من أوراق الحناء باستخدام طرق استخلاص مناسبة، تليها دراسة تحليلية للكشف عن أهم المكونات الكيميائية الحيوية.كما تم إستغلال هذه المستخلصات النباتية في تحضير جسيمات نانوية صديقة للبيئة ، باستخدام طريقة التخليق الأخضر ، بهدف استكشاف إمكانيات الحناء في التطبيقات النانوية الحديثة

1.III المعالجة الأولية

1.1.II جني النبتة:

تم جني أوراق نبات من منطقة بلدة عمر ، ولاية توقرت وذلك يوم 2025/02/22 على الساعة 11:05 حيث تم تحديد موقع العينة الجغرافية بإستخدام موقع Google Earth عند الاحداثيات خط عرض 28.0202°وخط طول 1.3932°

2.1.III تحضير النبتة :

1 .2.1.III الغسل: تم غسل أوراق *Lawsonia inermis* جيدا بماء الحنفية لإزالة الأوساخ والشوائب، ثم شطفت ثلاث مرات بالماء المقطر لضمان تنقيتها بشكل كامل.

الشكل (III-1): غسل أوراق *Lawsonia inermis*

III.2.1. 2التجفيف: تم في درجة حرارة الغرفة لمدة 21 يوم، مع تقليبها بشكل يومي لضمان تجفيف متوازن

الشكل III-2: تجفيف أوراق *Lawsonia inermis*

III.2.1. 3 الطحن: تم السحق بشكل جيد للحصول على مسحوق ناعم

الشكل III-3 مسحوق أوراق *Lawsonia inermis*

3.1.III الأدوات و الوسائل المستعملة :

الجدول (III-1): الأدوات المواد والأجهزة المستعملة

الأدوات	المواد	الأجهزة
بيشر ، مهراس هاون ، ميزان حساس ،إرلينة – حوجلة عياريه ، مخبار مدرج، ألمينيوم ،قمع الفصل ، ملعقة، أنابيب إختبار ، حامل أنابيب ، ملعقة ، قارورات زجاجية ،ماصة، حجر مغناطيسي ، محرار،ورق الترشيح ، قمع ،صحن بتري	نبتة الحناء ،نترات الزنك سداسي الهيدرات[$Zn(NO_3)_2$ $6.H_2O$]. إيثربترولي ، الإيثانول EtOH ، ماء المقطر، أزرق الميثلين BM	• جهاز سوكسلي • جهاز الموجات فوق الصوتية • كروماتوغرافيا عالية الاداء HPLC • جهاز المجهر الماسح الالكتروني MEB • جهاز مطيافية الأشعة فوق البنفسجية –المرئية UV-Vis • جهاز الأشعة السينية DRX • جهاز الأشعة تحت الحمراء FTIR • جهاز الترشيح تحت الفراغ • جهاز الرج المغناطيسي • فرن التجفيف

2.III الطرق المتبعة

1.2.III طرق الاستخلاص :

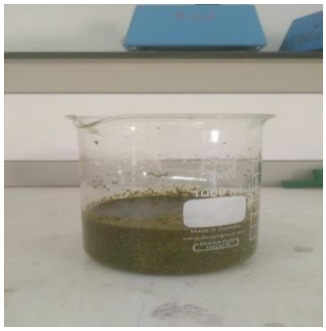
1.1.2.III الاستخلاص بجهاز فوق الموجات الصوتية

يعتمد الاستخلاص بالموجات فوق الصوتية على استخدام ترددات صوتية عالية تتجاوز 20 كيلوهرتز لتحفيز تكوين فقاعات دقيقة داخل الوسط السائل ، في ظاهرة تعرف ب التجاويف الصوتية .تؤدي هذه الفقاعات الى حدوث إنفجارات ميكروية لحظية ، تولد موجات صدمية قوية تضغط على جدران الخلايا النباتية وتسبب تدميرها جزئيا او كليا .هذا الانهيار الخلوي يعزز من إطلاق المركبات الفعالة داخل المادة الخام الى المذيب ،مما يسهم في تسريع الاستخلاص وزيادة كفاءته دون الحاجة الى درجات حرارة مرتفعة او فترات زمنية طويلة [1]

الشكل (III-4): جهاز فوق الموجات الصوتية

3.1.2.III الاستخلاص بالنقع :

يعتمد هذا النوع من الاستخلاص على غمر المادة النباتية الجافة او المطحونة في مذيب مناسب (مثل الإيثانول او الماء) عند درجة حرارة الغرفة ،وتركها لفترة زمنية محددة ترافقها عادة عملية تحريك دورية .وخلال هذه الفترة تنتقل المركبات الفعالة القابلة للذوبان تدريجيا من النسيج النباتي الى الوسط السائل ،مما يؤدي الى الحصول على مستخلص غني بالمكونات النشطة[2]

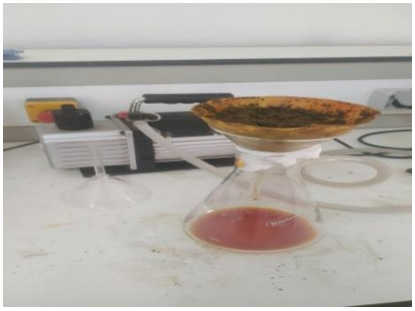


الشكل (III- 5): عملية استخلاص لمسحوق *Lawsonia inermis*

3.III تحضير المستخلص النباتي:

1.3.IIIالمرحلة الأولى:

في هذا الجزء من العمل قمنا بتحضير المستخلص بطريقة جهاز فوق الموجات الصوتية حيث تم وزن 50gمن العينة ،ثم نضيف إليها 150ml من الماء المقطر، وبتم إخضاع المزيج للإستخلاص بإستخدام جهاز الموجات فوق الصوتية عند درجة حرارة 25C° لمدة ساعة ونصف .بعد الإنتهاء من المعالجة تم ترشيح المستخلص وتركه ليستقر طوال الليل للحصول على مستخلص صاف .



الشكل (III-6): عملية ترشيح لمستخلص *Lawsonia inermis*

2.3.IIIالمرحلة الثانية :

تم أخذ 40ml من المستخلص المائي ووضع في قمع الفصل ، ثم أضيف إليه 20 ml من الإيثر البترولي ، وتم رج الخليط جيدا مع مراعاة فتح صنبور القمع بشكل دوري لتفريغ الضغط المتكون .بعد الاستقرار تكونت طبقتان الطبقة العضوية (الإيثر البترولي) وظهرت في الأعلى ، والطبقة المائية في الأسفل ، تم فصل الطبقتين بعناية

الشكل (III-7) : فصل الطبقتين العضوية والمائية

3.3.IIIالمرحلة الثالثة :

تم جمع الطبقة العضوية (طبقة الإيثر البترولي) ونقله إلى جهاز التبخير الدوراني ، حيث تم تبخير المذيب تحت ضغط منخفض ودرجة حرارة 40C° للحصول على مستخلص جاف .أما الطور المائي فقد أضيف إليه الإيثانول بنسبة مناسبة لتعزيز الإستخلاص ، ثم تم وضعه في جهاز التبخير الدوراني أيضا ، حيث تم

تبخير المزيج الإيثانولي – المائي ، فتحصلنا على مستخلص جاف كذلك ، والذي تم إخضاعه لاحقا للتحليل بإستخدام تقنية الكروماتوغرافيا عالية الأداء HPLC لتحديد المكونات الكيميائية الفعالة .

4.III مردود الإستخلاص :

يعرف مردود الإستخلاص بأنه النسبة المئوية لكتلة المستخلص النهائي (m_f) على الكتلة المادة النباتية الجافة (m_i) وذلك وفق العلاقة التالية :

$R\%=(mf / mi)X100$ حيث:

R%: المردودية الإنتاجية للمستخلصات ب %

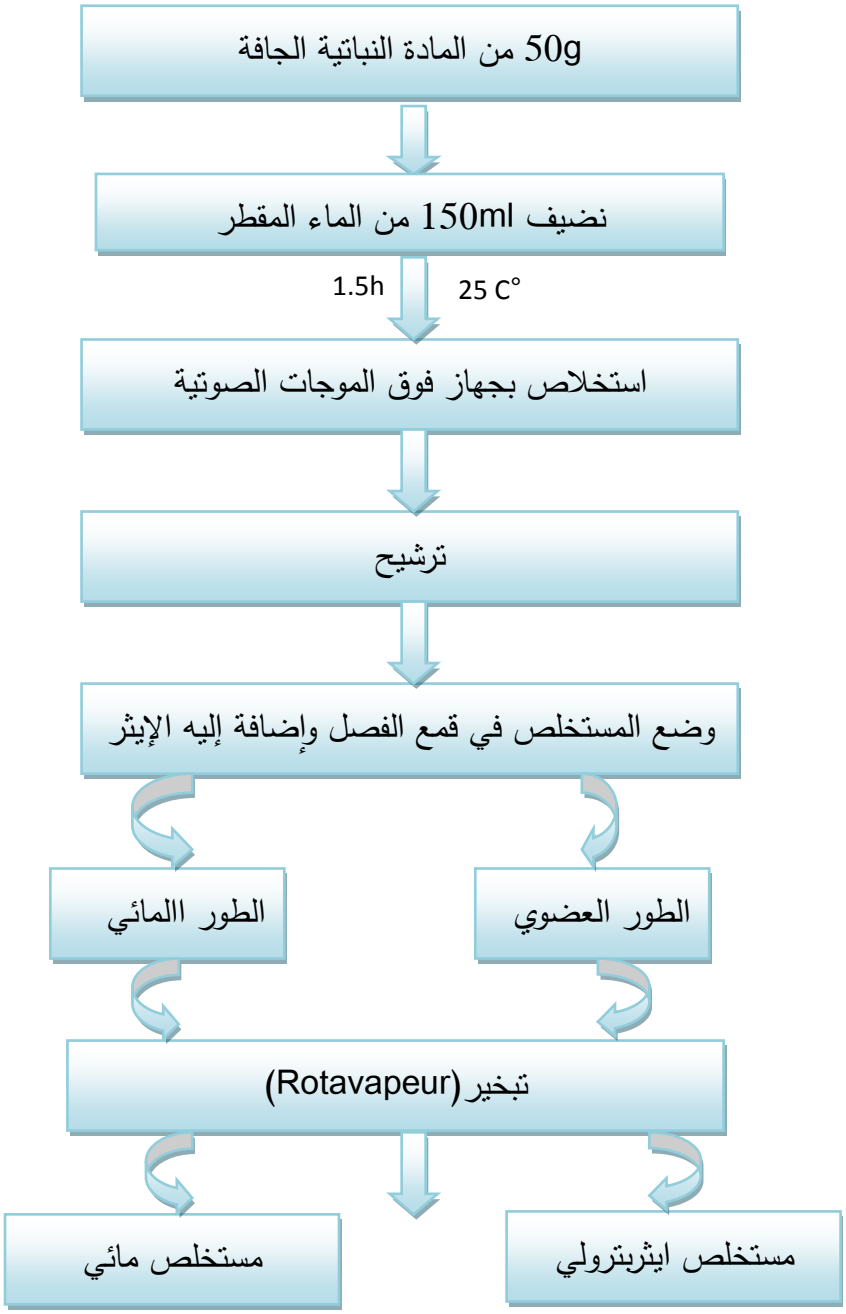
m_i: وزن المادة النباتية الجافة

mf: وزن المستخلص الخام

5.III كروماتوغرافيا عالية الأداء HPLC:

هي شكل من أشكال الكروماتوغرافيا العمودية وغالبا ماتستخدم في الكيمياء الحيوية والكيمياء التحليلية لفصل وتحديد ، وقياس المركبات في مزيج واحد ، حيث تستخدم عمود يحتوي على الطور الثابت ومضخة تحرك الطور المتنقل المراد تحليليه ، وكاشف لتحديد زمن الاحتباس لكل مادة ،حيث أن زمن الاحتباس يختلف من مادة لأخرى ، بسبب الإختلاف في الروابط البينية بين المادة المراد تحليلها والمادة الثابتة في العمود مما يؤخر ظهور المادة على الكاشف[3]

الشكل (III-8) : صورة ل كروماتوغرافيا عالية الاداء HPLC



الشكل (III-9): مخطط يوضح مراحل الاستخلاص العام للمستخلص النبتة

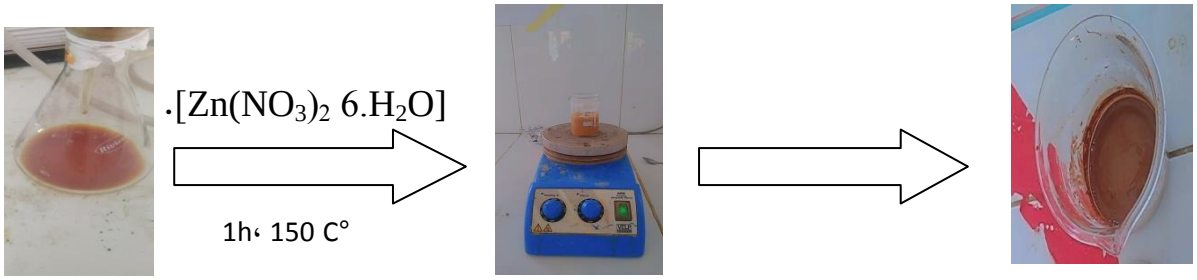
6.III التخليق الاخضر لجسيمات نانوية

1.6.III تحضير المستخلص بالمائي لنبتة الحناء:

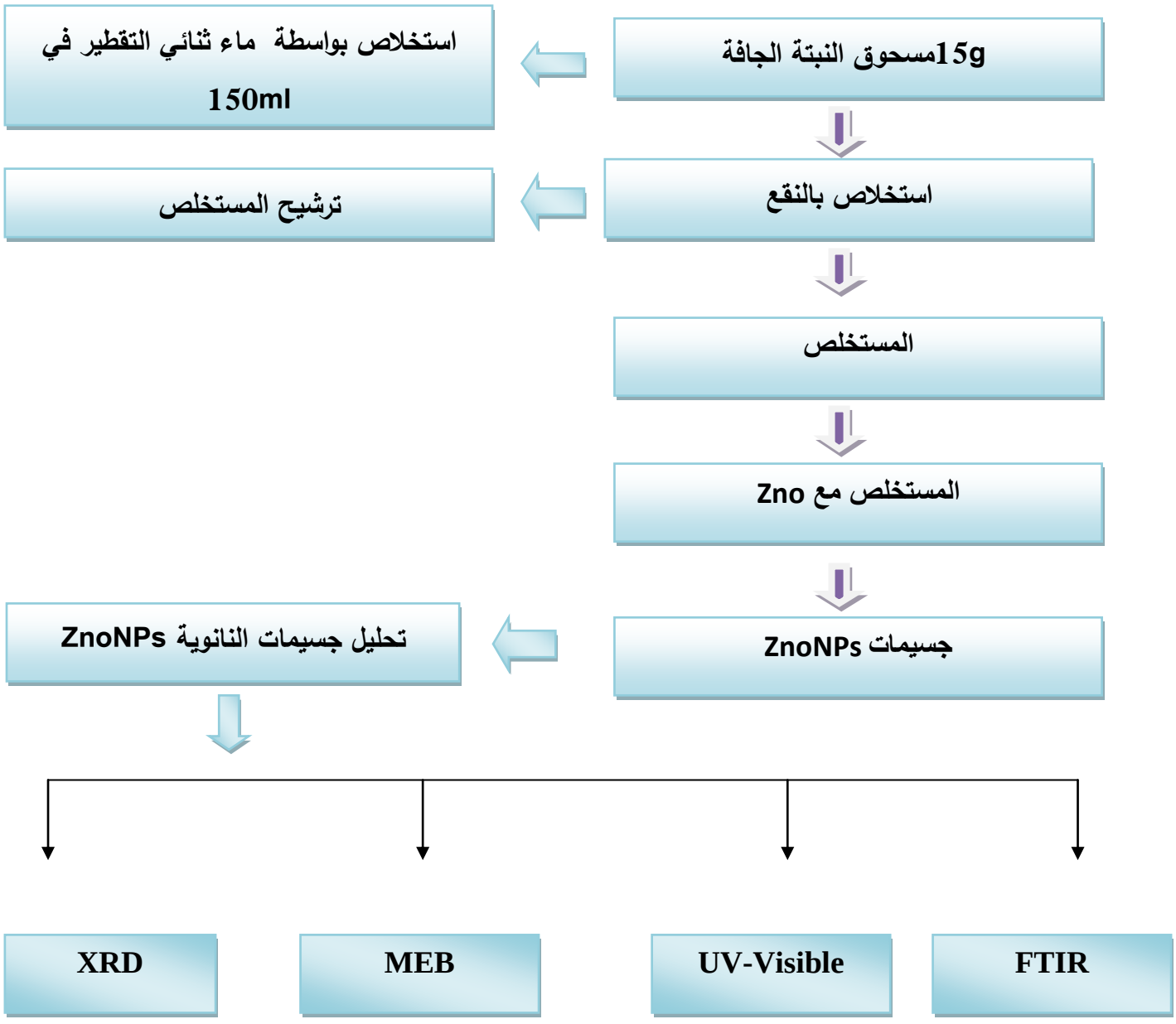
تم وزن 15g من مسحوق نبتة *Lawsonia inermis* بدقة ، ثم يضاف إليه 150 ml من الماء المقطر .خضع المزيج لعملية الإستخلاص حراري عند درجة حرارة 90 C° لمدة 1hمع التحريك المستمر لضمان انتقال المركبات الفعالة الى الوسط المائي .وبعد ذلك ترك المحلول ليستمر في الإستخلاص بالنقع لمدة h 24في درجة حرارة الغرفة .عند اكتمال زمن النقع ، خضع الخليط لعملية الترشيح تحت الفراغ لفصل المستخلص . يستخدم الراشح كمستخلص مائي لتحضير جسيمات نانوية.

2.6.III تحضير جسيمات النانوية من مستخلص النبتة :

تم اذابة 0.1 M من نترات الزنك في40 ml من الماء المقطر تحت تحريك مغناطيسي مستمر حتى تمام الذوبان ، بعد ذلك أضيف 20 ml من مستخلص أوراق *Lawsonia inermis* تدريجيا الى المحلول ، واستمر في التحريك في درجة حرارة 70 C° لمدة ساعة ، فنلاحظ تشكل راسب ، نترك الخليط ليبرد تدريجيا في درجة حرارة الغرفة . تم يفصل الراسب المتكون .



الشكل (III-10): مراحل تشكل جسيمات نانوية ZnONPs



لشكل (III -11): مخطط يوضح مراحل تشكل جسيمات نانوية ZnoNPs

7.III أجهزة الكشف عن الجسيمات النانوية ZnoNPs:

1.7.III المجهر الالكتروني الماسح MEB :

هو أداة تصوير متقدمة تستخدم لدراسة سطح العينات بتفاصيل عالية الدقة ، من خلال تسليط حزمة ضيقة من الإلكترونات على سطح العينة ، عند تفاعل هذه الإلكترونات مع سطح العينة ، تنبعث إشارات مثل الإلكترونات الثانوية او المرتدة ، تجمع بواسطة كواشف خاصة لتكوين صورة ثلاثية الابعاد توضح البنية الطوبوغرافية والتركيب السطحي للعينة على المستوى النانوي [4]

الشكل (III-12): جهاز المجهر الالكتروني الماسح MEB

2.7.III التحليل الطيفي للأشعة المرئية وفوق البنفسجية (UV–Vis):

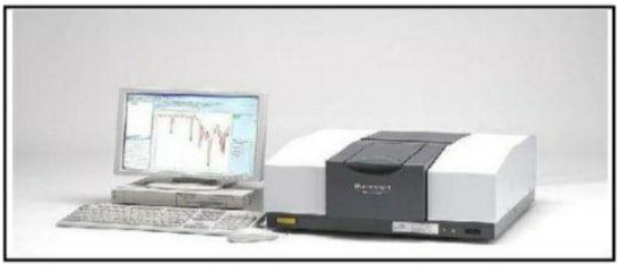
هو تقنية طيفية تعتمد على قياس كمية الضوء الممتص من طرف المادة عند أطوال موجية تقع ضمن 200–800 نانومتر ، عند تعرض العينة لضوء في هذا النطاق ، تمتص بعض الجزيئات الطاقة ، مما يؤدي الى غنتقال الإلكترونات من مستوى طاقة منخفض إلى مستوى أعلى

هذا الإمتصاص يسجل على شكل طيف بياني يمثل الإمتصاصية أو النفادية مقابل الطول الموجي ويمكن إستخدامه لتحديد هوية المركب أو تركيزه خاصة في التحاليل الكمية للمواد العضوية وغير العضوية التي تحتوي على مجموعات إلكترونية [5]

الشكل (III-13): جهاز مطيافية الأشعة فوق البنفسجية –المرئية (UV–Vis)

3.7.III التحليل الطيفي الأشعة تحت الحمراءFTIR:

يعد التحليل الطيفي بالأشعة تحت الحمراء ، والذي يعرف أيضا بالتحليل الطيفي الإهتزازي تقنية تحليلية تستخدم لدراسة تفاعل الأشعة تحت الحمراء مع المادة سواء من خلال الإمتصاص أو الإنبعاث العكسي وتوظف هذه التقنية لتحديد المواد الكيميائية والتعرف على المجموعات الوظيفية ضمن العينات الصلبة أو السائلة أو الغازية. وهي تقنية تحليلية تقيس إهتزازات الرابطة الجزيئية عبر إمتصاص الأشعة تحت الحمراء .تحصل هذه التقنية تقليديا على أطياف منفردة من عينة ، وتحسب متوسط معلومات الامتصاص على حجم فتحة محددة مسبقا[6]



الشكل(III-12):جهاز مطيافية الأشعة تحت الحمراء

4.7.III مطيافية الأشعة السينية المشتتة للطاقة EDX:

هو تقنية تحليلية تستخدم لتحديد التركيب العنصري للعينة .تعتمد هذه التقنية على تفاعل الاشعة السينية مع ذرات المادة ،حيث تقوم الأشعة السينية التي تسلط على العينة بتحفيز ذراتها لإطلاق أشعة سينية ثانوية مميزة لكل عنصر [6]

8.III التطبيق

1.8.III معالجة المياه الملوثة بأزرق المثيلين باستعمال جسيمات نانوية :

- ✓ تم تحضير محلول لصبغة أزرق المثيلين بتركيز $C=6X10^{-5}$ M أي مايعادل 0.004 g مذابة في 250ml من الماء المقطر ، يتم تحريك المحلول بإستخدام محرك مغناطيسي لمدة 15 min لضمان تجانسه بعد ذلك تم أخذ 50ml من المحلول وضع في بيشر وأضيف إليه 10mg من ZnO–NPs وأخيرا ، تم تعريض المحلول لأشعة الشمس . نأخذ 2ml من المحلول على فترات زمنية منتظمة كل 20min ، ثم تقاس الإمتصاصية الطيفية بإستخدام مطيافية الأشعة فوق البنفسجية –المرئية لمتابعة تقدم التفاعل

الشكل(III- 16): معالجة الماء الملون بأزرق الميثلين بجسيمات ZnONPs

النتائج والمناقشة

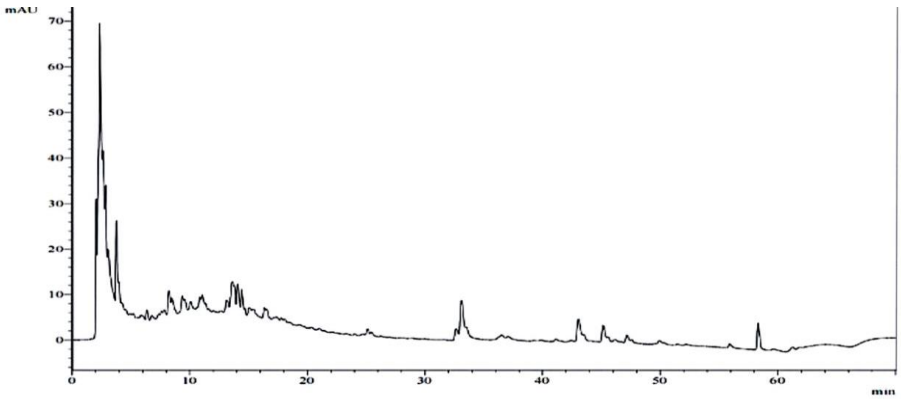
النتائج والمناقشة

9.III مردود الإستخلاص :

بلغ مردود الاستخلاص للمستخلص المائي في هذه الدراسة 10% ،وهو اقل مقارنة من مردود دراسة سابقة بلغت فيه القيمة 24.83% باستخدام نفس المذيب [7] ، يعود ذلك الى اختلاف مصدر النبات او طريقة التجفيف .

10.IIIكروماتوغرافياعاليةالاداءHPLC:

تم تحليل مستخلص أوراق الحناء (*Lawsonia inermis*) باستخدام تقنية الكروماتوغرافيا السائلة عالية الأداء(HPLC) ، حيث أظهر الكروماتوغرام الناتج وجود عدة قمم تشير إلى تواجد مركبات متعددة في العينة. من خلال مقارنة زمن الاحتجاز (Retention Time) مع البيانات المنشورة في دراسة حديثة (PeerJ, 2025)، تم افتراض أن بعض القمم المسجلة تعود لمركبات فينولية وفلافونويدية معروفة في الحناء .وقد حُددت القمم الرئيسية والتي تتمثل في حمض الغاليك (Gallic acid) عند 2.04 دقيقة، كاتيشين (Catechin) عند 2.35 دقيقة ،حمض الإيلاجيك (Ellagic acid) عند3.06 دقيقة ، أبيجترين (Apigetrin)عند 3.76 دقيقة، اللوسون (Lawsone) عند 4.21 دقيقة ، كيرسيتين (Quercetin) عند 4.51 دقيقة[8]

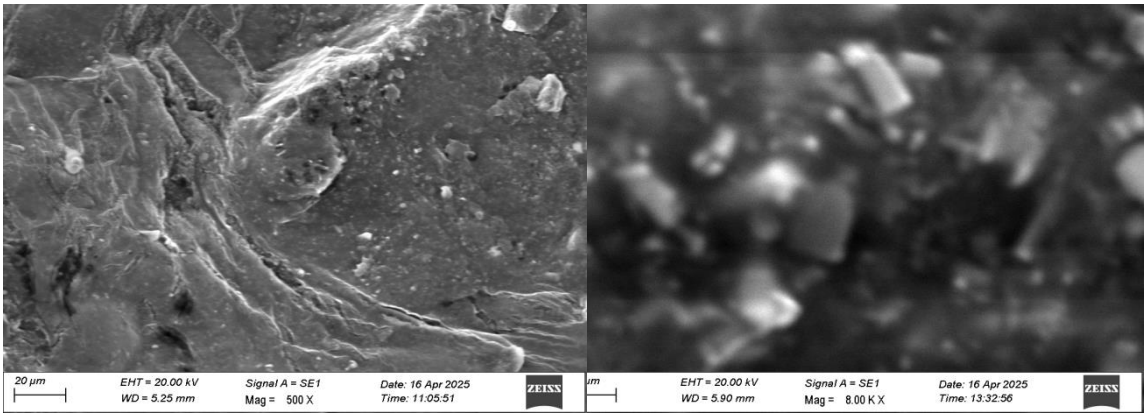


الشكل(III -17) : كروماتوغرام HPLC لمستخلص *Lawsonia inermis*

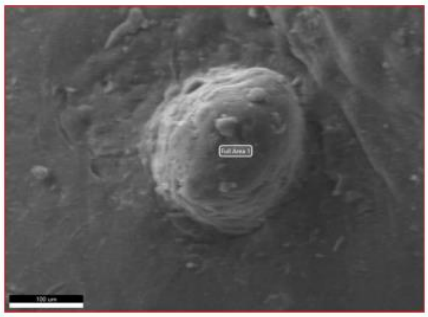
11.III المجهر الالكتروني الماسح MEB:

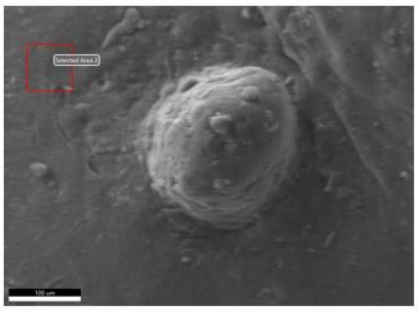
استخدمنا تقنية المجهر الالكتروني الماسح لتصوير المورفولوجيا السطحية للعينة وتحديد تركيبها العنصري.

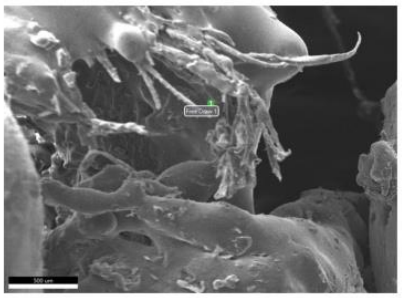
توضح الصورة مجموعة من النتائج التحليلية التي تم الحصول عليها بإستخدام المجهر الإلكتروني الماسح (SEM)المقترن بمطيافية الأشعة السينية المشتتة للطاقةEDX)



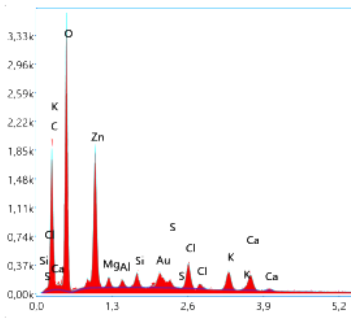
الشكل (III-18) : صور لجسيمات النانوية ZnO بمستخلص *Lawsonia inermis*





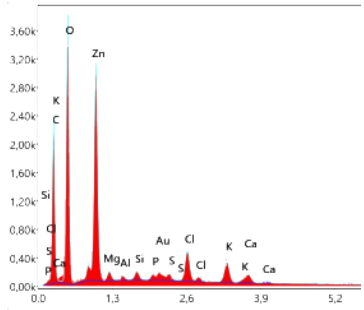


EDX3



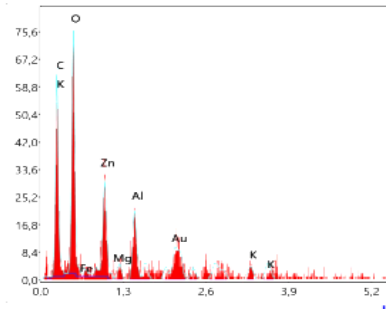
Elément	% de masse	% atomique
C K	28.72	43.63
O K	41.10	46.88
MgK	0.87	0.65
AlK	0.53	0.36
SiK	0.87	0.56
S K	0.54	0.31
ClK	2.02	1.04
K K	1.89	0.88
CaK	1.82	0.83
ZnK	15.34	4.28
AuL	6.31	0.58

EDX5



Elément	% de masse	% atomique
C K	30.57	46.35
O K	38.70	44.05
MgK	0.65	0.49
AlK	0.19	0.13
SiK	0.56	0.36
P K	0.31	0.18
S K	0.43	0.25
ClK	2.30	1.18
K K	1.90	0.89
CaK	0.94	0.43
ZnK	18.97	5.28
AuL	4.48	0.41

EDX6



Elément	% de masse	% atomique
C K	21.19	35.91
O K	38.84	49.41
ZnL	18.17	5.66
MgK	1.74	1.46
AlK	6.53	4.93
K K	1.76	0.92
FeK	1.95	0.71
AuL	9.81	1.01

تُمثل الصور تحليل العينة في ثلاث مواضع متباينة، حيث تم التركيز في الموضع EDX3 على الجسيم كروي، في الموضع EDX5 تم التركيز على المنطقة المسطحة كلهما بتكبير 100 um اما بالنسبة للموضع EDX6 فان التكبير مضاعف خمس مرات حيث يظهر مادة ليفية أو مسامية أكثر، تختلف في شكلها المورفولوجي عن الصورتين السابقتين المقابل لها. تُظهر هذه الرسوم البيانية اطيافل EDX شدة الأشعة السينية المنبعثة مقابل طاقتها. تتوافق كل قمة في الطيف مع عنصر معين موجود في العينة كما هو موضح في الجدول.

الجدول(III -19): المعادن المتواجدة في نبات *Lawsonia inermis*

طيف EDX3	C, O, S, Mg, Al, Si, Cl, K, Ca, Zn و Au.
طيف EDX5	C, O, S, Mg, Al, Si, Cl, K, Ca, Zn, و Au ،
طيف EDX6	C, O, Zn, Mg, Al, K, Fe, و Au.

يمثل الجدول التحليل العنصري (EDS) نلاحظ وجود مجموعة من العناصر الكيميائية (المعادن وغير المعادن) بتركيزات مختلفة. نفرض وجود عناصر تشكل جزءًا من مستخلص الحناء، واخرى مرتبطة بنترات الزنك. الكميات كبيرة من الأكسجين والكربون أمر هو المكون الأساسي للمواد العضوية في مستخلص الحناء.

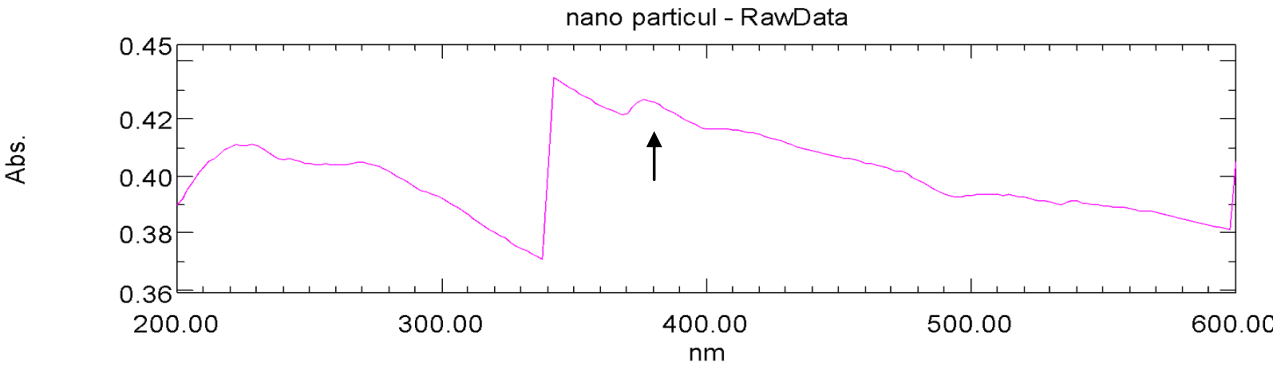
ان نبات الحناء يحتوي بشكل طبيعي على مجموعة متنوعة من المعادن كجزء من تركيبته البيولوجية التي يمتصها من التربة أثناء نموه. هذه المعادن تشمل [9، 10 ،11] : البوتاسيوم (K) الكالسيوم (Ca) المغنيسيوم (Mg)الحديد (Fe) ،الصوديوم(Na) ، الألومنيوم(Al) ، السيليكون(Si) ، المنغنيز(Mn) النحاس ، (Cu)الفوسفور ،(P) الكلور (Cl)

إن هذه العناصر تتوافق مع نتائج الجدول فيمكن ان نعتبر ان العينة تتكون من اوكسيد الزنك ومن ورواسب من بقايا مكونات الحناء

12.III مطيافية الاشعة فوق البنفسجية –المرئية:

تم تسجيل طيف الامتصاص للاشعة فوق البنفسجية –المرئية (UV–Vis) لجسيمات ZnO النانوية في المدى بين 200–600 نانومتر اظهر الطيف قمة امتصاص رئيسية عند حوالي 380 نانومتر ،مما

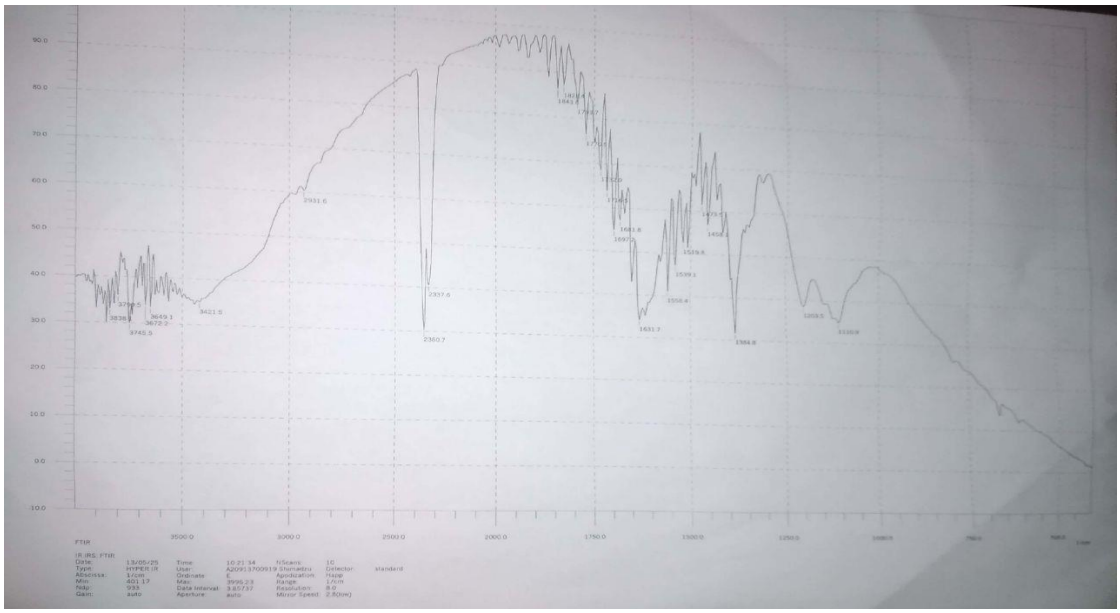
يشير الى تكوين جسيمات نانوية . باستخدام العلاقة $Eg=\frac{1240}{\lambda max}$ ، تم حساب فجوة الطاقة المباشرة للعينة ووجدت بقيمة تقريبية تبلغ 3.26 eV.وهي متوافقة مع خصائص ZnO النانوي [12]



الشكل(III -19) : طيف الامتصاص للاشعة فوق البنفسجية –المرئية للجسيمات النانوية ZnO

III .13 التحليل الطيفي بالاشعة تحت الحمراء (FTIR):

تم تسجيل طيف FTIR لعينات ZnO النانوية في المجال $4000-400\ cm^{-1}$.اظهرت القمم عند cm^{-} 3649,3649[1]، 3672,3745 اهتزاز التمدد لمجموعة الهيدروكسيل (O–H) مما يدل على وجود ماء ممتص او مجموعات هيدروكسيل على سطح الجسيمات . كما اظهرت قمة عند 2931 cm^{-1} تعزى الى اهتزازت رابطة (C–H) .كما سجلت قمم عند 2337 2360 cm^{-1} تدلان على وجود CO_2،كما نلاحظ قمم في المنطقة $1500-1700\ cm^{-1}$ تعود لاهتزازت الروابط C=C و C=O و N–H ، كما تشير القمم عند 1384,1203,1110 cm^{-1} الى وجود روابط C–O و C–N ، لوحظت قمة امتصاص واضحة في النطاق $500-400\ cm^{-1}$ ، والتي تعود لاهتزاز رابطة Zn–O مايدل بوضوح على تشكل جسيمات ZnO [13]

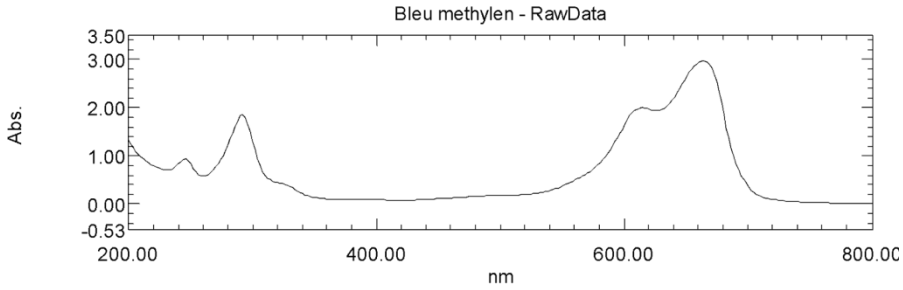


الشكل: (III -20) طيف FTIR لجسيمات النانوية لاكسيد الزنك

14.IIIالتطبيق

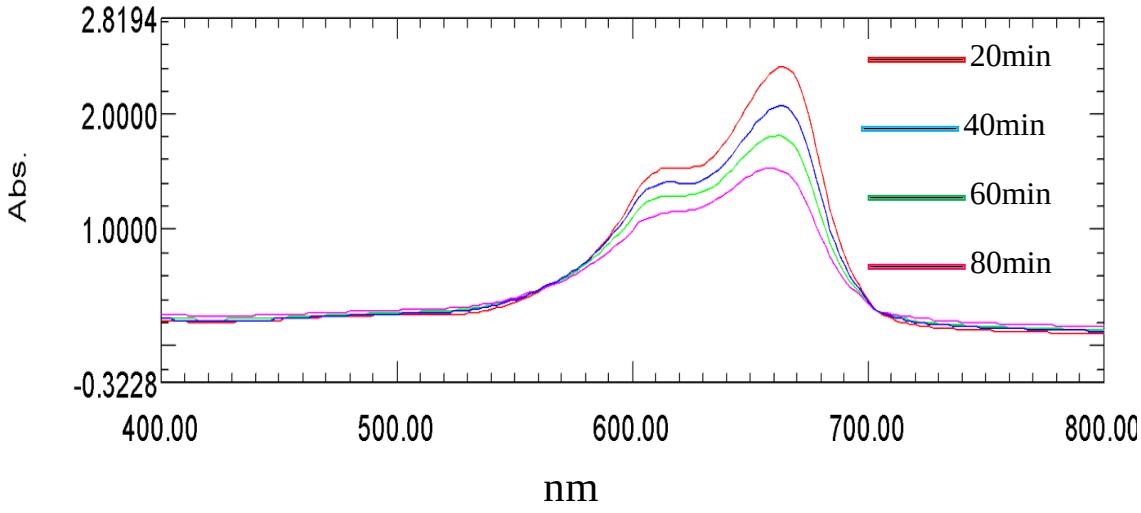
1.14.IIIتحلل صبغة أزرق الميثلين MB :

أزرق المثيلين(Methylene Blue) هو صبغة كاتيونية عضوية تستخدم على نطاق واسع كنموذج لتقييم فعالية عمليات التحلل الضوئي في معالجة المياه الملوثة ، وذلك بسبب استقراره وخصائصه الطيفية المميزة ، حيث يظهر امتصاصا قويا عند الطول الموجي 665 نانومتر .تبلغ كتلته المولية 319.85 غرام/مول ، وصيغته الجزيئية $C_{16}H_{18}CIN_3S$ [14]



الشكل(III -21):طيف الامتصاص للاشعة فوق البنفسجية –المرئية لازرق المثيلين

يمثل الشكل التغيرات في أطياف الامتصاص الناتجة عن تحلل صبغة ازرق المثيلين (BM) في وجود جسيمات نانوية ZnO ، وذلك تحت شعاع الضوء المرئي ولأزمنة تفاعل مختلفة . تشير النتائج الى انخفاض تدرجي في شدة الامتصاص مع زيادة زمن التفاعل ، مما يدل على حدوث تحلل تدريجي للصبغة مع مرور الوقت



الشكل(III-22): طيف الامتصاص للاشعة فوق البنفسجية لتحلل ازرق الميثلين

المراجع

المراجع باللغة العربية

[6] أحمد عامر الشمري،علم النانو تكنولوجي ،ص 16

[3]الكيمياء العربي ."كل ماتحتاج معرفته عن تقنية كروماتوغرافيا HPLC"

[14] أزرق الميثلين ، موقع طبي

المراجع باللغة الأجنبية

[1] Hielscher Ultrasonics. Ultrasound-Assisted Extraction and Preservation [Internet]. Teltow (Germany): Hielscher Ultrasonics GmbH; [cited 2025 May 23]. Available from: https://www.hielscher.com/extraction_01.htm

[2]Azwanida NN. A Review on the Extraction Methods Use in Medicinal Plants, Principle, Strength, and Limitation. Med Aromat Plants. 2015;4(3):196. doi:10.4172/2167-0412.10001961. Hoboken (NJ): Wiley; 2010.

[4]Thermo Fisher Scientific. Principles of Scanning Electron Microscopy [Internet]. [cited 2025 May 23]. Available from: https://www.thermofisher.com/us/en/home/materials-science/learning-center/applications/scanning-electron-microscope-sem-electron-column.html

[5]Tom J. UV-Vis Spectroscopy: Principle, Strengths and Limitations and Applications. Technology Networks [Internet]. 2021 [cited 2025 May 23]. Available from: https://www.technologynetworks.com/analysis/articles/uv-vis-spectroscopy-principle-strengths-and-limitations-and-applications-349865

[7]Dezashibi Z, Mahaghegh Samar S, Hemmatyar N, Haddad Khodaparast MH. Phenolics in Henna: Extraction and Stability. Journal of Food Technology and Preservation. 2013 [cited 2025 May 25]. Available from: https://www.primescholars.com/articles/phenolics-in-henna-extraction-and-stability-90588.html

[8]Mothana RA, Alhaider IA, Kumar A, Nasr FA, Alajmi MF, Al-Rehaily AJ, Basudan OA. Unveiling the potentials of Lawsonia inermis L.: its antioxidant, antimicrobial, and anticancer potentials. PeerJ. 2025;13:e19170. doi:10.7717/peerj.19170.

[9] "Comprehensive analysis of nutritional composition, mineral content, antimicrobial activity, and theoretical evaluation of phytochemicals in henna (Lawsonia inermis) from the Fujairah, United Arab Emirates"

[10]Taiz, L., Zeiger, E., Møller, I. M., & Murphy, A. (2015). *Plant Physiology and Development* (6th ed.). Sinauer Associates.

[11]Patel, K. D., et al, Trace element analysis of henna samples collected from different regions of India by EDXRF technique

[12] []Ramaraj S,Dhanaraj K,Dhanakodi K,Paulraj MG,Karthika T,Al-Dhadi NA,Arasu MV,lgnacimutocidal ,antimicrobial ,anticancer applications showing moderate side effects

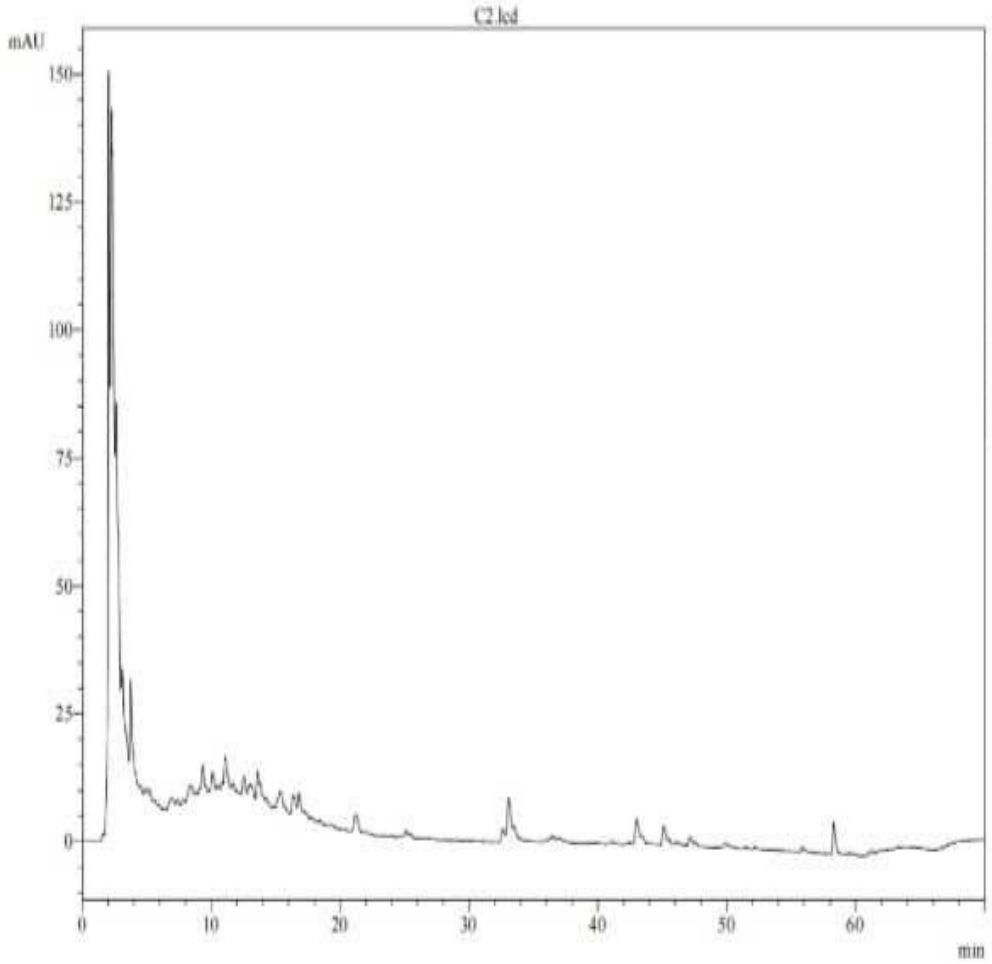
[13]Ahmad T, Pandey V, Husain MS, Munjal S. Structural and spectroscopic analysis of pure phase hexagonal wurtzite ZnO nanoparticles synthesized by sol-gel. Materials Today: Proceedings. 2022;49:1694–7.

الخلاصة

الخلاصة

في الختام هذه الدراسة التحليلية والفيتوكيميائية لنبات الحناء ،حيث تم تحضير جسيمات ZnO النانوية بإستخدام مستخلص الحناء ، تبين من خلال النتائج أن الجسيمات النانوية المحضرة أظهرت فعالية كبيرة في التطبيقات البيئية . فقد أثبتت تجربة تحلل صبغة أزرق المثيلين قدرة هذه الجسيمات على تحلل الصبغة، مما يشير إلى نشاطها التحللي الذي يمكن إستغلاله في معالجة الملوثات العضوية في المياه . بناء على ذلك يمكن القول أن إستخدام مستخلص الحناء في تحضير جسيمات ZnO النانوية يمثل نهجا مستداما وصديقا للبيئة ، ويفتح أفاقا واسعة لتطبيقات بيئية مستقبلية تعتمد على المواد النانوية .

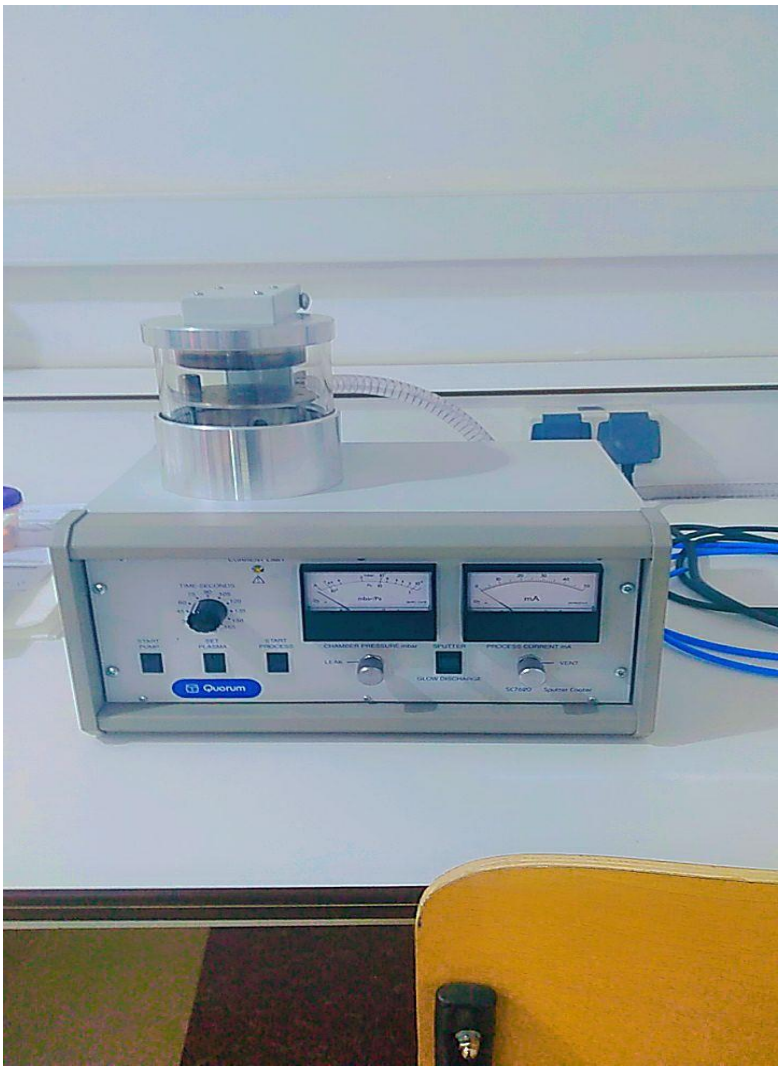
الملاحق



الملحق(01): كروماتوغرام HPLC لمستخلص lawsonia inermia مستخلص من جهاز سوكسلي

الملحق(02): نتائج HPLC لمستخلص lawsonia inermia

رقم القمة	Ret. Time (min)	Area	Height	Area %
1	1.568	2168	173	0.024
2	2.047	17717	30956	1.926
3	2.352	1225026	69447	13.319
4	2.618	442318	41451	4.809
5	3.064	349190	33808	3.797
6	3.504	541861	19784	5.892
7	3.76	316285	20662	3.439
8	3.902	124483	12434	1.353
9	4.213	139481	7892	1.516
10	4.513	113775	6389	1.236
11	4.945	89077	5473	0.968
12	5.174	110176	5452	1.198
13	5.614	72118	4592	0.784
14	5.874	90774	5099	0.981
15	6.048	55276	4864	0.601
16	6.363	114134	6127	1.241
17	6.744	128559	4945	1.398
18	7.375	111653	5231	1.214
19	7.589	74643	5806	0.812
20	8.032	111666	6057	1.263
21	8.742	184687	10235	2.089
22	8.94	220913	8575	2.494
23	9.367	227116	8999	2.411
24	9.75	142123	8213	1.546
25	10.092	212019	7720	2.306
26	10.411	46789	6154	0.509
27	10.645	80353	6466	0.874



الملحق(03): جهاز يعالج lawsonia inermia لتحسين التوصيلية الكهربائية .