

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

رقم الترتيب:

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

رقم التسلسل :

جامعة الشهيد حمه لخضر - الوادي-



كلية العلوم الدقيقة

قسم الكيمياء

مذكرة لنيل شهادة ماستر أكاديمي في الكيمياء

تخصص : كيمياء عضوية

من إعداد الطلبة:

- مارية فوحمة

- منار أحمودة

تحت عنوان

**Synthèse verte et caractérisation des
nanoparticules d'oxyde métallique d'extrait de
*Cymbopogon schoenanthus***

نوقشت يوم 2024/06/05 أمام اللجنة المكونة :

أحمادي رضا	أستاذ تعليم عالي	رئيسا	جامعة الوادي
تجاني يحي نموسة	أستاذ محاضر(ب)	مناقشا	جامعة الوادي
تجاني سكيينة	أستاذ محاضر (أ)	مؤطرا	جامعة الوادي

الموسم الدراسي : 2023 / 2024م

إهداء

"بسم خالقي وميسر أموري وعصمت أمري،

لك كل الحمد والإمتنان"

أهدي هذا النجاح لنفسي أولاً ثم إلى كل من سعى

معي لإتمام هذه المسيرة، دمت لي سنداً لأعمر له . . .

إلى من أحمل اسمه بكل فخر . . . إلى من حصد الأشواك عن دربي ليمهد لي طريق العلم بعد فضل الله إلى -أبي الغالي- الرجل الذي سعى طوال حياته لكي نكون أفضل منه

إلى بسمة الحياة وسر الوجود إلى من كان دعاؤها سر نجاحي وحنانها بلسم جراح

التي كانت لي الأم والأخت والصديقة داعمي الأول ووجهتي التي استمد منها القوة -أمي الحبيبة-

إلي من علمتني أن الدنيا كهاج وسلاحها العلم والمعرفة، إلى داعمتي الأولى في مسيرتي وسندي وقوتي -جدتي الغالية-

إلى من كان معي طوال سنوات دراستي وحاوطني كلما ته بالأمان، ومدني وجوده بالأنس والسرور . . .

رحمك الله يا أول هزائمي في الدنيا وأعظم خسائري وأثمتها -جدي الحبيب-

إلى ضلعي الثابت وأمان أيامي إلى من شددت عضدي بهم فكانوا لي ينابيع أرتوي منها

إلى خيرة أيامي وصفوتها إلى قرة عيني

-أختي واخوتي-

إلى من جاد علي بوقته وأكرمني بفضله إلى عززي واعتزازي الحمد لله الذي جعلك من بين صفوة الرجال خطيباً لي

-سلمي-

إلى صديقات العمر أنيسات القلب والروح الذين أمدوني دائماً بالقوة وكانوا موضع الإتكاء في كل عثراتي

-زينب وروان ومارية-

لله الشكر كله ان وفقني لهذه اللحظة، فالحمد لله رب العالمين والصلاة والسلام على نبيه الكريم .

الإهداء

بسم الله الرحمن الرحيم ,الحمد لله الذي لم ننجح ولم نرتق ولم نتفوق إلا برضاه .الحمد لله الذي لم نجتز طريقا ولم نتجاوز جهدا

إلا بفضلہ , وإليه يعود الفضل .

(وَأَخِرُّ دَعْوَاهُمْ أَنْ الْحَمْدُ لِلَّهِ رَبِّ الْعَالَمِينَ) .

أهدي هذا النجاح إلى نفسي أولا وإلى كل من ساهم في إنجاز هذا البحث بكلمة تشجيع أو معلومة مفيدة , شكرا لكم جميعا ...

إلى من يفوق حبهم كل حب وإلى من أناروا لي طريق العلم ودعموني وقدموا لي سبل السعادة والنجاح ...

إلى "أبي العزيز حفظه الله" ... سندي الثابت في كل خطوات حياتي ,مصدر فخري وسعادتي .

إلى من جعل الله الجنة تحت أقدامها ... إلى من كان دعاؤها سر نجاحي وحنانها بلسم جراحي ... داعمي الأول ووجهتي التي

استمد منها القوة . " أمي الحنونة" ,أطال الله في عمرك بالصحة والعافية .

إلى من شد الله بهم عضدي فكانوا خير معين ... "أختي وإخوتي" .

إلى من اخترتها فما خاب الخيار ولا عدم المشوار ,إلى رفيقتي في عملي وشريكتي في اجتهادي ... "منار" .

إلى كل الرفاق والأحبة .

راجية من الله تعالى أن ينفعني بما علمني وأن يعلمني ما أجهل ويجعله حجة لي لا علي . فله الشكر أن وفقني لهذه اللحظة , فالحمد لله

رب العالمين والصلاة والسلام على أشرف الخلق والمرسلين

مأرية

شكر وتقدير

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

نود أن نشكر أولاً وقبل كل شيء الدكتور "التجاني سكيمة" مؤطرة هذه الرسالة . على ما بذلته من مساعدات وتوجيهات قيمة طول مراحل إنجازنا لهذا العمل فجزاها الله خيراً وسدد خطاها .

كما نود أن نشكر جميع أعضاء لجنة التحكيم على اهتمامهم بعملنا ولقبولهم مناقشة هذه المذكرة وتقييمها .

كما نتقدم بأسمى عبارات الشكر والتقدير والإمتنان إلى طالبة الدكتوراه "دمركي مروة" على كل توجيهاتها وبذلها من جهد كبير خلال إعداد هذه المذكرة وعلى تقدها وملاحظاتها المنهجية .

الشكر موصول أيضاً إلى الأستاذ "تجاني محمد العيد" على المساعدات القيمة التي قدمها لنا ونسأل الله أن يوفقه في رسالته ويجعل ما قدمه لنا في ميزان حسناته .

وإلى جميع موظفين وعمال المخابر بكلية العلوم دقيقة كل باسمه .

وإلى كافة الرفيقات وطلبة دفعة ماستر 2024 .

وإلى من ساعدنا من قريب أو بعيد .

المُلخَص

المستخلصات النباتية من أكثر الطرق أمانا في الكيمياء الخضراء لتصنيع الجسيمات النانوية.

صممت هذه الدراسة لتحضير جسيمات المغنزيوم النانوية من مادة امنة صديقة للبيئة باستعمال مستخلص نبات الإذخر وتقييم نشاطها البيوكيميائي. تستخدم جسيمات أكسيد المغنزيوم النانوية على نطاق واسع بسبب الخصائص التي تمتلكها ,اذ أنها تمتلك خصائص مضادة للجراثيم ومضادة للبكتيريا ...إلخ.

تم إستخدام تقنيات مختلفة لتوصيف جسيمات المغنزيوم النانوية .حيث تمت دراسة بعض خصائص الجسيمات النانوية الناتجة باستخدام تقنيات التحليل الطيفي للأشعة تحت الحمراء(FT-IR), قياس حيود الأشعة السينية (DRX) والتحليل الطيفي للأشعة فوق البنفسجية (UV-Visible), بالإضافة إلى ذلك تم دراسة تأثير كتل أسيتات المغنزيوم المختلفة (51.3/102.6/128.25)mg على الحجم البلوري لجزيئات المغنزيوم النانوية الناتجة, ومجهر المسح الالكتروني (SEM). وتم أيضا تقدير الفاعلية البيولوجية له، وذلك انطلاقا من فحص الأنشطة المضادة للأكسدة لمستخلص نبات الإذخر "*Cymbopogon schoenanthus*" من خلال إزالة الجذور الحر DPPH.

أكدت نتائج تقنيات التحليل الطيفي المستعملة أنه قد تم صناعة أكسيد المغنزيوم النانوية بنجاح.

حيث أعطت نتائج (FT-IR) ل MgO NPs ذروة امتصاص عند 490cm^{-1} , بينما (UV-Vis)

أعطت إشارة في حدود (400-320)nm وهو مجال امتصاص MgO NPs , أما (DRX) بينت

أن جسيمات المغنزيوم النانوية ذات شكل مكعب وحجم بلوري يتراوح بين 19 و 24 نانومتر , حيث أظهرت هذه الدراسة أن التغيير في تركيز الملح المستخدم يؤثر على الحجم البلوري للجسيم الناتج .

كما أظهرت دراسة الفعالية المضادة للأكسدة إلى إمكانية استخدام جسيمات أكسيد المغنزيوم الحيوية كعوامل مضادة للأكسدة و أن فعالية العينات في إزالة جذر DPPH تزداد مع زيادة تركيز الملح المستعمل.

الكلمات المفتاحية: جسيمات أكسيد النانوية MgO NPs , مستخلص نبات الإذخر "*Cymbopogon schoenanthus*"

, التخليق الحيوي .

Plant extracts are one of the safest methods in green chemistry for the synthesis of nanoparticles. This study was designed to prepare nano-sized magnesium particles from a safe and environmentally friendly material using "*Cymbopogon schoenanthus*" plant extract, and to evaluate their biocompatibility. Nano-sized magnesium oxide particles are widely used due to their antimicrobial and antibacterial properties, etc. Various techniques were used to characterize the nanoparticles, including infrared spectroscopy analysis, UV-Visible measurement, FT-IR spectroscopy analysis, and the study of the effect of different magnesium acetate masses on the crystalline size of the resulting nano-sized magnesium particles using X-ray diffraction. The biological effectiveness was also estimated based on the examination of the antioxidant activities of the "*Cymbopogon schoenanthus*" plant extract through DPPH radical scavenging and SEM analysis.

The results of the spectroscopic analysis techniques confirmed the successful synthesis of nano-sized magnesium oxide. The FT-IR results showed an absorption peak at 490cm^{-1} for MgO NPs, while UV-Vis indicated a signal within the range of (400-320)nm, which is the absorption range. Additionally, the DRX analysis revealed that the nano-sized magnesium particles have a cubic shape and a crystalline size ranging from 19 to 24 nanometers. This study demonstrated that the change in the concentration of the salt used affects the crystalline size of the resulting particles.

Keywords: Nano Oxide Particles MgO NPs, Biosynthesis, "*Cymbopogon schoenanthus*".

الفهرس

المحتويات

الصفحة	
	الإهداء
	شكر وعرفان
	ملخص
	فهرس المحتويات
	قائمة الجداول
	قائمة الأشكال
	قائمة الرموز والاختصارات
	مقدمة
الجزء النظري	
الفصل الأول: دراسة عامة حول نبات الإذخر	
02	I.دراسة عامة حول نبات الإذخر " <i>Cymbopogon schoenanthus</i> "
02	1.I.التعريف بالعائلة النجيلية " <i>Poaceae</i> "
03	2.I.جنس " <i>Cymbopogon</i> "
03	3.I. الخصائص المورفولوجية للعائلة النجيلية " <i>Chicouene</i> "
04	4.I.تصنيف للعائلة النجيلية" <i>Poaceae</i> "
04	5.I. نبات الإذخر " <i>Cymbopogon schoenanthus</i> "
05	6.I. الأسماء الشائعة لنبات الإذخر " <i>Cymbopogon schoenanthus</i> "
06	7.I.التوزيع الجغرافي لنبات الإذخر " <i>Cymbopogon schoenanthus</i> "
06	8.I.فوائد و الإستعمالات الطبية لنبات الإذخر " <i>Cymbopogon schoenanthus</i> "
07	9.I.المكونات الفعالة لنبات الإذخر " <i>Cymbopogon schoenanthus</i> "
08	10.I. التركيب الكيميائي لنبات الإذخر " <i>Cymbopogon schoenanthus</i> "

الفصل الثاني: معلومات عامة حول الجسيمات النانوية وتعريف وتوصيف (MgO NPs)

15	1.II. مصطلح النانو
15	2.II. مفهوم علم النانو
16	3.II. تكنولوجيا النانو "Nanotechnology"
16	4.II. المواد النانوية
17	5.II. تصنيف المواد النانوية حسب الأبعاد
17	1.5.II. المواد النانوية صفرية الأبعاد (0 D nanomaterials)
17	1.1.5.II. النقاط الكمومية (Quantum Dots)
17	2.1.5.II. الجسيمات النانوية المعدنية (Nanoparticles)
17	3.1.5.II. النقاط النانوية الكربونية (Carbon Nanodots)
17	2.5.II. المواد النانوية احادية الابعاد (1D nanomaterials)
18	3.5.II. المواد النانوية ثنائية الابعاد (2D nanomaterials)
18	4.5.II. المواد النانوية ثلاثية الابعاد (3D nanomaterials)
19	6.II. أشكال النانو
20	7.II. خواص المواد النانوية
20	1.7.II. الخواص الميكانيكية
21	2.7.II. نقطة الانصهار
21	3.7.II. الخواص البصرية
22	4.7.II. الخواص المغناطيسية
22	5.7.II. الخواص الكهربائية
22	6.7.II. تطبيقات المواد النانوية
24	8.II. أكسيد المغنيزيوم (MgO)
24	1.8.II. تعريف أكسيد المغنيزيوم (MgO)
24	2.9.II. بنية أكسيد المغنيزيوم (MgO)
24	1.8.II. التركيب البلوري
26	2.8.II. الشبكة البلورية
26	9.II. أهم مجالات استخدام أكسيد المغنيسيوم

26	9.II.1. استخدام أكسيد المغنيسيوم في مجال البناء
26	9.II.2. استخدام أكسيد المغنيسيوم في مجال الفولاذ والصلب
26	9.II.3. استخدام أكسيد المغنيسيوم في مجال المستحضرات الصيدلانية
27	9.II.4. استخدام أكسيد المغنيسيوم في مجال الأسمدة والأعلاف الحيوانية
27	9.II.5. استخدام أكسيد المغنيسيوم في مجال الوقود وغازات المداخن
27	9.II.6. استخدام أكسيد المغنيسيوم في مجال الأحجار النارية
27	9.II.7. استخدامات أخرى
30	10.II.10. خصائص جسيمات أكسيد المغنيزيوم النانوية MgO NPs
30	1.10.II. الخصائص الفيزيائية والكيميائية
31	2.10.II. الخصائص الكهربائية
31	3.10.II. الخصائص الضوئية والالكترونية
31	11.II. الأهمية الصناعية لأكسيد المغنيسيوم
31	12.II. المخاطر الكيميائية لأكسيد المغنيسيوم
32	13.II. طرق تحضير جسيمات أكسيد المغنيسيوم النانوية
32	1.13.II. الطرق البيولوجية
32	2.13.II. الطرق الفيزيائية
32	3.13.II. الطرق الكيميائية
33	14.II. تقنيات التوصيف لجسيمات أكسيد المغنيسيوم النانوي
34	1.14.II. تقنية مطيافية الأشعة تحت الحمراء (FT-IR)
34	1.1.14.II. التعريف
34	2.1.14.II. المبدأ
36	2.14.II. تقنية الأشعة السينية (DRX)
36	1.2.14.II. التعريف
36	2.2.14.II. المبدأ
37	3.14.II. قياس طيف الإمتصاص المرئي للأشعة فوق البنفسجية (UV-VIS)
37	1.3.14.II. التعريف
37	2.3.14.II. المبدأ
39	4.14.II. المجهر الإلكتروني الماسح MEB
39	1.4.14.II. المبدأ

المراجع

الجزء التطبيقي

الفصل الثالث : الطرق والوسائل

48	III.1. المواد والأجهزة
49	III.2. المنطقة الجغرافية لموقع القطف
49	III.3. تحضير المادة النباتية
51	III.4. التخليق الحيوي لجسيمات أكسيد المغنزيوم النانوي بواسطة مستخلص المائي لأوراق الإذخر " <i>Cymbopogon schoenanthus</i> "
51	III.4.1. طريقة الاستخلاص
51	III.4.2.1. طريقة الترشيح
52	III.5. التخليق الحيوي لجسيمات أكسيد المغنزيوم النانوي MgONPs
52	III.5.1. التخليق الحيوي لجسيمات أكسيد المغنزيوم النانوي
54	III.5.2. أهداف خطوات التجربة
54	III.5.2. دور المستخلص في عملية التخليق الحيوي
54	III.5.2.1. عوامل الاختزال (Reducing agents)
55	III.5.2.2. عوامل التثبيت (Capping or stabilizing agents)
56	III.5.3. آلية التخليق الحيوي لجسيمات أكسيد المغنزيوم النانوي
57	III.6. اختبار تثبيط الجذر الحر DPPH
	المراجع
الفصل الرابع : مناقشة وتحليل النتائج	
60	IV.1. تحليل نتائج حيود الأشعة السينية (DRX)
64	IV.2. تحليل أطياف الأشعة تحت الحمراء (FTIR) للعينات قبل و بعد الحرق
69	IV.3. تحليل نتائج الأشعة فوق البنفسجية المرئية (UV-Vis) للعينات بعد الحرق
72	IV.4. المجهر الماسح الإلكتروني (SEM-EDAX)
72	IV.4.1. تحليل EDAX
73	IV.5. قدرة تثبيط الجذر الحر DPPH
78	IV.5.1. التعليق على النتائج
	المراجع
	الخلاصة العامة
	الملاحق

قائمة الجداول

الجزء النظري

الفصل الأول : دراسة عامة حول نبات الإذخر

04	جدول (1-I): التصنيف النباتي للعائلة النجيلية "Poaceae"
05	جدول (2-I): التسميات العامة لنبات الإذخر في بعض المناطق من العالم "Cymbopogon schoenanthus"
09	جدول (3-I): بعض المركبات المفصلة من نبات الإذخر "Cymbopogon schoenanthus"

الفصل الثاني: معلومات عامة حول الجسيمات النانوية وتعريف وتوصيف (MgO NPs)

30	جدول (1.II) : اهم الخصائص الفيزيائية والكيميائية
----	--------------------------------------------------

الجزء التطبيقي

الفصل الثالث: الطرق والوسائل

48	الجدول (1.III):المواد والأجهزة والأدوات المستعملة في العمل.
54	الجدول (2-III) : أهداف خطوات التجربة

الفصل الرابع: مناقشة وتحليل النتائج

61	الجدول (IV -1): يوضح الأحجام البلورية لعينات مختلفة من MgO NPs.
74	الجدول (IV -2): يوضح نسبة التثبيط (I%) على الجذر الحر DPPH للنبته بدلالة الإمتصاصية والتركيز C3(mg/ml).
75	الجدول (IV -3): يوضح نسبة التثبيط (I%) على الجذر الحر DPPH للنبته بدلالة الإمتصاصية والتركيز C2(mg/ml).
76	الجدول (IV -4): يوضح نسبة التثبيط (I%) على الجذر الحر DPPH للنبته بدلالة الإمتصاصية والتركيز C1(mg/ml)
77	الجدول (IV -5): يوضح قيمة IC ₅₀ لحمض الأسكوربيك و التراكيز C1,C2,C3

قائمة الأشكال

الجزء النظري

الفصل الأول: دراسة عامة حول نبات الإذخر

- الشكل (1-I): صورة فوتوغرافية لنبات الإذخر "*Cymbopogon schoenanthus*" 05
- الشكل (2-I): الانتشار الجغرافي 06

الفصل الثاني: معلومات عامة حول الجسيمات النانوية وتعريف وتوصيف (MgO NPs)

- الشكل (1-II): تصنيف المواد النانوية حسب الأبعاد 19
- الشكل (2.II): أكسيد المغنزيوم 24
- الشكل (3.II): البنية البلورية لأكسيد المغنزيوم 25
- الشكل (4.II): بعض استخدامات أكسيد المغنزيوم 29
- الشكل (5.II): مخطط لمختلف طرق تصنيع الجسيمات النانوية 33
- الشكل (6-II): كيفية عمل مطيافية الأشعة تحت الحمراء (FT-IR). 35
- الشكل (7-II): حيود الأشعة السينية أثناء التفاعل مع المواد. 37
- الشكل (II - 8): شدة الشعاع المرسل وشدة الشعاع الممتص. 38
- الشكل (9-II): المجهر الإلكتروني الماسح MEB . 41

الفصل الثالث : الطرق والوسائل

- الشكل (1-III) : التحديد الجغرافي لمنطقة جانت 49
- الشكل (2-III): مراحل تحضير مسحوق نبتة الإذخر "*Cymbopogon schoenanthus*" 50
- الشكل (3-III): ملخص مراحل عملية الاستخلاص بالنقع 51
- الشكل (4-III): عملية الترشيح 52
- الشكل (5-III): مراحل التخليق الحيوي لجسيمات أكسيد المغنزيوم النانوي 53
- الشكل (6-III) : دور المستخلص في التخليق الحيوي لجسيمات أكسيد المغنزيوم 55
- الشكل (7-III): يوضح آلية تخليق MgONPs 56

الفصل الرابع : مناقشة وتحليل النتائج

- الشكل (IV - 01): أطيف حيود الأشعة السينية MgO NPs بتراكيز مختلفة من هيدرات نترات المغنزيوم 60

60	الشكل(IV-02): أطيف حيود الأشعة السينية لـ MgO NPs بتركيز مختلفة من هيدرات نترات المغنيزيوم.
62	الشكل(IV-3): طيف حيود الأشعة السينية لـ MgO NPs للعينة C1.
63	الشكل(IV-04): طيف حيود الأشعة السينية لـ MgO NPs للعينة C2.
63	الشكل(IV-05): طيف حيود الأشعة السينية لـ MgO NPs للعينة C3.
65	الشكل(IV-6): طيف الأشعة تحت الحمراء لـ MgO NPs بتركيز (51.3mg من أسيتات المغنيزيوم في 10ml من الماء المقطر) قبل الحرق.
66	الشكل(IV-7): طيف الأشعة تحت الحمراء لـ MgONPs بتركيز (102.6mg من أسيتات المغنيزيوم في 10ml من الماء المقطر) قبل الحرق.
67	الشكل(IV-08): طيف الأشعة تحت الحمراء لـ MgO NPs بتركيز (128.25mg من أسيتات المغنيزيوم في 10ml من الماء المقطر) قبل الحرق.
67	الشكل(IV-9): طيف الأشعة تحت الحمراء لمستخلص نبات الإنخز
68	الشكل(IV-10): طيف الأشعة تحت الحمراء لـ MgO NPs بتركيز (51.3mg من أسيتات المغنيزيوم في 10ml من الماء المقطر) بعد الحرق.
68	الشكل(IV-11): طيف الأشعة تحت الحمراء لـ MgO NPs بتركيز (102.6mg من أسيتات المغنيزيوم في 10ml من الماء المقطر) بعد الحرق.
69	الشكل(IV-12): طيف الأشعة تحت الحمراء لـ MgO NPs بتركيز (128.25mg من أسيتات المغنيزيوم في 10ml من الماء المقطر) بعد الحرق.
70	الشكل(IV-13): طيف الأشعة البنفسجية المرئية لـ MgO NPs للعينات C3,C2,C1
70	الشكل(IV-14): طيف الأشعة البنفسجية المرئية لـ MgO NPs للعينة C1.
71	الشكل(IV-15): طيف الأشعة البنفسجية المرئية لـ MgO NPs للعينة C2.
71	الشكل(IV-16): طيف الأشعة البنفسجية المرئية لـ MgO NPs للعينة C3.
73	الشكل (IV-17): صور المجهر الالكتروني و تحليل EDAX للعينات المصنعة
74	الشكل (IV-18): منحني نسبة التثبيط (I%) على الجذر الحر DPPH بدلالة تركيز أكسيد المغنيزيوم النانوي (C3 (mg/ml)
75	الشكل (IV-19): منحني نسبة التثبيط (I%) على الجذر الحر DPPH بدلالة تركيز أكسيد المغنيزيوم النانوي (C2 (mg/ml)
76	الشكل (IV-20): منحني نسبة التثبيط (I%) على الجذر الحر DPPH بدلالة تركيز أكسيد

	المغنزيوم النانوي C1 (mg/ml)
77	الشكل (21-IV) : منحنى نسبة التثبيط (I%) على الجذر الحر DPPH بدلالة تركيز حمض الأسكوربيك (mg/ml) .
78	(الشكل 22-IV) : رسم بياني بالأعمدة الأفقية يمثل قيم IC50 لحمض الأسكوربيك والتراكيز المختلفة لـ MgO NPs.

قائمة المختصرات

nm: نانو متر

cm: سنتيمتر

°C: سلسيوس

mg: مليغرام

g: غرام

ml: مليلتر

MgO: أكسيد المغنزيوم

Å: أنغشتروم

NPs: الجسيمات النانوية

H: ذرة الهيدروجين

C: ذرة الكربون

OH: هيدروكسيد

UV-Vis: الأشعة فوق البنفسجية

DRX: الأشعة السينية

FTIR: الأشعة تحت الحمراء

MEB: المجهر الماسح الالكتروني

DPPH: 2,2-ثنائيفينيل - 1 - بيكريلهيدرازيل

IC50: تركيز المستخلص الذي يثبط نصف كمية الجذر الحر DPPH

%: النسبة المئوية

المقدمة

في ظل التقدم العلمي السريع، يبرز قطاع التكنولوجيا النانوية كواحد من أهم المجالات التي تشهد اهتماماً متزايداً وتطوراً ملحوظاً في العصر الحديث. تعتبر تقنيات التوليف الأخضر للجسيمات النانوية من بين الابتكارات الملحوظة في هذا المجال، حيث تهدف هذه التقنيات إلى تحقيق توازن بين التقدم التكنولوجي وحماية البيئة.

في هذا السياق، يأتي موضوع بحثنا لاستكشاف استخدام التوليف الأخضر لجسيمات أكسيد المغنيسيوم النانوية وفوائدها في مجالات متعددة. تتمثل أهمية هذا الموضوع في قدرة تقنيات التوليف الأخضر على تحقيق توازن بين الحصول على منتجات نانوية عالية الجودة وحماية البيئة والصحة العامة. تسعى الدراسة إلى تحضير أكسيد المغنيسيوم النانوي باستخدام تقنيات التوليف الأخضر ودراسة خصائصه، بالإضافة إلى استكشاف تطبيقاته الواسعة في المجالات البيولوجية والصناعية والبيئية.

من خلال هذا البحث، نتطلع إلى فهم أعمق لمزايا وتحديات استخدام التوليف الأخضر في تحضير جسيمات أكسيد المغنيسيوم النانوية، وكيفية تحقيق الاستدامة في عمليات التصنيع النانوي. تهدف الدراسة إلى إبراز الأثر الإيجابي لهذه التقنيات على الصعيدين البيئي والاقتصادي، وتقديم توصيات عملية لتعزيز استخدامها في مجالات متعددة.

تتكامل أهمية هذا البحث مع التحديات البيئية والتكنولوجية الحديثة، حيث نسعى إلى تطوير حلول مبتكرة تحقق التوازن بين التقدم التكنولوجي وحماية البيئة. يأمل البحث في تقديم مساهمة فعّالة في تعزيز الاستدامة وتطوير الصناعات النانوية بطرق تعتمد على المبادئ البيئية والاقتصادية. وتم تقسيم بحثنا إلى جزء نظري يحوي فصلين:

✓ **الفصل الأول:** دراسة عامة حول نبات الإذخر

✓ **الفصل الثاني:** معلومات عامة حول الجسيمات النانوية وتعريف وتوصيف (MgO)

الجزء التطبيقي يحوي فصلين أيضاً:

✓ **الفصل الثالث:** الطرق والوسائل .

✓ **الفصل الرابع:** تحليل النتائج ومناقشتها.

وفي الأخير خلاصة تلخص النتائج المتحصل عليها.

الجزء النظري

الفصل الأول :

دراسة عامة حول نبات الإذخر

“Cymbopogon schoenanthus”

تمهيد:

عرف التداوي بالأعشاب منذ القديم في الحضارة المصرية واليونانية وحضارات أخرى، لاحتواء الأعشاب الطبية على مواد كيميائية فعالة في مختلف أعضائها بنسب متفاوتة، يتم الاستفادة من هذه المواد عن طريق استخلاصها من النباتات أو استهلاك النبات بشكل مباشر أو تجفيفه.^[1-2] بينما عادت المجتمعات إلى التداوي بما يسمى بالطب التقليدي أو الشعبي، لخلوه من المضاعفات والآثار الجانبية عكس الأدوية المصنعة مخبريا وكذلك لاحتوائه على كميات كبيرة ومتنوعة من المواد الكيميائية العلاجية والوقائية للعديد من الأمراض.^[3]

يتم الآن استخدام أكثر من 35000 نوع من النباتات في مختلف أنحاء العالم للأغراض الطبية، وتتنوع هذه النباتات في الجزائر نظرا لكبر مساحتها وتنوع مناخها مما أدى هذا إلى ظهور العديد من النباتات التي استنادًا على ذلك، يُوصى استخدام النباتات الطبية في حياتنا اليومية، إذ تُمثل اتجاهًا جديدًا في مجال العلاج البديل.

ومن هنا، يُلزمنا التعرف على فوائد هذه الأعشاب الطبية فيما يتعلق بالغذاء وعلاج الأمراض. ومن أهم هذه الأعشاب نبتة الأذخر "*Cymbopogon schoenanthus*"، وجاء ذكره في أحد الأحاديث الشريفة، فقد ثبت في الصحيح عن النبي >> أنه قال في مكة: "لا يخلت خلاها، قال له العباس: إلا الأذخر يا رسول الله فإنه لقينهم ولببوتهم، فقال الرسول: إلا الأذخر".^[4]

I.دراسة عامة حول نبات الأذخر "*Cymbopogon schoenanthus*"

1.I.التعريف بالعائلة النجيلية "Poaceae":

تعد العائلة النجيلية من أكبر العائلات النباتية الوعائية، والنجيلي هو مصطلح لاتيني يستخدم لوصف الأعشاب^[5] فأغلب نباتات هذه الفصيلة أعشاب والقليل منها شجري كما في بعض أنواع أشجار البامبو^[6] تحتوي الفصيلة النجيلية على 10000 نوع نباتي متجمعة في ما بين 650-785 جنسا^[5]، وحسب مراجع أخرى تتضمن الفصيلة ما لا يقل على 12000 نوع نباتي متجمعة في 700 جنس مختلفة^[7] أو أنها تشمل 4500 نوع نباتي متجمعة في 450 جنس منتشرة في جميع أنحاء العالم^[6] فهي تمثل نسبة من 25-45%

من الغطاء النباتي في العالم تتمركز بصفة خاصة في كل من صحراء شمال إفريقيا وبعض دول قارة آسيا.[5]

2.I جنس "Cymbopogon":

نباتات معمرة ونادرا ما تكون حولية، تتواجد في المناطق المدارية الاستوائية والشبه مدارية في كل من إفريقيا و آسيا وأستراليا بحيث معظمها يكون في آسيا فالصين لوحدها تضم 24 نوع. تزرع العديد من الأنواع وذلك من أجل استخلاص زيوتها المعطرة والتي غالبا ما تكون ذات عطر ليموني، تستخلص وتستخدم لإنتاج العطور لتباع وهذا من الناحية التجارية. أما بعض الأنواع الأخرى تستخدم في كل من الطب والطبخ، أو لاستخدامات أخرى كزيت السترونيلا الذي يستعمل لطرد الحشرات [8].

3.I الخصائص المورفولوجية للعائلة النجيلية "Chicouene": [6-9]

تتميز النباتات النجيلية بالعديد من الخصائص المورفولوجية الفريدة التي تساعدها على التأقلم مع مختلف البيئات. فيما يلي أهم الخصائص المورفولوجية لهذه العائلة:

- الجذر (Root): الجذور ليفية.

- الساق (Stem): أسطواني، مكون من عقد مصمتة وسلاميات مجوفة أو مصمتة.

- الأوراق (Leaves): مسطحة، ضيقة، ذات تعرق متوازي، تحتوي على جزئين: العلوي أخضر اللون يسمى النصل و السفلي محيط بالسلاميات يسمى الغمد. تحتوي بعض الأوراق على الأذينات وعددها اثنان متبادلة.

- الأزهار (Flowers): خنثى أو أحادية الجنس، تتكون من الأسدية وعددها ثلاثة وقد تصل إلى ستة كما في بعض أنواع الخيزران، وجود المدقة "Pistil" تتكون من كريلتين تتكون من كريلتين ملتحمتين تكونان المبيض "ovary" ويحمل المبيض فرعين يعرف كل منهما بالقلم "Style" ويحمل كل قلم تفرعات دقيقة تسمى مياسم ريشية.

- النورة (Flower heads): طرفية أو إبطية، سنبله مركبة تتركب من عدة سنبيلات تحمل كل منها زهرة.

- الثمار (Fruit): عادة ما تكون برة جافة وتتألف من الغلاف الثمري "Pericarp".

- البيئة والتكيف: النباتات النجيلية قادرة على النمو في مختلف البيئات، من الصحاري إلى المناطق الرطبة. و تمتلك بعض الأنواع قدرة على تحمل الجفاف والملوحة بفضل نظام جذري متطور ومرونة في تنظيم نموها.

4.I. تصنيف للعائلة النجيلية "Poaceae":

حسب دراسات سابقة^[10-11] فإن العائلة النجيلية تتبع التصنيف الموضح في الجدول التالي-جدول 01-

Kingdom	Plantae	النباتية	المملكة
Phylum	Spermatophyte	النباتية البذرية	الشعبة
Division	Angiosperme	مغطاة البذور	القسم
Class	Monocothyledon	أحادية الفلقة	الصف
Order	Poales	النجيليات	الرتبة
Family	Poaceae	النجيلية	العائلة

جدول (1-I):التصنيف النباتي للعائلة النجيلية"Poaceae"

5.I. نبات الأذخر "Cymbopogonschoenanthus":

الإذخر عشب معمر صحراوي قائم كثير الفروع، وله ساق قائم وصفه النباتي يصل ارتفاعه بين 30 و 60 سم، أوراقه شريطية خشنة، وتنمو نباتاته بشكل متجمع وأوراقه شريطية دقيقة وأزهاره حمراء على شكل نورات سنبلية مركبة ، أجزاء نباتاته خضراء بعد سقوط الأمطار ثم تصبح جافة كالقش عند ارتفاع درجة حرارة الطقس^[12] (الشكل-I-1).عرفه الرومان والإغريق وذكر مشاهير علمائهم فوائد الطبية في مؤلفاته وتحتوي أوراقها على زيت عطري تستمر رائحته المميزة عند تخزينه بشكل جيد فترة طويلة^[13].



الشكل (1-I): صورة فوتوغرافية لنبات الإذخر "Cymbopogon schoenanthus"^[14]

6.I. الأسماء الشائعة لنبات الإذخر "Cymbopogon schoenanthus":

نبات الإذخر المعروف علمياً باسم "Cymbopogon schoenanthus" له عدة أسماء شائعة تختلف باختلاف المناطق واللغات. من الأسماء الشائعة لهذا النبات: "Andropogon schoenanthus" [16-15] L. "Andropogon proximus", "Cymbopogon proximus"

يوضح جدول (2-I): التسميات العامية لنبات الإذخر في بعض مناطق العالم.

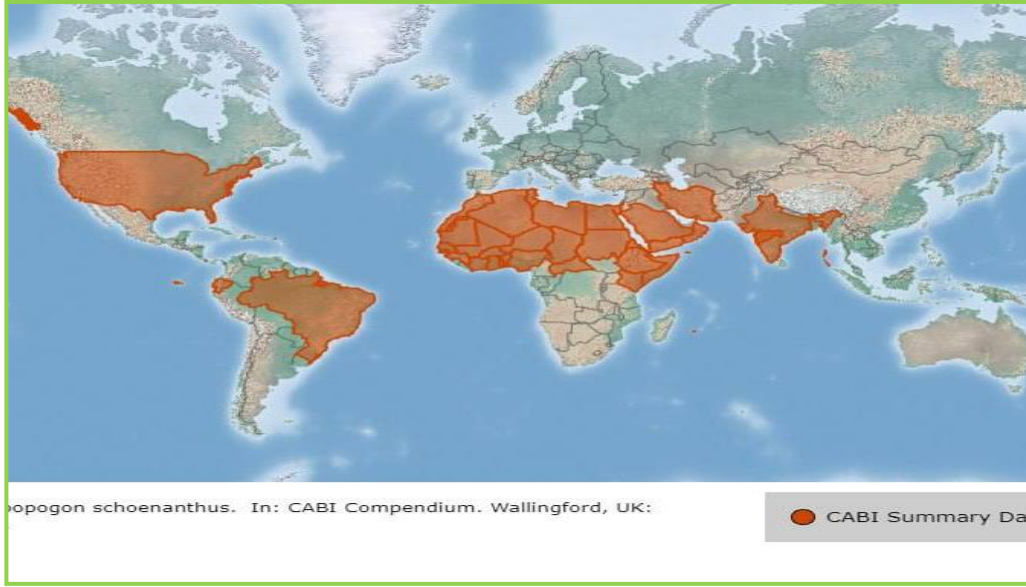
البلد	التسميات العامية
الجزائر, تونس	اللماد, اللمد.
الإمارات, المملكة العربية السعودية	حشيش الجمل, سنبل عربي, حلفا بر, حلفا مكة, اصخبر, قش مكة, سراد, محاح, خلال ماموني, هشمة, خصب, حمرا, الإذخر.
الهند	Lamjak, Khavi, Bur, Jwarankush, ,Rohisha (var) الهند, RusaaGhaas .
فرنسا	Schoenanthus officinale, Herb de Citron
بريطانيا	Camel's hay, Lemon grass, Camel .grass

جدول (2-I): التسميات الشائعة لنبات الإذخر في بعض المناطق من

العالم "Cymbopogon schoenanthus". [18-17-15].

7.I. التوزيع الجغرافي لنبات الإذخر "Cymbopogon schoenanthus":

ينتشر نبات الإذخر على نطاق واسع على مستوى العالم. حيث يتوزع في كل من المناطق المدارية [19] والشبه مدارية [20] أما في الجزائر فيتواجد في المناطق الجافة ذات تساقط قليل (100-150 ملم في السنة) ويتم العثور على هذا النبات في الترب الرملية الغير مالحة. [19]



الشكل (I-2): الانتشار الجغرافي

8.I. فوائد و الإستعمالات الطبية لنبات الإذخر "Cymbopogon schoenanthus":

تعرف النباتات الطبية على أنها النباتات التي تستخدم لمنع أو علاج أو التخفيف من الأمراض المختلفة، حيث يستخدم أكثر من 35 ألف من النباتات تقريبا في جميع أنحاء العالم لأغراض طبية [21]، ومن بين الخصائص العلاجية لنبات الإذخر "Cymbopogon schoenanthus":

الطب القديم :

في الطب النبوي الإذخر يستخدم لانفتاح العروق ، يدر البول والطمث ، ويفتت الحصى التي تتكون عادة في المرارة ، الكلى ، المثانة ويحلل الأورام الصلبة في المعدة والكبد والكلية شربا وضمادا ، وأصله يقوي عمود الأسنان والمعدة ويسكن الغثيان ويعقل البطن [22-24] .

الطب الحديث :

تستخدم هذه النباتات كعقار مضاد للمغص وتطهير المسالك البولية ، وطاردة للغازات ، ومدر للبول ومقو، ومعرق ويعالج آلام المعدة والعادة الشهرية ، وتدليك الجسم بالزيت يمنح الجلد نعومة وطلاوة ، والراحة للمضلات ، أما المفاصل فيفيدها كعلاج للروماتيزم والنقيع ينقي الصدر والمعدة ، والدماغ من الأخلط الفاسدة ويحلل الأورام مطلقا ، ويسكن آلام اللثة والأسنان ، ويقاوم السموم ويفتت الحصى طارد للبلغم ، وتستعمل أوراقه لخفض حرارة الجسم ، وزيته، كمقو للأعصاب ومنبه ، ويعالج العقم عند النساء وتستخدم الجذور في التحضير العطور ومستحضرات التجميل [26-25-23-22].

فوائد طبية أخرى:

أجرى حديثاً فريق علمي بكلية الصيدلة بجامعة الملك سعود بالرياض دراسة على التأثيرات الصيدلانية لمستخلص مزيج من الغول (الكحول) والكلوروفورم (مذيب عضوي) لنبات الإذخر على حيوانات التجارب - الأرناب، والمنشورة في كتاب (Saudi plants. A phytochemical&Biological approach) فاكتشفوا ظهور تأثيرات مهدئة للمستخلص الغولي على سلوك هذه الحيوانات المخبرية، وأظهر فعالية ضد نشاط الجراثيم العنقودية، وخميرة مرضية من نوع كانديدا "Candida albicans" ولهما سمية عند استخدام تركيز مرتفع منه على الجمبري، وقد تفيد هذه النتائج العلمية وغيرها في التوسع في استخدامات الإذخر في علاج المرضى.^[27]

9.I. المكونات الفعالة لنبات الإذخر "Cymbopogon schoenanthus" :

تستخدم طبياً جميع أجزاء نبات الإذخر المحتوية على زيوت طيارة، وتحتوي أوراقه بشكل خاص قبل الإزهار على زيت عطري فيه مركب الجيراننيول "Geraniol" وهو يشبه زيت حشيشة الليمون أو العطرة "Lemon grass" ، وهو مزيج من رائحة النعناع ومادة راتنجية مرة ومركب بروكسيماديول "Proximadiol" ، وكومارين "coumarins"

وقلويدات "alkaloids" وفلافونيدات "flavonoids" وستيرولاتوتانينات وزيت عطري .^[28]

10.I. التركيب الكيميائي لنبات الإذخر "Cymbopogon schoenanthus" :

الإذخر عشب معمر عطري قائم، ويتواجد في شكل حزم متجمعة على شكل خصل^[29]، تتفرع النبتة بغزارة من القاعدة نحو الأعلى، حيث يصل ارتفاعها من 30 إلى 40 سم^[30]، أو 60-80 سم^[19]، ينتمي الإذخر للعائلة النجيلية، ويمكنه أن يصل إلى المترين^[31]، المادة الفعالة الرئيسية في الإذخر هي الزيوت الأساسية^[32]، وتكون بدرجة كبيرة على مستوى الأوراق^[33].

تتكون نبتة الإذخر "Cymbopogon schoenanthus"، من قسم ترابي (الجذر) وقسم هوائي، ويتطور النبات من القسم الترابي.

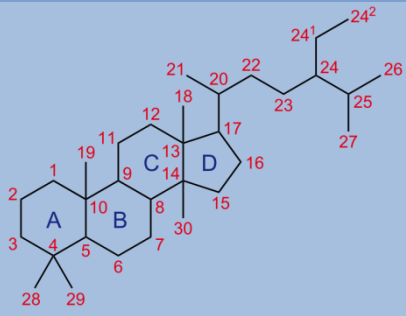
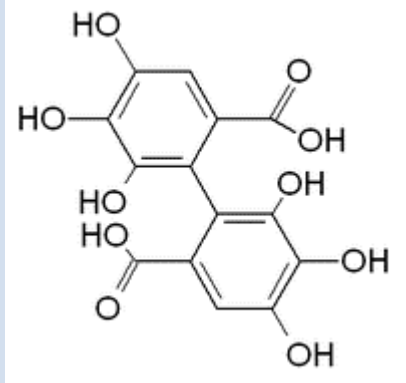
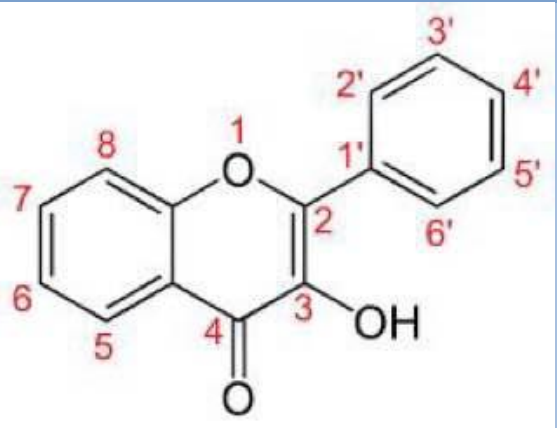
- الجذور: قصيرة، يمتاز برائحة لطيفة^[31] حزمية اسطوانية الشكل، لونها أبيض لبنى يتراوح طولها من 5 إلى 14 سم.^[34]

- الساق: قائمة، قصيرة يصل ارتفاعها من 30 إلى 40 سم تحمل الساق من 4-2 عقد.^[35]

- الأوراق: شريطية ضيقة^[29] طويلة^[36] خطية، حادة، تغطي بطبقة رقيقة من الشمع^[31]، متناوبة^[33] تنتهي بسنبلة^[36]

- الأزهار : خصبة بشكل واضح^[37]، سنبلية حمراء اللون مكسوة محاطة بشعور حريرية^[29]

- الإزهار: يكون في فصل الربيع وعادة في شهري مارس وأفريل.^[19]

المركب	الإسم	المرجع
	Steroid	[19]
	Tanins	[19]
	الفلافونول	[19]

جدول (3-I): بعض المركبات المفصولة من نبات الأذخر^[19] *Cymbopogon schoenanthus*

المراجع

المراجع باللغة العربية :

- [4] باب التحريم مكة وصيدها وخلاها. (83/7) صحيح مسلم ،
- [6] شكري إ. س.، - النباتات الزهرية- نشأتها، تطورها، تصنيفها. دار الفكر العربي. القاهرة. ص 230. 1994.
- [12] ابن منظور، جمال الدين محمد لسان العرب. ج 4 ، ص 303، دار صادر، بيروت، لبنان
- [13] لبنية، م. ا. ع. & محيي الدين عمر. من النباتات الطبية في المدينة المنورة: الرحلة، الإنخر، القيصوم. (2007).
- [14] عميار كوثر، غنابزية حدي، المساهمة في دراسة بيئية، كيميائية وبيولوجية لنبات صحراوي اللاماد " *Cymbopogon schoenanthus L* ، مذكرة لنيل شهادة ماستر أكاديمي تخصص بيولوجيا وتثمين النبات ، جامعة الشهيد حمه لخضر ، الوادي ، ص 2016.10.
- [22] د- يحيي محمودي "الأعشاب الطبية من الحديقة النبوية " طبعة الثانية 1424 هـ - ص 35- 2003,41م.
- [23] د - أحمد شمس الدين التداوي بالأعشاب والنباتات قديما وحديثا دار الكتب العلمية ، منشورات محمد لبنان ص علي بيضون - بيروت - لبنان ص 41-42.
- [24] الإمام الحافظ شمس الدين أبي عبد الله بن قيم الجوزية 'معجم التداوي بالأعشاب والنباتات الطبية دار الشهاب باتنة الجزائر بالتعاون مع مكتبة التراث الإسلامي القاهرة، طبعة ، ص 12. 1987م.
- [25] د. شحات نصر أبوزيد "فسولوجيا وكيمياء الزيوت الطيارة للنباتات العطرية " دار المريخ للنشر ص 29
- [26] د. عبد الباسط محمد سيد "موسوعة الأم للعلاج بالأعشاب والنباتات الطبية " دار ألفا للتوزيع والنشر الطبعة الرابعة 1431 هـ - 2010م.
- [28] المنظمة العربية للتنمية الزراعية. النباتات الطبية والعطرية والسامة في الوطن العربي. ص 254 ، الجامعة العربية، الخرطوم، السودان. (1988م).

[29] الدجوى ع،- موسوعة النباتات الطبية والعطرية. الطبعة الأولى . مكتبة مديولى . القاهرة ص 451 . 1996 .

[38] سيدع.ب.م .وحسين ع.ت.، - الموسوعة الأم للعلاج بالأعشاب و النباتات الطبية . الطبعة الأولى . دار ألفا للطبع و النشر ص 768 . 2004 .

المراجع باللغة الأجنبية:

- [1] Acharya, Deepak and Shrivastava Anshu: Indigenous Aavishkar Publishers Distributor, Jaipur India. ISBN 978-81-7910-252-7. pp 440,(2008).
- [2] N. R. Faenszorth. et. al, 1986-"lace des plantesmédicinales dans la thérapeutique " Bulletin of the World Health Organization 64(2) p. 159
- [3] J. A. Duke-"The green pharmacy: New discoveries in herbalremedies for common diseases and conditions from the world's foremost authority on healing herbs " Rodale,. , 1997,
- [5] Stanley K - Evolutionary trends in the grasses (poaceae) : a review. the michiganbotanist.Vol .38.N (38):3-12.,1999.
- [7] Pierrick H ., Poaceae - Définition. Sante-Medecine .Sante-Medecine p1. 2015.
- [8] Maoshu X ., Shouliang C., Sylvia M - *Cymbopogon sprengel*, pl. min cogn. pug. Flora of china. Vol .22: 624–631. ., 2006
- [9] Chicouene D., - Comparaison des inflorescences numéro 10 de gramineae et cyperaceae armoricaines. E.R.I.C.A.N (10):36-48.1998
- [10] Nakamura A.T., Wagner H.M. L ., Scatena V.L ., - Anther and pollen development in some species of poaceae (poales).Brazil journal biological Vol .70. N (2): 351-360. 2010.
- [11] Ourari M- Polycopié de cours de botanique, Universite abderrahmane mira de bejaïa ,45p.,2014
- [15] Prasad C.,Singh D ., Shukla O ., Singh U. B., – *Cymbopogon jwarancusa*An important medicinal plante .The pharma innovation journal. Vol. 3. N (6): 13-19. 2014.
- [16] EltahirA.S .et Abuereish B. I- Comparative foliarepidermalstudies in *Cymbopogon citratus*and *Cymbopogon schoenanthus*in sudan. Journal of chemical and pharmaceutical research .Vol. 2.N.(4):449-455. .,2010.
- [17] Ecocert S., - Catalogue semences & plants de plantes à parfum Aromatiques et méd icinales l’agriculture biologique.100 p. 2013.
- [18] Khare C.P., Indian medicinal plants an illustrated dictionary Springer.836 p . 2007.

- [19] Benhouhou S.S. et Saadoun N., - Contribution à l'étude de la flore de la région de béni-abbès. undergraduatethesis. University of algiers. 241 p. 1986.
- [20] Ben Othman M., Han J., El omri A., Ksouri R., Neffati M., Isoda H., - Antistress Effects of the ethanolic extract from *Cymbopogon schoenanthus* Growing Wild in Tunisia..Hindawi Publishing Corporation :1- 9. 2013.
- [21] N. SOUSSOU."، Caractérisations biochimiques de quelques Plantes spontanées médicinales à travers des différents modes de séchage".Memoires. Master University kasdi Merbah Ouargla. 2014.
- [27] El-yahya ,M.A.,et al: Saudiplants.Aphytochemical&Biological approach. P147. (1990),
- [30] Nedjmi A. et Soussou A., - Caractérisations biochimiques de quelques plantes spontanées médicinales à travers des différents modes de séchage. Mémoire master academique ,Universitekasdimerbahouargla ,44p. 2014.
- [31] Sousa E. M. B. D., Câmara A. P. C., Costa W. A., Costa A. C. J., Oliveira H.N.M., Galvão E. L., Marques M. M. O., - Evaluation of the extraction process of the essential oil from *cymbopogon schoenanthus* with pressurized carbon dioxide. Brazilian archives of biology and technology. Vol (48): 231-236. 2005,
- [32] Musa H.A.A., Ahmed E. E., Osman G. A. M., Ali H. A., Müller J.L., Microbial load and phytochemicals stability of camel hay (*Cymbopogon schoenanthus* L) leaves as affected by gamma irradiation. Agriculture and biology journal of north America .Vol. 1.N (4): 662- 670. 2010.
- [33] Khadri A., Ascensão L. M. P., Alves R. M. S., Nogueira J.M.F., Araújo M.E.M., Neffati M., Smiti S., – Anatomie et histochimie de *Cymbopogon schoenanthus* (Poacée) morphoanatomy and histochemistry of *Cymbopogon schoenanthus* (Poaceae). Revue des régions arides.Vol.24.N (2): 112-121. 2010.
- [34] Sambourou M., - Biologie et ecologie de *Cymbopogon schoenanthus*

- (1.) spreng dans la zone soudanienne du burkina faso. Cas de bondoukuy (province du mouhoun).Mémoire pour obtenir le diplôme d'etude approfondies en sciences biologiques appliquees, Université de ouagadougou,93p. 1995.
- [35] Quzel P .et Santa S., - Nouvelle flore de l'Algérie et de régions désertiques méridionales. ed. C.N.R.S. Paris. 1165p. 1962.
- [36] Onadja Y.,Ouedraogo A ., Samate A.D., - Chemical composition and physical characteristics of the essential oil of *cymbopogonschoenanthus*(L.) spreng of Burkina faso. Journal of applied sciences. Vol.7.N (4): 503-506. 2007.
- [37] Amraoui K., - Etude in vitro de l'activité des huiles essentielles de quelques plantes spontanées sur la croissance des moisissures associées aux graines des cereals. Mémoire master academique, Universitekasdimerbah ouargla , 48p. 2014.

الفصل الثاني :

معلومات عامة حول الجسيمات النانوية
وتعريف وتوصيف (MgO NPs)

تمهيد:

يستمر التطور العلمي في التقدم باستمرار ، وتظهر اكتشافات جديدة في مختلف العلوم والمجالات ، بما في ذلك علم النانو الذي ظهر في منتصف القرن الماضي. أول من أثار الجدل حوله كان الفيزيائي الشهير ريتشارد فمان في محاضراته المشهورة، حيث استعرض تاريخ الاستخدامات النانوية بالعودة إلى الحضارات الإفريقية واليونانية، حيث استخدموا تقنية النانو في صناعة الزجاج. مفهوم النانو يشير إلى الأبعاد القزمة، حيث يساوي 1 نانومتر 10^{-9} متر. سنتناول في هذا الفصل تفاصيل علم النانو، وتقنياته، وأبعاد المواد النانوية. وعلاوة على ذلك سوف نصنف الجسيمات النانوية و نحدد خصائصها وتعريف وتوصيف (MgONPs).

1.II. مصطلح النانو:

"Nano" كلمة صغيرة مكونة من أربعة حروف أصلها من اللغة اليونانية القديمة وتعني "القزم".^[1]

2.II. مفهوم علم النانو:

علم النانو "Nanoscience" هو العلم الذي يهتم بدراسة وتوصيف مواد النانو وتحديد خصائصها الكيميائية، الفيزيائية، والميكانيكية، بالإضافة إلى دراسة الظواهر المرتبطة الناتجة عن تصغير أحجامها. إن تصغير أحجام المواد إلى مستوى النانومتر ليس هدفاً بحد ذاته، بل يمثل تحولاً نوعياً وعلمياً يتحدى النظريات الفيزيائية والكيميائية التقليدية، بغية إنتاج فئة جديدة من المواد تُسمى بالمواد النانوية، التي تتطابق خصائصها المتميزة مع متطلبات التكنولوجيا المتقدمة للتطبيقات المختلفة. وبناءً على هذا المفهوم، فإن تطبيقات تكنولوجيا النانو لا تقتصر على مجال واحد من مجالات العلوم أو الهندسة أو الطب، بل تمتد لتشمل جميع الفروع والتطبيقات.^[2]

من الخطأ الاعتقاد بأن تكنولوجيا النانو مجرد وسيلة للحصول على منتجات متميزة فقط؛ بل هي أرقى بكثير من ذلك. بدون تكنولوجيا النانو وتقنياتها، لما كنا قد حققنا الطفرات الكبيرة والقفزات العملاقة في عالم الاتصالات والمعلومات، ولما تمكنا من التعمق في الهندسة الوراثية والتكنولوجيا الحيوية. كذلك، لم يكن للعالم أن ينجز هذه الإنجازات في مجالات الطب والدواء ومكافحة السرطان.

3.II. تكنولوجيا النانو "Nanotechnology":

النانو تكنولوجي هو علم يهتم بدراسة ومعالجة المادة على المستوى الجزيئي والدقيق جداً، والعمل على ابتكار تقنيات متطورة ووسائل جديدة تقاس أبعادها بالنانو متر، وهي أبعاد دقيقة وضئيلة جداً مقارنة بالبكتيريا والخلايا

الحيّة. النانو متر هو وحدة قياس تعادل جزءًا من الألف من الميكرو متر، أو جزءًا من المليون من المليمتر، بمعنى أن النانو متر يساوي جزءًا من مليار من المتر. تركز هذه التقنية على خواص المواد على نطاق واسع، بغض النظر عن اختلاف مجالاتها، من أشباه الموصلات إلى ابتكار طرق حديثة تعتمد على التجمع الجزيئي .

4.II. المواد النانوية:

يمكن أن نعرف المواد النانوية "Nanomaterials" بأنها تلك المجموعة المتميزة من المواد المتطورة التي يمكن انتاجها بحيث تتراوح مقاييس أبعادها أو أبعاد حبيباتها الداخلية بين 1 نانومتر و 100 نانومتر، وقد أدى صغر أحجام ومقاييس هذه المواد إلى سلوك مغاير للمواد التقليدية كبيرة الحجم التي تتجاوز أبعادها 100 نانومتر، مما يكسبها صفات مميزة لا يمكن أن توجد مجتمعة في المواد التقليدية.

تعتبر المواد النانوية مواد البناء الأساسية للقرن 21 وركنًا مهمًا من أركان تكنولوجيايات هذا القرن، مثل تكنولوجيا النانو، التكنولوجيا الحيوية، والتي تعتبر مقياس لتقدم الأمم وحضاراتها ومؤشرًا على نهضتها. تتنوع المواد النانوية من حيث المصدر والنسبة، حيث يمكن أن تكون مواد عضوية أو غير عضوية، طبيعية أو مخلقة. تشمل جميع أنواع المواد الهندسية المعروفة، مثل العناصر الفلزية وسبائكها، أشباه الموصلات، الأكاسيد والمعادن، وتعزز الأداء بطرق فريدة وغير مسبوقه.^[3]

5.II. تصنيف المواد النانوية حسب الأبعاد:

1.5.II. المواد النانوية صفرية الأبعاد (0 D nanomaterials):

هي المواد التي تكون جميع أبعادها أكبر من 100 نانومتر مثل العناقيد النانوية، جسيمات نانوية والنقاط الكمومية، الفوليرينات الأغلفة النانوية.^[4] من أمثلة المواد النانوية صفرية الأبعاد:

1.1.5.II. النقاط الكمومية (Quantum Dots): جسيمات نانوية نصف ناقلة ذات أبعاد صفرية لها

خواص فريدة تعتمد على الحجم الخاص بها. تستعمل في التطبيقات الإلكترونية، والطبية الحيوية مثل أجهزة الكشف عن الضوء والموصلات الحيوية.^[4]

2.1.5.II. الجسيمات النانوية المعدنية (Nanoparticles): مثل الجسيمات النانوية الذهبية و الفضية

التي تُستخدم في التطبيقات الطبية والصناعية و هذا نظرًا لخواصها البصرية والكيميائية المميزة .^[4]

3.1.5.II. النقاط النانوية الكربونية (Carbon Nanodots): فهي تتميز بخصائص فلورية وتستعمل

في التطبيقات البيولوجية والطبية، مثل أجهزة الاستشعار الحيوية والعلامات الفلورية.^[4]

2.5.II. المواد النانوية احادية الابعاد (1D nanomaterials):

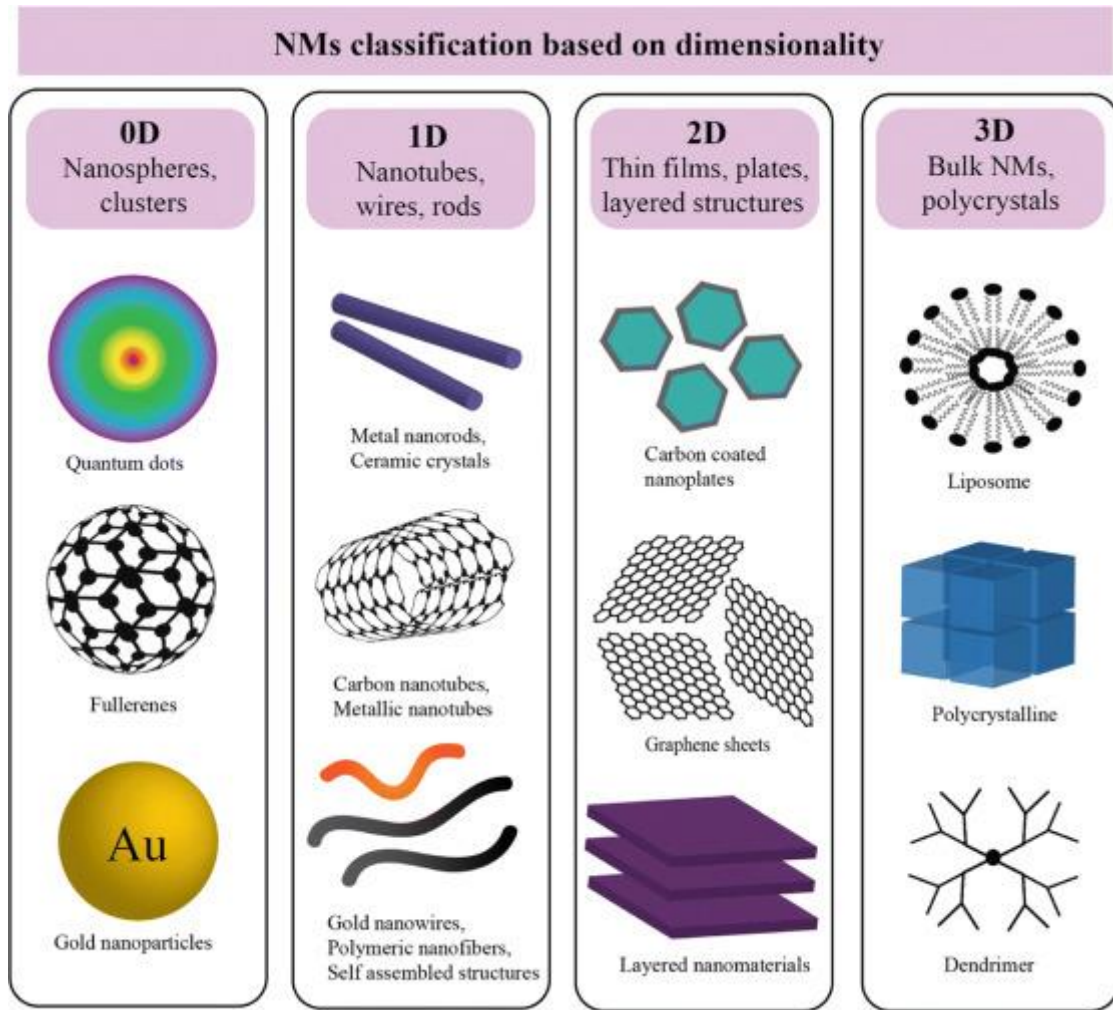
وتدخل تحت هذا الفئة جميع المواد التي يقل قياس أبعادها عن 100 نانومتر (التي لها بعد واحد فقط مثل الأسلاك النانوية والأنابيب والألياف النانوية). ويطلق على هذه الفئة بالمواد النانوية احادية الابعاد (اي التي لها بعد نانوي واحد فقط). ومن امثلة هذه المواد الرقائق او الاغشية "Thin Layer" مثل المواد النانوية الموظفة في اعمال طلاء الاسطح "Surface Nanocoating" كمثل التي تستخدم في طلاء اسطح المنتجات الفلزية بفرض حمايتها من التآكل بالصدأ، أو تلك الافلام رقيقة السمك "Thin Films" المستعملة في تغليف المنتجات الغذائية بهدف وقايتها من التلوث والتلف.^[4]

3.5.II. المواد النانوية ثنائية الابعاد (2D nanomaterials):

هي مواد متناهية الصغر، أغشية وطبقات وألواح ذات طبقات متناهية الصغر.^[4]

4.5.II. المواد النانوية ثلاثية الابعاد (3D nanomaterials):

سميت بثلاثية الأبعاد نظرا إلى أن مقاييس أبعادها على المحاور الثلاثة X, Z, Y تقل عن 100 نانومتر. ومن الجدير بالذكر ان هذه الفئة من المواد النانوية ثلاثية الابعاد سواء كانت على هيئة حبيبات ام مساحيق فائقة النعومة تترأس قائمة الانتاج العالمي من المواد النانوية بوجه عام وذلك نظرا لكثرة استعمالها في المجالات والتطبيقات التكنولوجية المتطورة. فعلى سبيل المثال تتوافر الآن في الاسواق مساحيق حبيبات نانوية لأكاسيد الفلزات ذات أهمية اقتصادية كبيرة حيث تدخل اكاسيد الفلزات مثل اوكسيد السيليكون (SiO₂)، اكاسيد التيتانيوم (TiO₂)، وكذلك اكاسيد الحديد (Fe₃O₄) في القطاع الصناعي للالكترونات ومواد البناء وصناعة البويا والطلاء، ولتساهم في رفع كفاءة وجودة المنتجات. وتعد فئة الحبيبات النانوية لعناصر الفلزات الحرة. وعلى خصوصا فلز الذهب من أهم المواد النانوية الحبيبية وذلك لأهميتها واستخداماتها في كثير من التطبيقات المتعلقة بقتل الاورام السرطانية التي تصيب أعضاء الجسم. وقد استعملت حبيبات الذهب النانوية في تحديد سلاسل الحمض النووي "DNA" المرتبطة بالمرض وكذلك في تحديد سلاسل الحمض النووي.^[4]



الشكل (II-1): تصنيف المواد النانوية حسب الأبعاد [5]

6.II. أشكال النانو:

يتم تحضير المواد النانوية على عدة أشكال منها :

- ✓ النقاط الكمية - "Quantum Dots"
- ✓ الفولورين - "Fullerene"
- ✓ الكرات النانوية - "Nanoballs"
- ✓ الجسيمات النانوية - "Nanoparticles"
- ✓ الأنابيب النانوية - "Nanotubes"
- ✓ الأسلاك النانوية - "Nanowires"

✓ الألياف النانوية - "Nanofibers"

✓ المركبات النانوية - "Nanocomposites"^[6]

7.II. خواص المواد النانوية:

تُعتبر المواد النانوية مجموعة متميزة من المواد المتقدمة، وهي مبنى أساسياً للتكنولوجيا في القرن الحادي والعشرين، حيث تتنوع في مصادرها وتركيباتها، سواء كانت عضوية أو غير عضوية. لها خصائص مميزة أهمها ما يلي:

1.7.II. الخواص الميكانيكية:

تتأثر الخواص الميكانيكية للمادة بشكل كبير بتصغير حجم الحبيبات وزيادة عدد الذرات الموجودة على أسطحها الخارجية. فعلى سبيل المثال، يزداد صلادة المواد الفلزية وسبائكها، وتتحسن مقاومتها للإجهادات المختلفة التي تتعرض لها، وذلك عن طريق تصغير حجم الحبيبات والتحكم في ترتيب الذرات داخل المادة.

تصغير حجم حبيبات المواد السيراميكية يساهم في تعزيز متانتها، وهي خاصية تفنقر إليها المواد السيراميكية التقليدية التي تشتهر بقابليتها للكسر وصعوبة تشكيلها. لقد أظهرت الأبحاث الموجهة نحو تطوير السيراميك وتحسين متانته وقابليته للتشكيل وتحمله للصدمات إمكانية تخليق أنواع جديدة من هذه المواد. على سبيل المثال، تُستخدم حبيبات كربيد التيتانيوم في تصنيع أدوات القطع والحفر التي تتعامل مع المواد شديدة الصلابة، كما تُستخدم في استكشاف مكامن النفط والبحيرات الجوفية عبر التعامل مع الصخور الجيولوجية الصلبة. تُعد هذه الحبيبات النانوية بديلاً اقتصادياً عن الماس الأسود باهظ الثمن، حيث تتفوق خصائصها على خصائص المواد التقليدية.

تشمل الحبيبات النانوية الأخرى مرتفعة الصلادة والمتانة، مثل حبيبات أكسيد الألمنيوم وأكسيد الزركونيوم، والتي تجد تطبيقات هامة في تغليف الأسطح الداخلية لاسطوانات المحركات. يهدف ذلك إلى زيادة العمر الافتراضي لتلك المحركات وحمايتها من الصدأ الذي يتعرض له نتيجة لتلامس المكونات الفلزية مع بعضها البعض، خاصة في الأماكن مرتفعة الحرارة، حيث تفقد الزيوت المستخدمة في التبريد كفاءتها.

تُعتبر الأغلفة المكونة من حبيبات النانو الفلزية المدمجة مع حبيبات السيراميك من العناصر الأساسية في صناعة هياكل الطائرات والمركبات الفضائية. تُستخدم هذه الأغلفة لتعزيز قدرة الهياكل على تحمل الإجهادات الناتجة عن التعرض للوهن والضعف، مما يؤدي إلى تحسين متانة وأداء الهياكل الفضائية والطائرات.

تساهم الحبيبات التي تغطي أسطح هياكل المركبات الفضائية في منع انتشار الشروخ ووقف تقدمها، مما يحافظ على سلامة وماتانة الطائرات ويزيد من أعمارها الافتراضية بنسبة تتراوح بين 200% و300%. تُعزى قدرة المواد النانوية العالية في وقف انتشار الشروخ إلى صغر أبعاد حبيباتها الدقيقة.^[7]

II.2.7. نقطة الانصهار :

تتأثر درجات حرارة انصهار المادة بتصغير أبعاد حبيباتها. فعلى سبيل المثال، درجة حرارة انصهار الذهب النقي، التي تُعرف بنقطة الانصهار، هي 1064 درجة مئوية. والسؤال الذي يطرح نفسه هو: هل تتغير هذه القيمة عند تغير أوضاع وترتيب ذرات الذهب نتيجة تصغير أبعاد حبيباته وزيادة مساحة أسطحه الخارجية؟

تختلف نقاط انصهار الذهب باختلاف أبعاد أقطار حبيباته، حيث تتخفص بتناقص أقطار تلك الحبيبات بشكل ملحوظ. فعلى سبيل المثال، تصل درجة انصهار الذهب إلى نحو 500 درجة مئوية عندما يصبح قطر حبيباته حوالي 1.35 نانومتر. هذا على الرغم من تساوي حبيبات الذهب ذات الأقطار المختلفة في التركيب الكيميائي وخلوها من الشوائب. ويُفسر علماء الفيزياء هذا الانخفاض في نقاط الانصهار بزيادة مساحة الأسطح الخارجية واختلاف مواضع وترتيب ذرات الذهب عن حالتها في الأبعاد الأكبر.^[7]

II.3.7. الخواص البصرية:

بالإضافة إلى الخصائص المهمة التي تتميز بها المواد النانوية، فقد جذبت هذه المواد اهتمام الباحثين والعلماء العاملين في مجال البصريات. وذلك نظرًا لامتلاكها خواص غير مسبوقه تختلف عن نظائرها من المواد التقليدية كبيرة الحبيبات.

من المدهش أن يؤثر حجم الحبيبات على الخصائص البصرية للمادة، بما في ذلك التشتت أو التفسير الضوئي لسطحها. فعلى سبيل المثال، اللون الذهبي الأصفر المعروف لحبيبات الذهب النقي التي يزيد قطرها عن 200 نانومتر، يصبح عديم اللون (شفافاً) إذا ما صُغرت هذه الحبيبات إلى أقل من 20 نانومتر. ومع المزيد من التصغير، تتغير ألوان الحبيبات من الأخضر إلى البرتقالي ثم الأحمر، وذلك بحسب أبعاد أقطارها. يؤثر تصغير حجم حبيبات الذهب أيضاً على قدرتها على مقاومة التفسير الضوئي، مما يمنحها القدرة على جمع انبعاث طيفي ضيق المدى مع طيف استثارة واسع المدى.

يُعتبر مجال الإلكترونيات والبصريات من أهم المجالات التطبيقية للمواد النانوية، التي تتميز بخصائص بصرية وقدرة فائقة على التوصيل الكهربائي. تُستخدم هذه المواد في صناعة الشاشات عالية الدقة وفائقة التباين ونقاء الألوان، مثل شاشات التلفاز والحواسيب الحديثة.^[7]

II.4.7. الخواص المغناطيسية:

تعتمد قوة المغناطيس اعتمادا كليا على مقاييس أبعاد حبيبات المادة المصنوع منها المغناطيس ، حيث كلما صغرت تلك الحبيبات وزادت مساحة أسطحها الخارجية ووجود الذرات على تلك الأسطح ، كلما ازدادت قوة وفعالية المغناطيس وشدته. وتعد المواد النانوية ذات الخواص المغناطيسية من أهم مصادر المواد التي تدخل في إنتاج المغناطيسات فائقة الشدة المستخدمة في المولدات الكهربائية الضخمة. ومحركات السفن والبواخر العملاقة . وكذلك تدخل الحبيبات النانوية للمواد المغناطيسية في صناعة أجهزة التحليل فائقة الدقة وكذلك في صناعة أجهزة التصوير بالرنين المغناطيسي وكذلك في أجهزة التشخيص الطبي بشكل عام.^[7]

II.5.7. الخواص الكهربائية :

أثر تناهي صغر أحجام حبيبات المواد النانوية وكثافة أعداد الحدود الحبيبية بالإيجاب على خواصها الكهربائية والتي تتمثل بقدرتها الفائقة على توصيل التيار الكهربائي .وتستخدم المواد النانوية الآن في صناعة أجهزة الحساسات الدقيقة والشرائح الالكترونية بمختلف الأجهزة الحديثة. و تستخدم أيضا في صناعة مكونات الهواتف الخلوية والحاسبات. مما مكن هذه القطاعات الصناعية من إنتاج أجهزة خفيفة الوزن عالية المواصفات التقنية وفي نفس الوقت منخفضة التكلفة . ويأتي التأثير الكمي على تلك الحبيبات النانوية متناهية الصغر لتحسين وتعزيز من تلك الخواص والخصال وذلك وفقا لنظرية ميكانيكا الكم التي جاءت لتصح قوانين نيوتن الكلاسيكية^[7].

II.6.7. تطبيقات المواد النانوية:

تطبق المواد النانوية في مجالات متنوعة، وسوف نذكر بعض المجالات:

الكيمياء

تقنية النانوتكنولوجيا في الكيمياء تعتمد على تجميع الذرات إلى جزيئات أكبر، مما يسهم في ابتكار مواد جديدة، وتحسين فعالية الأدوية مثل العلاج الكيميائي لخلايا السرطان، وتعزز امتصاص الجسم لهذه الأدوية.^[8]

الطاقة

تقنيات النانوتكنولوجيا تلعب دورًا هامًا في تطوير مصادر الطاقة التقليدية والمتجددة، وتسهم في استخدام الطاقة الشمسية بفعالية عبر الأنظمة الكهروضوئية، بالإضافة إلى إنتاج بطاريات قادرة على تخزين كميات كبيرة من الطاقة، وصناعة خلايا شمسية نانوية بتكلفة أقل من الخلايا التقليدية.^[8]

الإلكترونيات

تُعزز تقنيات النانو تكنولوجيا كفاءة الأجهزة الإلكترونية، وتساهم في تقليص حجمها وتقليل استهلاك الطاقة أثناء تشغيلها.^[9]

الفيزياء

تُستخدم تقنيات النانو تكنولوجيا في صناعة الآلات الدقيقة التي تحقن في جسد رواد الفضاء لمراقبة حالتهم الصحية، وتُعتمد أيضًا في التعامل مع الظواهر النانوية، وفي صناعة مولدات الكهرباء ومحركات السفن والغواصات.^[9]

الصناعة

تقنية النانوتكنولوجيا تُستخدم في مجموعة واسعة من الصناعات، حيث تُمكن من صناعة مواد صلبة خفيفة الوزن وبطاريات ذات فترة صلاحية طويلة. كما تُسهم في تصنيع شاشات ثلاثية الأبعاد وملابس قادرة على إزالة البقع، وتُستخدم أيضًا في تطوير زجاج مضاد للأتربة ومواد عازلة للحرارة في طلاء المباني.^[9]

الزراعة

تطبيقات التقنية النانوية لا تقتصر على مجالات معينة، بل تمتد إلى المجال الزراعي أيضًا، حيث تُسهم في تطوير علم الغذاء وزراعة الحبوب، وتحسين جودة وفائدة الطعام، وتعزيز سلامة الأطعمة.^[9]

8.II. أكسيد المغنيزيوم (MgO):

1.8.II. تعريف أكسيد المغنيزيوم (MgO) :

أكسيد المغنيزيوم النقي هو أحد مركبات المغنيزيوم الكيميائية، وهو مركب غير عضوي يتواجد في الطبيعة على شكل معدن ، غالبا ما يكون مسحوق أبيض اللون . في الوسط المائي يتحد بسرعة مع الماء لتكوين هيدروكسيد المغنيزيوم. يتم استخدامه كمضاد للحموضة وملين خفيف وله العديد من الاستخدامات.



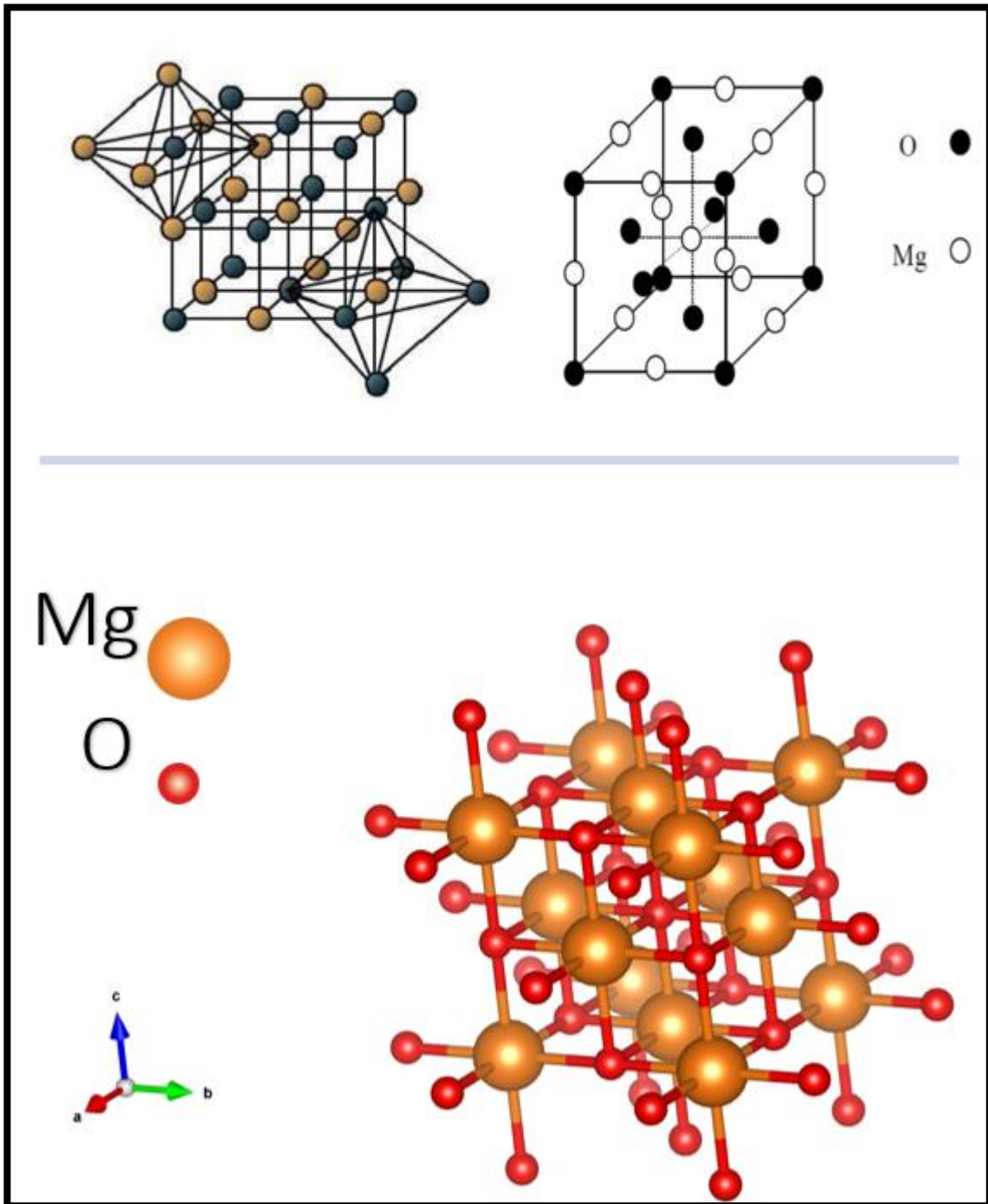
الشكل (2.II): أكسيد المغنيزيوم

لديه الصيغة الكيميائية MgO ويتكون من شعيرية من أيونات Mg^{+2} وأيونات O^{-2} التي عقدت معا عن طريق الترابط الأيوني. يتشكل هيدروكسيد المغنيزيوم في وجود الماء ($MgO + H_2O \rightarrow Mg(OH)_2$) ، ولكن يمكن عكسه عن طريق تسخينه لفصل الرطوبة.^[10]

2.8.II. بنية أكسيد المغنيزيوم (MgO):

1.2.8.II. التركيب البلوري:

أكسيد المغنيزيوم يمتلك بنية بلورية تعرف ببنية الفلوريت (fluorite structure)، وهي مشابهة لبنية كلوريد الصوديوم (NaCl) في ترتيبها البلوري. في هذه البنية، تكون أيونات المغنيسيوم (Mg^{2+}) وأيونات الأكسجين (O^{2-}) مرتبة في شبكة مكعبة مركزية الوجه (FCC). واسمه المعدني بريكلاز (periclase) و يسمى أيضا المغنيزيا (Magnesia)^[11]. لديه محاور بلورية متساوية الطول ومتعامدة حيث $a = b = c = 4.2130 \text{ \AA}$ و الزوايا المحورية (γ, β, α) قائمة بحيث ترتبط شوارد المغنيزيوم Mg^{+2} و أيونات الأكسجين O^{-2} مع بعضها برابطة شاردية^[11-12] كما هو موضح في الشكل:



الشكل (3.11): البنية البلورية لأكسيد المغنيزيوم [11-12]

II.2.2.8.2. الشبكية البلورية:

أيونات المغنيزيوم Mg^{+2} تحتل مواقع الزوايا ومراكز الأوجه في المكعب.

أيونات الأكسجين O^{-2} تحتل مراكز الزوايا الثمانية والمراكز الستة للأوجه في المكعب، مما يشكل ترتيباً متناسقاً ثلاثي الأبعاد.

II.9. أهم مجالات استخدام أكسيد المغنيسيوم :**II.9.1. استخدام أكسيد المغنيسيوم في مجال البناء :**

يعتبر أكسيد المغنيسيوم عنصر أساسي لمادة الأوكسوكوريد ($6H_2O, MgCl_2, MgO$)، التي هي الأساس في تحضير اسمنت البلاستيكا اللاعضوي الذي يمتاز بمقاومة عالية للحرائق كأجزاء السفن و ألواح البناء، كما يستخدم أكسيد المغنيزيوم في صناعة ألواح السيراميك و الأرضيات و ورق الحائط و البلاط. تمتاز ألواح أكسيد المغنيزيوم بالخصائص العامة المرغوبة كمقاومة الحريق ومقاومة الرطوبة و التعفن فضلا عن صلابتها العالية في بناء العازل الحراري و عزل جيد للصوت، إضافة الى ذلك فإنه يستخدم كبطانة في أفران المعادن و الزجاج بسبب تمدده المنخفض و مقاومته للتشقق. [15-16]

II.9.2. استخدام أكسيد المغنيسيوم في مجال الفولاذ والصلب :

أكسيد المغنيزيوم يشكل عنصراً أساسياً في بعض تركيبات صناعة الصلب، مثل الصلب المستخدم في تصنيع المحولات الكهربائية، كما يستخدم كحشو في الفولاذ المقاوم للصدأ المستخدم في أنظمة التدفئة الإلكترونية، ويتم استخدامه في الأواني الأنبوبية كقضبان تسخين كهربائية وحلقات مواعد الطهي الإلكترونية. وتعود شهرته الواسعة إلى قدرته على العزل الحراري العالي ومتوسط قدرته على توصيل الحرارة، كما يُستخدم في تصنيع بطانات الفرامل لمقاومته للإحتكاك، مما يعزز قدرة المعدن على تحمل الحرارة الناتجة عن الإحتكاك بين القرص الدوار والفرامل. [17-18-19]

II.9.3. استخدام أكسيد المغنيسيوم في مجال المستحضرات الصيدلانية :

يعتبر المركب مفيداً في مجال الصيدلة والعلاج، حيث يُستخدم كمضاد للحموضة وملين تناضحي لتخفيف عسر الهضم ومعالجة حرقة وحموضة المعدة. تُعد أهم مواصفات أكسيد المغنيزيوم الطبي المستخدم أن يكون ذا نقاوة عالية (بين 100 و 96.5) وخالياً من الكلوريدات والكبريتات والمعادن الثقيلة، مع $pH = 10.3$. [19-20-21-22]

9.II.4. استخدام أكسيد المغنيسيوم في مجال الأسمدة والأعلاف الحيوانية :

أكسيد المغنيسيوم يعتبر مواد مثالية لزراعة المحاصيل والبستنة، حيث يعد مصدراً أساسياً للمغنيسيوم الضروري لتغذية النباتات، مما يساهم في تعزيز فعالية الإنزيمات اللازمة لتفاعلات كيميائية حيوية لنمو النباتات بشكل صحيح، ويمكن استخدامه كسماد نباتي لتحقيق محاصيل مثالية. كما يُستخدم في تغذية الماشية من خلال الأعلاف الحيوانية، حيث يتم إضافته كجزء من خليط المعادن الذي يحتوي على المغنيسيا وإضافات أخرى. [23]

9.II.5. استخدام أكسيد المغنيسيوم في مجال الوقود وغازات المداخن :

يستخدم في مراحل النفط للحد من التآكل في أنابيب الصلب وتخفيف انبعاثات الكبريت في البيئة، كما يُضاف إلى الوقود لتحسين خصائصه مثل رفع رقم الأوكتان وتحسين عملية الاحتراق. كما يمكن استخدامه لمنع التآكل بواسطة الفانديوم في مراحل حرق الوقود. [17-22-24]

9.II.6. استخدام أكسيد المغنيسيوم في مجال الأحجار النارية :

تتميز الأحجار النارية المغنيزية بمقاومتها الفائقة للحرارة، حيث تستطيع تحمل درجات حرارة تزيد عن 1800 درجة مئوية. تُستخدم هذه الأحجار كبطانة في أفران الإسمنت وأفران استخلاص المعادن وأفران الزجاج. [18-25]

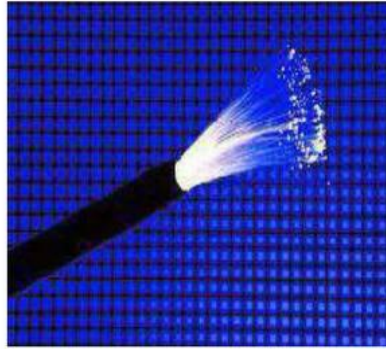
9.II.7. استخدامات أخرى :

- تتميز بخاصية عزل كهربائي عالية، مما يقلل من الجهد التشغيلي ويعزز من عمر اللوحة. [15-18-22-26]
- أكسيد المغنيزيوم يستخدم في صناعة الزجاج والألياف الزجاجية الضوئية، وهي خيوط رقيقة شفافة تنقل المعلومات عبر تحويلها إلى ضوء من المرسل إلى المستقبل، وتتميز بسبك يعادل سماكة الشعرة. تُصنع هذه الألياف من مواد زجاجية نقية، حيث يُدخل أكسيد المغنيزيوم في تركيبها بتراكيب متنوعة وتتراوح نسبها حتى 10% في الأنواع ذات المتانة العالية. [21-27]
- يستخدم في تحضير فلاتر معالجة المياه. [22]
- يستخدم في صناعة الورق كبديل للصودا في مراحل التبييض، لأنه يعدل حموضة أكاسيد الكبريت الناتجة عن أكسدة الأوراق المحضرة بطريقة كرافت "kraft"، يتم استخدامه في المكتبات للحفاظ على الكتب و يستخدم في صناعة خيوط الرايون "Rayon". [21-22]
- يستخدم كمانع لتكتل ومضاد للحموضة في تعبئة وتغليف الأغذية، حيث يندرج ضمن مجموعة المضافات الغذائية بفضل خصائصه الاسترطابية. [22-28-29-30]
- يستخدم لعزل المعادن في الكابلات و في صناعة أنابيب الحماية الحرارية. [31-32]

- يستخدم كمعدل حمض في زيوت التشحيم وفي صبغات الدهانات والطلاءات والورنيش، بالإضافة إلى استخدامه في تحضير بعض المواد اللاصقة. كما يُضاف كمسرّع في صناعة المطاط. [22-33]
- يستخدم في تحضير أملاح المغنيزيوم و بعض أنواع الزجاج الحيوي. [17-34-35]



تشكيل أفلام رقيقة



الزجاج الضوئي



المضافات الغذائية



المواد اللاصقة



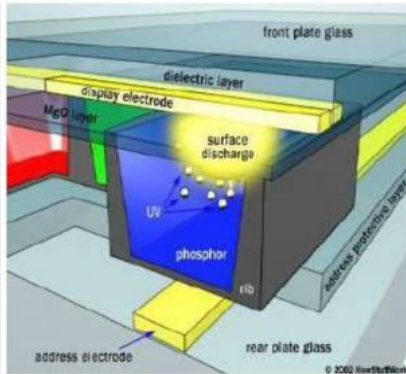
منتجات المطاط



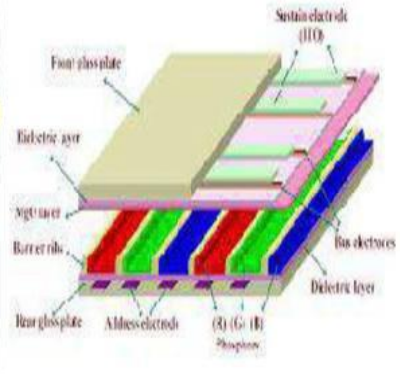
الأنابيب الحرارية



عزل المعادن في الكابلات



شاشة عرض البلازما



أشباه الموصلات

الشكل (4.II): بعض استخدامات أكسيد المغنيزيوم

10.II. خصائص جسيمات أكسيد المغنيزيوم النانوية MgO NPs :

يمثل الجدول القادم أهم الخصائص الفيزيائية والكيميائية [37-36]:

الخاصية	القيمة
درجة الانصهار	2825°C
درجة الغليان	3600°C
معامل الانكسار	1.7355 عند 589nm 1.7283 عند 750nm
الكثافة	3.58g/cm ³
الذوبانية	عمليا غير قابل للذوبان في الماء غير قابل للذوبان في الإيثانول قابل للذوبان في الأحماض ومحاليل ملح الأمونيوم
الوزن الجزيئي	40.304g/mol
الصلابة	5.5 إلى 6 mohs
الكتلة المولية	40.3044g/mol
الحرارة النوعية عند 27	0.92885KJ/Kg.K
السعة الحرارية	8.88cal/kmol
الموصلية الحرارية عند 267	60wat/mk
القابلية المغناطيسية	cu cm/mol-10.2 × 10 ⁻⁶

644cal /kmol	الأنتروبيا القياسية
$10.8 \times 10^{-6} K^{-1}$	معامل التمدد عند 273K
$42wm^{-1}K^{-1}$	الناقلية الحرارية عند 273K
9.68	ثابت العزل الكهربائي عند 1MHZ
$C_{44} = 155, C_{12} = 93, C_{11} = 294$	معامل المرونة
$0.05 cm^{-1}$	معامل الامتصاص عند $5.5\mu m$

الجدول (1.II): أهم الخصائص الفيزيائية والكيميائية

2.10.II. الخصائص الكهربائية :

أكسيد المغنيزيوم لديه قدرة عزل كهربائية عالية تجعله الأكثر استخداما في تصنيع الأنابيب الكهربائية و أنابيب التدفئة.^[17]

3.10.II. الخصائص الضوئية والالكترونية :

أكسيد المغنيزيوم يتمتع بقدرة عالية على انعكاس الأشعة فوق البنفسجية المرئية والقريبة، ويمتلك قمة امتصاص مميزة عند طول موجة 589 نانومتر، مما يجعله مفيداً في تطبيقات الأجهزة البصرية. كما يستخدم أكسيد المغنيزيوم ذو النقاوة العالية في صناعة الأشباه الموصلة وتطبيقات إلكترونية أخرى، بما في ذلك كطبقة عاكسة رقيقة تصل سماكتها إلى 0.7-3 ميكرومتر، حيث يبلغ معامل انكسارها 1.27 عند 1 ميكرومتر. [38-31-25]

11.II. الأهمية الصناعية لأكسيد المغنيزيوم :

يعتبر أكسيد المغنيسيوم مادة صناعية ذات أهمية بالغة بفضل تطبيقاته الرئيسية في تصنيع المواد المقاومة للحرارة والصلب. بالإضافة إلى ذلك، يُستخدم بشكل واسع في الصناعات الغذائية وفي صناعة العلف الحيواني.^[17]

12.II. المخاطر الكيميائية لأكسيد المغنيزيوم :

يتفاعل أكسيد المغنيسيوم بشدة مع الأحماض القوية، وتُحدد حدود التعرض لغباره عادةً بحوالي 15 مليغراماً لكل سنتيمتر مربع خلال فترة 8 ساعات. يُفضل تخزينه في عبوات محكمة الإغلاق وجافة. وعلى الرغم من أنه ليس

مادة مسرطنة وغير قابلة للاشتعال، إلا أنه قد يُسبب تهيجًا للجلد والعين والجهاز التنفسي، وقد يكون له تأثير ضار على البيئة المائية على المدى الطويل. [39-40]

13.II. طرق تحضير جسيمات أكسيد المغنيسيوم النانوية:

إن التقدم المستمر في البحوث العلمية وبالأخص مجال تكنولوجيا النانو دور مهم في ظهور مجموعة متنوعة من الأساليب لتوليف الجسيمات النانوية MgONPs انطلاقًا من مجموعة من المواد اعتمادًا على أصلها وطرق تصنيعها. [40]

13.II.1. الطرق البيولوجية:

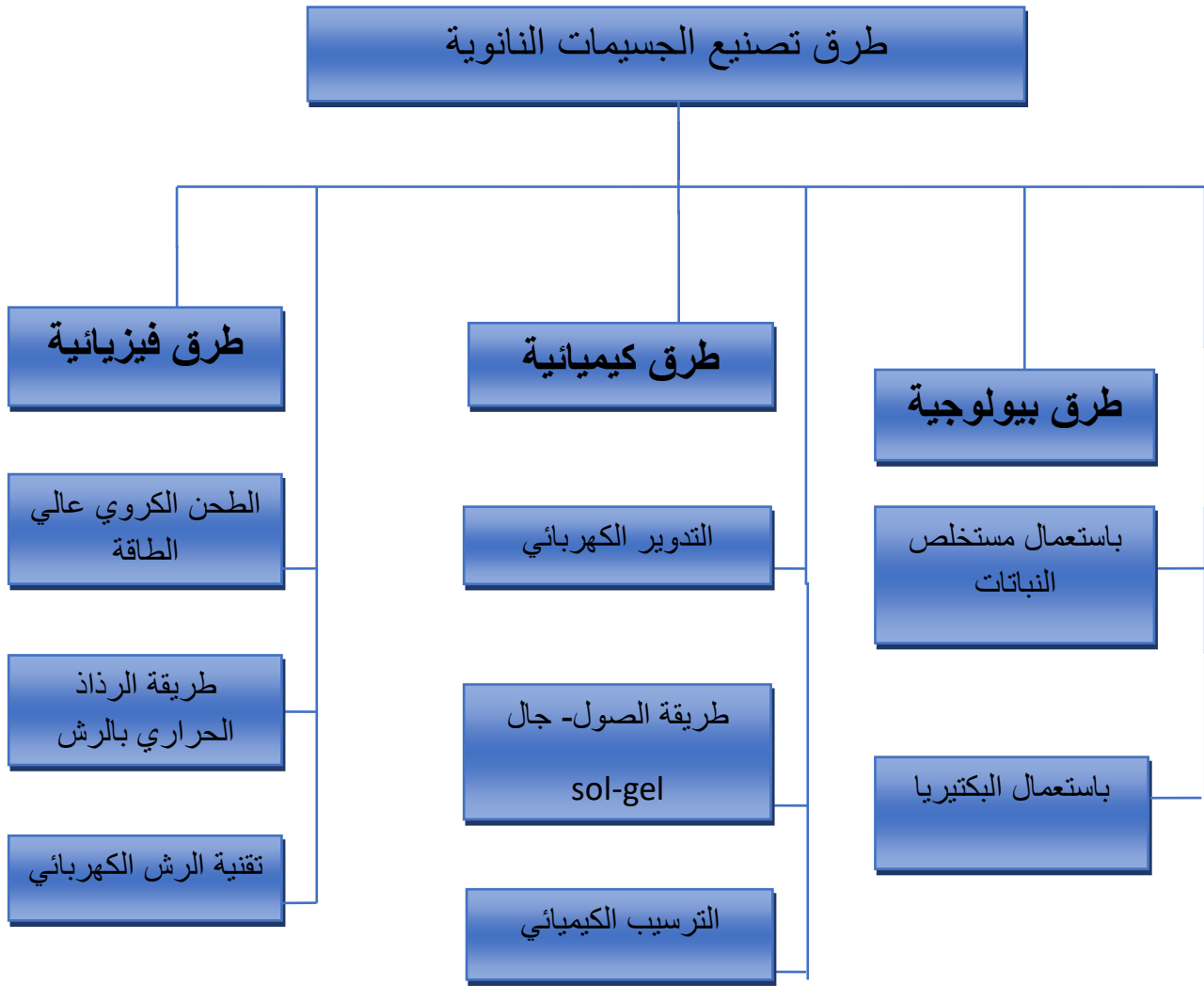
تساعد الطرق البيولوجية أو التصنيع الحيوي بتوفير بيئة حميدة ببرتوكول منخفض السمية والتكلفة وفعال لتصنيع NPS، وهذا ما جعلها تسمى بـ "التوليف الأخضر". حيث تقوم هذه الطريقة على استخدام الانظمة البيولوجية المتمثلة في البكتيريا الفطريات الفيروسات الخميرة، المستخلصات النباتية لتصنيع المعادن وأكاسيد المعادن NPS. [42]

13.II.2. الطرق الفيزيائية:

وتطبق الطرق الفيزيائية ضغطًا ميكانيكيًا أو إشعاعًا عالي الطاقة أو طاقة حرارية أو الطاقة الكهربائية للتسبب في تآكل المواد أو ذوبانها أو تبخرها أو تكثيفها لتوليد الجسيمات النانوية NPS، وتعمل هذه الأساليب بشكل أساسي على استراتيجية من أعلى إلى أسفل top-down وهي مفيدة كما هي خالية من التلوث بالمذيبات. [42]

13.II.3. الطرق الكيميائية:

حيث تعتبر الطرق الكيميائية لإنتاج الجسيمات النانوية واضحة في طبيعتها وغالبًا ما تسمح بتركيب الجسيمات النانوية بكميات كبيرة. [42]



الشكل (5.II): مخطط لمختلف طرق تصنيع الجسيمات النانوية^[41]

14.II. تقنيات التوصيف لجسيمات أكسيد المغنيسيوم النانوي:

توصيف الجسيمات النانوية هو فرع من علم قياس النانو، يقوم على تشخيص الخصائص الفيزيائية والكيميائية للجسيمات النانوية، حيث تتشابه في خصائصها الكيميائية، بينما تختلف في الخصائص الفيزيائية مثل الحجم والشكل وخصائص السطح والتبلور وحالة التشتت، والغرض من توصيف الجسيمات النانوية هو تحديد أغراض متنوعة لها، بما في ذلك دراسات السمية النانوية وتقييم التعرض في مكان العمل لتقييم مخاطر الصحة والسلامة، وكذلك للتحكم في عملية التصنيع. هناك مجموعة واسعة من الأدوات لقياس هذه الخصائص بما في ذلك تقنية مطيافية الأشعة تحت حمراء (FT-IR) التي تمكننا معرفة الوظائف الكيميائية للمركب، وتقنية حيود الأشعة

السينية (DRX) التي تحدد الشكل البلوري للمركب، وكذلك قياس طيف الامتصاص المرئي للأشعة فوق البنفسجية (UV-VIS) الذي يبين التحليل النوعي والكمي لعدد كبير من الأنواع العضوية وغير العضوية. [43]

II.1.14.1. تقنية مطيافية الأشعة تحت الحمراء (FT-IR):

II.1.14.1.1. التعريف:

تقنية مطيافية الأشعة تحت الحمراء تسلط الضوء على الهيئة الفعلية للجزيء، حيث تتعرف على الأطوال الموجية الممتصة من قبل العينة لتحليل خصائص المجموعات الكيميائية والوظائف الموجودة في المادة المدروسة. تُمكن الجداول المتاحة من تحديد نطاقات الامتصاص المميزة لكل رابطة كيميائية في المركبات، مما يتيح تحليل الأطياف وتحديد المجموعات الكيميائية المتوافقة معها. [44]

II.2.1.14.1. المبدأ:

يتم تسجيل بيانات التحليل الطيفي لأشعة تحت الحمراء كدالة زمنية، حيث يقوم مقياس التداخل بتعديل تردد الإشعاع الكهرومغناطيسي للإشارة المتذبذبة ببطء، ويقوم الكمبيوتر بتحويل هذه الإشارات إلى إشارات تذبذب فردية، كما يحسب التقلبات في ترددات الإشعاع التي يتم ملاحظتها متبوعة بالتذبذب المستمر.

تسجل هذه البيانات الأشعة تحت حمراء بطريقة رياضية التي تقوم بتحويل طيف المجال الزمني إلى طيف مجال تردد، يتم بواسطة برنامج كمبيوتر، يتم حساب شدة إشعاعات الأشعة تحت الحمراء قبل وبعد مرور العينة لقياس طيف الأشعة تحت الحمراء ومن ثم رسم الطيف المحور Y كوحدة (الامتصاص / النفاذية)، والمحور X كوحدة عدد الموجة. يتبع طيف الامتصاص (FTIR) قانون "Beer" الذي يربط الامتصاص كما هو موضح في المعادلة (II-1): [45]

$$A_{\lambda} = \varepsilon lc \dots \dots \dots (II - 1)$$

حيث:

A_{λ} : هي الامتصاص.

l: طول المسار.

ε : هي الامتصاصية.

c: هي التركيز.

ومع ذلك, فإن النفاذية لا تتناسب بشكل مباشر مع التركيز كما هو موضح في المعادلة (II-2):^[44]

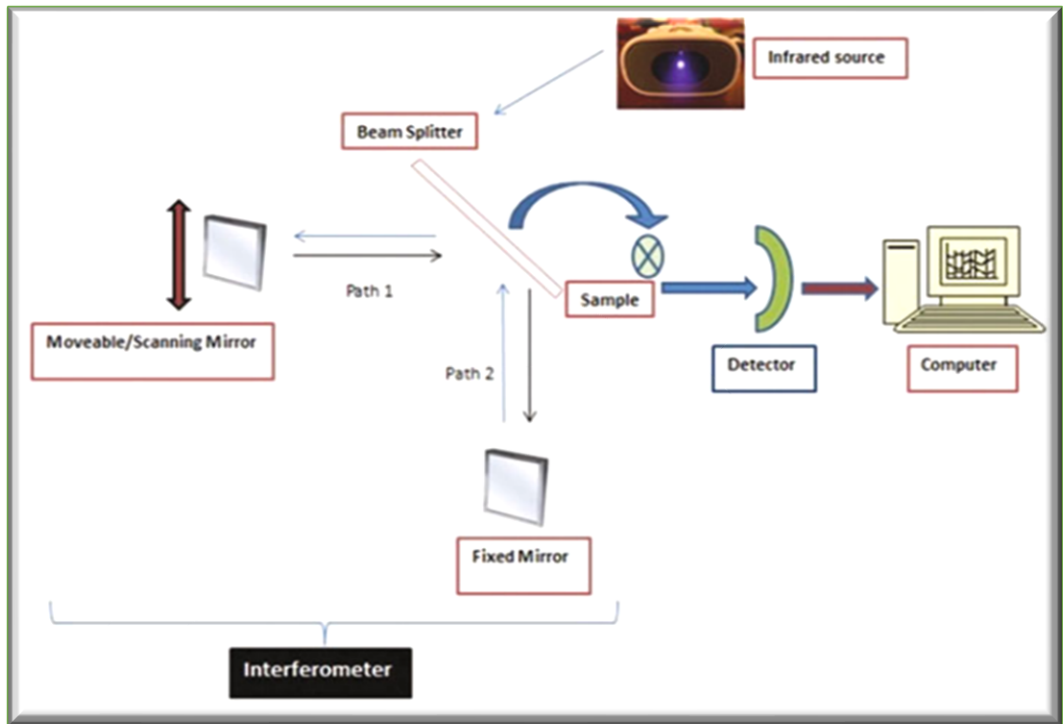
$$T\% = I_S = I_R$$

حيث:

T: هي النفاذية.

I_S: هي شدة الحزمة بعد تمرير العينة.

I_R: هي شدة الحزمة قبل تمرير العينة.



الشكل (II-6): كيفية عمل مطيافية الأشعة تحت الحمراء (FT-IR).^[45]

2.14.II. تقنية الأشعة السينية (DRX):

1.2.14.II. التعريف:

الأشعة السينية هي إشعاع كهرومغناطيسي يتراوح طولها موجي بين $(10 - 0.01)\text{Å}$ ، وهي تقنية الأكثر استعمالاً في معرفة الطبيعة البلورية للمركبات وكذا تقوم بتحديد تبلور المواد، ويمكن الحصول على أطياف الانعراج مباشرة من جزء صلب أو من كميات صغيرة من المسحوق الطيفي.^[46]

2.2.14.II. المبدأ:

حيود الأشعة السينية هو ظاهرة تشتت متماسك يحدث عندما تتفاعل مع مادة المراد تحليلها، و تعتمد بشكل أساسي على التركيب البلوري، فتنتج الموجة المنعرجة عن تداخل الموجات المنتشرة في كل ذرة. عند تسليط شعاع صادر من الأشعة السينية أحادية اللون على العينة المراد توصيفها فإنها تتفاعل مع السحابة الإلكترونية للذرات فتكون هناك ظاهرة حيود في حالة ما تكون للعينة بنية بلورية، وذلك بالاعتماد على قانون براج (المعادلة (II-3))^[47]

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

حيث:

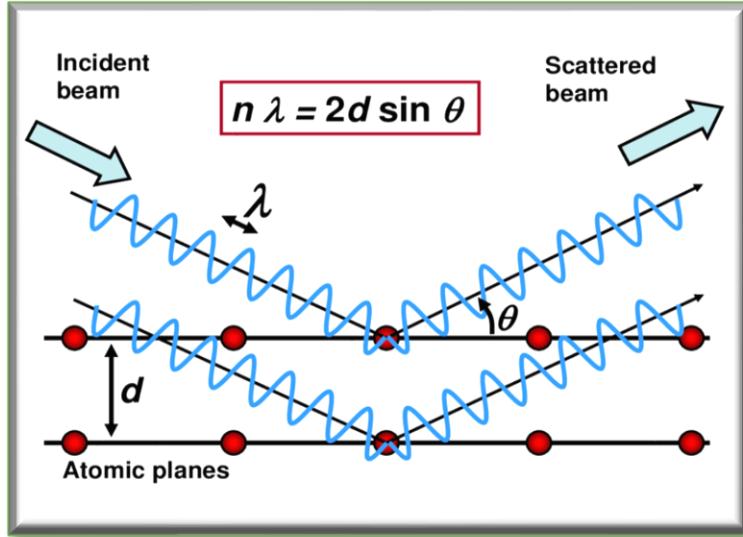
λ : هو الطول الموجي للحزمة المسطحة.

n : هو عدد صحيح يمثل مرتبة الحيود.

θ : يمثل زاوية حدوث الأشعة السينية بالنسبة لسطح العينة.

d_{hkl} : المسافة البينية.

يحدث حيود الأشعة السينية ذات الطول الموجي λ فقط عند زاوية خاصة تعين من خلالها المسافة البينية d_{hkl} بين المستويات البلورية.^[47-48]



الشكل (II-7): حيود الأشعة السينية أثناء التفاعل مع المواد. [45]

II.3.14.3. قياس طيف الإمتصاص المرئي للأشعة فوق البنفسجية (UV-VIS):

II.3.14.1. التعريف:

القياس الطيفي المرئي بالأشعة فوق البنفسجية هي تقنية الأمثل للتحليل النوعي والكمي لعدد كبير من الأنواع العضوية وغير العضوية، ويمكن معرفة من خلال هذه التقنية الخصائص البصرية للعينة المراد تحليلها مثل انتقال الضوء وامتصاصه. ونطاقات الطول الموجي المدروسة لها، ويكون نطاق الأشعة فوق البنفسجية (UV) ما بين 200 و 400 نانومتر، وبالنسبة للإشعاع المرئي (Vis) يتراوح ما بين 400 و 800 نانومتر. [49]

II.3.14.2. المبدأ:

يعتمد قياس طيف الامتصاص المرئي للأشعة فوق البنفسجية على امتصاص هذا الطيف للفوتون الذي يؤدي إلى انتقال إلكترونات التكافؤ من الحالة المستقرة إلى الحالة المثارة.

عند توجيه موجة ضوئية للإلكترونات بتردد يتوافق مع تردداتها الاهتزازية، فإنها تمتص طاقة الموجة الضوئية وتكتسب حركة اهتزازية. يتفاعل الإلكترون المهتز مع الإلكترونات المجاورة ويحول الاهتزاز إلى طاقة حرارية. ويعبر التحليل الطيفي للامتصاص إلى قياس امتصاص المادة للضوء كدالة لطول الموجة حيث توجد علاقة طردية بين عدد الجزيئات الممتصة وامتصاص الضوء والكثافة القصوى لطيف الامتصاص وهذا وفقا للقانون بيرلامبرت، يمكن تفسير هذا القانون بالمعادلة (II-4): [50]

$$A = \log (I_0 / I) = \epsilon l c$$

حيث:

I_0 : هي شدة الضوء المسلط على السطح.

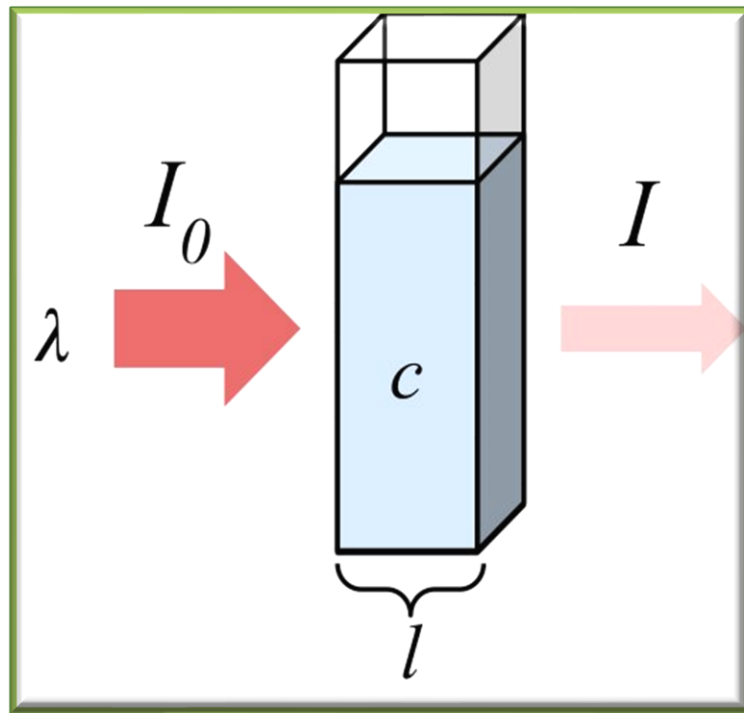
I : هي شدة الضوء الخارج.

l : طول مسار الضوء عبر العينة (cm)

c : تركيز المحلول ($\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$).

ϵ : معامل الامتصاص المولي ($\text{L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}$)

A : هي الامتصاصية المحلول.



الشكل (II- 8): شدة الشعاع المرسل وشدة الشعاع الممتص.^[51]

II.4.14. المجهر الإلكتروني الماسح MEB:

يعد المجهر الإلكتروني الماسح أحد المجاهر الإلكترونية الذي يصور العينة عن طريق مسحها بواسطة أشعة من الإلكترونات عالية الطاقة، بحيث تتفاعل الكترونات مع الذرات المكونة لسطح العينة فتنج عنها إشارات تتضمن معلومات عن هندسة السطح وتركيبه وخصائص أخرى مثل: التوصيلة الكهربائية وتنشأ هذه الإشارات من شعاع الإلكترونات الذي يصطدم بالعينة، والأسلوب الأكثر شيوعاً في الكشف بالمجهر الإلكتروني الماسح هو التصوير الإلكتروني الثانوي الذي يلحظ أن المجهر الماسح يستطيع إنتاج صور ذات تحليل عال جداً لسطح العينة، قد تصل إلى حجم يتراوح ما بين 1 و 5 نانومتر في الصور المجهرية لمجهر الماسح تكون ثلاثية الأبعاد وبذلك تساعد على فهم التركيب السطحي للعينة^[52].

II.1.4.14. المبدأ:**• توليد حزمة الإلكترونات:**

يتم توليد حزمة الإلكترونات بواسطة مدفع إلكتروني "Electron Gun"، وهو مصدر للإلكترونات. تستخدم عادة إبرة تنجستن أو مصدر انبعاث مجالي "Field Emission Source" لتوليد الإلكترونات.^[52]

• تسريع وتركيز الإلكترونات:

يتم تسريع الإلكترونات إلى طاقات عالية باستخدام فرق جهد عالي يتراوح بين 1 كيلو فولت إلى 30 كيلو فولت. بعد ذلك، تُركز الحزمة بواسطة عدسات كهرومغناطيسية إلى حزمة رفيعة جداً ومركزة.

• مسح العينة:

تُوجه الحزمة الإلكترونية المركزة إلى سطح العينة. يتم مسح العينة بنظام يمسح الحزمة عبر سطح العينة في نمط شبكي^[52].

يتحكم نظام مسح مغناطيسي أو كهرومغناطيسي بحركة الحزمة على طول المحاور X و Y لتمكين المسح الدقيق.

• تفاعل الإلكترونات مع العينة:

عند اصطدام حزمة الإلكترونات بسطح العينة، تتفاعل الإلكترونات مع الذرات المكونة للعينة بطرق مختلفة.

هذا التفاعل يؤدي إلى توليد عدة إشارات ثانوية تشمل:

- **الإلكترونات الثانوية:** تنتج عن إزاحة الإلكترونات من الطبقات الخارجية لذرات العينة. هذه الإلكترونات تستخدم لتكوين الصورة الرئيسية في SEM وتقدم معلومات حول تضاريس السطح^[52].

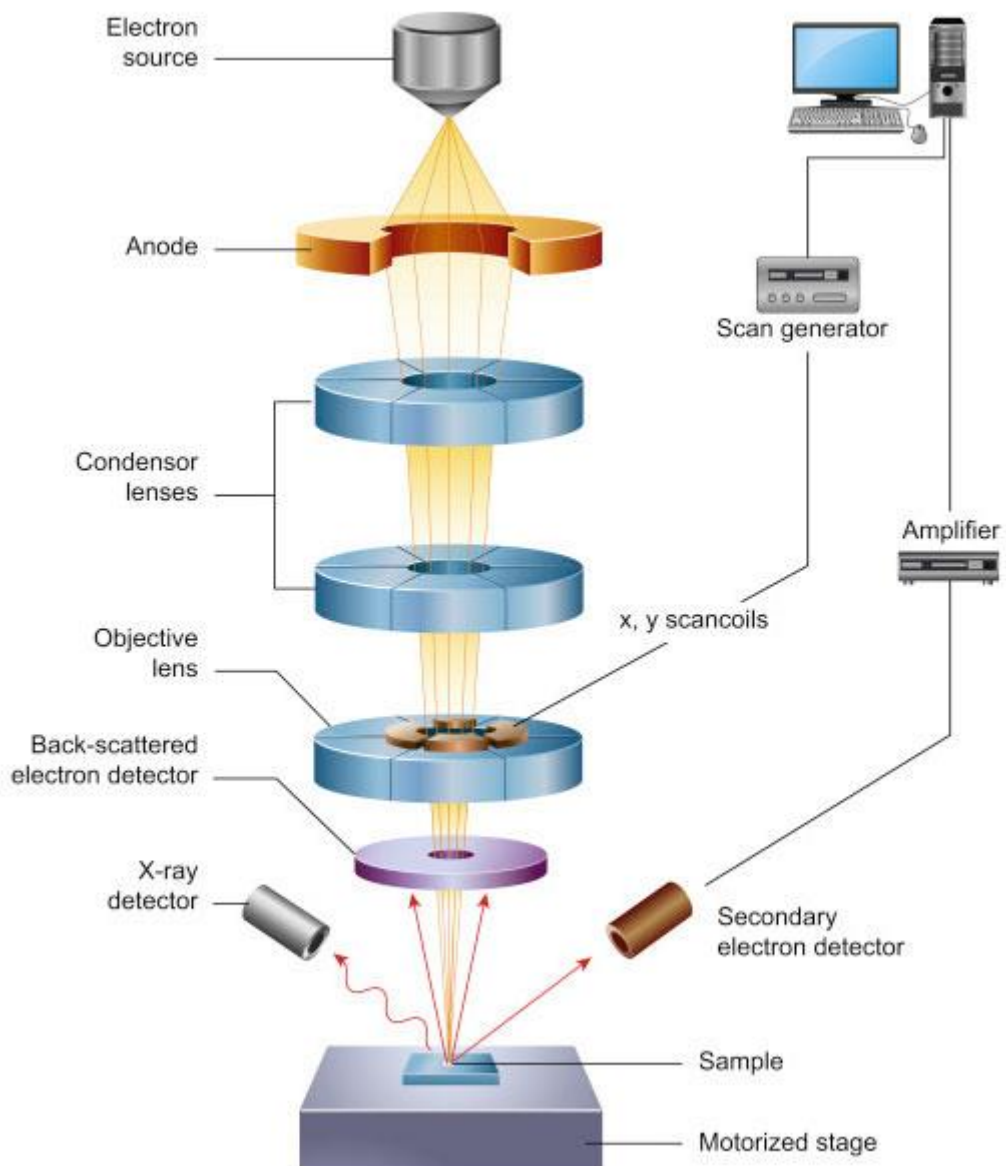
- **الإلكترونات المرتدة “Backscattered Electrons”:** هي الإلكترونات التي ترتد من العينة. تعطي هذه الإلكترونات معلومات عن التركيب العنصري والكثافة^[52].

• تكوين الصورة:

تُجمع الإلكترونات الثانوية بواسطة كاشف الإلكترونات الثانوية، وتحول إلى إشارة كهربائية.

تُعالج هذه الإشارة وتحول إلى صورة تعرض على الشاشة. الصورة الناتجة تظهر تضاريس السطح بدقة عالية^[52].

المجهر الإلكتروني الماسح MEB



الشكل (9-II): المجهر الإلكتروني الماسح MEB.

المراجع

المراجع باللغة العربية :

- [2] تأليف د. محمد شريف الاسكندري، تكنولوجيا النانو، صدرت في المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب . الكويت في أبريل , 2010.
- [6] عطية البردي، مجلة الفيزياء العصرية " دروس من الطبيعة في النانو تكنولوجي " العدد السادس، (www.hazemsakeek.com)ص19-24،2009
- [8] م. ب. هاشم، "الفضة النانوية في مكافحة البكتيريا" مجلة حراء ، العدد 46 ، ص 4-5 2015
- [9] أ. سيد ، تكنولوجيا النانو في العلوم والاتصالات". مجلة الفرص والتحديات، العدد (11) ، 2012.
- [13] آية الله عبد اللطيف دحدوح , دراسة تفكك حجر الدولوميت المحلي و فصل أكسيد المغنيزيوم منه. جامعة حلب، سورية . 2017
- [23] هيئة تنمية الصادرات المصرية ووزارة التجارة والصناعة ، أكسيد المغنيزيوم .
- [24] راجع عبد الواحد ، قنطيل كاظم ، عبد الحسن زينب ، - تثبيط التآكل بالفاناديوم الحاصل في مراحل حرق الوقود باستعمال أكسيد المغنيزيوم . المحلة العراقية للهندسة الميكانيكية . 2001

المراجع باللغة الأجنبية

- [1] Z.Shehu.W.LDanbature. M.M. Adam." Nanolarvicidal Effect of GreenSynthesized Ag CO Bimetallic Nanoparticles on Culexquinquefasciatus Mosquito". Advances in Biological Chemistry, pp 16-23. , 2020
- [3] William A. Goddard III, Donald W. Brenner, Sergey E. Lyshevski and Gerald J. Lafrate, Handbook of nanoscience Engineering and Technology, Second Edition. CRC Press, Taylor & Francis Group New York, 2007,.
- [4] C. Kittel, John Weily& Sons, Introduction to Solid State Physics, 7th ed., Inc., New York, 1996
- [5] Poh, T.Y., Ali, N.A.T.B.M., Mac Aogáin, M., Kathawala, M.H., Setyawati, M.I., Ng, K.W. and Chotirmall, S.H., Inhaled nanomaterials and the respiratory microbiome: clinical, immunological and toxicological perspectives. Particle and fibre toxicology,.15, pp.1-16. 2018
- [7] K. Boer, ed., Semiconductor Physics, Vols. 1 and 2, Wiley, New York, 2001.
- [10] 2024 /05/17 من شبكة الأنترنت بتاريخ
<http://ar.m.mgso4.com/pid18149733/product-detail.htm>
- [11] PATNAIK P., - Handbook of Inorganic Chemicals. New York, NY: McGraw-Hill,.pages: 529 . 2003
- [12] O'NEIL, M.J., The Merck Index - An Encyclopedia of Chemicals, Drugs, and BiologicalsWhitehouse Station . -, pp: 983. 2006
- [15] COTTON J- Magnesia - Magnesium Oxide (MgO) Properties & Applications. Azow Materials, United Kingdom., 2001
- [16] R Gaur, M Azizi, British Pharmacopoeia 2009.
- [17] BELAY G-, Magnesium Oxide Powder Manufacturing Industry Establishment. ExecutiveSummary, Addis Ababa, Ethiopia, 2015
- [18] Dimitris E.,- Magnesia for Refractory Applications. GrecianMagnesite S.A. 2000
- [19] SONKAR A., - What are the applications of MgO. Quora, BanarasHinduUniversity. 2017

- [20] RAYMOND R., PAUL S., MARIAN Q., - Handbook of Pharmaceutical Excipient. Sixth edition published, UK. 2009.
- [21] LEWIS, R.J. SR.; - Hawley's Condensed Chemical Dictionary 15th Edition. John Wiley & Sons, Inc. New York, 2007. NY, pp: 779.
- [22] من شبكة الأنترنت بتاريخ 2024/05/17
<http://www.epa.gov/chemical-data-reporting>.
- [25] A.O.R. SUREND, - An Introduction To Ceramics And Refractory. CRC Press. Taylor and Group, an Informa business, New York. 2015.
- [26] HARTMAN M., TRANKA O., SVOBODA., - Fluidization Characteristics of Dolomite and Calcined Dolomite Particles. Chemical Engineering Science, Vol. 55, pp: 6269-6274. 2008
- [27] BETSUI K., - Advanced Manufacturing Technologies on Color Plasma Displays. Fujitsu Laboratories Ltd., 64 Nishiwaki Okubo-cho Akashi, 674-8555, Japan. 2000.
- [28] content/EN/ALL/?uri=CELEX%3A32012R0231
- [29] <http://apps.who.int/foodadditivescontaminantsjefadatabase/chemical.aspx?chemID=2376>.
- [30] VORK L., - Common Uses for Magnesium Oxide. Sciencing, Chemistry. 2017.
- [31] TANAKAN., KIMATA H., TAKASHIMA T., KIZUKA T., - Ultimate Observation of Tungsten Atoms and Clusters Adsorbed on Single Crystalline MgO Films. School of Engineering, Nagoya University, Chikusa-ku, Nagoya 464-01, Japan, PP 265-267. 1998
- [32] HONG K., YU H, LEE I, KIM K., - Enhanced Light Out-Coupling of Organic Light-Emitting Diodes: Spontaneously Formed Nanofacet-Structured MgO as a Refractive Index Modulation Layer. Wiley-Vch Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim, Vol 22, pp 4890-4894. 2010
- [33] LABOUR O., International Labour Office. Encyclopaedia of Occupational Health and Safety.. Geneva, Switzerland: International Labour Office, 4th edition, Vol. 1-4, pp. 63.24. 1998

- [34] KOKUBO T., - Bioactive Glass Ceramics: Properties and Applications. Science Direct, No. 2, Vol. 12, pp: 155-163. 1991
- [35] MIHAILOVAL I., RADEV L., ALEXANDOROV V., - Carbonate - Apatite Forming Ability of Polyphase Glass - Ceramics in The CaO-MgO-SiO₂. Journal of Chemical Technology and Metallurgy pp:502-511. 2015
- [36] <http://cameochemicals.noaa.gov/6945>.
- [37] EU Food Improvement Agents.
- [38] Hazardous Substances Data Bank (HSDB)
- [39] CARSON P., MUMFORD C., - Hazardous Chemicals Handbook. Great Britain, ,Ed2, 608 pages. 2002
- [40] SITTIG M., - Handbook of Toxic and Hazardous Chemicals and Carcinogens. A-H Norwich, NY: Noyes Publications,;Vol. 1, pp: 1427. 2002
- [41] D. Chetna, et al. "Methods and strategies for the synthesis of diverse nanoparticles and their applications: a comprehensive overview." RscAdvances.pp 5-127, 2015
- [42] Dhand, Chetna, et al. "Methods and strategies for the synthesis of diverse nanoparticles and their applications: a comprehensive overview." Rsc Advances 5.127: 105003-105037. (2015)
- [43] Chung, III-Min, et al. "Green synthesis of copper nanoparticles using Ecliptaprostrata leaves extract and their antioxidant and cytotoxic activities." Expérimental and thérapeutique médecine, pp 18-24,2017
- [44] Culture sciences. Introduction à la spectroscopie Infrarouge (I.R.). [Image en ligne] <<http://culturesciences.chimie.ens.fr/content/introduction-a-la-spectroscopie-infrarougeir-754>>. (2018).
- [45] A, Ahmad. H, Ayub, "Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR) Technique for Food Analysis and Authentication". J, Check for updates. pp, 106-107. .(2022).
- [46] B. Examinatrice, "Synthèse chimique et caractérisation des nanoparticules Cu, Ag et Ag-Cu en présence de l'extrait de la plante de romarin: Application antibactérienne et à l'électro oxydation de l'hydrazine.". (2015).

- [47] B.D.eddine, "Elaboration et Etude de Nanoparticules Au/TiO₂ et Ag/TiO₂", présenté pour obtenir le Diplôme de Magister en physique, université Mentori, Constantine, 2012.
- [48] J.André N'Diaye, "synthèse et application du graphene en tant que mousse absorbante de contaminants en milieu aqueux et ainsi qu'électrode pour la détection électrochimique de peroxyde d'Hydrogène", mémoire présentée, comme exigence partielle de la maîtrise chimie, université du Québec à Montréal, Août 2016.
- [49] E.H.Benyahia, "Caractérisation structurale et optique de couches minces formées par des agrégats des nano cristaux de ZnO". Thèse de Doctorat, Département de physique, MENTOURI, Constantine, p. 97. 2012.
- [50] S, Nasir et al. "Potential Valorization of By-product Materials from Oil Palm: A review of Alternative and Sustainable Carbon Sources for Carbon-based Nanomaterials Synthesis". J, Bioresources. pp, 106-107. (2018).
- [51] H.Bozetine. B. Hakima, "Synthèse des nanostructures de ZnO par la méthode hydrothermale et leurs applications Devant," 2017.
- [52] Mohammed, Azad, and Avin Abdullah. "Scanning electron microscopy (SEM): A review." In Proceedings of the 2018 International Conference on Hydraulics and Pneumatics—HERVEX, BăileGovora, Romania, vol., pp. 7-9. 2018. 2018

الجزء التطبيقي

الفصل الثالث : الطرق والوسائل

تمهيد:

تعتبر عملية التخليق الحيوي لإنتاج جسيمات متناهية الصغر بأنها عملية مستدامة وصديقة للبيئة وخالية من السموم ومتوافقة حيويًا ، كما تعتبر من إحدى الجوانب الهامة في أبحاث تقنيات الصغائر (تكنولوجيا النانو). وعلى الرغم من أنه يمكن إنتاج هذه الجسيمات النانوية (متناهية الصغر) بواسطة الطرق الفيزيائية والكيميائية التقليدية أو الحيوية ، إلا أن تصنيع هذه الجسيمات باستخدام المستخلصات النباتية كعوامل اختزال وتثبيت يمكن من الاستغلال الأمثل للموارد الطبيعية لإنتاج جسيمات النانوية بطرق مستدامة ، إقتصادية و صديقة للبيئة.

يحقق التخليق الحيوي لجسيمات المغنزيوم النانوية من المستخلصات النباتية فوائد عدة منها تحقيق الجدوى الإقتصادية والخلو من السمية ويوفر كذلك في التكلفة عند التصنيع على نطاق واسع ، وبهذه الطريقة تم استخدام المستخلص المائي لأوراق نبات الإذخر لتكوين جزيئات المغنزيوم النانوية ، وخصصت لهذه الجسيمات دراسات طيفية مختلفة مثل FT-IR و SEM و UV – Visible XRD .

كما يتطرق هذا العمل إلى تحري تأثير تركيز أسيتات المغنزيوم على الحجم البلوري لجزيئات المغنزيوم النانوية المصنعة، نظراً للتأثير المباشر لحجم الجسيمات النانوية على خصائصها الفريدة، وكذلك دراسة فعاليتها كمضاد للأكسدة.

تم إجراء هذه التجارب على مستوى المخابر الكيمياء والفيزياء لكلية العلوم الدقيقة بجامعة الشهيد حمة لخضر بالوادي - الجزائر .

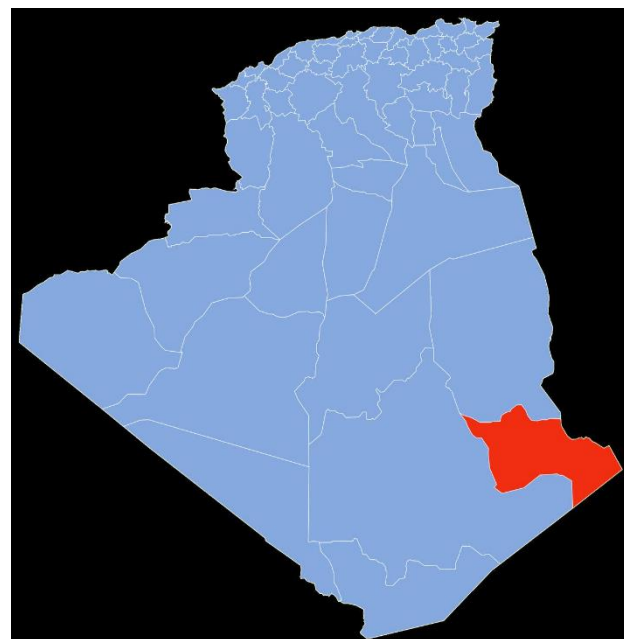
III.1. المواد والأجهزة:

المواد	الأجهزة	الأدوات
<p>✓ ماء مقطر محضر في المخبر.</p> <p>✓ نبتة الإذخر</p> <p>✓ أسيتات</p> <p>المغنسيوم (Mg(NO₃)₂·6H₂O)</p> <p>ذو نقاوة 99% من شركة</p> <p>sigma-aldrich -ألمانيا.</p> <p>✓ ميثانول ذو نقاوة 99% من شركة</p> <p>sigma-aldrich -ألمانيا.</p>	<p>✓ ميزان الكتروني حساس.</p> <p>✓ جهاز الرج مغناطيسي.</p> <p>✓ جهاز الرج مغناطيسي المزود بلوح التسخين.</p> <p>✓ طرد المركزي.</p> <p>✓ حاضنة.</p> <p>✓ جهاز حيود الأشعة السينية (XRD) من نوع "XRD Mini Flex 600 Rigaku"</p> <p>✓ جهاز مطيافية الأشعة تحت حمراء FT-IR من نوع "Agilent Technologies Cary 630 FTIR"</p> <p>✓ جهاز التحليل الطيفي للأشعة فوق البنفسجية (UV-Visible)</p> <p>✓ المجهر الالكتروني الماسح SEM</p> <p>من نوع Phenom Prox</p>	<p>✓ بيشر (100mL, 1L)</p> <p>✓ إرنماير (1L, 150mL)</p> <p>✓ ماصة معيارية 10mL.</p> <p>✓ قمع 75mL.</p> <p>✓ ملعقة (Spatula).</p> <p>✓ أوراق الترشيح رقم 45.</p> <p>✓ قضيب مغناطيسي.</p> <p>✓ آلة الطحن (هاون).</p> <p>✓ أنابيب إختبار.</p>

الجدول (III.1): المواد والأجهزة والأدوات المستعملة في العمل.

III.2. المنطقة الجغرافية لموقع القطف:

تعتبر عملية القطف مهمة لتحضير مستخلص نباتي مائي، حيث تم قطف نبات الإذخر، من ولاية جانت الجزائرية وهي واحة تبعد ب2300 كم عن عاصمة البلاد، في قلب الصحراء الكبرى وتبعد شرقا عن الحدود مع ليبيا ب100 كم وجنوبا 200 كم عن النيجر. تعدّ جانت عاصمة الطاسيلي وتضم 14655 نسمة.



الشكل (III-1) : التحديد الجغرافي لمنطقة جانت

III.3. تحضير المادة النباتية:

تم جمع نبات الإذخر "*Cymbopogon schoenanthus*" من أحد المزارع في ولاية جانت بتاريخ جانفي 2024، حيث قمنا بغسلها وتنظيفها بالماء الحنفية ثم بالماء المقطر، متبعين بذلك شروط الغسل و التجفيف و التخزين، حيث أجريت عملية التجفيف في الظل لمدة عشرة أيام بطريقة طبيعية بتعرضه للهواء في مكان مظلّل و مهوى، ثم تم تخزينها في أكياس ورقية في مكان جاف بعيدا عن الضوء ، ثم قمنا بطحنها بالآلة الكهربائية حتى التحصل على مسحوق خشن لتسهيل عملية استخراج المواد العضوية فيها (الشكل III-2).



نبته الإذخر



عملية الجمع



عملية التجفيف



بعد الطحن

الشكل (III-2): مراحل تحضير مسحوق نبتة الإذخر "Cymbopogon schoenanthus"

III.4. التخليق الحيوي لجسيمات أكسيد المغنيزيوم النانوي بواسطة مستخلص المائي لأوراق الإذخر "*Cymbopogon schoenanthus*":

III.4.1. طريقة الاستخلاص:

مراحل العملية موضحة في الشكل (III-3)، أولاً نزن 50g من مسحوق النبتة ونضعها في بيشر 1L يحتوي على 500mL من الماء المقطر، نقوم بتركها تهتز بواسطة قضيب مغناطيسي في جهاز الرج المغناطيسي المزود بلوح تسخين، وذلك لمدة ساعتين عند درجة حرارة 60°C ، مع إحكام إغلاقها لاستخراج المواد العضوية. بعد ذلك، نقوم بتصفية الخليط لإزالة المخلفات الصلبة من خلال عملية الترشيح.



بعد 24 ساعة



عملية النقع



عملية الوزن

الشكل (III-3): ملخص مراحل عملية الاستخلاص بالنقع

III.2.4. طريقة الترشيح:

نقوم بتصفية الخليط من المخلفات الصلبة بقطعة قماش نظيفة، من ثم نقوم بعملية الترشيح بواسطة أوراق

الترشيح، نكرر هذه الأخيرة حتى الحصول على مستخلص صافي تماما.^[1]



الشكل (III-4): عملية الترشيح

III.5. التخليق الحيوي جسيمات أكسيد المغنيزيوم النانوي MgONPs:

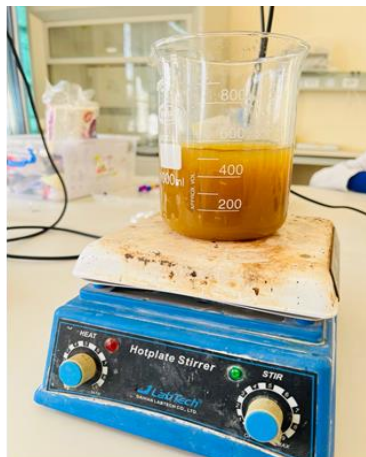
III.5.1. التخليق الحيوي لجسيمات أكسيد المغنيزيوم النانوي:

تم التحضير سابقا بداية نقوم بنقع 50g من مسحوق النبتة مع 500mL من الماء المقطر، بعدها نقوم بالرج والتسخين في درجة حرارة 60°C بواسطة جهاز الرج المغناطيسي المزود بلوح التسخين لمدة ساعتين، ثم نرشح الخليط للحصول على المستخلص، ثم نقوم بتحضير العينات بوضع كتل (128.25 mg/ 102.6mg/ 51.3mg) من أسيتات المغنيزيوم في 10mL من الماء المقطر مع الرج، نضيف لكل عينة 90mL من مستخلص النبتة، ثم الرج بواسطة جهاز الرج المغناطيسي لمدة يوم كامل، بعد ذلك نضع العينات في جهاز الطرد المركزي لمدة 4 دقائق وبسرعة 3500 دورة في الدقيقة، لنتحصل على الراسب الذي نقوم بغسله 3 مرات بالماء المقطر، ثم نضع الراسب المتحصل عليه في الحاضنة لتجفيفه في درجة حرارة 100°C لمدة 24 ساعة.

أخيرا نقوم بحرق العينات في الفرن عند درجة حرارة 400°C لمدة ساعتين للتخلص من المواد العضوية، بعدها نقوم بتوصيفها بأربع تقنيات: مطيافية الأشعة تحت الحمراء (FT-IR) وتحليل الطيفي للأشعة فوق البنفسجية (UV -Visible)، حيود الأشعة السينية (DRX). وتقنية المجهر الإلكتروني الماسح SEM .



الرج لمدة 24 ساعة



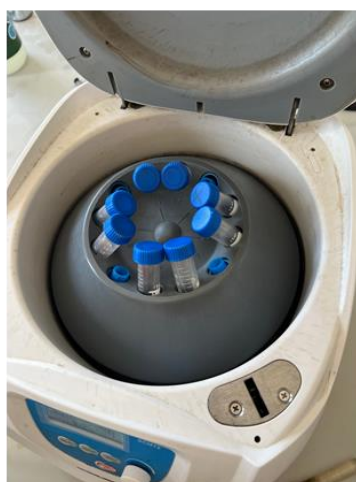
بعد إضافة المستخلص المائي



محلول أسيتات المغنيزيوم



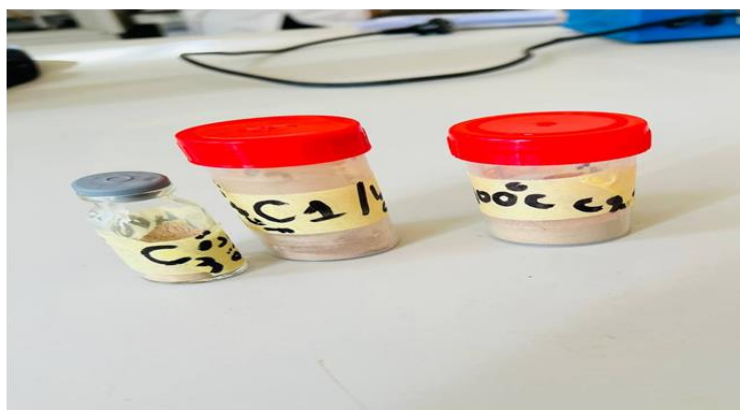
بعد 24 ساعة



وضع العينة في الطرد المركزي



تجفيف الراسب



صورة للعينات C1-C2-C3 بعد الحرق



الراسب بعد التجفيف

الشكل (III-5): مراحل التخليق الحيوي لجسيمات أكسيد المغنيزيوم النانوي

III.2.5. أهداف خطوات التجربة:

الخطوة	الهدف منها
الطحن حتى يتم الحصول على مسحوق خشن.	لتسهيل استخلاص الجزيئات الحيوية "biomolecules" الموجودة في النبتة.
نقع 50g من هذا المسحوق +500mL من ماء الماء مقطر مع الرج والتسخين لمدة ساعتين. ثم النقع مع أسيتات المغنيزيوم لمدة 24 ساعة.	لاستخلاص الجزيئات الحيوية "biomolecules" الموجودة في النبتة.
الترشيح .	للقضاء على المخلفات.
تجفيف في درجة حرارة 100°C.	لإزالة الماء .
الطرد المركزي.	لفصل الشوائب.
الحرق لمدة ساعتين في درجة حرارة 400°C.	للتخلص من المركبات العضوية من مسحوق MgO.

الجدول (III-2): أهداف خطوات التجربة.^[2]

III.5.2. دور المستخلص في عملية التخليق الحيوي:

تحتوي مستخلصات النباتات على مجموعة متنوعة من المركبات النباتية الكيميائية التي تلعب دوراً أساسياً في عملية التخليق الحيوي كعوامل إختزال و تثبيت.

III.2.5.1. عوامل الإختزال (Reducing agents):

المركبات النباتية الكيميائية الموجودة في مستخلصات النباتات مثل الفلافونويدات، القلويدات، التربينويدات، الأحماض الفينولية، والبروتينات يمكن أن تعمل كعوامل إختزال. حيث تتبرع هذه المركبات بالإلكترونات لأيونات المعادن، مما يخفضها إلى ذراتها المعدنية التي تشكل بعد ذلك جزيئات أكسيد المعادن النانوية. على سبيل المثال، يمكن أن

تخفض المركبات الفينولية أيونات المعادن مثل Mg^{2+} إلى Mg^0 ، والتي يمكن بعد ذلك أن تشكل جزيئات MgO النانوية.^[3]

III.2.2.5. عوامل التثبيت (Capping or stabilizing agents) :

بالإضافة إلى عوامل الاختزال، تحتوي مستخلصات النباتات أيضًا على مركبات يمكنها تثبيت الجزيئات النانوية المتكونة. تمنع هذه العوامل المثبتة، أو عوامل التغطية، الجزيئات النانوية من التكتل عن طريق توفير طبقة حماية حولها. تكون البروتينات والسكريات المتعددة الموجودة عادة في مستخلصات النباتات فعالة بشكل خاص في هذا الدور. حيث تمتص على سطح الجزيئات النانوية، مما يوفر استقرارًا ستيريًا أو كهروستاتيكيًا.^[3]

III.3.5. آلية التخليق الحيوي لجسيمات أكسيد المغنيزيوم النانوي:

إن تكوين الجسيمات النانوية في المحلول عملية معقدة، بحيث يتم تكوين جسيمات أكسيد المغنيزيوم النانوية في المستخلصات النباتية في ثلاث خطوات أساسية: تنشيط- النمو- النهاية.

✚ التنشيط:

والتي يتم فيها استعادة أيونات المعادن من سلائف الملح من خلال عمل المستخلصات النباتية والجزيئات الحيوية ذات القدرات الاختزالية، حيث تتغير حالة أيونات المعادن من أكسدة أحادية أو ثنائية التكافؤ إلى تكافؤ صفري، ثم يحدث تنوي ذرات المعدن المختزلة.^[4]

✚ النمو:

ويحدث فيها الالتحام التلقائي للجسيمات النانوية الصغيرة المجاورة مع جزيئات أكبر والتي يصاحبها زيادة في الاستقرار الديناميكي الحراري للجسيمات النانوية.^[5]

✚ النهاية:

تصل الجسيمات النانوية إلى نشاطها الأقصى، حيث تعمل المستخلصات النباتية على تثبيت الجسيمات النانوية المعدنية.^[5]

III.6. اختبار تثبيط الجذر الحر DPPH :

هذا الاختبار يعتمد على تثبيط الجذور الحرة حيث يترك 30 دقيقة مباشرة مع المستخلصات المضادة للجذور ليتحول إلى DPPH-H مع نقصان الامتصاصية عند طول موجي

$$\lambda_{max} = 517nm$$

وتحسب نسبة التثبيط المئوية وفق العلاقة التالية:

$$I\% = [(A_0 - A_i)A_0] \times 100$$

A_0 = الامتصاصية الضوئية للجذر الخالية من العينة.

A_i = الامتصاصية الضوئية للخليط (الجذر + العينة).

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

أ- تحديد قيمة: IC 50

يتم تحديد قيمة IC_{50} من خلال المنحنيات البيانية لتثبيط الجذور الحرة بدلالة التركيز حيث التركيز الموافق لـ 50%

اعتماد على المنحى البياني $Y = ax + b$ نفترض $Y = 50\%$ تكون قيمة IC_{50} كما التالي:

$$X = (50 - b) / a$$

ب - تحضير الكاشف:

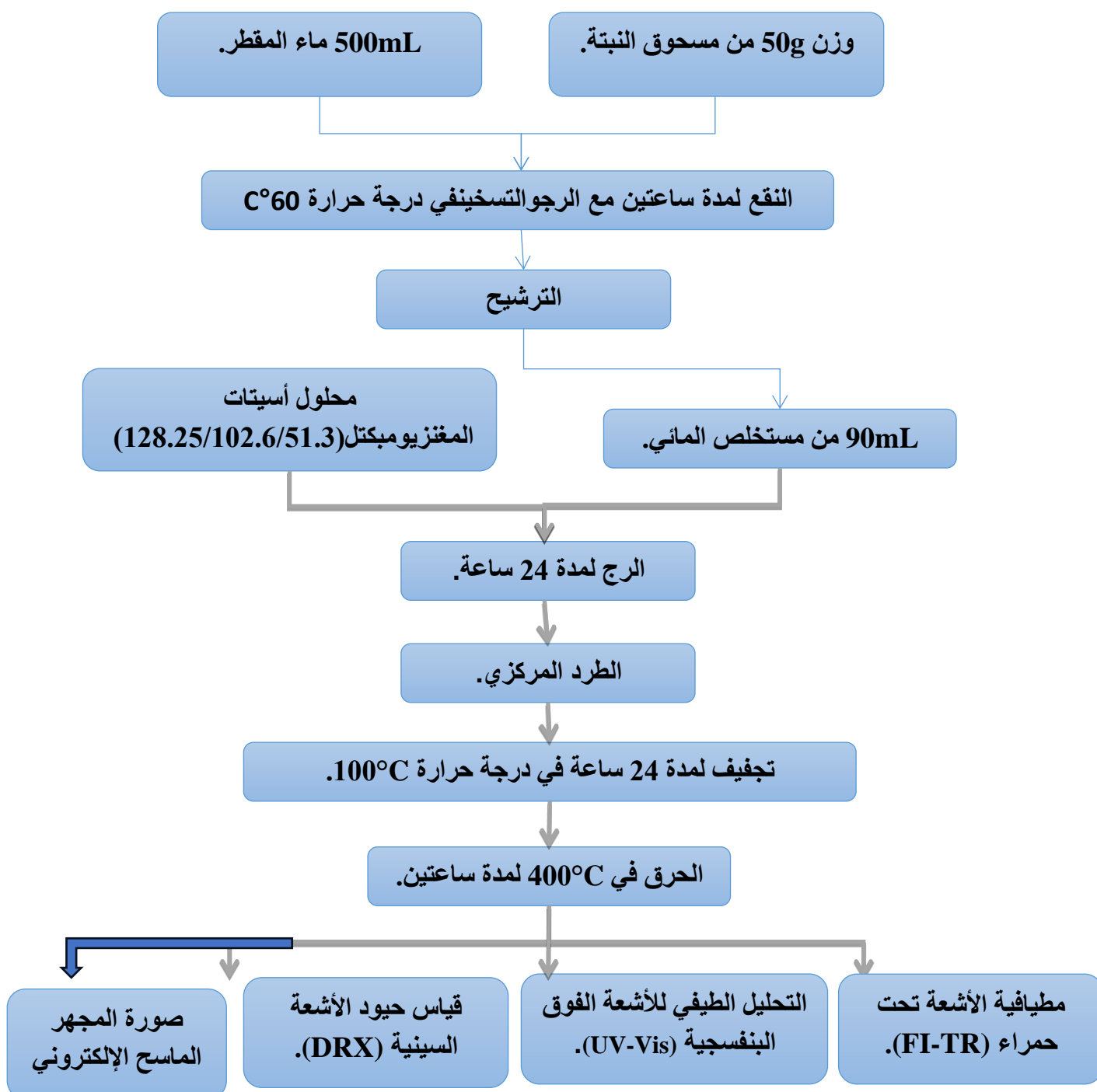
يتم تحضير محلول DPPH بإذابة 2 ملغ من ثنائي فينيل هايدرازيل في 50 مل من الميثانول فنتحصل عن محلول بنفسجي داكن.

ج - طريقة العمل:

نحضر عدة تراكيز مختلفة المخففة في المذيب ونأخذ من كل تركيز 1 مل ونضيف له 1 مل من (DPPH) تجانس المحلول ونتركه 30 دقيقة في الظلام وبعدها تتم القراءة عند طول موجي

$$\lambda_{max} = 517nm$$

❖ مخطط عملية التخليق الحيوي:



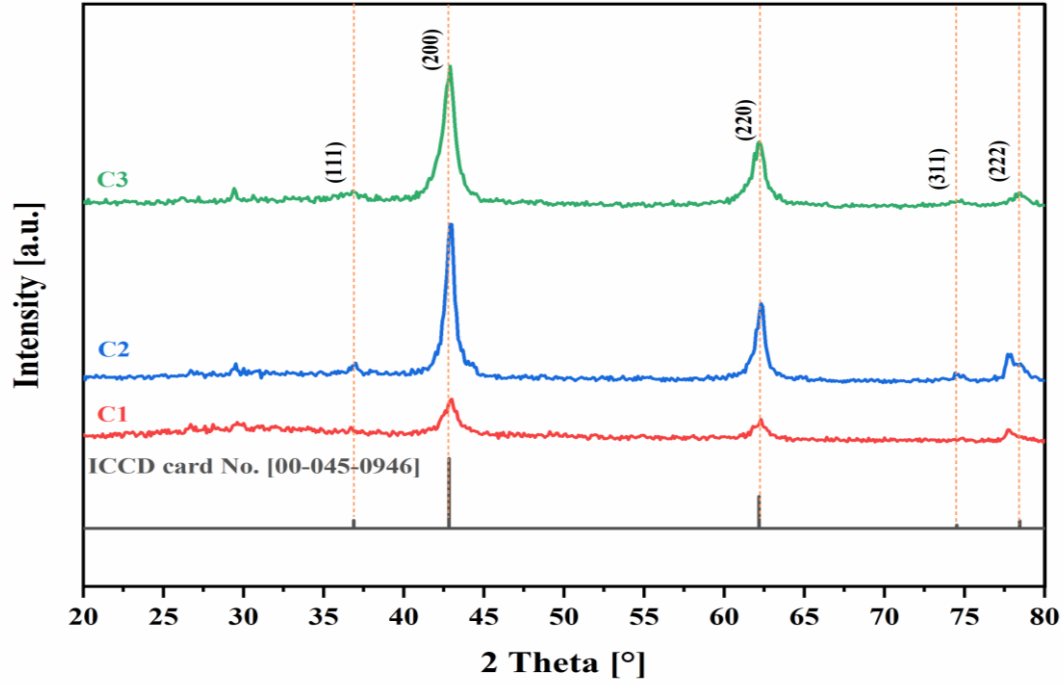
المراجع

المراجع باللغة الأجنبية:

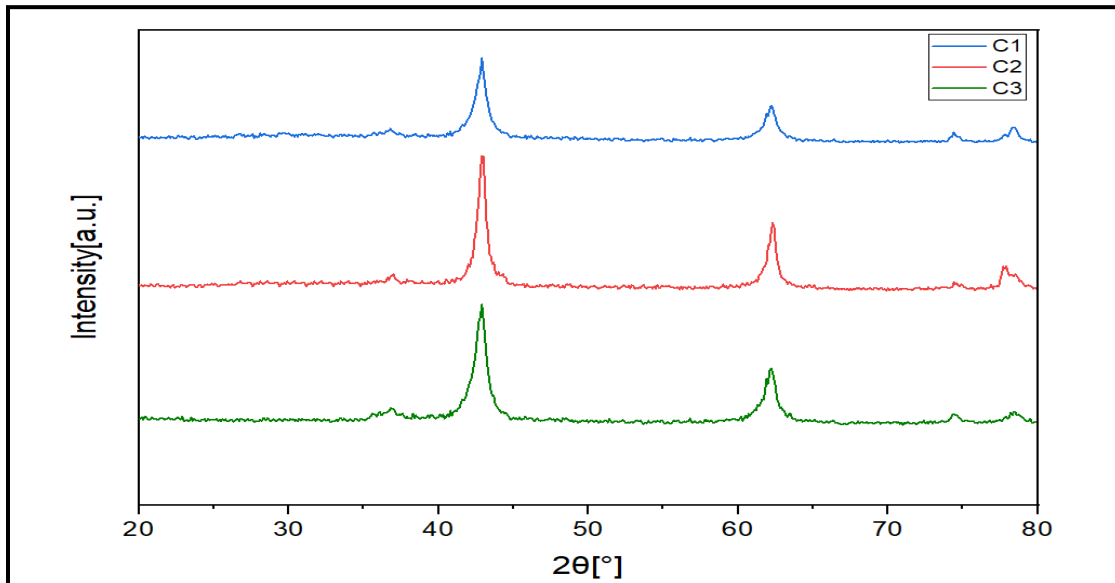
- [1]Lozano-Grande, M.A., Gorinstein, S., Espitia-Rangel, E., Dávila-Ortiz, G. and Martínez-Ayala, A.L. Plant sources, extraction methods, and uses of squalene. *International journal of agronomy*, (1), p.1829160. 2018.
- [2] M.L. TEDJANI, B. O. TOUATI. "Synthèse de nanoparticule de ZnO par l'extrait de Feuilles de Phoenix Dactylifera.L : Caractérisation par spectroscopie ultra-violet",mémoire de master ,eloued, Faculté De La Technologie , 2018.
- [3] Javed, R., Zia, M., Naz, S., Aisida, S.O., Ain, N.U. and Ao, Q., Role of capping agents in the application of nanoparticles in biomedicine and environmental remediation: recent trends and future prospects. *Journal of Nanobiotechnology*, 18, pp.1-15. 2020.
- [4] J.Y. Song., B.S Kim., " Rapid biological synthesis of silver nanoparticles using plant leaf extracts ", *Bioprocess Biosyst.*, pp. 32-79.2009.
- [5]D. BERRA, "Synthèse verte et caractérisation de nanoparticules métalliques verte et caractérisation de nanoparticules métalliques par l'extrait des feuilles de Phoenix Dactylifera Let leur par l'extrait des feuilles de Phoenix Dactylifera L et leur activités biologie,".2020.

الفصل الرابع : مناقشة وتحليل النتائج

IV.1. تحليل نتائج حيود الأشعة السينية (DRX):



الشكل (IV-01): أطياف حيود الأشعة السينية لمغناطيسية MgO NPs بتركيزات مختلفة من هيدرات نترات المغنيزيوم. [1]



الشكل (IV-02): أطياف حيود الأشعة السينية لمغناطيسية MgO NPs بتركيزات مختلفة من هيدرات نترات المغنيزيوم.

يظهر تحليل الأشعة السينية لجسيمات أكسيد الزنك النانوية المركبة في الشكل (IV - 01). وجود مجموعة قمم في المواقع (2Theta) 36.93° ، 42.91° ، 62.30° ، 74.69° ، 78.63°. هذه القمم هي تابعة للمستويات البلورية 111, 200, 220, 311, 222 على التوالي من أكسيد المغنيزيوم (MgO) بنظام بلوري مكعب. (Space group Fm3m 225, a= b = c = 4.2112 Å) وفقاً لرقم بطاقة ICCD [00-045-0946]^[1]. تم حساب الحجم البلوري للجسيمات النانوية التي تم الحصول عليها باستخدام معادلة شيرير. حيث تم الحصول على حجوم بلورية ما بين 19 إلى 24 نانومتر.

$$D_p = \frac{K\lambda}{\beta \cos\theta} \dots \dots \dots (IV - 1)$$

حيث:

D_p : الحجم البلوري.

K: ثابت يسمى عامل الشكل ويساوي 0.94.

λ : هو طول الموجة الأشعة السينية ويساوي 1.5406Å.

β : أقصى عرض لمنتصف القمة.

θ : زاوية براك^[2].

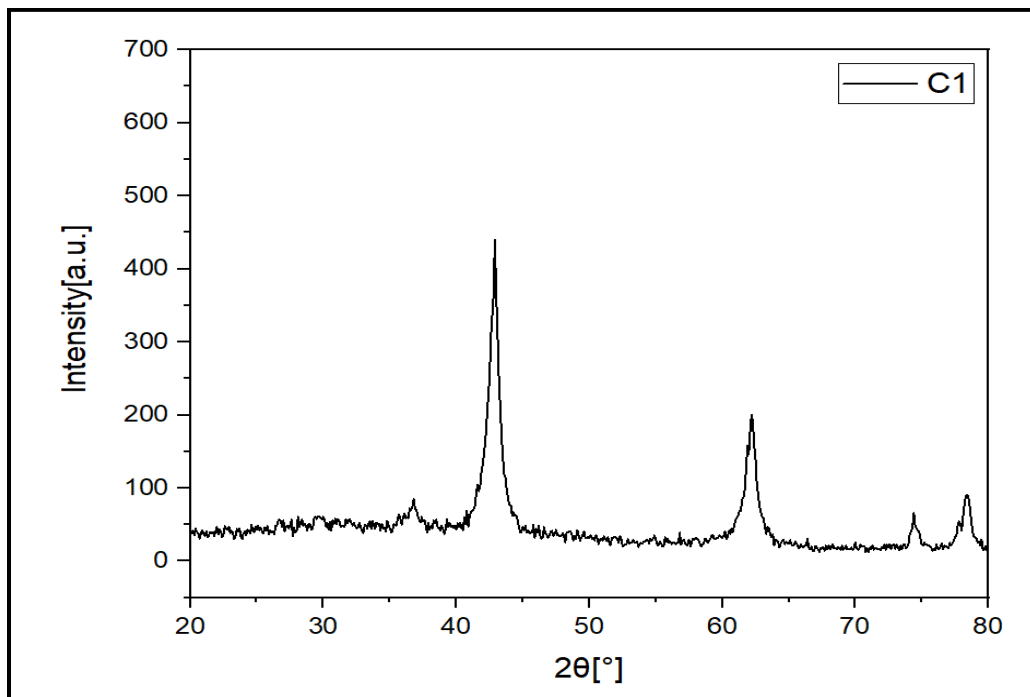
الحجم البلوري (nm)	العينة
19.80	C1
21.87	C2
24.56	C3

الجدول (IV-1): يوضح الأحجام البلورية لعينات مختلفة من MgO NPs.

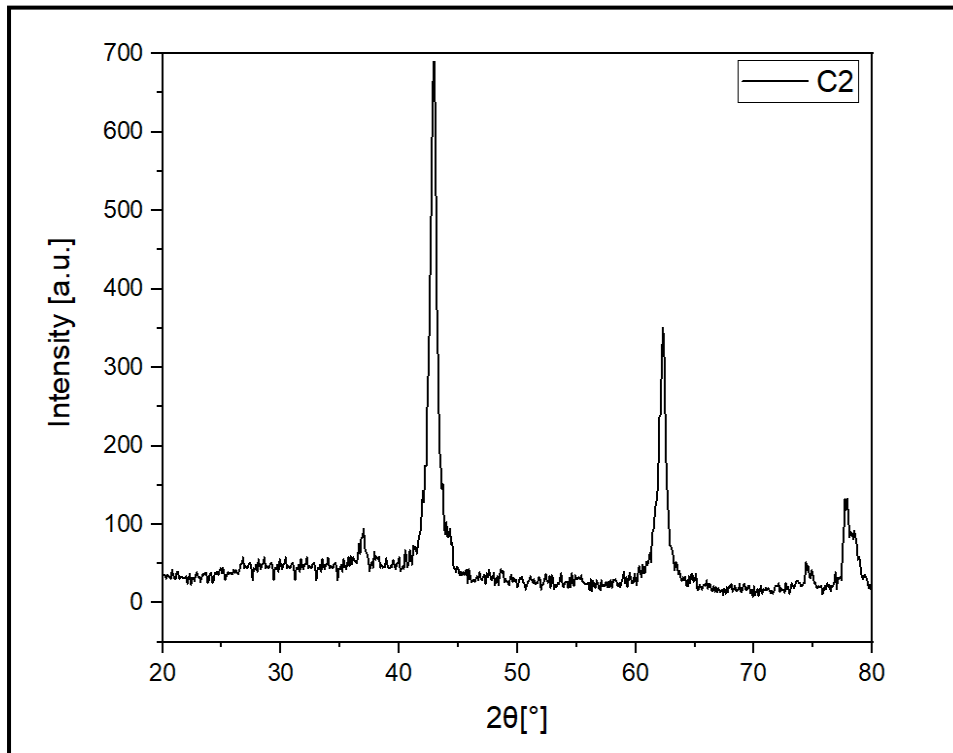
الجدول يوضح التغيرات في حجم البلورات الناتجة عن مختلف تراكيز هيدرات نترات المغنيزيوم. نلاحظ أكبر حجم البلوري للعينة C3 يبلغ حجم قدره 24.56 nm بينما كان اقل حجم بلوري للعينة C1 حيث قدر بـ 19.80 nm. يُظهر هذا الاختلاف الواضح أن زيادة تركيز هيدرات نترات المغنيزيوم ترتبط طردياً مع حجم البلورات.

ويمكن تفسير هذا إلى تأثير التركيز على عملية النمو البلوري. عند زيادة تركيز هيدرات نترات المغنيزيوم، يزداد عدد المونوميرات - وهي الوحدات البنائية للبلورات - بنفس الحجم. نتيجة لذلك، تنخفض المسافة بين هذه المونوميرات، مما يزيد من فعالية نقل الكتلة ويعزز عملية النمو (Growth). ونتيجة لهذه الزيادة في النمو، يتزايد حجم البلورات بشكل ملحوظ [3].

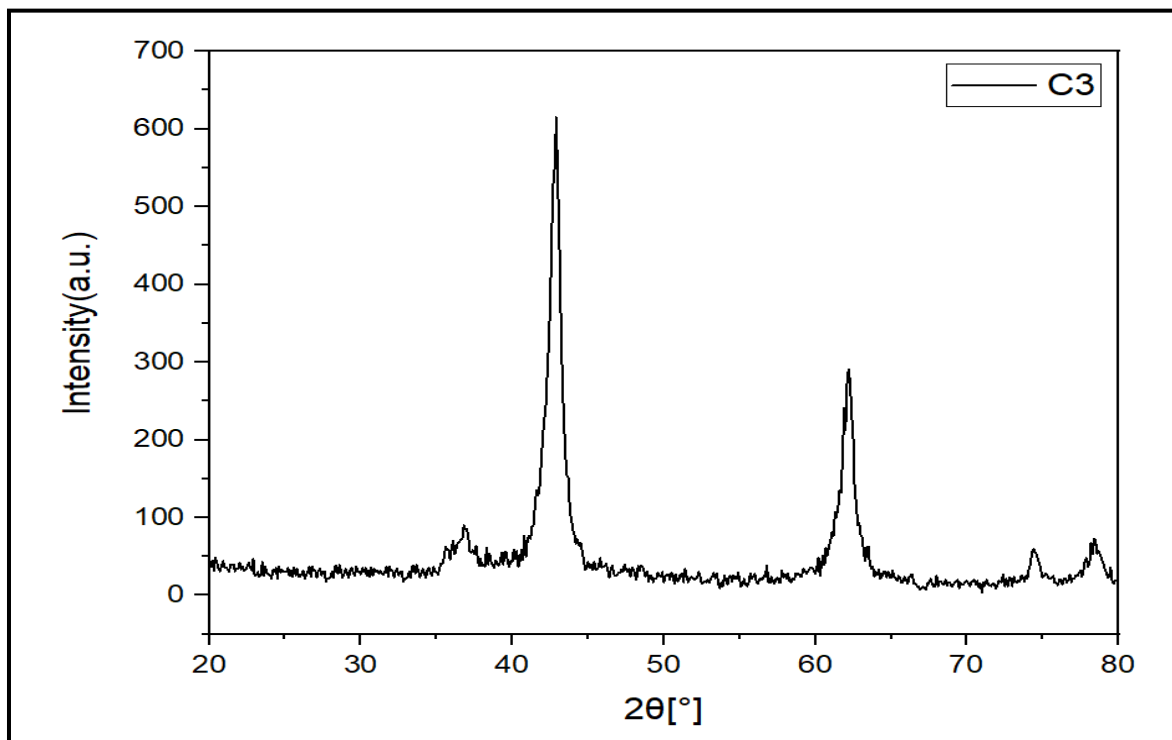
❖ صور أطياف الأشعة السينية لتراكيز مختلفة من هيدرات نترات المغنيزيوم:



الشكل (3-IV): طيف حيود الأشعة السينية لمغناطيس نانوية MgO NPs للعينة C1.



الشكل (04-IV): طيف حيود الأشعة السينية لمغO NPs للعينة C2.



الشكل (05-IV): طيف حيود الأشعة السينية لمغO NPs للعينة C3.

2.IV. تحليل أطياف الأشعة تحت الحمراء (FTIR) للعينات قبل و بعد الحرق:

تم إجراء تحليل FTIR لتحديد وجود مركبات حيوية في مستخلص نبات الإذخر قادرة على إرجاع أيونات المغنيزيوم و جعلها أكثر استقرارا.

اظهر طيف FTIR الناتج عدة قمم امتصاص تتوافق مع مجموعات الوظائف الحيوية الموجودة في مستخلص النبات.

- وجود عصابة امتصاص متوسطة عند 3750 cm^{-1} تعبر على اهتزازات تمدد الرابطة O-H

- وجود عصابة امتصاص عند 1750 cm^{-1} تعبر على اهتزازات تمدد الرابطة C=O

- وجود عصابة امتصاص عند 1650 cm^{-1} تعبر على اهتزازات تمدد الرابطة C=C

- وجود عصابة امتصاص عند 1050 cm^{-1} تعبر على اهتزازات تمدد الرابطة C-OH [4,5]

- وجود عصابة امتصاص عند 2910 cm^{-1} و 2850 cm^{-1} تعبر على اهتزازات تمدد الرابطة

C-H غير المتناظرة والمتناظرة لمجموعة الميثيل . [6]

- وجود عصابة امتصاص عند 1500 cm^{-1} تعبر على اهتزازات تمدد الرابطة C=N للأمينات [7].

تثبت جميع العصابات المذكورة وجود مركبات بوليفينولية مختلفة في مستخلص الإذخر، مما

يشير إلى أنها قد تكون عوامل فعالة في الإرجاع الحيوي لأيونات المعادن و تعزيز استقرارها . [8]

عند مقارنة بين طيف الأشعة تحت الحمراء الخاص بالنبتة و طيف جسيمات أكسيد المغنيزيوم النانوية عن وجود انخفاض ملحوظ في شدة الذروة الامتصاصية عند 3750 cm^{-1} مما يشير إلى دور مجموعة الهيدروكسيل في إرجاع ايونات المغنيزيوم.

و توجد كذلك ذروة تقع عند 490 cm^{-1} تتوافق مع اهتزاز تمدد Mg-O . ظهرت هذه الذروة

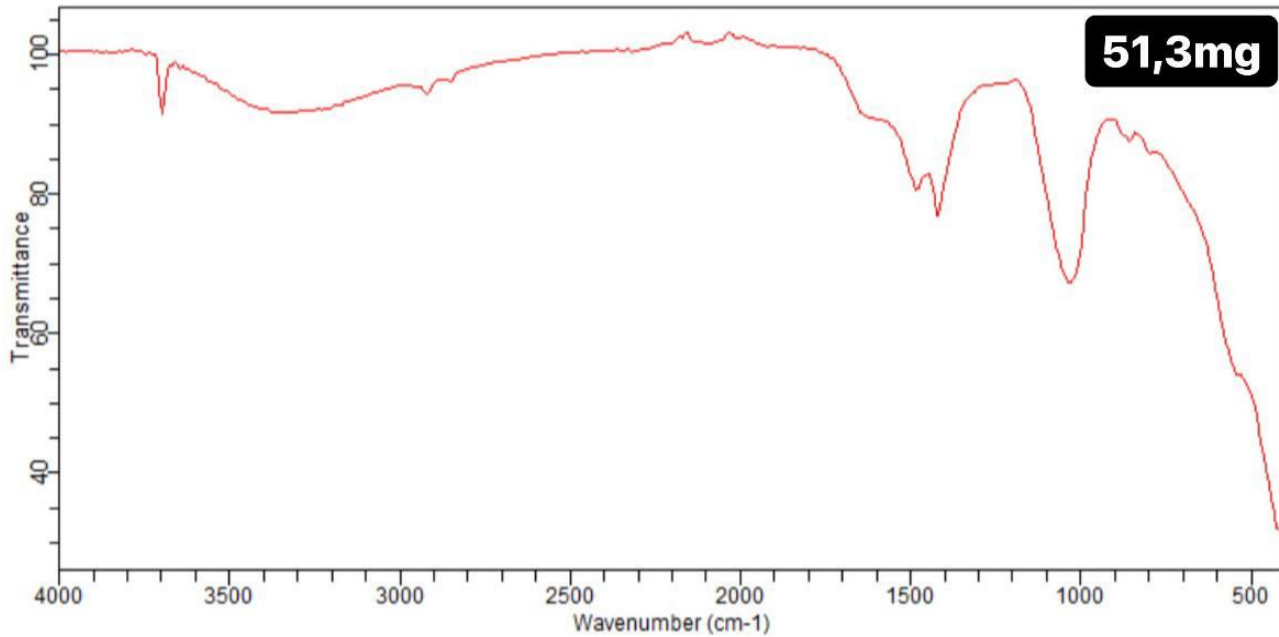
أيضاً بوضوح في طيف الجزيء النانوي بعد الحرق. [9]

عند مقارنة أطياف الأشعة تحت الحمراء قبل و بعد الحرق نلاحظ تقريبا الإختفاء الكلي للقمة الموجودة في المجال ($3750-3000 \text{ cm}^{-1}$) أي اختفاء رابطة (O-H)، وهذا ما يدل على الاحتراق

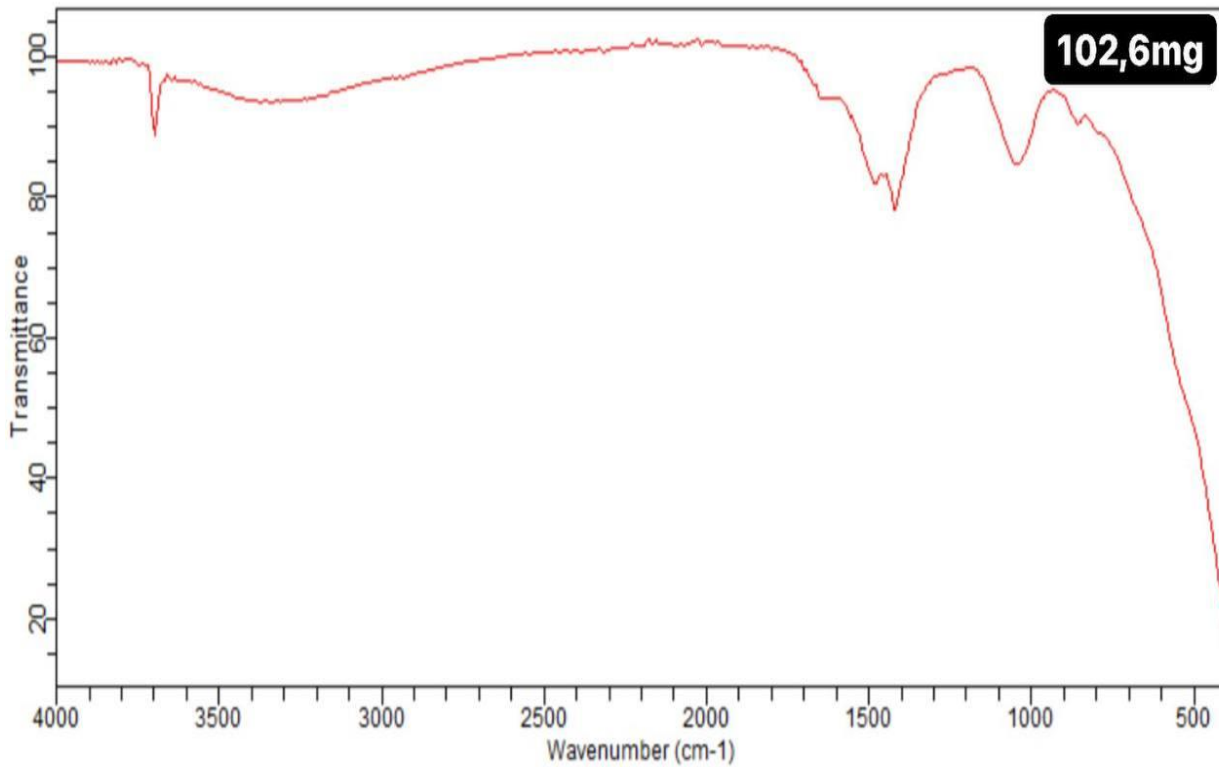
الشبه الكلي للمركبات الفينولية و بقايا النبتة مقابل بقاء قمة اهتزاز تمدد المغنزيوم Mg-O عند 490 cm^{-1} .

في النتائج الحالية التي توصلنا إليها، تؤكد أطياف FTIR تخليق MgO-NPs ووجود المركبات الفينولية في مستخلص نبتة الإذخر.

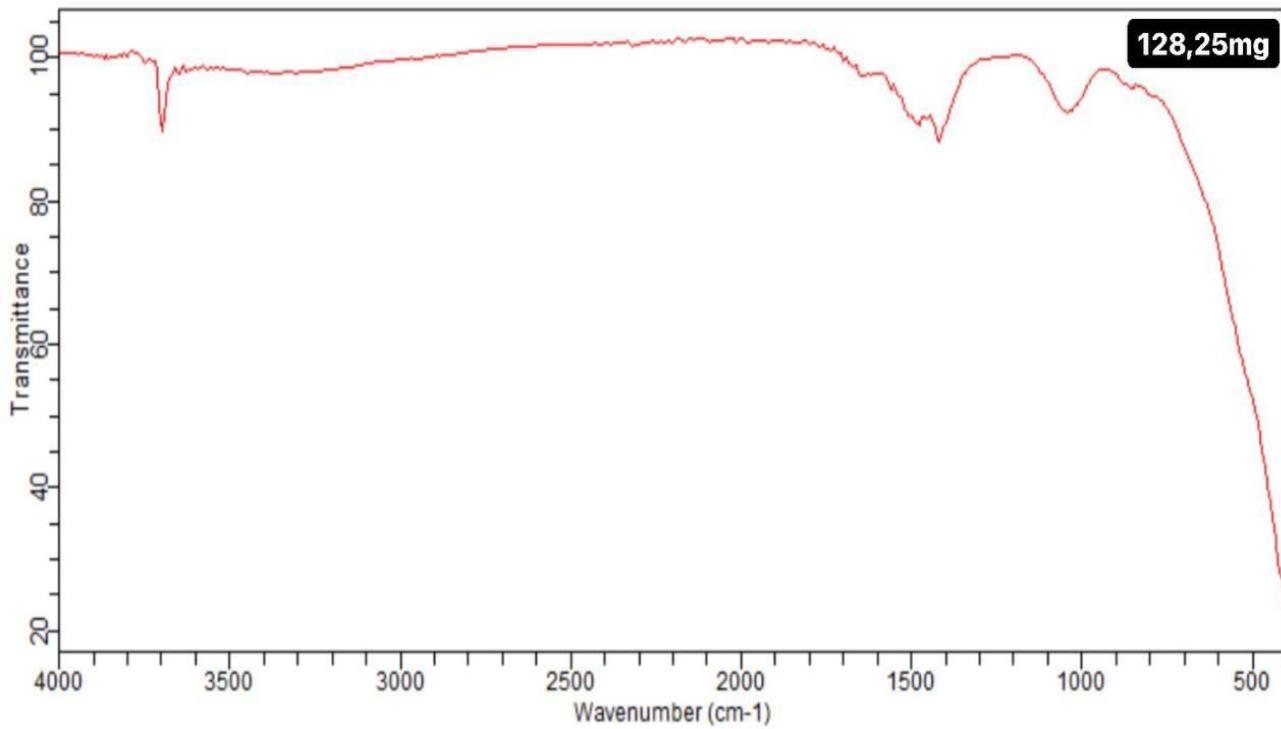
❖ صور أطياف الأشعة تحت الحمراء (FTIR) للعينات قبل الحرق:



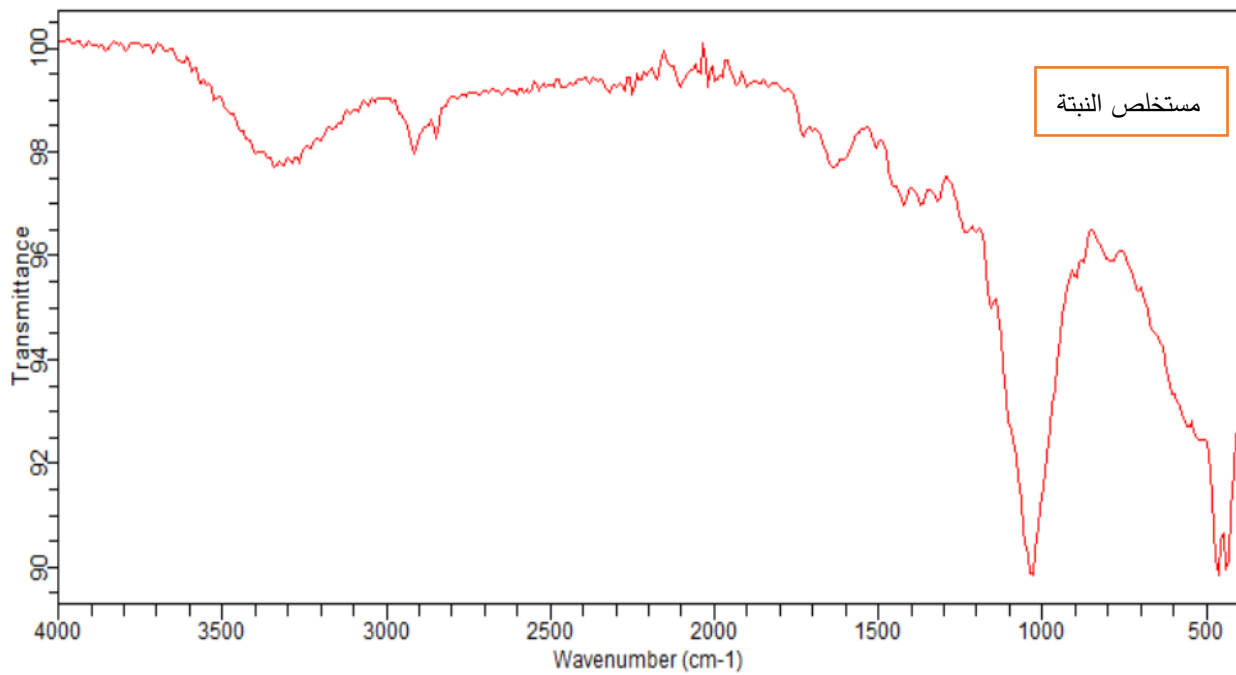
الشكل (IV- 6): طيف الأشعة تحت الحمراء لمغروا MgO NPs بتركيز (51.3mg من أسيتات المغنزيوم في 10ml من الماء المقطر) قبل الحرق.



الشكل (IV-7): طيف الأشعة تحت الحمراء لـ MgONPs بتركيز 102.6mg من أسيتات المغنيزيوم في 10ml من الماء المقطر) قبل الحرق.

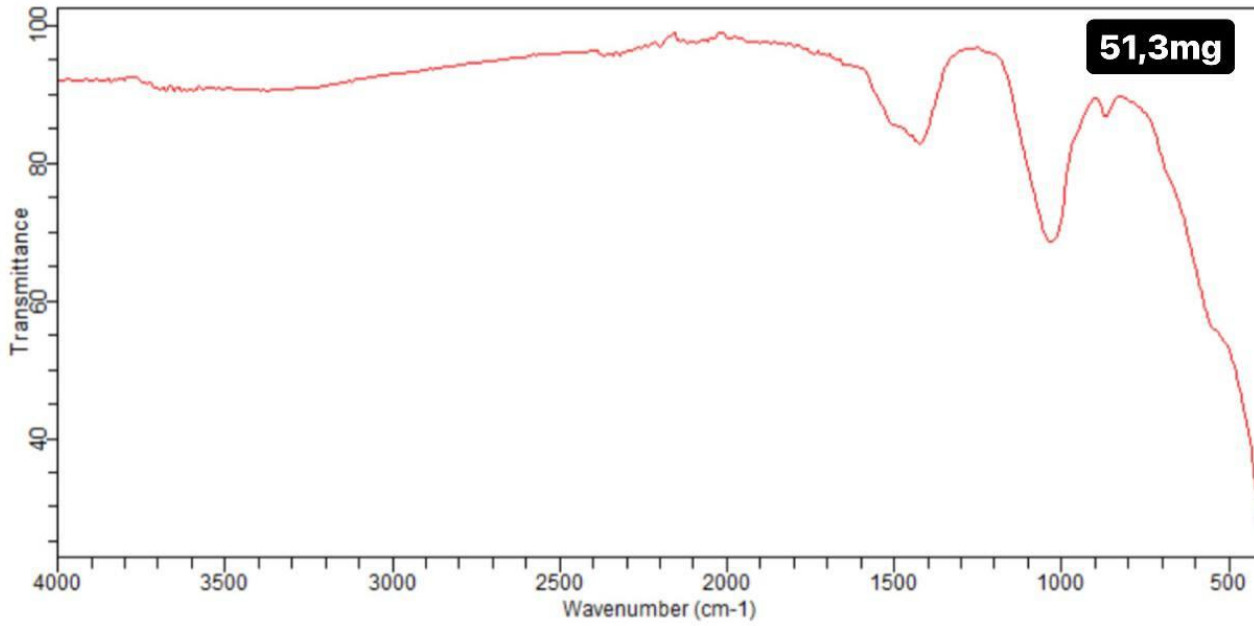


الشكل (IV- 08): طيف الأشعة تحت الحمراء لمغنازيم أكسيد (MgO NPs) بتركيز (128.25mg من أسيتات المغنزيوم في 10ml من الماء المقطر) قبل الحرق.

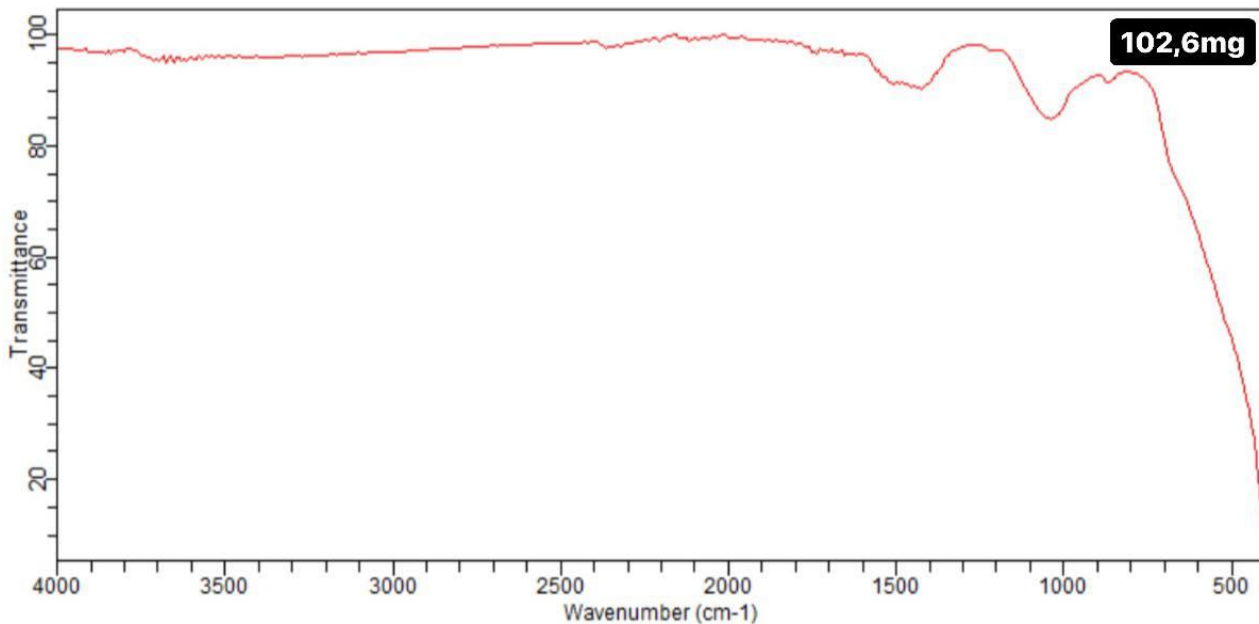


الشكل (IV- 9): طيف الأشعة تحت الحمراء لمستخلص نبات الإذخر

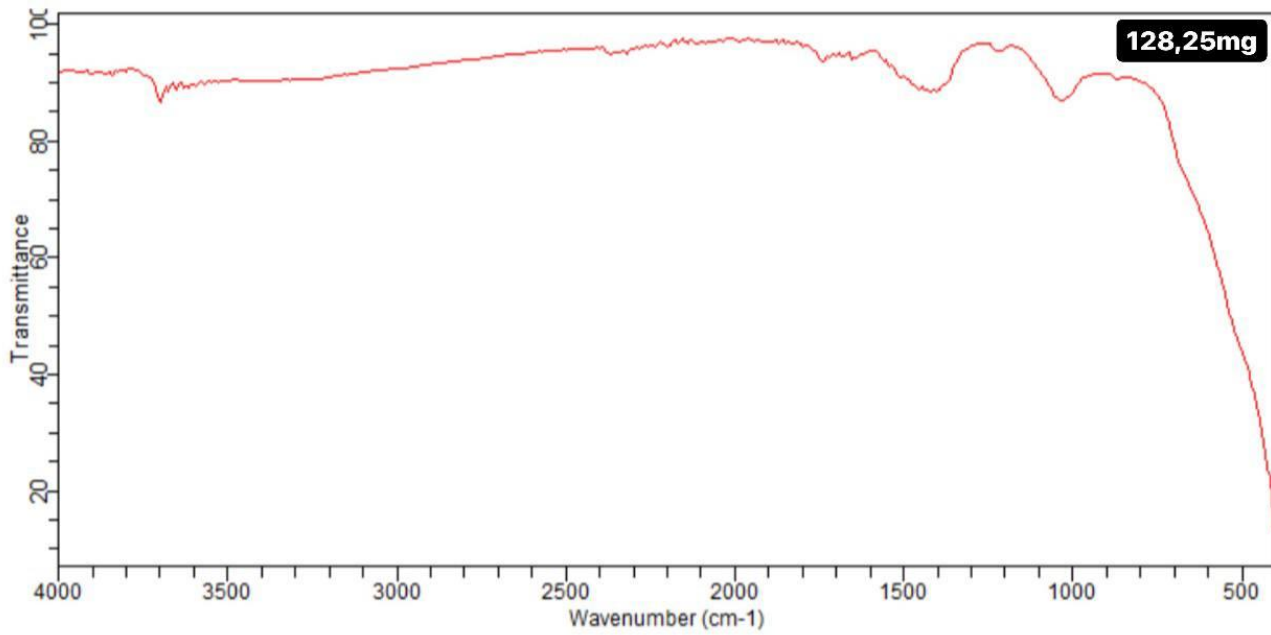
❖ صور أطياف الأشعة تحت الحمراء (FTIR) للعينات بعد الحرق:



الشكل (IV-10): طيف الأشعة تحت الحمراء لمـ MgO NPs بتركيز (51.3mg من أسيتات المغنزيوم في 10ml من الماء المقطر) بعد الحرق.



الشكل (IV-11): طيف الأشعة تحت الحمراء لمـ MgO NPs بتركيز (102.6mg من أسيتات المغنزيوم في 10ml من الماء المقطر) بعد الحرق.

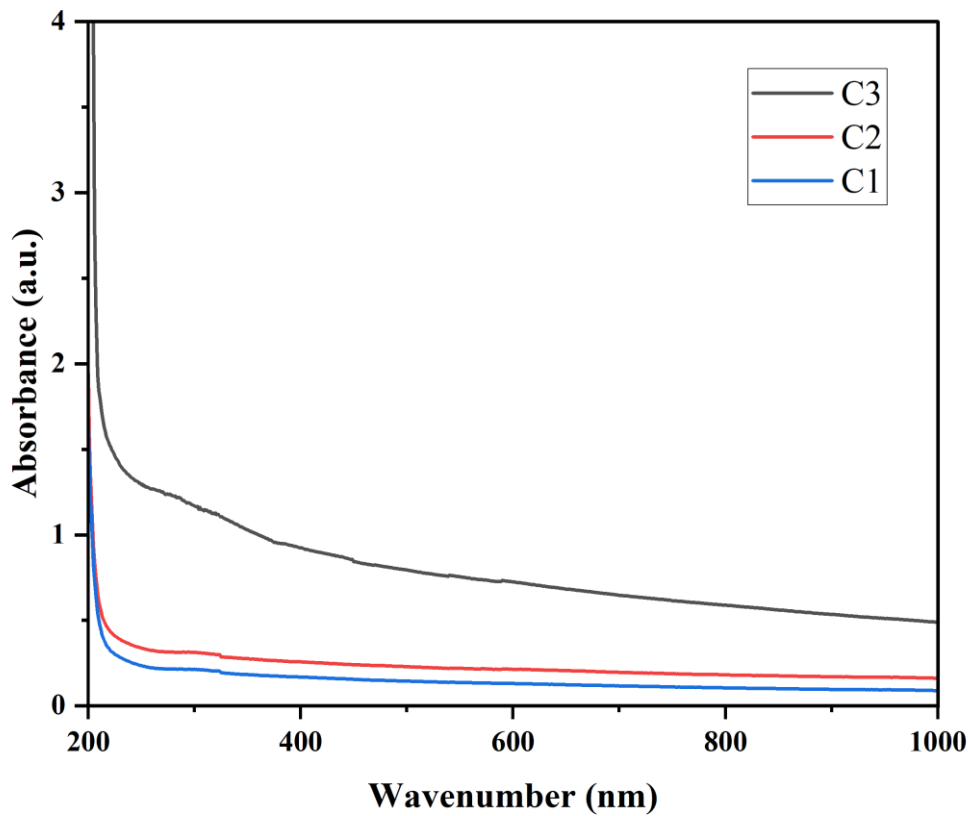


الشكل (IV-12): طيف الأشعة تحت الحمراء لمغزويوم نانوي (MgO NPs) بتركيز (128.25mg من أسيتات المغزويوم في 10ml من الماء المقطر) بعد الحرق.

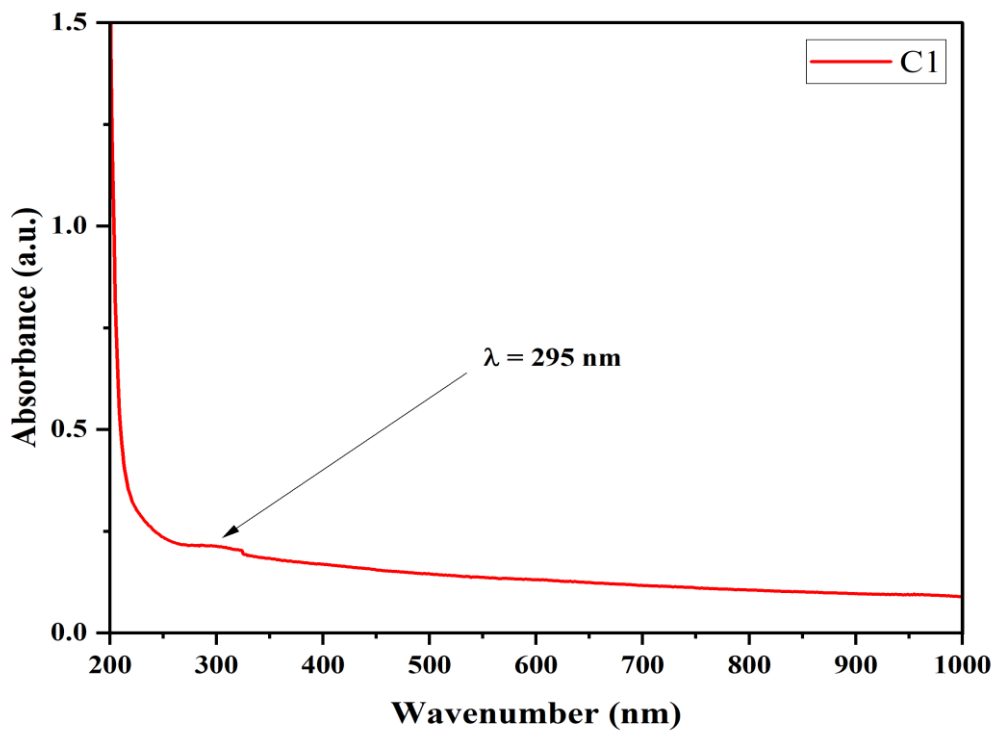
3.IV. تحليل نتائج الأشعة فوق البنفسجية المرئية (UV-Vis) للعينات بعد الحرق:

تم التحليل بواسطة مطيافية UV-vis لمستخلص نبات الإذخر و كذلك العينات الثلاثة لجسيمات أكسيد

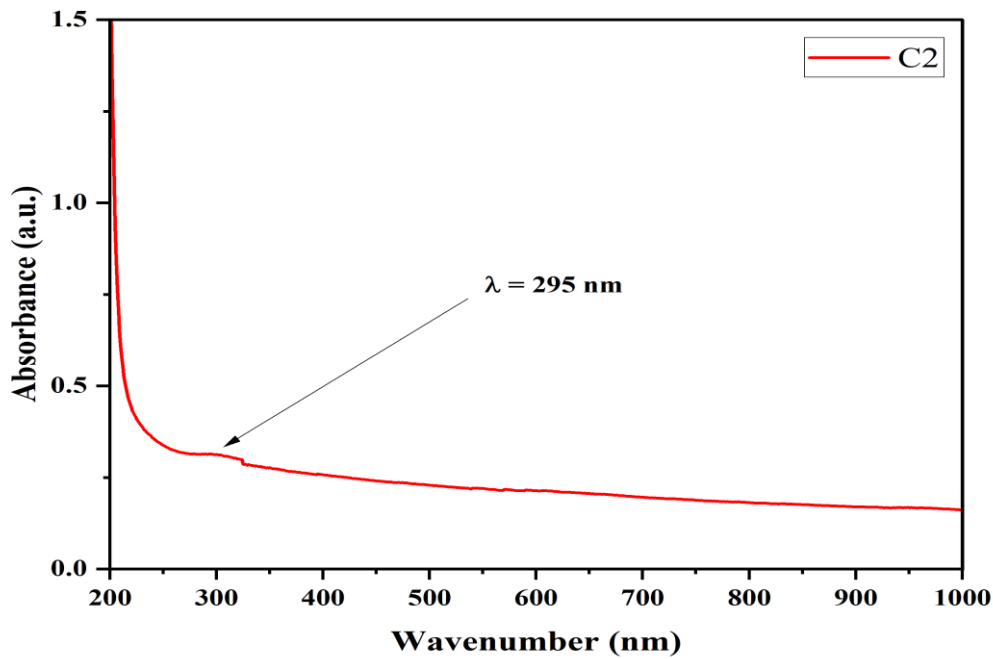
المغزويوم النانوية C1,C2,C3.



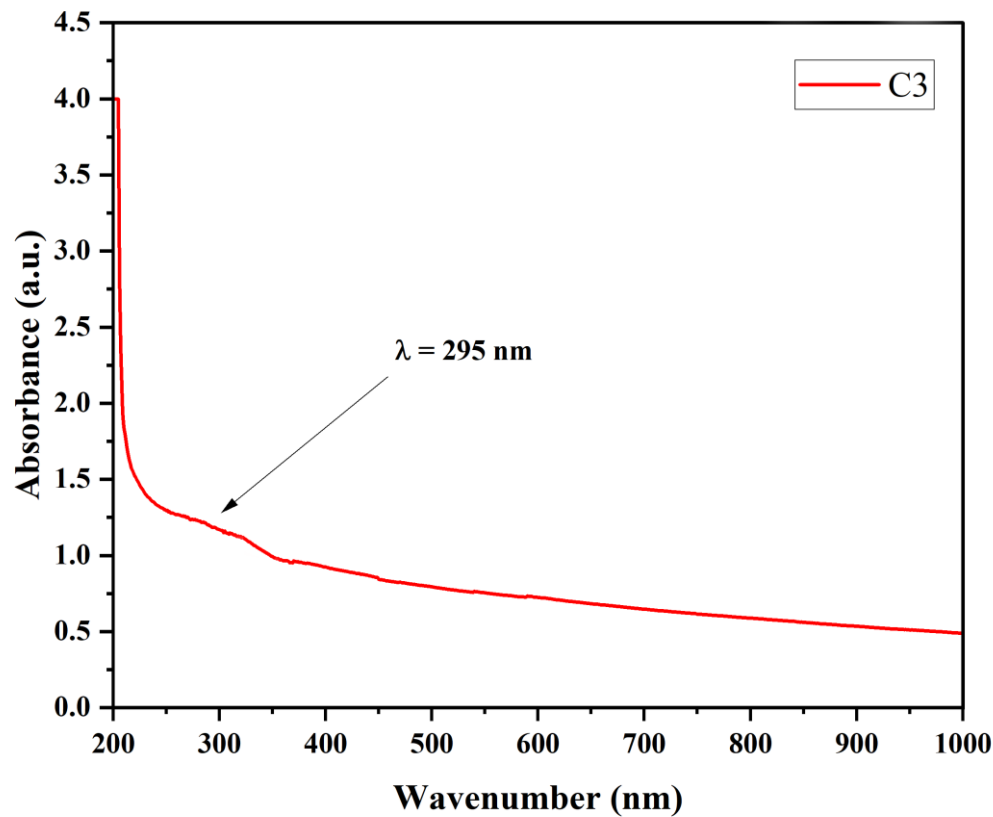
الشكل (13-IV): طيف الأشعة البنفسجية المرئية لمغO NPs



الشكل (14-IV): طيف الأشعة البنفسجية المرئية لمغO NPs للعينة C1.



الشكل (IV-15): طيف الأشعة البنفسجية المرئية لمغO NPs للعينه C2.



الشكل (IV-16): طيف الأشعة البنفسجية المرئية لمغO NPs للعينه C3.

يظهر من خلال أطياف الأشعة فوق البنفسجية المرئية لجسيمات المغنيزيوم النانوية بعد عملية الحرق وجود مجال امتصاص واسع يظهر بين 260-330 nm بالإضافة ذروة امتصاص تظهر عند 295nm توافق بذلك ذروة الامتصاص المتوافقة مع رنين البلازمون السطحي المميزة لجسيمات أكسيد المغنيزيوم النانوية حسب دراسات سابقة^[10]. مما يؤكد على نجاح تصنيع جسيمات المغنيزيوم النانوية .

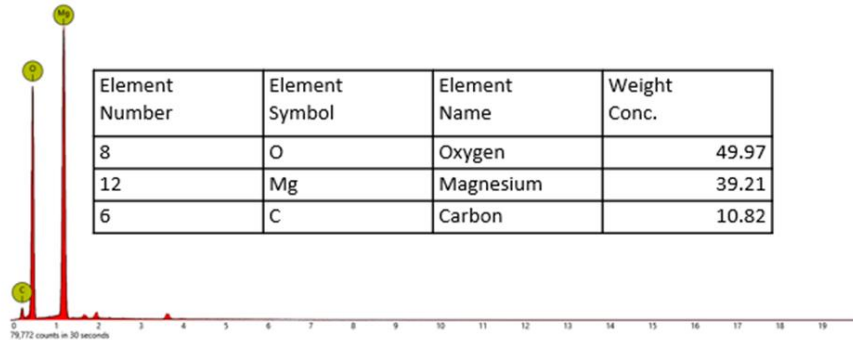
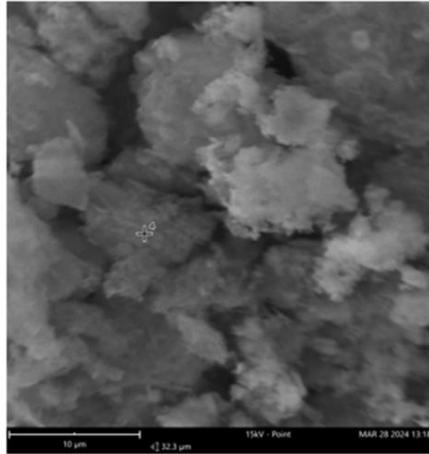
4.IV.المجهر الماسح الإلكتروني (SEM-EDAX) :

تم فحص مورفولوجية جزيئات أكسيد المغنيزيوم النانوية النانوية بالمجهر الإلكتروني الماسح SEM نوع (xPhenom Pro), من خلال الصور التي تم الحصول عليها من الفحص المجهر الإلكتروني (الشكل: 16- IV) تكشف عن أوجه تشابه في بنية العينات بتركيزات مختلفة بالإضافة إلى ذلك ، حيث نلاحظ أن جزيئات أكسيد المغنيزيوم تظهر بأشكال غير منتظمة و على شكل متكتل مشكلتا سطحاً خشناً يتكون من هياكل تشبه التجاويف أو مجموعات من الجسيمات غير المنتظمة التي تشبه الرغوة تبدو هذه الهياكل كبيرة نسبياً وتخلق فجوات في المادة ، مما يؤدي إلى تعطيل توحيدها و هو ما يتوافق مع النتائج المدروسة. يمكن أن يكون المظهر الشبيه بالرغوة للجسيمات مؤشراً على التكتل ، حيث تتجمع الجسيمات الفردية معا لتشكيل تجمعات أكبر .

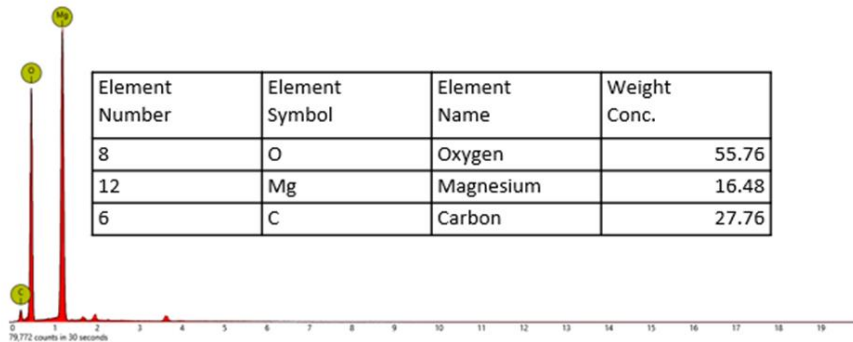
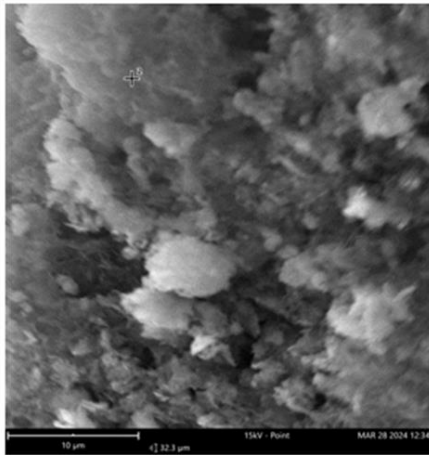
4.IV.1. تحليل EDAX:

يكشف تحليل EDAX لجسيمات MgO النانوية المصنعة حيويًا الموضح في (الشكل 16-IV) عن وجود الأكسجين بنسبة أكبر تتراوح ما بين (57-49%)، والمغنيزيوم بنسبة ما بين (39-16%)، والكربون بنسبة قليلة (27.76-10.92%). تؤكد التركيزات الكبيرة للأكسجين والمغنيسيوم تكوين جسيمات MgO النانوية، مع كون محتوى الأكسجين أعلى قليلاً من النسبة المتكافئة المثالية بسبب الأكسدة السطحية المحتملة أو وجود مجموعات الهيدروكسيل. يشير الكربون المكتشف إلى بقايا عضوية من مستخلص النبات المستخدم في التركيب الحيوي، والتي تعمل كعوامل تثبيت وقد تعزز التوافق الحيوي للجسيمات النانوية. تؤكد هذه النتائج التصنيع الناجح لجسيمات MgO النانوية المصنعة حيويًا.

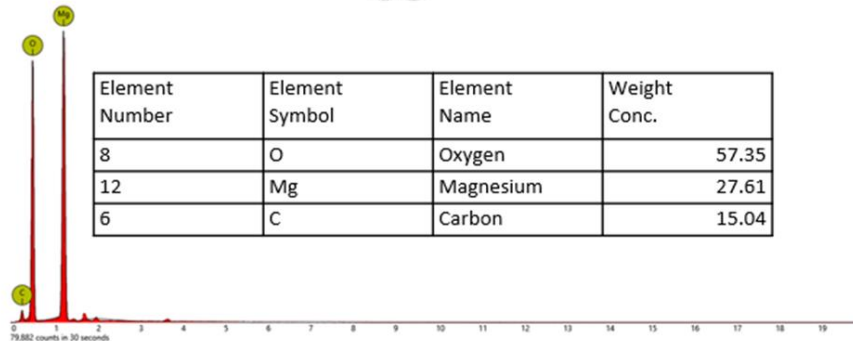
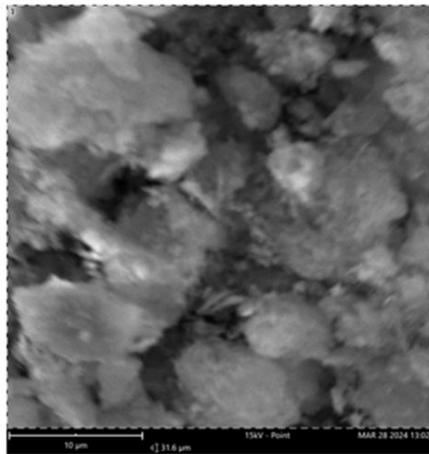
C1



C2



C3



الشكل (17-IV) : صور المجهر الالكتروني و تحليل EDAX للعينات المصنعة

5.IV قدرة تثبيط الجذر الحر ل DPPH :

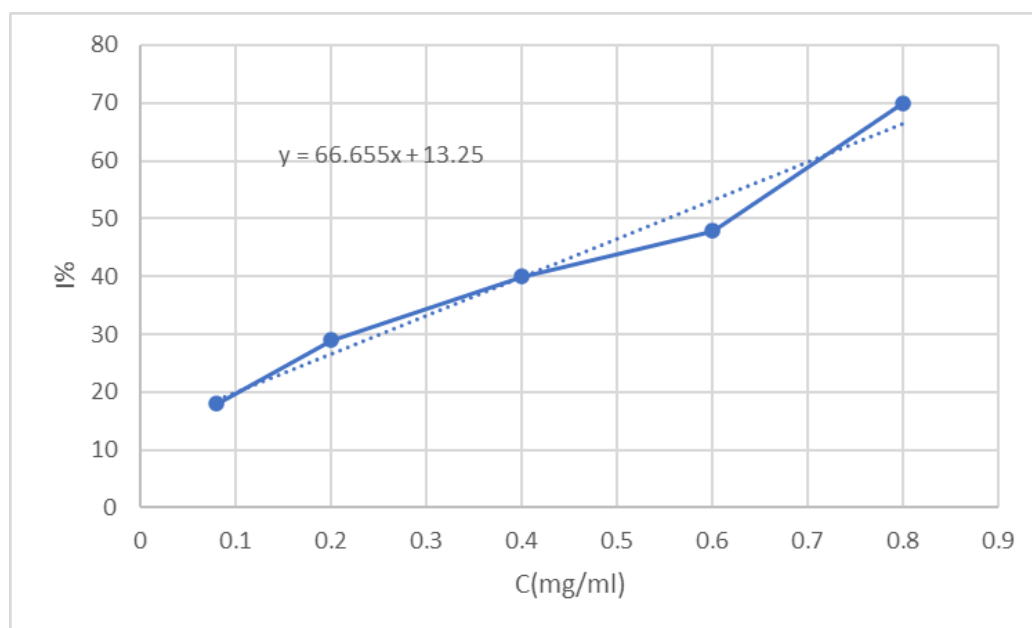
يتم حساب نسبة تثبيط الجذر الحر ل DPPH للمستخلص الكحولي الميثانولي للنبذة المدروسة من خلال قيم الإمتصاصية المتحصل عليها وبحسابات رياضية باستعمال العلاقة التالية [11]:

$$I \% = \left[\frac{(A_0 - A)}{A_0} \right] \times 100$$

ومنه تم الحصول على النتائج المدونة في الجدول :

التركيز (mg/ml)	الإمتصاصية	نسبة التثبيط I%
0.08	0.613	18.02
0.2	0.57	29
0.4	0.5	39.98
0.6	0.45	47.87
0.8	0.35	70.02

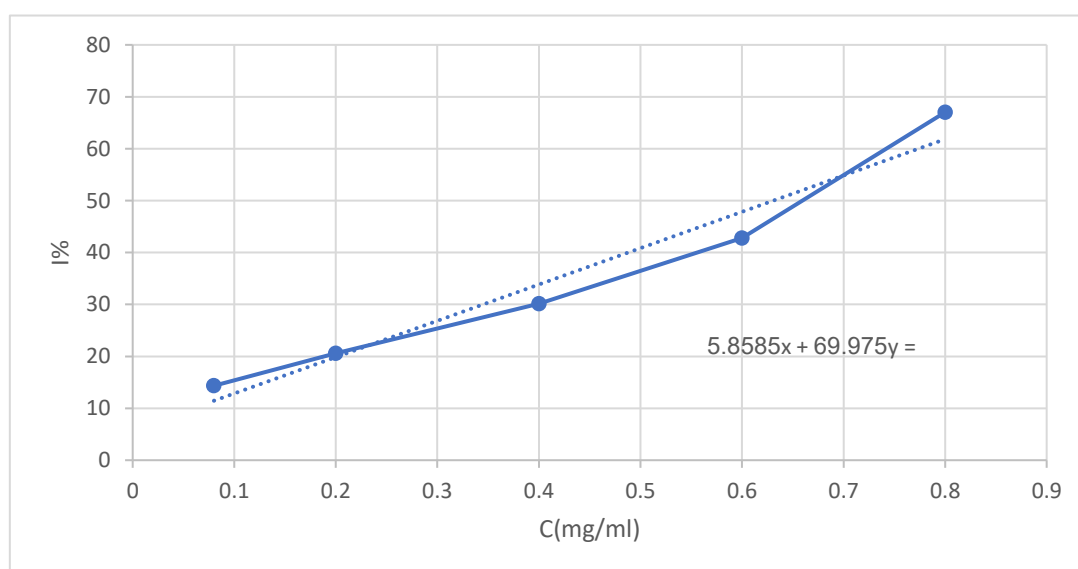
الجدول (IV-2): يوضح نسبة التثبيط (I%) على الجذر الحر DPPH للنبتة بدلالة الإمتصاصية والتركيز C3 (mg/ml).



الشكل (IV-18) : منحنى نسبة التثبيط (I%) على الجذر الحر DPPH بدلالة تركيز أكسيد المغنيزيوم النانوى C3 (mg/ml)

التركيز (mg/ml)	الإمتصاصية	نسبة التثبيط I%
0.08	0.541	14.34
0.2	0.488	20.56
0.4	0.456	30.12
0.6	0.342	42.8
0.8	0.321	67.02

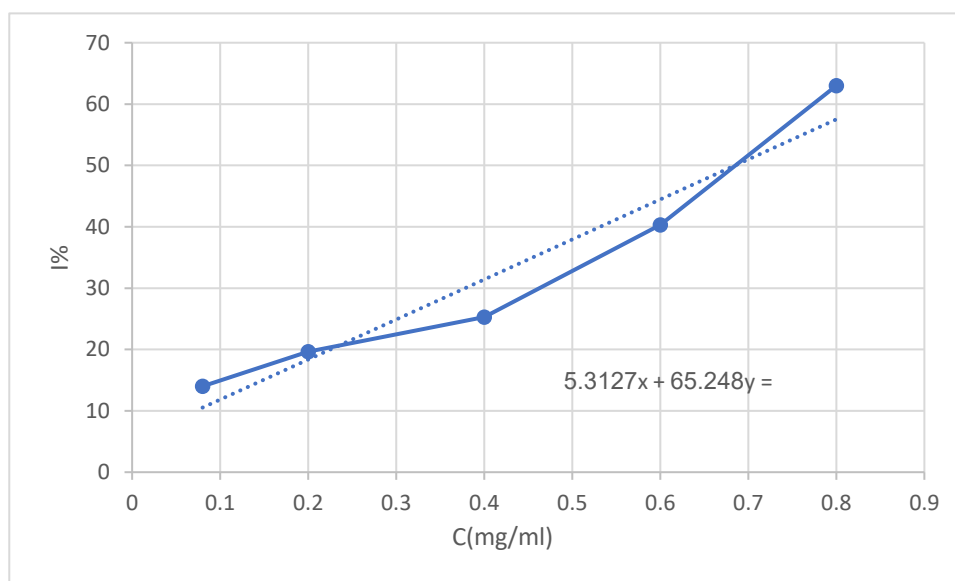
الجدول (3-IV): يوضح نسبة التثبيط (I%) على الجذر الحر DPPH للنبتة بدلالة الإمتصاصية والتركيز C2 (mg/ml).



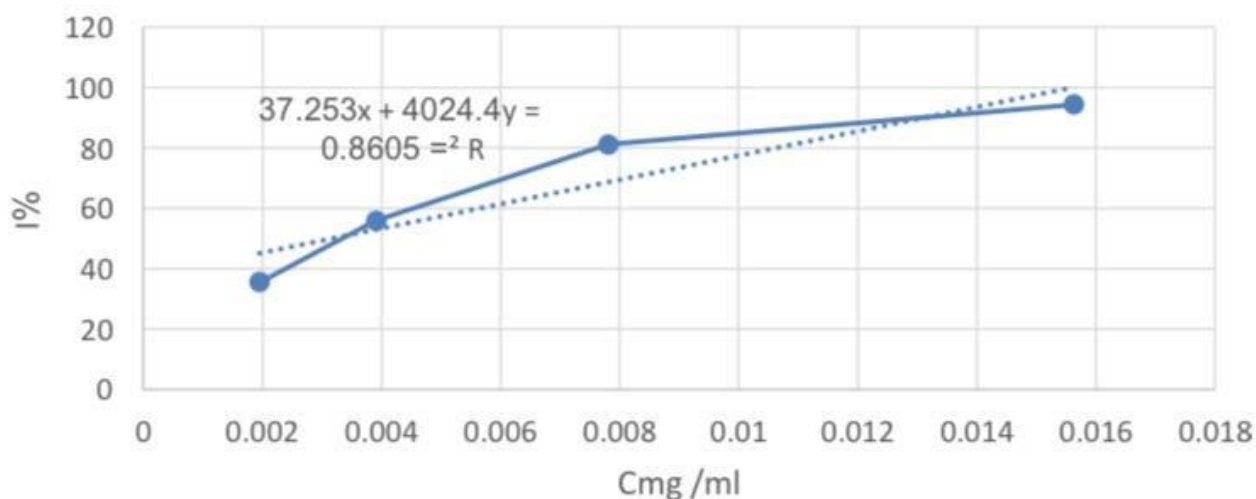
(الشكل 19-IV) : منحنى نسبة التثبيط (I%) على الجذر الحر DPPH بدلالة تركيز أكسيد المغنيزيوم النانوي C2 (mg/ml)

التركيز (mg/ml)	الإمتصاصية	نسبة التثبيط %
0.08	0.567	14
0.2	0.395	19.66
0.4	0.345	25.29
0.6	0.199	40.33
0.8	0.158	63

الجدول (4-IV): يوضح نسبة التثبيط (I%) على الجذر الحر DPPH للنبتة بدلالة الإمتصاصية والتركيز C1 (mg/ml)



الشكل (20-IV) : منحنى نسبة التثبيط (I%) على الجذر الحر DPPH بدلالة تركيز أكسيد المغنيزيوم النانوي C1 (mg/ml)

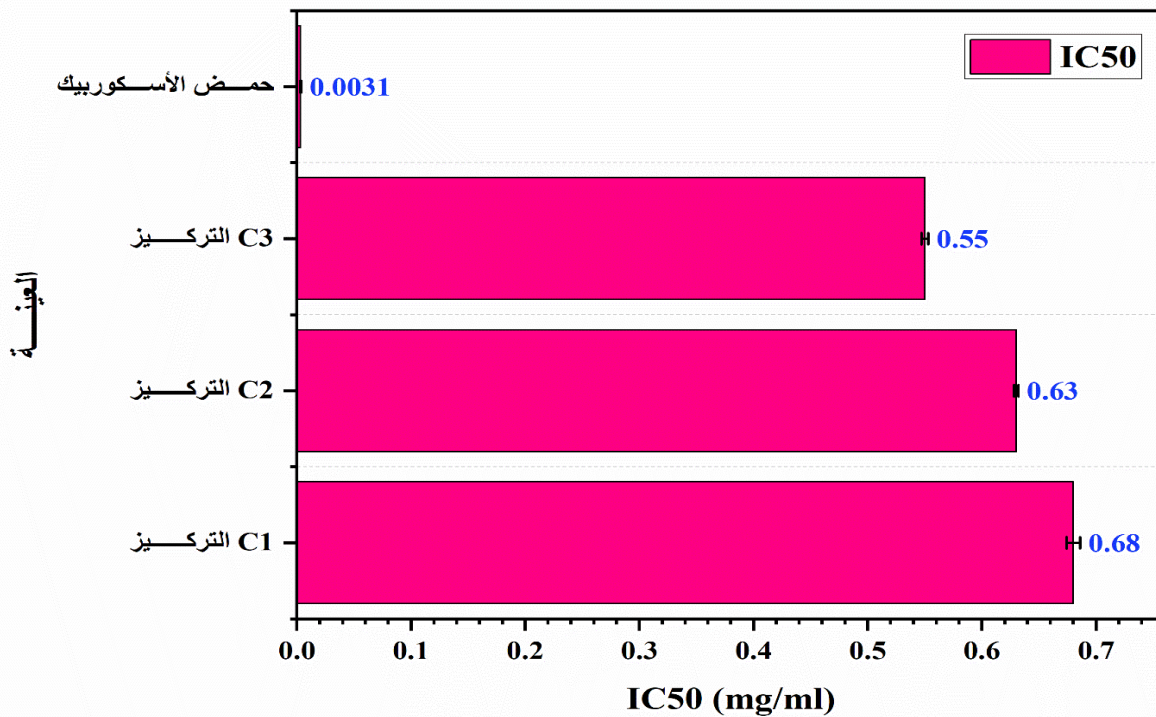


الشكل (21-IV) : منحنى نسبة التثبيط (I%) على الجذر الحر DPPH بدلالة تركيز حمض الأسكوربيك (mg/ml) .

ومن خلال منحنى النشاطية للمستخلص الميثانولي في تثبيط الجذر الحر DPPH وكذا المنحنى لقياسي لحمض الأسكوربيك تم حساب قيمة IC_{50} للمستخلص علما أن القيمة الأقل لها تعني التأثير التثبيطي الأفضل كما هي موضحة في الجدول (5-IV) و (الشكل 20-IV) :

التركيز	IC_{50} (mg/ml)
حمض الأسكوربيك	0.0031
التركيز C1	0.68
التركيز C2	0.63
التركيز C3	0.55

الجدول (5-IV): يوضح قيمة IC_{50} لحمض الأسكوربيك و التراكيز C1,C2,C3 .



(الشكل IV-22) : رسم بياني بالأعمدة الأفقية يمثل قيم IC50 لحمض الأسكوربيك والتركيز المختلفة لـ MgO NPs.

1.5.IV . التعليق على النتائج :

تم تقدير نشاط العينات المدروسة في إزالة جذر DPPH من خلال إرجاعه من اللون البنفسجي إلى اللون الأصفر. أظهرت النتائج قدرة العينات على كبح جذر DPPH، وتم تحديد القيمة IC50 التي تمثل التركيز المناسب للقضاء على 50% من الجذور الحرة، بوحدة mg/ml. القيمة الأقل لـ IC50 تعني فعالية مضادة للأكسدة أكبر للعينة.

استنادا إلى نتائج الجدول، يمكن القول إن التركيز C3 يظهر أعلى فعالية مضادة للأكسدة بقيمة 0.55 (mg/ml)، بينما كانت أقل فعالية مضادة للأكسدة للتركيز C1 بقيمة 0.86 (mg/ml).

يتضح من خلال النتائج المتحصل عليها أن قدرة العينات المدروسة على إزاحة جذر DPPH تتناسب طرديا مع الزيادة في التركيز.

وبالمقارنة مع قيمة IC50 لحمض الأسكوربيك والتي تقدر بـ (0,0031mg/ml)، أن العينات أقل فعالية من تأثير حمض الأسكوربيك .

بالمقارنة مع حمض الأسكوربيك، الذي يمتلك قيمة IC_{50} تساوي 0.0031 mg/ml ، فإن العينات المدروسة أقل فعالية بكثير. يشير هذا إلى أن حمض الأسكوربيك يعتبر مضاد أكسدة قوي جداً مقارنة بجسيمات أكسيد المغنيسيوم النانوية.

على الرغم من أن فعالية العينات المدروسة أقل من حمض الأسكوربيك، إلا أن اختبار DPPH يشير إلى أن جسيمات أكسيد المغنيزيوم المركبة بطريقة حيوية يمكن أن تعمل كعوامل مضادة للأكسدة نشطة. هذا يفتح المجال لاستخدامها في التطبيقات الطبية الحيوية كمضادات أكسدة.

المراجع

- [1] Kern, A., Doetzer, R., Eysel, W., Mineralogisch–Petrographisches Inst., Univ. Heidelberg, Germany., *ICDD Grant-in-Aid*,
- [2] M. Schreyer, L. Guo, S. Thirunahari, F. Gao, and M. Garland, “Simultaneous determination of several crystal structures from powder mixtures: the combination of powder X-ray diffraction, band-target entropy minimization and Rietveld methods,” *J. Appl. Crystallogr.*, vol. 47, no. 2, pp. 659–667, 2014.
- [3] T. M. Laid, K. Abdelhamid, L. S. Eddine, and B. Abderrhmane, “Optimizing the biosynthesis parameters of iron oxide nanoparticles using central composite design,” *J. Mol. Struct.*, p. 129497, doi: 10.1016/j.molstruc.2020.129497. 2020,
- [4] G. B. Sakura and A. Y. T. Leung, “Experimental Study of Particle Collection Efficiency of Cylindrical Inlet Type Cyclone Separator,” *Int J Environ. Sci. Dev.*, vol. 6, no. 3, pp. 160–164, 2015, doi 10.7763/ijesd.v6.581. 2015.
- [5] S. Groiss, R. Selvaraj, T. Varadavenkatesan, and R. Vinayagam, “Structural characterization, antibacterial and catalytic effect of iron oxide” nanoparticles synthesised using the leaf extract of *Cynometramiflora*,” *J Mol Struct.*, vol. 1128, pp. 572–578, Jan. 2017, doi: 10.1016/j.molstruc. 09.031. .2016.
- [6] C. S. T. Araújo, E. I. Melo, V. N. Alves, and N. M. M. Coelho, “*Moringaoleifera* Lam. seeds as a natural solid adsorbent for removal of AgI in

aqueous solutions," J. Braz. Chem. Soc., vol. 21, no. 9, pp. 1727–1732, doi: 10.1590/S0103–50532010000900019. 2010.

[7] O. S. Bello, K. A. Adegoke, and O. O. Akinyunni, "Preparation and characterization of a novel adsorbent from *Moringaoleifera* leaf," Appl. Water Sci., vol. 7, no. 3, pp. 1295–1305, Jun., doi: 10.1007/s13201–015–0345–2017.

[8] N. Izza et al., "Microwave–assisted extraction of phenolic compounds from *Moringaoleifera* seed as anti–biofouling agents in membrane processes," MATEC Web Conf., vol. 204, pp. 03003–03009, , doi : 10.1051/mateconf/201820403003. Sep. 2018,

[9] C. Chetan, R. F. Bhajantri, B. Soumya, C. Shivaprasad, A. Maliakarjun, and K. Satyappa, "Effect of calcination temperature on synthesized ZnO nanoparticles," in AIP Conference Proceedings, vol. 2244, no. 2, p. 070015, doi: 10.1063/5.0009107. 2020,

[10] A Almontasser et al. IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng. 577 012051. 2019.

الخلاصة العامة

في السنوات الأخيرة، توجه الإنسان نحو استخدام تكنولوجيا النانو بشكل متزايد بسبب خصائصها الفريدة التي لا توجد في نظيراتها ذات الحجم الأكبر، فضلاً عن تطبيقاتها الواسعة في مختلف المجالات، بما في ذلك المجال الطبي. وقد لفت هذا المجال انتباه العلماء لتخليق وتصنيع الأدوية من الأعشاب والمنتجات الطبيعية نظراً لقلّة الآثار الجانبية المرتبطة بها. ولهذا، سعوا إلى تحضير مواد النانو للحصول على الجزيئات المطلوبة باستخدام تقنيات تطورت مع تقدم هذا المجال.

حيث واجه هذا المجال العديد من التحديات، لأن معظم الطرق المستخدمة فيه معقدة وصعبة، وتتطلب مواد مكلفة وسامة وضارة بالإنسان والبيئة. لذلك، تم الاعتماد مؤخراً على طرق التوليفات الخضراء، كونها سهلة وبسيطة وغير مكلفة، وغير سامة وصديقة للبيئة.

في هذا السياق، قمنا باقتراح دراسة تعتمد على بروتوكول التخليق الحيوي لجسيمات أكسيد المغنيزيوم النانوية (MgO NPS) باستخدام مستخلص نبات الإذخر "*Cymbopogon schoenanthus*" كمحفز حيوي وملح أسيتات المغنيسيوم. هدفنا من هذه الدراسة هو فحص تأثير التراكيز المختلفة للملح المستخدم على الحجم البلوري للجسيم النانوي الناتج وكذلك دراسة فعالية هذه الجسيمات كمضادات للأكسدة.

حيث تم تشخيص المساحيق MgO NPs الناتجة باستخدام تقنيات FTIR ; DRX; SEM و UV-Vis . إذ أظهر تحليل طيف الأشعة تحت الحمراء للمركبات المحضرة أن اهتزازات الرابطة O-H ظهرت عند 3750cm^{-1} ، بينما تظهر الرابطة Mg-O عند 490cm^{-1} ، في حين أظهرت النتائج بعد الحرق اختفاء الرابطة O-H في جميع العينات وهذا يدل على الاحتراق الشبه تام للمركبات الفينولية وبقياء النبتة ومقابل بقاء رابطة Mg-O . وأظهرت الأطياف الأشعة فوق البنفسجية - المرئية لمحلول جسيمات أكسيد المغنيزيوم النانوية ذروة امتصاص عند 295nm المتوافقة مع رنين البلازمون السطحي لجسيمات أكسيد المغنيزيوم. وأكدت نتائج حيود الأشعة السينية عن نجاح تصنيع جزيئات أكسيد المغنيزيوم النانوية ذات حجم بلوري يتراوح بين [19.80-24.56nm]. نظام بلوري مكعب السطوح، كما أكدت الدراسة أن حجم البلوري يتأثر بتغير كتلة أسيتات المغنيزيوم المستعملة حيث وجد أن أصغر حجم نحصل عليه هو التركيز 51.3mg يقدر ب 19.80 ، مما يدل على قدرة التحكم في الحجم البلوري و ذلك بالتغيير في تراكيز الملح المستخدم.

كما أظهرت دراسة الفعالية المضادة للأكسدة إلى إمكانية استخدام جسيمات أكسيد المغنيزيوم الحيوية كعوامل مضادة للأكسدة وأن فعالية العينات في إزالة جذر DPPH تزداد مع زيادة التركيز . التخليق الحيوي باستخدام نبات الإذخر "*Cymbopogon schoenanthus*" هي طريقة غير سامة وغير مكلفة وبسيطة وصديقة للبيئة ، مما يجعلها بديل فعال واقتصادي للطرق السامة والمكلفة الأخرى.

الملاحق

الملحق 01 : الأجهزة المستخدمة في عملية التخليق الحيوي لجسيمات أكسيدالمغنزيوم النانوية MgO NPs



جهاز الرج المغناطيسي



جهاز الرج المغناطيسي مزود بلوح التسخين



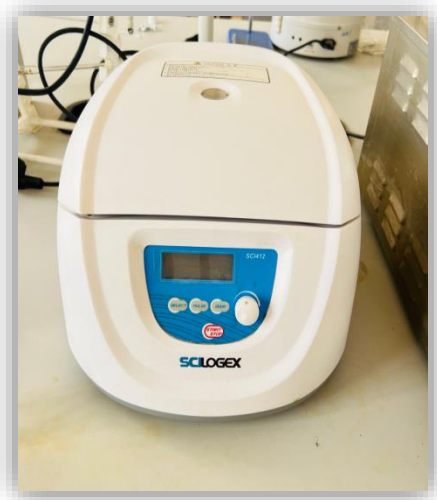
ميزان حساس



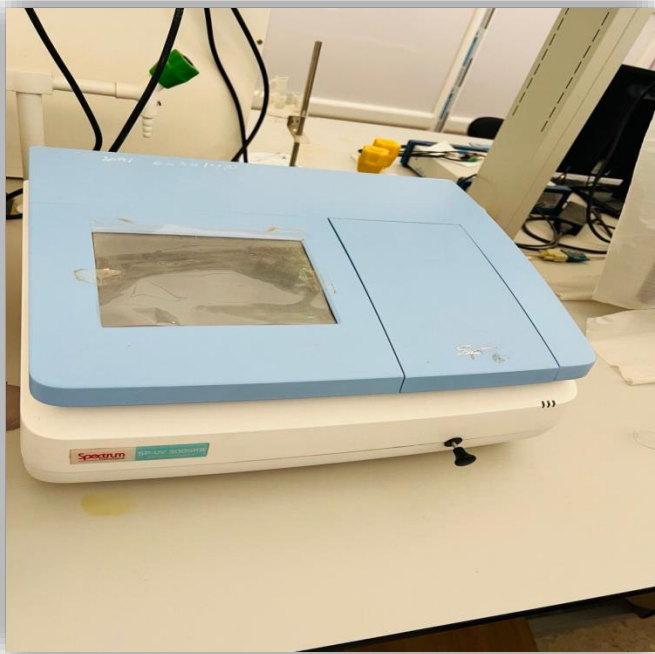
فرن



فرن التجفيف



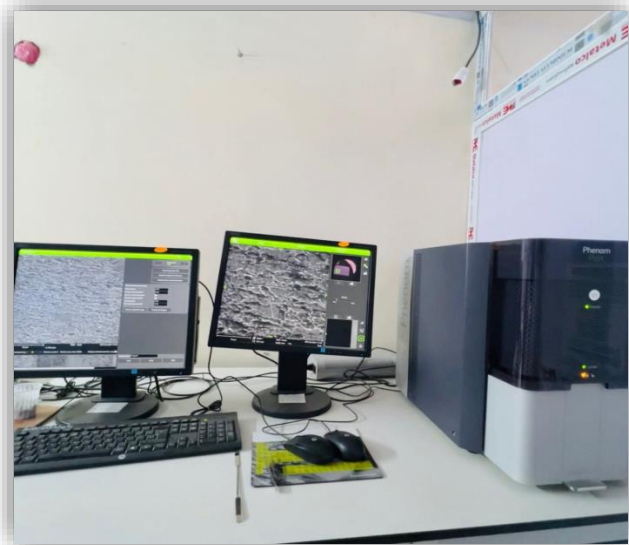
الطرد المركزي



جهاز التحليل الطيفي للأشعة فوق البنفسجية
(UV-Visible)



جهاز مطيافية الأشعة تحت الحمراء (FT-IR)



جهاز المجهر الإلكتروني الماسح (SEM)



جهاز حيود الأشعة السينية (DRX).

الملحق 03: التركيب التجريبي المستعمل لعملية التخليق الحيوي لجسيمات أكسيد المغنزيوم النانوي MgONPs



عملية النقع



التخليق الحيوي لجسيمات أكسيد المغنزيوم النانوي MgO NPs قبل وبعد 24 ساعة

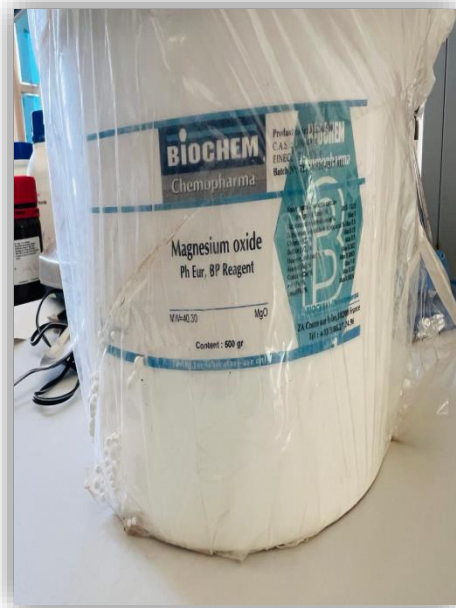
الملحق 04: المواد المستعملة في العملية التخليق الحيوي لجسيمات أكسيد المغنيزيوم النانوي MgO NPs



نبات الإذخر

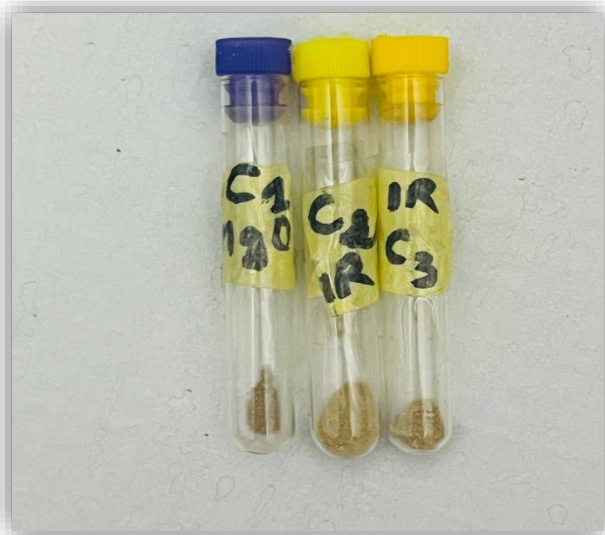


ماء مقطر



ملح أسيتات المغنيزيوم

الملحق 05 : أكسيد المغنزيوم النانوي MgO NPs قبل وبعد الحرق.

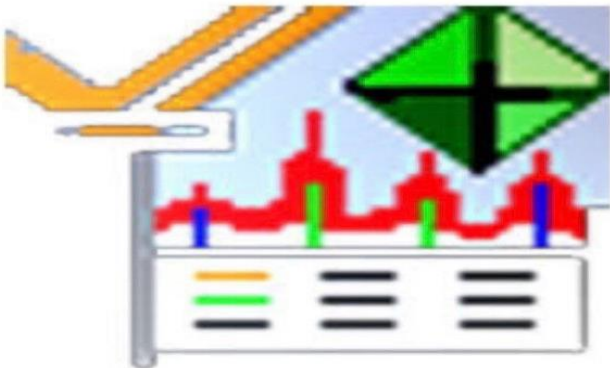


العينات قبل الحرق



العينات بعد الحرق

الملحق 06 : البرامج المستخدمة في رسم البيانات.



High Score