

## تحضير وتشخيص معقدات الزئبق الثنائي (II) الجديدة

### المحتوية على البنزوتريازول كليكاند مختلط مع الفوسفينات و الامينات

محمد علي الجبوري ، لى عبدالقادر الدوري ، أحمد عبدالستار ارزوقي

كلية التربية للعلوم الصرفة - قسم الكيمياء / جامعة تكريت

Email: ma2404pep@st.tu.edu.iq

#### مستخلص:

في هذا العمل قمنا بتحضير معقدات ابتدائية للبنزوتريازول (Hbta) مع أسيتات الفينيل للزئبق الثنائي ذا الصيغة  $[(bta)PhHg]$ . وقد تم تفاعل هذه المعقدات مع مول واحد ومولين من بعض الفوسفينات وبعض الامينات حيث ان  $\{diphos = Ph_2P(CH_2)_nPPH_2\}$ ؛ حيث  $n=2$  للـ dppf ،  $n=3$  للـ PPH3 ، و  $n=4$  للـ dppm و  $n=5$  للـ en. مما أدى إلى الحصول على معقدات جديدة مختلطة الليكاندات ذات الصيغة العامة  $[PhHg(bta)(amine)]$  and  $[PhHg(bta)(diphos)]$  حيث  $diphos = pph3 (1)$  ،  $dppm (2)$  ،  $dppf (3)$  و  $(en)=amine$ .

تم تشخيص المعقدات المحضرة باستخدام تحليل العناصر ، وطيف الأشعة تحت الحمراء (IR) ، والتحليل الطيفي بالرنين النووي المغناطيسي للبروتون  $^1H-NMR$  ، وللفسفور  $^{31}P-NMR$ . وقد أظهرت نتائج التشخيص أن البنزوتريازول يتناسق مع ذرة الزئبق عبر ذرة النيتروجين المنزوعة البروتون، وبطريقة أحادية وثنائية السن في المعقدات.

الكلمات المفتاحية: البنزوتريازول فليل الزئبق (II)؛ معقدات الفوسفينات والامينات.

### Synthesis and Characterization of New Mercury(II) Complexes Containing Benzotriazole as a Mixed Ligand with Phosphines and Amines

Mohammed A. Al-Jibori ، Luma A. Al-doori ، Ahmed A Irzoqi

College of Education, Department of Chemistry, Tikrit University

Email: ma2404pep@st.tu.edu.iq

#### Abstract :

In this work, we have prepared primary complexes of benzotriazole (Hbta) with phenyl mercury(II) acetate of the formula  $[PhHg(bta)]$ . These complexes were reacted with one and two moles of some phosphines and some amines as  $\{diphos = Ph_2P(CH_2)_nPPH_2\}$ ; where  $n=2$  for dppf,  $n=3$  for PPH3,  $n=4$  for dppm and  $n=5$  for en. This led to obtaining new mixed-ligand complexes of the general formula  $[PhHg(bta)(diphos)]$  and  $[PhHg(bta)(amine)]$  where  $diphos = pph3 (1)$  ,  $dppm (2)$  ,  $dppf (3)$  and  $amine = (en)$ . The synthesized complexes were characterized using elemental analysis, infrared (IR) spectroscopy, proton nuclear magnetic resonance (NMR) spectroscopy ( $^{31}P-NMR$ ), and phosphorus NMR. The identification results showed that benzotriazole coordinates with the mercury atom via the deprotonated nitrogen atom, in both a mono- and di-dentate manner in the complexes.

**Keywords:** benzotriazole-phenylmercury(II); phosphine-amine complexes.

1. العمل كمجموعة مغادرة في التفاعلات

الكيميائية

2. تمكين نزع البروتون من الجزيء

3. العمل كمانح للإلكترونات

بالإضافة الى ذلك تعمل مجموعة البنزوتريازول المرتبطة كمقدمة للجذور الحرة او الكاربونيات<sup>[4]</sup>. ويشارك ايضا في العديد من التفاعلات الكيميائية بما في ذلك تفاعلات تتم عن طريق ذرات (-, C) مثل تفاعلات الثايو اسيلة (Thioacylation) والسلفنة (Sulfonylation) وتفاعلات الادراج (الاميدو، الامينو، الالكلة)، وكذلك تحضير الحلقات غير المتجانسة<sup>[44]</sup>. والتفاعلات التي تتضمن كسر حلقة البنزوتريازول كما يمكن استخدامه في اعادة ترتيب فيتغ (Wittigrearrangements) وتفاعلات الاستبدال النكليوفيلية البديلة<sup>[5]</sup>.

### الجزء العملي

المواد الكيميائية المستخدمة

1H-benzo[d][1,2,3]triazole , Phenyl mercury acetate , Ethanol , Triphenylphosphinebis(diphenylphosphino)methan 1,1Bis(diphenylphosphino)ferrocene , Diethyl ether , Ethylenediamine

حيث تم اختيار المواد المستعملة من شركات ذات مناشى عالمية.

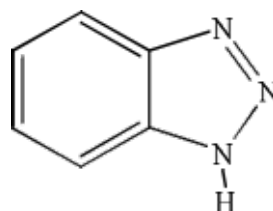
الأجهزة المستخدمة

1. تم قياس درجة الأنصار باستعمال جهاز (Stuarts SMP10 - England) من شركة (STUART) البريطانية .

2. تم قياس أطيايف الأشعة تحت الحمراء لليكاند والمعقدات المحضرة في مختبر الاشعة تحت الحمراء باستعمال جهاز من نوع (FTIR-8400s)

### المقدمة

البنزوتريازول هو مركب عطري غير متجانس أصبح شائعاً على نطاق واسع في الكيمياء العضوية وغير العضوية. ينتمي إلى الفئة العامة للأزولات، جنباً إلى جنب مع جزيئات غير متجانسة معروفة أخرى مثل البيرازول، الإيميدازول، 1،2،3-تريازول، 1،2،4-تريازول و التترازول<sup>[1]</sup>. يحتوي Hbta على حلقة بنزين متصلة بحلقة عطرية خماسية تتضمن مجموعة 1،2،3-تريازول والبنزوتريازول هو عبارة عن مسحوق أبيض بلوري غير متطاير ينصهر عند درجة حرارة °C (98.5) وغير قابل للذوبان بالماء وغير سام ولكنه يذوب في كاربونات الصوديوم المائية والايثانول ويتمتع بخواص حامضية مقبولة (PKa = 8.2) ويمتلك الصيغة التركيبية الاتية<sup>[2]</sup>. كما في الشكل رقم (1).



الشكل رقم (1) الصيغة التركيبية للبنزوتريازول

ويعد البنزوتريازول غير تفاعلي بطبيعته ويكون مستقرا في العديد من الظروف كما يكون رخيص الثمن متوفر بسهولة وبفضل خصائصه الكيميائية يمكن استخدامه كمساعد تحضيرى قيم في انتاج مجموعة واسعة من التفاعلات الكيميائية إذ تعمل مجموعة البنزوتريازول على تنشيط ذرة النيتروجين المرتبطة بها بعدة طرق<sup>[3]</sup>.

0.043g ، نسبة الناتج : 84٪).

### 3- تحضير المعقد $[\text{pHg(L)(dppm)}]_2$

أضيف عالق من المعقد  $[\text{Ph-Hg(L)}]$  (0.126) في 5mL من كحول الأيثيل المطلق إلى عالق ساخن أبيض اللون من (dppm) (0.126) في 5mL من كحول الأيثيل المطلق و صُعد المزيج لمدة ثلاث ساعات عند درجة حرارة  $^{\circ}\text{C}$  (80-60)، و رشح الراسب المتكون وتركه ليحفظ بدرجة حرارة الغرفة . (درجة الإنصهار:  $^{\circ}\text{C}$  170 ، الوزن : 0.043g ، نسبة الناتج : 80٪).

### 4- تحضير المعقد $[\text{dppf}]\text{pHgL}$

أضيف عالق من المعقد  $\text{Ph-Hg(L)}$  (0.126) في 5mL من كحول الأيثيل المطلق إلى عالق ذو لون قهوائي فاتح من (dppf) (0.126) في 5mL من كحول الأيثيل المطلق و صُعد المزيج لمدة ثلاث ساعات عند درجة حرارة  $^{\circ}\text{C}$  (80-60)، و رشح الراسب المتكون وتركه ليحفظ بدرجة حرارة الغرفة وغسل الراشح بالايثانول إذ تكون راسب ذو لون اصفر باهت . (درجة الإنصهار:  $^{\circ}\text{C}$  123-127 ، الوزن : 0.043g ، نسبة الناتج : 80٪).

### 4- تحضير المعقد $[\text{en}]\text{pHgL}$

أضيف عالق من المعقد  $\text{Ph-Hg(L)}$  (0.600) في 5mL من كحول الأيثيل المطلق ثم اضيف اليه محلول من الإيثيلين ثنائي الأمين (en) (2.400g ، mmol 0.096g) في 5mL من كحول الأيثيل المطلق و صُعد المزيج لمدة ثلاث ساعات عند درجة حرارة  $^{\circ}\text{C}$  (80-60)، و رشح الراسب المتكون وتركه ليحفظ بدرجة حرارة الغرفة وغسل الراشح بالايثانول إذ تكون راسب ذو لون ابيض . (درجة الإنصهار:  $^{\circ}\text{C}$  178-180 ، الوزن : 0.043g ،

والمجهز من شركة (SHIMADZU) في المنطقة المحصورة بين (400-4000  $\text{cm}^{-1}$ ) وباستعمال اقراص KBr .3. تم قياس اطياف الرنين النووي المغناطيسي للمعقدات المحضرة لكل من البروتون والكربون والفسفور NMR ( $^1\text{H}$ - $\{^3\text{P}\}$  ،  $^3\text{P}$ - $\{^1\text{H}\}$  ) و  $^{13}\text{C}$ - $\{^1\text{H}\}$  ، باستعمال جهاز من النوع (400 MHz) Bruker ، باستعمال مذيب  $\text{DMSO-d}_6$  .4. تم تقدير الفعالية البايولوجية ضد نوعين من البكتريا الموجبة والسالبة وهي

*Staphylococcus aureus* ، *Escherichia coli*

## طرق العمل

### 1- تحضير المعقد $[\text{L}]\text{pH-Hg}$

أضيف عالق من الليكاند البنزوترايازول (Hbta) (1.678mmol ، 0.400g) في mL من كحول الأيثيل المطلق إلى عالق ساخن أبيض اللون من خلاصات فينيل الزئبق  $\text{ph-Hg(OAc)}$  (1.678 mmol ، 0.535 g) في (5 mL) من الايثانول الساخن تكون عالق أبيض كثيف، صعد المزيج لمدة ساعتان عند درجة حرارة  $^{\circ}\text{C}$  (80-60)، و رشح وجفف معطياً راسب ذو لون أبيض. (درجة الإنصهار  $^{\circ}\text{C}$  : 320-318 ، الوزن : 0.398g ، نسبة الناتج : 92٪).

### 2- تحضير المعقد $[\text{PPh}_3]_2\text{pH-Hg(L)}$

أضيف عالق من المعقد  $[\text{L}]\text{Ph-Hg}$  (0.126) في 5mL من كحول الأيثيل المطلق إلى عالق ساخن أبيض اللون من (dppp) (0.126) في 5mL من كحول الأيثيل المطلق و صُعد المزيج لمدة ثلاث ساعات عند درجة حرارة  $^{\circ}\text{C}$  (80-60)، و رشح الراسب المتكون وتركه ليحفظ بدرجة حرارة الغرفة وغسل الراشح بالايثانول. (درجة الإنصهار:  $^{\circ}\text{C}$  235 ، الوزن :

نسبة الناتج : 89%).

## النتائج والمناقشة

### 1. طيف الأشعة تحت الحمراء للمعقد

#### [L) PhHg]

أظهر طيف الأشعة تحت الحمراء للمعقد [PhHgL] اختفاء حزمة (N-H) التي كانت موجودة في الليكاند المستعمل عند التردد ( $3344\text{cm}^{-1}$ )<sup>[6]</sup> وبين طيف المعقد وجود حزمة عند التردد ( $3022\text{cm}^{-1}$ ) اعزيت إلى مط مجموعة (C-H) v الاروماتية ، كما وأظهر الطيف حزمة عند التردد ( $1606\text{cm}^{-1}$ ) اعزيت لمط مجموعة (C=C) و ظهور حزمة متوسطة الشدة عند التردد ( $1485\text{cm}^{-1}$ ) تعود إلى مط v (N=N) في حلقة البنزوترايازول.<sup>[7]</sup> ، وظهور حزمة قوية الشدة عند التردد ( $1267\text{cm}^{-1}$ ) اعزيت لمجموعة v (C-N) ، كما أظهر الطيف حزمة واضحة وقوية عند التردد ( $1159\text{cm}^{-1}$ ) تعزى إلى مط مجموعة v (N-N) وتعود إلى مجموعة الامين في التناسق مع ايون الزئبق من خلال ذرة النيتروجين.<sup>[8]</sup> ، فضلاً عن ظهور ترددات عند حلقة (C-H) التابعة لحلقة الفينيل Ph ( $742\text{cm}^{-1}$ ,  $673\text{cm}^{-1}$ ) ، وأظهر كذلك حزم ضعيفة تراوحت ضمن التردد ( $449-428\text{cm}^{-1}$ ) تعود إلى مجموعة v (Hg-N)

### 2. طيف الأشعة تحت الحمراء للمعقد

#### [Ph-Hg(L)(PPh<sub>3</sub>)<sub>2</sub>]

أظهر طيف الأشعة تحت الحمراء للمعقد [Ph-Hg(L)(PPh<sub>3</sub>)<sub>2</sub>] ظهور حزمة عند التردد ( $3055\text{cm}^{-1}$ ) تعود إلى v (C-H) للأروماتي ، وتبين ظهور حزمة جديدة عند التردد ( $1437\text{cm}^{-1}$ ) العائدة للتردد الاهتزازي لمجموعة الفينيل المرتبطة بالفسفور v(P-Ph) ، كما بينت الأطياف ظهور مجموعتين من الحزم

عند التردد ( $690\text{cm}^{-1}$ ) و ( $1099\text{cm}^{-1}$ ) إذ اعزيت لمط مجموعة v (P-C).<sup>[9]</sup> ، وتبين ظهور حزمة ذات شدة العالية عند التردد ( $1481\text{cm}^{-1}$ ) اعزيت إلى مط مجموعة v (N=N) في حلقة البنزوترايازول، في حين أظهر الطيف حزمة عند التردد ( $1190\text{cm}^{-1}$ ) اعزيت إلى مط مجموعة v (N-N) ووجود حزم ضعيفة الشدة عند التردد ( $1604-1581\text{cm}^{-1}$ ) اعزيت إلى تردد مط مجموعة v (C=C) ، بينما نلاحظ ظهور حزمة ضمن التردد ( $1278\text{cm}^{-1}$ ) اعزيت لمط مجموعة v (C-C) ، كما وأظهر الطيف حزمة ضعيفة عند التردد ( $434\text{cm}^{-1}$ ) تعود إلى مجموعة v (Hg-N).

### 3- طيف الأشعة تحت الحمراء للمعقد

#### [Ph-Hg(L)(μ-dppm)]<sub>2</sub>

أظهر طيف الأشعة تحت الحمراء للمعقد [Ph-Hg(L)(dppm)]<sub>2</sub> حزمة عند مدى تردد ( $13051\text{cm}^{-1}$ ) والتي تعزى إلى مط مجموعة v (C-H) الأروماتية، كما وأظهر حزمة عند التردد ( $12974\text{cm}^{-1}$ ) تعود إلى مط مجموعة v (C-H) للأليفاتية الخاصة بـ dppm.<sup>[10]</sup> ونلاحظ ظهور حزمة مميزة عند التردد ( $1554\text{cm}^{-1}$ ) تعزى إلى مط مجموعة v (C=C)<sup>[95]</sup> كما أظهر الطيف حزمة جديدة عند مميزة عند التردد ( $3143\text{cm}^{-1}$ ) تعود إلى التردد الاهتزازي لمجموعة الفينيل المرتبطة بالفسفور v (P-Ph) ، كما بين الطيف ظهور حزمة عند التردد ( $1101\text{cm}^{-1}$ ) أعزيت لمط مجموعة v (P-C) بالاضافة لوجود حزمة جديدة قوية عند التردد ( $692\text{cm}^{-1}$ ) تعود لأنحاء تردد مجموعة (P-C) وهذه الحزم الجديدة تعزز تكوين المعقد ودخول الفوسفين كليكاند مشارك في التناسق.<sup>[11]</sup> وتبين وجود حزمة ذات الشدة المتوسطة عند التردد ( $1481\text{cm}^{-1}$ ) أعزيت إلى مط مجموعة v (N=N) ، في حين تُعزى الحزمة عند التردد ( $1276\text{cm}^{-1}$ ) إلى تردد

(N-N)، فقد أزيحت إلى تردد أعلى وظهرت عند التردد (1195 cm<sup>-1</sup>).<sup>[13]</sup>، كما وأظهر الطيف حزمة ضعيفة تتراوح ضمن التردد (416 cm<sup>-1</sup>) تعود إلى مجموعة (Hg-N) ν.

#### 5- طيف الأشعة تحت الحمراء للمعقد

##### [(Ph-Hg(L)(en)]

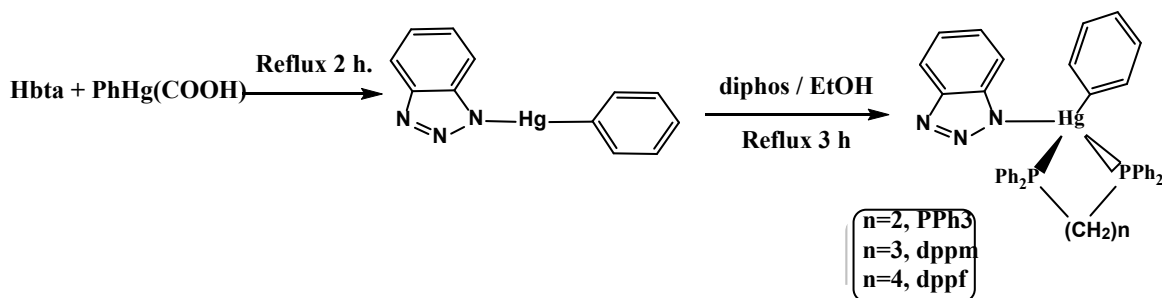
أظهر طيف الأشعة تحت الحمراء للمعقد [(Ph-Hg(L)(en)] حزم قوية عند التردد 3225 cm<sup>-1</sup>، 3144 (1) تعود إلى المط الاهتزازي لمجموعة ν (NH)، وقد لوحظ انزياح هذه النطاقات نحو ترددات أقل مقارنةً بطيف ليكاند (en) الحر<sup>[14,15]</sup> يشير هذا الانزياح إلى أن ذرتي النيتروجين في جزيء الإيثيلين ثنائي الأمين تشاركان في التناسق مع ذرة الفلز بصيغة مخلبية. وأظهر الطيف حزمة قوية عند التردد (3080 cm<sup>-1</sup>) اعزيت لمجموعة ν (CH) الاروماتية.<sup>[16]</sup> في حين ظهرت اهتزازات التمديد الخاصة بروابط (C-H) الأليفاتية التابعة لليكاند (en) عند الترددات (2955 و 2928 cm<sup>-1</sup>) كذلك، لوحظ وجود نطاق متوسط الشدة عند (1481 cm<sup>-1</sup>) يُعزى إلى (ν(N=N))، ونطاق آخر متوسط الشدة عند حوالي (1180 cm<sup>-1</sup>) يُنسب إلى ν (N-N)، كما وأظهر الطيف حزمة ضعيفة ضمن التردد (457 cm<sup>-1</sup>) تعود إلى مجموعة (Hg-N) ν.

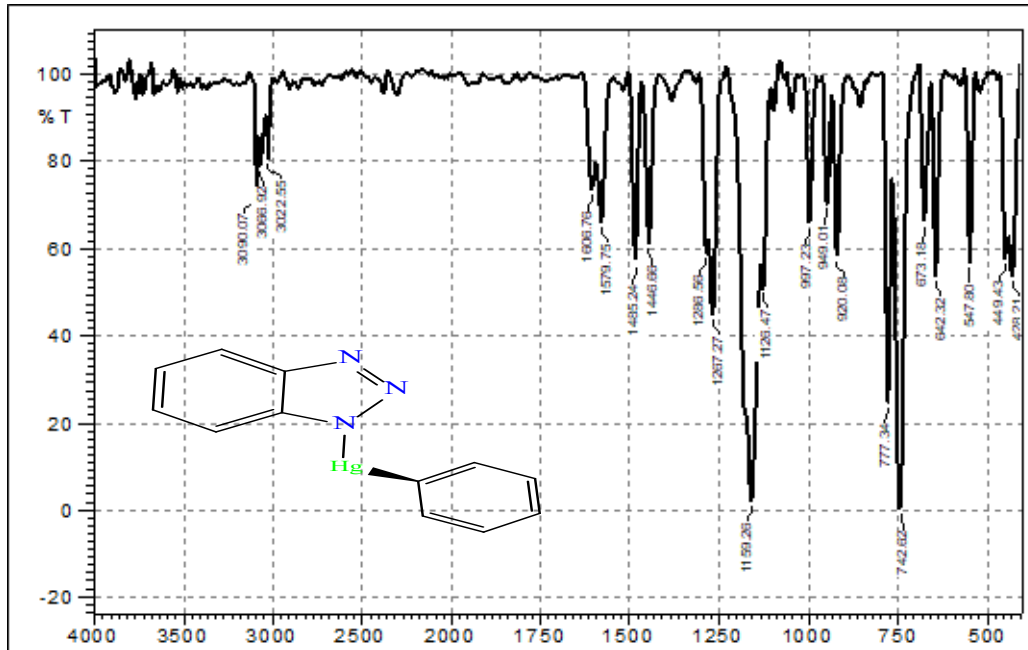
مجموعة ν (C-N)، وأظهر الطيف حزمة تراوحت ضمن التردد (1184 cm<sup>-1</sup>) تعزى إلى مط مجموعة ν (N-N)، وأظهر كذلك حزمة ضعيفة ضمن التردد (474 cm<sup>-1</sup>) تعود إلى مجموعة ν (Hg-N).

#### 4- طيف الأشعة تحت الحمراء للمعقد

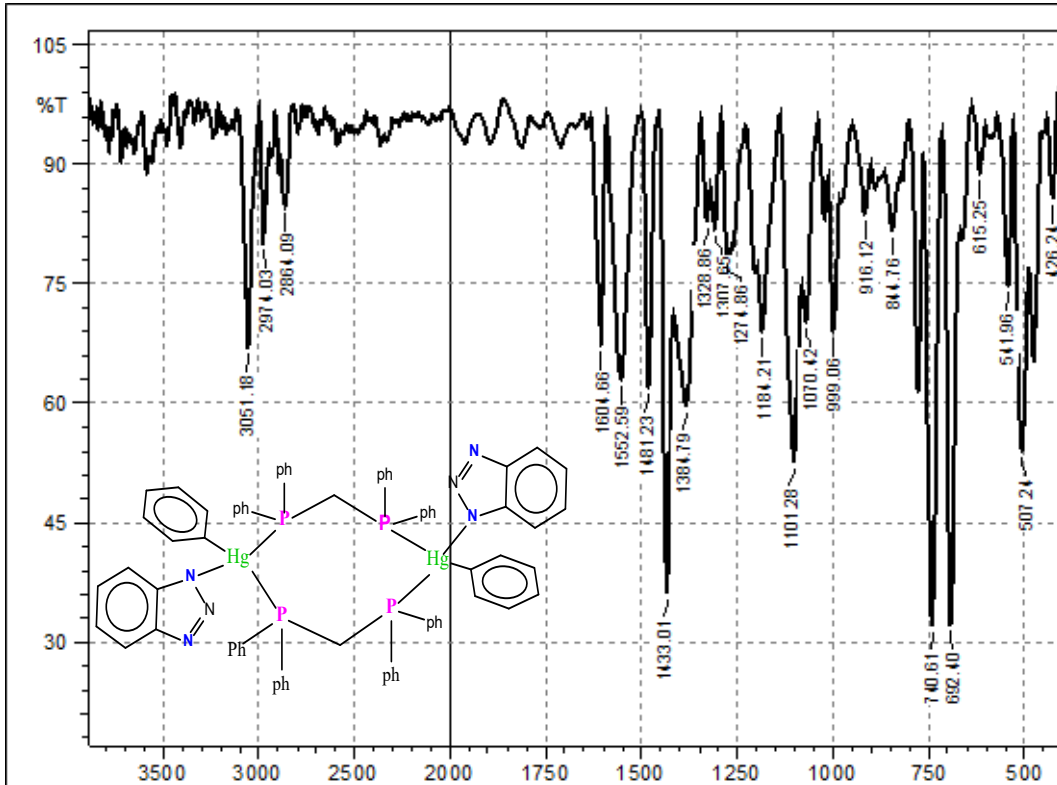
##### [(Ph-Hg(L)(dppf)]

أظهر طيف الأشعة تحت الحمراء للمعقد [Ph-(Hg(L)(dppf)] ظهور حزمة عند التردد (3051 cm<sup>-1</sup>) تعود إلى مط مجموعة ν (C-H) الأروماتية، وحزمة عند التردد (2972 cm<sup>-1</sup>) تعود إلى مط مجموعة ν (C-H) للأليفاتية الخاصة بـ dppf<sup>[12]</sup>. ووجود حزمة قوية عند التردد (1560 cm<sup>-1</sup>) اعزيت إلى مط مجموعة ν (C=C) كما وتبين ظهور حزمة متوسطة الشدة عند التردد (1429 cm<sup>-1</sup>) تعزى إلى التردد الإهتزازي لمط ν (P-Ph)، في حين نلاحظ ظهور حزمة جديدة متوسطة إلى قوية ظهرت عند التردد (1131 cm<sup>-1</sup>) تعود إلى تردد مط ν (P-C)، بالإضافة لوجود حزم قوية عند التردد (692 cm<sup>-1</sup>، 530) يُنسبان إلى تردد انحناء مجموعة (P-C) ν كما وأظهر الطيف حزمة ذات الشدة المتوسطة عند التردد (1479 cm<sup>-1</sup>) تعزى إلى مط مجموعة ν (N=N) في حلقة البنزوترايازول، في حين تُعزى الحزمة عند التردد (1259 cm<sup>-1</sup>) إلى مجموعة ν (C-N)، أما الحزمة عند التردد (1170 cm<sup>-1</sup>) في طيف المعقد والتي تعزى لمجموعة ν

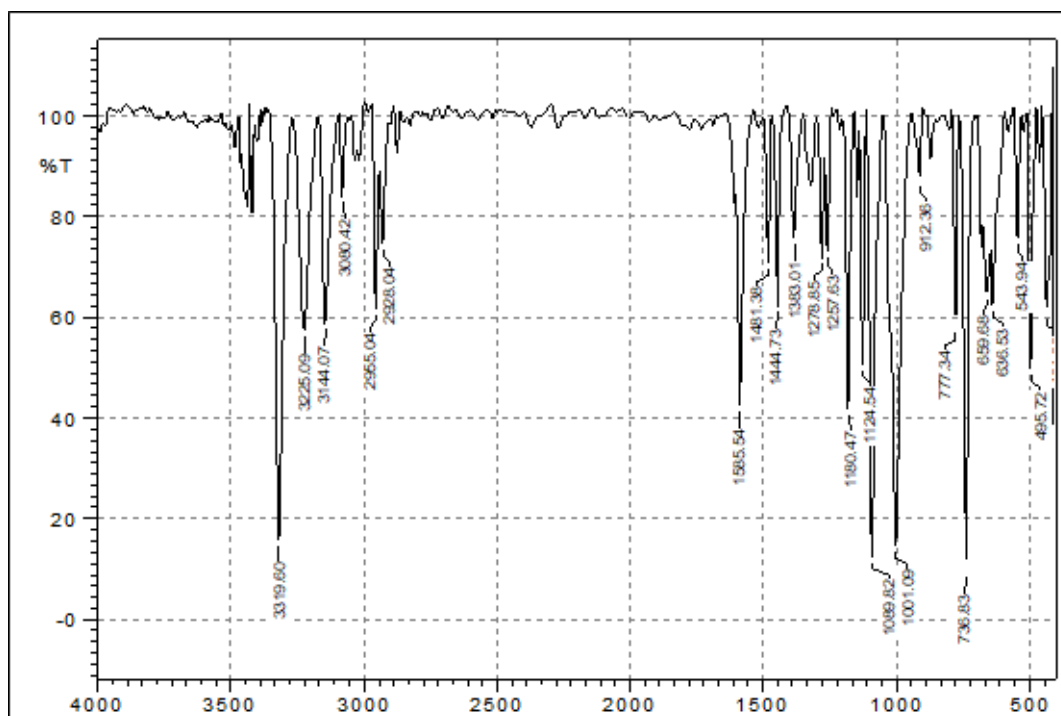




شكل رقم (2) طيف الأشعة تحت الحمراء للمعقد [(L) Ph-Hg]



شكل رقم (3) طيف الأشعة تحت الحمراء للمعقد [Ph-Hg(L)(μ-dppm)]<sub>2</sub>



شكل رقم (4) طيف الأشعة تحت الحمراء للمعقد  $[(\text{Ph-Hg(L)(en)}]$

البايولوجية بطريقة Agar –well diffusion method . بعد اجراء الفحوصات المتعلقة بفعالية المحاليل تجاه اجناس البكتريا المختلفة امكن الحصول على النتائج المبينة في الجدول (1) إذ تم اختيار نوعين من البكتيريا السالبة والموجبة لصبغة كرام وجميعها تعتبر ممرضة للإنسان والحيوان ، بينت النتائج ان جميع المحاليل ذات فعالية ضد ميكروبية -Antimiicrobial activity اتجاه الاجناس البكتيرية المختارة بالرغم من مقاومة بعضها للمضادات الحياتية . تراوحت اقطار التثبيط المايكروبي Inhibition zones للمحاليل بين (mm11 – mm51) وهناك نسب متباينة بين المحاليل حسب التراكيز ونوع المعقد المستعمل الذي يبين النشاط المثبط للمركبات المحضرة في نمو البكتريا.

#### الفعالية البيولوجية

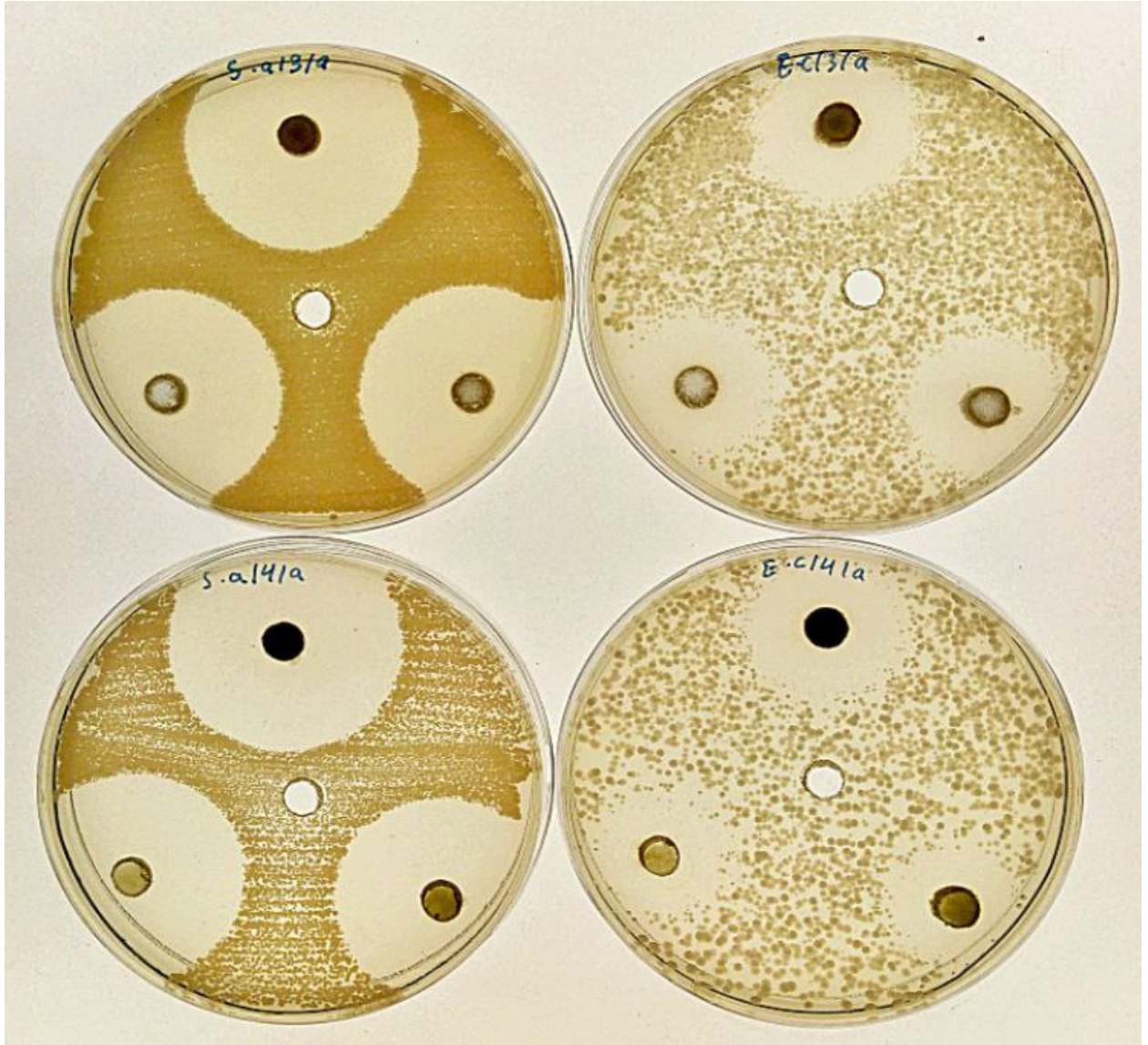
#### تقييم الفعالية البكتيرية

وضحت الدراسات الحديثة ان كثير من الأحياء المجهرية الدقيقة بأنواعها تسبب أنواعاً كثيرة ومختلفة من الامراض ، ومن جهة أخرى تتأثر بشكل كبير بالعديد من المركبات العضوية واللاعضوية وحديثاً توجهت اكثر الدراسات إلى دراسة التأثير التثبيطي لهذه المركبات على البكتريا والاحياء المجهرية المرضية، وان التعرف على العوامل الكيميائية الدوائية أدى دوراً فعالاً للحد من هذه الأمراض والتخلص منها. [17,18] إذ حضرت المحاليل لبعض معقدات الزئبق المحضرة مسبقاً باستعمال مذيب (DMSO) ولكل معقد ثلاث تراكيز ( $10^{-2}$ ,  $10^{-3}$ ,  $10^{-4}$  g/mol)، وتم قياس الفعالية

أظهرت نتائج معقدات المحضرة فعاليتها العالية تجاه أنواع البكتيريا المختارة عند ادنى تركيز ( $10^{-3}$ g/mol)، إذ أظهر المعقد [PhHgL] اعلى نسبة تثبيط بقيمة (34mm) لنوع البكتيريا الموجبة *Staphylococcus aureus* (+) عند التركيز ( $10^{-1}$ g/mol)، أظهر المعقد [(PPh<sub>3</sub>) PhHgL] اعلى نسبة تثبيط بقيمة (51mm) لنوع البكتيريا الموجبة -Staph- *Staphylococcus aureus* (+).  
 أظهر المعقد [(dppf) PhHgL] اعلى نسبة تثبيط بقيمة (39mm) عند التركيز ( $10^{-1}$ g/mol) لبكتيريا الموجبة، بينما اعطى المعقد [(dppf) PhHgL] اعلى نسبة تثبيط بقيمة (40mm) عند التركيز ( $10^{-1}$ g/mol) لنوع البكتيريا الموجبة لصبغة كرام *Staphylococcus aureus* (+).

جدول رقم (1) الفعالية التثبيطية لبعض المركبات المحضرة على أربع أنواع من البكتيريا الموجبة والسالبة (Inhibition zone (mm))

Complexes	Cone	Escherichia coli (E.c) -ve	Staphylococcus aureus (S.a) +ve
[PhHgL]	$10^{-2}$	23	34
	$10^{-3}$	15	22
	$10^{-4}$	11	20
[PhHg(L)(PPh <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ]	$10^{-2}$	39	51
	$10^{-3}$	36	49
	$10^{-4}$	34	47
[(PhHg(L)(dppm)]	$10^{-2}$	24	39
	$10^{-3}$	21	37
	$10^{-4}$	20	35
[(PhHg(L)(dppf)]	$10^{-2}$	25	40
	$10^{-3}$	21	36
	$10^{-4}$	20	34



شكل رقم (5) الفعالية الحيوية للمعقدات الزئبق المحضرة

المعقد  $[Ph-HgL(\mu-dppm)]_2$  الذي يكون ثنائي النواة إذ يسلك dppm فيها بشكل ثنائي السن جسري عن طريق ذرتي الفسفور بين الذرتين المركزية .  
3. اظهرت المعقدات المحضرة فعالية بايولوجية لأنواع البكتيرية المدروسة تتراوح بين متوسطة الى جيدة

### الاستنتاجات

1. يتناسق الليكاند (L) بشكل ثنائي السن في المعقد  $[L) Ph-Hg]$  من خلال ذرتي النيتروجين حلقة البنزوترايزول مكوناً معقدات رباعية السطوح .
2. تكون جميع المعقدات احادية النواة عدا

6. Fayyadh, B. M., & Hassan, S. A. (2025). Synthesis, structural and Anti-Bacterial Study of Mn (II), Co (II), Zn (II), and Hg (II) Complexes with New Ligand 4-nitro-N-(pyrimidin-2-ylcarbamoithioyl) benzamide. *Samarra Journal of Pure and Applied Science*, 7(2), 88-101.
7. Hassan, S. A., & Hassan, W. F. (2022). Structural and Spectral studies of new mixed Ligand complexes for 2-Amino-4-nitrophenol with some Metallic ions and Evaluation their Biological Activities. *Research Journal of Pharmacy and Technology*, 15(8), 3634-3640
8. Larina, L. I., & Milata, V. (2009). <sup>1</sup>H, <sup>13</sup>C and <sup>15</sup>N NMR spectroscopy and tautomerism of nitrobenzotriazoles. *Magnetic Resonance in Chemistry*, 47(2), 142-148.
9. W. Beck, "K. Nakamoto, John Wiley & Sons(1988), New York, Chichester, Brisbane, Toronto, **Phys. Chemie**,92(4) 561.
10. Eaborn, C., Odell, K. J., & Pidcock, A. (1979). Preparation of diphenylphosphido-and phenylthio-bridged dinuclear platinum (II) complexes by use of trimethyl (diphenylphosphino)-and trimethyl (phenylthio)-silane. *Journal of Organometallic Chemistry*, 170(1), 105-115.
11. Wiench, J. W., Stefaniak, L., Barszczewicz, A., & Webb, G. A. (1994). A multinuclear NMR investigation of some benzotriazoles in solution and the solid state. *Journal of Molecular Struc-*

## المصادر

1. Kuznetsov, Y. I. (2020). Triazoles as a class of multifunctional corrosion inhibitors. Review. Part II. 1, 2, 3-Benzotriazole and its derivatives. Iron and steels. *International Journal of Corrosion and Scale Inhibition*,9(3), 780-811.
2. Anjana, V. S., & Kumar, P. M. (2021). An Overview on Medicinal Perspective and Biological Behavior of Benzotriazole; Synthetic Study on Its Multifaceted Biological Activities. *Int. J. Res. Rev*, 8(5), 365-378..
3. McEnroe, K., Loble, I., & Kerns, A. (2025). Benzotriazole (BTA): A Review of the Current Research into Toxicity. *Journal of the American Institute for Conservation*, 1–18. <https://doi.org/10.1080/01971360.2025.2475546>
4. Chen, Y., Guo, R., Liao, K., Yu, W., Wu, P., & Jin, H. (2024). Discovery of novel benzotriazole ultraviolet stabilizers in surface water. *Water research*, 257, 121709.
5. Deng, Z., Hu, B., He, C., Zhang, L., Zhao, X., & Zhang, X. (2024). Benzotriazole aerobic biodegradation by activated sludge and *Bacillus* sp. DH-12: Performance, community succession, and transformation products characterization. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 12(5), 113671.

- DINE. *Biological Sciences-PJSIR*, 40(5-12), 1-4.
18. Nakamoto, K. (2009). *Infrared and Raman spectra of inorganic and coordination compounds, part B: applications in coordination, organometallic, and bioinorganic chemistry*. John Wiley & Sons.
  19. Uppadhyay, R. K., Kumar, A., Teotia, J., Rathi, I., Singh, P., & Ali, S. K. (2022). STRUCTURAL, PHYSICAL, SURFACE AND NMR STUDY OF 5-(BENZYLTHIO)-1H-TETRAZOLE COMPOUND. *Journal of Pharmaceutical Negative Results*, 13.
  20. Gonelimali, F.D., Lin, J., Miao, W., Xuan, J., Charles, F., Chen, M., & Hatlab, S. (2018). Antimicrobial Properties and Mechanism of Action of Some Plant Extracts Against Food Pathogens and Spoilage Microorganisms. *Frontiers in Microbiology*, 9.
  21. Sadiq, S.T., & Yildirim, H. (2024). Antibacterial, Antifungal, Antioxidant Activities Assessment Of Some Newly Registered Plant Extracts Collected From Izmir City. *Recent Advances in Biology and Medicine*, 327(2-3), 321-326.
  12. Verma, B. B., & Parmar, M. S. (1994). NMR and IR studies of some metal complexes of 6-substituted-1-hydroxy-1, 2, 3-benzotriazoles. *Asian Journal of Chemistry*, 6(1), 22-25.
  13. Poznański, J., Najda, A., Bretner, M., & Shugar, D. (2007). Experimental (<sup>13</sup>C NMR) and theoretical (ab initio molecular orbital calculations) studies on the prototropic tautomerism of benzotriazole and some derivatives symmetrically substituted on the benzene ring. *The Journal of Physical Chemistry A*, 111(28), 6501-6509.
  14. Fuertes, M., García-Muñoz, G., Madroño, R., & Rico, M. (1972). Heterocyclic N-glycosyl derivatives—XI: Synthesis and NMR conformational study of N-glycosyl benzotriazoles from acetylated glycals. *Tetrahedron*, 28(3), 623-635.
  15. Züttel, A. (2004). Hydrogen storage methods. *Naturwissenschaften*, 91(4), 157-172.
  16. Rezaei, Z., Khabnadideh, S., Pakshir, K., Hossaini, Z., Amiri, F., & Assadpour, E. (2009). Design, synthesis, and antifungal activity of triazole and benzotriazole derivatives. *European journal of medicinal chemistry*, 44(7), 3064-3067.
  17. Sultana, N., ARAYNE, M. S., & TABASSUM, H. (1997). ? COPPER (I) COMPLEXES OF TRIPHENYLPHOSPHINE AND 2-METHYLPYRI-

