

# مجلة جامعة البعث

سلسلة العلوم الأساسية



مجلة علمية محكمة دورية

المجلد 46 . العدد 5

1445 هـ - 2024 م

الأستاذ الدكتور عبد الباسط الخطيب

رئيس جامعة البعث

المدير المسؤول عن المجلة

رئيس هيئة التحرير	أ. د. محمود حديد
رئيس التحرير	أ. د. درغام سلوم

مدير مكتب مجلة جامعة البعث

د. إبراهيم عبد الرحمن

عضو هيئة التحرير	د. محمد هلال
عضو هيئة التحرير	د. فهد شريباتي
عضو هيئة التحرير	د. معن سلامة
عضو هيئة التحرير	د. جمال العلي
عضو هيئة التحرير	د. عباد كاسوحة
عضو هيئة التحرير	د. محمود عامر
عضو هيئة التحرير	د. أحمد الحسن
عضو هيئة التحرير	د. سونيا عطية
عضو هيئة التحرير	د. ريم ديب
عضو هيئة التحرير	د. حسن مشرقي
عضو هيئة التحرير	د. هيثم حسن
عضو هيئة التحرير	د. نزار عبشي

تهدف المجلة إلى نشر البحوث العلمية الأصيلة، ويمكن للراغبين في طلبها

الاتصال بالعنوان التالي:

رئيس تحرير مجلة جامعة البعث

سورية . حمص . جامعة البعث . الإدارة المركزية . ص . ب (77)

. هاتف / فاكس : 963 31 2138071 ++

. موقع الإنترنت : [www.albaath-univ.edu.sy](http://www.albaath-univ.edu.sy)

. البريد الإلكتروني : [magazine@ albaath-univ.edu.sy](mailto:magazine@albaath-univ.edu.sy)

**ISSN: 1022-467X**

## شروط النشر في مجلة جامعة البعث

الأوراق المطلوبة:

- 2 نسخة ورقية من البحث بدون اسم الباحث / الكلية / الجامعة) + CD / word من البحث منسق حسب شروط المجلة.
  - طابع بحث علمي + طابع نقابة معلمين.
  - إذا كان الباحث طالب دراسات عليا:  
يجب إرفاق قرار تسجيل الدكتوراه / ماجستير + كتاب من الدكتور المشرف بموافقة على النشر في المجلة.
  - إذا كان الباحث عضو هيئة تدريسية:  
يجب إرفاق قرار المجلس المختص بإنجاز البحث أو قرار قسم بالموافقة على اعتماده حسب الحال.
  - إذا كان الباحث عضو هيئة تدريسية من خارج جامعة البعث :  
يجب إحضار كتاب من عمادة كليته تثبت أنه عضو بالهيئة التدريسية و على رأس عمله حتى تاريخه.
  - إذا كان الباحث عضواً في الهيئة الفنية :  
يجب إرفاق كتاب يحدد فيه مكان و زمان إجراء البحث ، وما يثبت صفته وأنه على رأس عمله.
  - يتم ترتيب البحث على النحو الآتي بالنسبة لكليات (العلوم الطبية والهندسية والأساسية والتطبيقية):  
عنوان البحث .. ملخص عربي و إنكليزي ( كلمات مفتاحية في نهاية الملخصين).
- 1- مقدمة
  - 2- هدف البحث
  - 3- مواد وطرق البحث
  - 4- النتائج ومناقشتها .
  - 5- الاستنتاجات والتوصيات .
  - 6- المراجع.

- يتم ترتيب البحث على النحو الآتي بالنسبة لكليات ( الآداب - الاقتصاد - التربية - الحقوق - السياحة - التربية الموسيقية وجميع العلوم الإنسانية):
- عنوان البحث .. ملخص عربي و إنكليزي ( كلمات مفتاحية في نهاية الملخصين).
- 1. مقدمة.
- 2. مشكلة البحث وأهميته والجديد فيه.
- 3. أهداف البحث و أسئلته.
- 4. فرضيات البحث و حدوده.
- 5. مصطلحات البحث و تعريفاته الإجرائية.
- 6. الإطار النظري و الدراسات السابقة.
- 7. منهج البحث و إجراءاته.
- 8. عرض البحث و المناقشة والتحليل
- 9. نتائج البحث.
- 10. مقترحات البحث إن وجدت.
- 11. قائمة المصادر والمراجع.
- 7- يجب اعتماد الإعدادات الآتية أثناء طباعة البحث على الكمبيوتر:
  - أ- قياس الورق 25×17.5 B5.
  - ب- هوامش الصفحة: أعلى 2.54- أسفل 2.54 - يمين 2.5- يسار 2.5 سم
  - ت- رأس الصفحة 1.6 / تذييل الصفحة 1.8
  - ث- نوع الخط وقياسه: العنوان . Monotype Koufi قياس 20
- . كتابة النص Simplified Arabic قياس 13 عادي . العناوين الفرعية Simplified Arabic قياس 13 عريض.
- ج . يجب مراعاة أن يكون قياس الصور والجداول المدرجة في البحث لا يتعدى 12سم.
- 8- في حال عدم إجراء البحث وفقاً لما ورد أعلاه من إشارات فإن البحث سيهمل ولا يرد البحث إلى صاحبه.
- 9- تقديم أي بحث للنشر في المجلة يدل ضمناً على عدم نشره في أي مكان آخر، وفي حال قبول البحث للنشر في مجلة جامعة البعث يجب عدم نشره في أي مجلة أخرى.
- 10- الناشر غير مسؤول عن محتوى ما ينشر من مادة الموضوعات التي تنشر في المجلة

11- تكتب المراجع ضمن النص على الشكل التالي: [1] ثم رقم الصفحة ويفضل استخدام التهميش الإلكتروني المعمول به في نظام وورد WORD حيث يشير الرقم إلى رقم المرجع الوارد في قائمة المراجع.

تكتب جميع المراجع باللغة الانكليزية (الأحرف الرومانية) وفق التالي:  
آ . إذا كان المرجع أجنبياً:

الكنية بالأحرف الكبيرة . الحرف الأول من الاسم تتبعه فاصلة . سنة النشر . وتتبعها معترضة ( - ) عنوان الكتاب ويوضع تحته خط وتتبعه نقطة . دار النشر وتتبعها فاصلة . الطبعة ( ثانية . ثالثة ) . بلد النشر وتتبعها فاصلة . عدد صفحات الكتاب وتتبعها نقطة .  
وفيما يلي مثال على ذلك:

-MAVRODEANUS, R1986- Flame Spectroscopy. Willy, New York, 373p.

ب . إذا كان المرجع بحثاً منشوراً في مجلة باللغة الأجنبية:

. بعد الكنية والاسم وسنة النشر يضاف عنوان البحث وتتبعه فاصلة، اسم المجلد ويوضع تحته خط وتتبعه فاصلة . المجلد والعدد ( كتابة مختزلة ) وبعدها فاصلة . أرقام الصفحات الخاصة بالبحث ضمن المجلة.  
مثال على ذلك:

BUSSE,E 1980 Organic Brain Diseases Clinical Psychiatry News ,  
Vol. 4. 20 – 60

ج . إذا كان المرجع أو البحث منشوراً باللغة العربية فيجب تحويله إلى اللغة الإنكليزية و  
التقيد

بالبنود (أ و ب) ويكتب في نهاية المراجع العربية: ( المراجع In Arabic )

## رسوم النشر في مجلة جامعة البعث

1. دفع رسم نشر (40000) ل.س أربعون ألف ليرة سورية عن كل بحث لكل باحث يريد نشره في مجلة جامعة البعث.
2. دفع رسم نشر (100000) ل.س مئة الف ليرة سورية عن كل بحث للباحثين من الجامعة الخاصة والافتراضية .
3. دفع رسم نشر (200) مئتا دولار أمريكي فقط للباحثين من خارج القطر العربي السوري .
4. دفع مبلغ (6000) ل.س ستة آلاف ليرة سورية رسم موافقة على النشر من كافة الباحثين.

## المحتوى

الصفحة	اسم الباحث	اسم البحث
50-11	محمد طاهر العمر د. محمد مضر الخضر	تحضير مرتبطة جديدة من مشتقات التيوفن وبعض معقداتها المعدنية
80-51	حازم الخطيب د. عبلة الزعبي	تحضير أفلام رقيقة من الأكاسيد المختلطة للنحاس والألمنيوم $CuAl_2O_4$ بطريقة البخ الحراري وتوصيفها
116-81	عائشة قيسون د. جورج غندور د. فادي عباس	تأثير الرش بالميثانول وشيلات الحديد في بعض الصفات الإنتاجية لفول الصويا تحت ظروف الري الناقص
138-117	علا زيدان د. وليد صهيوني د. علاء ناصيف	دراسة عددية لتغير طاقة حزمة الأيونات الصادرة عن البلازما المحرقة الكثيفة تبعاً لنوع وضغط غاز التشغيل
156-139	يارا الرمضان د. نهلة إبراهيم د. تغريد قدار	تأثير لقاح داء الكلب الخامل في بنية طحال الخفاش أكل الفاكهة <i>Rousettus</i> <i>aegyptiacus</i>







## تحضير مرتبطة جديدة من مشتقات الثيوفن وبعض معقداتها المعدنية

محمد طاهر العمر\* ، محمد مضر الخضر\*\*

### المخلص

تم في هذا البحث تحضير المرتبطة الجديدة (PTAPM)  $^{-1,1(1,4\text{-phenylene})\text{bis}(N\text{-}(4\text{-}((\text{thiophen-2-ylmethylene})\text{amino})\text{phenyl})\text{methanimine})}$  من تفاعل  $4,4'\text{-}((1,4\text{-phenylenebis(methaneylylidene))bis(azaneylylidene))\text{ dianiline}$  مع  $(\text{thiophene-2-carbaldehyde})$  بنسبة مولية (2:1) والتي ظهرت على شكل راسب بني مصفر بمرود (83.96%) وبدرجة انصهار أعلى من  $(300^{\circ}\text{C})$ . وبعد اثبات بنية المرتبطة باستخدام تقنيات  $(\text{FT-IR}, ^1\text{H-NMR}, ^{13}\text{C-NMR})$  تم تحضير معقداتها المعدنية لكل من  $(\text{Cu}^{+2}, \text{Co}^{+2}, \text{Ni}^{+2}, \text{Zn}^{+2})$  ودرست باستخدام مطيافية  $(\text{FT-IR}, \text{UV-Vis})$ ، إضافة لدراستها باستخدام طريقة الناقلية الكهربائية وتحديد والمحتوى المعدني من خلال طريقة الترميد، ولوحظ أن المعقدات المعدنية المحضرة تحتوي أيونات الكلور في كرة التساند وهي ذات طبيعة غير كهربائية وثنائية النوى.

**كلمات مفتاحية:** 2-ألدهيد الثيوفن، 1،4-ثنائي ألدهيد البنزن ، 1،4-ثنائي أمين البنزن ، معقدات معدنية، مرتبطة.

(\* طالب دكتوراه في الكيمياء اللاعضوية - قسم الكيمياء - كلية العلوم - جامعة البعث - حمص - سوريا.

(\*\*) أستاذ الكيمياء اللاعضوية في قسم الكيمياء - كلية العلوم - جامعة البعث - حمص - سوريا.

# Preparation of a new ligand from Thiophene derivatives and some of its metal complexes

Mohammad Taher Alomar\*

Mohammad Moudar Alkhuder\*\*

## Abstract

the novel ligand was synthesized (PTAPM).

-'1,1(1,4-phenylene)bis(N-(4-((thiophen-2-ylmethylene)amino)phenyl)methanimine)

From the reaction,

4,4'-((1,4-phenylenebis(methaneylylidene))bis(azaneylylidene)) dianiline

By reacting with (thiophene-2-carbaldehyde) in a molar ratio of (2:1), yielding a yellow-brown precipitate with a yield of (83.96%) and a melting point exceeding 300°C

Following the confirmation of the ligand's structure using techniques such as Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FT-IR), Proton Nuclear Magnetic Resonance ( $^1\text{H-NMR}$ ), and Carbon-13 Nuclear Magnetic Resonance ( $^{13}\text{C-NMR}$ ), its metal complexes were prepared for each of ( $\text{Cu}^{+2}$ ,  $\text{Co}^{+2}$ ,  $\text{Ni}^{+2}$ ,  $\text{Zn}^{+2}$ ) and studied using spectroscopic methods (FT-IR, UV-Vis).

Additionally, the complexes were studied using the electrical conductivity method, and the metal content was determined through thermogravimetric analysis. It was observed that the prepared metal complexes contained chloride ions in the coordination sphere, indicating their non-electrolytic and bimetallic.

**Keywords:** Thiophene, 1,4-diaminobenzene, 1,4-di aldehyde benzene, metal complexes, organically bound.

\*) PhD student, Department of chemistry-Faculty of science-Al-baath university Homs-Syria.

\*\*\*) professor of inorganic chemistry, Department of chemistry-Faculty of science-Al-baath university Homs-Syria.

## 1. المقدمة:

لقد تزايد الاهتمام بشكل كبير في اصطناع مركبات حاوية على ذرات غير متجانسة والتي تعطي مجالاً للباحثين في اصطناع ودراسة مركبات جديدة، لها القدرة على تقديم وظائف كثيرة في المجال البيولوجي مثل المركبات الحاوية على الذرات غير المتجانسة N,S,O [1], [2].

واحتلت المركبات الحاوية على ذرات غير متجانسة من النوع N2E2 مجال واسع من الدراسات والأبحاث لقدرتها الكبيرة على التساند ودورها الهام في الكيمياء الفراغية، اما المعقدات المعدنية لهذا النوع من المركبات لها تطبيقات بيولوجية كثيرة كما تأتي أهمية هذا النوع من المركبات في استخدامها في المجال الطبي لأغراض علاجية وكذلك في تشخيص بعض الامراض [3-6].

كما جذبت المركبات الحاوية على الذرات غير المتجانسة انتباه العلماء نحو الكيمياء اللاعضوية الحيوية مثل مشتقات البيريدين و التيوفن والفوران [7-10].

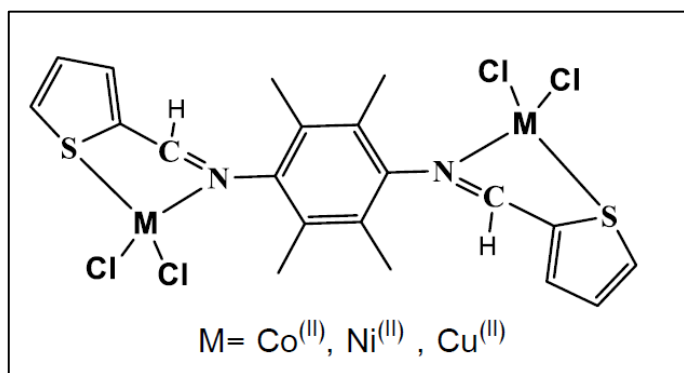
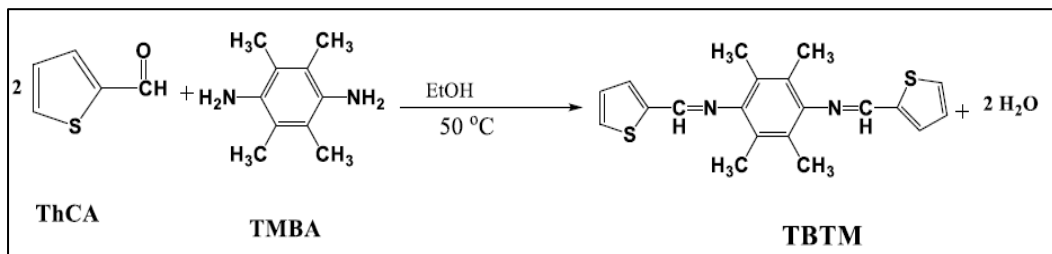
كما تشكل هذه المركبات مرتبطات تتساند بسهولة مع الذرات المعدنية وذلك لأنها تملك ازواج إلكترونية قابلة للتساند مع الأيونات المعدنية، كما أن أسس شيف لهذا النوع من المركبات تملك تطبيقات كثيرة لأنها تملك خصائص بيولوجية وكيميائية وفيزيائية هامة [11].

وهذه الفعاليات تصبح اقوى عندما تتساند هذه المركبات مع الذرات المعدنية حيث تلعب الذرات غير المتجانسة دوراً مهماً في تشكيل الروابط التساندية ومنه معقدات أكثر استقراراً [12-16].

- درس الباحثان (الخضر، محمد مضر و شاهرلي، تمارة، 2018) اصطناع مرتبطة إيمينية جديدة مشتقة من التيوفن (TBTM) من تكاثف (Thiophene)

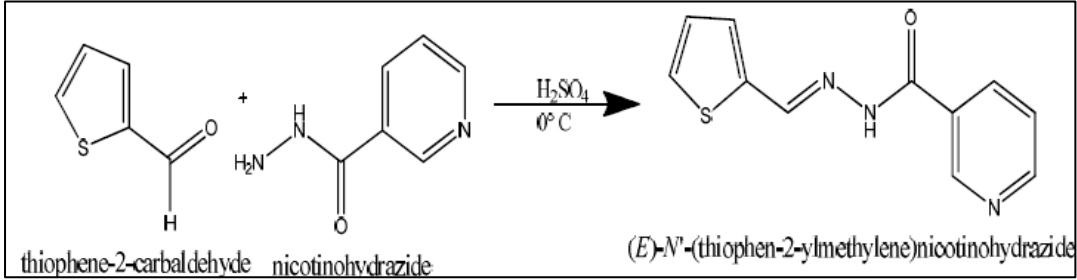
(2,3,5,6-tetramethylbenzene-1,4-diamine) مع -2-carbaldehyde)

وفق المخطط العام التالي:

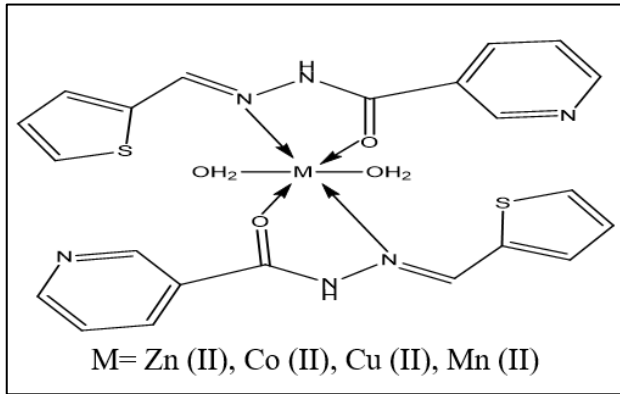


بعد اثبات ببنية المرتبطة المحضرة تم اصطناع المعقدات المعدنية لها مع أيونات بعض المعادن الانتقالية ( $\text{Co}^{2+}$ ,  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Ni}^{2+}$ ) وبعد الدراسة المفصلة لهذه المعقدات تبين أنها ثنائية النوى ورباعية التساند [17].

- وفي دراسة عام 2014 قام كل من T. Chandrasekaran وآخرون بتحضير المرتبطة (TCNH) وذلك بالتكاثف مابين الثيوفين-2-كاربأالدهيد وهيدرازين نيكوتيك (nicotinic acid hydrazide) وفق المخطط الآتي:



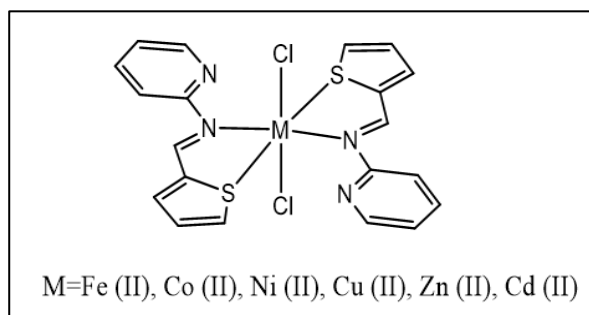
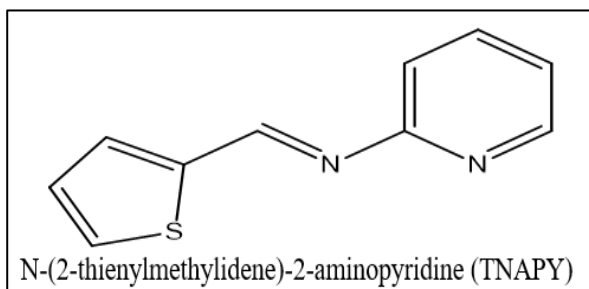
وحضرت المعقدات المعدنية للمرتبطة السابقة مع الشوارد المعدنية  $\text{Zn}^{2+}$ ,  $\text{Cu}^{2+}$  و  $\text{Mn}^{2+}$ ,  $\text{Co}^{2+}$  وذلك بنسبة مولية 1:2 مرتبطة - معدن و يوضح الشكل الآتي بنية المعقدات المحضرة :



من خلال الدراسات تبين أن المعقدات تأخذ شكلاً هندسياً ثمانياً الوجوه و تبدي المرتبطة ومعقداتها المعدنية نشاط مضاد للمكروبات وبالأخص معقد الزنك كما استخدم هذا المعقد في مجال الادوية كمادة عيارية، إضافة الى ذلك فانه بعض المعقدات تظهر نشاط

مضاد للمكروبات بشكل أكثر من المرتبطة الحرة وهذا يدعم حقيقة أن النشاط المضاد للميكروبات يزداد عند حدوث التساند [18].

- وفي عام 2008 قام الباحث SPIN وآخرون بتحضير المرتبطة (TNAPY) وذلك عن طريق التكايف ما بين الثيوفين-2-كاربالدهيد وأمينو البيريدين، يوضح الشكل الاتي صيغة المرتبطة و المعقدات المحضرة [19]:



## 2. هدف البحث:

تكمن أهمية هذا البحث في تصنيع هذا النوع من المرتبطات ومعقداتها المعدنية حيث أظهرت المرتبطات متعددة السن المحضرة بأسس شيف بشكل عام أهمية حيوية وأنها مرتبطات جيدة الارتباط مع العديد من الأيونات المعدنية ولمعقداتها استخدامات في مجال الوساطة ومما يزيد أهمية هذه المرتبطة قدرتها العالية على التعقيد مع معظم الأيونات المعدنية.



لذا يهدف بحثنا لتحضير مرتبطة جديدة (PTAPM):

'1,1 - (1,4-phenylene)bis(N-(4-((thiophen-2-ylmethylene)amino)phenyl)methanimine)

حاوية على حلقة الثيوفن من خلال تفاعل

4,4'-((1,4-phenylenebis(methaneylylidene))bis(azaneylylidene)) dianiline

مع (thiophene- 2-carbaldehyde) وتحضير معقداتها من خلال التفاعل مع

أيونات المعادن ( $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Co}^{2+}$ ,  $\text{Ni}^{2+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$ )

3. الجزء العملي:

3-1-الأجهزة والأدوات المستخدمة:

- جهاز طيف الطنين النووي المغناطيسي بروتوني و كربوني نموذج 400MHz (هيئة الطاقة الذرية بدمشق).
- جهاز طيف تحت الأحمر IR نموذج (FT-IR-410) من شركة Jasco اليابانية (جامعة البعث).
- جهاز مطيافية الأشعة فوق البنفسجية والمرئية (UV-Vis) من شركة Jasco اليابانية
- جهاز قياس الناقلية الكهربائية (جامعة البعث).
- سخان مزود بقضيب مغناطيسي.
- مجموعة من الأدوات الزجاجية المختلفة.

3-2-المواد المستخدمة:

No	Chemical	Formula	الشركة المصنعة	النقاوة
1	Cobalt Chloride Anhydrous	CoCl <sub>2</sub>	sigma Aldrich	99%
2	Copper Chloride Anhydrous	CuCl <sub>2</sub>	sigma Aldrich	99%
3	Zinc Chloride Anhydrous	ZnCl <sub>2</sub>	Merck	99%
4	Terephthaldehyde	C <sub>8</sub> H <sub>6</sub> O <sub>2</sub>	sigma Aldrich	99%
5	Ethanol	C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH	sigma Aldrich	99%
6	Methanol	CH <sub>3</sub> OH	sigma Aldrich	99%
7	Nickel(II) chloride	NiCl <sub>2</sub>	sigma Aldrich	98%
8	Diethyl ether	(CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> O	Merck	99.7%
9	Dimethyl sulfoxide	(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> SO	Merck	99.7%
10	Phenylenediamine	C <sub>6</sub> H <sub>8</sub> N <sub>2</sub>	Merck	97%
11	Thiophene-2-carbaldehyde	C <sub>5</sub> H <sub>4</sub> OS	Merck	99%
12	N,N-Dimethylformamide	C <sub>3</sub> H <sub>7</sub> NO	Merck	99%
13	n-HEXANE	C <sub>6</sub> H <sub>14</sub>	Merck	99%
14	Ethyl acetate	C <sub>4</sub> H <sub>8</sub> O <sub>2</sub>	Merck	99%

3-3- القسم العملي:

3-3-1- تحضير المرتبطة (PTAPM):

تم تحضير المرتبطة

-1,1'1,1'(1,4-phenylene)bis(N-(4-(thiophen-2-ylmethylene)amino)phenyl)methanimine)

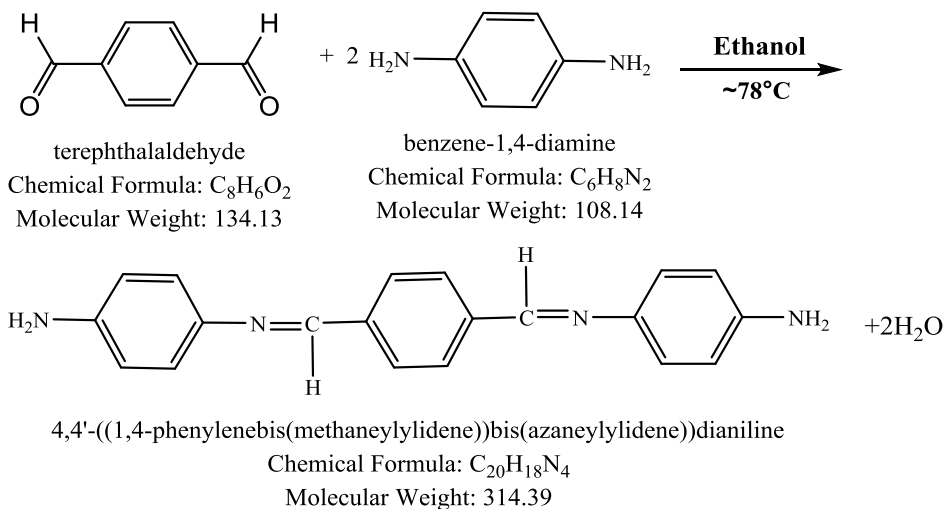
على مرحلتين.

المرحلة الأولى:

تتضمن هذه المرحلة تحضير المركب (PMAD):

4,4'-((1,4-phenylenebis(methaneylylidene))bis(azaneylylidene))dianiline

وفق المعادلة الأتية:



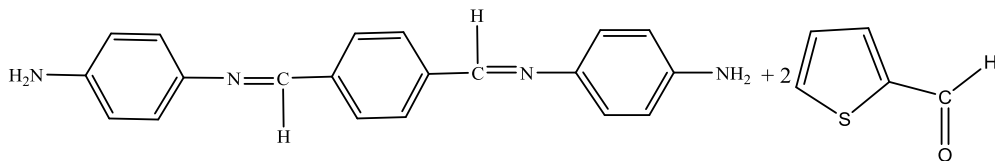
المخطط - 1- تحضير المركب (PMAD)

حُضر هذا المركب بنسب مولية (1:2) وحسب الطريقة الآتية:

أذبنا (1.1 gr) من مركب 4.1- ثنائي ألدهيد البنزن في 50 ml إيتانول في حوجلة مصفوفة ثنائية الفتحة سعة (100 ml) مجهزة بمغناطيس للتحريك ومبرد عكوس مع التحريك عند درجة حرارة  $55^{\circ}\text{C}$  وبعد التأكد من إذابة المركب 4.1- ثنائي ألدهيد البنزن بالكامل، أضفنا (1.96gr) من 4.1- ثنائي أمين البنزن المذاب في 30 ml إيتانول على شكل دفعات مع الاستمرار بالتحريك تحت نفس درجة الحرارة السابقة لمدة 10 دقائق بعدها رفعنا درجة الحرارة إلى  $78^{\circ}\text{C}$  مع الاستمرار بتحريك مزيج التفاعل لمدة 9 ساعات، ومراقبة التفاعل عن طريق كروموتوغرافيا الطبقة الرقيقة حتى انتهاء التفاعل. حيث تم فصل المنتج وتنقيته عن طريق إعادة البلورة بالإيثانول. بلغ مردود التفاعل (74.47%) وكانت درجة انصهاره أعلى من ( $300^{\circ}\text{C}$ ) وهي تختلف عن درجات انصهار المواد الأولية (درجة انصهار 4.1- ثنائي ألدهيد البنزن تساوي 114 - 116  $^{\circ}\text{C}$ ) مما يدل على تشكل مركب جديد وهو عبارة عن راسب بلون أصفر بني.

### المرحلة الثانية:

تتضمن هذه المرحلة تحضير المرتبطة (PTAPM) انطلاقا من المركب (PMAD) وفق المعادلة التالية:



4,4'-((1,4-phenylenebis(methaneylylidene))bis(azaneylylidene))dianiline

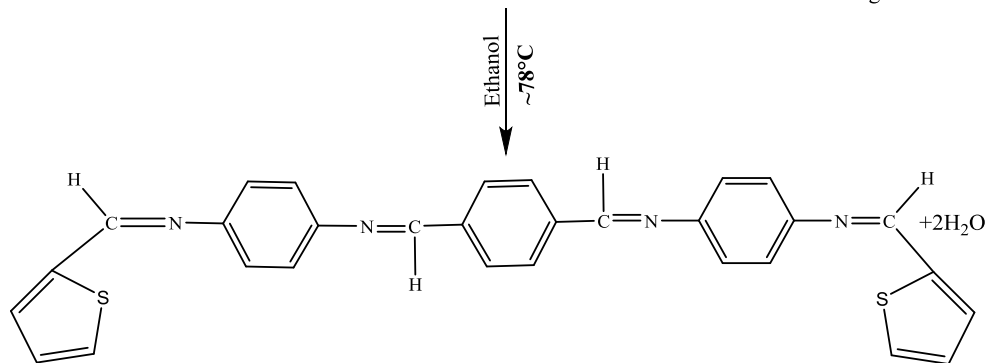
Chemical Formula:  $C_{20}H_{18}N_4$ 

Molecular Weight: 314.39

thiophene-2-carbaldehyde

Chemical Formula:  $C_5H_4OS$ 

Molecular Weight: 112.15



1,1'-(1,4-phenylenebis(N-(4-((thiophen-2-ylmethylene)amino)phenyl)methanimine))

Chemical Formula:  $C_{30}H_{22}N_4S_2$ 

Molecular Weight: 502.65

## المخطط - 2- تحضير المرتبطة (PTAPM)

حُضِرَ هذا المركب بنسب مولية (1:2) وحسب الطريقة الآتية:

في حوالة مصنفة ثنائية الفتحة سعة (250 ml) مجهزة بمغناطيس للتشريك ومبرد

عكوس أذبنا (1.33 gr) من مركب

(4,4'-((1,4-phenylenebis(methaneylylidene))bis(azaneylylidene))dianiline)

في 100 ml إيثانول مع التشريك في درجة حرارة  $60^{\circ}C$  وبعد التأكد من إذابة المركب

بالكامل، وأضفنا (0.850 ml) من 2- ألدهيد الثيوفن المذاب في 15 ml إيثانول إلى

المركب السابق الناتج من المرحلة الأولى مع الاستمرار بالتشريك تحت نفس درجة

الحرارة السابقة  $50^{\circ}\text{C}$  لمدة 5 دقائق بعدها رفعنا درجة الحرارة إلى  $78^{\circ}\text{C}$  مع الاستمرار بتحريك مزيج التفاعل لمدة 4 ساعات فلاحظنا تغير لون المحلول أثناء التفاعل ، مع مراقبة التفاعل باستخدام كروماتوغرافيا الطبقة الرقيقة حتى انتهاء التفاعل.

ثم تركنا المزيج مع التحريك في درجة حرارة الغرفة لمدة 24 ساعة، فحصلنا على راسب بني مصفر غسلنا الراسب بالايثانول، بعدها غسلناه بثنائي ايتيل ايتير، بعد ذلك جففنا الراسب و قمنا بقياس درجة الانصهار للمركب الناتج وبلغت أكبر من  $300^{\circ}\text{C}$  وهي تختلف عن درجات انصهار المواد الأولية (درجة انصهار 2- أدهيد التيوفن تساوي  $151^{\circ}\text{C}$  ) مما يدل على تشكل مركب جديد.

تأكدنا من نقاوة المرتبطة الناتجة باستخدام تقنية كروماتوغرافيا الطبقة الرقيقة (TLC)، حيث جُربت أنواعاً مختلفة من الأطوار الجارفة وكان أفضلها (60% خلات الايتيل : هكسان 40%) تم حساب المرودود وكان 83.96 %

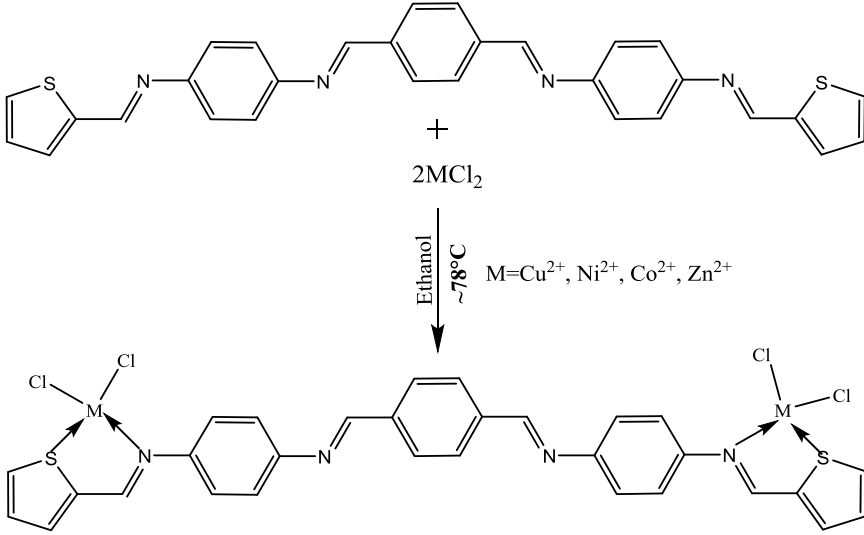
### 3-3-2- طريقة تحضير المعقدات:

أذبنا ( $0.125\text{ gr} = 0.25\text{ mmol}$ ) من المرتبطة المصنعة في حوجلة ثنائية الفتحة سعة (250ml) مزودة بقضيب مغناطيسي للتحريك ومبرد عكوس في (25ml) ايتانول حتى الانحلال الكامل للمرتبطة.

أذبنا ( $0.5\text{ mmol}$ ) من كلوريد المعدن اللامائي في (10ml) ايتانول وأضفناه إلى محلول المرتبطة بالتنقيط، ضبطت قيمة (pH=7) عن طريق إضافة محلول ثلاثي ايتيل أمين ثم أجرينا غلياناً مرتداً (Reflux) عند الدرجة ( $78^{\circ}\text{C}$ ) مع التحريك ولمدة 5 ساعات فلو حظ ظهور عكر في المحلول وبداية تشكل راسب.

فصل الراسب المتشكل بالترشيح وغسل بالايثانول ثم بثنائي ايتيل الإيثر ثم جفف ووزن

وحسب المردود. يمكن كتابة المخطط العام بالشكل التالي:



### المخطط - 3- تحضير المعقدات المعدنية المرتبطة (PTAPM)

بعد ذلك قمنا بقياس الناقلية الكهربائية حيث كانت أقل  $85 \mu.s$  مما يدل على أن المعقدات المحضرة غير كهليلتية.

تم الكشف عن محتوى الكلور في المعقدات المحضرة وفق الطريقة الآتية:

أذبنا (0.01 g) من المعقد المعدني المحضر مع كمية مناسبة من ثنائي ميثيل سلفوكسيد (DMSO) ثم أضفنا محلول نترات الفضة  $AgNO_3$  الممددة، فلاحظنا عدم تشكل أي راسب في المعقد المحضر مما يدل على عدم وجود شوارد الكلور في الكرة الخارجية للمعقد. قمنا بتخريب المعقد المحضر بإضافة عدة قطرات من حمض الأزوت المركز ونسخن قليلاً ثم قمنا بإضافة محلول نترات الفضة الممددة فلاحظنا تشكل راسب أبيض مما يدل على وجود شوارد الكلور في كرة التساند.

يبين الجدول التالي الخصائص الفيزيائية للمركبات والمعقدات المعدنية المحضرة.

المركب	الصيغة والكتلة المولية	اللون	درجة الانصهار (°C)	المردود %
PTAPM	$C_{30}H_{22}N_4S_2$ (502.65 g.mol <sup>-1</sup> )	Yellowish brown بني مصفر	>300	83.96
[Cu <sub>2</sub> (PTAPM)Cl <sub>4</sub> ]	$Cu_2 C_{30}H_{22}N_4S_2 Cl_4$ (771.55 g.mol <sup>-1</sup> )	Dark Green أخضر غامق	>300	66.37
[Ni <sub>2</sub> (PTAPM)Cl <sub>4</sub> ]	$Ni_2 C_{30}H_{22}N_4S_2 Cl_4$ (761.89 g.mol <sup>-1</sup> )	Umber بني غامق	>300	80.41
[Co <sub>2</sub> (PTAPM)Cl <sub>4</sub> ]	$Co_2 C_{30}H_{22}N_4S_2 Cl_4$ (762.33 g.mol <sup>-1</sup> )	Brown Greenish بني مخضر	>300	78.73
[Zn <sub>2</sub> (PTAPM)Cl <sub>4</sub> ]	$Zn_2 C_{30}H_{22}N_4S_2 Cl_4$ (775.25 g.mol <sup>-1</sup> )	Light Yellowish brown بني مصفر فاتح	>300	66.89

جدول - 1 - بعض الخصائص الفيزيائية للمركبات المحضرة



## 3-3-3- تحديد المحتوى المعدني في المعقدات:

## تحديد المحتوى المعدني لمعقد النحاس:

لقد تمت دراسة نسبة المعدن في المعقدات المعدنية من خلال طريقة الترميد حيث يتم ترميد المعقد عند درجات عالية من الحرارة  $800^{\circ}\text{C}$  ، ووزن الأكسيد المتبقي وحساب نسبة المعدن.

أخذنا 0.1 g من معقد النحاس وأضفنا إليه 1.5 ml من حمض الأزوت المركز ثم تم الترميد حتى الدرجة  $800^{\circ}\text{C}$  ولمدة ساعة فتشكل لدينا أكسيد النحاس CuO وكان وزنه 0.0196 gr

## حساب نسبة المعدن:

✓ النسبة المئوية النظرية للنحاس:

$$100 \times \frac{\text{كتلة النحاس}}{\text{الوزن الجزيئي للمعقد}} = \text{النسبة المئوية النظرية للنحاس}$$

$$100 \times \frac{127.092}{771.55} = \text{النسبة المئوية النظرية للنحاس}$$

$$\text{النسبة المئوية النظرية للنحاس} = 16.47\%$$

✓ النسبة المئوية العملية للنحاس:

كل وزن جزيئي من CuO فيها .....وزن ذري نحاس

كل gr من CuO فيها .....وزن ذري X(Cu)

أي:

كل 79.545 gr .....فيها 63.546 gr

X ..... كل 0.0196 gr فيها

$$\rightarrow X = 0.01565 \text{gr}$$

$$100 \times \frac{0.01565}{0.1} = \text{النسبة المئوية العملية للنحاس}$$

النسبة المئوية العملية للنحاس 15.65 %

بنفس الطريقة تم حساب المحتوى المعدني لمعقدات ( $\text{Zn}^{2+}$ ,  $\text{Ni}^{2+}$ ,  $\text{Co}^{2+}$ )

جدول -2- المحتوى المعدني للمعقدات المحضرة

Comp.	Formulas ( $M_w$ )	Metal ratio	
		Calculate d%	(Found) %
PTAPM	$\text{C}_{30}\text{H}_{22}\text{N}_4\text{S}_2$ (502.65 g.mol <sup>-1</sup> )	-----	-----
[Cu <sub>2</sub> (PTAPM)Cl <sub>4</sub> ]	$\text{Cu}_2 \text{C}_{30}\text{H}_{22}\text{N}_4\text{S}_2 \text{Cl}_4$ (771.55 g.mol <sup>-1</sup> )	16.47	15.65
[Ni <sub>2</sub> (PTAPM)Cl <sub>4</sub> ]	$\text{Ni}_2 \text{C}_{30}\text{H}_{22}\text{N}_4\text{S}_2 \text{Cl}_4$ (761.89 g.mol <sup>-1</sup> )	15.38	14.51
[Co <sub>2</sub> (PTAPM)Cl <sub>4</sub> ]	$\text{Co}_2 \text{C}_{30}\text{H}_{22}\text{N}_4\text{S}_2 \text{Cl}_4$ (762.33 g.mol <sup>-1</sup> )	15.46	14.86
[Zn <sub>2</sub> (PTAPM)Cl <sub>4</sub> ]	$\text{Zn}_2 \text{C}_{30}\text{H}_{22}\text{N}_4\text{S}_2 \text{Cl}_4$ (775.25 g.mol <sup>-1</sup> )	16.86	15.98

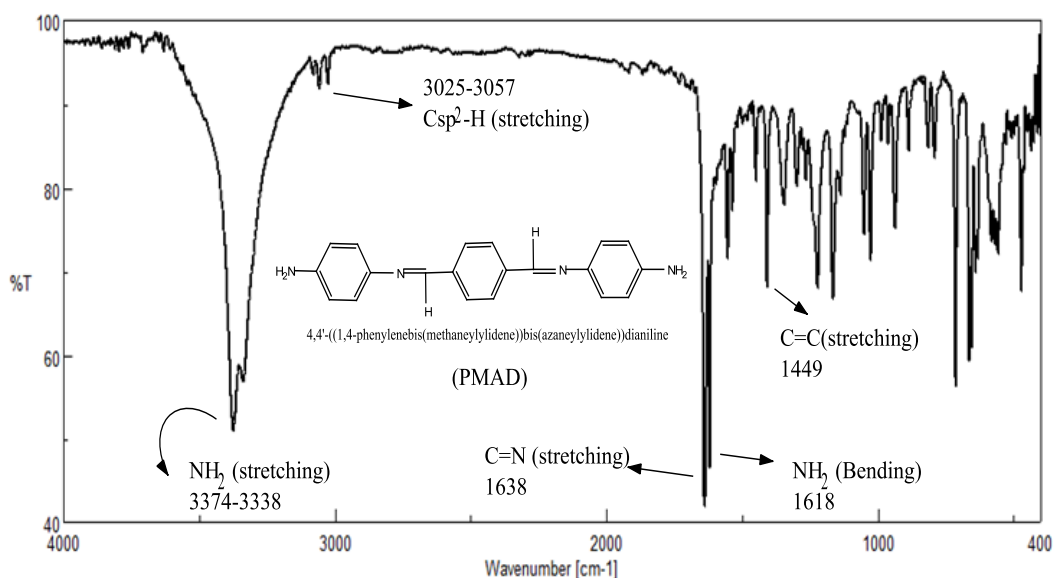
نلاحظ من معطيات الجدول أن نسبة المعدن العملية نتيجة الترميد والمحسوبة (نظرياً) متفقة مع الصيغ الجزيئية المقترحة. مما يؤكد أن المعقدات المحضرة ثنائية النوى وتملك الصيغة العامة  $[M_2(PTAPM)Cl_4]$ .

#### 4- النتائج والمناقشة:

##### 4-1-دراسة بنية المركب (PMAD) باستخدام مطيافية (FT-IR):

عند مقارنة بيانات طيف FT-IR للمادة الاولية (4,1 - ثنائي أدهيد البنزن) والمستعمل لتحضير المركب (PMAD) يلاحظ اختفاء حزمة الامتصاص (C=O) الالاهيدية في مركب 4,1 - ثنائي أدهيد البنزن والتي تظهر عند التردد ( $1693\text{cm}^{-1}$ )، كما يلاحظ ظهور حزمة امتصاص جديدة في الموقع ( $1638\text{ cm}^{-1}$ ) تعود إلى امتطاط الزمرة (C=N) الایمینیة و ظهور حزمة امتصاص جديدة في الموقع ( $1618\text{ cm}^{-1}$ ) تعود إلى حني الزمرة (C=N) الایمینیة، أما حزمة الامتصاص لمجموعة (C-H<sub>SP</sub><sup>2</sup>) في المرتبطة فقد ظهرت عند الموقع ( $3025-3057\text{ cm}^{-1}$ ).

يظهر الشكل (1) طيف الأشعة تحت الحمراء للمركب (PMAD) ويلاحظ فيه عدة عصابات امتصاص مميزة للمركب، أهمها عصابتي الامتصاص عند الأعداد الموجية ( $3374, 3338\text{ cm}^{-1}$ ) والعائدة لوجود الزمرة الأمينية (NH<sub>2</sub>) في المركب.



الشكل - 1 - طيف (FT-IR) للمركب (PMAD)

يبين الجدول التالي أهم عصابات الامتصاص في الطيف والأعداد الموجية المرافقة لها.

جدول - 1 - عصابات الامتصاص المميزة في طيف (FT-IR) للمركب (PMAD)

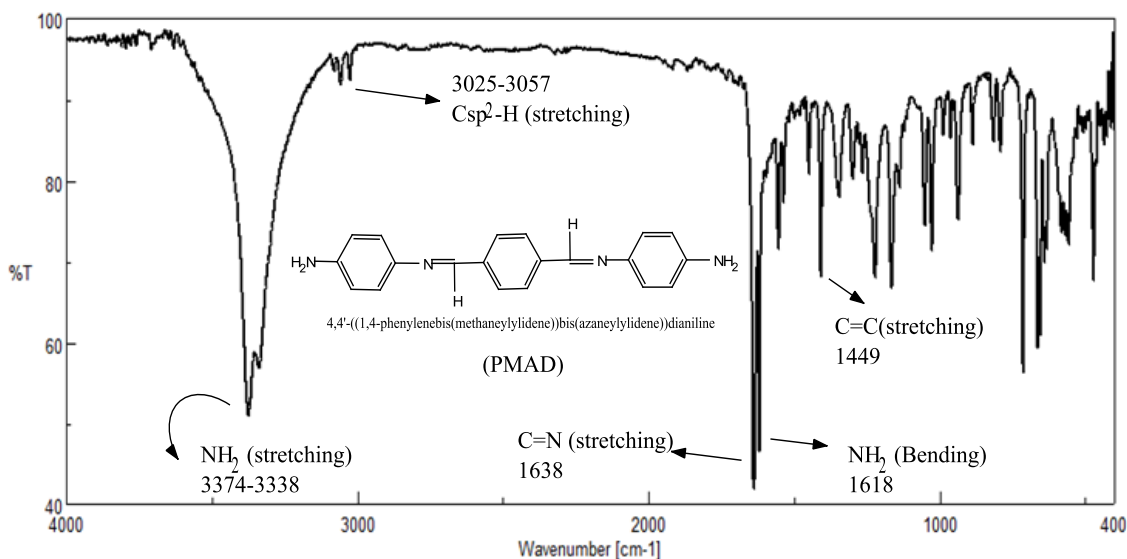
الزمرة	العدد الموجي ( $\text{cm}^{-1}$ )
$\text{NH}_2$ (stretching)	3374, 3338
$\text{C}_{\text{sp}2}\text{-H}$ (stretching)	3057, 3025
$\text{C}=\text{N}$ (stretching)	1638
$\text{NH}_2$ (Bending)	1618
$\text{C}=\text{C}$ (stretching)	1449

5-1- دراسة بنية المرتبطة (PTAPM) باستخدام مطيافية (FT-IR):

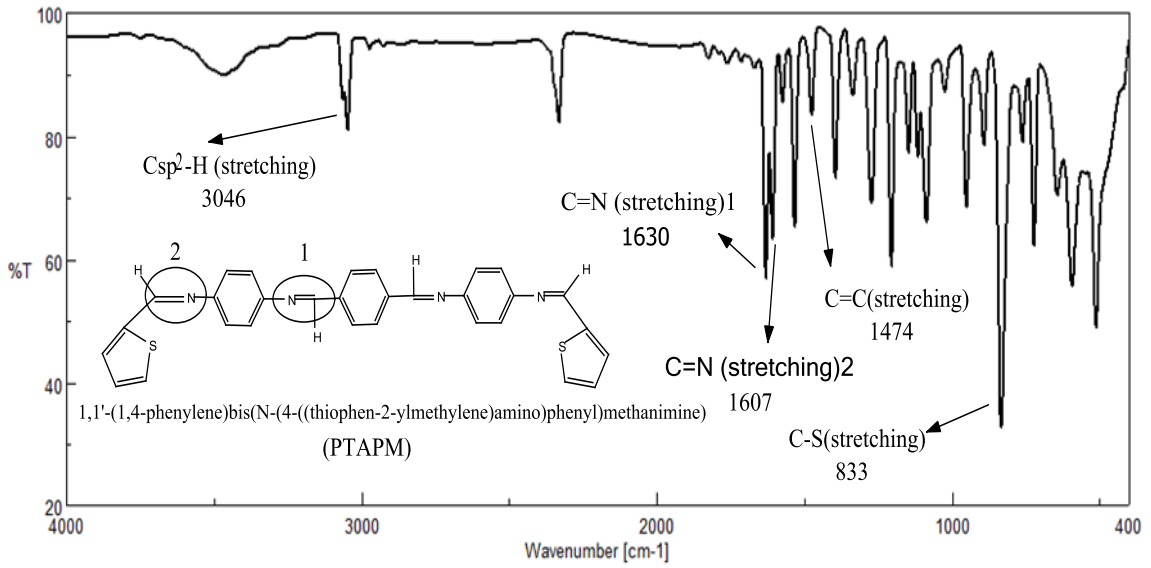
عند مقارنة طيف FT-IR للمرتبطة (PTAPM) مع طيف FT-IR للمركب (PMAD) يلاحظ ظهور حزمة امتصاص جديدة في الموقع ( $1630 \text{ cm}^{-1}$ ) تعود إلى الزمرة  $(\text{C}=\text{N})_1$  الایمینیة و ظهور حزمة امتصاص جديدة في الموقع ( $1607 \text{ cm}^{-1}$ )

تعود إلى الزمرة  $(C=N)_2$  الايمينية القريبة من حلقة التيوفن ، أما حزمة الامتصاص لمجموعة  $(C-H_{sp^2})$  في المرتبطة فقد ظهرت عند الموقع  $3046\text{ cm}^{-1}$  ، وعند مقارنة طيف FT-IR للمرتبطة مع طيف FT-IR للمركب (PMAD) نلاحظ اختفاء حزمة الامتصاص  $NH_2$  التي تظهر عند الموقع  $(3374 - 3338\text{ cm}^{-1})$  في طيف المرتبطة الاصلية.

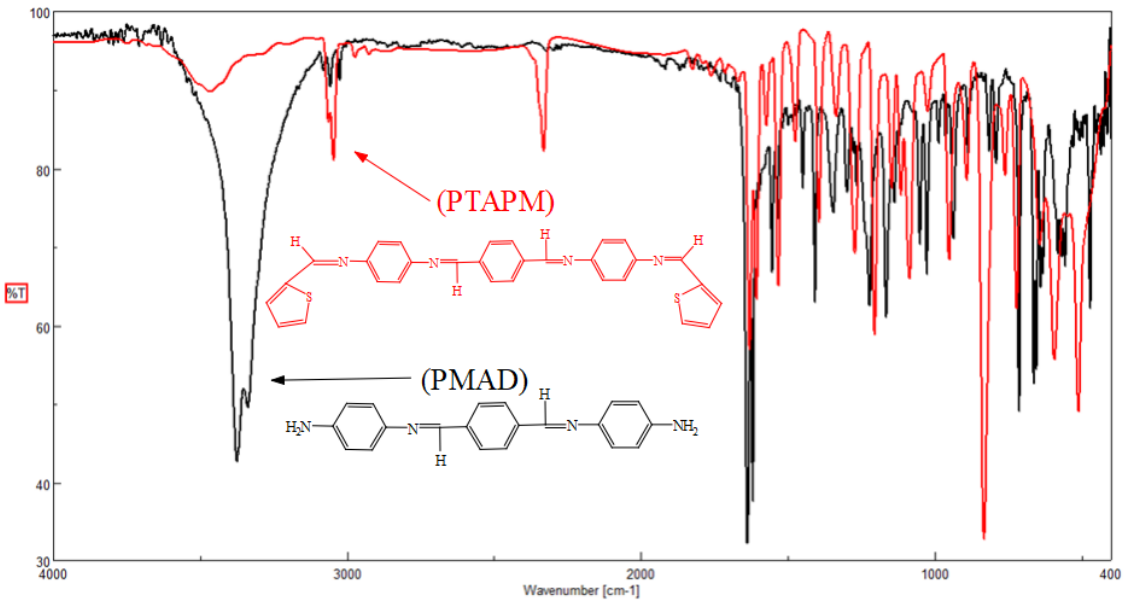
توضح الأشكال الآتية مقارنة أطياف IR للمرتبطة (PTAPM) مع المركب (PMAD) والمواد الأولية:



الشكل - 2 - طيف الأشعة تحت الحمراء FT-IR للمركب PMAD



الشكل - 3 - طيف الأشعة تحت الحمراء FT-IR للمركب (PTAPM)



الشكل - 4 - مطابقة طيف الأشعة تحت الحمراء FT-IR للمرتبطة PTAPM و المركب PMAD

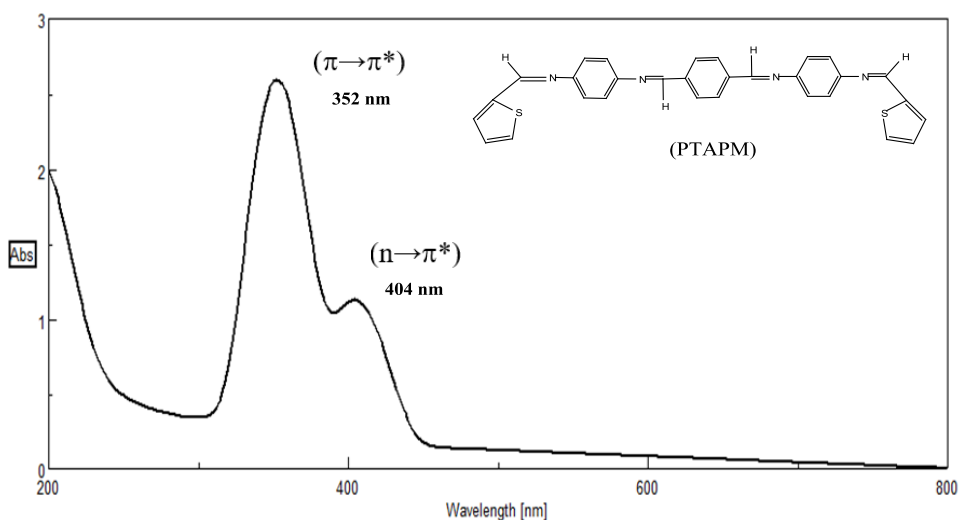
ويبين الجدول التالي عصابات الامتصاص والأعداد الموجية الموافقة لها:

جدول - 4 - عصابات الامتصاص المميزة في طيف (FT-IR) للمرتبطة (PTAPM)

الزمرة	العدد الموجي ( $\text{cm}^{-1}$ )
$\text{C}_{\text{sp}2}\text{-H}$ (stretching)	3046
$\text{C}=\text{N}$ (stretching)1	1630
$\text{C}=\text{N}$ (stretching)2	1607
(C-S) Thiophene (stretching)	833
$\text{C}=\text{C}$ (stretching)	1474

5-2- مطيافية الأشعة فوق البنفسجية والمرئية (UV-Vis) للمرتبطة (PTAPM) :

من خلال قياس مطيافية الأشعة فوق البنفسجية-المرئية (UV-vis) للمرتبطة (PTAPM) باستخدام الـDMF كمذيب وباستخدام خلية ذات عرض (1cm)، وعند درجة حرارة الغرفة، ظهرت في الطيف قمتان واضحتان عند القيمتين (352 nm و 404 nm) يمكن أن نفسر هذه الانتقالات الإلكترونية للمرتبطة كما يلي : تمثل القمة الأولى عند القيمة (352 nm) الانتقال الإلكتروني من نوع ( $\pi \rightarrow \pi^*$ ) نتيجة لاحتواء المرتبطة على روابط ثنائية مثل مجموعة الأزوميثين ( $\text{C}=\text{N}$ ) والروابط ( $\text{C}=\text{C}$ ) في الحلقة العطرية للثيوفين. أما عصابة الامتصاص الثانية عند القيمة (404 nm) فتمثل الانتقال الإلكتروني من نوع ( $n \rightarrow \pi^*$ ) نتيجة لوجود أزواج إلكترونات حرة على نتروجين مجموعة الأزوميثين وكبريت حلقة الثيوفين .

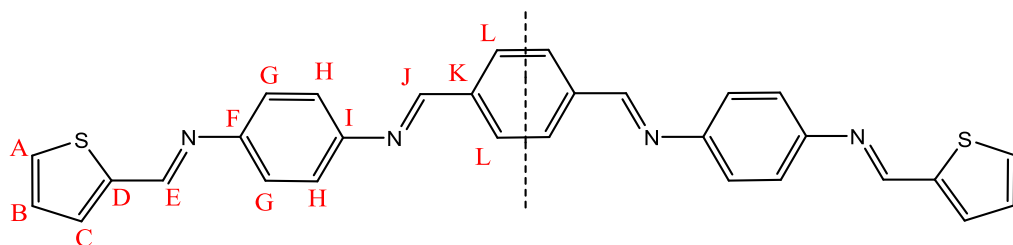


الشكل-5 - طيف الأشعة فوق البنفسجية للمرتبطة (PTAPM)

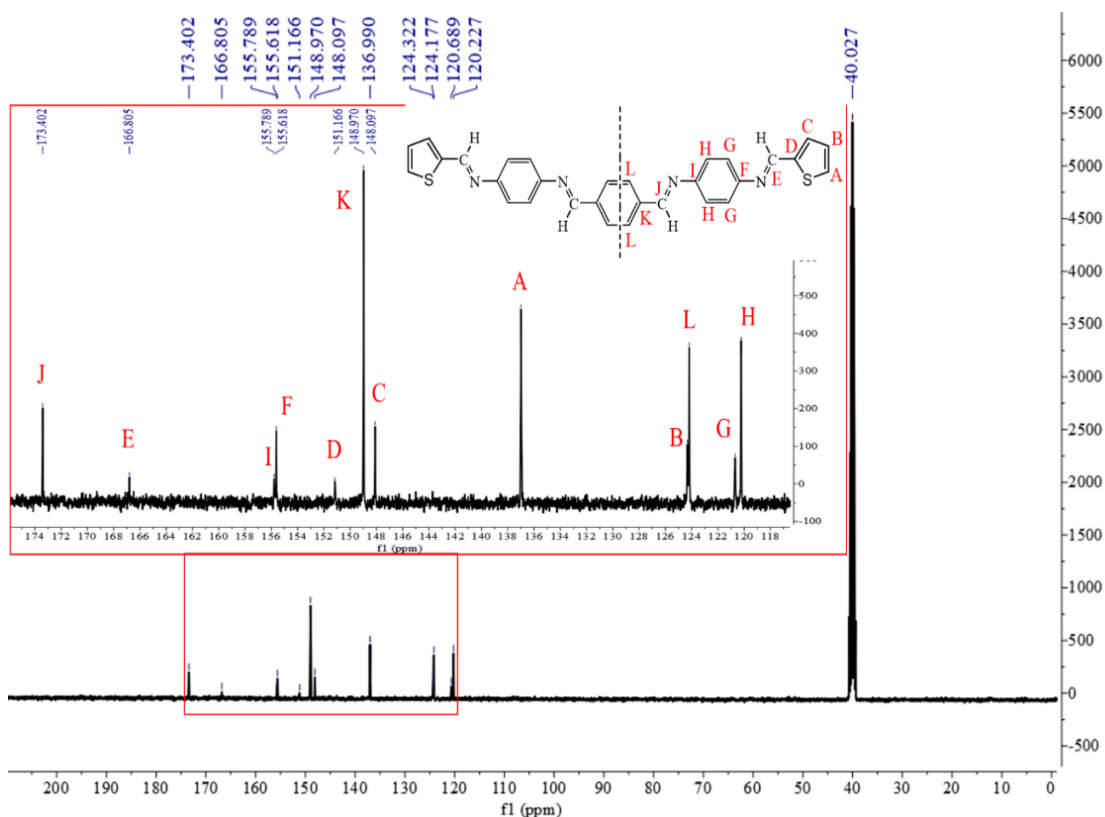
### 5-3- مطيافية الطنين النووي المغناطيسي الكربوني ( $^{13}\text{C-NMR}$ ):

تم تسجيل طيف الرنين النووي المغناطيسي الكربوني للمرتبطة (PTAPM) بوجود مذيب (DMSO)، ويظهر الشكل (6) الطيف الناتج.

يلاحظ من الطيف أن جميع الاشارات تقع في المجال العطري والحقل الضعيف وعدد هذه الاشارات الكربونية هو ( 12 ) اشارة تعود لـ ( 12 ) بيئة كربونية في المركب كما هو واضح من صيغة المرتبطة (PTAPM)







الشكل - 6 - طيف الطنين النووي المغناطيسي الكربوني للمرتبطة (PTAPM)

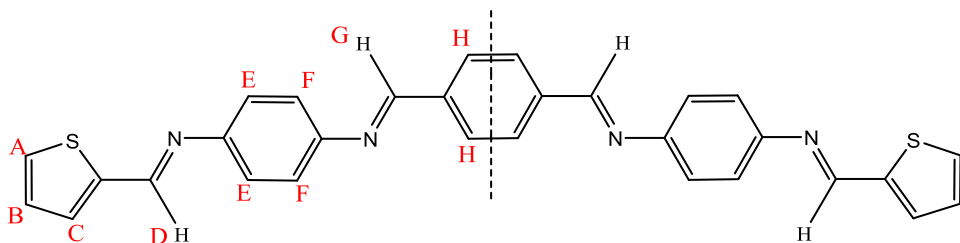
وأهم الاشارات في الطيف تعود لذرات ( I,E,J ) والتي تظهر عند أعلى قيم للانزياح الكيميائي وتدل على ارتباط الكربون بذرة عالية الكهرسلبية. يبين الجدول التالي الاشارات الكربونية في الطيف والانزياح الكيميائي الموافق لكل منها.

جدول 5- الاشارات الكربونية وانزياحاتها الكيميائية في طيف ( $^{13}\text{C-NMR}$ ) للمرتبطة (PTAPM)

الانزياح الكيميائي (ppm)	الاشارة الكربونية	الانزياح الكيميائي (ppm)	الاشارة الكربونية
148.970	<b>K</b>	120.227	<b>H</b>
151.166	<b>D</b>	120.689	<b>G</b>
155.618	<b>F</b>	124.177	<b>L</b>
155.789	<b>I</b>	124.322	<b>B</b>
166.805	<b>E</b>	136.990	<b>A</b>
173.402	<b>J</b>	148.097	<b>C</b>

#### 5-4- طيف الطنين النووي المغناطيسي البروتوني $^1\text{H-NMR}$ :

يظهر الشكل (7) طيف الرنين النووي المغناطيسي البروتوني للمرتبطة المحضرة (PTAPM)، وفيه نلاحظ وجود (2) اشارة بروتونية عند الانزياح الكيميائي (-2.509) (3.351 ppm) وهي تعود للمذيب المستخدم (DMSO). كذلك يظهر أن جميع الاشارات في الطيف تظهر في الحقل الضعيف مما يدل على تعرض البروتونات الموجودة في المركب لسحب قوي نتيجة ارتباطها بذرات عالية الكهرسلبية أو وقوعها في الحلقات العطرية وهو ما يتطابق مع بنية المرتبطة المحضرة (PTAPM).

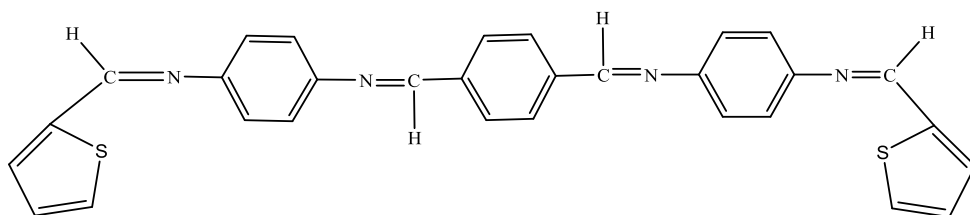




وبذلك يظهر لدينا أن مجموع البروتونات في الطيف (  $11H$  ) وهو متطابق مع بنية المرتبطة المتناظرة والحاوية في مجملها على (  $22H$  ).

### 5-5-نتيجة الدراسة للمرتبطة (PTAPM):

تبين من خلال دراسة بنية المرتبطة المحضرة بواسطة مطيافية الأشعة تحت الحمراء (FT-IR) ضمن المجال  $(4000-400)cm^{-1}$  ، ومطيافية الأشعة فوق البنفسجية والمرئية (UV-Vis) ، إضافة إلى دراسة بنية المرتبطة (PTAPM) بواسطة مطيافية الطنين النووي البروتوني ( $^1H-NMR$ ) والكربوني ( $^{13}C-NMR$ ) نؤكد حصولنا على المرتبطة المطلوبة.



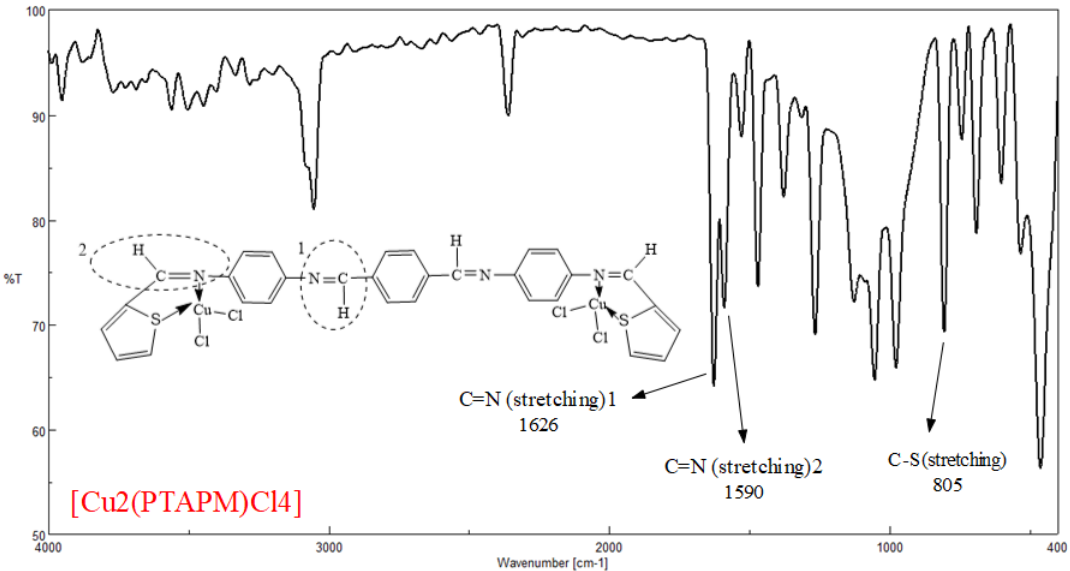
### 5-6-دراسة بنية المعقدات المعدنية للمرتبطة باستخدام مطيافية (FT-IR):

تمت دراسة طيف (FT-IR) للمعقدات  $[Cu_2(PTAPM)Cl_4]$  و  $[Ni_2(PTAPM)Cl_4]$  و  $[Co_2(PTAPM)Cl_4]$  و  $[Zn_2(PTAPM)Cl_4]$  ومقارنته مع طيف المرتبطة الحرة (PTAPM) حيث لوحظ انزياح لعصابة الامتصاص التابعة للزمرة الایمینیة  $(C=N)_2$  من  $(1607\text{ cm}^{-1})$  إلى  $(1590\text{ cm}^{-1})$  وانزياح لعصابة الامتصاص التابعة لزمرة الثيوفن (C-S) من  $(833\text{ cm}^{-1})_{Th}$  إلى  $(805\text{ cm}^{-1})$  في معقد النحاس و لوحظ انزياح لعصابة الامتصاص التابعة للزمرة الایمینیة  $(C=N)_2$  من  $(1607\text{ cm}^{-1})$  إلى  $(1581\text{ cm}^{-1})$  وانزياح لعصابة الامتصاص التابعة لزمرة الثيوفن (C-S)<sub>Th</sub> من  $(833\text{ cm}^{-1})$  إلى  $(785\text{ cm}^{-1})$  في

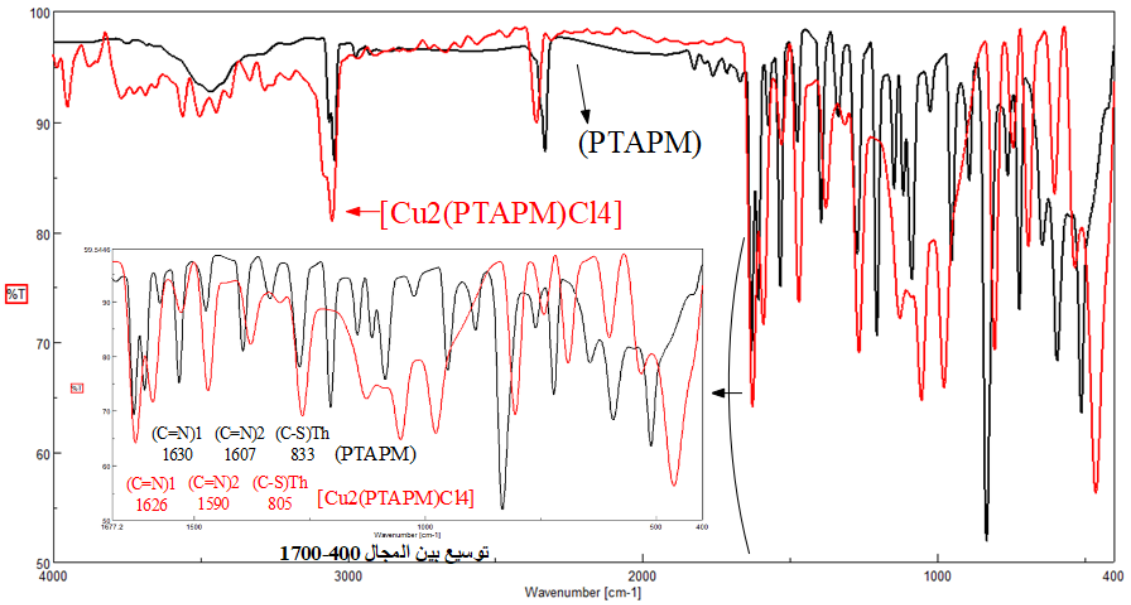
معقد النيكل و لوحظ انزياح لعصابة الامتصاص التابعة للزمرة الايمينية  $(C=N)_2$  من  $(1607\text{ cm}^{-1})$  إلى  $(1586\text{ cm}^{-1})$  وانزياح لعصابة الامتصاص التابعة لزمرة التيوفن  $(C-S)_{Th}$  من  $(833\text{ cm}^{-1})$  إلى  $(817\text{ cm}^{-1})$  في معقد الكوبالت و لوحظ انزياح لعصابة الامتصاص التابعة للزمرة الايمينية  $(C=N)_2$  من  $(1607\text{ cm}^{-1})$  إلى  $(1575\text{ cm}^{-1})$  وانزياح لعصابة الامتصاص التابعة لزمرة التيوفن  $(C-S)_{Th}$  من  $(833\text{ cm}^{-1})$  إلى  $(802\text{ cm}^{-1})$  في معقد الزنك .

هذا يشير إلى تساند الأيون المعدني  $Cu^{2+}$   $Ni^{2+}$ ,  $Co^{2+}$ ,  $Zn^{2+}$  مع المرتبطة (PTAPM) يتم من خلال ذرة نتروجين مجموعة الأزوميثين  $(C=N)_2$  القريبة من حلقة التيوفن وذرة كبريت التيوفن وذلك إثر إنزياح العصابة العائدة لكل منهما نحو الأعداد الموجية الأقل مقارنة مع طيف المرتبطة الحرة (PTAPM).

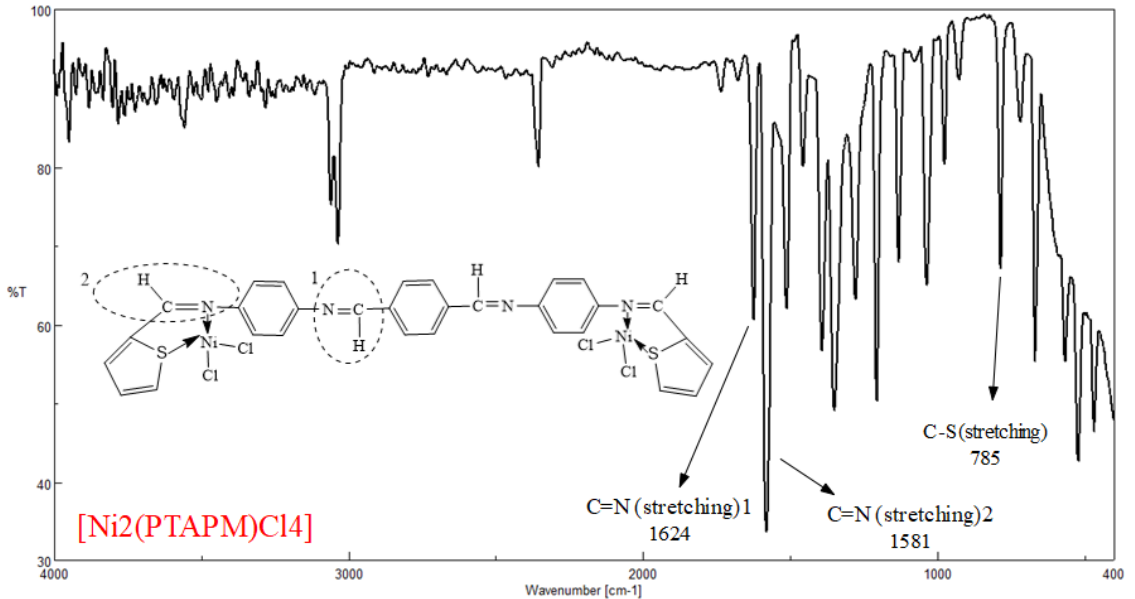
وتظهر الأشكال التالية مطيافية الأشعة تحت الحمراء (FT-IR) لكل من المرتبطة والمعقدات المعدنية المحضرة:



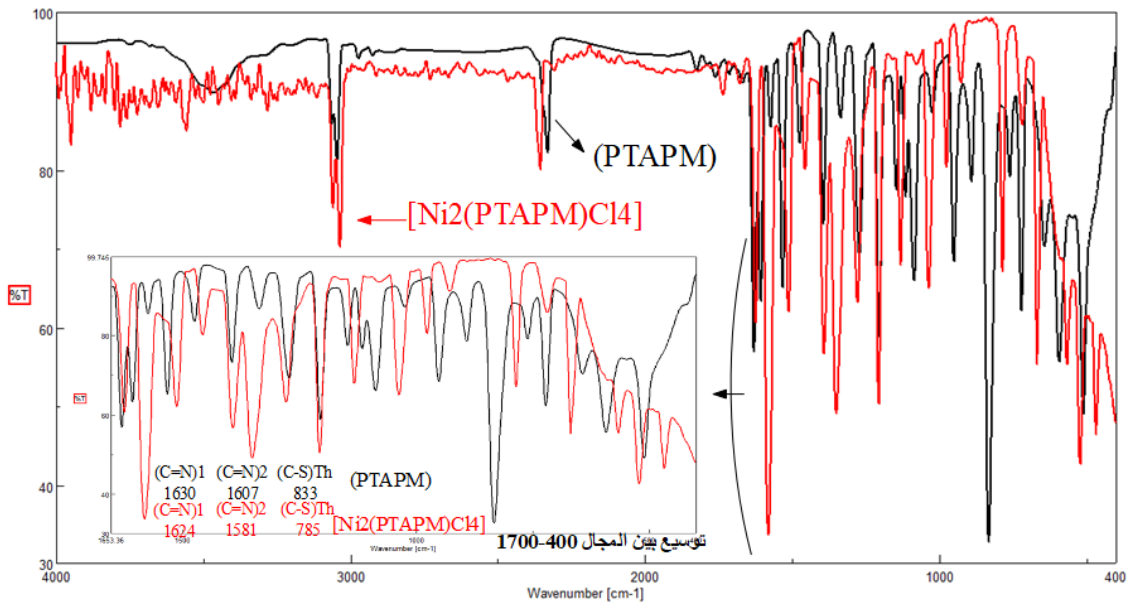
الشكل-8 - الشكل طيف الأشعة تحت الحمراء للمعقد  $[Cu_2(PTAPM)Cl_4]$



الشكل-9 - طيف مطابقة الأشعة تحت الحمراء للمعقد  $[Cu_2(PTAPM)Cl_4]$  مع المرتبطة (PTAPM)

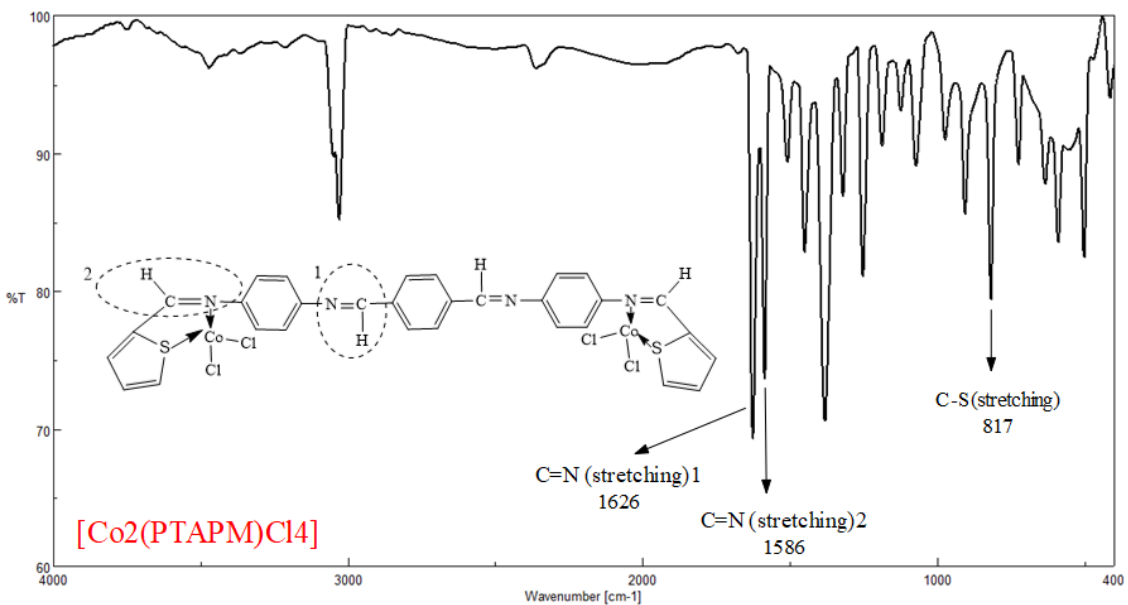


الشكل- 10 - الشكل طيف الأشعة تحت الحمراء للمعقد  $[Ni_2(PTAPM)Cl_4]$

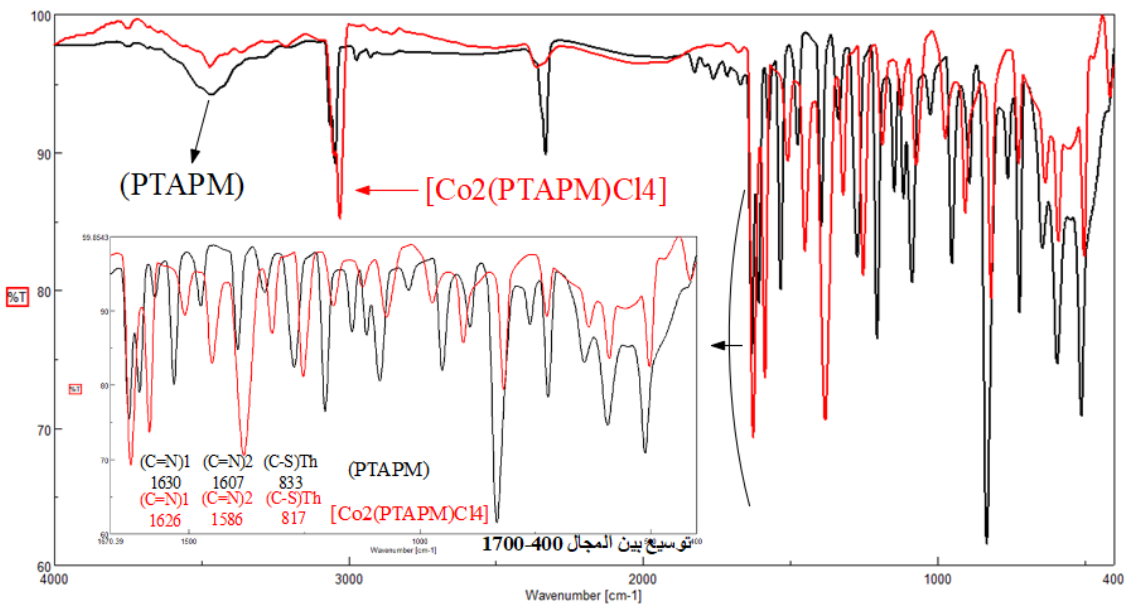


الشكل-11 - طيف مطابقة الأشعة تحت الحمراء للمعقد  $[Ni_2(PTAPM)Cl_4]$  مع

المرتبطة (PTAPM)

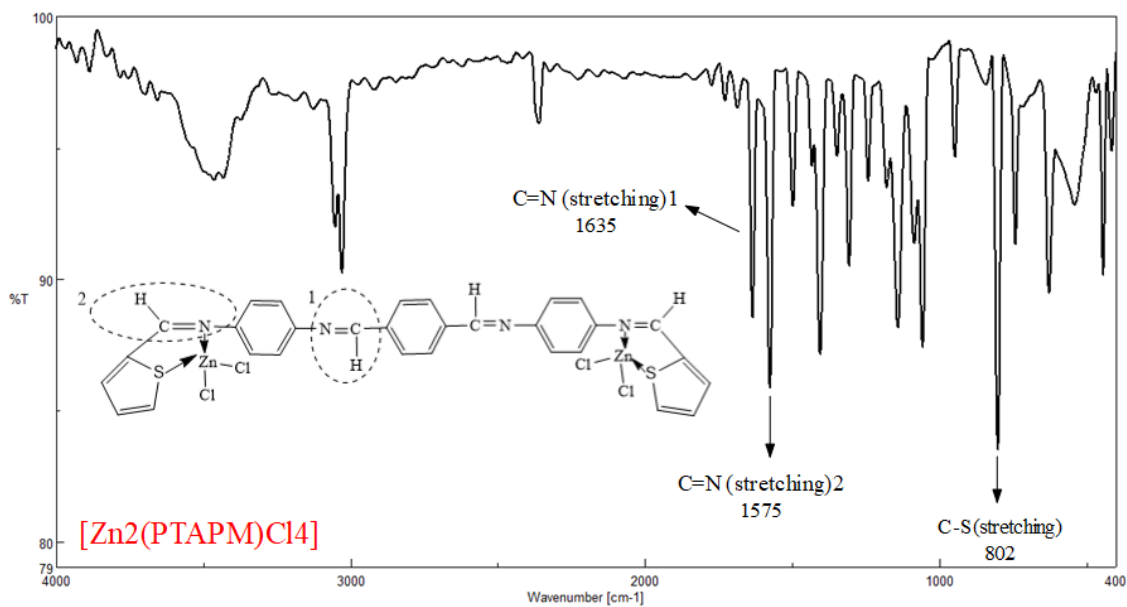


الشكل-12 - طيف الأشعة تحت الحمراء للمعقد  $[Co_2(PTAPM)Cl_4]$



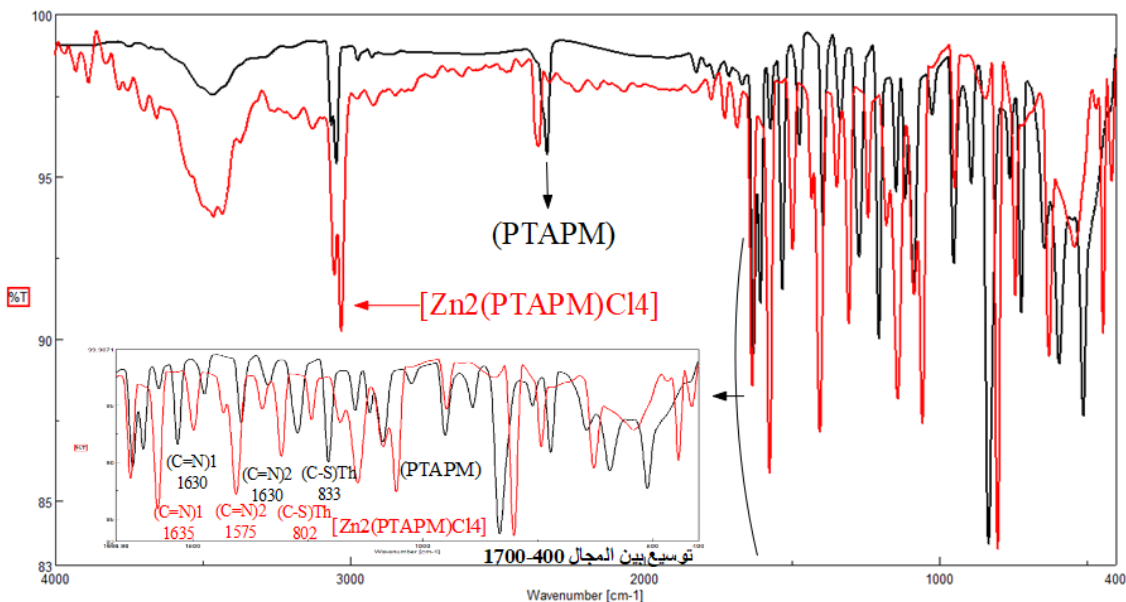
الشكل - 13 - طيف مطابقة الأشعة تحت الحمراء للمعقد  $[Co_2(PTAPM)Cl_4]$  مع

المرتبطة (PTAPM)



الشكل - 14 - طيف الأشعة تحت الحمراء للمعقد  $[Zn_2(PTAPM)Cl_4]$





الشكل-15- طيف مطابقة الأشعة تحت الحمراء للمعدن  $[Zn_2(PTAPM)Cl_4]$  مع

المرتبطة (PTAPM)

يبين الجدول التالي عصابات الامتصاص المميزة في المرتبطة والمعدن المحضرة:

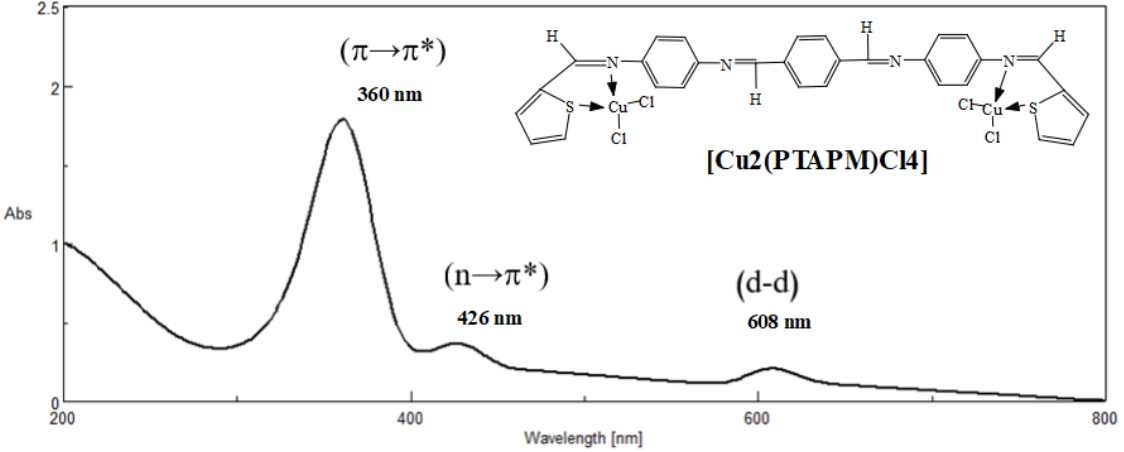
جدول-7- الخصائص الطيفية للمرتبطة (PTAPM) ومعدناتها المعدنية باستخدام الأشعة

تحت الحمراء

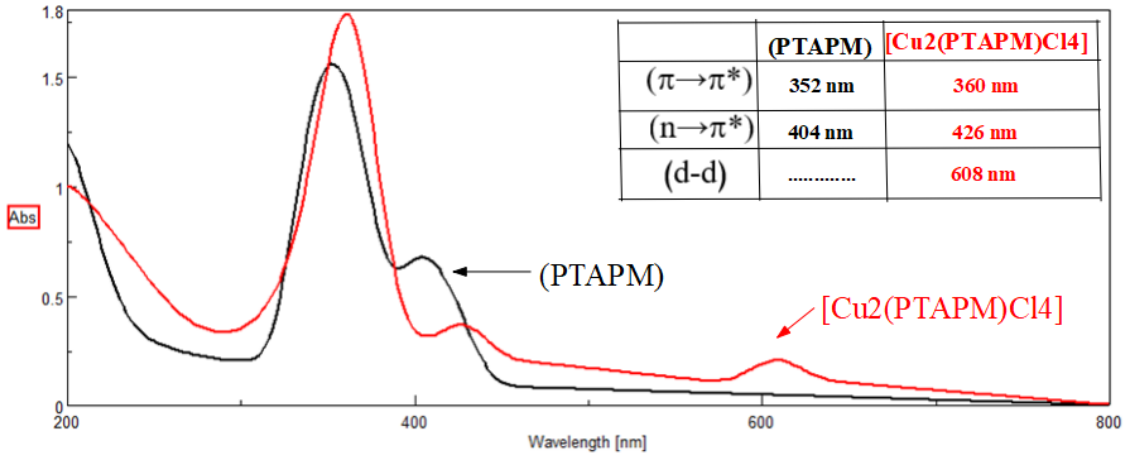
Comp.	(C=N) <sub>1</sub>	(C=N) <sub>2</sub>	(C-S) <sub>Th</sub>
PTAPM	1630	1607	833
$[Cu_2(PTAPM)Cl_4]$	1626	1590	805
$[Ni_2(PTAPM)Cl_4]$	1624	1581	785
$[Co_2(PTAPM)Cl_4]$	1626	1586	817
$[Zn_2(PTAPM)Cl_4]$	1635	1575	802

7-5-دراسة بنية المعقدات المعدنية للمرتبطة باستخدام مطيافية (UV-Vis):

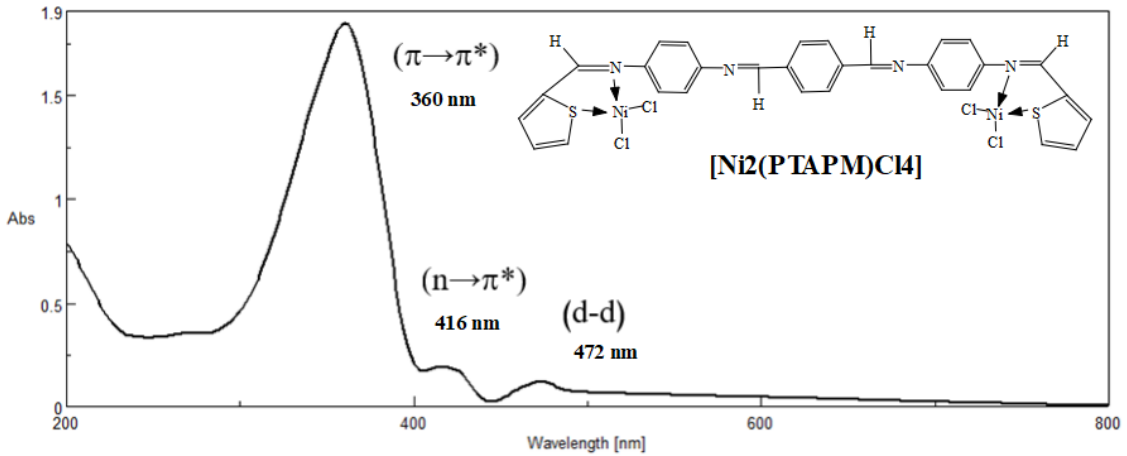
تم تسجيل طيف امتصاص الأشعة المرئية وفوق البنفسجية للمرتبطة والمعقدات المحضرة منها. بعد تحضير محاليل بتركيز ( $10^{-3}$  M) في محل الـ DMF، وهو ما تظهره الأشكال التالية:



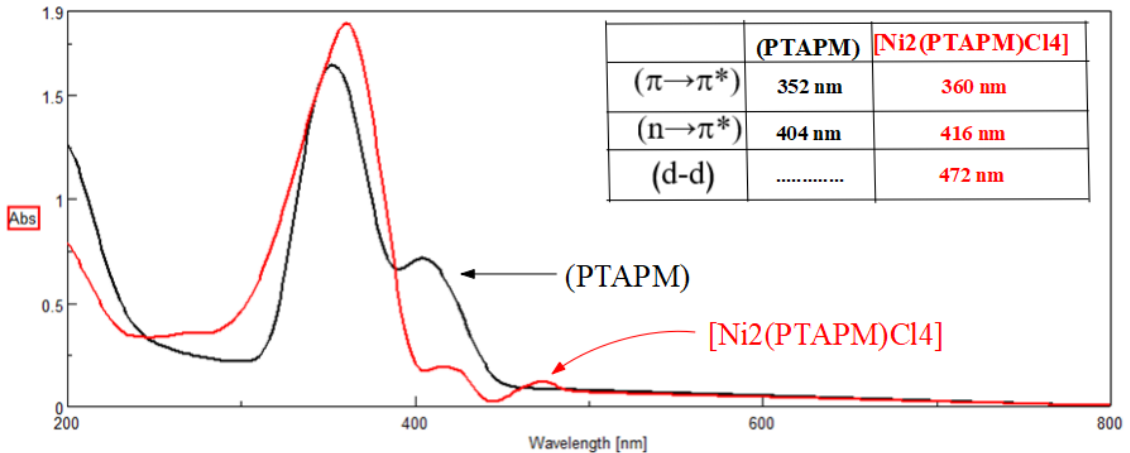
الشكل - 16 - طيف الأشعة المرئية- فوق البنفسجية للمعقد  $[Cu_2(PTAPM)Cl_4]$  في المجال (200-800)



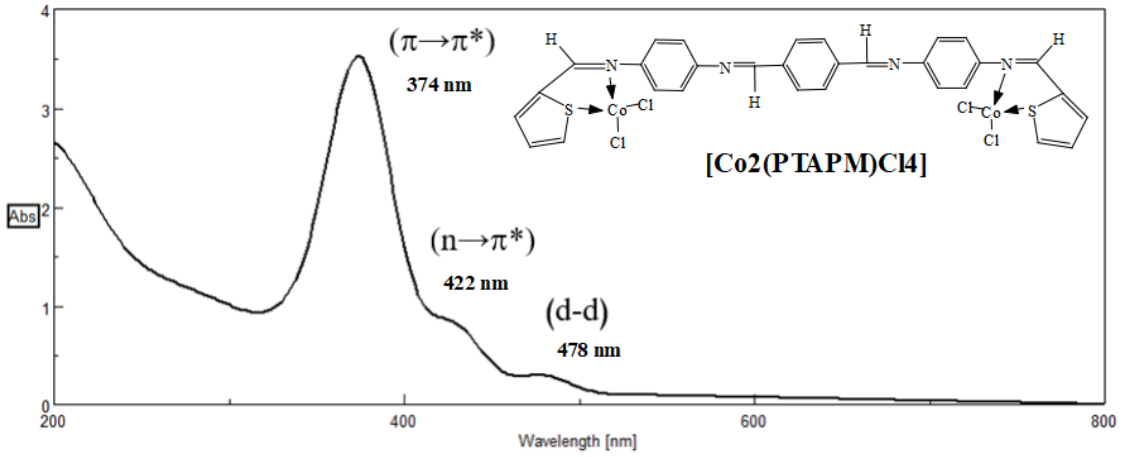
الشكل - 17 - طيف مطابقة الأشعة فوق البنفسجية-المرئية للمعقد  $[Cu_2(PTAPM)Cl_4]$  مع المرتبطة (PTAPM)



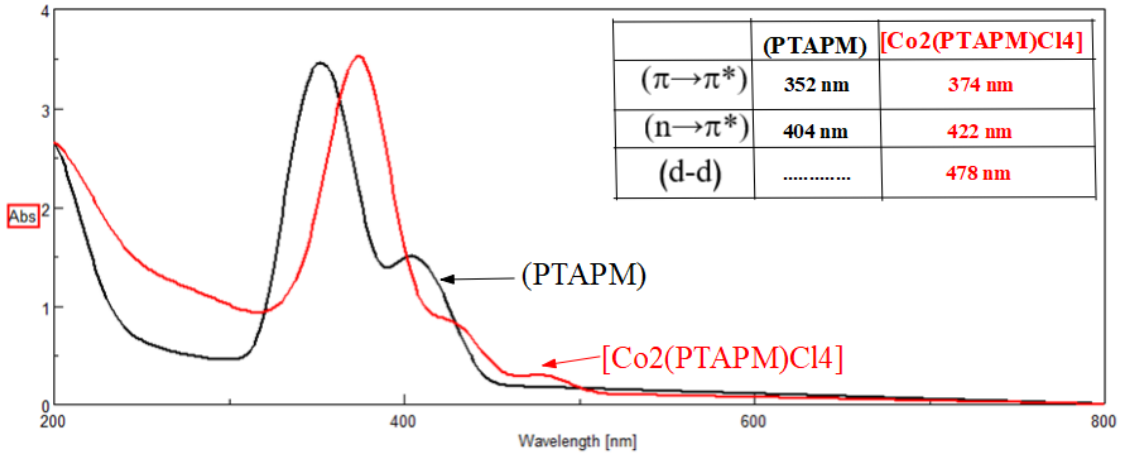
الشكل - 18 - طيف الأشعة المرئية- فوق البنفسجية للمعقد  $[Ni_2(PTAPM)Cl_4]$  في المجال (800-200)



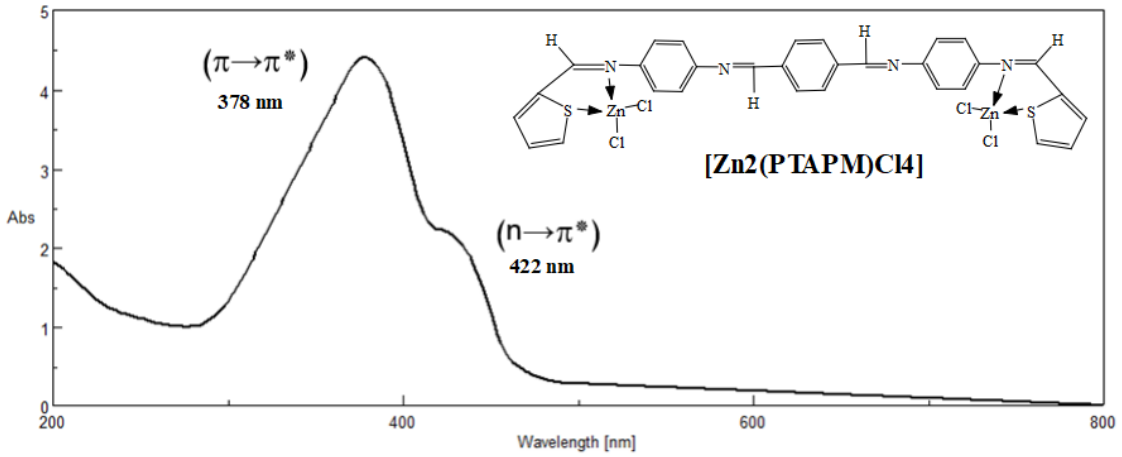
الشكل - 19 - طيف مطابقة الأشعة فوق البنفسجية- المرئية للمعقد  $[Ni_2(PTAPM)Cl_4]$  مع المرتبطة (PTAPM)



الشكل -20- طيف الأشعة فوق البنفسجية-المرئية للمعقد  $[Co_2(PTAPM)Cl_4]$  في المجال (800-200)

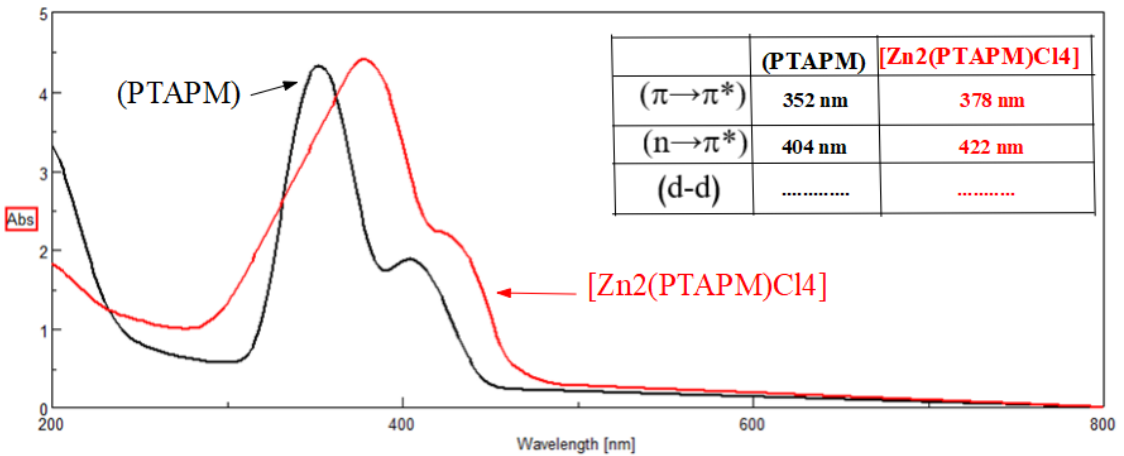


الشكل -21- طيف مطابقة الأشعة فوق البنفسجية-المرئية للمعقد  $[Co_2(PTAPM)Cl_4]$  مع المرتبطة (PTAPM)



الشكل - 22 - طيف الأشعة فوق البنفسجية-المرئية للمعقد  $[Zn_2(PTAPM)Cl_4]$  في

المجال ( 800-200 )



الشكل- 23- طيف مطابقة الأشعة فوق البنفسجية-المرئية للمعقد  $[Zn_2(PTAPM)Cl_4]$

مع المرتبطة (PTAPM)

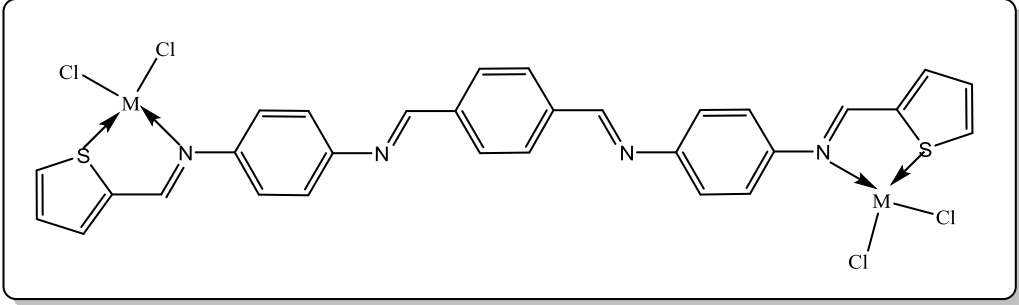
يلاحظ من خلال أطياف المعقدات انزياح في عصابات الامتصاص العائدين للانتقالات الالكترونية ( $\pi \rightarrow \pi^*$ ,  $n \rightarrow \pi^*$ ) نحو الأعداد الموجية الأعلى (نحو الأحمر). إضافة لظهور عصابة امتصاص مميزة في المجال المرئي تعود للانتقالات (d-d) في المعقدات المعدنية لكل من ( $\text{Co}^{2+}$ ,  $\text{Ni}^{2+}$ ,  $\text{Cu}^{2+}$ ).

يبين الجدول التالي الانتقالات الالكترونية في أطياف (UV-Vis) للمرتبطة والمعقدات المحضرة:

جدول -8- الخصائص الطيفية للمرتبطة (PTAPM) ومعقداتها المعدنية باستخدام الأشعة فوق البنفسجية والمرئية

Comp.	$\pi \rightarrow \pi^*$	$n \rightarrow \pi^*$	d $\rightarrow$ d
PTAPM	352	404	-----
[Cu <sub>2</sub> (PTAPM)Cl <sub>4</sub> ]	360	426	608
[Ni <sub>2</sub> (PTAPM)Cl <sub>4</sub> ]	360	416	472
[Co <sub>2</sub> (PTAPM)Cl <sub>4</sub> ]	374	422	478
[Zn <sub>2</sub> (PTAPM)Cl <sub>4</sub> ]	378	422	-----

وهذا يؤكد أن للمعقد الصيغة التالية:



## 6- الخلاصة:

1- تم في هذا البحث تحضير مرتبطة جديدة بمرحلتين من مشتقات التيوفن عن طريق تفاعل أسس شيف. وأثبتت بنيتها بمطيافيات:

(FT-IR,  $^1\text{H-NMR}$ ,  $^{13}\text{C-NMR}$ , UV-Vis)

2- تم تحضير معقدات معدنية لهذه المرتبطة لكل من أيونات ( $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Co}^{2+}$ ,  $\text{Ni}^{2+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$ ) ودرست بنية هذه المعقدات وتبين أنها رباعية التساند وثنائية النوى.

3- أظهرت قياسات الناقلية للمعقدات المحضرة قيماً منخفضة مما يدل أن المعقدات غير كهربية، ووجود الكلور في كرة التساند.

- [1] Kumar.S, Dhar. D.N, Saxena. PN,Applications of metal complexes of Schiff base –A review,Journal Of Scientific &Industrial Research, March 2009, Vol.68,PP.181-187.
- [2] Wang. S, Shen.S, Xu. H, Synthesis spectroscopic and thermal properties of a series of azo metal chelate dyes ,Dyes Pigments ,2000, 44,195-198.
- [3] A. Jarrahpour, M. Motamedifar, K. Pakshir, N. Hadi, and M. Zarei, “Synthesis of novel azo Schiff bases and their antibacterial and antifungal activities.,” *Molecules*, vol. 9, no. 10, pp. 815–24, 2004.
- [4] N. Kaur, “Metal catalysts: Applications in higher-membered N-heterocycles synthesis,” *J. Iran. Chem. Soc.*, vol. 12, no. 1, pp. 9–45, 2015.
- [5] C. L. Lai, W. H. Guo, M. T. Lee, and C. H. Hu, “Ligand properties of N-heterocyclic and Bertrand carbenes: A density functional study,” *J. Organomet. Chem.*, vol. 690, no. 24–25, pp. 5867–5875, 2005.
- [6] M. S. Farhan, “Synthesis of Some Heterocyclic Compounds Linked to Amino Acid Esters with Expected Biological Activities .,” 2005.
- [7] K. T. Youm, Y. S. Kim, S. J. Kim, J. Ko, and M. J. Jun, “Cu(II) coordination polymer containing N<sub>2</sub>S<sub>2</sub> type tetradentate ligand, N,N’-bis(2-methylmercaptoethyl)piperazine (mmepa),” *J. Mol. Struct.*, vol. 837, no. 1–3, pp. 1–4, 2007.
- [8] J. Van Rijn, E. Bouwman, J. R. Empfield, W. L. Driessen, and J. Reedijk, “Coordination compounds with a biomimetic N<sub>2</sub>S<sub>2</sub> ligand, resulting in long metal-thioether bonds. The crystal and molecular structure of [1,7-bis(5-methyl-4-



- imidazolyl)-2,6- dithiaheptane]bis(thiocyanato-N)cobalt(II),” *Polyhedron*, vol. 8, no. 15, pp. 1965–1970, 1989.
- [9] J. D. Charrier, A. Reliquet, and J. C. Meslin, “Synthesis of a new type of N<sub>2</sub>S<sub>2</sub> tetradentate ligand,” *Tetrahedron Lett.*, vol. 39, no. 47, pp. 8645–8646, 1998.
- [10] M. Morshedi, M. Amirnasr, A. M. Z. Slawin, J. D. Woollins, and A. D. Khalaji, “Synthesis and coordination chemistry of new tetradentate N<sub>2</sub>S<sub>2</sub> donor Schiff-base ligand ca<sub>2</sub>-dapte: Mononuclear and dinuclear copper(I) complexes [Cu(ca<sub>2</sub>dapte)]ClO<sub>4</sub> and [{Cu(PPh<sub>3</sub>)(X)}<sub>2</sub>(ca<sub>2</sub>dapte)] (X = I and Br),” *Polyhedron*, vol. 28, no. 1, pp. 167–171, 2009.
- [11] M. F. Rahman<sup>1</sup> and T. Das<sup>1</sup>, “Spectrophotometric Application for pH Dependent Determination \nof Vanadium (IV) Complexed with Thiophene-2-Carboxaldehyde \nThiosemicarbazone by SPS Method\n,” *IOSR Journal of Applied Chemistry (IOSR-JAC)*, vol. 7, no. 10, pp. 54–59, 2014.
- [12] R. Jagdish, “Ph . D . Thesis SYNTHESIS AND PHYSICO CHEMICAL PROPERTIES OF SOME ENTITIES BY DECEMBER – 2009,” 2010.
- [13] P. J. Steel, “Nitrogen Heterocycles as Building Blocks for New Metallo- supramolecular Architectures,” *Molecules*, vol. 9, pp. 440–448, 2004.
- [14] S. Naskar, S. Naskar, M. G. B. Drew, S. I. Gorelsky, B. Lassalle-Kaiser, A. Aukauloo, D. Mishra, and S. K. Chattopadhyay, “Structural and spectroscopic properties of Ru(II) complexes of 4-(aryl)thiosemicarbazones of thiophen-2-carbaldehyde,” *Polyhedron*, vol. 28, pp. 4101–4109, 2009.
- [15] M. Tenne and T. Strassner, “Neutral platinum(II) N-heterocyclic carbene complexes with tetrazolide-tethered imidazolin-2-ylidene ligands,” *J. Organomet. Chem.*, vol. 821, pp. 100–105, 2016.

- [16] S. Yaşar, E. Ö. Karaca, Ç. Şahin, İ. Özdemir, O. Şahin, and O. Büyüküngör, "Novel ruthenium(II)-N-heterocyclic carbene complexes; synthesis, characterization and catalytic application," *J. Organomet. Chem.*, vol. 789–790, no. May, pp. 1–7, 2015.
- [17] Alkhuder M., Kodlaa A, Shaherlee T. Synthesis and Spectral Study of new imine ligand and its Complexes with Cobalt ,Nickel and Copper metals (In Arabic). *Al-baath Univ* 2018; 40: 11–30.
- [18] F. M. M. A. and M. S. A. P. T. Chandrasekaran, M. Suresh, "Synthesis, characterization and antimicrobial studies of novel compound and its metal complexes derived from nicotinic acid," *Pelagia Res. Libr.*, vol. 5, pp. 81–90, 2014
- [19] C. T. Spinu, M. Pleniceanu, "Biologically Active Transition Metal Chelates with a 2-Thiophenecarboxaldehyde-Derived Schiff Base : Synthesis , Characterization , and Antibacterial," *Turk J Chem*, vol. 32. pp. 487–493, 2008.

## تحضير أفلام رقيقة من الأكاسيد المختلطة للنحاس والألومنيوم $CuAl_2O_4$ بطريقة البخ الحراري وتوصيفها

حازم الخطيب<sup>1</sup> د. عبلة الزعبي<sup>2</sup>

### ملخص

تم تحضير أفلام رقيقة مختلطة من أوكسيدي النحاس والألمنيوم  $CuAl_2O_4$  بطريقة البخ الحراري انطلاقاً من المحاليل الكيميائية لنترات النحاس النقية  $Cu(NO_3)_2 \cdot 3H_2O$  وكلوريد الألمنيوم النقي  $AlCl_3 \cdot 6H_2O$  كمحاليل بدائية، على ركائز من الزجاج العادي والكوارتز، حيث كانت نسبة الخلط  $1Cu:2Al$  لأملح النحاس والألمنيوم على الترتيب، المولية (0.5)، ودرجة حرارة الترسيب كانت شبه ثابتة تتراوح بين  $500 \rightarrow 550^\circ C$ ، بطريقة البخ الحراري ثم تم تليدين الأفلام المحضرة بدءاً بدرجة الحرارة  $90^\circ C \rightarrow 600$ . تمت دراسة الخصائص البنيوية للأفلام المحضرة من الأكاسيد الأولية ثم الأفلام المحضرة من الأكاسيد المختلطة للنحاس والألمنيوم بواسطة تقنية انعراج الأشعة السينية (XRD).

بينت نتائج انعراج الأشعة السينية أن أفلام أوكسيد النحاس تتبلور وفق بنية أحادية الميل وأفلام أوكسيد الألمنيوم غير متبلورة عند درجة حرارة التحضير

كما تبين لدينا أنه لم يتم الحصول على قمم الأوكسيد المختلط  $CuAl_2O_4$  عند درجة حرارة التحضير وهي  $500 \rightarrow 550^\circ C$ ، حيث بدأت تظهر قمم المركب المطلوب بدءاً

<sup>1</sup> طالب دراسات عليا (ماجستير) \_ قسم الفيزياء \_ كلية العلوم \_ جامعة البعث

<sup>2</sup> أستاذ مساعد في قسم الفيزياء \_ كلية العلوم \_ جامعة البعث

من درجة حرارة تليدين  $600^{\circ}C$  وعند هذه الدرجة أيضاً لاحظنا تناقص في شدات قمم الأكاسيد الأولية إلى أن وصلنا إلى درجة الحرارة المثلى للتحضير وهي  $800^{\circ}C$  حيث اختفت قمم الأكاسيد الأولية بشكل شبه تام وظهرت قمم الأوكسيد المختلط بشدات عالية، وعند التليدين لدرجة الحرارة  $900^{\circ}C$  لم نلاحظ أي تغييرات تذكر على مواضع القمم والشدات.

تم حساب ثابت الشبكة البلورية للأفلام المختلطة المحضرة، ووجد أن حجم الحبيبات البلورية يتزايد مع زيادة درجة حرارة التليدين. تم قياس أطراف النفوذية في مجال الأطوال الموجية ( $300 \rightarrow 2200 \text{ nm}$ )، تم حساب طاقة المجال المحظور وتبين أنها تساوي  $3.1 \text{ e.V}$ .

**كلمات مفتاحية:** أفلام الأكاسيد المختلطة للنحاس والألمنيوم، البخ الحراري، انعراج

الأشعة السينية، ثابت الشبكة البلورية، طاقة المجال المحظور.

# Preparation of Mixed $CuAl_2O_4$ Oxide Films by Spray Pyrolysis and its Characterization

Hazem Alkhateb, Dr. Abla Al-Zoubi

University of Al-Baath\_ Faculty of science

Dept. of physics\_ Homs\_ Syria

## Abstract

Mixed  $CuAl_2O_4$  oxide films were prepared by thermal evaporation from the chemical solutions of pure copper nitrate  $Cu(NO_3)_2 \cdot 3H_2O$  and pure aluminum chloride  $AlCl_3 \cdot 6H_2O$  as starting solutions, on substrates of ordinary glass and quartz. The mixing ratio of  $Cu:Al$  for copper and aluminum salts was 1:2, respectively, in molar terms. The deposition temperature was kept constant at 500-550°C by thermal evaporation, and the prepared films were then annealed from 600 to 900°C.

The structural properties of the films prepared from the primary oxides and then the mixed oxides of copper and aluminum were studied by X-ray diffraction (XRD) technique. The XRD results showed that copper oxide films crystallize in a single-phase monoclinic structure and aluminum oxide films are amorphous at the preparation temperature.

It was also found that the peaks of the mixed oxide  $CuAl_2O_4$  were not obtained at the preparation temperature of 500-550°C, while the

peaks of the required compound began to appear starting from the annealing temperature of  $600^\circ\text{C}$ . At this temperature, we also observed a decrease in the intensities of the peaks of the primary oxides until we reached the optimum preparation temperature of  $800^\circ\text{C}$ , where the peaks of the primary oxides disappeared almost completely and the peaks of the mixed oxide appeared with high intensities. At annealing to  $900^\circ\text{C}$ , we did not observe any significant changes in the positions or intensities of the peaks.

The lattice constant of the prepared mixed films was calculated, and it was found that the size of the crystalline grains increases with increasing annealing temperature.

The transmittance spectra were measured in the wavelength range of 300-2200 nm. The band gap energy was calculated and found to be equal to 3.1 eV.

**Keywords:**  $\text{CuAl}_2\text{O}_4$  oxide films, Thermal evaporation, X-ray diffraction, Lattice constant, Band gap energy.

## 1. مقدمة

تعتبر الأكاسيد المختلطة بشتى أنواعها فرع مهم جداً في علم فيزياء الحالة الصلبة، وذلك كون هذه الأكاسيد تعطي بنى بلورية ذات خصائص فيزيائية وكيميائية جديدة تختلف عن تلك الخصائص العائدة لأكاسيدها الأولية، ومن هذه الأكاسيد المختلطة ما يسمى بالاسبينيل حيث تتميز بمجموعة متنوعة من الخصائص الفيزيائية والكيميائية، مما يجعلها مواد ذات أهمية كبيرة في العديد من التطبيقات.

هنالك اهتمام جلي في تصنيع وخصائص الأفلام الرقيقة الأوكسيدية العازلة لما لها من تطبيقات في صناعة المواد المغناطيسية والصبغات والمحفزات والمواد المقاومة للحرارة، من بين جميع أنواع السبينيلات، تتمتع السبينيلات الألومينية باستقرار حراري مرتفع ومقاومة ميكانيكية عالية وكرهية للماء وحموضة سطحية منخفضة [1].

يملك السباينيل الصيغة العامة  $AB_2O_4$  حيث تشغل الأيونات الموجبة  $A$  من المواقع رباعية الوجوه في البنية المكعبية متمركزة الوجوه المتراسة، وتشغل الأيونات الموجبة  $B$  من المواقع ثمانية الوجوه [2].

يتكون السباينيل  $CuAl_2O_4$  من شبكة مكعبة مكونة من شوارد الأوكسجين. تقع شوارد النحاس وشوارد الألومنيوم في الفراغات رباعية وثمانية الوجوه على الترتيب.

يعد السباينيل  $CuAl_2O_4$  من المواد النانوية الواعدة ذات التطبيقات الواسعة في العديد من المجالات، بما في ذلك التحفيز الضوئي، وإزالة التلوث، والأجهزة الإلكترونية، والمواد المغناطيسية. يتميز السباينيل  $CuAl_2O_4$  بالعديد من الخصائص المرغوبة، بما في ذلك:

- البنية البلورية المكعبة التي توفر تطابقاً جيداً للشبكة البلورية مع المواد الأخرى.
- المجال المحظور، العريض مما توفر امتصاصاً جيداً للأشعة فوق البنفسجية.

- المساحة السطحية العالية التي تسهل التفاعلات الكيميائية.
- الاستقرار الكيميائي والحراري العالي.

يمكن تحضير السباينل المرغوب بعدة طرائق منها: تفاعلات الحالة الصلبة، الترسيب المشترك، طريقة السول جيل، الطريقة الحرارية الكيميائية (الحمام الكيميائي)، طريقة البخ الحراري، استخدم في هذا البحث طريقة البخ الحراري، كونها طريقة عملية ولا تحتاج معدات متطورة باهظة التكاليف وتعطي نتائج مرضية [3].

## 2. أهداف البحث

- تحضير أفلام رقيقة من أوكسيدي النحاس والألمنيوم كلا على حدى بدون خلط ودراسة خصائصها البنيوية.
- تحضير أفلام رقيقة من الأوكسيد المختلط للنحاس والألمنيوم  $CuAl_2O_4$  انطلاقاً من خلط أملاح الأكاسيد الأولية ودراسة خصائصها البنيوية.
- مقارنة الأفلام المحضرة والملدنة عند درجات حرارة مختلفة وذلك للحصول على أفضل درجة حرارة تم عندها تحضير المركب المطلوب.
- دراسة الخصائص البنيوية للأفلام المحضرة عند درجة الحرارة المثلى للتصنيع.
- دراسة الخصائص الضوئية (النفوذية-الامتصاصية-المجال المحظور) للأفلام المحضرة عند درجة الحرارة المثلى.

## 3. أهمية البحث

تأتي أهمية البحث من كونه يقدم طريقة سهلة فعالة وقليلة التكاليف في صناعة الأفلام الرقيقة من الأكاسيد المختلطة للنحاس والألمنيوم وهي طريقة البخ الحراري على الركائز باستخدام تجهيزات رخيصة غير مكلفة، أيضاً تم خلط أملاح للأوكاسيد الأولية لم يتم



خطها واستخدامها مسبقاً، حيث تم استخدام ملح نترات النحاس مع ملح كلوريد الألمنيوم في تحضير هذه الأفلام وتبين لنا أنها تعطي نتائج صحيحة ودقيقة.

## 4. مواد وطرق البحث

### 1.4 الأجهزة والمواد المستخدمة

1. فرن ترسيب الأفلام الرقيقة الذي يعتمد على تقنية البخ الحراري وذلك بواسطة ضاغط هواء كهربائي يقوم برش المحلول المحضر على الركيزة داخل الفرن.
2. جهاز انعراج الأشعة السينية PW1840 ذو مصعد من الكوبالت من إنتاج شركة Phillips متصل مع حاسب لإظهار طيوف الانعراج الناتجة
3. جهاز تنظيف الشرائح بالأموح فوق الصوتية المسمى *Transsonic Ultrasonic Nebulizer* نوع T700/H
4. جهاز المقياس الطيفي الضوئي (السيكتروفوتومتر) الذي يعتمد تقنية تسمى "امتصاص الأشعة فوق البنفسجية" (*UV - Vis*) من نوع *Jasco V - 570 Double Beam* موصول مع حاسب لقراءة القياسات
5. مرمدة تليدين حرارية لتليدين العينات نوع *CARBOLITE CWF 1200*
6. ركائز كوارتز وركائز من الزجاج العادي ماركة *merck* الألمانية ومواد كيميائية نقية حيث تم استخدام نترات النحاس  $Cu(NO_3)_2 \cdot 3H_2O$  النقية بنسبة 99% صناعة *SigmaAldrich* وكلوريد الألمنيوم  $AlCl_3 \cdot 6H_2O$  بنسبة 99% صناعة هندية وإيثانول مخبري بنقاوة عالية 99.99% وماء مقطر نقي

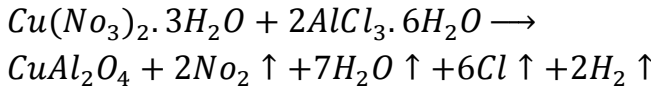
## 2.4 تحضير العينات

تم استخدام ركائز من الزجاج العادي وأخرى من الكوارتز حيث تم تنظيفها بشكل جيد بالماء العادي والصابون ثم وضعت في جهاز التنظيف بالأموح فوق الصوتية وبعد ذلك تم غسلها بحمض كلور الماء الممدد ثم استخدم الكحول كمرحلة أخيرة للحصول على انسياب مستمر للماء على سطح الركيزة بدون تقطيع.

تم تحضير أفلام أكسيد الألمنيوم باستخدام كلوريد الألمنيوم النقي بمولية 0.5 M وتم تحضير أفلام أكسيد النحاس باستخدام نترات النحاس النقية بمولية 0.5 M وذلك عند درجة حرارة  $500\text{ }^\circ\text{C}$  وتمت دراسة الأفلام الناتجة باستخدام جهاز انعراج الأشعة السينية (XRD) للتأكد من الحصول على أفلام الأكاسيد الأولية.

قمنا بتحضير الفلم المختلط لأوكسيد النحاس والألمنيوم وذلك بخلط محاليل الأكاسيد الأولية وفق النسبة  $1Cu: 2Al$

تم اختيار هذه النسبة بناءً على معادلة التفاعل والتي تعطينا الأوكسيد المختلط المطلوب  $CuAl_2O_4$  كما يلي:



تم حل 1.208 g من الملح  $Cu(NO_3)_2 \cdot 3H_2O$  ذو الكتلة المولية 241.60 g/mol في حجم 10 ml من الماء المقطر والإيثانول، وتم إضافة بعض القطرات من حمض الآزوت لزيادة شفافية المحلول.

ثم تم حل 2.414 g من الملح  $AlCl_3 \cdot 6H_2O$  ذو الكتلة المولية 241.45 g/mol في حجم 20 ml من الماء المقطر والإيثانول وتم إضافة بضع قطرات من حمض كلور الماء لزيادة شفافية المحلول.

قمنا بخلط المحلولين السابقين بحيث وضعنا على خلائط مغناطيسي لمدة ساعة ودرجة حرارة  $40^{\circ}\text{C}$

تم ترسيب المحلول الناتج عن طريق رشه يدوياً على بعد  $30\text{ cm}$  عن الركيزة الموضوعه في الفرن ذو الحرارة  $550^{\circ}\text{C}$  والضغط الجوي العادي حسب السماكة الوسطية للأفلام المحضرة بشكل تقريبي بالطريقة الوزنية من خلال العلاقة التالية[4]:

$$t = \frac{\Delta m}{\rho A}$$

حيث أن:

$t$ : سماكة الفلم المحضر و  $\Delta m$ : الفرق في الكتلة قبل الترسيب وبعده و  $\rho$ : كثافة المادة و  $A$ : مساحة سطح العينة. وتبين أنها تساوي تقريباً  $(500)\text{nm}$ .

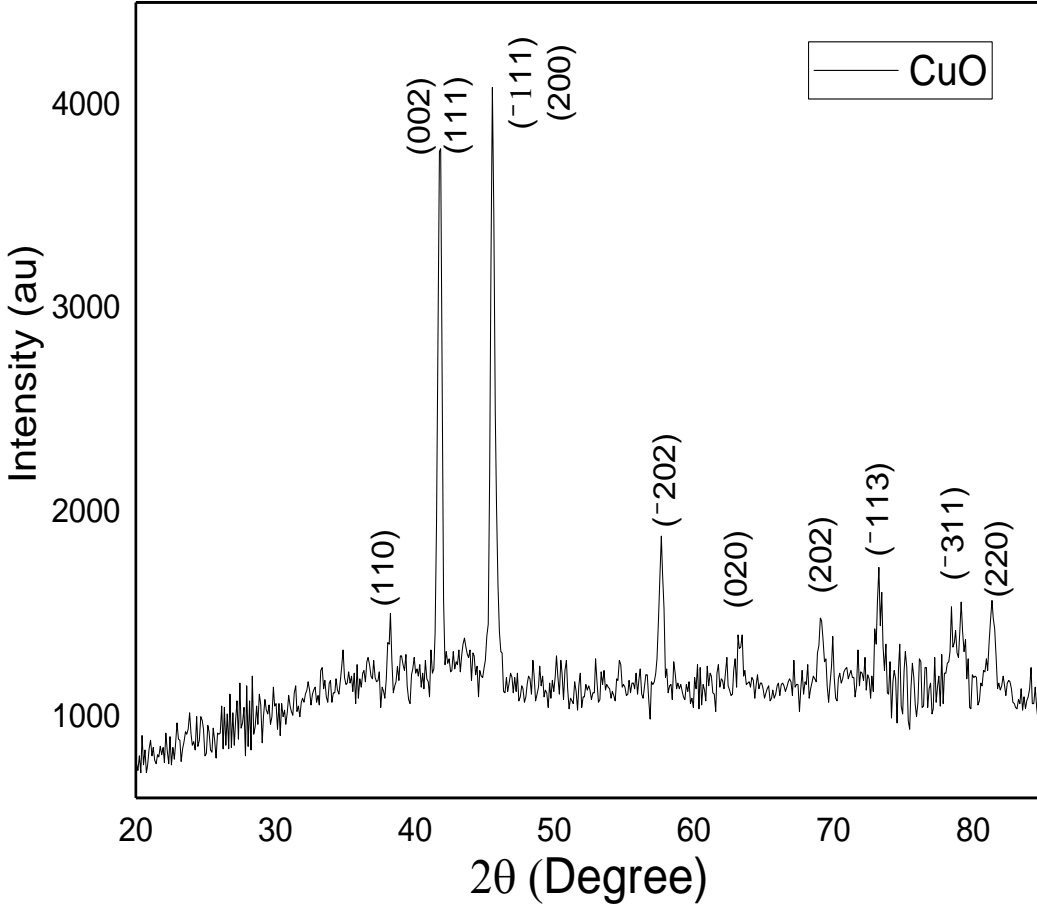
## 5. النتائج والمناقشة

### 1.5 الخصائص البنيوية

#### 1.1.5 دراسة الخصائص البنيوية للأكاسيد الأولية

تمت دراسة البنية البلورية للأفلام المحضرة من الأكاسيد الأولية لكل من أكسيد النحاس وأكسيد الألمنيوم كلاً على حدا باستخدام تقنية انعراج الأشعة السينية ( $XRD$ )

يبين الشكل (1) طيف انعراج الأشعة السينية لفلم أكسيد النحاس المحضر  $CuO$ .



الشكل 1 طيف انعراج الأشعة السينية لفلم أكسيد النحاس المحضر

تم تحديد قرائن ميلر لقمم الانعراج للفلم السابق المحضر بالمقارنة مع بنك المعلومات

JCPDS (البطاقة 05-0661) وكانت على النحو التالي:

(110)(002)( $\bar{1}11$ )(111)(200)( $\bar{2}02$ )(020)(202)( $\bar{1}13$ )( $\bar{3}11$ )(220)

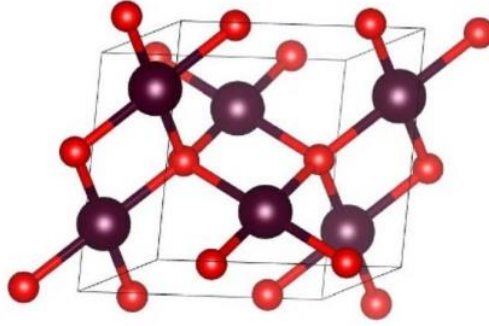
تتوافق جميع القمم الموجودة في الطيف السابق مع القمم العائدة لأوكسيد

النحاس  $CuO$  ولم يلاحظ وجود قمم تعود لمركبات أخرى.

تتبلور أفلام أوكسيد النحاس  $CuO$  وفق بنية بلورية أحادية الميل (Monoclinic)

وينتمي

للمجموعة الفراغية  $C2/c$  [5]



## Monoclinic

الشكل 2 البنية البلورية أحادية الميل لأوكسيد النحاس

بالاستفادة من قياسات انعراج الأشعة السينية لأفلام أوكسيد النحاس المحضرة تم حساب البعد بين المستويات البلورية ( $d$ ) من زوايا الانعراج عند كل خط طيفي باستخدام قانون براغ [6]:

$$n\lambda = 2d \sin \theta$$

حيث أن  $\lambda = 1.78897\text{\AA}$  طول موجة الأشعة السينية و  $\theta$  زاوية الانعراج ثم تم تعيين قيم ثوابت الشبكة البلورية  $a$  و  $b$  و  $c$  وتم ذلك بالاستعانة بقيم  $d$  (البعد بين المستويات البلورية) حيث يعطى البعد بين المستويات البلورية  $d_{hkl}$  في حالة البنية البلورية أحادية الميل بالعلاقة الآتية [7]:

$$\frac{1}{d^2} = \left( \frac{\sin^2 \beta}{a^2} + \frac{k^2 \sin^2 \beta}{b^2} + \frac{l^2}{c^2} - \frac{2kl \cos \beta}{a \cdot c} \right) \frac{1}{\sin^2 \beta}$$

تم حساب حجم وحدة الخلية أيضاً الذي يعطى بالعلاقة:

$$V = abc \cdot \sin \beta$$

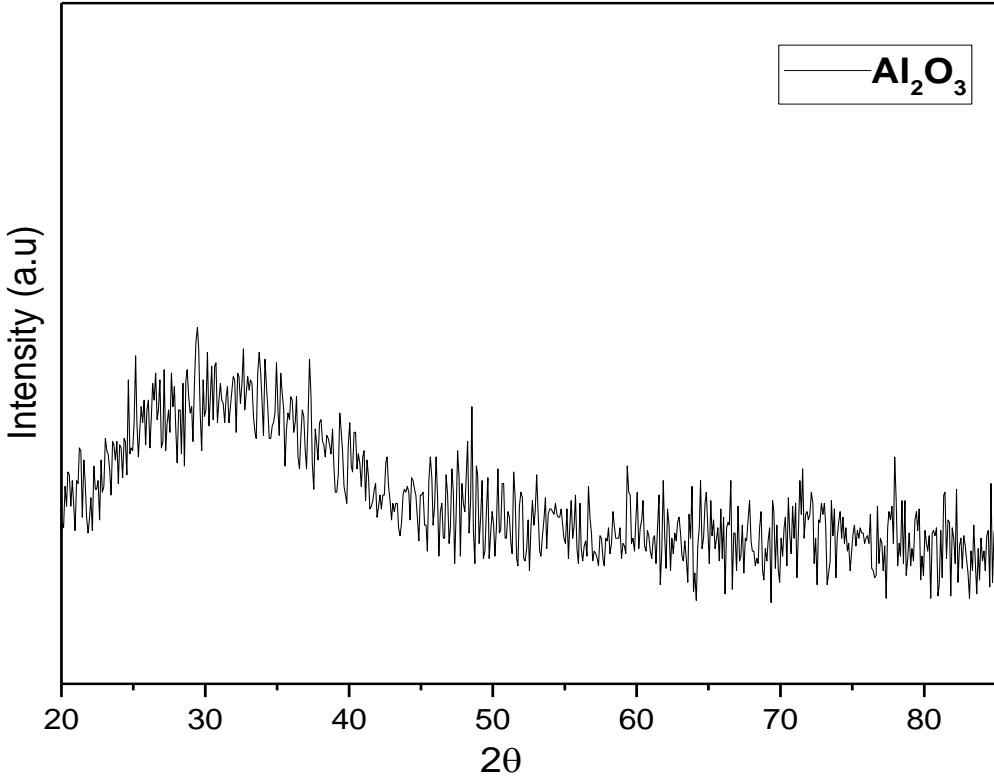
يبين الجدول (1) قيم كل من  $2\theta$  و  $d_{hkl}$  وقرائن ميلر  $hkl$  وقيم ثوابت الشبكة

البلورية الموافقة للشدات العظمى والحجم الحبيبي:

### جدول 1

$d_{hkl}$ ( $\text{Å}$ )	$2\theta^\circ$	( $hkl$ )
2.736	38.171	(110)
2.508	41.786	(002)
2.310	45.558	(200)
1.855	57.655	( $\bar{2}02$ )
1.705	63.277	(020)
1.578	69.062	(202)
1.498	73.325	( $\bar{1}13$ )
1.409	78.84	( $\bar{3}11$ )
1.372	81.393	(220)
$a = 4.684 \text{ Å}$	$b = 3.419 \text{ Å}$	$c = 5.086 \text{ Å}$
$V = 80.346 (\text{Å})^3$		

يبين الشكل (4) طيف انعراج الأشعة السينية على فلم أوكسيد الألمنيوم المحضر:



الشكل 3 طيف انعراج الأشعة السينية على فلم أكسيد الألمنيوم المحضر

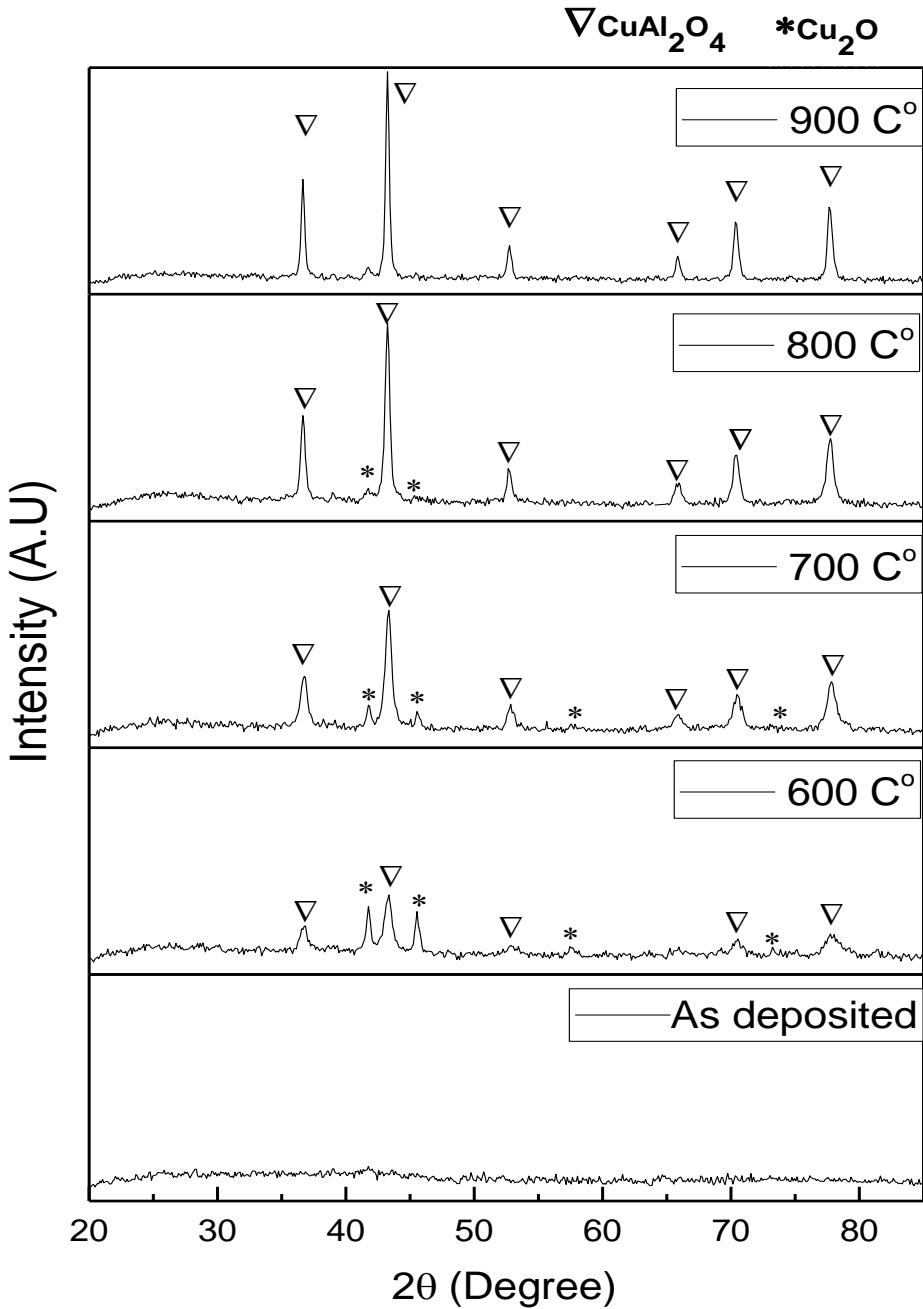
نلاحظ من الشكل (3) أن أفلام أكسيد الألمنيوم المحضرة غير متبلورة بشكل جيد وذلك من أجل شروط الترسيب ذاتها المتبعة في تحضير أفلام أكسيد النحاس، ويعود ذلك إلى أن تبلور أكسيد الألمنيوم يتطلب درجة حرارة تليدين عالية حوالي  $800\text{ }^{\circ}\text{C}$  ويتوافق ذلك مع الأعمال العلمية [8] [9].

### 1.1.1 تحديد درجة الحرارة المثلى لتحضير المركب



تم استخدام تقنية انعراج الأشعة السينية لدراسة البنية البلورية لأفلام أولمينات النحاس المحضرة والمعدنة عند درجات حرارة مختلفة.

يبين الشكل (4) أطيايف انعراج الأشعة السينية لأفلام المحضرة من المركب أولمينات النحاس وذلك من أجل درجات حرارة تليدين مختلفة.



الشكل 4 أطياف انعراج الأشعة السينية للأفلام المحضرة من المركب أولمينات النحاس وذلك من أجل درجات حرارة تليدين مختلفة



تمت مقارنة قمم الانعراج في الشكل (4) لأفلام أولمينات النحاس المحضرة والملدنة عند درجات حرارة مختلفة مع البطاقات المرجعية العائدة للأكاسيد الأولية: أكسيد الألمنيوم  $Al_2O_3$  ذو البطاقة رقم (43-1484) وأكسيد النحاس  $CuO$  ذو البطاقة (-05 0661) مع البطاقة المرجعية العائدة للأوكسيد المختلط  $CuAl_2O_4$  ذات الرقم (33-0448) في JCPDS (بنك المعلومات).

من المعروف أن أكسيد النحاس  $CuO$  يتشكل عند درجة حرارة منخفضة [10]، لكن المركب  $CuAl_2O_4$  يبقى غير متبلور عند درجات الحرارة المنخفضة من  $150^\circ C$  وحتى الدرجة  $500^\circ C$ ، و يمكن أن يعزى ذلك إلى كون تبلور المركب  $CuAl_2O_4$  يحدث ببطء وذلك عند درجات حرارة منخفضة، وبالتالي فإن أيونات المعدن تنتشر بسرعة قليلة داخل الحبيبات بالمقارنة مع سرعة انتشارها في الحدود الحبيبية والسطوح المسامية، هذا يعني أن انتشار أكسيد النحاس  $CuO$  في مصفوفة أكسيد الألمنيوم  $Al_2O_3$  يحدث ببطء عند درجات الحرارة المنخفضة [11]. يمكن القول أن: التفاعل بين  $Al_2O_3$  و  $CuO$  غير المتبلور يحدث فقط على السطح مشكلاً طبقة رقيقة السماكة من  $CuAl_2O_4$ ، بحيث لا يمكن اكتشافها بواسطة جهاز (XRD)، لذلك لم يلاحظ أي تبلور للمركب المطلوب عند درجة الحرارة  $500^\circ C$ .

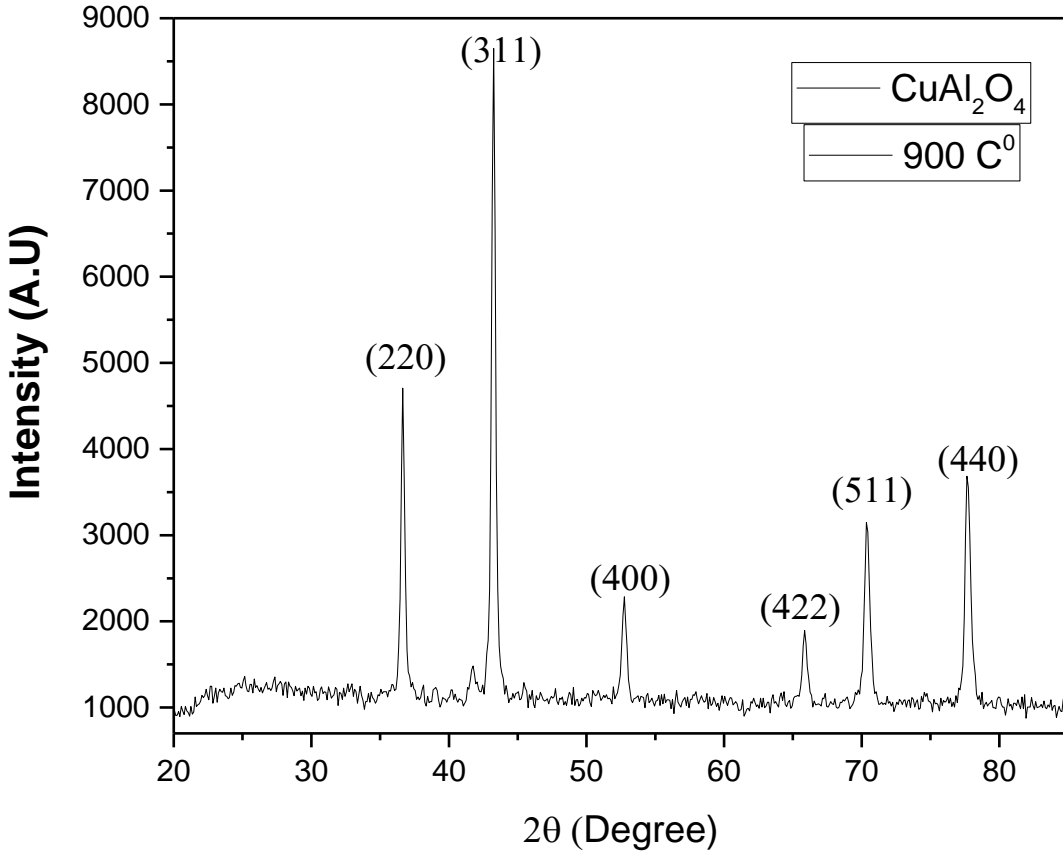
تم تليدين العينات المحضرة عند الدرجة  $600^\circ C$  وهنا لاحظنا ظهور قمم عائدة لأوكسيد النحاس  $CuO$  وهي ذات شدات كبيرة وقمم تعود للأوكسيد المختلط  $CuAl_2O_4$  وهي ذات شدات ضعيفة وهذا يتوافق مع الأعمال العلمية [12] [13].

مع زيادة درجة حرارة التليدين إلى  $700^\circ C$  بدأت شدات القمم العائدة للأوكسيد الأولي  $CuO$  بالتناقص وازدادت شدات قمم الأوكسيد المختلط  $CuAl_2O_4$ ، أي أنه هناك تبلور ملحوظ للأوكسيد المختلط وهذا يتوافق مع الأعمال العلمية [12] [14]،

عند زيادة درجة حرارة التلدين إلى  $800C^\circ$ ، لوحظ استقرار شبه تام لقمم الأوكسيد المختلط، وكان الاستقرار النهائي للمركب عند التلدين بدرجة حرارة  $900C^\circ$  وهذا يتوافق مع الأعمال العلمية [3][15].

### 2.1.1 دراسة الخصائص البنيوية للمركب $CuAl_2O_4$ المملدن عند الدرجة $900^\circ C$

يبين الشكل (5) طيف انعراج الأشعة السينية (XRD) للمركب  $CuAl_2O_4$  المحضر والمملدن عند درجة حرارة  $900C^\circ$ .



الشكل 5 طيف انعراج الأشعة السينية على فلم أولمينات النحاس المحضر والمملدن عند درجة الحرارة  $900^\circ C$

تم تحديد قرائن ميلر لقمم الانعراج للفلم السابق المحضر بالمقارنة مع بنك المعلومات JCPDS (البطاقة 0448-33) كما في الشكل (5).

تتوافق جميع القمم الموجودة في الطيف (الشكل (5)) مع القمم العائدة لمركب أولمينات النحاس  $CuAl_2O_4$  ولم يلاحظ وجود قمم تعود لمركبات أخرى، مما يدل على نقاوة أفلام أولمينات النحاس المحضرة.

تتبلور أفلام أولمينات النحاس وفق بنية مكعبية متمركزة الوجوه (FCC) نوع السباينل تنتمي للمجموعة الفراغية  $Fd3m$ .

بالاستفادة من قياسات انعراج الأشعة السينية لأفلام أكسيد النحاس المحضرة تم حساب البعد بين المستويات البلورية ( $d$ ) من زوايا الانعراج عند كل خط طيفي باستخدام قانون براغ.

تم تعيين القيمة الوسطية لثابت الشبكة البلورية  $a$  بالاستعانة بقيم  $d$  حيث يعطى البعد بين المستويات البلورية المتوازية  $d_{hkl}$  في حالة البنية البلورية المكعبية بالعلاقة الآتية [6]:

$$\frac{1}{d_{hkl}^2} = \frac{h^2 + k^2 + l^2}{a^2}$$

حجم وحدة الخلية الأساسية هو الحجم الذي يشغله مجموعة من الذرات المرتبطة معاً في البنية البلورية. يمكن حساب حجم وحدة الخلية من خلال معرفة أبعاد الخلية الأساسية في حالة البنية البلورية المكعبة، تكون أبعاد وحدة الخلية الأساسية متساوية، لذلك يمكن

$$V = a^3 \text{ : [6] الآتية}$$

حيث:  $V$  حجم وحدة الخلية الأساسية،  $a$  ثابت الشبكة البلورية.

يبين الجدول (2) قيم كل من  $2\theta$  و  $d_{hkl}$  و  $a$  و  $V$  لأفلام أولمينات النحاس المحضرة والملدنة عند درجة الحرارة  $900\text{ }^\circ\text{C}$ :

جدول 2

$a(A^\circ)$	$d_{hkl}(A^\circ)$	$(hkl)$	$2\theta$
8.046	2.845	(220)	36.655
8.051	2.427	(311)	43.245
8.054	2.013	(400)	52.752
8.060	1.645	(422)	65.865
8.066	1.552	(511)	70.372
8.067	1.426	(440)	77.696
$a = 8.057(A^\circ)$			
$V = 523.022(A^\circ)^3$			

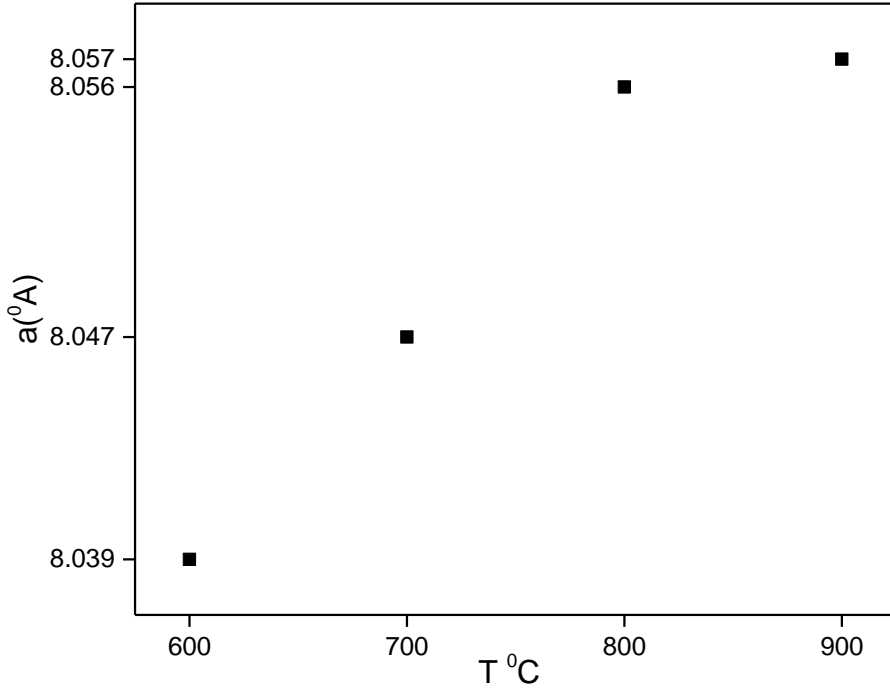
يبين الجدول (3) قيم كل من  $a$  و  $V$  لأفلام أولمينات النحاس المحضرة والملدنة عند درجات حرارة مختلفة.

جدول 3

$V(A^\circ)^3$	$a(A^\circ)$	$T(^\circ\text{C})$
519.524	8.039	600
521.154	8.047	700
522.980	8.056	800
523.022	8.057	900

يبين الشكل (6) تغيرات ثابت الشبكة البلورية بدلالة درجة حرارة التلدين لأفلام أولمينات

النحاس



الشكل 6 تغيرات ثابت الشبكة البلورية بدلالة درجة حرارة التلدين.

يتبين من الشكل (6) أن قيم ثابت الشبكة البلورية تزداد مع زيادة درجة حرارة التلدين

بحيث تقترب من قيم ثابت الشبكة البلورية المرجعية لمركب أولمينات النحاس.

تم حساب حجم الحبيبات البلورية بعد تسجيل العرض عند منتصف الشدة العظمى لقمم

الانعراج ( $\beta$ ) باستخدام علاقة ديبياي-شيرر [6]

$$D = \frac{K \lambda}{\beta \cos(\theta)}$$

حيث:

$D$ : حجم الحبيبات البلورية.

$K$ : ثابت ديبياي ويساوي 0.93.

$\lambda$ : طول موجة الأشعة السينية المستخدمة.  $\lambda = 1.78897(A)$ .

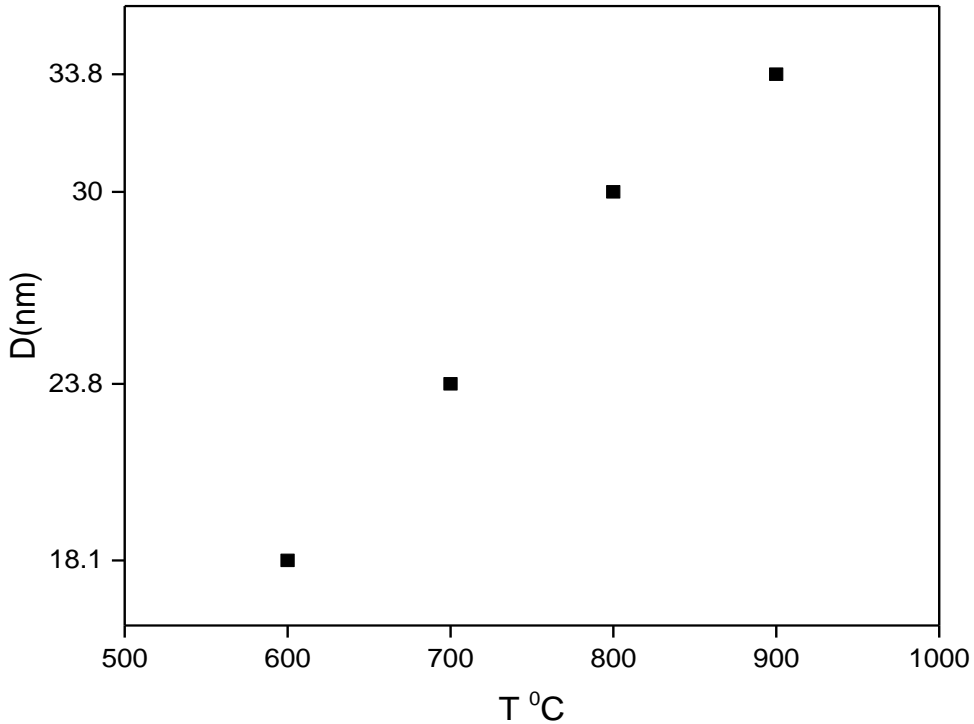
$\beta$ : العرض الكلي عند منتصف الشدة العظمى ويقدر بالراديان.  $\theta$ : زاوية براغ.

يبين الجدول (4) قيم حجم الحبيبات البلورية لأفلام أولمينات النحاس المحضرة والملدنة عند درجات حرارة مختلفة:

جدول 4

$D(nm)$	$T(^{\circ}C)$
18.1	600
23.8	700
30	800
33.8	900

يبين الشكل (7) تغيرات حجم الحبيبات البلورية لأفلام أولمينات النحاس بدلالة درجة حرارة التلدين.



الشكل 7 تغيرات حجم الحبيبات البلورية بدلالة درجة الحرارة

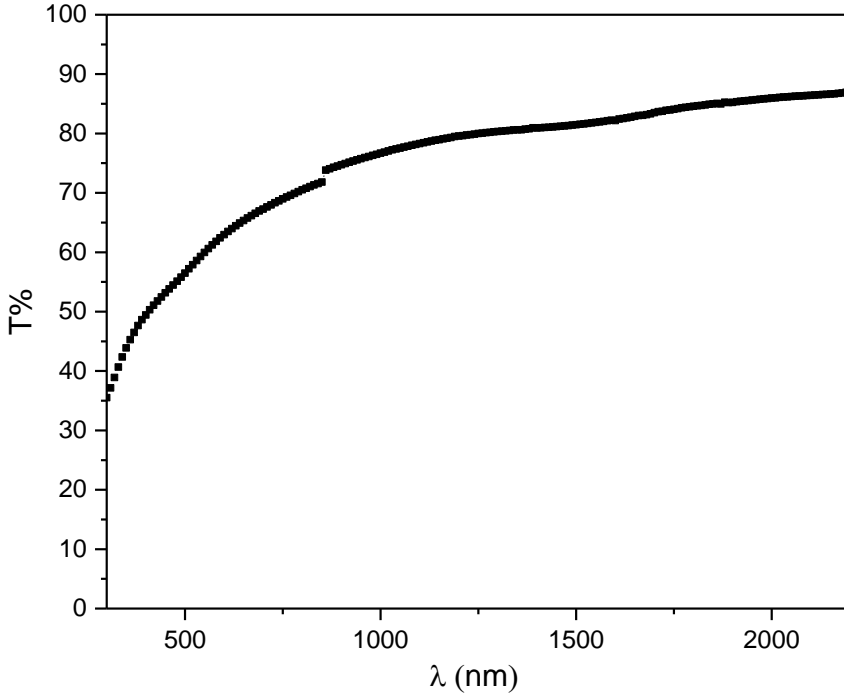
نلاحظ أن حجم الحبيبات يزداد بزيادة درجة حرارة التلدين، مما يدل على زيادة تبلور الفلم المحضر وبالتالي تحسن في خصائصه البنيوية.

## 2.1 الخصائص الضوئية

تمت دراسة النفوذية والامتصاصية وحساب المجال المحظور للفلم المحضر لمعرفة ميزاته وخصائصه الضوئية.

### 1.2.1 النفوذية:

تم قياس النفوذية للأفلام المحضرة في مجال الطول الموجي  $(300 \rightarrow 2200) \text{ nm}$  باستخدام جهاز السبيكتروفوتومتر، يبين الشكل (8) أطياف النفوذية لفلم  $\text{CuAl}_2\text{O}_4$  الملدن عند درجة الحرارة  $900^\circ\text{C}$ .



الشكل 8 طيف النفوذية لفلم  $CuAl_2O_4$ .

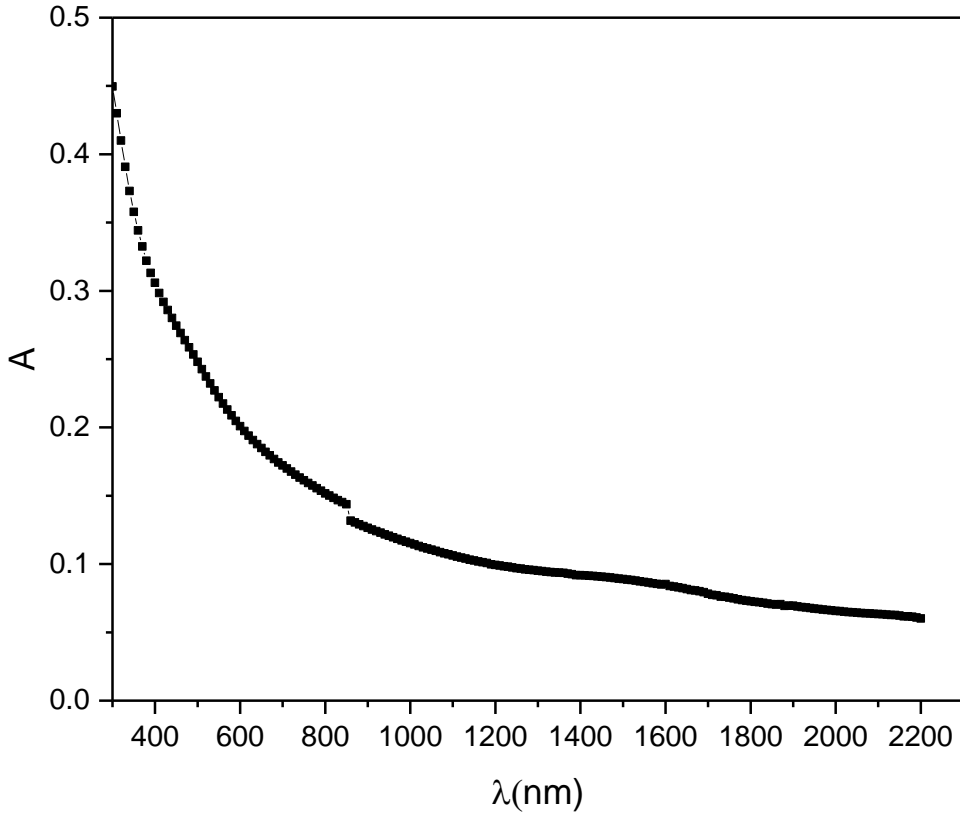
نلاحظ من الشكل (8) أن أفلام أولمينات النحاس المحضرة تكون شفافة تقريباً في المجال المرئي وتحت الأحمر.

تتناقص النفوذية بشكل ملحوظ في المجال فوق البنفسجي، مما يؤكد أن حافة الامتصاص لأفلام أولمينات النحاس تقع في هذا المجال.

### 2.2.1 الامتصاصية:

تم حساب الامتصاصية للفلم المحضر بالاستفادة من قيم النفوذية ولنفس العينة المحضرة وتم رسم العلاقة بين الامتصاصية والطول الموجي للفلم المحضر.





الشكل 9 تغيرات الامتصاصية بدلالة الطول الموجي لفلم  $\text{CuAl}_2\text{O}_4$

تكون قيم الامتصاصية في الشكل (9) عالية في المجال فوق البنفسجي بما يتوافق مع قياسات النفوذية.

### 3.2.1 حساب طاقة المجال المحظور:

تعرف طاقة المجال المحظور بأنها الفرق بين سويات الطاقة بين الحالة الأرضية (عصابة التكافؤ) والحالة المثارة (عصابة الناقلية) في المادة. يمكن قياس قيمة طاقة المجال المحظور باستخدام تقنية تسمى "امتصاص الأشعة المرئية فوق البنفسجية (UV-Vis)". في هذه التقنية، يتم تسليط ضوء الأشعة فوق البنفسجية على المادة، ويتم قياس

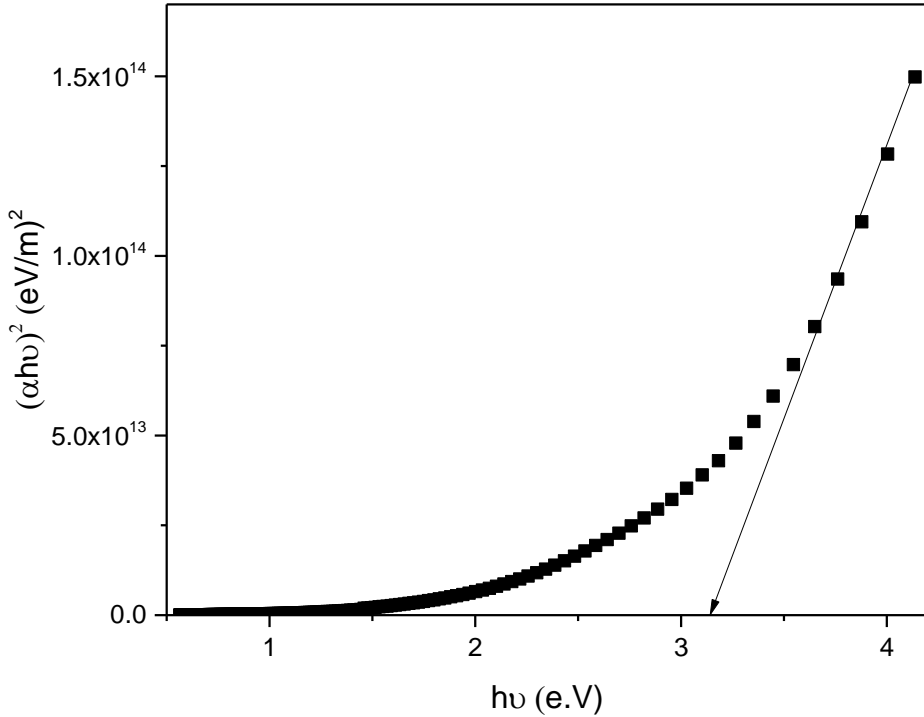
شدة الضوء الذي يتم امتصاصه بواسطة المادة، تعتمد شدة الضوء الممتص على المجال المحظور للمادة [16].

تم تحديد طاقة المجال المحظور لأفلام  $CuAl_2O_4$  باستخدام العلاقة الآتية [17]:

$$\alpha h\nu = A (h\nu - E_g)^{\frac{m}{2}}$$

حيث:  $\alpha$  معامل الامتصاص،  $\nu$  تردد الفوتون،  $A$  ثابت تناسبي،  $m = 4$  من أجل الانتقالات غير المباشرة.

تم تحديد قيمة المجال المحظور بتمديد الجزء الخطي للمنحني البياني لتغيرات  $(\alpha h\nu)^2$  بدلالة  $h\nu$  إلى  $(\alpha h\nu)^2 = 0$  والذي يعطي قيمة المجال المحظور المباشر.



الشكل 10 يمثل تغيرات  $(\alpha h\nu)^2$  بدلالة  $h\nu$  لفلم  $CuAl_2O_4$

تم استقراء قيمة المجال المحظور من الرسم البياني في الشكل (10) وكانت  $E_g = 3.1eV$  وهذا يتوافق مع العمل العلمي [2].

## 6. الاستنتاجات

1. تم تحضير أفلام رقيقة من أولمينات النحاس  $CoAl_2O_4$  انطلاقاً من المحاليل الكيميائية لنترات النحاس وكلوريد الألمنيوم بطريقة البخ الحراري على ركائز من الزجاج والكوارتز.
2. أظهرت نتائج XRD أن الأفلام المحضرة عند درجة حرارة  $500^\circ C$  هي أفلام غير متبلورة وبالتالي درجة حرارة التحضير غير كافية لتشكيل الفلم  $CuAl_2O_4$ .
3. تم الحصول على أفلام أولمينات النحاس  $CuAl_2O_4$  بدءاً من درجة حرارة تليدين  $700^\circ C$  وكان التبلور الأفضل للأفلام عند التليدين بدرجة الحرارة  $900^\circ C$ .
4. تتبلور أفلام  $CuAl_2O_4$  وفق بنية مكعبية متمركزة الوجوه تنتمي للمجموعة الفراغية  $Fd3m$ .
5. ازدادت قيم كل من ثابت الشبكة البلورية وحجم الحبيبات بزيادة درجة حرارة التليدين.
6. وجد أن قيمة طاقة المجال المحظور لأفلام أولمينات الكوبالت مساوية لـ:  $E_g = 3.1eV$ .

## 7. التوصيات

نوصي بـ:

1. دراسة تأثير نسب الخلط على تشكل الأفلام المختلطة لأوكسيدي النحاس والألمنيوم.
2. دراسة الخصائص الكهربائية لأفلام أولمينات النحاس.

## 8. المراجع

- [1] W. Lv *et al.*, "Synthesis, characterization and photocatalytic properties of spinel  $\text{CuAl}_2\text{O}_4$  nanoparticles by a sonochemical method," *J Alloys Compd*, vol. 479, no. 1–2, pp. 480–483, Jun. 2009, doi: 10.1016/j.jallcom.2008.12.111.
- [2] L. C. Leu, D. P. Norton, G. E. Jellison, V. Selvamanickam, and X. Xiong, "Optical and dielectric properties of  $\text{CuAl}_2\text{O}_4$  films synthesized by solid-phase epitaxy," *Thin Solid Films*, vol. 515, no. 17, pp. 6938–6942, Jun. 2007, doi: 10.1016/j.tsf.2007.02.012.
- [3] T. Tangcharoen, J. T-Thienprasert, and C. Kongmark, "Effect of calcination temperature on structural and optical properties of  $\text{MAl}_2\text{O}_4$  (M = Ni, Cu, Zn) aluminate spinel nanoparticles," *Journal of Advanced Ceramics*, vol. 8, no. 3, pp. 352–366, Sep. 2019, doi: 10.1007/s40145-019-0317-5.

- [4] S. M. Borah, "Direct Current Magnetron Glow Discharge Plasma Characteristics Study for Controlled Deposition of Titanium Nitride Thin Film," *J Mater*, vol. 2013, pp. 1–6, May 2013, doi: 10.1155/2013/852859.
- [5] M. A. M. Patwary *et al.*, "Copper oxide nanostructured thin films processed by SILAR for optoelectronic applications," *RSC Advances*, vol. 12, no. 51. Royal Society of Chemistry, pp. 32853–32884, Nov. 16, 2022. doi: 10.1039/d2ra06303d.
- [6] *Introduction to Solid State Physics Charles Kittel*. 2005.
- [7] H. Z. Asl and S. M. Rozati, "Spray deposited nanostructured CuO thin films: Influence of substrate temperature and annealing process," *Materials Research*, vol. 21, no. 2, 2018, doi: 10.1590/1980-5373-MR-2017-0754.
- [8] K. Koski, J. Ho Elsa, and P. Juliet, "Properties of aluminium oxide thin films deposited by reactive magnetron sputtering."

- [9] S. Shi, S. Qian, X. Hou, J. Mu, J. He, and X. Chou,  
“Structural and optical properties of amorphous  $\text{Al}_2\text{O}_3$  thin  
film deposited by atomic layer deposition,” *Advances in  
Condensed Matter Physics*, vol. 2018, 2018, doi:  
10.1155/2018/7598978.
- [10] M. Shahmiri *et al.*, “Effect of pH on the Synthesis of CuO  
Nanosheets by Quick Precipitation Method.” [Online].  
Available:  
<https://www.researchgate.net/publication/286826575>
- [11] P. H. Bolt, –F H P M Habraken, and J. W. Geus,  
“Formation of Nickel, Cobalt, Copper, and Iron Aluminates  
from–and–Alumina–Supported Oxides: A Comparative  
Study,” 1998.
- [12] C. H. Marques, A. Mesquita, V. D. Araújo, and M. I. B.  
Bernardi, “Influence of the pH on  $\text{Al}_2\text{O}_3\text{:CuO}$  pigments  
prepared by a polymeric precursor method,” *Materials*

- Research*, vol. 16, no. 1, pp. 100–104, Jan. 2013, doi:  
10.1590/S1516-14392012005000150.
- [13] C. Y. Hu, K. Shih, and J. O. Leckie, “Formation of copper aluminate spinel and cuprous aluminate delafossite to thermally stabilize simulated copper-laden sludge,” *J Hazard Mater*, vol. 181, no. 1–3, pp. 399–404, Sep. 2010, doi:  
10.1016/j.jhazmat.2010.05.024.
- [14] K. T. Jacob and C. B. Alcock, “Thermodynamics of CuAl<sub>10</sub>O<sub>2</sub> and CuAl<sub>12</sub>O<sub>20</sub>, and Phase Equilibria in the System Cu<sub>20</sub>Xu<sub>0</sub>–Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.”
- [15] S. G. Menon, S. D. Kulkarni, K. S. Choudhari, and C. Santhosh, “Diffusion-controlled growth of CuAl<sub>2</sub>O<sub>4</sub> nanoparticles: effect of sintering and photodegradation of methyl orange,” *J Exp Nanosci*, vol. 11, no. 15, pp. 1227–1241, Oct. 2016, doi: 10.1080/17458080.2016.1209585.
- [16] “UVVIS Spectroscopy”.

- [17] M. Salavati-Niasari, F. Davar, and M. Farhadi, "Synthesis and characterization of spinel-type  $\text{CuAl}_2\text{O}_4$  nanocrystalline by modified sol-gel method," *J Solgel Sci Technol*, vol. 51, no. 1, pp. 48–52, Jul. 2009, doi: 10.1007/s10971-009-1940-3.



## تأثير الرش بالميثانول وشيلات الحديد في بعض الصفات

### الإنتاجية لفول الصويا تحت ظروف الري الناقص

عائشة قيسون<sup>(1)</sup> و د. جورج غندور<sup>(2)</sup> ود. فادي عباس<sup>(3)</sup>

- (1) طالبة ماجستير، قسم علم الحياة، كلية العلوم جامعة البعث.
- (2) أستاذ مساعد في قسم علم الحياة بكلية العلوم، جامعة البعث.
- (3) مدير بحوث في الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية، مركز بحوث حمص.

#### الملخص:

نفذ البحث خلال الموسم الزراعي 2023 في مزرعة خاصة في الريف الشمالي لمحافظة حمص في (قرية تلبيسة)، بهدف دراسة تأثير رش فول الصويا، الصنف Sb44 بتركيزات مختلفة من شيلات الحديد 0، 0.5، 1 غ/لتر والميثانول 10% في بعض الصفات الإنتاجية تحت ظروف الري الناقص خلال مرحلة الإزهار مقارنةً بشاهد تم ريه طيلة موسم النمو. صممت التجربة وفق تصميم القطاعات المنشقة لمرتين حيث توّضعت معاملة الري بالقطع الرئيسية، ومعاملي الرش بالميثانول في القطع المنشقة من الدرجة الأولى، ومعاملات الرش بالحديد في القطع المنشقة من الدرجة الثانية، وبثلاثة مكررات. سببت معاملة الري الناقص تناقصاً في كل من عدد القرون وعدد البذور في النبات ووزن الـ 100 بذرة والغلة البذرية فبلغت قيم هذه المؤشرات: (122.2، 101.9 قرن/نبات)، (366.5، 274.0، 14.04 - 13.12 غ)، (2765.4 - 2124.2 كغ/هـ) تحت ظروف الشاهد المروي والري الناقص على التوالي.

أظهرت النتائج أن معاملة الرش بالميثانول 10% أدت إلى زيادة عدد القرون والبذور في النبات ووزن المائة بذرة والغلة الحيوية وبالنتيجة زادت الغلة البذرية فبلغت 2649.6 كغ/هـ مقابل 2240.1 كغ/هـ في معاملة الشاهد بلا رش. كما زادت قيم المؤشرات السابقة مع زيادة تركيز الرش بشيالات الحديد وحققت معاملة الرش 1 غ/لتر أعلى عدد قرون في النبات 128.2 قرن/نبات، وعدد بذور 370.3 بذرة/نبات، ووزن الـ 100 بذرة 13.86 غ، والغلة الحيوية 8136.8 كغ/هـ، والغلة البذرية 2830.6 كغ/هـ. وبالنتيجة تفوقت معاملة الرش بالميثانول 10% والرش بالحديد 1 غ/لتر تحت ظروف الشاهد المروي في جميع المؤشرات المدروسة وحققت أعلى غلة بذرية بلغت 3379.7 كغ/هـ.

**الكلمات المفتاحية:** الميثانول، الحديد، الري الناقص، الصفات الإنتاجية، فول الصويا.

# The effect of spraying with methanol and iron chelate on some yield traits of soybean under deficient irrigation conditions

Aisha Qaysoon<sup>(1)</sup> and Dr. George Ghandour<sup>(2)</sup>

and Dr. Fadi Abbas<sup>(3)</sup>

(1) Master's student, Department of Biology, Faculty of Science, Al-Baath University.

(2) Assistant Professor in the Department of Biology, College of Science, Al-Baath University.

(3) Research Manager at the General Commission for Scientific Agricultural Research, Homs Research Center.

## Abstract:

The research was carried out during 2023 agricultural season on a private farm in the northern Homs Governorate in the village of Talbiseh, to study the effect of spraying soybeans, variety Sb44, with different concentrations of iron chelate 0, 0.5, 1 g/l and methanol 10% on some production traits under deficient irrigation conditions during the flowering stage compared to irrigated control. The experiment was designed according to the design of split plots, where the irrigation treatment was placed in the main plots, the two spraying treatments with methanol in split plots, and the spraying treatments with iron in split-split plots, with three replicates.

The deficient irrigation treatment caused a decrease in the number of pods per plant, the number of seeds per plant, the weight of 100 seeds, and seed yield. The values of these indicators reached: 122.2, 101.9 pods/plant, 366.5, 274.0, 14.04-13.12 g, 2765.4-2124.2 kg/ha

under control Irrigated and deficient irrigated respectively.

The results showed that the spraying treatment with 10% methanol increased in the number of pods and seeds in the plant, the weight of 100 seeds, and the biological yield. As a result, the seed yield increased, reaching 2649.6 kg/ha compared to 2240.1 in the control treatment without spraying. The values of the previous indicators also increased with the increase in the concentration of spraying with iron chelates as well as the spraying treatment of 1 g/L achieved the highest number of pods per plant, 128.2 pods/plant, the number of seeds 370.3 seeds/plant, the weight of 100 seeds 13.86 grams, the biological yield 8136.8 kg/ha, and the yield Seed capacity: 2830.6 kg/ha. As a result, the spraying treatment with 10% methanol and spraying with iron 1 g/L under the irrigated control conditions outperformed all the treatments and achieved the highest seed yield of 3379.7 kg/ha.

**Key-words:** Methanol, Iron, Deficient irrigation, Productive traits, Soybean.

## المقدمة والدراسة المرجعية:

تعد البقوليات من الأغذية الأساسية في حياة جميع المجتمعات البشرية وقد زادت أهميتها في الآونة الأخيرة فأصبحت من أهم المصادر التي توفر البروتينات في الدول النامية ، ويأتي على رأس هذه البقوليات محصول فول الصويا والعدس والبازلاء (العودة وآخرون، 2008).

يعد فول الصويا (*Glaxyn max L*) من المحاصيل البقولية الصيفية التي تزرع في العالم لغناه بالبروتين والزيت اللذان يستخدمان في الغذاء والصناعة ، إذ يعتبر من المحاصيل ذات المحتوى البروتيني العالي ويبلغ محتواه من البروتين بين 30-50% في حين محتوى الزيت يتراوح بين 14-24% (صبوح، 1992).

ينتمي محصول فول الصويا للفصيلة البقولية Leguminosae ويعتقد أن موطنه الأصلي هو جنوب شرق آسيا حيث عرف منذ حوالي 7 آلاف سنة واستناداً للدراسات فقد زرع في الصين منذ عام 2838 ق.م (صبوح، 1992) وأدخل إلى أمريكا عام 1766 م حيث تمكنوا من معرفة الاستخدام الغذائي والصناعي له بسرعة كبيرة. ويعد فول الصويا محصول موسم دافئ وينمو في مدى واسع من درجات الحرارة للتربة ويحتاج إلى مجموع حراري بين 1700-3200 درجة مئوية وتعتبر درجة الحرارة المثلى لإنبات بذور الصويا وازهار النبات بين 20-30 م° ولا يجب أن تقل درجات الحرارة 24-25 م° أما انخفاض درجات الحرارة عن 10 م° وارتفاعها عن 40 م° سيؤثر سلباً على عملية الإزهار، وخاصة إذا ترافق مع تعرض النبات للعطش والجفاف وهو نبات متوسط المقاومة للجفاف وينصح بزراعته في التربة ( الخصبة- جيدة الصرف - قليلة الحشائش) حيث تعتبر مثالية لنمو بذور الصويا كما يمكن زراعته في التربة الرملية أما التربة الملحية فلا تناسب نموه ويعتبر نبات حساس جداً للماء (العسود، 2010).

لاقت زراعة فول الصويا في منتصف القرن الماضي اهتماماً كبيراً حيث وصلت المساحة المزروعة منه عالمياً عام 2007م نحو 94,899 مليون هكتار حيث أنتجت أكثر من 216.144 مليون طن من البذور وتأتي الولايات المتحدة الأمريكية في مقدمة الدول المنتجة لهذا المحصول وصدرت نحو 70% من مجموع التصدير العالمي (FAO,2008) أما في البلاد العربية لم يعرف إلا حديثاً حيث زرعت مساحات لا بأس بها في مصر والقطر العربي السوري حيث باشرت الدولة بزراعته عام 1988م (FAO,2008)، تجدر الإشارة إلى أن جميع المساحات المزروعة في سورية بفول الصويا هي مروية، وتزرع في عروتين رئيسية وتكثيفية في بعض المحافظات. وإذا ما استعرضنا تاريخ زراعة فول الصويا في سورية نجد أن زراعته قد تطورت بشكل متسارع من عام 1988 (خمسة آلاف هكتار) وحتى عام 1995 (7122 هكتار) ، لتعود وتتناقص بشكل كبير حتى وصلت عام 2006 إلى 1850 هكتاراً، وذلك بسبب التوسع الكبير في زراعة الأشجار المثمرة (الحمضيات، الزيتون)، وبلغت عام 2021 (2974) هكتار بمردود 2091 كغ/هكتار (المجموعة الإحصائية الزراعية، 2021).

يمكن الاستفادة من محصول الصويا كعلف أخضر أو سبلاج للحيوانات، وتستخدم بذوره في تغذية الحيوانات بوصفه محصولاً علفياً جيداً يمتاز بغناه بالمواد الغذائية وذلك لارتفاع نسبة كل من المواد البروتينية والدهنية والكربوهيدراتية فيه، ويأتي بالدرجة الثانية بعد الفصة، أو دريس غني جداً بالبروتين المهضوم (وهبي، 2002). هناك دراسة تقول إنه ممكن طحن بذوره اليابسة للحصول على دقيق غني بالمواد البروتينية وبالتالي يدخل في صناعة الخبز بغد خلطه مع دقيق القمح (العسود، 2010) كما تحتوي على مواد دسمة بنسبة 18-24% وعلى الحموض الأمينية الأساسية التي يحتاجها جسم الإنسان وبذلك يعد بديلاً جيداً لحوم الحمراء الغنية بالمواد الدهنية الحاوية على الكوليسترول (Erickson and Brekke,1980).

### مفهوم الإجهاد الجفافي وتأثيره في فول الصويا:

يسبب الري الناقص فترة من الإجهاد الجفافي خلال مرحلة النمو التي يقطع فيها الري عن النبات، وعرف (Sallam *et al.*, 2019) هذا الإجهاد بأنه فترة من انحباس مياه الأمطار أو الري عن المحصول والتي تؤدي إلى تناقص إتاحة الماء في التربة والتي تؤدي بالنهاية إلى تراجع إنتاجية المحصول. ومن وجهة نظر زراعية فإن الإجهاد الجفافي يحصل عندما يكون التبخر نتح أعلى من كمية الرطوبة المتوفرة في التربة والتي تكون متاحة للنبات

(Tardieu and Tuberosa, 2010).

تشكل التغيرات المناخية المستمرة تهديداً خطيراً على الأمن الغذائي العالمي وخاصة في مناطق الزراعة البعلية، ويعد الإجهاد الجفافي أحد نتائج هذه التغيرات وهي من العوامل المحددة لاستقرار إنتاجية فول الصويا في العديد من مناطق العالم (Siebert *et al.*, 2014).

يعد الإجهاد الجفافي السبب الرئيس لانخفاض غلة فول الصويا على مستوى العالم وخاصة عند تعرض المحصول للإجهاد في مرحلة الإزهار والمرحل التي تليها حتى النضج (Ishibashia *et al.* 2011)، وقد وجد أن الجفاف يؤدي إلى تراجع إنتاجية فول الصويا بمقدار 43.9% (Cui *et al.*, 2013).

يؤثر الإجهاد الجفافي في مختلف الصفات الشكلية والفيزيولوجية لفول الصويا في جميع مراحل النمو، مما يؤدي إلى خسائر اقتصادية كبيرة (Luan *et al.*, 2021). وأكثر مرحلة تتعرض للإجهاد في فول الصويا هي مرحلة الإزهار والعقد حيث يحتاج النبات فيها ضعف كمية الماء التي يستهلكها خلال المرحلة الخضرية، ومن المتوقع أن يزداد تأثير وتواتر وشدة الإجهاد في مراحل النمو شديدة الحساسية مثل الإزهار وما بعد

الإزهار في فول الصويا (Lamaoui *et al.*, 2018). ففي هذه المراحل يسبب الإجهاد تناقص المحصول بشكل كبير من خلال التأثير على خصوبة حبوب اللقاح وعدد القرون في النبات وعدد البذور في القرن (Frederick *et al.*, 2001). وتختلف أصناف الصويا في استجابتها للإجهاد الجفافي من خلال اختلافها في بعض المؤشرات الفيزيولوجية مثل الناقلية المسامية للأوراق وكفاءة الأوراق في عملية التمثيل الضوئي ومحتواها من الكلوروفيل (Bhatia *et al.*, 2013; Poudel *et al.*, 2023)، وعلى الرغم من هذا التباين في الحساسية للإجهاد يمكن أن تصل الخسائر في الغلة البذرية إلى 40% (Specht *et al.*, 1999). إلى جانب تأثر غلة البذور فإن نوعيتها تتأثر بشكل سلبي أيضاً حيث تتخفض نسبة كلاً من الزيت والبروتين بسبب تأثير الجفاف على نسبة الكربون إلى النيتروجين في البذور. حيث تتراجع عملية تثبيت الآزوت تحت ظروف الجفاف والذي بدوره ينقسم لعمليتي التمثيل الغذائي والتخليق الحيوي للبروتين (Arya *et al.*, 2021).

أكدت (Purwantoro *et al.*, 2020) تأثير الإجهاد الجفافي في بعض سلالات فول الصويا خلال مرحلة الإزهار، فلاحظ تناقص جميع المؤشرات المدروسة مقارنةً بالشاهد المروي، حيث تناقص ارتفاع النبات بنسبة 11%، وعدد الأيام حتى الإزهار بنسبة 0.33%، وعدد الأيام حتى النضج بنسبة 0.37%، وعدد القرون الممتلئة على النبات بنسبة 6.30%، وعدد الأفرع على النبات بنسبة 10.26%، ووزن البذور في النبات الواحد بمقدار 12.81%، ووزن المائة بذرة بنسبة 6.30%، والغلة البذرية بنسبة 7.83%.

أشارت (Rosa *et al.*, 2020) في دراستها لتأثير الإجهاد على سلالتين من فول الصويا هما (Vx-08-1161 و Vx-08-10819) في البرازيل خلال مرحلة الإزهار فلاحظ اختلاف أداء السلالتين بشكل واضح، حيث استطاعت إحدى السلالتين المحافظة



على نشاط تمثيلي مقبول عند الري بزيادة رطوبة 60% من السعة الحقلية وتأثرت إنتاجيتها بشكل طفيف فيما أبدت السلالة الثانية تراجعاً ملحوظاً في جميع المؤشرات الفيزيولوجية وتناقصت غلتها بنسبة 35.32%.

أكد (Oya et al., 2004) في دراسته قدرة بعض أصناف الصويا البرازيلية على تحمل إجهاد الجفاف فتوصل إلى بعض النتائج المهمة، حيث لاحظ أن الأصناف المتحملة للجفاف حافظت على معدل نمو محصولي أعلى مقارنةً بالأصناف متوسطة التحمل، وحافظت على مسطح ورقي أخضر نشط تمثيلاً خلال فترة الإجهاد، في حين تراجع ارتفاع النبات تحت ظروف الجفاف تراجعاً طفيفاً وحافظت على نوعية جيدة من حيث نسبة البروتين والزيت في البذور، وبالتالي استنتج تباين حساسية الأصناف للإجهاد وبالتالي وجود تباين وراثي مفيد في عمليات التربية للتحمل للجفاف.

#### تأثير الرش بالميثانول:

إن 90% من كمية المادة الجافة في النبات تنتج عن تمثيل غاز  $CO_2$  من قبل النبات عبر عملية التمثيل الضوئي، ويعد الميثانول مصدر غني بغاز الكربون ويزيد من معدل تمثيله في وحدة المساحة الورقية (Ramirez et al., 2006). وبشكل عام فإن الدور الأساسي للميثانول في النبات تخفيف الآثار السلبية للإجهاد المائي عن طريق التقليل من عملية التبخر (Madhaiyan et al., 2006).

يعتمد إنتاج الكتلة الحيوية في النبات بدرجة كبيرة على العوامل البيئية، مثل الرطوبة ودرجة حرارة الجو وتركيز غاز ثاني أكسيد الكربون في المنطقة المحيطة بالمجموع الهوائي للنبات، فعند زيادة تركيز هذا الغاز يعطي المحصول غلة أفضل وتتسرع مرحلة الإزهار بالنبات وتراكم النباتات كمية أكبر من الكربوهيدرات الممتلئة . وقد وجد (Besford, 1993) تأثيراً واضحاً لتركيز غاز  $CO_2$  في تحسين عملية التمثيل الضوئي

وتحفيز عمل الأنزيمات الداخلة في حلقة كالفن في نبات البندورة، ولاحظ أن الأوراق التي حصلت على كمية أكبر من غاز  $CO_2$  زاد فيها معدل التمثيل الصافي، مما نتج عنه غلة أعلى للنبات (Ganjeali, 2012).

يعد الميثانول من مصادر غاز الكربون البديلة للنبات، حيث وجد ( Nonomura and Benson, 1992) أن النباتات المعاملة بالميثانول أظهرت معدلات نمو أعلى من النباتات غير المعاملة كما لوحظت زيادة الامتلاء الخلوي في أوراق هذه النباتات، وبالتالي أعطت إنتاجية أعلى. كما وجد (Rowe et al., 1994) أن الميثانول يقلل من الطاقة الضائعة في عملية الفسفرة الضوئية مما يخفف من معدل التنفس، حيث وجد ( Desclaux et al., 2000) أن 25% من الكربون الممثل يضيع في عملية الفسفرة الضوئية. في حين وجد (Grimmer and Konor, 1996) أن الكمية الزائدة من غاز  $CO_2$  والتي توفرها المعاملة بالميثانول تؤدي إلى تحول عملية الفسفرة الضوئية من الهدم إلى البناء الضوئي. ذلك أن الميثانول يستقلب بسرعة في الأنسجة النباتية بشكل أسرع من غاز  $CO_2$  بسبب صغر حجم جزيئاته (Gout et al., 2000).

يمكن أن يؤخر الرش بالميثانول تساقط الأوراق وشيخوختها حيث أنه يطيل فترة التركيب الضوئي الفعالة، إذ وجد (Nonomura and Benson;1992) أن النباتات المعاملة بالميثانول أظهرت معدلات نمو أعلى من النباتات غير المعاملة كما لاحظنا زيادة الامتلاء الخلوي في أوراق هذه النباتات، وبالتالي أعطت إنتاجية أعلى.

درس (Bayat et al., 2013) تأثير الرش بالميثانول (21%) في بعض الصفات الفيزيولوجية والإنتاجية لنبات فول الصويا ومحتوى الزيت والبروتين في البذور تحت ظروف الري الناقص، فوجد تأثير عدد مرات الرش بالميثانول كل سبعة أيام بعد مرحلة الإزهار في تخفيف الآثار السلبية للإجهاد المتمثلة بالغلة البذرية ونسبة الزيت والبروتين في البذور حيث تناقصت الغلة البذرية من 3187 كغ/هـ تحت ظروف الري الكامل إلى

1526 كغ/هـ تحت ظروف الري الناقص بدون رش الميثانول، وعند الرش زادت الإنتاجية إلى 2589 كغ/هـ تحت ظروف الري الناقص. كما تناقصت نسبة البروتين من 36.60% إلى 32.38% بدون رش وعند رش زادت هذه النسبة إلى 34.19%. كذلك الأمر تناقصت نسبة الزيت في البذور من 24.83% إلى 21.92% في ظروف الري الناقص بلا رش، وزادت عند الرش إلى 23.31%. كما وجد دوراً مهماً للميثانول في تحسين محتوى الكلوروفيل والمحتوى المائي النسبي في الأوراق مما يدل على الدور المهم للميثانول تحت ظروف الجفاف.

درس (Mirakhori *et al.*, 2009) تأثير الرش بالميثانول (7، 14، 28، 35% حجم/حجم) على الغلة ومكوناتها لمحصول فول الصويا تحت ظروف الإجهاد المائي، فتوصل للنتائج التالية: تحت ظروف الري المثالي بلغت قيم عدد القرون على النبات ووزن الألف بذرة والغلة البذرية ودليل الحصاد القيم التالية على التوالي (54.36 قرن/النبات)، (115.45 غ، 1675.96 كغ/هـ)، (31.33%)، تناقصت هذه القيم تحت ظروف الجفاف إلى (30.45 قرن/النبات)، (108.13 غ)، (1438.96 كغ/هـ)، (29.33%). وعند الرش بالميثانول بتركيز 21% تحت الظروف السابقة تحسنت قيم المؤشرات السابقة حيث بلغت القيم السابقة على التوالي (53.22 قرن/النبات)، (124.50 غ)، (1623.90 كغ/هـ)، (30.99%)، وبالتالي نستنتج الدور الكبير الذي لعبه الرش بالميثانول في تخفيف الآثار السلبية للإجهاد، إذ يمكن توفير كمية من مياه الري عند استخدام الميثانول.

وجد (Abbas *et al.*, 2022) في محاصيل أخرى أثر للرش الورقي بالميثانول في بعض الصفات المورفو فيزيولوجية للشوندر السكري تحت ظروف الإجهاد المائي في منطقة حمص، حيث تم رش الميثانول ثلاث مرات بفواصل أسبوعين بين الرشة والأخرى، وبدأت الرشة الأولى في مرحلة الورقة 10-12، فوجد أن الإجهاد المتمثل بقطع مياه

الري 20 يوماً خلال فترة النمو الخصري و 20 يوم إضافي في نهاية موسم النمو إلى تناقص قيم كل من الوزن الجاف للجذور والأوراق، وعدد الأوراق ومساحة المسطح الورقي للنبات، والمحتوى المائي النسبي للأوراق، إلا أن الرش بالميثانول (18-22%) أدى إلى تخفيف معدلات التناقص في قيم المؤشرات السابقة مقارنةً بالشاهد المروي بشكل مثالي. كما أدى الرش بالميثانول إلى تعزيز مؤشرات النمو الفيزيولوجية تحت ظروف الري المثالية. وفي تجربة سابقة درس (عباس وآخرون، 2018) تأثير الرش بالميثانول والبوتاس على بادرات الشوندر تحت الظروف المجهدة صناعياً بالبولي إيثيلين غليكول فوجد دور كل من الميثانول والبوتاس في تحسين قيم كلاً من الوزن الجاف للأوراق والمساحة الورقية ومعدل التمثيل الصافي مع زيادة مستوى البوتاس المضاف والرش بالميثانول.

#### تأثير الرش بالحديد:

تؤثر العناصر الصغرى كالحديد والزنك والمنغنيز في إنتاجية فول الصويا (Zayed *et al.*, 2017; Uma *et al.*, 2011). وتعد التغذية الورقية أكثر كفاءة وجدوى من عملية التسميد الأرضي لفول الصويا (Hanwate *et al.*, 2018).

درس (Kamble *et al.*, 2021) تأثير الرش والتسميد بالحديد في نمو وغلة ونوعية فول الصويا، فوجد أن أفضل معاملة كانت التسميد بمركب كبريتات الحديد 20 كغ/هـ مع الرش الورقي مرتين بتركيز 0.2% بعد 30 و 50 يوم من الزراعة، حيث حققت هذه المعاملة أعلى محتوى من الكلوروفيل في الأوراق 21.05 ملغ/غ، وأقل عدد من الأيام حتى الإزهار 41.66 يوم، وأعلى ارتفاع للنبات بلغ 85.00 سم، وأكبر عدد من القرون/النبات 43.33 قرن/نبات، وأكبر عدد من العقد الجذرية على النبات 44.33

عقدة، والغلة البذرية 2.49 طن/هـ، ووزن الـ 100 بذرة 19.2 غ، ومحتوى الزيت 19.46%، والبروتين في البذور 32.24%.

يؤدي تطبيق الرش الورقي لمركبات الحديد إلى زيادة امتصاص الحديد من خلال الورقة ويكون أكثر فعالية وكفاءة من حيث التكلفة مقارنةً بالتسميد الأرضي ( Abadía *et al.*, 2011). ويمكن أن يساعد الخلط مع مادة مساعدة مناسبة في زيادة امتصاص الحديد من قبل النبات، ويستخدم الرش بالحديد بشكل كبير على نبات الصويا لمعالجة الشحوب اليخضوري الناتج عن نقص الحديد خاصة في الأراضي الكلسية ( Bloom *et al.*, 2011; Chatterjee *et al.*, 2017).

وجد ( Goods *et al.*, 2000 ) أن تجزئة رش الحديد يؤدي زيادة امتصاص العناصر في محصول فول الصويا، وهذا يؤكد أن تأثير الرش على الأوراق يكون أكثر فعالية وتعديلاً لحالة نقص العناصر الصغرى مثل الزنك والنحاس والحديد وذلك بسبب توازن المغذيات في الجزء الخضري عند الرش مما يؤدي إلى تحفيز النبات لامتصاص العناصر من التربة لخلق التوازن الغذائي، وقد أكد (فرحان والدليمي، 2011) هذه النتائج على محصول القمح.

#### هدف البحث:

هدف البحث إلى دراسة تأثير رش فول الصويا، الصنف Sb44 بتراكيز مختلفة من شيلات الحديد 0، 0.5، 1 غ/لتر والميثانول 10% في بعض الصفات الإنتاجية تحت ظروف الري الناقص خلال مرحلة الإزهار مقارنةً بشاهد تم ريه طيلة موسم النمو.

### مواد البحث وطرائقه:

نفذ البحث خلال الموسم الزراعي 2023 في مزرعة خاصة في الريف الشمالي لمحافظة حمص في قرية تلبيسة. ويبين الجدول (1) بعض الظروف المناخية السائدة خلال فترة تنفيذ البحث. وبدراسته نجد أن موقع الدراسة كان حاراً جافاً خلال فترة تنفيذ البحث حيث تراوح متوسط الحرارة العظمى بين 27.24 م° في شهر أيار و 34.97 م° في شهر آب، والصغرى بين 13.64 م° في شهر أيار و 23.00 م° في شهر آب، وكان الهطول المطري مهملاً. وبشكل عام كانت الظروف مناسبة لزراعة فول الصويا في المنطقة.

الجدول (1) درجات الحرارة العظمى والصغرى والهطول المطري في موقع الدراسة خلال فترة تنفيذ البحث

الشهر	أيار	حزيران	تموز	آب	أيلول
مجموع الهطول المطري مم	3.2	0	0	6.8	0.7
متوسط درجة الحرارة العظمى م	27.24	30.30	34.70	34.97	32.70
متوسط درجة الحرارة الصغرى م	13.64	18.86	22.20	23.00	20.36

تم تحليل تربة الموقع قبل الزراعة، وأظهرت النتائج (الجدول، 2) أن التربة طينية ذات تفاعل قاعدي، جيدة المحتوى بالمادة العضوية -ومتوسطة المحتوى بكل من الآزوت والفوسفور والبوتاسيوم.

الجدول (2) التحليل الفيزيائي والكيميائي لتربة الموقع المدروس.

حموضة التربة PH	البوتاس المتاح PPM	الفوسفور المتاح PPM	النتروجين المعدني PPM	المادة العضوية	قوام التربة	و		
						طين %	سلت %	رمل %
8.12	198.3	7.22	28.63	2.31	طينية	60.0	14.0	26.0

تم زراعة الصنف 44 Sb، وهو صنف جذوره متعمقة وجذره الرئيسي وتدي يصل إلى عمق 2م. ذو ساق قائمة أو منحنية، ومتفرعة (2-5 فروع) طولها 60-100سم، أوراقها مركبة ثلاثية الوريقات عامة. والثمرة قرنية الشكل مسطحة أو ملتفة أو هلالية أو محدبة طولها بين 2.5 و 6 سم، لونها عند النضج أصفر فاتح، بني، أشقر متدرج أو أسمر غامق مائل إلى الاسوداد، ويحتوي القرن على 3 بذور، وتبلغ إنتاجيته بحدود 4000 كغ/هـ.

#### معاملات التجربة:

1. الرش بمحاليل محضرة من الميثانول بالنسب التالية (10,0) % حجم/حجم ماء. مرتين بفاصل 10 أيام خلال مرحلة النمو الورقي الأعظمي، ودائماً يتم الرش بعد الساعة 6 مساءً حتى لا يتبخر الميثانول وتم إضافة مركب Tween 80 بمعدل 1 مل/ليتر لزيادة التصاق المحلول بسطح الأوراق.
2. رش الأوراق بمحلول شيلات الحديد بالتراكيز التالية (0، 0.5، 1 %).
3. معاملات الري الناقص: تم ري الشاهد بشكل منتظم طيلة فترة نمو النبات، وفي معاملة الري الناقص تم قطع مياه الري عن النبات مدة 20 يوماً خلال مرحلة الإزهار، وبالتالي كان الفرق ثلاث ريات بين المعاملتين.

#### المؤشرات المدروسة:

1. متوسط عدد القرون/النبات: حساب متوسط عدد القرون المأخوذة من عشرة نباتات ممثلة لكل معاملة عند النضج.
2. متوسط عدد البذور/النبات : حساب متوسط عدد البذور المأخوذة من عشرة نباتات ممثلة لكل معاملة عند النضج.

3. وزن المئة بذرة : تم تقديرها عند المحتوى الرطوبي 14 % للبذور الجافة هوائية.
4. الغلة الحيوية: (كغ/هـ): قُدرت عن طريق الحصاد اليدوي لوحدة المساحة من كل قطعة تجريبية ثم التجفيف الهوائي ووزن النباتات بالكامل في كل قطعة تجريبية بدون الجذور (قرون + قش).
5. الغلة البذرية (كغ/هـ): تم حصاد النباتات الناضجة عند ظهور علامات نضج المحصول وهي تلون القرون على كامل النبات باللون البني المصفر وجفاف أوراقه، وتم الحصاد في الصباح الباكر مع وجود الرطوبة التي تشكلت ليلاً ثم نقلت النباتات إلى مكان التجفيف ووضعت فوق مشمعات من البلاستيك لمنع فقدان في القرون مع التقليب حتى الجفاف التام ثم قمنا بفطر القرون والحصول على البذور الناضجة والنقية 100% وتم تقدير الغلة البذرية عند المحتوى الرطوبي النهائي 14%.

#### تصميم التجربة والتحليل الإحصائي:

صممت التجربة وفق تصميم القطاعات المنشقة لمرتين حيث توضع معاملة الري بالقطع الرئيسية، ومعاملات الرش بالميثانول في القطع المنشقة من الدرجة الأولى، ومعاملات الرش بالحديد في القطع المنشقة من الدرجة الثانية، وبثلاثة مكررات. وحللت كافة المؤشرات التي شملتها الدراسة باستخدام البرنامج الإحصائي Gen. Stat 11

#### النتائج والمناقشة:

##### 1. عدد القرون في النبات (قرن/نبات):

بينت نتائج التحليل الإحصائي في الجدول (3) وجود فروقاتٍ معنويةٍ ( $P \leq 0.05$ ) في صفة عدد القرون في النبات بين معاملي الرش بالميثانول ومعاملات الرش بشيلات الحديد تحت ظروف الشاهد المروي والري الناقص والتفاعل المتبادل بين هذه العوامل.



بلغ متوسط عدد القرون في النبات 106.1، 117.9 قرن/نبات عند معاملي الرش بالميثانول 0، 10% على التوالي بفروق معنوية. وعند دراسة التفاعل المشترك بين الرش بالميثانول والري الناقص تفوقت معاملة الرش بالميثانول 10% تحت ظروف الشاهد المروي معنوياً مقارنةً بباقي التفاعلات وحققت 126.7 قرن/نبات.

زاد متوسط عدد القرون في النبات معنوياً مع زيادة تركيز الرش بالحديد فبلغ 96.7، 111.3، 128.2 قرن/نبات عند معاملات الرش 0، 0.5، 1 غ/لتر، وتفوقت قيم عدد القرون تحت ظروف الشاهد المروي مقارنةً بباقي التفاعلات الثنائية وحققت التفاعل (الرش بالحديد 1 غ/لتر والشاهد المروي) أعلى عدد من القرون 138.3 قرن/نبات.

تفوقت معاملة الشاهد المروي معنوياً على معاملة الري الناقص وبلغ متوسط عدد القرون 122.2، 101.9 قرن/النبات على التوالي.

بدراسة التفاعل الثنائي (الرش بالميثانول والرش بالحديد) تفوق التفاعل (الرش بالحديد 1 غ/لتر مع الرش بالميثانول 10%) 134.7 قرن/النبات، تلاه بفروق معنوية التفاعل (الرش بالحديد 1 غ/لتر بلا رش بالميثانول) 121.7 قرن/نبات. فيما كانت معاملة الشاهد بلا رش الأدنى معنوياً 92.0 قرن/نبات.

وعند دراسة التأثير المشترك بين العوامل الثلاثة تفوقت المعاملة (الرش بالحديد 1 غ/لتر والميثانول 10% والشاهد المروي) 143.1 قرن/نبات معنوياً على باقي التفاعلات، تلاها بفروق معنوية المعاملة (الرش بالحديد 1 غ/لتر بلا رش بالميثانول والشاهد المروي) 133.5 قرن/نبات، في حين كانت معاملة عدم الرش بالميثانول والحديد تحت ظروف الري الناقص هي الأدنى معنوياً 81.1 قرن/نبات.

الجدول (3) تأثير الرش بالميثانول وشبيلات الحديد والري الناقص في عدد القرون في النبات

متوسط معاملة الرش	معاملة الري S		معاملة الرش
	الري الناقص	الشاهد المروي	
106.1b	94.7	117.6	M1: 0
117.9a	109.2	126.7	M2: 10%
M= 2.465	M*S= 3.486		LSD <sub>0.05</sub> =
96.7c	86.8	106.6	F1=0
111.3b	100.9	121.6	F2=0.5
128.2a	118.1	138.3	F3=1
F= 3.019	F*S= 4.270		LSD <sub>0.05</sub>
-	101.9b	122.2a	-
-	S= 2.465		LSD <sub>0.05</sub>
92.0	81.1	103.0	M1F1
104.7	93.1	116.3	M1F2
121.7	109.9	133.5	M1F3
101.3	92.5	110.1	M2F1
117.9	108.8	126.9	M2F2
134.7	126.2	143.1	M2F3
M*F= 4.270,	M*F*S= 6.038		LSD <sub>0.05</sub>

حيث: M1: شاهد بلا رش بالميثانول، M2: الرش بالميثانول 10%، F1 : شاهد بلا رش بالحديد، F2: الرش بالحديد 0.5 غ/لتر، F3: الرش بالحديد 1 غ/لتر، M1F1: شاهد بلا رش، M1F2: بلا رش بالميثانول ورش بالحديد 0.5 غ/لتر، M1F3: بلا رش بالميثانول ورش بالحديد 1 غ/لتر، M2F1: رش ميثانول 10% بلا رش بالحديد، M2F2: رش ميثانول 10% والحديد 0.5 غ/لتر، M2F3: ميثانول 10% والحديد 1 غ/لتر.

يفسر تراجع عدد القرون في النبات بأن الإجهاد المائي خلال مرحلة الإزهار أثر على حيوية حبوب اللقاح وبالتالي تراجع عدد القرون في النبات. انفتحت النتائج مع نتائج (Lamaoui *et al.*, 2018) الذي وجد أن نقص الماء يؤدي إلى تناقص عدد القرون في النبات وعدد البذور في النبات.

أدت المعاملة بالميثانول إلى زيادة عدد القرون في النبات فالميثانول يقلل من الطاقة الضائعة في عملية الفسفرة الضوئية مما يخفف من معدل التنفس وتزداد نواتج التمثيل الضوئي وعدد القرون ويتفق ذلك مع نتائج (Nonomura and Benson, 1992).

كما سبب الرش بالحديد زيادة عدد القرون في النبات ويتفق ذلك مع (Hanwate *et al.*, 2018).

## 2. عدد البذور في النبات (بذرة/نبات):

بينت نتائج التحليل الإحصائي في الجدول (4) وجود فروقاتٍ معنويةٍ ( $P \leq 0.05$ ) في صفة عدد البذور في النبات بين معاملي الرش بالميثانول ومعاملات الرش بشيلات الحديد تحت ظروف الشاهد المروي والري الناقص والتفاعل المتبادل بين هذه العوامل.

بلغ متوسط عدد البذور في النبات 298.3، 342.1 بذرة/نبات عند معاملي الرش بالميثانول 0، 10% على التوالي بفروق معنوية. وعند دراسة التفاعل المشترك بين الرش بالميثانول والإجهاد تفوقت معاملة الرش بالميثانول 10% تحت ظروف الشاهد المروي معنوياً مقارنةً بباقي التفاعلات وحققت 380.0 بذرة/نبات.

زاد متوسط عدد البذور في النبات معنوياً مع زيادة تركيز الرش بالحديد فبلغ 272.9، 317.4، 370.3 بذرة/نبات عند معاملات الرش 0، 0.5، 1 غ/لتر، وتفوقت قيم عدد

البذور تحت ظروف الشاهد المروي مقارنةً بباقي التفاعلات الثنائية وحقق التفاعل (الرش بالحديد 1 غ/لتر والشاهد المروي) أعلى عدد من البذور 414.9 بذرة/نبات.

تفوقت معاملة الشاهد المروي معنوياً على معاملة الري الناقص وبلغ متوسط عدد البذور في النبات 366.5، 274.0 بذرة/نبات على التوالي.

بدراسة التفاعل الثنائي (الرش بالميثانول والرش بالحديد) تفوق التفاعل (الرش بالحديد 1 غ/لتر مع الرش بالميثانول 10%) 395.6 بذرة/نبات، تلاه بفروق معنوية التفاعل (الرش بالحديد 1 غ/لتر بلا رش بالميثانول) 345.0 بذرة/نبات، فيما كانت معاملة الشاهد بلا رش الأدنى معنوياً 256.0 بذرة/نبات.

وعند دراسة التأثير المشترك بين العوامل الثلاثة تفوقت المعاملة (الرش بالحديد 1 غ/لتر والميثانول 10% والشاهد المروي) 429.2 بذرة/نبات معنوياً على باقي التفاعلات، تلاها بفروق معنوية المعاملة (الرش بالحديد 1 غ/لتر بلا رش بالميثانول والشاهد المروي) 400.6 بذرة/نبات، في حين كانت معاملة عدم الرش بالميثانول والحديد تحت ظروف الري الناقص هي الأدنى معنوياً 202.8 بذرة/نبات.

الجدول (4) تأثير الرش بالميتانول وشيلات الحديد والري الناقص في عدد البذور في النبات

متوسط معاملة الرش	معاملة الري S		معاملة الرش
	الري الناقص	الشاهد المروي	
298.3b	243.7	352.9	M1: 0
342.1a	304.3	380.0	M2: 10%
M= 8.65	M*S= 12.24		LSD <sub>0.05</sub> =
272.9c	226.2	319.7	F1=0
317.4b	270.0	364.8	F2=0.5
370.3a	325.7	414.9	F3=1
F= 10.60,	F*S= 14.99		LSD <sub>0.05</sub>
-	274.0b	366.5a	-
-	S= 8.65		LSD <sub>0.05</sub>
256.0	202.8	309.1	M1F1
293.9	238.9	348.9	M1F2
345.0	289.3	400.6	M1F3
289.9	249.7	330.2	M2F1
340.9	301.1	380.7	M2F2
395.6	362.0	429.2	M2F3
M*F= 14.99,	M*F*S= 21.19		LSD <sub>0.05</sub>

حيث: M1: شاهد بلا رش بالميتانول، M2: الرش بالميتانول 10%، F1 : شاهد بلا رش بالحديد، F2: الرش بالحديد 0.5 غ/لتر، F3: الرش بالحديد 1 غ/لتر، M1F1: شاهد بلا رش، M1F2: بلا رش بالميتانول ورش بالحديد 0.5 غ/لتر، M1F3: بلا رش بالميتانول ورش بالحديد 1 غ/لتر، M2F1: رش ميتانول 10% بلا رش بالحديد، M2F2: رش ميتانول 10% والحديد 0.5 غ/لتر، M2F3: ميتانول 10% والحديد 1 غ/لتر.

يؤدي الإجهاد المائي إلى ضعف حيوية حبوب اللقاح وفشل تكوين البذور في بعض القرون وتراجع عدد البذور في القرن وبالتالي تراجع عدد البذور في النبات، ويتفق ذلك مع نتائج (Frederick *et al.*, 2001; Bhatia *et al.*, 2013).

أدت المعاملة بالميثانول إلى زيادة عدد البذور في النبات بسبب دور الميثانول في تعزيز محافظة النبات على رطوبته من خلال زيادة الامتلاء الخلوي وتقليل التبخر وبالتالي عدم تأثر عملية الإلقاح والإخصاب (Nonomura and Benson, 1992).

كما سبب الرش بالحديد زيادة عدد البذور في النبات ويتفق ذلك مع (Hanwate *et al.*, 2018).

### 3. وزن الـ 100 بذرة (غ):

بينت نتائج التحليل الإحصائي في الجدول (5) وجود فروقاتٍ معنويةٍ ( $P \leq 0.05$ ) في صفة وزن الـ 100 بذرة بين معاملي الرش بالميثانول ومعاملات الرش بشيالات الحديد تحت ظروف الشاهد المروي والري الناقص والتفاعل المتبادل بين هذه العوامل.

بلغ متوسط وزن الـ 100 بذرة 13.28، 13.89 غ عند معاملي الرش بالميثانول 0، 10% على التوالي بفروق معنوية. وعند دراسة التفاعل المشترك بين الرش بالميثانول والري الناقص تفوقت معاملة الرش بالميثانول 10% تحت ظروف الشاهد المروي معنوياً مقارنةً بباقي التفاعلات وحققت 14.27 غ.

زاد متوسط وزن الـ 100 بذرة معنوياً مع زيادة تركيز الرش بالحديد فبلغ 13.31، 13.58، 13.86 غ عند معاملات الرش 0، 0.5، 1 غ/لتر، وتفوقت هذه القيم تحت ظروف الشاهد المروي مقارنةً بباقي التفاعلات الثنائية وحقق التفاعل (الرش بالحديد 1

غ/لتر والشاهد المروي) أعلى القيم 14.29 غ في حين كانت أدنى القيم معنوياً عند التفاعل (معاملة الري الناقص بلا رش الحديد) 12.80 غ.

تفوقت معاملة الشاهد المروي معنوياً على معاملة الري الناقص وبلغ متوسط وزن الـ 100 بذرة 14.04، 13.12 غ على التوالي.

بدراسة التفاعل الثنائي (الرش بالميثانول والرش بالحديد) تفوق التفاعل (الرش بالحديد 1 غ/لتر مع الرش بالميثانول 10%) 14.12 غ، تلاه بفروق معنوية التفاعل (الرش بالحديد 0.5 غ/لتر مع الرش بالميثانول 10%) 13.67 غ، فيما كانت معاملة الشاهد بلا رش الأدنى معنوياً 12.95 غ.

وعند دراسة التأثير المشترك بين العوامل الثلاثة تفوقت المعاملة (الرش بالحديد 1 غ/لتر والميثانول 10% والشاهد المروي) 14.52 غ معنوياً على باقي التفاعلات، تلاها بفروق معنوية المعاملة (الرش بالحديد 1 غ/لتر والرش بالميثانول والشاهد المروي) 14.19 غ، في حين كانت معاملة عدم الرش بالميثانول والحديد تحت ظروف الري الناقص هي الأدنى معنوياً 12.36 غ.

الجدول (5) تأثير الرش بالميثانول وشيلات الحديد والري الناقص في وزن البذرة 100

متوسط معاملة الرش	معاملة الري S		معاملة الرش
	الري الناقص	الشاهد المروي	
13.28b	12.74	13.82	M1: 0
13.89a	13.50	14.27	M2: 10%
M= 0.090	M*S= 0.128		LSD <sub>0.05</sub> =
13.31c	12.80	13.82	F1=0
13.58b	13.14	14.03	F2=0.5
13.86a	13.43	14.29	F3=1
F= 0.111	F*S= 0.157		LSD <sub>0.05</sub>
-	13.12b	14.04a	-
-	S= 0.090		LSD <sub>0.05</sub>
12.95	12.36	13.53	M1F1
13.29	12.73	13.86	M1F2
13.60	13.13	14.06	M1F3
13.67	13.24	14.11	M2F1
13.87	13.55	14.19	M2F2
14.12	13.72	14.52	M2F3
M*F= 0.157	M*F*S= 0.221		LSD <sub>0.05</sub>

حيث: M1: شاهد بلا رش بالميثانول، M2: الرش بالميثانول 10%، F1 : شاهد بلا رش بالحديد، F2: الرش بالحديد 0.5 غ/لتر، F3: الرش بالحديد 1 غ/لتر، M1F1: شاهد بلا رش، M1F2: بلا رش بالميثانول ورش بالحديد 0.5 غ/لتر، M1F3: بلا رش بالميثانول ورش بالحديد 1 غ/لتر، M2F1: رش ميثانول 10% بلا رش بالحديد، M2F2: رش ميثانول 10% والحديد 0.5 غ/لتر، M2F3: ميثانول 10% والحديد 1 غ/لتر.



يسبب نقص الماء تراجع حجم المسطح الورقي وعدد الأوراق وبالتالي كمية المادة الجافة المصنعة في الأوراق مما يؤثر في كمية المواد المصنعة التي ستنتقل للبذور وينخفض معدل نقل نواتج التمثيل الضوئي، وتتأثر عملية نقل المركبات العضوية السكروز في السيتوبلاسم، والنشاء في الصانعة الخضراء من المصدر (الأوراق) الى المخزن (البذور)، ويتفق ذلك مع نتائج Purwanto et al., (2020).

أدت المعاملة بالميثانول إلى زيادة وزن الـ 100 بذرة بسبب الدور المنشط في عملية التمثيل الضوئي وزيادة نواتجه مما يؤثر إيجاباً في وزن البذور ويتفق ذلك مع نتائج (Nonomura and Benson, 1992).

يفسر زيادة وزن البذور عند الرش بالحديد إلى دوره الكبير في العديد من العمليات الحيوية لكونه منشط للعمليات الأنزيمية داخل النبات، وكلها تصب في تحسين اصطناع المواد العضوية وانتقالها للبذور، ويتفق لك مع (Chatterjee et al., 2017).

#### 4. الغلة الحيوية (كغ/هـ):

بينت نتائج التحليل الإحصائي في الجدول (6) وجود فروقاتٍ معنويةٍ ( $P \leq 0.05$ ) في صفة الغلة الحيوية بين معاملي الرش بالميثانول ومعاملات الرش بشيالات الحديد تحت ظروف الشاهد المروي والري الناقص والتفاعل المتبادل بين هذه العوامل.

بلغ متوسط الغلة الحيوية 6722.8، 7575.6 كغ/هـ عند معاملي الرش بالميثانول 0، 10% على التوالي بفروق معنوية. وعند دراسة التفاعل المشترك بين الرش بالميثانول والري الناقص تفوقت معاملة الرش بالميثانول 10% تحت ظروف الشاهد المروي معنوياً مقارنةً بباقي التفاعلات 8242.0 كغ/، مقابل 6909,2 في الري الناقص.

زادت قيم متوسط الغلة الحيوية معنوياً مع زيادة تركيز الرش بالحديد فبلغت 6149.6، 7161.2، 8136.3 كغ/هـ عند معاملات الرش 0، 0.5، 1 كغ/لتر، وتوقفت قيم الغلة الحيوية تحت ظروف الشاهد المروي مقارنةً بباقي التفاعلات الثنائية وحقق التفاعل (الرش بالحديد 1 غ/لتر والشاهد المروي) أعلى غلة حيوية 8967.4 كغ/هـ في حين كانت أدنى القيم معنوياً عند التفاعل (معاملة الري الناقص بلا رش الحديد) 5399.5 كغ/هـ.

تفوقت معاملة الشاهد المروي معنوياً على معاملة الري الناقص وبلغ متوسط الغلة الحيوية 7930.5، 6367.9 كغ/هـ على التوالي.

بدراسة التفاعل الثنائي (الرش بالميثانول والرش بالحديد) تفوق التفاعل (الرش بالحديد 1 غ/لتر مع الرش بالميثانول 10%) 8719.8 كغ/هـ، تلاه بفروق معنوية التفاعل (الرش بالحديد 1 غ/لتر بلا الرش بالميثانول 10%) 7553.8 كغ/هـ، فيما كانت معاملة الشاهد بلا رش الأدنى معنوياً 5816.3 كغ/هـ.

وعند دراسة التأثير المشترك بين العوامل الثلاثة تفوقت المعاملة (الرش بالحديد 1 غ/لتر والميثانول 10% والشاهد المروي) 9431.7 كغ/هـ معنوياً على باقي التفاعلات، تلاها بفروق معنوية المعاملتين (الرش بالحديد 1 غ/لتر والرش بالميثانول والشاهد المروي)، (الرش بالحديد 1 غ/لتر بلا رش بالميثانول والشاهد المروي) 8182.4، 8503.2 كغ/هـ على التوالي وكانت الفروق بين المعاملتين الأخيرتين غير معنوية وتوقفنا معنوياً على باقي المعاملات. في حين كانت معاملة عدم الرش بالميثانول والحديد تحت ظروف الري الناقص هي الأدنى معنوياً 4945.5 كغ/هـ.

الجدول (6) تأثير الرش بالميثانول وشيلات الحديد والري الناقص في الغلة الحيوية

متوسط معاملة الرش	معاملة الري S		معاملة الرش
	الري الناقص	الشاهد المروي	
6722.8b	5826.6	7619.1	M1: 0
7575.6a	6909.2	8242.0	M2: 10%
M= 202.8	M*S= 286.8		LSD <sub>0.05</sub> =
6149.6c	5399.5	6899.7	F1=0
7161.2b	6398.0	7924.4	F2=0.5
8136.8a	7306.2	8967.4	F3=1
F= 248.4	F*S= 351.2		LSD <sub>0.05</sub>
-	6367.9b	7930.5a	-
-	S= 202.8		LSD <sub>0.05</sub>
5816.5	4945.5	6687.5	M1F1
6798.2	5929.9	7666.5	M1F2
7553.8	6604.4	8503.2	M1F3
6482.7	5853.5	7111.9	M2F1
7524.2	6866.1	8182.4	M2F2
8719.8	8007.9	9431.7	M2F3
M*F=	M*F*S= 496.7		LSD <sub>0.05</sub>
351.2			

حيث: M1: شاهد بلا رش بالميثانول، M2: الرش بالميثانول 10%، F1 : شاهد بلا رش بالحديد، F2: الرش بالحديد 0.5 غ/لتر، F3: الرش بالحديد 1 غ/لتر، M1F1: شاهد بلا رش، M1F2: بلا رش بالميثانول ورش بالحديد 0.5 غ/لتر، M1F3: بلا رش بالميثانول ورش بالحديد 1 غ/لتر، M2F1: رش ميثانول 10% بلا رش بالحديد، M2F2: رش ميثانول 10% والحديد 0.5 غ/لتر، M2F3: ميثانول 10% والحديد 1 غ/لتر.

## 5. الغلة البذرية (كغ/هـ):

بينت نتائج التحليل الإحصائي في الجدول (7) وجود فروقاتٍ معنويةٍ ( $P \leq 0.05$ ) في صفة الغلة البذرية بين معاملي الرش بالميثانول ومعاملات الرش بشيالات الحديد تحت ظروف الشاهد المروي والري الناقص والتفاعل المتبادل بين هذه العوامل.

بلغ متوسط الغلة البذرية 2240.1، 2649.6 كغ/هـ عند معاملي الرش بالميثانول 0، 10% على التوالي بفروق معنوية. وعند دراسة التفاعل المشترك بين الرش بالميثانول والري الناقص تفوقت معاملة الرش بالميثانول 10% تحت ظروف الشاهد المروي معنوياً مقارنةً بباقي التفاعلات 2930.6 كغ/هـ.

زادت قيم متوسط الغلة البذرية معنوياً مع زيادة تركيز الرش بالحديد فبلغت 2071.6، 2432.3، 2830.6 كغ/هـ عند معاملات الرش 0، 0.5، 1 كغ/لتر، ونفوقت قيم الغلة البذرية تحت ظروف الشاهد المروي مقارنةً بباقي التفاعلات الثنائية وحققت التفاعل (الرش بالحديد 1 غ/لتر والشاهد المروي) أعلى غلة 3177.7 كغ/هـ في حين كانت أدنى القيم معنوياً عند التفاعل (معاملة الري الناقص بلا رش الحديد) 1770.2 كغ/هـ.

تفوقت معاملة الشاهد المروي معنوياً على معاملة الري الناقص وبلغ متوسط الغلة البذرية 2765.4، 2124.2 كغ/هـ على التوالي.

بدراسة التفاعل الثنائي (الرش بالميثانول والرش بالحديد) تفوق التفاعل (الرش بالحديد 1 غ/لتر مع الرش بالميثانول 10%) 30.80.3 كغ/هـ، تلاه بفروق معنوية التفاعل (الرش بالحديد 0.5 غ/لتر مع الرش بالميثانول 10%) 2625.9 كغ/هـ، فيما كانت معاملة الشاهد بلا رش الأدنى معنوياً 1900.8 كغ/هـ.

وعند دراسة التأثير المشترك بين العوامل الثلاثة تفوقت المعاملة (الرش بالحديد 1 غ/لتر والميثانول 10% والشاهد المروي) 3379.7 كغ/هـ معنوياً على باقي التفاعلات، تلاها بفروق معنوية المعاملتين (الرش بالحديد 1 غ/لتر والرش بالميثانول والشاهد المروي)،

(الرش بالحديد 1 غ/لتر بلا رش بالميثانول والشاهد المروي) 2,3379, 2975.6 كغ/هـ على التوالي وكانت الفروق بين المعاملتين الأخيرتين غير معنوية وتفوقتنا معنوياً على باقي المعاملات. في حين كانت معاملة عدم الرش بالميثانول والحديد تحت ظروف الري الناقص هي الأدنى معنوياً 1565.7 كغ/هـ.

الجدول (7) تأثير الرش بالميثانول وشيالات الحديد والري الناقص في الغلة البذرية

متوسط معاملة الرش	معاملة الري S		معاملة الرش
	الري الناقص	الشاهد المروي	
2240.1b	1879.9	2600.3	M1: 0
2649.6a	2368.5	2930.6	M2: 10%
M= 67.7	M*S= 95.8		LSD <sub>0.05</sub> =
2071.6c	1770.2	2373.0	F1=0
2432.3b	2119.0	2745.6	F2=0.5
2830.6a	2483.5	3177.7	F3=1
F= 82.9	F*S= 117.3		LSD <sub>0.05</sub>
-	2124.2b	2765.4a	الري الناقص-
-	S= 67.7		LSD <sub>0.05</sub>
1900.8	1565.7	2235.9	M1F1
2238.7	1888.0	2589.3	M1F2
2580.8	2186.0	2975.6	M1F3
2242.5	1974.7	2510.2	M2F1
2625.9	2350.0	2901.9	M2F2
3080.3	2780.9	3379.7	M2F3
M*F= 117.3	M*F*S= 165.9		LSD <sub>0.05</sub>

حيث: M1: شاهد بلا رش بالميثانول، M2: الرش بالميثانول 10%، F1 : شاهد بلا رش بالحديد، F2: الرش بالحديد 0.5 غ/لتر، F3: الرش بالحديد 1 غ/لتر، M1F1: شاهد بلا رش، M1F2: بلا رش بالميثانول ورش بالحديد 0.5 غ/لتر، M1F3: بلا رش بالميثانول ورش بالحديد 1 غ/لتر، M2F1: رش ميثانول 10% بلا رش بالحديد، M2F2: رش ميثانول 10% والحديد 0.5 غ/لتر، M2F3: ميثانول 10% والحديد 1 غ/لتر.

يفسر تناقص الغلة الحيوية والبذرية تحت ظروف الإجهاد إلى تراجع مكونات الغلة (عدد القرون والبذور في النبات ووزن المائة بذرة) والناتج عن تراجع عملية التمثيل الضوئي وإنتاج المادة الجافة، ويتفق ذلك مع نتائج (Purwantoro *et al.*, 2020). كما سببت معاملتي الرش بالميثانول والحديد زيادة الغلة البذرية وذلك بسبب دورهما في زيادة عدد القرون والبذور في النبات ووزن الـ 100 بذرة.

#### الاستنتاجات والمقترحات:

- سببت معاملة الري الناقص تناقصاً في عدد القرون في النبات وعدد البذور في النبات ووزن الـ 100 بذرة والغلة الحيوية والغلة البذرية تحت ظروف الشاهد المروي والري الناقص.
- أدت معاملة الرش بالميثانول 10% إلى زيادة عدد القرون والبذور في النبات ووزن المائة بذرة والغلة الحيوية وبالنتيجة زادت الغلة البذرية فبلغت 2649.6 كغ/هـ مقابل 2240.1 في معاملة الشاهد بلا رش.
- حققت معاملة الرش 1 غ/لتر أعلى عدد قرون في النبات 128.2 قرن/نبات، وعدد بذور 370.3 بذرة/نبات، ووزن الـ 100 بذرة 13.86 غ، والغلة الحيوية 8136.8 كغ/هـ، والغلة البذرية 2830.6 كغ/هـ.
- تفوقت معاملة الرش بالميثانول 10% والرش بالحديد 1 غ/لتر تحت ظروف الشاهد المروي في جميع المؤشرات المدروسة وحققت أعلى غلة بذرية بلغت 3379.7 كغ/هـ.
- بناءً على ما سبق ينصح في ظروف المنطقة الشمالية من محافظة حمص تطبيق الرش الورقي بالميثانول 10% وشبيلات الحديد 1 غ/لتر في مرحلة النمو الخضري عند زراعة فول الصويا في ظروف مروية أو عندما تكون مصادر الري غير متوفرة طيلة موسم النمو.

## المراجع:

- صباح، محمود يوسف (1992). إنتاج المحاصيل الصناعية، منشورات جامعة دمشق. 265 ص.
- عباس، فادي، الجبائي انتصار ومحمود الحمدان (2018). استجابة بادرات الشوندر السكري للتسميد البوتاسي والرش بالميثانول تحت ظروف الجفاف المحدث باستخدام البولي إيثيلين غليكول. المجلة السورية للبحوث الزراعية. 5 (4): 144-157.
- العسود، غرود (2010). السلوكية الوراثية لبعض الصفات الكمية والتنوعية في هجن لفل الصويا. رسالة ماجستير. كلية الزراعة بجامعة دمشق. 99 ص.
- العودة، أيمن الشحاذاة ؛ خيتي ، مأمون (2008). فسيولوجيا المحاصيل الحقلية ( الجزء النظري)- منشورات جامعة دمشق ، كلية الزراعة . 93-101-125 ص.
- فرحان حماد نواف و الدليمي ثامر مهدي بدوي (2011). تأثير التسميد الورقي ببعض المغذيات الصغرى على نمو وإنتاجية القمح (*Triticum aestivum* L.). المجلة الأردنية للعلوم الزراعية، المجلد 7 (1). 105-118.
- المجموعة الإحصائية الزراعية السنوية (2021). وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي، سورية.

Abadía, J., S. Vázquez, R. Rellán-Álvarez, H. El-Jendoubi, A. Abadía, A. Álvarez-Fernández, and A.F. López-Millán. (2011). Towards a knowledge-based correction of iron chlorosis. Plant Physiol. Biochem. doi:10.1016/j.plaphy.2011.01.026.

Abbas Fadi, Entessar Al-Jbawi, Thamer Al-Hnish, Manal Othman, Heba Shams Al-Deen and Nesrin Edrees (2022). Effect of Methanol Foliar Application on Some Morph

- physiological Traits of Sugar beet (*Beta vulgaris* L.) Grown under Drought Conditions. Journal of Genetic and Environmental Resources Conservation, 10 (2):101-108.
- Arya, H., Singh, M. B. and Bhalla, P. L. (2021).** Towards developing drought-smart soybeans. Front. Plant Sci. <https://doi.org/10.3389/fpls.750664>.
- Bayat V, Paknejad F, Ardakani M and Vazan S (2013).** Can spraying with methanol improve the reproductive performance of soybean under deficit irrigation? International Journal of Agronomy and Plant Production 4(12): 3164-3170.
- Besford R.T., (1993).** Photosynthetic acclimation in tomato plants grown in high CO<sub>2</sub>. CO<sub>2</sub> and Biosphere, Kluwer.
- Bhatia, V. S., Jumrani, K. and Pandey, G. (2013).** Developing drought tolerance in soybean using physiological approaches. Soybean Res. 12, 1–19.
- Bloom, P.R., G.W. Rehm, J.A. Lamb, and A.J. Scobbie. (2011).** Soil nitrate is a causative factor in iron deficiency chlorosis in soybeans. Soil Sci. Soc. Am. J. 75:2233–2241. doi:10.2136/sssaj2010.0391
- Cui W, Chang Z, Li N. (2013).** Effect of drought stress on physiology ecology and yield of soybean. Journal of WaterResources and Water Engineering, 24, 20–24.
- Desclaux D, Huynh TT, Roumet P (2000).** Identification of soybean plant characteristics that indicate the timing of drought stress. Crop Science 40, 716-722.
- Erickson ,P, and Brekke ,M., (1980) Chatterjee, S. Lovas, H. Rasmussen, and R.J. Goos (2017).** Foliar application of iron fertilizers to control iron deficiency chlorosis of Soybean. Crop, forage and turfgrass management. 7P.
- FAO (2008).** Year book production ,(2008).



- Frederick, J. R., Camp, C. R. and Bauer, P. J. (2001).** Drought-stress effects on branch and mainstem seed yield and yield components of determinate soybean. *Crop Sci.* 41, 759–763.
- Ganjeali A (2012).** Effects of foliar application of methanol on growth and root characteristics of chickpea (*Cicer arietinum* L.) under drought stress. *European Journal of Experimental Biology* 2: 1697-1702.
- Goods, R. J., Brian E. and Shanon, A. (2000).** A comparison of three methods for reducing deficiency chlorosis in soybean. *Agronomy J.*, 92: 1135-1139.
- Gout E, Aubert S, Bligny R, Rébeillé F, Nonomura AR, Benson AA, Douce R (2000).** Metabolism of methanol in plant cells. Carbon-13 nuclear magnetic resonance studies. *Plant Physiology* 123, 287-296.
- Grimmer C., Konor E., (1996).** Effects of elevated CO<sub>2</sub> on carbohydrate metabolism and growth of *Ricinus comm.* *Plant Physiol. & Biochem., Spec. Issue*, 123.
- Hanwate GR, Giri SN, Yelvikar NV. (2018).** Effect of foliar application of micronutrients on nutrient uptake by soybean crop. *Inter. J. of Pure Application Biosci.* 2018;6:261-265.
- IshibashiaY, Yamaguchib H, Yuasab T, Iwaya-Inoueb M, Arimaa S, Zheng S. (2011).** Hydrogen peroxide spraying alleviates drought stress in soybean plants. *Journal of Plant Physiology*, 168, 1562–1567.
- Kamble B. M., Rajkumar Meena and P. N. Gajbhiye (2021).** Effect of Iron Nutrition on Growth, Quality and Yield of Soybean (*Glycine Max. L.*) Grown on Problematic Inceptisol. *Journal of Experimental Agriculture International.* 43(12): 20-28,
- Lamaoui, M., Jemo, M., Datla, R. and Bekkaoui, F (2018).** Heat and drought stresses in crops and approaches for their mitigation. *Front. Chem.* 6, 26.

- Luan, X., Bommarco, R., Scaini, A. and Vico, G. (2021).** Combined heat and drought suppress rainfed maize and soybean yields and modify irrigation benefits in the USA. *Environ. Res. Lett.* 16, 064023.
- Madhaiyan, T., S. Poonguzhali, S.P. Sundaram and S.A. Tongmin, (2006).** A new insight into foliar applied methanol influencing phylloplane ethylo-trophic dynamics and growth promotion of cotton (*Gossypium hirsutum* L.) and sugarcane (*Saccharum officinarum* L.). *Environ. Exp. Bot.*,57: 168-176.
- Mirakhori M., Farzad Paknejad, Foad Moradi, Mohammadreza Ardakani, Hossein Zahedi and Parisa Nazeri (2009).** Effect of Drought Stress and Methanol on Yield and Yield Components of Soybean Max (L 17). *American Journal of Biochemistry and Biotechnology* 5 (4): 162-169,
- Oya Tetsuji., Alexandre Lima Nepomuceno, Norman Neumaier, José Renato Bouças Farias, Satoshi Tobita and Osamu It (2004).** Drought Tolerance Characteristics of Brazilian Soybean Cultivars Evaluation and characterization of drought tolerance of various Brazilian soybean cultivars in the field. *Plant Production Science*, 7:2, 129-137,
- Poudel Sadikshya, Ranadheer Reddy Vennam , Amrit Shrestha, K. Raja Reddy, Nuwan K. Wijewardane, Krishna N. Reddy and Raju Bheemanahalli (2023).** Resilience of soybean cultivars to drought stress during flowering and early-seed setting stages. *Scientific Reports.* 13:1277
- Purwanto Suhartina, Novita Nugrahaeni, Made Jana Mejaya (2020).** Response of Soybean Lines to Drought Stress During Reproductive Phase. *Advances in Biological Sciences Research*, volume 14, 324-329.

- Ramirez, I., F. Dorta, V. Espinoza, E. Jimenez, A. Mercado and H. Pena-Cortes. (2006).** Effects of foliar and root applications of methanol on the growth of arabisopsis, tobacco and tomato plants. *J Plant Growth Regul.*, 25: 30-44.
- Rosa, V. do R.; Silva, A.A. da; Brito, D.S.; Pereira Júnior, J.D.; Silva, C.O.; Dal-Bianco, M.; Oliveira, J.A. de; Ribeiro, C. (2020).** Drought stress during the reproductive stage of two soybean lines. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.55, e01736, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1678-3921.pab2020.v55.01736>.
- Rowe R.N., Farr D. J., Richards B.A.J., (1994).** Effects of foliar and root applications of methanol or ethanol on the growth of tomato plants (*Lycopersicon esculentum* Mill.). *New Zealand J. Crop & Hort. Sci.* 22, 335-337.
- Sallam, A., Alqudah, A.M., Dawood, M.F.A., Baenziger, P.S., Börne, A. (2019)** Drought stress tolerance in wheat and barley: advances in Physiology, breeding and genetics research. *International Journal of Molecular Sciences*, 20(13), 3137.
- Siebert, S., Ewert, F., Eyshi Rezaei, E., Kage, H. and Gras, R. (2014).** Impact of heat stress on crop yield—on the importance of considering canopy temperature. *Environ. Res. Lett.* 9, 044012.
- Specht, J. E., Hume, D. J. and Kumudini, S. V. (1999).** Soybean yield potential—A genetic and physiological perspective. *Crop Sci.* 39, 1560–1570.
- Tardieu, F.; Tuberosa, R. (2010).** Dissection and modelling of abiotic stress tolerance in plants. *Curr. Opin. Plant Biol.* 13, 206–212.
- Uma Maheswari MA, Karthik Ajay Kumar R. (2017).** Effect of foliar nutrition on growth, yield attributes and seed yield of

pulse crops. Int. J. Curr. Microbiol. App. Sci. 2017;6 (11): 4134-4139.

**Zayed BA Salem AKM El Sharkawy HM (2011).** Effect of different micronutrient treatments on rice (*oryza sativa L.*) growth and yield under saline soil conditions. World J. Agric. Sci. 7(2): 179-184.

**Nonomura A.M.,Benson A.A(1992).** the path of carbon in photosynthesis:Methanol and light. Research in photosynthesis Research in photosynthesis 3(18),911-914.

# دراسة عددية لتغيّر طاقة حزمة الأيونات الصادرة عن البلازما المحرّقة الكثيفة تبعاً لنوع وضغط غاز التشغيل

طالبة الدكتوراه: علا زيدان – كلية العلوم – جامعة البعث

الدكتور المشرف: وليد صهيوني – المشرف المشارك: د. علاء ناصيف

## ملخص

تمّ في هذا البحث إجراء دراسة عددية لطاقة حزمة الأيونات الصادرة عن جهاز البلازما المحرّقة NX2 وذلك عند تغيّر ضغط غازات الهيدروجين، الديتيريوم، النيون والأرغون. تمّ أولاً إيجاد مميزات البلازما المحرّقة المتشكّلة عند استخدام الغازات المدروسة وذلك من خلال إجراء سلسلة من التجارب العددية باستخدام برنامج Lee ومن ثمّ إيجاد طاقة حزمة الأيونات مع تغيّر ضغط كل من الغازات المدروسة. أظهرت النتائج سلوكاً متشابهاً في تغيّر طاقة حزمة أيونات الهيدروجين والديتيريوم مع تغيّر ضغط الغاز حيث تمّ الوصول إلى قيمة عظمى J 194.2 للهيدروجين و J 142.2 للديتيريوم عند أعلى قيمة للضغط 19 Torr بينما في حالة النيون والأرغون فقد كانت أعلى قيمة لطاقة حزمة أيونات النيون J 141.1 عند الضغط 3.5 Torr وللأرغون J 205.6 عند 1.5 Torr ثمّ انخفاضها مع الاستمرار بزيادة الضغط. ساهمت قيمة الشحنة الفعالة المرتفعة للأرغون في زيادة طاقة حزمة الأيونات لتصل إلى حوالي 7.6% من طاقة تشغيل الجهاز  $E_0$ .

الكلمات المفتاحية: البلازما المحرّقة الكثيفة، حزمة الأيونات، برنامج Lee، NX2.

# A Numerical Study of Ion Beam Energy Variation Emitted by Dense Plasma Focus According to Type and Pressure of Working Gas

## Abstract

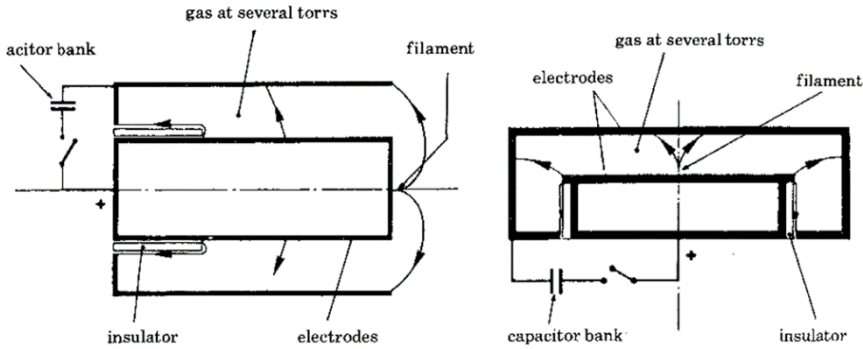
In this research, a numerical study was made of the energy of ions beam emitted by the plasma focus device NX2, when the pressure of hydrogen, deuterium, neon and argon gases changes. First, the characteristics of the plasma focus formed when using the studied gases were found, by conducting a series of numerical experiments using the Lee code, and then finding the energy of ion beam with the pressure change of each of the studied gases. The results showed similar behavior in changing the ion beam energy of hydrogen and deuterium ions with the change of gas pressure, reaching a maximum value of 194.2 J for hydrogen and 142.2 J for deuterium at the highest pressure value 19 Torr, while in the case of neon and argon it was the highest value of the energy of neon ions was 141.1J at a pressure of 3.5 Torr, and for argon, 205.6 J at 1.5 Torr, then it decreased with increasing pressure. The high effective charge value of argon played in increasing the energy of ions beam to reach about 7.6% of the operating energy of the device  $E_0$ .

**Keywords:** dense plasma focus-, ions beam, Lee code, NX2 .

## مقدمة:

يطلق مصطلح Z-pinch على فئة مميزة من البلازما المدفوعة أو المحصورة مغناطيسياً حيث يمر فيها تيار عبر اسطوانة بلازما موازية للاتجاه المحوري أو الاتجاه Z، وينتج عن التفاعل بين الحقل المغناطيسي الذاتي الزاوي والتيار المحوري القطري الداخلي القوة  $J \times B$  أو القوة الدافعة المغناطيسية. يمكن استخدام هذه القوة بشكل ديناميكي لتحطيم أسطوانة بلازما مجوفة أو شبه ثابتة لحصر البلازما من خلال تأثير التقبض (pinch effect) [1].

تعدّ البلازما المحرّقة (plasma focus) أحد أشكال Z-pinch حيث يتم الحصول عليها من خلال تفريغ طاقة مخزّنة في بنك مكثفات عبر حجرة تفريغ تحتوي على تشكيلة أقطاب كهربائية لتتشكل طبقة من البلازما أسفل الحجرة لتتحرك نحو أعلى الحجرة بواسطة قوة لورنتز ليتشكل في نهاية عملية التمرق عمود صغير من البلازما كثيف جداً أو ما يطلق عليه اسم القبضة Pinch [2] [3] وقد تم وضع نموذجين مختلفين لأجهزة البلازما المحرّقة: نموذج ماندر (Mather type) [4] ونموذج فيليبوف (Filippov type) [5] كما هو موضح في الشكل (1)، حيث يختلف هذان النموذجان عن بعضهما بالأبعاد الهندسية وهذا يؤثر على مراحل تطوّر البلازما المحرّقة بدءاً من لحظة عملية التفريغ.



الشكل (1): البلازما المحرقة: نموذج ماذر (يسار)، نموذج فيليبوف (يمين) [6]

منذ اكتشاف البلازما المحرقة في ستينيات القرن العشرين تم إجراء عدد كبير من الدراسات لفهم السلوك الفيزيائي لهذه الظاهرة [7] ودراسة خصائص الحزم الأيونية الناتجة [8] والأشعة السنية اللينة [9] وأيضاً إمكانية الاستفادة منها في المجالات العملية وبالفعل فتحت البلازما الطريق لعدد كبير من التطبيقات مثل اصطناع المواد [10] وترسيب الأفلام الرقيقة [11] والحصول على النظائر المشعة قصيرة العمر [12] وذلك بالاستفادة من حزم الأيونات الناتجة عن انهيار قبضة البلازما وهذا دفع لدراسة خصائص هذه الحزم من ناحية الطاقة التي تحملها الأيونات وارتباطها بالعوامل التشغيلية للبلازما المحرقة مثل طاقة الجهاز وتركيبه الهندسي وطاقة بنك المكثفات ونوع الغاز المستخدم في عملية التشغيل..... ولهذا الغرض قمنا في هذا البحث بإجراء دراسة عددية لارتباط طاقة حزمة الأيونات الصادرة عن جهاز البلازما المحرقة الكثيفة NX2 بنوع الغاز المستخدم في عملية التشغيل.

#### هدف البحث:

يهدف البحث إلى دراسة تأثير اختلاف نوع الغاز المستخدم في جهاز البلازما المحرقة الكثيفة NX2 على طاقة حزم الأيونات الصادرة وذلك من خلال إجراء سلسلة من التجارب العددية باستخدام برنامج Lee وتغيير هذه الطاقة مع تغيير ضغط غاز التشغيل.



## جهاز البلازما المحرقة الكثيفة NX2:

يعتبر هذا الجهاز من أفضل أجهزة البلازما المحرقة الكثيفة حول العالم وذلك للميزات التشغيلية التي يتمتع بها. تم تصميم هذا الجهاز في جامعة NTU NIE نان يانغ - سنغافورة وفق نموذج ماذر (Mather Type) [13] ، وهو نسخة معدلة عن جهاز البلازما المحرقة NX PF حيث يتميز عنه بقيمة أعلى لتيار وتردد التشغيل، يعمل وفق النمط النبضي الدوري (pulse- periodic mode) بتردد 1-20 Hz وبطاقة تشغيل 1.6-3.3 KJ وتيار تفريغ 190-510 kA .

تكون حجرة التفريغ والأقطاب مصنوعة من النحاس أو الفولاذ، والمصعد ذو نهاية مجوفة يمكن تغيير أبعاده: قطره من 23-40 mm وطوله 25-70 mm ، أما المهبط فيكون على شكل مجموعة من القضبان عددها من 8 إلى 12 بسماكة 10mm وطول 50 mm وقطر من 100-800 mm. في بعض التجارب كان الجزء العلوي من المصعد مخروطي الشكل أو تمت إضافة التيتانيوم أو FeCo إليها. تكون مادة العازل بين المصعد والمهبط قرص كوارتز أو أنبوب زجاجي من نوع Pyrex. يستخدم لتشغيل هذا الجهاز مجموعة متنوعة من الغازات: الهيدروجين، الديتيريوم، الهليوم، الأرجون، النيون، خليط من الأرجون والأكسجين بمجال ضغط 0.7-20 mbar. تم استخدام هذا الجهاز كمصدر للأشعة السينية اللينة SXR للطباعة الإلكترونية [14] ، بالإضافة إلى مصدر للنيوترونات والديوترونات وحزم الإلكترونات ، والتي بدورها تستخدم في اصطناع جزيئات FeCo النانوية-، وأفلام رقيقة بلورية نانوية من ثاني أكسيد التيتانيوم TiO2 [15] .

ويوضح الجدول (1) بارامترات جهاز البلازما المحرقة الكثيفة NX2 :

جدول 1: بارامترات لجهاز البلازما المحرقة الكثيفة NX2

$E_0 = 2.7 \text{ KJ}$	طاقة التشغيل Operation Power
$L_0 = 20 \text{ nH}$	تحريض الدارة Inductance of circuit
$C = 28\mu\text{F}$	سعة بنك المكثفات Capacitance
$r_0 = 2.3 \text{ m}\Omega$	المقاومة Resistance
$V_0 = 14 \text{ KV}$	كمون التشغيل Operation Voltage
$P_0 = \text{Variable}$	ضغط التشغيل Pressure
$a = 1.9 \text{ cm}$	نصف قطر المصعد Anode radius
$b = 4.1 \text{ cm}$	نصف قطر المهبط Cathode radius
$Z_0 = 5 \text{ cm}$	طول المصعد Anode length
$H_2, D, Ne, Ar$	غازات التشغيل Working gases

### النتائج والمناقشة:

تمّ تحديد أربعة غازات لدراستها وهي الهيدروجين، الهيليوم، النيون والأرغون حيث قمنا أولاً بإيجاد بارامترات البلازما المحرقة وتغييرها مع زيادة ضغط الغاز المدروس حتى القيمة التي لا يحدث بعدها تمحرق وهذه البارامترات هي:  $I_{peak}$  التيار الأعظمي، تيار القبضة  $I_{pinch}$  ،  $T_{pinch}$  درجة حرارة القبضة العظمى،  $v_a, v_s, v_p$  القيمة القصوى للسرعة المحورية وسرعة موجة الصدمة وسرعة المكبس على التوالي،  $a_{min}$  نصف القطر الأصغر للقبضة،  $z_{max}$  الطول الأعظمي للقبضة،  $pinch \text{ duration}$  زمن

بقاء القبضة،  $V_{max}$  أكبر قيمة للكومن المتولد ضمن القبضة،  $n_i$  كثافة الأيونات. حيث تم تحديد هذه البارامترات لتأثيرها على قبضة البلازما المتشكلة وبالتالي على حزمة الأيونات المتشكلة بعد انهيارها. تم تنفيذ التجارب العددية باستخدام برنامج Lee وكانت النتائج وفق الآتي:

a- مميزات البلازما المحرقة عند استخدام غاز الهيدروجين:

جدول 2: مميزات البلازما المحرقة عند استخدام غاز الهيدروجين

$P_0$ Torr	$I_{peak}$ kA	$I_{pinch}$ kA	$T_{pinch}$ $10^6$ K	$v_a$ cm/ $\mu$ s	$v_s$ cm/ $\mu$ s	$v_p$ cm/ $\mu$ s
1	233	140	6.7	19.7	52.7	36.5
2	270	162	4.5	16.3	43.2	29.9
3	293	175	3.5	14.5	38.2	26.3
4	310	185	2.9	13.4	35.0	24.0
5	323	192	2.5	12.5	32.5	22.3
6	334	197	2.2	11.8	30.6	21.0
7	343	202	2.0	11.3	29.0	19.9
8	350	206	1.8	10.8	27.7	19.0
9	356	209	1.6	10.5	26.5	18.2
10	362	211	1.5	10.1	25.5	17.5
11	367	213	1.4	9.8	24.6	16.9
12	371	215	1.3	9.5	23.8	16.3
13	375	217	1.2	9.3	23.1	15.8
14	379	218	1.2	9.1	22.4	15.3
15	382	219	1.1	8.9	21.8	14.9
16	385	220	1.0	8.7	21.2	14.5
17	387	221	1.0	8.5	20.7	14.1
18	389	221	0.9	8.3	20.2	13.8
19	391	221	0.9	8.2	19.7	13.5

جدول 3: تابع مميزات البلازما المحرقة عند استخدام غاز الهيدروجين

$P_0$ Torr	$a_{min}$ cm	$Z_{max}$ cm	pinch duration ns	$V_{max}$ kV	$n_i$ ( $10^{23}$ )/ $m^3$
1	0.30	2.9	11.7	36	0.9
2	0.30	2.9	14.3	34	1.9
3	0.30	2.9	16.2	32	2.8
4	0.30	2.9	17.8	31	3.7
5	0.31	2.9	19.2	30	4.6
6	0.31	2.9	20.4	29	5.4
7	0.31	2.9	21.6	28	6.3
8	0.31	2.9	22.6	27	7.2
9	0.31	2.9	23.6	26	8.0
10	0.31	2.9	24.6	26	8.8
11	0.31	2.9	25.6	25	9.7
12	0.31	2.9	26.5	24	10.5
13	0.31	2.9	27.4	24	11.3
14	0.31	2.9	28.3	23	12
15	0.32	2.9	29.1	22	12.8
16	0.32	2.9	29.9	22	13.5
17	0.32	2.9	30.8	21	14.3
18	0.32	2.9	31.6	21	15.0
19	0.32	2.9	32.5	20	15.7

**b- مميزات البلازما المحرقة عند استخدام غاز الديتيريوم:**

جدول 4: مميزات البلازما المحرقة عند استخدام غاز الديتيريوم

$P_0$ Torr	$I_{peak}$ kA	$I_{pinch}$ kA	$T_{pinch}$ $10^6$ K	$v_a$ cm/ $\mu$ s	$v_s$ cm/ $\mu$ s	$v_p$ cm/ $\mu$ s
1	270	162	8.9	16.3	43.2	29.9
2	310	185	5.8	13.4	35.0	24.0
3	334	197	4.4	11.8	30.6	21.0
4	350	206	3.6	10.8	27.7	19.0
5	362	211	3.0	10.1	25.5	17.5
6	371	215	2.6	9.5	23.8	16.3
7	379	218	2.3	9.1	22.4	15.3
8	385	220	2.0	8.7	21.2	14.5
9	389	221	1.8	8.3	20.2	13.8
10	393	222	1.7	8.0	19.3	13.2
11	397	222	1.5	7.8	18.4	12.6
12	399	221	1.4	7.5	17.7	12.1
13	402	221	1.3	7.3	17.0	11.6
14	404	220	1.2	7.1	16.4	11.2
15	406	218	1.1	6.9	15.8	10.8
16	408	217	1.0	6.7	15.2	10.5
17	410	215	0.9	6.6	14.7	10.1
18	412	213	0.8	6.4	14.2	9.8
19	413	210	0.8	6.3	13.8	9.5

جدول 5: تابع مميزات البلازما المحرقة عند استخدام غاز الديتيريوم

$P_0$ Torr	$a_{\min}$ cm	$z_{\max}$ cm	pinch duration ns	$V_{\max}$ kV	$n_i$ ( $10^{23}$ )/ $m^3$
1	0.30	2.9	14.3	34	0.9
2	0.30	2.9	17.8	31	1.8
3	0.31	2.9	20.4	29	2.7
4	0.31	2.9	22.6	27	3.6
5	0.31	2.9	24.6	26	4.4
6	0.31	2.9	26.5	24	5.3
7	0.31	2.9	28.3	23	6.1
8	0.31	2.9	29.9	22	6.9
9	0.32	2.9	31.6	21	7.6
10	0.32	2.9	33.2	20	8.4
11	0.32	2.9	34.9	19	9.1
12	0.32	2.9	36.5	18	9.8
13	0.33	2.9	38.2	17	10.4
14	0.33	2.9	39.9	16	11.0
15	0.33	2.9	41.6	16	11.6
16	0.33	2.9	43.1	15	12.2
17	0.34	2.9	44.9	14	12.7
18	0.34	2.9	46.7	13	13.1
19	0.35	2.9	48.6	13	13.5

## c- مميزات البلازما المحرقة عند استخدام غاز النيون:

جدول 6: مميزات البلازما المحرقة عند استخدام غاز النيون في جهاز NX2

$P_0$ Torr	$I_{peak}$ kA	$I_{pinch}$ kA	$T_{pinch}$ $10^6$ K	$v_a$ cm/ $\mu$ s	$v_s$ cm/ $\mu$ s	$v_p$ cm/ $\mu$ s
0.5	323	185	9.3	12.5	12.5	25.9
1	362	204	5.9	10.1	10.1	20.8
1.5	382	211	4.4	8.9	8.9	18.0
2.0	393	213	3.4	8.0	8.0	16.7
2.5	401	212	2.7	7.4	7.4	15.8
3	406	209	2.2	6.9	6.9	15.0
3.5	411	205	1.8	6.5	6.5	14.1
4	415	200	1.5	6.2	6.2	13.4
4.5	418	195	1.3	5.9	5.9	12.7
5	421	188	1.1	5.6	5.6	12.0
5.5	423	181	0.9	5.4	5.4	11.2
6	426	174	0.8	5.2	5.2	10.5
6.5	428	165	0.7	5.0	5.0	9.8
7	429	157	0.6	4.8	4.8	9.2

جدول 7: تابع مميزات البلازما المحرقة عند استخدام غاز النيون

$P_0$ Torr	$a_{min}$ cm	$z_{max}$ cm	pinch duration ns	$V_{max}$ kV	$n_i$ ( $10^{23}$ )/m <sup>3</sup>
0.5	0.23	2.9	15.7	43	0.8
1	0.23	2.9	18.8	39	1.6
1.5	0.22	2.9	20.7	37	2.5
2	0.21	2.8	21.3	35	4.0
2.5	0.18	2.8	21.0	35	6.6
3	0.14	2.9	24.5	34	12.5
3.5	0.16	2.9	26.7	33	12.3
4	0.17	2.9	29.3	31	11.3
4.5	0.18	2.8	31.5	29	11.3
5	0.18	2.8	34.1	27	12.9
5.5	0.18	2.8	38.3	25	14.5
6	0.18	2.7	42.1	22	15.9
6.5	0.18	2.7	46.1	20	17.0
7	0.18	2.7	49.2	17	18.0



## d- مميزات البلازما المحرقة عند استخدام غاز الأرجون:

جدول 8: مميزات البلازما المحرقة عند استخدام غاز الأرجون

$P_0$ Torr	$I_{peak}$ kA	$I_{pinch}$ kA	$T_{pinch}$ $10^6$ K	$v_a$ cm/ $\mu$ s	$v_s$ cm/ $\mu$ s	$v_p$ cm/ $\mu$ s
0.1	270	157	19.6	16.3	50.8	33.6
0.2	310	177	12.4	13.4	44.0	29.5
0.3	333	188	9.4	11.8	38.4	26.9
0.4	350	195	7.6	10.8	34.6	25.1
0.5	362	200	6.5	10.1	31.4	23.4
1	393	211	4.4	8.0	23.8	18.0
1.5	406	209	3.3	6.9	19.2	21.5
2	415	201	2.5	6.2	16.4	27.4
2.5	421	189	1.9	5.6	14.3	33.7
3	426	174	1.4	5.2	12.1	18.8

جدول 9: تابع مميزات البلازما المحرقة عند استخدام غاز الأرجون

$P_0$ Torr	$a_{min}$ cm	$z_{max}$ cm	pinch duration ns	$V_{max}$ kV	$n_i$ ( $10^{23}$ )/ $m^3$
0.1	0.25	2.8	10.8	49	0.1
0.2	0.22	2.9	13.0	51	0.4
0.3	0.20	2.9	14.4	52	0.6
0.4	0.19	2.9	15.9	52	1.0
0.5	0.17	2.9	17.3	50	1.4
1	0.08	3.3	22.7	161	14.7
1.5	0.08	3.5	28.8	161	22.1
2	0.08	3.6	34.2	116	29.5
2.5	0.09	3.4	39.7	111	24.9
3	0.14	3.1	47.7	58	12.8

من النتائج السابقة يمكن ملاحظة ما يأتي:

- **الضغط:** انخفاض قيمة الضغط اللازم لإنجاز عملية التمرق للنيون والأرغون بسبب زيادة العدد الذري للغاز المستخدم.
- **التيار الكلي:** ازدياد قيمة التيار الكلي المتدفق ضمن البلازما خلال كامل عملية التمرق ومع زيادة ضغط الغاز مع ملاحظة اختلاف نسبته من تيار تفريغ بنك المكثفات حيث في حالة الهيدروجين يشكل وسطياً **62%**، الديتيريوم **64%**، النيون **70.9%**، الأرغون **65.6%**.
- **تيار القبضة:** نلاحظ في حالة الهيدروجين ازدياد تيار القبضة بشكل مطرد مع زيادة ضغط الغاز نتيجة زيادة التيار الكلي كما نلاحظ وجود ذروة لهذا التيار في حالة الديتيريوم والنيون والأرغون مقابلة لقيم الضغط **10 Torr، 2 Torr، 1 Torr** على التوالي.
- **درجة الحرارة:** انخفاض درجة حرارة قبضة البلازما المتشكلة مع زيادة الضغط مع ملاحظة قيمها المرتفعة في حالي الغازات النادرة (النيون والأرغون).
- **السرعات:** نلاحظ تناقص قيم السرعة المحورية وسرعة موجة الصدمة وسرعة المكبس مع زيادة الضغط وذلك بسبب ازدياد كثافة الغاز وبالتالي انخفاض سرعة تحرك طبقة البلازما محورياً وقطرياً.
- **نصف قطر قبضة البلازما:** هنا يمكن تمييز غياب تأثير التقبض ( **Pinch Effect** ) في حالي الهيدروجين والديتيريوم حيث نلاحظ استمرار زيادة نصف قطر القبضة مع زيادة الضغط بينما في حالي النيون والأرغون نلاحظ الحصول على نصف قطر أصغري عند قيم الضغط **3Torr** و **1 Torr** على الترتيب.

- **طول القبضة:** لم يلاحظ أي تغيير على طول القبضة وثباتها عند القيمة 2.9 cm تقريباً للغازات المدروسة.
- **فترة بقاء القبضة:** يزداد هذا الزمن مع زيادة الضغط وذلك بسبب استمرار ضخ الطاقة من بنك المكثفات حتى انتهاء عملية التفريغ.
- **الكمون المتحرض في قبضة البلازما:** نلاحظ تناقص قيمته مع زيادة ضغط الغاز وذلك لانخفاض قيمة الطاقة الواصلة من بنك المكثفات إلى مرحلة التقبض بسبب ضياع جزء كبير منها في عملية التأين عند زيادة ضغط الغاز.
- **الكثافة:** نلاحظ زيادة كثافة الأيونات ضمن القبضة كنتيجة طبيعية لزيادة ضغط الغاز.

#### طاقة حزمة الأيونات:

درس S. Lee و S.H.Saw [16] خصائص تدفق الأيونات الصادرة عن البلازما المحرقة كما تم إيجاد العلاقة التي تعطي طاقة حزمة الأيونات:

$$E_b = \text{number of ions beam} \times Z_{eff}U$$

حيث:  $Z_{eff}$  الشحنة الفعالة للأيون،  $U$  الكمون المتحرض ضمن قبضة البلازما.

تم استخدام هذه العلاقة لإيجاد قيمة طاقة حزمة الأيونات عند كل قيمة لضغط الغازات المدروسة وكانت النتائج وفق الآتي:

جدول 10: طاقة حزمة أيونات الهيدروجين الصادرة عن جهاز NX2

Pressure Torr	Hydrogen Ions Beam Energy Joul
1	38.4
2	60.7
3	78.5
4	93.5
5	106.4
6	117.8
7	128.0
8	137.1
9	145.0
10	152.5
11	159.2
12	165.5
13	170.6
14	175.9
15	180.4
16	184.1
17	187.7
18	191.0
19	194.2

## جدول 11: طاقة حزمة أيونات الديتيريوم الصادرة عن جهاز NX2

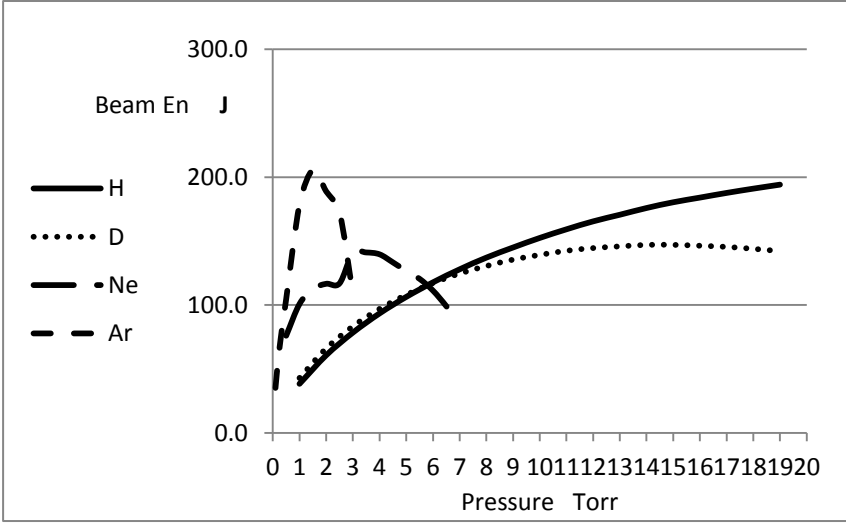
Pressure Torr	Deuterium Ions Beam Energy Joul
1	43.0
2	66.1
3	83.3
4	97.0
5	108.0
6	117.2
7	124.6
8	130.5
9	135.5
10	139.2
11	142.5
12	144.6
13	145.9
14	147.1
15	147.1
16	146.4
17	145.5
18	144.0
19	142.2

جدول 12: طاقة حزمة أيونات النيون الصادرة عن جهاز NX2

Pressure Torr	Neon Ions Beam Energy Joul
0.5	76
1	100.8
1.5	112.6
2.0	116.6
2.5	117.0
3	140.7
3.5	141.1
4	139.7
4.5	133.4
5	126.7
5.5	120.5
6	111.3
6.5	99.1
7	84.9

جدول 13: طاقة حزمة أيونات الأرجون الصادرة عن جهاز NX2

Pressure Torr	Argon Ions Beam Energy Joul
0.1	35.2
0.2	57.1
0.3	74.6
0.4	90.1
0.5	104.5
1	178.5
1.5	205.6
2	188.9
2.5	172.4
3	108.9



الشكل 2: طاقة حزمة الأيونات الصادرة عن جهاز NX2

نلاحظ من هذه النتائج:

- ازدياد طاقة حزمة أيونات الهيدروجين والديتيريوم مع ازدياد الضغط حتى الوصول إلى قيمة عظمى  $194.2 \text{ J}$  للهيدروجين و  $142.2 \text{ J}$  للديتيريوم.
- على الرغم من قيمة الشحنة الفعالة الأكبر في حالة الديتيريوم مقارنة مع حالة الهيدروجين إلا أن قيمة طاقة حزمة أيونات الهيدروجين أعلى بسبب زيادة قيمة الكمون المتحرض داخل قبضة بلازما الهيدروجين مقارنة بالديتيريوم.
- أظهرت النتائج أنه في حالة النيون والأرغون ازدياد قيمة طاقة أيونات الحزمة حتى الوصول إلى قيمة عظمى للنيون  $141.1 \text{ J}$  عند الضغط  $3.5 \text{ Torr}$  وللأرغون  $205.6 \text{ J}$  عند  $1.5 \text{ Torr}$  ثم انخفاضها مع الاستمرار بزيادة الضغط.

- ترتبط هذه القيمة العظمى لطاقة أيونات الحزمة في حالة النيون والأرغون بحدوث تأثير التقبض أي أصغر نصف قطر لقبضة البلازما وبالتالي حجز كمية أكبر من الطاقة ضمن عمود البلازما وبالتالي ازدياد طاقة حزمة الأيونات الناتجة بعد انهيار القبضة.
- أعطت قيمة الشحنة الفعالة الكبيرة للأرغون قيمة أكبر لطاقة حزمة الأيونات حيث شكلت حوالي 7.6% من طاقة تشغيل الجهاز  $E_0$ .
- تعطي نتائج هذه الدراسة تصوراً عن طاقة حزمة الأيونات الناتجة عن البلازما المحرقة وتغيرها عند اختلاف نوع وضغط غاز التشغيل وبالتالي الاستفادة منها حسب التطبيق العملي المطلوب.



## المراجع المستخدمة

- [1] M. G. Haines, A Review of the Dense Z-Pinch, Plasma Phys. Control. Fusion **53**, 093001 (2011).
- [2] Feugeas, J. N. (1989). The influence of the insulator surface in the plasma focus behavior. Journal of Applied Physics, 66(8), 3467-3471.
- [3] J. Pouzo and M. Milanese, Applications of the Dense Plasma Focus to Nuclear Fusion and Plasma Astrophysics, Plasma Science, IEEE Transactions On **31**, 1237 (2004).
- [4] J. W. Mather, Formation of a High- Density Deuterium Plasma Focus, The Physics of Fluids **8**, 366 (1965).
- [5] Jakubowski, L., Sadowski, M., & Baronova, E. O. (2004). Temporal characteristics of electron beams from plasma-focus and their correlation with highly-ionized Ar-lines. Czechoslovak Journal of Physics, 54, C291-C297.
- [6] Haines, M. G. (1981). Dense plasma in Z-pinch and the plasma focus. Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series A, Mathematical and Physical Sciences, 300(1456), 649-663.
- [7] W. Sahyouni and A. Nassif, Effect of Atomic Number on Plasma Pinch Properties and Radiative Emissions, Advances in High Energy Physics **2021**, 1 (2021).
- [8] S. Walid and N. Alaa, Ions Beam Properties Produced by NX2 Plasma Focus Device with Helium and Nitrogen Gas, American Journal of Modern Physics **8**, 1 (2019).
- [9] W. Sahyouni and A. Nassif, Neon Soft X-Ray Yield Optimization from NX2 Dense Plasma Focus Device, (2018).
- [10] M. Hassan, A. Qayyum, R. Ahmad, R. S. Rawat, P. Lee, S. M. Hassan, G. Murtaza, and M. Zakaullah, Dense Plasma Focus Ion-Based Titanium Nitride Coating on Titanium, Nuclear

- Instruments and Methods in Physics Research Section B Beam Interactions with Materials and Atoms **267**, 1911 (2009).
- [11] Department of Physics, Chemistry and Biology, Thin Film Physics, Linköping University, Sweden and T. Hänninen, Silicon Oxynitride Thin Films Grown by Reactive HiPIMS (Linköping University Electronic Press, 2015).
- [12] Angeli, E., Tartari, A., Frignani, M., Molinari, V., Mostacci, D., Rocchi, F., & Sumini, M. (2005). Production of radioisotopes within a plasma focus device. Nuclear Technology and Radiation Protection, 20(1), 33-37.
- [13] Springham, S. V., Verma, R., Zaw, M. S. N., Rawat, R. S., Lee, P., Talebitaher, A., & Ang, J. H. (2021). Plasma focus neutron energy and anisotropy measurements using zirconium–beryllium pair activation detectors. Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section A: Accelerators, Spectrometers, Detectors and Associated Equipment, 988, 164830. [14] V. Gribkov, P. Lee, and S. Lee, Operation of NX2 Dense Plasma Focus Device with Argon Filling as a Possible Radiation Source for Micro-Machining, Ieee Transactions on Plasma Science **30**, (2002).
- [15] M. Hassan, R. S. Rawat, P. Lee, s. m hassan, A. Qayyum, R. Ahmad, G. Murtaza, and M. Zakaullah, Synthesis of Nanocrystalline Multiphase Titanium Oxycarbide (TiC<sub>x</sub>O<sub>y</sub>) Thin Films by UNU/ICTP and NX2 Plasma Focus Devices, Applied Physics A **5515**, 669 (2008).
- [16] Lee, S., & Saw, S. H. (2013). Plasma focus ion beam fluence and flux—For various gases. Physics of Plasmas, 20(6).

## تأثير لقاح داء الكلب الخامل في بنية طحال الخفاش

*Rousettus aegyptiacus* آكل الفاكهة

يارا الرمضان\* ، نهلة إبراهيم\*\* ، تغريد قدار\*\*\*

## ملخص البحث

تم في هذا البحث التعرف على الشكل المورفولوجي والتركيب النسيجي للطحال عند الخفاش *Rousettus aegyptiacus* الذي ينتمي لفصيلة Pteropodidae ودراسة التغيرات في بنية الطحال نتيجة الاستجابة للقاح داء الكلب الخامل، استخدمت الحيوانات البالغة بشكل عشوائي، تم استخدام الفيروس الخامل بجرعة رئيسية وجرعتين داعمتين خلال الأيام 3 و7 وقمنا بمقارنة بنية طحال النوع قبل وبعد الجرعات، بينت الدراسة المورفولوجية للطحال أنه يبدو بلون وردي وشكل مسطح متطاوّل ومتقوس منتفخ من أحد الطرفين. نسيجياً، يتكون نسيج الطحال بشكل عام من منطقتين متميزتين هما اللب الأحمر (Red pulp) واللب الأبيض (White pulp) ومناطق هامشية (MZ) Marginal Zones هي المنطقة الحدودية بين اللب الأحمر واللب الأبيض، ويحاط بمحفظة رقيقة تشكل الغلاف الخارجي، تبين في اليوم العاشر من التجريب بلقاح الكلب الخامل حدوث تضخم خفيف في اللب الأبيض ومناطق الخلايا التائية (PALS) التي امتلأت بالمفاويات، كما لوحظ زيادة في أعداد المراكز المنشئة، وتشكل احتقان جيبي ونزوف في مناطق صغيرة من اللب

كلمات مفتاحية: *Rousettus aegyptiacus*، داء الكلب، دراسة نسيجية، الطحال.

\* طالبة دراسات عليا (دكتوراه) - قسم علم الحيوان - كلية العلوم - جامعة تشرين - اللاذقية - سورية.

\*\* أستاذ مساعد - قسم علم الحيوان - كلية العلوم - جامعة تشرين - اللاذقية - سورية..

\*\*\* مدرسة - قسم الطب المخبري - كلية الطب البشري - جامعة تشرين.

## Effect of inactive Rabies virus vaccine on spleen structure of *Rousettus aegyptiacus* species

\*Yara Al-Ramadan\*\* , Nahla Ebrahim , \*\*\*Taghred Khaddar

### Abstract

In this research, we identified the morphology and histological structure of the spleen at *Rousettus aegyptiacus* (Pteropodidae family) and we have studied changes in spleen structure as a result in response to inactive rabies vaccine. We used adult animals randomly: inactive virus with a main dose and two supportive doses in the third and tenth days is used. We compared spleen structure before and after doses. The morphological study of spleen showed spleen in pink color, flat, elongated and curved shape, swollen at one end. Histologically, spleen tissue consists generally of two distinct regions, the red pulp and the white pulp, and a Marginal Zones which are the boundary zone between the red pulp and white pulp, and it is surrounded by thin capsule that forms the outer covering. On day 10 after infection the white pulp and areas of T cells (PALS) showed hyperplasia and became full with lymphocytes. It was also observed an increase in Germinal centres numbers and formation of sinusoidal .congestion and bleeding in small areas of the pulp

**Keywords:** *Rousettus aegyptiacus*, Rabies, Histological study, spleen.

\*) PhD student, animal department, faculty of science, Tishreen university, Latakia, Syria.

\*\*\*) Doctor, animal department, faculty of science, Tishreen university, Latakia, Syria.

\*\*\*\*) Associate professor, department of laboratory medicine, faculty of medicine, Tishreen Uni, Lattakia, Syria.

## 1. مقدمة:

تشكل الخفافيش حاضنة طبيعية لأكثر من 100 نوع من الفيروسات بعضها مميتٌ للبشر، من بينها فيروس متلازمة الشرق الأوسط التنفسية، فيروس إيبولا، فيروس داء الكلب، . تعود هذه المناعة ضد الفيروسات تحديداً لدور الانترفيرونات Interferons التي تعمل كمتصات في الاستجابة المناعية الفطرية لدى الخفافيش، فخلافاً للبشر تمتلك الخفافيش فقط 3 أنواع من الانترفيرونات وهذا يشكل تقريباً ربع العدد الموجود لدى الإنسان، وبعكس الثدييات التي تنشط لديها أجهزة المناعة بعد العدوى فقط، يبقى الانترفيرون ألفا عند الخفافيش فعالاً بشكل دائم حتى في حال عدم التعرض للفيروسات؛ مما يسمح باستجابة فعالة وسريعة ودائمة، في حين أن استمرارية الفعاليات المناعية في أنواع أخرى كالإنسان أو الفئران تسبب السمية للخلايا والأنسجة [1]. يرجح أن فيروس كورونا المسبب لمرض COVID-19 الذي أصاب أكثر من 31 مليون شخص وتسبب بعدد وفيات حوالي المليون حول العالم خلال العامين 2019-2021 قد تطور من الفيروسات التاجية التي تعود إلى الخفافيش إذ يتشابه الجينوم لـ COVID-19 بنسبة 85% مع جينوم الفيروس التاجي الموجود في الخفافيش [2].

يعد داء الكلب أحد الأمراض الأكثر خطورةً وانتشاراً عبر الخفافيش، وفيروس داء الكلب هو فيروس مميت ينتقل إلى الأشخاص من لعاب الحيوانات المصابة عن طريق العض ليستهدف الدماغ والجهاز العصبي حيث يتطور بدايةً في الخلايا العصبية بمنطقة العض لينتقل لاحقاً إلى الخلايا العصبية [3].

يعد الطحال أحد الأعضاء اللمفاوية الثانوية الهامة لدى الخفافيش وله دور رئيس في المناعة الفطرية والمكتسبة تجاه العوامل الممرضة بما في ذلك الفيروس [4,5].

## تأثير لقاح داء الكلب الخامل في بنية طحال الخفاش آكل الفاكهة *Rousettus aegyptiacus*

تمت دراسة الطحال لدى ثلاثة أنواع من الخفافيش، *Cynopterus titthaecheilus*، ووجد أنه يحاط بمحفظة رقيقة، يتكون اللب الأحمر من الحبل الطحالي ومساحة وعائية دموية واسعة، وأشارت هذه الدراسة إلى بعض الاختلافات في بنية طحال خفافيش الفاكهة مقارنة بأنواع الخفافيش الأخرى [6].

كما بينت دراسة [7]. عدم وجود فروقات معنوية في ازدياد أوزان الطحال وأبعاده لدى كلا النوعين آكل الفاكهة *Rousettus aegyptiacus* وآكل الحشرات *Myotis myotis* بعد تجريع الخفافيش بلقاح داء الكلب الخامل عن أوزانها قبل التجريع.

بينت دراسة Mathur وآخرون أن الحقن داخل الصفاق (البريتوان) عند الفئران بفيروس التهاب الدماغ الياباني أدى إلى تضاعف الفيروس في الطبقة الداخلية للبريتوان ثم في البالعات الكبيرة الموجودة الجريبات للمفاوية للطحال ولاحقاً في خلايا الغمد للمفاوي المحيط بالقطب، كما لوحظت العدوى في كل من البالعات والخلايا التائية [8].

تشير الدراسات إلى وجود العديد من التشابهات في الاستجابة المناعية بين الخفافيش وبقية الثدييات التي تليها في السلم التطوري، فعلى سبيل المثال تمت دراسة البالعات، والخلايا البائية والتائية والأضداد IgG, IgA, IgM في مصل الخفاش آكل الفاكهة الكبير، *Artibeus lituratu*، وتبين أن الأضداد تتشكل عند الخفافيش كما عند الثدييات ويتطلب ذلك حدثين هما التحويل والنضج تتوسطهما الخلايا التائية المساعدة T Helper cells (CD4) [3].

تؤدي الخلايا المناعية المتخصصة (البالعات والعدلات والخلايا القاتلة) أدواراً أساسية في استجابة الخفاش كثوي لخمج ما والاحتواء المبكر له، إضافة إلى إنتاج كمية كبيرة من الأضداد IgG والتي تتطلب بدورها توسط الخلايا التائية المساعدة.

تبين عند تجرير النوعين *Rousettus aegyptiacus* و *Myotis myotis* بلقاح داء الكلب الخامل ارتفاع تراكيز الضدين IgG و IgM عند كلا النوعين ولكن عند النوع *Rousettus aegyptiacus* كان بشكل اعلى من النوع *Myotis myotis* [7].

بينما يتكون اللب الأبيض من الأعماد اللمفاوية (منطقة الخلايا التائية) (PALS)، والجريبات اللمفاوية والمنطقة الهامشية. يحتوي الجريب اللمفاوي على مركز منشئ وخلايا بالعة قد تعبر عن نشاط الجهاز المناعي، كما تبدو المنطقة الهامشية واضحة ومتطورة [6].

أشارت هذه الدراسة إلى بعض الاختلافات في بنية طحال خفافيش الفاكهة مقارنة بأنواع الخفافيش الأخرى [6].

يتم استخدام أضداد موسومة بصبغات محددة موجهة للواسمات في الخلايا حيث يستخدم تحليل ASMA (Anti-smooth muscle antibody) للكشف عن الألياف العضلية الملساء، بينما تتلون البالعات بالواسمين CD68 (Cluster of Differentiation 68) و CD163 (Cluster of Differentiation 163).

يشير وجود تلوين بـ CD8 بنمط شجري في محيط اللب الأحمر إلى أن محيط الطحال سليم وعلى العكس من ذلك، يمكن استخدام انعدام التلون بـ CD8 لإثبات وجود أورام أو آفات أخرى [9].

## تأثير لقاح داء الكلب الخامل في بنية طحال الخفاش أكل الفاكهة *Rousettus aegyptiacus*

كما كشفت الدراسة التشريحية للطحال أثناء الإصابة بالتهاب الدماغ الياباني عن زيادة عدد البالعات الكبيرة بدءاً من اليوم الثالث، وتراكم العدلات ووصلت إلى الحد الأقصى في اليوم التاسع، كما تبين زيادة في حجم المنطقة T بشكل كبير بحلول اليوم التاسع وبدء انخفاض حجمها تدريجياً خلال أسبوع، وفي فترات لاحقة ظهرت مراكز منشئة في المنطقة T [8].

### 2. هدف البحث وأهميته:

تتبع أهمية البحث من دراسة التركيب النسيجي لطحال الخفاش *Rousettus aegyptiacus* الذي ينتمي لفصيلة Pteropodidae ودراسة التغيرات في بنية الطحال نتيجة الاستجابة للقاح داء الكلب الخامل، مما سيسهل إضافة مهمة حول هذه الاستجابة، وتحديد قدرته المناعية بما يحقق إمكانية الاستفادة من هذه المعلومات وتطبيقاتها على المستويات البيئية والطبية والوقائية، ويهدف هذا البحث إلى دراسة تغيرات بنية طحال النوع الناتجة عن تجريبه بلقاح داء الكلب الخامل.

### 3. الجزء العملي:

مُنعت الحيوانات بـ  $100\mu\text{m}$  من لقاح داء الكلب الخامل المخفف بمحلول Phosphate-buffered saline بنسبة 1:9 عن طريق الفم خلال الأيام 0,3,7 وتم إجراء المقاطع النسيجية للطحال قبل التجريب وخلال اليوم العاشر.



### 3.1. المواد:

#### حيوانات التجربة:

تم اصطياد الخفافيش باستخدام الشباك، مغارة الدوار-قرية كفر صنيف-صافيتا-محافظة طرطوس، ووضعت في أقفاص بأبعاد 100x75 cm وتم تحديد المتطلبات الغذائية للنوع قبل البدء بالتجربة.

#### مواد البحث:

1- أقفاص، ميزان حراري، أدوات تشريح.

2- شرائح زجاجية، شركة E.S.L.C الصينية، سواتر زجاجية، مجهر ضوئي.

3- كحول، صبغة الهيماتوكسلين إيوزين.

4- لقاح داء الكلب الخامل (شركة zoetis)، محلول تخفيف Phosphate-buffered saline pH=7.4.

### 3.2. تصميم التجربة:

جمعت ثمانية أفراد بالغة بشكل عشوائي خلال شهري تموز وآب عام 2023 من النوع *Rousettus aegyptiacus* فصيلة Pteropodidae.

تم الحصول على عينات الدراسة حية للمحافظة على بنية الطحال، ثم نقلت إلى مختبر كلية العلوم حيث جرى تخديرها باستخدام الكلوروفورم Chloroform، وبعد تشريح عينات المجموعة الأولى عُزل الطحال وتم حفظه في محلول الفورمول Formalin 10% لمدة 24 ساعة على الأقل قبل اعداده للدراسة النسيجية، بينما تم تجريع حيوانات

## تأثير لقاح داء الكلب الخامل في بنية طحال الخفاش آكل الفاكهة *Rousettus aegyptiacus*

المجموعة الثانية بلقاح داء الكلب الخامل بجرعة رئيسية وجرعتين داعمتين خلال الأيام 3 و 7 ثم تم تشريح العينات ومقارنة بنية طحال النوع قبل وبعد الجرعات.

حُضِرَت المقاطع النسيجية في قسم التشريح المرضي-مشفى الموساة الجامعي بدمشق. اعتمدت طريقة أبو عاقلة [10] في معالجة العينات حيث نُزِعَ الماء منها واستخدمت تراكيز متدرجة تصاعدياً من الكحول الإيثيلي Ethanol، وتنقيتها بالاكزابول، ثم طُمرت بالبارافين باستخدام قوالب خاصة. تم التقطيع بسماكة 4 ميكرون باستخدام الميكروتوم الآلي (Meditome A 550)، ثم عُولجت المقاطع وفقاً للطرق المعتمدة تمهيداً لتلوينها بالهيماتوكسيلين-ايوزين، ثم دُرست هذه المقاطع بواسطة المجهر الضوئي.

### 4. النتائج والمناقشة:

#### 4.1. الوصف المورفولوجي للطحال:

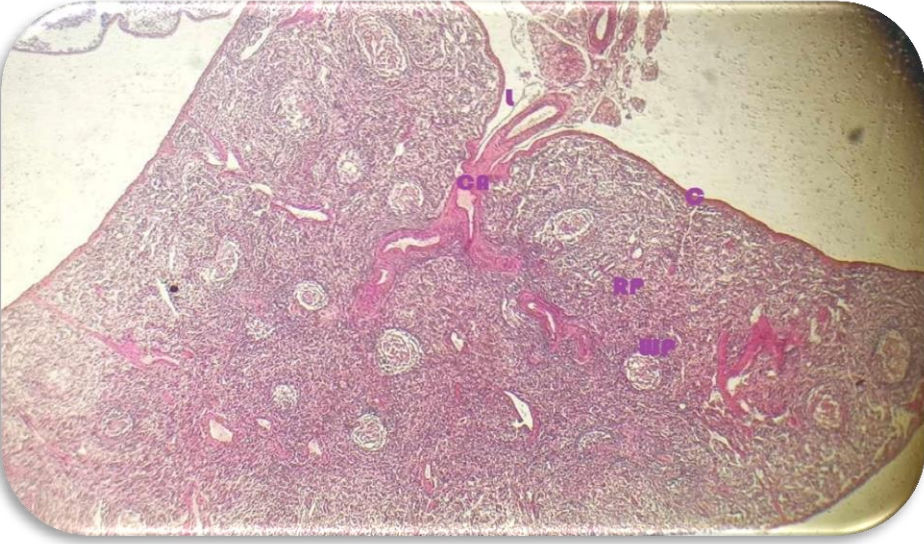
يتوضع الطحال عند الخفاش في الجزء العلوي الأيسر من البطن تحت القفص الصدري مباشرة، حيث يبدو بلون وردي وشكل مسطح متطاوّل ومتقوس منتفخ من أحد الطرفين بمتوسط وزن 0.2342 gr الشكل (1).



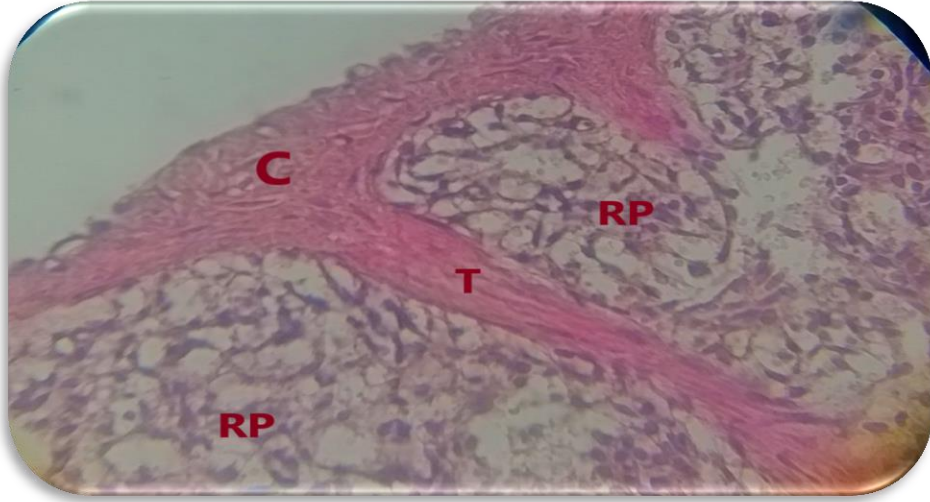
الشكل (1) طحال الخفاش *Rousettus aegyptiacus*

## 4.2. التركيب النسيجي للطحال:

يتكون نسيج الطحال بشكل عام من منطقتين متميزتين هما اللب الأحمر (Red pulp) واللب الأبيض (White pulp) ويحاط بمحفظة تشكل الغلاف الخارجي، وله سرة منخفضة لدخول الشريان الطحالي وخروج الأوعية الدموية واللمفية الصادرة الشكل (2)، تغطي المحفظة بطبقة من الخلايا الظهارية تظهر فيها بوضوح الألياف العضلية الملساء، تتخصص هذه المحفظة نحو داخل النسيج الطحالي بهيئة تريبليق أولية دعامية تشكل حجب ضامة كثيفة تقسم الطحال إلى فصوص طحالية وتتوزع داخله بأحجام مختلفة ثم تتشعب إلى تريبليق ثانوية تشكل الحبال الطحالية، الشكل (3).



الشكل (2) مقطع مستعرض في طحال الخفاش *Roussettus aegyptiacus* يوضح اللب الأحمر (RP)، اللب الأبيض (WP)، السرة (L)، الحبال الطحالي (CA)، المحفظة (C)، (H & E×100).

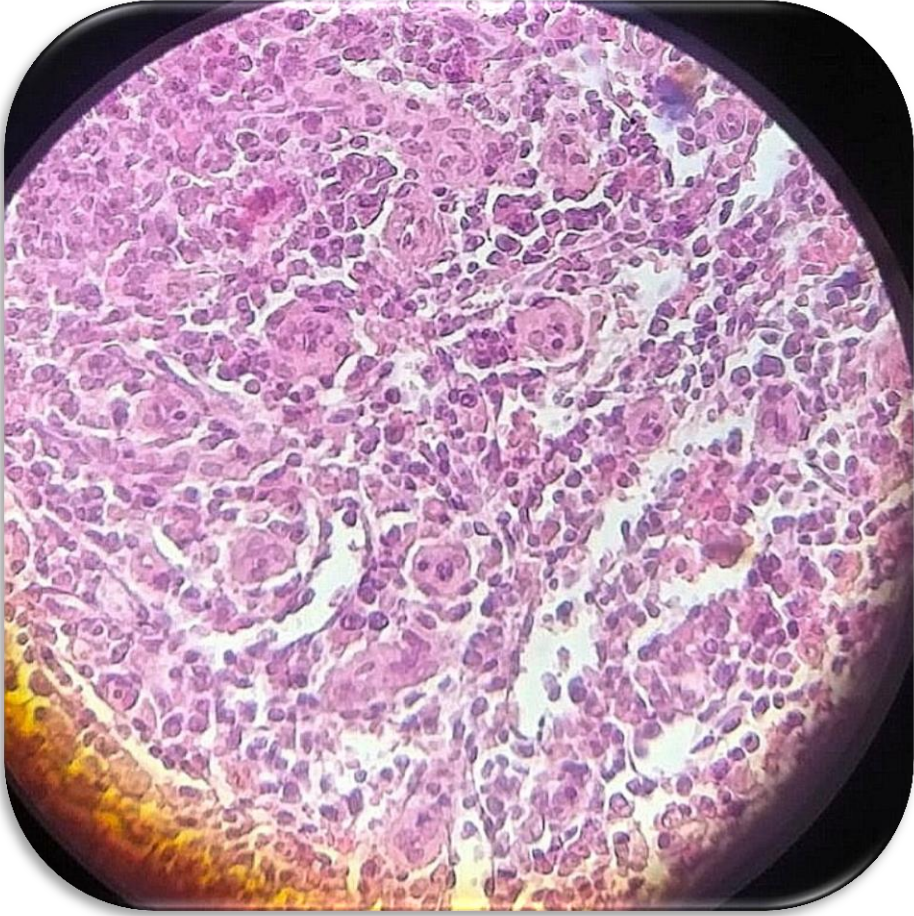


الشكل (3): مقطع مستعرض في طحال الخفاش *Rousettus aegyptiacus* يوضح المحفظة (C)، الترابيق الأولية (T)، اللب الأحمر (RP)، اللب الأبيض (WP) (H & E×600).

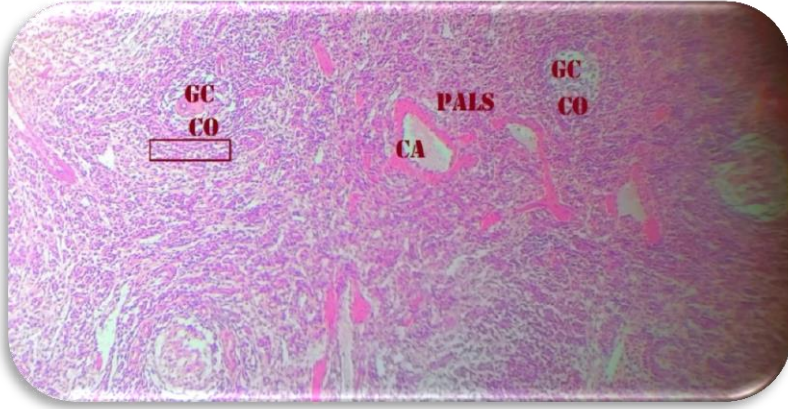
يتكون اللب الأحمر بشكل عام من الحبال الطحالية والشعيرات الدموية ومساحة واسعة من الأوعية الدموية تحتوي على الدم، تقسم الحبال الطحالية اللب الأحمر إلى حبات صغيرة تحتوي على خلايا الدم الحمراء والبالعات، كما شوهد القليل من الخلايا النقوية النخاعية والكريات الحمر في الحبال الطحالية، تصبح امتدادات الشرايين المركزية فيما بعد شعيرات دموية شريانية، تحاط هذه الشعيرات الدموية بصف أو صفين من البالعات تسمى الأشكال الإهليلجية، والتي لوحظت بشكل كبير في المنطقة الهامشية والحبل الطحالي، الشكل (4).

بينما يتكون اللب الأبيض من الشريان المركزي (CA) محاط بالأغمدات اللفافوية المحيطة بالشريان (PALS) يقع الجريب بجوار PALS التي تتكون من مناطق مظلمة (الإكليل [Co]) ومناطق نيرة Light Zones تدعى المراكز المنشئة Germinal Centers [GC] الشكل (5). تشاهد البالعات في وسط المركز المنشئ، أما المنطقة

الهامشية (MZ) Marginal Zones هي المنطقة الحدودية بين اللب الأحمر واللب الأبيض كانت غنية بالبالعات.



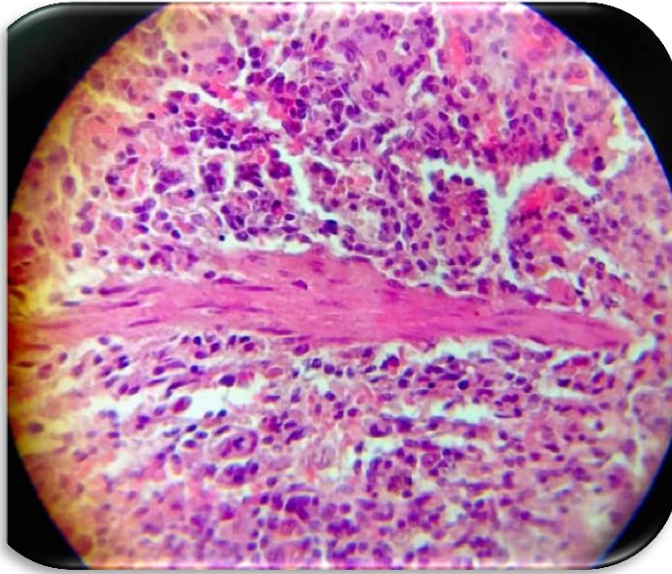
الشكل (4): مقطع مستعرض في طحال الخفاش *Rousettus aegyptiacus* يوضح اللب الأحمر والأشكال الالهليلجية (H) (& E×600).



الشكل (5): مقطع مستعرض في طحال الخفاش *Rousettus aegyptiacus* يوضح الشريان المركزي Central Artery (CA), المناطق المظلمة (PALS), المراكز المنشئة (GC) Germinal Centers, المنطقة الهامشية (CO), (Marginal Zones) (MZ) (مستطيل)، (H & E×400).

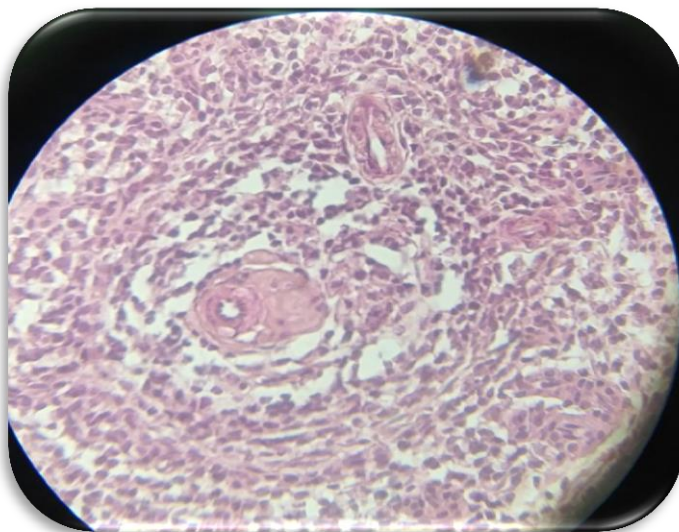
أظهرت النتائج النسيجية لهذه الدراسة وجود تضخم في الطحال في اليوم العاشر من التجريع بلقاح داء الكلب الخامل وظهر التضخم في اللب الأبيض وفي مناطق الخلايا التائية (PALS) وهذا يتوافق مع دراسة [8,11] التي أكدت حدوث تضخم في الطحال عند العدوى بفيروس التهاب الدماغ الياباني عند القرود والخيول والانسان، كما لوحظ حدوث تراكم للبالعات في مناطق تقاطع PALS مع اللب الأحمر الشكل(6)، لوحظ زيادة في أعداد المراكز المنشئة والذي يؤكد نشاط الخلايا البائية ذات الدور الأساسي في الاستجابة المناعية للمستضد الشكلان (7،8) والذي أكدته [12] في دراسته على العدوى بفيروس التهاب الدماغ الياباني عند الفئران و [13] في دراسته التي أبدت نتائج مماثلة عند الفئران الملقحة بفيروس التهاب الدماغ الخيلي الفيوزولي المضعف (VEE)، لوحظ وجود البالعات في المنطقة الهامشية ومنطقة الخلايا التائية (PALS) وهذا يدعم دور البالعات في تحريض الاستجابة

المناعية المكتسبة وهو ما أكده [14] في دراسته على فيروس Dengue، كما تراكمت الكريات البيض بأنواعها الشكل(9)، في حين أظهر اللب الأحمر احتقاناً جيبياً ونزولاً في مناطق صغيرة، وأبدت الشرايين تورماً بطانياً خفيفاً.

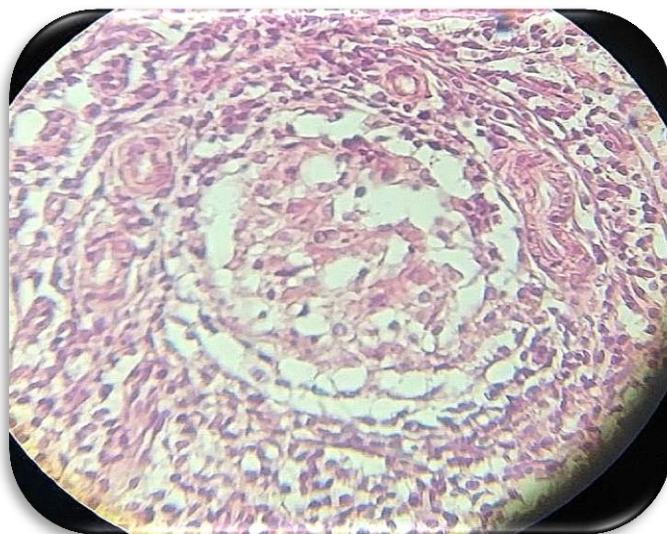


الشكل (6): مقطع مستعرض في طحال الخفاش *Roussettus aegyptiacus* يوضح مناطق الخلايا التانية (PALS) في اليوم العاشر من التجريع بلفاح داء الكلب الخامل، (H & E×600).

تأثير لقاح داء الكلب الخامل في بنية طحال الخفاش آكل الفاكهة *Rousettus aegyptiacus*

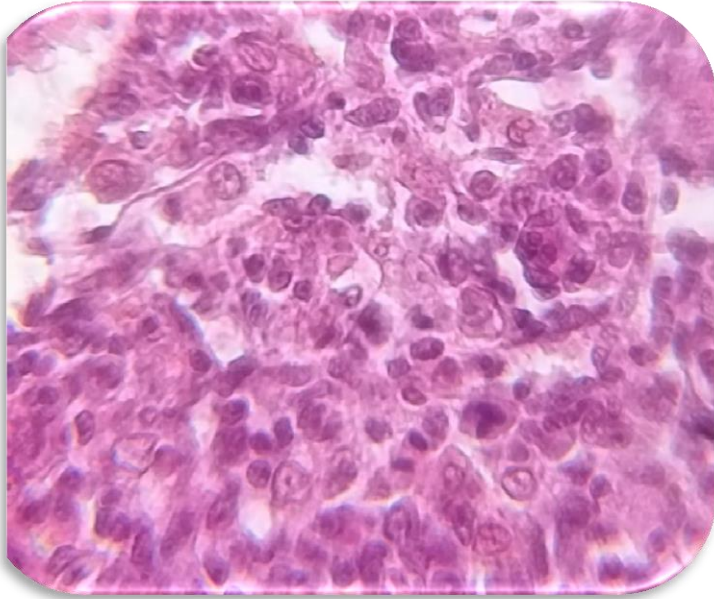


الشكل (7): مقطع مستعرض في طحال الخفاش *Rousettus aegyptiacus* يوضح الجريب والمركز المنشى (H & E×600).



الشكل (8): مقطع مستعرض في طحال الخفاش *Rousettus aegyptiacus* يوضح زيادة أعداد المراكز المنشنة في اليوم العاشر من التجريب بلقاح داء الكلب الخامل، (H & E×600).





الشكل (9): مقطع مستعرض في طحال الخفاش *Rousettus aegyptiacus* يوضح للكريات البيض بأنواعها في اليوم العاشر من التجريع بلقاح داء الكلب الخامل، (H & E×1000).

## 5. الاستنتاجات والتوصيات:

نستنتج من معطيات البحث ما يلي:

1- يبدي التركيب النسيجي للطحال عند الخفاش *Rousettus aegyptiacus*

منطقتين متميزتين هما اللب الأبيض واللب الأحمر وتفصلهما المنطقة

الهامشية.

2- يحاط الطحال بمحفظة ليفية تشكل الغلاف الخارجي.

- 3- تبين عند التجريب بلقاح داء الكلب الخامل حدوث تضخم خفيف في اللب الأبيض ومناطق الخلايا التائية (PALS) التي امتلأت باللمفاويات.
- 4- زيادة في أعداد المراكز المنشئة، وتشكل احتقان جيبي ونزوف في مناطق صغيرة من اللب الأحمر.

#### التوصيات:

- 1- نوصي باستخدام المجهر الالكتروني لدراسات تفصيلية وذات دقة أعلى.
- 2- اعتماد الدراسات اللاحقة على الكيمياء النسيجية والبيولوجيا الجزيئية لأنها تعطي دقة أكبر في دراسة النسيج الحيوانية.
- 3- اعتماد التلوين المناعي باستخدام الأضداد الموسومة لدراسة نسيجية ومناعية أكثر دقة.

المراجع:

- [1]. Zhou P, Tachedjian M, Wynne JW, Boyd V, Cui J, Smith I, Cowled C, Ng JH, Mok L, Michalski WP, Mendenhall IH. Contraction of the type I IFN locus and unusual constitutive expression of IFN- $\alpha$  in bats. Proceedings of the National Academy of Sciences. 2016 Mar 8;113(10):2696-701.
- [2]. Sharma AK. Corona virus pandemic: current scenario and future hopes. International Journal of Research in Medical Sciences. 2020 May;8(5):1.
- [3]. Calisher CH, Childs JE, Field HE, Holmes KV, Schountz T. Bats: important reservoir hosts of emerging viruses. Clinical microbiology reviews. 2006 Jul;19(3):531-45.
- [4]. Den Haan JM, Kraal G. Innate immune functions of macrophage subpopulations in the spleen. Journal of innate immunity. 2012 Feb 7;4(5-6):437-45.
- [5]. Zhao L, Liu L, Guo B, Zhu B. Regulation of adaptive immune responses by guiding cell movements in the spleen. Frontiers in microbiology. 2015 Jun 25;6:645.
- [6]. Hanadhita D, Rahma A, Prawira AY, Mayasari NL, Satyaningtijas AS, Hondo E, Agungpriyono S. The spleen morphophysiology of fruit bats. Anatomia, histologia, embryologia. 2019 Jul;48(4):315-24.
- [7]. Al-Ramadan, Yara ; Ebrahim, Nahla ; Al-omar, Anouar, 2019- Determining of relationships between two species of bats *Rousettus aegyptiacus* and *Myotis myotis* according to the immune

response of Rabies, faculty of science, Tishreen university, Latakia, Syria. (In Arabic).

[8]. Mathur A, Bharadwaj M, Kulshreshtha R, Rawat S, Jain A, Chaturvedi UC. Immunopathological study of spleen during Japanese encephalitis virus infection in mice. British journal of experimental pathology. 1988 Jun;69(3):423.

[9]. Borch WR, Aguilera NS, Brissette MD, O'Malley DP, Auerbach A. Practical applications in immunohistochemistry: an immunophenotypic approach to the spleen. Archives of pathology & laboratory medicine. 2019 Sep 1;143(9):1093-105.

[10]. Abo aqila, Ahmad. Abd Alaziz, 1999- Microscopic histological preparation: theoretical and scientific bases in microscopic preparation of tissue and cell samples, edition(1), Dar Almustaqbal, Oman, Jordan. (In Arabic).

[11]. MIYAKE, Masashi. The pathology of Japanese encephalitis: A review. Bulletin of the World Health Organization, 1964, 30.2: 153.

[12]. MATHUR, A.; RAWAT, S.; CHATURVEDI, U. C. Induction of suppressor cells in Japanese encephalitis virus infected mice. British journal of experimental pathology, 1983, 64.3: 336.

[13]. HOWARD, R. J., et al. Enhanced humoral immunity in mice infected with attenuated Venezuelan equine encephalitis virus. The Journal of Immunology, 1969, 103.4: 699-707.

[14]. CHATURVEDI UC., NAGAR R. & MATHUR A. (1983) Effect of dengue virus infection on Fc-receptor functions of mouse macrophages. Journal of General Virology 64, 2399-2407.