



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
جامعة الشهيد حمه لخضر بالوادي  
كلية التكنولوجيا



قسم: هندسة طرائق والبتروكيمياء  
تخصص: هندسة كيميائية  
مذكرة مقدمة لاستكمال متطلبات نيل شهادة الماستر  
بعنوان:

تحضير المركب النانوي (Cu<sub>2</sub>O/CuCl)

المعدل بحمض الأسكوربيك لإزالة ملون Brilliant Crsyle Blue من مياه الصرف

من إعداد الطالبات:

عاشور سلسبيل - ايمان حقي - رقوطه بشرى

تمت مناقشة المذكرة في 2024/06/12

أمام اللجنة المناقشة

الاسم واللقب	الرتبة	الصفة	الجامعة
عبد الرحمان بوعافية	MCB	رئيس اللجنة	جامعة الشهيد حمه لخضر الوادي
إلهام بن عمر	Doctorat	مناقش	جامعة الشهيد حمه لخضر الوادي
صلاح الدين العويني	Pr	المشرف	جامعة الشهيد حمه لخضر الوادي
سروطي عبد الغني	MCA	مسؤول مركز دعم التكنولوجيا والابتكار	جامعة الشهيد حمه لخضر الوادي

السنة الجامعية: 2024/2023

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

# شكر وعرفان

الحمد لله رب العالمين

وأفضل الصلاة والسلام والبركات على سيدنا مُحَمَّد الهادي الامين وعلى آله وصحبه اجمعين.

يسرنا أن نتقدم بخالص الشكر والامتنان الى الأستاذ البروفسور

صلاح الدين العويني المشرف على الرسالة (جعل الله طريقه الى الخير) والدكتور

حمدي مُحَمَّد علي. وتقدم لهم ايضا شكرنا وامتناننا لبذل الوقت والجهد في البحث والمساعدة والرشاد

السليم والآراء العلمية القيمة التي أدت إلى ظهور هذا البحث على المستوى المطلوب.

ونود ايضا ان نتقدم بوافر الشكر والتقدير والاحترام الى الأستاذ الدكتور

شمسة علي عميد الكلية الموقر.

وتقدم ايضا شكرنا وفخرنا لرئاسة قسم الكيمياء وجميع أعضاء هيئة التدريس.

وتتقدم بشكرنا وتقديرنا لأساتذة وأعضاء لجنة المناقشة

بأعمالهم الشاقة وجهودهم في قراءة وتقييم الرسالة.

أخيرا، نقدم شكرنا وتقديرنا لجميع من ساعدنا لتسهيل العمل ومواجهة الصعوبات واعطاء الآراء

# الإهداء

الحمد لله على لذة الانجاز والحمد لله عند البدء وعند الختام .....

الى والدي الذي اضاء دروبي وطريقي وقدوتي في كل خطوه اخطوها.

الى امي الحنونة الحزن الدافئ وسماي التي لم تتركني يوماً، ولا يكتمل يومي بدونها.

الى اخواني واخواتي اللذين وقفوا معي دائماً وساندوني خلال مسيرتي التعليمية.

الى جميع دكاترتي الاعزاء اللذين علموني وأرشدوني ووجهوني

ولا أنسى رفيقات رحلة النجاح ومن كان مصاحباً لي أثناء دراستي وليلي الاختبارات

التي جمعتنا إلى من أحاطوني بالصبر والشجاعة طوال فترة الغربة ممتنه لكم جميعاً.

اهديكم جميعاً هذا العمل المتواضع وثمره جهدي والله ولي التوفيق

رقوطه بشرى

# الإهداء

الحمد لله حُباً وشكراً وامتناناً على البدء والختام

(وَآخِرُ دَعْوَاهُمْ أَنِ الْحَمْدُ لِلَّهِ رَبِّ الْعَالَمِينَ)

لم تكن الرحلة قصيرة لكنني فعلتها، فالحمد لله الذي يسر البدايات وبلغنا النهايات بفضلته وكرمه أرى مرحلتي الدراسية قد شارفت على الانتهاء بالفعل فاللهم لك الحمد قبل أن ترضى ولك الحمد إذا رضيت ولك

أهدي هذا النجاح لنفسي الطموحة أولاً الذي بدأ بطموح وانتهى بنجاح ثم الى كل من سعى معي لإتمام مسيرتي الجامعية  
ويكل حب اهدي ثمرة نجاحي وتخرجي:

أهدي نجاحي إلى من أحمل اسمه بكل فخر، إلى من سعى طوال حياته ودعمني بلا حدود وأعطاني بلا مقابل

إلى التي ساندتني وألهمتني المواصلة مسيرتي، وسهلت لي الشدائد بدعاتها، إلى السراج الذي أثار لي الطريق أي الغالية

حفظها الله والداعمة الأولى في حياتي واليد الخفية " والدينا الغاليين "

وأيضاً وفاءً وتقديراً واعترافاً مني بالجميل أتقدم بجزيل الشكر للأستاذ المخلص الذي لم يألوا جهداً في مساعدتنا في مجال البحث العلمي الأستاذ الفاضل: **حمدي علي محمد** على هذه الدراسة وصاحب الفضل في توجيهنا ومساعدتنا في تجميع المادة البحثية، فجزاه

الله كل الخير

واختم الإهداء إلى صاحبة الفضل العظيم صديقة الرحلة والنجاح إلى من وقفت بجانبني كلما اوشكت ان اتعثر " إيمان،

سلسيل " واخيراً من قال أنا لها " نالها " وأنا لها إن أبت رغماً عنها أتيت بها، ما كنت لأفعل دون توفيق من الله

سلسيل عاشور وإيمان حقي

---

# الفهرس

1 ..... المقدمة العامة

## الفصل I

### عموميات على الجسيمات النانوية وحمض الأسكوربيك

مقدمة:

6.....

6 ..... ا. عموميات على النانو: عموميات على النانو: 6.....

6 ..... 1.1.1. مفهوم علم النانو: 6.....

6 ..... 2.1.1. تعريف تقنية النانو: 6.....

7 ..... 3.1.1. استخدامات مواد النانو: 7.....

7 ..... 4.1.1. تعريف مقياس النانومتر: 7.....

8 ..... 5.1.1. تأثير حجم النانو متر على الخواص الفيزيائية: 8.....

8 ..... 6.1.1. تصنيف المواد النانوية: 8.....

9 ..... 7.1. عمليات تصنيع الاجسام النانوية: 9.....

10..... 8.1.1. تطبيقات تقنية النانو: 10.....

11..... 2. ا. اكاسيد المعادن: 11.....

11..... 2. ا. 1. اكاسيد النحاس وخصائصها: 11.....

11..... 1. 1.2.1. مفهوم معدن النحاس: 11.....

12..... 2. 1.2.1. خصائص معدن النحاس: 12.....

11..... 3. 1.2.1. أنواع أكسيد النحاس: 11.....

11..... 1. 3. 1.2.1. أكسيد النحاس الثنائي: 11.....

12..... (1) خصائص أكسيد النحاس الثنائي: 12.....

13..... الشكل E تخطيط لبنية اكسيد النحاس CuO [10] 13.....

14..... 2. 3. 1.2.1. أكسيد النحاس الأحادي Cu<sub>2</sub>O : 14.....

14..... 1) خصائص أكسيد النحاس الأحادي Cu<sub>2</sub>O: 14.....

15..... 4. 1.2.1. تطبيقات أكسيد النحاس: 15.....

16..... 3. طرق تخليق الجسيمات النانوية: 16.....

16..... 1. 3. 1. تحضير المواد النانوية بالطرق الفيزيائية: 16.....

17..... 2. 3. 1. تحضير المواد النانوية بالطرق الكيميائية: 17.....

17..... 4. توليف الجسيمات النانوية باستخدام تقنية Sol-Gel: 17.....

18..... 1. 4. 1. طريقة التوليف بالكيمياء الخضراء: 18.....

18..... 5.1. عموميات عن الاحماض: 18.....

19..... 1. 5.1. تعريف الاحماض: 19.....

19..... 2. 5.1. أنواع الاحماض: 19.....

19..... 1. 2. 5.1. الأحماض الطبيعية المصدر: 19.....

20..... 1. 2. 5.1. الأحماض المحظرة صناعيا: 20.....



فهرس الاشكال

رقم الصفحة	عنوان الشكل	رقم الشكل
10	مقياس النانو ( Nano-Gauge <sup>TM</sup> )	A
21	بنية جزيء الفلورين شبيه بالكره	B
28	صورة توضيحية لكرة نانوية	C
29	جسيم نانوي	D
30	تخطيط لبنية اكسيد النحاس CuO	E
31	بنية حمض الأسكوربيك	F
32	صورة لجهاز التحليل الطيفي للأشعة فوق البنفسجية	G
33	رسم تخطيطي للتحليل الطيفي للأشعة فوق البنفسجية	H
34	موقع حيز الاشعة تحت الحمراء infrared في طيف الموجات الكهرومغناطيسية	I
39	صورة لجهاز التحليل الطيفي للأشعة تحت الحمراء لتحويل الفورييه	J
40	رسم تخطيطي مطيافية الاشعة تحت الحمراء	K
41	جهاز حيود الاشعة السينية XDRX Diffraction des rayons	L
42	رسم تخطيطي يوضح عملية التحفيز الضوئي	M
47	نمط الأشعة السينية للمركب ل Cu <sub>2</sub> O@CuCl NC	N
48	طيف المركب النانوي Cu <sub>2</sub> O@CuCl	O

## فهرس الاشكال والجداول والمخططات

49	امتصاص الأشعة فوق البنفسجية لـ $\text{Cu}_2\text{O@CuCl NC}$	P
50	تفاعل التأثير الزمني لـ $\text{Cu}_2\text{O@CuCl NC}$ على التحلل الضوئي لصبغة Brilliant Cresyl blue (BCB)	Q

## فهرس الجداول

رقم الصفحة	عنوان الجدول	رقم الجدول
10	الخصائص الفيزيائية لـ $\text{CuO}$	01
42	النشاط التحفيزي للمركب النانوي $\text{Cu}_2\text{O@CuCl}$	02

## فهرس المخططات

رقم الصفحة	عنوان الجدول	رقم الجدول
22	مخطط يشرح ويلخص خطوات التجربة	01

## قائمة المختصرات

moHS	Échelle de dureté
IUPAC	Union internationale de recherche et de chimie appliquée
MRI	Imagerie par résonance magnétique
CONPS	nanoparticules d'oxyde de cuivre
FTIR	Spectroscopie infrarouge à transformée de Fourier
UV-	Spectroscopie ultraviolet-visible
XRD	Diffraction des rayons X
NC	Nano-composite
BCB	Bleu de Crésyl brillant
NPs	Nanoparticules
ROS	Les espèces réactives de l'oxygène

# مقدمة عامة

### المقدمة العامة

في السنوات الأخيرة، شهد العالم تزايداً ملحوظاً في مستويات التلوث البيئي الناجم عن المخلفات والملوثات الناتجة عن الأنشطة الصناعية و هذه المشكلة أصبحت تشكل تهديداً كبيراً على البيئة وصحة الإنسان و تعتبر المياه أحد أكثر الموارد تأثراً بالمخلفات الصناعية عندما تفرز المصانع مخلفاتها في الأنهار والبحيرات والمحيطات[1]، تتسبب في تلوث هذه المصادر ومن بين هاته الملوثات المختلفة تمثل الأصباغ الاصطناعية جزءاً كبيراً، ويعد الأزرق الكر يسيل اللامع (Brilliant Cresyl Blue) من الأصباغ الشائعة الاستخدام في صناعات النسيج بسبب بنيته العطرية المعقدة واستدامته، يشكل Brilliant Cresyl Blue تهديداً كبيراً للأنظمة البيئية المائية وصحة الإنسان[2]، فهذه المادة الكيميائية تستخدم لتلطخ الخلايا الحيوية في الأبحاث، [3] و لها تأثيرات ضارة بإحتوائه على مركبات سامة يمكن أن تلوث المياه عند التخلص منه بشكل غير مناسب مما يتطلب استراتيجيات وأساليب معالجة فعالة لإزالة هذه الأصباغ الضارة من مياه الصرف الصحي، وأصبح من الضروري تطوير طرق تخليق الجسيمات النانوية التي تحترم البيئة ولا تستخدم مواد سامة وغير مكلفة لأن التقنيات المعتاد على استعمالها في معالجة المياه كالطريقة الكيميائية وطريقة صول جل و العملية الحرارية المائية مكلفة جدا وسمية [1][4].

ومن بين الأساليب الواعدة استخدام المحفزات الضوئية ف قد ظهرت عملية " التحفيز الضوئي " باستخدام الشمس في معالجة المياه وتتميز هذه التقنية بسهولةها وعدم تكلفتها العالية، إضافة إلى أنها آمنة بيئياً وفعالة، مما يجعلها طريقة مفضلة للعديد من الباحثين في مجال النانو تكنولوجيا [5][6]، تعتمد عملية التحفيز على مادة تعمل على زيادة معدل تحول المواد المتفاعلة بدون أن تتأثر هذه المادة أو أن تستنزف، تعرف هذه المادة باسم المحفز الضوئي ، توفر هذه الطريقة وسيلة مستدامة وفعالة للتخفيف من الآثار الضارة للصبغات الصناعية على المياه، مما يمهد الطريق لمستقبل أنظف وأكثر استدامة [3][7].

تُعد تقنية النانو واحدة من التقنيات الحديثة التي تستخدم في مجالات عديدة، وذلك لأن الجسيمات النانوية تتمتع بخصائص فيزيائية وكيميائية مميزة وفريدة بسبب حجمها المتناهي الصغير (1-100 نانومتر) ومساحة سطحها الكبيرة، مما يجعلها محل دراسة وتطوير لمختلف التطبيقات المتنوعة [8]. ومن بين الجسيمات النانوية العديدة تطرقنا إلى دراسة جسيمات أكسيد النحاس النانوية  $Cu_2O$ ، الذي يتميز بخصائص متنوعة مكنته من الدخول في العديد من التطبيقات كقدرتها على فعالية مضادة للبكتيريا، ونشاط حفاز وإزالة المواد السامة والملوثات من البيئة وتحظى جزيئات أكسيد النحاس بأهمية خاصة نظراً لمزاياها مثل اللاسمية، الوفرة، ومعامل الامتصاص البصري العالي والنطاق الطاقى [9] ف تم تحضير جسيمات النحاس النانوية وذلك بإضافة الأحماض لتجنب السمية ولتحضير  $Cu NP$  في البيئة الخضراء، ولمعالجة هذه القيود وتعزيز الأداء الضوئي لجسيمات  $Cu_2O NPs$  (10)، تم استكشاف تقنيات تعديل السطح لضبط خصائصها وتحسين كفاءتها في عمليات تحلل الأصباغ برز حمض الأسكوربيك (AA)، وهو مضاد للأكسدة ومختزل طبيعي مما يجعل العملية اقتصادية وغير سامة وصديقة للبيئة، يعمل حمض الأسكوربيك كعامل معدل واعد لجسيمات  $Cu_2O NPs$  بسبب قدرته على تثبيت الجسيمات النانوية، ومنع إعادة تجميع الإلكترونات-الثقوب، وتعزيز خصائص امتصاص الضوء. يمكن أن يؤدي دمج حمض الأسكوربيك على سطح جسيمات  $Cu_2O NPs$  إلى تأثيرات تآزرية، مما يؤدي إلى تحسين النشاط الضوئي والاستقرار [4].

تعتبر عملية تخليق الجسيمات النانوية من خلال العمليات الكيميائية حجر الزاوية في مجال تصنيع المواد النانوية، حيث توفر سيطرة دقيقة على حجمها، وشكلها، وخصائص سطحها [11]. توفر الطرق الكيميائية منصة متعددة الاستخدامات لضبط خصائص الجسيمات النانوية، مما يسمح للباحثين بالتلاعب بالمعايير مثل تركيبة المواد الأولية [7]، وظروف التفاعل، والعوامل المثبتة لتحقيق الخصائص المادية المطلوبة. في هذه الدراسة، نقدم نهجاً جديداً من خلال تخليق وتوصيف جسيمات أكسيد النحاس ( $Cu_2O$ )

النانوية المعدلة بحمض الأسكوربيك (Cu<sub>2</sub>O/AA) لتحسين التحلل الضوئي للأزرق الكر يسيل اللامع (BCB) [12].

في هذا السياق، ومن خلال التحليق الكيميائي وتقنيات التوصيف التفصيلية مثل طيف الأشعة فوق البنفسجية-المرئية (UV)، مطيافية الأشعة تحت الحمراء (FTIR)، الأشعة السينية (XRD)، توضح هذه الأبحاث التأثيرات التآزرية لتكوين الجسيمات النانوية وتعديل السطح على الأداء التحفيزي. التطبيق الرئيسي يكمن في تطوير تقنيات معالجة المياه من خلال إزالة الملوثات العضوية من البيئات المائية بكفاءة.

تم تقسيم بحثنا إلى ثلاثة فصول:

**الجزء النظري:** يحتوي على فصل واحد ممتثل في:

**الفصل الأول:** دراسة نظرية حول تقنية النانو وتحضير أكسيد النحاس ومعلومات عامة حول الأحماض (حمض الأسكوربيك).

**الجزء العملي:** يحتوي على فصلين هما:

**الفصل الأول:** طرق تخليق المركبات النانوية والأدوات المستعملة.

**الفصل الثاني:** النتائج والمناقشات.

قائمة مراجع المقدمة العامة باللغة العربية:

- [6] مالاتو، سيكستو، وآخرون. "إزالة التلوث وتطهير المياه عن طريق التحفيز الضوئي الشمسي: نظرة عامة واتجاهات حديثة." الحفز اليوم 147.1 (2009): 1-59.
- [9] JANA، NR، WANG، ZL، SAU، TK، وآخرون، "طريقة النمو بوساطة البنور لتحضير جسيمات النحاس النانوية المكعبة"، Current Science، v. 79، n. 9، الصفحات 1367-1370، نوفمبر 2000.
- [10] شاوش، يمينة، and بوحنية. تخليق جسيمات نانوية-أكسيد معدن وتطبيقها على أنسجة بكتيرية. Diss. جامعة قاصدي مرباح-ورقلة.
- [11] شاكر، محمد أ. ومنى إسماعيل شعبان. "تخليق جسيمات نانوية فضية ذات أنشطة مضادة للميكروبات ومضادة للالتصاق ضد العزلات المقاومة للأدوية المتعددة من مجلة جامعة طيبة للعلوم الطبية 12.4 (2017): 291-297 .

قائمة مراجع المقدمة العامة باللغة الأجنبية:

- [1] Zeghdi, Saad, et al. "Improved Synthesis of Cu<sub>2</sub>O NPs and Ascorbic Acid-Modified Derivatives for Adsorption of Brilliant Cresyl Blue: Surface and Reusability Studies." Materials 17.10 (2024): 2358.
- [2] Meggyes, T. "Preventing pollution caused by mining activities." Construction for a Sustainable Environment. CRC Press, 2009. 34-49.
- [3] Cako, Elvana, et al. "Ultrafast degradation of brilliant cresyl blue under hydrodynamic cavitation based advanced oxidation processes (AOPs)." Water Resources and Industry 24 (2020): 100134.
- [4] Ismail, Muhammad, et al. "Pollution, toxicity and carcinogenicity of organic dyes and their catalytic bio-remediation." Current pharmaceutical design 25.34 (2019): 3645-3663.

[5] Phillip, William A., et al. "Self-assembled block copolymer thin films as water filtration .membranes." ACS applied materials & interfaces 2.3 (2010): 847-853

[7] Cako, Elvana, et al. "Ultrafast degradation of brilliant cresyl blue under hydrodynamic cavitation based advanced oxidation processes (AOPs)." Water Resources and Industry 24 .(2020): 100134

[8] Omran, Basma A., and Basma A. Omran. "Fundamentals of nanotechnology and .nanobiotechnology." Nanobiotechnology: A Multidisciplinary Field of Science (2020): 1-36

[12] ascorbic acid. New Engl. J. Med., 314: 892-902.

## الفصل I

عموميات على الجسيمات النانوية

وحمض الأسكوربيك

## مقدمة:

يحتوي هذا الجزء الأول على تعريفات ومفاهيم المواد النانوية وتصنيفاتها المختلفة، وطرق تصنيعها، وتطبيقاتها. وكذلك الاحماض وكذا حمض الأسكوربيك.

## 1. عموميات على النانو:

## 1.1.1. مفهوم علم النانو:

ويقصد به ذلك العلم الذي يعتني بدراسة وتوصيف مواد النانو، واصل نانو " nano " يعود الى اللغة اليونانية القديمة وهي نانوس " nanos " وتعني قزم، والنانو هو الجزء من المليار.

كما يهتم هذا العلم بدراسة ماهية المواد النانوية وتعيين خواصها وخصائصها الكيميائية، الفيزيائية، والميكانيكية مع دراسة الظواهر المرتبطة الناشئة عن تصغير احجامها فتصغير احجام ومقاييس المواد [1].

## 1.1.2. تعريف تقنية النانو:

تمثل تقنية النانو تقدماً حديثاً في ميدان التكنولوجيا، حيث تشمل العديد من التطبيقات التي تتضمن تصنيع جسيمات أو جزيئات على نطاق النانو. يُعرف هذا المجال باسم تقنية النانو، وهو مجال متقدم يشمل تصنيع وتجهيز وتطبيق مجموعة من التركيبات والأجهزة والأنظمة التي تشكل وحدات صغيرة للغاية. جاءت فكرة تقنية النانو من كلمة يونانية تعني "القزم"، وتُعرف الجسيمات النانوية بأنها تلك التي لا تتجاوز أبعادها 100 نانومتر. يكمن الفارق في الحجم الصغير والتركيب الكيميائي والبنية السطحية، مما يمنح هذه الجزيئات فوائدها الفريدة كما تم تقديم مصطلح "تقنية النانو" لأول مرة في عام 1974، واستمر تطورها حتى أصبحت مجالاً متقدماً في الثمانينات [1].

أحد الجوانب الرئيسية والمثيرة للاهتمام في تقنية النانو هو ابتكار مواد جديدة التي تتميز بأبعاد فريدة على مقياس النانو. تُعرف هذه المواد باسم "المواد النانوية"، حيث تم تصميمها بشكل متقن على مستوى النانومتر، مما يمنحها خصائصاً فريدة تماماً لا مثيل لها في نظيراتها التقليدية على مستوى أكبر [2].

### 3.1.1. استخدامات مواد النانو:

تجد استخدام المواد النانوية في حياتنا اليومية تقريباً، حيث تُستخدم في منتجات متنوعة مثل طلاءات النوافذ، وواقيات الشمس، ومستحضرات التجميل، والمنسوجات، والطلاء، وألواح التقطيع، والجوارب، وغيرها الكثير. بالإضافة إلى ذلك، يمكن العثور على مواد نانوية في مجالات حيوية مثل مفصلات الورك البشرية، والثنائيات العضوية المحفزة للضوء، وشاشات العرض، وغسيل الأوعية، وجهاز تنقية المياه كما تتنوع استخدامات المواد النانوية في المنتجات الاستهلاكية مع الفضة النانوية والأنابيب الكربونية النانوية وأكاسيد المعادن (مثل أكسيد النحاس وثاني أكسيد التيتانيوم وأكسيد الزنك والسيراميك والذهب) تحظى بأهمية خاصة و تُستخدم أيضاً مواد نانوية هندسية أخرى في المجالات الطبية والصناعية مثل الكربون النانوي وأكسيد السيليكون والنيكل والألمنيوم وأكسيد النانو وأكسيد النحاس وأكسيد الحديد [2].

### 4.1.1. تعريف مقياس النانومتر:

هو وحدة لقياس أطوال الأشياء الصغيرة جداً التي لا ترى إلا تحت المجهر (الميكروسكوب) الإلكتروني، وتستخدم هذه الوحدة للتعبير عن أبعاد أقطار ومقاييس ذرات وجزيئات المواد والمركبات والخلايا والجسيمات المجهرية مثل البكتيريا، النانو الواحد يساوي جزءاً من ألف مليون (مليار) جزءاً من المتر [3].



الشكل A مقياس النانو ( Nano-Gauge™ ) [3]

### 5.1.1. تأثير حجم النانو متر على الخواص الفيزيائية:

يمكن القول إن المواد النانوية هي تلك الفئة المتميزة من المواد المتقدمة التي يمكن إنتاجها بحيث تتراوح مقاييس أبعادها أو أبعاد حبيباتها الداخلية بين 1 نانومتر و100 نانومتر وقد أدى صغر هذه المواد أن تختلف صفاتها عن المواد الأكبر حجماً (أكبر من 100 نانومتر) وفيما يلي بعض الخصائص التي تتأثر بالحجم والشكل: [4]

- نسبة مساحة السطح إلى الحجم: زيادة نسبة مساحة السطح إلى الحجم تعزز التفاعلات وتجعل الجسيمات النانوية أكثر تفاعلاً.
- التأثيرات الكمومية: تظهر تأثيرات كمومية فريدة في السلوك الإلكتروني والبصري للجسيمات النانوية.
- الخواص البصرية: حجم الجسيمات النانوية يؤثر على تفاعلها مع الضوء، مما يجعلها مفيدة في تطبيقات مثل الطب النانوي.
- النشاط التحفيزي: يعتمد على حجمها وشكلها، وهو أمر حيوي في مجالات مثل الحفز الكيميائي.

- الخواص الميكانيكية: الخصائص الفريدة للمواد النانوية تنشأ من صغر حجم حبيباتها وزيادة الذرات على سطحها، مما يعزز صلابتها ومقاومتها للإجهادات. هذه التقنية تمنح المواد السيراميكية متانة وقابلية للتشكيل، مما يسمح بتطوير مواد جديدة.
- الخواص المغناطيسية: تعتمد على حجم الجسيمات وتظهر ظواهر مغناطيسية فريدة.
- توصيل الدواء والتوافق الحيوي: يؤثر حجم الجسيمات وشكلها على قدرتها على توصيل الدواء والتفاعل مع الخلايا.
- التكتل والاستقرار: الجسيمات النانوية الصغيرة أكثر عرضة للتكتل، وتحتاج إلى إجراءات لمنع ذلك وضمان استقرارها [4].

### 6.1.1. تصنيف المواد النانوية:

المواد النانوية تُصنف استنادًا إلى عدد أبعادها التي تتواجد في نطاق النانومتر، وبالتالي تنقسم إلى فئات مختلفة:

- مواد صفرية الأبعاد: تشمل المواد التي يكون جميع أبعادها أكبر من 100 نانومتر، مثال على ذلك النقاط الكمومية التي تُستخدم في صناعة الخلايا الشمسية والترانزستور.
- أحادية الأبعاد: تحتوي على بُعد واحد فقط يزيد عن 100 نانومتر، مثل الأنابيب والخيوط النانوية، لها دور مهم في تصنيع الإلكترونيات، وتُستخدم في طلاء الأسطح وتغليف المنتجات الغذائية للحفاظ عليها.
- مواد ثنائية الأبعاد: تحتوي على بُعدين أكبر من 100 نانومتر، مثل الطبقات النانوية المستخدمة في صناعة المستشعرات.

## - مواد ثلاثية الأبعاد:

تشمل المواد التي جميع أبعادها تتجاوز 100 نانومتر، وتحتوي على تركيب بلوري نانوي أو مواد صفرية أو أحادية أو ثنائية الأبعاد. من أمثلتها الحبيبات النانوية ومساحيق الفلزات والمواد السيراميكية فائقة النعومة.

## - مواد رباعية الأبعاد:

تُعد هذه الفئة الأكثر انتشارًا على مستوى الإنتاج العالمي للمواد النانوية بفضل تنوع استخداماتها في التطبيقات التكنولوجية. من أمثلتها حبيبات ومساحيق المعادن، تحتل المراتب الأولى في الإنتاج العالمي وذلك لتعدد استخداماتها. [4].

## 7.1. عمليات تصنيع الاجسام النانوية:

يمكن تصنيع الجسيمات النانوية باستخدام طريقتين مختلفتين:

- الطريقة الأولى: من القمة الى الاسفل (down-Top)، حيث تكسر المادة الاصلية (الكبيرة) شيئاً فشيئاً حتى الوصول الى الحجم النانوي، وتستخدم عدة طرق؛ لتحقيق ذلك منها : الحفر الضوئي، والقطع، والطحن والتفتيت كما استخدمت هذه التقنيات في الحصول على مركبات إلكترونية مجهرية: كشرائح الحاسوب، وغيرها.

- الطريقة الثانية : فتبدا من الاسفل الى الأعلى (up-Bottom)، بعكس الطريقة الاولى، حيث تحضر المادة النانوية انطلاقاً من الذرات والجزئيات حتى الوصول الى الشكل والحجم النانوي المطلوب وتدخل هذه الطريقة في الغالب ضمن الطرق الكيميائية، وتتميز بصغر حجم المواد المنتجة، والحصول على روابط قوية للمادة النانوية المنتجة [5].

يمكن تصنيع المواد النانوية على عدة أشكال وذلك بناءً على الاستخدام المقرر لهذه المواد، ومن أهم الأشكال ما يلي:

### 1- النقاط الكمية Quantum dots

النقطة الكمية هي شبه موصل ثلاثي الأبعاد بأبعاد بين 2 إلى 10 نانومتر، تعادل 10 إلى 50 ذرة في القطر. تقيد النقطة الكمية إلكترونات وثقوب شريط التكافؤ، وتظهر طيفاً طاقياً متقطعاً. يمكن رصف 3 ملايين نقطة كمية قطرها 10 نانومتر بجانب بعضها بطول عرض إبهام الإنسان. [5].

### 2 - الفولورين Fullerene

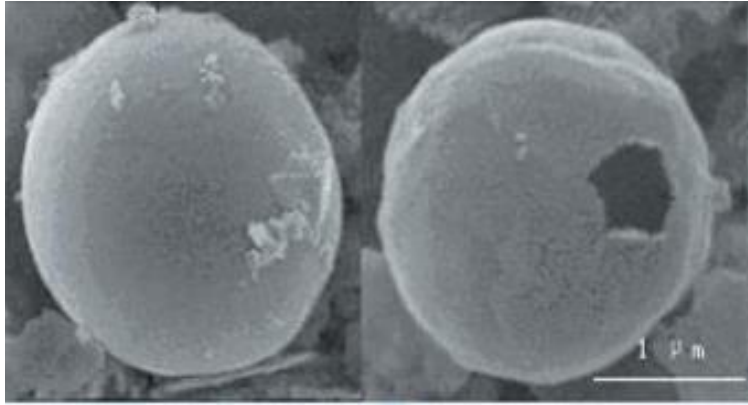
الفولورين، جزيء نانوي للكربون مكون من 60 ذرة (C60)، اكتُشف عام 1985م ويشبه كرة القدم. يُنتج بكميات تجارية منذ 1990م، وله أشكال أخرى مثل C36 و C70. أُطلق عليه اسم الفولورين نسبةً لر. بكمنستر فولر. منذ 1997م، عُرفت أكثر من 9000 مركب فولورين، وبعضها يظهر توصيلية فائقة. كما توجد أشكال مخروطية وأنبوبية للفولورين. [5].



الشكل B جزيء الفولورين شبيهه بالكره [5].

## 2- الكرات النانوية Nanoballs

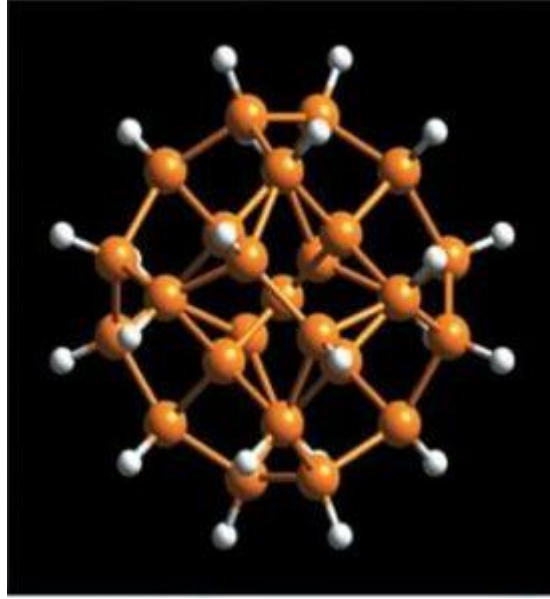
كرات الكربون النانوية، من فئة الفولورينات، مكونة من C60 لكنها متعددة القشرة وخواوية المركز. ليس لها فجوات على السطح كالأغلفة الأنبوبيّة. تُسمى "البصل" (Bucky) ويصل قطرها إلى 500 نانومتر أو أكثر. [5].



الشكل C صورة توضيحية لكرة نانوية [5]

## 4- الجسيمات النانوية Nanoparticles

الجسيمات النانوية، رغم حداثة الاسم، موجودة منذ زمن طويل. هي تجمعات ذرية صغيرة للغاية يمكنها تشتيت الضوء بأطوال موجية مختلفة، مما يخلق ألواناً جميلة في الزجاج القديم. الجسيمات النانوية تشمل تجمعات تتراوح من بضع ذرات إلى مليون ذرة، بأحجام أقل من 100 نانومتر. خصائصها السطحية تهيمن على خصائصها الحجمية، مما يجعلها تختلف عن المواد التقليدية. تستخدم في تطبيقات متنوعة تشمل أشباه الموصلات والفلزات، وتُظهر خصائص فريدة مثل التوصيلية الكهربائية والصلابة. [5].



الشكل D جسيم نانوي . [5] .

### 8.1.1. تطبيقات تقنية النانو:

#### أ- تطبيقات تقنية النانو في الاتصالات والكمبيوتر:

تقنية النانو تجد تطبيقات واسعة في مجالات الاتصالات والكمبيوتر، حيث يتم تصنيع ألياف نانوية بصرية قادرة على نقل المعلومات والمكالمات مباشرة بدون تحويلها من ضوء إلى كهرباء، مما يزيد من سرعة النقل بنسبة تصل إلى 100 مرة ويمكن أيضًا إنتاج ليزرات نانوية، مما يقلل من حجم أجهزة الاتصالات بشكل كبير.

تستخدم الألياف النانوية كقوافل ضوئية في البلورات السائلة في نظم الاتصالات الضوئية تأتي أنابيب الكربون النانوية في دور مهم في مجال الكمبيوترات، حيث تُستخدم في ترانزستور الأثر المجالي والقوافل، مما يؤدي إلى زيادة كبيرة في سرعة القفل، وتصبح أسرع بمقدار يصل إلى 410 مرة من المركبات التقليدية. بالإضافة إلى ذلك، يسعى صانعو الكمبيوتر حاليًا إلى زيادة عدد القوافل في الشرائح الإلكترونية، ويُظهر استخدام أنابيب الكربون النانوية، التي تتمتع بقطر يبلغ 2 نانومتر ومقاومة منخفضة،

إمكانية تحمل تيار كبير. يمكن استخدامها كتوصيلات داخلية في القوافل بديلة للأسلاك التقليدية، وبفضل توصيلها العالي، يمكن أن تعمل كحمام حراري لتبديد الحرارة بعيدًا عن الشريحة الإلكترونية بالإضافة إلى ذلك، يمكن تصنيع كمبيوترات المستقبل من شبكة أنابيب كربون نانوية متوازية وموضوعة على قاعدة محددة [6].

### ب- تطبيقات تقنية النانو الطبية:

شهد التقدم الحديث في مجال تقنيات النانو تحولًا كبيرًا في مجال الرعاية الصحية، مما أدى إلى تغيير الأسس الطبية المتبعة في منع وتشخيص وعلاج الأمراض. نحن اليوم في عصر التقنيات الطبية النانوية، حيث تُقدم هذه التقنية، على سبيل المثال، وسائل جديدة لنقل الدواء داخل جسم الإنسان باستخدام حاملات نانوية تتراوح أحجامها حتى مقياس النانو. تتيح هذه الحاملات استهداف خلايا مختلفة في الجسم.

تُمكن تقنية النانو من تصوير خلايا الجسم بكفاءة مماثلة للتصوير العادي، كما يمكن التحكم في هذه الخلايا وتشكيلها بأشكال متنوعة. يُستخدم أنواع متعددة من الجسيمات النانوية في التطبيقات الطبية، حيث تعمل كحاملات للدواء أو أدوات للتصوير داخل الجسم. يستخدم جسيمات الليوزوم النانوية، على سبيل المثال، كأنظمة توصيل للعقارات المضادة للسرطان واللقاحات. كما تُستخدم جسيمات الذهب النانوية في أجهزة اختبار الحمل المنزلية للكشف عن الحمل.

تُستخدم الأسلاك النانوية كمجسمات حيوية نانوية بسبب حساسيتها العالية وحجمها النانوي. يتم طلاؤها بأجسام مضادة مصنعة للالتصاق بالجزئيات الحيوية مثل الحمض النووي (DNA) أو البروتينات أو الجسيمات البيولوجية الأخرى داخل الجسم. يمكن استخدام هذه المجسمات الحيوية النانوية لاكتشاف مجموعة واسعة من الأمراض في مراحلها الأولية.

الأغلفة النانوية المطلية بالذهب تستخدم لتدمير الخلايا السرطانية، حيث يبلغ طولها حوالي 120 نانومتر، أصغر بمرات عديدة من حجم خلايا السرطان. عند حقنها داخل الجسم، تلتصق هذه الأغلفة النانوية بشكل انتقائي بالخلايا السرطانية، وتُعرض لأشعة ليزر تحت الأحمر لتسخين الذهب وتدمير الخلايا السرطانية دون التأثير على الخلايا السليمة.

تُعتبر مولدات النانو الحيوية جهازاً كهروكيميائياً نانويًا يولد طاقة كهربائية من جلوكوز الدم، وتستخدم هذه الطاقة لتشغيل أجهزة نانوية أخرى مزروعة داخل جسم الإنسان، مثل أجهزة ضبط النبض أو روبوتات حقن السكر النانوية.

تستخدم الجسيمات سيلينيد الكاديوم النانوية في تشخيص الأمراض، حيث يُمكن استخدامها لتحديد موقع الخلايا الغريبة داخل الجسم عند التعرض للضوء الفوق بنفسجي، وذلك عبر إطلاق إشارة للكشف عن الأمراض في مراحلها المبكرة [7].

## 2.1. أكاسيد المعادن:

تستطيع تصنيف الأكاسيد المعدنية إما بناءً على طبيعة توصيل الإلكترونات والثقوب (نوع N أو نوع P)، أو استناداً إلى ما إذا كانت بسيطة أم مركبة وتتميز الأكاسيد المعدنية بخصائصها العازلة، المغناطيسية، والبصرية، إلى جانب نشاطها الكيميائي، مما يجعل لها دوراً هاماً في مجالات متنوعة مثل التحفيز، والإلكترونيات الدقيقة، والمواد النووية وإن معرفة الخصائص البنوية والإلكترونية للأكاسيد تعتبر خطوة حيوية لتحقيق مواد أكثر كفاءة [3].

### 2.1.1. أكاسيد النحاس وخصائصها:

#### 2.1.1.1. مفهوم معدن النحاس:

يعد النحاس عنصرًا كيميائيًا يستخدم في تكوين العديد من السبائك، حيث يضاف، على سبيل المثال، إلى الذهب لتعزيز صلابته. ينتمي النحاس إلى فئة المعادن الانتقالية المعروفة، وعند دراسة تفاصيله على مستوى النانو، يتميز بمنطقة سطحية هامة وموصلية عالية. تلك الخصائص تجعله ذا أهمية كبيرة في التطبيقات الكهربائية ويستخدم بشكل واسع في مجال الإلكترونيات الدقيقة. [8]

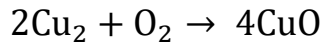
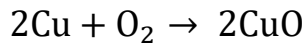
### 1.2.1.2. خصائص معدن النحاس:

- يمتاز النحاس بليونته وخفته.
- قابل للسحب والطرق.
- يتفاعل بشكل بطيء مع الأحماض المخففة.
- له بنية بلورية مكعبة الشكل.
- يمتاز بمغناطيسيته المعاكسة.
- كثافته النوعية عالية.
- موصل جيد للحرارة والكهرباء.
- يتأثر بالهواء بشكل ملحوظ.
- يمتاز بسطحه المغطى باللون الأخضر [9]

### 1.2.1.3. أنواع أكسيد النحاس:

#### 1.2.1.3.1. أكسيد النحاس الثنائي:

أكسيد النحاس (CuO) هو مسحوق أسود نصف ناقل من نوع P ذو نطاق طاقي (1.2-1.4 eV)، وله خصائص مشابهة جزئياً للنحاس، لكن خصائصه الموصلية مختلفة و يستخدم عادة في المحفزات الصناعية والكيمياء الكهربائية، بالإضافة إلى كونه أحد أشباه الموصلات التي تظهر خصائص معينة في درجات حرارة عالية و يستخدم أكسيد النحاس النانوي في عدة مجالات منها صناعة البطاريات والبوليمرات وأجهزة البصريات و يعد بديلاً رخيصاً للعناصر النبيلة كالذهب والفضة نظراً لامتلاكه تأثيرات شبيهة مثل التوصيل الدوائي و مضاد للسرطان، ومثبط ميكروبي، ويمكن الحصول عليه إما مباشرة من النحاس المعدني أثناء انتقاله من الحالة المعدنية إلى حالة أكسيد أو من (Cu<sub>2</sub>O) خلال تغيير الطور وهذا حسب درجة الحرارة ووقت الأكسدة وغيرها وفق التفاعلات الكيميائية التالية [8]:



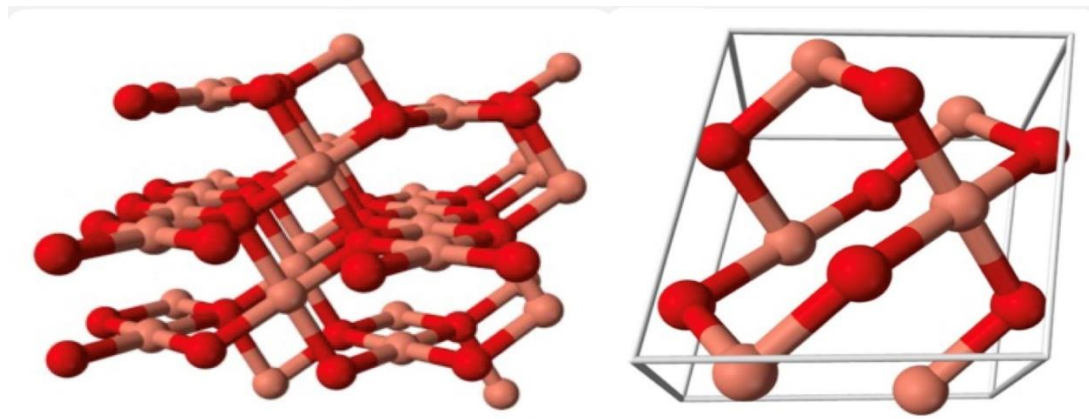
### 1) خصائص أكسيد النحاس الثنائي:

#### • الخصائص البلورية:

يتكون أكسيد النحاس (CuO) من بنية أحادية الميلان أيون  $\text{Cu}^{+2}$  محاطاً بأربعة أيونات  $\text{O}^{-2}$

في البنية البلورية لـ CuO، تتواجد ذرات النحاس في مركز مستطيل من الأوكسجين، بينما تتواجد ذرات

الأوكسجين في مركز رباعي السطوح النحاسية [9]



الشكل E تخطيط لبنية اكسيد النحاس CuO [10]

- الخصائص الفيزيائية:

أكسيد النحاس النقي (CuO) يكون عبارة عن مادة صلبة سوداء، ذات كثافة  $6.4 \text{ g cm}^{-3}$ ، وبسماكة عالية غير قابل للذوبان في الماء وغير خطر يمكن تحضيره بعدة طرق مثل الأكسدة الحرارية، الرش، و CVT (النقل الكيميائي بالبخر)

الجدول 1: الخصائص الفيزيائية لـ CuO [12]

$6.4 \text{ g cm}^{-3}$	الكتلة الحجمية
$79.55 \text{ g mol}^{-1}$	الكتلة المولية
$1134 \text{ }^\circ\text{C}$	نقطة الانصهار
12.0	المساحية النسبية
0.16-0.46 me	كتلة الإلكترون عند نطاق التوصيل
0.54-3.7 me	كتلة الثقب عند نطاق التكافؤ
$1.95 \text{ (}^\circ\text{A)}$	طول الرابطة Cu-O

2.62 (°A)	O-O طول الرابطة
2.90 (°A)	Cu-Cu طول الرابطة
460 ± 10 j kg <sup>-1</sup> k <sup>-1</sup>	السعة الحرارية
17 W k <sup>-1</sup>	الناقلية الحرارية
0.015 cm <sup>2</sup> s <sup>-1</sup>	الانتشار الحراري
0.24 M0	الكتلة الفعالة للثقوب
1.4	قرينة الانكسار
0.1-10 cm <sup>2</sup> /Vs	حركية الثقوب
1.2 Ev	النطاق الممنوع في درجة حرارة المحيط
مباشر	النطاق الممنوع

### • الخصائص الكهربائية:

يعتبر أكسيد النحاس شبه موصل من نوع P حيث يعرف كمادة وفيرة ومغناطيسية مضادة ، ذات عزم مغناطيسي محلي يبلغ  $0,06 \mu B$  .

### 1.2.1. 3. 2. أكسيد النحاس الأحادي Cu<sub>2</sub>O :

وهو مسحوق أحمر اللون يميل إلى البني ويتمتع بخصائص ضوئية ممتازة مما يجعله مفيدا في صناعة

الخلايا الشمسية ويستخدم على نطاق واسع كصبغة حمراء في المينا والنظارات. [13]

### (1) خصائص أكسيد النحاس الأحادي Cu<sub>2</sub>O:

### • الخصائص الفيزيائية:

أكسيد النحاس الأحادي ( $\text{Cu}_2\text{O}$ ) هو نصف ناقل من النوع P، ويتميز بنطاق طاقة يتراوح بين 2.1 إلى 9.1 eV، وبكثافة تقدر بحوالي  $6.10 \text{ gCm}^3$  [13].

### • الخصائص الكهربائية:

يتفاوت النطاق الطاقى لـ  $\text{Cu}_2\text{O}$  حسب طريقة تحضيره، ففي الحالة الكبيرة يكون حوالي 2 eV، بينما يلاحظ زيادته في الأفلام الرقيقة، ويرجع ذلك إلى تأثير الحبس الكمومي ناتجاً عن تقليل حجم الجسيمات في الأفلام الرقيقة [13].

### 1.2.1.4. تطبيقات أكسيد النحاس:

يعتبر أكسيد النحاس ( $\text{CuO}$ ) مادة واعدة في العديد من التطبيقات والبحوث العلمية ومن بعض الاستخدامات الهامة لهذه المادة:

- **التكنولوجيا الحيوية:** يستخدم أكسيد النحاس في العديد من التطبيقات الطبية، مثل الأقمشة الرقيقة المضادة للبكتيريا والأغشية الحيوية، يُظهر  $\text{CuO}$  فعالية مضادة للميكروبات، مما يجعله مادة مثيرة للاهتمام في مجال الأدوات الطبية والتطبيقات الطبية.
- **تكنولوجيا الطاقة:** يستخدم أكسيد النحاس في تحسين أداء الخلايا الشمسية، حيث يتم استخدامه كطبقة رقيقة على الخلايا لتحسين امتصاص الضوء وتحويله إلى طاقة كهربائية.
- **التقنيات الحسية:** يستخدم  $\text{CuO}$  في الأجهزة الحسية مثل أجهزة الاستشعار الكيميائية حيث يتفاعل مع بعض المواد الكيميائية لتوليد إشارات كهربائية تشير إلى وجود تلك المواد.
- **الالكترونيات رقيقة:** يعتبر  $\text{CuO}$  من المواد المرشحة للاستخدام في الإلكترونيات الرقيقة حيث يمكن استخدامه في تصنيع الأشرطة الرقيقة للدوائر الإلكترونية.

- **تطبيقات الكاثود الحيوي:** يستخدم في تصنيع كاثودات البطاريات الليثيوم لتحسين أداءها وزيادة قدرتها على التخزين وتفريغ الطاقة.
- **التحليل الكهروكيميائية:** يُستخدم CuO في بعض التقنيات الكهروكيميائية والتحليلية
- **تكنولوجيا البصريات:** يُستخدم في إنتاج أغشية رقيقة من CuO لتطبيقات البصريات مثل الأقمشة الرقيقة للتحكم في انعكاس الضوء وتوجيهه ويتميز أكسيد النحاس بتنوع استخداماته وقدرته على تلبية احتياجات عدة قطاعات تكنولوجية مختلفة [11].

### 3.1 طرق تخليق الجسيمات النانوية:

في عالم المواد المتنوعة، تأتي الخواص الفيزيائية والكيميائية للمواد الخام المستخدمة في تحضيرها للعب دوراً مهماً، ويبدو أن هذه الخواص تتطور بشكل كبير عندما تصبح المواد كبيرة الحجم، إلا أن المواد المتفرقة تكتسب خصائص مميزة فيما يتعلق بالكهرباء والضوء والمغناطيسية بسبب الترتيب الجديد الذي يأخذه الذرات وهذه الظاهرة تظهر لأول مرة واسعة النطاق في عدة مجالات مثل التكنولوجيا والطب والعلوم السياسية [5].

### 1. 3. 1. تحضير المواد النانوية بالطرق الفيزيائية:

الطرق الفيزيائية كثيرة منها:

- التحضير انطلاقاً من الحالة البخارية للمادة التي يحصل عليها بتسخينها، أو بقذفها بحزمة إلكترونات، أو حلها حرارياً بأشعة الليزر وفي أغلب الأحيان يبرد البخار بصدمة غاز محايد، فيصبح أكثر إشباعاً، فيوضع بعد ذلك بسرعة على سطح بارد لتجنب البناء البلوري أو التحام الاكوام.
- تحضير مساحيق متناهية في الصغر باستعمال الموجات على مساحيق من أبعاد ميليمترية، ومن مميزات هذه التقنية أنها ليست ملوثة.

- تحضير أنابيب الكربون المتناهية في الصغر عن طريق استئصالها بالليزر، وبتفريغ البلازما، والتفكيك بالحافز . [5]

### 1. 3. 2. تحضير المواد النانوية بالطرق الكيميائية:

#### • طريقة ترسيب الأبخرة الكيميائية:

تُدخل المادة الخام التي تُراد تحضيرها بشكل مُصمم خصيصاً لهذا النبات، تستخدم جزيئات امتزاج على أساس درجة حرارة معتدلة ثم تنفك الجزيئات الممتزة بشكل دوري أو تتفاعل مع غازات أخرى أو بخار، وتكون بذلك شريطاً قوياً على الأساس. يتم استخدام هذه الطريقة السهلة في تحضير بعض المواد النانوية مثل كمادات أشباه موصلات الكربون، والخزف، والأنابيب. متخصصون في هذه الطريقة في الحصول على خصائص فريدة على مستوى النانو، مما يجعلها ذات فائدة في مجالات مثل الإلكترونيات والطب [5].

#### • طريقة التفاعلات في وسط سائل:

من أكثر السوائل استعمالاً الماء، أو السوائل العضوية، ترسب الجزيئات بتغيير شروط التوازن الكيميائي، ويمكن أن نذكر من بين هذه التفاعلات ما يلي:

- الترسيب الكيميائي المزدوج، وهو الأكثر استعمالاً في الصناعة وتكلفته منخفضة.
- التحليل بالماء: وهو الذي يسمح بالحصول على جزيئات دقيقة كروية أكثر نقاءً، ولها تجانس كيميائي في القرّة على التحكم في أبعاد الجزيئات [5].

### 1. 4. توليف الجسيمات النانوية باستخدام تقنية Sol-Gel:

يتضمن إعداد محلول متجانس من السلائف المعدنية وخلق مزيج هلامي صلب يمكن إنتاج هذا الهلام من خلال الاستفادة من الغروية أو البوليمر ويعتمد إعداد جسيمات الأكسيد النانوية على Sol-Gel على

تحضير هذا المحلول المتجانس، ثم يتم استخدام المادة الحرارية الناتجة للحصول على الأكسجين وتكوين البلورات.

وعند اختيار طريقة التسخين المناسبة، يمكن الحصول على مسحوق أو جل زجاجي. يتأثر النتائج المتوقعة بالظروف والطبيعة المحيطة بالمواد المستخدمة. بالإضافة إلى الحصول على مادة كيميائية نقية من Sol-Gel، والتي تمثل ملكية فريدة، يعتبر المبدأ الرئيسي للتقنية هو بساطتها وسرعتها وسهولتها في تطبيقها على مختلف أنواع الطلاءات، على الرغم من ارتفاع نسبة المواد الأولية التي تحتوي على الكحول والأكسيد، مما يتطلب معالجة كمية كبيرة من المذيبات [5].

#### 4.1.1. طريقة التوليف بالكيمااء الخضراء:

تقوم فروع علم الكيمااء المستدامة، والمعروفة أيضًا بالكيمااء الخضراء، على استحداث هذا الفرع الحديث من مجال الكيمااء ويتمحور هذا النهج حول تصميم المنتجات والعمليات بطريقة تقلل من استخدام المواد الخطرة، ويسعى أيضًا لتنفيذ تقنيات تكنولوجية لمنع التلوث وتقليل استهلاك المواد غير المتجددة.

هدف هذا الفرع الناشئ هو التحرك نحو التنمية المستدامة من خلال تقليل انبعاثات الملوثات وترشيد استخدام الموارد الطبيعية الناتجة عن عمليات التصنيع الكيماائي الأخرى إلى أقل مدى ممكن، كما تهدف إلى ابتكار مواد جديدة مفيدة للبيئة كما تُعدّ الكيمااء الخضراء شريكًا صديقًا للبيئة، حيث تلعب دورًا حيويًا في المحافظة على البيئة ومنع التلوث و تركز هذه المجالات على تقليل حوادث الكيمااويات والتفاعلات الكيماائية الخطيرة، مساعيةً في الوقت نفسه للتخلص من النفايات وتعزيز المستدامة بالإضافة إلى ذلك، يمكن تحقيق التقليل والحد من الآثار السلبية للأبحاث والصناعات الكيماائية من خلال اتباع المبادئ الاتي [5].

#### 5.1. عموميات عن الاحماض:

## 5.1.1. تعريف الاحماض:

الاحماض هي مواد كيميائية تتميز بخصائص معينة تجعلها تتفاعل مع القواعد وتكون قوية في الإفراج عن أيونات هيدروجين مثبتة (+H) عند الذوبان في الماء. تكون الأحماض عادةً حمضية في الطبيعة ويمكن تصنيفها إلى عدة أنواع بناءً على خصائصها الكيميائية، مثل الأحماض القوية والأحماض الضعيفة. الأمثلة على أحماض تشمل حمض الكلوريديك (HCl) وحمض الستريك (وجد في الليمون)، على التوالي [14].

## 5.1.2. أنواع الاحماض:

تصنف الاحماض من حيث مصادرها الى صنفين رئيسين:

## 5.1.2.1. الأحماض الطبيعية المصدر:

تنقسم هذي الاحماض الي:

## • الأحماض من مصدر عضوي:

تعتبر هذي احماض على مركبات كيميائية تحتوي على مجموعة كربوكسيل ( $\text{COOH}$ ). يمكن أن تكون هذه الأحماض مشتقة من مصادر عضوية مختلفة وينصح بتناوله بكميات معتدلة لتجنب التأثير السلبي على صحة الكلى. على سبيل المثال: حمض الليمونيك، حمض التكتيك، حمض الأكساليك، حمض الفوليك، حمض اللينوليك .

ويرجى مراعاة الكميات المتناولة والتوازن الغذائي لتحقيق فوائد صحية أمثل. [15]

## • الأحماض من مصادر غير عضوية:

مثل: حمض الهيدروكلوريك، حمض الكبريتيك، حمض النيتريك، حمض الفوسفوريك، حمض الهيدروجين الفلوري، حمض البوريك .

### 5.1.2. 1 الأحماض المحظرة صناعياً:

تُحضَّر الأحماض الصناعية بوساطة الإنسان باستخدام الكيمياء الصناعية، بعض أمثلة على الأحماض التي تحضر:

#### • من مصدر عضوي:

مثل: حمض اللاكتيك.

#### • من مصدر غير عضوي:

مثل: البترول أو المواد الكيميائية الاصطناعية. هذه العمليات الصناعية قد تتضمن تحويل مواد كيميائية غير عضوية إلى أحماض، وتكون هذه العمليات جزءاً من الصناعات الكيميائية والتحويلات الكيميائية.

### 5.1.3. تطبيقات الأحماض:

الأحماض تُعتبر مكوناً أساسياً في مجموعة واسعة من التطبيقات في مختلف الصناعات، وتقدم فوائد متعددة. إليك مقدمة عن بعض التطبيقات الشائعة للأحماض:

- تطبيقات في الصناعة الغذائية حيث تُستخدم الأحماض لتحسين نكهة وحفظ الأطعمة وتلعب حموض مثل حمض الستريك والليمونيك دوراً في تحسين نكهة المشروبات والحلويات.
- تطبيقات في الطب حيث يُستخدم حمض الأسكوربيك (فيتامين C) كمكمل غذائي ومضاد أكسدة وحمض الهيالورونيك يُضاف إلى منتجات العناية بالبشرة لترطيبها وتحسين مرونتها.
- تطبيقات في الصناعة الكيميائية حيث تستخدم الأحماض في تصنيع البوليمرات والمواد الكيميائية.
- تطبيقات في الصناعة البطاريات حيث يُستخدم حمض الكبريتيك في بعض أنواع البطاريات.

- تطبيقات في التنظيف والصيانة حيث يُستخدم حمض الستريك لإزالة الرواسب الكلسية وتنظيف الأسطح.
  - تطبيقات في الطاقة حيث يُستخدم حمض الفوسفوريك في إنتاج الأسمدة وكذلك في عمليات تحلية المياه.
  - تطبيقات في التحليل الكيميائي حيث يُستخدم حمض الهيدروكلوريك في العديد من عمليات التحليل والتفاعلات الكيميائية.
- هذه مجرد لمحة عن بعض التطبيقات، ويمكن أن تستخدم الأحماض في مجالات أخرى وفقاً لخصائصها الكيميائية المتنوعة.

## 6.1 عموميات حمض الأسكوربيك:

### 1.6.1 حمض الأسكوربيك :

في القرن الثامن عشر، اكتشف الطبيب الإسكتلندي جيمس ليند حمض الأسكوربيك خلال أبحاثه حول مرض الاسكوفي. أدرك أن نقص فيتامين C يسبب هذا المرض. اكتشف أن تناول الليمون والبرتقال يحمي من المرض بسبب احتوائهم على حمض الأسكوربيك. في عام 1932، عزل ألبرت سزينت غيولي حمض الأسكوربيك، مما أكد أهميته. هذا الاكتشاف ساهم في فهم أعراض وعلاج مرض الاسكوفي وأكد دور فيتامين C كمضاد أكسدة ولصحة الجلد والمناعة. في عام 1912، أسس كازيمير فونك مفهوم الفيتامينات، وفي 1928، أظهر ستيفانسون فيلهيالمور أهمية حمض الأسكوربيك. في 1937، فاز ألبرت جيورجي-سينت بجائزة نوبل لاكتشافه لحمض الأسكوربيك. [16]

حمض الأسكوربيك، المعروف أيضًا بفيتامين C، يعد أحد العناصر الأساسية في الجسم. يشارك في العديد من الوظائف، مثل تسريع التفاعلات الهيدروكسيلية وتصنيع الكولاجين. يلعب دورًا مهمًا في الأنزيمات ويعتبر مضاد أكسدة يساعد في حماية الخلايا.

يُذاب حمض الأسكوربيك في الماء، ويجب الحصول عليه من الطعام مثل الحمضيات والبروكلي والطماطم. يُعزى نقصه إلى داء الإسقربوط، والتدخين يقلل من كميته في الجسم. يلعب أيضًا دورًا في تركيب الكارنيتين الضروري لنقل الحموض الدهنية.

بالرغم من ندرة نقص حمض الأسكوربيك، إلا أن بعض الأشخاص قد يعانون من مستويات منخفضة، ويمكن أن يؤثر غيابه على جهاز المناعة واستقلاب الكوليسترول. [17]

## 1.6.2. استخدامات حمض الأسكوربيك:

حمض الأسكوربيك أو فيتامين C هو عنصر غذائي حيوي يلعب دورًا أساسياً في صحة الإنسان. يعتبر قيمة علاوة في المجال الطبي، خاصة عند استخدام أقراص حمض الأسكوربيك لعلاج نقص فيتامين C. يعتمد الجسم على هذا الفيتامين لتخليق مواد أساسية مثل الكولاجين والأدرينالين والدوبامين، والتي تلعب جميعها دوراً حاسماً في الحفاظ على وظائف الجسم الطبيعية.

من غير المستغرب أن يكون لحمض الأسكوربيك العديد من الاستخدامات الأخرى المهمة، ومنها:

### • الاستخدامات الصيدلانية:

- علاج نزلات البرد العادية.

- تعزيز مناعة الجسم.

- تسريع عملية التئام الجروح.

- دور في معالجة بعض حالات السرطان، خاصةً حمض الأسكوربيك (فيتامين C) كمانع للشقوق الحرة.

### • الاستخدامات الصناعية:

- عامل مضاد للأكسدة

- نضج الفاكهة.

- كمظهر في صناعة التصوير Developer.

- مانع أكسدة الدهون [18]

### 6.1.3. مصادر الحمض الأسكوربيك:

يُظهر حمض الأسكوربيك فوائد متعددة في دعم الصحة العامة وضمان وظائف يمكن الحصول عليه من

مصادر طبيعية متنوعة:

### • مصادر نباتية:

تعتبر الفواكه والخضروات من أهم المصادر النباتية لحمض الأسكوربيك (فيتامين C)، حيث تتميز الفواكه

بشكل خاص بوفرة هذا الفيتامين. تتميز الفواكه والخضروات بأنها توفر الجزء الأكبر من حمض

الأسكوربيك في القوائم الغذائية. من بين الفواكه الغنية بحمض الأسكوربيك نجد البرتقال، الليمون، البطيخ

الأصفر، المانجو، الكيوي، المندرين، والفراولة. أما بالنسبة للخضروات، فبعض الأنواع الغنية بهذا

الفيتامين تشمل الفلفل الأحمر الحلو، الفلفل الأخضر، الكرنب الأخضر، البطاطا الحلوة، أوراق الجزر،

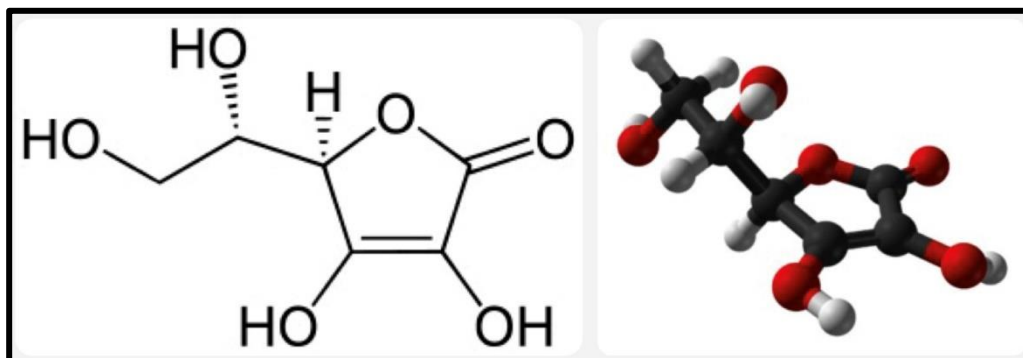
البصل، الملفوف، الخردل، واللفت. [19]

### • مصادر حيوانية:

بالرغم من أن اللحم ليست غنية بحمض الأسكوربيك بشكل كافٍ، إلا أن هناك بعض الأعضاء الحيوانية التي تحتوي على كميات جيدة من هذا الفيتامين. يمكن الحصول على حمض الأسكوربيك من الكبد، الحليب، الغدة الكظرية، والغدة النخامية (الموجودة فوق الكلية). أما الحبوب والبقول، فتعتبر مصادر فقيرة بحمض الأسكوربيك. [20]

#### 6.1.4. التركيب البنائي لحمض الأسكوربيك:

حمض الأسكوربيك يتشابه في تركيبه السكريات الأحادية، ويمكن تصنيعه من الجلوكوز. يتألف من ست ذرات كربون متصلة ببعضها، ويحتوي على رابطة مزدوجة بين ذرتي الكربون رقم 2 و3، مما يمنحه خصائصًا مشابهة للمركبات غير المشبعة. كما يحتوي على رابطة كيتونية بين ذرتي الكربون رقم 1 و4. الرجاء الرجوع إلى الشكل المرفق لرؤية التركيب البنائي. [21]



الشكل F بنية حمض الأسكوربيك [21]

#### 6.1.5. خواص حمض الأسكوربيك:

- مركب بلوري أبيض اللون، له رائحة خاصة وطعم حامض لذيذ. يمتاز بسهولة الذوبان في الماء وحتى في الكحول كالإيثانول.

- في حالته الصلبة، يبقى ثابتًا ولكن يمكن أن يتحلل في محلول الفيتامين تحت تأثير الهواء والضوء.
- يظل مستقرًا في المحاليل الحمضية والحالة الجافة، ولكن يفقد استقراره في وسط قلوي.
- يظهر حساسية للحرارة، حيث يفقد خلال عمليات الطهي، ويتحول خلال التمثيل الغذائي إلى أملاح الأوكسالات، التي تُفرز في البول.
- بالإضافة إلى نشاطه الضوئي، يعتبر حمض الأسكوربيك مختزلًا قويًا، قادرًا على اختزال محلول فهلنج واليود (أزرق الميثيلين). [22]
- يتأكسد في الهواء، خاصة بوجود أيونات النحاس والحديد في المحاليل المائية، وهو سهل التأكسد في هذه الظروف.
- يأتي في صورة مسحوق أبيض نقي أو بلورات إبرية أو رقائق (plates). وزنه الجزيئي 176.12 غ/مول، ونقطة انصهاره تصل إلى 190 درجة مئوية.
- له امتصاص في وسط حمضي عند 245 nm وفي وسط معتدل عند 265 nm. كثافته 1.65 كغ/لتر، وثبات حموضته يُعبر عنه بقيمة pKa تبلغ 4.1.
- حمض الأسكوربيك يُعد واحدًا من أكثر المركبات ذوبانًا في الماء، حيث يصل معدل ذوبانيته إلى 30 غرام في 100 مل. وفي حين يُذاب بقلّة في أسيتون والكحول، لا يذوب تمامًا في المذيبات غير القطبية.
- تحدث تأثيرات كبيرة بالحرارة والقلويات والعوامل المؤكسدة والضوء، مما يجعله مركبًا غير ثابت تمامًا في هذه الظروف. [23]

## المراجع باللغة العربية :

- [1] م. د. محمد حسن حياوي الحلو. "مفهوم تقنية النانو وانعكاسها على السمات المظهرية للمنتج الصناعي". journal of .the college of basic education 25.104 (2019): 350-393
- [2] Al-Sheikh, Omar Abdulaziz "تقنية النانو واستعمالاتها في الجلدية".
- [8] عبد الصمد، مسعود. "تحليل وتشخيص النحاس التأثيرية". حولية العام للاتحاد للأثاريين العرب 11.11 (2008): 1114-1107.
- [9] علي، وآخرون. دراسة حول تطبيقات جسيمات النحاس النانوية . ديس. جامعة قاصدي مرباح ورقلة.
- [11] ساركار، سوديبتا، وآخرون. "أكسيد النحاس (II) كمادة عازلة عملاقة". رسائل الفيزياء التطبيقية 89.21 (2006).
- [18] عادل سيد عفيفي 2000، تحليل الفيتامينات، المكتبة الاكاديمية للنشر، ط1، الرقي، القاهرة، ج.م.ع.

[19] صبري القباني (1992) قاموس الغذاء والتداوي بالنبات، بيروت

[20] احمد، and قدامة. "قاموس الغذاء والتداوي بالنبات موسوعة غذائية صحية عامة." (1982).

[22] من مذكرة تخرج ماستر لدراسة تأثير المذيبات على الخصائص المضادة لأكسدة لحمض السكوربيك الصفحة 9

[23] سهير نظمي عبد الرحمن (2009) أساسيات في الكيمياء الحيوية، مكتبة المتنبى للنشر، ط1، الدمام، المملكة العربية السعودية.

### المراجع باللغة الأجنبية:

[3] Khan, Waseem S., Nawaf N. Hamadneh, and Waqar A. Khan. "Polymer nanocomposites–synthesis techniques, classification and properties." Science and applications of Tailored Nanostructures 50 (2016): 50

[4] Science Nanotechnology: Nanotechnology || علم النانو تكنولوجي || Al Shammari, Ahmed Amer and Nanoscience. Vol. 1. Ahmed Amer, 2022

[5] Abdullah, Johar Amin Ahmed, et al. "Effect of calcination temperature and time on the synthesis of iron oxide nanoparticles: Green vs. chemical method." Materials 16.5 (2023): 1798

[6] "استخدام مواد وتقنيات النانو لرفع كفاءة التشطيبات الخارجية للمباني لتحقيق جودة بيئتها (Applied study on an administrative building)." JES. Journal of Engineering Sciences 51.4 (2023): 287-310

McNeil, Scott E. "Nanotechnology for the biologist." Journal of leukocyte biology 78.3 (2005): 585-594

[10] Science Nanotechnology: || علم النانو تكنولوجي || Al Shammari, Ahmed Amer Nanotechnology and Nanoscience. Vol. 1. Ahmed Amer, 2022

[12] Kose, S., et al. "Some physical properties of copper oxide films: The effect of substrate temperature." Materials Chemistry and Physics 111.2-3 (2008): 351-358 [14]

Brown, T. L., LeMay, H. E., & Bursten, B. E. (2019). Chemistry: The Central Science (15th ed.). Pearson

- [15] Ma et al. (2003) - Oxalic Acid's Effect on Ca/Mg Absorption in Rat Colon (J Nutr Biochem, 14(2), 109–116)
- [17] Levine M. (1986). New concepts in the biology and biochemistry of ascorbic acid New .Engl. J.Med., 314: 892-902
- [21] Dr. Steve Hickey et Dr. Hilary Roberts (2004); ascorbate: the science of vitamin C, an Honest Bombshell

## الفصل II

طرق تخليق المركبات النانوية

مقدمة:

في هذا الفصل، تم استعراض طرق متعددة لتحضير الجسيمات النانوية، ويتعين علينا التأكد من صحة وجودها وفهم خصائصها مثل الحجم والشكل ومساحة السطح كما يمكن تحقيق ذلك من خلال استخدام تقنيات تحليلية مثل التحليل الطيفي للأشعة فوق البنفسجية (UV) وحيود الأشعة السينية (DXR) ومطيافية الأشعة تحت الحمراء الفورية (FTIR).

II. البرتوكول التجريبي :

1.II. المواد والأجهزة المستعملة

المواد:

- ماء مقطر .
- حمض الأسكوربيك Ascorbic Acide .
- ملون Brilliant cresyl blue (BCB) .
- هيدروكسيد الصوديوم NaOH .
- مسحوق النحاس  $CuCl_2$  .

الأجهزة:

- جهاز مطيافية الأشعة فوق البنفسجية.
- ميزان حساس .
- فرن تجفيف .
- فرن حرق .

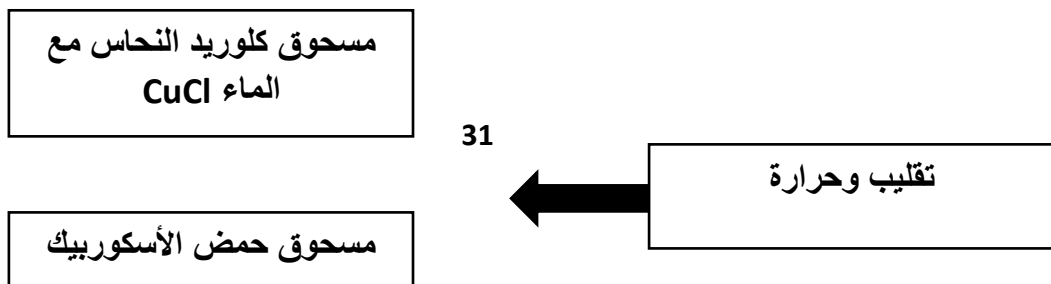
- جهاز الطرد المركزي.

- جهاز مطيافية الأشعة تحت الحمراء.

- جهاز الأشعة السينية.

## 2. II. تصنيع جزيئات أكسيد النحاس النانوية بواسطة العملية الكيميائية اللينة:

لتصنيع جسيمات أكسيد النحاس النانوية ( $\text{Cu}_2\text{O}/\text{CuCl}$ ) ، 0,06 مولاري من مسحوق كلوريد النحاس  $\text{CuCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  في 500 مل من الماء المقطر و تم تقلبيه عند درجة حرارة 70 درجة مئوية لمدة تقريبًا 10 دقائق. وبعد ذلك تم إضافة مسحوق حمض الأسكوربيك بتركيز 0.02 M تدرجياً إلى خليط كلوريد النحاس مع تقليب مستمر لمدة 4 ساعات. لتسريع التفاعل، تم إضافة قطرات من NaOH للتعديل من وسط المحلول. تم عزل المركب النانوي الناتج عن طريق الطرد المركزي لمدة 4 دقائق عند 4000 دورة في الدقيقة ودرجة حرارة الغرفة. تم غسل المسحوق الناتج بالماء المقطر عدة مرات لإزالة أية شوائب. لإكمال التحضير تم تجفيف المسحوق الناتج لمدة 18 ساعة عند 80 درجة مئوية في الفرن. تعرض المسحوق الناتج للتكلس عند 500 درجة مئوية لمدة 4 ساعات، مما أدى في النهاية إلى تكوّن مسحوق جسيمات أكسيد النحاس النانوية ( $\text{Cu}_2\text{O}/\text{CuCl}$ ) [1].





**المخطط 1:** مخطط يشرح ويلخص خطوات التجربة.

### II.3. تقنيات التحليل:

تتنوع تقنيات التحليل التي تستعمل لدراسة مختلف خصائص المواد وأهمها وأكثر استخداما:

#### II.3.1. التحليل الطيفي المرئي بالأشعة فوق البنفسجية ultraviolet-visible

: Spectroscopy (UV vis)

المطيافية الإلكترونية تعد فئة من دراسات الطيف، حيث يتم امتصاص الأشعة فوق البنفسجية أو المرئية وتم تسميتها بمطيافية فوق البنفسجية والمرئية نظراً لأن امتصاص الأشعة يحدث في هاتين المنطقتين، مما يؤدي إلى إثارة الإلكترونات في الجزيئات التي تستقبل هذه الأشعة

تعود الترجمة الحرفية لكلمة "الأشعة فوق البنفسجية" إلى الأصل اللاتيني (Ultra-Violet) وبينما تكون الأشعة فوق البنفسجية أقصر من الأشعة البنفسجية، إلا أنها غير مرئية، حيث تشكل موجة كهرومغناطيسية ذات طول موجي أقصر من الضوء المرئي، ولكنها تكون أطول من الأشعة السينية وتنبعث الأشعة فوق البنفسجية بواسطة التفاعل الكهربائي أو التعرض للضوء الأسود و تُوجد هذه الأشعة في أشعة الشمس، وتُعتبر مؤينة حيث تعمل على فصل الإلكترونات عن ذراتها، مما قد يؤدي إلى حدوث تفاعلات كيميائية ف

تجعل هذه الأشعة العديد من المواد متوهجة أو مفسفرة و يظهر تأثير الأشعة فوق البنفسجية على الكائنات الحية بشكل يسبب حالات ضربة شمس، ومع ذلك يُلاحظ أن طيف هذه الأشعة يمتلك تأثيرات أخرى قد تكون إيجابية أو سلبية على صحة الكائنات الحية، اعتمادًا على فترة التعرض للأشعة وكميتها [2].



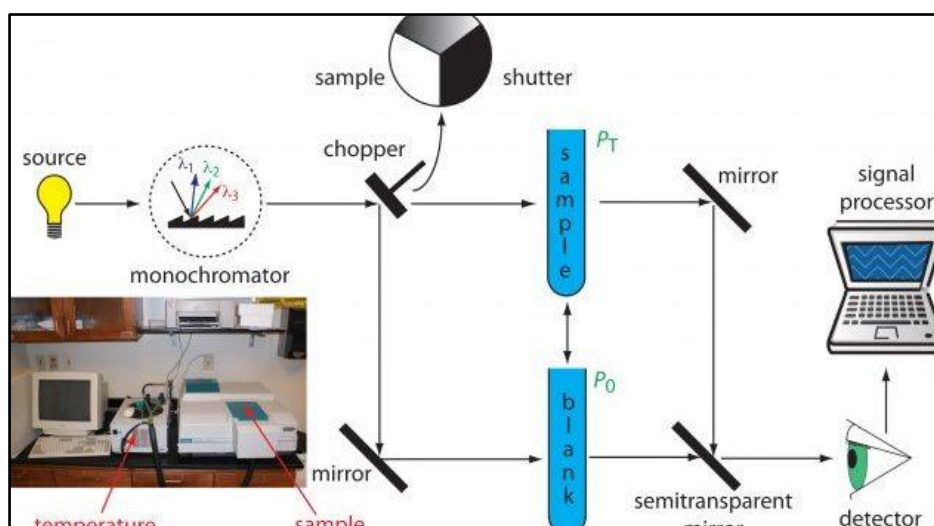
الشكل G صورة لجهاز التحليل الطيفي للأشعة فوق البنفسجية

### II.3.2. مبدأ مقياس الطيف الضوئي :

تهدف تقنية مقياس الطيف الضوئي إلى قياس شدة الضوء بمثابة دالة للطول الموجي. يتم ذلك من خلال تشتيت شعاع الضوء إلى مجموعة من الأطوال الموجية، ومن ثم الكشف عن شدتها باستخدام جهاز متصل

بالشاشة، حيث يتم عرض النتائج في صورة رسم بياني على الشاشة ثم على جهاز العرض في هذه التقنية، يتم استخدام منشور أو مرشح لتجزئة شعاع الضوء الساقط إلى مجموعة من الأطوال الموجية المختلفة. وباستخدام آليات ملائمة، يمكن التلاعب بموجات ذات أطوال موجية معينة لتسليمها إلى محلول الاختبار. يتراوح نطاق الأطوال الموجية للضوء الساقط عادة من 1 إلى 2 نانومتر.

تعتبر تقنية مقياس الطيف الضوئي ذات أهمية كبيرة لقياس طيف الامتصاص للمركب، وذلك بفحص كيفية امتصاص المحلول للضوء عند كل طول موجي محدد [3].



الشكل H رسم تخطيطي للتحليل الطيفي للأشعة فوق البنفسجية [4]

### 3.3.II. آلية عمل جهاز المطياف الضوئي Spectrophotometer of Mechanism

:Working

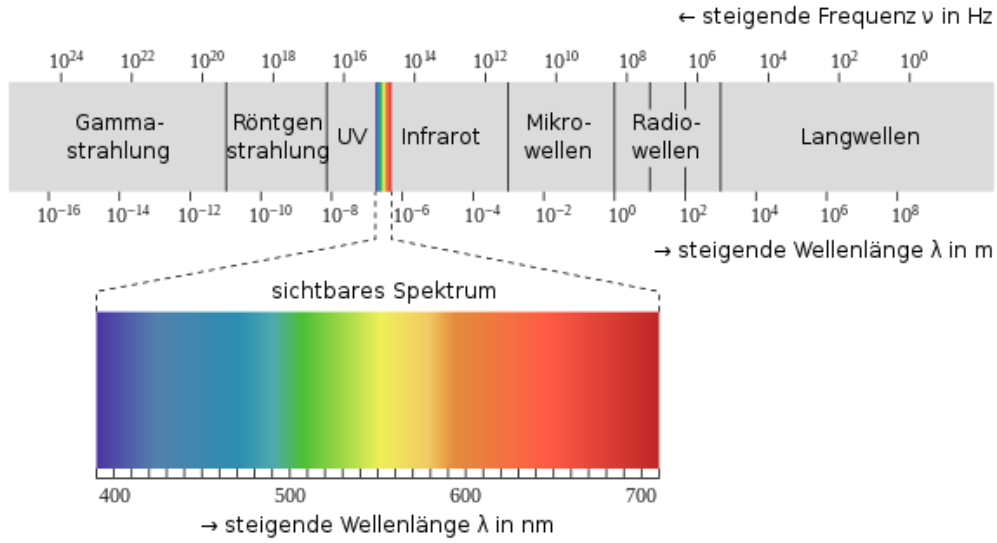
يُستخدم جهاز المطياف الضوئي لقياس تركيز المحاليل بواسطة مقياس الطيف الضوئي ويتم معايرته بواسطة محاليل قياسية ذات تراكيز معروفة، ويُختار طول موجي مناسب ثم يُوجه شعاع الضوء عبر محزوز الحزم والمشور والمرآة، حيث يُتاح لمحزوز الحزمة المرور بالطول الموجي المطلوب.

الضوء يصل إلى الكيوفيت مع المحلول، حيث يُمتص بعضه، وتُراجع الإشارة الكهربائية المرسلّة إلى الكلفانومتر ثم يُعرض الناتج الرقمي كدرجة امتصاص المحلول للضوء وفي مقياس الطيف الضوئي ذي الشعاع المزدوج، يُشعّف الضوء أحادي اللون للمحلول القياسي ومحلول الاختبار [5].

### II.3.4. مطيافية فورييه لتحويل الأشعة تحت الحمراء :

تم استعراض أهمية تقنية تحليل الأشعة تحت الحمراء (FTIR) في فحص الجسيمات النانوية. يُعتبر FTIR أداة مثالية وحساسة لتحديد المجموعات الوظيفية ونوع الروابط بين الذرات، والتحقق من الخصائص الهيكلية للجسيمات النانوية سواء المعدنية أو العضوية.

تعتمد هذه التقنية على امتصاص الشعور الكهرومغناطيسي للأشعة تحت الحمراء، حيث تتفاعل المجموعات الوظيفية المختلفة في الجزيء مع هذه الأشعة. يقع نطاق الترددات في منطقة الأشعة تحت الحمراء (4000 إلى 400 سم<sup>-1</sup>)، ويعتبر كل نوع من الروابط الكيميائية ذو تردد اهتزاز مميز.



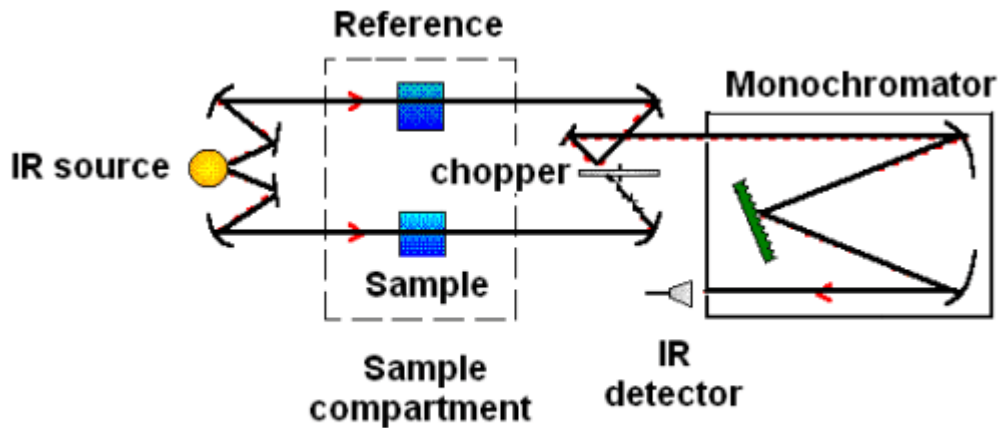
الشكل 1 موقع حيز الأشعة تحت الحمراء infrared في طيف الموجات الكهرومغناطيسية [6].

مبدأ التحليل يستند إلى اهتزاز الروابط الكهرومغناطيسية بترددات معينة تعكس الخصائص الكيميائية للروابط. على سبيل المثال، يمكن للتحليل كشف الترددات المرتبطة بروابط كيميائية معينة، والتي يمكن تمثيلها كأقطاب لها ترددات اهتزاز مميزة، باختصار، تقنية FTIR تُستخدم للكشف عن الروابط الكيميائية والمجموعات الوظيفية



في الجسيمات النانوية، مما يوفر فهمًا مميزًا حول نوع الروابط والهيكل الكيميائي لها. [6]

الشكل 1 صورة لجهاز التحليل الطيفي للأشعة تحت الحمراء لتحويل الفورييه



### مسار الشعاع المزدوج في مطياف IR

الشكل K رسم تخطيطي مطيافية الأشعة تحت الحمراء [7]

### II.4.3. حيود الأشعة السينية (DRX) Diffraction des rayons X :

في عام 1912، اقترح العالم (الو) إنشاء جهاز محزوز حيود ثلاثي الأبعاد يستخدم أشعة السينية. يتم توليد حيود الأشعة عند مرورها عبر مادة ما، حيث تختلف زاوية انحرافها بالنسبة للحالة البلورية المثالية. يقدم هذا الجهاز مقياساً للأطوال الموجية للزجاج النافذ، ويمكن مقارنتها بالمسافات بين الذرات. تظهر الأشعة السينية المنعكسة تداخلاً مع المادة عبر البلورة، مما يعرف بظاهرة الانعكاس، ويتم قياس حيود الأشعة السينية بفعالية لدراسة الحالة البلورية.

نستخدم أشعة قاسية ذات أطوال موجية قصيرة في مجال من 0.1 Å إلى 120 Kev. ونظرًا لأن طول موجة هذه الأشعة يقارن مع حجم الذرات، فهي مناسبة نظرياً لدراسة الترتيب البنوي للذرات والجزيئات.

تفاعل الأشعة السينية أولاً مع الإلكترونات في الذرة، حيث يحدث تبعثر طومسون أو تبعثر مروان. في حالة تبعثر طومسون، يحافظ الفوتون على طاقته دون فقد، ويسمى هذا التغيير في اتجاه الجسيم بانكسار الفوتون. من خلال تداخل متناغم للأشعة السينية المبعثرة والمادة في البلورة، يتم تشكيل نقاط انعكاس. تستفيد هذه

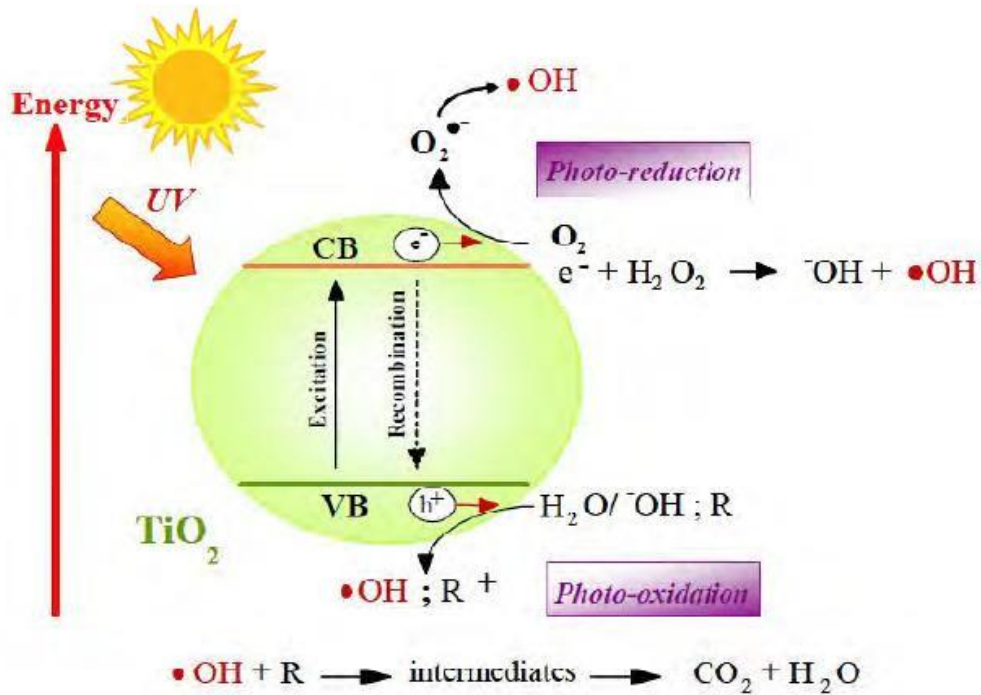
التقنية من مبدأ الحيود للأشعة السينية، وتوفر معلومات حول توزيع الإلكترونات في المواد وتأثير الأشعة السينية على الجسم الحي.



الشكل L جهاز حيود الأشعة السينية XDRX Diffraction des rayons

#### 4.11. النشاط التحفيزي الضوئي:

تعتبر التحفيز الضوئي عملية تفاعل كيميائي يتم تفعيله باستخدام الضوء كمحفز، حيث يقوم الضوء بتحفيز مادة معينة دون أن يلعب دوراً مباشراً في التفاعل نفسه في غالب الحالات، يكون المحفز الضوئي نصف ناقل يتميز بفجوة طاقة صغيرة الأزواج الناتجة يمكن أن تنتقل إلى سطح نصف الناقل لتتفاعل مرة أخرى أو تدخل في تفاعلات أخرى، مثل تفاعلات الأكسدة والاختزال مع جزيئات موجودة في المحلول، وتكوين جذور حرة تؤثر في المحلول الملون وتقلل درجة تلونه، ما يؤدي إلى تدهور حالته [8].



الشكل M رسم تخطيطي يوضح عملية التحفيز الضوئي [9]

## II. 5. النشاط التحفيزي الضوئي للمركب النانوي $\text{CuCl}_2 \setminus \text{Ascorbic Acid}$ :

تم التحقيق في الأنشطة التحفيزية الضوئية لأكسيد النحاس النانوي المعدل بحمض الأسكوربيك وذلك باختبار تحلل صبغة الـ Brilliant Cresyl blue تحت أشعة الشمس وللقيام بذلك تم أخذ 5mg من أكسيد النحاس المعدل بحمض الأسكوربيك في 5ml من محلول Brilliant Cresyl blue (في 7 بيشرات)، حيث كان تركيز محلول الصبغة  $5 \times 10^{-5}$  مولاري لمدة ساعتين مع أخذ كل بيشر في 15 د ثم طرد العينات في جهاز الطرد المركزي وقراءة الامتصاص باستخدام مطيافية الأشعة فوق البنفسجية.

### المراجع بالعربية

- [7] س. بوضياف، " دراسة التركيب الجزيئي لرمال كثبان منطقة ورقلة مطيافية الامتصاص ما تحت الاحمر وحيود الاشعة السينية " مذكرة ماستر، جامعة ورقلة، 2014
- [8] نور الهدى، المهدي غيث، and مهدي كرى " حيود الأشعة السينية في البنية البلورية " (2016)
- [9] بن حديد، et al. "إزالة ملوث عضوي في وسطه المائي بطرق الأكسدة المتقدمة."

### المراجع بالاجنبية

- [1] .Devaraj Bharathi a, R. Ranjithkumar a, S. Vasantharaj b, B Chandarshekar c, V. Bhuvaneshwari a of chitosan/iron oxide nanocomposite for © 2019 Elsevier ·International Journal of Biological biomedical applications ·Macromolecules Synthesis and ·B.V. All rights ,132 (2019) 880–887 characterization reserved.act,\*
- [2] R.BACHA, "La synthèse des nano particules de CuO avec la méthode de précipitation sol-gel, en utilisant le précurseur CuCl<sub>2</sub> et l'étude de leurs propriétés structurales et optiques", Mémoire de Magister, Université Mentouri Constantine 1, 2015
- [3] R.BACHA, "La synthèse des nano particules de CuO avec la méthode de précipitation sol-gel, en utilisant le précurseur CuCl<sub>2</sub> et l'étude de leurs propriétés structurales et optiques", Constantine 1, 2015-Mémoire de Magister, Université Mentouri
- [4] S. ADDALA, "Elaboration et caractérisation de matériaux composites à base des conducteur CuO et de l'oxyde de terre rare Dy<sub>2</sub>O<sub>3</sub> dispersées dans les -nanoparticules du semi Thèse de doctorat, Université Mentouri-Constantine, "matrices diélectriques KBr, KCl et NaCl 2015
- [5] Rodgers, J., et al. "Instrumental and operational impacts on spectrophotometer color measurements (2008)".
- [6] Science Nanotechnology: Nanotechnology || علم النانو تكنولوجي || Al Shammari, Ahmed Amer .and Nanoscience. Vol. 1. Ahmed Amer, 2022

## III الفصل

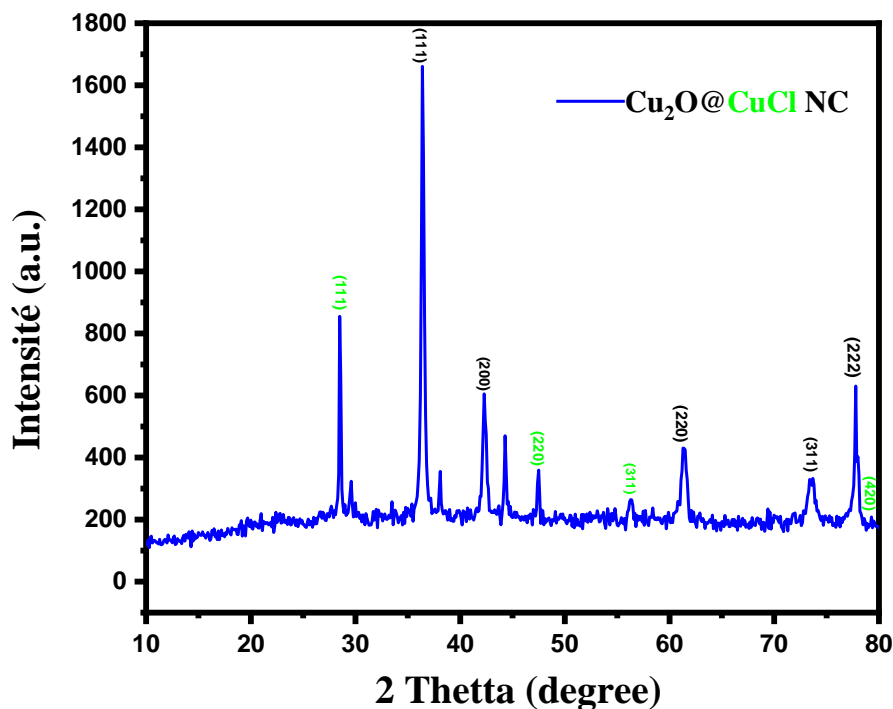
النتائج والمناقشة

## II. مقدمة

في هذا الفصل تمت مناقشة النتائج المتوصل اليها بما في ذلك الخصائص الكيميائية والضوئية للمركب النانوي وذلك باستخدام تقنيات مختلفة بما في التحليل الطيفي فوق البنفسجي المرئي (UV) ، حيود الأشعة السينية (DRX) و التحليل الطيفي للأشعة تحت الحمراء لتحويل فورييه (FTIR) ، كما تم مناقشة نتائج نشاط التحفيز الضوئي في إزالة الملونات باستخدام المركب النانوي المصنع بطريقة خضراء.

## III.1. التحليل الطيفي للأشعة السينية :

يوضح الشكل 10 نمط للأشعة السينية الخاص ب (Cu<sub>2</sub>O@CuCl NC) المحضر والقمم التي لوحظت في الشكل 10 حوالي 36.42°، 42.38°، 61.34°، 73.66°، 77.93° المقابلة ل (111) ، (200) ، (220) و(311) و(222) على التوالي وتم تفسيرها الى بنية مكعبة والتي تشير الى Cu<sub>2</sub>O النانوي والتي تتطابق مع اللجنة المشتركة لمعايير حيود السينية (JCPDS رقم الملف 01-078-2076) و تم الإبلاغ عن نتائج مماثلة من قبل [1]، ونلاحظ وجود اربع قمم مميزة عند 28.56°، 47.52° و 56.29° و 79.36° يمكن ان CuCl وبالنسبة ل تُعزى هذه القمم إلى الأوجه البلورية (111) ، (220) و(311) و (420) على التوالي والتي تشير الى CuCl و Cu<sub>2</sub>O الترابط بين جزيئات ( JCPDS رقم الملف 01-081-1841) تم الإبلاغ عن نتائج مماثلة من قبل Meher و آخرون [1]. وتم حساب المواد النانوية باستخدام صيغة شيرر: Debye-scherrer: هو الطول الموجي للأشعة " λ " حيث  $D = 0.9\lambda / \cos \theta$  و  $\theta$  وزوايا الحيود المتوسط  $\theta$  (العرض الكامل عند نصف الحد الأقصى ) بالراديان و FWHM هو  $\beta$  السينية النانوي ليكون 25 نانومتر وتم العثور على حجم المركب (Cu<sub>2</sub>O@CuCl NC) [1].



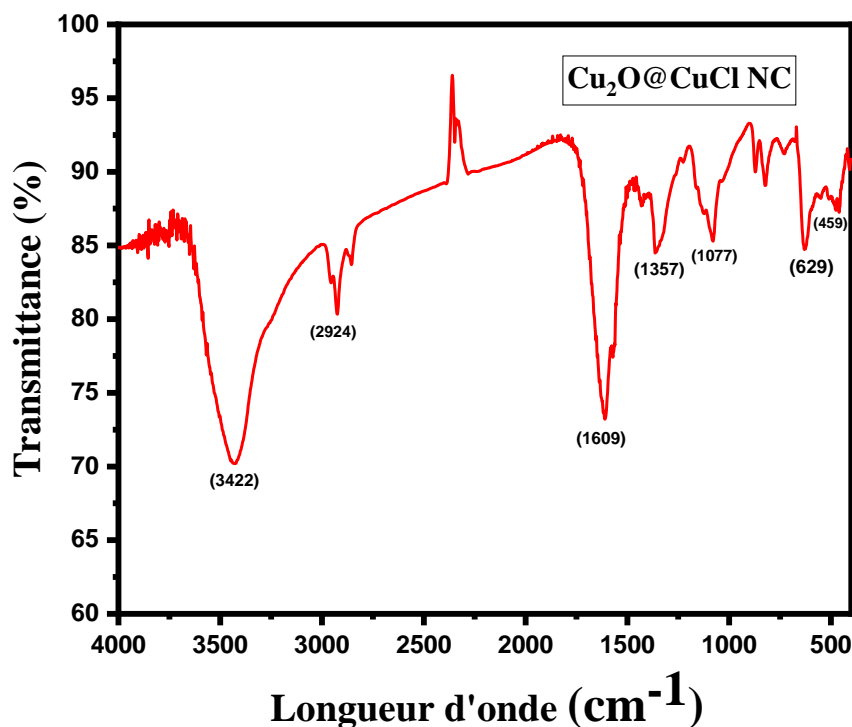
الشكل N

نمط الأشعة السينية للمركب ل Cu<sub>2</sub>O@CuCl NC

### 2.III. التحليل الطيفي للأشعة تحت الحمراء FTIR

أطياف الأشعة تحت الحمراء للمركب Cu<sub>2</sub>O@CuCl NC النانوي موضحة في الشكل 11 يمكن أن يوفر التحليل الطيفي FTIR معلومات عامة عن طبيعة المجموعات الوظيفية للعينات، ويشير طيف الأشعة تحت الحمراء للمركب النانوي (Cu<sub>2</sub>O@CuCl NC) في الشكل يظهر نطاقات ل Cu<sub>2</sub>O في منطقة 800-400 سم<sup>-1</sup> والتي أظهرتها النتائج بوجود قمم عند 1609 و 2924 و 3422 سم<sup>-1</sup> بالرمز عن الروابط C=O و C-H و O-H على التوالي [4] [5] [6]، كما يظهر نطاق امتصاص عند 1077 سم<sup>-1</sup> والتي تشير إلى اهتزاز تمدد C-O [2]، و بينما تشير الذروة الموجودة عند 1357 سم<sup>-1</sup> إلى وجود اهتزاز في C-H [3]، ونلاحظ قمم عند 459 و 629 سم<sup>-1</sup> فيعزى ذلك إلى اختلافات أوضاع و اهتزاز

أكاسيد المعادن  $\text{Cu}_2\text{O}$  فيظهر لنا نطاق امتصاص عند  $1077 \text{ cm}^{-1}$  والتي تشير إلى اهتزاز تمدد C-O [2] وهذه النتائج تشير إلى نجاح عملية تصنيع المركب النانوي  $\text{Cu}_2\text{O@CuCl NC}$ .

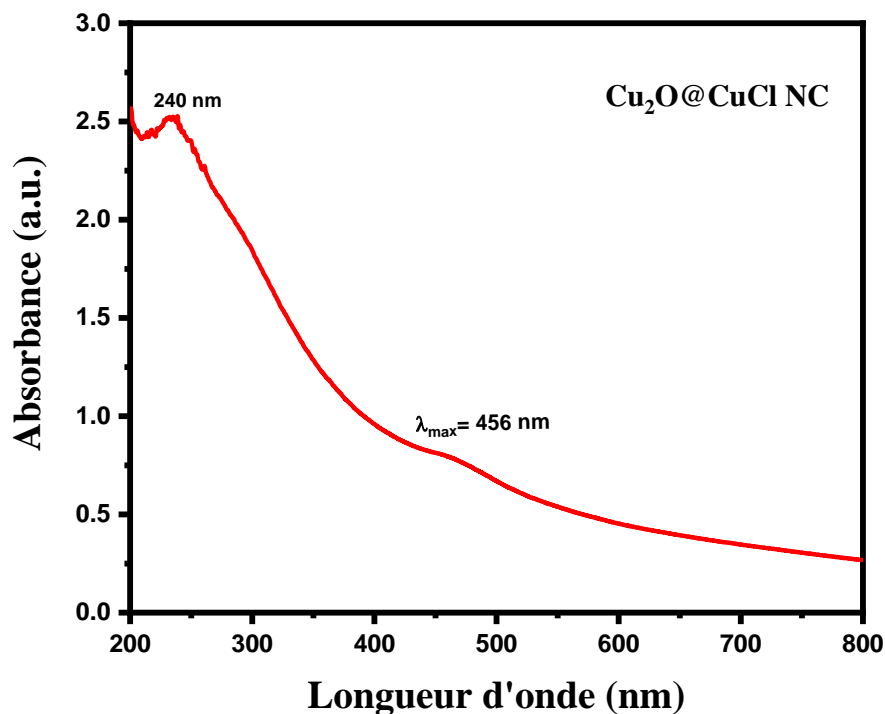


الشكل O

طيف المركب النانوي  $\text{Cu}_2\text{O@CuCl}$

### 3.III. التحليل الطيفي المرئي للأشعة فوق البنفسجية UV:

تمت دراسة الخصائص البصرية للمركب النانوي  $\text{Cu}_2\text{O@CuCl}$  المصنع انطلاقاً من حمض الأسكوربيك باستخدام التحليل الطيفي المرئي للأشعة فوق البنفسجية في النطاق المرئي من 200 إلى 800 نانومتر. كما يُلاحظ في الشكل 12 ان امتصاص المركب النانوي في الذروة 456 نانومتر. حيث يمثل هذا الامتصاص لأكاسيد المعادن الشبه موصلة والتي لها خصائص ضوئية مميزة في عملية التحفيز الضوئي [2].



الشكل P

امتصاص الأشعة فوق البنفسجية لـ  $\text{Cu}_2\text{O@CuCl NC}$

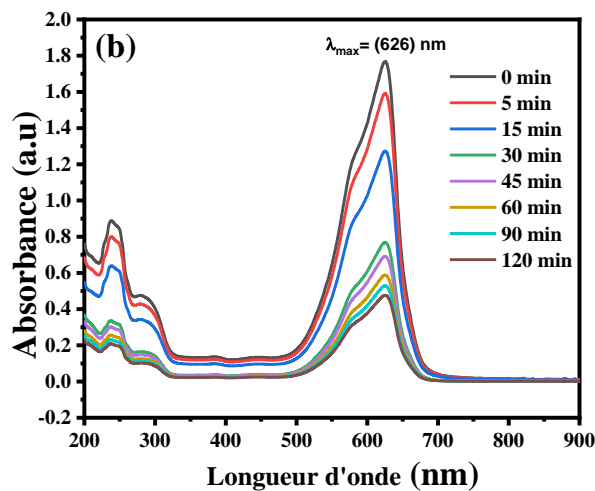
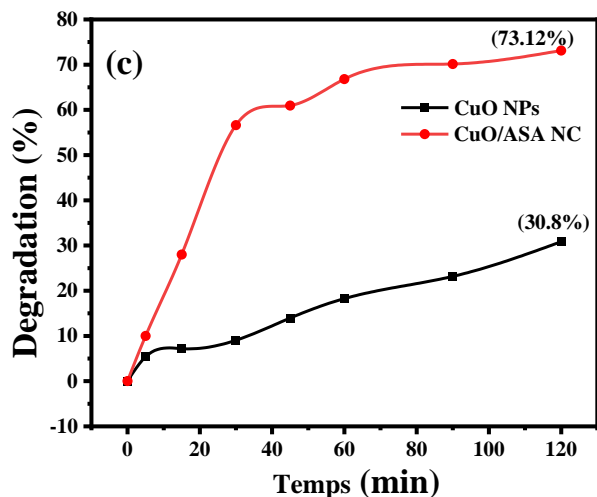
#### III.4. النشاط التحفيزي للمركب النانوي $\text{Cu}_2\text{O@CuCl}$ :

تمت دراسة كفاءة التحفيز الضوئي للمركب النانوي  $\text{Cu}_2\text{O@CuCl NC}$  من أجل تحلل صبغة Brilliant Cresyl blue (BCB) تحت إشعاع أشعة الشمس خلال 120 دقيقة شدة امتصاص Cresyl blue انخفضت تدريجياً دون حدوث تحول في الطول الموجي الأقصى للامتصاص، مما يشير إلى تدهور كبير في الصبغة. أعطى جهاز أطياف الامتصاص للأشعة فوق البنفسجية خاصية الامتصاص النشط شار عند نانومتر  $\lambda_{\text{max}} = 626$  في عملية التحلل الضوئي. تم فحص الأصباغ في عدة فترات زمنية مختلفة (من 15، 30، 45، 60، 90، 120 دقيقة) بالنسبة إلى المركب فقد أظهرت النتائج أنه تمت إزالة الملون بمعدل 73.12% خلال 120 دقيقة وتعتبر نسبة جيدة مقارنة بالنتائج المحصل عليها من

التجارب السابقة). من النتائج التي تم الحصول عليها اظهر المركب النانوي فعالية عالية نوعا ما مقارنة بالتجارب السابقة في تحلل الملون. مما يدل على زيادة السطح [8] [7].

الجدول 02: النشاط التحفيزي للمركب النانوي Cu<sub>2</sub>O@CuCl

العينة	الملون	الوقت	نسبة الازالة	Reference
Cu <sub>2</sub> O@CuCl	Brilliant Cresyl	120 دقيقة	% 73.12	الدراسة الحالية
NC	blue			
ZnMn <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	Brilliant Cresyl	120 دقيقة	%52	[9]
	blue			



الشكل Q تفاعل التأثير الزمني ل Cu<sub>2</sub>O@CuCl NC على التحلل الضوئي لصبغة (BCB) Brilliant Cresyl blue.

المراجع بالاجنبية

[1] D. Gupta, S.R. Meher, N. Illyaskutty, Z.C. Alex, Facile synthesis of Cu<sub>2</sub>O and

- CuO nanoparticles and study of their structural, optical and electronic properties, Journal of Alloys and Compounds (2018), doi: 10.1016/j.jallcom.2018.01.181
- [2] Ali Alhaidrai SA, et al. Phytochemical Screening by FTIR Spectroscopic Analysis in the
- [3] Methanolic Extracts Coffee (C. Arabica. L) to Seeds and Peels (Unroasted and Roasted) Cultivars Grown in Yemen. Bioequiv & Bioavailab Int J 2022, 6(2): 000179.
- [4] Belfer, S., et al. "Surface characterization by FTIR-ATR spectroscopy of polyethersulfone membranes-unmodified, modified and protein fouled." Journal of Membrane Science 172.1-2 (2000): 113-124.
- [5] Singh, R. K. "FTIR spectroscopy of natural fluorite from Ambadongar, Gujarat." Journal of the Geological Society of India 81.2 (2013): 215-218.
- [6] Hindawi Publishing Corporation Journal of Nanomaterials Volume 2011, Article ID 928728, 6 page doi:10.1155/2011/928728
- [7] Alloush, Salman S., and N. D. Radia. "Kinetic and Equilibrium studies Brilliant Cresyl Blue dye from Aqueous Solution using Montmorillonite Nanocomposite Hydrogels." HIV Nursing 22.2 (2022): 1249-1252.
- [8] Al-Gubury, Hazim Y., and Ghadeer S. Al-Murshidy. "Photocatalytic decolorization of brilliant cresyl blue using zinc oxide." Int. J. Pharm Tech Res 8.2 (2015): 289-297.
- [9] Khan, Sher Bahadar, et al. "Nitrophenol chemi-sensor and active solar photocatalyst based on spinel hetaerolite nanoparticles." PLoS One 9.1 (2014): e85290.

خاتمة عامة

### الخاتمة العامة

في هذا العمل تم تحضير المركب النانوي ( $\text{Cu}_2\text{O}/\text{CuCl}$ ) بواسطة الطريقة الخضراء باستخدام حمض الأسكوربيك نظرا لأهميته وتطبيقاته الواسعة الانتشار من ضمنها استعماله في إزالة الصبغات الصناعية. قمنا بدراسة الخصائص المورفولوجيا والبنية التركيبية النانوي بواسطة تقنيات مختلفة من ضمنها XRD/FTIR/UV. أظهرت نتائج الأشعة السينية عن الطبيعة البلورية للمركب النانوي ( $\text{Cu}_2\text{O}/\text{CuCl}$ ) فكان شكله عبارة عن مكعب بحجم نانوي 25 نانومتر. تمت دراسة النشاط التحفيزي للمركب النانوي في إزالة صبغة Brilliant Cresyl blue من المحاليل المائية تحت أشعة الشمس. حيث وجدت ان المركب النانوي قد أزال 73% من الصبغة في وقت حوالي 120 دقيقة. والتي تعتبر نسبة جيدة مقارنة بالدراسات السابقة. وبالتالي أثبتنا لهذا المركب قدرة كبيرة في الإزالة حيث يمكن استخدامه في تطبيقات إزالة الصبغات من مياه الصرف الصحي.

## الملخص:

في هذه الدراسة تم تحضير المركب النانوي ( $Cu_2O/CuCl$ ) باستخدام حمض الأسكوربيك باستخدام الطريقة الخضراء والمستدامة. لدراسة الخصائص الفيزيائية والكيميائية والضوئية لهذا المركب تم استخدام العديد من التقنيات بما في ذلك: XDR، FTIR، UV-VIS. حيث تم قياس الحجم النانوي لهذا المركب والذي كان تقريبا 25 نانومتر باستخدام XRD. لتقييم النشاط التحفيزي للمركب النانوي تمت دراسة ازالة الملون Brilliant Cresyl blue 5PPM تحت اشعة الشمس، حيث اثبتت النتائج في ازالة ما يقارب 73% خلال 120 دقيقة على التوالي، تشير النتائج الي ان المركب النانوي المعدل بحمض الأسكوربيك هي مادة مرشحة ممتازة للعديد من التطبيقات ويمكن استخدامها لقدرتها المحتملة على تطوير الأساليب المستخدمة تقليديا.

## الكلمات المفتاحية:

المركب النانوي، الجسيمات النانوية، حمض الأسكوربيك، أكسيد النحاس، التحفيز الضوئي، ازالة الملونات

## Résumé :

Dans cette étude, le composé nanométrique ( $Cu_2O/CuCl$ ) a été préparé en utilisant l'acide ascorbique par une méthode verte et durable. Pour étudier les propriétés physiques, chimiques et optiques de ce composé, de nombreuses techniques ont été utilisées, y compris : XRD, FTIR, et UV-VIS. La taille nanométrique de ce composé, mesurée par XRD, était d'environ 25 nanomètres. Pour évaluer l'activité catalytique du composé nanométrique, l'élimination du colorant Brilliant Cresyl Blue (5 ppm) sous la lumière solaire a été étudiée. Les résultats ont montré une élimination d'environ 73 % en 120 minutes. Ces résultats indiquent que le composé nanométrique modifié par l'acide ascorbique est un excellent candidat pour de nombreuses applications et peut être utilisé pour son potentiel à améliorer les méthodes traditionnellement utilisées.

---

**Mots-clés** : composé nanométrique, nanoparticules, acide ascorbique, oxyde de cuivre, photocatalyse, élimination des colorants.

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ