# اصطناع وتوصيف المعقدات العضوية المعدنية لمعدني النيكل والبلاديوم للمرتبطة DCPI
# 3،1- ثنائي حلقي البنتيل ايميدازوليوم

**د. خالد الزبر**
**جامعة الفرات – كلية العلوم**

## الملخص

حضرت المعقدات العضوية المعدنية لمعدني النيكل والبلاديوم انطلاقاً من المرتبطة DCPI، حيث حضرت المرتبطة أولا انطلاقاً من الإيميدازول وبرومو حلقي البنتان وذلك بخطوتين.

حيث تم تحضير المعقدات العضوية المعدنية للمرتبطة السابقة وذلك بتفاعل كلوريد النيكل اللامائي ($NiCl_2$) وكلوريد البلاديوم اللامائي ($PdCl_2$) مع المرتبطة:

3،1- ثنائي حلقي بنتيل ايميدازوليوم بروميد
(dicyclopentyl-1H-imidazol-3-ium-1,3) (DCPI)

أُثبتت بنى جميع المركبات المحضـــرة من خلال المعطيات الطيفية لأجهزة التحليل التالية: FT-IR، UV-VIS, $C^{13}$-NMR .

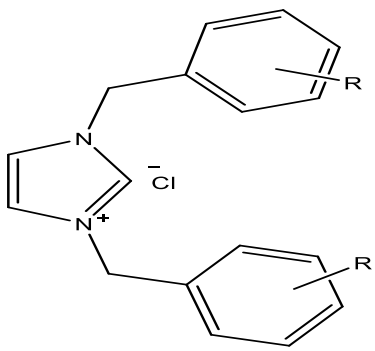
***الكلمات المفتاحية:*** ايميدازول، برومو حلقي البنتان، DCPI

## I. المقدمة:

تعتبر المعقدات العضوية المعدنية واحدة من اهم المركبات الكيميائية لما تملكه من تطبيقات مختلفة في مجالات عديدة منها مجالات الوساطة في الاصطناع العضوي لتحضير مركبات عضوية هامة [3−1] وفي التفاعلات الضوئية[4,5]، كما استخدمت في مجال الطب[8−6] .

استخدمت المعقدات العضوية المعدنية لمعدن النيكل كحفاز في تفاعلات التزاوج ومنها تشكل الرابطة C-S لأن النيكل يعتبر معدن رخيص ولا يميل إلى تشكل نواتج ثانوية، إضافة إلى ذلك فان معقدات النيكل مع NHCs (مرتبطات حاوية على حلقة الايميدازول) حظيت باهتمام كبير خلال العقدين الأخرين[9,10].

وبسبب أهمية معقدات NHC-Ni وذلك لدخولها كحفازات في التفاعلات السابقة فقد قام الباحث Fang-Jie Guo وآخرون بتحضير مرتبطة NHC واستخدامها مع معدن النيكل كحفاز في تفاعل تشكل الرابطة C-S يوضح الشكل الآتي صيغة المرتبطة المحضرة[11]:

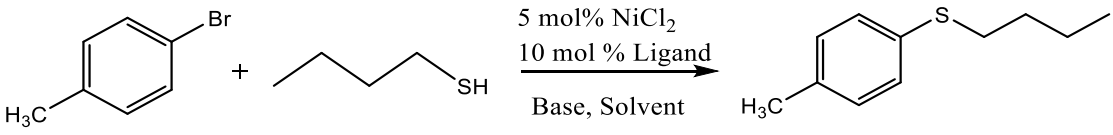


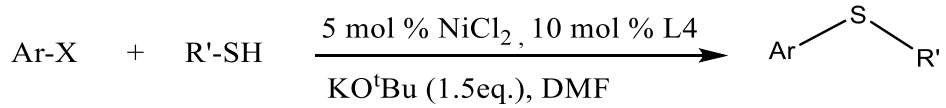

R=H (L1); R=4-$CH_3$(L2);R=4-$OCH_3$(L3) ; R=4-Cl(L4); 2,6-Cl(L5); 4-$^t$Bu(L6)

صيغة المرتبطة L1-L6

إنّ المرتبطات (L1-L6) NHCs ومعقداتها مع $NiCl_2$ استخدمت كحفازات في تشكيل الرابطة C-S وذلك بوجود t-BuOK كوسط اساسي، تتساند المرتبطات (L1-L6) مع معدن النيكل مشكّلةً معقد bis- carbene complexes (معقد ثنائي النوى) والذي

أثبتت بنيته بواسطة الأشعة السينية، استخدمت المعقدات المحضرة كحفازات في التفاعلات الآتية:




**المخطط– 1**– استخدام معقدات النيكل كحفازات في تشكيل الرابطة C-S

## II. الهدف من البحث:

يهدف البحث إلى:

1– تحضير المرتبطة DCPI من النوع NHC انطلاقاً من الايميدازول وهي:

3،1– ثنائي سيكلوبنتيل ايميدازوليوم بروميد:

1,3-dicyclopentyl-1H-imidazol-3-ium bromide

2– تحضير المعقدات العضوية المعدنية للمرتبطة DCPI مع معدني النيكل والبلاديوم

3– توصيف المرتبطة والمعقدات المحضرة باستخدام المطيافيات المتاحة.

FT-IR , $^{13}$C-NMR, UV-vis

## III. المواد والأجهزة المستخدمة:

قيست درجات الانصهار لجميع المركبات المحضرة بطريقة الأنبوب الشعري من خلال جهاز Electrothermal، بينما سجلت اطياف FT-IR على مطياف جهاز الامتصاص تحت الاحمر (FT-IR-4100) حيث يمكن استخدامه لإجراء عمليات المسح الطيفي في المجال ($cm^{-1}$ 400-4000) باستخدام أقراص KBr. كما سجل طيف $^{13}$C- NMR للمرتبطة المحضرة على جهاز طيف الطنين المغناطيسي النووي (400MHz) (الموجود في هيئة الطاقة الذرية بدمشق). (وجميع الأجهزة السابقة موجودة في جامعة البعث).

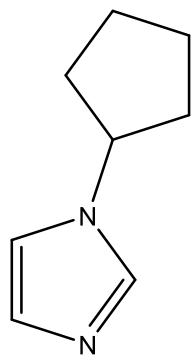
**المواد المستخدمة:**

برومو حلقي البنتان، ايميدازول، رباعي هيدروفوران، كربونات الكالسيوم، كلوريد النيكل اللامائي، كلوريد البلاديوم اللامائي، الايتانول، ثنائي ايتيل ايتر، وجميعها من إنتاج شركتي Merck وBDH الالمانيتين.

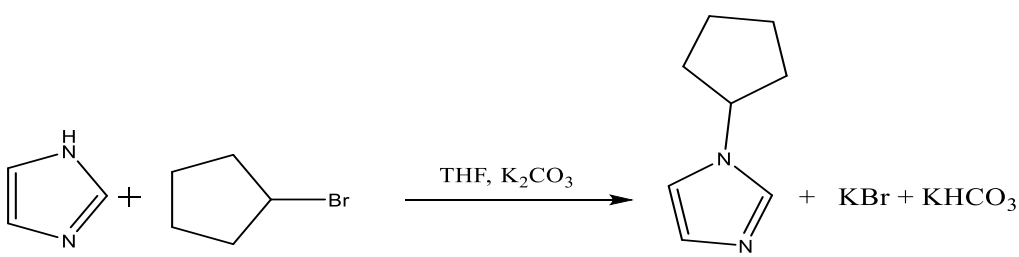
**IV. القسم العملي:**

**1) تحضير المرتبطة ثنائي حلقي البنتيل ايميدازوليوم بروميد**

**المرحلة الأولى:** تحضير المركب: حلقي بنتيل ايميدازول



حُضر المركب السابق وفق المخطط التالي:



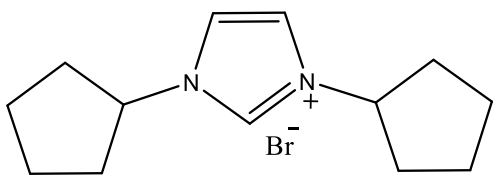

**المخطط– 2–** تحضير المركب حلقي بنتيل ايميدازول

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

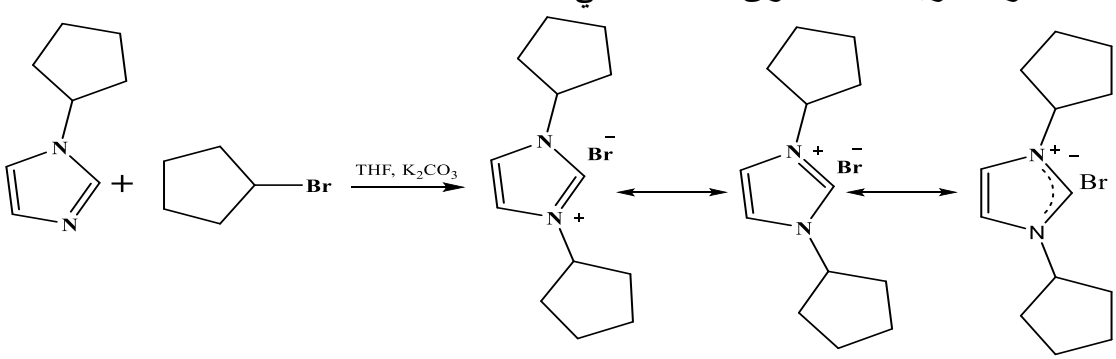
يذاب (0.034gr, 0.5mmol) من مركب الايميدازول ($C_3H_4N_2$) في 10 mL رباعي هيدروفوران في حوجلة مصنفرة ثنائية الفتحة مع التحريك في درجة حرارة 65°C

(باستخدام جو خامل من الأرغون) وبعد أن أُذيب الايميدازول بالكامل، أضيف (0.074gr, 0.5mmol) من برومو سيكلو بنتيل ($C_5H_9Br$) المذاب في 10 mL رباعي هيدرو فوران مع الاستمرار بالتحريك تحت نفس درجة الحرارة السابقة لمدة 10 دقائق ثم إضافة (0.069gr,0.5mmol) من كربونات البوتاسيوم ($K_2CO_3$) مع الاستمرار بتحريك مزيج التفاعل ، وبعد 6 ساعات تقريبا تشكل لدينا راسب بلون أبيض. تم فصله وتنقيته وذلك بمعالجته بالايتر الايتيلي، ثم جُفف في درجة حرارة الغرفة. وكان وزن الراسب المتشكل (0.0436 gr,0.321 mmol) وبلغ المردود 64.2%، حيث كانت درجة الانصهار ºC (98-100).

**المرحلة الثانية: تحضير المرتبطة:1،3- ثنائي حلقي البنتيل ايميدازوليوم بروميد**




حُضرت المرتبطة DCPI وفق المخطط التالي:



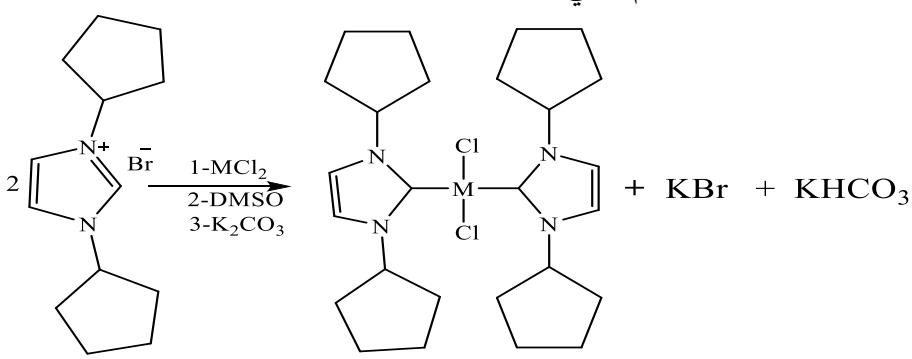

**المخطط- 3-** تحضير المرتبطة DCPI

حُضرت هذه المرتبطة بنسبة مولية (1:1) وحسب الطريقة الآتية:

يوضع في حوجلة مصنفرة ثنائية الفتحة سعة (100 mL) مجهزة بمحرك مغناطيسي ومبرد عكوس (0.068gr , 0.5mmol) من مركب حلقي بنتيل ايميدازول ($C_8H_{12}N_2$) في 15 mL رباعي هيدرو فوران مع التحريك في درجة حرارة 65°C (باستخدام جو خامل من الأرغون)، ثم إضافة (0.074gr, 0.5mmol) من برومو سيكلو بنتيل ($C_5H_9Br$) المذاب في 10 mL رباعي هيدرو فوران على شكل دفعات مع الاستمرار بالتحريك عند نفس درجة الحرارة السابقة، وبعد 4 ساعات تقريباً يتشكل راسب أبيض. تم فصله وتنقيته بمعالجته بالايتر الايتيلي، ثم جُفف في درجة حرارة الغرفة، وكان وزن الراسب المتشكل (0.165 gr,0.58 mmol) وبلغ المردود 58%، وكانت درجة الانصهار °C(143-145).

## 2) تحضير المعقدات العضوية المعدنية للمرتبطة DCPI

حُضرت المعقدات العضوية المعدنية للمرتبطة DCPI وبنسبة مولية (2:1) معدن–مرتبطة وفق المخطط العام الآتي:




M = Pd, Ni

**المخطط– 4–** معادلة تحضير المعقدات العضوية المعدنية للمرتبطة DCPI

يوضع (0.3mmol) (0.0388gr, $NiCl_2$) (0.0531gr, $PdCl_2$) من الملح المعدني $MCl_2$ اللامائي في 10 mL دي ميتيل سلفوكسيد (DMSO) في حوجلة ثنائية الفتحة سعة 100mL، وبعد الذوبان الكامل للملح المعدني في المذيب يضاف تدريجياً على شكل دفعات (0.171gr, 0.6mmol) من المرتبطة DCPI المنحلة في 15mL من

مذيب DMSO وذلك عند درجة حرارة 95°C مع الاستمرار في التحريك وبعد الانتهاء من الإضافة، يترك التفاعل لمدة 50 دقيقة عند نفس درجة الحرارة السابقة، ثم يضاف (0.082g,0.6mmol) من كربونات الكالسيوم.

يترك المزيج تحت التقطير المرتد لمدة 3 ساعات متواصلة، فيلاحظ تشكل عكر أبيض، ثم يبرد محلول التفاعل إلى درجة حرارة الغرفة، ويستمر في عملية التحريك لمدة 24 ساعة إضافية، بعد ذلك تضاف كمية من الماء المقطر فيلاحظ تشكل راسب اصفر فاتح من معقد البلاديوم (0.29mmol,0.170gr) واخضر فاتح من معقد النيكل(0.32mmol,0.172gr)، يُفصل الراسب بالترشيح ثم يُغسل بثنائي ايتيل ايتر، بعدها يجفف في فرن التجفيف عند درجة حرارة حوالي 80°C.

**جدول- 1-** يوضح بعض الخصائص الفيزيائية لمعقدات المرتبطةDCPI

| الصيغة M.F | Mol.W g/mol | اللون | المردود % | MP °C |
|---|---|---|---|---|
| **DCPI** | 285.23 | أبيض | 58 | 143-145 |
| **$[Pd(DCPI)_2Cl_2)]$** | 587.97 | اصفر فاتح | 48.33 | 294-296 |
| **$[Ni(DCPI)_2Cl_2)]$** | 540.24 | اخضر فاتح | 53.33 | >300 |

**3) تحديد نسبة المحتوى المعدني للمعقدات المحضرة مع المرتبطة DCPI**

تم تحديد المحتوى المعدني بطريقة الترميد أي تحويل المقعد الى مركبات لا عضوية، وهي طريقة معتمدة لدى الباحثين في كيمياء المعقدات وكانت النتائج جيدة حسب هذه الطريقة ونورد فيما يلي نتائج التحليل:

إن النسبة المئوية للبلاديوم (النظرية):

$$Pd\% = \frac{106.42}{587.97} x100 = 18.09\%$$

النسبة المئوية لأوكسيد البلاديوم (النظرية):

$$PdO\% = \frac{122.42}{587.97} x100 = 20.82\%$$

أما النسبة العملية يتم تعينها وذلك بأخذ 0.020g من المعقد في بوتقة و تهضيمه بواسطة حمض الآزوت المركز ووضعه في المرمدة عند درجة الحرارة $750^oC$ لمدة ساعتين، بعدها يوزن الناتج فكان الوزن 0.0041g وهي عبارة عن كمية أوكسيد البلاديوم في المعقد، حيث يتم تخريب المعقد وفق المعادلة العامة الآتية:

$$[Pd(DCPI)_2Cl_2] + HNO_3 \longrightarrow PdO + CO_2 + NO_2 + Cl_2$$

ويمكن حساب كمية البلاديوم العملية:

122.42g/mol من PdO تحتوي على 106.42 g/mol من معدن البلاديوم

0.0041g تحتوي على Y g من معدن البلاديوم

ومنه Y= 0.0035g: وهي عبارة عن كمية البلاديوم الموجودة في المعقد، إذاً النسبة المئوية العملية للبلاديوم

$$Pd\% = \frac{0.0035}{0.020} x100 = 17.82\%$$

يلاحظ أن هناك تقارب بين النسبة العملية والنظرية وهذا يؤكد أن نسبة الارتباط (2:1) معدن–مرتبطة.

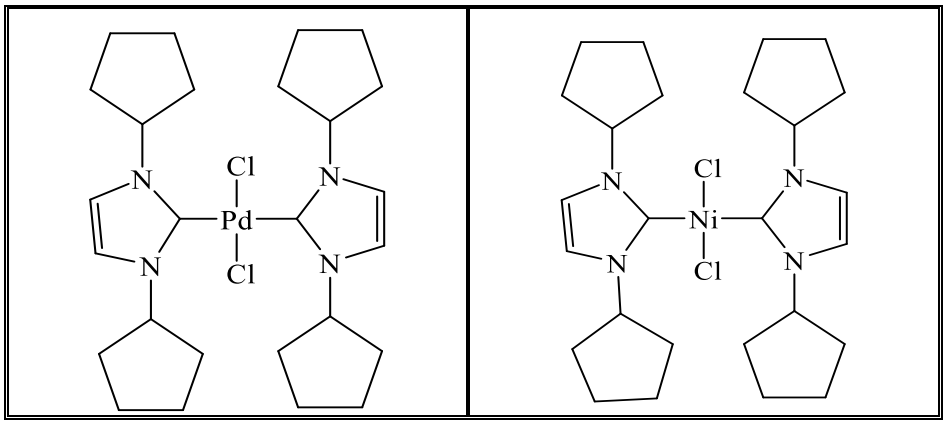
أما معقد النيكل فقد حُددت نسبة الارتباط بنفس الطريقة السابقة أي إن النسبة المئوية العملية للنيكل:

$$Ni\% = \frac{0.00201}{0.020} x100 = 10.05\%$$

أما النسبة المئوية للنيكل (النظرية):

$$Ni\% = \frac{58.69}{540.24} x100 = 10.86\%$$

يلاحظ أن هناك تقارب بين النسبة العملية والنظرية مما يشير إلى أن نسبة الارتباط (2:1) معدن –مرتبطة ويمكن اقتراح بنية مربع مستوي للمعقدات المحضرة:




**الشكل– 1–** البنى المقترحة للمعقدات المحضرة

**4) الكشف عن أيونات الكلور خارج كرة التساند للمعقدات المحضرة**

يحضر محلول من نترات الفضة بتركيز 0.001M في الإيثانول، كما يحضر محاليل للمعقدات السابقة بنفس التركيز، وعند إضافة عدة قطرات من محلول نترات الفضة إلى محلول المعقدات لم يلاحظ تشكل عكر أو راسب وهذا دليل أن المقعد لا يحوي على أيونات كلور أو بروم خارج كرة التساند.

**5) الكشف عن أيونات الكلور داخل كرة التساند التساند للمعقدات المحضرة**

يؤخذ 0.001g من كل من المعقدات المحضرة مسبقاً وتهضيمها بواسطة حمض الآزوت المركز كل على حدى وبعد إضافة عدة قطرات من محلول نترات الفضة المحضرة مسبقاً يلاحظ تشكل عكر أبيض وهذا دليل على وجود الكلور في الكرة الداخلية.

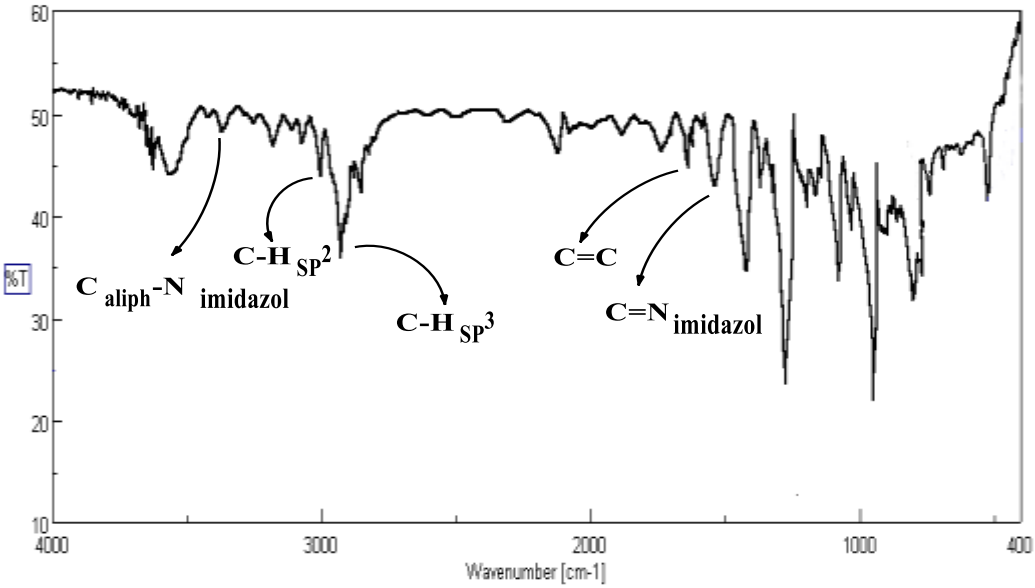
## V. النتائج والمناقشة

### 1) دراسة بنية المرتبطة ثنائي حلقي البنتيل ايميدازوليوم بروميد (DCPI)

#### أ - طيف FT-IR

يلاحظ في طيف الأشعة تحت الحمراء FT-IR للمرتبطة (DCPI) حزمة امتصاص عند $3350cm^{-1}$ ناتجة عن وجود الزمرة ($C_{aliph}$-$N_{imidazol}$) بالإضافة إلى حزمة الامتصاص لمجموعة ($C$-$H_{SP^2}$) عند الموقع $3040cm^{-1}$. يبين الشكل (2)

طيف الاشعة ما تحت الاحمر FT-IR والزمر المميزة للمركب (DCPI) كما يوضح الجدول (2) أهم الزمر في المركب:




**الشكل– 2–** طيف FT-IR للمرتبطة DCPI

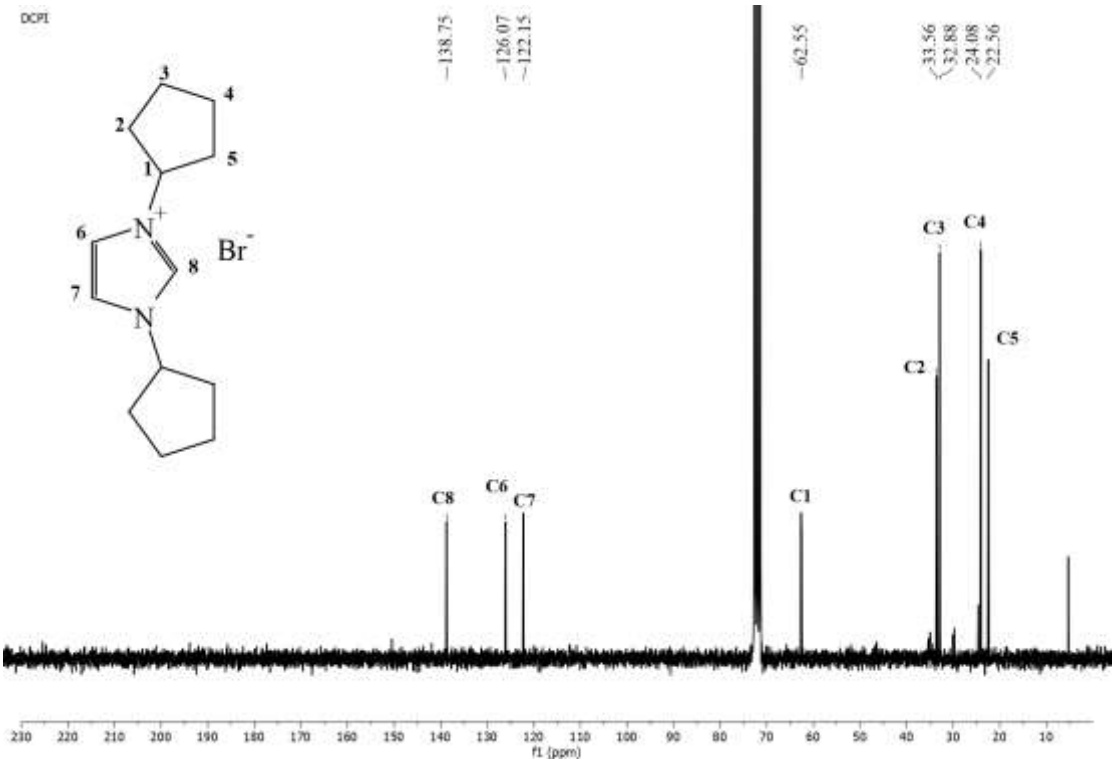
**جدول– 2–** اهم حزم الامتصاص للمرتبطة DCPI

| الرابطة | حزمة الامتصاص ($cm^{-1}$) |
|---|---|
| ($C_{aliph}$-$N_{imidazol}$) | 3350 |
| C-$H_{SP^3}$ | 2950 |
| C-$H_{SP^2}$ | 3040 |
| C=C | 1600 |
| C=N(Imadazol) | 1540 |

**ب - طيف الطنين النووي المغناطيسي الكربوني $^{13}$C- NMR**

نلاحظ في طيف الـ $^{13}$C- NMR وجود ثماني إشارات أحادية مختلفة الشدة تعود إلى سبع ذرات كربون مختلفة في المركب، حيث أظهر الطيف إشارة في الموقع (72.8ppm) تعود إلى ذرة كربون المذيب ($CDCl_3$) ، أن الإشارة الأحادية عند الموقع

(138.75ppm) تعود إلى ذرة الكربون المرتبط بذرتي أزوت حلقة الايميدازول، كما يلاحظ في الطيف وجود إشارات في المواقع ( 62.55,33.56,32.88,24.08,22.56 ppm) عزيت هذه الإشارات إلى ذرات الكربون الاليفاتية، كذلك يلاحظ ظهور إشارات في المواقع (126.07,122.15 ppm) تعود إلى ذرات الكربون في حلقة الايميدازول الموضحة في الصيغة أدناه، يلخص الجدول (3) الإشارات الموجودة في الطيف والانزياحات المقابلة لكل ذرة كربون:




**الشكل–3–** طيف $^{13}$C-NMR للمرتبطة (DCPI)

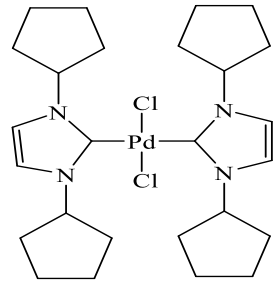
**جدول– 3–** اهم الانزياحات الكيميائية لطيف $^{13}$C-NMR للمرتبطة DCPI

| Nu,C | 8 | 6,7 | 2,3 | 1 | 4,5 |
|---|---|---|---|---|---|
| ppm δ | 138.75 | 126.07,122.15 | 33.56,32.88 | 62.55 | 24.08,22.56 |

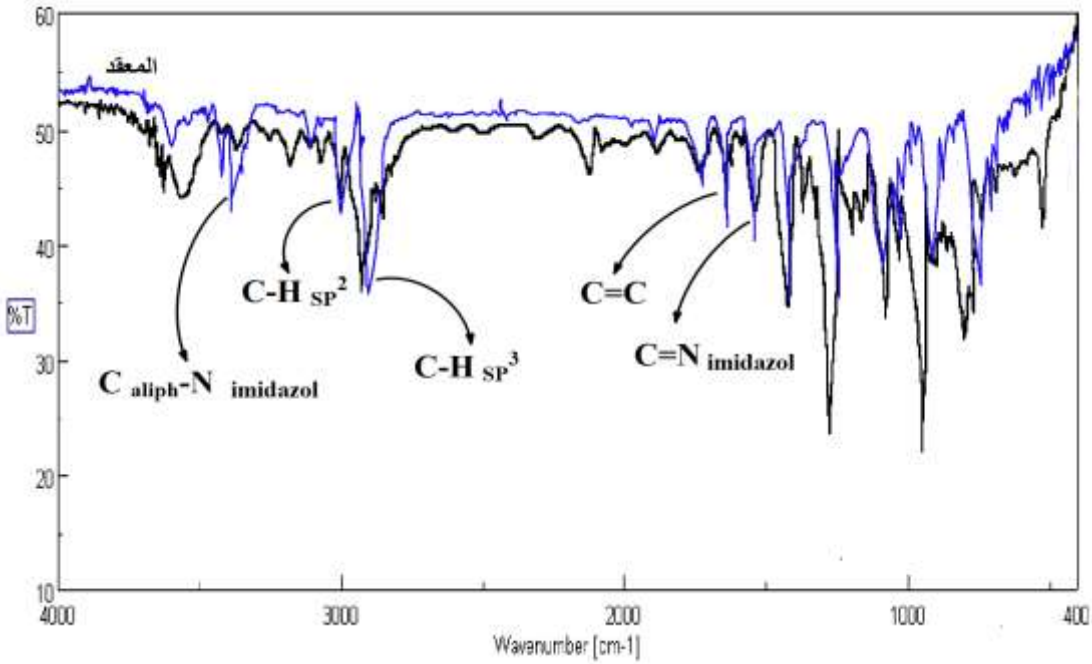
## 2) دراسة بنية المعقدات العضوية المعدنية للمرتبطة DCPI

### أ - معقد البلاديوم $[Pd(DCPI)_2Cl_2]$

في طيف الأشعة تحت الحمراء للمعقد $[Pd(DCPI)_2Cl_2]$، نلاحظ ظهور عصابة امتصاص عند ($3375\ cm^{-1}$) عائدة إلى اهتزاز مجموعة (C-N) الأليفاتية المرتبطة بحلقة الايميدازول ($C_{aliph}$-$N_{imidazol}$) في المعقد، كما يظهر عند الموقع ($3030\ cm^{-1}$) حزمة قوية تعود إلى تردد الاهتزاز الامتطاطي للرابطة ($C\text{-}H_{sp2}$)، وأشار الطيف أيضاً إلى ظهور حزمة امتصاص لمجموعة ($C\text{-}H_{sp3}$) في الموقع $2910cm^{-1}$. كما أظهر طيف المعقد المحضر حزمة امتصاص عائدة إلى اهتـزاز المجموعة (C=N) عنـد( $1600\ cm^{-1}$) في حلقة الايميدازول، كما يلاحظ أن زمرة الازومتين في المرتبطة قد اختفت وذلك بسبب تشكل المعقد، ويوضح الشكل (4) طيف الأشعة ما تحت الحمراء FT-IR والزمر المميزة للمعقد $[Pd(DCPI)_2Cl_2]$ والمرتبطة DCPI ، كما يوضح الجدول (4) أهم الزمر والامتصاصات المقابلة في المعقد:




**طيف FT-IR**




**الشكل– 4**– طيف FT-IR لمقارنة المعقد $Pd(DCPI)_2Cl_2$ مع المرتبطة

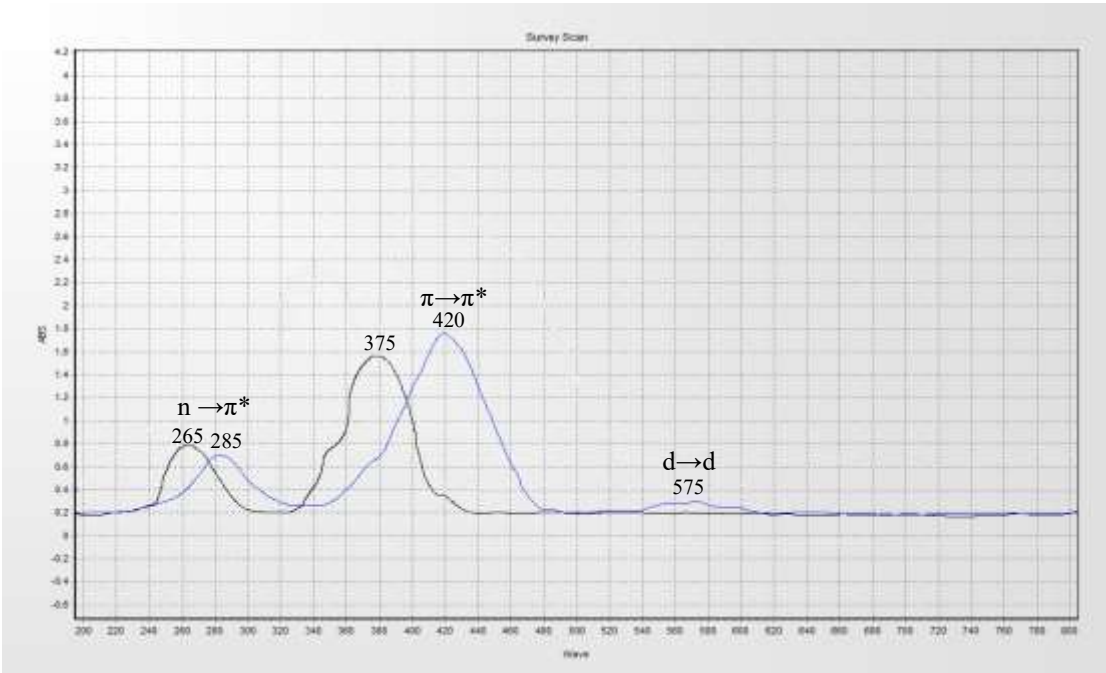
**جدول– 4**– اهم حزم الامتصاص المعقد $Pd(DCPI)_2Cl_2$

| الرابطة | حزمة الامتصاص ($cm^{-1}$) |
|---|---|
| $(C_{aliph}\text{-}N_{imidazol})$ | 3375 |
| $C\text{-}H_{SP}{}^3$ | 2910 |
| $C\text{-}H_{SP}{}^2$ | 3030 |
| C=C | 1540 |
| C=N(Imadazol) | 1600 |

**طيف UV-Vis للمعقد $[Pd(DCPI)_2Cl_2]$**

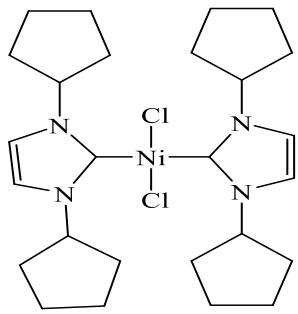
يبين طيف معقد البلاديوم ذو اللون الأصفر الفاتح وعند مقارنته مع طيف المرتبطة يلاحظ اختلاف واضح في شكل الحزمة مع ظهور حزمة امتصاص جديدة في المجال المرئي، حيث تعود هذه الحزمة إلى الانتقال الإلكتروني $d \rightarrow d$، ويبين الشكل (5)

الطيف الإلكتروني للمعقد في محلول من DMSO في المجال المرئي وفوق البنفسجي. أما في المجال البنفسجي يلاحظ انزياح القمم التابعة للانتقالات ($\pi \rightarrow \pi^*$) نحو الأطوال الموجية الأعلى بسبب تشكل المعقد



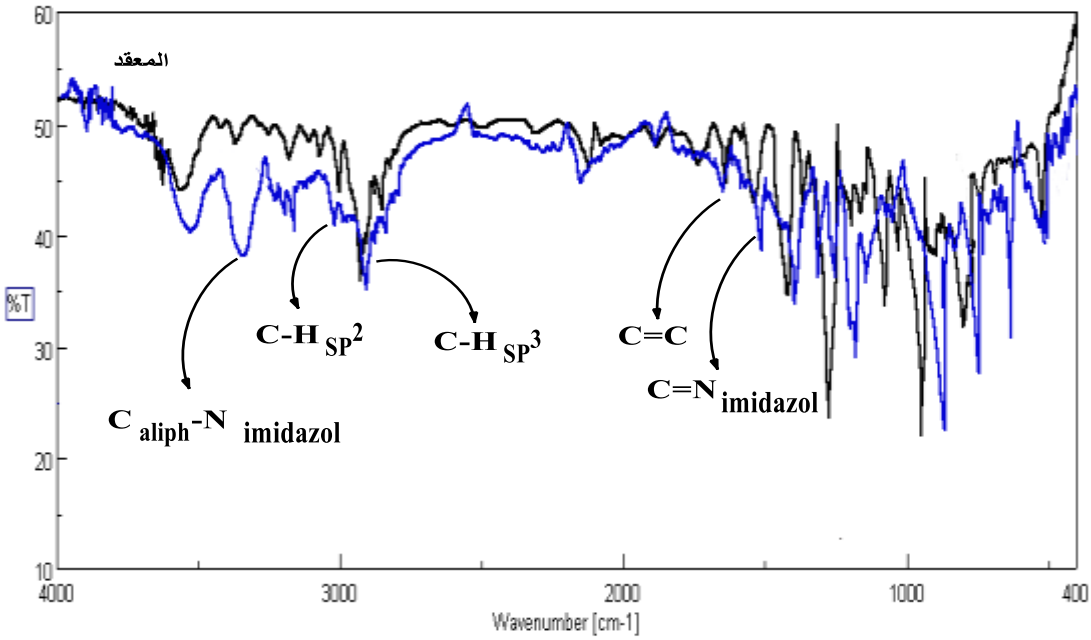

**الشكل – 5** – الطيف الإلكتروني لمقارنة المعقد $Pd(DCPI)_2Cl_2$ مع المرتبطة في المجال المرئي وفوق البنفسجي

**ب - معقد النيكل $[Ni(DCPI)_2Cl_2)]$**



**طيف FT-IR**

نلاحظ في طيف الأشعة تحت الحمراء للمعقد [$Ni(DCPI)_2Cl_2$] عصابة امتصاص عند ($3345\ cm^{-1}$ ) عائدة إلى اهتزاز مجموعة (C-N) الأليفاتية المرتبطة بحلقة الايميدازول ($C_{aliph}$-$N_{imidazol}$) في المعقد، كما يظهر عند الموقع ($3060\ cm^{-1}$ ) حزمة قوية تعود إلى تردد الاهتزاز الامتطاطي للرابطة ($C\text{-}H_{sp2}$)، وأشار الطيف أيضاً إلى ظهور حزمة امتصاص لمجموعة ($C\text{-}H_{sp3}$) في الموقع $2900cm^{-1}$. كما أظهر طيف المعقد المحضر حزمة امتصاص عائدة إلى اهتزاز المجموعة (C=C) عند( $1600\ cm^{-1}$) في حلقة الايميدازول، كما يلاحظ اختفاء زمرة الازومتين وذلك بسبب تشكل المعقد، ويوضح الشكل (6) طيف الأشعة ما تحت الحمراء FT-IR والزمر المميزة للمعقد [$Ni(DCPI)_2Cl_2$] والمرتبطة DCPI ، كما يوضح الجدول (5) أهم الزمر والامتصاصات المقابلة في المعقد:



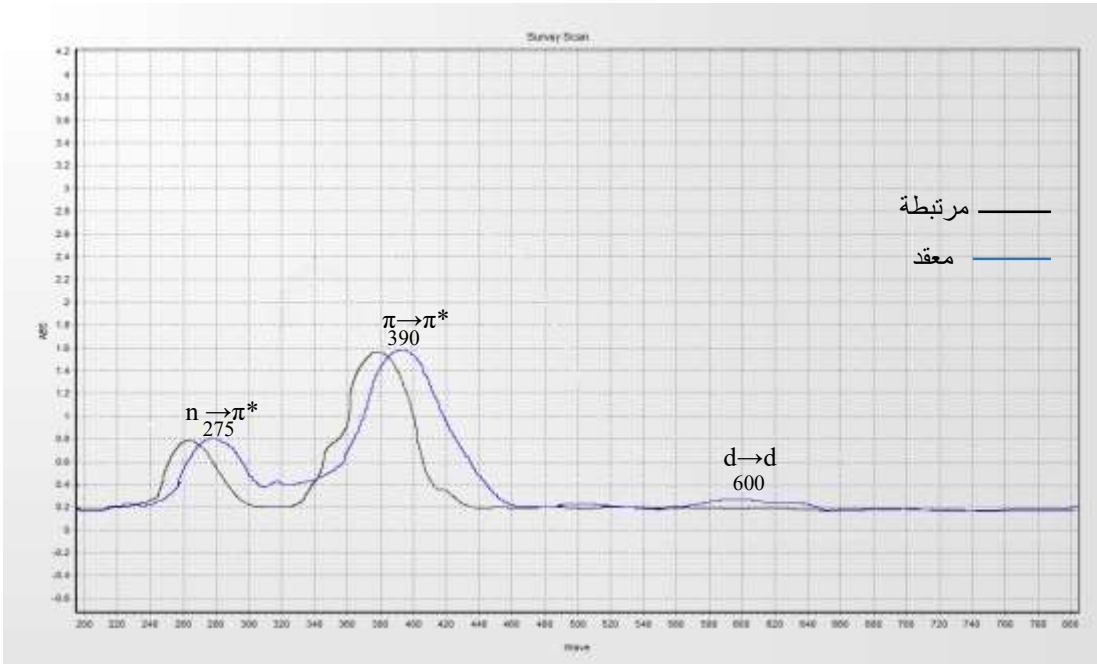

**الشكل– 6–** طيف FT-IR لمقارنة المعقد $Ni(DCPI)_2Cl_2$ مع المرتبطة

**جدول– 5–** اهم حزم الامتصاص المعقد $Pd(DCPI)_2Cl_2$

| الرابطة | حزمة الامتصاص ($cm^{-1}$) |
|---|---|
| $(C_{aliph}\text{-}N_{imidazol})$ | 3345 |
| $C\text{-}H_{SP}{}^3$ | 2900 |
| $C\text{-}H_{SP}{}^2$ | 3060 |
| C=C | 1600 |
| C=N(Imadazol) | 1515 |

**طيف UV-Vis للمعقد $[Ni(DCPI)_2Cl_2)]$**

يظهر طيف معقد النيكل ذو اللون الأخضر الفاتح وعند مقارنته مع طيف المرتبطة يلاحظ اختلاف واضح في شكل الحزمة مع ظهور حزمة امتصاص جديدة في المجال المرئي، وأعزيت هذه الحزمة إلى الانتقال الإلكتروني $d \rightarrow d$، ويبين الشكل (7) الطيف الإلكتروني للمعقد في محلول من DMSO في المجال المرئي وفوق البنفسجي. أما في المجال البنفسجي يلاحظ انزياح القمم التابعة للانتقالات ($\pi \rightarrow \pi^*$) نحو الأطوال الموجية الأعلى بسبب تشكل المعقد



**الشكل – 7** – الطيف الإلكتروني لمقارنة المعقد $Ni(DCPI)_2Cl_2$ مع المرتبطة في المجال المرئي وفوق البنفسجي

## VI. النتائج والتوصيات:

1- تم تحضير معقدي النيكل والبلاديوم للمرتبطة DCPI بنسبة مولية (2:1) معدن- مرتبطة.

2- أُثبتت بنى جميع المركبات المحضرة بالاعتماد على الطرائق المطيافية المتاحة.

3- تبين من خلال اثبات نسبة الارتباط ان بنية المعقدات المحضرة مربع مستوي.

نوصي بتحضير معقدات أخرى للمرتبطة المحضرة واستخدامها في مجال التطبيق كحفازات في الصناعات العضوية وبالأخص في تفاعلات التزاوج.

## VII. المراجع


[1] P. A. Ak *et al.*, "Perimidin-2-ylidene rhodium ( I ) complexes ; unexpected halogen exchange and catalytic activities in transfer hydrogenation reaction," *J. Organomet. Chem.*, vol. 765, pp. 23–30, 2014, doi: 10.1016/j.jorganchem.2014.04.033.

[2] E. Alcalde, I. Dinarès, A. Ibáñez, and N. Mesquida, "A simple halide-to-anion exchange method for heteroaromatic salts and ionic liquids," *Molecules*, vol. 17, no. 4, pp. 4007–4027, 2012, doi: 10.3390/molecules17044007.

[3] M. J. Al-Jeboori, H. H. Al-Tawel, and R. M. Ahmad, "New metal complexes of N2S2 tetradentate ligands: Synthesis and spectral studies," *Inorganica Chim. Acta*, vol. 363, no. 6, pp. 1301–1305, 2010, doi: 10.1016/j.ica.2009.11.040.

[4] A. Aupoix, B. Pégot, and G. Vo-Thanh, "Synthesis of imidazolium and pyridinium-based ionic liquids and application of 1-alkyl-3-methylimidazolium salts as pre-catalysts for the benzoin condensation using solvent-free and microwave activation," *Tetrahedron*, vol. 66, no. 6, pp. 1352–1356, 2010, doi: 10.1016/j.tet.2009.11.110.

[5] L. A. Berben, D. C. Craig, C. Gimbert-suriñach, A. Robinson, K. H. Sugiyarto, and S. B. Colbran, "Palladium ( II ) complexes of imidazolin-2-ylidene N- heterocyclic carbene ligands with redox-active dimethoxyphenyl or ( hydro ) quinonyl substituents," *Inorganica Chim. Acta*, vol. 370, no. 1, pp. 374–381, 2011, doi: 10.1016/j.ica.2011.02.007.

[6] A. Collado, S. R. Patrick, D. Gasperini, S. Meiries, and S. P. Nolan, "Influence of bulky yet flexible N-heterocyclic carbene ligands in gold catalysis," *Beilstein J. Org. Chem.*,

vol. 11, pp. 1809–1814, 2015, doi: 10.3762/bjoc.11.196.

[7] J. G. Deng, G. Su, P. Chen, Y. Du, Y. Gou, and Y. Liu, "Evaluation of DNA binding and DNA cleavage of nickel(II) complexes with tridentate α-N-heterocyclic thiosemicarbazones ligands," *Inorganica Chim. Acta*, vol. 471, no. Ii, pp. 194–202, 2018, doi: 10.1016/j.ica.2017.11.013.

[8] I. Dragutan, V. Dragutan, L. Delaude, and A. Demonceau, "N-Heterocyclic carbenes as highly efficient ancillary ligands in homogeneous and immobilized metathesis ruthenium catalytic systems," *arkivoc*, vol. 2005, no. x, pp. 206–253, 2005.

[9] M. R. L. Furst and C. S. J. Cazin, "Copper N -heterocyclic carbene ( NHC ) complexes as carbene transfer reagents w z," *ChemComm*, pp. 6924–6925, 2010, doi: 10.1039/c0cc02308f.

[10] K. B. Gudasi, S. A. Patil, R. S. Vadavi, R. V Shenoy, and M. S. Patil, "Synthesis and spectral investigation of some transition metal complexes containing pentadentate macroacyclic NNNNN -donor Schiff base ligands," *Transit. Met. Chem.*, pp. 726–732, 2005, doi: 10.1007/s11243-005-6232-3.

[11] F. Guo, J. Sun, Z. Xu, F. E. Kühn, S. Zang, and M. Zhou, "C-S cross-coupling of aryl halides with alkyl thiols catalyzed by in-situ generated nickel(II) N-heterocyclic carbene complexes," *Catal. Commun.*, no. Ii, 2017, doi: 10.1016/j.catcom.2017.02.007.

# Synthesis and characterization of organometallic complexes of nickel and palladium by the ligand DCPI (dicyclopentyl-1H-imidazol-3-ium-1,3)


## Abstract

Organometallic complexes of nickel and palladium were prepared from the DCPI ligand, which was prepared from imidazole and bromocyclopentane in two steps

The organometallic complexes of the previous ligand were prepared by reacting anhydrous nickel chloride ($NiCl_2$) and anhydrous palladium chloride ($PdCl_2$) with the ligand :
(dicyclopentyl-1H-imidazol-3-ium-1,3)(DCPI).
The prepared compounds have been confirmed by available spectroscopy methods FT-IR,$^{13}$C-NMR, UV-VIS.


***Key words***: imidazole, bromocyclopentane, DCPI