رقم الترتيب :

رقم التسلسلي :

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

جامعة الشهيد حمه لخضر – الوادي

كلية العلوم الدقيقة

قسم الكيمياء

مذكرة تخرج لنيل شهادة الماستر أكاديمي في الكيمياء

تخصص: كيمياء عضوية

من إعداد:

بوردحة فيصل **نوار عبد المالك** **سواكر عبد الحميد**

تحت عنوان:

استخدام بعض المواد النانوية المحضرة بطريقة التحضير الحيوي وتطبيقها على المقطرات الشمسية

نوقشت يوم: 05 / 06 / 2024

أمام اللجنة المكونة من:

زواري أحمد رشيدة	أستاذ محاضر (أ)	جامعة الشهيد حمه لخضر– بالوادي	رئيسا
التجاني سكينة	أستاذ محاضر (أ)	جامعة الشهيد حمه لخضر– بالوادي	مناقشا
نموسة التجاني يحي	أستاذ محاضر (أ)	جامعة الشهيد حمه لخضر– بالوادي	مقررا

السنة الجامعية: 2023 / 2024

الإهداء

بسم الله الرحمن الرحيم

"وَقُل رَّبِّ زِدْنِي عِلْمًا"

صدق الله العظيم

من هذا المنطلق القويم اهدي هذه الثمرة لم
كان له السبب في وجودي امي وابي
حفظهما الله

والى زوجتي الغالية التي شجعني لإكمال
دراستي بعد عدة سنوات من الانقطاع

كما لا أنسى الأستاذ المشرف الدكتور
نموسة التجاني يحي ولكل من مد يد العون
من قريب او بعيد

شكر وعرفان

بسم الله الرحمن الرحيم

الحمد لله الذي بنعمته تتم الصالحات، والصلاة والسلام على خاتم الأنبياء والمرسلين، وعلى آله وصحبه أجمعين.

نتقدم بخالص الشكر والتقدير إلى كل من ساهم في إتمام هذه الرحلة العلمية بنجاح. إلى الأساتذة الكرام الذين بذلوا جهوداً كبيرة في الإرشاد والتوجيه وأخص بالذكر الأستاذ المشرف الدكتور نموسة تجاني يحي والدكتور خشخوش عبد الرحمان، كما نشكر اللجنة المناقشة كلا باسمه: الدكتورة زواري احمد رشيدة والدكتورة التجاني سكينة على قبولهما مناقشة واثراء هذه المذكرة، وإلى الأسرة العزيزة التي كانت الدعم الأول والأخير في كل المواقف، وإلى أصدقاء الأعزاء الذين شاركونا الفرح والحزن، كلمات الشكر والعرفان لا تكفي لتعبر عن مدى امتناننا واعتزازنا بوجودكم في حياتنا. كانت هذه الرحلة مليئة بالتحديات والإنجازات، ولكن بفضل دعمكم اللامحدود وثقتكم الكبيرة بقدراتنا، تمكنا من تحقيق النجاح.

أدعو الله أن يجزيكم خير الجزاء على كل ما قدمتموه لنا، وأن يسدد خطاكم ويحفظكم من كل سوء. وأسأله تعالى أن يجعل هذا الإنجاز خطوة نحو مستقبل مشرق مليء بالنجاحات والتفوق، وأن يسدد خطانا وخطاكم في طاعته وعلى الطريق الصواب. شكرًا لكم من القلب، وتحية ود واحترام لكل واحد منكم.

الملخص:

جذبت الجسيمات النانوية (NPs) انتباه العديد من الباحثين بسبب خصائصها الفريدة. في هذه الدراسة، تم إجراء تحضير جسيمات أكسيد الحديد الممغنط وأكسيد النحاس النانوي باستخدام مستخلص من مخلفات ثمار نبات النخيل Phoenix dactylifera L. الذي يمكنه إرجاع أيونات إلى جسيمات نانوية. تم استخدام تحليل الانحراف بالأشعة السينية (XRD)، ومجهر المسح الإلكتروني(SEM) ، وطيف الأشعة تحت الحمراء بالتحويل الفوري (FTIR) لتوصيف الجسيمات النانوية.

تم استخدام الجسيمات النانوية المحضرة على تحسين مردود المقطر الشمسي البسيط حيث ساهمت المواد النانوية في زيادة كفاءة عمل المقطر. عندما تمت إضافة (7.5غ لكل 3 لتر من الماء). زاد الإنتاج اليومي لتصل إلى 1400 مل/ يوم و1050مل/ يوم على التوالي. عند درجة حرارة 32 درجة مئوية.

الكلمات المفتاحية: جسيمات النانوية; أكسيد الحديد الممغنط; أكسيد النحاس; نبات النخيل; الأشعة السينية; مجهر المسح الإلكتروني ; المقطر الشمسي.

Abstract:

Nanoparticles (NPs) have attracted the attention of many researchers due to their unique properties. In this study, magnetic iron oxide nanoparticles (NPs) and copper oxide nanoparticles (NPs) were prepared using an extract from the fruit residues of the Phoenix dactylifera L. palm tree, which can reduce ions to nanoparticles (NPs). X-ray Diffraction (XRD), Scanning Electron Microscopy (SEM), and Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR) were used to characterize the nanoparticles (NPs).

The prepared nanoparticles (NPs) were used to enhance the performance of a simple solar still, where the nanomaterials contributed to improving the still's efficiency. When (7.5 g per 3 liters of water) of the nanoparticles (NPs) were added, the daily production increased by 45% to reach 1400 ml/day and 1050 ml/day respectively, at an ambient temperature of 32°C.

Keywords: nanoparticles (NPs); magnetic iron oxide; copper oxide; Phoenix dactylifera; X-ray Diffraction; Electron Microscopy; solar still.

قائمة المحتويات		
التسلسل	العنوان	الصفحة
	إهداء	I
	شكر وعرفان	II
	الملخص	III
	فهرس المحتويات	IV
	فهرس الأشكال	VII
	فهرس الجداول	IX
	فهرس الرموز والاختصارات	X
	مقدمة عامة	1
	مراجع المقدمة العامة	5
	الفصل الأول: علم النانووخصائص الأكاسيد	
1.I	علم النانو	6
2.I	تقنية النانو	6
3.I	امثلة عن تطبيقات تكنولوجيا النانو	7
4.I	خصائص جسيمات النانو	8
5.I	علم جسيمات النانو وتطور تقنياته	11
6.I	المواد النانوية	12
7.I	الأجسام النانوية	12
8.I	الجسيمات النانوية	13
9.I	تصنيف الجسيمات النانوية	13
1.9.I	تصنيف الجسيمات النانوية حسب أبعادها	14
2.9.I	تصنيف الجسيمات النانوية حسب مصادرها	14
10.I	مجموعة العناصر المكونة لأكسيد النحاس وأكسيد الحديد	16
1.10.I	عنصر النحاس	16
2.10.I	عنصر الحديد	20
	مراجع الفصل الاول	24
	الفصل الثاني: عموميات حول نخيل التمر	
1.II	مقدمة	28
2 .II	الدراسة البيولوجية لنخيل التمر	32
1.2. II	التصنيف العلمي لنخيل التمر	32
2. 2 .II	التركيب الكيميائي للثمار	37
	مراجع الفصل الثاني	41
	الفصل الثالث: المقطرات الشمسية	

III	المقطرات الشمسية	44
1.III	المقدمة	44
2.III	لمحة تاريخية	44
3.III	المقطر الشمسي	45
4.III	مبدا عمل المقطر الشمسي	46
5.III	أنواع المقطرات الشمسية	47
1.5.III	المقطر البسيط	47
2.5.III	المقطر الشمسي بميل واحد	48
3.5.III	المقطر الشمسي بميلين	48
4.5.III	المقطر الشمسي ارض-ماء	49
5.5.III	المقطر الشمسي الكروي بماسح	50
6.5.III	المقطر الشمسي العمودي	50
7.5.III	المقطرات متعددة التأثيرات	52
6.III	معايير المقطر الشمسي	54
7.III	العوامل الداخلية والخارجية المؤثرة على مردود المقطرات	54
1.7.III	العوامل الخارجية	54
2.7.III	العوامل الداخلية	55
	مراجع الفصل الثالث	56
الفصل الرابع: طرق العمل		
1.IV	الأدوات والمواد المستعملة	59
2.IV	تحضير المادة النباتية المدروسة	59
3 .IV	تحضير المستخلص النباتي	61
4.IV	تحضير الأكاسيد النانوية	62
1.4.IV	تحضير أوكسيد النحاس النانوي	62
2.4.IV	تحضير أوكسيد الحديد النانوي الممغنط	63
5.IV	تحضير المقطر الشمسي البسيط	65
1.5 .IV	تركيبه	65
2.5.IV	تحضير المقطرات الشمسية	67
1.2.5.IV	التجربة الاولى	67
2.2.5.IV	التجربة الثانية	68
الفصل الخامس: النتائج والمناقشة		
1.V	دور المستخلص في عملية التحضير	71
1.1. V	طيف الاشعة تحت الحمراء FTIR لمستخلص مخلفات التمر	73
2. V	تشخيص الاكاسيد	74

1.2.V	أكسيد النحاس النانوي	74
2.2.V	أكسيد الحديد النانوي الممغنط	80
3.V	نتائج التجربة الثانية (المقطرات الشمسية)	84
1.3.V	مناقشة النتائج	86
4.V	تحليل نتائج الماء في التجربة	94
	مراجع الفصل الخامس	95
	الخاتمة العامة	100
	الملحق	102

قائمة الأشكال

الرقم	عنوان الشكل	الصفحة
1.I	صورة تغيير لون محلول جسيمات النانو.	10
1.II	صورة لمكونات ثمار التمر	36
2.II	صورة بعض أصناف ثمار نخيل التمر	40
1.III	المبدأ الاساسي للمقطر الشمسي البسيط	46
2.III	المقطر الشمسي	47
3.III	مقطر بسيط بميل واحد	48
4.III	مقطر بسيط بميلين	49
5.III	مقطر شمسي أرض – ماء	49
6.III	مقطر ذو ماسح كروي	50
7.III	مخطط يوضح مقطع جانبي للمقطرين	51
8.III	المقطر بالانتشار	52
9.III	المقطر بالمدخنة الشمسية	52
10.III	مقطر تبخر الفتيل	53
11.III	المقطر الشمسي متعدد الطوابق	53
12.III	المقطر الشمسي بالخاصية الشعرية	53
1.IV	صورة مخلفات التمر(دقلة بيضاء)	59
2 .IV	صورة التمر المطحون	60
3 .IV	صورة المستخلص	61
4 .IV	صور تحضير أوكسيد النحاس النانوي	63
5 .IV	صور تحضير أوكسيد الحديد النانوي	65
6.IV	صورة الحوض	65
7.IV	صورة المقطرات	68

8.IV	صورة الانابيب المثبتة في قاع الحوض	70
1.V	طيف الأشعة تحت الحمرا ء FTIR لمستخلص مخلفات التمر	73
2.V	طيف الأشعة تحت الحمراءFTIR لأوكسيد النحاس النانوي	74
3.V	طيف الأشعة السينية المشتتة للطاقة لأوكسيد النحاس النانوي.	75
4.V	صورة المجهر الإلكتروني الماسح (SEM) لأوكسيد النحاس النانوي	77
5.V	صورة المجهر الإلكتروني الماسح (SEM) لأوكسيد النحاس (مكبرة)	77
6.V	التحليل الطيفي المرئي للأشعة فوق البنفسجية (UV–Vis) CuO–NPs قبل الحرق	78
7.V	التحليل الطيفي المرئي للأشعة فوق البنفسجية (UV–Vis) لمركب (CuO) النانوي بعد الحرق	79
8.V	طيف الأشعة تحت الحمراء FTIR لأوكسيد الحديد النانوي الممغنط	80
9.V	طيف الأشعة السينية المشتتة للطاقة لأوكسيد الحديد النانوي الممغنط	81
10.V	تشخيص أوكسيد الحديد النانوي الممغنط بواسطة SEM	82
11.V	تشخيص أوكسيد الحديد النانوي الممغنط بواسطة EDX	83
12.V	التحليل الطيفي المرئي للأشعة فوق البنفسجية (UV–Vis) لأكسيد الحديد النانوي الممغنط	84
13.V	منحنى تطور درجة الاشعاع الشمسي بدلالة الزمن	86
14.V	المنحنى تغيرات درجة حرارة الجو الخارجي للمقطرات	87
15.V	منحنى تغيرات درجة حرارة الزجاج الخارجي للمقطرات الشمسية	87
16.V	منحنى تغيرات درجة حرارة الزجاج الداخلي للمقطرات الشمسية	88
17.V	منحنى تغيرات درجة حرارة الماء المالح داخل المقطرات الشمسية	89
18 .V	منحنى تغيرات كمية الماء المقطرة	90
19 .V	مخطط أعمدة لكمية الماء المقطر الناتج من المقطرات	91

قائمة الجداول		
التسلسل	العنوان	الصفحة
1.I	الخصائص الفيزيائية للأكسيد النحاس CuO	18
2.I	الخصائص الفيزيائية لأكسيد النحاس Cu_2O	20
1.II	الوضعية التصنيفية لنخيل التمر	34
2.II	محتوى السكر لبعض أصناف التمور الجزائرية	38
3.II	مكونات التمر من الفيتامينات	39
4.II	قيمة المركبات الفينولية لبعض أصناف التمور	40
1.IV	المواد والأجهزة المستعملة	59
2.IV	قياس كمية الماء المقطر للمقطرات الثلاث	67
1.V	حساب متوسط الحجم البلوري لأوكسيد النحاس النانوي حسب قانون Debye Scherer	76
2.V	النتائج التجريبية للمقطرات	85
3.V	كمية الماء المقطر (Qml)	93
4.V	يمثل تحليل عينة من الماء	94

الرمز	الإصطلاح	الوحدة
a.b.c	أبعاد ذرية بالنانو متر	nm
ρ	الكتلة الحجمية	$Kg\ /m^3$
D	متوسط حجم البلوري	nm
K	ثابت يعتمد على الشكل البلوري	–
λ	الطول الموجي للأشعة الصينية	Å
θ	زاوية براغ	الدرجة ^{0}
B	FWHM العرض الكامل عند منتصف أعلى القمة	الدرجة ^{0}
T	درجة الحرارة	℃
Q	كمية الماء	ml

الإختصار	المعنى بالعربية
MRI	التصوير بالرنين المغناطيسي
FAO	منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة
FTIR	تقنية طيف الأشعة تحت الحمراء
EDX	طيف الأشعة السينية المشتتة للطاقة
SEM	المجهر الإلكتروني الماسح
UV–Vis	طيف الأشعة فوق البنفسجية
STM	مجاهر التأثير الماسحة
AFM	مجاهر القوة الذرية
EM	المجاهر الإلكترونية

الجزء النظري

المقدمة العامة

مقدمة عامة:

لقد منح الله الإنسـان القدرة على التفكير الإبداعي، مما مكّنه من التدخل في بنية المادة الداخلية وإعادة تشكيلها، وتعديل عناصـرها وترتيب ذراتها. تُعتبر المادة أساس بناء الحضـارة البشـــرية، لذا فهي تحتل مكانة كبيرة في البحث والتجارب العلمية منذ أن بدأ الإنســـان في استخدام الأحجار والصخور وحتى اكتشافه للمواد النانوية [1].

من المعروف أن المواد تُصنّف ضمن المقياس النانوي إذا يكون أحد أبعادها لا يتجاوز 100 نانومتر. كما تُعد تقنية النانو من أهم التقنيات المســـتخدمة في مجالات متعددة، حيث تعتمد على تصنيع جسيمات بأبعاد نانوية تمتلك خصائص مختلفة عن المواد الأصلية. تعود أهمية المواد النانوية بشكل رئيسي إلى ارتفاع نسبة سطحها إلى حجمها نتيجة صغر حجمها، مما يزيد من سطح تماسها مع المواد الأخرى [2].

في السـنوات الأخيرة، ازداد الاهتمام بإنتاج المواد النانوية العضـوية مقارنة بالمركبات المعدنية بسـبب تطبيقاتها المتنوعة في العديد من المجالات. حيث أصـبح اسـتخدام تكنولوجيا النانو ذا أهمية بالغة نظراً للنتائج المذهلة التي حققتها هذه التقنية، مما أدى إلى اســـتخدامها على نطاق واسـع. هذا الانتشـار الكبير جعل من الصـعب حصـر مجالات استخدامها، حيث شـــملت تقريباً جميع المجالات. من بين هذه المجالات: الطاقة المتجددة، الطب، الزراعة، الصناعة بمختلف أنواعها، مستحضرات التجميل، والبيئة، وغيرها [3].

وكتطبيق من تطبيقات علم النانو في مجال الطاقة المتجددة الذي فتح آفاقًا جديدة في البحث لتطوير وتحسين أداء المقطرات الشمسية بشكل ملحوظ. باستخدام المواد النانوية، التي يمكنها زيادة فعالية الامتصاص الحراري للمقطرات الشمسية وتسريع عملية التبخير والتكثيف، مما يؤدي إلى زيادة كفاءة إنتاج المياه العذبة.

ـ إشكالية البحث:

بسـبب الاهتمام الواسـع بعلم وتقنية النانو، قررنا إجراء بحث حول هذا المجال المثير، بهدف فهم علم وتقنية النانو وكيفية تحضـير المواد النانوية والاسـتفادة منها في مختلف مجالات الحياة وخاصة في الطاقات المتجددة. يتفرع هذا البحث إلى المشكلات التالية:

- ما هو النانو؟ ما هي تقنية النانو؟ وكيف يتم تصـنيع المواد النانوية؟ وما هي طرق التصنيع المختلفة؟
- كيف يمكن توظيف المواد النانوية في تحسـين وزيادة مردود التقطير الشـمسـي؟ وما هي الخصائص المميزة التي تضيفها هذه المواد لأداء المقطرات الشمسية؟

نظراً للتطورات الكبيرة الحاصـلة في مجالات اسـتخدام تكنولوجيا النانو، لابد من معرفة أهميتها، وواقع هذه التكنولوجيا في العالم ولحل الإشكالية قد تبنينا الفرضيات التالية:

- ✓ إن المواد النانوية العضوية على مركب معدني تمتاز بخصائص ومميزات مختلفة عن المواد الخام العادية.

- ✓ صناعة المواد النانوية تكون بسيطة وبتكلفة منخفضة مقارنة بغيرها من المواد.
- ✓ تقنية النانو تُعد تقنية العصـــر، ولها مســـتقبل واعد واســـتخدامات عديدة في جميع مجالات الحياة.

وللإجابة على الإشكالية، قسمنا مذكرتنا إلى مقدمة عامة وخمس فصول وخاتمة عامة.

الفصـــل الاول: سـنتطرق الـى علـم النـانو وتطبيقاتـه وكـذلك خصـائص أكسـيد النحـاس النانو وأكسيد الحديد النانوي الممغنط.

الفصـــل الثـــاني: سـنتطرق الـى مقدمـة حـول نخيـل التمـر ثـم الدراسـة البيولوجيـة لنخيـل التمـر التـي تنقسـم الـى جـزئين حيـث درسـنا فـي الجـزء الأول التصـنيف العلمـي لنخيـل التمر أما الجزء الثاني يتمحور حول التركيب الكيميائي لثمار.

الفصـــل الثالـــث: سـنتطرق فـي هـذا الفصـل الـى مقدمـة ولمحـة تاريخيـة حـول المقطـرات الشمســية، ماهيــة المقطــر الشمســي، مبــدأ عمــل المقطــر الشمســي، أنــواع المقطــرات الشمسـية، معـايير المقطـر الشمسـي، وفـي الأخيـر العوامـل الخارجيـة والداخليـة المـؤثرة على مردود المقطرات.

الفصـــل الرابـــع: يحتـوي هـذا الفصـل علـى الجـزء العملـي مـرورا بـالأدوات والمـواد المسـتعملة ثـم تحضـير المـادة النباتيـة وتحضـير المسـتخلص، ثـم تحضـير الأكاسـيد النانوية، وأخيرا تحضير المقطر الشمسي البسيط.

الفصل الخامس: مناقشة نتائج الجزء العملي.

من خلال هذا البحث، نأمل في تقديم مساهمة في تحضير بعض الأكاسيد وتوظيفها في مجال التقطير الشمسي، وإلقاء الضوء على الدور الذي يمكن أن تلعبه المواد النانوية المحضرة بطريقة التحضير الحيوي في تعزيز الاستدامة والكفاءة في مجال المقطرات الشمسية.

المراجع

[1]. د / أحمد محمد صبري، للمواد المستحدثة بواسطة تكنولوجيا النانو وتطبيقاتها الصناعية في مجال تصميم المنتجات، كلية التربية – جامعة حلوان، مجلد 10، عدد 3/2020.

[2]. ميساء توفيق علواش، التخليق الحيوي للجسيمات النانوية وتطبيقاتها في مجال مكافحة الآفات الزراعية: دراسة مرجعية، مجلة وقاية النبات العربية، مجلد38، عدد 2020 /4.

[3]. د.بوحوية امال ود.عمران عائشة ، تأثير استخدام تقنية النانو على صحة وسلامة المستهلك في قانون الاستهلاك الجزائري، بجامعة عمار ثليجي بالأغواط ،مجلة الاستاذ الباحث للدارسات القانونية والسياسية ، المجلد 04، العدد 02، السنة 2019.

الفصل الاول:

علم النانو وخصائص الأكاسيد

1.I. علم النانو

يوميًا، يعمل الباحثون في مجال تقنية النانو على التحكم في جزيئات تُعَدّ جزءاً من المليار من المتر. يستخدمون أدوات متطورة مثل مجهر الماسح، الذي يمتاز بطرف معدني دقيق للغاية يمكنه تحريك قطعة نانومترية من السطح واكتشاف الذرات الموجودة على السطح. ترتبط علوم النانو بدراسة الظواهر المتعلقة بالأشياء التي يبلغ حجمها بضعة نانومترات، حيث تكمن خصائصها الفريدة في هذا الحجم النانوي. بصفة عامة، يهتم "علم النانو" بدراسة الظواهر و التلاعب بالمواد على المقاييس الذرية و الجزيئية ، حيث تختلف الخصائص بشكل كبير عن تلك الموجودة في المقاييس الأكبر[1].

2.I. تقنية النانو

"تقنية النانو" هي مصطلح عام يصف تطبيقاتها في مجموعة واسعة من المجالات العلمية، ولكنه يركز عمومًا على البحث في المبادئ والخصائص التي تظهر على مقياس النانومتر. يهدف الباحثون في تقنية النانو إلى إنتاج أشياء أو مواد تكون أصغر من 100 نانومتر، وهذا يتطلب تطوير وتصميم هياكل وأجهزة وأنظمة باستخدام التحكم في الشكل والحجم على مستوى النانومتر. تخضع تقنيات النانو للبحث التطبيقي، مما يتيح إمكانية تطوير تطبيقات تتأثر بشكل كبير بالابتكارات في هذا المجال [2].

3.I. امثلة عن تطبيقات تكنولوجيا النانو

- **صناعة السيارات:** استخدمت تقنيات ومواد نانومترية جديدة في الطلاء والتغليف والعزل، مما أدى إلى تحسين أداء السيارات وتقليل وزنها وزيادة صلابتها. هذا التطور ساهم في تقليل استهلاك الوقود وتحسين كفاءة استخدامه. كما تجري العديد من الأبحاث في مجال تطوير وتصنيع عجلات السيارات، بهدف جعلها تتماشى تلقائيًا مع ظروف الطقس والطرق والعوامل البيئية الأخرى، مما يعزز من راحة القيادة و يحسن أداء السيارة في مختلف الظروف[3] .

- **صناعة الرقائق الالكترونية:** الباحثون الألمان نجحوا في تخزين المعلومات في ذرات قليلة وقراءتها، وإذا استمر هذا التقدم، فسيصبح من الممكن تخزين كل ما تم إنتاجه من الأدب العالمي على رقاقة بحجم الطابع البريدي. كما تمكن العلماء الألمان أيضًا من اكتشاف وسيلة جديدة باستخدام التقنيات النانوية لحفظ المخطوطات القديمة وحمايتها من التلف وتأثير العوامل الخارجية.

- **المجال الطبي والعلمي:** تستخدم تقنية النانو بصورة مكثفة وتُعد التطبيقات الطبية لهذه التكنولوجيا من أهم التطبيقات الواعدة على الإطلاق، ومن بين هذه التطبيقات [4]:

- ✓ الأجهزة المجهرية الدقيقة مثل المجهر الإلكتروني الماسح.
- ✓ المعدات المستخدمة في تطوير الخلايا والبكتيريا والفيروسات والوحدات الجزئية.

- ✓ جزيئات الكربون التي تُشكل لإنتاج مواد أقوى بمرتين من الفولاذ بسدس وزنه وأكثر من النحاس من حيث التوصيل، والتي يُمكن استخدامها بأمان في بعض التطبيقات الطبية مثل أنظمة إيصال الأدوية والأنابيب النانومترية.
- ✓ الأجهزة الدقيقة التي تحتوي على النظم الكهربائية والصغيرة والتي تحتوي على أجزاء متحركة مصغرة للعمليات الجراحية والأجهزة المنظمة لضربات القلب.
- ✓ تقنية الميكروفولويديكس لإجراء اختبارات الحمض النووي.
- ✓ ميكرو آرايس التي تُستخدم للكشف عن الكميات القليلة من البكتيريا المرضية.

I. 4. خصائص جسيمات النانو

جسيمات النانو تتميز بخصائص فيزيائية وكيميائية وميكانيكية مختلفة تمامًا عن الجسيمات الأكبر التي تكون أبعادها أكبر من 100 نانومتر. هذه الخصائص المميزة تجعل من جسيمات النانو "معجزة علمية جديدة". فعندما تكون الجسيمات في حجم نانومتري، تظهر خصائصاً غير متوقعة وغير تقليدية، مما يفتح الباب أمام تطبيقات متعددة ومبتكرة [2].

من بين الخصائص المدهشة لجسيمات النانو:

– قوى السطح: تتزايد قوى السطح بشكل كبير عندما يصغر حجم الجسيمات، مما يؤدي إلى تحسين الخصائص الميكانيكية والموصلية للمواد [2].

– توصيلية الكهرباء: بالرغم من أن بعض المواد تكون عوازل في حالتها الأكبر، إلا أنها يمكن أن تصبح موصلة عندما تكون في حجم نانومتري، والعكس صحيح أيضًا [2].

– التوصيلية الحرارية: قد تزيد قدرة المواد النانومترية على توصيل الحرارة بشكل كبير عند تقليل حجم الجسيمات، مما يجعلها مثالية لتطبيقات الحرارة [2].

تغيرات في البصمة الضوئية: تظهر جسيمات النانو تأثيرات بصرية مبتكرة تعتمد على حجم الجسيم وتوزيعه [2].

هذه الخصائص المذهلة لجسيمات النانو تفتح أفاقًا جديدة في العديد من المجالات مثل التقنية والطب والعلوم البيولوجية، حيث يمكن استخدامها في تطبيقات مثل الطلاءات الذكية وأجهزة الاستشعار الحساسة وتقنيات التصوير الطبي عالية الدقة [2].

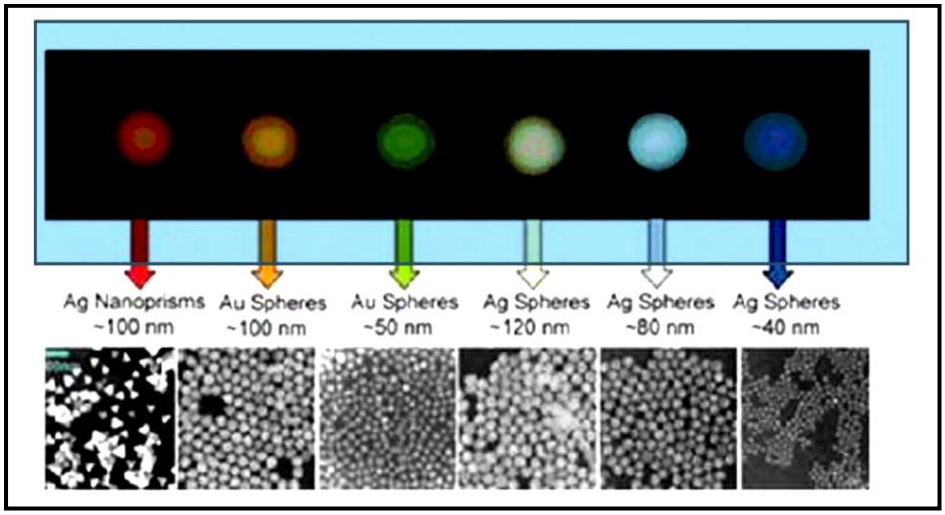
الجسيمات النانوية تتميز بقدرتها على تغيير اللون وذلك بناءً على تغير حجمها وشكلها. يظهر هذا الظاهرة بشكل واضح في بعض العناصر مثل الذهب والفضة [2].

في حالة محلول الذهب، يتغير لونه من الذهبي إلى البرتقالي فجأة عندما يكون حجم الجسيمات أقل من 100 نانومتر، ويصبح أخضر عندما يقل حجم الجسيمات دون 50 نانومتر. يُلاحظ أن جسيمات الذهب ذات شكل كروي [2].

أما في حالة محلول الفضة، فيتغير لونه من الفضي إلى الأحمر فجأة عندما يكون حجم الجسيمات أقل من 100 نانومتر، ويتغير لونه من الأصفر الفاتح إلى

الأزرق الغـامق مـع تقليـل حجـم الجسـيمات أكثـر. يُلاحـظ أن جسـيمات الفضـة ذات شكل كروي [2].

هـذه الظـاهرة تعكـس تـأثير اللـون والحجـم والشـكل علـى خصـائص الجسـيمات النانوية، وتمثل إحدى الخصائص المثيرة والمميزة لها كما في الشكل التالي:



الشكل (I.1): صورة تغيير لون محلول جسيمات النانو الذهبية Au وكذلك محلول جسيمات النانو الفضية Ag وذلك تبعا لتغيير أحجام وأشكال هذه الجسيمات [5]

جسيمات النانو تظهر خصائصاً غير اعتيادية، منها:

- ✓ **الصـلابة الفائقـة:** تتجـاوز صـلابة جسـيمات النـانو لمـادة مـا صـلابتها فـي حالتهـا الكبيـرة بمئـات المـرات علـى سـبيل المثـال، وجـد تجريبيـاً أن جسـيمات النـانو الكرويـة المصـنوعة مـن السـيليكون تتفـوق علـى صـلابة مـادة السـيليكون العاديـة بمئـات المـرات، حيـث تصـل إلـى مسـتوى يجعلهـا مـن أصـلب المـواد علـى الأرض، مماثلـة لصـلابة الياقوت والماس.

✓ **الشـــفافية:** جسـيمات النـانو التـي أبعادهـا أقـل مـن الأطـوال الموجيـة للضـوء لا تعكـس ولا تكسـر الضـوء، ممـا يجعلهـا ذات شـفافية عاليـة. يمكـن الاسـتفادة مـن هـذه الخاصـية فـي تطبيقـات متعـددة دون التـأثير علـى لـون أو شـكل المنـتج، كمـا هـو الحال في الأغلفة الشفافة.

هذه الخصائص الغير اعتيادية تجعل جسيمات النانو موادًا فريدة ومثيرة للاهتمام في مجالات عديدة من التكنولوجيا والعلوم.

I. 5. علم جسيمات النانو وتطور تقنياته:

تقنيـة النـانو وتطبيقاتهـا كانـت مجـرد أفكـار وفلسـفات قبـل أربعـة عقـود، ولكـن لـم تتحـول هـذه الأفكـار إلـى حقيقـة تطبيقيـة إلا فـي السـنوات العشـرين الماضـية [6]، خـلال هـذه الفتـرة سـاهم التطـور الهائـل فـي الأجهـزة والتقنيـات الحديثـة فـي جعـل تطبيقـات تقنيـة النـانو واقعًـا، وذلـك مـن خـلال التفاعـل مـع علـم الـذرات وجسـيمات النـانو علـى المستوى العلمي.

علـم النـانو لـيس مجـرد علـم صـغير، بـل هـو علـم صـغير مـن نـوع خـاص يُشـبه العلـم الـذري والجزيئـي الـذي يتحـرك بحريـة فـي الفضـاء. تركيبـات النـانو، وهـي الجسـيمات التـي يحـاول البشـر تصـنيعها وتركيبهـا باسـتخدام تقنيـة النـانو، ليسـت مجـرد تركيبـات صـغيرة، بـل هـي تركيبـات يمكـن للبشـر تصـنيعها بحجـم أصـغر بكثيـر. وقبـل عقـدين فقـط، بـدأ البـاحثون فـي التعامـل مـع هـذا العـالم الصـغير بفضـل التقـدم الكبيـر

فـي تقنيـات المجـاهر الدقيقـة، مثـل مجـاهر التـأثير الماسـحة(STM)ومجـاهر القـوة الذريـة (AFM) والمجـاهر الإلكترونيـة (EM). جميـع هـذه الأدوات تعتبـر أدوات النانو وتمكن الباحثين من فتح نوافذ جديدة لاستكشاف عالم النانو وتطبيقاته.

I. 6. المواد النانوية

المـادة النانويـة تتميـز بخصـائص فريـدة نابعـة مـن هيكلهـا النـانوي، وتختلـف هـذه الخصـائص تمامًـا عـن الخصـائص التقليديـة لـنفس المـادة فـي حجـم أكبـر. يـتم إنشـاء الهيكـل النـانوي عـادةً باسـتخدام تقنيـات النـانو، والتـي تمـنح الـتحكم الـدقيق فـي ترتيـب الجزيئـات والـذرات علـى المسـتوى النـانوي. هـذا الـتحكم الـدقيق يسـمح بخلـق مـواد جديـدة ذات خصـائص مميـزة، ممـا يفـتح الأبـواب أمـام تطبيقـات متعـددة فـي مجـالات مثـل الطب، و الإلكترونيات، و الطاقة، و غيرها[7] .

I. 7. الأجسام النانوية

المصـطلح "الجسـم النـانوي" قـد يـتم فهمـه بطـرق مختلفـة حسـب السـياق وفهـم الأفـراد. بالنسـبة للـبعض، يشـير إلـى كائنـات تكـون كـل أبعادهـا فـي الفضـاء بترتيـب نـانومتر (بـين 1 و100 نـانومتر). بينمـا بالنسـبة للآخـرين، يمكـن أن يكـون الجسـم النـانوي يتـألف علـى الأقـل مـن بُعـد واحـد فـي هـذا الترتيـب، مثـل الطـول أو القطـر أو السماكة[8].

I. 8. الجسيمات النانوية

الجسيمات النانوية هي أجسام نانوية تتراوح أبعادها الثلاثة بين 1 و2 نانومتر. في هذا التعريف، لا يُعتبر الشكل معيارًا، بل يُركز على احترام معالم الحجم فقط. وبالتالي يمكن أن تأخذ هذه الجسيمات أشكالًا متنوعة مثل الكريات، المستطيلات، أو حتى الأشكال ذات الزوايا في الشكل البلوري. بعض الأدوات التي تُستخدم لتحضير الجسيمات النانوية تتضمن مصابيح لإضاءة البلازما في بعض الحالات، وقد يتم تصنيع جسيمات نانوية زجاجية متناهية الصغر. كما يمكن للمرء أيضًا الاستشهاد بالفوليرينات وهي أشكال بلورية [9].

I. 9. تصنيف الجسيمات النانوية

تصنيف الجسيمات النانوية يمكن أن يكون وفقًا لمعايير مختلفة، ومن بينها:

- حسب أبعادها وأشكالها:

يمكن تصنيف الجسيمات النانوية استنادًا إلى أبعادها الثلاثة، حيث تتراوح أبعادها عادةً بين 1 و100 نانومتر. يمكن أن تأخذ الجسيمات النانوية أشكالًا مختلفة مثل الكروية، المستطيلة، الزاوية في الشكل البلوري، وغيرها.

- حسب مصادرها (طبيعية أو بشرية): يتم تصنيف الجسيمات النانوية استنادًا إلى مصادرها، حيث يمكن أن يكون مصدرها طبيعي أو يتم إنتاجها بشكل متعمد من قبل البشر باستخدام تقنيات مختلفة.

I. 9. 1. تصنيف الجسيمات النانوية حسب أبعادها

تم تصنيف الجسيمات النانوية وفقًا لأبعادها إلى أربعة أنواع رئيسية:

- **الجسيمات النانوية صفرية الأبعاد:** تتكون من مواد متفرقة أو عشوائية أو منظمة، مثل البلورات الغروية للبصريات أو السوائل المغناطيسية.
- **الجزيئات النانوية أحادية البعد:** تتكون من مواد على شكل أسلاك نانوية أو أنابيب نانوية، وتشمل أيضًا الهياكل النانوية الخطية.
- **الجسيمات النانوية ثنائية الأبعاد:** تتكون من مواد على شكل طبقة رقيقة، مثل رواسب الركام أو الطلاءات السميكة التي يتم الحصول عليها بالرش بالبلازما أو بالوسائل الكهروكيميائية.
- **الجسيمات النانوية ثلاثية الأبعاد:** تتكون من مواد في شكل مضغوط مثل السيراميك والبنى المعدنية النانوية[10].

I. 2.9. تصنيف الجسيمات النانوية حسب مصادرها

أ. **الجسيمات النانوية الطبيعية:** الجسيمات النانوية الموجودة في البيئة لها أصل طبيعي، وتأتي من مصادر مثل حرائق الغابات، والانفجارات البركانية، والبرق، وغيرها. وعلى الرغم من أن كميتها أقل بكثير مقارنة بالجسيمات النانوية المصنعة، إلا أنها تعتبر جزءًا لا يتجزأ من البيئة منذ نشأة الكوكب.

تتوافق الجسيمات النانوية في الغلاف الجوي بشكل عام مع الهباء الجوي وطيفه المتنوع من الأحجام. ويرجع ذلك إلى أنها تشكل جزءًا من الجسيمات الجوية الموجودة في الطبيعة. وتعتبر هذه الجسيمات النانوية ذات أبعاد صغيرة جدًا، وتلعب دورًا هامًا في تأثيرات البيئة و النظام البيئي، و من المهم فهم تأثيراتها على البيئة و الصحة العامة[11] .

ب. الجسيمات النانوية البشرية المنشأ: تنقسم إلى فئتين عريضتين وهما كالتالي:

- ✓ الجسيمات النانوية العرضية والجسيمات النانوية المهندسة. الجسيمات النانوية العرضية غير متجانسة في الحجم والشكل، وتُنتج بواسطة عمليات مثل حرق الوقود (مثل البنزين والديزل والفحم والبروبان)، وعمليات التعدين على نطاق واسع، وحرائق الغابات التي قد تحدث نتيجة لأنشطة الزراعة.
- ✓ الجسيمات النانوية المصممة هندسيًا هي جزيئات تم تصميمها بشكل مخصص بأحجام وأشكال وتركيبات يتم التحكم فيها بدقة [12]. يمكن أن تحتوي هذه الجسيمات على طبقات متعددة، على سبيل المثال، جسيمات نانوية ذهبية مغطاة بجزيئات سيليكا نانوية مسامية ومحملة بالعقاقير ومغلفة.

الجسيمات النانوية المصنعة توافق هذه المفاهيم بشكل عام مع الجسيمات التي يتم إنتاجها بشكل مقصود وتُدخل في البيئة من قبل البشر. في البداية، يكون

طيف تلك الجسيمات أحادي التشتت، أي يتمركز حول بُعد واحد مع تشتت منخفض[13].

الجسيمات النانوية المهندسة تمثل حالة خاصة يمكن تصميمها بشكل متقن لتحقيق خصائص سطحية محددة وتركيبات كيميائية غير موجودة بشكل طبيعي في البيئة. يمكن أن تتمتع هذه الجسيمات بخصائص فيزيائية، كيميائية، أو سمية جديدة أو محسنة مقارنة بالجسيمات النانوية الطبيعية [14] .

I. 10.مجموعة العناصر المكونة لأكسيد النحاس وأكسيد الحديد

I. 1.10 عنصر النحاس: النحاس (Cu) هو عنصر انتقالي يتميز برقم ذري 29 ورمزه Cu يتواجد في الطبيعة على شكل معدني، ويتميز بوجود حالتي أكسدة مستقرتين هما +I و +II. يتمتع النحاس بموصلية كهربائية وحرارية عالية، مما يجعله مفيدًا في العديد من التطبيقات. يستخدم النحاس في صناعة السبائك والمواد البنائية، ويتواجد في العديد من السبائك النحاسية. يشتمل النحاس على عدة أكاسيد، منها أكسيد النحاس الأحادي (Cu_2O) وأكسيد النحاس الثنائي (CuO) تختلف هذه الأكاسيد في خصائصها الفيزيائية واللونية، ولديها هياكل بلورية متنوعة.

أ) . خصائص أكسيد النحاسCuO

- **خصـائص البناء:** أكسـيد النحاس CuO المعروف أيضًـا باسـم التينوريت، يتميز بهيكل بلوري أحادي الميل ينتمي إلى المجموعة الفضـــائية C2/c يتكون الهيكل من وحدة تكرار تحتوي على أربع ذرات نحاس (Cu) و أربع ذرات أكســـجين (O).تتميز الوحدة التكرارية بأبعاد مختلفة، حيث تكون ثوابت الشـبكة لها كالتالي: a=0.47 nm، b = 0.34 nm ، c= 0.51nm ، وزاوية الشبكة ß = 99.54 درجة[15] .
- **الخصـــائص الفيزيائيـــة:** أكسـيد النحـاس (CuO) هـو مسـحوق أسـود نـاعم للغايـة، وهـو غيـر قابـل للـذوبان فـي المـاء. يتميـز بكثافـة تبلـغ حـوالي 6.4 غرام/سـم^3. و يتمتع بنقطة انصهار عالية تصل إلى حوالي 1330 درجة مئوية[15] .

أكسـيد النحـاس (CuO) يُصـنف عـادة كأحـد الأشـباه الموصـلة مـن النـوع p، وهـو يمتلـك فجـوة طاقـة تقـدر بحـوالي 1.4 فولـت. كمـا أنـه يُعتبـر لديـه فجـوة غيـر مباشرة في النطاق [15].

يمكــن تحضــير أكســيد النحــاس (CuO) باســتخدام تقنيــات مثــل الأكســدة الحراريــة، التلبيــد، الترســيب الكيميــائي، الــرش، والترســيب الكهروكيميــائي[15] . وفــي الجدول التالي نقتبس بعض الخصائص الفيزيائية لـ (CuO):

جدول (I.1) الخصائص الفيزيائية لـلأكسيد النحاس CuO [15]

Caractéristiques	Valeur
Paramètre de maille	a= 4.68 Å b=3.42 Å c=5.13 Å
Distance interatomique Cu-O	1.95Å
Distance interatomique O-O	2.62 Å
Distance interatomique Cu-Cu	2.90 Å
Masse molaire	79.55 g/mol
Densité volumique	6.4 g/cm3
Température de fusion	1330 °C
Largeur de bande interdite	1.2 eV
Apparence Solide	Noir

- ✓ **الخصـــائص المغناطيســـية والكهربائيـــة:** عــادةً، تــرتبط الخصــائص الكهربائيــة لأكاسيد المعادن بوجود عيوب في الشبكة البلورية [16].

يكـون شـبه الموصـل المثـالي الخـالي مـن الشـوائب أو العيـوب يتميـز بوجـود هيكـل النطـاق، حيـث يتوافـق نطـاق التكـافؤ مـع أعلـى نطـاق طاقـة مملـوء تمامـاً بالإلكترونـات. يـتم تعريـف نطـاق التوصـيل كـأول مسـتوى طاقـة فـوق نطـاق التكـافؤ حيـث يمكـن للإلكترونــات المثــارة الوصــول إليــه. عــرض النطــاق الممنــوع (الفجــوة) يمثــل الطاقــة التي يجب توفيرها للإلكترونات للانتقال من نطاق التكافؤ إلى نطاق التوصيل[16].

أكسـيد النحـاس هـو نـوع مـن أشـباه الموصـلات، ويتميـز بفجـوة نطـاق (فجـوة) تتـراوح عـادة بـين 1.2 و1.4 فولـت. يُظهـر عمومًـا موصـلية منخفضـة، وتبلـغ القـيم المُبلَّـغ عنهـا للمقاومـة اختلافـات كبيـرة، بالإضـافة إلـى اعتمـاد قـوي علـى المقاومـة وفقًـا للطاقـة بـين 1 و107 واط سـم. كمـا أنـه يظهـر مقاومـة قويـة للمغناطيسـية، مـع وجـود

لحظة مغناطيسية محلية لكل خلية وحدة بقيمة 0.60μB يمتلك خصائص مماثلة للكوبريت عالي التوصيل الفائق لدرجات الحرارة، ولكنه يتكون فقط من روابط Cu–O [16].

- **الخصائص البصرية:** هيمنة عتبة الامتصاص تعبر عن مستوى الطاقة اللازم لتحرير الإلكترونات من المادة، وتوفير الطاقة المطلوبة لهذه العملية. بالنسبة لـ CuO، فإن فجوة النطاق النانوية تمتاز بأنها تظهر لونًا أزرقًا، و تتراوح قيمها عادة بين 1.2 و 2.1 فولت [16]، من الجانب الآخر، أفاد العلماء بوجود فجوة نطاق أكبر تصل إلى 4.13 eV لكمية مقدارها 10 نانومتر من النقاط الكمومية [17]. يُبلغ قيمة فجوة النطاق لصفائح (CuO) المحاذاة جيدًا حوالي 3.02 eV [17] . يتمتع أكسيد النحاس (CuO) بقدرة على امتصاص الطاقة في منطقة الأشعة فوق البنفسجية وحتى جزء من الطيف المرئي. ومن الملاحظ أن العينة ذات البنية النانوية تظهر وضوحًا طفيفًا أكبر في الامتصاص مقارنة بالعينات ذات البنية غير النانوية، خاصةً في المنطقة الأشعة فوق البنفسجية.

ب) . خصائص أكسيد النحاس (Cu_2O)

- **الخصائص الهيكلية:** أكسيد النحاس (Cu_2O) يتبلور في شبكة مكعبة سهلة يمكن رؤيتها على شكل شبكتين فرعيتين، حيث تكون فئتها الفراغية Pn3m مع معلمة شبكة تبلغ 4.2696 Å يتم تشكيل شبكة مكعبة مركزية من أيونات

الأكسجين، حيث يتم استخدام أيونات النحاس في مراكز نصف مكعبات الحافة a / 2 نتيجة لذلك، تنسق ذرات الأكسجين في المرتبة الرابعة مع أقرب ذرات النحاس، وتتم تنسيق ذرات النحاس بشكل خطي مع أقرب ذرتين من الأكسجين المجاورتين. هذا يساعد في تحديد العناصر المتكافئة بشكل أفضل[18] .

- **الخصائص الفيزيائية:** كوبريت (Cu_2O) يتميز بلون أحمر بني، و يتمتع بعدة مزايا منها قلة الضرر وقبوله البيئي الجيد، بالإضافة إلى كونه غير مكلف و وفرة و سهولة الحصول عليه [17].

جدول (I. 2) الخصائص الفيزيائية لأكسيد النحاسCu_2O [18]

Propriété	Valeur
Paramètre de maille	a= 4,2696 Å
Distance interatomique Cu-O	1.84 Å
Distance interatomique O-O	3.68 Å
Distance interatomique Cu-Cu	3.01 Å
Masse molaire	143,09 g.mol-1
Densité volumique	5.749 - 6.140 g.cm-3
Température de fusion	1232 °C
Température d'ébullition	1800 °C
Largeur de bande interdite	2,137 eV
Apparence Solide	rouge-brun

I. 2.10.عنصر الحديد :الحديد (Fe) هو عنصر كيميائي معدني، موجود في المجموعة الثامنة في الجدول الدوري، و هو المعدن الأكثر استخداماً، و يشكل 5% من قشرة الأرض [19] ، كما أنّه أكثر المعادن وفرةً، و هو مادة صلبة هشة، يتآكل الحديد في شكله النقي بسرعة عند تعرضه للهواء الرطب، وارتفاع درجات

الحرارة، كما أنه يلعب دوراً مهماً في إنتاج الكلوروفيل في النباتات، وهو أحد مكونات الهيموجلوبين في الدم، والذي يعمل على نقل الأكسجين من الرئتين إلى أنسجة الجسم [20]. و يشمل على عدة اكاسيد و منها أكسيد الحديد الثنائي (FeO) و أكسيد الحديد الثلاثي (Fe_2O_3).

أكسيد الحديد هو مركب كيميائي يتكون من الحديد والأكسجين. هناك عدة أشكال من أكسيد الحديد، وكل منها له خصائصه واستخداماته المميزة. فيما يلي بعض من أكثر أشكال أكسيد الحديد شيوعًا [21]:

أ) . أكسيد الحديد المغناطيسي أو الماغنيتيت (Fe_3O_4) [22]:

- التركيب الكيميائي: (Fe_3O_4) هو أكسيد الحديد ذو التركيبة التي تجمع بين الحديد الثنائي والثلاثي.
- الخصائص المغناطيسية: يتميز بكونه مغناطيسيًا بشدة، مما يجعله مفيدًا في التطبيقات التي تتطلب مغناطيسية قوية.
- اللون: عادةً ما يكون لونه أسود أو بني داكن.
- التطبيقات: يستخدم في تصنيع الأشرطة المغناطيسية، والتطبيقات الطبية مثل التصوير بالرنين المغناطيسي (MRI)، وتوصيل الأدوية، وتنقية المياه.

ب) . أكسيد الحديديك أو الهيماتيت (Fe_2O_3) [22]:

التركيب الكيميائي لأكسيد الحديد الثلاثي (Fe_2O_3) هو مركب كيميائي يكون

عادة على شكل مسحوق بلوري بني محمر، ويعد المكون الأساسي للصدأ. يمكن أن يوجد في عدة أنماط مختلفة تتفاوت في بنيتها وخواصها.

وهناك عدة أنماط رئيسية لأكسيد الحديد الثلاثي [23]:

✓ **النمط ألفا ($\alpha-Fe_2O_3$)**

- البنية البلورية: مشابهة للكورونـدوم ($\alpha-Al_2O_3$).
- التواجد الطبيعي: يوجد طبيعياً في معدن الهيماتيت، الذي يعتبر خامة الحديد الرئيسية.
- الخواص المغناطيسية:
- عند درجات حرارة أقل من 260 كلفن: يكون لا مغناطيسياً.
- بين 260 و950 كلفن: يمتلك خواص مغناطيسية.

✓ **النمط بيتا ($\beta-Fe_2O_3$)**

- البنية البلورية: مكعبة مركزية الوجه.
- الاستقرار الحراري: شبه مستقر ويتحول إلى النمط ألفا عند درجات حرارة تتجاوز $500\ C^\circ$.

✓ **النمط غاما ($\gamma-Fe_2O_3$)**

- البنية البلورية: مكعب.
- الاستقرار الحراري: شبه مستقر ويتحول إلى النمط ألفا عند درجات الحرارة المرتفعة.

- التواجد الطبيعي: يوجد طبيعياً في معدن الميغاميت (Maghemite).

ج) . أكسيد الحديدوز (FeO) [22]:

- التركيب الكيميائي: (FeO) هو أكسيد الحديد الثنائي.
- الخصائص المغناطيسية: لا يعتبر مغناطيسيًا بشكل طبيعي.
- اللون: عادةً ما يكون رماديًا أو أسود.
- التطبيقات: يستخدم بشكل رئيسي في الصناعات المعدنية، خاصةً في صناعة الفولاذ.

د) . الخصائص العامة لأكاسيد الحديد [24]:

- الاستقرار الكيميائي: أكاسيد الحديد عمومًا مستقرة في الظروف الطبيعية، لكنها قد تتفاعل مع الأحماض القوية أو الظروف المؤكسدة.
- القدرة على التحول: يمكن تحويل بعض أكاسيد الحديد إلى أخرى عن طريق التفاعلات الكيميائية أو التسخين.
- القدرة على التعديل: يمكن تعديل أكاسيد الحديد بإضافة مواد كيميائية أو تغييرات في بنية البلورة، مما يسمح بتخصيصها لتطبيقات محددة.
- التوافر الطبيعي: توجد أكاسيد الحديد بشكل طبيعي في الأرض كمعادن، مثل الهيماتيت والماغنيتيت، وهي مصادر هامة للحديد في الصناعة.

قائمة المراجع:

الفصل الأول

المراجع

[4].سارة هلور ،تحضير ودراسة الخصائص الفيزيائية لألنابيب النانومترية ألكسيد التيتانيوم TiO_2، .مقدمة ماجستير، تخصص علوم المواد، جامعة قسنطينة ،1 الجزائر،2013.

References

[1]. Umer, A., et al., Selection of a suitable method for the synthesis of copper nanoparticles. Nano, 2012. 7(05): p. 1230005.

[2]. Andrieux-Ledier, Amandine. Elaboration de nanoparticules d'argent par réduction de sels métallo-organiques: contrôle de taille, stabilité, organisation et propriétés physiques. Diss Université Pierre et Marie Curie-Paris VI, 2012.

[3]. Bowman, D.M. and G.A. Hodge, Nanotechnology down under: getting on top of regulatory matters. Nanotech. L. & Bus., 2007. 4: p. 225.

[5]. Mongillo, J., Nanotechnology 101 Greenwood Press. Westport, CT, 2007: p. 4-13.

[6]. Bowman, D.M. and G.A. Hodge, 'Governing'nanotechnology without government? Science and Public Policy, 2008. 35(7): p. 475-487.

[7] . Achour, S. and S. Kendouli, Préparation et fonctionnalisation de quelques nanostructures sous forme de nanofibres. 2017.

[8] . Nanomateriaux, L., Effets sur la santé de l'homme et sur l'environnement. 2006, Afsset July.

[9] . Huertas, M., et al., Measurement of the Mobility and the Diffusion Coefficient of Ultrafine Radioactive Particles in the Air. Journal of Atmospheric Sciences, 1969. 26(2): p. 274-280.

[10] . Kittelson, D.B., Engines and nanoparticles: a review. Journal of aerosol science, 1998. 29(5-6): p. 575-588.

[11]. Buffet, P.-E., Évaluation du risque environnemental des nanoparticules métalliques: biodisponibilité et risque potentiel pour deux espèces clés des écosystèmes estuariens. 2012, Nantes.

[12]. Handy, R.D., et al., The ecotoxicology and chemistry of manufactured nanoparticles. Ecotoxicology, 2008. 17: p. 287-314.

[13]. Wang, C.J., et al., Quality-of-care indicators for the neurodevelopmental follow-up of very low birth weight children: results of an expert panel process. Pediatrics, 2006. 117(6): p. 2080-2092.

[14]. Bayansal, F., et al., Growth of homogenous CuO nano-structured thin films by a simple solution method. Journal of Alloys and Compounds, 2011. 509(5): p. 2094-2098.

[15]. Quatre-Vingt-Neuf, T. and A. DES INSCRIPTIONS, PIOT.

[16]. Sutradhar, P., M. Saha, and D. Maiti, Microwave synthesis of copper oxide nanoparticles using tea leaf and coffee powder extracts and its antibacterial activity. Journal of Nanostructure in Chemistry, 2014. 4: p. 1-6.

[17] . Nasrollahzadeh, M., S.M. Sajadi, and A. Rostami-Vartooni, Green synthesis of CuO nanoparticles by aqueous extract of Anthemis nobilis flowers and their catalytic activity for the A3 coupling reaction. Journal of colloid and interface science, 2015. 459: p. 183-188.

[18]. Guerricha Maroua, Selmane Sassia ,la synthèse verte des nanoparticules métallique de cuivre CuO par l'extrait Moringa master, Université Echahid Hamma Lakhdar El Oued2018.

[19]. "Iron," www.britannica.com, Retrieved 26-04. Edited 2018.

[20]. Agata Blaszczak-Boxe (22-8-2017), "Facts About Iron"www.livescience.com, Retrieved 26-4. Edited 2018.

[21]. Schwertmann, U (2003). The iron oxides: structure, properties, Cornell. ، RM.؛ reactions, occurrences and. Wiley VCH. ISBN:978-3-527-30274-1.

[22]. "IRON OXIDES", www.fao.org, Retrieved 14-2-2019.Edited

[23]. https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/518696

[24]. https://ar.thpanorama.com/articles/qumica/xido-de- hierro-estructura-propiedades-nomenclatura-usos.html

الفصل الثاني:

عموميات حول نخيل التمر

II. 1.مقدمة

نخيل التمر (*Phoenix dactylifera L.*) هو نبات معمر، وهو من أوائل الفواكه التي تمت زراعتها من قبل الإنسان في العصور القديمة. تشتهر شجرة نخيل التمر بأهميتها الزراعية والثقافية، حيث كانت تزرع منذ آلاف السنين لتوفير الغذاء والظل والراحة [1].

تشير الأدلة الأثرية إلى أن نخيل التمر كان موجودًا في المجتمعات القديمة، إذ يُعتقد أن زراعته بدأت في مناطق الشرق الأوسط وشمال إفريقيا، حيث كانت البيئة مثالية لنموه. وفي بعض النصوص القديمة، تم وصف نخيل التمر بأنه الشجرة المقدسة، التي تطاول سعفها الى السماء، بينما تمتد جذورها عميقًا في التربة، مما يعكس مدى ارتباط هذه الشجرة بالثقافة والدين في تلك المجتمعات [2]. وعلى مدى القرون ازدهرت زراعة نخيل التمر وتطورت، حيث أصبحت رمزًا للخصوبة والوفرة. في كثير من المجتمعات، اعتبرت شجرة النخيل بمثابة رمز للحياة وللأمل، وغالبًا ما كانت تزرع في الأماكن المقدسة والمعابد. وفي الثقافات الحديثة، استمر نخيل التمر في لعب دور مهم، حيث يعد مصدرًا للغذاء والطاقة، بالإضافة إلى استخدامات أخرى مثل صناعة الحصير والسلال من سعف النخيل.

نخيل التمر (*Phoenix dactylifera L.*) هو نوع نباتي يتميز بقدرته على البقاء والاستمرار لسنوات طويلة، إلا أنه ينمو ببطء شديد، مما يجعل دراسة خصائصه وتكاثرها أمرًا صعبًا ومعقدًا [3]. من بين مزايا شجرة النخيل قدرتها على إنتاج ثمار عالية الجودة بكميات كبيرة، ما يجعلها قيمة اقتصادية وثقافية كبيرة. علاوة على ذلك، فإن شجرة النخيل

قادرة على التكيف مع البيئات الصـــحراوية القاحلة، حيث تقاوم الجفاف ودرجات الحرارة المرتفعة، كما تتحمل مستويات عالية من ملوحة التربة ومياه الري.

ومن الجوانب الهامة الأخرى لشـــجرة نخيل التمر، هو دورها في تعزيز الأمن الغذائي. تُعد ثمار التمر مصـــدرًا غذائيًا متكاملًا، إذ تحتوي على العديد من الفيتامينات والمعادن والألياف، فضـلاً عن السكريات الطبيعية التي تمنح الطاقة [4]. ومن اللافت أن إنتاجية هذه الأشـــجار تزيد عامًا بعد عام، ما يســـهم في توفير كميات كبيرة من الغذاء للعديد من المجتمعات [3].

بالإضـــافة إلى فوائدها الغذائية، تُعتبر شـــجرة نخيل التمر موردًا وطنيًا يجب العناية به واستمرارية زراعته لضمان الاستفادة المستدامة من فوائده [4]. كما تساهم زراعة النخيل في تعزيز الاقتصـــاد المحلي، حيث توفر فرص عمل وتســـهم في تصـــدير منتجات التمر إلى الأســـواق العالمية، ما يعزز الدخل القومي. على الرغم من التحديات التي تواجه زراعة النخيل، فإن اســـتمرار دعم الأبحاث وتطوير التقنيات يمكن أن يســـهم في زيادة الإنتاجية والاستفادة من هذه الشجرة القيمة [3].

الوطن العربي يُعد أحد أكثر المناطق الجغرافية ملائمة لزراعة أشـــجار النخيل في العالم، وذلك بســـبب توافر المتطلبات البيئية الملائمة التي تتوافق مع الظروف المناخية السـائدة في المنطقة [5]. فبفضـل الحرارة العالية وأشـعة الشـمس السـاطعة والمناخ الجاف،

تزدهر أشـــجار النخيل في تلك الأجواء، مما يجعلها خيارًا مثاليًا للمزارعين في مختلف الدول العربية.

بالإضـافة إلى الظروف المناخية المثالية، يتميز الوطن العربي بتنوع هائل في أصـناف التمور، حيث يصـل عددها إلى أكثر من ثلاثة آلاف صـنف. هذا التنوع يعكس غنى التراث الزراعي في المنطقة، ويوفر فرصًـا كبيرة للاستفادة من الخصـائص الفريدة لكل صـنف. ومع ذلك، تختلف جودة التمور المنتجة من صـــنف لآخر، حيث أن كل صـــنف له خصـــائصـــه وطعمه ونسـيجه الخاص، وحتى داخل الصـــنف الواحد، قد تتباين صـفات الجودة بناءً على عوامل مثل ظروف الزراعة والمناخ وطرق الحصاد [6].

هذا التنوع في أصـــناف التمور يُعطي الوطن العربي ميزة تنافســـية في ســـوق التمور العالمي، حيث يمكنه تلبية احتياجات وتفضـيلات متنوعة للمسـتهلكين. بالإضـافة إلى ذلك، يمثل هذا التنوع فرصـة لابتكار منتجات جديدة وزيادة القيمة المضـافة من خلال الصـناعات المرتبطة بالتمور، مثل إنتاج العصائر والحلويات والمكملات الغذائية [5].

لذلك، فإن تطوير زراعة النخيل والعناية بأصـــنافه المتنوعة يمكن أن يســـهم في تعزيز الاقتصـــاد الزراعي وتحســـين معيشـــة المزارعين في الوطن العربي، فضـــلاً عن تعزيز مكانة التمور العربية في الأسواق العالمية. دعم الأبحاث والتكنولوجيا الزراعية في هذا المجال يمكن أن يســـاعد في تحســـين جودة التمور وزيادة الإنتاجية، مما يســـهم في ازدهار هذا القطاع الحيوي.

الجزائر تعد واحدة من أبرز الدول في إنتاج التمور على مستوى العالم، وتشتهر بتنوع كبير في أصناف التمور المحلية التي تمنحها مكانة خاصة في هذا القطاع. من بين الأصناف الشهيرة في الجزائر دقلة نور، ودقلة بيضاء، وغرس، وتكرمست (المعروفة أيضًا باسم تين طيوشت). هذه الأصناف تمتاز بصفات فريدة من نوعها تميزها عن التمور المنتجة في البلدان الأخرى [3].

تحتل الجزائر المرتبة السادسة عالميًا في إنتاج التمور، حيث يتجاوز إنتاجها 468,000 طن، بحسب بيانات منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة (FAO) لعام 2008. من هذا الإنتاج الضخم، يمثل صنف دقلة نور حوالي 48%، مما يعكس مدى شعبيته وقيمته الاقتصادية [7]، [8]. تعتبر دقلة نور أحد أصناف التمور الفاخرة والمعروفة بطعمها الحلو المميز وقوامها الناعم، وهو من الأصناف التي تحظى بطلب كبير في الأسواق العالمية.

يساهم قطاع التمور في الجزائر في تعزيز الاقتصاد الوطني وتوفير فرص عمل للمجتمعات الريفية. بالإضافة إلى ذلك، فإن تنوع الأصناف يسمح بتوفير منتجات متنوعة للأسواق المحلية والعالمية، ما يسهم في تعزيز قدرة الجزائر على المنافسة في سوق التمور العالمي[9] . ومع هذا النجاح، تتطلع الجزائر إلى تعزيز مكانتها في هذا القطاع من خلال تحسين التقنيات الزراعية وتطوير سلاسل التوريد والاهتمام بالجودة والتعبئة. يمكن لهذه

الجهود أن تزيد من كفاءة الإنتاج وتساعد على فتح أسواق جديدة، مما يعزز من دور الجزائر كواحدة من الدول الرائدة في إنتاج التمور على مستوى العالم [10] .

يعتبر إقليم وادي سوف واحدًا من الأقاليم الزراعية الهامة في الجنوب الشرقي الجزائري، وهو ذو أهمية وطنية كبيرة. يُعرف هذا الإقليم بإنتاجه الوفير من التمور، حيث يحتل المرتبة الثانية في الجزائر بعد منطقة بسكرة من حيث كمية الإنتاج [8]. تشتهر ولاية الوادي بتنوع أصناف التمور التي تنتجها، مثل دقلة نور، دقلة بيضاء، غرس، وتكرمست، إلى جانب العديد من الأصناف الأخرى.

في موسم 2016–2017، بلغ عدد أشجار النخيل في ولاية الوادي 890,330 نخلة، مما يدل على نطاق الزراعة الواسع في هذه المنطقة. ومن حيث الإنتاجية، وصل إجمالي إنتاج التمور إلى 2,624,400 قنطار، وهو رقم يعكس حجم النشاط الزراعي والإمكانات الكبيرة التي يتمتع بها هذا الإقليم [8].

II. 2.الدراسة البيولوجية لنخيل التمر

II. 1.2. التصنيف العلمي لنخيل التمر

يُطلق على نخيل التمر اسم ***Phoenix dactylifera L.***، وهو التسمية العلمية التي منحها له عالم النبات الشهير **كارولوس لينيوس** عام 1753. و ينتمي نخيل التمر إلى **عائلة النخيليات**، المعروفة أيضًا باسم **عائلة أريكاسيا (Arecaceae)** [11] . يعد هذا النوع النباتي

من **أحاديات الفلقة**، وهو مصنف كـ "شجرة مضاعفة في التركيبة الوراثية"، إذ يحتوي على **36كروموسومًا** [9]، [10].

تتميز عائلة النخيليات بتنوعها الواسع، حيث تشمل نباتات مثل نخيل التمر، ونخيل جوز الهند، ونخيل الساغو، ونخيل الزيت، وغيرها. تنتشر هذه الأنواع في مناطق متنوعة حول العالم، وغالبًا ما توجد في المناطق الاستوائية وشبه الاستوائية [9].

اسم الجنس "Phoenix" له أصول يونانية، ويُعتقد أنه يُشير إلى الفينيقيين، وهم الحضارة القديمة المعروفة بتجارتها الواسعة وانتشارها في منطقة البحر الأبيض المتوسط. ربما أطلق على النخيل "شجرة الفينيقيين" لأن الفينيقيين كانوا من أوائل من نشر زراعة نخيل التمر في هذه المنطقة [10].

أما كلمة"dactylifera"، فهي مكونة من جزأين "dactylos" وتعني "الأصبع" في اليونانية، وهذا يشير إلى شكل ثمار النخيل التي تشبه الأصابع، و"fera" التي تعني "محملة" أو "تحمل"، مما يجعل المعنى الكامل للكلمة "حامل الثمار" أو "محملة بالثمار". هذا الوصف يعكس قدرة نخيل التمر على إنتاج كميات كبيرة من الثمار، والتي تُعتبر ذات قيمة غذائية واقتصادية كبيرة [10] .

الوضعية التصنيفية لنخيل التمر تم توثيقها بناءً على بيانات حديثة من المدونة الدولية لقواعد التسمية النباتية وفقًا لهذه البيانات، فإن نخيل التمر ينتمي إلى عائلة التخيليات(Arecaceae) ، وهي عائلة كبيرة تضم أكثر من 2800 نوع موزعة على 226 جنسًا [11]، [12].

نخيل التمر هو واحد من أهم الأنواع في هذه العائلة، خاصة بسبب أهميته الاقتصادية والزراعية في مناطق واسعة من العالم [13]. هذا التصنيف يعكس تاريخ نخيل التمر وتطور تسميته عبر القرون، ويؤكد على ارتباطه العميق بالثقافات القديمة، مثل الفينيقيين، ودوره الحيوي في المجتمعات التي تعتمد على زراعته. فهم أصل الاسم والتصنيف النباتي لنخيل التمر يمكن أن يساعد في تعزيز الدراسات العلمية والزراعية لتحسين إنتاجه واستدامة زراعته [13].

جدول (II.1): الوضعية التصنيفية لنخيل التمر [13]:

وحدة التصنيف	بالعربية	بلاتينية
المملكة	النباتات	Plant
تحت المملكة	النباتات الجنينة	Embrobionta
القسم	مغلفات البذرية	Spermaphyta
تحت القسم	مغلقات البذور	angiospermaphyta
الصف	حاديات الفلة	liliopsida
الرتبة	أريكال	Arecales
العائلة	النخيليات	Arecaceae
الجنس	النخيل	Phoenix
النوع	نخيل التمر	Phoenix dactylifera L

تتميز ثمرة نخيل التمر بتنوع أشـــكالها وأحجامها، حيث يمكن أن تكون بيضـــاوية أو مسـتديرة أو مسـتطيلة، بطول يتراوح بين 30–110 مم وقطر بين 8–38 مم. يُغطى قاعدة الثمرة قمع يتكون من بقايا حرشفية لأوراق الكأس والتويج، ويتصل القمع بالشمروخ من خلال الأنسجة الليفية الداخلية، كما يرتبط القمع بالثمرة بأنسجة ليفية تربط قاعدة النواة بالقمع [14].

تفاصيل التركيب الداخلي لثمرة نخيل التمر:

1) النواة

النواة صـــلبة وتختلف في صـــفاتها من حيث الشـــكل والحجم والوزن واللون حســـب الأصناف. تُغطى النواة بقشرة داكنة، وينطبق جانباها طوليا مكونين شقًا في المنتصف يُسمى الحز البطني، والذي يختلف في عمقه بين ســـطحي وغائر. أما على الجزء الظهري للنواة، يوجد النقير، وهو فتحة صـغيرة أو ثغرة، تعلوها بنية صـغيرة أسـطوانية الشـكل تمثل الجنين، ويملأ نسيج السويداء [15].

2) النسيج الداخلي

هذا النسيج يحيط بالنواة ويفصلها عن الجزء اللحمي أو الطبقة الوسطى. يتفاوت سمك الطبقة الداخلية المحيطة بالنواة باختلاف الأصناف [16].

3) القشرة الخارجية

هذه القشرة تتكون من البشرة(Epiderme) ، وهي الطبقة الخارجية اللحمية (Exocarpe)، يليها البشرة الداخلية(Hypoderme) ، والتي تتكون من 4-6 خلايا. تليها طبقة خلايا حجرية متراصة تأخذ شكلاً دائريًا، وتعد الحد النهائي لطبقة اللحم الخارجي [16].

4) الطبقة اللحمية الداخلية

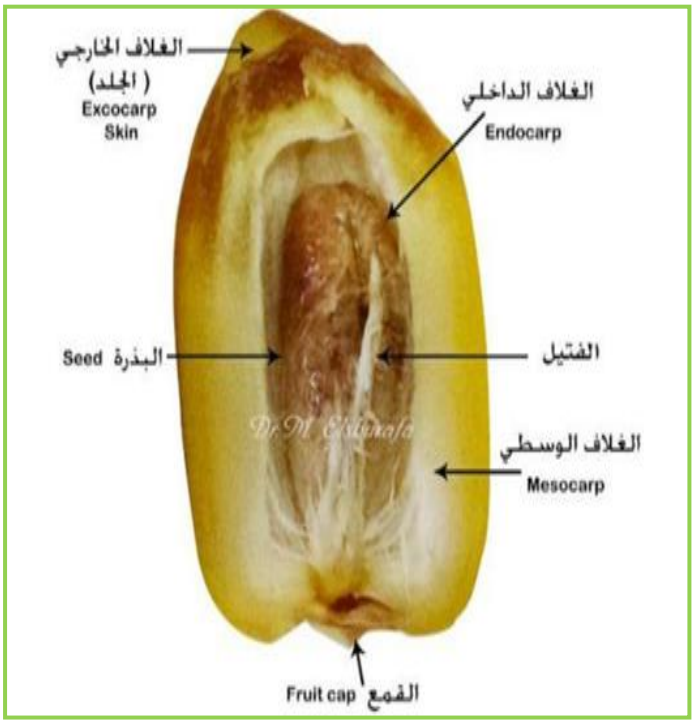
تتكون من مجموعة خلايا، أولها الطبقة اللحمية البرنشيمية بسمك 15-25 خلية. يليها الطبقة اللحمية الخارجية، تليها الخلايا العفصـية (Cellules canines) أو خلايا الدباغة

(tanine)ثم الطبقة البرنشيمية المتراكمة، والتي تمثل الحد النهائي للطبقة اللحمية الداخلية. بعد هذه الطبقة مباشرة يوجد تجويف النواة [16].

5) السويداء

تُعتبر جزءًا مهمًا من التركيب الداخلي للنواة، حيث تحتوي على كميات كبيرة من المواد الغذائية. يُلاحظ أن السويداء قد تكون متجانسة أو متفرعة، حسب طريقة الانقسام التي تتكون بها، وهذا الاختلاف في التكوين يمكن أن يكون مفيدًا في تصنيف بعض الأصناف [16].

هذه التفاصيل الدقيقة توضح التعقيد الهيكلي لثمرة نخيل التمر وتعزز فهمنا لتركيبها الداخلي والخارجي، مما يساعد في دراسة الأصناف وتطوير عمليات الإنتاج ومعالجة التمور.



الشكل (II.1): صورة لمكونات ثمار التمر [16]

II. 2.2. التركيب الكيميائي للثمار

- **نسبة الرطوبة في الثمار:**

عموما، التمور لديها مستويات الرطوبة أقل من 40% في مرحلة النضج حيث تقسم أصناف التمور حسب نسبة الرطوبة إلى [15]:

- رطبة: إذا زادت الرطوبة في الثمار عن 30%.
- شبه جافة: إذا تراوحت الرطوبة في الثمار بين 20-30%.
- جافة: إذا قلت نسبة الرطوبة في الثمار عن 20%.

يتنوع التركيب الكيميائي لثمار نخيل التمر، حيث يحتوي على مزيج من السكريات والمعادن والفيتامينات والألياف، إلى جانب مركبات أخرى تلعب دورًا مهمًا في فوائده الصحية واستخداماته الغذائية. فيما يلي نظرة عامة على التركيب الكيميائي للتمور:

أ. السكريات

تشكل السكريات الجزء الأكبر من مكونات التمر، وتشمل السكروز والجلوكوز والفركتوز. هذه السكريات تمنح التمر مذاقه الحلو وتعد مصدرًا سريعًا للطاقة [17]، [18].

جدول (II .2): محتوى السكر لبعض أصناف التمور الجزائرية [19]

		رطبة	نصف رطبة	جافة
السكريات الكلية	أعلى نسبة	61.60%	65.20%	74%
	متوسطة	48.32%	57.90%	65.70%
	أصغر نسبة	35.50%	49.70%	57.10%
السكريات المرجعة	أعلى نسبة	57.70%	57.70%	42%
	متوسطة	42.10%	47.80%	32.90%
	أصغر نسبة	22.20%	22.40%	26.90%
سكروز	أعلى نسبة	26.20%	29.80%	42%
	متوسطة	5.90%	9.60%	31.20%
	أصغر نسبة	0%	0%	23.50%

ب. الألياف

يحتوي التمر على نسبة جيدة من الألياف الغذائية، التي تسهم في تحسين عملية الهضم وصحة الأمعاء. الألياف يمكن أن تكون قابلة للذوبان وغير قابلة للذوبان [17]، [18].

ج. البروتينات

على الرغم من أن التمر ليس مصدرًا رئيسيًا للبروتين، فإنه يحتوي على كمية قليلة من البروتينات، التي تسهم في بناء الأنسجة والعضلات [17]، [18].

د. الدهون

تكون نسبة الدهون في التمر منخفضة نسبيًا، ولكنها موجودة، وتساعد في توفير الأحماض الدهنية الأساسية لصحة الجسم [17]، [18].

هـ. الفيتامينات

التمر غني بعدد من الفيتامينات، مثل فيتامين B1 ثيامين، وفيتامين B2 ريبوفلافين، وفيتامين B3 نياسين، وفيتامين B5 حمض البانتوثنيك، وفيتامين B6 بيريدوكسين، وفيتامين B9حمض الفوليك، وفيتامين C حمض الأسكوربيك. كما يحتوي التمر على فيتامين A الريتينول الذي يعزز صحة العيون [17]، [18].

جدول (3.II): مكونات التمر من الفيتامينات [20]، [21]

الفيتامينات	فيتامين (c)	فيتامين (B1)	ريبوفلانين (B2)	نياسين (B3)	حمض بانتوتينيك (B5)	فيامين (B6)	فولات (B9)
لحم التمر 100غ/	2.00mg	0.06mg	0.10mg	1.70mg	0.80mg	0.15mg	0.28mg

و. المعادن

يعد التمر مصدرًا جيدًا للعديد من المعادن المهمة، مثل البوتاسيوم، والمغنيسيوم، والكالسيوم، والحديد، والفوسفور، والزنك، والنحاس، والمنغنيز. هذه المعادن تسهم في وظائف الجسم الحيوية، مثل تنظيم ضغط الدم، وتقوية العظام، ودعم صحة الدم [17]، [18].

ز. مضادات الأكسدة

يحتوي التمر على مضادات الأكسدة، مثل الفينولات والفلافونويدات والكاروتينات، التي تساعد في مكافحة الجذور الحرة وتقليل مخاطر الأمراض المزمنة [22].

جدول (II .4): قيمة المركبات الفينولية لبعض أصناف التمور [20]

الأصناف	المحتوى (مغ/100غ)
تعزيزاوت	2.49
اوغروسزايت	2.84
اقربوشت	3.55
تازرزاتيت	3.91
افزوين	4.59
دقلة نور	6.73
طونطبوشت	8.36

ح. الأحماض العضوية

يحتوي التمر على بعض الأحماض العضـوية، مثل حمض السـتريك، الذي يسـهم في تعزيز النكهة ويساعد في الحفاظ على جودة الثمار [20].

- **أصناف ثمار نخيل التمر**

توجد عدة أنواع من الأصناف التمور نوضح بعض منها في الشكل التالي:

الشكل(II.2): صورة بعض أصناف ثمار نخيل التمر [3]

قائمة مراجع:

الفصل الثاني

المراجع

[1]. غالب ع- 2015 التصنيف النباتي والوصف المورفولوجي والتركيب التشريحي. النخيل التمر.

[2] .بعزيز م.، - 1998مختبر بيوتكنولوجيات و بيوكيمياء النبات. جامعة القاضي عياض، كلية العلوم السملالية، مراكش، المغرب.

[3]. برندي ع ر، 2000 -النخيل تقنيات وافاق. المركز العربي للدراسات بالمنطقة الجافة والأراضي القاحلة، شبكة بحوث وتطوير النخيل جامعة الدول العربية.

[4].العمري إ.، - 2007دليل إنتاج التمور. المركز الوطني للبحوث الزراعية ونقل التكنولوجيا، وزارة الزراعة.

[5].الزبيري ص. م.، - 2006 زراعة النخيل خطوات وإجراءات. مركز النخيل والتمور.

[6].حسين ف .، القحطاني م.، - 1979 زراعة النخيل و انتاج التمور في العالم العربي والإسلامي . عين شمس. مصر.

[7].جروني ع.، -2017 دراسة مقارنة التأثير حبوب لقاح نخيل التمر Phoenix dactylifera L الذكرية على صفات ثمار بعض الأصناف الأنثوية أطروحة دكتوراه الطورالثالث تخصص القواعد البيولوجية للتنوع الحيوي والإنتاج النباتي، جامعة الإخوة منتوري، قسنطينة.

[8]. محمد حمزة عباس، 2005- النشاط الإنزيمي خارج خلوي لبعض الفطريات الممرضة لنخيل التمر Phoenix dactylifera والسايكس Cycas revolute ، مجلة البصرة الأبحاث نخلة التمر.

Reference

[9]. Delassus M., et Pasquier R., 1931- les ennemis des cultures fruitière en Algérie et les myens de les combattre. Ed. Inspection Du Service Agricole Général Et De L'expérimentation Agricole.

[10]. Abdelmoutaleb M., 2008-La campagne intensive de vulgarisation (CIV) pour la lutte contrele ver myelois ou la pyrale des dattes dans les wilayas de Biskra et d'El Oued, Agriculture & développement, communication Vulgarisation. Ed INVA.

[11]. Al Kahyri J., 2005- Date Palm Phoenix dactylifera L. S.M. Jain and P.K. Gupta (eds.), Protocol for Somatic Embryogenesis in Woody Plants.

[12]. Ben Ayed N., 2006- Lutte biologique contre la pyrale des dattes Ectomyelois ceratonia Zeller (Lepidoptera, pyralidae) par les lâchers de Trichogramma cocoeciae (Hymenoptera ; Trichogrammatidae). Mémoire de mastère. Univ. Cartage. Tunisie.

[13]. Abdel-Hameed E., 2009- Total phenolic contents and free radical scavenging activity of certain Egyptian Ficus species leaf samples. Food Chem, 114: 1271-1277.

[14]. Abdullah M., El-Alwani , Salah S.,El-Ammari., 2003. Fruit Physical caracteristic of date palm cultuvars grown in three Libyan Oses. 662-669p.

[15]. Acourene S, Djafri K, Benchabane A, Tama M.And Taleb B., 2013- Dates Quality Assessment of the Main Date Palm Cultivars Grown in Algeria, Annual Research & Review in Biology. 4 (3): 487-499p.

[16]. Ahmed A. I, Ahmed A. W. K. & Robinson R. K., 1995- Chemical composition of date varieties as influenced by the stage of ripening. Food Chem. 54:305−309.

[17]. Bacha M., Et Abo-Hassan A.A., 1983- Effects of Soil Fertilization on Yield, Fruit Quality and Mineral Content of Khudari Date Palm Variety. Actes du Colloque ″The First Symposium on The Date Palm″, King Faisal University, Al-Hassa Kingdom of Saudi Arabia :174-180.

[18]. Gourchala F.,2015- Caractérisation physicochimique, phytochimique et biochimique de cinq variétés de dattes d'Algérie, Phoenix dactylifera L.(Deglet noor, Ghars, H'mira, Tamesrit et Tinissine).Effets de leur ingestion sur certains paramètres biologiques (Glycémie, profil lipidique, index glycémique et pression artérielle). Thèse d'un Doctorat. Université de Badji Mokhtar Annaba. 54-63p.

[19]. Pervaiz Rasheed Khan, Said Saad Hegazy, Muhammad Iqbal3, 2020- Article in Brazilian Journal of Botany, Date palm rachis as a raw material for wood composite industry: anatomical characteristics.

[20]. Mirmahdi, S.M., A. Omidvar and M. Madhoushi -2010, Study of anatomical and chemical properties of date palm tree leaf, Stamaran cultivar. Iranian Journal of Natural Resources ,63(2):187-200.

[21]. Hussein J. Shareef 'ibtihaj H. Al-Tememi ,Gholamreza Abdi, 2021-Foliar nutrition of date palm:advances and applications. A review.University of Basrah , Iraq.

[22]. Mimouni Y.,2009- Mise au point d'une technique d'extraction de sirops de dattes ; comparaison avec les sirops à haute teneur en fructose (HFCS) issus de l'amidonnerie. universite kasdsi merbah ouargla. 53- 56p.

الفصل الثالث:

المقطرات الشمسية

III. المقطرات الشمسية

III .1. المقدمة

الماء يُعتبر مصدرًا حيويًا وأساسيًا لكل الكائنات الحية، وزيادة الحاجة إلى المياه الصالحة للشرب تعكس تحديًا متزايدًا يومًا بعد يوم. يظهر نقص المياه الصالحة للشرب بشكل واضح في المناطق الحضارية والنائية، والجزائر ليست استثناءًا من هذا التحدي، نظرًا لمساحتها الشاسعة التي تمثل ثلثيها صحراء، وتوزع سكانها في مناطق نائية بعيدة عن مصادر الطاقة [1]. إنشاء محطات تحلية المياه في هذه المناطق صعب للغاية، ولذلك، يعتبر استخدام الطاقة الشمسية حلاً بديلًا ملائمًا حاليًا، نظرًا لطبيعتها المتجددة والنظيفة والمستدامة. استفاد العلماء من ظاهرة التبخر باستخدام الطاقة الشمسية في ابتكار المقطرات الشمسية للحصول على مياه صالحة للشرب، حيث يعتمد هذا الابتكار على عملية التقطير الشمسي [1].

III .2. لمحة تاريخية

منذ الآلاف من السنين، استخدمت البشرية تقنيات التقطير الشمسي لإنتاج المياه العذبة. وفي عام 1872، تم منح أول براءة اختراع أمريكية لجهاز التقطير الشمسي لنورمان ويلر والتون إيفانز. وبعد عامين، بدأ المهندس السويدي يلي تشارلز ويلسون في بناء محطة تقطير تعمل بالطاقة الشمسية في لاس ساليناس، بهدف توفير المياه العذبة للعمال في منجم الملح والفضة.

عملت هذه المحطة بشكل مستمر لمدة 42 عامًا، وكانت تنتج متوسط يومي قدره $22.7\ m^3$ من الماء المقطر، باستخدام النفايات السائلة الناتجة عن عمليات التعدين كمياه تغذية.

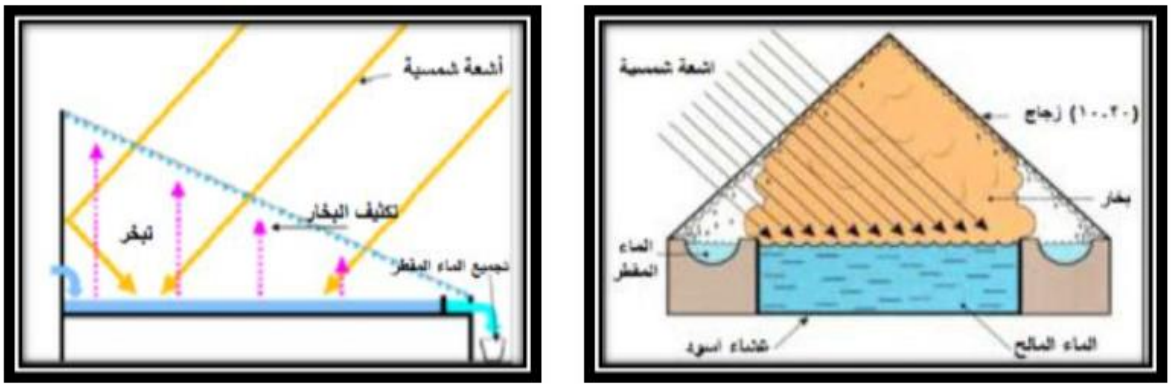
في الولايات المتحدة، بدأت جهود التحلية الشمسية لمياه البحر والمياه الجوفية المالحة في أوائل عام 1952، عندما أصدر الكونغرس قانون تحويل المياه المالحة. تمثل هذه الخطوة الأساس لإنشاء مكتب المياه المالحة في عام 1955، حيث كانت المهمة الرئيسية للبحث والتطوير في مجال مشاريع تحلية المياه وحل قضايا ندرة المياه في المجتمعات النائية والصحراوية. في الستينات والسبعينات، تم بناء العديد من محطات التقطير الشمسي الحديثة على الجزر اليونانية، وكانت لها قدرات تتراوح بين 2000 و$8500\ jour/m^3$، في عام 1984 تم بناء مصنع لتحلية المياه في أبو ظبي بسعة $120\ m^3$ وما زال يعمل حتى الآن [1].

III .3. المقطر الشمسي

المقطر الشمسي عبارة عن جهاز بسيط يتكون من صندوق خشبي يحتوي على غطاء زجاجي شفاف. يتم وضع كمية من الماء المالح داخل الصندوق، فوق قاعدة سوداء تساعد على امتصاص الأشعة الشمسية بشكل أفضل. عندما يتعرض الصندوق للشمس، يرتفع مستوى حرارة الماء داخله مقارنة بالجو الخارجي، مما يؤدي إلى تبخر الماء. يتجمع البخار الناتج عن التبخر على السطح الداخلي للغطاء الزجاجي الشفاف، ثم يتكاثف ويتجمع في قناة خاصة مُصممة لجمع

الماء المقطر. هذا النظام يعمل على مبدأ تسخين الماء باستخدام الطاقة الشمسية، مما يؤدي إلى تحويله إلى بخار ماء يتكاثف بعد ذلك ليعود إلى حالته السائلة كماء نقي الشكل (III.1).

لاستغلال الأول للطاقة الشمسية في مجال التقطير تم على يد العالم الإنجليزي تشارلز ويلسون هاردينغ (Charles Wilson Harding) في عام 1870 في شمال الشيلي، في منطقة صحراوية [2].

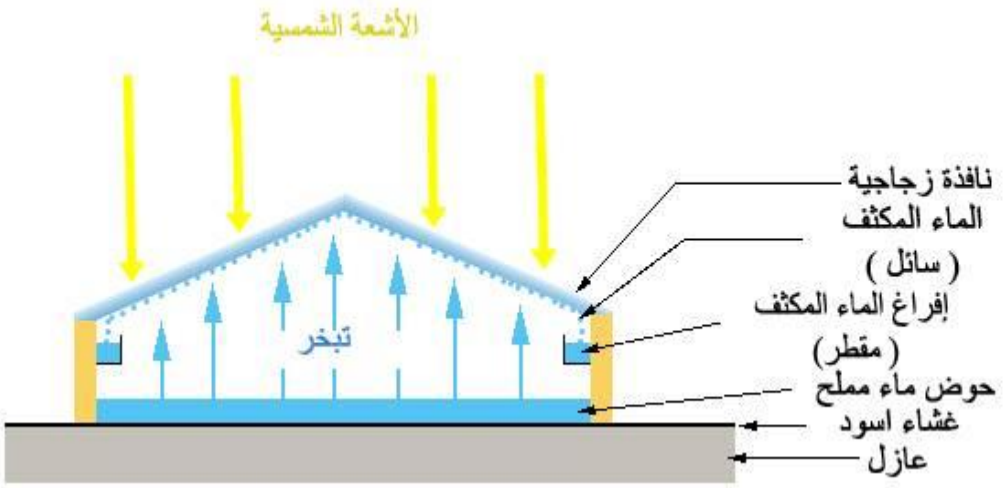


الشكل (III.1): المبدأ الاساسي للمقطر الشمسي البسيط [3]

III.4. مبدأ عمل المقطر الشمسي

مبدأ عمل المقطر الشمسي يستند إلى مبدأ التقطير الشمسي الطبيعي، حيث يُستغل تسخين مياه البحر أو المياه المالحة بفعل أشعة الشمس. عندما تصل أشعة الشمس إلى ماء البحر، يحدث تسخينه مما يؤدي إلى تبخره، ويتحول البخار إلى سحابات تنقلها الرياح إلى مناطق أبرد حيث يتكاثف ويعود إلى شكل ماء سائل كمطر أو ثلج أو برد [4]. أما المقطر

الشمسي، فيعتمد على نفس المبدأ حيث يُستخدم الشمس لتسخين المياه المالحة في حوض مغطى بزجاج مائل. تتبخر المياه بفعل الحرارة الشمسية ويصعد البخار إلى الغطاء المقطر على الجانب الداخلي للزجاج، وهناك يتم تكثيف البخار ليتحول إلى قطرات ماء تتكاثف وتتجمع على الغطاء الزجاجي، ثم تنساب هذه القطرات بفعل ثقلها إلى وعاء جمع الماء المقطر الشكل (2.III) [5].



الشكل (2.III): المقطر الشمسي [6]

III .5. انواع المقطرات الشمسية

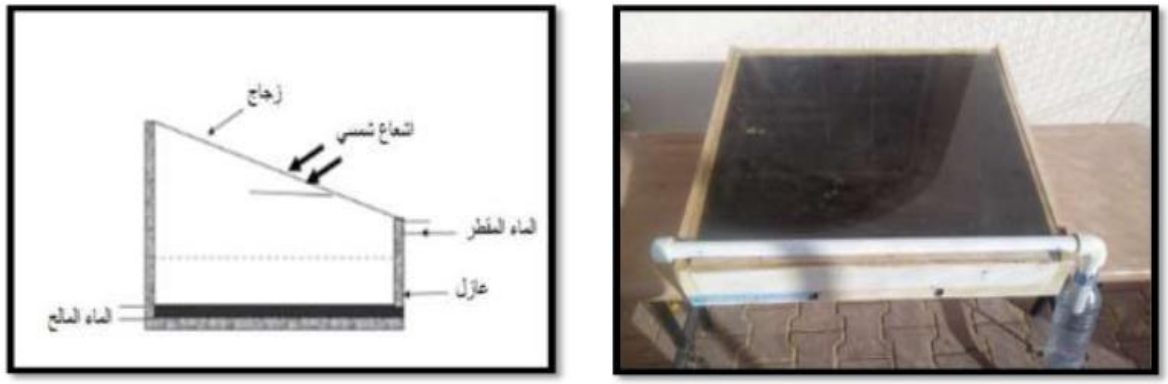
III .1.5. المقطر البسيط

المقطر الشمسي الأكثر استخدامًا في العالم يتضمن حوضًا مملوءًا بالماء المالح وملونًا باللون الأسود لامتصاص أكبر كمية من الإشعاع الشمسي. يُغطى هذا الحوض بقطعة زجاجية

شفافة مائلة لتسهيل التكثيف في الداخل. تُعتبر من إيجابيات تصميمه وصيانته السهلة والتكلفة المنخفضة نسبيًا، ولكنه يعاني من انتاجية محدودة للماء الصالح للشرب بسبب فعاليته المنخفضة [5].

III.2.5. المقطر الشمسي بميل واحد

هذا المقطر الشمسي يتميز بتصميم يشتمل على زاوية مائلة وبلاقط واحد، مما يجعله سهل التنظيف نظرًا لسهولة تركيبه وصيانته، الشكل (III.3) [6]، [7].



الشكل (III.3): مقطر بسيط بميل واحد [6]، [7].

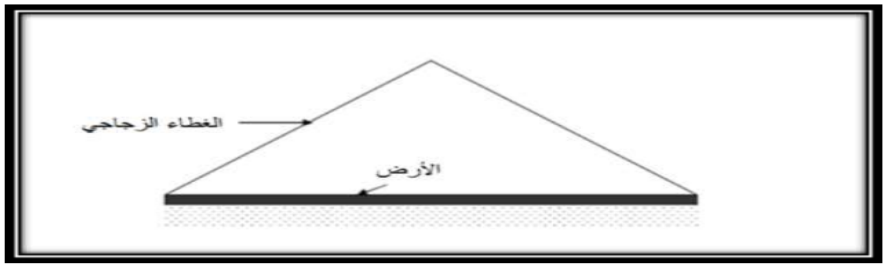
III.3.5. المقطر الشمسي بميلين

يُسمى هذا الجهاز مقطر بلاقطين، حيث يميل كلٌ منهما بزاوية مُحددة، ويمتاز بأن الميل الأول موجهة للشمس، بينما الثاني يوجه للظل، ما يُعزّز سرعة عملية التكثيف [6] ، [8].

الشكل (III .4): مقطر بسيط بميلين [6] ، [8].

III.4.5. المقطر الشمسي أرض– ماء

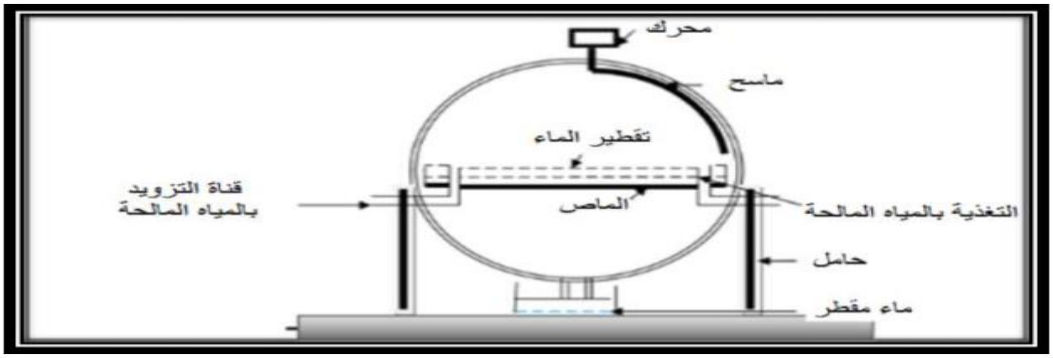
تكون كميات كبيرة من الرطوبة تخزن وتتجمع في الأرض لتعود إلى الغلاف الجوي في المناطق الجافة خلال فصل الصيف، وذلك لاستكمال دورة المياه الطبيعية. ومن أجل هذا الغرض، نستخدم المقطر الشمسي (أرض–ماء) الذي يشبه المقطر ذو ميلين، باستثناء أننا نستبدل الحوض الأسود بالأرض [6]، [7].



الشكل (III .5): مقطر شمسي أرض – ماء [6] ، [7].

III .5.5. المقطر الكروي بماسح

هذا النوع من المقطرات الأول الذي اقترحه هوPr.Menguy في جامعة لندن، وهو عبارة عن كرة شفافة مصنوعة من الزجاج تحتوي على حوض دائري أفقي في وسطها، يكون لونه أسود ليعمل كماص للإشعاع الحراري. يُضاف الماء المالح إلى الحوض الأفقي لتبخيره، ثم يتكاثف البخار الناتج إلى أن يمس السطح الداخلي للزجاج، ويتم جمعه في قاع الكرة الشفافة. ولجعل الزجاج شفافاً، يُستخدم ماسح داخلي يدور بواسطة محرك كهربائي في أعلى المقطر [6] ، [8] ، [9].



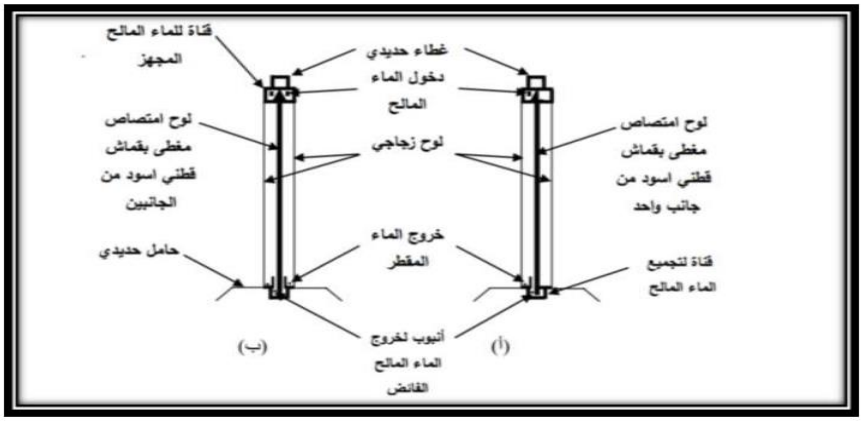
الشكل (III .6): مقطر ذو ماسح كروي [6] ، [8] ، [9].

III .6.5. المقطر الشمسي العمودي

هذا النوع من المقطرات يتألف من لوح امتصاص مصنوع من الألمنيوم يُغطى بقماش قطني أسود اللون. يتم تجهيز المقطر بالماء المالح المراد تقطيره من خزان رئيسي يتصل بالمقطر عبر أنبوب بلاستيكي، ويتم تحكم في معدل التدفق من خلال صمام. يدخل الماء المالح إلى المقطر العمودي عبر الانبوب الموجود في القناة العلوية بعمق محدد، ويصبح القماش القطني الأسود

مشبعًا بالماء بفعل الجاذبية وامتصاصية القماش للماء، ويتوزع بشكل متساوٍ ويتعرض لعملية التبخير، ثم يتكاثف البخار على السطح الداخلي للزجاج ويتم تجميع الماء في قناة خاصة الشكل (III .7).

الماء الفائض الناتج عن عملية التبخير يتجمع في القناة السفلية حيث يكون الطرف السفلي من قطعة القماش، وهذا يساعد أيضًا على ابتلال قطعة القماش من الأسفل وصعود الماء بفعل خاصية الانابيب الشعرية. وأي ماء زائد يتم تصريفه من خلال أنبوب خروج الماء المالح الفائض الموجود في القناة السفلية [10].



الشكل (III .7): مخطط يوضح مقطع جانبي للمقطرين [10].

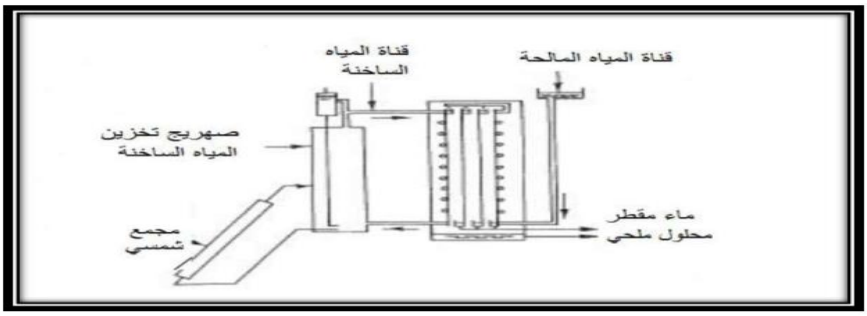
(أ)مقطر شمسي عمودي ذو جانب واحد.

(ب)مقطر شمسي عمودي ذو جانبين.

III .7.5. المقطرات متعددة التأثيرات

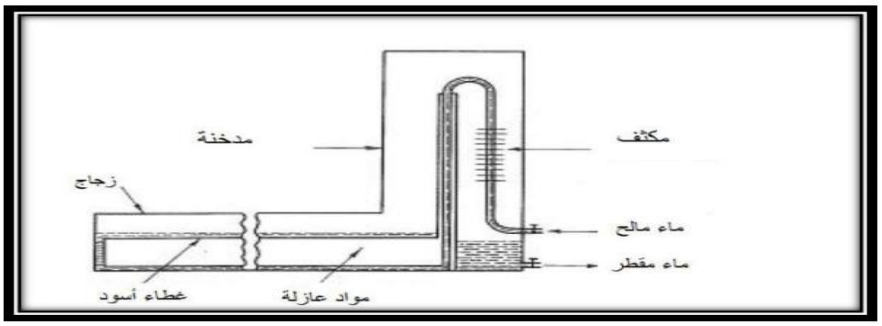
المقطر الشمسي متعدد التأثيرات يتألف من عدة أنواع من المبخرات الموضوعة في سلسلة، وتعمل تحت ضغط متناقص وهي كتالي [6]،[7]:

❖ **المقطر بالانتشار**



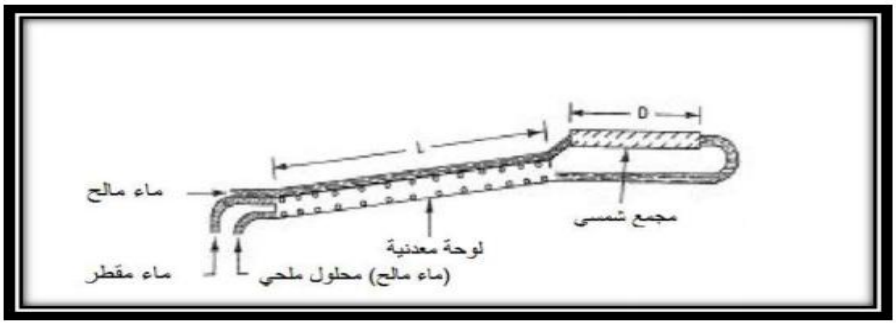
الشكل (III .8): المقطر بالانتشار [6] ، [7]

❖ **المقطر بالمدخنة الشمسية**



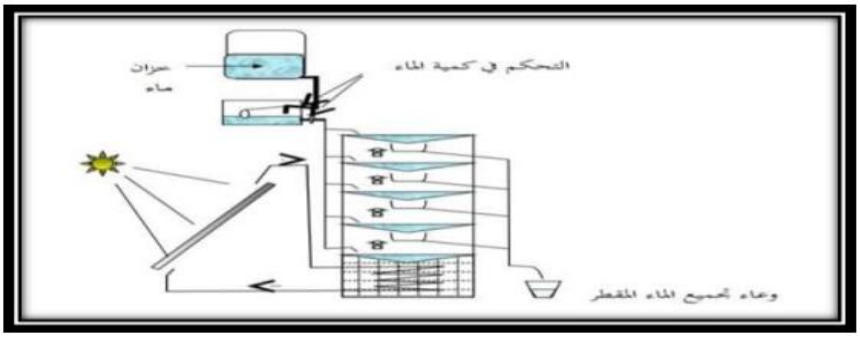
الشكل (III .9): المقطر بالمدخنة الشمسية [6] ، [7]

❖ **مقطر تبخر الفتيل**



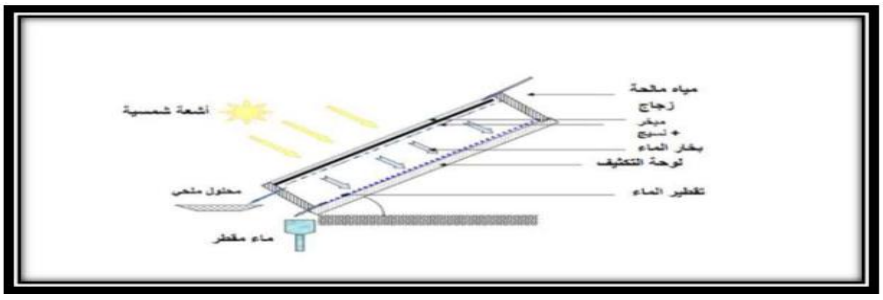
الشكل (III .10): مقطر تبخر الفتيل [6] ، [7]

❖ **المقطر الشمسي المتعدد الطوابق:**



الشكل (III .11): المقطر الشمسي متعدد الطوابق [7] ، [11]

❖ **المقطر الشمسي بالخاصية الشعرية:**



الشكل (III .12): المقطر الشمسي بالخاصية الشعرية [12] ، [13]

III . 6. معايير المقطر الشمسي

هناك عدة مقادير لتحديد انتاج المقطر الشمسي [14]، [15]، [16]:

- ✓ **المردودية.**
- ✓ **الفعالية.**
  - الفعالية الكلية.
  - الفعالية الداخلية.
  - مقياس الفعالية.
  - أداء المقطر.

III .7. العوامل الخارجية والداخلية المؤثرة على مردود المقطر

III .1.7. العوامل الخارجية [13]، [17]

- ✓ شدة الاشعاع الشمسي.
- ✓ سرعة الرياح.
- ✓ درجة حرارة المحيط.
- ✓ عوامل أخرى (الرطوبة، المغياثية).

III.2.7. العوامل الداخلية [13]، [18-21]

- ✓ ميل الزجاج على السطح الأفقي.
- ✓ ارتفاع مستوى كتلة الماء المقطر.
- ✓ المسافة التي تقسم السطح الحر الى لاقطين.
- ✓ خصائص مكونات المقطر (الزجاج، الصفيحة، المعدنية، العازل).

قائمة مراجع:

الفصل الثالث

المراجع

[1] . فروحات حدة، الطاقات المتجددة كمدخل لتحقيق التنمية المستدامة في الجزائر دراسة لواقع مشروع تطبيق الطاقة الشمسية في الجنوب الكبير بالجزائر، مجلة الباحث، العدد 11، سنة 2012.

[2]. د. سهيل فاضل، الياس الكبة، "الطاقة الشمسية وتطبيقاتها"، دار الحداثة للطباعة والنشر والتوزيع، بيروت لبنان، ص ب 5636 /14.

[11]. عقيل يوسف هاشم، المقطر الشمسي العمودي، ابحاث البصرة، الجزء 3 العدد 38،2012.

[12]. محمد تخة، دراسة مقارنة وتحسين لمختلف المقطرات الشمسية لإنتاج المياه الصالحة للشرب في المناطق الجافة الصحراوية، مذكرة ماجيستير، جامعة ورقلة، ص20-22 الجزائر 2004.

References

[3] .F. Livet: Besoins et Procèdes pour le dessalement de l'eau de Simp, UmrCnrs 5266,Inpg-Ujf, mer 04, 38402-St Martin d'Heres, France, (2007).

[4]. Y. Boualati, "Investigation sur la performance d'un distillateur solaire", thèse magister, Université de Ouargla, P.38-44, Algérie (2004).

[5]. H. Boudjerir, "Etude de l'impact de l'écart de température (Ambiance-Eau) sur le rendement d'un distillateur solaire à effet de serre", thèse magister, université de Constante, P.33-35, Algérie (2010).

[6]. N. Smakdji, "Impact de l'écart de température (eau-capteur) sur l'efficacité Globaled'un distillateur solaire" thèse de magistère, Université de Constantine, Départementgénie climatique, P.41-48, Algerie (2002).

[7]. S. Guemari et R. touahir, "Contribution à l'amélioration de rendement d'un distillateur solaire serre", thèse master Académique, Université d'Ouargla, P.12-20, Algérie (2015).

[8]. M.H. Salami, "Utilisation de l'énergie solaire pour la déminéralisation des Eaux saumatre dans les sud Algérien" thèse de magistère, Université de Ouargla, P.9-13 Algérie (2000).

[9]. O. Sotehi, "Etude des caractéristiques de fonctionnement et de la performance d'un distillateur solaire ", thèse magister université Constance, P.19-24, Algérie (2009).

[10]. A. Chaker. G. Menguy, Efficacité interne d'un distillateur solaire sphérique. Energ.Ren (2001).

[13]. B. Bouchekima, B. Gros, R. Ouahes, M. Int. J. therm, Etude théorique et application pratique du distillateur solaire a film capillaire, 39 (2002).

[14]. B. Bouchekima, a Solar Desalination plant for domestic water need in arid areas of south Algeria, Desalination 153 (2002).

[15]. E. Zayouti, L. Bouirden, A. Ahroune, M. Banouni, Distillation solaire amélioration de la condensation de la vapeur d'eau dans les distillateurs solaire, Tétouan, Maroc, (2002).

[16]. S. Karroute, "Etude théorique et Numérique des Systèmes couples : Distillateur Plan-Capteur et Distillateur Hot Box-Capteur", thèse magister université Constantine, P34-36, Algérie (2009).

[17]. Y. Boualati, "Investigation sur la performance d'un distillateur solaire, " thèse Magister, Université de Ourgla, P .38-44, Algérie (2004).

[18]. R. Elmadani, Etude critique et optimisation d'un distillateur solaire, thèse de fin d'année, (2001).

[19]. I. Al Hayek Omar, O. Badran, "The effect of using diffèrent designs of Solar stills on water distillation " Desalination 169 (2004).

[20]. R. Ouahes, P.Legoff, Le projets -Dificap- distillateur a film capillaire, Lab. Des Sciences du genieà Nancy, France (1982).

[21] P.I.Ayav, G.Atagunduz, Theoretical and Experimental investigations on solar distillation of Iztech campus area Seawater, Desalination 208 (2007).

الجزء العملي

الفصل الرابـع:

طرق العمل

IV.1. الأدوات والمواد المستعملة

تتلخص المواد والأجهزة المستعملة في هذا الجدول التالي:

الجدول (IV-1) والمواد والأجهزة المستعملة

الأدوات	الأجهزة	المواد
- بيشر - سحاحة - أنابيب اختبار - قمع - ملعقة - ماصة عياريه - ارلين ماير - هاون - ورق ترشيح (رقم واحد) - مخبار مدرج - مقطرات شمسية - قارورات	- ميزان الكتروني حساس - مخلاط مغناطيسي - جهاز الطرد المركزي - جهاز حيود الاشعة السينية XRD - جهاز المطيافية الاشعة تحت الحمراء IR - جهاز الأشعة فوق البنفسجية UV - جهاز pH متر - الماسح الالكتروني - مطحنة كهربائية - بيرانومتر - جهاز قياس الناقلية - ميزان الماء - فرن	- ماء خالي من الايونات - ماء مقطر - ماء مالح (ماء بئر) - كبريتات النحاس المائية (درجة النقاوة 98 %) - كبريتات الحديد المائية (درجة النقاوة 98 %) - مخلفات التمر (دقلة بيضاء)

IV.2. تحضير المادة النباتية المدروسة

في هذه الدراسة استعملنا مخلفات التمر (دقلة بيضاء) التي تم الحصول عليه بعد جني التمر الشكل (IV .1).

شكل (IV .1): صورة مخلفات التمر (دقلة بيضاء)

ومن أجل تحضير مستخلص ماء–كحولي من مخلفات التمر للدراسة يتوجب علينا أن نمر بعدة مراحل وهي كتالي:

✓ **القطف**

يتم جني التمور في فصل الخريف خلال منتصف شهر سبتمبر 2023 من منطقة البدوع ببلدية قمار التي تبعد 14 كلم عن مقر الولاية شمالا.

✓ **التجفيف**

بعد الجني وفرز التمر يتم جمع مخلفات التمر وغسلها بماء الحنفية للتخلص من الأوساخ العالقة بها وتجفف في الظل عند درجة حرارة الغرفة مع مراعات شروط التهوية وتقليب من حين إلى آخر.

✓**الطحن**

تم طحنها جزئيا بمطحنة كهربائية للحصول على مسحوق يتم نخله ثم حفظه في قارورة زجاجية محكمة الإغلاق، إلى حين استعمالها شكل(IV. 2).

شكل (2.IV): صورة التمر المطحون

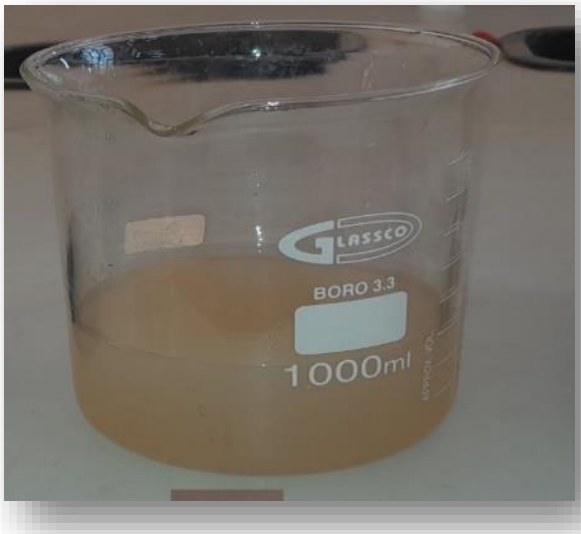
3.IV. تحضير المستخلص النباتي

تـم إجـراء هـذا العمـل علـى مسـتوى مخبـر كليـة العلـوم الدقيقـة بجامعـة الشـهيد حمه لخضر بالوادي.

تم تحضـير المستخلص من مخلفات التمر المحضـرة مسبقا. بحيث يتم يوزن 20 غرام منها ويضـع في حوجلة زجاجة ويضـاف إليه 500 ملل من الماء الخالي من الأيونات بنسبة 70 % والإيثانول بنسبة 30 % مع مراعاة التحريك المستمر باستخدام المحرك المغناطيسي ويسخن الخليط حتى درجة حرارة 70 مئوية يترك الخليط ليلة كاملة.

يترك الخليط ليبرد إلى أن يصـــل لدرجة حرارة الغرفة وبعدها يتم ترشـــيحه باســـتخدام أوراق الترشيح، للحصول على المستخلص وتكرر العملية ثلاث مرات ويتم تجميعه.

يتم وضـــع المحلول الناتج في أنابيب اختبار وباســـتعمال الجهاز الطرد المركزي (عند السرعة 4000 دورة / دقيقة) والغرض من هذ التخلص من بقايا المواد الحيوية والأليـاف المتبقيـة ثم يخزن في قنينـة حجميـة زجـاجيـة عنـد درجـة حرارة منخفضـــة 04 درجة مئوية الشـــكل (3.IV).



الشكل (3.IV): صورة المستخلص.

4.IV. تحضير الأكسيد النانوية: تم إجراء هذا العمل على مستوى مخبر كلية العلوم الدقيقة بجامعة الشهيد حمه لخضر بالوادي.

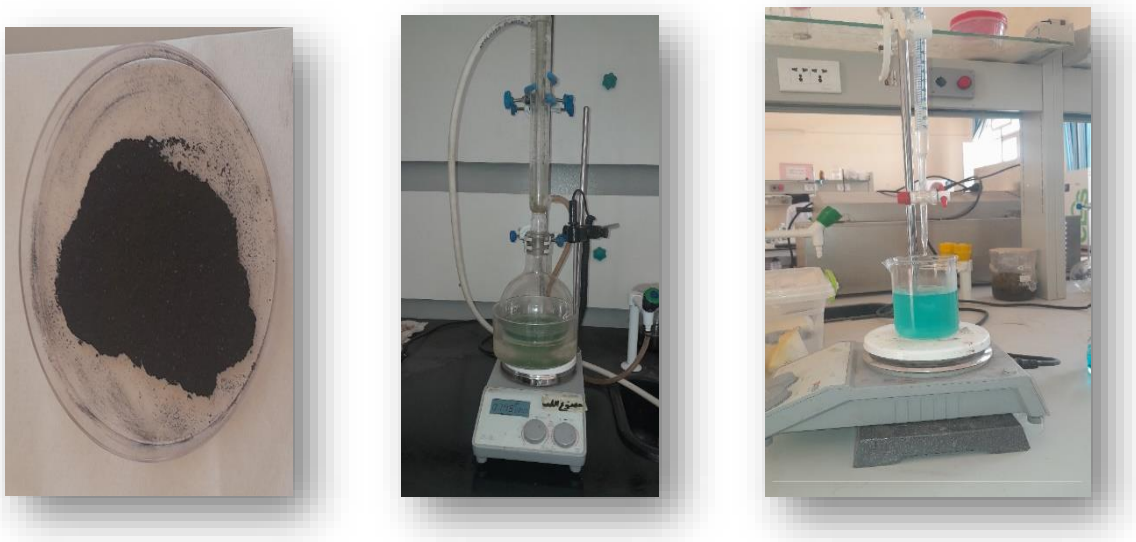
1.4.IV. تحضير أكسيد النحاس النانوي

تم وزن 0.27 غرام من ملح كبريتات النحاس المائي ($CuSO_4.2H_2O$) ويوضع في بيشر زجاجي، ثم يضاف إليه 100 ملل من الماء الخالي من الأيونات ويتم التحريك المستمر حتى يتم الذوبان بالكامل. بعد ذلك، يتم إضافة 10 ملل من المستخلص المحضر باستخدام السحاحة بشكل تدريجي مع التحريك المستمر، وتتم هذه المرحلة عند درجة حرارة المخبر، ثم توضع العينة في جهاز المكثف الارتدادي ويتم رفع درجة حرارة المحلول إلى 80 درجة مئوية، ثم يترك لمدة 24 ساعة كاملة. (تكون راسب ذو لون بني غامق يميل للسواد).

يتم تبريد المحلول إلى درجة حرارة الغرفة، ومن ثم يتم وضعه في أنابيب اختبار واستخدام الجهاز الطرد المركزي (عند السرعة 4000 دورة في الدقيقة) لتسهيل عملية الترسيب والحصول على الراسب. يتم غسل الراسب عدة مرات باستخدام الماء الخالي من الأيونات والإيثانول للتخلص من الشوائب. تكرر عملية الغسل عدة مرات لضمان عدم وجود شوائب في العينة. بعد ذلك، يتم تجفيف العينة وحرقها في الفرن عند درجة حرارة 400 درجة مئوية لمدة ساعتين للتخلص من جميع المركبات العضوية.

تغسل العينة مرة أخرى باستخدام الماء الخالي من الأيونات وبعد ذلك توضع في الجهاز الطرد المركزي (عند السرعة 4000 دورة في الدقيقة) لتسهيل عملية الترسيب، ويتم

تكرار العملية عدة مرات. بعد ذلك، تجفف العينة وتحفظ لاستخدامها في تجارب اخرى شكل (4.IV).



الشكل (4.IV): صور لتحضير أوكسيد النحاس النانوي.

2.4.IV. تحضير أكسيد الحديد النانوي الممغنط

تم وزن5.63 غرام من ملح كبريتات الحديد المائية ($FeSO_4;7H_2O$) ويوضع في بيشر زجاجي، ثم يضاف إليه 100 ملل من الماء الخالي من الأيونات ويتم التحريك المستمر حتى تتم الذوبان بالكامل للحصول على تراكيز 2 مولاري. نضيف للمحلول 500 ملل من المستخلص المحضر سابقا بشكل تدريجي مع التحريك المستمر، وتتم هذه المرحلة عند درجة حرارة 27 مئوية نلاحظ تغير لون المحلول الى اللون البني الداكن.

نضع المحلول في جهاز المكثف الارتدادي ويتم رفع درجة حرارة المحلول إلى 80 درجة مئوية، ثم يترك لمدة 24 ساعة كاملة. مما يؤدي إلى تكوين راسب ذو لون يميل للسواد الشكل (IV. 5).

يتم تبريد المحلول عند درجة حرارة الغرفة، ومن ثم يتم وضعه في أنابيب اختبار واستخدام الجهاز الطرد المركزي (عند السرعة 4000 دورة في الدقيقة) لتسهيل عملية الترسيب والحصول على الراسب. يتم غسل الراسب عدة مرات باستخدام الماء الخالي من الأيونات والإيثانول للتخلص من الشوائب. تتم عملية التكرار عدة مرات لضمان عدم وجود شوائب في العينة. بعد ذلك، يتم تجفيف العينة وحرقها في الفرن عند درجة حرارة 400 درجة مئوية لمدة ساعتين للتخلص من جميع المركبات العضوية. تغسل العينة مرة أخرى باستخدام الماء الخالي من الأيونات وتوضع في جهاز الطرد المركزي (عند السرعة 4000 دورة في الدقيقة) لتسهيل عملية الترسيب، ويتم تكرار العملية عدة مرات. بعد ذلك، تجفف العينة وتحفظ لاستخدامها في التشخيص والتحليل.

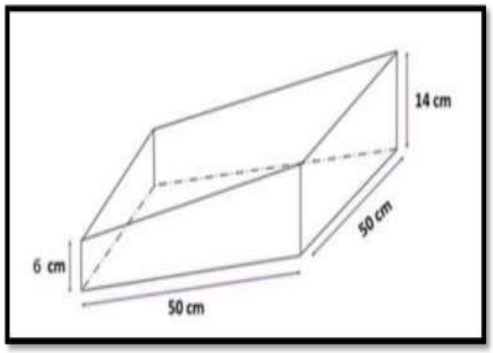
الشكل (5.IV): صور لتحضير أوكسيد الحديد النانوي

5.IV. تحضير المقطر الشمسي البسيط

1.5.IV. تركيبه: استعملنا في هذه التجربة المقطر الشمسي ذو الميل الواحد ويتكون مما يلي:

- **الحوض**

يكون مصـــــنوع من مـادة الزجـاج وهو من اهم مكونـات المقطر حيث يوضـــــع فيه المـاء المراد تقطيره وتطلى قـاعدتـه وجوانبـه بـاللون الأســـود وتكون ابعاده كما يلي:



الشكل(Ⅳ .6): صورة الحوض

- الطول: 50cm.
- العرض: 50 cm.
- مساحة الحوض: $2500cm^2$.

- السمك الزجاج: 0.4cm.

-الارتفاع الامامي: 6cm.

-الارتفاع الخلفي: 14cm.

- زاوية الميل: 10°.

- **العازل**

يكون مصنوع من مادة البوليستيران ويغطي الحوض من الخارج وتكون له نفس أبعاده وسمكه 4cm.

- **الغطاء الزجاجي**

يتكون من الزجاج العادي الموجود في اسواق المنطقة، شفاف يسمح بتمرير أكبر قدر من الاشعاع الشمسي وتكون ابعاده كالتالي:

- الطول: 51cm.

- العرض: 51cm.

- السمك:0.4 cm.

- **انبوب تجميع المياه**

هو عبارة عن أنبوب بلاستيكي قطره 2.5 cm، يكون مثقوب طوليا، يسمح بدخول جزء من الزجاج لتنزل قطرات الماء المتكاثفة على مستوى الأنبوب وتتجمع فيه لتعبر الى اناء خاص بتجميع الماء المقطر.

2.5.IV. تحضير المقطرات الشمسية

1.2.5.IV. التجربة الأولى

أجريت التجربة في أيام الأسبوع الموافق لـــ 7-8 /03/ 2024 بالمنزل بمنطقة غمرة التي تبعد عن بلدية قمار 6 كلم شـمالا وتحت نفس الظروف المناخية، حيث عرضـنا ثلاث مقطرات شمسية بسيطة لأشعة الشمس بعد أن وضعنا في كل مقطر كمية 3 لتر من الماء المالح (ماء البئر). قمنا بقياس كمية الماء المقطر المنتج عن كل ساعة، ابتداء من السـاعة 06:00 صـــباحا الى غاية الســاعة 18:00 مســاءا والهدف من هذه التجربة هو اثبات أن المقطرات الثلاثة تنتج نفس كمية الماء المقطر، وكانت النتائج التجربة المتحصــل عليها كما يلي:

جدول (2.IV): قياس كمية الماء المقطر للمقطرات الثلاث

اليوم	المقطرات	الزمن(الساعة)												∑ Q(ml)
		06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
07	01	0	0	0	0	2	7	25	40	45	37	35	30	28	249
	02	0	0	0	0	2	6	25	39	44	39	37	28	30	248
	03	0	0	0	0	2	7	25	38	46	36	35	29	27	249
08	01	0	0	0	0	4	8	29	38	44	38	33	29	28	251
	02	0	0	0	0	4	8	29	38	44	38	33	28	29	251
	03	0	0	0	0	4	7	28	37	46	37	32	29	29	249

من خلال التجربة السابقة وبعد تكرارها تأكدنا أن المقطرات تعطي تقريبا نقس كمية الماء. وبالتالي يمكن استعمال هذه المقطرات في دراستنا.

شكل (IV .7): صورة المقطرات

IV.2.2.5.التجربة الثانية

تم اجراء تجربتنا لتقطير حيث استعملنا أحد المقطرات الشمسية كشاهد والثاني وضعنا به أكسيد النحاس النانوي والثالث به أكسيد الحديد النانوي الممغنط. وكانت خطوات العمل كتالي:

❖ **المرحلة الأولى:**

- **المقطر الشاهد:** نضع بداخله 15 أنبوب اختبار زجاجي فارغ ومغلق بإحكام مثبت في قاع الحوض موزعة هاته الانابيب بانتظام.

-**المقطر الثاني:** نضع بداخله 15 أنبوب اختبار زجاجي يحوي كل أنبوب على 0.5 غرام من أكسيد الحديد النانوي الممغنط ونغلق الأنابيب بإحكام ونثبتها في قاع الحوض. بحيث تكون موزعة هاته الانابيب بانتظام كما الحال في المقطر الشاهد.

-**المقطر الثالث:** نقوم بنفس العمل الذي انجزناه في المقطر الثاني ولكن بتغير أكسيد الحديد النانوي الممغنط بأكسيد النحاس النانوي.

❖ **المرحلة الثانية:**

نضع في كل مقطر 03 لتر من الماء المالح (ماء بئر) ونغلقهم بإحكام وذلك لمنع أي تسرب للبخار، ونعرض المقطرات لأشعة الشمس.

❖ **المرحلة الثالثة:**

نأخذ فيها القياسات وذلك في كل راس ساعة من 6:00 صباحا إلى 18:00 مساءا والمتمثلة في:

- درجة الحرارة المحيط.
- درجة الاشعاع.
- درجة حرارة سطح الزجاج الخارجي.
- درجة حرارة سطح الزجاج الداخلي.
- درجة حرارة الماء.
- كمية الماء المقطرة.

شكل (IV .8): صورة الانابيب المثبتة في قاع الحوض.

شكل (IV .9):صورة المقطرات الشمسية في التجربة الثانية

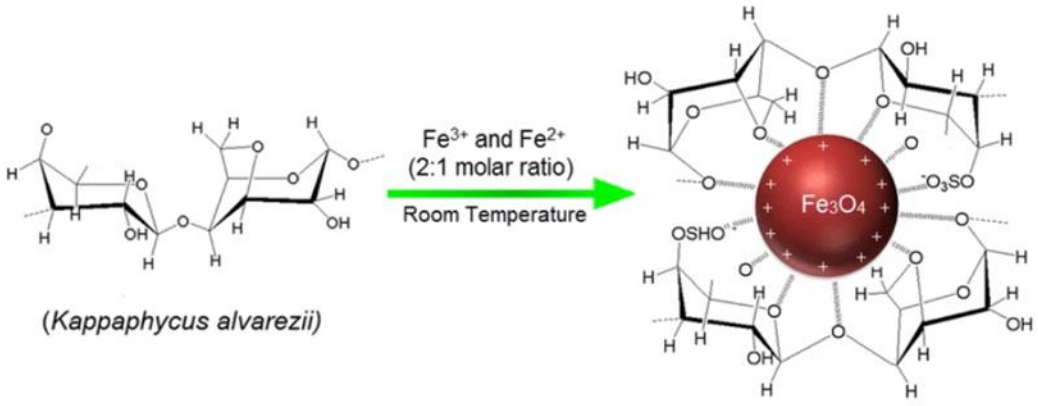
الفصل الخامس:

مناقشة النتائج

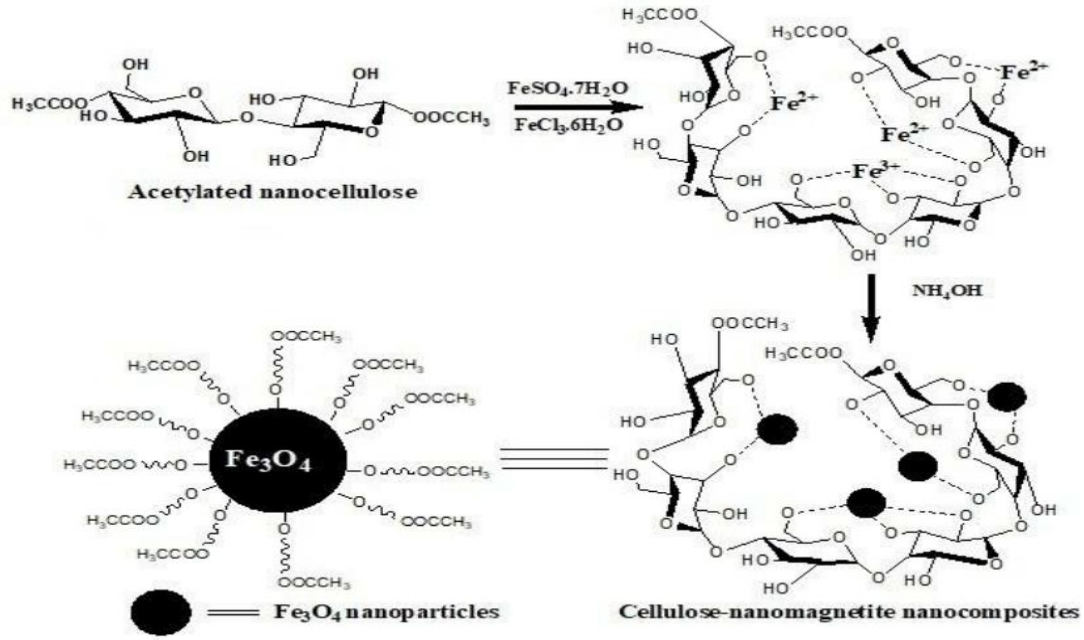
V.1. دور المستخلص في عملية التحضير

يلعب المستخلص دورا هاما في تشكيل الجسيميات النانوية وهذا لنتيجة المواد الفعالة في المســـتخلص فتعمل هاته المواد الفعالة عملين أولا لها قدرة لإرجاع أيونات النحاس والحديد وتحويلها إلى جسـيمات نانوية فتحاول أن تتجمع لكن سـرعان ما تمتز مواد المسـتخلص على ســطحها فيســتقر ســطحها وتقل طاقته ويحافظ على حجمها النانوي وهو الدور الثاني لمادة المسـتخلص. وهذه التغطية للسـطح أيضـا تجعل Cu ; Fe النانوية أقل عرضـة للتأكسـد ومع مرور زمن تتحلل المركبات على السطح وتتجمع من جديد ثم تترسب [1]. وهناك بعض الأليات التي تفسر تحضير النانو بطريقة الكيمياء الخضراء وتكون على النحو التالي [2،4]:

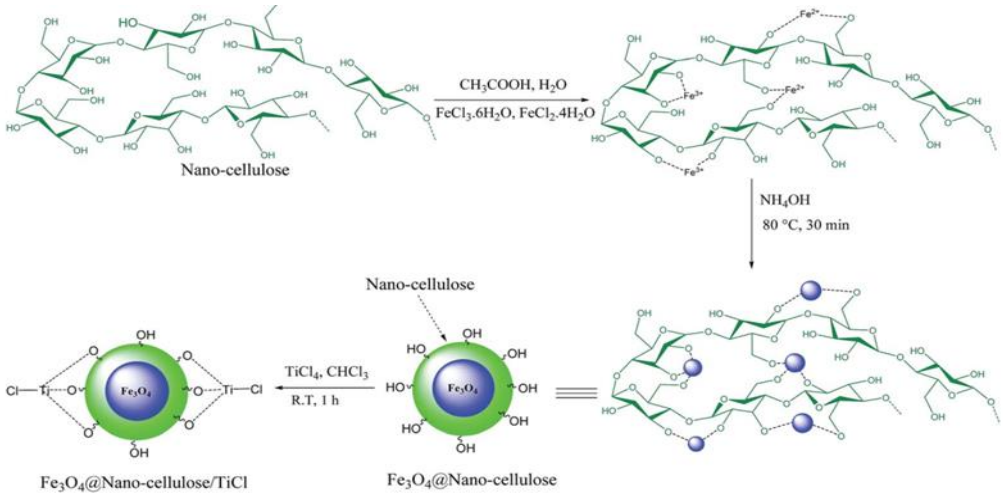
1)



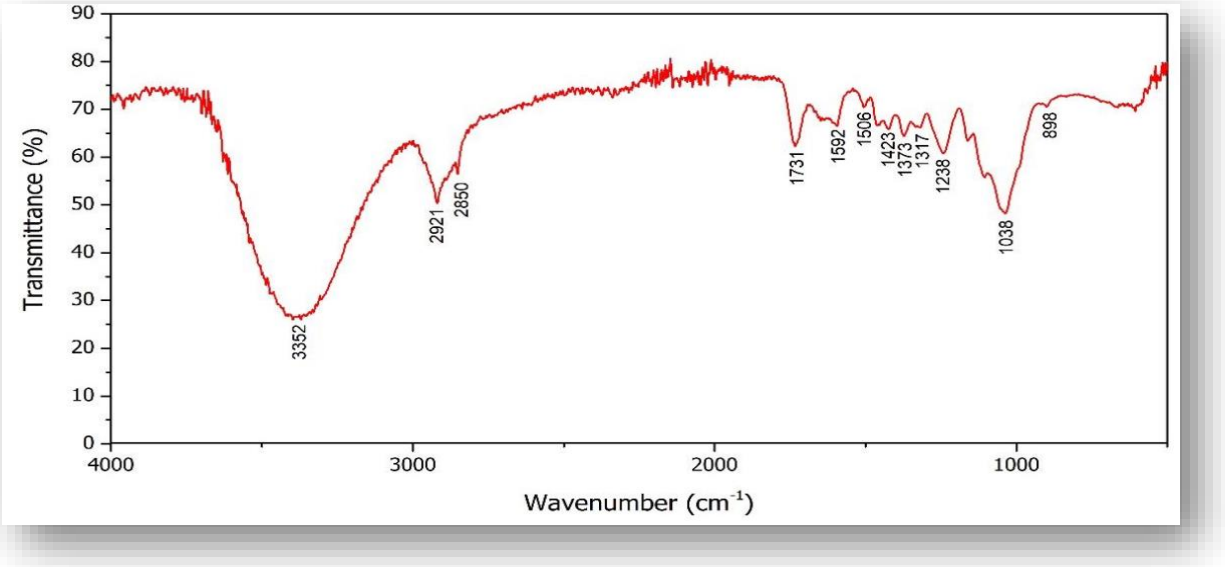
2)


Acetylated nanocellulose
FeSO4.7H2O
FeCl3.6H2O
NH4OH
Fe3O4
Fe3O4 nanoparticles
Cellulose-nanomagnetite nanocomposites

3)


Nano-cellulose
CH3COOH, H2O
FeCl3.6H2O, FeCl2.4H2O
NH4OH
80 °C, 30 min
Nano-cellulose
TiCl4, CHCl3
R.T, 1 h
Fe3O4@Nano-cellulose/TiCl
Fe3O4@Nano-cellulose

V. 1.1. طيف الأشعة تحت الحمراء FTIR لمستخلص مخلفات التمر:



شكل (1.V): طيف الأشعة تحت الحمراء FTIR لمستخلص مخلفات التمر

تم إجراء تحليل FTIR على المستخلص التمر وتم تحديد الهيكل الكيميائي والجزيئي الشكل (1.V) يُظهر التحليل القمة الصغيرة عند 898 سم$^{-1}$ التي تشير إلى وجود تمدد لربط β–glycosidic C–O–C .

القمة التي تظهر عند 1038 سم$^{-1}$ تشير إلى وجود رابطة C–O والتي تنتمي إلى متعدد السكاريد.

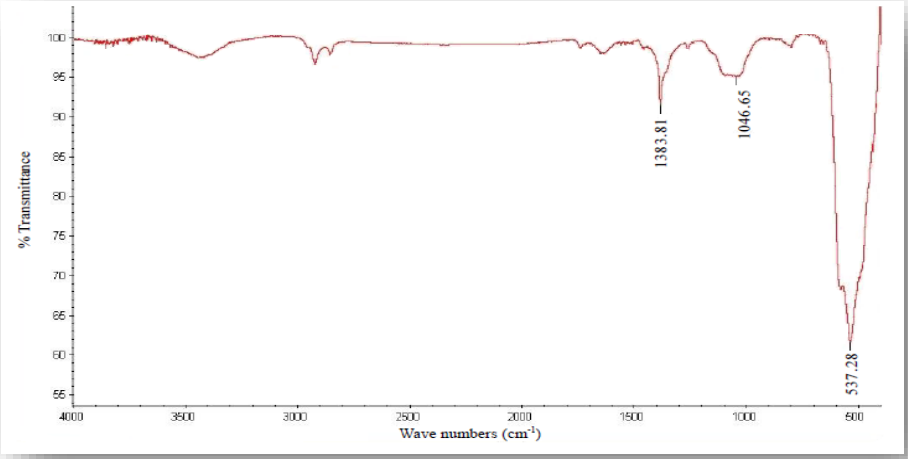
القمة الموجودة عند 1238 سم$^{-1}$ يشير إلى مجموعات C=O في الهيميسليلوز. القيم الموجودة عند 1317 سم$^{-1}$، 1373 سم$^{-1}$ و1423 سم$^{-1}$ تشير إلى اهتزازات CH_2 (اهتزازات تشوه C–H وانحناء CH_2 على التوالي) وهي مجموعات من السليلوز.

تشير القمم عند 1506 سم$^{-1}$ و1592 سم$^{-1}$ إلى وجود رابطة C=C من اهتزاز الهيكل العطري وC=O لحمض الكربوكسيل والإستر على التوالي، القمة الموجودة عند 1731 سم$^{-1}$ تُعزى إلى اهتزاز تمدد C=O لمجموعة الأسيتيل. تمثل القمم عند 2850 سم$^{-1}$ و2921 سم$^{-1}$ وجود تمدد متماثل وغير متماثل لـــ CH_2 في السليلوز والهيميسليلوز. تشير أكبر قمة امتصاص عند 3352 سم$^{-1}$ إلى اهتزاز تمدد O–H والروابط الهيدروجينية لمجموعات الهيدروكسيل [1].

V.2. تشخيص الأكاسيد النانوية

V.2.1. أكسيد النحاس النانوي

1) تشخيص أوكسيد النحاس النانوي بواسطة FTIR

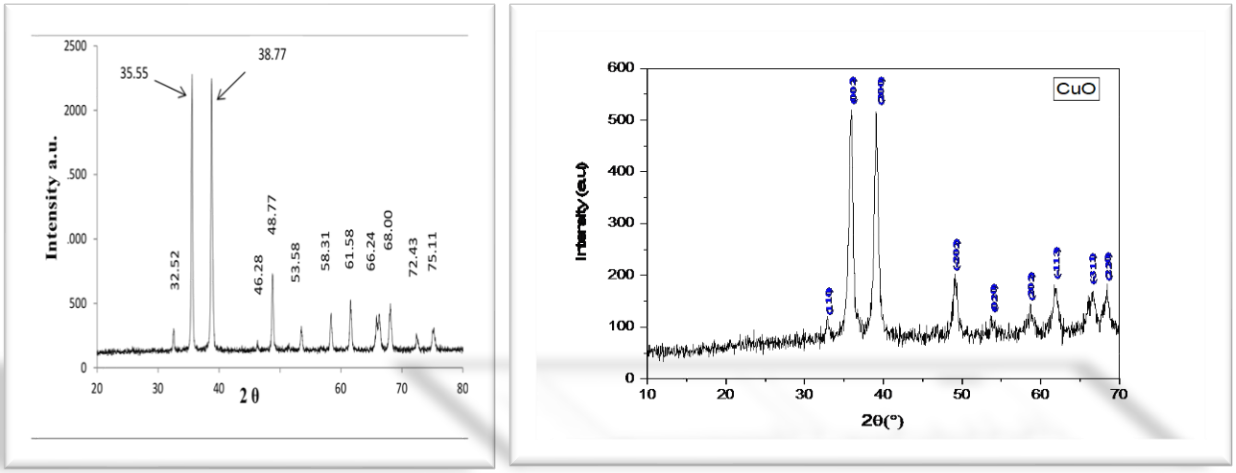


الشكل (V.2): طيف الأشعة تحت الحمراء FTIR أوكسيد النحاس النانوي

تم استخدام تقنية طيف الأشعة تحت الحمراء FTIR. يُظهر في الشكل (V.2) تم تحديد حزم الامتصاص عند (1046.65 و1383.81 سم$^{-1}$) نتيجة للاهتزازات غير المتماثلة لـــ

S–O و Cu–OH على التوالي. تعود اهتزازات حزمة الامتصاص عند (1046.65 سم$^{-1}$) إلى الاهتزاز الانحنائي لمجموعة Cu–OH ذات الروابط الهيدروكسيلية. أما بالنسبة لأطياف الأشعة تحت الحمراء لأوكسيد النحاس، فتظهر حزم امتصاص جديدة عند (537.28 سم$^{-1}$) تعود إلى الاهتزازات غير المتماثلة والمتماثلة لمجموعة (Cu-O) ويلاحظ عدم ظهور بقية الحزم التي تظهر في الشكل(2.V) [6].

2) تشخيص أوكسيد النحاس النانوي بواسطة XRD



الشكل (3.V): طيف الأشعة السينية المشتتة للطاقة لأوكسيد النحاس النانوي [7].

تم تحليل البنية البلورية ونقاوة طور أوكسيد النحاس النانوي (CuO) المحضّر باستخدام حيود الأشعة السينية كما هو واضح في الشكل (3. V).

أظهرت طيف حيود الأشعة السينية تطابقًا مع الطيف القياسي لأوكسيد النحاس وفقًا لقاعدة البيانات (**CuO JCPDS 41-254**). تم اكتشاف تكوين أوكسيد النحاس البلوري CuO من خلال ظهور قمم الحيود عند (32.51، 35.55، 38.77، 46.28، 48.77، 53.58، 58.31، 61.58، 66.24، 68.00، 72.43، 75.11)، دون وجود أي شوائب أخرى في طيف حيود الأشعة السينية لأوكسيد النحاس النانوي. تم حساب متوسط حجم البلورات لأوكسيد النحاس النانوي CuO بنحو 33.74 نانومتر باستخدام صيغة (Debye-Scherer)[8]، كما هو موضح في المعادلة وجدول (1. V) التاليين:

$$D = \frac{K\lambda}{\beta COS\Theta}$$

D = متوسط الحجم البلوري(نانومتر)

K = ثابت يعتمد على الشكل البلوري (0.89- 0.94)

λ = الطول الموجي للأشعة السينية (1.54059 Å) (معظم λ للنحاس)

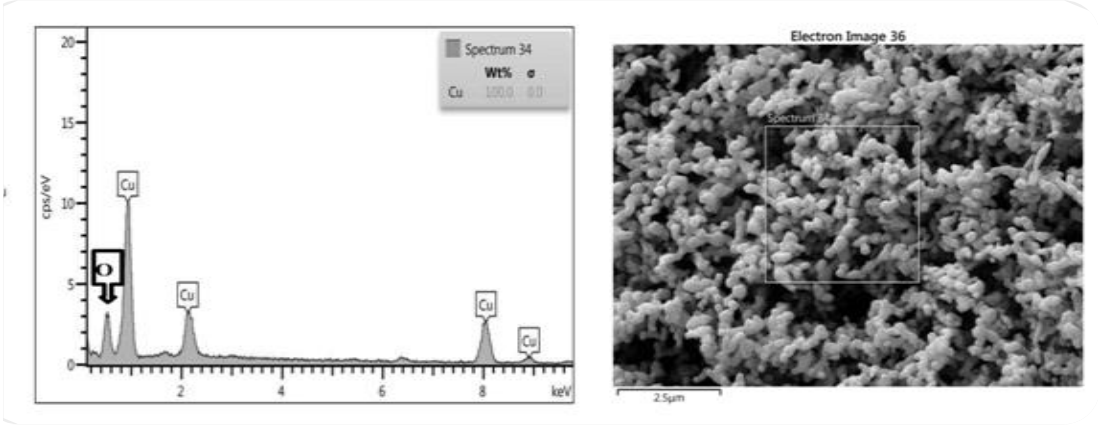
β = FWHM العرض الكامل عند منتصف أعلى قمة

θ = زاوية براغ

جدول (1.V): يوضح حساب متوسط الحجم البلوري لأوكسيد النحاس النانوي حسب قانون Debye Scherer

K	λ (Å)	Peak no.	Peak position 2θ (°)	FWHM B size (°)	Dp (nm)	Dp Average (nm)
0.9	1.54059	4	38.7763	0.2572	32.74	33.74
		2	35.5525	0.258	32.34	
		6	48.7706	0.2413	36.15	

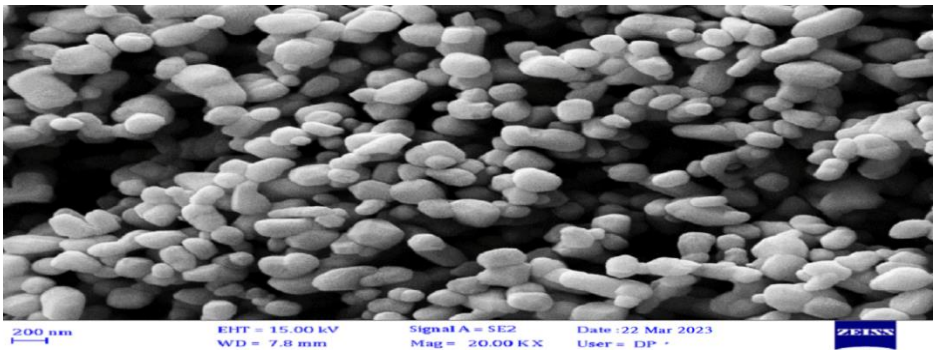
3) تشخيص أوكسيد النحاس النانوي بواسطة SEM



الشكل (4. V) : صورة المجهر الإلكتروني الماسح (SEM) لأوكسيد النحاس النانوي [7].

تم استخدام تقنية الاشعة السينية المشتتة للطاقة (EDX) لتحديد تكوين أوكسيد النحاس النانوي كما هو واضح في الشكل (4.V). أظهر طيف الاشعة السينية المشتتة للطاقة للنتائج وجود عناصر النحاس والأوكسجين فقط، دون اكتشاف أي عناصر أخرى في الطيف، مما يشير إلى درجة عالية من النقاوة للجسيمات النانوية لأوكسيد النحاس.

صورة المجهر الإلكتروني الماسح (SEM) لأوكسيد النحاس النانوي (مكبرة)



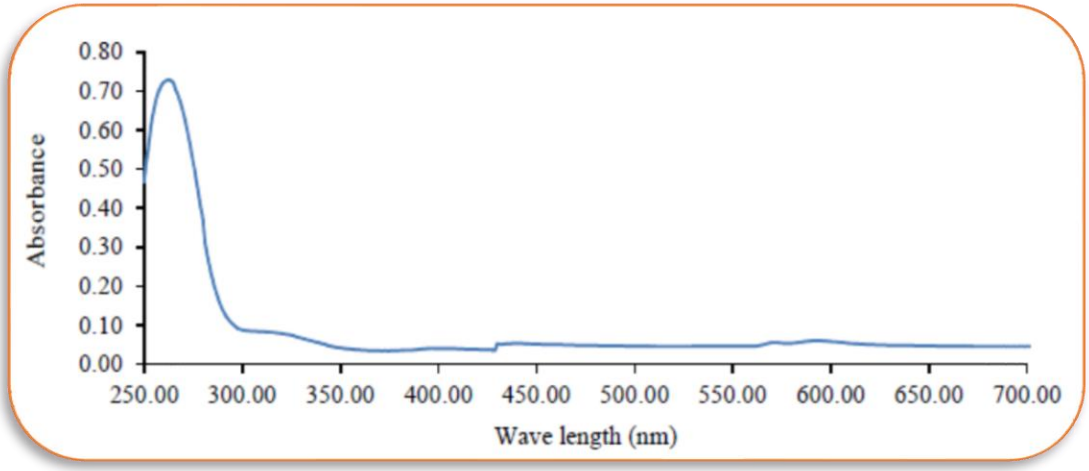
الشكل (5. V) : صورة المجهر الإلكتروني الماسح (SEM) لأوكسيد النحاس النانوي (مكبرة) [7].

تمت دراسة الخصائص المورفولوجية والهيكلية لأوكسيد النحاس النانوي (CuO) باستخدام المجهر الإلكتروني الماسح SEM.

يظهر الشكل (5. V) أن الجسيمات النانوية تم تحضيرها في نطاق النانومتر. أظهرت الصور SEM أن بعض الجسيمات النانوية مفصولة بشكل جيد بينما كان معظمها متجمعًا مع بعضها البعض. يُرجع هذا التجمع إلى التأثيرات الكهربائية بالإضافة إلى تأثير العامل المائي، مما يكشف عن سلوك تجمع الجسيمات النانوية هذا الذي يتفق مع سلوك مشابه أثبتته الدراسات السابقة حول تجمع الجسيمات النانوية [9–11] .

4) التحليل الطيفي المرئي للأشعة فوق البنفسجية (UV–Vis)

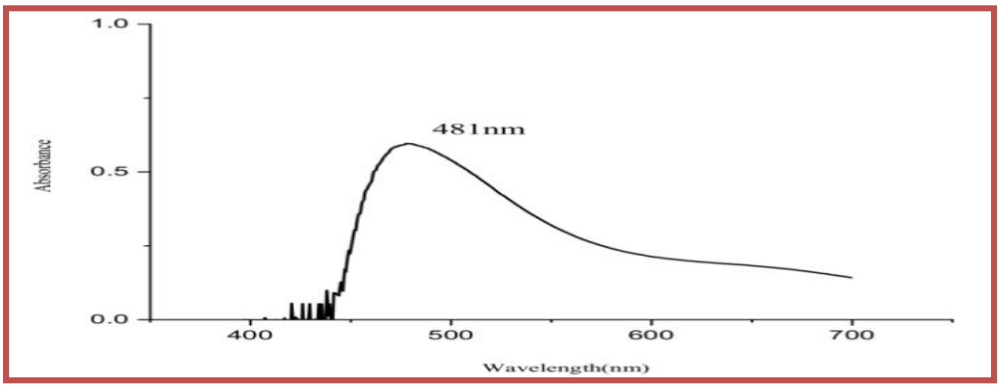
أ–التحليل الطيفي المرئي للأشعة فوق البنفسجية (UV–Vis) للمركب CuO –NPs قبل الحرق



الشكل (6. V) : التحليل الطيفي المرئي للأشعة فوق البنفسجية (UV–Vis) CuO –NPs قبل الحرق[7].

ظهـــر الطيـــف UV–Vis لمركـــب CuO–NPs الـــذي تـــم تحضـــيره باســـتخدام مســـتخلص مخلفـــات التمـــر، ذروة امتصاصـــية عنـــد طـــول موجـــة 262 نـــانومتر فـــي التحليـــل الطيفـــي المرئـــي للأشـــعة فـــوق البنفســـجية ويرجـــع هـــذا الامتصـــاص إلـــى تكـــوين أكسيد النحاس النانوي (CuO–NPs) [12].

ب– التحليل الطيفي المرئي للأشعة فوق البنفسجية (UV–Vis) لمركب (CuO) النانوي بعد الحرق

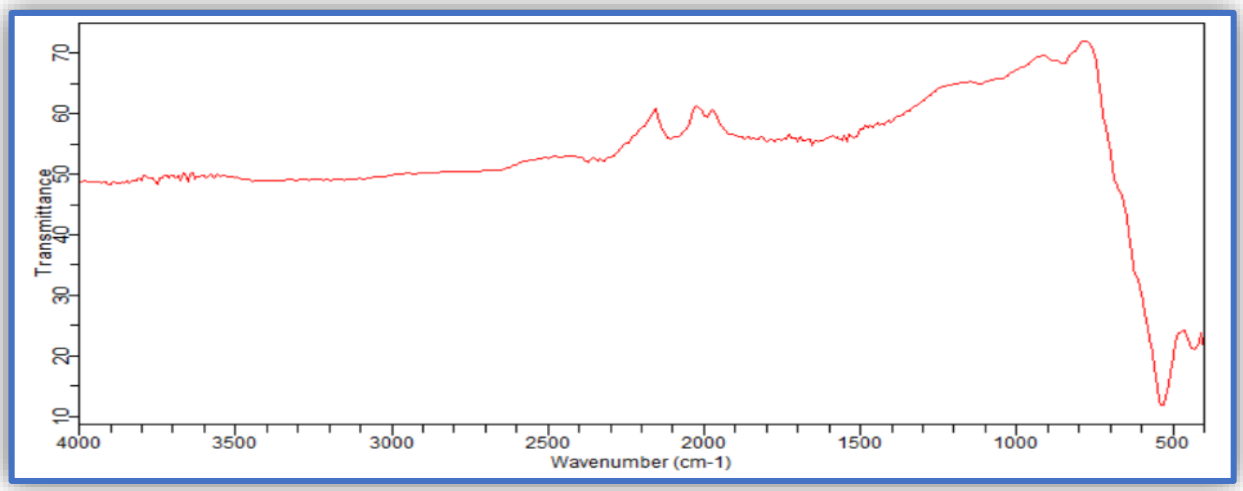


الشكل (V .7) : التحليل الطيفي المرئي للأشعة فوق البنفسجية (UV–Vis) لمركب (CuO) النانوي بعد الحرق [7].

يُظهر الشـــكل (V. 7) الطيف UV–Vis لمركب (CuO) الذي تم تحضـــيره باســـتخدام مستخلص مخلفات التمر بعد عملية حرقه، ذروة امتصاصية عند طول موجة 481 نانومتر في التحليل الطيفي المرئي للأشـــعة فوق البنفســـجية. ويرجع هذا الامتصـــاص إلى تكوين أكســـيد النحاس النانوي (CuO) [12].

V. 2.2. أكسيد الحديد النانوي الممغنط:

1. تشخيص أوكسيد الحديد النانوي الممغنط بواسطة FTIR:



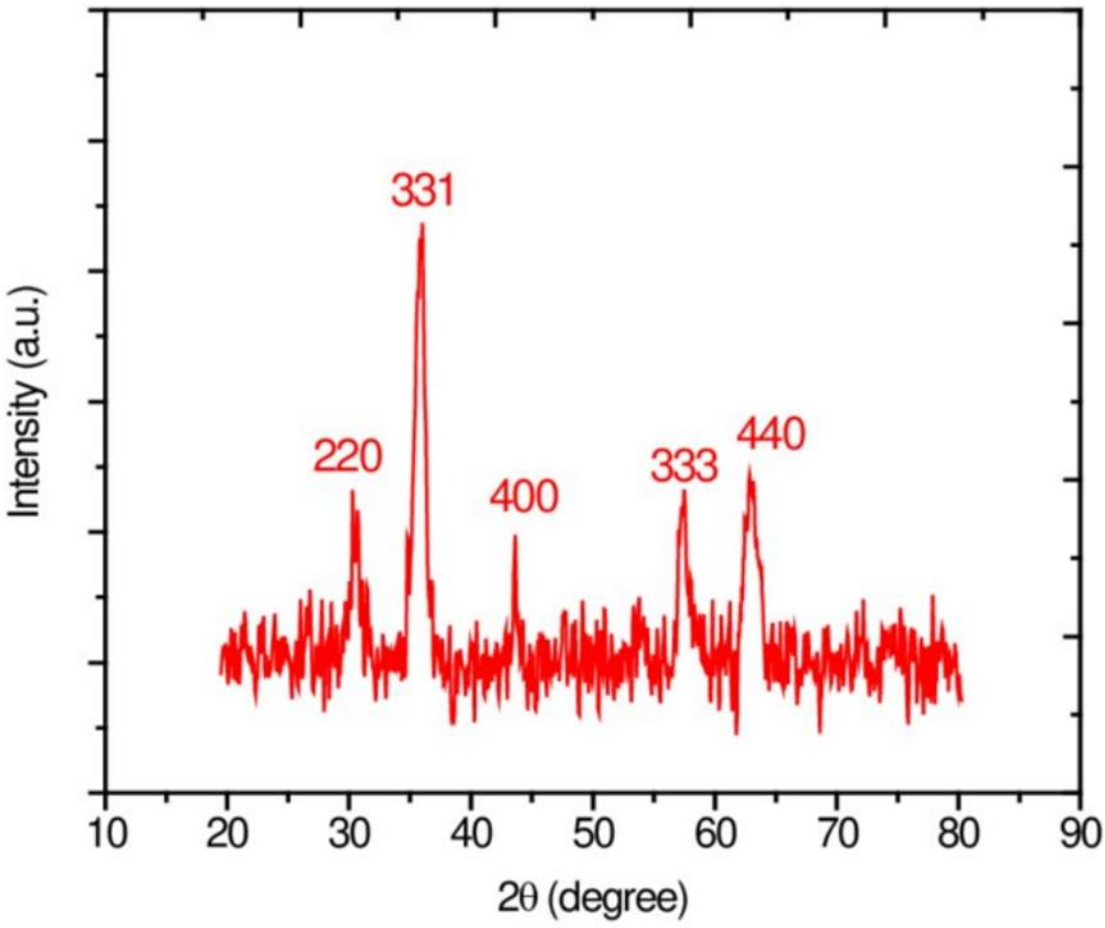
شكل (V.8) طيف الأشعة تحت الحمراء FTIR لأوكسيد الحديد النانوي الممغنط

تم تحليل النطاق 400–800 سم$^{-1}$ المميز لرابطة Fe–O يمتلك كل من طور الماجنتي(Fe_3O_4) والماجهيميت نطاقات Fe–O مميزة يمكن تحديدها. يحتوي الماجنتيت على شريط واسع يبلغ ذروته عند 573 سم$^{-1}$ وله كتف حول 700 سم$^{-1}$ يُعزى إلى الأكسدة السطحية [13]، [14].

الطيف الخاص بالماجهيميت أكثر تعقيدًا، مع ستة نطاقات في النطاق 500–800 سم$^{-1}$، مع أقوى شريط عند 638 سم$^{-1}$ [15]، [16].

من خلال التحليل يمكن ان نستنتج مبدئيا انه قد تشكل لدينا الماجنتيت(Fe_3O_4) .

2. تشخيص أوكسيد الحديد النانوي الممغنط بواسطة XRD

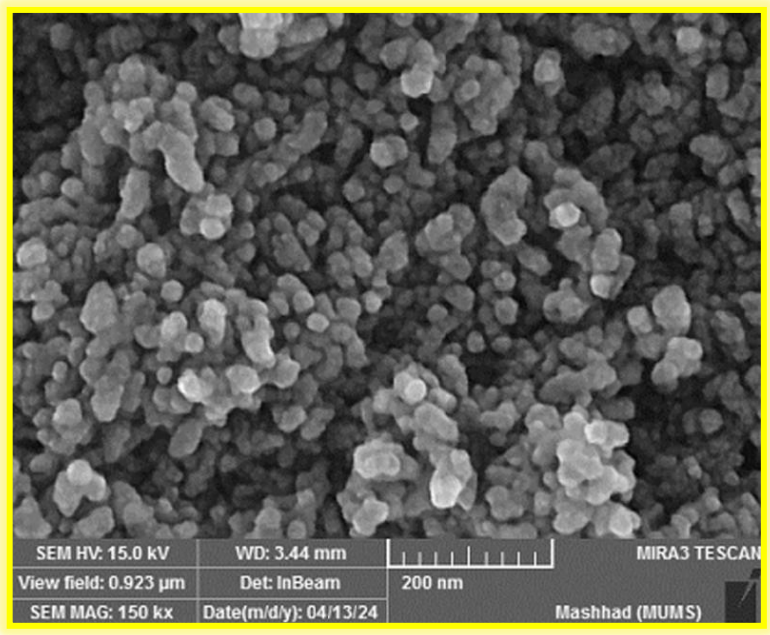


شكل (9.V) طيف الأشعة السينية المشتتة للطاقة لأوكسيد الحديد النانوي الممغنط .

نمط حيود الأشعة السينية (XRD) لمستخلص التمر المائي والكحولي والجسيمات النانوية المغناطيسية (MNPs) المُصنَّعة مُبيَّن في الشكل أسفله. وُجدت قمم الحيود عند قيم 2θ حوالي 30.31، 35.92، 43.6، 57.38، و 62.96 والتي يمكن أن تمثل المستويات البلورية (220)، (311)، (400)، (333)، و (440) للجسيمات النانوية البلورية المغناطيسية

على التوالي. نمط حيود الأشعة السينية لناتج كان متوافقًا جيدًا مع النمط القياسي لحيود الأشعة السينية للمغنيتيت حسب قاعدة البينات بطاقة .(JCPDS # 89-4319) علاوة على ذلك، أظهر النمط أن المستوى 311 هو المستوى الرئيسي مع وجود معظم الجسيمات بتركيب بلوري مكعب مركزي الوجوه (FCC)[17].

3. تشخيص أوكسيد الحديد النانوي الممغنط بواسطةSEM:

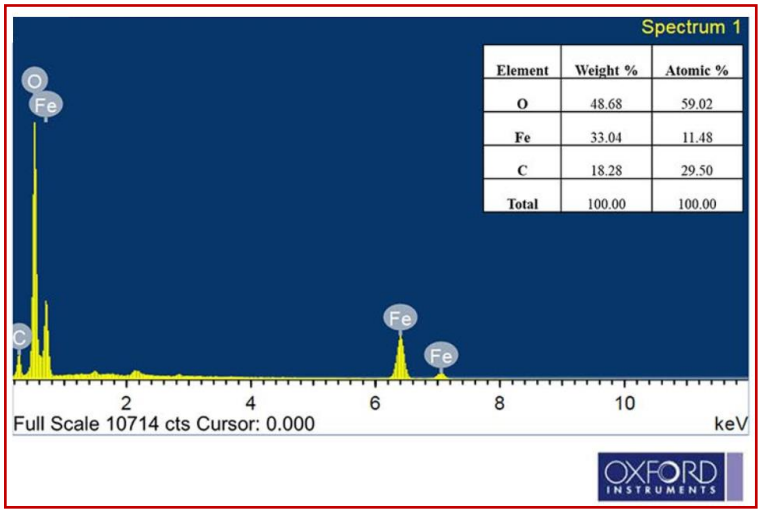


شكل (V. 10): تشخيص أوكسيد الحديد النانوي الممغنط بواسطةSEM

يوضح الشكل (10.V) الحجم لجسيمات (Fe_3O_4) النانوية. تُظهر صورة المجهر الإلكتروني الماسح (SEM) في الشكل (V. 10) للعينة من جسيمات (Fe_3O_4) النانوية، الجسيمات نانوية ذات شكل كروي تتميز بخصائص تشبه الزهرة

بشكل متجانس في صورة متكتلة. سطح الكرة مغطى ببنية تشبه الزهرة، والتي تتكون من عدة صفائح نانوية بالإضافة إلى ذلك، يمكن أن يُعزى هذا التكتل إلى وجود مركبات بيولوجية على سطح الجسيمات. يوضح توزيع حجم الجسيمات في الشكل توزيعًا متجانسًا بقطر متوسط يبلغ حوالي 12.61 نانومتر [18-21] .

4. تشخيص أوكسيد الحديد النانوي الممغنط بواسطة EDX :

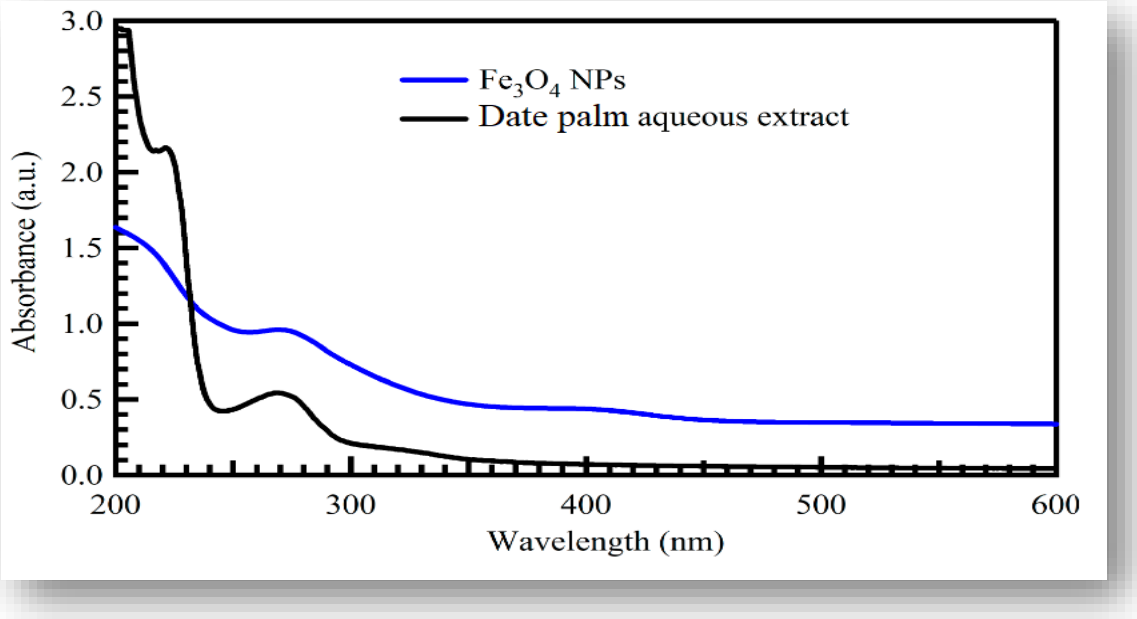


شكل (V . 11) تشخيص أوكسيد الحديد النانوي الممغنط بواسطةEDX :

معالجة البيانات بواسطة الطيف الإلكتروني للانتشار الطاقوي (EDX) توضح لنا التركيب العنصري للعينة من الشكل(V . 11) ، يظهر بوضوح أن الإشارات البارزة توجد بين 6 و 8 كيلو إلكترون فولت (keV) وجود الحديد النقي بنسبة (11.48٪) [22]. تم تأكيد وجود الأكسجين النقي بسبب القمة الحادة عند 0.5 كيلو إلكترون فولت بنسبة (59.02٪) .يمكن

ملاحظة في الطيف الإلكتروني للانتشار الطاقوي (EDX) أن قمة الأكسجين أعلى نسبياً من قمة الحديد النقي. وهذا يؤكد أن الجسيمات النانوية كانت من أكسيد الحديد. وتدل وجود قمة ثانوية عند 0.3 كيلو إلكترون فولت على وجود الكربون (29.5٪)، والذي ينبع من الجزيئات الحيوية في مستخلص مخلفات التمر [23]. يتميز نقاء الجسيمات النانوية بحقيقة عدم وجود أي قمم أخرى في الطيف.

5. التحليل الطيفي المرئي للأشعة فوق البنفسجية (UV–Vis) لأكسيد الحديد النانوي الممغنط:



الشكل (V. 12): التحليل الطيفي المرئي للأشعة فوق البنفسجية (UV–Vis) لأكسيد الحديد النانوي الممغنط

وفقًا الشكل (12.V)، تم تعيين إشارات الأشعة فوق البنفسجية- المرئية الماء الكحولي عند 275 نانومتر و225 نانومتر هذه الإشارات مرتبطة بانتقالات $\pi \rightarrow \pi^*$ ، والتي تُظهر وجود الفينولات كمصدر لمضادات الأكسدة الحرة وهي أيضا لتخليق جزيئات النانو الخضراء. النتائج عند 262 و450 نانومتر أثبتت إنتاج جزيئات النانو المغناطيسية الخضراء باستخدام المستخلص وفقًا الشكل (12.V).

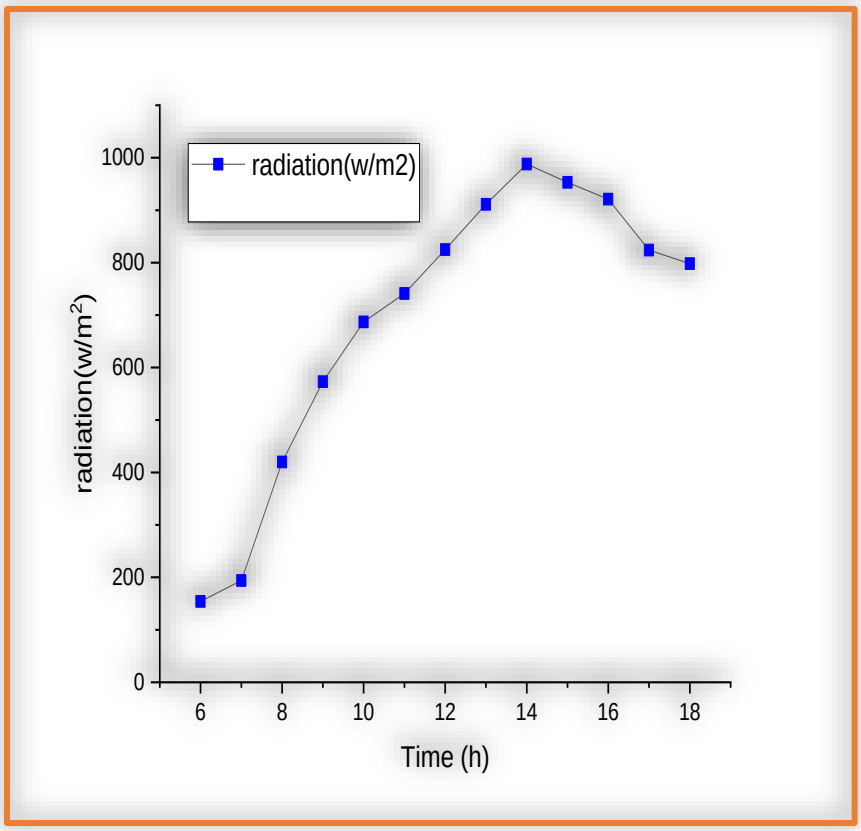
V .3. نتائج التجربة الثانية (المقطرات الشمسية)

جدول (V. 2): يمثل النتائج التجريبية للمقطرات الشميسة المتحصل عليها من خلال التجربة:

radiation (w/m2)	time (h)	T(°C)	Water					Fe3O4					CuO				
			T ext. glass	T int. glass	T, Teau	Q (ml)	Q t(ml)	T ext. glass	T int. glass	T , eau	Q (ml)	Q t(ml)	T ext. glass	T int. glass	T, eau	Q(ml)	Q t(ml)
154	6	14	14	14	17	0	0	14	14	17	0	0	14	14	17	0	0
194	7	17	17	15	14	0	0	17	14	15	0	0	17	15	15	0	0
420	8	20	21	23	22	0	0	21	24	21	0	0	21	22	21	0	0
573	9	24	25	33	30	0	0	26	41	34	6	6	25	39	34	4	4
687	10	26	30	44	46	5	5	31	46	55	14	20	31	45	49	11	15
741	11	27	39	45	55	11	16	42	48	60	30	50	41	46	58	21	36
825	12	30	41	46	63	27	43	43	48	68	70	120	42	47	66	52	88
911	13	32	44	47	65	105	148	47	50	76	230	350	45	48	70	115	203
988	14	32	44	47	66	120	268	46	52	79	250	600	44	50	73	175	378
953	15	33	41	49	64	111	379	45	55	75	245	845	43	52	68	207	585
921	16	32	39	48	62	99	478	42	53	72	212	1057	40	51	64	188	773
824	17	31	35	46	54	85	563	39	50	69	196	1253	37	49	58	145	918
798	18	30	32	42	47	65	628	35	46	60	174	1400	34	44	51	132	1050

V. 1.3. مناقشة النتائج

1.تطور درجة الإشعاع الشمسي بدلالة الزمن

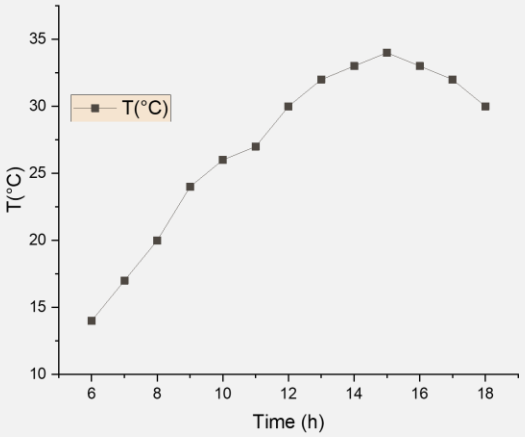


الشكل (V .13): منحنى تطور درجة الاشعاع الشمسي بدلالة الزمن

من خلا الجدول (V. 2) والمنحنى البياني نلاحظ أن درجة الاشـــعاع الضـــوئي تتغير بزيادة مع مرور الزمن حيث بلغت أقصـــى قيمة للإشـــعاع $988\ w/m^2$ عند الســـاعة 14:00 مساءا، ثم لاحظنا تراجع في قيمة الاشعاع مع مرور الزمن. الاشعاع له علاقة بحالة الجو.

2. تغيرات درجة حرارة الجو الخارجي بدلالة الزمن

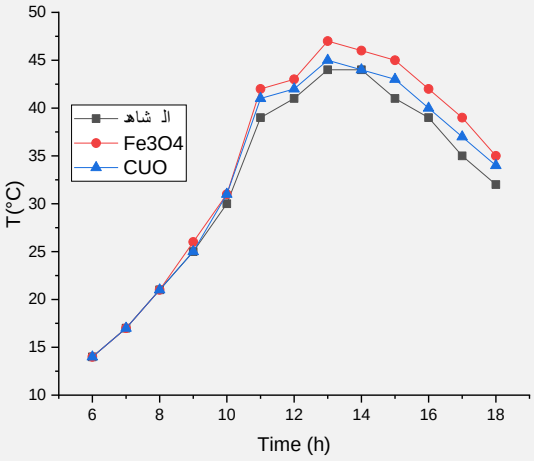
نلاحظ أن درجة الحرارة تتغير بازدياد الى أن بلغت° 32 C عند الساعة 14:00 بعد الزوال أين كانت أشعة الشمس عمودية على المقطرات ثم لاحظنا انخفاض طفيف في درجة الحرارة تقريبا الى غاية الساعة 18:00 مساءا.



شكل (V .14): المنحنى تغيرات درجة حرارة الجو الخارجي للمقطرات

3. تغيرات درجة حرارة الزجاج الخارجي للمقطرات الشمسية بدلالة الزمن

نلاحظ أنه عند بداية التجربة كانت درجة حرارة الزجاج الخارجي للمقطرات الشمسية متطابقة حيث بلغت قيمتها 14 C° ثم تزداد هذه القيمة بمرور الزمن لتصل الى قيمة اعظمية عند الساعة 13:00

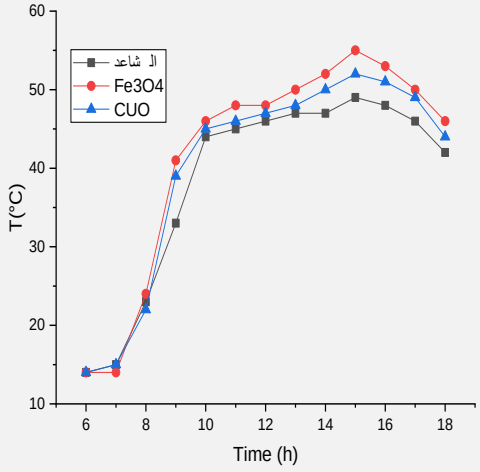


شكل (V .15): منحنى تغيرات درجة حرارة الزجاج الخارجي للمقطرات الشمسية

فتكون°C 44 بالنسبة للمقطر الشمسي الشاهد، و°C 47 بالنسبة للمقطر الشمسي الثاني، و °C 45 بالنسبة للمقطر الشمسي الثالث، ثم تبدأ هذه القيمة الاعظمية في النقصان الى أن تصل هذه القيمة الى °C 32 بالنسبة للمقطر الشمسي الشاهد، و°C 35 بالنسبة للمقطر الشمسي الثاني، و °C 34 النسبة للمقطر الشمسي الثالث عند الساعة 18:00. وهذا راجع لتأثر الزجاج بدرجة حرارة الجو الخارجي وكذا تراجع شدة الاشعاع الشمسي.

4. تطور درجة حرارة للسطح الداخلي للزجاج بدلالة الزمن

من خلال النتائج المبينة في الجدول (2.V) و المنحنى المقابل كانت درجة حرارة عند بداية التجربة للمقطرات الشمسية متطابقة وكانت قيمتها ° C 14 ثم تزداد هذه القيمة بمرور الزمن وهذا يرجع الى زيادة شدة الاشعاع الشمسي و كذلك زيادة درجة حرارة المحيط التي تؤثر بدورها على سطح الزجاج الخارجي و الداخلي للمقطرات ، حيث وصلت درجة الحرارة الى القيمة اعظمية ° C 49 عند الساعة 15:00 للمقطر الشاهد، و°C 55 بالنسبة للمقطر الشمسي

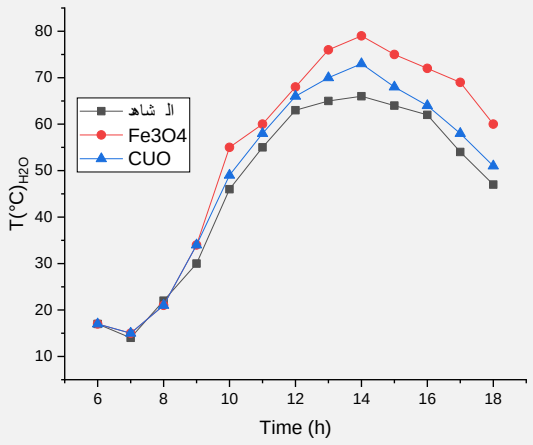


شكل (V . 16): منحنى تغيرات درجة حرارة الزجاج الداخلي للمقطرات الشمسي

الثاني، 52 C° بالنسبة للمقطر الشمسي الثالث عند نفس الساعة ، ثم تبدأ هذه القيمة في التناقص. نلاحظ عموما أن درجة حرارة الزجاج الداخلي للمقطرين الشمسيين (2 و3) المدروسين أكبر من درجة حرارة الزجاج الداخلي للمقطر الشمسي الشاهد.

6.تغيرات درجة حرارة الماء بدلالة الزمن

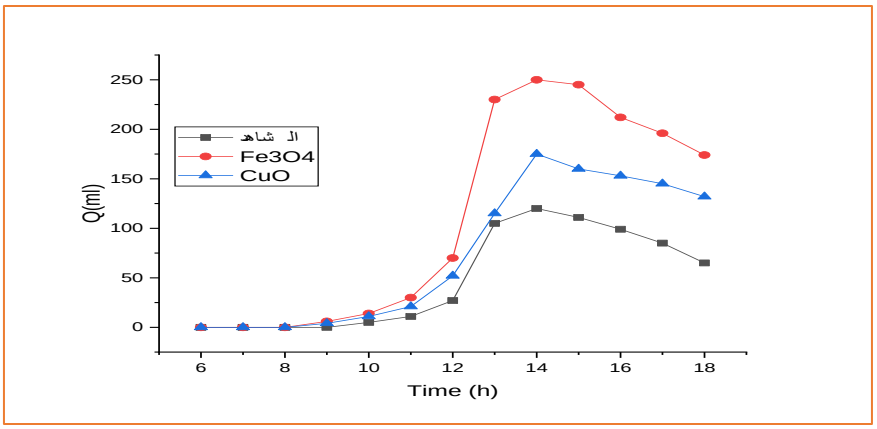
من خلال التجربة و التي كانت نتائجها موضحة في الجدول (2.V) نلاحظ أن هناك انخفاض في درجة حرارة الماء حيث كانت درجة حرارته 17C° في بدايته ثم انخفضت وهذا راجع أن حرارة الماء الصادرة من المنبع كانت مرتفعة ثم انخفضت نتيجة تعرضها لحرارة الجو لمدة ساعة كاملة ، ثم نلاحظ ازدياد درجة حرارة الماء بمرور الزمن الى أن تصل الى قيمة اعظمية للمقطرين الثاني و الثالث عند الساعة 14:00 ، حيث بلغت 79 C° النسبة للمقطر الشمسي الثاني الذي يحوي على أكسيد الحديد النانوي الممغنط و 73 C° النسبة للمقطر الثالث الذي يحوي على أكسيد النحاس النانوي، أما بالنسبة للمقطر الشاهد فكانت أقصى قيمة عند الدرجة 66 C° ، ثم تبدأ هذه القيمة في



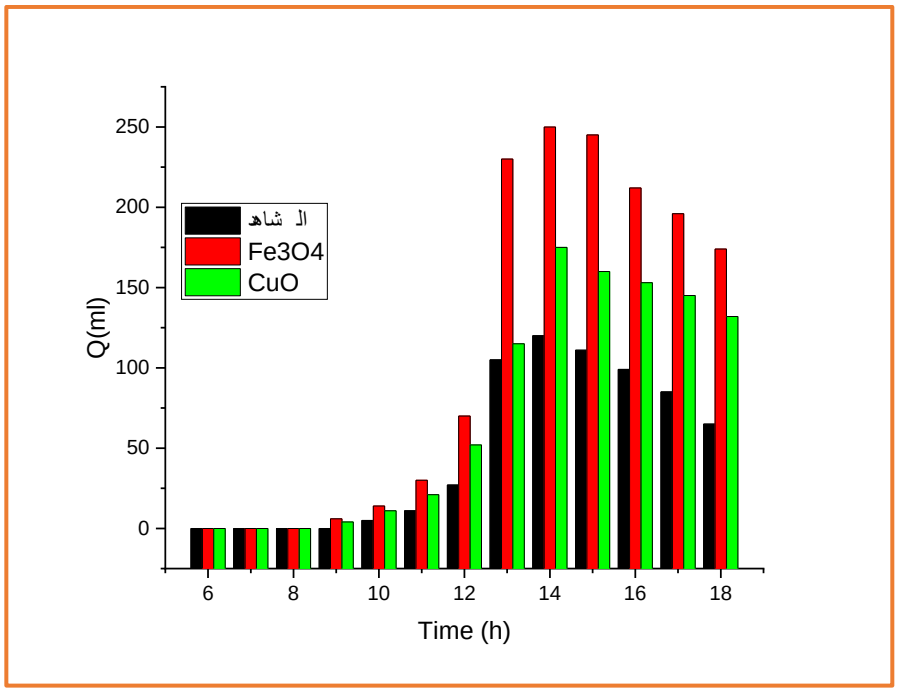
شكل (17. V): منحنى تغيرات درجة حرارة الماء المالح داخل المقطرات

التناقص الى أن تصل هذه القيمة الى 47 C° بالنسبة للمقطر الشمسي الشاهد ، و 60 C° بالنسبة للمقطر الشمسي الثاني ، و 51 C° النسبة للمقطر الشمسي الثالث وبالتالي نلاحظ أن درجة حرارة الماء المالح للمقطرين الشمسيين (2 و3) المدروسين أكبر من درجة حرارة الماء المالح للمقطر الشمسي الشاهد وهذا راجع لوجود أكسيد الحديد النانوي الممغنط في المقطر الشمسي (2) و أكسيد النحاس النانوي في المقطر الشمسي (3) الذي يتميز بزيادة مساحة التقاطه للإشعاع الشمسي وقدرته على التخزين الحراري، فبذلك تزداد درجة حرارة المقطرين الشمسيين المدروسين.

4) تغير كمية الماء المقطر الناتج بدلالة الزمن:



شكل (V .18): منحنى تغيرات كمية الماء المقطرة



الشكل (V. 19): مخطط أعمدة لكمية الماء المقطر الناتج من المقطرات

من خلال النتائج المبينة في الجدول (V. 2) و المنحنى البياني و مخطط الأعمدة السابقين نلاحظ أن المقطرات الشمسية الثلاث لم تنتج الماء المقطر من بداية التجربة الى غاية الساعة 9:00 بدأنا في تسجيل كمية من الماء المقطر بالنسبة للمقطرين(2 و3) تقدر ب 6ml الناتج من المقطر الشمسي(2) و 4 ml الناتج من المقطر الشمسي(3) مع انعدام كمية الماء المقطر الناتج من المقطر الشمسي الشاهد عند نفس الساعة، ثم تزداد كمية الماء المقطر بمرور الزمن الى أن تبلغ قيمة أعظمية تقدر ب 120ml عند الساعة 14:00 بالنسبة للمقطر الشمسي الشاهد و250ml بالنسبة للمقطر الشمسي(2) و175 ml بالنسبة للمقطر الشمسي(3) عند نفس الساعة، ثم تنخفض هذه القيمة بمرور الزمن الى أن تصل الى 65ml بالنسبة للمقطر

الشمسي الشاهد ، و 174ml بالنسبة للمقطر الشمسي (2)، و 132ml بالنسبة للمقطر الشمسي(3) وهذا عند الساعة 18:00 .

يتجلى هذ الفرق المتمثل في كمية الماء المقطر عند الساعة 14:00 فنلاحظ زيادة في عملية التقطير بالنسبة للمقطر الثاني والثالث على الشاهد وهذا يرجع الى أن جسيمات النانو تحسن امتصاص الضوء عبر نطاق واسع من الأطوال الموجية، مما يزيد من كمية الطاقة الشمسية المستفاد منها لتحويل الماء إلى بخار.

كذلك أن المواد النانوية المحضرة تمتلك قدرة توصيل حراري عالية بإضافتها إلى نظام المقطر، حيث تتم تسريع في عملية انتقال الحرارة من الوسط إلى الماء، مما يزيد من سرعة التبخر وكفاءة العملية.

وكذلك يتجلى الفرق بين المقطر الثاني الذي يحوي (Fe_3O_4) الممغنط والمقطر الثالث الحاوي على (CuO)، يرجع هذا الفرق الى الخواص الفيزيائية لكل منهما حيث يمتلك (Fe_3O_4) خاصية مغناطسية التي تساهم بدورها في تكسير الروابط الكيميائية مما تسهل وتزيد في عملية التبخير عن المقطر الثاني.

إن ميكانيكية تأثير المجال المغناطيسي الناتجة من (Fe_3O_4) الممغنط على جزئي الماء تؤثر على طبيعة تركيب ذرات الماء نفسه فعند وضع جزيئات الماء داخل مجال مغناطيسي فإن

الروابط الهيدروجينية بين الجزيئات إما تتغير أو تتفكك، مما يؤدي إلى امتصاص الطاقة فيقلل من مستوى اتحاد جزيئات الماء فيما بينها فيزيد من عملية التبخر [24]،[25].

جدول (3.V) يمثل كمية الماء المقطر Q(ml)

	Q (ml) من 06:00 الى18:00	Q (ml) من 18:00 الى06:00	Q (ml) خلال 24 ساعة	النسبة المئوية %
المقطر 1	628	43	671	0 %
المقطر 2	1400	678	2078	46.9 %
المقطر 3	1050	366	1416	24.64 %

من خلال نتائج جدول (3.V) يؤكد لنا ان المقطر الثاني أحسن مردود ثم يليه الثالث ثم يليه المقطر الأول الشاهد وهذا ما فسرناه سابقا.

أما كمية الماء المقطر بعد السادسة مساءا الى غاية السادسة صباحا فنلاحظ أن المقطرين الثاني والثالث أحسن مردود من مقطر الأول وهذا راجع الى أن جسيمات النانو المستعملة في المقطرين الثاني والثالث تعمل كمصدر تخزين لطاقة الحرارية التي تساهم بدورها على تبخير الماء بعد غروب الشمس.

4.V.تحليل نتائج الماء في التجربة

نأخذ 10ml من عينة الماء المالح المستعمل في عملية التقطير الشمسي ونضعها في بيشر ونقيس قيمة الـ pH والناقلية.

نأخذ 10ml من عينة الماء المقطر الناتج من عملية التقطير الشمسي ونضعها في بيشر ونقيس قيمة الناقلية و الـ pH فكانت النتائج ممثلة في جدول(V .4):

جدول(4.V): يمثل تحليل عينات من الماء

الثوابت	الماء المالح	ماء مقطر تقطير شمسي	ماء مقطر من المخبر
الـ pH	7.55	6.68	6.66
الناقلية الكهربائية(µs/cm)	12628	5.05	3.11

من خلال الجدول السابق يتبين لنا أن قيم ال pH المتحصل عليها في عملية التقطير الشمسي مساوية لعينة الماء المقطر المأخوذة من المخبر بينما كانت نتيجة الناقلية الكهربائية لعينة الماء المقطر المأخوذة من المخبر مساوية الى (3.11µs/cm) بينما نلاحظ زيادة طفيفة في عينة الماء المقطر الشمسي حيث بلغت (5.05µs/cm).

قائمة مراجع:

الفصل الخامس

المراجع

[7].غريسي عرفات، بوسكرة روميصاء، تحضير أكسيد النخاس النانوي من أوراق المورينجا واستخدامه في فصل بعض ايونات المعادن الثقيلة لبعض المحاليل المائية، ماستر، تخصص كيمياء عضوية، جامعة حمه لخضر الوادي، الجزائر،2023.

References

[1]. Srivastava, V.C., Mall, I.D., and Mishra, I.M. (2006) Equilibrium modelling of single and binary adsorption of cadmium and nickel onto bagasse fly ash. Chemical Engineering Journal, (1), 79-91.

[2]. R. Cuana, A.M. Panre, N.I. Istiqomah, R.M. Tumbelaka, Sunaryono, S.T. Wicaksono, E. Suharyadi, Green synthesis of Fe3O4/Chitosan nanoparticles utilizing Moringa oleifera extracts and their surface plasmon resonance properties, ECS J. Solid State Sci. Technol. 11 (2022) 083015. (2022). 10.1149/2162-8777/ac8b36.

[3]. F.H. Cincotto, D.A.S. Carvalho, T.C. Canevari, H.E. Toma, O. Fatibello-Filho, F.C. Moraes A nano-magnetic electrochemical sensor for the determination of mood disorder related substances RSC Adv., 8 (2018), pp. 14040-14047,

[4]. A. Datta, J. Adhikary, S. Chatterjee, D. Ghosh, S. Khamarui and T. Chattopadhyay, Inorg. Chim. Acta, 2016, 444, 209.

[5]. Belguedj M., 2002-Caractéristiques des cultivars de dattier du Sud-est du SaharaAlgérien. Vol 2.Ed. INRA. Alger.

[6]. Xu, J. F., Ji, W., Shen, Z. X., Li, W. S., Tang, S. H., Ye, X. R., ... & Xin, X. Q. (1999). Raman spectra of CuO nanocrystals. Journal of Raman spectroscopy, 30(5), 413-415.

[8] . Adeela, N., Maaz, K., Khan, U., Karim, S., Nisar, A., Ahmad, M., ... & Liu, J. (2015). Influence of manganese substitution on structural and magnetic

properties of CoFe2O4 nanoparticles. Journal of Alloys and Compounds, 639, 533-54.

[9]. Gandhi, A. C., Pant, J., Pandit, S. D., Dalimbkar, S. K., Chan, T. S., Cheng, C. L., ... & Wu, S. Y. (2013). Short-range magnon excitation in NiO nanoparticles. The Journal of Physical Chemistry C, 117(36), 18666-18674.

[10]. Gaikwad, S. S., Gandhi, A. C., Pandit, S. D., Pant, J., Chan, T. S., Cheng, C. L., ... & Wu, S. Y. (2014). Oxygen induced strained ZnO nanoparticles: An investigation of Raman scattering and visible photoluminescence. Journal of Materials Chemistry C, 2(35), 7264-7274.

[11]. Gandhi, A. C., Huang, C. Y., Yang, C. C., Chan, T. S., Cheng, C. L., Ma, Y. R., & Wu, S. Y. (2011). Growth mechanism and magnon excitation in NiO nanowalls. Nanoscale research letters, 6(1), 485.

[12]. Onundi Y. B., Mamun A. A., Alkhatib M. F., and Ahmed Y. M.(2010), "Adsorption of copper, nickel and lead ions from synthetic semiconductor industrial wastewater by palm shell activated carbo",Int. J. Environ. Sci. Tech., 7(4): 751-758.

[13].A. Rezanezhad, A. Hajalilou, F. Eslami, E. Parvini, E. Abouzari-Lotf, B. Aslibeiki Superparamagnetic magnetite nanoparticles for cancer cells treatment via magnetic hyperthermia: effect of natural capping agent, particle size and concentration Mater. Sci. Mater. Electron., 32 (2021), pp. 24026-24040.

[14].R. Kavkhani, A. Hajalilou, E. AbouzariLotf, L.P. Ferreira,M.M. Cruz, M. Yusefi, E. Parvini, A.B. Ogholbeyg, U.N. Ismail CTAB assisted synthesis of MnFe2O4@ SiO2 nanoparticles for magnetic hyperthermia and MRI application Mater. Today Commun., 31 (2022), Article 103412.

[15].A. Rezanezhad, A. Hajalilou, F. Eslami, E. Parvini, E. Abouzari-Lotf, B. Aslibeiki Superparamagnetic magnetite nanoparticles for cancer cells treatment via magnetic hyperthermia: effect of natural capping agent, particle size and concentration Mater. Sci. Mater. Electron., 32 (2021), pp. 24026-24040.

[16]. M. Peiravi, H. Eslami, M. Ansari, H. Zare-Zardini Magnetic hyperthermia : potentials and limitations Indian Chem. Soc., 99 (1) (2022), p. 100269.

[17]. Phumying, S., Labuayai, S., Thomas, C., Amornkitbamrung, V., Swatsitang, E. and Maensiri, S. (2013) Aloevera Plant-Extracted Solution Hydrothermal Synthesis and Magnetic Properties of Magnetite (Fe3O4) Nanoparticles. Applied Physics A: Materials Science and Processing, 111, 1187-1193 https://doi.org/10.1007/s00339-012-7340-5

[18]. Gong, J.; Lin, X. Facilitated Electron Transfer of Hemoglobin embedded in Nano-sized Fe3O4 Matrix Based on Paraffin Impregnated Graphite Electrode and Electrochemical Catalysis for Trichloroacetic Acid. *Microchem.J.***2003,***75*,51-57.

[19]. Baraton, M.I.; Chen, X.; Gonsalves, K.E. Application of Fourier Transform Infrared Spectroscopy to Nanostructured Materials Surface Characterization. Study of an Aluminium Nitride PowderPrepared via Chemical Synthesis. In *Nanotechnology Moleculary Designed Materials*, 1st Ed.; Chow, G. M.; Gonsalves,K.E. Eds.; American Chemical Society: WashingtonDC;1996p.313.

[20]. Chen, D.H.; Wu, S.H. Synthesis of Nickel Nanoparticles in Water-in-oil Microemulsions.*ChemMater.***2000,***12*,1354-1360.

[21]. Alonso Sedano, A.B.; Garcia, M.L.T.; Barbado, M.D.V.; Batanero, P.S. Electrochemical Study of Copper and Iron Compounds in the Solid State by using Voltammetry Immobilized Microparticles: Application to Cooper Ferrite Characterization. *J. ElectroanalChem***2004,***566*,433-441.

[22]. Dash A, Ahmed MT, Selvaraj R (2019) Mesoporous magnetite nanoparticles synthesis using the Peltophorum pterocarpum pod extract, their antibacterial efficacy against pathogens and ability to remove a pollutant dye. J Mol Struct 1178:268–273.

[23]. inayagam R, Pai S, Varadavenkatesan T, Kumar M, Narayanasamy S, Selvaraj R (2020a) Structural characterization of green synthesized α –Fe_3O_4 nanoparticles using the leaf extract of Spondias.

[24]. Hilal, M. H.; and M.M. Hilal. (2000a). Application of Magnetic Technology in Desert Agriculture. I. Seed Germination and Seedling Emergence of Some Crops in a Saline Calcareous Soil. Egypt J. Soil Sci. 40 (3): 413-422.

[25] . Hilal, M.H.; and M.M. Hilal. (2000b). Application of magnetic technology in Desert Agriculture. II- Effect of Magnetic Treatments of Irrigation Water on Salt Distribution in Olive and Citrus Field and Induced Changes of Ionic Balance in Soil and Plant. Egypt. J. Soil Sci435-423 :(3)40 .

الخاتمة العامة

الخاتمة العامة

في ختام هذه المذكرة، يظهر البحث الحالي أن استخدام بعض المواد النانوية المحضرة بطريقة التحضير الحيوي من مخلفات التمر غير مكلفة.

ومن خلال التجارب والدراسات السابقة، نؤكد أن المواد النانوية العضوية على المركبات المعدنية تمتاز بخصائص ومميزات مختلفة عن المواد الخام العادية.

- ❖ صناعة المواد النانوية تتم بطرق بسيطة وتكلفة منخفضة مقارنة بغيرها من المواد.
- ❖ تقنية النانو تمتلك مستقبلًا واعدًا ولها استخدامات متعددة في جميع مجالات الحياة.

وقد أظهرت الدراسات السابقة حول تصنيع وتوصيف وتشخيص المواد النانوية العضوية على المركبات المعدنية.

وفي هذا العمل الذي أنجزناه يمكن من إمكانية تصنيع مواد نانوية عضوية من أصل معدني بأشكال وأحجام مختلفة، بطرق بسيطة وبتكلفة منخفضة. كما تم التأكيد على تصنيع هذه المواد وتشخيصها وتوصيفها باستخدام عدة طرق وأجهزة متطورة مثل جهاز الأشعة تحت الحمراء بتحويل فورييه، جهاز الأشعة فوق البنفسجية، الأشعة السينية، وأجهزة الميكروسكوبات الإلكترونية المختلفة.

كما يمكن لهذه المواد أن تحسن في كفاءة أداء المقطرات الشمسية بشكل ملحوظ وسمحت لنا هذه الدراسة بالتعرف على الفرق في كمية الماء المقطر المتحصل عليه بعد استعمال أكسيد النحاس النانوي وأكسيد الحديد النانوي الممغنط على المقطرات الشمسية.

تشير النتائج الإيجابية لهذه الدراسة إلى أن استخدام المواد النانوية المحضرة بطريقة التحضير الحيوي يمكن أن يكون خطوة مهمة نحو تطوير تقنيات الطاقة الشمسية المستدامة والفعالة.

بالنظر إلى الاستمرار في التطور التكنولوجي، ينبغي إيلاء مزيد من الاهتمام لهذه الطريقة وإجراء المزيد من الأبحاث لتحسين فهمنا لتأثيرها على أداء المقطرات الشمسية.

خلال هذا البحث، واجهنا تحديات مختلفة وتم التعامل معها بفاعلية، ومن ضمن التوصيات المقترحة للأبحاث المستقبلية، يُوصى بتوسيع نطاق الدراسات لتضمن فحص مدى تطبيق هذه التقنية في ظروف الإنتاج الصناعي والتجاري، بالإضافة إلى استكشاف السبل التي يمكن من خلالها تحسين استدامة وقابلية تطبيق هذه المواد في صناعة الطاقة الشمسية. باختصار، تقدم هذه المذكرة مساهمة مهمة في فهمنا للفوائد المحتملة لاستخدام المواد النانوية المحضرة بطريقة التحضير الحيوي في تحسين أداء المقطرات الشمسية، وتمهيد الطريق للبحوث المستقبلية التي ستستكشف وتوسع هذه الفوائد في مجالات الطاقة المتجددة.

الملحق

الملحق

ألأدوات المخبارية المستعملة في التجربة :

بيشر

مخبار مدرج

قمع

أنابيب أختبار زجاجية

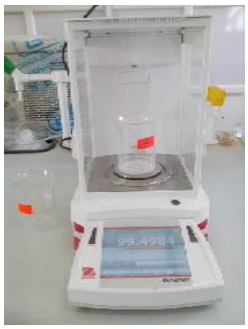
قمع بوخنر للترشيح

ورق الترشيح

دورق عياري

حاملة سحاحة

الأجهزة المستعملة في التجربة :

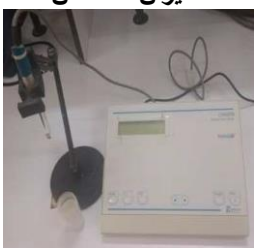


الميزان الحساس

جهاز الامتصص الضوئي

جهاز التسريع

جهاز الطحن



جهاز قياس الناقلية

جهاز ال ph

فرن التجفيف

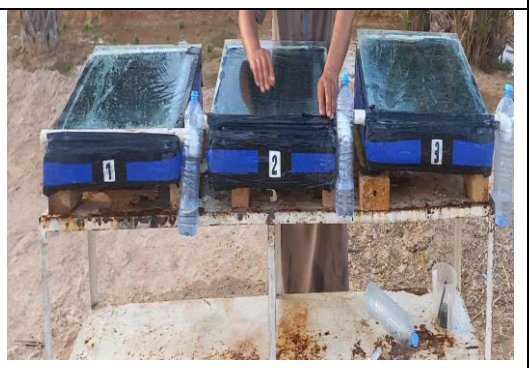
جهاز الطرد المركزي

البيرانو متر

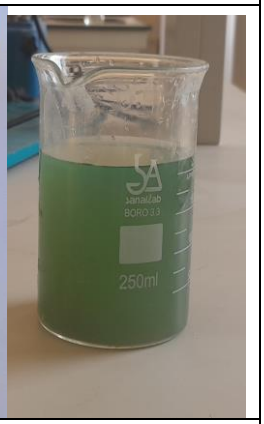
المكثف الأرتدادي

متعدد القياسات

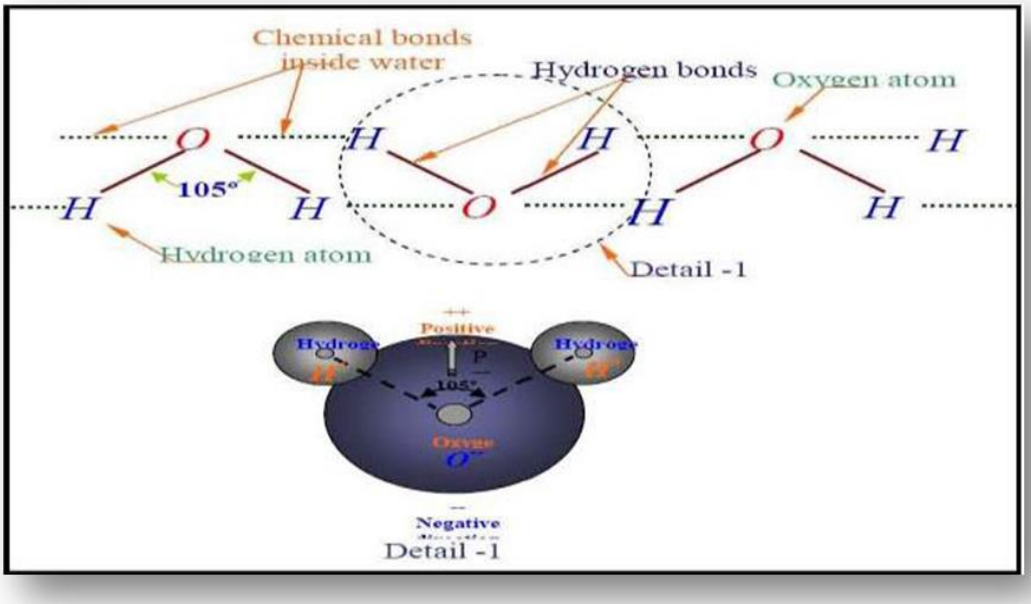
صور بعض مراحل التجريبية :



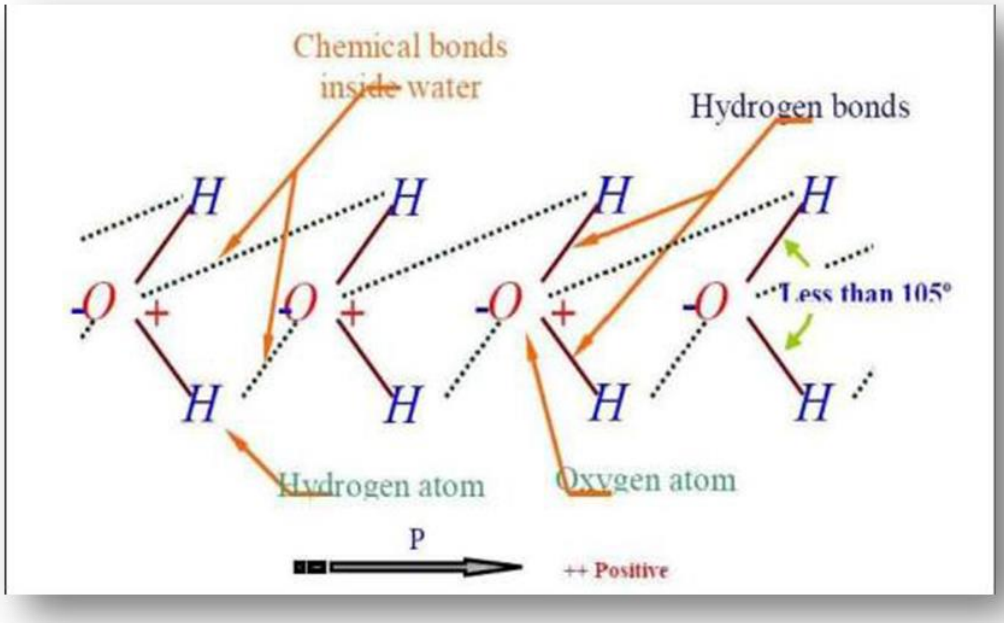
تجهيز المقطرات



تحضير الأكاسيد



✓ **جزئيات الماء قبل تعرضها لمجال مغناطيسي**



✓ **ترتيب جزيئات الماء بعد تعرضها لمجال مغناطيسي**

✓ **جدول يبين علاقة نوعية المياه بالناقلية الكهربائية :**

نوعية المياه	الناقلية الكهربائية (µs/cm)
مياه جيدة جدا	أقل من 250
المياه الجيدة	بين 250-750
مياه يمكن استعمالها	بين 750-2000
مياه مشكوك أستعمالها	بين 2000 -3000
مياه لاتستعمل	أكثر من 3000