

تحضير وتشخيص الليكاندان {2-[(2-أمينوألثيل إيمينو)مئيل]-4-[(5-مركبتو-1،3،4-ثايدايازول-2-يل)-دايازينيل]-فينول} و {2-[(3-هايدروكسي فنيل إيمينو)مئيل]-4-[(5-مركبتو-1،3،4-ثايدايازول-2-يل)-دايازينيل]-فينول} ومعقداتهما مع أيوني النيكل (II) والنحاس (II)

زيد حسن عيود، هيثم دلول حنون، احمد فاضل خضير وسعد ياسر رفيث
جامعة كربلاء- كلية العلوم- قسم الكيمياء

الخلاصة

تضمن هذا البحث تحضير مشتقان لقواعد شيف الحاوية على مجموعة الازو ومعقداتهما مع أيوني النيكل (II) والنحاس (II) من المركب 2-هايدروكسي-5-[(5-مركبتو-1،3،4-ثايدايازول-2-يل)-ازوبنزالديهيد [2]. تم تشخيص الليكاندين 2-[(2-أمينوألثيل إيمينو)مئيل]-4-[(5-مركبتو-1،3،4-ثايدايازول-2-يل)-دايازينيل]-فينول [3]، 2-[(3-هايدروكسي فنيل إيمينو)مئيل]-4-[(5-مركبتو-1،3،4-ثايدايازول-2-يل)-دايازينيل]-فينول [4] ومعقداتهما بواسطة تقنية مطيافية الأشعة تحت الحمراء ومطيافية الأشعة فوق البنفسجية المرئية بالإضافة إلى قياسات التوصيلية المولارية. نسبة الفلز إلى الليكاند كانت 1:1 في جميع المعقدات المحضرة. ومن خلال ما تقدم تم اقتراح الأشكال الفراغية للمعقدات المحضرة حيث بينت الدراسات إن الشكل الفراغي للمعقدين [Z1] و [Z2] المربع المستوي، والشكل الفراغي للمعقد [Z3] هو ثماني السطوح. أما الشكل الفراغي للمعقد [Z4] هو رباعي السطوح.

Abstract

This search involved synthesis of two azo Schiff bases derivatives and their complexes with Nickel (II) and Copper (II) from 2-Hydroxy-5-[(5-mercapto-1,3,4-thiadiazole-2-yl)-azobenzaldehyde [2]. The two ligands 2-[(2-Aminoethylimino) methyl]-4-[(5-mercapto-1,3,4-thiadiazol-2-yl)diazanyl]phenol [3], 2-[(3-Hydroxy- phenylimino) methyl]-4-[(5-mercapto-1,3,4-thiadiazol-2-yl) diazenyl]phenol [4] and complexes were characterized by FT-IR and UV-visible spectroscopy in addition to conductivity measurement. The metal:ligand ratio was 1:1 in all complexes. The spectral studies showed the geometry for [Z1] and [Z2] complexes are square planar, and the geometry for [Z3] complex is octahedral. While the geometry for [Z4] complex is tetrahedral.

// المقدمة

تعد قواعد شيف⁽¹⁾ احد ابرز الليكاندات المستخدمة في الكيمياء التناسقية إذ تدخل في تحضير عدد كبير من المعقدات مع ايونات الفلزات بصورة عامة والانتقالية على وجه الخصوص بسبب قدرتها على التناسق، والعالم شيف⁽²⁾ هو أول من حضر مركبات الايمين سنة 1864 من تفاعل تكثيفي بسيط للديهايدات او الكيتونات مع الأمينات الأولية . تحضر قواعد شيف الحاوية على مجموعة الازو (الازوامينات) من تكاثف الامينات الاولية مع الالديهايدات الاروماتية الحاوية على مجموعة الازو، ويسرع التفاعل عادة باضافة قطرة او قطرتين من حامض الخليك الثلجي^(4,3).

تمتلك المركبات الحاوية على مجموعة الازوميثين خاصاً قاعدية بسبب وجود مزدوج الكتروني منفرد على ذرة

النتروجين فضلاً عن الأصرة المزدوجة لمجموعة الازوميثين (-HC=N-) ولكن القدرة القاعدية لمجموعة (-HC=N-) غير كافية لتكوين معقدات مستقرة لذلك يعد وجود ذرة مانحة أخرى قريبة من مجموعة (-HC=N-) ضرورياً لتكوين معقدات مستقرة مع ايونات الفلزات عن طريق تكوين حلقات كلتيه خماسية او سداسية⁽¹⁾. تتميز الايمينات ومركبات الازو بانتقائية عالية تجاه بعض العناصر دون غيرها⁽⁵⁾ وتتميز هذه المركبات بامتلاكها لمدى واسع من النشاط البايولوجي ضد الفايروسات⁽⁶⁾، البكتريا⁽⁷⁾، الفطريات⁽⁸⁾ وكمضادات سرطانية⁽⁹⁾، علاوة على ذلك فان اصباغ الازو لحلقة (1,3,4-ثايدايازول) تعتبر من الاصباغ ذات الجودة العالية بسبب ثباتيتها الممتازة تجاه عملية الغسل وثباتيتها تجاه الضوء وقدرتها على اكساب الانسجة القماشية مدى واسع من التدرج اللوني⁽¹⁰⁾. وتتميز أيضاً معقدات هذه الليكاندات باستقرارية عالية ومن العوامل التي تزيد من استقرارية هذه المعقدات هو نوع التناسق، فكلما زادت عدد مواقع التناسق زادت استقرارية المعقد⁽¹¹⁾.

تمتلك معقدات النيكل لقواعد شيف فعالية واسعة المدى للفطريات والبكتريا ولقد أثبتت فعاليتها ضد مرض اصفرار نبات الأرز وكذلك ضد مرض تفحم نبات الأرز، إذ وجد أن تلك المعقدات أكثر فعالية من الليكاندات بعدد كبير من المرات⁽¹²⁾. أستخدم عدد من معقدات قواعد شيف مع النحاس للقضاء على الأحياء المجهرية التي تتطفل على نبات الأرز حيث تقوم بقتل ابواغها (Helminth sporium oryzae) وقد لوحظ أن الفعالية تزداد عند التناسق مع الذرة الفلزية⁽¹²⁾.

■ المواد الكيميائية والأجهزة المستخدمة:

جميع المواد الكيميائية والمذيبات المستخدمة كانت من قبل شركتي BDH و Fluka وتم التأكد من نقاوة تلك المواد من معرفة درجات انصهارها حيث كانت حادة ومطابقة لما هو منشور في الأدبيات. عيّنت درجات الانصهار غير المصححة للمركبات المحضرة باستعمال جهاز Gallen kamp melting point بينما قياس أطيف FT-IR فكان باستخدام جهاز FT-IR-8400S Shimadzu، وقياس أطيف uv-vis باستخدام جهاز Shimadzu 160A. التوصيلية المولارية قيست للمعدّات بدرجة 25 م[°] ومذيب DMF بتركيز (0.001) مولاري باستخدام جهاز WTW-Terminal 740.

■ طرق تحضير المركبات والمعدّات:

(1) تحضير المركب 2- أمينو-1،3،4- ثايدايازول-5- ثايول [1]^(13،4)

أذيب (5غم، 0.0549مول) من الثايبوسيميكاربازايد و(2.912غم، 0.0274مول) من كربونات الصوديوم اللامائية في (25مل) من كحول الاثيل المطلق، ثم أضيف إلى المزيج (5غم، 0.0657مل) من ثنائي كبريتيد الكربون وصعد المزيج على حمام مائي بدرجة حرارة (60 م[°]) لمدة 24 ساعة. برد مزيج التفاعل إلى درجة حرارة الغرفة، ثم أضيف إليه (25مل) من الماء المقطر مع التحريك وبعد ذلك أضيفت قطرات من حامض الهيدروكلوريك المركز بالتدريج حيث ظهر راسب اصفر مخضر، رشح تحت الضغط المخزل وغسل بشكل جيد بالماء المقطر وأعيدت بلورته بالماء المقطر وترك ليحفظ.

(2) تحضير المركب 2- هايدروكسي-5- (5- مركبتو- 1،3،4- ثايدايازول-2- يل)-أزوبنزالديهايد [2]⁽⁴⁾

أذيب (2غم، 0.015مول) من المركب [1] في (8مل) من حامض الهيدروكلوريك المركز و(10مل) من الماء المقطر، ثم برد المزيج على حمام ثلجي إلى درجة الحرارة (صفر م[°]). بعد ذلك حضر محلول نترتيت الصوديوم من إذابة (1.3غم، 0.0188مل) في (10مل) من الماء المقطر وتمت إضافته تدريجياً إلى المزيج مع التحريك والسيطرة على درجة حرارة الحمام الثلجي ما بين (0-5 م[°]). بعد ذلك تم تحضير محلول 2-هايدروكسي بنزالديهايد من إذابة (1.834غم، 0.015مول) في (15مل) من محلول هيدروكسيد الصوديوم [10%] وبرد على حمام ثلجي إلى درجة (5 م[°])، بعد ذلك تم تحريكه بشدة ثم أضيف إليه محلول ملح الديازونيوم ببطء شديد فتحول لون المحلول إلى الأحمر وترسبت بلورات حمراء اللون، تركت لتستقر لمدة نصف ساعة. رشحت وغسلت بالماء البارد ثم أعيدت بلورتها من الايثانول.

(3) تحضير الليكند 2- [(2-أمينوإثيل إيمينو)مثيل]-4- [(5-مركبتو- 1،3،4- ثايدايازول-2- يل)-دايزانيل]- فينول [3]

أذيب (0.399غم، 0.0015مول) من مشتق الأزوبنزالديهايد [2] في (15مل) من الايثانول المطلق ثم أضيف إلى المحلول قطرتين من حامض الخليك الثلجي مع التحريك، بعد ذلك أضيف (0.09غم، 0.0015مول) من الاثيلين ثنائي أمين المذاب في (10مل) من الايثانول المطلق تدريجياً وصعد مزيج التفاعل على حمام مائي بدرجة (70 م[°]) لمدة ساعتين، بعد ذلك برد المزيج وتم الحصول على راسب، رشح وأعيدت بلورته من الايثانول ثم جفف.

(4) تحضير الليكند 2- [(3-هايدروكسي فينيل إيمينو)مثيل]-4- [(5-مركبتو- 1،3،4- ثايدايازول-2- يل)-دايزانيل]- فينول [4]⁽⁴⁾

أذيب (0.399غم، 0.0015مول) من مشتق الأزوبنزالديهايد [2] في (15مل) من الايثانول المطلق ثم أضيف إلى المحلول قطرتين من حامض الخليك الثلجي مع التحريك، بعد ذلك أضيف (0.1635غم، 0.0015مول) من 3- أمينوفينول المذاب في (10مل) من الايثانول المطلق تدريجياً وصعد مزيج التفاعل على حمام مائي بدرجة (70 م[°]) لمدة ساعتين، بعد ذلك برد المزيج وتم الحصول على راسب، رشح وأعيدت بلورته من الايثانول ثم جفف. المخطط (3) يبين معادلات تحضير المركبات [1]-[4].

(5) تحضير معدّات [Z1] (Ni²⁺) و [Z2] (Cu²⁺) مع الليكند [3]

أذيب (1مول) من الليكند [3] في (15مل) من الميثانول المطلق، أعقبها إضافة محلول (1مول) لكل من ملح كلوريد النيكل في الميثانول المطلق و ملح كلوريد النحاس في الميثانول المطلق، بعد إكمال الإضافة صعد المزيج لمدة ساعتين. بعد ذلك برد المزيج وتم الحصول على راسب، رشحت وغسلت بالماء المقطر ثم جففت.

(6) تحضير معدّات [Z3] (Ni²⁺) و [Z4] (Cu²⁺) مع الليكند [4]

أذيب (1مول) من الليكند [4] في (15مل) من الميثانول المطلق، أعقبها إضافة محلول (1مول) لكل من ملح كلوريد النيكل في الميثانول المطلق و ملح كلوريد النحاس في الميثانول المطلق، بعد إكمال الإضافة ترك المزيج في درجة حرارة الغرفة لمدة ربع ساعة تكونت الرواسب مباشرة، رشحت وغسلت بالماء المقطر ثم جففت. الخصائص الفيزيائية للمركبات المحضرة مبينة في الجدول (1).

الجدول (1): الخصائص الفيزيائية للمركبات الممضرة

التوصيلية المولارية (S.cm ² .mol ⁻¹) في DMF	نسبة المنتج (%)	درجة الانصهار	اللون	المركب
---	80	178 -180	احمر	[3]
13.97	58	220 Dec.	احمر غامق	[Z1]
18.58	65	238 Dec.	احمر غامق	[Z2]
---	75	160 -162	اخضر	[4]
27.53	63	210 Dec.	جوزي مخضر	[Z3]
30.49	79	234 Dec.	اخضر غامق	[Z4]

النتائج والمناقشة

■ أطياف الأشعة تحت الحمراء:

على الرغم من إن المركبين [1] و [2] هما مركبين محضرين سابقاً فقد تم تحضيرهما حسب الطرق الموجودة في الأدبيات وظهر إن درجات انصهارها مقارنة لدرجات انصهارها في الأدبيات^(13,14).

اظهر طيف الليكاند [3] (شكل 1) حزمة امتصاص عند (1635سم⁻¹) والتي تعود إلى مجموعة الازوميثين (-HC=N-)⁽¹⁴⁾. إن المركبات الحاوية على مجموعة (-HC=N-) تظهر خواص قاعدية فنترتبط مع ايون الفلز بالتناسق عن طريق دخول المزدوج اللاتأصري لذرة النايتروجين لمجموعة (-HC=N-) إلى ايون الفلز وقد يؤدي هذا الارتباط إلى إزاحة حزمة المجموعة (-HC=N) إلى ترددات أعلى في بعض المعقدات او إلى ترددات أوطأ بعد تأصرها مع ايون الفلز في معقدات أخرى⁽¹⁵⁾. كذلك اظهر طيف الليكاند قمة امتصاص عند (1298سم⁻¹) والتي تعود لمجموعة (C-O)⁽¹⁴⁾. عند حصول التناسق لهذا الليكاند مع الايونات الفلزية سوف تتغير مواقع وأشكال الحزم عما كانت عليه في الليكاند الحر وكذلك تتكون حزم جديدة ناتجة من حصول ارتباط الفلز مع الذرة المانحة في الليكاند. فلقد اظهر طيف معقد النيكل [Z1] (شكل 2) وطيف معقد النحاس [Z2] (شكل 3) مع الليكاند [3] إزاحة في ترددات مجموعة (-HC=N-) إلى ترددات أوطيء عند (1625، 1618)سم⁻¹ على التوالي، دلالة على تناسق هذه المجموعة مع ايوني النيكل والنحاس. كذلك لوحظ تغير في ترددات مجموعة (C-O) في المعقدين [Z1] و [Z2] إلى ترددات أعلى عند (1354، 1348)سم⁻¹ على التوالي^(17,16)، ولوحظ أيضاً ظهور حزمتين جديدتين في طيف المعقدين حيث ظهرت حزمة جديدة على شكل كتف في المعقد [Z1] عند (590سم⁻¹) والعائدة إلى الأصرة (Ni-O) وظهر حزمة أخرى جديدة عند (443سم⁻¹) والعائدة إلى الأصرة (Ni-N). كما ظهرت قمم جديدة في المعقد [Z2] عند (530، 439)سم⁻¹ والعائدة لأصرتي (Cu-O) و (Cu-N) على التوالي⁽¹⁸⁾.

أما طيف الليكاند [4] (شكل 4) فقد اظهر حزمة امتصاص عند (1622سم⁻¹) العائدة إلى مجموعة الازوميثين (-HC=N) و اظهر أيضاً قمة امتصاص عند (1188سم⁻¹) التي تعود إلى مط الأصرة (C-O)⁽¹⁴⁾. اظهر طيف معقد النيكل [Z3] (شكل 5) مع الليكاند [4] إزاحة في مجموعة (-HC=N-) إلى ترددات أعلى (1631سم⁻¹)، كما اظهر طيف معقد النحاس [Z4] (شكل 6) تغير في موقع حزمة مجموعة (-HC=N-) إلى ترددات أوطأ (1618سم⁻¹)، ولوحظ أيضاً إزاحة في ترددات مجموعة (C-O) في المعقدين [Z3] و [Z4] إلى ترددات أعلى (1276، 1199)سم⁻¹ على التوالي، دلالة على تناسق مجموعة (-HC=N-) ومجموعة (C-O) مع ايوني النيكل والنحاس⁽¹⁷⁻¹⁵⁾. كما ظهرت قمم جديدة في طيف المعقدين عند (540، 525)سم⁻¹ و (434، 439)سم⁻¹ والعائدة لأصرتي (M-O) و (M-N) على التوالي⁽¹⁸⁾. إن حزم الامتصاص الأخرى لليكاندين ومعقداتهما موضحة في الجدول (2).

جدول (2): بعض الحزم المميزة لطيف الأشعة تحت الحمراء للجناحين ومعدنهما المضرة

المركبات	$\nu(-OH)$	$\nu(-NH_2)$	$\nu(C=N)$	$\nu(C=C)$ $\nu(N=N)$	$\nu(C-O)$	$\nu(M-O)$	$\nu(M-N)$	$\delta(C-H)$ arom. o.o.p
[3]	3660	3440 3400	1635	1512	1298	---	---	850
[Z1]	3550	3420 3370	1618	1523	1354	590	443	879
[Z2]	3650	3560 3475	1625	1508	1348	530	439	848 769
[4]	3649	---	1622	1510	1188	---	---	862
[Z3]	3560	---	1631	1525	1199	540	434	895
[Z4]	3568	---	1618	1530	1276	525	439	848

نتائج دراسة الأطياف الإلكترونية وقياس التوصيلية الكهربائية:

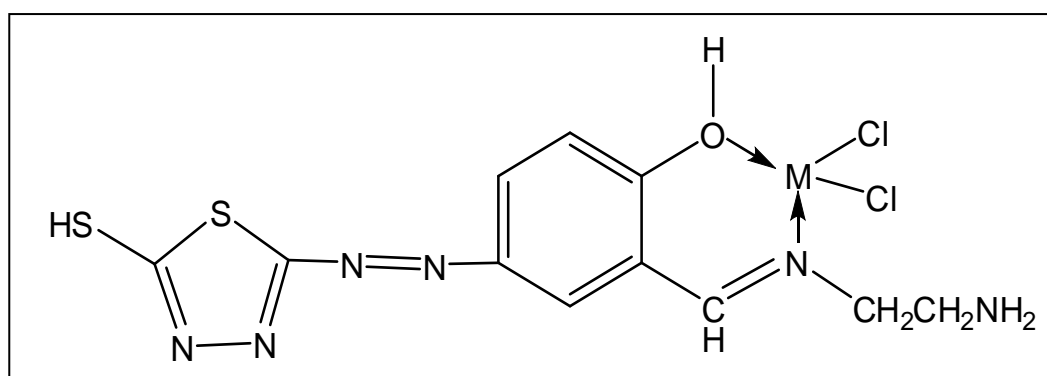
الأطياف الإلكترونية هي إحدى الطرق التشخيصية لمعرفة التراكيب الهندسية للمعقدات (20,19)، وبما إن معقدات أيونات العناصر الانتقالية تحتوي على تراكيب الكترونية غير ممتلئة للغلاف d، لذا فإننا نلاحظ انتقالات الكترونية في المنطقة المرئية من الطيف وتظهر هذه الانتقالات بشكل حزم غير قوية تسمى هذه الانتقالات بـ d-d. أظهرت نتائج الطيف الإلكتروني لمعقد النيكل (II) (شكل 7)، إن للمعقد [Z1] حزم امتصاص في (490 و 748 نانومتر) والعائدة إلى الانتقالات الإلكترونية $^1A_{1g} \rightarrow ^1B_{1g}$ و $^1B_{1g} \rightarrow B_{2g}$ على التوالي. أما الطيف الإلكتروني لمعقد النحاس (II) [Z2] (شكل 8)، فقد أظهر قمتي امتصاص عند (544 و 746 نانومتر) العائدة للانتقالات الإلكترونية $^2A_{1g} \rightarrow ^2B_{1g}$ و $^2B_{2g} \rightarrow ^2B_{1g}$ على التوالي. بين ظهور هذه الحزمة إن لهذين المعقدين [Z1] و [Z2] بنية المربع المستوي. كما أظهرت نتائج الطيف الإلكتروني لمعقد النيكل (II) [Z3] (شكل 9)، قمة امتصاص في (749 نانومتر) والتي تعود إلى الانتقال الإلكتروني $^3A_{2g} \rightarrow ^3T_{2g}$. إن موقع هذه القمة يشير لامتلاك هذا المعقد [Z3] لبنية ثمانية السطوح. بينما أظهر الطيف الإلكتروني لمعقد النحاس (II) [Z4] (شكل 10)، قمة واحدة عند (748 نانومتر) والعائدة للانتقال الإلكتروني $^2E \rightarrow ^2T_2$. يؤكد ظهور هذه الحزمة على أن لهذا المعقد [Z4] البنية الأكثر احتمالاً وهي رباعي السطوح (20-18). فضلاً عن ذلك فقد أعطت المعقدات المحضرة عند قياس الطيف الإلكتروني لها حزمًا إضافية في المدى (260-381 نانومتر) تعود إلى حزم انتقال الشحنة (Charge transfer spectra) بين الليكاند والأيون الفلز وكما مبين في الجدول (3).

إن نتائج التوصيلية المولارية أظهرت أن جميع المعقدات المحضرة غير موصلة، جدول (1). من هذه النتائج ونتائج أطياف FT-IR اقترحت الصيغ التركيبية للمعقدات (مخطط 1 و 2).

جدول (3): الأطياف الإلكترونية للجناحين والمعدن المضرة في مذيب ثنائي مثل فورمالدهيد (DMF)

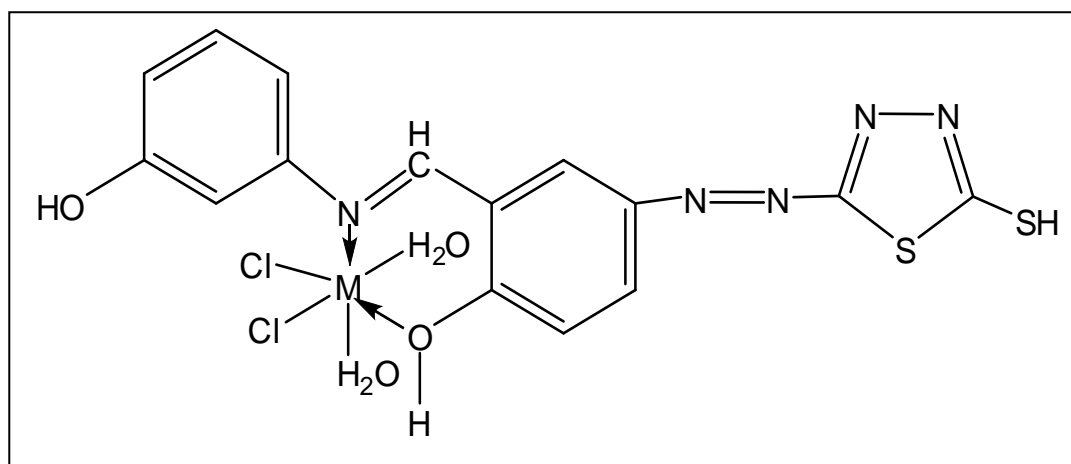
المركبات	λ_{nm}	ν_{cm-1}	نوع الانتقال
[3]	260	38461	$\pi \rightarrow \pi^*$
	308	32467	$n \rightarrow \pi^*$
[Z1]	263	38022	Charge transfer
	340	29411	Charge transfer
	490	20408	$^1A_{1g} \rightarrow ^1B_{1g}$
	748	13368	$^1B_{2g} \rightarrow ^1B_{1g}$
[Z2]	381	26246	Charge transfer

	544	18382	${}^2A_{1g} \longrightarrow {}^2B_{1g}$
	746	13404	${}^2B_{2g} \longrightarrow {}^2B_{1g}$
[4]	266	37593	$\pi \longrightarrow \pi^*$
	342	29239	$n \longrightarrow \pi^*$
[Z3]	259	38610	Charge transfer
	319	31347	Charge transfer
	749	13351	${}^3A_{2g} \longrightarrow {}^3T_{2g}$
[Z4]	264	37878	Charge transfer
	320	31250	Charge transfer
	748	13368	${}^2E \longrightarrow {}^2T_2$

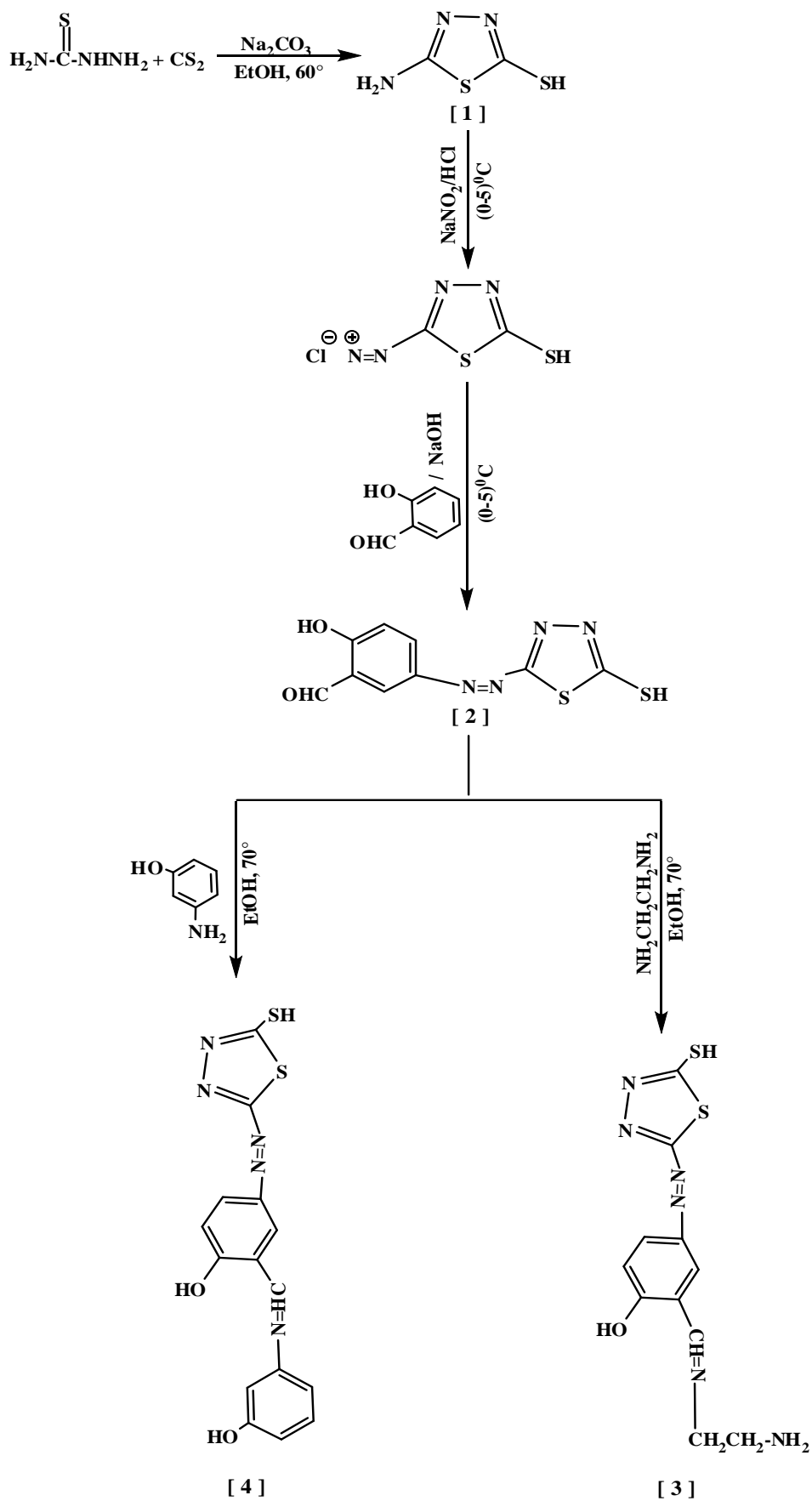


M= Ni (II) , Cu (II)

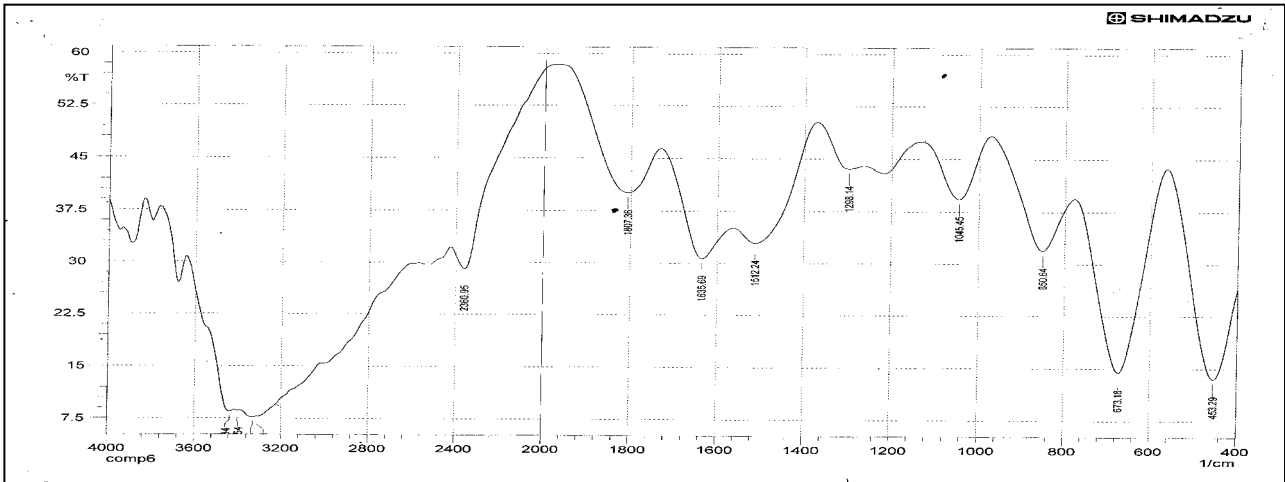
مخطط (1): الصيغ المتوقعة للمعقدات المنسوبة [Z1]، [Z2] و [Z4]



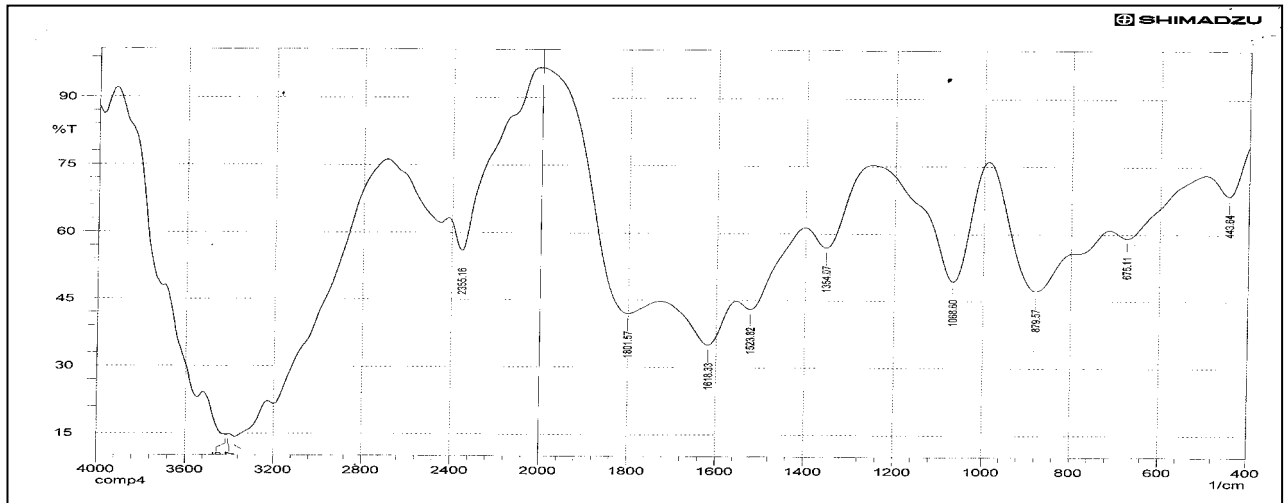
مخطط (2): المثل المتوقعة للمعقد [Z3]



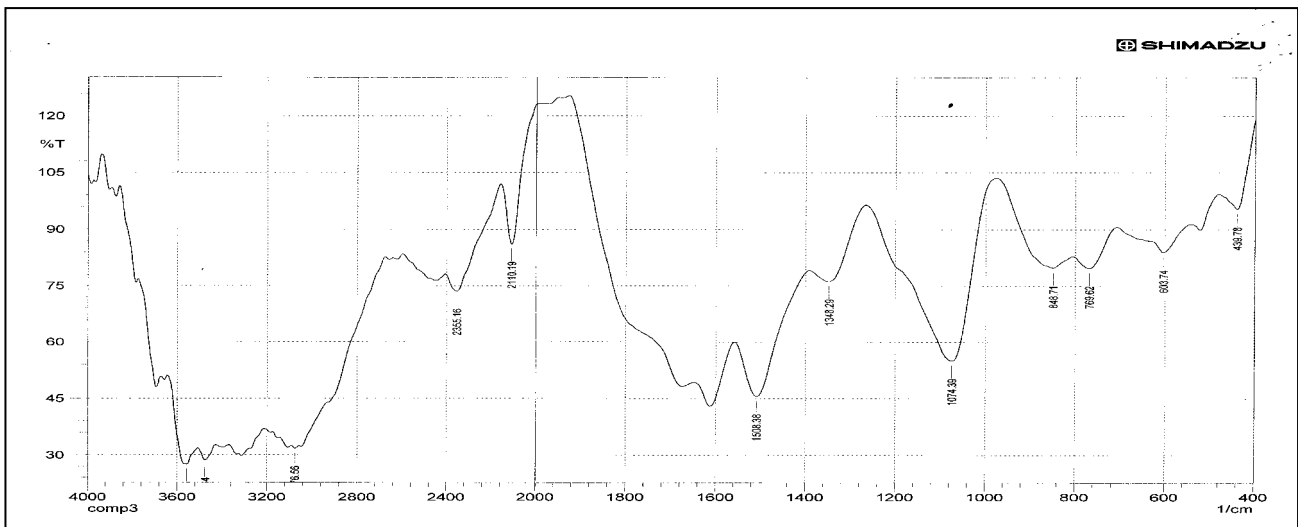
المخطط رقم (3): تمثيل الليندينين [3] و [4]



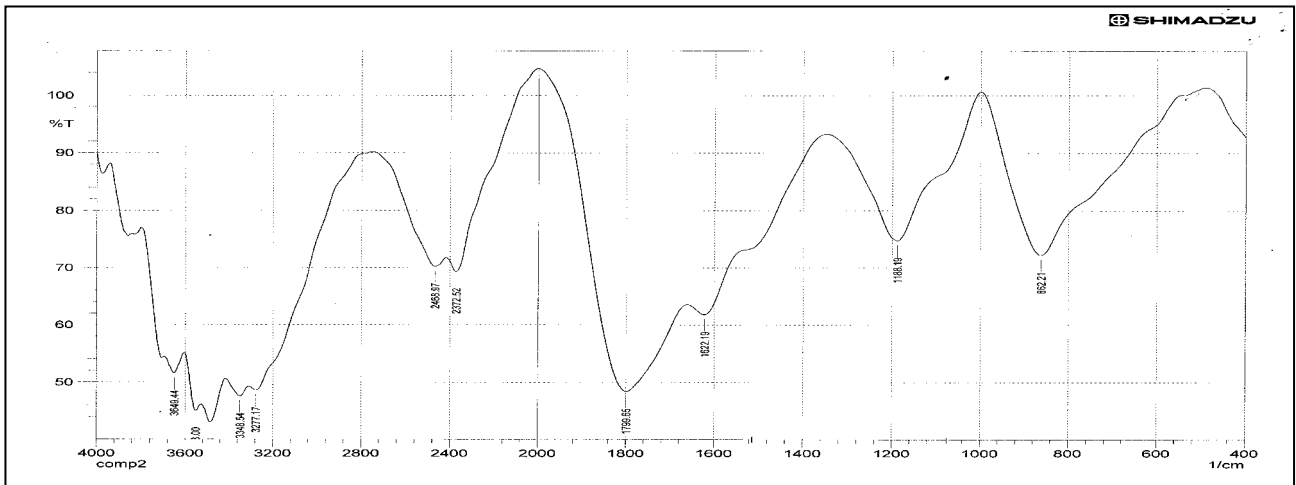
شكل (1): طيف FT-IR للمركب [3]



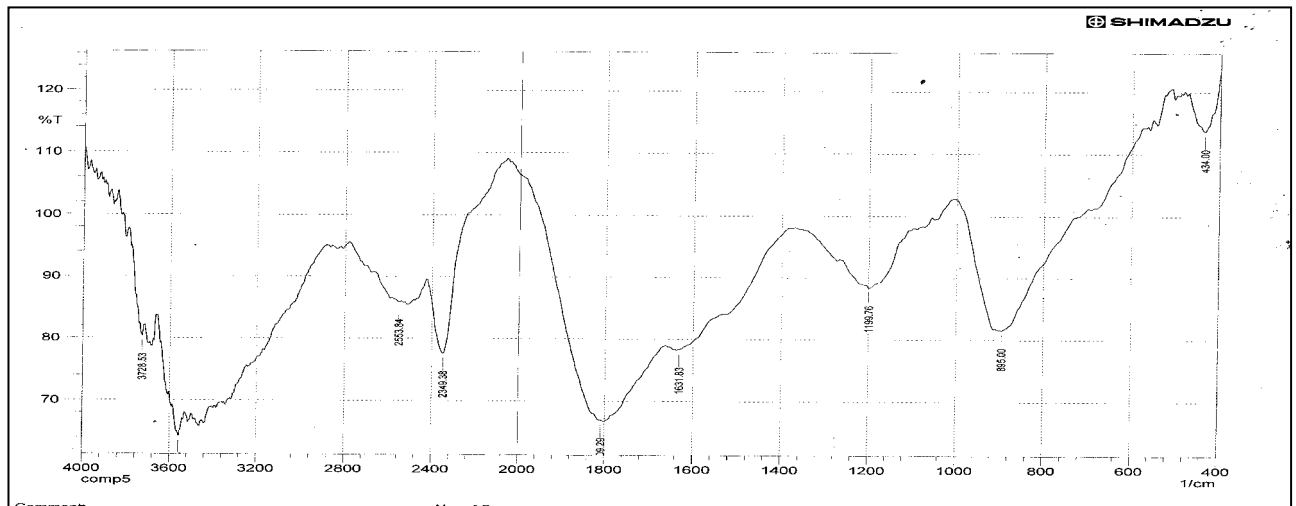
شكل (2): طيف FT-IR للمركب [Z1]



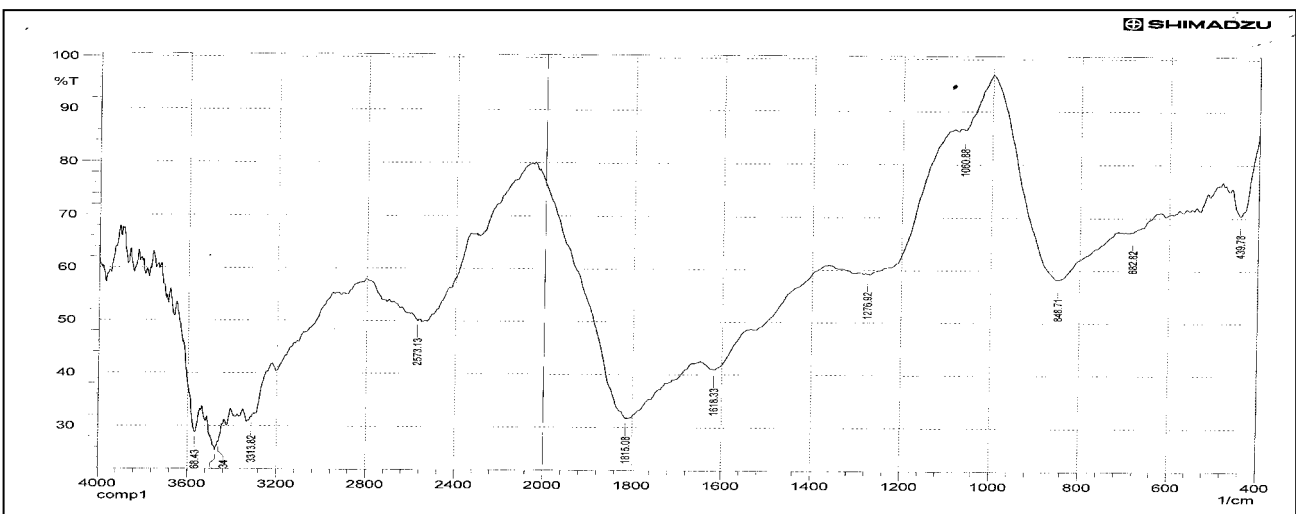
شكل (3): طيف FT-IR للمركب [Z2]



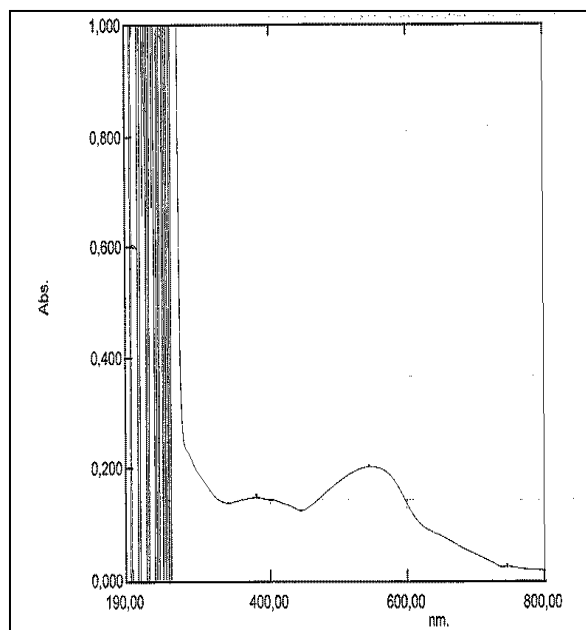
شكل (4): طيف FT-IR للبيكند [4]



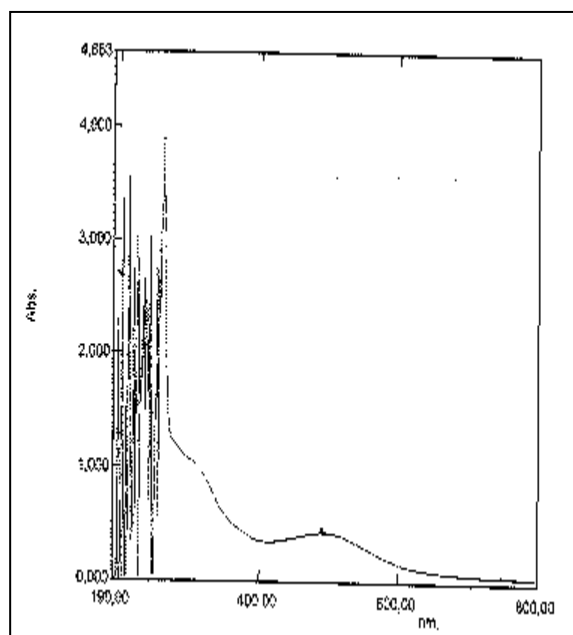
شكل (5): طيف FT-IR للمعقد [Z3]



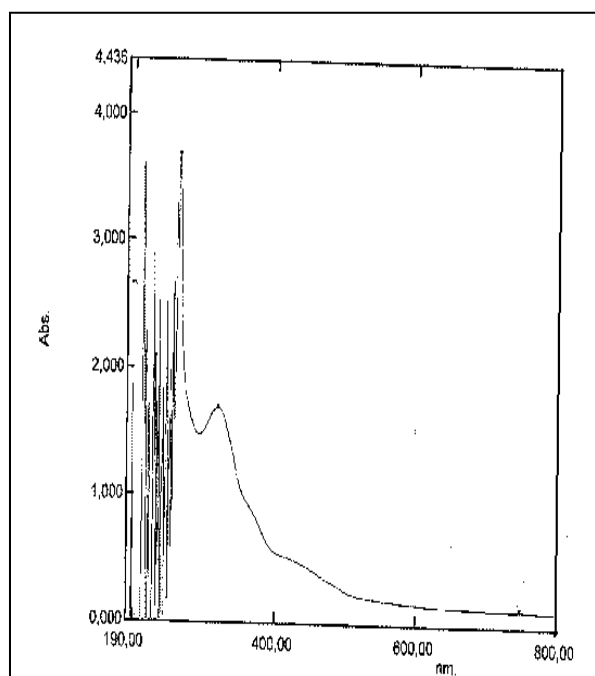
شكل (6): طيف FT-IR للمعقد [Z4]



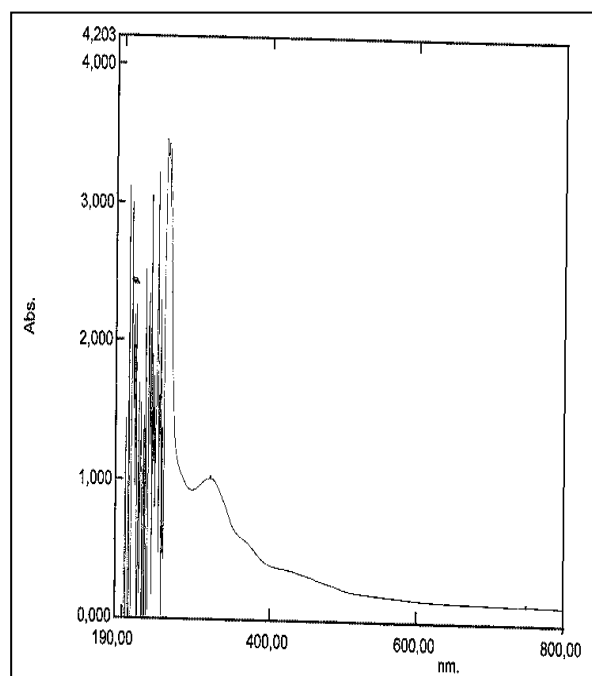
شكل (8): طيف UV-vis. للمعقد [Z2]



شكل (7): طيف UV-vis. للمعقد [Z1]



شكل (10): طيف UV-vis. للمعقد [Z4]



شكل (9): طيف UV-vis. للمعقد [Z3]

Reference

- 1- G. Wilkinson, R.D. Gillard and J.A. McCleverty, “*Comprehensive Coordination Chemistry*”. 1st. ed., Pergamon Press, Oxford, England, vol.II, (1987).
- 2- H. Schiff, *Ann. Chim.*, (Paris), **131**, 118 (1864).
- 3- A. A. Jarrahpour, M. Motamedifar, K. Pakshir, N. hadi and M. Zarei, *Molecules*, **9**, 815, (2004).
- 4- Z. H. Abood, R. T. Haiwal, I. L. kadum, *J. of Karbala University*, **6**, 4, 140, (2008).
- 5- J. H. Mendez, B. H. Cordero and J. L. Pavon, *Talanta*, **35**, 293, (1988).
- 6- P. H. Wang, J. G. Keck, E. J. Lien and M. M. Lai, *J. Med. Chem.*, **33**, 608, (1990).
- 7- A. S. Kabeer, M. A. Baseer and N. A. Mote, *Asian J. Chem.*, **130**, 496, (2001).
- 8- P. G. More, R. B. Bhalvankar and S. C. Pattar, *J. Indian Chem. Soc.*, **78**, 474, (2001).
- 9- S. B. Desai, B. Desai and K. B. Desai, *Heterocycl. Commun.*, **7**, 83, (2001).
- 10- H. Chen, Z. Li and Y. Han, *J. Agric. Food Chem.*, **48**, 5312, (2002).
- 11- N. M. Al-Jamali, *J. of Alqadisiya Sci.*, **9**, 4, (2004).
- 12- R. A. Elia, *M. Sc. Thesis*, University of Mosul, (2002).
- 13- A. R. Katritzky, Z. Wang and R. Offerman, *J. Heterocycl. Chem.*, **27**, 139, (1990).
- 14- R. M. Silverstein, G. C. Bassler and T. C. Marrill, “*Spectrometric Identification of Organic Chemistry*”, John Wiley and Sons, (1981).
- 15- B. I. Mahdi and H. H. Mouhsin, *J. of Karbala University*, **5**, 4, 682, (2007).
- 16- D. H. Williams and I. Fleming, “*Spectroscopic Methods in Organic Chemistry*”, 5th. ed., London, (1995).
- 17- M. J. Al-Jehoori, *National Jowmal of Chemistry*, **23**, 352, (2006).
- 18- K. Nakamoto, “*Infrared spectra of inorganic and coordination compounds*”, 4th. ed., Wiley, intr., New York, (1996).
- 19- D. Kumar, P. K. Gupta and A. Syamal, *J. Chem. Sci.*, **117**, 3, 247, (2005).
- 20- A. B. P. Lever, “*Inorganic electronic spectroscopy*”, 2th. ed., New York, (1984).