

# مجلة جامعة البعث

سلسلة العلوم الأساسية



مجلة علمية محكمة دورية

المجلد 46 . العدد 12

1446 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

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
36-11	د. ديب باكير د. شعيب الأحمد عبدالله عرييش	دراسة كهروكيميائية لإرجاع المركب الدوائي سيبرونولاكوتون على سطح مسرى الكربون الزجاجي GC في الوسط المعتدل
56-37	د. حامد عباس	الحساب التقريبي للتكاملات المضاعفة اللانهائية باستخدام دوال هرميت المتعامدة
108-57	زهراء العبد د. محمد مضر الخضر د. عدنان كودلاً	اصطناع ودراسة كوانتية وطيفية لمشتق (4,1-بنزن دي ألدهيد مع التيوفن) و بعض معقداته المعدنية .
134-109	د. هادية طهماز	مقارنة طرائق تقدير توزيع واييل لأحداث عشوائية نيتروسوفيكية
156-135	د. بسام غزولين حسن علي الحسن	دراسة استخدام ليزر الديود 808nm في إزالة الشعر







## دراسة كهروكيميائية لإرجاع المركب الدوائي سبيرونولاكتون على سطح مسرى الكربون الزجاجي GC في الوسط المعتدل

د. ديب باكير\* د. شعيب الأحمد\*\* عبدالله عريش\*\*\*

### ملخص البحث:

تناول هذا البحث دراسة الإرجاع الكهروكيميائي للمركب الدوائي سبيرونولاكتون بوجود وسط معتدل من ملح كلوريد البوتاسيوم بتركيز (0.5 M) ككهرليت داعم على مسرى GC (الكربون الزجاجي) بالاعتماد على الطريقة الفولتومترية الحلقية، وقد أظهرت الدراسة وجود موجة كاثودية-يعزى السبب في ذلك لنقل الكترولين- ناتجة عن عملية إرجاع مجموعة الكربونيل إلى مجموعة كحول ثانوي، كما تم تحديد الحركة التي يخضع لها تفاعل الإرجاع وتبين أنه يخضع للحركة الانتشارية، وكانت أفضل سرعة مسح كموني هي 100 mv/s، وتم دراسة تأثير تغير التركيز على عملية الإرجاع وكانت العلاقة بين التركيز والتيار خطية ضمن المجال المدروس، وكما تم تحديد سبيرونولاكتون كمياً في بعض المستحضرات الصيدلانية الحاوية عليه (ALCTONE 50mg و DIURACTNE 25mg) باستخدام تقانة الفولط أمبيرو مترية الحلقية واستخدمت طريقة الإضافات القياسية، وكانت الطريقة المقترحة متناسبة مع الدواء سبيرونولاكتون وتساهم في فهم سلوك الدواء داخل الخلية الكهروكيميائية.

**الكلمات المفتاحية:** سبيرونولاكتون، مسرى الكربون الزجاجي، الطريقة الفولتومترية الحلقية، الحركة الفيزيائية للسبيرونولاكتون.

\*أستاذ في الكيمياء الفيزيائية، كلية العلوم-جامعة البعث.  
\*\*عضو الهيئة التدريسية- في الجامعة الوطنية الخاصة في حماه.  
\*\*\*معيد في جامعة تشرين-كلية العلوم- قسم الكيمياء الفيزيائية.

## Electrochemical Study to Reduction pharmaceutical composite Spironolactone On The Surface Glass Carbon electrode in Moderate Medium

**Dr. Dib Baker.\***

**Dr. Shuaib Ahmad.\*\***

**Abdullah Arbish.\*\*\***

### Abstract

This research deals with the study of electrochemical reduction of spironolactone in the presence of an Moderate medium of potassium chloride with a concentration of (0.5 M) as a supporting electrolyte on the Glass Carbon electrode, depending on the cyclic voltammetric method. The study showed the presence of a cathodic wave-the reason for this is attributed to the transmission two electrons-resulting from the process of reduction a carbonyl Group to a secondary alcohol group, the kinetics to which the reduction reaction is subjected were also determined and it was found that it is subject to diffusional kinetics, the best potential scanning speed was 100 mv/s, the effect of the changing the concentration on the reduction process was studied and the relationship between the concentration and the current is linear within the studied range, Spironolactone was also determined quantitatively in some pharmaceutical preparations containing it (ALCTONE 50mg, DIURACTNE 25mg), Using the cyclic voltammetry technique and the standard addition method was used, the proposed method was compatible with the drug spironolactone and contributes to understanding the behavior of the drug inside the electrochemical cell.

**Key words:** spironolactone, Glass Carbon electrode, cyclic voltammetry, physical kinetic for spironolactone.

---

\*professor of physical chemistry, Faculty of science, AL-Baath University.

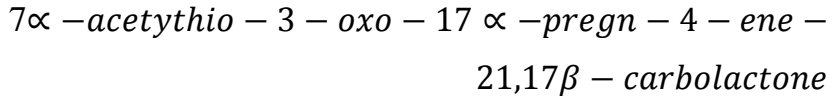
\*\*Member of the teaching staff at the National private University in Hama.

\*\*\*Teaching Assistant at Tishreen University faculty of Science.

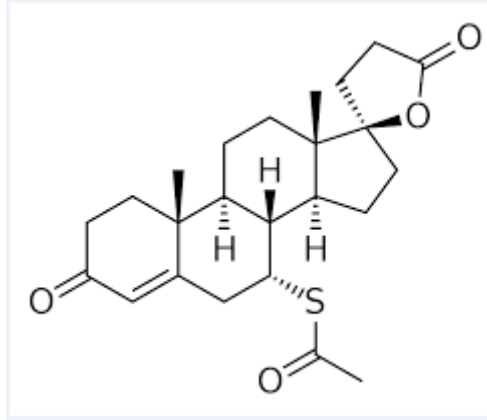
## 1- المقدمة:

يعتبر المركب سبيرونولاكتون استر حلقي يكون بشكل مسحوق أبيض أو أبيض مصفر عديم الرائحة غير ذائب في الماء وقليل الذوبان في الايتر ولكنه يذوب في الإيثانول والميثانول والكلوروفورم. [1]

الاسم العملي للسبيرونولاكتون: [17]



له الصيغة الكيميائية نصف المنشورة التالية:



يصنف الدواء سبيرونولاكتون علاجياً ضمن صنف المدررات وهي الأدوية التي تزيد إفراز وطرح الأدرار. [2]

يستخدم سبيرونولاكتون لعلاج ارتفاع ضغط الدم وقصور القلب، ويعمل على منع السكتات الدماغية والنوبات القلبية ومشاكل الكلى، يستخدم أيضاً لعلاج التورم (الوذمة) الناجم عن حالات معينة (مثل قصور القلب وأمراض الكبد). [3]

لجأ الكيميائيون الى تحديد سيبرونولاكتون في العديد من المستحضرات الصيدلانية سواء لوحده أو ضمن عينات حيوية حاوية عليه مستخدمين عدة طرائق مثل الطرائق الطيفية [4] وطريقة الكروموتوغرافيا السائلة [5] التي تتطلب الكثير من الوقت، لذا توجهت الأنظار الى استخدام تقنيات التحليل الكهربائي التي تميزت بحساسيتها العالية بالإضافة الى أنها لا تحتاج الى زمن طويل وأقل كلفة مقارنة بالطرائق الأخرى.[6]

تعد الطرائق الكهروكيميائية من أهم طرائق التحليل وذلك لدقتها العالية وفعاليتها الكبيرة في تحديد مادة كيميائية ضمن مزيج كبير من المواد المختلفة وهو ما يعرف بانتقائية الطريقة التحليلية، ومن أهم هذه الطرائق:

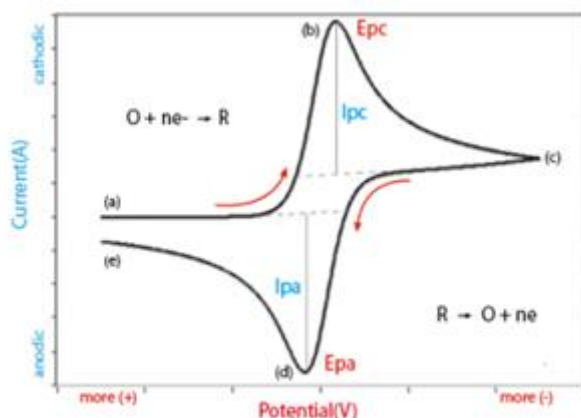
## 2- الطريقة الفولتومترية الحلقية **Cyclic Voltammetry Method**:

يُعد التحليل بالطريقة الفولط أمبيرو مترية الحلقية (CV) الأهم بين طرائق التحليل الفولط أمبيرو متري لأنه يمكن الاعتماد عليه في الحصول على معلومات عن المادة المدروسة وهي : طبيعة التفاعلات الكهروكيميائية الحاصلة عند سطح المسرى (هل هو تفاعل أكسدة أو تفاعل إرجاع أم كلاهما)، ويمكن معرفة ميكانيكية التفاعلات الكهروكيميائية الحاصلة، كما يمكن معرفة عدد الإلكترونات المتبادلة في التفاعل الكهروكيميائي وفي حساب بعض الثوابت الترموديناميكية وإجراء الدراسات الحركية [8] و [7] .

تعد الطريقة الفولتومترية الحلقية نوع من القياسات الكهروكيميائية الجهدية الحركية. وبداية ظهور هذه التقنية كان في عام 1938م عندما ذكره ووصفه Randles، وفي هذه الطريقة يتم قياس شدة التيار المتدفق بين الإلكترود العامل (الذي يتم مراقبة جهده بتوصيله بالإلكترود المرجعي) والإلكترود المساعد وذلك تحت تحكم مقياس الجهد potentiostat، ومن الفولتاموغرام يتم تقدير الجهود التي تحدث عندها العمليات الكهروكيميائية المختلفة [9].

في هذه التقنية يمسح الكمون باتجاه واحد ( باتجاه الكمونات الأكثر سلبية) أولاً ويدعى اصطلاحاً بالاتجاه الأمامي للمسح بعدها يمسح بالاتجاه الاخر ( باتجاه الكمونات الأكثر ايجابية يدعى بالاتجاه المعاكس) حيث يقاس التيار أثناء المسح ويمكن أن تستخدم حلقة كاملة أو جزئية أو عدة حلقات، يوضح الشكل رقم (1) شكل الموجة الفولتومترية : [11]

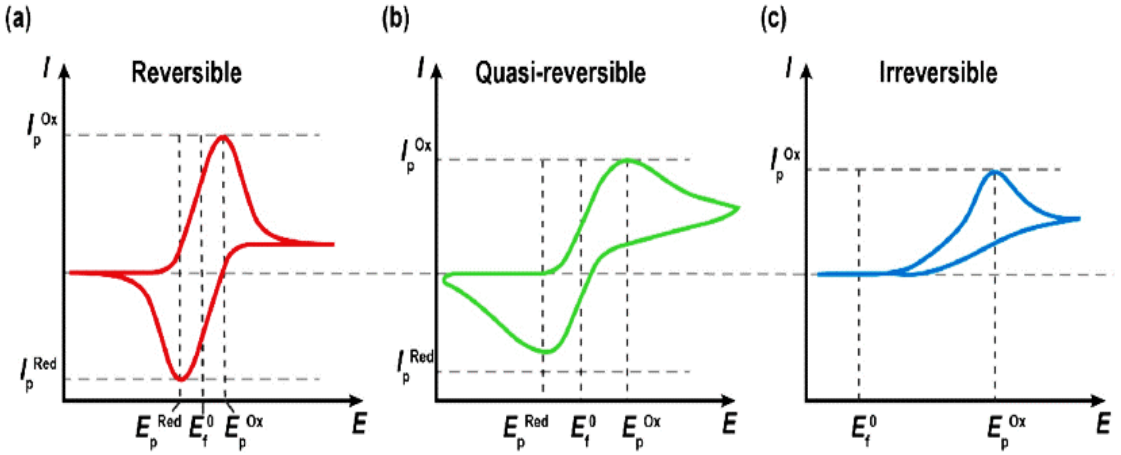
[10]



### الشكل (1) الموجة الفولط أمبيرو مترية بالطريقة الفولتومترية الحلقية

نلاحظ من الشكل أن المقادير المهمة في البولاروغرام الحلقي كمون الذروة الكاثودي  $E_{pc}$  وكمون الذروة الأنودي  $E_{pa}$  فعندما يكون التفاعل عكوساً فإن تيار الذروة الكاثودي والأنودي يكونان متساويين تقريباً في القيمة المطلقة ولكنهما يتعاكسان في الإشارة.

توجد ثلاثة أشكال للمنحنيات الفولط أمبيرو مترية الحلقية وهي تختلف باختلاف نوع التفاعل الكهروكيميائي وهي: منحنى تفاعل عكوس (reversible) أو شبه عكوس (quasi-reversible) أو غير عكوس (irreversible) [12]. كما في الشكل



الشكل (2): أشكال منحنيات الفولط أمبيرومترية الحلقية

## 2-1 تطبيقات ومزايا الطريقة الفولتومترية الحلقية :

تستعمل هذه الطريقة لتمثيل نظام الأكسدة و الإرجاع، كما يسمح بإعطاء معلومات حول عدد مراحل التفاعلات الكهروكيميائية المدروسة، ويسمح بمعرفة ميكانيكية الانتقال الالكتروني، بالإضافة لدراسة الخواص الكهروكيميائية للمواد المراد تحليلها، والبحث عن المواد المقاومة للصدأ ( التآكل يكون نتيجة لسلسلة من التفاعلات الكهروكيميائية والكيميائية)، ومن أهم التطبيقات الفولط أمبيرومترية تحديد آثار المعادن مثل الذهب من أكسدة و إرجاع هذه المواد الكيميائية، وإنتاج أنواع جديدة من البطاريات التي يمكنها تخزين كميات كبيرة من الطاقة، كما استخدمت مؤخرا في تقدير فعالية المواد المضادة للأكسدة في المجال الحيوي [13].



## 3- الدراسات المرجعية:

❖ تم تطوير طريقة قياس الفولتيميتر الحساسة والموثوقة لتحديد عقار السبيرونولاكتون، تعتمد هذه الطريقة على التراكم الامتزازي للدواء عند مسرى من الزئبق (HDME) ومسرى مقارن من Ag/AgCl ثم بدء مسح سلبي مما ينتج عنه ذروة كاثودية عند 1000 mv. وكان تيار الامتزاز الذي تم تسجيله يتناسب بشكل خطي مع تركيز السبيرونولاكتون [14].

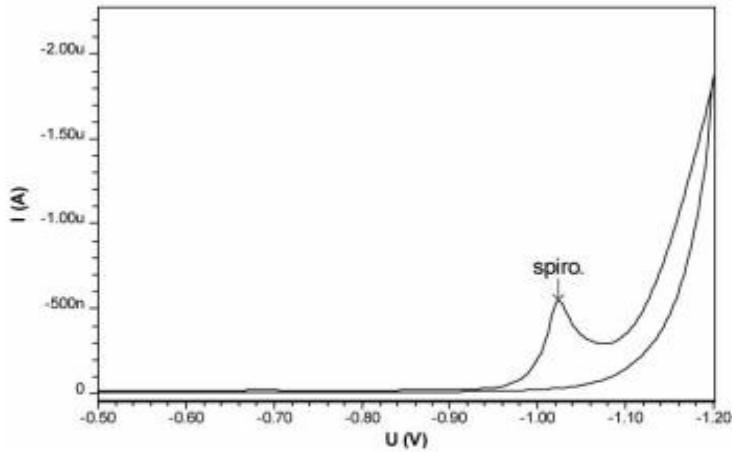


Figure 1. Cyclic voltammogram of  $1 \times 10^{-4} \text{ mol l}^{-1}$  spironolactone in pH 2.5 B-R buffer, scan rate  $50 \text{ mV sec}^{-1}$ .

❖ درس الارجاع الالكتروكيميائي لعقار سبيرونولاكتون في محلول برايتون-روبسون (BR) ذو درجة الحموضة PH تتراوح بين 2-11 عن طريق قياس الفولتيميتر التفاضلي للنبضة الكاثودية (DPCV<sub>s</sub>) وقياس الجهد الدوري (CV)، باستخدام المسرى الزئبقي (HDME) ومسرى Ag/AgCl كمسرى مقارن، تم تطبيق الطريقة بنجاح لتحليل بقايا السبيرونولاكتون في مياه الصرف الصناعي .

[15]

❖ درس السلوك الكهروكيميائي لمركب السبيرونولاكتون باستخدام العديد من التقنيات الكهروكيميائية (CV,DP) على مسرى كهربائي يعمل بأغشية ملغمة من الفضة HG(Ag)FE من أجل الحصول على حد منخفض للكشف عن السبيرونولاكتون، ودرست الحركية التي يخضع لها تفاعل الإرجاع وتبين أنه يخضع للامتزاز. كما تبين أن عملية الإرجاع تتعلق بدرجة حموضة الوسط وكانت أفضل النتائج عند (PH=4.6) [16].

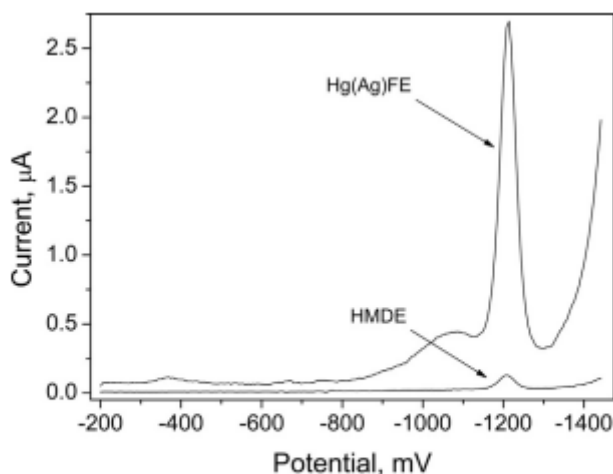


Fig. 1. Comparison of DP voltammograms obtained for 1.0 µM spironolactone in 0.03 M acetate buffer (pH 4.6) for HMDE and Hg(Ag)FE electrode. The electrode areas were 15.3 mm<sup>2</sup> for the (Hg(Ag)FE) and 1.6 mm<sup>2</sup> for the HMDE.

❖ درس Gabriel H.Ribeiro وآخرون عام 2015 الكاتيكول الهيدروكينون باستخدام قطب كربون زجاجي معدل، عن طريق قياس الفولتميتر الدوري وأظهرت النتائج زوجين من قمم الأكسدة والإختزال المميزة جدا للعمليات الكهروكيميائية للكاتيكول الهيدروكينون [17].

## 4- الهدف من البحث :

- 1- دراسة الإرجاع الكهركيميائي للسبيرونولاكوتون في الوسط المعتدل باستخدام الطرائق الكهركيميائية والتي تعتبر من أهم الطرائق التحليلية وذلك بسبب كلفتها المنخفضة وسهولة استخدامها إضافة إلى بساطتها.
- 2- تحديد الحركة التي يخضع لها التفاعل الكهركيميائي.
- 3- دراسة تأثير تغير التركيز على عملية الإرجاع الكهركيميائي.
- 4- تطبيق الطريقة على المستحضرات الدوائية الحاوية على مادة السبيرونولاكوتون

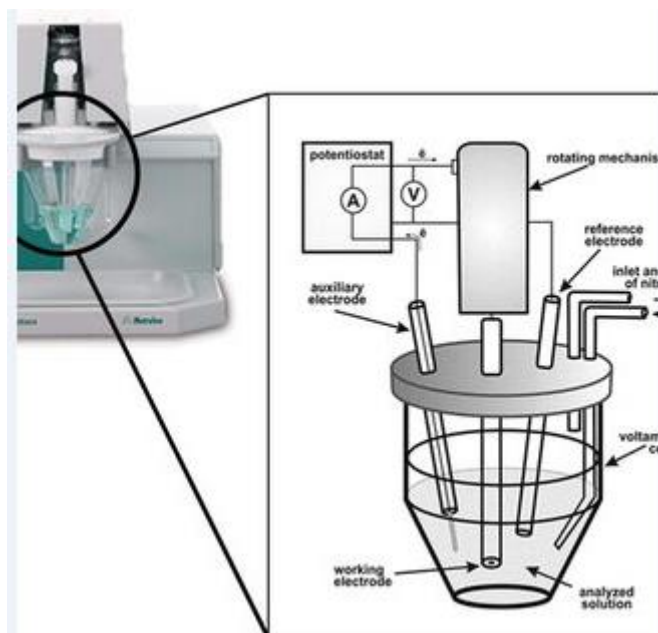
## 5- التجهيزات والأدوات المستخدمة:

استخدم في إنجاز هذا العمل المحطة الفولط-أمبير مترية باستخدام الطريقة الفولط-أمبير مترية الحلقية (Cyclic voltammetry) على جهاز Metrohm Computrace 797 VA السويسري الذي يعمل على مسرى الزئبق، بالإضافة إلى مجموعة من المساري الخارجية الصلبة مثل الذهب والبلاتين والكربون الزجاجي والغرافيت عالي الحساسية وكان المسرى المقارن (Ag/AgCL) ويمكن استخدام العديد من التطبيقات: Stripping, voltammetry, polarography كما تمكنا من رسم العديد من المخططات البولاروغرافية أهمها النبضي العادي (NPP)، والنبضي التفاضلي (DPP)، والمنحني الفولط أمبيرو متري الحلقي (Cyclic voltammetry). يمكن إجراء التحليل عند كمون ثابت أو تيار ثابت، أو تغير الكمون بالسرعة المطلوبة وتسجيل التيار المقابل بجملة إحداثيات (تيار-كمون).

ومن خلال نظام العمل يمكن وضع البارامترات المختلفة مثل كمون بداية وكمون نهاية المنحني الفولط أمبيرو-مترى وسرعة المسح وزمن القرقرة. يوضح الشكل رقم (3) صورة لجهاز Metrohm مع المساري الخارجية التي زود بها.



الشكل (3): صورة فوتوغرافية لجهاز Metrohm Computrace 797 VA المستخدم في التحليل.



الشكل(4): المساري الخارجية التي يزود بها جهاز Metrohm Computrace 797

.VA

#### 6- المواد الكيميائية المستخدمة:

تمتاز جميع المواد المستخدمة بأنها عالية النقاوة، والماء المستخدم ماء ثنائي التقطير، وهي: المادة الدوائية سيبرونولاكتون **Spironolactone** نقاوته % 98، يكون على شكل مسحوق أبيض، من إنتاج شركة ميديكو (حمص-سوريا).

الكهرليات المستخدمة **KCL** نقاوته % 99، من إنتاج شركة MERCK الألمانية، الإيثانول **Ethanol** تركيزه 99 %، وكثافته  $0.791 \text{ g/cm}^3$  من إنتاج شركة Honeywell.

## 6-1 تحضير المحاليل القياسية:

أ- المحلول القياسي الأم للمادة الدوائية سبيرونولاكتون:

حضر محلول عياري من (SP) بتركيز ( $10^{-2}M$ ) عن طريق إذابة (0.0425g) من مسحوق (SP) في كمية قليلة من الإيثانول بعدها سخن المحلول عند درجة حرارة  $60^{\circ}C$  لمدة لا تتجاوز ثلاث دقائق (حتى انحلال السبيرونولاكتون) ثم أكمل الحجم الى 10 ml من الإيثانول.

ب- تحضير محلول ملح كلوريد البوتاسيوم KCL:

تم تحضير محلول ملح كلوريد البوتاسيوم بحجم (100 ml) وتركيز (1 M) عن طريق إذابة (7.5252 g) من ملح كلوريد البوتاسيوم الصلب في كمية قليلة من الماء ثنائي التقطير ثم نُقلت المحتويات الى دورق حجمي سعة 100 ml وأُكمل حتى علامة السعة بالماء ثنائي التقطير.

## 7- النتائج والمناقشة:

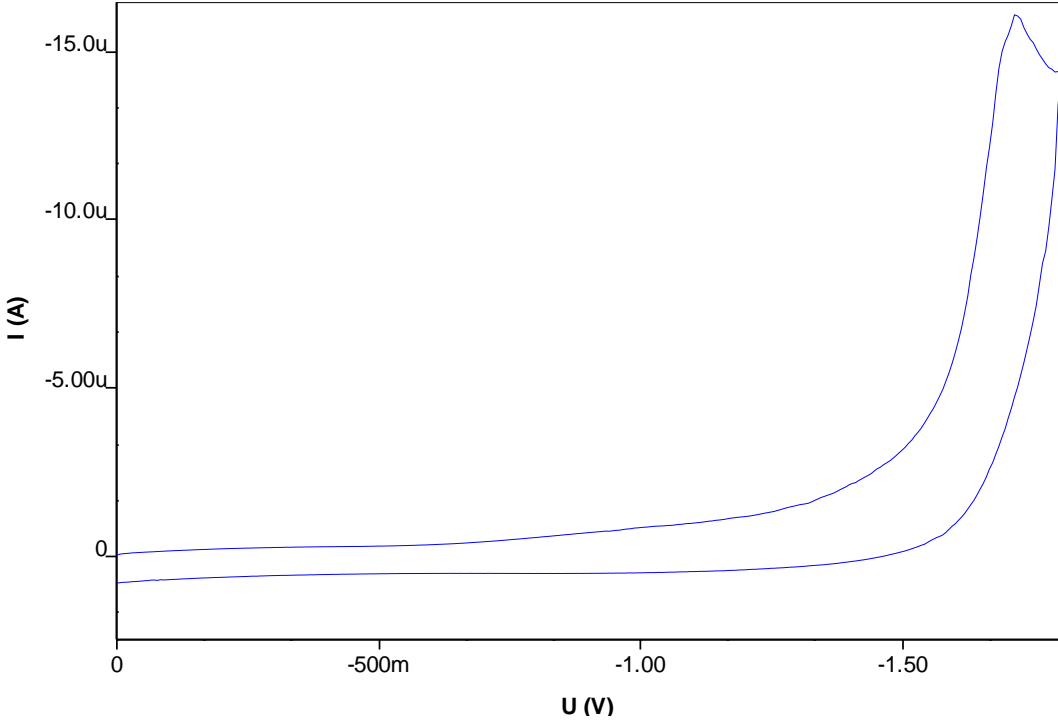
كانت النتائج والمناقشة على النحو الآتي:

أولاً: الإرجاع الكهروكيميائي للسبيرونولاكتون في الوسط المعتدل على مسرى الكربون الزجاجي:

درس الإرجاع الكهروكيميائي للمجموعة الكيتونية في السبيرونولاكتون بتركيز ( $10^{-3}M$ ) في الوسط المعتدل بوجود KCL ككهرليت داعم، على مسرى الكربون الزجاجي، معتمدين الطريقة الفولط-أمبيرو مترية الحلقية وحددت البارامترات التالية : كمون بداية الإرجاع (0.0 V)، كمون نهاية الإرجاع (V -1.8)، معدل المسح

(80 mv/s)

كما تم التخلص من الأكسجين المنحل بقرقرة المحلول بغاز الازوت النقي لمدة خمس دقائق، وتم الحصول على المنحني الموضح في الشكل:

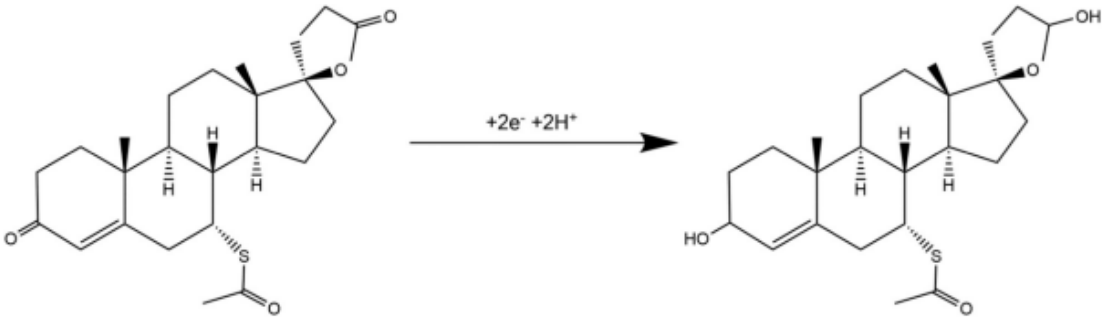


الشكل (5): المنحني الفولتامetri لإرجاع السبيرونولاكوتون (3-10 M) في وسط معتدل (KCL 0.5 M) على مسرى الكربون الزجاجي باستخدام الطريقة الفولتومتريّة الحلقية.

يبين الشكل ظهور موجة كاثودية غير عكوسة عند المسح باتجاه الكمونات الأكثر سلبية حيث بدأ تيار هذه الموجة بالارتفاع تدريجياً واستمرت بالازدياد حتى ظهور التيار الحدي عند قيمة كمونية (-1.72 V).

كما يلاحظ من الشكل الموجة البولاروغرافية ثبات التيار الحدي عند هذه القيمة بينما لم يلاحظ ظهور أية موجة عند عودة المسح باتجاه الكمونات الأكثر ايجابية، ومن الشكل نجد أن قيمة التيار الحدي تساوي  $(-16.1 \mu A)$ .

توافق هذه الموجة نقل الكترونين وهذا يوافق إرجاع مجموعة الكيتون إلى مجموعة كحول ثانوية وفق المعادلة التالية:

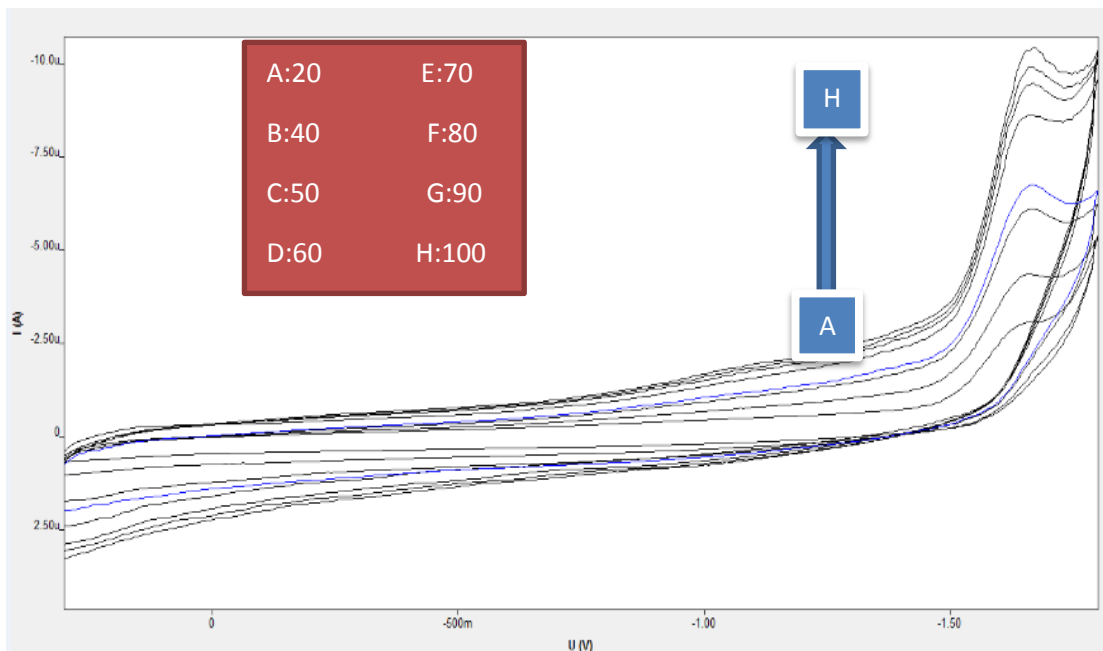


ثانياً: تأثير معدل المسح الكموني في الإرجاع الكهروكيميائي للسبيرونولاكتون في الوسط المعتدل على مسرى الكربون الزجاجي:

لتحديد آلية انتقال جزيئات السبيرونولاكتون من عمق المحلول إلى سطح المسرى درس تأثير معدل المسح على الإرجاع الكهروكيميائي للسبيرونولاكتون بوجود KCL على مسرى الكربون الزجاجي باستخدام الطريقة الفولط أمبير مترية الحلقية اعتماداً على دراسة ارتفاع تيار الذروة مع تغيير معدلات المسح وطبق من أجل ذلك سرعة المسح التالية (20 , 40 , 50, 60 , 70, 80 , 90, 100 mv/s)

كما حدد كمون بداية الإرجاع (0.0 V) وكمون نهاية الإرجاع (V -1.8) وتم التخلص من الاكسجين المنحل بقرقرة غاز الازوت لمدة خمس دقائق فتم الحصول على الشكل التالي:

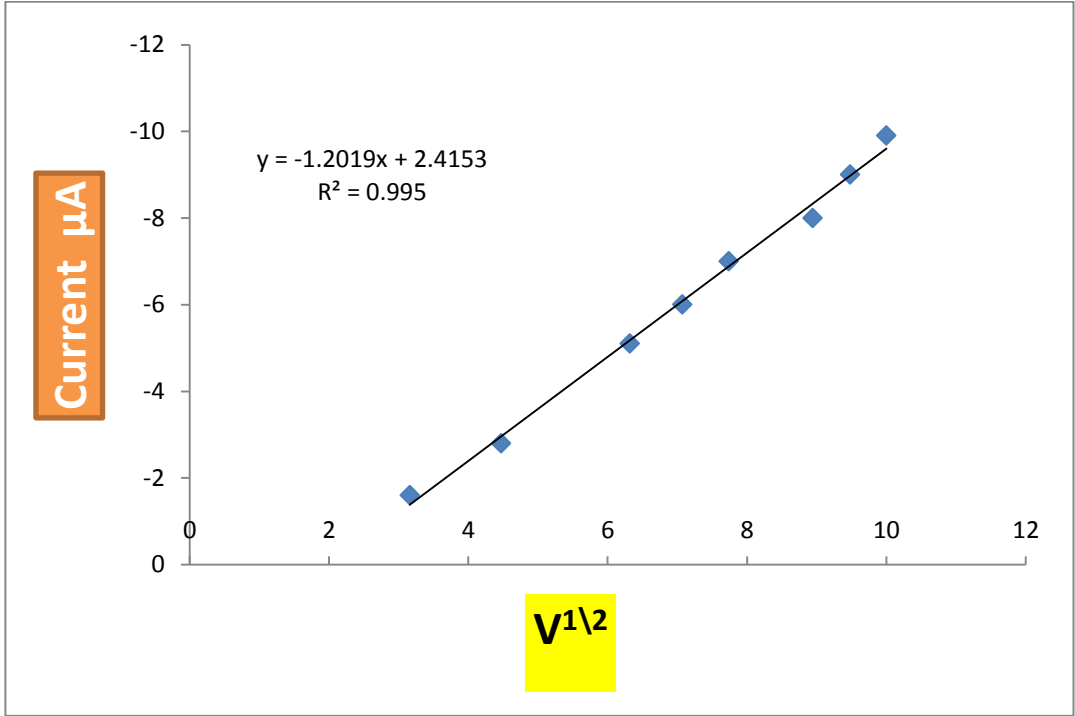




الشكل (6): المنحنيات الفولتومترية الحلقية لتأثير معدلات مسح كمونية مختلفة (20,40,60.80.100 mv/s) على الإرجاع الكهروكيميائي للسيرونولاكتون في وسط معتدل KCL(0.05 M) على مسرى الكربون الزجاجي.

- ❖ يبين الشكل ظهور موجة كاتودية غير عكوسة عند جميع معدلات المسح المطبقة كما لوحظ ارتفاع قيم التيار مع ازدياد معدلات المسح.
- ❖ وكما هو ملاحظ كانت أفضل سرعة مسح كموني عند 100 mv/s.

- ❖ ولتوضيح طبيعة العلاقة بين تغيرات القيم الحدية للتيار مع معدلات المسح، تم رسم تابعة القيم الحدية للتيار والجذر التربيعي لمعدلات المسح المختارة فصلنا على الشكل التالي:



الشكل (7): تابعة القيم الحدية للتيار إلى الجذر التربيعي لمعدلات المسح المطبقة عند إرجاع السبيرونولاكتون ( $10^{-3} M$ ) على مسرى الكربون الزجاجي

- ❖ يبين الشكل أن العلاقة بين الجذر التربيعي لمعدلات المسح والقيم الحدية للتيار خطية، وكانت المعادلة الخطية من الدرجة الأولى

$$(y = -1.2019x + 2.4153) \text{ وبارتباط وثيق } (R^2 = 0.995)$$

- ❖ ومن هنا يمكننا القول أن تفاعل الإرجاع للسبيرونولاكتون في الوسط المعتدل على الكربون الزجاجي وضمن الشروط المذكورة محكوم بالحركية الانتشارية.

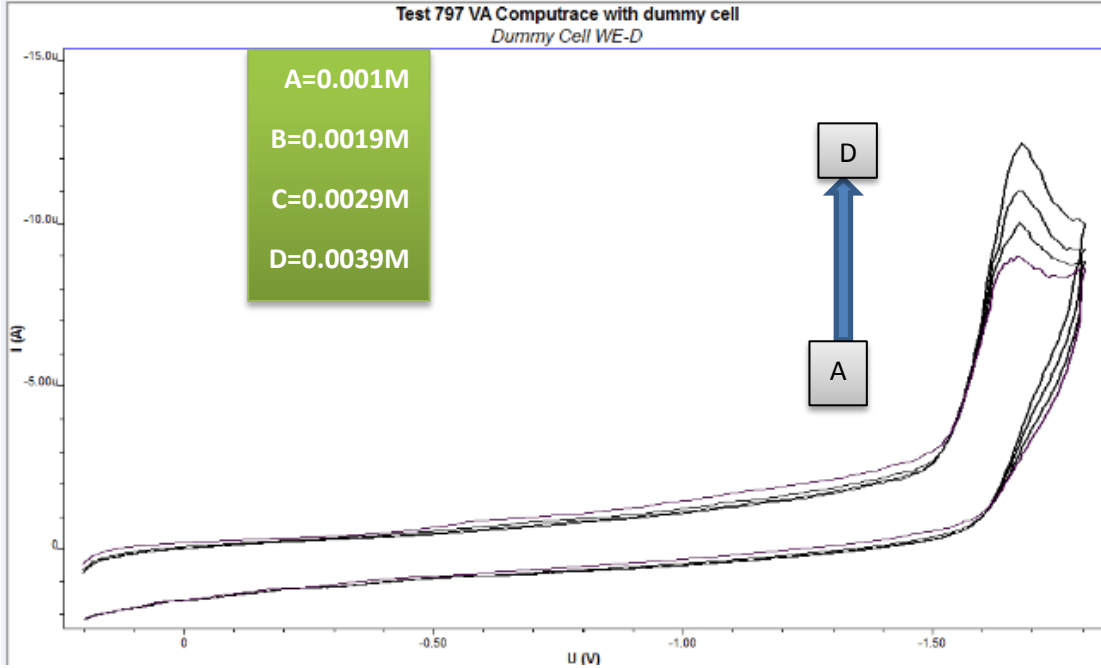
ثالثاً: دراسة تأثير تغير التركيز على الإرجاع الكهروكيميائي للسبيرونولاك톤 في

الوسط المعتدل على مسرى الكربون الزجاجي:

بما أن تفاعل الإرجاع يتم وفق الحركية الانتشارية، وبالتالي فإن عملية الإرجاع تتأثر بتركيز المادة الموجودة على سطح الإلكترود، لذا تم التأكيد على هذه النتيجة من خلال دراسة تغير التراكيز للسبيرونولاك톤 في الوسط المعتدل وذلك على مسرى الكربون الزجاجي بالطريقة الفولط-أمبير مترية الحلقية حيث تم اعتماد طريقة الاضافات القياسية بتراكيز مختلفة من السبيرونولاك톤:

(A=0.001M, B=0.0019M, C=0.0029M, D=0.0039M)

وقد تم الحصول على المنحنيات الموضحة في الشكل:



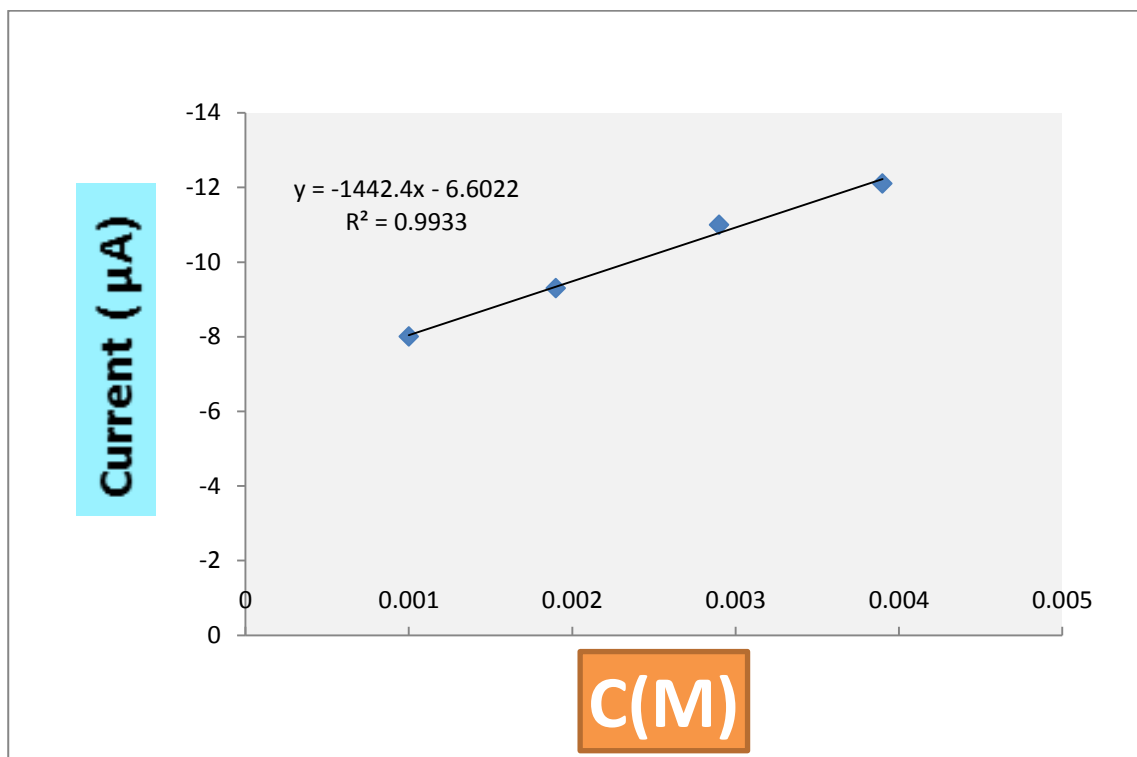
الشكل (8): المنحنيات الفولتومترية الحلقية لتراكيز مختلفة من

سبيرونولاك톤 (A=0.001M, B=0.0019M, C=0.0029M, D=0.0039M)

في وسط معتدل على مسرى الكربون الزجاجي

دراسة كهروكيميائية لإرجاع المركب الدوائي سبيرونولاك톤 على سطح مسرى الكربون الزجاجي  
GC في الوسط المعتدل

نلاحظ من الشكل زيادة القيم الحدية للتيار مع زيادة التركيز ولتحديد تابعة القيم الحدية للتيار الى التراكيز تم رسم العلاقة بين تغير التركيز وقيم التيار الموضحة كما هو في الشكل:



الشكل(9): تابعة القيم الحدية للتيار الى تراكيز مختلفة من السبيرونولاك톤 في وسط معتدل على مسرى الكربون الزجاجي

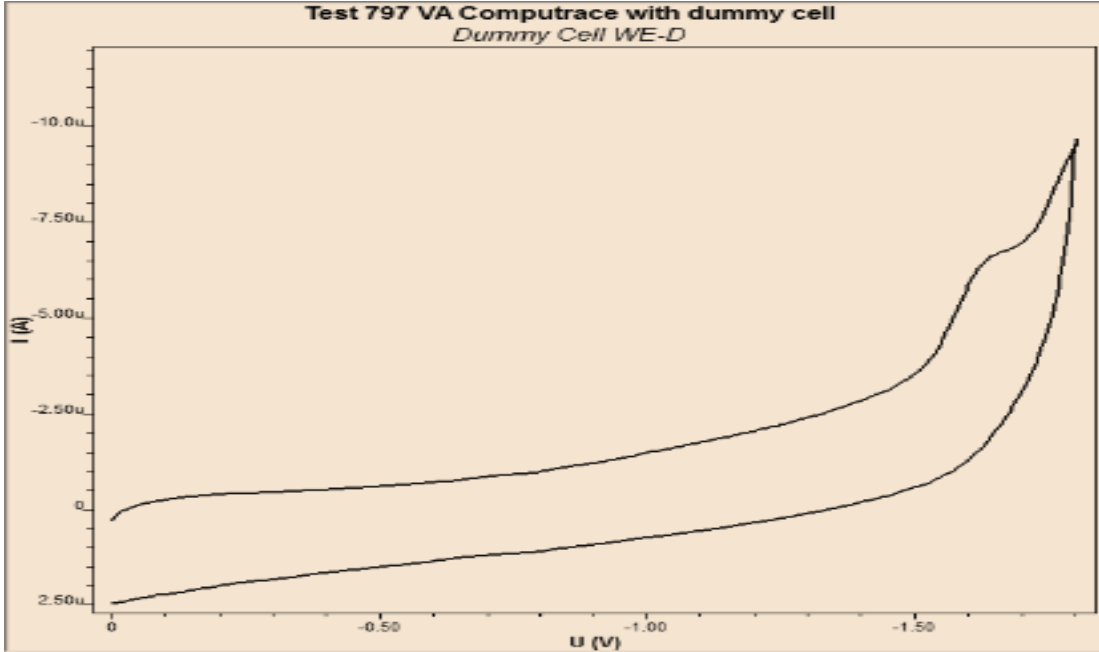
يوضح الشكل أن تابعة القيم الحدية للتيار والتركيز خطية ضمن المجال المذكور، المعادلة الخطية من الدرجة الأولى

$$(Y = -1442.4X - 6.6022) \text{ ومعامل الارتباط } (R^2 = 0.9933).$$

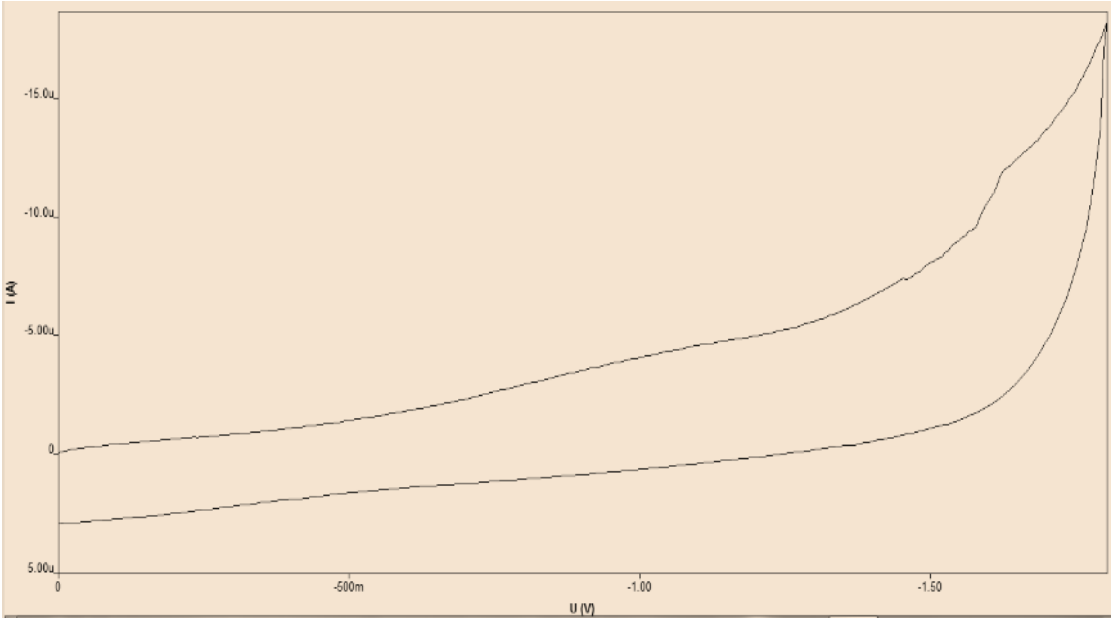
رابعاً: تحديد سيبرونولاكتون كميًا في العينة الواقعية في الوسط المعتدل على

### مسرى الكربون الزجاجي :

من أجل تحديد قابلية تطبيق الطريقة الكهروكيميائية المقترحة في تحليل العينات الدوائية تم تحليل عينتين دوائية تجاريتين تحتويان على سيبرونولاكتون (عينة A، عينة B) ومن أجل ذلك تم أخذ خمس حبات من الدواء طحنت إلى مسحوق ثم أخذت عينة وسطية منها، وأذيت ب(10 ml)إيثانول، وأكمل الحجم حتى 30 ml باستخدام محلول معتدل من ملح كلوريد البوتاسيوم (0.05 M) KCL. تم تحريك محتويات المحلول للتأكد من ذوبان العينة بشكل كامل، تم بعدها ترشيح المحلول ثم نقل (1 ml) من المحلول إلى دورق حجمي سعته 10 ml، وأكملنا الحجم باستخدام محلول معتدل من ملح كلوريد البوتاسيوم (0.5 M) KCL، ثم تم تسجيل المنحني الفولتومتري لكلا العينتين في الوسط المعتدل كما هو موضح في الشكلين (10) (11):



الشكل(10): المنحني الفولتامتري لإرجاع دواء سيبرونولاكتون (عينة A) في وسط معتدل، معدل المسح (100 mv/s) على مسرى الكربون الزجاجي.



الشكل (11): المنحني الفولتامتري لإرجاع دواء سبيرونولاكتون (عينة B) في وسط معتدل، معدل المسح (100 mv/s) على مسرى الكربون الزجاجي.

ثم باستخدام الشكلين السابقين تم تحديد قيمة التيار الحدي الموافق لإرجاع السبيرونولاكتون في العينتين التجاريتين، ثم تم حساب قيمة التركيز الموافقة للتيار وأخيرا تم تحديد النسبة المئوية للمادة الفعالة ضمن العينات التجارية وفق العلاقة:

$$\frac{I_p (\text{Sample})}{I_p (\text{st.})} \times \frac{C (\text{sample})}{C (\text{st.})} \times 100$$

حيث:

$I_p$  (sample) - شدة التيار للعينة.

$I_p$  (st.) - شدة التيار للعياري.

$C_{st}$  - تركيز العياري.

$C_{sample}$  - تركيز العينة.

وتبين أن الدواء عينة A يحتوي على % 98.1 نسبة مئوية من المادة الفعالة في حين يحتوي دواء عينة B على % 94.9 وبالتالي فإن هذه النسب تقع ضمن المجال النموذجي المسموح به وفق دستور الأدوية الأمريكي ( United States 36 and the National Formula 41 pharmacopeiao) إذ حدد الدستور المجال النموذجي المسموح به لنسبة المادة الفعالة (سبيرونولاكتون (% 90 - 110) ضمن العينات التجارية أي أن هذه الأدوية مطابقة للشروط [18].

#### الاستنتاجات:

اهتم هذا البحث بدراسة الإرجاع الكهروكيميائي للمجموعة الكيتونية في مركب السبيرونولاكتون في الأوساط المعتدلة حيث تم استخدام محلول من ملح كلوريد البوتاسيوم KCL بتركيز (0.5 M) ككهرليت داعم على مسرى الكربون الزجاجي GC باستخدام الطريقة الفوط أمبير مترية الحلقية فتم الحصول على النتائج التالية:

1- يعد الوسط المعتدل وسطاً مثالياً لإرجاع المجموعة الكيتونية إلى مجموعة كحول ثانوية في المركب الدوائي سبيرونولاكتون.

2- يخضع تفاعل الإرجاع الكهروكيميائي للسيبرونولاكتون في الوسط المعتدل إلى الحركية الانتشارية (هي المرحلة المحددة لسرعة التفاعل).

3- تم دراسة تأثير تغير التركيز على عملية الإرجاع الكهروكيميائي، حيث استخدمنا طريقة الإضافات القياسية، وكانت العلاقة بين تغير التركيز والتيار خطية ضمن المجال المدروس.

4- تحديد سيبرونولاكتون كمياً في عينة تجارية حاوية عليه، وكانت الطريقة المقترحة متناسبة مع الدواء سيبرونولاكتون وتساهم في فهم سلوك الدواء داخل الخلية الكهروكيميائية وتساعد الباحثين في المستقبل في إجراء دراسات أخرى.

#### التوصيات:

1- نوصي بتطبيق الطريقة الكهروكيميائية المذكورة أعلاه في التحديد الكيفي والكمي للمادة الفعالة دوائياً (سيبرونولاكتون) في العديد من المستحضرات الصيدلانية التجارية.

2- نوصي بتعديل المساري وتحضير مساري جديدة ودراسة السلوك الكهروكيميائي للسيبرونولاكتون عليها.



- [1] Hossain,F., (2008). **Determination of Micro Amount Of Spironolactone In Some Of pharmaceutical Prepare By Using a Molecular Luminescence Technique** Journal 5(1) 2008.
- [2] N.Chapman, J. Dobson, S. Wilson, B. Dahlof, P.S. Sever, H. Wedel, N. R. Poulter, (2007). **Effect of spironolactone on blood pressure in subjects with resistant hypertension**, Hypertension 49 (2007) 839–845.
- [3] I. Baranowska, A. Wilczek, J. Baranowski, **Rapid UHPLC method for simultaneous determination of vancomycin, terbinafine, spirononlactone, furosemide and their metabolites: application to human plasma and urine**, Anal. Sci. 26(2010) 755–759
- [4] V.R. Ram, P.N. Dave, H.S. Joshi, **Development and validation of a stability–indicating HPLC assay method for simultaneous determination of spironolactone and furosemide in tablet formulation**, J. Chromatoger. Sci. (2012) 721–726.
- [5] N. Sultana, M.S. Arayne, B. Iftikhar, **Simultaneous determination of atenolol, rosuvastatin, spironolactone,**

**glibenclamide and naproxen sodium in pharmaceutical formulations and human plasma by RB-HPLC**, Chin Chem. Soc. 55 (2008) 1022-1029.

[6] M.L. Luis, J. M. Garcia, F. Jimenez, et al., **Simultaneous determination of chlorthalidone and spironolactone with uni-variate and multivariate calibration: wavelength range selection**, J. AOAC Int. 82 (1999) 1054-1063.

[7] Alabid, K., & Nasser, H. (2023). **Determination of 2,4-dinitrophenylhydrazine using carbon paste modified with nanoparticles by cyclic voltammetry methods**. Analytical Methods in Environmental Chemistry Journal,6(03), 19-35.

<https://doi.org/10.24200/amecj.v6.i03.245>

[8] Alabid, K., & Naseer, H. (2023). **Modified carbon paste electrode based on nanotechnology for determination phenol in the liquid solutions by cyclic voltammetry and comparing to high-performance liquid Chromatography**. Analytical Methods in Environmental Chemistry Journal, 6(02), 55-70

<https://doi.org/10.24200/amecj.v6.i02.240>

- [9] jean-Louis Bagot, Methode electrochimiques d'analyse.
- [10] عصام القلق، جمال حمدو، التحليل الآلي (1)، منشورات جامعة دمشق -2011-2012.
- [11] Nicholson .R , 1965 , Theory and application of cyclic voltammetry for Measurement of electrode reaction Kinetics. Analytical chemistry, p.1351-1355.
- [12] العبيد خليل، ناصر هاجر، مله حسن كريمي، 2024 ، تصنيع مساري انتقائية لبعض الملوثات العضوية باستخدام تقانة الفولط أمبيرومترية ، أطروحة دكتوراه ، منشورات جامعة تشرين.
- [13] C. G. Granqvist, (2002). Handbook of Inorganic Electrochromic Materials, Elsevier Science B.V. Amsterdam. P 95.
- [14] Ahmad H.Al-Ghamdi, Ali F.Al-Ghamdi, and Mohammed A.Al-omar **Electrochemical Studies and Square-wave Adsorptive Stripping Voltammetry of Spironolactone Drug** Analytical Letters;41:90-103,2008
- [15] M.S.El-shahawi, A.S.bashammakh. A.A.Al-sibaa, E.A.Bahaidarah **Analysis of spironolactone residues in industrial wastewater and in drug formulations by cathodic stripping voltammetry.** Journal of pharmaceutical Analysis 2013;3(2):137-143.

[16] Joanna Smajdor, Robert Piech, Beata Paczosa–Bator

**Spirolactone voltametric determination on renewable  
amalgam film electrode**, Steroids 130(2018)1–6

[17] Gabriel H. Ribeiro Luana M. Vilarinho Thiago dos S.

Ramos Andre L.Bogado **glassy carbon electrode  
modified by electropolymerization of tetra-ruthenated  
oxovanadium porphyrin** S0013–4686(15)30052–9

[18] united States Pharmacopeia 41 and the National Farmulary

## الحساب التقريبي للتكاملات المضاعفة اللانهائية

### باستخدام دوال هرميت المتعامدة

د. حامد عباس أستاذ مساعد في قسم الرياضيات - كلية العلوم - جامعة البعث

#### ملخص البحث:

يهدف هذا البحث إلى دراسة التكاملات المضاعفة اللانهائية باستخدام كثيرات حدود هرميت المتعامدة في الفضاء  $R^n$  من الشكل:

$$I = \int_{R^n} \omega(x) f(x) dx, x = (x_1, x_2, \dots, x_n)$$

معتبرين أن دالة الوزن  $\omega(x)$  بالشكل:

$$\omega(x) = e^{-r^2}, r^2 = \sum_{i=1}^n x_i^2$$

أوجدنا القانون الذي استخدم في إيجاد كثيرات الحدود المتعامدة النظامية  $F(x)$  في الفضاء،  $R^n$  و تم إيجاد صيغة النواة المولدة الموافقة بحسب العلاقة:

$$k_k(u, x) = \sum_{i=0}^n F_i(u) F_i(x), k = 1, 2, \dots$$

من هذه الصيغة حصلنا على علاقات تكعيبية صحيحة تماما من أجل كل كثيرة حدود جبرية  $p(x)$  ذات دقة جبرية تساوي 5، و 7، وتم التحقق من ذلك بعدد من الأمثلة العديدة.

**الكلمات المفتاحية:** العلاقات التكعيبية، دوال هرميت المتعامدة، التكاملات المضاعفة.

# The approximate calculation infinity multi integrals by Hermits functions

D. Hamed Abbas

AlBaath University – Science Faculty – Math Department

## Abstract

We consider in this paper studying and calculation of approximate calculation infinite multi- integrals using Hermits orthonormal functions in the space  $R^n$ , of the form:

$$I = \int_{R^n} \omega(x) f(x) dx, \quad x = (x_1, x_2, \dots, x_n)$$

$\omega(x)$  is a weight function of the form:

$$\omega(x) = e^{-r^2}, \quad r^2 = \sum_{i=1}^n x_i^2$$

We find new a formulae were derived to find orthonormal polynomials

$F(x)$  in the ,also we state a formulae for reproducing kernel: space  $R^n$

$$k_k(u, x) = \sum_{i=0}^n F_i(u) F_i(x), \quad k = 1, 2, \dots$$

Using this formula, we obtain complete cubature formulae for any algebraic degree of exactness five and seven, this was supported by some numerical examples

**key words:** cubature formulae, orthogonal polynomials, approximate calculation multi integrals

مقدمة البحث:

درس عدد كبير من العلماء حساب التكاملات والتكاملات المضاعفة للدوال بطرائق تقريبية متعددة منهم I.P.Mysovskikh و Moller .H.M. و Noskov.V.M.، و R.Cools وغيرهم. باعتبار أن المنطقة التكاملية هي الفضاء  $R^n$  ، فمن المناسب الاعتماد على كثيرات حدود هرميت المتعامدة و النظامية في الفضاء  $R^n$  حيث **عن** دالة الوزن  $\omega(x) = e^{-r^2}$  و  $r^2 = \sum_{i=1}^n x_i^2$  ، وبالتالي نحسب القيم التقريبية للتكاملات المضاعفة اللانهائية من الشكل:

$$I = \int_{R^n} e^{-r^2} .f(x)dx , \quad x = (x_1, x_2, \dots, x_n)$$

تم في [6,7] حساب التكاملات المضاعفة للدوال بطرائق أخرى، بطريقة الوسطاء غير المعينة وغيرها. وفي [8] تم حساب التكاملات المضاعفة للدوال الحقيقية في الفضاء  $R^n$  بطريقة النواة المولدة ، وذلك باستخدام دوال متعامدة نظامية من نوع لاكير وفي [9] [5] ، تم دراسة التكاملات المضاعفة للدوال في الفضاء  $R^n$  بطرائق أخرى . نستخدم طريقة النواة المولدة، التي تستند على كثيرات الحدود المتعامدة النظامية. بهدف الحصول على علاقات تقريبية جديدة يمكن استخدامها من أجل حساب القيمة التقريبية للتكاملات المضاعفة اللانهائية.

مفاهيم عامة ومبرهنات أساسية:

العلاقة التكعيبية: هي مساواة تقريبية لحساب التكاملات المضاعفة من الشكل:

$$\int_{\Omega} \omega(x) f(x) dx \cong \sum_{j=1}^N c_j f(x_j) \quad (1)$$

إشارة التكامل على المنطقة  $\Omega$  تعني التكامل المضاعف ، حيث إن  $x_j$  هي نقاط مختلفة مثتى مثتى وتدعى نقاط المكاملة أو عقد العلاقة التكميلية ، و  $C$  الثوابت الموافقة لتلك النقاط ،  $f(x)$  الدالة المراد مكاملتها و  $\omega(x)$  دالة الوزن ، أما  $\Omega$  فهي المنطقة التكميلية.

**الدقة الجبرية:** نقول عن العلاقة التكميلية أن دقتها الجبرية تساوي  $k$ ، إذا كانت صحيحة تماماً من أجل كل كثيرة حدود درجاتها لا تتجاوز  $k$  وتقريبية في حال كون درجاتها أكبر من ذلك.

**النواة المولدة:** هي كثيرة حدود من الدرجة  $k$  تحتوي على  $2n$  من المتحولات يرمز لها بالرمز  $K_k(u, x)$  ، حيث  $x = (x_1, x_2, \dots, x_n)$  و  $u = (u_1, u_2, \dots, u_n)$ . تدعى مولدة لأنها تحقق

الخاصة الآتية:

$$F(u) = \int_{\Omega} \omega(x) \cdot K_k(u, x) \cdot F(x) dx$$

حيث:  $dx = dx_1 dx_2 \dots dx_n$  و  $k$  هي درجة كثيرة الحدود المتعامدة النظامية  $F(x)$  . تكون  $F_i(x)$  ،  $i = 0, 1, 2, \dots, n$  متعامدة نظامية إذا كان:

$$(F_i(x) \cdot F_j(x)) = \int_{\Omega} \omega(x) \cdot F_i(x) \cdot F_j(x) dx = \delta_{ij} = \begin{cases} 0 & i \neq j \\ 1 & i = j \end{cases} ; \quad (2)$$

**مبرهنة 1:** [2] بفرض أن  $\Omega$  تحوي نقاط داخلية، وبفرض أن  $\omega(x)$  تحقق الشرط:  $\omega(x) \geq 0$  ،  $\forall x \in \Omega \Rightarrow \int_{\theta} \omega(x) dx > 0$  ب  $N$  من النقاط



تملك دقة جبرية  $d$  ، ومن أجل  $d \geq 2$  نقاط العلاقة (1) لا تقع على سطح جبري من المرتبة  $k$  ، عند ذلك يكون:

$$N \geq d = M(n, k) = \frac{(n+k)!}{n!.k!} \quad ; \quad k = \left\lfloor \frac{d}{2} \right\rfloor \quad (3)$$

الرمز  $k = \left\lfloor \frac{d}{2} \right\rfloor$  يعني القسم الصحيح من الكسر  $\frac{d}{2}$ .

يمكننا إيجاد النواة المولدة بالشكل الآتي:

$$k_k(u, x) = \sum_{j=1}^{\sigma} F_j(u).F_j(x) \quad , \quad \tilde{k}_k(u, x) = \sum_{j=1}^{\sigma} * F_j(u).F_j(x) . \quad (4)$$

حيث إن:

$$\sigma = M(n, k) = \frac{(n+k)}{n!.k!}$$

الإشارة \* فوق رمز المجموع الأخير تعني أن المجموع يؤخذ بـ  $j$  الموافقة لـ  $k$  ، فإذا كانت  $k$  فردية ، فإن  $j$  تأخذ القيم الفردية فقط ، أما إذا كانت  $k$  زوجية ، فإن  $j$  تأخذ القيم الزوجية فقط . النواة  $\tilde{K}_k(x, u)$  تستخدم في حالة كون كل من الوزن  $\omega(x)$  والمنطقة  $\Omega$  تمتلك خاصية التناظر المركزي ، أي أن:

$$x \in \Omega \Rightarrow -x \in \Omega \quad , \quad \omega(x) = \omega(-x) \quad (5)$$

**مبرهنة 2: [2]** بفرض أن النقاط  $u^{(i)}$  و  $i = 1, 2, \dots, n$  تحقق الشرط:

$$K_k(u^{(i)}, u^{(j)}) = b_i \delta_{ij} \quad ; \quad i, j = 1, 2, \dots, n \quad (6)$$

يتألف  $\prod_{i=1}^n H_i$  من النقاط  $x^{(j)}$  و  $j = 1, 2, \dots, s$  ، عندئذ يمكن تشكيل

العلاقة التقريبية التكاملية الآتية:

$$\int_{\Omega} \omega(x).f(x)dx \cong \sum_{i=1}^n \frac{1}{b_i} f(u^{(i)}) + \sum_{j=1}^s C_j f(x^{(j)}) \quad (7)$$

حيث أن:  $b_i = K_k(u^{(i)}, u^{(i)}) \neq 0$

باعتبار أن كلاً من  $R^n$  و دالة الوزن  $\omega(x) = e^{-r^2}$  و  $r^2 = \sum_{i=1}^n x_i^2$  تحققان

خاصة التناظر المركزي (5) ، فإنه لتشكيل العلاقات التقريبية التكاملية نستخدم المبرهنة الآتية:

**مبرهنة 3:** [2] افترض أن كلا من  $\omega(x)$  و  $\Omega$  تحقق خاصة التناظر المركزي (5) ، والنقاط  $u^{(i)}$  تحقق الشرط:

$$\tilde{K}_k(u^{(i)}, u^{(j)}) = b_i \cdot \delta_{ij} \quad ; i, j = 1, 2, \dots, n \quad (8)$$

يتألف  $\prod_{i=1}^n \tilde{H}_i$  من النقاط المختلفة مثنى مثنى  $x^{(j)}, j = 1, 2, \dots, s$  عندئذ يمكن تشكيل العلاقة التكعيبية :

$$\int_{\Omega} \omega(x) \cdot f(x) dx \cong \sum_{i=1}^n \frac{1}{2b_i} [f(u^{(i)}) + f(-u^{(i)})] + \sum_{j=1}^s C_j f(x^{(j)}) \quad (9)$$

فكل من  $H_i, \tilde{H}_i$  معادلة سطح من الدرجة  $K$  ، التي تحدها النقطة  $a^{(i)}$  بالشكل :

$$H_i \equiv K_k(u^{(i)}, x) = 0 \quad , \quad \tilde{H}_i \equiv \tilde{K}_k(u^{(i)}, x) = 0$$

أما  $\prod_{i=1}^n H_i$  وكذلك  $\prod_{i=1}^n \tilde{H}_i$  فهو حل جملة المعادلات غير خطية بـ  $n$  متحول. العلاقة

(7) صحيحة من أجل كثيرات الحدود التي درجتها لا تتجاوز  $2k$  ، أما العلاقة (9) فهي صحيحة من أجل كثيرات الحدود التي درجتها لا تتجاوز  $2k+1$  .

**مبرهنة 4:** [2] بفرض أن كلا من  $\omega(x)$  و  $\Omega$  تحقق خاصة التناظر المركزي (5) ، و  $\Omega$  لها نقاط داخلية ، والعلاقة (9) تمتلك دقة جبرية  $2k+1$  عند ذلك عدد النقاط  $N$  يحقق ما يلي:

$$N \geq d = M(n, k) \quad , \quad m = 2k$$

$$N \geq \begin{cases} 2(d-v) & , \quad k \text{ زوج} \\ 2v & , \quad k \text{ فردي} \end{cases} \quad m \neq 2k+1$$

$v$  عدد وحدات الحد التي درجتها لا تتجاوز  $k$  ، ومبدأ الاحداثيات لا ينتمي إلى مجموعة النقاط، أما عندما يكون مبدأ الاحداثيات من بين النقاط ، فإن:

$$N \geq \begin{cases} 2(d-v) & , \quad k \text{ زوج} \\ 2v+1 & , \quad k \text{ فردي} \end{cases} \quad m \neq 2k+1$$

إن إثبات هذه المبرهنات موجود في [5 , 2].

### يتضمن البحث المراحل الآتية:

- إيجاد القانون التكاملي في الفضاء  $R^n$  لحساب التكاملات من الشكل:

$$I = \int_{R^n} x^n e^{-r^2} dx \quad , \quad r^2 = \sum_{i=1}^n x_i^2$$

- تشكيل كثيرات الحدود المتعامدة النظامية من نوع هرميت، وذلك باستخدام العلاقة (2).

- إيجاد صيغة النواة المولدة  $K_k(u, x)$  أو  $\widehat{K}_k(u, x)$  حسب العلاقة (4) .
- اختيار النقاط  $a^{(i)}$  ، حيث إن:  $i = 1, 2, \dots, n$  ، وبعد التعويض في إحدى

صيغتي النواة السابقة

(7) أو (9) نحصل على مجموعة من المعادلات غير الخطية بشكل عام ، والتي يجب حلها للحصول على نقاط العلاقة التكميلية  $x^{(i)}$  . نختار النقاط  $u^{(i)}$  بحيث تكون جملة المعادلات الناتجة قابلة للحل ، وأخيرا نحسب الثوابت  $C_j$  من كون العلاقة التقريبية تحقق الدقة الجبرية المطلوبة ، وبالتالي نحصل على العلاقة التكميلية المناسبة.

## 2- هدف البحث وطريقته:

يهدف هذا البحث إلى إيجاد قانون تكاملي نستخدمه في إيجاد كثيرات الحدود المتعامدة النظامية من نوع هرميت في الفضاء  $R^n$  ، ودالة الوزن  $r^2 = \sum_{i=1}^n x_i^2$  ،  $\omega(x) = e^{-r^2}$  ، و تطبيق طريقة النواة المولدة لتشكيل العلاقات التكعيبية في الفضاء  $R^n$  ، ومن أجل الحصول على علاقات تكعيبية ، يمكن استخدامها في حساب القيمة التقريبية للتكاملات اللانهائية المضاعفة للدوال من الشكل:

$$I = \int_{R^n} e^{-r^2} \cdot f(x) dx , \quad x = (x_1, x_2, \dots, x_n)$$

في [3] تم عرض كثيرات الحدود المتعامدة وخواصها والعلاقات التي تربط فيما بينها . يجب إيجاد كثيرات الحدود المتعامدة النظامية في المنطقة المذكورة اعتماداً على طريقة غرام- شميدت .

**المسألة المطروحة:** حساب التكاملات المضاعفة اللانهائية من الشكل:

$$I = \int_{R^n} e^{-r^2} \cdot f(x) dx$$

حيث إن  $f(x)$  دالة ما ، وإمكانية تطبيق هذه الطريقة على الفضاء  $R^n$  ، ودالة الوزن:

$$r^2 = \sum_{i=1}^n x_i^2 , \quad \omega(x) = e^{-r^2}$$

النتائج ومناقشتها:

1- إيجاد القانون التكاملي في الفضاء  $R^n$  :

من المعلوم في التكامل الأحادي أن: [4]

$$\int_{-\infty}^{\infty} x^n e^{-x^2} dx = \Gamma\left(\frac{n+1}{2}\right)$$

حيث إن  $\Gamma$  دالة غاما، مع ملاحظة أنه في هذا التكامل، إذا كان العدد  $n$  فردياً، فإن قيمة التكامل تساوي الصفر. بالاعتماد على هذا التكامل نجد إن:

$$\int_{R^n} e^{-r^2} x^\alpha dx = \int_{-\infty}^{+\infty} e^{-x_1^2} x^{\alpha_1} dx_1 \cdot \int_{-\infty}^{+\infty} e^{-x_2^2} x^{\alpha_2} dx_2 \dots \int_{-\infty}^{+\infty} e^{-x_n^2} x^{\alpha_n} dx_n$$

وحسب علاقة التكامل الأحادي نجد:

$$\int_{R^n} e^{-r^2} x^\alpha dx = \Gamma\left(\frac{\alpha_1+1}{2}\right) \Gamma\left(\frac{\alpha_2+1}{2}\right) \dots \Gamma\left(\frac{\alpha_n+1}{2}\right) = \prod_{i=1}^n \Gamma\left(\frac{\alpha_i+1}{2}\right)$$

وبالتالي يكتب القانون التكاملي في الفضاء  $R^n$  بالشكل الآتي:

$$\int_{R^n} e^{-r^2} x^\alpha dx = \prod_{i=1}^n \Gamma\left(\frac{\alpha_i+1}{2}\right) \quad (10)$$

حيث إن:

$$x^\alpha = x_1^{\alpha_1} x_2^{\alpha_2} \dots x_n^{\alpha_n} \quad , \quad dx = dx_1 dx_2 \dots dx_n$$

$$\alpha = (\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n) \quad , \quad |\alpha| = \alpha_1 + \alpha_2 + \dots + \alpha_n$$

إذا كان واحد على الأقل من  $\alpha_i$  ،  $i = 1, 2, \dots, n$  فردياً فإن قيمة التكامل في المساواة (10) تصبح مساوية للصفر. العلاقة (10) صحيحة فقط من أجل كثيرات الحدود من الشكل  $p_n(x)$  .

## 2-كثيرات الحدود المتعامدة النظامية من نوع هرميت في الفضاء $R^n$

نعتمد على مبدأ غرام شميث في التعامد والتنظيم ، حيث نحصل على كثيرات الحدود من نوع هرميت وهي كثيرات الحدود المتعامدة والنظامية في الفضاء  $R^n$  انطلاقاً من مجموعة الدوال المستقلة خطياً الآتية :

$$1, x_1, x_2, \dots, x_n, x_1^2, x_2^2, \dots, x_n^2, x_1 x_2, \dots, x_1 x_n, x_1^3, \dots$$

وبحسب القانون (10) نجد إن كثيرات حدود هرميت المتعامدة النظامية حتى الدرجة الثانية تكتب بالشكل الآتي:

$$F_0(x) = \frac{1}{\sqrt{\mu(R^n)}}, F_i(x) = \sqrt{\frac{2}{\mu(R^n)}} x_i, i = 1, 2, \dots, n$$

$$F_i^2(x) = \sqrt{\frac{2}{\mu(R^n)}} \left(x_i^2 - \frac{1}{2}\right) \quad (11)$$

$$F_{ij}^2(x) = \sqrt{\frac{2}{\mu(R^n)}} x_i x_j, \quad i < j, i, j = 1, 2, \dots, n$$

أما كثيرات حدود هرميت المتعامدة النظامية من الدرجة الثالثة فنكتب بالشكل الآتي:

$$F_i^3(x) = \sqrt{\frac{2}{3\mu(R^n)}} x_j \left(x_i^2 - \frac{1}{2}\right), \quad i \neq j$$

$$F_{ij}^3(x) = \sqrt{\frac{2}{3\mu(R^n)}} x_j \left(x_i^2 - \frac{3}{2}\right), \quad i = j, \quad i, j, k = 1, 2, \dots, n$$

$$F_{ijk}^3(x) = 2 \cdot \sqrt{\frac{2}{3\mu(R^n)}} x_i \cdot x_j \cdot x_k, \quad i < j < k$$

(12)

### 3- تشكيل العلاقة التقريبية التكاملية ، ذات الدقة الجبرية الثالثة $m = 3$ :

يمكن إيجاد النواة المولدة الموافقة بسهولة حسب العلاقة (4) ، وتكتب بالشكل الآتي :

$$k_1(u, x) = \frac{1}{\mu(R^n)} (1 + 2 \sum_{i=1}^n u_i x_i), \quad \tilde{k}_k(u, x) = \frac{2}{\mu(R^n)} \sum_{i=1}^n u_i x_i \quad (13)$$

نشكل العلاقة التقريبية التكاملية ، التي دقتها الجبرية تساوي  $m = 2k + 1 = 3$  ، حيث  $k = 1$  بالاعتماد على المبرهنة (2) والعلاقة (13) . نختار النقاط  $a^{(i)}$  بالشكل الآتي :

$$a^{(i)} = (0, \dots, \underset{(i)}{1}, 0, \dots, 0)$$

بالتبديل في العلاقة (8) ، نجد إن هذه النقاط تحدد المستويات الأتية :

$$\tilde{H} : x_i = 0 \quad , \quad i = 1, 2, \dots, n$$

النقطة  $\theta = (0, \dots, 0)$  هي حل جملة المعادلات الخطية  $x_i = 0 \quad , \quad i = 1, 2, \dots, n$  ، أما الثوابت  $A_i \quad , \quad i = 1, 2, \dots, n$  الموافقة للنقاط  $a^{(i)}$  ، فنجدها من العلاقة (8) :

$$A_i = [2\tilde{K}_k(a^{(i)}, a^{(i)})]^{-1} = A = \frac{\mu(R^{(n)})}{4} = \frac{\pi^{n/2}}{4}$$

و نجد الثابت C الموافق للنقطة  $\theta = (0, \dots, 0)$  من شرط كون العلاقة التقريبية :

$$\int_{R^n} e^{-r^2} f(x) dx = \sum_{i=1}^n A_i [f(a^{(i)}) + f(-a^{(i)})] + Cf(\theta) \quad (14)$$

صحيحة من أجل كل كثيرة حدود درجتها لا تتجاوز الثالثة ، فمن أجل  $f(x) = 1$  نجد  
إن :

$$C = (2 - n)\pi^{n/2} / 2$$

من أجل  $n > 2$  الثابت  $C$  يكون سالباً، ومن أجل  $n = 2$  يصبح الثابت  $C$  معدوماً ، وهنا يصبح عدد النقاط يساوي  $2n$  وهو يطابق الحد الأدنى لعدد النقاط حسب المبرهنة (5).

العلاقة (14) صحيحة من أجل كل كثيرة حدود درجتها لا تتجاوز الثالثة ، وتقريبية فيما عدا ذلك. الثوابت  $A, C$  موجبة دوماً.

**تطبيق 1:** نفرض أن  $f(x) = 1$  ، حسب العلاقة (10) يكون:

$$\int_{-\infty}^{+\infty} e^{-x^2} dx = \Gamma\left(\frac{1}{2}\right) = \sqrt{\pi}$$

وبحسب العلاقة (14) نجد:

$$\int_{-\infty}^{+\infty} e^{-x^2} dx = 2A + C = 2 \frac{\pi^{1/2}}{4} + \frac{1}{2} \pi^{1/2} = \sqrt{\pi}$$

مما يؤكد صحة النتيجة.

**2- تشكيل العلاقة التقريبية التكاملية ، ذات الدقة الجبرية الخامسة  $m = 5$  :**

نستخدم كثيرات حدود هرميت حتى الدرجة الثانية بـ  $n$  من المتحولات ، والتي درجتها زوجية ، وذلك من أجل إيجاد النواة  $\tilde{k}_2(u, x)$  ، وبعد مجموعة من عمليات الضرب والجمع للحدود المتشابهة يمكن إيجاد النواة المولدة الموافقة ، وتكتب بالشكل الآتي:

$$\tilde{k}_2(u, x) = \frac{2}{\mu(R^n)} \left[ \sum_{i=1}^n u_i^2 x_i^2 - \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n (u_i^2 + x_i^2) + 2 \sum_{i < j} u_i u_j x_i x_j + \frac{n+2}{4} \right] \quad (15)$$



نشكل العلاقة التقريبية التكاملية ، التي دقتها الجبرية تساوي  $m = 2k + 1 = 5$  ، حيث  $k = 2$  بالاعتماد على المبرهنة (2) والعلاقة (15) . نختار النقاط  $a^{(i)}$  بالشكل الآتي:

$$a^{(i)} = (0, \dots, 0, \frac{\sqrt{n+2}}{2}, 0, \dots, 0)$$

التي تحدد السطوح الآتية:

$$\tilde{H}_i : \frac{n}{2} x_i^2 - \sum_{j=1}^n x_j^2 + \frac{n+2}{4} = 0 \quad , i \neq j , i, j = 1, 2, \dots, n$$

حيث إن النقاط  $a^{(i)}$  يتم اختيارها على تقاطع السطوح  $\tilde{H}_j$  ، وبالتالي نحصل على جملة معادلات من الدرجة الثانية بـ  $n$  من المتغيرات:

$$\frac{n}{2} x_i^2 - \sum_{j=1}^n x_j^2 + \frac{n+2}{4} = 0 \quad , i \neq j , i, j = 1, 2, \dots, n$$

هذه المجموعة من المعادلات الغير خطية لها  $s = 2^n$  من الحلول ، و تم حلها بالتدرج حسب  $n$  ، ويساوي:

$$x_j = (\pm b, \pm b, \dots, \pm b) \quad , b = \sqrt{\frac{n+2}{2(n-2)}}$$

نلاحظ أنه يجب أن يكون  $n > 2$  ، لأنه من أجل  $n = 1$  يكون الحل عقدياً ، ومن أجل  $n = 2$  يكون الحل غير معيناً. نجد الثوابت  $A_i$  من العلاقة (8) :

$$A_i = [2\tilde{K}_k(a^{(i)}, a^{(i)})]^{-1} = A = \frac{4\mu(R^{(n)})}{(n+2)^2} = \frac{4\pi^{n/2}}{(n+2)^2}$$

و نجد الثابت  $C$  الموافق للنقطة  $\theta = (0, \dots, 0)$  من شرط كون العلاقة التقريبية:

$$\int_{R^n} e^{-r^2} f(x) dx = \sum_{i=1}^n A_i [f(a^{(i)}) + f(-a^{(i)})] + Cf(\theta) \quad (16)$$

صحيحة من أجل كل كثيرة حدود درجتها لا تتجاوز الخامسة ، فمن أجل  $f(x) = 1$  نجد إن :

$$C = (2 - n)\pi^{n/2} / 2$$

من أجل  $n > 2$  الثابت  $C$  يكون سالباً ، ومن أجل  $n = 2$  يصبح الثابت  $C$  معدوماً ، وهنا يصبح عدد النقاط يساوي  $2n$  ، وحسب المبرهنة (5) يطابق الحد الأدنى لعدد النقاط.

**تطبيق:** نفرض أن  $f(x, y) = x^2$  ، حسب العلاقة (10) يكون :

$$\int_{-\infty}^{+\infty} \int_{-\infty}^{+\infty} x^2 e^{-x^2-y^2} dx dy = \Gamma\left(\frac{3}{2}\right) \Gamma\left(\frac{1}{2}\right) = \frac{\pi}{2}$$

وبحسب العلاقة (16) نجد :

$$\int_{-\infty}^{+\infty} \int_{-\infty}^{+\infty} x^2 e^{-x^2-y^2} dx dy = 2A_1 = 2\left(\frac{\pi}{4}\right) = \frac{\pi}{2}$$

مما يؤكد صحة النتيجة.

3- تشكيل العلاقة التقريبية التكاملية ، ذات الدقة الجبرية السابعة  $m = 7$  :

نستخدم كثيرات حدود هرميت حتى الدرجة الثالثة (12) و (13) والتي درجتها فردية ، وذلك من أجل إيجاد النواة  $\tilde{k}_3(u, x)$  ، نجد إن :

$$\tilde{k}_3(u, x) = \sum_{j=1}^n * F_j(u) \cdot F_j(x)$$

الإشارة \* فوق رمز المجموع الأخير تعني أن المجموع يؤخذ بـ  $j$  الموافقة لـ  $k$ ، فإذا كانت  $k$  فردية، فإن  $j$  تأخذ القيم الفردية فقط، أي أن:

$$\tilde{k}_3(u, x) = \sum_{j=1}^n F_j^3(u).F_j^3(x) + \sum_{j=1}^n F_j^1(u).F_j^1(x)$$

بإجراء الجداءات المطلوبة نجد:

$$\begin{aligned} \tilde{k}_3(u, x) = & \sum_{j=1}^n \frac{4}{3\mu(R^n)} W_j(u).W_j(x) + \sum_{j=1}^n \frac{4}{3\mu(R^n)} U_j(u).U_j(x) + \\ & \sum_{i < j < k} \frac{8}{\mu(R^n)} u_i u_j u_k x_i x_j x_k + \sum_{j=1}^n \frac{2}{\mu(R^n)} u_j x_j \end{aligned}$$

حيث إن:

$$W_j(u) = u_j(u_j^2 - \frac{1}{2}), \quad W_j(x) = x_j(x_j^2 - \frac{1}{2})$$

$$U_j(u) = u_j(u_j^2 - \frac{3}{2}), \quad U_j(x) = x_j(x_j^2 - \frac{3}{2})$$

و بعد إخراج العامل المشترك  $\sum_{j=1}^n u_j x_j$ ، نجد إن:

$$\tilde{k}_3(u, x) = \frac{4}{3\mu(R^n)} \sum_{j=1}^n u_j x_j [(x_j^2 - \frac{1}{2})(u_j^2 - \frac{1}{2}) + (x_j^2 - \frac{3}{2})(u_j^2 - \frac{3}{2}) + \frac{2}{3} x_i x_k u_i u_k + \frac{3}{2}]$$

بفك الأقواس الداخلية وجمع الأعداد الناتجة، نجد:

$$\tilde{k}_3(u, x) = \frac{4}{3\mu(R^n)} \sum_{j=1}^n u_j x_j [u_j^2 x_j^2 - \frac{1}{2} u_j^2 - \frac{1}{2} x_j^2 + u_j^2 x_j^2 - \frac{3}{2} u_j^2 - \frac{3}{2} x_j^2 + \frac{2}{3} x_i x_k u_i u_k + 4]$$

من المعلوم أن:

$$\left( \sum_{j=1}^n u_j x_j \right)^3 = \sum_{j=1}^n u_j^3 x_j^3 + 3 \sum_{\substack{i,j=1 \\ i \neq j}}^n u_i^2 x_i^2 u_j x_j + 6 \sum_{i < j < k} u_i u_j u_k x_i x_j x_k$$

نضرب الطرفين بـ  $1/9$  لكي يتساوى مع أمثال الحد  $\sum_{i < j < k}^n u_i u_j u_k x_i x_j x_k$  في صيغة

النواة ، فيكون :

$$\frac{2}{3} \sum_{i < j < k}^n u_i u_j u_k x_i x_j x_k = \frac{1}{9} \left( \sum_{j=1}^n u_j x_j \right)^3 - \frac{1}{9} \sum_{j=1}^n u_j^3 x_j^3 - \frac{1}{3} \sum_{\substack{i,j=1 \\ i \neq j}}^n u_i^2 x_i^2 u_j x_j +$$

بالتبديل في صيغة النواة ، نجد:

$$\begin{aligned} \tilde{k}_3(u, x) = & \frac{4}{3\mu(R^n)} \left[ \frac{1}{9} \left( \sum_{j=1}^n u_j x_j \right)^3 + \frac{8}{9} \sum_{j=1}^n u_j^3 x_j^3 + \frac{2}{3} \sum_{\substack{i,j=1 \\ i \neq j}}^n u_i^2 x_i^2 u_j x_j \right. \\ & \left. - \frac{1}{2} \sum_{j=1}^n u_j x_j (u_i^2 + x_i^2) - \frac{3}{2} \sum_{j=1}^n u_j x_j (u_j^2 + x_j^2) + 4 \sum_{j=1}^n u_j x_j \right] \end{aligned} \quad (17)$$

تأخذ النواة المولدة بمتحولين الشكل الآتي:

(18)

$$\begin{aligned} \tilde{k}_3(u, v; x, y) = & \frac{4}{3\pi} \left[ u^3 x^3 + v^3 y^3 - \frac{3}{2} ux(u^2 + x^2) - \frac{3}{2} vy(v^2 + y^2) + \right. \\ & \left. + uvxy(ux + vy) - \frac{1}{2} vy(u^2 + x^2) - \frac{1}{2} ux(y^2 + v^2) + 4(ux + vy) \right] \end{aligned}$$

نشكل العلاقة التقريبية التكاملية ، التي دقتها الجبرية تساوي  $m = 2k + 1 = 7$  ، حيث  $k = 3$  بالاعتماد على المبرهنة (3) والعلاقة (18) . نختار النقاط  $u^{(i)}$  بالشكل الآتي:

$$u^{(1)} = (1, 0)$$

التي تحدد السطح الآتي:

$$\tilde{H}_1 : x(x^2 + y^2 - 5) = 0$$

نختار النقطة  $\tilde{H}_1 \ni u^{(2)} = (0, 2)$  التي تحدد السطح الآتي:

$$\tilde{H}_2 : y(-x^2 + 5y^2 - 4) = 0$$

وبالتالي نحصل على جملة معادلتين من الدرجة الثالثة بمجهولين ، يتألف حلها المشترك من النقاط  $(x^{(i)}, y^{(i)})$  ،  $i = 1, 2, 3$  ، التالية:

$$\begin{aligned} &(0, 0) \\ &(\pm\sqrt{5}, 0) \\ &(0, \pm\frac{2}{\sqrt{5}}) \\ &(\pm\sqrt{\frac{7}{2}}, \pm\sqrt{\frac{3}{2}}) \end{aligned}$$

نجد الثابتان  $A_1, A_2$  من العلاقة (8):

$$A_1 = \frac{3\pi}{16}, \quad A_2 = \frac{3\pi}{256}$$

ونجد الثوابت  $C_i$  الموافقة للنقاط  $(x^{(i)}, y^{(i)})$  ،  $i = 1, 2, \dots$  ، من شرط كون العلاقة التقريبية:

$$\int_{-\infty}^{+\infty} \int_{-\infty}^{+\infty} f(x, y) e^{-x^2-y^2} dx dy = \sum_{i=1}^2 A_i [f(a^{(i)}) + f(-a^{(i)})] + \sum_{i=1}^9 C_i f(x^{(i)}, y^{(i)}) \quad (19)$$

صحيحة من أجل كل كثيرة حدود درجتها لا تتجاوز السابعة. من أجل إيجاد الثابت الموافق للنقطة  $(0, 0)$  نأخذ الدالة التي تنعدم عند كل النقاط  $(x^{(i)}, y^{(i)})$  ،  $i=1, 2, \dots, 9$  ، ما عدا النقطة

$(0, 0)$  ، وهي:

$$f(x, y) = (x^2 - 5)(y^2 - \frac{4}{5})(y^2 - \frac{3}{2})$$

نجد إن:

$$\int_{-\infty}^{+\infty} \int_{-\infty}^{+\infty} f_1(x, y) e^{-x^2-y^2} dx dy = -\frac{18\pi}{5} \cdot f_1(0, 0) = -14$$

$$f_1(a^{(1)}) = f_1(-a^{(1)}) = -\frac{24}{5} , f_1(a^{(2)}) = f_1(-a^{(2)}) = -40$$

$$-\frac{18\pi}{5} = \frac{3\pi}{16} \left(-\frac{48}{5}\right) + \frac{3\pi}{256} (-80) - 14C_1 \Rightarrow C_1 = \frac{23\pi}{160}$$

بنفس الطريقة نجد بقية الثوابت:

$$C_4 = C_5 = \frac{\pi}{240} \quad \text{و} \quad C_6 = C_7 = C_8 = C_9 = \frac{\pi}{84}$$

العلاقة التقريبية (19) صحيحة تماماً من أجل كل كثيرة حدود درجتها لا تتجاوز السابعة وتقريبية فيما عدا ذلك، عدد النقاط التكاملية 13، وهو يطابق الحد الأدنى لعدد النقاط حسب المبرهنة (4) . نلاحظ أن ثوابت العلاقة التقريبية (19) حقيقية، وكما في [1] النقاط المتناظرة بالنسبة لمركز التناظر تقابلها ثوابت متساوية.

تطبيق 1: نفرض  $f(x, y) = 1$  ، حسب العلاقة (10) يكون:

$$\int_{-\infty}^{+\infty} \int_{-\infty}^{+\infty} e^{-x^2-y^2} dx dy = \Gamma\left(\frac{1}{2}\right)\Gamma\left(\frac{1}{2}\right) = \pi$$

وبحسب العلاقة (19) نجد:

$$2A_1 + 2A_2 + \sum_{i=1}^9 C_i = \pi$$

مما يؤكد صحة النتيجة.

الاقتراحات والتوصيات:

1- تشكيل علاقات تقريبية ذات دقة أعلى في الفضاء  $R^n$ .

2- العلاقات التقريبية للتكاملات المضاعفة بمتحولات عقدية.

3- العلاقات التقريبية للتكاملات المضاعفة في فضاء سوبوليف.

المراجع المستخدمة:

- [1]. Mysovskih.I.p.Abbas.H.A.1991 about. method reproducing Kernel Cubature Formulas. vestnig Leningrad univer \_N7 P 3-11
- [2]. M ysovskikh.I.P.1981 Interpolation cubature formulas Nawka . Moscow. 336.p
- [3]. cege.g.1962 orthogonal polynomials, Moscow.500. p.
- [4].Krilov .1967 approximation Numerical integration .Hawka.Mowscou.500.
- [5].Moller.H.M. polynomials and cubature formulas. univ\_Dortmund\_1973
- [6] R. Cools; , I.P. Mysovskikh, H.J. Schmidt, Cubature formulae and orthogonal polynomials\_2001
- [7].Rasputin.G.G. construction cubature formulas tor triangle and square 1978
- [8] G.Ismatullaev , S.Bakhromov ,R.Mizakabilov.Construction of Cubature formulas with minimal number of nods .Tashkent University 2021
- [9] Ponomarenko.A. K , On some Cubature formulas of the ninth degree containing derivate, Leningrad 1991.



## اصطناع ودراسة كوانتية وطيفية لمشتق ( 4,1-بنزن دي ألدهيد مع التيوفن) و بعض معقداته المعدنية .

زهراء العبد\* ، د. محمد مضر الخضر\*\* ، د. عدنان كودلاً\*\*\*

### ملخص البحث

دُرس تفاعل تشكل المرتبطة (PDBTE) كوانتياً باستخدام طريقة تابعة الكثافة المستقلة عن الزمن [(DFT) b3lyp/6-311+g(d,p)] والمتعلقة بالزمن [(TD-DFT)] وذلك من خلال إيجاد البنى الهندسية الفراغية للمواد المتفاعلة والمواد الناتجة عن التفاعل وحساب بعض الخصائص البنوية والإلكترونية والطيفية كمطيافية الرنين المغناطيسي النووي (NMR) و مطيافية الأشعة تحت الحمراء (IR) ومطيافية الأشعة المرئية وفوق البنفسجية (UV-Vis).

كما وحُضرت المرتبطة (PDBTE) على مرحلتين، ولتوصيف الناتج النهائي تم تسجيل أطياف الأشعة تحت الحمراء (IR) و الأشعة المرئية وفوق البنفسجية (UV-Vis) و الرنين المغناطيسي النووي (NMR) ومقارنتها مع النتائج الكوانتية حيث أظهرت النتائج توافق بين الطريقتين التجريبية والكوانتية، وبعد التوصيف حضر معقدين من خلال التفاعل مع  $MCl_2$  حيث ( $M= Ni, Cu, Zn$ ) وتم دراسة البنى باستخدام طرائق التحليل الطيفي (UV-Vis) و (IR) .

**الكلمات المفتاحية:** نظرية تابعة الكثافة، الحلقات غير متجانسة، أسس شيف، التيوفن.

\* طالبة دكتوراه، كلية العلوم، جامعة البعث، حمص، سوريا.

\*\* أستاذ دكتور في الكيمياء اللاعضوية، جامعة البعث، حمص، سوريا.

\*\*\* أستاذ دكتور في الكيمياء الفيزيائية الكوانتية، جامعة البعث، حمص، سوريا.

# Synthesis and quantum-chemical and spectroscopic study of (1,4-Benzenedialdehyde derivative with 2-Thiophenecarboxaldehyde) and some of its metal complexes.

*Zahraa Al-Abd* \*    *M.Moudar Al-Khuder* \*\*    *Adnan Kodlaa* \*\*\*

## Research Summary

The reaction of the formation of the ligand (PDBTE) was quantum-chemically studied using the time independent density functional method [(DFT) b3lyp/6-311+g(d,p)] and time dependent [(TD-DFT)] by finding the optimized geometrical structures of the reactants and results from the reaction and the calculation of some structural, electronic and spectral properties such as Nuclear magnetic resonance spectroscopy (NMR), infrared (IR) and UV-Vis spectroscopy.

Then the ligand (PDBTE) was prepared in two stages, and to characterize the final product, the spectra of infrared (IR), visible and ultraviolet (UV-Vis) were recorded and compared with the quantum results, where the results showed agreement between the experimental and quantum-chemical method. Through the reaction with  $MCl_2$  where (M = Ni ,Cu, Zn) and their structure was studied using UV-Vis and (IR) spectroscopy methods.

**Keywords:** density functional theory, Heterocyclic compound, Schiff Bases, thiophene

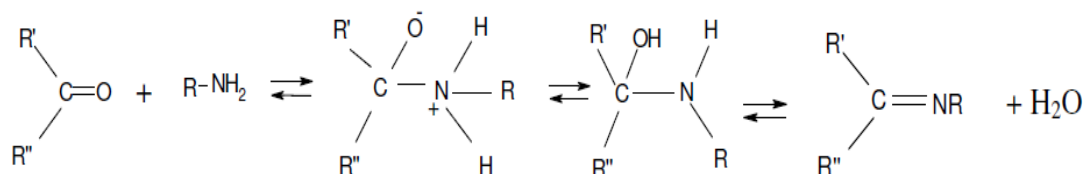
\* Ph Student: Chemistry Department , Al-Baath University , Homs , Syria.

\*\* Prof .Dr. in inorganic chemistry in Al-Baath University, Homs, Syria

\*\*\* Prof. Dr. in Physical -Quantum Chemistry in Al-Baath University, Homs, Syria

**1- مقدمة (Introduction):**

أسس شيف هي مركبات عضوية مميزة عبارة عن إيمينات تكون فيها ذرة الأزوت مرتبطة إما بجذر أريلي أو جذر ألكيلي وهي تحضر من تفاعل ضم الأمينات الأولية إلى المركبات الكربونيلية مثل الألدهيدات أو الكيتونات وفق المخطط الآتي[2]:



لها قدرة على التساند وتكوين معقدات ذات بنى مختلفة واستخداماتها المتعددة [1,2] لذلك تدخل في تحضير عدد كبير من المعقدات، كما أنها تمتلك مجموعة واسعة من التطبيقات مثل النشاط البيولوجي والنشاط الحفزي وأيضاً تستخدم لمنع تأكل مختلف المعادن [4-5] علاوة على ذلك تمتلك بعض أسس شيف خصائص فيزيائية ضوئية كونها مواد تتحسس لتغيرات درجات الحرارة وتغيرات شدة الضوء [6].

التيوفين هو عبارة عن حلقة عطرية خماسية غير متجانسة تحتوي على عنصر الكبريت ويستخدم على نطاق واسع في مختلف فروع الاصطناع العضوي وكذلك اللاعضوي كاصطناع المستحضرات الطبية و... واصطناع المعقدات المعدنية، إحدى الخصائص المهمة للتيوفين هي قدرته على العمل كمرتبطة في المعقدات المعدنية، يمكن لذرة الكبريت الموجودة في التيوفين الارتباط مع أيونات المعادن، مما يجعلها مفيدة في التحفيز وفي إنتاج المركبات المحتوية على المعادن.

تظهر مشتقات التيوفين تطبيقات رائعة في تخصصات مختلفة، في الطب تُظهر كمضادات الميكروبات ومضادات للأورام ومضادات للالتهابات، مسكنات و خافضة للضغط وأيضاً في الوقاية من تجلط الدم والسكتة الدماغية بينما تُستخدم في الصناعة

كمثبطات لتآكل المعادن أو في تصنيع الثنائيات الباعثة للضوء في علم المواد، وتؤدي البدائل في بنية الثيوفن إلى ظهور مشتقات جديدة ذات أنشطة بيولوجية ودوائية مختلفة. من خلال دراسات عديدة أثبت أن نظرية تابعة الكثافة DFT تعطي نتائج عالية الدقة وتسمح بحساب الخصائص البنوية والإلكترونية والترموديناميكية والطيفية للجمل المدروسة في الحالة الأساسية والحالة المثارة حيث توفر الوقت والجهد عند دراسة التفاعلات الكيميائية، لذلك تم استخدامها لدراسة أحد مركبات اسس شيف الحاوي على الثيوفن.

## 2- أهداف البحث (Amis Of The Research):

- دراسة تفاعل تشكل المرتبطة (PDBTE):

(Phenylene 1,4-Diazometin Base (thiophenylazometin ethyl))

(فينيلين 1,4-ثنائي آزومتين بيس (ثيوفينيل آزومتين إيثيل))

بدءاً من 1,4-Benzenedialdehyde و ethane-1,2-diamine كمرحلة أولى ثم مع 2-Thiophenecarboxaldehyde كمرحلة ثانية كوانتياً.

- اصطناع المرتبطة (PDBTE) مخبرياً.
- توصيف نواتج التفاعلات من خلال مقارنة النتائج التجريبية والنتائج الكوانتية.
- دراسة تشكل معقداتها المعدنية مع بعض كلوريدات المعادن الانتقالية مع  $MCl_2$  (M=Ni,Cu ,Zn).

## 3- الدراسة الكوانتية (Quantum-Chemical Study):

❖ الطريقة الكوانتية والحسابات:

استخدمت طريقة DFT/B3LYP<sup>[7,8]</sup> في هذا العمل ؛ حيث تمكن كل من بيكي (A.D. Becke)<sup>[7]</sup> و لي و يانغ و بار (C. Lee , W. Yang and R.G. Parr) من إدخال تعديلات على نظرية تابعة الكثافة<sup>[8]</sup>

DFT (Density Functional Theory) ، التي سمحت بحل معادلات شرودينغر وتطبيقها على الذرات والجزيئات والمركبات المختلفة من خلال استخدام المجموعة القاعدية المناسبة، والمجموعة القاعدية هي مجموعة من التوابع الرياضية التي تُستخدم للمساعدة في حل معادلات شرودينغر من أجل الجمل التي تملك أكثر من إلكترون، إن المجموعة القاعدية المناسبة هنا هي (6-311+g(d,p)).

باستخدام برنامجي Gaussian03<sup>[9]</sup> و Gaussian09<sup>[10,11]</sup> نفذت حسابات DFT/B3LYP/6-311+g(d,p) على الذرات (الهيدروجين والكربون والنتروجين والأكسجين) وعلى الجزيئات المكونة من بعض أو كل الذرات السابقة. من أجل ذلك كان لابد من إدخال المعاملات الخاصة بالذرة أو المركب المدروس عبر واجهات بيانية صُممت لعمل برامج غاوسيان ( Gaussian 03W , Gaussian 09W ... الخ) مثل (GaussView5.0<sup>[12]</sup> ، GaussView6.0<sup>[13]</sup> ... الخ) وهي عبارة عن برامج مستقلة. الأمر الذي سهل العمل كثيراً وجعله أكثر متعة وقلل من الأخطاء المحتملة في أثناء إدخال المعاملات وخاصة تلك المتعلقة بمعاملات الهندسة الفراغية (إحداثيات الذرات داخل المركب بتابعية المسافات والزوايا بالنسبة لجملة إحداثيات فراغية). يتم حساب طاقة الارتباط  $\Delta E_c$  (cohesion energy) للجزيئة M كما يأتي:

(1)

$$\Delta E_c (M) = E_i (\text{optimized Molecule}) - \sum_{A=1}^N E_i (\text{optimized Atom})$$

حيث :

.  $E_i$  : الطاقة الإلكترونية الكلية (total electronic energy).ويُحسب عرض المجال المحظور  $E_{gap}$  (energy gap) كما يأتي :

$$E_{gap} = |\epsilon_{HOMO} - \epsilon_{LUMO}| \quad (2)$$

حيث :

$\epsilon_{\text{HOMO}}$  : طاقة أعلى مدار جزيئي مشغول بالإلكترونات :

(energy of highest occupied molecular orbital)

$\epsilon_{\text{LUMO}}$  : طاقة أخفض مدار جزيئي غير مشغول بالإلكترونات :

(energy of lowest unoccupied molecular orbital)

يتم تحديد طيف الأشعة فوق البنفسجية والمرئية (UV-Vis spectrum) كوانتياً من خلال حساب تغيرات شدة الهزاز (الامتصاصية) بدلالة تغيّر طول الموجة وفق العلاقة الآتية :

$$\mathbf{f} = \text{const}_1 \times \int_{\text{band}} \epsilon(\lambda) d\lambda \quad (3)$$

حيث  $\epsilon(\lambda)$  معامل الامتصاص الجزيئي وادته ( $\text{L.mol}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}$ ) ويرتبط بمعامل التخماد الجزيئي بالعلاقة الآتية :

$$\alpha(\lambda) = 2.303 \times C \times \epsilon(\lambda) \quad (4)$$

حيث  $C$  التركيز المولي وادته ( $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ) .

علماً أن  $\ln 10 = 2.303$  :

$$\text{const}_1 = \frac{2303 m_e c^2}{\pi e^2 N_A} = 4.319 \times 10^{-9}$$

كما يتم تحديد طيف الأشعة تحت الحمراء (IR spectrum) كوانتياً من خلال حساب تغيرات مربع عزم ثنائي الأقطاب بدلالة تغيّر العدد الموجي وفق العلاقة الآتية :

$$\mathbf{D} = \mu_p^2 = \text{const}_2 \times \frac{\mathbf{f}}{\nu} \quad (5)$$

حيث  $D$  مربع عزم ثنائي الأقطاب وادته ( $\text{esu}^2 \cdot \text{cm}^2$ ) وعزم ثنائي الأقطاب وادته ( $\text{C} \cdot \text{m}$ ) أو (Debye) علماً أن :

$$\text{const}_2 = \frac{3\hbar e^2}{4\pi m_e c} = 0.213 \times 10^{-29} \text{ cm} \cdot \text{esu}^2$$

ويتم تحديد طيف الرنين المغناطيسي النووي (NMR Spectrum) بتطبيق طريقة GIAO (gauge-including atomic orbital) من خلال حساب تغيرات شدة الطاقة اللازمة لإنشطار السبين المغناطيسي النووي بدلالة الانزياحات الكيميائية (Chemical Shifts) التي تتعلق بالعزم المغناطيسية السبينية للنيوترونات و البروتونات. إن سويات الطاقة للرنين المغناطيسي النووي تتعلق بكيفية تغيرات الطاقة الكلية كتابع لشعاع العزم المغناطيسي النووي ( $\mu_I$ ) للنوى (I) ، وشعاع الحقل المغناطيسي المطبق (B) . حيث أن العزم المغناطيسي  $\mu_I$  للنواة (I) الموضوع في الحقل المغناطيسي B يكتسب طاقة إضافية :

$$E_{\text{magn}} = \mu_I \cdot B = h\nu \quad (6)$$

حيث :

$\mu_I$  : العزم المغناطيسي السبيني للنواة (البروتوني أو النيوتروني) | :

$$\mu_I = \sqrt{4s(s+1)} \mu_b$$

s : العدد الكوانتي السبيني وقيمه دائماً ( 1/2 ) .

$\mu_b$  : مغناطيس بور (Bohr magneton) .

$\nu$  : تواتر الإشعاع للعينة .

وفي الجزئية المؤلفة من عدة نوى تصبح الطاقة المكتسبة :

$$E_{\text{mag}} = \mu_I \cdot (1-\sigma) \cdot B + \sum J \quad (7)$$

$$\mu_I \cdot J_{IJ} \cdot \mu_J$$

التي تتضمن تصحيحين الأول يتعلق بالحجب المغناطيسي للإلكترونات والثاني بالتأثيرات المتبادلة بين سبينات النوى المختلفة . حيث يكون الحجب المغناطيسي ( $\sigma$ ) عبارة عن المشتق الثاني للطاقة الإلكترونية الكلية للجزئية بالنسبة للحقل المطبق والعزم المغناطيسي النووي :

$$\sigma = \partial^2 E_{\text{elec}} / \partial B \partial \mu_I \quad (8)$$

وهو يتناسب طردياً مع الانزياح الكيميائي ( $\delta$ ) للنواة I . أما ثابت التزواج سبين-سبين فيكون :

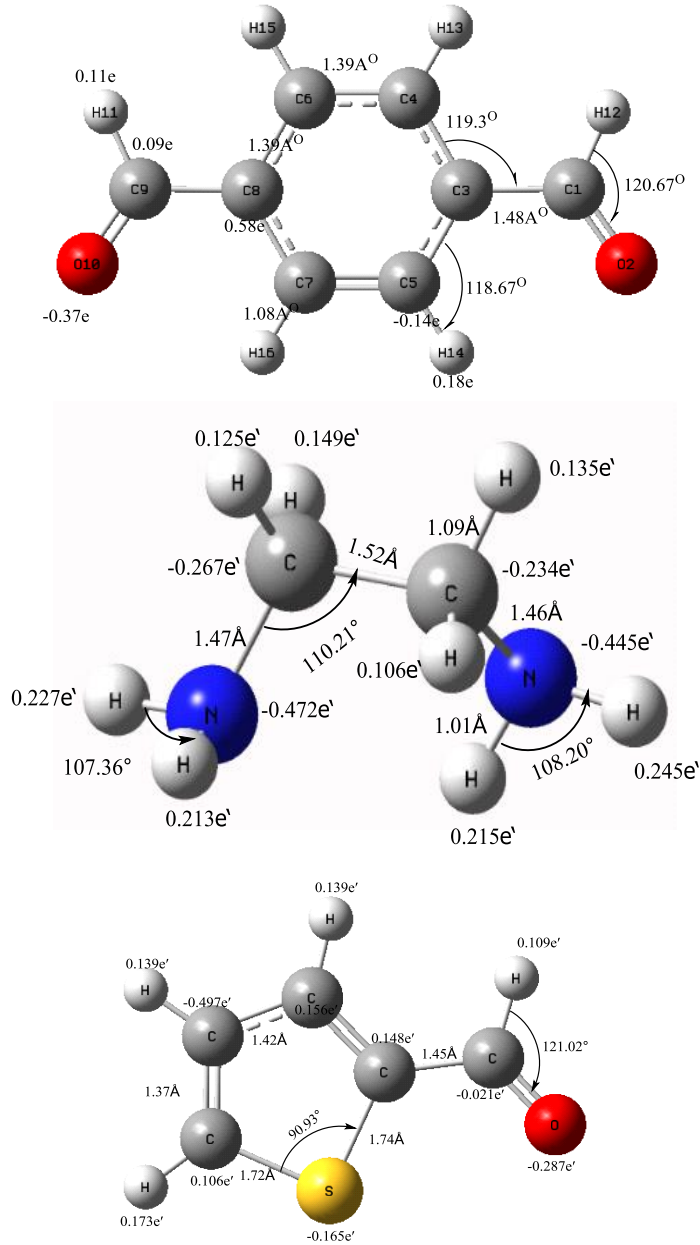
$$J_{IJ} = \partial^2 E_{\text{elec}} / \partial \mu_I \partial \mu_J \quad (9)$$

### ❖ نتائج الدراسة الكوانتية:

#### المواد الداخلة في التفاعل :

كخطوة أولى تم إيجاد البنى الهندسية الفضلى لكل من مركب 1,4- بنزن دي ألدهيد ( $C_8H_6O_2$ ) و مركب ايتلين دي أمين ( $C_2H_8N_2$ ) ومركب 2-ثيوفين كربوكسي الدهيد ( $C_5H_4OS$ ) ، وحساب أطوال الروابط وقيم بعض الزوايا بين الذرات و توزع الشحنات الجزئية كما هو موضح على التوالي في الشكل (1).





**الشكل (1):** البنى الهندسية الفضلى للمركبات (1,4- بنزن دي ألدهيد و ايتلين دي أمين و 2-تيوفين كربوكسي ألدهيد) مع أطوال الروابط مقدره بالأنغستروم والزوايا بالدرجات والشحنات الجزئية مقدره بالإلكترون.

اصطناع ودراسة كوانتية وطيفية لمشتق (1,4-بنزن دي ألدهيد مع التيوفن) و بعض معقداته المعدنية .

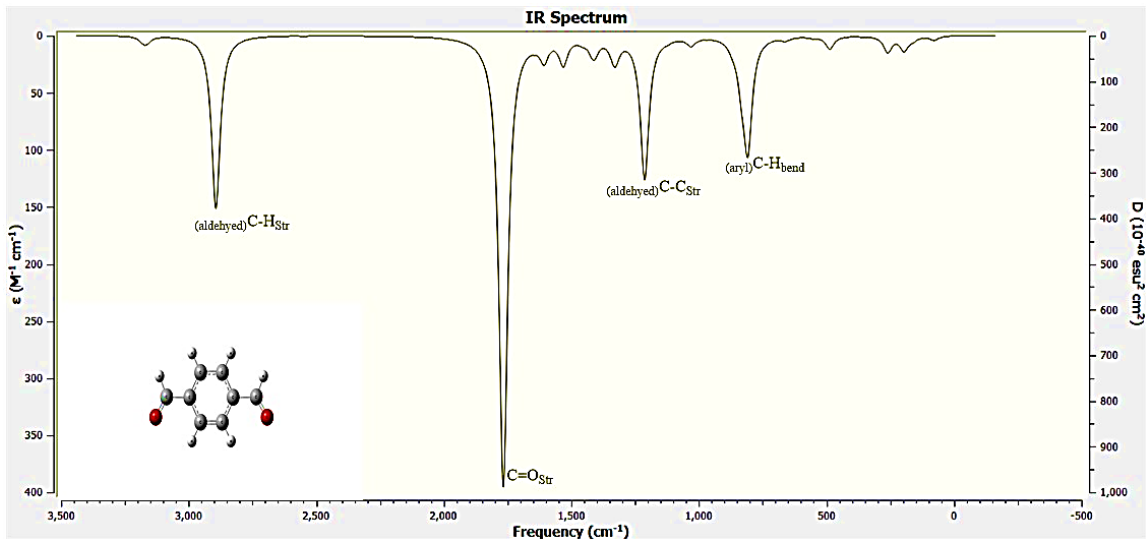
ثم تمّ حساب بعض الطاقات كطاقات المدارات الجزيئية ( $\epsilon_{\text{HOMO}}$  و  $\epsilon_{\text{LUMO}}$ ) وعرض المجال المحظور ( $\epsilon_{\text{gap}}$ ) و الطاقة الإلكترونية  $E_i$  وطاقة الارتباط  $\Delta E_c$  بالإضافة الى عزوم ثنائيات الأقطاب (dipole moment) لهذه المواد وفق الجدول (1).

**الجدول (1):** عزوم ثنائيات الأقطاب وطاقات المدارات الجزيئية و الطاقة الإلكترونية للمواد المتفاعلة.

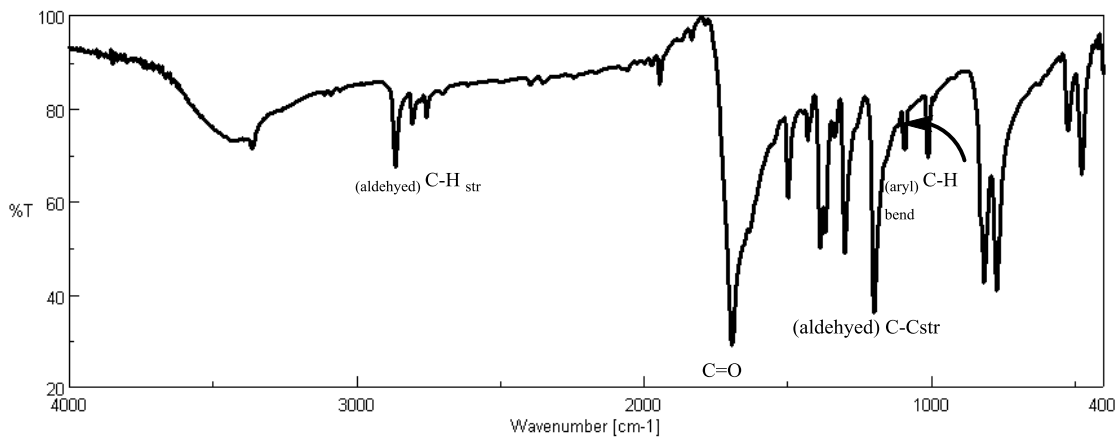
Compound		Dipole moment (Debye)	Energies (eV)				
Name	Formula		$E_i$	$\Delta E_c$	$\epsilon_{\text{HOMO}}$	$\epsilon_{\text{LUMO}}$	$\epsilon_{\text{gap}}$
1,4 Benzenedialdehyde	$\text{C}_8\text{H}_6\text{O}_2$	4.83	-12486.0664	-80.6348	-7.6706	-2.9860	4.6846
ethane-1,2-diamine	$\text{C}_2\text{H}_8\text{N}_2$	1.95	-5186.0605	-44.9671	-6.3287	-0.0490	6.2797
2-Thiophenecarboxaldehyde	$\text{C}_5\text{H}_4\text{SO}$	4.13	-18134.3165	-52.0751	-7.2585	-2.3246	4.9339

نلاحظ من قيم الجدول (1) أن طاقات HOMO و LUMO سالبة ومنخفضة ، الأمر الذي يُشير إلى أن المواد المتفاعلة لها الخصائص العامة للمواد المرجعة ، كما أنه من خلال قيم عزم ثنائي القطب نجد بأن الجزيئات قطبية وأن الجزيئة الأقل قطبية هي ايتلين دي أمين وتُظهر قيم عرض المجال المحظور  $\epsilon_{\text{gap}}$  أن المركب 1,4-بنزن دي ألدهيد أكثر ثباتاً وأقل تفاعلية .

دُرست امتصاصية المركبات للأشعة تحت الحمراء (Infra-Red) كوانتياً وتجريبياً، حيث تُظهر الأشكال (2,3,4,5,6,7) أطيايف الامتصاص 1,4-بنزن دي ألدهيد و ايتلين دي أمين و 2-تيوفين كربوكسي ألدهيد ، ويظهر الجدول (2,3,4) قيم تواترات الاهتزاز لأهم المجموعات الوظيفية.

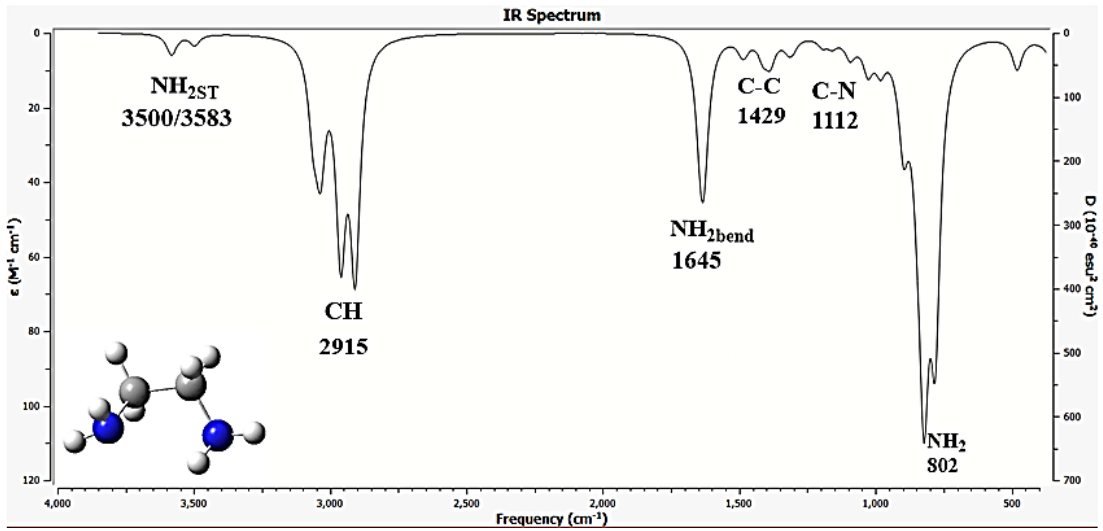


الشكل(2): طيف الأشعة تحت الحمراء لمركب 4,1- بنزن دي ألدهيد (C<sub>8</sub>H<sub>6</sub>O<sub>2</sub>) المحسوب كوانتياً.

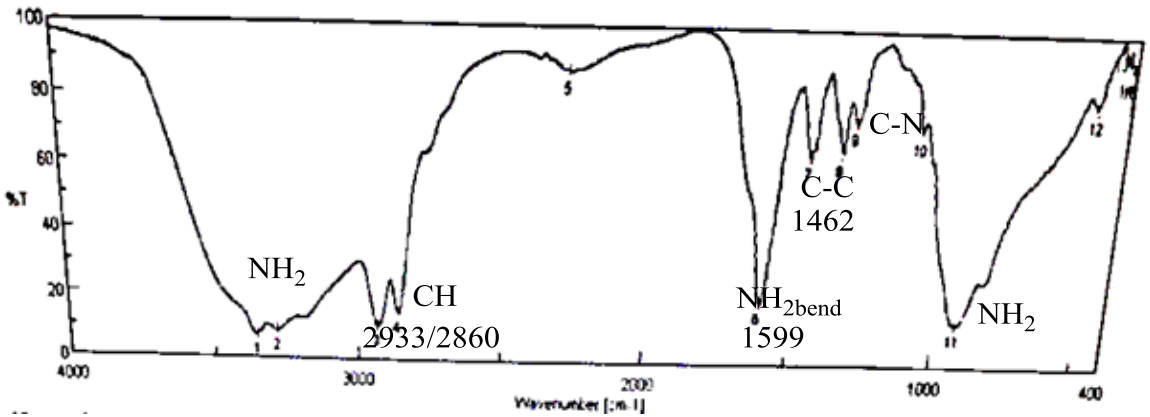


الشكل(3): طيف الأشعة تحت الحمراء لمركب 4,1- بنزن دي ألدهيد (C<sub>8</sub>H<sub>6</sub>O<sub>2</sub>) المحسوب تجريبياً.

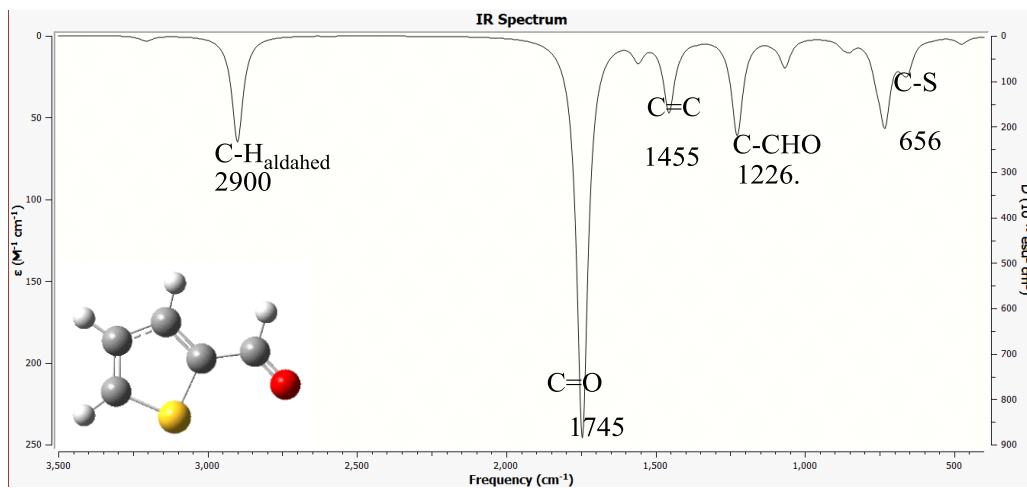
اصطناع ودراسة كوانتية وطيفية لمشتق (1,4-بنزن دي ألدهيد مع التيوفن) و بعض معقداته المعدنية .



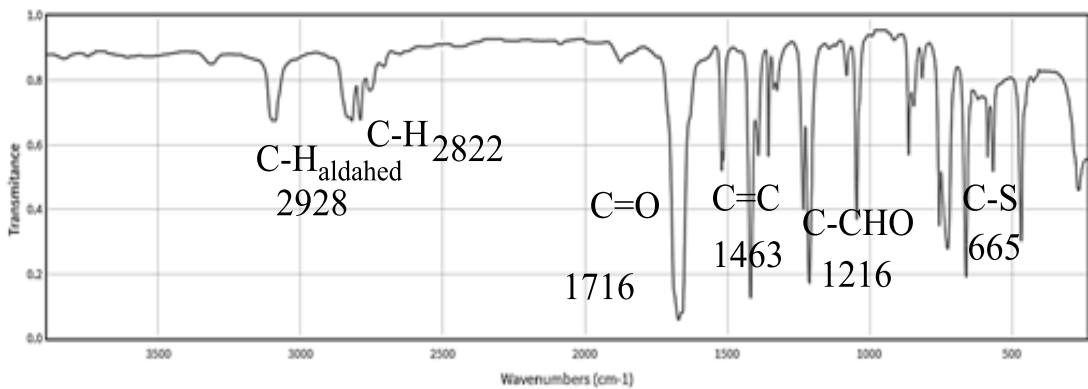
الشكل(4): طيف الأشعة تحت الحمراء لمركب إيثلين دي أمين (C<sub>2</sub>H<sub>8</sub>N<sub>2</sub>) المحسوب كوانتياً.



الشكل(5): طيف الأشعة تحت الحمراء لمركب إيثلين دي أمين (C<sub>2</sub>H<sub>8</sub>N<sub>2</sub>) المحسوب تجريبياً.



الشكل(6): طيف الأشعة تحت الحمراء لمركب 2-ثيوفين كربوكسي الدهيد ( $\text{C}_5\text{H}_4\text{OS}$ ) المحسوب كوانتياً.



الشكل(7): طيف الأشعة تحت الحمراء لمركب 2-ثيوفين كربوكسي الدهيد ( $\text{C}_5\text{H}_4\text{OS}$ ) المحسوب تجريبياً.

الجدول (2) : قيم تواترات الاهتزاز لأهم المجموعات الوظيفية للمركب 1,4- البنزن دي ألدهيد كوانتياً وتجريبياً .

$C_8H_6O_2$	Quantum Value $cm^{-1}$	Experimental value $cm^{-1}$
(aldehyd) <b>C-H</b> str	<b>2892</b>	<b>2865</b>
<b>C=O</b> str	<b>1765</b>	<b>1693</b>
(aryl) <b>C-H</b> bend	<b>1181</b>	<b>1198</b>
(aldehyd) <b>C-C</b> str	<b>1212</b>	<b>1301</b>

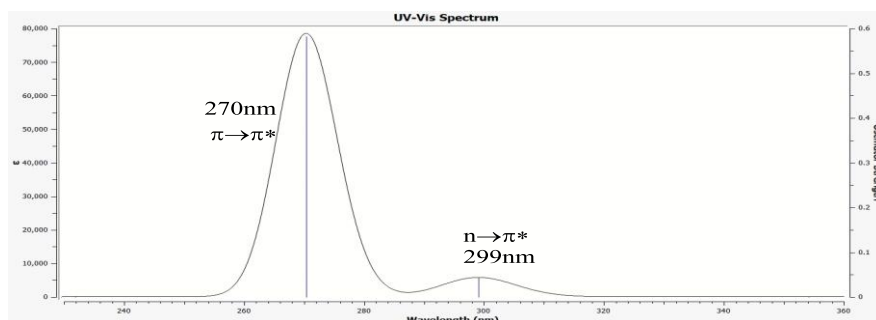
الجدول (3): قيم تواترات الاهتزاز لأهم المجموعات الوظيفية للمركب ايتلين دي أمين كوانتياً وتجريبياً .

$C_2H_8N_2$	Quantum Value $cm^{-1}$	Experimental value $cm^{-1}$
<b>C-H</b> str	<b>2968/2915</b>	<b>2933/2860</b>
<b>N-H<sub>2</sub></b> bend	<b>1645</b>	<b>1599</b>
<b>C=C</b> str	<b>1429</b>	<b>1462</b>

الجدول (4) : قيم تواترات الاهتزاز لأهم المجموعات الوظيفية للمركب 2-تيوفين كربوكسي ألدهيد كوانتياً وتجريبياً .

$C_5H_4OS$	Quantum Value $cm^{-1}$	Experimental value $cm^{-1}$
(aldehyd) <b>C-H</b> str	<b>2900</b>	<b>2928</b>
<b>C=O</b> str	<b>1745</b>	<b>1716</b>
<b>C-S-C</b> str	<b>656</b>	<b>665</b>
<b>C=C</b>	<b>1455</b>	<b>1463</b>

وباستخدام طريقة تابعة الكثافة (TD-DFT) B3LYP/6-311+G(d,p) المتعلقة بالزمن دُرست امتصاصية مركب 4،1- البنزن دي الدهيد المتفاعل للأشعة المرئية وفوق البنفسجية (UV-Vis) وسجلت عصابات الامتصاص في الشكل (8)، ويظهر الجدول (5) قيم اهم عصابات الامتصاص، فيظهر في الطيف عصابتي امتصاص عند القيمة (299nm) و (270 nm) ويمكن أن يعزى امتصاص العصابة الأولى عند القيمة (270 nm) إلى الانتقال الإلكتروني من نوع ( $\pi \rightarrow \pi^*$ ) ( $\pi^*$ )نتيجة لاحتواء المركب على روابط ثنائية مثل زمرة الكربونيل (C=O) و ( ) (C=C العائدة للحلقة العطرية، أما عصابة الامتصاص الثانية عند (299 nm) تعود الى الانتقال الإلكتروني ( $n \rightarrow \pi^*$ ) نتيجة لوجود أزواج إلكترونية غير مشاركة على ذرة الأوكسجين .



الشكل (8) : طيف الأشعة فوق البنفسجية الكوانتي لمركب 4،1- البنزن دي الدهيد )



الجدول (5) : قيم عصابات الامتصاص للمركب 1،4- البنزن دي الدهيد كوانتياً

وتجريبياً .

$C_5H_5O_2$	Quantum Value nm	Experimental value nm
$\pi-\pi^*$	270	265
$n-\pi^*$	299	300

اصطناع ودراسة كوانتية وطيفية لمشتق ( 1,4-بنزن دي ألدهيد مع التيوفن) و بعض معقداته المعدنية .

وبالمقارنة بين الأطياف نلاحظ توافق بين القيم التجريبية والكوانتية وبذلك يمكننا اعتماد طريقة تابعة الكثافة (DFT) B3LYP/6-311+G(d,p) المستقلة عن الزمن لدراسة تفاعل المواد الأولية وتشكيل المرتبطة (PDBTE).

### المواد الناتجة عن التفاعل :

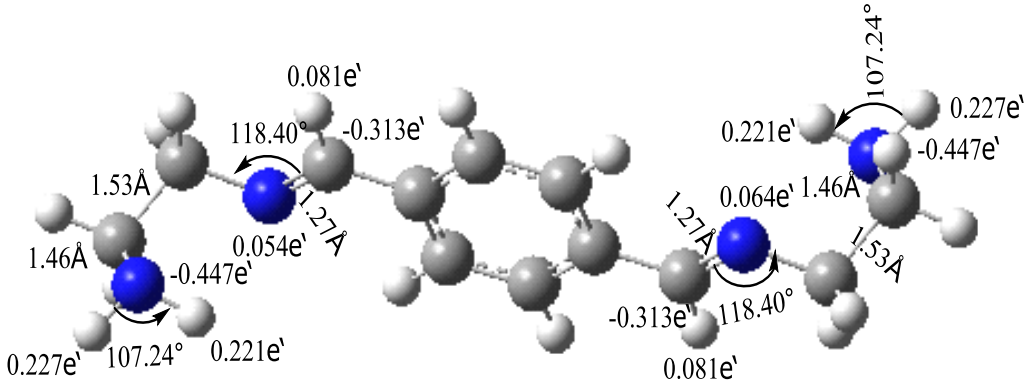
باستخدام ذات الطريقة تم دراسة نواتج تفاعل تشكل المرتبطة (PDBTE) على مرحلتين حيث تم إيجاد البنى الهندسية الفضلى لهذه النواتج بالشكل المقرون والشكل المفروق وحساب بعض الخصائص الإلكترونية لها (الطاقات الإلكترونية، طاقات الارتباط ، طاقات المدارات الجزيئية وعرض المجال المحظور إضافة إلى عزوم ثنائيات الأقطاب وعُرضت في الجدول (6)

**الجدول (6):** عزوم ثنائيات الأقطاب وطاقات المدارات الجزيئية و الطاقة الإلكترونية لنواتج التفاعل .

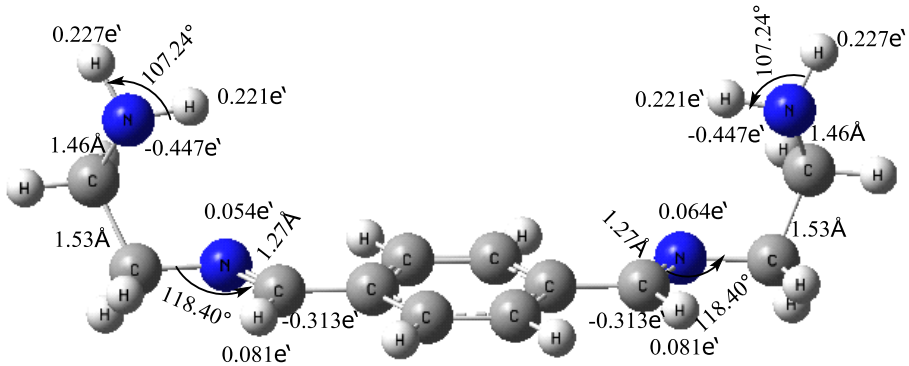
Compound		Dipole moment (Debye)	Energies (eV)				
Name	Formula		$E_i$	$\Delta E_c$	$\epsilon_{HOMO}$	$\epsilon_{LUMO}$	$\epsilon_{gap}$
Water	H <sub>2</sub> O	2.08	-2079.7007	-9.0912	-8.7723	-0.6166	8.154
IM (cis)	C <sub>12</sub> H <sub>18</sub> N <sub>4</sub>	3.35	-18701.6118	-141.0235	-6.3959	-1.9289	4.4670
IM (trans)	C <sub>12</sub> H <sub>18</sub> N <sub>4</sub>	0.001	-18701.7266	-141.1459	-6.5379	-2.0977	4.4402
PDBTE (cis)	C <sub>22</sub> H <sub>22</sub> N <sub>4</sub> S <sub>2</sub>	2.07	-50808.8465	-3206.4316	-6.4283	-2.0211	4.4072
PDBTE (trans)	C <sub>22</sub> H <sub>22</sub> N <sub>4</sub> S <sub>2</sub>	2.68	-50805.8801	-3203.4652	-6.4283	-2.0433	4.385



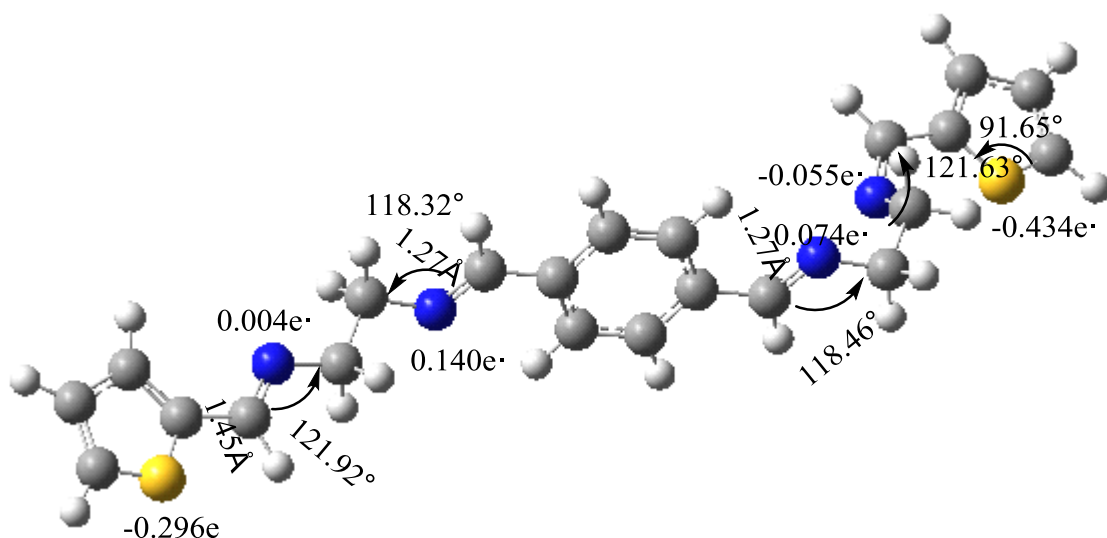
وتُظهر قيم عرض المجال المحظور  $\epsilon_{gap}$  في الجدول (6) أن ناتج التفاعل في المرحلة الأولى أي (IM) أعلى أي أن الناتج أكثر ثباتاً وأقل تفاعلية من ناتج المرحلة الثانية أي (PDBTE)، أيضاً نلاحظ بأن عرض المجال المحظور  $\epsilon_{gap}$  للناتج (trans) (PDBTE) أقل أي أن المركب في الموضع المفروق أكثر استقراراً أيضاً نلاحظ من مقارنة عزم ثنائي القطب بأن الناتج (trans) (PDBTE) أعلى أي أن حلقة التيوفين زاد من استقرار وقطبية المركب، ويظهر الشكل (9,10,11,12) البنية الهندسية الفضلى للنواتج (IM , PDBTE) بالموضع المفروق والمقرون.



**الشكل (9):** البنية الهندسية المستقرة للمركب (IM) بالموضع المفروق مع أطوال الروابط مقدرة بالأنغستروم والزوايا بالدرجات والشحنات الجزئية مقدرة بالإلكترون.

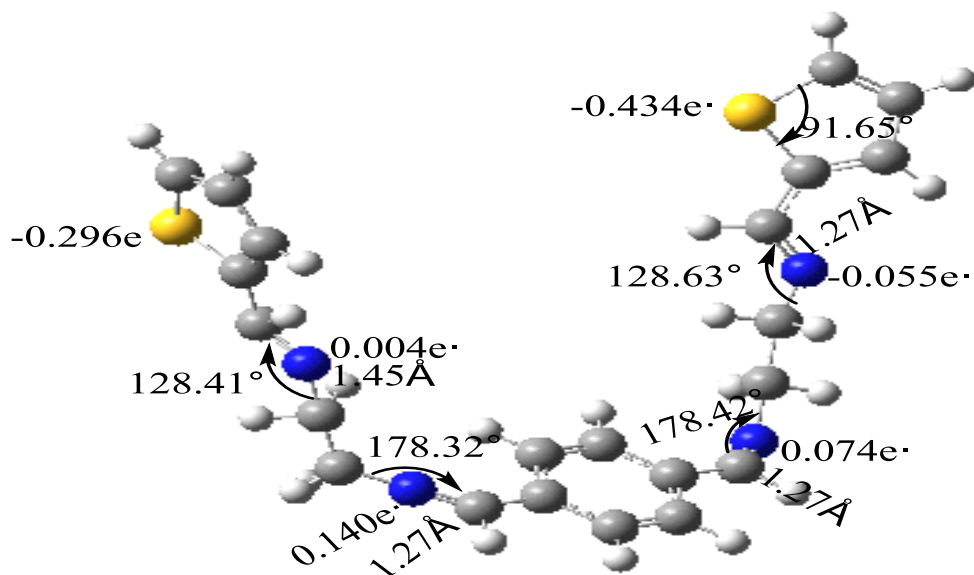


**الشكل (10):** البنية الهندسية المستقرة للمركب (IM) بالموضع المقرون مع أطوال الروابط مقدرة بالأنغستروم والزوايا بالدرجات والشحنات الجزئية مقدرة بالإلكترون.



الشكل (11): البنية الهندسية المستقرة للمرتبطة (PDBTE) بالموضع المفروق مع أطوال

الروابط مقدره بالأنغستروم والزوايا بالدرجات والشحنات الجزئية مقدره بالإلكترون.

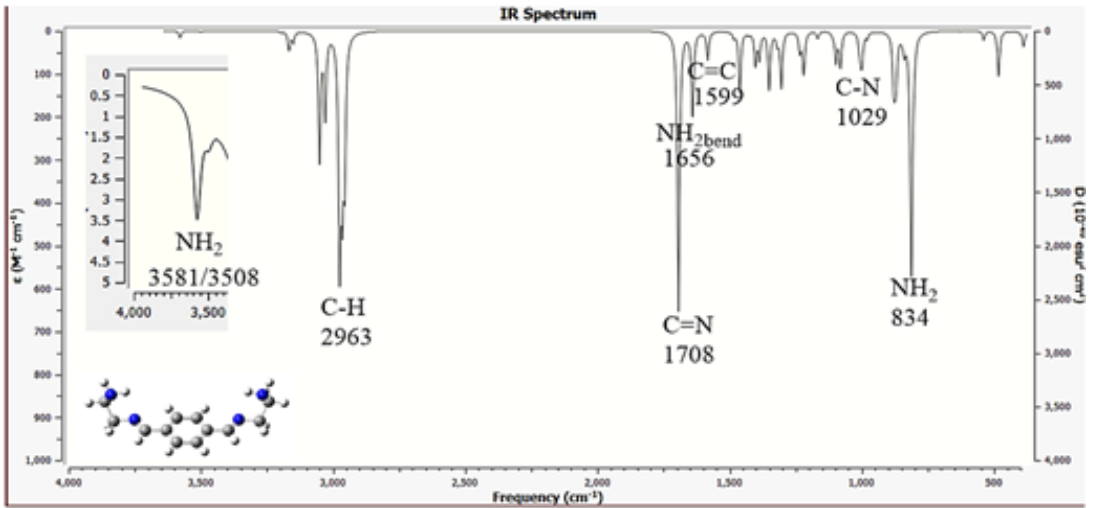


الشكل (12): البنية الهندسية المستقرة للمرتبطة (PDBTE) بالموضع المقرون مع أطوال

الروابط مقدره بالأنغستروم والزوايا بالدرجات والشحنات الجزئية مقدره بالإلكترون.

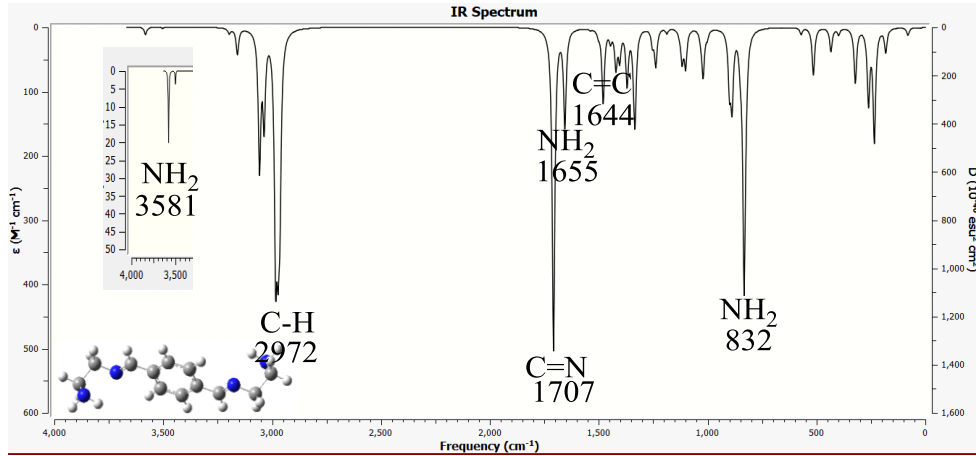
نلاحظ تساوي أطوال الروابط المتماثلة والمتناظرة وتساوي قياسات الزوايا المتماثلة والمتناظرة، أيضاً تساوي أطوال الرابطة (C=N) الناتجة عن حلقة البنزن وحلقة 2-نيوفين كربوكسي الدهيد في المرتبطة أي أننا سنحصل على قمة وحيدة عائدة لاهتزاز مجموعة الأيميد.

لتوصيف النواتج تم دراسة طيف الأشعة تحت الحمراء (IR) كوانتياً كما في الشكل (13,14,15,16) وسجلت عصابات الامتصاص له، وبين الجدول (7,8) أذناه قيم تواترات الاهتزاز للمجموعات الوظيفية الأساسية كوانتياً [12].

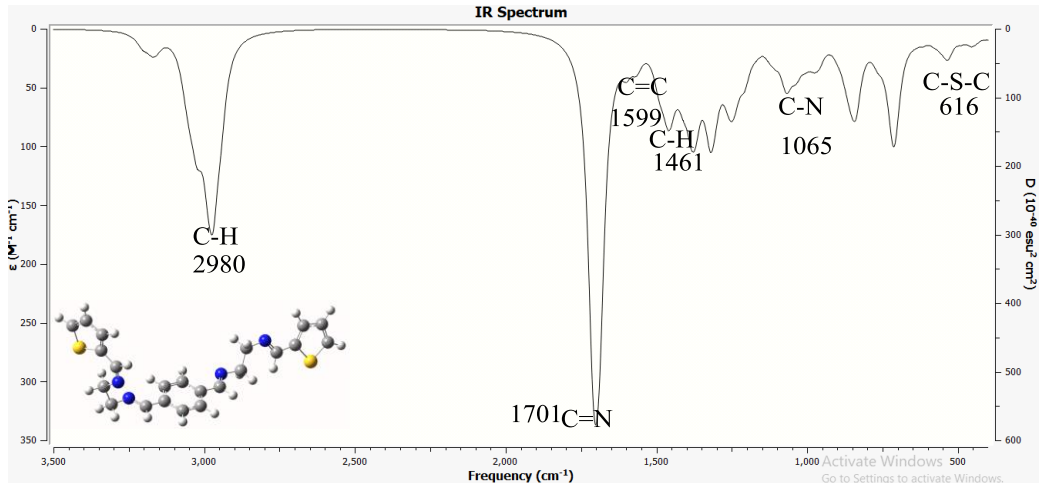


الشكل (13): طيف IR للمركب (IM) بالموضع المقرون المحسوب كوانتياً.

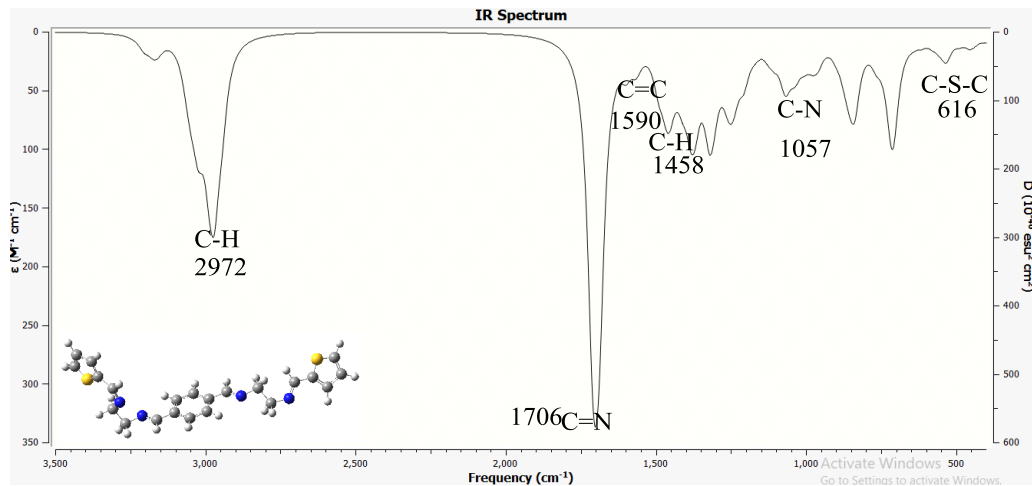
اصطناع ودراسة كوانتية وطيفية لمشتق (1,4-بنزن دي ألدهيد مع التيوفن) و بعض معقداته المعدنية .



الشكل(14): طيف IR للمركب (IM) بالموضع المفروق المحسوب كوانتياً.



الشكل(15): طيف IR للمرتبطة (PDBTE) بالموضع المقرون المحسوب كوانتياً.



الشكل(16): طيف IR للمرتبطة (PDBTE) بالموضع المفروق المحسوب كوانتياً.

الجدول (7): قيم تواترات الاهتزاز لأهم المجموعات الوظيفية للمرتبطة IM.

IM	Quantum Value $\text{cm}^{-1}$ (Cis)	Quantum Value $\text{cm}^{-1}$ (Trans)
C-H	2963	2972
C=N <sub>st.</sub>	1708	1707
NH <sub>2</sub> bend	1656	1655
C=C <sub>st</sub>	1599	1644
C-N	1029	1020
NH <sub>2</sub>	834	832

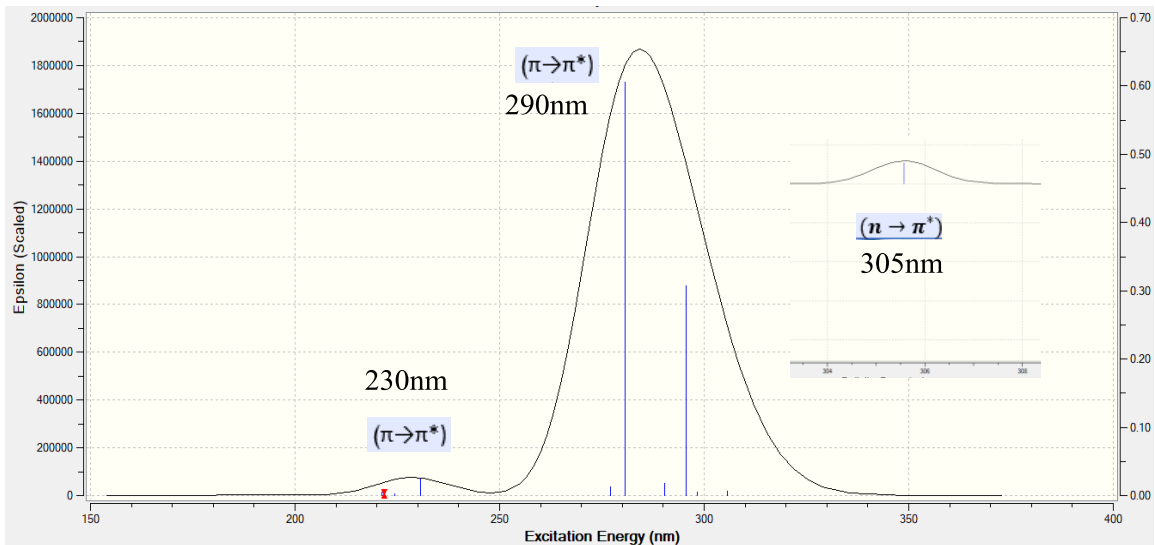
الجدول (8): قيم تواترات الاهتزاز لأهم المجموعات الوظيفية للمرتبطة PDBTE.

PDBTE	Quantum Value $\text{cm}^{-1}$ (Cis)	Quantum Value $\text{cm}^{-1}$ (Trans)
C-H <sub>st.</sub>	2980	2972
C=N <sub>st.</sub>	1701	1706
C=C <sub>st</sub>	1599	1590
C-N	1065	1057
C-S-C	616	616

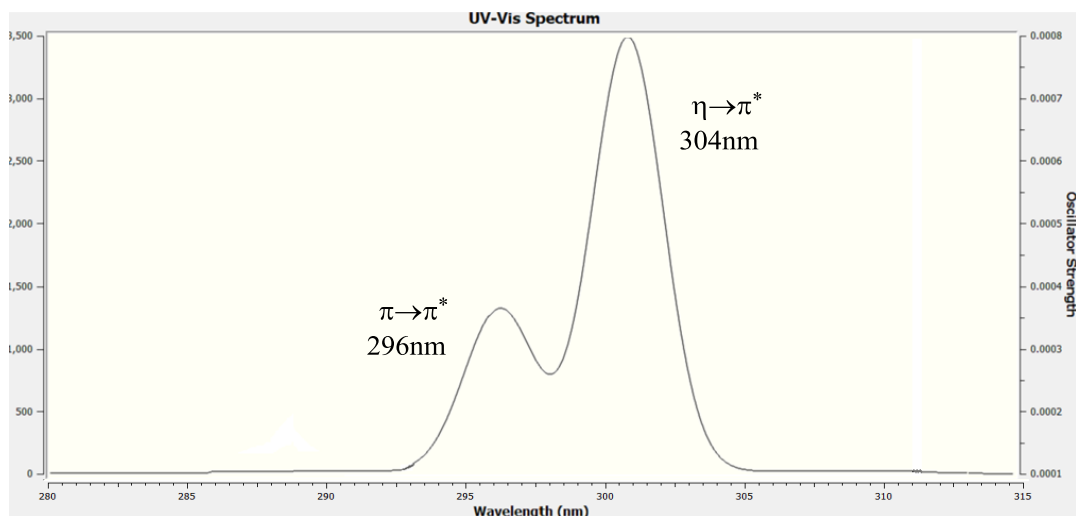
كما دُرست امتصاصية المركبان IM و PDBTE للأشعة المرئية وفوق البنفسجية ( UV-VIS) وسجلت عصابات الامتصاص، ففي الطيف الكوانتي للمركب IM تظهر عصابات امتصاص عند القيمة (230/290 nm) وعند (305nm) ويمكن أن تعزى إلى الانتقالات الإلكترونية من نوع ( $\pi \rightarrow \pi^*$ ) نتيجة لاحتواء المركب على روابط ثنائية (C=N)

و (C=C) العائدة للحلقة العطرية و ( $n \rightarrow \pi^*$ ) نتيجة وجود أزواج إلكترونية حرة على نيتروجين مجموعة الازوميثين ، أما في طيف المركب PDBTE تظهر عصابات امتصاص عند القيمة (278nm) وعند (304nm) ويمكن أن تعزى إلى الانتقالات الإلكترونية من نوع ( $\pi \rightarrow \pi^*$ ) نتيجة لاحتواء المركب على روابط ثنائية (C=N)

و (C=C) العائدة للحلقة العطرية و ( $n \rightarrow \pi^*$ ) نتيجة وجود أزواج إلكترونية حرة على نيتروجين مجموعة الازوميثين و كبريت 2-ثيوفين كربوكسي ألدهيد على التوالي، كما هو موضح بالشكل (17,18) و الجدول (9) يبين أهم قيم عصابات الامتصاص للمرتبطة PDBTE كوانتياً.



الشكل (17): طيف الأشعة فوق البنفسجية للمركب IM المحسوب كوانتياً.

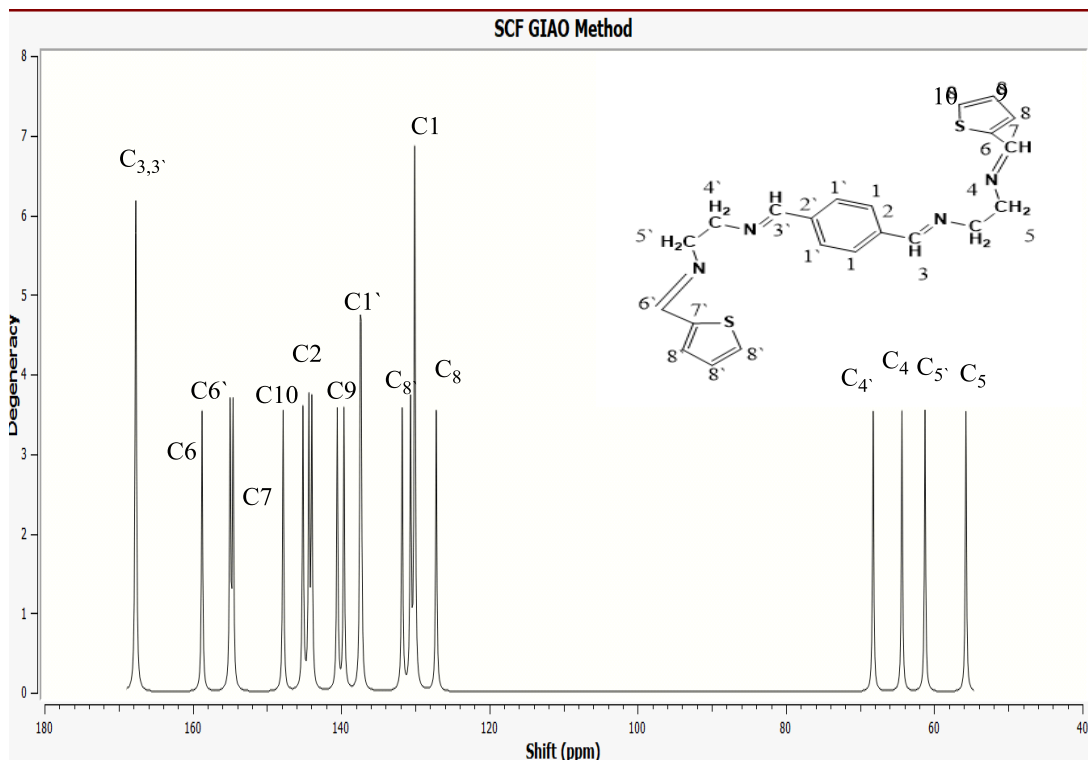


الشكل (18): طيف الأشعة فوق البنفسجية للمرتبطة PDBTE المحسوب كوانتياً.

الجدول (9) : قيم عصابات الامتصاص المرتبطة PDBTE كوانتياً.

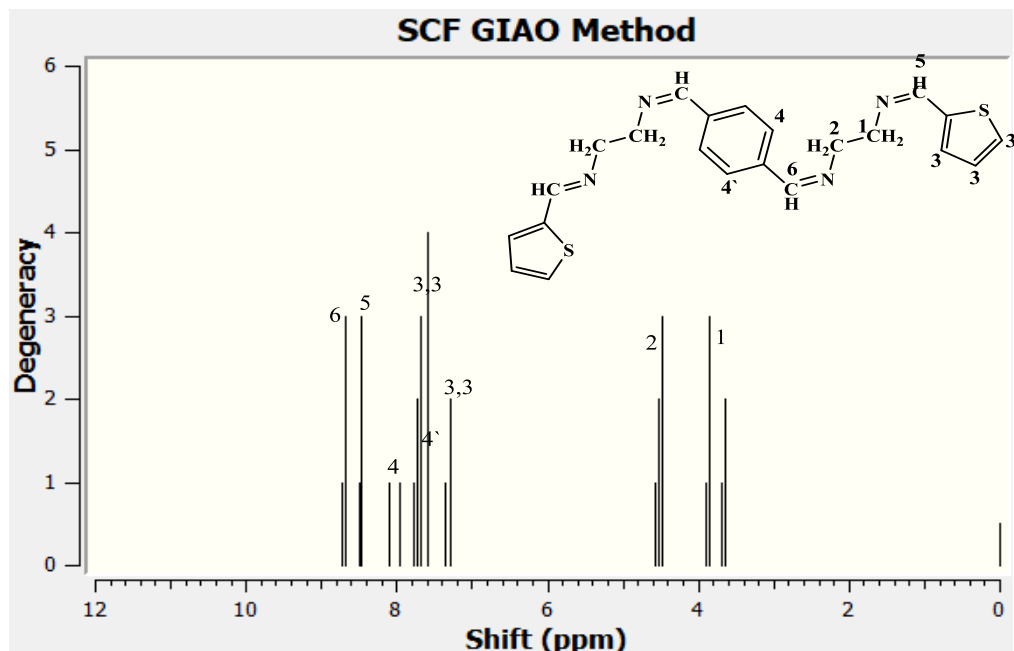
PDBTE	Quantum Value (IM) nm	Quantum Value (PDBTE ) nm
$\pi-\pi^*$	230/290	296
$n-\pi^*$	305	304

كما تم تسجيل اطيف الرنين المغناطيسي النووي  $^1\text{H NMR}$  ,  $^{13}\text{C NMR}$  للمرتبطة (PDBTE) كوانتياً و تجريبياً في مذيب (DMSO) حيث توضح الشكل (19) طيف  $^{13}\text{C NMR}$  و الشكل (20) طيف  $^1\text{H NMR}$  وتبين الجدول (10,11) الانزياحات في طيف NMR للمرتبطة (PDBTE) .



الشكل(19): طيف  $^{13}\text{C NMR}$  الكوانتي للمرتبطة PDBTE





الشكل(20): طيف  $^1\text{H}$  NMR الكوانتي للمرتبطة PDBTE

الجدول (10): الانزياحات  $^{13}\text{C}$  NMR في طيف NMR للمرتبطة PDBTE

Theoretical	
Groups	$^{13}\text{C}$ NMR
(1',1)	130.08-130.05
(2',2)	143.95-144.34
(3',3)	167.73-167.66
(4',4)	55.73-61.25
(5',5)	64.35-68.24
(6',6)	154.57-158.75
(7',7)	147.82-154.97
(8',8)	127.17-139.62
(9',9)	131.77-130.62
(10',10)	140.52-145.15

الجدول (11): الانزياحات  $^1\text{H NMR}$  في طيف NMR للمرتبطة PDBTE

Theoretical	
Groups	$^1\text{H NMR}$
$\text{CH}_2(1)$	3.64 (q,2)
$\text{CH}_2(2)$	3.89 (q,2)
H(3,4)	7.29-8.11 (m,5)
$\text{N}=\text{C}-\text{H}(5)$	8.48 (S,1)
$\text{N}=\text{C}-\text{H}(6)$	8.67 (S,1)

وبناءً على ما سبق ومن خلال المقارنة تم اعتماد المرتبطة PDBTE بالموضع المفروق أساس لبناء الدراسة التجريبية.

#### 4- الدراسة التجريبية (Experimental Study):

❖ اصطناع المرتبطة (PDBTE) ومعقداتها:

اصطناع المرتبطة (PDBTE):

PDBTE= (Phenylene 1,4-Diazometin Base (thiopheneylazometin ethyl))

المرحلة الأولى:

➤ وُضع في دورق كروي ثنائي الفتحة سعة (250 ml) مزود بقضيب مغناطيسي ومبرد عكوس (0.134 gr, 1mmol) من 4,1- البنزن دي ألدهيد المذاب في (15 ml) ميثانول مطلق وتم التحريك مع التسخين حتى تمام الانحلال.

- حُضِرَ محلول ( 2mmol, 0.13 ml ) من الايتلين دي أمين في ( 5 ml ) ميثانول مطلق، ثم تمّت اضافة هذا المحلول ببطء إلى محلول 1،4- البنزن دي الدهيد مع التسخين للدرجة ( 65 °C ) والتحرك لمدة 6 ساعات.
- تُرِكَ المزيج لمدة ساعة في درجة حرارة الغرفة ثم رُشِحَ وغُسلَ بالماء المقطر والميثانول المطلق الساخن ومن ثم بالايتر الجاف ( 3ml x 2 ).
- جُفِّفَ الناتج وحُسِبَ المرذود ( 99% ).
- المركب (IM) عبارة عن راسب أصفر، قمنا بقياس درجة الانصهار وكانت 230 ( °C ) وهذه الدرجة تختلف عن درجات انصهار المواد الأولية التي تبلغ بالنسبة لمركب 1،4- البنزن دي الدهيد ( 115 °C ) مما يسهم في التأكد من تشكل مركب جديد.

#### المرحلة الثانية:

- وُضِعَ في دورق كروي ثنائي الفتحة سعة ( 250 ml ) مزود بقضيب مغناطيسي ومبرد عكوس ( 1mmol, 0.218 gr ) من مركب (IM) في ( 20 ml ) ميثانول مطلق وتم التحريك مع التسخين لمدة ساعة حتى تمام الانحلال.
- حُضِرَ محلول ( 2mmol, 0.224 ml ) من 2-تيوفين كربوكسي الدهيد في ( 5 ml ) ميثانول مطلق، ثم تمّت اضافة هذا المحلول ببطء إلى محلول مركب (IM) مع التسخين للدرجة ( 65 °C ) والتحرك لمدة 24 ساعة.
- تُرِكَ المزيج لمدة ساعة في درجة حرارة الغرفة ثم رُشِحَ وغُسلَ بالماء المقطر والميثانول المطلق الساخن ومن ثم بالايتر الجاف ( 3ml x 2 ).
- جُفِّفَ الناتج وحُسِبَ المرذود ( 93% ).

المرتبطة عبارة عن بودرة أصفر غامق اللون، جيدة الانحلال في الإيثانول. قمنا بقياس درجة الانصهار للمرتبطة ولوخط أنه حتى الدرجة ( 360 °C ) لم يحدث

للمادة أي انصهار وهذه الدرجة تختلف عن درجة انصهار المركب (IM) مما يسهم في التأكد من تشكل مركب جديد، كما تم التأكد من نقاوة المرتبطة الناتجة L باستخدام تقنية كروماتوغرافيا الطبقة الرقيقة (TLC) وذلك في جملة دي كلورو الإيثان و ميثانول (25:75).

تحضير المعقدات المعدنية باستخدام المرتبطة (PDBTE) مع أيونات  
: [Ni(II),Cu(II),Zn(II)]

تم تحضير المعقدات وفق الطريقة الآتية:

➤ وُضع في دورق كروي ذو فتحة واحدة سعة (250 ml) مزود بقضيب مغناطيسي ومبرد عكوس (0.406 gr , 1mmol) من المرتبطة (PDBTE) في (20 ml) إيثانول مطلق وتم التحريك لمدة ساعة.

➤ لتحضير محلول كلوريد الملح ، وُضع (2mmol) من كلوريد المعدن اللامائي في أرلينة مع (25 ml) إيثانول مطلق ثم تمّ التسخين لدرجة (70 °C) مع التحريك لمدة نصف ساعة.

➤ أُضيف محلول ملح المعدن ببطء إلى محلول (PDBTE) وتم التحريك مع التسخين (70 °C) لمدة 4 ساعات ، ثمّ تُركّ المحلول ليرقد إلى اليوم التالي.

➤ رُشح مزيج التفاعل وُغسل بالماء المقطر ثم بالإيثانول المطلق الساخن (3ml x 2) ثمّ بالإيتر الجاف (2x 3ml).

➤ جُفف الناتج وهو عبارة عن راسب وحُسب المردود .

الجدول(12): يبين المرود واللون للمرتبطة ومعقداتها.

Comp.	Formulas (MW)	Color	Yield (%)
IM	$C_{12}H_{18}N_4$ (218 g.mol <sup>-1</sup> )	Yellow أصفر	99
PDBTE	$C_{22}H_{22}N_4S_2$ (406g.mol <sup>-1</sup> )	Dark Yellow أصفر غامق	93
[Ni <sub>2</sub> LCl <sub>4</sub> ]	$C_{22}H_{22}N_4S_2Cl_4Ni_2$ (665.18g.mol <sup>-1</sup> )	Dark Brown بني غامق	86
[Cu <sub>2</sub> LCl <sub>4</sub> ]	$C_{22}H_{22}N_4S_2Cl_4Cu_2$ (674.9g.mol <sup>-1</sup> )	Green أخضر	80
[Zn <sub>2</sub> LCl <sub>4</sub> ]	$C_{22}H_{22}N_4S_2Cl_4Zn_2$ (678.56g.mol <sup>-1</sup> )	Dark Yellow أصفر	88

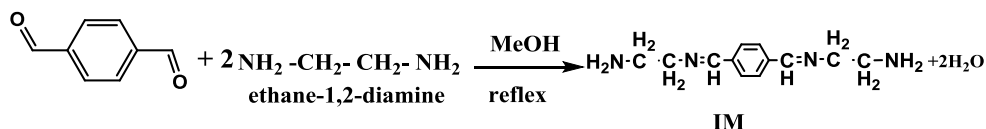
## ❖ النتائج والمناقشة ( Results and Discussion ):

### ▪ توصيف المرتبطة (PDBTE) ومعقداتها المعدنية:

تمت دراسة بنية المرتبطة والمعقدات المحضرة بوساطة مطيافية الأشعة تحت الحمراء (FT-IR) ضمن المجال، ( $4000-400 \text{ cm}^{-1}$ ) وباستخدام بروميد البوتاسيوم KBr وأيضاً مطيافية الأشعة فوق البنفسجية والمرئية (UV-Vis) حيث تم تسجيل الأطياف للمركبات المدروسة باستخدام خلية من الكوارتز ذات عرض (1cm) [15,16].

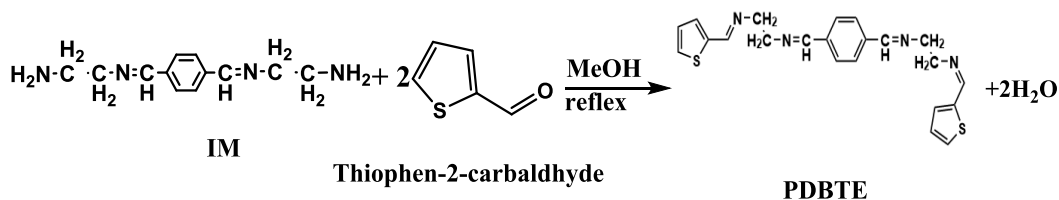
### توصيف المرتبطة (PDBTE) :

حُضرت المرتبطة (PDBTE) على مرحلتين، المرحلة الأولى: من تفاعل ضم اتيلين دي أمين مع 1,4- البنزن دي ألدهيد ويوجد الميثانول كمذيب، وفق التفاعل الآتي:



Benzen-1,4-dicarbaldehyde

المرحلة الثانية : تفاعل ضم نكليوفيلي لنتاج المرحلة الأولى مع 2-تيوفين كربوكسي ألدهيد بوحود الميثانول كمذيب، وفق التفاعل الآتي:



أولاً: باستخدام مطيافية الرنين النووي المغناطيسي (NMR) للمرتبطة (PDBTE):

● مطيافية الرنين النووي المغناطيسي الكربوني  $^{13}\text{C}$  NMR للمرتبطة PDBTE:

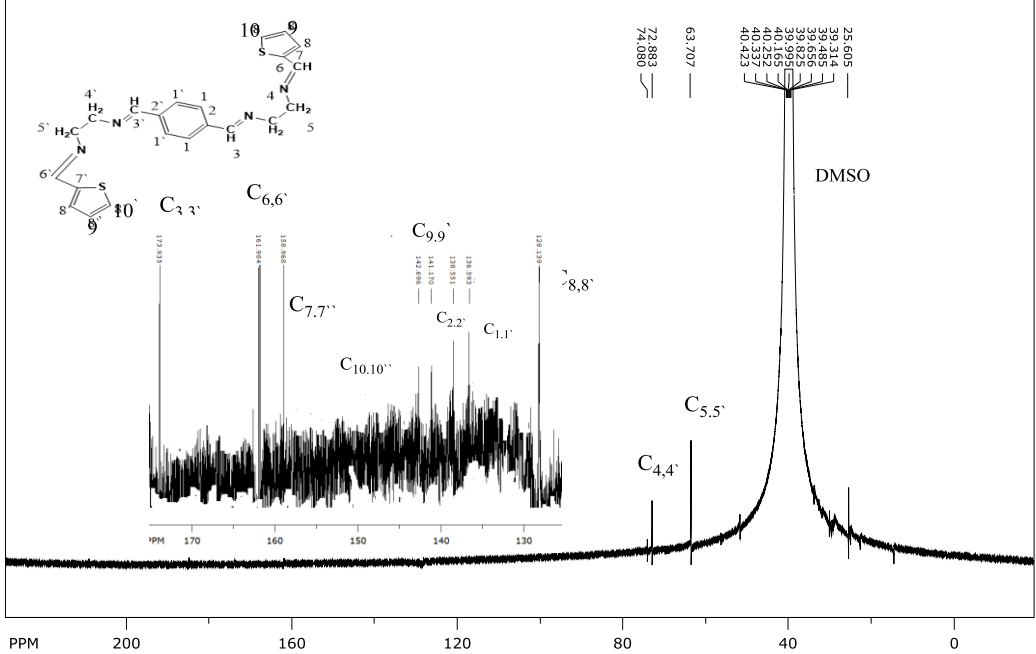
أظهر طيف الطنين النووي المغناطيسي الكربوني ( $\text{C}^{13}$ -NMR) الشكل (21) إشارتان عند الانزياحين

إلى زمرة الميثيلين عند الإنزياح (174.165, 184.818ppm) تعودان إلى  $\text{C}=\text{N}$ ، كما ظهرت إشارتان أحادية تعودان

إلى زمرة الميثيلين عند الإنزياح

(72.88, 63.71ppm)، و انزياحات أخرى موضحة في الجدول (13):

SpinWorks 4: GXEc, 608, BF = 125.7251 MHz, Solvent - DMSO, 10 Oct 2023 T=298 K



file: ...s\pcmax\Downloads\زهراء\GXEc\8\fid exp: <zpgp30>  
transmitter freq.: 125.738301 MHz  
time domain size: 65400 points  
width: 31250.00 Hz = 248.5321 ppm = 0.477829 Hz/pt  
number of scans: 13824

freq. of 0 ppm: 125.725100 MHz  
processed size: 65536 complex points  
LB: 1.000 GF: 0.0000

الشكل (21): طيف الطنين النووي المغناطيسي الكربوني للمرتبطة PDBTE في

DMSO المديتر

الجدول(13) : قيم الانزياح الكيماوي للمجموعات الكربونية في المرتبطة PDBTE

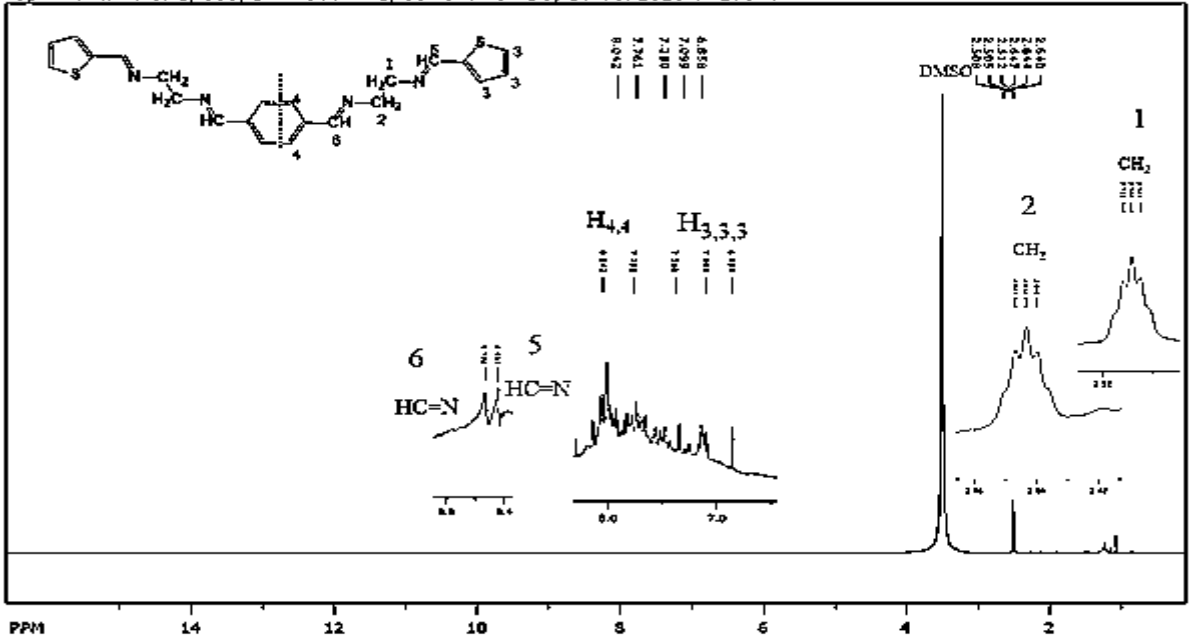
Experimental value الانزياح $\delta_c$ Ppm	ذرة الكربون	Quantum Value الانزياح $\delta_c$ Ppm
135.767	1,1'	130.08-130.05
145.747	2,2'	143.95-144.34
173.955	3,3'	167.73-167.66
63.111	4,4'	55.73-61.25
72.281	5,5'	64.35-68.24
161.064	6,6'	154.57-158.75
159.99	7,7'	147.82-154.97
127.934	8,8'	127.17-139.62
140.149	9,9'	131.77-130.62
142,696	10,10'	140.52-145.15



• مطيافية الرنين النووي المغناطيسي البروتوني  $^1\text{H-NMR}$  :

سجل طيف الرنين النووي المغناطيسي البروتوني  $^1\text{H-NMR}$  للمرتبطة في دي متيل سلفوكسيد المديتر، حيث يُظهر (بعد الأخذ بعين الاعتبار وجود التناظر في بنية المركب) إشارتين أحاديتين عند الانزياح (8.441 ppm, S, H)، (8.532 ppm, S, H) تعود لبروتون مجموعة الأزوميتين ، و عند (2.50ppm, T, 2H)، (2.64ppm, T, 2H) تعود لبروتونات مجموعة المتيلين أما بقية بروتونات الحلقات العطرية تمتص بشكل إشارة متعددة عند المجال (6.858-8.043ppm, m, 5H).

SpinWorks 4: GXE, 608, BF = 500 MHz, Solvent - DMSO, 10 Oct 2023 T=298 K



file: ...s\pdmaw\Downloads\777\GXE\8\1\01 exp1: <exp3D>  
transmitter freq.: 500.003750 MHz  
time domain size: 65384 points  
width: 12500.00 Hz = 24.9998 ppm = 0.191178 Hz/pt  
number of scans: 256

freq. of 0 ppm: 500.000000 MHz  
processed size: 65536 complex points  
LS: 0.300 CF: 0.0000

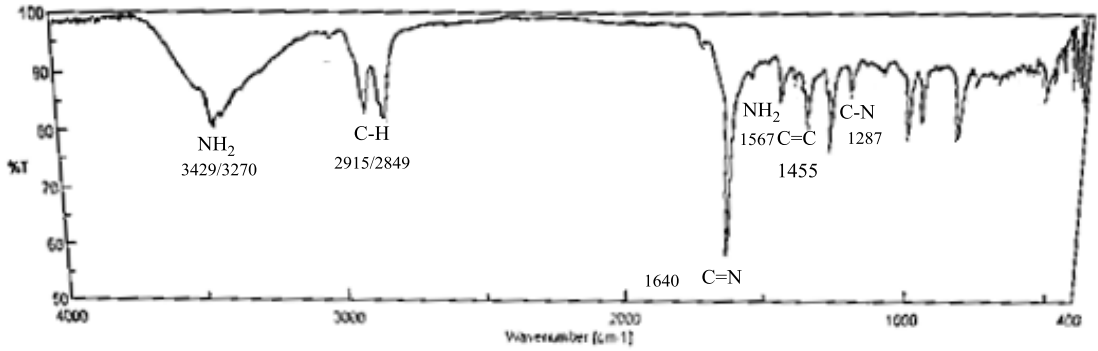
الشكل (22): طيف الـ  $^1\text{H-NMR}$  للمرتبطة PDBTE

الجدول (14) : قيم الانزياح الكيماوي للمجموعات البروتونية للمرتبطة PDBTE

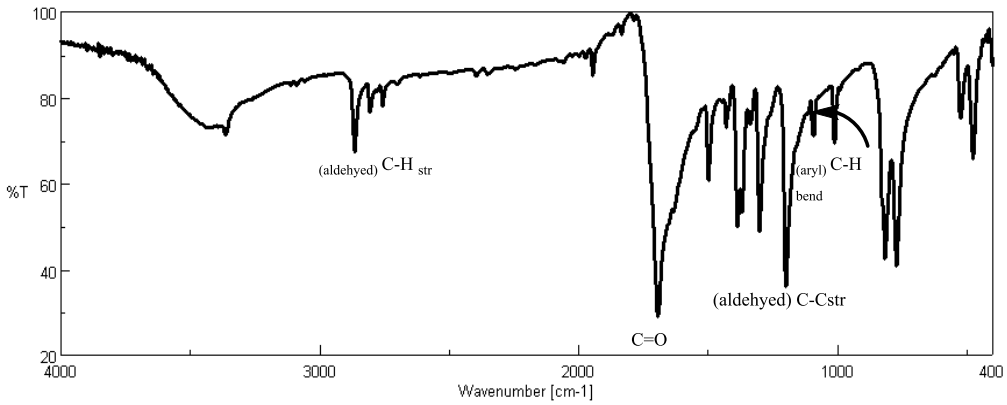
Experimental value H-NMR( $\delta$ ,ppm)	الرقم	Quantum Value H-NMR( $\delta$ ,ppm)
2.50ppm, q,2H	1	3.64 (q,2)
2.64ppm, q,2H	2	3.89 (q,2)
6.858- (8.043ppm,m,5H)	3,3',3'',4,4'	7.29-8.11 (m,5)
8.441 ppm, S, H	5	8.48 (S,1)
8.532 ppm,S,H	6	8.67 (S,1)

**ثانياً:** باستخدام مطيافية الأشعة تحت الحمراء (FT-IR) للمرتبطة (PDBTE):  
 تبين من خلال دراسة طيف الأشعة تحت الحمراء للمرتبطة IM ومقارنته مع طيف المادة الأولية ل 1,4- البنزن دي ألدهيد الشكل (23) نلاحظ اختفاء إشارة زمرة (C=O) وظهور عصابة امتصاص عند ( $1640 \text{ cm}^{-1}$ ) عائدة

لامتطاط زمرة (C=N) وعصابتي امتصاص عند  $3429/3270 \text{ cm}^{-1}$   
<sup>1</sup>عائدة لامتطاط  $\text{NH}_2$  وعصابة امتصاص عند  
 (  $1567 \text{ cm}^{-1}$  ) عائدة لحني  $\text{NH}_2$ .



الشكل (23) : طيف الأشعة تحت الحمراء للمركب (IM)

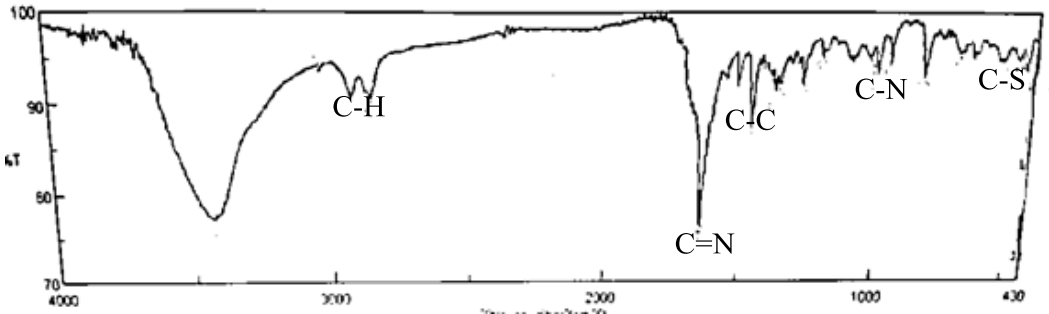


الشكل (24) : طيف الأشعة تحت الحمراء التجريبي لمركب 4،1- البنزن دي الدهيد  
 ( $\text{C}_8\text{H}_6\text{O}_2$ )

الجدول (15): قيم تواترات الاهتزاز لأهم المجموعات الوظيفية للمرتبطة IM.

IM	Quantum Value $\text{cm}^{-1}$	Experimental value $\text{cm}^{-1}$
C-H	2963	2915
C=N <sub>st.</sub>	1708	1640
NH <sub>2</sub> bend	1656	1567
C=C <sub>st</sub>	1446	1455
C-N	1029	1014
NH <sub>2</sub>	834	754

تبين من خلال دراسة طيف الأشعة تحت الحمراء للمرتبطة PDBTE الشكل (25) ومقارنته مع طيف المادة الأولية 2-تيوفن كربوكسي ألدهيد نلاحظ اختفاء إشارة زمرة (C=O) وظهور عصابة امتصاص عند ( $1636 \text{ cm}^{-1}$ ) عائدة لامتطاط زمرة (C=N) واختفاء عصابتي امتصاص (NH<sub>2</sub>) وعصابة امتصاص عائدة لحي (NH<sub>2</sub>) وظهور إشارة 2-تيوفن كربوكسي ألدهيد (C-S-C) عند ( $626 \text{ cm}^{-1}$ ) مما يؤكد تشكل المرتبطة PDBTE.



الشكل (25) : طيف الأشعة تحت الحمراء للمركب (PDBTE)

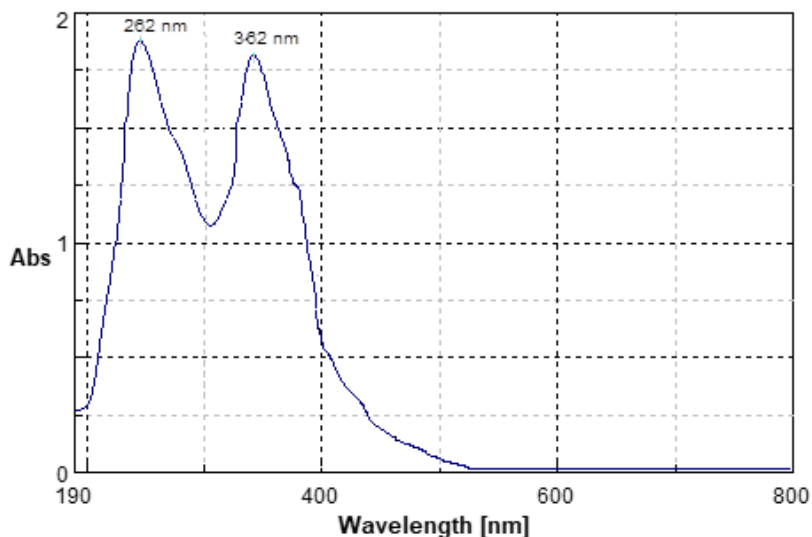
الجدول (16): قيم تواترات الاهتزاز لأهم المجموعات الوظيفية للمرتبطة PDBTE كوانتياً وتجريبياً .

PDBTE	Quantum Value $\text{cm}^{-1}$	Experimental value $\text{cm}^{-1}$
C-H <sub>st.</sub>	2972	2920
C=N <sub>st.</sub>	1706	1636
C=C <sub>st</sub>	1590	1509
C-N	1057	1033
C-S-C	616	626

بمقارنة القيم التجريبية مع القيم الكوانتية لأهم المجموعات الوظيفية، نلاحظ تقارب بين القيم التجريبية والقيم المحسوبة كوانتياً بحيث الفرق في القيم أقل من 100 درجة وفق الجدول (16).

**ثالثاً: باستخدام مطيافية الأشعة فوق البنفسجية و المرئية (UV-Vis) للمرتبطة (PDBTE):**

سجلت عصابات الامتصاص في الطيف التجريبي المدروس في مذيب الإيثانول وباستخدام خلية كوارتز ذات عرض (1cm) وعند درجة حرارة الغرفة الموضح في الشكل (24) نلاحظ ظهور عصابة عند (362 nm) ناتجة عن الانتقالات ( $n \rightarrow \pi^*$ ) نتيجة وجود أزواج إلكترونات حرة على نتروجين مجموعة الازوميثين وعند (282 nm) ناتجة عن الانتقالات ( $\pi \rightarrow \pi^*$ ) نتيجة لاحتواء المركب على روابط ثنائية (C=N) و (C=C) العائدة للحلقة العطرية على التوالي.



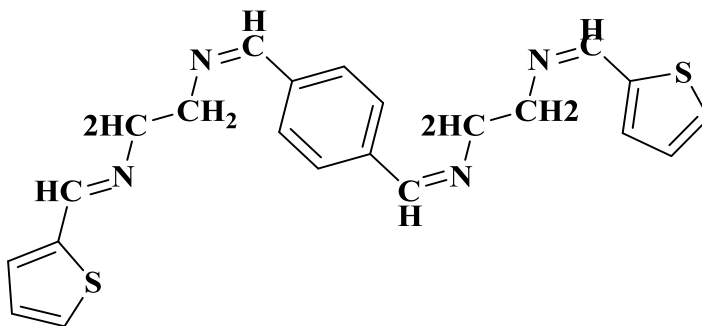
الشكل (26) : طيف (UV-Vis) للمرتبطة (PDBTE):

الجدول (17) : قيم عصابات الامتصاص للمرتبطة PDBTE كوانتياً وتجريبياً .

PDBTE	Quantum Value nm	Experimental value nm
$\pi-\pi^*$	296	282
$n-\pi^*$	304	362

اعتماداً على الدراسة الطيفية للمرتبطة المحضرة (PDBTE)، نقرح البنية الهندسية

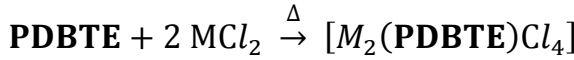
على الشكل الآتي:



الشكل (27): البنية الهندسية المقترحة للمرتبطة (PDBTE).

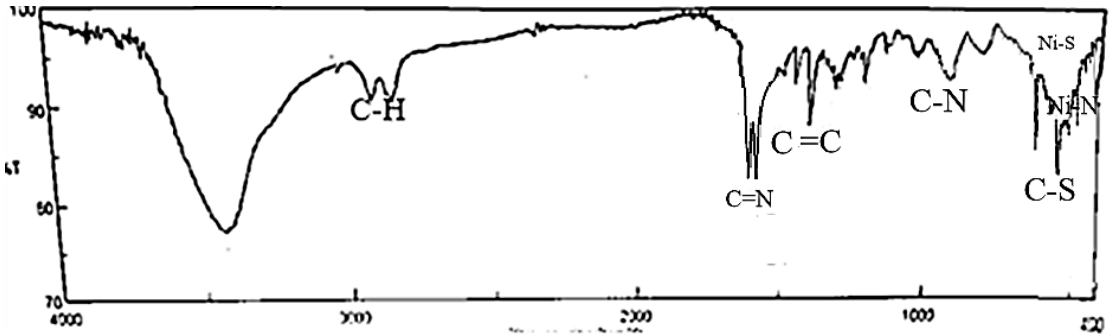
توصيف المعقدات المعدنية ذات الصيغة العامة  $[M_2(PDBTE)Cl_4]$ :

باستخدام المرتبطة المحضرة (PDBTE) و أملاح كلوريدات المعادن اللامائية ذات الصيغة العامة  $[MCl_2]$  حيث  $M = Ni(II), Cu(II), Zn(II)$  ، تم الحصول على معقدات معدنية بنسبة  $(MCl_2 : PDBTE) (2:1)$  على التوالي ، وفق التفاعل الآتي:



➡ دراسة بنية معقد النيكل  $Ni(II)$  مع المرتبطة PDBTE

أولاً: باستخدام مطيافية الأشعة تحت الحمراء (FT-IR) للمعقد  $[Ni_2(L)Cl_4]$ :

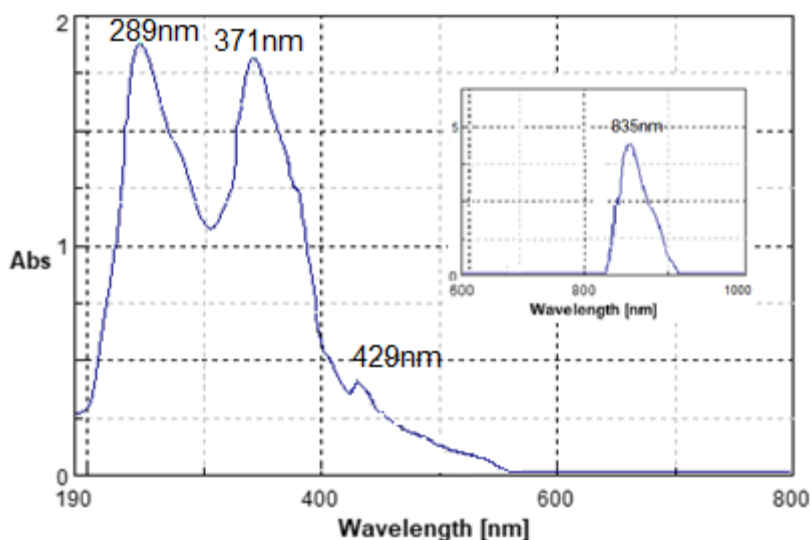


الشكل (28): طيف IR للمعقد  $[Ni_2(L)Cl_4]$ .

في طيف (FT-IR) نلاحظ انزياح عصابة امتصاص الرابطة (C=N) من القيمة  $(1636 \text{ cm}^{-1})$  في المرتبطة إلى القيمة  $(1636/1631 \text{ cm}^{-1})$  في المعقد أي أنه لدينا عصابتين، وهذا دليل على تساند ذرة نتروجين في المرتبطة مع أيون النيكل ، أما عصابة الثانية فهي لامتصاص الرابطة (C=N) غير مشاركة في التساند، وهذا دليل على تساند ذرة النتروجين في المرتبطة مع أيون النيكل ، أما عصابة الامتصاص التابعة للرابطة (C-S-C) انزاحت من القيمة  $(626 \text{ cm}^{-1})$  إلى القيمة  $(620 \text{ cm}^{-1})$  في المعقد أي أن ذرة الكبريت شارك في التساند مع المعدن ، مما سبق يمكن القول بأن تساند الأيون المعدني  $Ni^{2+}$  مع المرتبطة (PDBTE) يتم

من خلال ذرات النتروجين و الكبريت وذلك إثر انزياح العصابة العائدة لكل منهما نحو الأعداد الموجية الأقل مقارنة مع طيف المرتبطة الحرة.

**ثانياً:** باستخدام مطيافية الأشعة المرئية و فوق البنفسجية للمعقد  $[\text{Ni}_2(\text{L})\text{Cl}_4]$  :



الشكل (29): طيف (UV-Vis) للمعقد  $[\text{Ni}_2(\text{L})\text{Cl}_4]$  .

عند تسجيل طيف الأشعة فوق البنفسجية – المرئية (UV-Vis) للمعقد  $[\text{Ni}_2(\text{L})\text{Cl}_4]$  الشكل (29) نلاحظ قمتين عائدتان للمرتبطة عند (371 nm) ناتجة عن الانتقالات  $(n \rightarrow \pi^*)$  ، و عند (289 nm) ناتجة عن الانتقالات

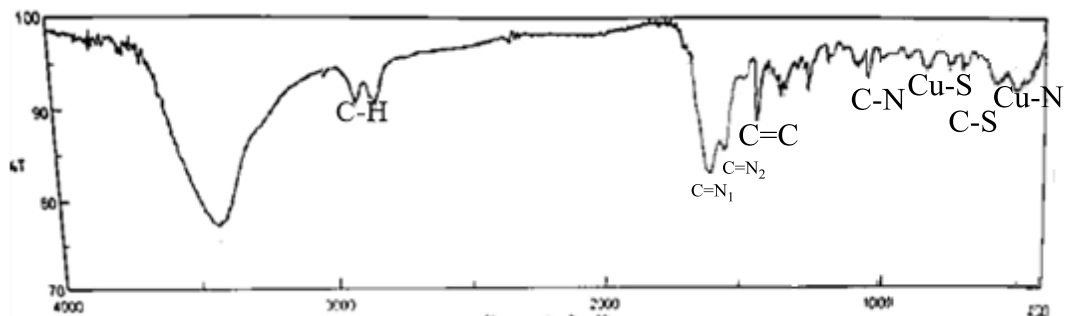
$(\pi \rightarrow \pi^*)$  حيث تم انزياح الأطوال الموجية مقارنة عما هو عليه في حالة المرتبطة وذلك نتيجة التساند مع الأيون المعدني ، وظهرت قمتين جديدتين عند (492 nm) و (835 nm) تعود لانتقالات (d-d).



## دراسة بنية معقد النحاس Cu(II) مع المرتبطة PDBTE :

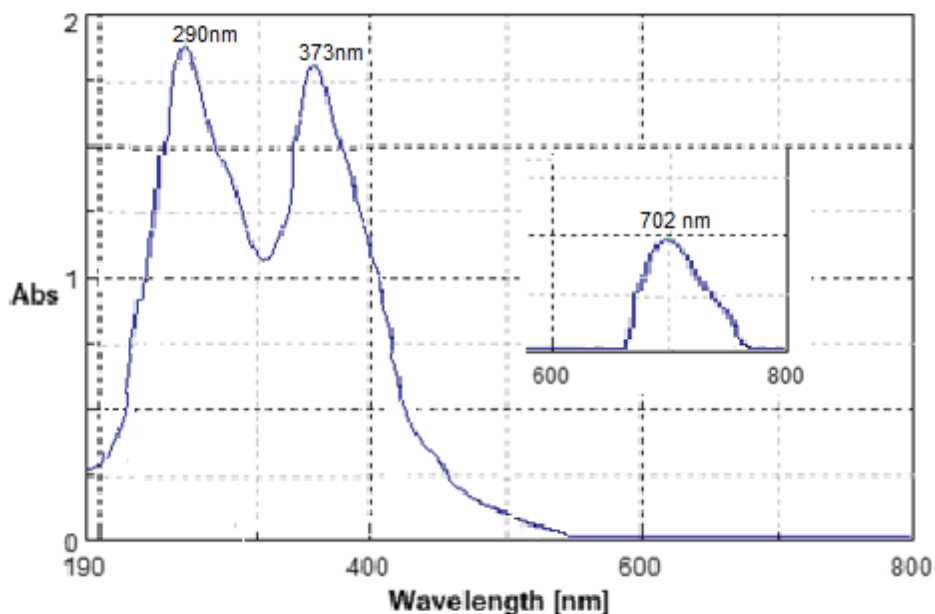
أولاً: باستخدام مطيافية الأشعة تحت الحمراء (FT-IR) للمعقد  $[Cu_2(L)Cl_4]$ 

:

الشكل (30): طيف IR للمعقد  $[Cu_2(L)Cl_4]$ .

في طيف (FT-IR) للمعقد نلاحظ انزياح عصابة امتصاص الرابطة (C=N) من القيمة ( $1636\text{ cm}^{-1}$ ) في المرتبطة إلى القيمة ( $1636/1633\text{ cm}^{-1}$ ) في المعقد أي أنه لدينا عسابتين ، حيث أن تساند النتروجين في المرتبطة مع أيون النحاس من خلال الزوج الالكتروني الحر يؤدي إلى اضعاف الرابطة وتناقص الطاقة اللازمة لاهتزازها وبالتالي انزياح امتصاص الرابطة بين الكربون والنتروجين نحو الأعداد الموجية الأقل ، وهذا دليل على تساند ذرة نتروجين في المرتبطة مع أيون النحاس ، أما عصابة الثانية فهي لامتصاص الرابطة (C=N) غير مشاركة في التساند، وانزياح عصابة الامتصاص التابعة للرابطة (C-S-C) من القيمة ( $626\text{ cm}^{-1}$ ) إلى القيمة ( $621\text{ cm}^{-1}$ ) في المعقد وهذا دليل على تساند ذرة النتروجين وذرة الكبريت مع أيون المعدن ، مما سبق يمكن القول بأن تساند الأيون المعدني  $Cu^{2+}$  مع المرتبطة (PDBTE) يتم من خلال ذرة نتروجين وذرة الكبريت وذلك إثر انزياح العصابة العائدة لكل منهما نحو الأعداد الموجية الأقل مقارنة مع طيف المرتبطة الحرة.

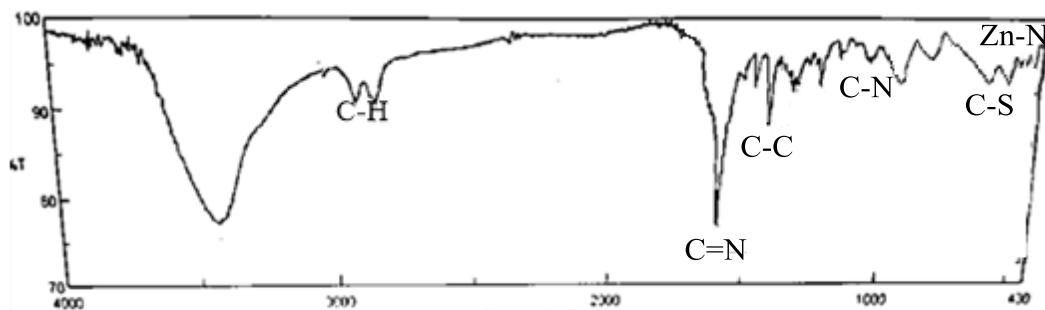
**ثانياً:** باستخدام مطيافية الأشعة المرئية و فوق البنفسجية للمعقد  $[\text{Cu}_2(\text{L})\text{Cl}_4]$ :



الشكل (31): طيف (UV-Vis) للمعقد  $[\text{Cu}_2(\text{L})\text{Cl}_4]$  .

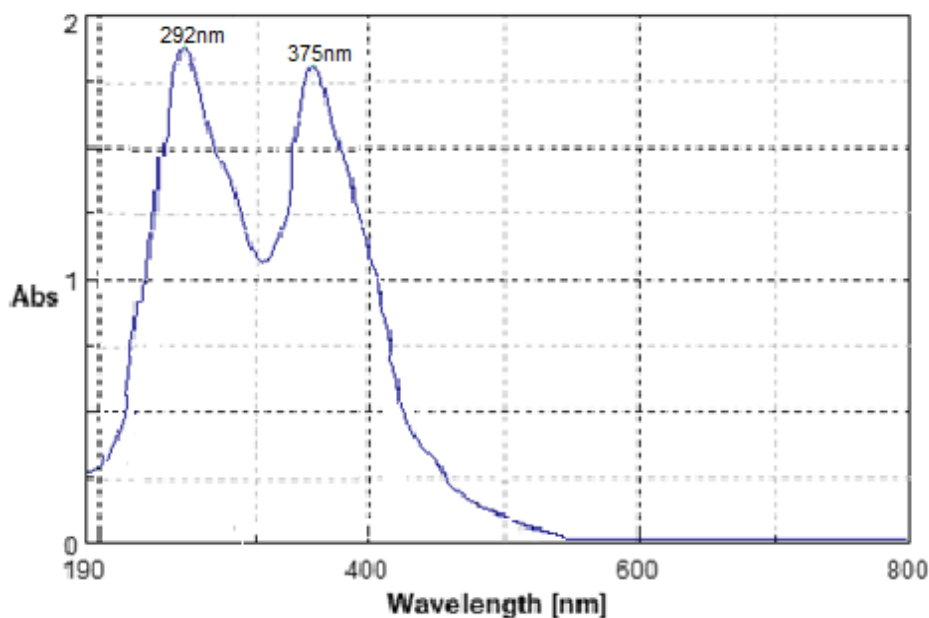
عند تسجيل طيف الأشعة فوق البنفسجية - المرئية (UV-Vis) للمعقد  $[\text{Cu}_2(\text{L})\text{Cl}_4]$  الشكل (31) نلاحظ قمتين عائدتان للمرتبطة عند (373 nm) ناتجة عن الانتقالات  $(n \rightarrow \pi^*)$  ، و عند (290 nm) ناتجة عن الانتقالات  $(\pi \rightarrow \pi^*)$  حيث تم انزياح الأطوال الموجية مقارنة عما هو عليه في حالة المرتبطة وذلك نتيجة التساند مع الأيون المعدني ، وظهرت قمة جديدة عند (702 nm) تعود لانتقالات (d-d).

## دراسة بنية معقد الزنك Zn(II) مع المرتبطة PDBTE :

أولاً: باستخدام مطيافية الأشعة تحت الحمراء (FT-IR) للمعقد  $[Zn_2(L)Cl_4]$ :الشكل (32): طيف IR للمعقد  $[Zn_2(L)Cl_4]$ .

في طيف (FT-IR) للمعقد نلاحظ انزياح عصابة امتصاص الرابطة (C=N) من القيمة ( $1636\text{ cm}^{-1}$ ) في المرتبطة إلى القيمة ( $1629\text{ cm}^{-1}$ ) في المعقد ، وهذا دليل على تساند ذرة نتروجين في المرتبطة مع أيون الزنك ، أما عصابة الامتصاص التابعة للرابطة (C-S-C) من القيمة ( $626\text{ cm}^{-1}$ ) إلى القيمة 624 ( $\text{cm}^{-1}$ ) في المعقد أي أن ذرة الكبريت لم تشارك في التساند مع المعدن ، مما سبق يمكن القول بأن تساند الأيون المعدني  $Zn^{2+}$  مع المرتبطة (PDBTE) يتم من خلال ذرات نتروجين وذلك إثر انزياح العصابة العائدة لكل منهما نحو الأعداد الموجية الأقل مقارنة مع طيف المرتبطة .

ثانياً: باستخدام مطيافية الأشعة المرئية و فوق البنفسجية للمعقد  $[Zn_2(L)Cl_4]$ :



الشكل (33): طيف (UV-Vis) للمعقد  $[Zn_2(L)Cl_4]$ .

عند تسجيل طيف الأشعة فوق البنفسجية – المرئية (UV-Vis) للمعقد  $[Zn_2(L)Cl_4]$  الشكل (33) نلاحظ قمتين عائدتان للمرتبطة عند (375 nm) ناتجة عن الانتقالات ( $n \rightarrow \pi^*$ ) ، و عند (292 nm) ناتجة عن الانتقالات ( $\pi \rightarrow \pi^*$ ) حيث تم انزياح الأطوال الموجية مقارنة عما هو عليه في حالة المرتبطة وذلك نتيجة التساند مع الأيون المعدني .

يبين الجدول (18) مقارنة الخصائص الطيفية للمرتبطة (PDBTE) ومعقداتها مع النيكل والنحاس والزنك باستخدام الأشعة تحت الحمراء، والجدول (19) مقارنة الخصائص الطيفية للمرتبطة (PDBTE) ومعقداتها المعدنية باستخدام الأشعة المرئية وفوق البنفسجية.

الجدول (18): الخصائص الطيفية للمرتبطة (PDBTE) ومعقداتها مع النيكل

والنحاس والزنك باستخدام الأشعة تحت الحمراء.

Comp	$\nu(\text{C-H}_{\text{SP}^3})$	$\nu(\text{C}=\text{N})$	$\nu(\text{C-N})$	$\nu(\text{C-S-C})$	$\nu(\text{M-N})$	$\nu(\text{M-S})$
L	2920/2851	1636	1284	626	-	-
$[\text{Ni}_2(\text{L})\text{Cl}_4]$	2918/2851	1636/1631	1272	620	425	533
$[\text{Cu}_2(\text{L})\text{Cl}_4]$	3038/2950	1636/1633	1280	618	413	621
$[\text{Zn}_2(\text{L})\text{Cl}_4]$	2912/2847	1629	1274	624	437	-

الجدول (19): الخصائص الطيفية للمرتبطة (PDBTE) ومعقداتها المعدنية

باستخدام الأشعة المرئية وفوق البنفسجية.

Comp	$\pi \rightarrow \pi^*$	$n \rightarrow \pi^*$	$d \rightarrow d$
L	282 nm	362 nm	-----
$[\text{Ni}_2(\text{L})\text{Cl}_4]$	289 nm	371 nm	429/835 nm
$[\text{Cu}_2(\text{L})\text{Cl}_4]$	290 nm	373 nm	702 nm
$[\text{Zn}_2(\text{L})\text{Cl}_4]$	292 nm	373 nm	-----

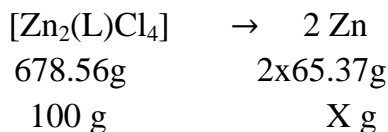
### • الكشف عن محتوى الكلور في المعقدات المعدنية:

تم الكشف عن محتوى الكلور في المعقدات المعدنية المحضرة وفق الطريقة الآتية:  
يحل (0.01g) من المعقد المعدني المحضر مع كمية مناسبة من الميثانول، و يضاف كمية من محلول نترات الفضة الممددة بالماء المقطر  $AgNO_3$  مع التحريك ، فلم يتشكل راسب مما يدل على عدم وجود الكلور في الكرة الخارجية ، تخرب المعقدات السابقة بإضافة ( 0.5 ml ) من حمض الأزوت مع التسخين ثم يضاف عدة قطرات من محلول نترات الفضة، فنلاحظ تشكل راسب من كلوريد الفضة في المعقدات مما يدل على وجود الكلور في الكرة الداخلية لهذه المعقدات.

### • تحديد المحتوى المعدني في المعقدات:

لقد تمت دراسة نسبة المعدن في المعقدات المعدنية من خلال طريقة الترميد حيث يتم ترميد المعقد عند درجة عالية من الحرارة  $800^{\circ}C$  كما يأتي:

تم أخذ 0.016 g من معقد الزنك وأضيف إليه 1.5ml من حمض الأزوت المركز ثم الترميد حتى الدرجة  $800^{\circ}C$  ولمدة ساعة ونصف ، فيتشكل لدينا أكسيد الزنك ZnO وكان وزنه 0.0037 g



$$X=19.27\%$$

$$Zn\% = \frac{m(ZnO) \cdot M(Zn)}{m \cdot M(ZnO)} \times 100$$

$$Zn\% = \frac{0.0037 \cdot 65.37}{0.016 \cdot 81.37} \times 100 = 18.58 \%$$

وهذا يؤكد أن معقد الزنك هو معقد ثنائي النوى ويملك الصيغة  $[Zn_2(L)Cl_4]$ .

الجدول (20) : نسبة المعدن في المعقدات

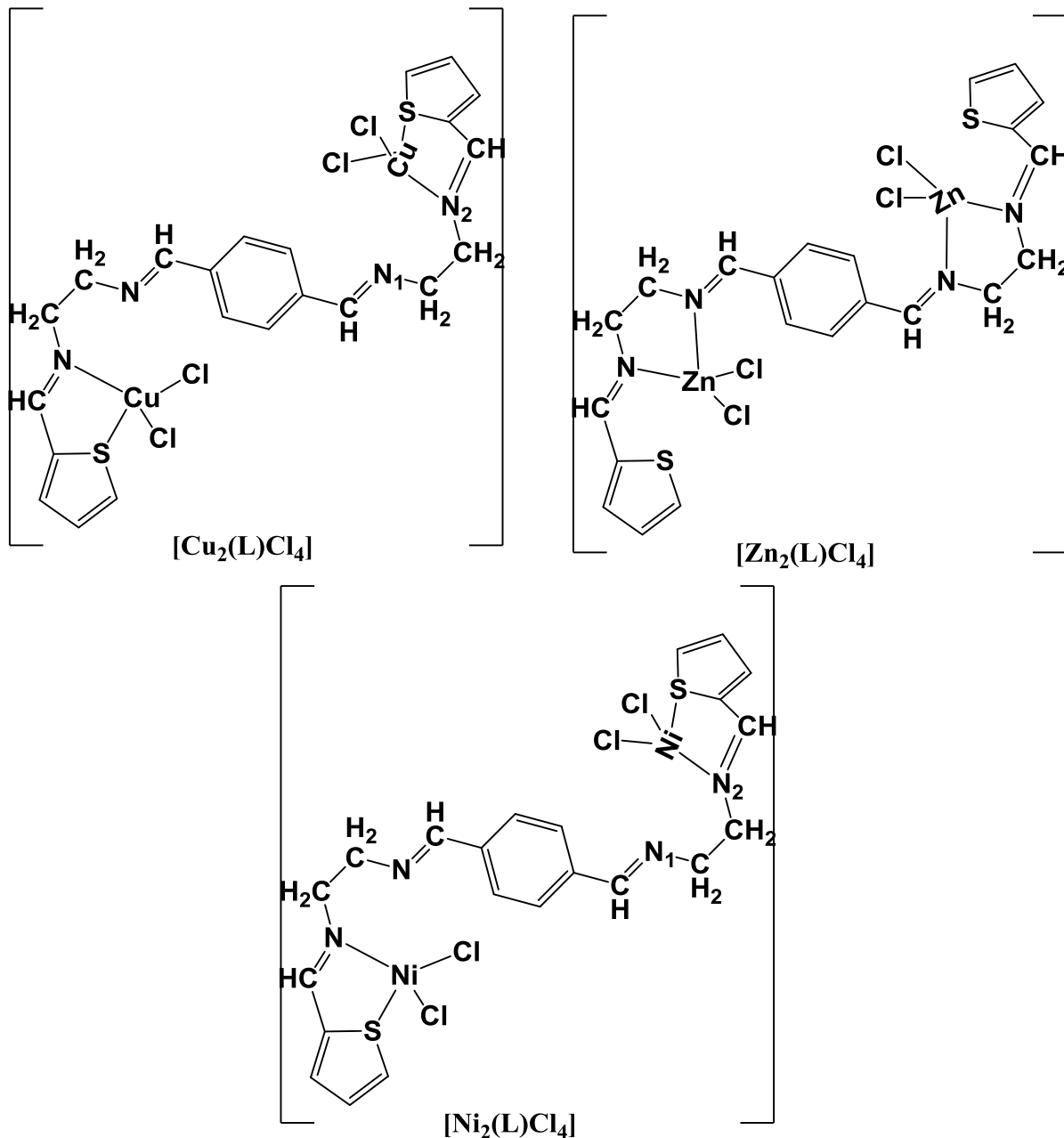
Comp	Metal ratio	
	Calculated%	(Found)%
[Ni <sub>2</sub> (L)Cl <sub>4</sub> ]	17.65	16.69
[Cu <sub>2</sub> (L)Cl <sub>4</sub> ]	18.83	17.97
[Zn <sub>2</sub> (L)Cl <sub>4</sub> ]	19.27	18.58

كما تم قياس الناقلية الكهربائية عند التركيز ( $10^{-3}M$ ) حيث تبين بأن جميعها لاكهرليتي، كما يبين الجدول(21).

الجدول (21) : قيم الناقلية الكهربائية للمعقدات

Comp	electrical conductivity ( $\mu s$ )
L	0
[Ni <sub>2</sub> (L)Cl <sub>4</sub> ]	25
[Cu <sub>2</sub> (L)Cl <sub>4</sub> ]	27
[Zn <sub>2</sub> (L)Cl <sub>4</sub> ]	42

نتيجة لما سبق واعتماداً على الدراسة الطيفية للمعقدات المحضرة ، نقترح الصيغة الجزيئية العامة لهذه المعقدات على الشكل الآتي [M<sub>2</sub>(PDBTE)Cl<sub>4</sub>] حيث ( M= Ni(II),Cu(II),Zn (II) ) وجميعها مستقرة وثابتة في الهواء الجوي وعددها التساندي (4) ، وهذا يتوافق مع الصيغة الكيميائية المنشورة المقترحة الشكل (34).



الشكل (34): الصيغة الكيميائية المنشورة المقترحة للمعقدات المحضرة.



## 5- النتائج:

1. درس تفاعل تشكل المرتبطة (PDBTE) كوانتياً.
2. حُسبت أطيف الأشعة تحت الحمراء (IR) والأشعة المرئية وفوق البنفسجية (UV-Vis) كوانتياً.
3. اصطنعت مرتبطة جديدة لمشتق 4,1-بنزن دي أدهيد مع مركب 2-تيوفين كربوكسي الأدهيد وسجلت أطيف الأشعة تحت الحمراء (IR) والأشعة المرئية وفوق البنفسجية (UV-Vis) وتم مقارنتها مع الأطيف الكوانتية حيث أظهرت النتائج توافق بين الطريقتين التجريبية والكوانتية.
4. تم اصطناع معقداتها مع كل من أيونات النيكل و النحاس والزنك.
5. أظهرت الناقلية الكهربائية للمعقدات أن المعقدات غير كهليلتية.
6. دُرست المعقدات المحضرة من خلال مطيافية الأشعة ما تحت الحمراء (IR) ومطيافية الأشعة المرئية و فوق البنفسجية (UV-VIS) و أظهرت نتائج الدراسة توافقاً مع الصيغ المقترحة للمعقدات المحضرة .

## 6- المراجع:

1. Cozzi PG. **Metal-Salen Schiff base complexes in catalysis: practical aspects**. Chemical Society Reviews. **2004**;33(7):pp 410-421
2. Hossain MS, Zakaria C, Kudrat-E-Zahan M, Zaman B. **Synthesis, Spectral and Thermal Characterization of Cu (II) Complexes with Two New Schiff Base Ligand towards. Potential Biological Application**. **2017**;8(3):380-392
3. Cinarli A, Gürbüz D, Tavman A, Birteksöz AS. **Synthesis, spectral characterizations and antimicrobial activity of some Schiff bases of 4-chloro-2 aminophenol** . Bulletin of the Chemical Society of Ethiopia. **2011**;25(3).
4. W.Zoube; F.Kandil and M.Khaled Chebani . **Synthesis and spectral characterization of novel macrocyclic bis hydrazine** .Damascus University Journal of Basic Sciences (Syria). **2010**;26(2):123-142.
5. Angelusiu MV, Barbuceanu SF, Draghici C, Almajan GL. **New Cu (II),Co (II), Ni (II) complexes with aroyl-hydrazone based ligand. Synthesis, spectroscopic characterization and in vitro antibacterial evaluation**. European journal of medicinal chemistry. **2010**;45(5):2055-2062.
6. Rao GK, Venugopala KN, Pai PS. **Novel Schiff bases of 4-hydroxy-carboxhydrazino benzofuran analogs :synthesis and pharmacological study**. Journal Pharmacol. Toxicol. **2007**;2(5):481-488

7. Becke A.D. , *Density-functional exchange-energy approximation with correct asymptotic behavior*, Phys. Rev. A38 (1988) p.3098.
8. Le C. , Yang W. , Parr R.G., *Development of the Colle-Salvetti correlation-energy formula into a functional of the electron density*, Phys. Rev. B37 (1988) p.785.
9. Frisch M.J. , et. al: *GAUSSIAN 03, Revision B.05*, Gaussian, Inc., Pittsburgh, PA, (2003).
10. Frisch M. J. , et.al : *GAUSSIAN 09, Revision A.02* Gaussian, Inc., Wallingford CT, (2009).
11. Frisch M. J. , et.al : *GAUSSIAN 09, Revision D.01* Gaussian, Inc., Wallingford CT, (2013).
12. Roy D. Dennington II, Todd A. Keith and John M. Millam, *GaussView 5.0.8*, Semichem, Inc.( 2000-2008)
13. Roy D. Dennington II, Todd A. Keith and John M. Millam, *GaussView 6.0.16*, Semichem, Inc. (2000-2016)
14. Konakanchi R, Haribabu J, Prashanth J, Nishtala VB, Mallela R, Manchala S, Gandamalla D, Karvembu R, Reddy BV, Yellu NR, Kotha LR. *Synthesis, structural, biological evaluation, molecular docking and DFT studies of Co (II), Ni (II), Cu (II), Zn (II), Zn (II) and Hg (II) complexes bearing heterocyclic thiosemicarbazone ligand*. Applied Organometallic Chemistry. (2018) Aug;32(8):e4415.

15. Rogojerov M, Jordanov B, Keresztury G. *Vibrational analysis of terephthalaldehyde from its IR and Ramanspectra in isotropic and anisotropic solutions.* Journal of Molecular Structure. (2000) Sep 5; 550:455-465.
16. Islam MS. *Synthesis, characterization, and antimicrobial activity of complexes of Cu (II), Ni (II), Zn (II), Pb (II), Co (II), Mn (II), and U (VI) containing bidentate Schiff base of [S-Methyl-3-(4-methoxybenzylidene) dithiocarbazate].* Russian Journal of General Chemistry. (2015) Apr;85(4):979-83.

## مقارنة طرائق تقدير توزيع وايبل لأحداث عشوائية نيتروسوفكية

د. هادية طهماز \*

### الملخص

يعتبر علم الإحصاء علم اتخاذ القرارات الآمنة، لذا نهتم بصنع قرارات إحصائية تتميز بدقة عالية وأقل الأخطاء الممكنة، وينشأ ذلك من خلال الاهتمام بالأحداث العشوائية وكيفية وقوعها. فقد يصادفنا دراسة حالات غير محددة بدقة أو غامضة وغير واضحة، وبالتالي لا بد من استخدام أداة جديدة تعالج هذا النوع من الحالات وتسمح لنا بالتعامل مع أحداث عشوائية غير كلاسيكية. تم في هذا البحث توسيع مفهوم توزيع وايبل وفق منطق النيتروسوفيك، من خلال تعريفه ودراسة خواصه الإحصائية لأحداث عشوائية نيتروسوفكية بما في ذلك العزوم من المرتبة-2 والالتواء والتقلطح، كما تم تقدير معالم توزيع وايبل النيتروسوفكي من خلال مقدرات الإمكان الأعظم وطريقة المربعات الصغرى. تم التطبيق على قاعدة بيانات حقيقية لأزمة حضانة فايروس كورونا COVID-19، أظهرت النتائج من خلال تقييم كفاءة التقدير باستخدام معيار MSE بأهمية كلا الطريقتين وبمرونة توزيع وايبل المقترح في التعامل مع البيانات غير الدقيقة مقارنة مع توزيع وايبل الكلاسيكي، فهو تعميم له كونه يتعامل مع أحداث نيتروسوفكية.

**الكلمات المفتاحية:** توزيع وايبل النيتروسوفكي، الإمكانية العظمى النيتروسوفكية، نيوتن رافسون النيتروسوفكية، المربعات الصغرى النيتروسوفكية، العزوم النيتروسوفكية.

\* قسم الاحصاء الرياضي، كلية العلوم، جامعة البعث.

# Comparing Estimation Methods for Neutrosophic Events-Weibull Distribution

Dr. Hadia Tohmaz\*.

## Abstract

Statistics is the science of making safe-decisions, focusing on making significant decisions with high accuracy and least errors. This involves understanding random events and their occurrences. Occasionally, we encounter vaguely defined or ambiguous scenarios, necessitating the use of new tools to address such cases and manage non-classical random events. This study expands the concept of the Neutrosophic Weibull distribution by defining it and studying its statistical properties for Neutrosophic random events, including r-order moments, skewness, and kurtosis. Parameters of the Neutrosophic Weibull distribution were estimated using maximum likelihood estimators and least squares method. The approach was applied to a real COVID-19 incubation time database. Showed importance of both methods using Mean Squared Error (MSE) criterion and the flexibility of Neutrosophic Weibull distribution in dealing with inaccurate data compared to the classical Weibull distribution showed the importance of both methods and the flexibility of the proposed Weibull distribution in dealing with inaccurate data compared to the classical Weibull distribution

Keywords: Neutrosophic Weibull distribution, Neutrosophic maximum likelihood, Neutrosophic least squares, Neutrosophic Newton Raphson, Neutrosophic moments.

---

\*Dept. Mathematical Statistic, Faculty of Science, Al-Baath University, Homs, Syria.

## مقدمة (Introduction):

يعتبر توزيع وايبل من أشهر النماذج الرياضية البالغة الأهمية في تحليل البقاء ونظرية الموثوقية، اشتقه العالم السويدي الأمريكي إريك وايبل (Erich H. Weibull) عام 1939 وتم تطويره عام 1951 من خلال نشر مقالة وضح فيها بعض تطبيقات هذا التوزيع حيث وصف فشل بعض الأنظمة الكهربائية وأهميته في تحليل الموثوقية [1]. لذا اثار اهتمام معظم الباحثين لأهميته وتطبيقاته إذ يعتبر من التوزيعات الاحتمالية المستمرة الأساسية في الإحصاء والرياضيات، حيث يتميز بشكله الفريد وتطبيقاته المتعددة في مختلف المجالات والتطبيقات منها الهندسية كتقدير عمر المنتجات وتوقع فشلها [2]، ويستخدم في العلوم الطبية في تحليل بيانات البقاء (Survival-Analysis) لدراسة معدلات الحياة للأفراد، والأحداث البيولوجية في دراسة معدلات النمو والبقاء للكائنات الحية، كما يساهم في تحليل الحوادث الطبيعية والظواهر البيئية والعديد من المجالات الأخرى [3][4].

قد يصادفنا عند دراسة ظواهر ذات أحداث عشوائية دراسة حالات غير دقيقة أو غامضة وغير واضحة، وقد نصادف أيضاً أزمنة حدوث غير محددة تتراوح ضمن مجال فكون أمام حالة لا تحديد متعلقة بالزمن، كأن نرصد مثلاً أزمنة الأعطال العشوائية لآلة معينة خلال شهر، فيكون زمن تعطل الآلة غير محدد بدقة أي يتراوح ضمن مجال، فيتشكل لدينا سلسلة من الأزمنة المجالية، وبالتالي لا بد من استخدام أداة جديدة تعالج هذه الحالات وتسمح لنا بالتعامل مع أحداث وأزمنة عشوائية غير كلاسيكية، فلا بد من تسليط الضوء على منطوق جديد غير كلاسيكي يدرس مثل هذه الحالات، كان أول من أوجده الأميركي فلورنتن سمارانداكه حيث قدم عام 1995 المنطق النيتروسوفيكي كتعميم للمنطق الضبابي والكلاسيكي [5]. يهدف هذا البحث إلى توسيع مفهوم توزيع وايبل ودراسة أسسه وخصائصه وفق منطق النيتروسوفيكي. بالإضافة إلى دراسة تطبيقاته في

مجالات متنوعة. كما سيتم دراسة الطرائق المستخدمة لتقدير معالم توزيع وايبل وكيفية تطبيقها في التحليل الإحصائي. سيتم تحليل كيفية استخدام توزيع وايبل في تحليل البيانات وتوقع الأحداث المستقبلية وتحديد المخاطر. سيساهم هذا البحث في تطوير المعرفة الإحصائية وتعزيز استخدام توزيع وايبل النيتروسوفيك في البحوث والتطبيقات المختلفة لأحداث غير محددة بدقة.

### مشكلة البحث (Problem of the Research):

عند دراسة ظواهر ذات أحداث عشوائية يصادفنا أحياناً دراسة حالات غير دقيقة أو غامضة وغير واضحة، وقد نصادف أيضاً أزمنة حدوث غير محددة تتراوح ضمن مجال، كأن نرصد مثلاً أزمنة الأعطال العشوائية لآلة معينة خلال شهر، فيكون مثلاً زمن تعطل الآلة غير محدد بدقة كأن يتراوح الزمن بالساعات ضمن مجال، فيتشكل لدينا سلسلة من الأزمنة المجالية غير محددة بدقة، وبالتالي لابد من استخدام أداة جديدة تعالج هذه الحالات وتسمح لنا بالتعامل مع أحداث وأزمنة عشوائية غير كلاسيكية، لذا من المهم دراسة هذه الحالات والعمل على تعميم مفاهيم التوزيعات الاحتمالية الشهيرة بشكل أكثر دقة.

### أهمية البحث (Importance of the Research):

يعتبر هذا البحث من الدراسات الحديثة في مجال النيتروسوفيك، حيث يسلط الضوء على شكل جديد من أشكال توزيع وايبل ضمن مفهوم النيتروسوفيك ودراسة حالات لا تحديد لأحداث عشوائية متعلقة به.



## أهداف البحث (Objectives of the Research):

- (1) دراسة توزيع وايبل لأحداث عشوائية نيتروسوفكية.
- (2) استنتاج الصفات المميزة لتوزيع وايبل النيتروسوفكي.
- (3) إيجاد مقدرات توزيع وايبل باستخدام طريقة الإمكان الأعظم ونيوتن رافسون.
- (4) إيجاد مقدرات توزيع وايبل باستخدام المربعات الصغرى.
- (5) التطبيق على قاعدة بيانات حقيقية تمثل أزمة حضانة فايروس كورونا.
- (6) مقارنة نتائج المقدرات باستخدام مقياس التنبؤ MSE لبيانات نيتروسوفكية.

## 1- المتغير العشوائي النيتروسوفكي Neutrosophic Random Variable [6]

تستخدم المتغيرات العشوائية للتعبير عن نتائج تجارب عشوائية معينة وأحداث عشوائية ونقرنها بقيم عددية في علم الإحصاء، فالمتغير العشوائي في المنطق الكلاسيكي يتغير بسبب العشوائية، أما في حال التجارب التي تحتوي على أحداث عشوائية غير محددة بدقة فنلجأ إلى تمثيلها بمتغيرات عشوائية تدعى بالنيتروسوفكية التي تتميز بأنها تتغير بسبب العشوائية واللاتحديد معاً، أي أنها تعتبر تعميم للمتغيرات العشوائية الكلاسيكية.

عندئذ يعرف المتغير العشوائي النيتروسوفكي  $X_N$  على فضاء العينة النيتروسوفكي بفرض أن  $\Omega_N$  جبرياً بالصيغة التالية:

$$X_N = a + bI \quad ; I \in [I_L, I_U]$$

علماً أن  $a$  هو الجزء المحدد من المتغير العشوائي النيتروسوفكي  $X_N$ ، و  $aI$  هو الجزء غير المحدد منه، ويمكن كتابته بالشكل المجالي كما يلي:

$$X_N = a + b[I_L, I_U] = [a + bI_L, a + bI_U] = [X_L, X_U]$$

## 2- العمليات على المتغيرات النيتروسوفيكية [6]:

ليكن  $X_1$  و  $X_2$  متغيران نيتروسوفيكيان، وليكن  $X_1 = a_1 + b_1I$  و  $X_2 = a_2 + b_2I$  عندئذ:

$$X_1 + X_2 = a_1 + a_2 + (b_1 + b_2)I$$

$$X_1 - X_2 = a_1 - a_2 + (b_1 - b_2)I$$

$$X_1 \times X_2 = a_1a_2 + (a_1b_2 + a_2b_1)I + b_1b_2I^2$$

$$\frac{X_1}{X_2} = \frac{(a_1 + b_1I)}{(a_2 + b_2I)} = \frac{[a_1 + b_1 \inf I, a_1 + b_1 \sup I]}{[a_2 + b_2 \inf I, a_2 + b_2 \sup I]}$$

توزيع وايبل النيتروسوفكي:

يعتبر توزيع وايبل من أحد أهم التوزيعات الاحتمالية في الإحصاء والرياضيات، لما له من تطبيقات واسعة في نظرية الموثوقية وتحليل البقاء على وجه العموم، فهو يقدم نموذجاً رياضياً جيداً لتحليل عمر المواد والأنظمة وتقدير احتمالية فشلها. فقد صادفنا في دراستنا حالات غير دقيقة أو غير محددة، كأن تكون مثلاً متوسط أزمنا فشل نظام معين على شكل مجال فيكون معلمة المقياس  $\beta_N$  في هذه الحالة غير محددة بدقة أي على شكل مجال، لذا لابد من توسيع مفهوم توزيع وايبل الكلاسيكي إلى توزيع وايبل النيتروسوفكي ليشمل جميع الحالات الممكنة أثناء القيام بالتجارب العشوائية.

بفرض  $T_N$  متغير عشوائي نيتروسوفكي له توزيع وايبل، عندئذ تعرف دالة الكثافة لتوزيع وايبل النيتروسوفكي بالصيغة التالية:

$$f_N(t; \alpha_N, \beta_N) = \frac{\alpha_N}{\beta_N} t^{\alpha_N-1} e^{-\frac{t^{\alpha_N}}{\beta_N}} ; t \geq 0$$

علمياً أن:  $\alpha_N$  تمثل معلمة الشكل و  $\beta_N$  تمثل معلمة المقياس وهي معالم نيتروسوفيكية  
مجالية أي أن:

$$\alpha_N = [\alpha_L, \alpha_U]$$

$$\beta_N = [\beta_L, \beta_U]$$

الصفات المميزة لتوزيع وايبل لأحداث عشوائية نيتروسوفيكية:

1- دالة التوزيع النيتروسوفيكية: إن دالة التوزيع النيتروسوفيكية لتوزيع وايبل تعطى  
بالعلاقة:

$$F_N(t) = 1 - e^{-\frac{t^{\alpha_N}}{\beta_N}}$$

الاثبات:

$$\begin{aligned} F_N(t) &= p(T \leq t) = \int_0^t f_N(t) dt = \int_0^t [f_L(t), f_U(t)] dt \\ &= \left[ \int_0^t f_L(t) dt, \int_0^t f_U(t) dt \right] \\ &= \left[ \int_0^t \frac{\alpha_L}{\beta_L} t^{\alpha_L-1} e^{-\frac{t^{\alpha_L}}{\beta_L}} dt, \int_0^t \frac{\alpha_U}{\beta_U} t^{\alpha_U-1} e^{-\frac{t^{\alpha_U}}{\beta_U}} dt \right] \\ &= \left[ 1 - e^{-\frac{t^{\alpha_L}}{\beta_L}}, 1 - e^{-\frac{t^{\alpha_U}}{\beta_U}} \right] = 1 - e^{-\frac{t^{\alpha_N}}{\beta_N}} \end{aligned}$$

2- التوقع الرياضي النيتروسوفكي: بفرض  $T_N$  متغير عشوائي يخضع لتوزيع وايبل

بأحداث عشوائية نيتروسوفكية عندئذ التوقع الرياضي له هو:

$$EX_N = \alpha_N \frac{1}{\beta_N} \Gamma\left(\frac{1}{\beta_N} + 1\right)$$

الإثبات:

$$\begin{aligned} E_N(t) &= \int_0^{\infty} t f_N(t) dt = \int_0^{\infty} t [f_L(t), f_U(t)] dt \\ &= \left[ \int_0^{\infty} t f_L(t) dt, \int_0^{\infty} t f_U(t) dt \right] \\ &= \left[ \int_0^{\infty} t \frac{\alpha_L}{\beta_L} t^{\alpha_L-1} e^{-\frac{t^{\alpha_L}}{\beta_L}} dt, \int_0^{\infty} t \frac{\alpha_U}{\beta_U} t^{\alpha_U-1} e^{-\frac{t^{\alpha_U}}{\beta_U}} dt \right] \\ &= \left[ \alpha_L \frac{1}{\beta_L} \Gamma\left(\frac{1}{\beta_L} + 1\right), \alpha_U \frac{1}{\beta_U} \Gamma\left(\frac{1}{\beta_U} + 1\right) \right] = \alpha_N \frac{1}{\beta_N} \Gamma\left(\frac{1}{\beta_N} + 1\right) \end{aligned}$$

علماً أن  $\Gamma\left(\frac{1}{\beta_N} + 1\right)$  هي دالة غاما لها الصيغة التالية:

$$\Gamma(\theta_N) = \int_0^{\infty} t^{\theta_N-1} e^{-t} dt$$

3- التباين النيتروسوفكي: إن التباين النيتروسوفكي لتوزيع وايبل يعطى بالعلاقة:

$$V(X_N) = \alpha_N \frac{2}{\beta_N} \left( \Gamma\left(\frac{2}{\beta_N} + 1\right) - \Gamma^2\left(\frac{1}{\beta_N} + 1\right) \right)$$

الإثبات:

نعلم أن التباين الرياضي يعطى بالعلاقة:

$$V_N(t) = E_N(t^2) - (E_N(t))^2$$

$$\begin{aligned}
 E_N(t^2) &= \int_0^{\infty} t^2 f_N(t) dt = \int_0^{\infty} t^2 [f_L(t), f_U(t)] dt \\
 &= \left[ \int_0^{\infty} t^2 f_L(t) dt, \int_0^{\infty} t^2 f_U(t) dt \right] \\
 &= \left[ \int_0^{\infty} t^2 \frac{\alpha_L}{\beta_L} t^{\alpha_L-1} e^{-\frac{t^{\alpha_L}}{\beta_L}} dt, \int_0^{\infty} t^2 \frac{\alpha_U}{\beta_U} t^{\alpha_U-1} e^{-\frac{t^{\alpha_U}}{\beta_U}} dt \right] \\
 &= \left[ \alpha_L^{\frac{2}{\beta_L}} \Gamma\left(\frac{2}{\beta_L} + 1\right), \alpha_U^{\frac{2}{\beta_U}} \Gamma\left(\frac{2}{\beta_U} + 1\right) \right] = \alpha_N^{\frac{2}{\beta_N}} \Gamma\left(\frac{2}{\beta_N} + 1\right)
 \end{aligned}$$

وبالتالي:

$$\begin{aligned}
 V_N(t) &= E_N(t^2) - (E_N(t))^2 \\
 &= \alpha_N^{\frac{2}{\beta_N}} \Gamma\left(\frac{2}{\beta_N} + 1\right) - \left( \alpha_N^{\frac{1}{\beta_N}} \Gamma\left(\frac{1}{\beta_N} + 1\right) \right)^2 \\
 &= \alpha_N^{\frac{2}{\beta_N}} \Gamma\left(\frac{2}{\beta_N} + 1\right) - \alpha_N^{\frac{2}{\beta_N}} \Gamma^2\left(\frac{1}{\beta_N} + 1\right) \\
 &= \alpha_N^{\frac{2}{\beta_N}} \left( \Gamma\left(\frac{2}{\beta_N} + 1\right) - \Gamma^2\left(\frac{1}{\beta_N} + 1\right) \right)
 \end{aligned}$$

3- العزوم من المرتبة- $r$ : يعطى العزم من المرتبة- $r$  لتوزيع وايبيل النيتروسوفكي وفق

العلاقة التالية:

$$\mu_r = \alpha_N^{\frac{r}{\beta_N}} \Gamma\left(\frac{r}{\beta_N} + 1\right)$$

الإثبات:

$$\begin{aligned}
 \mu_r = E_N(t^r) &= \int_0^{\infty} t^r f_N(t) dt = \int_0^{\infty} t^r [f_L(t), f_U(t)] dt \\
 &= \left[ \int_0^{\infty} t^r f_L(t) dt, \int_0^{\infty} t^r f_U(t) dt \right] \\
 &= \left[ \int_0^{\infty} t^r \frac{\alpha_L}{\beta_L} t^{\alpha_L-1} e^{-\frac{t^{\alpha_L}}{\beta_L}} dt, \int_0^{\infty} t^r \frac{\alpha_U}{\beta_U} t^{\alpha_U-1} e^{-\frac{t^{\alpha_U}}{\beta_U}} dt \right] \\
 &= \left[ \int_0^{\infty} \frac{\alpha_L}{\beta_L} t^{r+\alpha_L-1} e^{-\frac{t^{\alpha_L}}{\beta_L}} dt, \int_0^{\infty} \frac{\alpha_U}{\beta_U} t^{r+\alpha_U-1} e^{-\frac{t^{\alpha_U}}{\beta_U}} dt \right] \\
 &= \left[ \alpha_L \frac{r}{\beta_L} \Gamma\left(\frac{r}{\beta_L} + 1\right), \alpha_U \frac{r}{\beta_U} \Gamma\left(\frac{r}{\beta_U} + 1\right) \right] = \alpha_N \frac{r}{\beta_N} \Gamma\left(\frac{r}{\beta_N} + 1\right)
 \end{aligned}$$

ملاحظة: سنرمز لـ  $\Gamma\left(\frac{1}{\beta_N} + 1\right)$  و  $\Gamma\left(\frac{2}{\beta_N} + 1\right)$  بـ  $\Gamma_{N_1}$  و  $\Gamma_{N_2}$  وبشكل عام:

$$\Gamma_{N_r} := \Gamma\left(\frac{r}{\beta_N} + 1\right)$$

4- معامل الالتواء: يعطى الالتواء لتوزيع وايبل النيتروسوفكي وفق العلاقة التالية:

$$\gamma_1 = \frac{\Gamma_{N_3} - 3\Gamma_{N_1}\Gamma_{N_2} + 2\Gamma_{N_1}^3}{[\Gamma_{N_2} - \Gamma_{N_1}^2]^{3/2}}$$

الإثبات:

إن معامل الالتواء معرف بالعلاقة التالية:

$$\gamma_1 = \sqrt{\frac{\mu_3^2}{\mu_2^3}}$$

حيث:

$$\begin{aligned}\mu_2 &= \hat{\mu}_2 - (\hat{\mu}_1)^2 = \alpha_N^{\frac{2}{\beta_N}} \Gamma \left( \frac{2}{\beta_N} + 1 \right) - \alpha_N^{\frac{2}{\beta_N}} \Gamma^2 \left( \frac{1}{\beta_N} + 1 \right) \\ &= \alpha_N^{\frac{2}{\beta_N}} (\Gamma_{N_2} - \Gamma_{N_1}^2)\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\mu_3 &= \hat{\mu}_3 - 3\hat{\mu}_2\hat{\mu}_1 + 2(\hat{\mu}_1)^3 \\ &= \alpha_N^{\frac{3}{\beta_N}} \Gamma \left( \frac{3}{\beta_N} + 1 \right) - 3\alpha_N^{\frac{2}{\beta_N}} \Gamma \left( \frac{2}{\beta_N} + 1 \right) \alpha_N^{\frac{1}{\beta_N}} \Gamma \left( \frac{1}{\beta_N} + 1 \right) \\ &\quad + 2\alpha_N^{\frac{3}{\beta_N}} \Gamma^3 \left( \frac{1}{\beta_N} + 1 \right) \\ \Rightarrow \mu_3 &= \alpha_N^{\frac{3}{\beta_N}} (\Gamma_{N_3} - 3\Gamma_{N_1}\Gamma_{N_2} + 2\Gamma_{N_1}^3)\end{aligned}$$

وبالتالي يصبح معامل الالتواء وفقاً لعلاقة ( $\gamma_1$ ) بالشكل:

$$\begin{aligned}\gamma_1 &= \sqrt{\frac{\mu_3^2}{\mu_2^3}} = \sqrt{\frac{\alpha_N^{\frac{6}{\beta_N}} (\Gamma_{N_3} - 3\Gamma_{N_1}\Gamma_{N_2} + 2\Gamma_{N_1}^3)^2}{\alpha_N^{\frac{6}{\beta_N}} [\Gamma_{N_2} - \Gamma_{N_1}^2]^3}} \\ &= \frac{\Gamma_{N_3} - 3\Gamma_{N_1}\Gamma_{N_2} + 2\Gamma_{N_1}^3}{[\Gamma_{N_2} - \Gamma_{N_1}^2]^{3/2}}\end{aligned}$$

5- معامل التفلطح: إن معامل التفلطح لتوزيع وايبل النيتروسوفكي يعطى بالعلاقة:

$$\gamma_2 = \frac{\Gamma_{N_4} - 4\Gamma_{N_1}\Gamma_{N_3} - 3\Gamma_{N_2}^2 + 12\Gamma_{N_1}^2\Gamma_{N_2} - 6\Gamma_{N_1}^4}{[\Gamma_{N_2} - \Gamma_{N_1}^2]^2}$$

الإثبات:

إن معامل التفلطح معرف بالعلاقة التالية:

$$\gamma_2 = \frac{\mu_4}{\mu_2^2} - 3$$

حيث:

$$\begin{aligned} \mu_4 &= \mu_4 - 4\mu_1\mu_3 + 6(\mu_1)^2\mu_2 - 3(\mu_1)^4 \\ &= \alpha_N^{\frac{4}{\beta_N}} \Gamma\left(\frac{4}{\beta_N} + 1\right) - 4\alpha_N^{\frac{1}{\beta_N}} \Gamma\left(\frac{1}{\beta_N} + 1\right) \alpha_N^{\frac{3}{\beta_N}} \Gamma\left(\frac{3}{\beta_N} + 1\right) \\ &\quad + 6\alpha_N^{\frac{2}{\beta_N}} \Gamma^2\left(\frac{1}{\beta_N} + 1\right) \alpha_N^{\frac{2}{\beta_N}} \Gamma\left(\frac{2}{\beta_N} + 1\right) \\ &\quad - 3\alpha_N^{\frac{4}{\beta_N}} \Gamma^4\left(\frac{1}{\beta_N} + 1\right) \\ &= \alpha_N^{\frac{4}{\beta_N}} (\Gamma_{N_4} - 4\Gamma_{N_1}\Gamma_{N_3} + 6\Gamma_{N_2}\Gamma_{N_1}^2 - 3\Gamma_{N_1}^2) \\ \Rightarrow \gamma_2 &= \frac{\mu_4}{\mu_2^2} - 3 = \frac{\alpha_N^{\frac{4}{\beta_N}} (\Gamma_{N_4} - 4\Gamma_{N_1}\Gamma_{N_3} + 6\Gamma_{N_2}\Gamma_{N_1}^2 - 3\Gamma_{N_1}^2)}{\alpha_N^{\frac{4}{\beta_N}} (\Gamma_{N_2} - \Gamma_{N_1}^2)^2} - 3 \\ &= \frac{\Gamma_{N_4} - 4\Gamma_{N_1}\Gamma_{N_3} - 3\Gamma_{N_2}^2 + 12\Gamma_{N_1}^2\Gamma_{N_2} - 6\Gamma_{N_1}^4}{[\Gamma_{N_2} - \Gamma_{N_1}^2]^2} \end{aligned}$$

6- دالة الموثوقية النيتروسوفيكية: إن دالة الموثوقية لتوزيع وايبل النيتروسوفكي تعطى

بالعلاقة:

$$R_N(t) = e^{-\frac{t^{\alpha_N}}{\beta_N}}$$



الإثبات:

$$\begin{aligned} R_N(t) &= p(T \geq t) = \mathbf{1} - p(T \leq t) = 1 - F_N(t) \\ &= 1 - \left(1 - e^{-\frac{t^{\alpha_N}}{\beta_N}}\right) = e^{-\frac{t^{\alpha_N}}{\beta_N}} \end{aligned}$$

أو يمكن اثباتها بالشكل التالي:

$$\begin{aligned} R_N(t) &= p(T \geq t) = \int_t^{\infty} f_N(t) dt = \int_t^{\infty} [f_L(t), f_U(t)] dt \\ &= \left[ \int_t^{\infty} f_L(t) dt, \int_t^{\infty} f_U(t) dt \right] \\ &= \left[ \int_t^{\infty} \frac{\alpha_L}{\beta_L} t^{\alpha_L-1} e^{-\frac{t^{\alpha_L}}{\beta_L}} dt, \int_t^{\infty} \frac{\alpha_U}{\beta_U} t^{\alpha_U-1} e^{-\frac{t^{\alpha_U}}{\beta_U}} dt \right] \\ &= \left[ e^{-\frac{t^{\alpha_L}}{\beta_L}}, e^{-\frac{t^{\alpha_U}}{\beta_U}} \right] = e^{-\frac{t^{\alpha_N}}{\beta_N}} \end{aligned}$$

7- دالة المخاطرة: بفرض  $T$  زمن حياة توزيع وايبيل لنظام ما، وبفرض أن  $f_N(t)$  تمثل دالة الكثافة الاحتمالية النيتروسوفكية للمتغير  $T$ ، عندئذٍ يمكن استنتاج دالة المخاطرة (أو تدعى بدالة الإخفاق) لتوزيع وايبيل النيتروسوفكي كما يلي:

$$H_N(t) = \frac{f_N(t)}{R_N(t)} = \frac{\frac{\alpha_N}{\beta_N} t^{\alpha_N-1} e^{-\frac{t^{\alpha_N}}{\beta_N}}}{e^{-\frac{t^{\alpha_N}}{\beta_N}}} = \frac{\alpha_N}{\beta_N} t^{\alpha_N-1}$$

في حال كانت  $\alpha_N < [1,1]$  فدالة الإخفاق في هذه الحالة تكون متناقصة، أما في حال كانت  $\alpha_N > [1,1]$  فدالة الإخفاق تصبح متزايدة وفي حال كان  $\alpha_N = [1,1]$  فدالة الإخفاق ثابتة مع الزمن. تعتبر مرونة توزيع وايبيل في احتوائه على معدل إخفاق

متناقص أو متزايد أو ثابت مع الزمن واحد من الملامح الهامة التي تجعله نموذج هام لتمثيل أزمنة حياة بعض الأنظمة.

مثال توضيحي:

بفرض أن أزمنة فشل بطارية هاتف ذكي مقدرة بالسنوات تخضع لتوزيع وايبل بالوسطاء:

$$\alpha_N = [2,4]$$

$$\beta_N = [10,12]$$

(اللاتحديد في المعالم ناتج عن وجود لا تحديد في أزمنة الفشل (السنوات))، عندئذ:

(1) ما احتمال أن البطارية قد فشلت في السنة الرابعة: يمكن أن نوجد هذا الاحتمال

باستخدام كثافة توزيع وايبل التالية:

$$f_N(4; [2,4], [10,12]) = \frac{[2,4]}{[10,12]} t^{[2,4]-1} e^{-\frac{t^{[2,4]}}{[10,12]}}$$

$$= [0,0.173]$$

(2) احسب موثوقية عمر البطارية في السنة الرابعة:

نستطيع أن نحسب الموثوقية باستخدام العلاقة:

$$R_N(4) = e^{-\frac{4^{[2,4]}}{[10,12]}} = [0,0.27]$$

وهذا المجال يفسر أن موثوقية عمر البطارية تقع بين 0% و 0.27%، أي أن هناك احتمالية بعدم فشل البطارية قبل أن يصل عمرها إلى أربعة سنين تقع ضمن هذا المجال وتبلغ أعلى نسبة 27%.

(3) احسب موثوقية عمر البطارية في السنة الثامنة:

نحسب الموثوقية وفق العلاقة:

$$R_N(8) = e^{-\frac{8^{[2,4]}}{[10,12]}} = [0,0.0017]$$

وهذا المجال يفسر أن موثوقية عمر البطارية تقع بين 0% و 0.0017%، أي أن هناك احتمالية بعدم فشل البطارية قبل أن يصل عمرها إلى ثمان سنوات تقع ضمن هذا المجال وتبلغ أعلى نسبة 0.17%.

نلاحظ أنه كلما انخفضت قيمة موثوقية عمر البطارية زادت احتمالية فشلها في الزمن المحدد بازدياد عدد السنوات، وكلما ارتفعت قيمة الموثوقية زادت احتمالية بقاءها أطول عمراً دون فشل.

هذا مثال يوضح كيفية استخدام توزيع وايبل لحساب الاحتمالات لأحداث الفشل في أوقات معينة.

(4) حساب العمر الوسطي لأزمة فشل البطارية: يمكن حسابه من خلال العلاقة:

$$\begin{aligned} EX_N &= \alpha_N \beta_N \Gamma\left(\frac{1}{\beta_N} + 1\right) = [2,4]^{[10,12]} \Gamma\left(\frac{1}{[10,12]} + 1\right) \\ &= \left[2^{\frac{1}{12}} \Gamma\left(\frac{1}{12} + 1\right), 4^{\frac{1}{10}} \Gamma\left(\frac{1}{10} + 1\right)\right] \\ &= [1.009, 1.083] \end{aligned}$$

طرائق تقدير معالم توزيع وايبل النيتروسوفكي:

1- طريقة المربعات الصغرى الخطية النيتروسوفكية:

تتلخص هذه الطريقة في إيجاد مقدرات المعالم بالخطوات التالية:

1. تحديد نموذج التوزيع:

$$f_N(t) = \frac{\alpha_N}{\beta_N} t^{\alpha_N-1} e^{-\frac{t^{\alpha_N}}{\beta_N}}$$

2. تحديد دالة الخطأ: يتم تحديد دالة الخطأ التي سيتم تقليلها، وتمثل مربعات الفروقات

بين القيم المتوقعة والقيم الفعلية:

$$\sum_{i=1}^n \left( f_N(t_i | \alpha, \beta) - \hat{f}_N(t_i | \alpha, \beta) \right)^2$$

3. تقليل مجموع مربعات الأخطاء:

$$\sum_{i=1}^n \left( f_N(t_i | \alpha, \beta) - \hat{f}_N(t_i | \alpha, \beta) \right)^2 = 0$$

تهدف إلى تعديل المعاملات في النموذج الرياضي لتحقيق أقل قدر ممكن من الفروق

بين القيم الملاحظة والقيم المتوقعة. هذه الخطوة تتم باستخدام العلاقات الرياضية لحساب

مشتقات الدالة الهدف (وهي عادة مجموع مربعات الأخطاء) بالنسبة للمعاملات المختلفة

في النموذج بحيث يقلل من الفروقات بين البيانات الملاحظة والقيم المتوقعة.

إن دالة توزيع وايبل هي دالة غير خطية:

$$F_N(t) = 1 - e^{-\frac{t^{\alpha_N}}{\beta_N}}$$

$$\Rightarrow \frac{1}{1 - F_N(t)} = e^{\frac{t^{\alpha_N}}{\beta_N}}$$

$$\Rightarrow \ln\left(\frac{1}{1 - F_N(t)}\right) = \frac{t^{\alpha_N}}{\beta_N}$$

نأخذ لوغاريتم العلاقة الأخيرة لتحويلها إلى الشكل الخطي فنحصل على:

$$\ln \ln \left( \frac{1}{1 - F_N(t)} \right) = \alpha_N \ln t - \ln \beta_N$$

نفرض أن  $a = -\ln \beta_N$  ،  $b = \alpha_N$  ،  $X = \ln t$  ،  $Y = \ln \ln \left( \frac{1}{1 - F_N(t)} \right)$

فيصبح النموذج كما يلي:

$$Y = a + bX$$

إذ إن:

$$\sum_{i=1}^n (\hat{a} + \hat{b}x_i - y_i)^2 = \min_{a,b} \sum_{i=1}^n (a + bx_i - y_i)^2$$

والمقداران  $\hat{a}$ ،  $\hat{b}$  هما مقدرا المربعات الصغرى للمعلمتين  $a$  و  $b$ ، فإن هذين المقدرين يمكن إيجادهما من خلال المعادلتين الآتيتين:

$$\hat{a} = \frac{\sum y_i}{n} - \hat{b} \frac{\sum x_i}{n}$$

$$\hat{b} = \frac{\sum x_i y_i - \frac{(\sum x_i)(\sum y_i)}{n}}{\sum x_i^2 - \frac{(\sum x_i)^2}{n}}$$

## 2- طريقة الإمكان الأعظم النيتروسوفكية MLE:

تُعد طريقة الإمكان الأعظم من الطرائق الشائعة الاستخدام في تقدير معالم النماذج، وتتميز هذه الطريقة بأن مقدراتها تجعل من دالة الامكان الأعظم في نهايتها العظمى. بفرض  $t_1, t_2, \dots, t_n$  عينة عشوائية حجمها  $n$  مأخوذة من مجتمع إحصائي كثافتها  $f_N(t)$  لتوزيع وايبل، وبفرض المتجه  $\theta = (\alpha_N, \beta_N)$  متجه معالم توزيع وايبل النيتروسوفكي، عندئذ دالة الإمكان الأعظم تعرف بالشكل:

$$L_N(t_1, t_2, \dots, t_n, \theta) = \prod_{i=1}^n f_N(t_i, \theta)$$

ويأخذ لوغاريتم هذه الدالة وجعل مشتقها الأول (بالنسبة لكل معلمة) يساوي الصفر نحصل على مقدرات الإمكان الأعظم لهذه المعالم.

إن دالة الامكانية لتوزيع وايبل نيتروسوفكي تعطى بالعلاقة:

$$L_N(\alpha_N, \beta_N | t) = \prod_{i=1}^n \left( \frac{\alpha_N}{\beta_N} t^{\alpha_N-1} e^{-\frac{t^{\alpha_N}}{\beta_N}} \right)$$

فإن دالة اللوغاريتم تأخذ الشكل:

$$\begin{aligned} \ln L(\alpha_N, \beta_N | t) &= \ln \prod_{i=1}^n \left( \frac{\alpha_N}{\beta_N} t^{\alpha_N-1} e^{-\frac{t^{\alpha_N}}{\beta_N}} \right) \\ &= \sum_{i=1}^n \left[ (\ln \alpha_N - \ln \beta_N) + (\alpha_N - 1) \ln(t_i) - \frac{t_i^{\alpha_N}}{\beta_N} \right] \end{aligned}$$

4. إيجاد معاملات التقدير: نوجد المشتقات لدالة الاحتمال بالنسبة لكل من معالم النموذج:

$$\frac{\partial}{\partial \alpha_N} \ln L(\alpha_N, \beta_N | t) = \left[ \frac{n}{\alpha_N} + \sum_{i=1}^n \ln(t_i) - \sum_{i=1}^n \frac{t^{\alpha_N}}{\beta_N} \ln(t) \right]$$

$$\frac{\partial}{\partial \beta_N} \ln L(\alpha_N, \beta_N | t) = \left[ -\frac{n}{\beta_N} + \sum_{i=1}^n \frac{t^{\alpha_N}}{\beta_N^2} \right]$$

لحل المعادلات التفاضلية الجزئية بتعيين المشتقات الجزئية الأولى لدالة الامكانية بالصففر:

$$\left( \frac{\partial \mathcal{L}}{\partial \alpha_N}, \frac{\partial \mathcal{L}}{\partial \beta_N} \right) = (0, 0)$$

$$\left[ \frac{n}{\hat{\alpha}_N} + \sum_{i=1}^n \ln(t_i) - \sum_{i=1}^n \frac{t^{\hat{\alpha}_N}}{\hat{\beta}_N} \ln(t) \right] = 0 \quad \dots (1)$$

$$-\frac{n}{\hat{\beta}_N} + \sum_{i=1}^n \frac{t^{\hat{\alpha}_N}}{\hat{\beta}_N^2} = 0 \quad \dots (2)$$

من العلاقة (2) نجد أن مقدر المعلم النيتروسوفكي  $\beta_N$  يعطى بالعلاقة:

$$\hat{\beta}_N = \left( \sum_{i=1}^n \frac{t^{\hat{\alpha}_N}}{n} \right)$$

أما من أجل مقدر المعلم النيتروسوفكي  $\alpha_N$  نحل المعادلة (1) بطرق عددية، نقترح في هذه البحث حلها باستخدام طريقة نيوتن رافسون كما يلي:

لدينا من المعادلة (1):

$$f(t) = \left[ \frac{n}{\alpha_N} + \sum_{i=1}^n \ln(t_i) - \sum_{i=1}^n \frac{t^{\alpha_N}}{\hat{\beta}_N} \ln(t) \right]$$

$$= \left[ \frac{\sum_{i=1}^n t^{\alpha_N} \ln(t)}{\sum_{i=1}^n t^{\alpha_N}} - \frac{1}{\alpha_N} - \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \ln(t_i) \right]$$

نشق الدالة  $f(t)$  بالنسبة لـ  $\alpha_N$ :

$$\frac{\partial}{\partial \alpha_N} f(t) = \sum_{i=1}^n t^{\alpha_N} (\ln(t))^2 - \frac{(\sum_{i=1}^n t^{\alpha_N} \ln(t))^2}{(\sum_{i=1}^n t^{\alpha_N})^2} + \frac{1}{\alpha_N^2}$$

$$\alpha_{N_{New}} = \alpha_{N_{Old}} + \Delta \alpha_{N_{Old}}$$

حيث

$$\Delta \alpha_{N_{Old}} = - \frac{f(t)}{\frac{\partial}{\partial \alpha_N} f(t)}$$

نكرر العملية حتى نحصل على فرق التقدير أقل من 0.001.

### التطبيق العملي:

شهدت نهاية 2019 حدثاً تاريخياً شكل منعطفاً كبيراً في تاريخ الإنسانية جمعاء، فظهور كوفيد-19 الفايروس التاجي بمدينة ووهان الصينية كان الحدث الأبرز الذي أدى إلى آثار كبيرة ليس بخطورته على صحة الانسان فحسب بل أيضاً على المستوى الاقتصادي والاجتماعي والسياسي، في هذا البحث قمنا بتطبيق توزيع وايبل النيتروسوفيكي على قاعدة بيانات تضم أزمنة حضانة فايروس كورونا لعينة حجمها 48 شخص تم الحصول عليها من المصدر [7]، يبين الجدول (1) أزمنة حضانة فايروس كورونا (covid-19) لـ 48 شخص. حيث أن أزمنة حضانة فايروس كورونا تمثل فترة بين الإصابة بالفيروس



وبداية ظهور أعراض المرض، لذا تعتبر فترات حضانة الأمراض المعدية فترة ذات أهمية مباشرة للوقاية والسيطرة على المرض، طبيياً، يتراوح زمن الحضانة لفيروس كورونا المستجد (COVID-19) بين 2 إلى 14 يوماً، ولكن الفترة الأكثر شيوعاً هي حوالي 5 إلى 6 أيام. فالنماذج الرياضية تساعدنا بشكل أفضل على فهم كيفية انتشار المرض. نلاحظ من الجدول (1) أن طبيعة البيانات مجالية غير محددة، مما يدفعنا لاختيار النموذج الملائم لبيانات غير محددة في ظل منطق النيتروسوفيك.

الجدول (1): أزمدة حضانة فايروس كورونا مقدره بالأيام

أزمدة حضانة فايروس كورونا			
(7.82, 8.37)	(8.24, 9.88)	(4.95, 5.40)	(7.55, 8.88)
(4.15, 5.89)	(6.87, 7.04)	(5.43, 6.52)	(4.79, 5.89)
(6.87, 7.55)	(5.52, 6.73)	(5.08, 6.93)	(6.62, 7.45)
(3.33, 4.67)	(4.90, 5.57)	(6.61, 7.10)	(3.92, 5.09)
(8.18, 9.24)	(6.62, 7.11)	(5.48, 6.62)	(4.18, 5.97)
(5.50, 7.18)	(9.96, 11.09)	(8.04, 9.44)	(7.37, 8.99)
(5.28, 6.65)	(9.99, 10.70)	(10.66, 11.68)	(8.27, 9.09)
(5.78, 5.12)	(5.43, 6.19)	(4.84, 6.16)	(4.38, 5.40)
(6.45, 7.39)	(6.33, 7.79)	(5.58, 6.02)	(2.21, 3.47)
(7.39, 8.25)	(6.21, 6.86)	(6.01, 7.31)	(6.30, 7.43)
(5.61, 6.64)	(5.82, 6.49)	(5.26, 5.81)	(3.23, 2.21)
(7.51, 8.01)	(4.34, 5.13)	(4.67, 5.23)	(4.31, 4.96)

## 1- اختبار ملائمة البيانات لتوزيع وايبل:

بدايةً تم فحص طبيعة البيانات والتحقق من مدى ملائمة نموذج توزيع وايبل النيتروسوفكي لبيانات أزمنة حضانة فايروس كورونا، تم ذلك من خلال استخدام اختبار كولموغورف-سيمرنوف لقياس مدى الملائمة، وباستخدام برمجية بايثون تم الحصول على النتائج في الجدول (2) والتي توضح أن قيمة  $p\text{-value}=0.89>0.05$  وهذا يدل على قبول بأن توزع البيانات ملائم لتوزيع وايبل.

الجدول (2): اختبار كولموغوراف-سيمرنوف لمطابقة توزيع وايبل مع أزمنة حضانة فايروس كورونا

اختبار كولموغوراف-سيمرنوف	قيمة الاختبار $D$	معنوية الاختبار $P\text{-value}$
أزمنة الحضانة	[0.062,0.14]	[0.65,0.89]

## 2- تقدير معالم نموذج توزيع وايبل النيتروسوفكي باستخدام طريقتي الإمكان الأعظم والمربعات الصغرى:

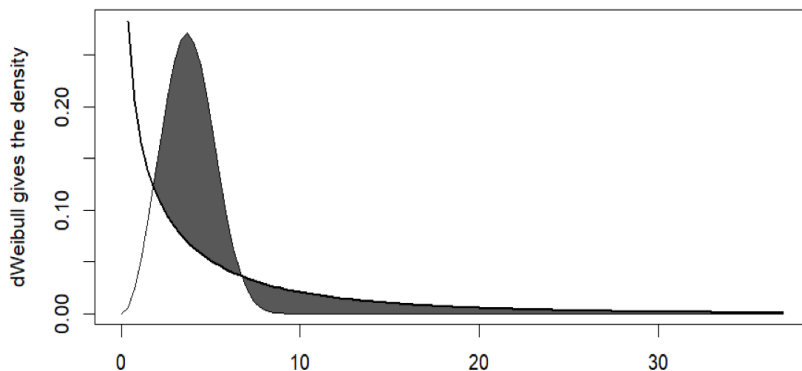
باستخدام العلاقات السابقة في تقدير معالم توزيع وايبل النيتروسوفكي وفق طريقتي المربعات الصغرى والإمكان الأعظم، تم استخدام برنامج بايثون للحصول على المقدرات الموضحة في الجدول (3).

الجدول (3): مقدرات المعالم النيتروسوفكية لتوزيع وايبل

طريقة التقدير	معلمة الشكل $\alpha_N$	معلمة القياس $\beta_N$
مقدرات الإمكان الأعظم	(1.92,2.23)	(4.70,6.32)
مقدرات المربعات الصغرى	(0.702,2.92)	(4.24,4.337)

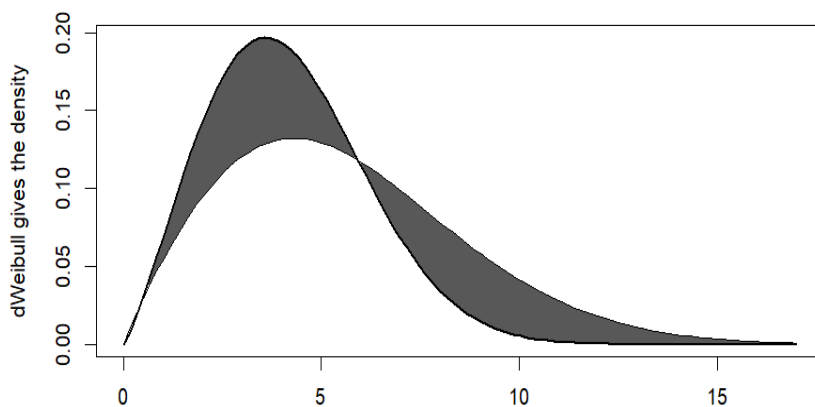
بناء على قيم المعالم تم رسم المخططات البيانية لتوزيع وايبل النيتروسوفكي الملائم لأزمة الحضانة، توضح الأشكال (5) و(6) نتائج التنبؤ لأزمة حضانة فايروس كورونا باستخدام طريقتي الإمكان الأعظم والمربعات الصغرى لتوزيع وايبل النيتروسوفكي.

Weibull Distribution



الشكل (1): الرسم البياني لتوزيع وايبل وفق مقدرات المربعات الصغرى

Weibull Distribution



الشكل (1): الرسم البياني لتوزيع وايبل وفق مقدرات الإمكان الأعظم

### 3- تقييم دقة التقدير:

للمقارنة بين المربعات الصغرى والإمكان الأعظم نستخدم مقياس خطأ التنبؤ متوسط مربعات الخطأ MSE للبيانات النيتروسوفكية الموضح بالعلاقة:

$$NMSE = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m (\widehat{x}_{N_i} - x_{N_i})^2$$

حيث  $m$  هو العدد الكلي من المشاهدات لأزمة الحضانة للفايروس و  $x_{N_i}$  هي القيمة المشاهدة النيتروسوفكية و  $\widehat{x}_{N_i}$  هي القيمة المتنبئ بها النيتروسوفكية، يوضح الجدول (4) نتائج  $NMSE$  التي تم الحصول عليها لطرائق التقدير:

الجدول (4): نتائج دقة التقدير لمعيار  $NMSE$

$NMSE$	طريقة التقدير
(0.0848,0.1104)	طريقة المربعات الصغرى
(0.0471,0.0554)	طريقة الإمكان الأعظم

بينت النتائج أن دقة التنبؤ بطريقة الإمكان الأعظم (لها قيمة  $NMSE$  أقل) أفضل من دقة التنبؤ باستخدام المربعات الصغرى، يظهر الجدول (4) قيم مقياس  $NMSE$  لكلا الطريقتين.

نستطيع من خلال هذا التطبيق تقدير دالتي الموثوقية والمخاطرة كما يلي:

#### 1. دالة الموثوقية:

لنفترض أن  $R_N(2) = e^{-\frac{2^{[1.92,2.23]}}{[4.70,6.32]}} = [0.35,0.55]$  هذا يعني أن هناك احتمالية 55% لعدم حدوث الفشل (ظهور الأعراض) قبل مرور يومين من التعرض للفيروس.

هذا يعني أن الأشخاص الذين يتعرضون للفيروس قد يظلون غير مصابين بالأعراض لفترة زمنية معينة بنسبة جيدة.

## 2. دالة المخاطرة:

إن دالة المخاطرة  $H_N(t) = \frac{\alpha N}{\beta N} t^{\alpha N - 1}$  لكل يوم توضح معدل حدوث الفشل (ظهور الأعراض) في يوم معين من التعرض للفيروس بنسبة التعرض للمرض. فلو كانت مثلاً 0.05 فهذا يشير إلى أن هناك احتمالية منخفضة نسبياً لظهور الأعراض في الأيام الأولى بعد التعرض للفيروس.

## النتائج والتوصيات:

- 1- تعريف توزيع وايبل وفق منطق النيتروسوفيك.
- 2- استنتاج الصيغ الرياضية لكل من دوال التوزيع والموثوقية والمخاطرة بالإضافة إلى استنتاج التوقع الرياضي والتباين والعزوم والالتواء والتفاح لتوزيع وايبل وفق متغيرات عشوائية نيتروسوفيك.
- 3- التطبيق على قاعدة بيانات حقيقة تمثل أزمنة حضانة فايروس كورونا وملائمة هذه الأزمنة لتوزيع وايبل النيتروسوفكي.
- 4- تم التوصل من خلال أمثلة وتطبيقات أن توزيع وايبل النيتروسوفكي هو تعميم لتوزيع وايبل الكلاسيكي كونه يدرس الأحداث العشوائية غير المحددة بدقة.
- 5- نوصي بتعريف توزيع وايبل وفق الفئة النيتروسوفكية.
- 6- نوصي بتوسيع مفاهيم توزيعات احتمالية أخرى ذات أهمية تطبيقية كبيرة وفق مفهوم النيتروسوفيك.

المراجع:

- 1- Mann, N. R., Schafer, R. E., and Singpurwalla, N. D., Methods for statistical analysis of reliability and life data, 1974, John Wiley and Sons, New York.
- 2- Engelhardt, M., "On simple estimation of the parameters of the Weibull or extreme-value distribution", Technometrics, Vol. 17, No. 3, August 1975.
- 3- Harter, H. L. and A. H. Moore, "Point and interval estimators based on order statistics, for the scale parameter of a Weibull population with known shape parameter", Technometrics, Vol. 7, No. 3, August 1965.
- 4- Stone, G. C. and G. Van Heeswijk, "Parameter estimation for the Weibull distribution , IEEE. Trans. On Elect Insul. VolEI-12, No-4, August, 1977.
- 5- F. Smarandache, Neutrosophical Statistics, Sitech & Education Publishing, Jaffrey, NH, USA, 2014.
- 6- Govindan K., Rmalingam S., Deivanayagampillai N., Broumi S., Jacob K., 2021, Markov chain based on neutrosophic numbers in decision making.
- 7- C. Cheng, D. Zhang, D. Dang et al., "e incubation period of COVID-19: a global meta-analysis of 53 studies and a Chinese observation study of 11 545 patients," Infectious Diseases of Poverty, vol. 10, no. 5, pp. 1–3, 2021.

## دراسة استخدام ليزر الديود 808nm في إزالة الشعر

أ.د. بسام غزولين\*  
حسن علي الحسن\*\*

### □ ملخص □

أجريت دراسة نظرية وتجريبية لفعالية تقنية ليزر الديود 808nm في إزالة الشعر غير المرغوب فيه والذي يعتمد على نظرية التحلل الضوئي الانتقائي، تم ضبط حجم البقعة  $15 \times 15$  mm وتم ضبط الجهاز على نبضة قصيرة 8ms ومعدل النبض 6Hz وبطاقة  $60 \text{ J/cm}^2$  للنبضة، حيث تم استقبال 30 مريض يعانون من الشعرانية الزائدة وذلك من خلال تصنيفهم بحسب نوع البشرة استناداً لمقياس فيتزياتريك، تم تسجيل نسبة كثافة الشعر قبل وبعد كل جلسة حيث كانت نسبة الإزالة بعد انتهاء دورة العلاج لذوي البشرة البيضاء 86% مقابل 68% لذوي البشرة السمراء، ظهرت آثار جانبية بعد العلاج مثل فرط التصبغ والحروق على المرضى ذوي البشرة ذات التصنيف 3 و 4 على مقياس فيتزياتريك، كانت فعالية ليزر الديود جيدة لتطبيقها على ذوي البشرة البيضاء من حيث نسبة الإزالة والآثار الجانبية.

**الكلمات المفتاحية:** ليزر، ديود، كروموفورات، شعرانية، بصيلة، كثافة، بشرة، زمن الاسترخاء الحراري.

\*أستاذ، قسم الفيزياء، كلية العلوم، جامعة تشرين، اللاذقية، سورية  
\*\*طالب دراسات عليا (ماجستير)، قسم الفيزياء، كلية العلوم، جامعة تشرين، اللاذقية، سورية

## Study of the use of 808nm diode laser in hair removal

### □ ABSTRACT □

A theoretical and experimental study was conducted on the effectiveness of the 808nm diode laser technology in removing unwanted hair, which is based on the theory of selective photolysis. The spot size was set to 15×15 mm, and the device was set to a short pulse of 8ms, a pulse rate of 6HZ, and an energy of 60 J/cm<sup>2</sup> for the pulse. 30 patients suffering from excessive hirsutism were classified according to skin type based on the Fitzpatrick scale. The percentage of hair density was recorded before and after each session. The percentage of hair removal after the end of the treatment course for white-skinned people was 86% compared to 68% for dark-skinned people, Side effects appeared after the treatment. Like hyperpigmentation and burns on patients with skin rated 3 and 4 on the Fitzpatrick scale, the effectiveness of the diode laser was good for application to fair skin in terms of removal rate and side effects.

**Keywords:** Laser, Diode, chromophores, hirsutism, follicle, density, skin, Thermal relaxation time.



### مقدمة:

الشعرانية هي واحدة من الشكاوى الطبية الأكثر شيوعاً بين النساء [1]، حيث يعد الشعر غير المرغوب فيه مشكلة جمالية شائعة في العديد من الثقافات، يحدث نمو الشعر الزائد في المناطق التي تعتمد على الأندروجين، وزيادة كثافة الشعر في أي موقع من الجسم تؤثر على الصحة النفسية والذي يتمثل بالإحباط أو الاكتئاب، يمكن إزالة الشعر بالطرق التقليدية والتي تتمثل بنتف الشعر، ومزيلات الشعر الكيميائية، والتحليل الكهربائي [2]، وبالتالي أصبحت الحاجة إلى طريقة طويلة الأمد وغير جراحية وسريعة وموثوقة وآمنة ضرورة في مجتمعنا، تعد إزالة الشعيرات الضوئية بالليزر وغيرها من التقنيات المعتمدة على الضوء الإجراء الأسرع نمواً في طب الأمراض الجلدية التجميلية الحديثة، مع اكتساب المزيد من الأبحاث والخبرات السريرية في مجال إزالة الشعر بالليزر، أصبح المصنعون والممارسون ملزمين بالسعي للحصول على نتائج أكثر أماناً وفعالية [3].

جلد الإنسان عبارة عن بنية معقدة متعددة الطبقات تتكون من عدة جزئيات تنطوي على ظواهر فيزيائية مختلفة، ومن وجهة نظر بصرية، فإن التأثيرات السائدة تتوافق مع التشتت والامتصاص، يحدث هذا التأثير السابق في الغالب في الخلايا الصبغية وخلايا الدم الحمراء التي تحتوي على الكروموفور، الأصباغ الرئيسية الممتصة للضوء الموجودة في تلك الخلايا هي الميلانين والهيموجلوبين [4].

المبدأ الأساسي لإزالة الشعر بمساعدة الليزر هو إتلاف الخلايا الجذعية في منطقة الانتفاخ أو استبدال بصيلات الشعر على مستوى الأدمة بنسيج ضام من خلال الإصابة الحرارية [5]، تعتمد القدرة على إزالة الشعر دون الإضرار بالجلد المحيط على التحليل الحراري الضوئي الانتقائي وهي النظرية القائلة بأنه عند طول موجي معين وزمن نبضة وتدفق معين، تتسبب الإصابة الحرارية إلى هدف يحتوي على جزيء يمتص الضوء يسمى حامل اللون (الكروموفور) [6]

عرض النبضة هو مقدار الوقت (بالملي ثانية) الذي يتم خلاله توصيل الطاقة الإجمالية (بالجول) الموجودة في نبضة واحدة إلى سطح الجلد، يتم تعريف وقت الاسترخاء الحراري (TRT) على أنه الوقت الذي يستغرقه الجسم ليبرد بنسبة 63% وإذا كانت مدة نبضة الليزر أقصر من TRT للهدف وأطول من TRT للأنسجة المحيطة والكروموفورات المتنافسة، فإن الضرر يقتصر على الهدف دون الإضرار بالأنسجة المحيطة [7].

يولد الليزر المستخدم في الطب إشعاعاً في المناطق المرئية (380 - 760 nm) والأشعة تحت الحمراء والأشعة فوق البنفسجية من طيف الموجات الكهرومغناطيسية، وعند اختيار الطول الموجي لليزر ينبغي أن يأخذ في الاعتبار عمق البنية المستهدفة (حامل اللون)، لأن تشتت الضوء في الأدمة يعتمد بشكل كبير على الطول الموجي كما هو، هذا يعني أن الموجات الطويلة يتم امتصاصها بدرجة أقل من الموجات القصيرة، وبالتالي فإن اختراقها في الأنسجة يكون أعمق [8].

#### أهمية البحث وأهدافه:

#### أهمية البحث :

تأتي أهمية البحث من أهمية استخدام تقنية الليزر على نطاق واسع في العيادات الجلدية والمراكز التجميلية في علاج الآفات الجلدية والعناية بالبشرة وإزالة الزوائد الغير مرغوب فيها

#### هدف البحث :

دراسة فعالية ليزر الديود 808nm في إزالة الشعر وتقييم الآثار الجانبية على بعض أنواع البشرة نظرياً تجريبياً

## 1- الدراسة النظرية :

### 1-1- الليزر :

الليزر (تضخيم الضوء عن طريق الانبعاث المحفز الإشعاع)، تم تطوير أول ليزر تشغيلي بواسطة العالم مايمان في العام 1960 ومنذ ذلك الوقت كان هناك اهتمام كبير بالتطبيقات العلمية والبيولوجية لليزر، يمكن أن يكون الوسط الفعال لليزر مادة صلبة أو سائلة أو غازية [9]، ويتميز إشعاع الليزر ب طول موجي وحيد، التماسك، الاتجاهية، والسطوع والقدرة على إنتاج نبضات ضوئية قصيرة جدا [10]، يتألف أي جهاز ليزر ثلاث مكونات رئيسية مهما اختلف نوعه وهي الوسط الفعال و المصدر المهيج (الضخ) والمرنان ( حجرة الطنين ) [11].

**الوسط الفعال (Medium Active)** : هو المادة التي تستخدم لتوليد شعاع الليزر، وتكون على ثلاثة أنواع هي الصلب والسائل والغاز، **الضخ (Pumping)** : هو عملية نقل الطاقة من مصدر الطاقة إلى الوسط الفعال المولد لليزر وهو على عدة أنواع حسب نوع الوسط الفعال لليزر، **المرنان (Resonator)** : يتكون من مرآتين متقابلتين ومتوازيتين إحدهما عاكسة كلياً والأخرى عاكسة جزئياً ويوضع الوسط الفعال بينهما [12]

تصنف الليزرات بحسب الحالة الفيزيائية للوسط الفعال إلى ليزرات الحالة الصلبة والسائلة والغازية وليزرات أنصاف النواقل أو يمكننا ان نصنفها تبعاً لطوال الموجة إلى ليزرات الأشعة تحت الحمراء والليزرات المرئية وليزرات الأشعة فوق البنفسجية وليزرات الأشعة السينية [13]، تم إنتاج مئات من أنواع مختلفة من الليزر باستخدام العديد من المواد المختلفة ينبعث إشعاعها في مدى عريض من الأطوال الموجية من الأشعة فوق البنفسجية إلى الأمواج الميكروية [14].

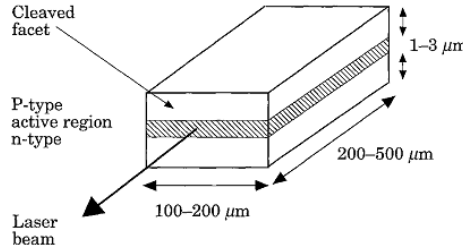
## 2-1- ليزر الديود 808nm (Diode laser 808nm):

تمثل أشعة الليزر شبه الموصلة واحدة من أهم فئات الليزر المستخدمة اليوم، ليس فقط بسبب التنوع الكبير في التطبيقات المباشرة التي تشارك فيها، ولكن أيضا لأنها تستخدم بشكل واسع النطاق كمضخات لأشعة ليزرات الحالة الصلبة [15].

يتألف الصمام الثنائي الليزري لأشباه الموصلات الأساسي من وسط بصري نشط على ركيزة بلورية لها ملامسات معدنية لحقن التيار الكهربائي ووجهين بلوريين لتشكيل مرنان بصري [16]. الشكل (1).

يتكون الشكل الأساسي لليزر الثنائي من شبه موصل يتم فيه تطعيم جزء واحد بمناحات الإلكترون لتكوين مادة من النوع n والجزء الآخر مشبع بمستقبلات الإلكترون (ثقوب) لإنتاج مادة من النوع p، بتطبيق الجهد السلبى على المادة n والجهد الإيجابى على المادة p يدفع الإلكترونات والثقوب إلى منطقة الوصل بين المادة n و p ، تنتقل الإلكترونات من حالة الطاقة الأعلى (نطاق التوصيل) إلى حالة طاقة أقل (نطاق التكافؤ) وهذا يطلق الطاقة على شكل فوتونات [17].

يعتمد الطول الموجي للضوء المنبعث من عملية إعادة التركيب على فجوة الطاقة EG ويتم تحديده بالعلاقة  $E=hc/L$  حيث فجوة الطاقة هي المسافة بين نطاق التكافؤ ونطاق التوصيل [18]



الشكل (1) : بنية مبسطة لليزر نصف ناقل [18]

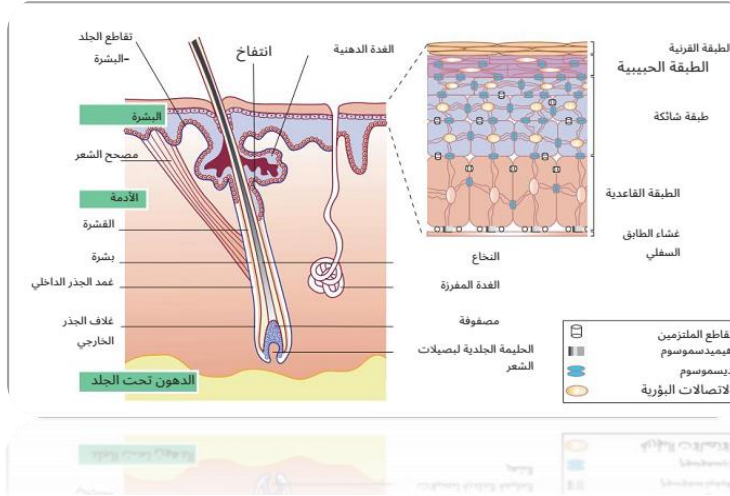
### 3-1- فيزيولوجيا الشعر

إن جسم الانسان مغطى بالكامل تقريبا بالشعر باستثناء مناطق قليلة مثل راحة اليد والأخمصين والمناطق المخاطية للشفاة والأعضاء التناسلية الخارجية، معظم هذه الشعيرات عبارة عن شعر زغبي صغير عديم اللون، تلك الموجودة في عدة مناطق مثل فروة الرأس والحواجب والرموش وتكون أكثر سمكاً وأطول ومصطبغة وتسمى الشعر النهائي، ويمتلك الإنسان ما يقارب 5 مليون بصيلة شعر، 100000 منها تقع في فروة الرأس [19]

### 4-1- البنية التشريحية للشعر

يتكون الشعر من بنيتين منفصلتين: الجريب (البصيلة) الموجود في الجلد وساق الشعرة التي تظهر على سطح الجسم [20]، تتكون الوحدة الهيكلية، أو الشعرية الدهنية، لبصيلة الشعر من بصيلة الشعر نفسها مع غدة دهنية متصلة بها وعضلة مستقيمة للشعر [21] بصيلة الشعر عبارة عن بنية ظهارية معقدة ومحاطة بغمد جذر خارجي ، مما يساعد على دعم نمو الشعر، وغمد جذر داخلي ، ويتبع ألياف الشعر حتى فتحة الغدة الدهنية [22]، ويمكن وصف جذع الشعرة بشكل تقريبي على أنه ثلاث أسطوانات مدمجة في بعضها البعض: النخاع أو القلب الذي يمتد على طول المحور المركزي والقشرة هي المكون الرئيسي، والبشرة وهي الغطاء الخارجي [23].

النخاع هو البنية الخلوية المفرغة التي تقع مركزيا داخل ألياف الشعر، القشرة تشكل الجسم الرئيسي لشعرة الإنسان وتتكون من خلايا يبلغ طولها  $100\mu\text{m}$  وقطرها  $2-5\mu\text{m}$ ، البشرة هي الطبقة الخارجية للشعرة، وتتكون من  $10-5$  خلايا كيراتينية متداخلة، والتي تغطي بعضها البعض مثل بلاط السقف وتكون بمثابة طبقة واقية ضد الأضرار الميكانيكية والبيئية [24].



الشكل (2) مقطع عرضي لطبقات الجلد بصيالات الشعر، جذور الشعر وأعمدة الشعر، الغدد العرقية، مسام البشرة، الأدمة تحت الجلد، الطبقة الحليمية، والشبكية الغدة العرقية المفرفة، مقوم عضلات الشعيرات والغدد الدهنية

### 5-1- تصبغ بصيالات الشعر:

ينشأ تنوع لون الشعر في الغالب من كمية ونسبة الميلانين الأسود البني الداكن والفيوميلانين البني المحمر [25] ، يتم تحديد لون الشعر من خلال توزيع الميلانوزومات في جذع الشعرة، حيث تحتوي بصيلة الشعر على الخلايا الصباغية التي تقوم بتصنيع الجسيمات الصباغية وتنقلها إلى الخلايا الكيراتينية في مصفوفة البصيلة [26] ، يمكن تعريف الخلايا الصباغية على أنها خلايا تمتلك القدرة الفريدة على تصنيع الميلانين داخل الميلانوزومات، يمكن تقسيم العوامل المتعلقة بإنتاج الميلانين داخل الخلايا الصباغية إلى ثلاث مجموعات : البروتينات الهيكلية للميلانوزومات، والإنزيمات اللازمة لتخليق الميلانين، والبروتينات اللازمة لنقل وتوزيع الميلانوزوم [27]

## 6-1- تفاعل ضوء الليزر مع الجلد :

يمكن أن يتفاعل الضوء مع الأنسجة بأربع طرق رئيسية : النقل، والانعكاس، والتشتت، والامتصاص.

**الامتصاص :** يجب أن تمتص الأنسجة الضوء لإحداث تأثير في تلك الأنسجة وامتصاص ضوء الليزر بواسطة أنسجة محددة هو الهدف الأساسي لليزر السريري حيث أن امتصاص فوتونات ضوء الليزر هو المسؤول عن تأثيراتها على الأنسجة ، مكونات الأنسجة التي تمتص الفوتونات تعتمد بشكل تفضيلي على الطول الموجي، تعرف مكونات الأنسجة الممتصة للضوء باسم الكروموفورات وتشتمل الكروموفورات المستهدفة بشكل متكرر في الجلد على الميلانين والهيموجلوبين والماء، يؤدي امتصاص الطاقة الضوئية بواسطة الكروموفور إلى تحويل تلك الطاقة إلى طاقة حرارية.

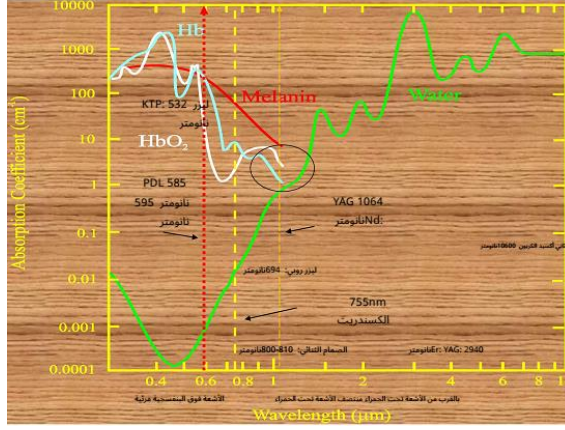
تشير نظرية التحلل الضوئي الحراري الانتقائي إلى امتصاص طاقة الليزر بواسطة كروموفور مستهدف دون حدوث ضرر حراري كبير للأنسجة المحيطة ولتحقيق التحلل الضوئي الحراري الانتقائي يجب أن ينتج الليزر شعاعاً من الضوء بطول موجي يمتصه الكروموفور الموجود في الآفة بشكل تفضيلي، ويجب أن تكون مدة نبضة شعاع الليزر أقصر من وقت الاسترخاء الحراري للكروموفور المستهدف لمنع انتشار الطاقة الحرارية إلى ما بعد حامل اللون المستهدف، ويتم تعريف وقت الاسترخاء الحراري على أنه الوقت اللازم لكي يبرد الكروموفور إلى نصف درجة حرارته [28.29.30]

## 7-1- معالجة الشعرانية بالليزر:

إزالة الشعر بالليزر هي عملية متعددة العوامل تتضمن تفاعلاً حرارياً ضوئياً معقداً عبر البشرة والأدمة، وهي عملية تهدف إلى التسبب في تلف بصيلات الشعر مع الحفاظ على البشرة، وبالتالي فإن استئصال بصيلات الشعر بواسطة مصدر ضوء الليزر هو وظيفة من وظائف الليزر المختلفة (مثل الطاقة ، وحجم البقعة ، ووقت التشعيع

ومعدل التكرار) والأنسجة معاملات الامتصاص والتشتت ، والكثافة ، والسعة الحرارية ، والتوصيل الحراري) [31]

يوضح الشكل (3) طيف امتصاص الكروموفورات الأربعة الرئيسية في الجلد .



الشكل (3) طيف امتصاص الكروموفورات الأربعة الرئيسية في الجلد

تعتمد قدرة الوسط على امتصاص الإشعاع الكهرومغناطيسي على عدد من العوامل، أهمها التركيب الإلكتروني لذراته وجزيئاته، والطول الموجي للإشعاع، وسمك الطبقة الماصة، والمعلومات الداخلية مثل درجة الحرارة أو تركيز العوامل الماصة، يتم تطبيق قانونين بشكل متكرر يصفان تأثير السماكة على الامتصاص، ويطلق عليهم عادة قانون لامبرت وقانون بير، ويتم التعبير عنهما بواسطة العلاقتين:

$$I(x) = I_0 e^{-\alpha x} \quad (4)$$

$$I(x) = I_0 e^{-K'cx} \quad (5)$$

حيث  $x$  المحور البصري ( اتجاه انتشار الاشعة) ،  $I(x)$  هي شدة الإشعاع في العمق  $x$  ،  $I_0$  شدة الإشعاع قبل ملامسة الجلد ،  $\alpha$  معامل الامتصاص للوسط ،  $c$  تركيز العوامل الممتصة ،  $K'$  يعتمد على عوامل أخرى غير التركيز، وبما أن كلا القانونين يصفان نفس سلوك الامتصاص، فإنهما يعرفان أيضا باسم قانون لامبرت-بير .



يخضع ترسيب الطاقة في جلد الإنسان لما يسمى بمعادلة نقل الحرارة الحيوية التي صاغها (Pennes, 1948 · Wissler, 1998)

$$K\nabla^2 T(x, t) + Q(x, t) = \rho c \frac{\partial T(x, t)}{\partial t} \quad (6)$$

C الحرارة النوعية للبشرة، K التوصيل الحراري (الناقلية الحرارية للبشرة) ، ρ كثافة البشرة

T(x, t) الحرارة في العمق بتابعية الزمن، معدل ترسب الطاقة في العمق بتابعية الزمن يعتمد معدل ترسيب الطاقة على كثافة الإشعاع I<sub>0</sub> وعمق الاختراق δ، وجزء الطاقة الذي ينتقل الى الانسجة ويعبر عن العلاقة بالشكل :

$$Q(x, t) = \frac{I_0 T}{\delta} e^{-\frac{x}{\delta}} \quad (7)$$

على افتراض الشروط الحدية العازلة (غياب فقدان الحرارة الى الجلد المحيط) يؤدي الحل التالي فيما يتعلق بدرجة حرارة سطح الجلد T<sub>s</sub> :

$$T_s = T_s \left[ 2 \sqrt{\frac{t}{\pi \tau}} + e^{\frac{t}{\tau}} \times \operatorname{erfc} \left( \sqrt{\frac{t}{\tau}} \right) - 1 \right] \quad (8)$$

$$T_0 = \frac{I_0 \delta T}{K} \quad \cdot \quad \tau = \frac{\delta^2 \rho c}{K} = \frac{\delta^2 \rho K c}{K^2}$$

التوصيل الحراري في هذا النموذج  $K = 0.3 \text{ W m}^{-1} \text{ K}^{-1}$  ، و ثابت الزمن الحراري وهو الوقت اللازم لانتشار الطاقة الحرارية الى عمق الاختراق،  $\rho K c = 1.7 \times 10^6 \text{ W}^2 \text{ s} / \text{m}^4 \text{ C}^2$

وتكون الشروط المتغيرة في الحسابات هي كثافة الطاقة وتردد الاشعاع [32.33.34].

2- الدراسة التجريبية :

2-1- الأجهزة والأدوات المستخدمة : Diode laser 808nm

diode laser specification		
Lase type	808nm diode laser	
Laser module	Germany imported DILAS Module	
Wavelength	808nm	
Spot size	1200w no channel	25*31mm
	900w no channel	15*15mm
	600w no channel	15*15mm
	450w no channel	15*15mm
Pulse repetitions	1~10HZ	
screen	10.4 inch touch TFT color screen	
Pulse width	1~100ms	
Out put power	2000w	
Energy density	1~120 j/cm <sup>2</sup>	
cooling level	5 leveles adjustable	

2-2- طرائق البحث ومواده:

أجريت الدراسة في عيادة خاصة في منطقة مصياف في الفترة من تموز الى كانون الثاني 2023 حيث تم استقبال 30 مريضاً من كلا الجنسين بلغت أعمارهم من 20-45 ،

تم إجراء العلاج بالليزر باستخدام ليزر diode 808nm تم ضبط البارامترات المستخدمة في العلاج بالاعتماد على مطيافية الامتصاص للكروموفورات المستهدفة ونسبتها في كل من نوعي البشرة البيضاء والداكنة على النحو الآتي :

### لذوي البشرة البيضاء ذات التصنيف 1 و2

حجم البقعة  $15 \times 15 \text{ mm}$  وتم ضبط الجهاز على نبضة طويلة 150ms ومعدل النبض 4HZ وبطاقة  $80 \text{ J/cm}^2$ ، مدة الجلسة 10-12 minutes بمتوسط زمن تعرض 6 min

### ولذوي البشرة الغامقة ذات التصنيف 3 و4 و5 :

حجم البقعة  $15 \times 15 \text{ mm}$  وتم ضبط الجهاز على نبضة طويلة 150ms ومعدل النبض 4HZ وبطاقة  $50 \text{ J/cm}^2$ ، مدة الجلسة 10-12 minutes بمتوسط زمن تعرض 6 min

زمن النبضة	عدد النبضات في الثانية	زمن التعرض/الدقيقة	اجمالي زمن التعرض	طاقة النبضة الواحدة	زمن الجلسة
150m s	4	36 sec	360sec = 6min	80 J/cm <sup>2</sup>	10-12 min

أثناء إزالة الشعر في أنواع البشرة الفاتحة، تؤدي إطالة مدة النبضة إلى زيادة الفعالية مع الحفاظ على البشرة من التلف الحراري غير المرغوب فيه.

على عكس أنواع البشرة الفاتحة، من الضروري استخدام طاقة أقل أثناء استخدام مدة نبض أطول لتجنب الضرر الحراري الذي لا يمكن إصلاحه للبشرة في البشرة الداكنة، كما ينطبق أيضا على المواقع ذات كثافة الشعر الأعلى.

بعد شرح الإجراء للمريض تم توجيهه المريض إلى الاستلقاء على سرير المعاينة ، وتحت إضاءة جيدة ، وارتداء نظارات واقية من قبل المريض، مع استخدام نظام تبريد TEC للياقوت قبضة المعالجة.

تم توجيه المريض لتجنب أشعة الشمس في اليومين التاليين للمعالجة تم تحديد موعد الزيارة التالية بعد أسبوعين، كما طلب من المريض تسجيل أي آثار جانبية.

قمنا في هذه الدراسة بإنشاء ملف خاص لكل مريض يتضمن الاسم والعمر والجنس ونوع البشرة وتقييم طبي قبل وبعد المعالجة في كل جلسة يشمل تقييم الألم ونسبة المعالجة والآثار الجانبية، بلغ عدد الجلسات الكلية لكل مريض 6 جلسات.

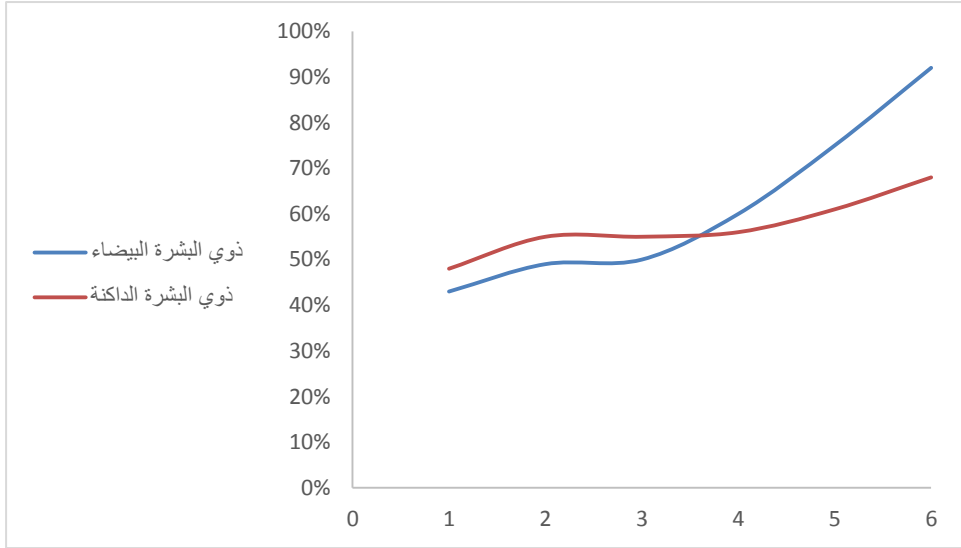
تم تسجيل الملاحظات التالية :

- 17 مريض أي ما يعادل 56% اشتكوا من ألم خفيف أثناء المعالجة بينما جميع المرضى أبدوا رضا تام عن المعالجة.
- تم تسجيل أعراض جانبية مثل الاحمرار والحكة جميعها اختفت في اليوم التالي للمعالجة.
- اغلب الأعراض الجانبية تم تسجيلها لذوي البشرة السمراء ذات التصنيف 3 و 4 على مقياس فيتزياتريك.
- كانت نسبة الازالة في الجلسة الأولى 40% وبلغت في الجلسة الثانية حوالي 50% في الجلسة الثانية.

### 3-2- النتائج والمناقشة:

تترسب الطاقة الحرارية في الأنسجة عن طريق امتصاص الضوء وتحويله إلى حرارة، وهذا يسبب ارتفاع في درجة حرارة الأنسجة، يعتمد الضرر الذي يلحق بالأنسجة على درجة الحرارة التي يتم الوصول إليها، والمدة التي تبقى فيها عند درجة الحرارة، تتخفض كثافة الشعر بعد كل جلسة، فقد انخفضت بعد الجلسة الأولى بنسبة 45% وبنسبة 51% بعد الجلسة الثانية والثالثة وبنسبة 58% بعد الجلسة الرابعة وبنسبة 68% بعد الجلسة الخامسة وبنسبة 86% بعد الجلسة السادسة لأصحاب البشرة البيضاء ذات التصنيف 1و2 على مقياس فينزياتريك، بينما كانت نسبة أقل بحوالي 10% لذوي البشرة السمراء مع تسجيل آثار جانبية شملت حروق خفيفة واحمرار وحكة لدى ذوي البشرة السمراء، وهو ما يتطابق مع الدراسات والأبحاث العلمية التي أجريت في هذا المجال حيث نشر "أفشان شيركافند وزملائه في مركز أبحاث العلوم والتكنولوجيا في الطب جامعة طهران للعلوم الطبية، طهران، إيران " في العام 2012 دراسة بعنوان (أنماط الضرر الحراري لإزالة الشعر بديود الليزر حسب أنواع البشرة والشعر المختلفة الكثافات والألوان) وأيضا مع دراسة أخرى أجراها "جون حونسون" وزملائه في كلية الصحة والعلوم الاجتماعية، جامعة بيرجن، النرويج في العام 2011 بعنوان " التأثيرات الحرارية لليزر العلاجي ذو الأطوال الموجية 810,409 nm على جلد الإنسان"

ويوضح الشكل البياني نسبة الإزالة لمريض من ذوي البشرة البيضاء ومريض من ذوي البشرة الداكنة في كل جلسة من الجلسات :



حصيلة الدراسة التجريبية لكافة المرضى:

**الجلسة الأولى:** 12 مريض بلغت لديهم نسبة الإزالة بين % (43-46) بينما ثمانية فقط بلغت لديهم نسبة الإزالة بين % (39-43) وثمانية آخرون بلغت لديهم النسبة بين % (46-50) واثنين فقط بين % (50-53) بأجمالي متوسط إزالة لجميع المرضى 45%

**الجلسة الثانية:** 15 مريض بلغت لديهم نسبة الإزالة بين % (49-52) بينما 7 فقط بلغت لديهم نسبة الإزالة بين % (45-49) وخمسة آخرون بلغت لديهم النسبة بين % (52-56) واحد فقط بين % (41-45) وواحد فقط بين % (56-60)، بأجمالي متوسط إزالة لجميع المرضى 50%

الجلسة الثالثة: 17 مريض بلغت لديهم نسبة الإزالة بين % (52-50) بينما ستة فقط

بلغت لديهم نسبة الإزالة بين % (54-52) وسبعة آخرون بلغت لديهم النسبة بين

% (54-56) بأجمالي متوسط إزالة لجميع المرضى %53

الجلسة الرابعة : 16 مريض بلغت لديهم نسبة الإزالة بين % (60-56) بينما تسع فقط

بلغت لديهم نسبة الإزالة بين % (56-52) والخمس الآخرون بلغت لديهم النسبة بين

% (60-73) بأجمالي متوسط إزالة لجميع المرضى %58

الجلسة الخامسة: 14 مريض بلغت لديهم نسبة الإزالة بين % (72-64) بينما سبعة

فقط بلغت لديهم نسبة الإزالة بين % (79-72) وستة آخرون بلغت لديهم النسبة بين

% (64-57) وثلاثة فقط بين % (57-50) بأجمالي متوسط إزالة لجميع

المرضى %67

الجلسة السادسة: 19 مريض بلغت لديهم نسبة الإزالة بين % (94-81) بينما سبعة

فقط بلغت لديهم نسبة الإزالة بين % (68-55) واربعة آخرون بلغت لديهم النسبة بين

% (68-81) بأجمالي متوسط إزالة لجميع المرضى %81

#### 4-2- الاستنتاجات والتوصيات :

من خلال المتابعة والمقارنة بين حالة المريض بين كل جلسة والجلسة التالية تبين أن

ليزر ديود 808nm يعد تقنية ذات فعالية جيدة لإزالة الشعر لذوي لبشرة البيضاء

والبشرة الحنطية بآثار جانبية طفيفة، وتقنية غير مناسبة لذوي البشرة السمراء ذات

التصنيف 3,4,5 على مقياس فيتزباتريك من حيث فعاليته في إزالة الشعر والآثار

الجانبية المرافقة لدورة العلاج.

## References

- [1] Bandeira,F., Gharib,H., Golbert,A., Griz ,L., *Endocrinology and Diabetes*, Springer New York Heidelberg Dordrecht London, Springer Science+Business Media New York 2014.
- [2] Stephanie,D., Gan,M.D., Emmy, M., Graber, M.D., *Laser Hair Removal: A Review*, Wiley Periodicals, American Society for Dermatologic Surgery,2013.
- [3] Lepselter,j.,Elman,M., *Biological and clinical aspects in laser hair removal*, Journal of Dermatological Treatment,(2004).
- [4] July A Galeano Z, Romuald Jolivot, Franck Marzani, *Quantification of melanin and hemoglobin in human skin from multispectral image acquisition: use of a neuronal network combined to a non-negative matrix factorization*, Universit'e de Bourgogne, V.11, N.2, 2012
- [5] Sand,M.,Bechara,F.G.,Sand,D.,Altmeyer,P.,Hoffmann,K.,*A Randomized, Controlled, Double-Blind Study Evaluating Melanin-Encapsulated Liposomes as a Chromophore for Laser Hair Removal of Blond, White, and Gray Hair* , Annals of Plastic Surgery • Vol 58, Num 5, May 2007.
- [6] Galvan,S.V., Jaen,P., *Complications of nonphysician-supervised laser hair removal*, Canadian Family Physician , Le Médecin de famille canadien Vol 55,2009.



- [7] Eremia,S.,Cindy .Y. L., Umar,H,S.,Newman,N., *Laser Hair Removal: Long-Term Results with a 755 nm Alexandrite Laser*, Blackwell Science, American Society for Dermatologic Surgery,2001
- [8] Sheptii,O,V.,Kruglova,L,S., Ektova,T,V., Raksha,D,A.,ShmatovaA,A., *High-Energy laser exposure in dermatology and cosmetology*, КОЛЛЕКТИВ АВТОРОВ, 2012.
- [9] L.Goldman., D.J.Blaney.,D.J.Kindel,GR.,E.K.Franke., *Effect of the laser beam on the skin*, Departments of Dermatology and Physics of the University of Cincinnati,1962.
- [10] O, Svelto., *Principles of Lasers'* Fifth editione ', Polytechnic Institute o f Milan and N ational R esearch Council Milan , Italy,2010
- [11] Linkel,B,A., *Lasers*, translated by Kassir,F,A., University of Mosul,1984
- [12] Hmadi,A,A., *Laser basics and applications*, 2004.
- [13] Kusa,M., *Laser physics and its applications*, Damascus University Publications,2006
- [14] Franses,A,J.,Harfi,A,H.,*Fundamental of optics*, translated by Alshazly,A.,Aljazery,S., Fourth edition., McGraw-Hill

Publishing,1981

- [15] O, Svelto., *Principles of Lasers'* Fifth editione ', Polytechnic Institute o f Milan and N ational R esearch Council Milan , Italy,2010.
- [16] Behringer,M., *Springer Series in Optical Sciences* , Florida Atlantic University, USA(5-71)
- [17] W,Koechner .,M,Bass, *Solid-State Lasers*, Springer-Verlag New York,2003
- [18] P.M. RIPLEY, *Invited Review The Physics of Diode Lasers*, Department of Medical Physics & Bioengineering, University College London, Lasers in Medical Science,1996.
- [19] Erdoğan, B., *Anatomy and Physiology of Hair*, 2017.
- [20] B, Buffoli1., F, Rinaldi., M, Labanca., E, Sorbellini., A,Trink.,E,Guanziroli .,R, Rezzani., L. F. Rodella., *The human hair: from anatomy to physiology*, University of Brescia, Brescia, Italy, Intern ational Journal of Dermatology , 331-341,2014
- [21] J. L. Martel., . H. Miao., T. Badri., *Anatomy, Hair Follicle*, National Library of Medicine, 2022.
- [22] C. F. Cruz ., C. Costa ., A. C. Gomes ., T. Matamá ., A.Cavaco-Paulo., *Human Hair and the Impact of Cosmetic*

- Procedures: A Review on Cleansing and Shape-Modulating Cosmetics*, Cosmetics journal, 2016
- [23] E.Kaisheva., *Microscopic Characteristics for Human Hair Identification*, Acta morphologica et anthropologica, 28 (3-4) Sofi, 2021.
- [24] S. L. Koch ., S. R. Tridico., B. A. Bernard.,M.. D. Shrivr., N. G. Jablonski., *The biology of human hair: A multidisciplinary review* , American journal of Human Biology, 2019.
- [25] S. Ito., K. Wakamatsu., *Diversity of human hair pigmentation as studied by chemical analysis of eumelanin and pheomelanin* , Journal of the European Academy of Dermatology and Venereology,2011.
- [26] Paul A.J. Kolarsick, BS, Maria Ann Kolarsick, and Carolyn Goodwin, *Anatomy and Physiology of the Skin*, 2011.
- [27] Y. Yamaguchi and V.J. Hearing, *Melanocytes and Their Diseases*, National Library of Medicine, 2014.
- [28] Ansari MA, Mohajerani E. *Mechanisms of laser-tissue interaction:I. optical properties of tissue*. J Lasers Med Sci 2011; 2(3):119-25.
- [29] Sonia Bordin-Aykroyd., et al. "*Laser-Tissue Interaction*".

EC Dental Science 18.9 (2019): 2303–2308.

- [30] Carroll.L., Humphreys.T.R., *LASER–tissue interactions*, Department of Dermatology and Cutaneous Biology, Jefferson Medical College of Thomas Jefferson University, Philadelphia, PA 19107, USA,(2006).
- [31] J.Lepselter and M.Elman, *Biological and clinical aspects in laser hair removal*, Journal of Dermatological Treatment,(2004).
- [32] Markolf H. Niemz.,*Laser–Tissue Interactions*, Third Enlarged Edition, Springer–Verlag Berlin Heidelberg 2004, 2007.
- [33] C. C. Katsidis, *A simple model for the analysis of light absorption and temperature rise in human skin: the role of surface roughness*,2006.
- [34] Sharab,K., *Simulating the distribution of heat resulting from laser treatment on biological tissue and studying the biological diffusion equation*, Damascus University Journal of Basic Sciences,2014.