

اصطناع ودراسة طيفية لمرتبطة جديدة لمركبتو 1,3,4 أوكسا ديازول فينول ومعقداتها مع بعض العناصر الانتقالية (Co^{++}, Cu^{++})

رزان محمد زكريا: طالبة ماجستير في الكيمياء اللاعضوية - كلية العلوم - جامعة البعث

بإشراف الدكتور عبد الهادي دله: أستاذ مساعد - قسم الكيمياء - جامعة البعث

ملخص البحث

تم في هذه الدراسة تحضير مرتبطة جديدة (MOXP) من مشتقات أوكساديازول الفينول: [5- (2-هيدروكسي فينيل)-2-مركبتو 1,3,4 أوكساديازول]، و معقداتها المعدنية مع كل من معدني النحاس و الكوبالت بنسبة مولية (1:1) مما أدى إلى تشكل معقدات معدنية أحادية النوى.

دُرست بعض الخواص الفيزيائية والطيفية للمرتبطة والمعقدات المصطنعة بواسطة مطيافية الأشعة ما تحت الحمراء (FT-IR) ، مطيافية الرنين المغناطيسي الكربوني والبروتوني- 1H ومطيافية الأشعة فوق البنفسجية-المرئية (UV-visible) ، و بينت $NMR, ^{13}C-NMR$ نتائج هذه الدراسة أنها كانت متفقة مع الصيغة المقترحة لهذه المركبات.

كلمات مفتاحية: مرتبطة ، معقدات معدنية، أوكساديازول الفينول .

Synthesis and Spectral Study of 2-(5-mercapto-1,3,4-oxadiazol-2- yl)phenol Derivative and Their Complexes with Some Transition Metal [Co^{II},Cu^{II}]

*Razan Zkaria, **Dr Abdullhadi Dallah

Abstract

In this study a new ligand (oxa diazole phenol) (5-(2-Hydroxyphenyl)-2-mercapto-1,3,4-oxadiazole) was prepared and two of its complexes with each of cobalt(II) and copper(II) ions in a molar ratio of (1: 1).

Where the associated structure of new ligand and its complexes have been proven and confirmed behave as bidentate ligand by spectroscopy methods (infrared spectroscopy (FT-IR), carbon and proton magnetic resonance ¹H-NMR spectroscopy, ¹³C-NMR, ultraviolet and visible (UV-Vis) spectroscopy) and the results of the study showed their compatibility with the proposed formulas of the prepared complexes.

Keywords: ligand, oxadiazole phenol, metal complexes

* Ph.D. student at Albaath university, faculty of science, department of inorganic chemistry.

** Prof assistant (inorganic chemistry) in .Department of Chemistry, Faculty of Science, Albaath University, Syria

1- مقدمة:

احتلت المركبات الحلقية غير المتجانسة مكانة بارزة بين الفئات المختلفة من المركبات العضوية، وذلك بفضل أنشطتها البيولوجية المتنوعة وفعاليتها الكيميائية [1]. ومن المحتمل أن هذا النشاط يعود لوجود مجموعة ($-N = C - O$) بيريدين [2]. تعتبر مركبات الأوكساديازول من المركبات الحلقية غير المتجانسة [3]، والتي حظيت باهتمام خاص في الكيمياء الصيدلانية بسبب إمكاناتها الطبية المتنوعة. وقد أظهرت مشتقات 1,3,4-أوكساديازول المستبدلة مجموعة واسعة من الخصائص البيولوجية في كل من المجالات الصيدلانية والكيمياء الزراعية [4]. كما وتُعرف العديد من هذه المركبات باسم العوامل المضادة للميكروبات [5]، وللفطريات [6]، و لفيروس نقص المناعة البشرية [3]، يشكل الأوكساديازول ومشتقاته فئة مهمة من المركبات العضوية بسبب هيكلها الكيميائي وفعاليتها الدوائية كمسكنات وخافضات حرارة ومضادة للالتهابات [7]، ومضادات السرطان ومضادات الاختلاج [1] ، وللمعدّات المعدنية لمشتقات الأوكساديازول فينول نشاط مضاد للميكروبات والفطريات ضد جميع سلالات البكتيريا كالمكورات العنقودية الذهبية ، والسلالات القولونية (إيجابي غرام و سلبي غرام) [8-9].

وقد تم دراسة فعالية هذه المعقدات اتجاه الخلايا السرطانية ومقارنتها بفاعلية المرتبطة ولوحظ من خلال هذه الدراسة أن المعقدات المعدنية لمشتقات أوكساديازول قللت من نشاط الخلايا السرطانية بنسبة أكبر بكثير من تأثير المرتبطة [10]

2- الهدف من البحث:

- ❖ اصطناع مرتبطة جديدة (MOXP) من مشتقات 1,3,4-أوكساديازول الفينول .
- ❖ تحضير معقدات معدنية وذلك بتفاعل المرتبطة السابقة مع كلوريدات النحاس والكوبالت اللامائية.

❖ والتأكد من هوية المرتبطة طيفياً من خلال مطيافية الرنين النووي المغناطيسي الكربوني والبروتوني $^1H-NMR, ^{13}C-NMR$ ومعداتها باستخدام مطيافية الأشعة تحت الأحمر (FT-IR) ومطيافية الأشعة المرئية -فوق البنفسجية (UV-Vis).

❖ دراسة الخصائص الكيميائية والفيزيائية للنواتج، وذلك لقلّة الدراسات والبحوث على مثل هذا النوع من المركبات ولأهميتها الكبيرة في مجالات الكيمياء الحيوية والصيدلانية.

3- مواد وطرق البحث:

3-1- الأجهزة والأدوات المستخدمة:

- جهاز طيف الطنين النووي المغناطيسي بروتوني وكربوني نموذج 400MHz من شركة Bruker السويسرية.
- جهاز طيف الامتصاص الضوئي ما تحت الأحمر نموذج FT-IR-410 من شركة Jasco اليابانية.
- جهاز مطيافية الأشعة فوق البنفسجية و المرئية (UV-VIS).
- صفائح كرماتوغرافيا الطبقة الرقيقة من الألمنيوم مطية بالسليكا جل 60F₂₅₄ قياس 20 X 20 من شركة Merck الألمانية.
- جهاز مقياس الناقلية الكهربائية.
- جهاز قياس درجة الانصهار Electrothermal Melting Point Apparatus.
- ميزان حساس من النوع Sartorius BL-210S.
- سخان مزود بمحرك مغناطيسي Agimatic P-Selecta 243.
- مصباح UV مزود بلمبتين 254nm,366nm من شركة DESAGA الألمانية.

3-2-المواد الكيميائية المستخدمة:

حمض الصفصاف ، حمض الكبريت المركز، ايتانول مطلق، هيدرازين هيدرات ،
كبريتيد الكربون، هيدروكسيد البوتاسيوم، دي كلورو ميثان ، كلوريد النحاس
اللامائي ، دي كلورو ايتان ، ميثانول، كلوريد الكوبالت اللامائي ، دي ميثيل سلفوكسيد
.DMSO

3-3- تحضير المرتبطة (MOXP): تم تحضيرها وفق الخطوات التالية:

- بعد تحضير الاستر انطلاقاً من حمض الصفصاف والايثانول وبوجود عدة نقاط من
حمض الكبريت المركز.

يضاف إلى حوجلة سعة (250ml) (15.2ml) ساليسيلات الايثيل، مع (10ml)
من هيدرازين هيدرات في (50ml) ايتانول مطلق، ويجري غليان مرتد (Reflux) مع
التحريك المستمر والمنتظم لمدة (24h)، ويختزل حجم الناتج ويبرد ويصب في بيشر
يحتوي ماء مثلج فيتشكل راسب أصفر برتقالي، يفصل بالترشيح، وتم تنقيته بإعادة البلورة
بالميثانول، فتم الحصول على 2- هيدروكسي بنز هيدرازيد بمردود 75% ودرجة
انصهار $m.p=153-155^{\circ}C$.

- ويوضع في حوجلة سعة (250ml) (1.52gr) 2- هيدروكسي بنز هيدرازيد مع
(10ml) من كبريتيد الكربون بوجود (0.56gr) من هيدروكسيد البوتاسيوم، ويجري
غليان مرتد لمدة (16h)، ويختزل حجم الناتج ويبرد، و يعدل بمحلول حمض
كلور الماء (20%)، فيتشكل راسب أبيض أبري من 5- [2- هيدروكسي
فنيل]-2- مركبتو 1،3،4 أوكساديازول] يُرشح ويُجفف لتعاد بلورته بالايثانول.

3-4- الطريقة العامة لتحضير معقدي النحاس والكوبالت :

يضاف إلى حوجلة كروية سعة (100ml) مزودة بمحرك مغناطيسي ومبرد عكوس
و حمام مائي ، (0.04825 gr, 1mmol) من المرتبطة المحضرة سابقاً والمنحلة في
(15ml) من الايتانول المطلق، ويضاف بالتقسيط (1mmol) من كلوريد المعدن
اللامائي المنحل في (5ml) من الايتانول المطلق مع التحريك والتسخين المستمر عند
الدرجة ($78^{\circ}C$) لمدة (4-5h).

اصطناع ودراسة طيفية لمرتبطة جديدة لمركبتو 1,3,4-أوكسا ديازول فينول ومعقداتها مع بعض العناصر الانتقالية (Co^{++}, Cu^{++})

وفي نهاية التفاعل تم الحصول على راسب يضاف إليه قطرات من محلول KOH لتعديل pH الوسط ، يُرشح و يُنقى عن طريق غسله بالايثانول المطلق و يُجفف، ويحدد المردود ودرجة الانصهار.

ويبين الجدول (1) بعض الخواص الفيزيائية للمرتبطة المصنعة ومعقداتها.

الجدول (1): الخواص الفيزيائية للمرتبطة (MOXP) ومعقداتها المعدنية

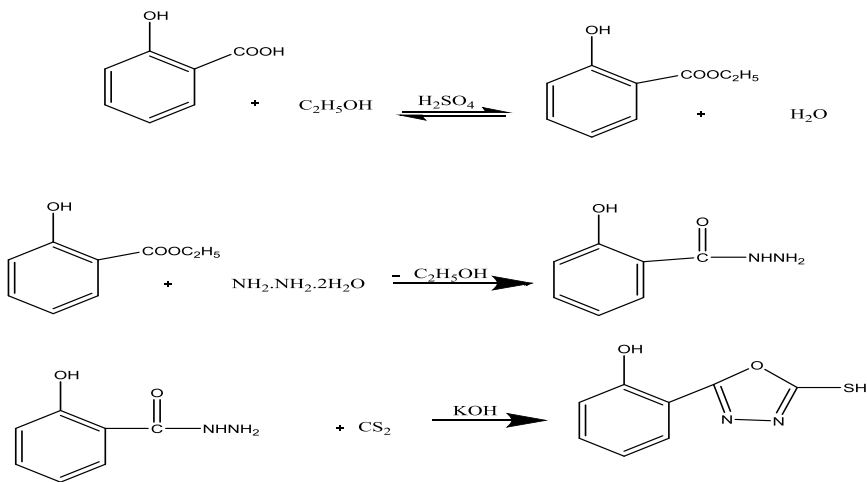
Comp.	Formulas (MW) g.mol ⁻¹	Color	M.p (°C)	Yield (%)
MOXP	C ₈ H ₆ N ₂ SO ₂ (194)	أبيض	205-207	60
[Cu (MOXP) Cl ₂]	C ₈ H ₆ N ₂ SO ₂ Cl ₂ Cu (329)	أخضر داكن	300- dec	75
[Co (MOXP) Cl ₂]	C ₈ H ₆ N ₂ SO ₂ Cl ₂ Co (323)	بني داكن	>300	66

4- النتائج والمناقشة:

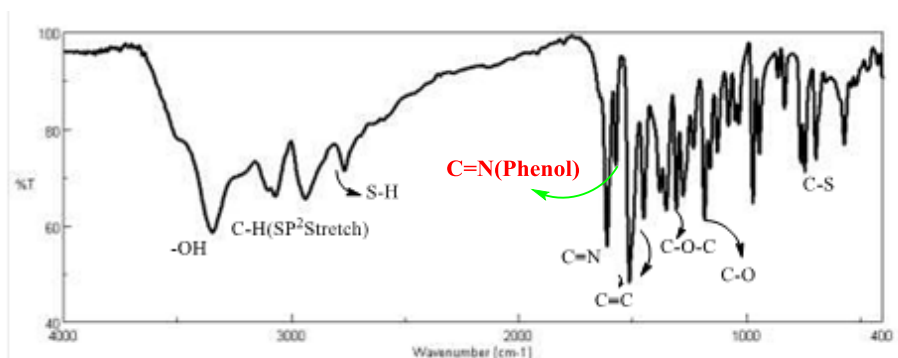
4-1- دراسة بنية المرتبطة (MOXP):

تم اصطناع المرتبطة: 2-(5- mercapto-1,3,4-oxadiazol-2-yl)phenol

وفق التفاعلات التالية :



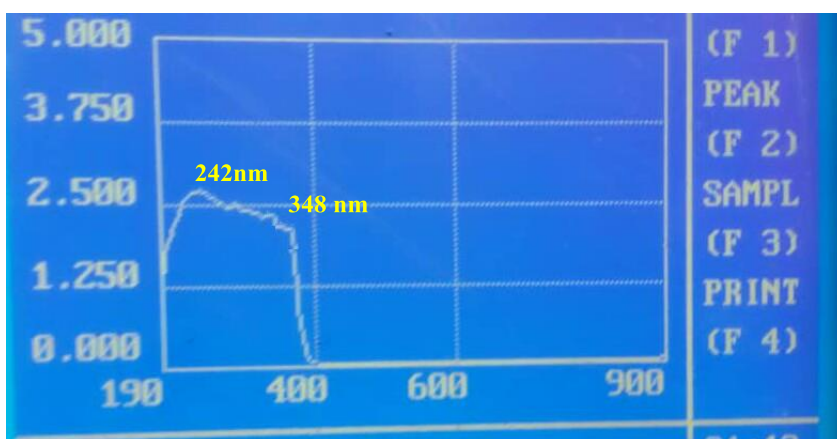
وتم تحديد هوية المرتبطة باستخدام الطرائق الطيفية $^1\text{H-NMR}$, $^{13}\text{C-NMR}$ (FT-IR) و (UV-Vis)، حيث أظهر طيف الأشعة ما تحت الحمراء الشكل (1) للمرتبطة وجود عصابات امتصاص رئيسية عند الأعداد الموجية 1611 Cm^{-1} عائدة إلى امتصاص مجموعة (C=N) المرتبطة بالكبريت، وعند 1572 Cm^{-1} تعود لـ (C=N) المرتبطة بالحلقة العطرية و 1278cm^{-1} تعود لامتصاص الرابطة (C-O-C).



الشكل (1): طيف الأشعة ما تحت الحمراء للمرتبطة (MOXP)

ومن خلال قياس مطيافية الأشعة فوق البنفسجية-المرئية (UV-visible) للمرتبطة (MOXP) باستخدام ثنائي ميثيل سلفوكسيد كمذيب وباستخدام خلية ذات عرض (1cm)، وعند درجة حرارة الغرفة، ظهر في الطيف حزمتان واضحتان لأعلى امتصاص

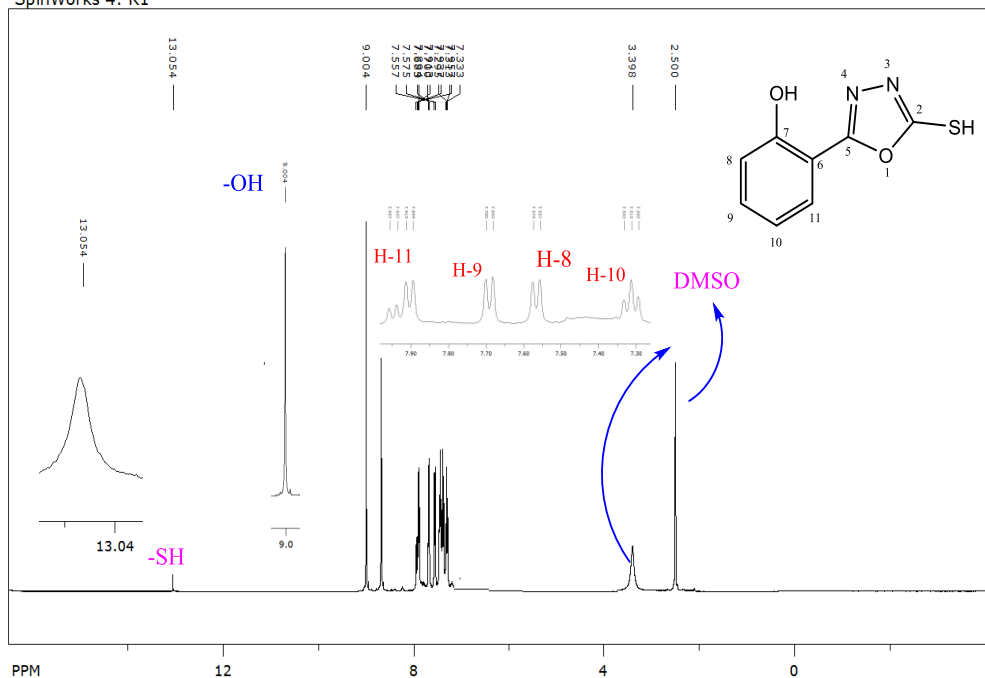
الشكل (2) في المجال (375 nm و 210 nm) يمكن أن تعزى إلى الإنتقالات الإلكترونية للمرتبطة حيث تمثل الحزمة الأولى ذات الشدة العالية عند الموقع (242 nm) الانتقال الإلكتروني من نوع ($\pi \rightarrow \pi^*$) نتيجة لاحتواء المرتبطة على روابط ثنائية مثل مجموعة (C=C) في حلقة الفينول، أما حزمة الامتصاص الثانية ذات الشدة المنخفضة عند الموقع (348 nm) فتمثل الانتقال الإلكتروني من نوع ($n \rightarrow \pi^*$) نتيجة لوجود أزواج إلكترونية حرة على أوكسجين حلقتي الفينول والأوكساديازول وبتروجين مجموعة C=N.



الشكل (2): طيف (uv-vis) للمرتبطة MOXP

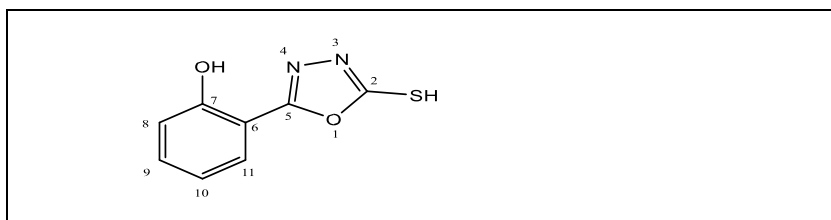
تم تسجيل طيف الرنين النووي المغناطيسي البروتوني الشكل (3) للمرتبطة MOXP في دي ميتيل سيلفوكسيد المديتر (DMSO) ، حيث يبين الطيف ظهور إشارتين أحاديتين عند (13.04ppm, S,1H) تعود لـ (SH) المرتبط بالكربون (2) ، و (9.0ppm,S,1H) لـ (OH) المرتبطة بالكربون (7)، و بروتونات المنطقة العطرية ضمن المجال (7.58–7.96ppm) ، وانزياحات أخرى موضحة بالجدول الجدول (2).

SpinWorks 4: R1



الشكل (3): طيف الرنين النووي المغناطيسي البروتوني $^1\text{H-NMR}$ المرتبطة

جدول (2): قيم الانزياحات لطيف الرنين النووي المغناطيسي البروتوني $^1\text{H-NMR}$ للمرتبطة

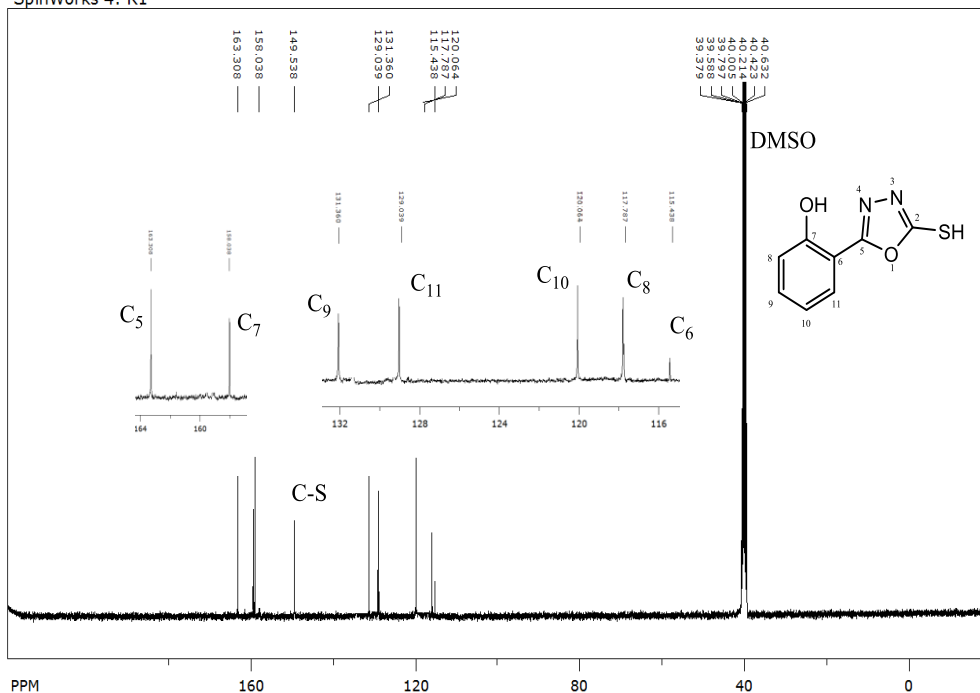


اصطناع ودراسة طيفية لمرتبطة جديدة لمركبتو 4,3,1أوكسا ديازول فينول ومعقداتها مع بعض
العناصر الانتقالية (Co⁺⁺,Cu⁺⁺)

الإنزياح الكيميائي (δ,ppm)	رقم ذرة الكربون
-	7
7.58-7.59 (d,1H,J=4Hz)	8
7.56-7.70 (dd,1H,J ₂ = J ₂ =8Hz)	9
7.30-7.33 (t,1H, J=7.2Hz)	10
7.89-7.96 (dd,1H,J ₁ =7.6, J ₂ =8Hz)	11
13.04ppm, S,1H	SH
9.0ppm,S,1H	OH

كما تم تسجيل طيف الرنين النووي المغناطيسي الكربوني الشكل (4) و الجدول(3) للمرتبطة في دي ميثيل سلفوكسيد المديتر (DMSO) ، حيث يبين وجود (8) انزياحات باستثناء إشارة المحل وذلك يتوافق مع الصيغة المقترحة للمرتبطة.

SpinWorks 4: R1



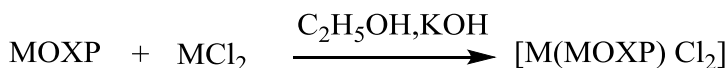
الشكل(4): طيف الرنين النووي المغناطيسي الكربوني $^{13}\text{C:NMR}$ للمرتبطة

جدول (3) قيم الانزياحات لطيف الرنين النووي المغناطيسي الكربوني $^{13}\text{C:NMR}$ للمرتبطة:

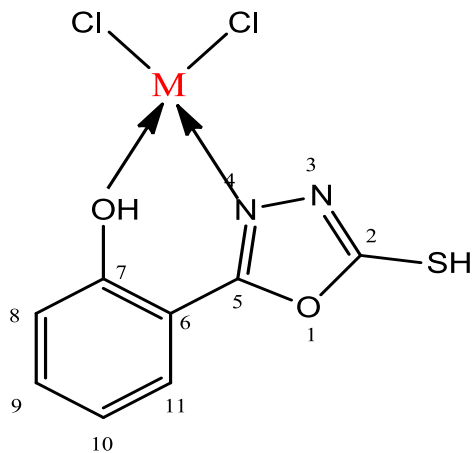
الانزياح الكيميائي	رقم ذرة الكربون	الانزياح الكيميائي	رقم ذرة الكربون
δ_{ppm}		δ_{ppm}	
158.03	7	-	1
131.36	9	149.54	2(C-S)
120.06	10	163	5
129.04	11	115.44	6

4 دراسة بنية المعقدات المحضرة :

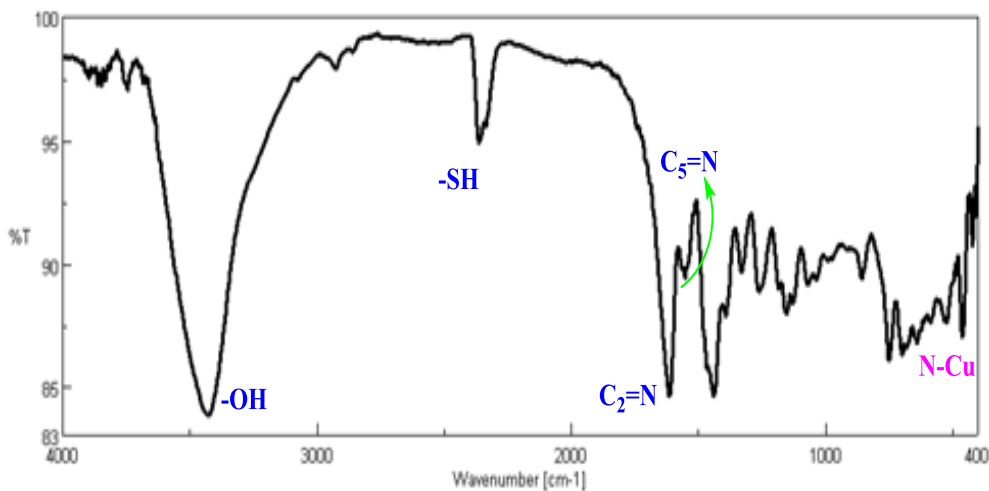
تم الحصول على معقدين من خلال تفاعل المرتبطة مع أملاح المعادن MCl₂ حيث:
(M = Co^{II}, Cu^{II})، في الإيتانول مع التحريك المستمر لمدة (4-5) ساعات عند
درجة حرارة غليان المذيب وفق التفاعل التالي :



ودرست بنية المعقدات المحضرة باستخدام مطيافية الأشعة ما تحت الحمراء الأشكال
(5,6)، تبين الأطياف المسجلة للمعقدات من خلال مقارنتها مع طيف المرتبطة
(MOXP)، حيث يلاحظ انزياح عصابة الامتصاص التابعة لامتطاط (O-H) انزاحت
نحو الأعداد الموجية الأعلى من 3345Cm⁻¹ في المرتبطة إلى 3338-3430Cm⁻¹
[¹ في المعقدين، إضافة إلى انزياح عصابة الامتصاص التابعة لامتطاط مجموعة
(C=N) المرتبطة بذرة الكربون رقم (5) في حلقة الأوكساديازول نحو الأعداد الموجية
الأدنى من 1572Cm⁻¹ في المرتبطة إلى [1543-1551Cm⁻¹] في المعقدين،، مما
يدل على حدوث التساند في هذه المواقع، أي يمكن القول بأنّ تساند الشاردة
المعدنية (M⁺²) مع المرتبطة (MOXP) يتمّ من خلال ذرة نتروجين مجموعة
الآزوميثين (C=N) وذرة أوكسجين مجموعة الهيدروكسيل (O-H).

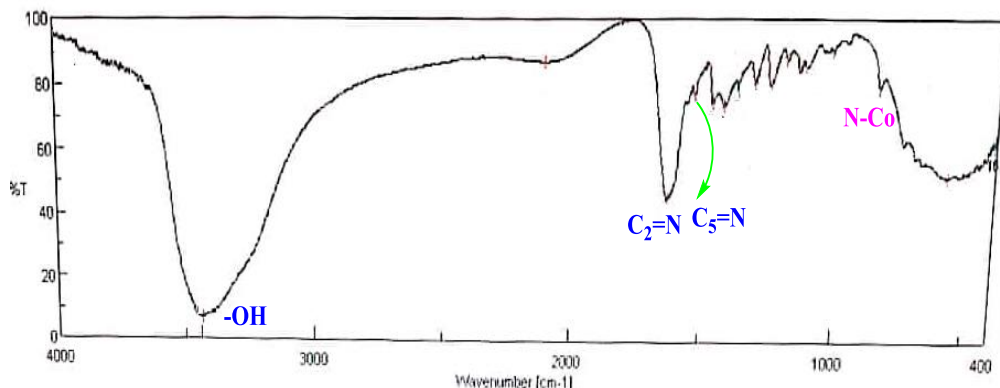


M: Cu^{+2} , Co^{+2}



الشكل (5): طيف الأشعة ما تحت الحمراء للمعقد $[\text{Cu}(\text{MOXP}) \text{Cl}_2]$

اصطناع ودراسة طيفية لمرتبطة جديدة لمركبتو 1,3,4أوكسا ديازول فينول ومعقداتها مع بعض العناصر الانتقالية (Co^{++}, Cu^{++})



الشكل (6): طيف الأشعة ما تحت الحمراء للمعقد $[Co(MOXP) Cl_2]$

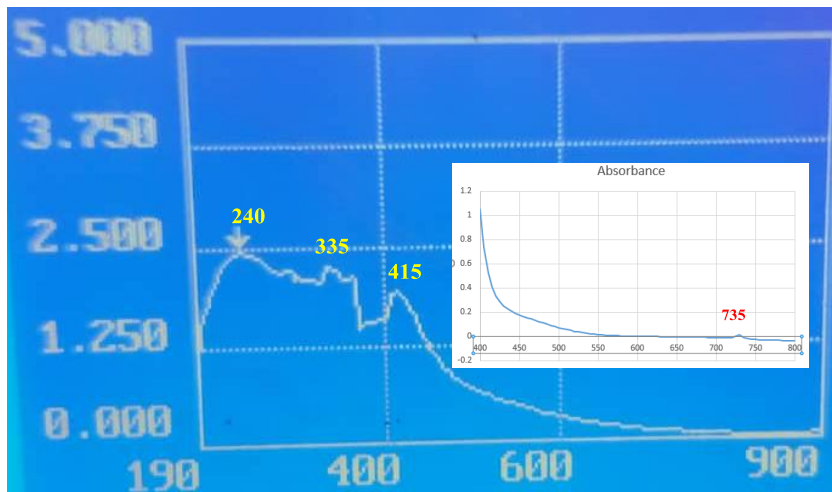
الجدول (3): قيم عصابات الامتصاص في طيف (FT-IR) للمرتبطة (MOXP) ومعقداتها المعدنية

Compounds	$\nu(OH)$	$\nu(C_2=N)$	$\nu(C_5=N)$	$\nu(N-N)$	$\nu(SH)$	$\nu(C=C)$	$\nu(CO)$	$\nu(COC)$	$\nu(M-N)$
MOXP	3345	1611	1572	1078	2765	1450-1514	1183	1278	-
$[Cu(MOXP) Cl_2]$	3430	1614	1551	1037	2363	1440	1069	1262	461
$[No(MOXP) Cl_2]$	3438	1608	1543	1033	-	1438-1470	1157	1261	520

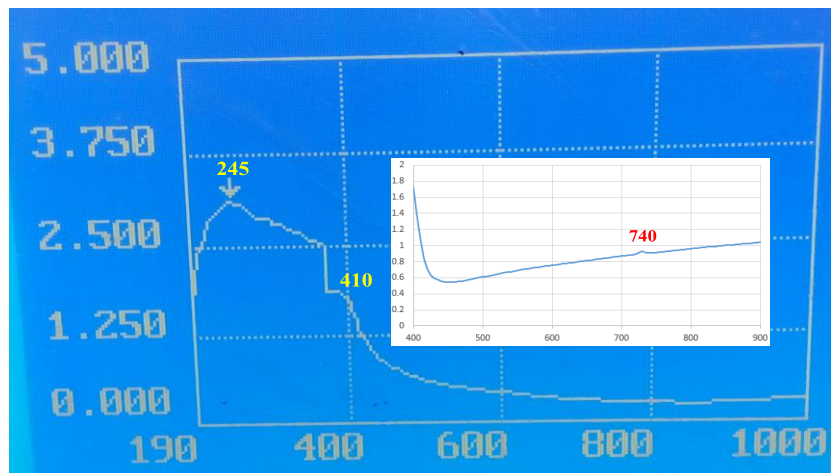
وتظهر الأشكال (6,7) أطياف الأشعة فوق البنفسجية والمرئية للمعقدين المحضرين، حيث يلاحظ وجود أربع قمم، الأولى تقع عند (245nm) تعود إلى الانتقالات الالكترونية من نوع

$(\pi \rightarrow \pi^*)$ ، في حين أن العصابة الثانية التي تظهر عند (410-415 nm) تعود إلى الانتقالات الالكترونية للمرتبطة من نوع $(n \rightarrow \pi^*)$ وقد انزاحت نحو الأطوال الموجية الأعلى مقارنة مما هو عليه في حالة المرتبطة الحرة (MOXP)، وذلك نتيجة

التساند مع الشاردة المعدنية ، أما العصابة الثالثة و التي تظهر عند (355nm) لمعقد النحاس غالباً تعود إلى انتقال الشحنة (MLTC) بسبب منح الازواج الإلكترونية الحرة من ذرتي النيتروجين والأوكسجين في مجموعات الإيمين والهيدروكسيل إلى أيون المعدن، في حين أن العصابة الرابعة والتي تظهر عند (735-740nm) تعود لانتقالات (d-) .(d)

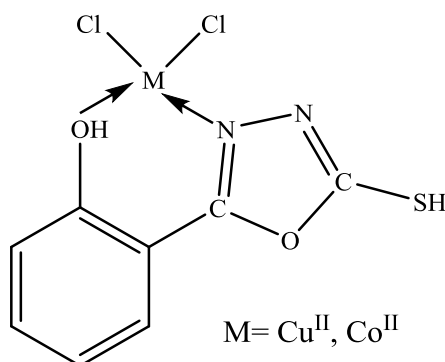


الشكل (6): طيف (uv-vis) للمعقد $[Cu(MOXP) Cl_2]$



الشكل (7): طيف (uv-vis) للمعقد $[Co(MOXP) Cl_2]$

نتيجة لما تقدم أعلاه، واعتماداً على الدراسة الطيفية السابقة للمعقدات المحضرة، نقترح لها الصيغة الجزيئية العامة $[M(MOXP) Cl_2]$ ، وهذه المعقدات مستقرة وثابتة في الهواء الجوي و رباعية التساند .



الصيغة التركيبية المقترحة للمعقدات المحضرة

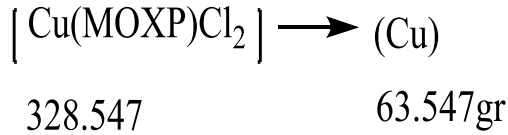
4-2- الكشف عن محتوى الكلور في المعقدات المعدنية:

تم الكشف عن محتوى الكلور في المعقدات المعدنية المحضرة وفق الطريقة التالية: يحل (0.01 g) من المعقد المعدني المحضرمع كمية مناسبة من الميثانول، ويضاف (0.05 gm) من نترات الفضة الممددة بالماء المقطر $AgNO_3$ مع التحريك ، فلم يتشكل راسب في معقدي النحاس والكوبالت مما يدل على عدم وجود الكلور خارج كرة التساند، يرشح الراسب، ثم تؤخذ الرشاحة ويضاف لها عدة قطرات من حمض الازوت لتخريب المعقد وتسخن قليلا بعد ذلك تضاف نترات الفضة فيتشكل راسب للمعقدات المذكورة مما يؤكد وجود الكلور داخل كرة التساند لهذه المعقدات .

4-3- دراسة نسبة المعدن في المعقدات المعدنية:

لقد تمت دراسة نسبة المعدن في المعقدات المعدنية من خلال ترميد المعقد عند درجات عالية من الحرارة $800^{\circ}C$ ووزن الأوكسيد المتبقي وحساب نسبة المعدن فكانت النتائج وفق الجدول (4) .

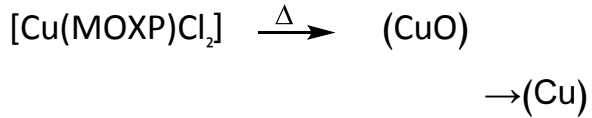
تم أخذ (0.0435 gr) من معقد [Cu (MOXP) Cl₂] وأضيف إليه (1ml) من حمض الآزوت المركز ثم تم الترميد حتى الدرجة 800°C لمدة ساعة ونصف فيتشكل لدينا أكسيد CuO وكان وزنه (0.012gr).
حساب القيمة النظرية:



$$100\text{gr} \qquad \qquad \qquad X\text{gr}$$

$$x = 19.34 \text{ g}$$

حساب القيمة العملية:



$$79.546 \rightarrow 63.547\text{gr}$$

$$0.012 \rightarrow Y\text{gr} \qquad \qquad \qquad Y=0.0096\text{gr}$$

النسبة المئوية:

$$0.0435\text{gr} \rightarrow 0.0096\text{gr}$$

$$100\text{gr} \rightarrow Z \text{ gr}$$

$$Z=22.07\text{gr}$$

وبنفس الطريقة تم حساب نسبة المعدن في معقد الكوبالت حيث يبين الجدول (4) النسب النظرية والنسب العملية للمعادن في المعقدات.

الجدول (4): يوضح النسبة النظرية والنسبة الحقيقية للمعادن في المعقدات.

اصطناع ودراسة طيفية لمرتبطة جديدة لمركبتو 4,3,1أوكسا ديازول فينول ومعقداتها مع بعض العناصر الانتقالية (Co⁺⁺,Cu⁺⁺)

المعقد	النسبة النظرية (%)	النسبة التجريبية (%)	نسبة التطابق (%)	نسبة الخطأ (%)
[Cu(MOXP) Cl ₂]	19.34	22.07	97.3	2.7%
[Co(MOXP) Cl ₂]	18.36	20.7	97.6	2.4%

كما تم قياس الناقلية للمعقدات عند تركيز ($10^{-3} M$) وفق الجدول (5) ، حيث تبين أنها غير كهربية أي أنها لا تنتشر في المحلول ،

الجدول (5): يوضح ناقلية المعقدات المحضرة بالميكروسيمينز .

الناقلية الكهربية (ميكروسيمينز)	المعقد
$\Omega^{-1} . Cm^2 . mol^{-1}$	
12	[Cu(MOXP) Cl ₂]
10	[Co(MOXP) Cl ₂]

5- الاستنتاجات والمقترحات:

- تم اصطناع مرتبطة جديدة [5- (2-هيدروكسي فنيل)-2- مركبتو 4,3,1 أوكساديازول] و معقداتها مع كل من أيون النحاس والكوبالت .
- درست كل من المرتبطة والمعقدات المحضرة من خلال مطيافية الأشعة تحت الحمراء (FT-IR) ومطيافية الأشعة فوق البنفسجية والمرئية (U V-Vis) وأظهرت

نتائج الدراسة توافقت مع الصيغ المقترحة للمعقدات المحضرة وانها تمتلك بنية رباعي وجوه، و درست الناقلية الكهربائية للمعقدات السابقة وتبين أنها غير كهليلتية .

▪ نقترح استخدام التقنيات الحديثة كجهاز انعراج الأشعة السينية والمجهر الالكتروني لتحديد البنية الفراغية للمعقدات المحضرة بدقة.

▪ كما نقترح دراسة تطبيقات المرتبطة والمعقدات المحضرة كالفعالية البيولوجية.

6-المراجع:

- [1]. Kavitha S, Kannan K, Gnanavel S. Synthesis, characterization and biological evaluation of novel 2, 5 substituted-1, 3, 4 oxadiazole derivatives. Saudi Pharmaceutical Journal. 2017 Mar 1;25(3):337-45.
- [2]. Shaalan N, Hassan SS, Al-Hamdani AA. Synthesis, Spectroscopic and Thermodynamic Studies of Metal Complexes with Schiff Bases Derived from 2-[5-(Pyridin-2-Ylmethylene)-amino] 1, 3, 4-Oxadiazol-2-yl-Phenol. Al-Nahrain Journal of Science. 2015;18(4):13-21.
- [3]. Kadhim SH. Synthesis and Chracterization of 1, 3, 4-oxadiazole derivatives with some new transition metal complexes. journal of kerbala university. 2012;10(3):197-209.
- [4]. Hetzheim A, Möckel K. Recent advances in 1, 3, 4-oxadiazole chemistry. In Advances in heterocyclic chemistry 1967 Jan 1 (Vol. 7, pp. 183-224). Academic Press.
- [5]. A. Hetzheim, K. Mo" ckel, in: A.R. Katritzky, A.J. Boulten (Eds.), Advances in Heterocyclic Chemistry, vol. 7, Academic Press, New York, 1966, p. 185.
- [6]. Gopalrao Rajurkar V, M Shirsath S. Green synthesis and evaluation of 5-(4-aminophenyl)-4-aryl-4H-1, 2, 4-triazole-3-thiol derivatives. Iranian Journal of Pharmaceutical Sciences. 2017 Apr 1;13(2):37-50.
- [7]. Abbiati G, Arcadi A, Attanasi O A, De Crescentini L and Rossi E, "Synthesis of functionalised pyrazolones and imidazolines /imidazoles through divergent cyclisation reactions" Tetrahedron, 57: 2031-2038, 2001.

- [8]. Ates O, Kocabalkanli A, Sanis GO, Ekinci AC, Vidin A. Drug Res 1997; 47: 1134-38.
- [9]. Li X, Wang Y, Chen W, Huang Q, Liu C, Song G. J Fluor Chem 2003; 123:163-169.
- [10]. Salassa, G., & Terenzi, A. (2019). Metal complexes of oxadiazole ligands: An overview. International journal of molecular sciences, 20(14), 3483.