

# مجلة جامعة البعث

سلسلة العلوم الأساسية



مجلة علمية محكمة دورية

المجلد 43 . العدد 1

1443 هـ - 2022 م

الأستاذ الدكتور عبد الباسط الخطيب

رئيس جامعة البعث

المدير المسؤول عن المجلة

أ. د. ناصر سعد الدين	رئيس هيئة التحرير
أ. د. درغام سلوم	رئيس التحرير

مديرة مكتب مجلة جامعة البعث  
بشرى مصطفى

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	عضو هيئة التحرير

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 (20000) ل.س عشرون ألف ليرة سورية عن كل بحث لكل باحث يريد نشره في مجلة جامعة البعث.
2. دفع رسم نشر (50000) ل.س خمسون ألف 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 (3000) ل.س ثلاثة آلاف ليرة سورية رسم موافقة على النشر من كافة الباحثين.

## المحتوى

الصفحة		
30-11	د. عبد الباسط الخطيب د. حمزة حاكمي إيمان الحاج جاسم	العناصر القابلة للقلب بالنسبة لمثالي يميني
48-31	د. انتصار مشينش د. صبا ناصيف إيمان الحسون	الاصطناع الكهروكيميائي للبوليمر المشترك (الانيلين و 2- نثرو الانيلين) ودراسة ناقلتيه الكهربائية النوعية
68-47	خالد صالح د. رشدي مدور د. ثناء شريتح	اصطناع وتوصيف مشتق جديد لأزو أسيكلوفير بنزو أوكساديازول
86-69	سراب محمود د. مصطفى حسن د. محمد العلي	حساب معامل ليايونوف الأسي الأعظمي لمنظومة ديناميكية مستمرة
106-87	أ. د ربحاب دباس أ. د عبد العليم بلو الحسن رباب حمادة	الكشف الكيميائي النباتي والفعالية المضادة للأحياء الدقيقة للطحلب <i>Ulva fasciata</i>





## العناصر القابلة للقلب

### بالنسبة لمثالي يميني

عبد الباسط الخطيب<sup>1</sup> حمزة حاكمي<sup>2</sup> إيمان الحاج جاسم<sup>3</sup>  
جامعة البعث - كلية العلوم - قسم الرياضيات

#### المخلص

مما لا شك فيه أن العناصر القابلة للقلب في أي حلقة تلعب دوراً مميزاً في الحلقة. في هذه الورقة العلمية تابعنا دراستنا للحلقات بالنسبة لمثالي يميني، حيث درسنا العناصر القابلة وغير القابلة للقلب بالنسبة لمثالي يميني كتعميم للعناصر القابلة للقلب. وقد أثبتنا أنه إذا كانت  $R$  حلقة و  $P \neq R$  مثالياً يمينياً في  $R$  فإن مجموعة العناصر القابلة للقلب من اليمين بالنسبة للمثالي  $P$  في الحلقة  $R$  تشكل نصف زمرة واحدة في  $R$  بالنسبة لعملية الضرب المعرفة على الحلقة  $R$ .

فضلاً عن ذلك، أثبتنا أنه إذا كانت  $R$  حلقة و  $P \neq R$  مثالياً يمينياً في  $R$  فإن مجموعة العناصر غير القابلة للقلب بالنسبة للمثالي اليميني  $P$  وهي:

$$K = \{ a : a \in R; R \neq aR + P \}$$

تحقق الشرطين الآتيين:

1 - المجموعة  $K$  مغلقة بالنسبة لعملية الجمع المعرفة على  $R$ .

2 - المجموعة  $K$  تشكل مثالياً يمينياً في  $R$  يحقق  $K \neq R$ .

**الكلمات المفتاحية.** العنصر القابل للقلب، العنصر غير القابل للقلب، الجسم، العنصر الجامد،

العنصر  $P$  - الجامد، العنصر  $P$  - القابل للقلب، العنصر  $P$  - غير القابل للقلب

رقم التصنيف العالمي للعام 2020: 16U99, 16E50, 16D80, 16D40.

<sup>1</sup> أستاذ في قسم الرياضيات كلية العلوم جامعة البعث.

<sup>2</sup> أستاذ في قسم الرياضيات كلية العلوم جامعة دمشق.

<sup>3</sup> طالب دراسات عليا قسم الرياضيات كلية العلوم جامعة البعث.

# Invertible Elements Relative to Right Ideals

Abdulbaset Alkhatib<sup>1</sup> Hamza Hakmi<sup>2</sup> Eman Alhaj Jasem<sup>3</sup>

AL-BaathUniversity - Faculty of Sciences - Department of Mathematics

## Abstract

The invertible elements in any ring play important role in the ring. In this scientific paper we continue our study of rings relative to right ideal, where we study the invertible and noninvertible elements relative to right ideal as a generalization of invertible elements.

We have proved that if  $R$  is a ring and  $P \neq R$  is a right ideal of  $R$ , then the set of a right invertible elements is unitary semi-group in  $R$  under multiplicative operation defined on  $R$ .

In addition to that, we proved that if  $R$  is a ring and  $P \neq R$  is a right ideal of  $R$ , then the set  $K$  of a right noninvertible elements relative to  $P$  which is:

$$K = \{ a : a \in R; R \neq aR + P \}$$

satisfy the following conditions:

- 1 – The set  $K$  is closed under the summation on  $R$ .
- 2 – The set  $K$  is a proper right ideal in  $R$ .

**Key Words:** Invertible element, noninvertible element, skew field, idempotent element,  $P$ -idempotent element,  $P$ -invertible element.

**2020 Mathematical Subject Classification:** 16U99,16E50,16D80,16D40.

<sup>1</sup> Professor, Department of Mathematics Al-Baath University.

<sup>2</sup> Professor, Department of Mathematics Damascus University.

<sup>3</sup> Department of Mathematics Al-Baath University.

## المقدمة.

في عام 1987 أدخل جبريان روسيان في [3] مفهوم الحلقة بالنسبة لمثالي أحادي الجانب (يميني) وكان هذا العمل الأول لدراسة الحلقة من خلال المثاليات أحادية الجانب حيث درسوا مفهوم شبه الانتظام بالنسبة لمثالي يميني بغية إعطاء وصف جديد لأساس جاكبسون للحلقة. وفي عام 1991 تم نقل هذا المفهوم إلى الحلقات المنتظمة [4] وسميت فيما بعد هذه الحلقات بالحلقات المنتظمة بالنسبة لمثالي يميني وذلك في [2]، حيث تم إثبات أن كل حلقة تكون منتظمة بالنسبة لأي مثالي يميني أعظمي فيها.

ونظراً إلى النتائج المهمة التي تم التوصل إليها في [2]، ظهرت أعمال جديدة درست العديد من مفاهيم في الحلقة بالنسبة لمثالي يميني.

ففي عام 2018 درس Hakmi عدداً من الخصائص المهمة بالنسبة لمثالي يميني، فضلاً عن دراسته للحلقات شبه الجامعة بالنسبة لمثالي يميني وذلك في [6] كتعميم للحلقات شبه الجامعة التي تمت دراستها في [5].

وفي عام 2021 قام Hakmi بدراسة الحلقات المحلية بالنسبة لمثالي يميني وذلك في [7] وأثبت أن الشرط اللازم والكافي كي تكون حلقة ما محلية هو أن تكون حلقة المصفوفات من المرتبة الثانية فوق هذه الحلقة محلية بالنسبة لمثالي يميني محدد، فضلاً عن ذلك أثبت أن كل حلقة تكون محلية بالنسبة لأي مثالي يميني أعظمي فيها.

في هذه الورقة العلمية تابعنا دراستنا للحلقات بالنسبة لمثالي يميني، حيث درسنا العناصر القابلة وغير القابلة للقلب بالنسبة لمثالي.

وقد أثبتنا أنه إذا كانت  $R$  حلقة و  $P \neq R$  مثالياً يمينا في  $R$  فإن مجموعة العناصر القابلة للقلب من اليمين بالنسبة للمثالي  $P$  في الحلقة  $R$  تشكل نصف زمرة واحدة في  $R$  بالنسبة لعملية الضرب المعرفة على الحلقة  $R$ .

فضلاً عن ذلك، أثبتنا أنه لأجل أي حلقة  $R \neq 0$  الشروط الآتية متكافئة:

1 - الحلقة  $R$  جسم.

2 - لأجل كل عنصر مغاير للصفر  $a \in R$  توجد عناصر  $x, y \in R$  بحيث إن العنصر

$$\begin{bmatrix} x & y \\ 0 & a \end{bmatrix}$$
 قابل للقلب من اليمين في الحلقة  $M_2(R)$  بالنسبة للمثالي اليميني:

$$P = \left\{ \begin{bmatrix} a & b \\ 0 & 0 \end{bmatrix} : a, b \in R \right\}$$

3 - لأجل كل عنصر مغاير للصفر  $a \in R$  توجد عناصر  $x, y \in R$  بحيث إن العنصر

$$\begin{bmatrix} a & 0 \\ x & y \end{bmatrix}$$
 قابل للقلب من اليمين في الحلقة  $M_2(R)$  بالنسبة للمثالي اليميني:

$$Q = \left\{ \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ a & b \end{bmatrix} : a, b \in R \right\}$$

أخيراً أثبتنا أنه إذا كانت  $R$  حلقة و  $P \neq R$  مثالياً يمينياً في  $R$  فإن مجموعة العناصر

غير القابلة للقلب بالنسبة للمثالي اليميني  $P$  وهي  $K = \{ a : a \in R; R \neq aR + P \}$

تحقق الشرطين الآتيين:

1 - المجموعة  $K$  مغلقة بالنسبة لعملية الجمع المعرفة على  $R$ .

2 - المجموعة  $K$  تشكل مثالياً يمينياً في  $R$  يحقق  $K \neq R$ .

### الهدف من البحث.

دراسة مفاهيم جديدة في الحلقة بالنسبة لمثالي يميني وقد خصصنا هذه الورقة

العلمية لدراسة العناصر القابلة وغير القابلة للقلب بالنسبة لمثالي يميني. وفي هذا

السياق حصلنا على نتائج جديدة في هذين الموضوعين.

### 1 - الدراسة المرجعية.

جميع الحلقات  $R$  التي سندرسها هي حلقات واحدة فيها  $1 \neq 0$  وحيثما كان  $P$  فإن

$P \neq R$  مثالي يميني في  $R$ .

1-1. نقول عن الحلقة  $R$  إنها جسم إذا كان كل عنصر مغاير للصفر يملك مقلوباً في

$R$ ، [9].

1-2. نسمي تقاطع جميع المثاليات اليسارية (اليمنية) الأعظمية في الحلقة  $R$  بأساس جاكبسون للحلقة  $R$  ونرمز له  $J(R)$ ، [8].

1-3. نقول عن العنصر  $e \in R$  إنه جامد إذا كان  $e^2 = e$ ، [1].

1-4. نقول عن العنصر  $e \in R$  إنه  $P$ -جامد إذا كان  $e^2 - e \in P$  و  $eP \subseteq P$ ، [2].

## 2 - الدراسة البحثية.

### العناصر $P$ -القابلة للقلب من اليمين.

#### تعريف.

لتكن  $R$  حلقة و  $P \neq R$  مثالياً يمينياً في  $R$ . نقول عن العنصر  $a \in R$  إنه قابل للقلب من اليمين بالنسبة للمثالي اليميني  $P$  في الحلقة  $R$ ، أو اختصاراً  $P$ -قابل للقلب من اليمين في  $R$  إذا كان  $R = aR + P$ ،  $aP \subseteq P$ .

ينتج من التعريف مباشرة أنه في أي حلقة فإن 1 هو عنصر قابل للقلب من اليمين في  $R$  بالنسبة لأي مثالي يميني  $P \neq R$  للحلقة  $R$ . فضلاً عن ذلك، فإنه لأجل  $P = 0$  يكون مفهوم قابلية القلب من اليمين بالنسبة للمثالي اليميني  $P$  يتطابق مع مفهوم قابلية القلب من اليمين.

#### تمهيدية 1-2.

لتكن  $R$  حلقة و  $P \neq R$  مثالياً يمينياً في  $R$  وأن  $a, b \in R$  بحيث إن  $a - b \in P$ ، عندئذ الشرط اللازم والكافي كي يكون العنصر  $a$  هو  $P$ -قابل للقلب من اليمين في  $R$  هو أن يكون العنصر  $b$  هو  $P$ -قابل للقلب من اليمين في  $R$ .  
البرهان.

لنفرض أن  $a - b \in P$ ، عندئذ فإن  $a = b + p_0$  حيث  $p_0 \in P$ .

لزوم الشرط. لنفرض أن العنصر  $a$  هو  $P$ -قابل للقلب من اليمين في  $R$ ، عندئذ فإن:

$$aP \subseteq P, \quad R = aR + P$$

ومنه نجد أنه أيّاً كان  $t \in P$  فإن:

$$bt = (a - p_0)t = at + (-p_0)t \in aP + P \subseteq P$$

وهذا يبين أن  $bP \subseteq P$  من جهة أخرى، لدينا:

$$\begin{aligned} bR + P &= (a - p_0)R + P \subseteq aR + (-p_0)R + P \subseteq \\ &\subseteq aR + P = (b + p_0)R + P \subseteq bR + p_0R + P \subseteq bR + P \end{aligned}$$

ومنه نجد أن:

$$bR + P = aR + P$$

وبالتالي فإن  $R = bR + P$  ومنه العنصر  $b$  هو  $P$ -قابل للقلب من اليمين في  $R$ .  
بطريقة مشابهة يمكننا اثبات كفاية الشرط.

## تمهيدية 2-2.

لتكن  $R$  حلقة و  $P \neq R$  مثالياً يمينياً في  $R$ . عندئذ القضايا الآتية صحيحة:

- 1 - أيأ كان  $a \in P$  فإن  $a$  ليس  $P$ -قابلاً للقلب من اليمين في  $R$ .
- 2 - إذا كان  $e \in R$  عنصراً  $P$ -جامداً وكان  $e$  هو  $P$ -قابل للقلب من اليمين في  $R$ ،  
عندئذ فإن  $e = 1 + p$  حيث  $p \in P$ .

البرهان.

- 1 - ليكن  $a \in R$  وأن  $a \in P$  ولنفرض جذاً أن العنصر  $a$  هو  $P$ -قابل للقلب من اليمين في  $R$ ، عندئذ فإن  $R = aR + P$ ،  $aP \subseteq P$ ، ومنه يكون:

$$R = aR + P \subseteq PR + P \subseteq P$$

وهذا يبين أن  $P = R$  وهذا غير ممكن، ومنه فإن  $a$  ليس  $P$ -قابلاً للقلب من اليمين في  $R$ .

- 2 - لنفرض أن  $e \in R$  عنصراً  $P$ -جامداً، عندئذ فإن  $e \in P$ ،  $e^2 - e \in P$ ، ومنه  $eP \subseteq P$ ،  
فإن  $e^2 = e + p_0$  حيث  $p_0 \in P$ . لنفرض أن  $e$  هو  $P$ -قابل للقلب من اليمين في  $R$ ،  
عندئذ يكون:

$$eP \subseteq P, \quad R = eR + P$$

ومنه يوجد  $x \in R$  و  $p_1 \in P$  بحيث  $1 = ex + p_1$  وبالتالي يكون:

$$\begin{aligned} e &= e(ex + p_1) = e^2x + ep_1 = \\ &= (e + p_0)x + ep_1 = ex + p_0x + ep_1 \end{aligned}$$

$$e(1-x) = p_0x + ep_1 \in PR + eP \subseteq P$$

لنفرض أن  $p_2 = p_0x + ep_1 \in P$  فنجد أن  $e(1-x) = p_2$  ولما كان:

$$1 = x + (1-x)$$

نجد أن:

$$e = ex + e(1-x) = ex + p_2$$

وبالتالي يكون  $e = 1 - p_1 + p_2$ . بفرض أن  $p = -p_1 + p_2 \in P$  نجد أن  $e = 1 + p$ .

### تمهيدية 2-3.

لتكن  $R$  حلقة و  $P \neq R$  مثالياً يمينياً في  $R$ . عندئذ لأجل أي عنصر  $a \in R$  الشرطان الآتيان متكافئان:

1 - العنصر  $a$  هو  $P$ -قابل للقلب من اليمين في  $R$ .

2 - يوجد عنصر  $x \in R$  بحيث يكون  $1 - ax \in P$  وأن  $aP \subseteq P$ .

البرهان.

(1)  $\Leftrightarrow$  (2). لنفرض أن العنصر  $a$  هو  $P$ -قابل للقلب من اليمين في  $R$ ، عندئذ فإن:

$$aP \subseteq P, \quad R = aR + P$$

ومنه يوجد  $x \in R$  و  $p_0 \in P$  بحيث  $1 = ax + p_0$  وبالتالي يكون  $1 - ax = p_0 \in P$ .

(2)  $\Leftrightarrow$  (1). لدينا بحسب الفرض أن  $aP \subseteq P$  وأن  $1 - ax \in P$  حيث  $x \in R$  ومنه

يوجد  $p_1 \in P$  بحيث إن  $1 - ax = p_1$  وبالتالي يكون:

$$1 = ax + p_1 \in aR + P$$

ومنه فإن  $R = aR + P$  وهذا يبين أن العنصر  $a$  هو  $P$ -قابل للقلب من اليمين في  $R$ .

### ميرهنة 2-4.

لتكن  $R$  حلقة و  $P \neq R$  مثالياً يمينياً في  $R$ . إن مجموعة العناصر  $P$ -القابلة للقلب من اليمين في الحلقة  $R$  تشكل نصف زمرة واحدة في  $R$  بالنسبة لعملية الضرب المعرفة على الحلقة  $R$ .

البرهان.

لنفرض أن  $U_p(R)$  مجموعة العناصر  $P$ -القابلة للقلب من اليمين في الحلقة  $R$ ، فنجد أن  $U_p(R)$  هي مجموعة جزئية غير خالية في  $R$ ، لأن  $1 \in U_p(R)$ .  
ليكن  $a, b \in U_p(R)$  ولنبرهن على أن  $ab \in U_p(R)$ . لما كان  $a, b \in U_p(R)$  عندئذ فإن:

$$aP \subseteq P, \quad R = aR + P$$

$$bP \subseteq P, \quad R = bR + P$$

ومنه فإن:

$$(ab)P = a(bP) \subseteq aP \subseteq P$$

ولما كان العنصر  $b$  هو  $P$ -قابل للقلب من اليمين في  $R$  فإنه بحسب التمهيدية (2-3) يوجد عنصر  $y \in R$  بحيث  $1 - by \in P$  ومنه فإن  $a(1 - by) \in aP \subseteq P$  ولما كان  $1 = by + (1 - by)$  نجد أن:

$$a = aby + a(1 - by) \in abR + P$$

أي إن  $aR \subseteq abR + P$  ولما كان  $R = aR + P$  نجد أن:

$$R = aR + P \subseteq abR + P + P \subseteq abR + P \subseteq R$$

وهكذا فإن  $R = abR + P$ . مما سبق نجد أن  $ab \in U_p(R)$  وهذا يبين أن المجموعة  $U_p(R)$  مغلقة بالنسبة لعملية الضرب المعرفة على الحلقة  $R$  وبالتالي فإن المجموعة  $U_p(R)$  هي نصف زمرة واحدة في  $R$ .

لتكن  $R$  حلقة و  $M_2(R)$  حلقة المصفوفات المربعة من المرتبة الثانية فوق الحلقة  $R$  ولنفرض أن:

$$P = \left\{ \begin{bmatrix} a & b \\ 0 & 0 \end{bmatrix} : a, b \in R \right\}, \quad Q = \left\{ \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ a & b \end{bmatrix} : a, b \in R \right\}$$

إن كلاً من  $P, Q$  مثالي يميني في الحلقة  $M_2(R)$  و  $P \neq M_2(R)$  و  $Q \neq M_2(R)$ .  
العلاقة بين العناصر القابلة للقلب من اليمين في  $R$  والعناصر  $P$ -القابلة للقلب ( $Q$ -القابلة للقلب) من اليمين في الحلقة  $M_2(R)$  نوردها من خلال المبرهنة الآتية:

مبرهنة 2-5.

لتكن  $R$  حلقة و  $a \in R$ . عندئذ القضايا الآتية صحيحة:

1 - إذا كان العنصر  $a$  قابلاً للقلب من اليمين في  $R$ ، عندئذ أيضاً كان  $x, y \in R$  فإن

$$\alpha = \begin{bmatrix} x & y \\ 0 & a \end{bmatrix} \text{ هو عنصر } P\text{-قابل للقلب من اليمين في الحلقة } M_2(R).$$

2 - إذا وجدت عناصر  $x, y \in R$  بحيث إن العنصر  $\alpha = \begin{bmatrix} x & y \\ 0 & a \end{bmatrix}$  هو عنصر  $P$ -قابل للقلب من اليمين في  $M_2(R)$ ، عندئذ يكون  $a$  قابلاً للقلب من اليمين في  $R$ .

3 - إذا كان العنصر  $a$  قابلاً للقلب من اليمين في  $R$ ، عندئذ أيضاً كان  $x, y \in R$  فإن

$$\alpha = \begin{bmatrix} a & 0 \\ x & y \end{bmatrix} \text{ هو عنصر } Q\text{-قابل للقلب من اليمين في الحلقة } M_2(R).$$

4 - إذا وجدت عناصر  $x, y \in R$  بحيث إن العنصر  $\alpha = \begin{bmatrix} a & 0 \\ x & y \end{bmatrix}$  هو عنصر  $Q$ -قابل للقلب من اليمين في  $M_2(R)$ ، عندئذ يكون  $a$  قابلاً للقلب من اليمين في  $R$ .

البرهان.

1 - لنفرض أن العنصر  $a$  قابل للقلب من اليمين في  $R$ ، عندئذ يوجد  $b \in R$  بحيث

$$ab=1 \text{ ومنه أيضاً كان } u, v \in R \text{ فإن } \beta = \begin{bmatrix} u & v \\ 0 & b \end{bmatrix} \in M_2(R) \text{ ويحقق أيضاً كان}$$

$x, y \in R$  فإن:

$$\begin{aligned} 1 - \alpha\beta &= \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} x & y \\ 0 & a \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} u & v \\ 0 & b \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} xu & xv + yb \\ 0 & ab \end{bmatrix} = \\ &= \begin{bmatrix} 1 - xu & -xv - yb \\ 0 & 1 - ab \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 - xu & -xv - yb \\ 0 & 0 \end{bmatrix} \in P \end{aligned}$$

فضلاً عن ذلك، إن  $\alpha P \subseteq P$ ، لأنه أيضاً كان  $\sigma = \begin{bmatrix} c & d \\ 0 & 0 \end{bmatrix} \in P$  فإن:

$$\alpha\sigma = \begin{bmatrix} x & y \\ 0 & a \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} c & d \\ 0 & 0 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} xc & xd \\ 0 & 0 \end{bmatrix} \in P$$

وهذا يبين أن العنصر  $\alpha$  هو  $P$ -قابل للقلب من اليمين في الحلقة  $M_2(R)$ .

2 - ليكن  $x, y \in R$  بحيث يكون  $\alpha = \begin{bmatrix} x & y \\ 0 & a \end{bmatrix}$  عنصراً  $P$ -قابلاً للقلب من اليمين في

الحلقة  $M_2(R)$ ، عندئذ يوجد  $\beta = \begin{bmatrix} u & v \\ w & b \end{bmatrix} \in M_2(R)$  حيث  $u, v, w, b \in R$  يحقق

أن  $1 - \alpha\beta \in P$  ومنه نجد أن:

$$\begin{aligned} 1 - \alpha\beta &= \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} x & y \\ 0 & a \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} u & v \\ w & b \end{bmatrix} = \\ &= \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} xu + yw & xv + yb \\ aw & ab \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 - xu - yw & -xv - yb \\ -aw & 1 - ab \end{bmatrix} \in P \end{aligned}$$

وهذا يبين أن  $ab = 1$ ، أي إن العنصر  $a$  قابل للقلب من اليمين في  $R$ .

3 - يبرهن بطريقة مشابهة كما في (1).

4 - يبرهن بطريقة مشابهة كما في (2).

اعتماداً على المبرهنة (2-5) يمكننا صياغة النتيجة الآتية:

**نتيجة.**

لتكن  $R$  حلقة و  $a \in R$ . عندئذ القضيتان الآتيتان صحيحتان:

1 - العنصر  $a$  قابل للقلب من اليمين في  $R$  عندما فقط عندما توجد عناصر

$x, y \in R$  بحيث يكون العنصر  $\begin{bmatrix} x & y \\ 0 & a \end{bmatrix} \in M_2(R)$  هو  $P$ -قابلاً للقلب من اليمين

في الحلقة  $M_2(R)$ .

2 - العنصر  $a$  قابل للقلب من اليمين في  $R$  عندما فقط عندما توجد عناصر

$x, y \in R$  بحيث يكون العنصر  $\begin{bmatrix} a & 0 \\ x & y \end{bmatrix} \in M_2(R)$  هو  $Q$ -قابل للقلب من اليمين

في الحلقة  $M_2(R)$ .

## مبرهنة 2-6.

لتكن  $R \neq 0$  حلقة. عندئذ القضايا الآتية صحيحة:

1 - كل عنصر مغاير للصفر في الحلقة  $R$  يكون قابلاً للقلب من اليمين (اليسار) عندما فقط عندما يكون كل عنصر مغاير للصفر في الحلقة  $R$  قابلاً للقلب.

2 - كل عنصر مغاير للصفر في الحلقة  $R$  يكون قابلاً للقلب من اليمين عندما فقط عندما يكون لأجل كل عنصر مغاير للصفر  $a \in R$  توجد عناصر  $x, y \in R$  تحقق أن

العنصر  $\begin{bmatrix} x & y \\ 0 & a \end{bmatrix} \in M_2(R)$  هو  $P$ -قابل للقلب من اليمين في الحلقة  $M_2(R)$ .

3 - كل عنصر مغاير للصفر في الحلقة  $R$  يكون قابلاً للقلب من اليمين عندما فقط عندما يكون لأجل كل عنصر مغاير للصفر  $a \in R$  توجد عناصر  $x, y \in R$  تحقق أن

العنصر  $\begin{bmatrix} a & 0 \\ x & y \end{bmatrix} \in M_2(R)$  هو  $Q$ -قابل للقلب من اليمين في الحلقة  $M_2(R)$ .

البرهان.

(1) ( $\Leftarrow$ ). ليكن  $a \in R$  عنصراً مغايراً للصفر، عندئذ بحسب الفرض فإن  $a$  قابل للقلب من اليمين في الحلقة  $R$  ومنه يوجد  $b \in R$  بحيث  $ab=1$  وأن  $b \neq 0$  وبحسب الفرض أيضاً فإن العنصر  $b$  قابل للقلب من اليمين في  $R$  ومنه يوجد عنصر مغاير للصفر  $c \in R$  بحيث  $bc=1$  ومنه نجد أن:

$$c = 1 \cdot c = (ab)c = a(bc) = a \cdot 1 = a$$

وهكذا نجد أن  $ab=1=ba$ ، أي إن العنصر  $a$  قابل للقلب في  $R$ . العكس واضح.

(2) و(3) بحسب المبرهنة (2-5).

اعتماداً على المبرهنة الأخيرة يمكننا صياغة المبرهنة الآتية:

## مبرهنة 2-7.

لأجل أي حلقة  $R \neq 0$  الشروط الآتية متكافئة:

- 1 - كل عنصر مغاير للصفر في  $R$  قابل للقلب في  $R$ .
- 2 - لأجل كل عنصر مغاير للصفر  $a \in R$  توجد عناصر  $x, y \in R$  بحيث إن العنصر

هو عنصر  $P$  - قابل للقلب من اليمين في الحلقة  $M_2(R)$ .

$$\begin{bmatrix} x & y \\ 0 & a \end{bmatrix}$$

3 - لأجل كل عنصر مغاير للصفر  $a \in R$  توجد عناصر  $x, y \in R$  بحيث إن العنصر

هو عنصر  $Q$  - قابل للقلب من اليمين في الحلقة  $M_2(R)$ .

$$\begin{bmatrix} a & 0 \\ x & y \end{bmatrix}$$

البرهان.

(1)  $\Leftrightarrow$  (2). ليكن  $a \in R$  عنصراً مغايراً للصفر في  $R$ ، عندئذ حسب الفرض فإن العنصر  $a$  قابل للقلب من اليمين في الحلقة  $R$  وحسب المبرهنة (2-5) فإنه لأجل أي

عنصرين  $x, y \in R$  فإن العنصر  $\begin{bmatrix} x & y \\ 0 & a \end{bmatrix}$  هو  $P$  - قابل للقلب من اليمين في الحلقة

$M_2(R)$ .

(2)  $\Leftrightarrow$  (1). ليكن  $a \in R$  عنصراً مغايراً للصفر في  $R$ ، عندئذ حسب الفرض توجد

عناصر  $x, y \in R$  بحيث إن العنصر  $\begin{bmatrix} x & y \\ 0 & a \end{bmatrix}$  هو  $P$  - قابل للقلب من اليمين في الحلقة

$M_2(R)$  وبحسب المبرهنة (2-6) يكون العنصر  $a$  قابلاً للقلب من اليمين في الحلقة

$R$  وبحسب المبرهنة (2-6) يكون العنصر  $a$  قابلاً للقلب في الحلقة  $R$ . بطريقة مشابهة يمكننا إثبات صحة التكافؤ (1)  $\Leftrightarrow$  (3).

اعتماداً على المبرهنة (2-7) يمكننا صياغة النتيجة الآتية:

**نتيجة.**

لأجل أي حلقة  $R \neq 0$  الشروط الآتية متكافئة:

1 - الحلقة  $R$  هي جسم.

2 - لأجل أي عنصر مغاير للصفر  $a \in R$  توجد عناصر  $x, y \in R$  بحيث يكون

العنصر  $\begin{bmatrix} x & y \\ 0 & a \end{bmatrix}$  هو  $P$  - قابل للقلب من اليمين في الحلقة  $M_2(R)$ .

3 - لأجل أي عنصر مغاير للصفر  $a \in R$  توجد عناصر  $x, y \in R$  بحيث يكون العنصر  $\begin{bmatrix} a & 0 \\ x & y \end{bmatrix}$  هو  $Q$ -قابل للقلب من اليمين في الحلقة  $M_2(R)$ .

### تمهيدية 2-8.

لتكن  $R$  حلقة و  $a \in R$  عنصراً مغايراً للصفر. عندئذ الشروط الآتية متكافئة:

1 - العنصر  $a$  قابل للقلب من اليمين في  $R$ .

2 - يوجد عنصر  $x \in R$  بحيث إن العنصر  $\begin{bmatrix} x & 0 \\ 0 & a \end{bmatrix}$  هو  $P$ -قابل للقلب من اليمين في الحلقة  $M_2(R)$ .

3 - يوجد عنصر  $x \in R$  بحيث إن العنصر  $\begin{bmatrix} a & 0 \\ 0 & x \end{bmatrix}$  هو  $Q$ -قابل للقلب من اليمين في الحلقة  $M_2(R)$ .

### البرهان.

(1)  $\Leftrightarrow$  (2). لنفرض أن العنصر  $a \in R$  قابل للقلب من اليمين في  $R$ ، عندئذ بحسب

المبرهنة (2-5) أيأ كان  $x, y \in R$  فإن العنصر  $\begin{bmatrix} x & y \\ 0 & a \end{bmatrix}$  هو  $P$ -قابل للقلب من اليمين

في الحلقة  $M_2(R)$  ولأجل  $y=0$  نجد أن العنصر  $\begin{bmatrix} x & 0 \\ 0 & a \end{bmatrix}$  هو  $P$ -قابل للقلب من

اليمين في الحلقة  $M_2(R)$ .

(2)  $\Leftrightarrow$  (1). حسب الفرض يوجد عنصر  $x \in R$  بحيث إن العنصر الآتي:

$$\alpha = \begin{bmatrix} x & 0 \\ 0 & a \end{bmatrix} \in M_2(R)$$

هو  $P$ -قابل للقلب من اليمين في الحلقة  $M_2(R)$  وبحسب التمهيدية (2-3) يوجد

$\beta \in M_2(R)$  بحيث يكون  $1 - \alpha\beta \in P$ . لنفرض أن  $\beta = \begin{bmatrix} u & v \\ w & b \end{bmatrix} \in M_2(R)$  حيث

عندئذ:  $u, v, w, b \in R$

$$1 - \alpha\beta = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} x & 0 \\ 0 & a \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} u & v \\ w & b \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} xu & xv \\ aw & ab \end{bmatrix} = \\ = \begin{bmatrix} 1 - xu & -xv \\ -aw & 1 - ab \end{bmatrix} \in P$$

وهذا يبين أن  $ab=1$  وبالتالي فإن العنصر  $a$  قابل للقلب من اليمين في الحلقة  $R$ .  
بطريقة مشابهة يمكننا إثبات صحة التكافؤ (1)  $\Leftrightarrow$  (3).

اعتماداً على المبرهنة (2-8) يمكننا صياغة المبرهنة الآتية:

### مبرهنة 2-9.

لأجل أي حلقة  $R \neq 0$  الشروط الآتية متكافئة:

- 1 - الحلقة  $R$  هي جسم.
- 2 - لأجل أي عنصر مغاير للصفر  $a \in R$  يوجد عنصر  $x \in R$  بحيث يكون العنصر  $P = \begin{bmatrix} x & 0 \\ 0 & a \end{bmatrix}$  قابل للقلب من اليمين في الحلقة  $M_2(R)$ .
- 3 - لأجل أي عنصر مغاير للصفر  $a \in R$  يوجد عنصر  $x \in R$  بحيث يكون العنصر  $Q = \begin{bmatrix} a & 0 \\ 0 & x \end{bmatrix}$  قابل للقلب من اليمين في الحلقة  $M_2(R)$ .

البرهان.

(1)  $\Leftrightarrow$  (2). لنفرض أن الحلقة  $R$  جسم وليكن  $a \in R$  عنصراً مغايراً للصفر في  $R$ ،  
عندئذ فإن  $a$  قابل للقلب من اليمين في  $R$  وبحسب المبرهنة (2-8) يوجد عنصر

$x \in R$  بحيث يكون العنصر  $P = \begin{bmatrix} x & 0 \\ 0 & a \end{bmatrix}$  قابل للقلب من اليمين في  $M_2(R)$ .

(2)  $\Leftrightarrow$  (1). ليكن  $a \in R$  عنصراً مغايراً للصفر في  $R$ ، عندئذ حسب الفرض فإنه يوجد

عنصر  $x \in R$  بحيث يكون العنصر  $\begin{bmatrix} x & 0 \\ 0 & a \end{bmatrix}$  هو  $P$ -قابل للقلب من اليمين في الحلقة

$M_2(R)$  وحسب المبرهنة (2-8) نجد أن العنصر  $a$  قابل للقلب من اليمين في  $R$

ومنه فإن الحلقة  $R$  هي جسم. بطريقة مشابهة يمكننا إثبات صحة التكافؤ (1)  $\Leftrightarrow$  (3).

العناصر  $P$ -غير القابلة للقلب من اليمين.

تعريف.

لتكن  $R$  حلقة و  $P \neq R$  مثالياً يمينياً في  $R$ . نقول عن العنصر  $a \in R$  إنه غير قابل للقلب من اليمين بالنسبة للمثالي اليميني  $P$  في الحلقة  $R$ ، أو اختصاراً  $P$ -غير قابل للقلب من اليمين في  $R$  إذا كان  $R \neq aR + P$ .

ينتج من التعريف مباشرة التمهيدية الآتية:

### تمهيدية 2-10.

لتكن  $R$  حلقة و  $P \neq R$  مثالياً يمينياً في  $R$ . عندئذ لأجل أي عنصر  $a \in R$  الشرطان

الآتيان متكافئان:

$$R \neq aR + P - 1$$

$$2 - \text{أياً كان } x \in R \text{ فإن } 1 - ax \notin P.$$

البرهان.

(1)  $\Leftrightarrow$  (2). لنفرض أن  $R \neq aR + P$  ولنفرض جدلاً أنه يوجد  $x \in R$  بحيث

$$1 - ax \in P, \text{ عندئذ يوجد } p \in P \text{ بحيث إن } 1 - ax = p \text{ ومنه يكون:}$$

$$1 = ax + p \in aR + P$$

وهذا يبين أن  $R = aR + P$  وهذا غير ممكن، ومنه فإن  $1 - ax \notin P$  وذلك أيماً كان  $x \in R$ .

(2)  $\Leftrightarrow$  (1). لنفرض جدلاً أن  $R = aR + P$ ، عندئذ يوجد  $x \in R$  و  $p \in P$  بحيث إن

$$1 = ax + p \text{ ومنه } 1 - ax = p \in P \text{ وهذا يناقض الفرض ومنه فإن } R \neq aR + P.$$

## تمهيدية 2-11.

لتكن  $R$  حلقة و  $P \neq R$  مثالياً يمينياً في  $R$ . إن مجموعة العناصر غير القابلة للقلب من اليمين بالنسبة للمثالي اليميني  $P$  الآتية:

$$K = \{ a : a \in R; R \neq aR + P \}$$

تحقق الخواص الآتية:

$$1 - K \neq \Phi \text{ و } K \neq R.$$

$$2 - P \subseteq K.$$

البرهان.

1 - واضح أن  $0 \in K$ ، لأن  $R \neq P = 0R + P$ . ومنه فإن  $K \neq \Phi$ . فضلاً عن ذلك،

إن  $1 \notin K$ ، لأن  $1R + P = R$  ومنه  $K \neq R$ .

2 - ليكن  $p \in P$ ، عندئذ فإن:

$$P \subseteq pR + P \subseteq PR + P \subseteq P$$

ومنه فإن  $P = pR + P$  وبالتالي يكون  $R \neq P = pR + P$  وهذا يبين أن  $p \in K$ .

ومنه فإن  $P \subseteq K$ .

## مبرهنة 2-12.

لتكن  $R$  حلقة و  $P \neq R$  مثالياً يمينياً في  $R$ . لنفرض أن:

$$K = \{ a : a \in R; R \neq aR + P \}$$

عندئذ الشروط الآتية متكافئة:

1 - المجموعة  $K$  مغلقة بالنسبة لعملية الجمع المعرفة على  $R$ .

2 - المجموعة  $K$  تشكل مثالياً يمينياً في  $R$  يحقق  $K \neq R$ .

3 -  $K$  أكبر مثالي يميني في  $R$ .

4 - يوجد في الحلقة  $R$  مثالي يميني أكبر  $N$  بحيث يكون  $N \neq R$  وأن  $P \subseteq N$ .

5 - لأجل كل عنصر  $a \in R$  إما العنصر  $a$  أو العنصر  $1-a$  هو  $P$ -قابل للقلب من

اليمين في  $R$ .

6 - يوجد في  $R$  مثالي يميني أعظمي واحد فقط  $M$  بحيث  $P \subseteq M$ .

البرهان.

(1)  $\Leftrightarrow$  (2). لنفرض أن المجموعة  $K$  مغلقة بالنسبة لعملية الجمع المعرفة على  $R$ . وليكن  $a \in K$ ، عندئذ  $R \neq aR + P$  ومنه أياً كان  $x \in R$  فإن  $R \neq axR + P$ ، لأنه إذا وجد  $x \in R$  بحيث  $R = axR + P$  نجد أن:

$$R = axR + P \subseteq aR + P \subseteq P$$

وبالتالي يكون  $R = aR + P$  وهذا غير ممكن، ومنه فإن  $ax \in K$  وذلك أياً كان  $x \in R$  وبالتالي فإن المجموعة  $K$  تشكل مثالياً يمينياً في  $R$  وبحسب التمهيدية (2-11) نجد أن  $K \neq R$ .

(2)  $\Leftrightarrow$  (3). ليكن  $B$  مثالياً يمينياً في  $R$  بحيث إن  $B \neq R$  وأن  $P \subseteq B$ ، عندئذ لأجل كل عنصر  $b \in B$  فإن  $R \neq bR + P$ ، لأنه إذا وجد  $b \in B$  بحيث  $b \notin K$  فإن:

$$R = bR + P$$

عندئذ يكون:

$$R = bR + P \subseteq B + P \subseteq B \subseteq P$$

ومنه فإن  $B = R$  وهذا غير ممكن، ومنه فإن  $B \subseteq K$ .

(3)  $\Leftrightarrow$  (4). واضح.

(4)  $\Leftrightarrow$  (5). لنفرض أن  $N$  هو أكبر مثالي يميني في  $R$  يحقق  $R \neq N$  وأن  $P \subseteq N$  وليكن  $x \in R$ ، لنفرض أن  $R \neq xR + P$  وأن  $R \neq (1-x)R + P$ ، عندئذ فإن:

$$(1-x)R + P \subseteq N \text{ و } xR + P \subseteq N$$

وهذا يبين أن  $x \in N$  و  $1-x \in N$  ولما كان  $1 = x + (1-x)$  نجد أن  $1 \in N$  ومنه يكون  $N = R$  وهذا تناقض.

(5)  $\Leftrightarrow$  (1). ليكن  $a, b \in K$ ، عندئذ  $R \neq aR + P$  و  $R \neq bR + P$ . لنفرض أن

$a + b \notin K$ ، عندئذ فإن  $R = (a+b)R + P$  ومنه فإن  $1 = (a+b)x + p_0$  حيث

$$x \in R \text{ و } p_0 \in P.$$

فضلاً عن ذلك إن  $1 - bx = ax + p_0$ . إن  $1 - bx \in K$ ، لأنه إذا كان  $1 - bx \notin K$  نجد أن:

$$R = (1 - bx)R + P = (ax + p_0)R + P \subseteq axR + P \subseteq aR + P \subseteq R$$

وهذا يبين أن  $R = aR + P$  وهذا تناقض، ومنه نجد أن:

$$1 = bx + (1 - bx) \in K$$

وهذا غير ممكن، وبالتالي المجموعة  $K$  مغلقة بالنسبة لعملية الجمع المعرفة على  $R$ .

(3)  $\Leftrightarrow$  (6). لنفرض أن  $K$  أكبر مثالي يميني في  $R$ . لما كان  $K \neq R$  فإنه يوجد مثالي

يميني أعظمي  $M$  في  $R$  بحيث إن  $K \subseteq M$  ولما كان  $K$  أكبر مثالي يميني في  $R$  نجد

أن  $K = M$  وهذا يبين أن  $R$  تحوي فقط مثالي يميني أعظمي واحد هو  $M$  وأن

$$. P \subseteq M$$

(6)  $\Leftrightarrow$  (3). واضح.

## المراجع العلمية.

- [1] – Anderson, F. W. & Fuller, K. R. " Rings and Categories of Modules ", New York. Springer (1973).
- [2] – Andrunakievich, A. V. and Andrunakievich, V. A. " Rings that are Regular Relative to Right Ideals ", Mat. Zametki, 1991, Volume 49, Issue 3, 3 – 11.
- [3] – Andrunakievich, V. A. and Ryabukhin, Yu. M. " Quasi-Regularity and Primitivity Relative to Right Ideals of a Ring ", Mat. Sb. (N.S.), 134(176):4(2) (1987), 451 – 471: Math. USSR-Sb., 62:2 (1989), 445-464.
- [4] – Goodearl, K. R. "Von Neumann Regular Rings", Pitman 1979.
- [5] – Hamza, H. "  $I_0$  – Rings and  $I_0$  – Modules ", Math. J. Okayama Univ. 40 (1998) , p. 91–97 .[2000].
- [6] – Hamza H., " On Some Characterizations of Regular and Potent Rings Relative to Right Ideal ", Novi Sad J. Math. Vol. 48, No. 1, (2018), p. 1 – 7.
- [7] – Hamza H., "  $P$  –Regular and  $P$  –Local Rings ", Journal of Algebra and Related Topic. Vol. 9, No. 2, (2021), pp. 1 – 19.
- [8] – Kasch, F. " Modules and Rings ", London Math. Soc. Mono. 1982.
- [9] – Lambek, J. "Lectures on Rings and Modules", Blaisdell, Mass. 1966.

## الاصطناع الكهروكيميائي للبوليمر المشترك (الانيلين و 2-نترو الانيلين) و دراسة ناقلية الكهربية النوعية

طالبة الماجستير: إيمان الحسون

جامعة البعث- كلية العلوم

الدكتورة المشرفة: انتصار مشينش      الدكتورة المشاركة: صبا ناصيف

### الملخص:

تم الاصطناع العضوي الكهربي للبوليمر المشترك (الانيلين و 2-نترو الانيلين) في خلية غير مقسمة، بوسط حمضي من حمض كلور الماء، وباستخدام مسرى عامل من الغرافيت ومسرى مساعد من الزنك، حيث تم إجراء التفاعل عند درجة حرارة  $5C^{\circ} - 0$ ، بجو خامل من الآزوت، وباستخدام بيروكلورات الامونيوم ككهرليت داعم.

تم توصيف البوليمر الناتج بمطيافية الأشعة تحت الحمراء FT-IR و مطيافية الطنين النووي المغناطيسي البروتوني  $H^1$  NMR و مطيافية الأشعة المرئية وفوق البنفسجية UV-vis تمت دراسة الناقلية الكهربية للبوليمر الناتج و وجد أنه من أنصاف النواقل.

### الكلمات المفتاحية:

البلمرة الكهربية، بلمرة مشتركة، ناقلية كهربية.

# Electrochemical synthesis of copolymer (aniline and 2-nitro-aniline) and study of its electrical qualitative conductivity

University of Al- Baath – College of Science

Iman Al Hasoon

prof. Entesar mshenish

prof. Seba Nassif

## Abstract:

Electro-Synthesis of copolymer (aniline and 2-nitro-aniline) was carried out in an undivided cell, with an acidic medium of HCl, using a graphite electrode as an anode and a zinc electrode as cathode. the reaction was carried out at temperature of 0 – 5 C°, under inert atmosphere of nitrogen using ammonium perchlorate as a supporting electrolyte.

The polymer was characterized by FT-IR, NMR <sup>1</sup>H, and UV-Vis spectroscopy.

The electrical conductivity of the polymer was studied and was found that it is a semiconductor.

key words:

Electropolymerization, copolymerization, electrical conductivity.

## 1. المقدمة:

اعتاد الناس منذ القدم استخدام المواد الخام الطبيعية للحصول على متطلبات حياتهم اليومية. لكن خلال القرن التاسع عشر انطلقت ثورة علمية كبيرة. حولتنا هذه الثورة من مستهلكين نعتمد على المواد الخام الطبيعية إلى مُنتجي مواد جديدة لها صفات رائعة، ومن هذه المواد البوليمرات. ظهرت البوليمرات المترافقة نظراً لخصائصها الكهربائية والضوئية والكيميائية الفريدة كفتة جديدة من المواد الاصطناعية المناسبة بشكل مثالي لمجموعة متنوعة من التطبيقات التكنولوجية مثل الخلايا الشمسية [1-2] وأجهزة الاستشعار [3] و أجهزة تخزين الطاقة [4-5]. فمثلاً يعتبر البولي انيلين PAN ومشتقاته من أهم البوليمرات المترافقة، نظراً لسهولة اصطناعه، وناقليته الكهربائية الجيدة، وثباته الكيميائي العالي، إضافة إلى خصائصه الكهروضوئية المتقدمة [6-7].

مع ذلك، يعتبر البولي انيلين من البوليمرات غير قابلة للمعالجة و الذوبان في المذيبات الشائعة ويحتاج اصناعها لزمناً طويلاً. [8-9] هنالك عدة طرائق للتغلب على هذه المشاكل منها مزج الانيلين مع أكاسيد معدنية مختلفة، حيث تتمتع البوليمرات الناتجة بثبات كيميائي جيد وقابلية معالجة وكذلك خصائص كهروضوئية الفائقة [10-11]، ولكن تعتبر هذه الطريقة مكلفة ومضرة بالبيئة.

تقدم تقنية البلمرة المشتركة طريقة بسيطة وفعالة من حيث التكلفة لتحسين قابلية معالجة البوليمرات وتحسين خصائص البوليمرات بشكل كبير [12]. علاوة على ذلك، يتم انتاج مواد ذات تركيبة موحدة يمكن تعديل خصائصها بسهولة عن طريق ضبط نسبة تركيز المونومرات [13-14]. إن إجراء البلمرة المشتركة في الوقت الحاضر أصبح وسيلة فعالة لتعديل بنية البوليمر خاصة على المستوى الجزيئي [15]. ومع ذلك بقيت مشكلة الزمن الطويل للحصول على البوليمر المطلوب دون حل.

تم اللجوء إلى استخدام الطريقة الكهربائية في تفاعلات البلمرة المشتركة، حيث تعرف البلمرة الكهربائية بأنها عبارة عن تفاعل كهروكيميائي يتم فيه تنشيط المونومرات كهربائياً دون استخدام محفزات كيميائية ثم يتم اتحاد المونومرات كيميائياً، ويتم تنشيط المونومرات عن طريق إمرار تيار كهربائي كمصدر طاقة غير تقليدي على أقطاب خاملة.

توفر البلمرة الكهربية المشتركة إمكانية الحصول على البوليمرات بزمن تفاعل قصير لا يتجاوز 4 أو 5 ساعات بالإضافة إلى أن البلمرة الكهربية لا تحتاج لاستخدام مواد مؤكسدة وبالتالي هي طريقة صديقة للبيئة كما أن البوليمرات الناتجة جيدة الانحلال في المذيبات الشائعة.

حيث أثبتت البلمرة الكهربية المشتركة فعاليتها العالية بالمقارنة مع البوليمرات المحضرة بطريقة البلمرة المشتركة الكيميائية المؤكسدة [16]، فقد نتج عن عملية البلمرة الكهربية بوليمرات بمردود عالي و ثبات كبير والخصائص الكهروكيميائية والكهربية المثيرة للاهتمام. حيث يتم استخدام كبير لهذه البوليمرات في البطاريات والأجهزة الكهربية [17] وأجهزة الاستشعار الكهروكيميائية [18] والمكثفات والخلايا الشمسية [19].

## 2. هدف البحث وأهميته:

يهدف البحث إلى اصطناع بوليمر صديق للبيئة ناقل للتيار الكهربائي وجيد الانحلال في المذيبات الشائعة.

كما يهدف البحث لتحفيز المونومرات بشكل صديق للبيئة وذلك باستخدام التيار الكهربائي بدلاً من المؤكسدة الكيميائية الضارة بالبيئة وهي طريقة فعالة تساعد في الحصول على البوليمرات بمردود عالٍ

ثم توصيف البوليمر الناتج بالطرائق الطيفية المناسبة، و دراسة الناقلية الكهربية للبوليمر الناتج.

### 3. القسم التجريبي:

#### 3,1. الأجهزة و الأدوات المستخدمة:

- 1) جهاز طيف الأشعة تحت الحمراء FT-IR-4100 من شركة Jasco اليابانية.
- 2) جهاز طيف الطنين النووي المغناطيسي بروتوني نموذج 400 MHz من شركة Bruker السويسرية.
- 3) جهاز الأشعة فوق بنفسجية و المرئية UV-VIS من شركة Jasco model V-530.
- 4) مغذية كهربائية DC (12 V / 3 A)
- 5) مقياس أفوميتر DT9201A

#### 3,2. المواد الكيميائية المستخدمة:

الانيلين و 2- نثرو الانيلين من شركة (Merck) بنقاوة % 98، أسيتونتريل انتاج شركة (Merck) الألمانية، بيروكلورات الامونيوم من شركة (PRS) بنقاوة % 99 و حمض كلور الماء من شركة (Merck) بنقاوة % 37 .

### 4. القسم العملي:

#### 4,1. اصطناع البوليمر المشترك (الانيلين و 2- نثرو الانيلين) :

تم الاصطناع العضوي الكهربائي للبوليمر المشترك بنسبة 1:1 لكل من المونومرات (الانيلين و 2- نثرو الانيلين) بتحفيز المونومرات كهربائياً باستخدام أنود من الغرافيت و الكاثود من الزنك في خلية تحليل كهربائي غير مقسمة وذلك بإذابة المونومرات في 10ml من الأسيتونتريل لكل مونومر كذلك اذيب الكهليليت الداعم بيروكلورات الامونيوم (1M) في الماء المقطر. تمت إضافة 0.2M من حمض HCl إلى مزيج التفاعل، تم تطبيق كمون كهربائي مقداره 2.5V وشدة تيار قدرها 4.5mA، باستخدام محرك مغناطيسي لخلط مزيج التفاعل بشكل صحيح. حيث اجريت البلمرة الكهربائية في جو خامل من الازوت وعند درجة حرارة قدرها 0-5 C°.

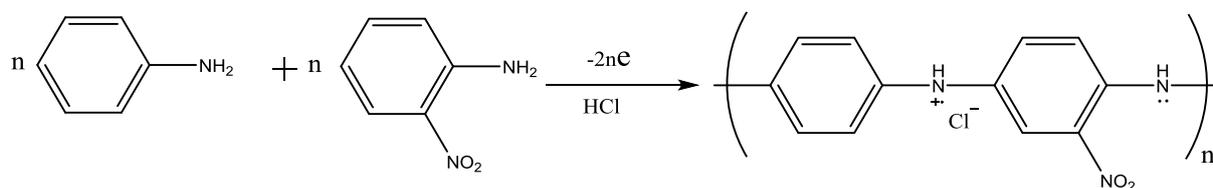
تمت مراقبة سير التفاعل بواسطة كروماتوغرافيا الطبقة الرقيقة TLC. استغرق تفاعل البلمرة المشتركة 6 ساعات، حيث تم الحصول على البوليمر المشترك (الانيلين و 2- نثرو الانيلين) بلون زيتي داكن بشكل راسب صلب. تم غسل البوليمر الناتج بحمض كلور الماء ثم بالماء المقطر عدة مرات وترشيحها وتركها لمدة 24 ساعة عرضة للهواء حتى الجفاف التام.



الشكل 1: شكل توضيحي لتفاعل البلمرة.

## 5. النتائج و المناقشة:

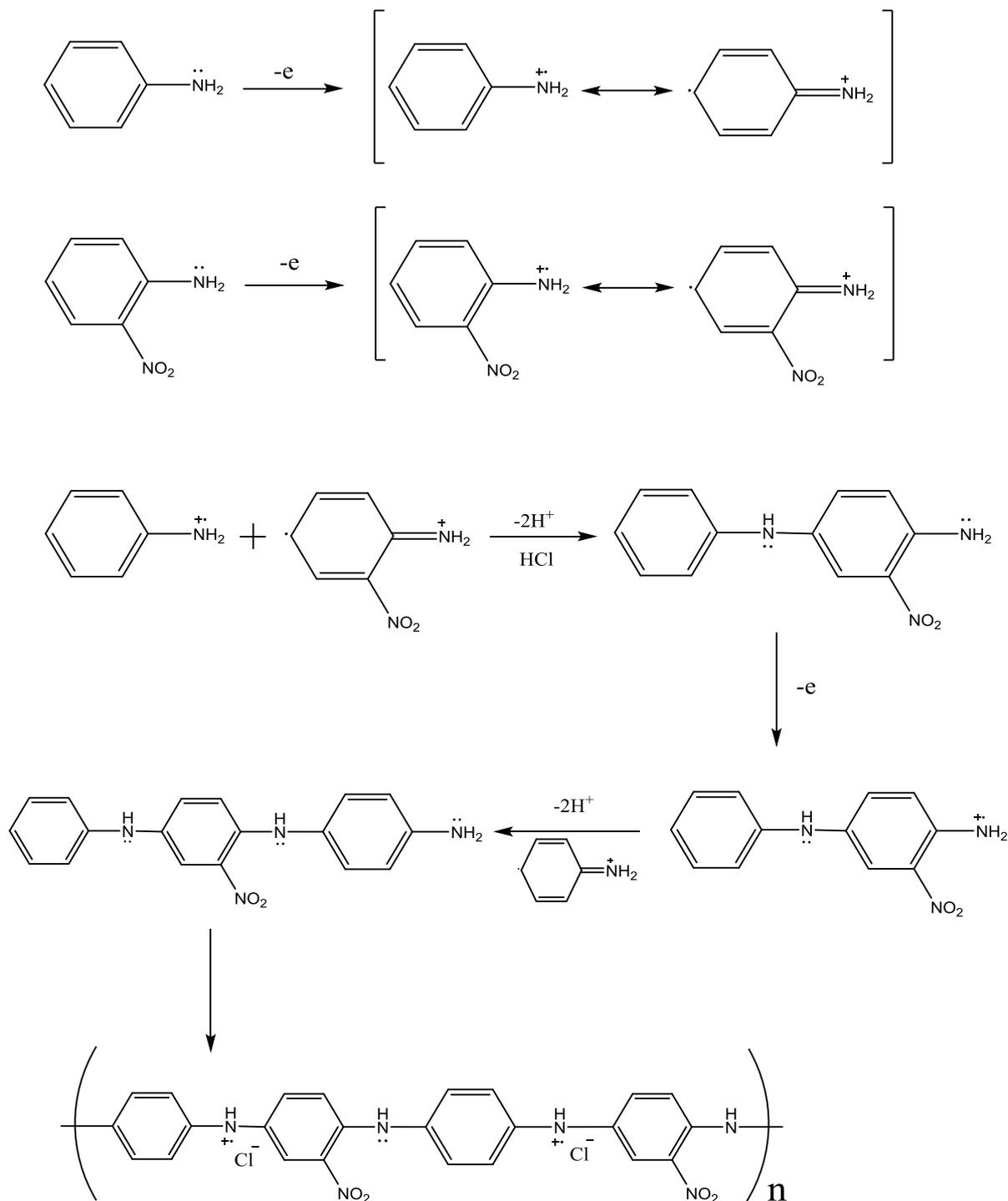
تم اصطناع البوليمر المشترك (الانيلين و 2- نثرو الانيلين) بطريقة البلمرة الكهروكيميائية وفق آلية البلمرة بالإضافة وفق المخطط 1.



المخطط 1 : تفاعل البلمرة الكهربية المشتركة للأنيلين و 2- نثرو الانيلين.

### 5,1. دراسة آلية تفاعلات البلمرة الكهربية:

تم الاصطناع العضوي الكهربي للبوليمر المشترك (الانيلين و 2- نثرو الانيلين) وقف آلية البلمرة بالإضافة وفق المخطط 2.



المخطط 2. آلية البلمرة بالإضافة الكهربية للبوليمر المشترك (الانيلين و 2- نثرو الانيلين)

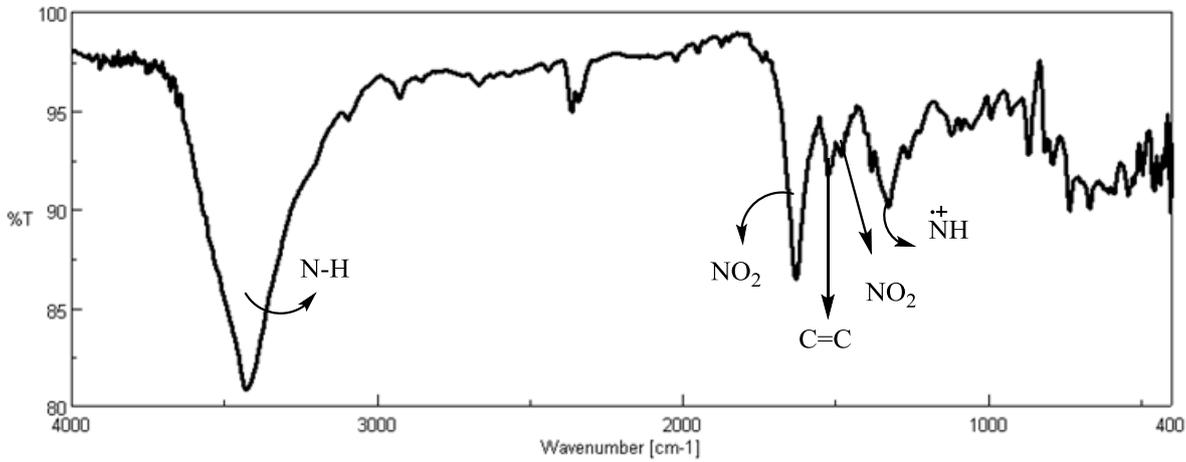
يلاحظ من المخطط 2. أنه تم أولاً أكسدة كل من المونومرات الانيلين و 2-نترو الانيلين بطريقة كهربائية ثم تليها مرحلة انتشار البوليمر بطريقة كيميائية حيث يتشكل عدد كبير من الدير والتى تتحد مع بعضها بطريقة كيميائية لتشكل البوليمر المشترك (الانيلين و 2-نترو الانيلين).

## 5,2. توصيف البوليمر الناتج:

تم تأكيد بنية البوليمر الناتج من خلال معطيات أجهزة تحليل الطيفية FT-IR و UV-vis و NMR .

### 5,2,1. اثبات بنية البوليمر باستخدام مطيافية الأشعة تحت الأحمر:

يوضح الشكل 2 طيف الأشعة تحت الأحمر IR للبوليمر المشترك (الانيلين و 2-نترو الانيلين) الذي يظهر أهم الامتصاصات منها الامتصاص العائد للرابطة  $\overset{+}{\text{N}}\text{H}$  عند الانزياح  $1253.5 \text{ cm}^{-1}$  .



الشكل 2 . طيف الأشعة تحت الأحمر IR للبوليمر المشترك (الانيلين و 2-نترو الانيلين)

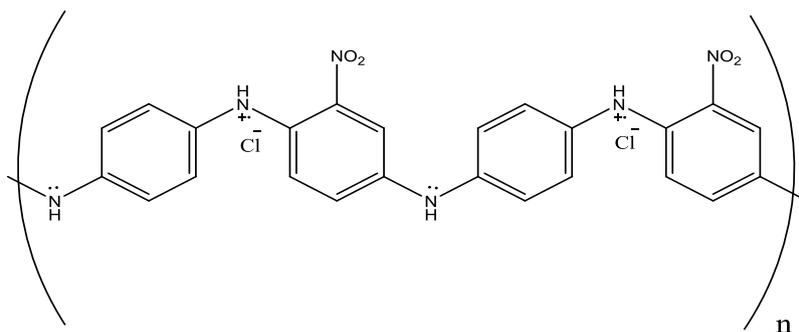
يبين الجدول 1. أهم الامتصاصات الموجودة في الطيف:

الامتصاص المرافق $\text{Cm}^{-1}$	الزمرة الوظيفية
3435.56	N-H stretch
1618.95	C=C stretch
1628.81 & 1326.79	$\text{NO}_2$
1253.5	$\text{NH}^+$

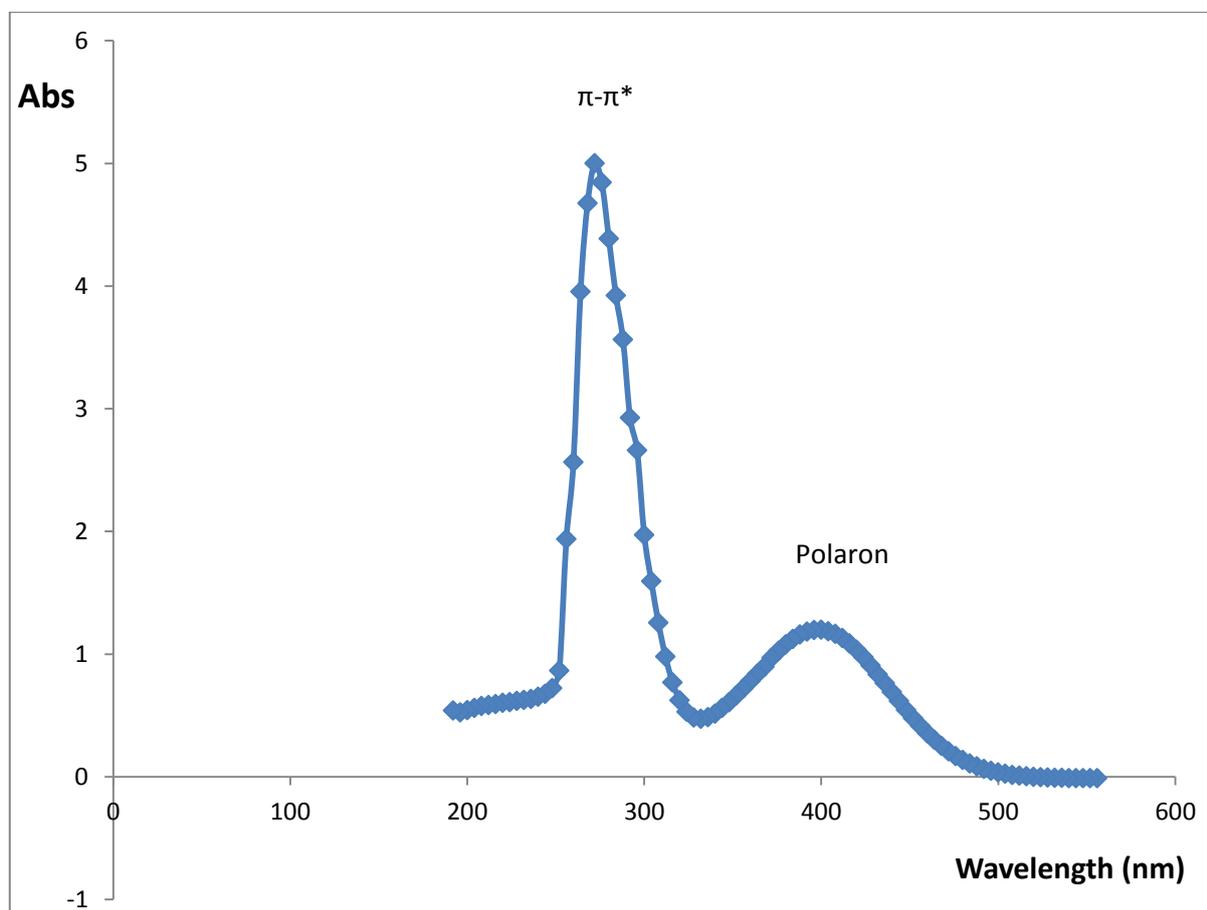
جدول 1. أهم امتصاصات طيف الأشعة تحت الحمراء للبوليمر المشترك (الانيلين و 2- نثرو الانيلين).

2,2,5. اثبات بنية البوليمر باستخدام مطيافية الأشعة المرئية وفوق البنفسجية:

تم تسجيل طيف الأشعة المرئية وفوق البنفسجية للبوليمر المشترك (الانيلين و 2- نثرو الانيلين) باستخدام DMSO الموضح في الشكل 3، يلاحظ ذروة امتصاص حادة عند (265 nm) وامتصاص واسع عند (400nm). ترتبط ذروة الامتصاص الأولى بالانتقال  $\pi-\pi^*$  العائدة للروابط المزدوجة في حلقات البينزينويد الموجودة في بنية البوليمر، بينما ترجع القمة الثانية إلى حالة البولارون في البوليمر المشترك الناتج عن تشكل شحنات موجبة على ذرة النتروجين. حيث يعرف البولارون [20] بأنه جسيم مشحون بشحنة موجبة وهو تعبير يستخدم لوصف حركة الإلكترون عبر الذرات المكونة لمادة صلبة، مما يتسبب في انزياح الشحنات الموجبة باتجاه معاكس لحركة الإلكترون.



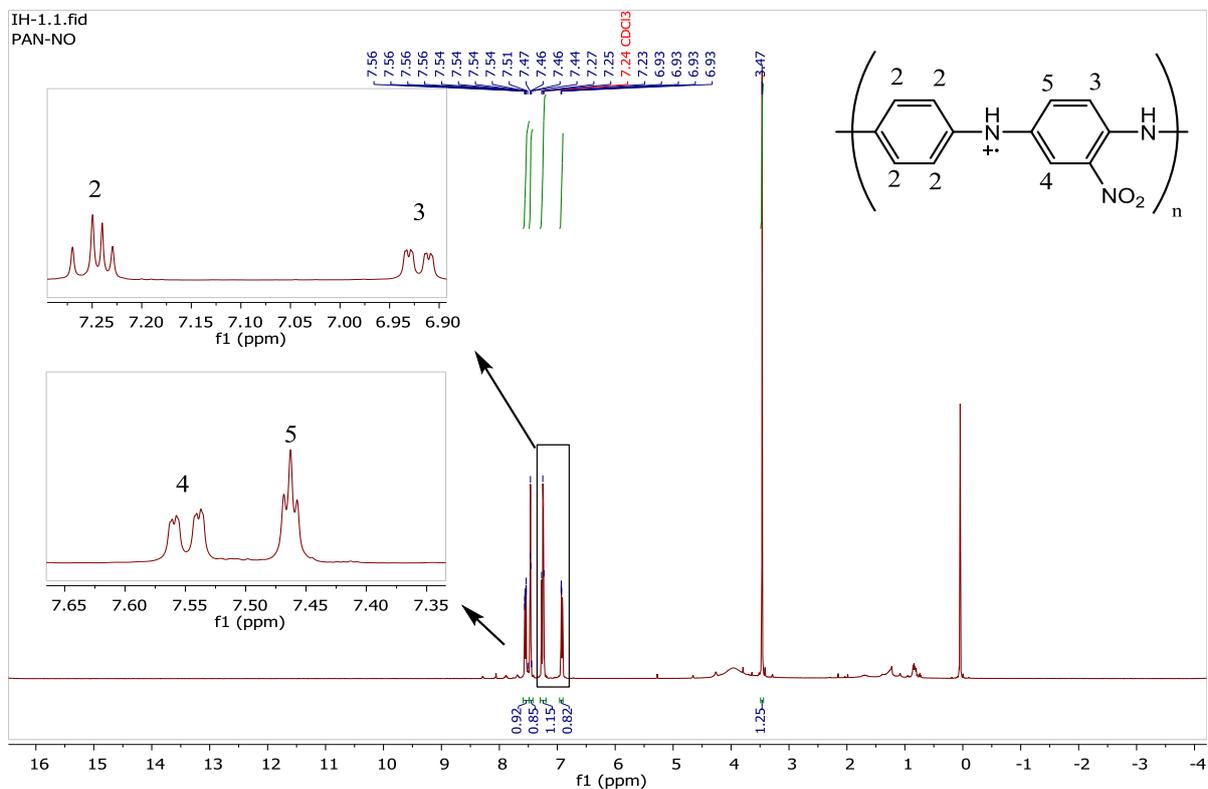
المخطط 3. صيغة البوليمر المشترك (الانيلين و 2- نثرو الانيلين).



الشكل 3. طيف الأشعة المرئية وفوق البنفسجية للبوليمر المشترك (الانيلين و 2- نثرو الانيلين).

### 5,2,3. اثبات بنية البوليمر باستخدام مطيافية الطنين النووي المغناطيسي البروتوني:

تم تسجيل طيف الطنين النووي المغناطيسي البروتوني  $^1\text{H-NMR}$  للبوليمر المشترك (الانيلين و 2-نترو الانيلين) باستخدام الكلوروفورم المديتر ( $^{20}\text{CDCl}_3 = 7.24 \text{ ppm}$ ) كما هو موضح في الشكل 4.



الشكل 4. طيف الطنين النووي المغناطيسي البروتوني  $^1\text{H-NMR}$  للبوليمر المشترك (الانيلين و 2-نترو الانيلين)

يبين الجدول 2. الانزياحات البروتونية للبوليمر المشترك:

شكل الإشارة	الانزياح الكيميائي $\sigma$ (ppm)	نوع ذرة H	رقم ذرة H
أحادية (S)	3.47	N-H	1
ثلاثية (t)	7.24	C-H	2
ثنائية الثنائية (dd)	6.93	C-H	3
ثنائية الثنائية (dd)	7.55	C-H	4
ثلاثية (t)	7.46	C-H	5

### 5.3. قياس الناقلية الكهربية:

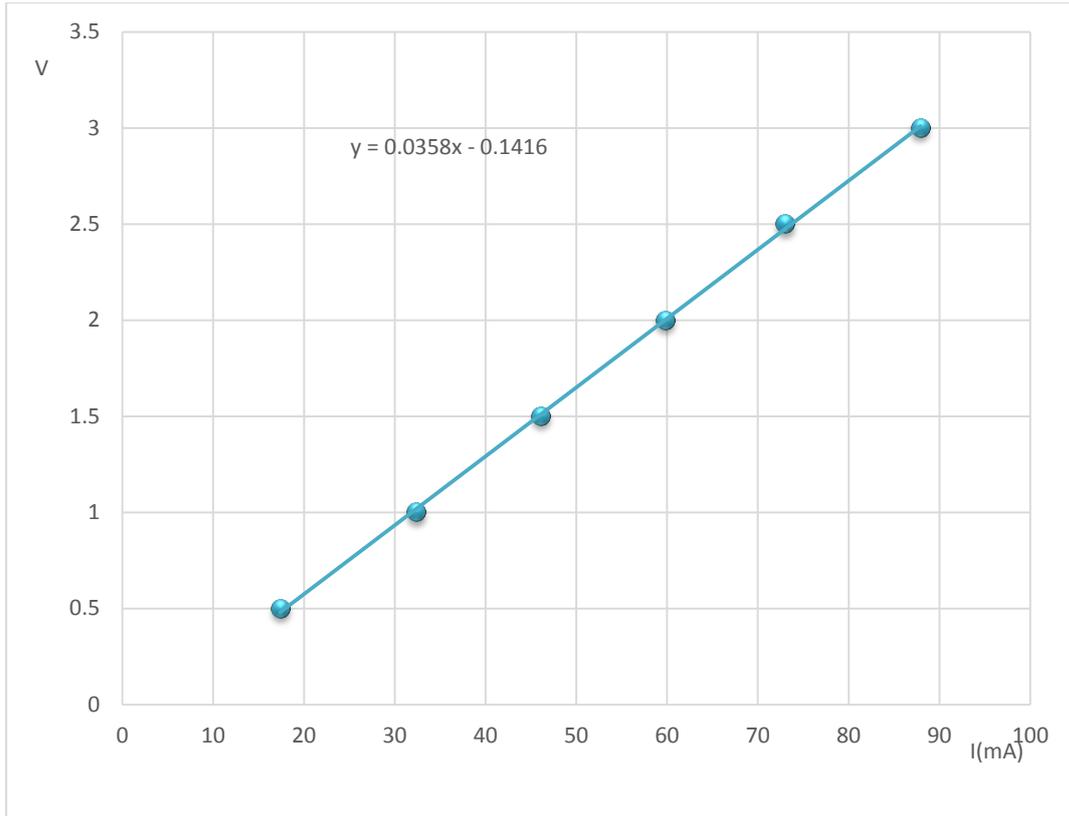
استخدم في هذا البحث مقياس أمبير موصول على التسلسل مع مغذية كهربية وتم استخدام مسبرين المسافة الفاصلة بينهما 0.2cm لقياس الناقلية الكهربية لكل من البوليمرين السابقين المترسبين على قطب من الغرافيت . تعطى الناقلية الكهربية بالعلاقة التالية :

$$\sigma = \frac{I}{m \times 2\pi S F V}$$

حيث I شدة التيار الكهربائي و V فرق الكمون المطبق بين المسبرين و S المسافة الفاصلة بين المسبرين و F عامل التصحيح يتعلق بأبعاد العينة وثخانتها وهنا يساوي الواحد لأن أبعاد العينة وثخانتها أكبر بكثير من S.

ويرسم العلاقة بين شدة التيار  $I$  وفرق الكمون  $V$  نحصل على مستقيم ميله slope ويساوي  $\frac{1}{2\pi SF\sigma}$  ومنه نحصل على العلاقة التالية :

$$\sigma = \frac{1}{m \times 2\pi FS}$$



الشكل 5. الناقلية الكهربائية لالبوليمر المشترك (الانيلين و -2 نثرو الانيلين).

وجد من الشكل 5 أن ناقلية البوليمر المشترك (الانيلين و -2 نثرو الانيلين) المترسب على قطب من الغرافيت  $222 \times 10^{-1} \text{ S.cm}^{-1}$  وهي أقل من ناقلية المعادن  $10^4 \text{ S.cm}^{-1}$  ، أي يعتبر البوليمر المحضر من انصاف النواقل للتيار الكهربائي.

## 6. الاستنتاجات:

- اصطناع البوليمر المشترك (الانيلين و 2- نثرو الانيلين) بطريقة الاكسدة الكهربائية للمونومرات على أقطاب من الغرافيت.
- تم استخدام الكهرباء لتحفيز المونومرات بدلاً من المواد الكيميائية المؤكسدة الضارة بالبيئة.
- تم توصيف البوليمر الناتج بمطيافية الأشعة تحت الحمراء FT-IR و مطيافية الطنين النووي والمغناطيسي البروتوني  $H^1$  NMR و مطيافية الأشعة المرئية وفوق البنفسجية UV-vis.
- يعتبر البوليمر المحضر من أنصاف النواقل للتيار الكهربائي وتبلغ ناقليته  $2.912 \times 10^{-2} \text{ S.cm}^{-1}$

7. المراجع:

- [1] Patil AO, Heeger AJ, Wudl F. *Optical properties of conducting polymers. Chemical Reviews.* (1988) Jan 1;88(1):183–200.
- [2] Brabec CJ, Cravino A, Meissner D, Sariciftci NS, Fromherz T, Rispen MT, Sanchez L, (2001) Hummelen JC. *Origin of the open circuit voltage of plastic solar cells. Advanced Functional Materials.* 11(5):374–80.
- [3] Xia L, Wei Z, Wan M. (2010) *Conducting polymer nanostructures and their application in biosensors. Journal of colloid and interface science.* 1;341(1):1–1.
- [4] Das TK, Prusty S. (2012) *Review on conducting polymers and their applications. Polymer–plastics technology and engineering.* 1;51(14):1487–500.
- [5] Brabec CJ, Cravino A, Meissner D, Sariciftci NS, Fromherz T, Rispen MT, Sanchez L, Hummelen JC. (2001) *Origin of the open circuit voltage of plastic solar cells. Advanced Functional Materials.* 11(5):374–80.
- [6] Nasar A, Mashkoo F. (2019) *Application of polyaniline–based adsorbents for dye removal from water and wastewater—a review. Environmental Science and Pollution Research.* 26(6):5333–56.
- [7] Srivastava D, Shukla RK. (2020) *Electrochemical properties and band gap variation of polyaniline due to the presence of ZnO. Proceedings of the National Academy of Sciences, India Section A: Physical Sciences.* 90(2):309–18.

- [8] Green RA, Lovell NH, Wallace GG, Poole–Warren LA. (2008) *Conducting polymers for neural interfaces: challenges in developing an effective long–term implant*. **Biomaterials**. 1;29(24–25):3393–9.
- [9] Balint R, Cassidy NJ, Cartmell SH. (2014) *Conductive polymers: Towards a smart biomaterial for tissue engineering*. **Acta biomaterialia**. 1;10(6):2341–53.
- [10] Naveen MH, Gurudatt NG, Shim YB. (2017) *Applications of conducting polymer composites to electrochemical sensors: a review*. **Applied materials today**. 1;9:419–33.
- [11] Spitalsky Z, Tasis D, Papagelis K, Galiotis C. (2010) *Carbon nanotube–polymer composites: chemistry, processing, mechanical and electrical properties*. **Progress in polymer science**. 1;35(3):357–401.
- [12] Elsenbaumer RL, Jen KY, Oboodi R. (1986) *Processible and environmentally stable conducting polymers*. **Synthetic Metals**. 1;15(2–3):169–74.
- [13] de Araujo MH, Matencio T, Donnici CL, Calado HD. (2016) *Synthesis and electrochemical investigation of beta–substituted thiophene–based donor–acceptor copolymers with 3, 4–ethylenedioxythiophene (EDOT)*. **Journal of Solid State Electrochemistry**. 20(9):2541–50.
- [14] Imae I, Sagawa H, Mashima T, Komaguchi K, Ooyama Y, Harima Y. (2014) *Synthesis of soluble polythiophene partially containing 3, 4–ethylenedioxythiophene and 3–hexylthiophene by polycondensation*. **Open Journal of Polymer Chemistry**. 6;2014.

- [15] Göker S, Hizalan G, Udum YA, Toppare L. (2014) *Electrochemical and optical properties of 5, 6-bis (octyloxy)-2, 1, 3 benzooxadiazole containing low band gap polymers.* **Synthetic metals.** 1;191:19-27.
- [16] Letheby, H. J. Chem. Soc. (1862) , 15, 161.
- [17] Tallman D. E., Pae Y., Bierwagen G.P., (2000) “*Conducting Polymers and Corrosion 2: Polianiline on Aluminum Alloys,*” **Corrosion**, vol. 56, pp. 401-410,.
- [18] Tallman D. E., Spinks G., Dominis A., Wallace G.G., (2002) “*Electroactive conducting polymers for corrosion control,*” **Journal of Solid State Electrochemistry**, vol. 6, pp. 73-84, Febr.
- [19] Shah K., Iroh J., (2002) “*Electrochemical synthesis and corrosion behavior of poly (n-ethyl thiophene) coatings on Al-2024 alloy,*” **Synthetic Metals**, vol. 132, pp. 35-41, Dec.
- [20] Dolocan V, Dolocan A, Dolocan VO. (2010) *QUANTUM MECHANICAL TREATMENT OF THE ELECTRON-BOSON INTERACTION VIEWED AS A COUPLING THROUGH FLUX LINES: POLARONS.* **International Journal of Modern Physics B.** Feb 10;24(04):479-95.



## اصطناع وتوصيف مشتق جديد لأزو أسيكلوفير بنزو أوكساديازول

خالد صالح<sup>1</sup> د. رشدي مدور<sup>2</sup> د. ثناء شريتج<sup>3</sup>

### ملخص البحث

تمت في هذه الدراسة اصطناع الأزو إسيكلوفير من خلال اصطناع البنزو أوكساديازول ومن ثم تصالبه مع الأزو أسيكلوفير .

حددت هوية المركبين بالإعتماد على الطرائق المطيافية كطيف أشعة تحت الحمراء وطيف الطنين النووي المغناطيسي البروتوني، وبينت نتائج هذه الدراسة أنها كانت متفقة مع الصيغة المقترحة لهذين المركبين.

درست الفعالية البيولوجية للمركبين على نوعين من الجراثيم الشائعة والممرضة سريرياً E.Coli و Steaphylococcus؛ فتبين أن للبنزو أوكساديازول قدرة تثبيطية كبيرة تجاه نمو كلا الجرثومتين أكثر مما هو في حالة المادة المرجعية الجنتاميسين، بينما للأزو أسيكلوفير بنزو أوكساديازول فعالية لأبأس فيها.

كما درس النشاط البيولوجي للأزو أسيكلوفير بنزو أوكساديازول على فطر الكانديدا بتركيز (100µg/ml)، فكان للمركب قدرة على تثبيط نمو فطر الكانديدا بشكل كبير حيث بلغ قطر هالة التثبيط 30mm.

**كلمات مفتاحية:** بنزو أوكساديازول، أسيكلوفير، النشاط البيولوجي، قطر هالة التثبيط.

<sup>1</sup> طالب ماجستير كيمياء عضوية - قسم الكيمياء - كلية العلوم جامعة البعث

<sup>2</sup> استاذ مساعد- قسم الكيمياء- كلية العلوم - جامعة البعث

<sup>3</sup> أستاذ مساعد- قسم الكيمياء- كلية العلوم الثانية - جامعة البعث

# Synthesis and characterization of a new azo Acyclovir Derivative of benzo oxadiazole

Khaled Saleh<sup>1</sup>, Dr Rushdi Madwar<sup>2</sup>, Dr Thanaa shriteh<sup>3</sup>

## Abstract

In this study, azo acyclovir was synthesized by synthesizing benzo oxadiazole and then crossed with azo acyclovir.

The identity of the two compounds was determined based on spectroscopic methods such as infrared and <sup>1</sup>H-NMR, and the results of this study showed that they were in agreement with the blistered formula of these two compounds.

The biological activity of the two compounds was studied on two types of bacteria E.Col and Steaphylococcus; It was found that benzo oxadiazole has a greater inhibitory ability towards the growth of both bacteria than in the case of the reference substance gentamicin, while azo acyclovir benzo oxadiazole has a good activity.

The biological activity of azo acyclovir, benzo oxadiazole, on Candida at a concentration of (100 µg/ml) was studied. The compound was able to significantly inhibit the growth of Candida, with the diameter of the inhibitory aura reaching 30 mm.

**Key words:** benzo oxadiazole, acyclovir, biological activity, Inhibition diameter.

<sup>1</sup> Organic Chemistry Master Student, Chemistry Department, Faculty of Science, Al Baath University

<sup>2</sup> Associate Professor, Chemistry Department, Faculty of Science, AL Baath University

<sup>3</sup> Associate Professor, Chemistry Department, Faculty of Science, AL Baath University

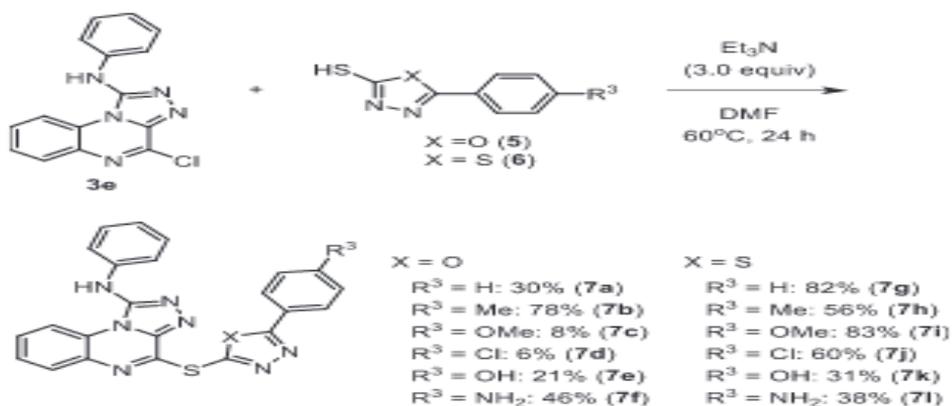
## 1- مقدمة:

احتلت المركبات الحلقية غير المتجانسة مكانة بارزة بين الفئات المختلفة من المركبات العضوية، وذلك بفضل أنشطتها البيولوجية المتنوعة وفعاليتها الكيميائية [1]. ومن المحتمل أن هذا النشاط يعود لوجود مجموعة (  $-N = C - O$  ) بيريدين [2]. تعتبر مركبات الأوكساديازول من المركبات الحلقية غير المتجانسة [3]، والتي حظيت باهتمام خاص في الكيمياء الصيدلانية بسبب إمكاناتها الطبية المتنوعة. وقد أظهرت مشتقات الأوكساديازول المستبدلة مجموعة واسعة من الخصائص البيولوجية في كل من المجالات الصيدلانية والكيمياء الزراعية [4]. كما تُعرف العديد من هذه المركبات باسم العوامل المضادة للميكروبات [5]، وللطفرات [6]، و لفيروس نقص المناعة البشرية [3]. يشكل الأوكساديازول ومشتقاته فئة مهمة من المركبات العضوية بسبب هيكلها الكيميائي وفعاليتها الدوائية كمسكنات وخافضات حرارة ومضادة للالتهابات [7]، كالتهابات الجهاز العصبي المركزي، ومضادات للاختلاج [8]، ولثبيط خلايا العقد اللمفاوية عن طريق إحداث تثبيط نمو الخلايا السرطانية الناتجة من خلايا العقد اللمفاوية بطريقة تعتمد على الجرعة [9]، ولعلاج مرض الملاريا والسكري [10]، و مضادات لفيروس نقص المناعة البشرية، بالإضافة إلى ذلك تستخدم مشتقات الأوكساديازول مثبتات لبيروكسيد الدهون [11].

وتلعب مركبات الأوكساديازول دوراً حيوياً في تطوير مركبات طبية جديدة لعلاج الأنشطة البيولوجية المختلفة، مثل تكاثر الخلايا، والسل، والحساسية، والأمراض الفيروسية [12].

في عام 2020 تم من قبل Daiki Kaneko اصطناع مشتقات جديدة تحتوي بالإضافة لحلقة الأوكساديازول حلقتي تريايزول وكينوكسالين وفق التفاعل التالي:

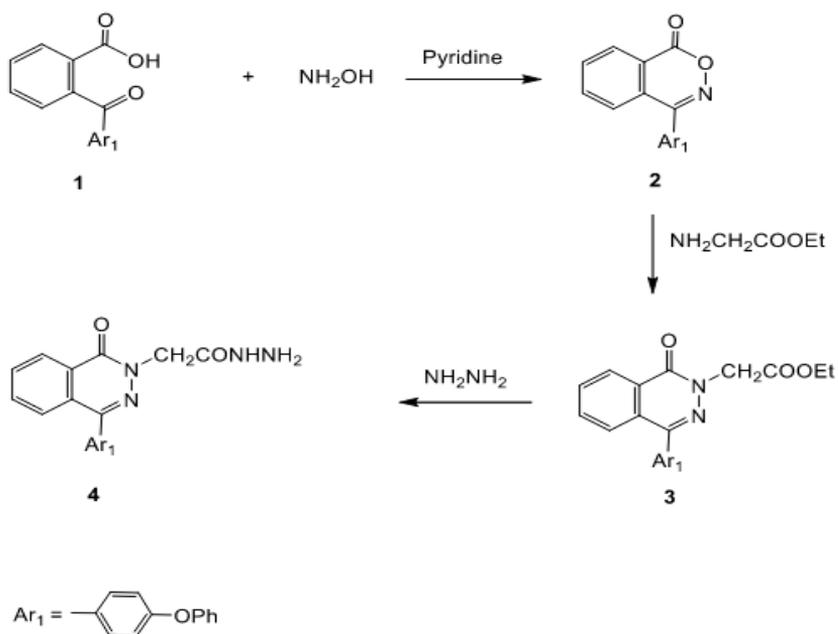
اصطناع وتوصيف مشتق جديد لازو أسيكلوفير بنزو أوكساديازول



وتم استخدام هذه المشتقات في العلاج الموضعي لأنواع معينة من سرطانات الجلد [13].

كما صنعت في عام 2021 مشتقات للأوكساديازول باستخدام حفاز نترات الأمونيوم السيريوم

(IV) وفق التفاعل التالي:



بالإضافة إلى ذلك، تم استخدام اختبار MTT لتقييم النشاط المضاد للأورام للمشتقات المصنعة؛ إذ أظهر بعضها نشاطاً قوياً بالمقارنة مع Doxorubicin كدواء قياسي [14].

## 2- الهدف من البحث:

- ❖ اصطناع مشتق جديد لديازو أسكلوفير البنزو أوكساديازول.
- ❖ التأكد من هوية الناتج طيفياً من خلال مطيافية الرنين النووي المغناطيسي البروتوني  $^1\text{H-NMR}$  و باستخدام مطيافية الأشعة تحت الأحمر (FT-IR).
- ❖ دراسة الفعالية البيولوجية للناتج تجاه بعض أنواع من الجراثيم والفطور.

## 3- مواد وطرق البحث:

### 3-1- الأجهزة والأدوات المستخدمة:

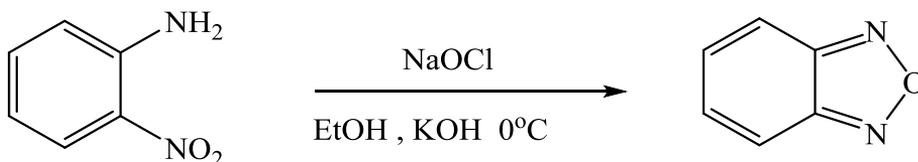
- جهاز طيف الطنين النووي المغناطيسي بروتوني نموذج 400MHz من شركة Bruker السويسرية.
- جهاز طيف الامتصاص الضوئي ما تحت الأحمر نموذج FT-IR-4100 من شركة Jasco اليابانية.
- صفائح كرماتوغرافيا الطبقة الرقيقة من الألمنيوم مطلية بالسليكا جل  $60\text{F}_{254}$  قياس  $20 \times 20$  من شركة Merck الألمانية.
- جهاز قياس درجة الانصهار Electrothermal Melting Point Apparatus .
- ميزان حساس من النوع Sartorius BL-210S.
- سخان مزود بمحرك 254nm,366nm مغناطيسي Agimatic P-Selecta 243.
- مصباح UV مزود بلمبتين 254nm,366nm من شركة DESAGA الألمانية.

### 3-2- المواد الكيميائية المستخدمة:

- 2- نetro الأنيلين، ايتانول مطلق، هيدروكسيد البوتاسيوم، دي كلورو ميثان، دي ميثيل سلفوكسيد DMSO، حمض كلور الماء المركز 37%، كربونات الصوديوم، كبريتات الصوديوم اللامائية، اسكلوفير 85%، ميثانول مطلق، 1، 2- دي كلورو إيثان 99.5%.

### 3-3- تحضير البنزو أوكساديازول:

يسخن مزيج (2.1gr, 0.01mol) من هيدروكسيد البوتاسيوم KOH مع (25ml) من الإيثانول 95% في دورق مزود بمكثف و حمام مائي لمدة نصف ساعة حتى الانحلال التام، ثم يضاف (4gr, 0.01mol) من مركب 2- نثرو الإنيلين إلى المزيج السابق، فتم الحصول على محلول لونه أحمر غامق، يبرد المحلول في حمام ثلجي حتى درجة حرارة صفر مئوية (0°C)، ثم يضاف إليه (80ml) من محلول هيبوكلوريت الصوديوم ببطء وعلى دفعات مع التحريك المستمر حتى الحصول على راسب أصفر اللون، يرشح الراسب ويغسل بـ (200ml) من الماء المقطر، ثم يترك ليحف بالهواء وتعاد بلورته بإستخدام مزيج من الإيثانول و الماء المقطر بنسبة (3: 1)، فكان الناتج على شكل بلورات صفراء اللون بمرودود 85% ودرجة انصهاره  $m.p = 64-65^{\circ}C$ .

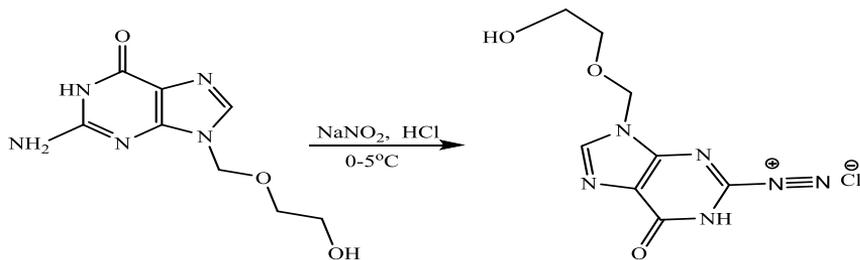


### 3-4- تحضير أزو أسيكلوفير البنزو أوكساديازول:

تم اصطناعه على مرحلتين:

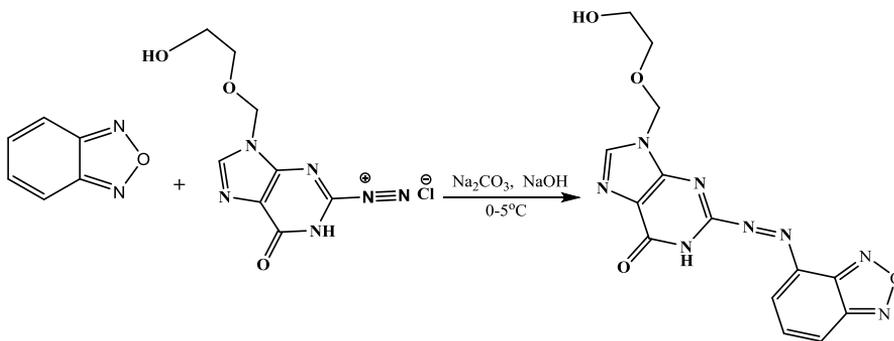
**المرحلة الأولى:** تحضير ملح الديازونيوم :

يضاف إلى دورق كروي أحادي العنق (2.252 gr, 0.01 mol) من الأسيكلوفير و 10ml ماء مقطر و 10ml إيثانول، و 5ml من حمض كلور الماء المركز، و يُوضع في حمام ثلجي درجة حرارته  $0-5^{\circ}C$  و يُحرك حتى تمام الإنحلال، ثم يضاف بالتقطيط قطرة قطرة 15ml محلول مائي من نثريت الصوديوم ( 1gr , 0.01 mol في 20ml ماء) عند درجة الحرارة نفسها، حيث يتغير لون المحلول من أصفر فاتح إلى أصفر برتقالي مما يدل على تشكل ملح الديازونيوم، وبعد ذلك يُحفظ مزيج التفاعل في الثلج لضمان عدم تخرب الملح .



### المرحلة الثانية: إزدواج ملح الديازونيوم مع البنو اوكساديازول:

يضاف إلى دورق آخر ( 1.2gr , 0.01 mol ) من البنزوأكساديازول بعد إذابته بـ 10 ml إيثنول ومحلول 3gr من كربونات الصوديوم ومحلول 1gr من هيدروكسيد الصوديوم مع التحريك، ثم يضاف هذا المحلول ببطء قطرة-قطرة إلى ملح الديازونيوم المحضر سابقاً و عند نفس درجة الحرارة المنخفضة حمام ثلجي حرارته (0-5°C) ليبدأ تفاعل الإزدواج مع الاستمرار بالتحريك لمدة 3 ساعات.



يُضاق حمض كلور الماء لتحويل الأساس الفائض إلى ملح صوديومي وعندما يصبح (PH=6) يترسب الناتج، ويُفصل بالترشيح، ويُنقى بإعادة البلورة باستخدام الإيثانول، فتم الحصول على راسب على راسب أبيض مصفر بمردود 70% ودرجة انصهار 311°C-310.m.p.

### 3-5- دراسة الفعالية البيولوجية:

تمت دراسة النشاط البيولوجي للبنزو أوكساديازول والآزو أسيكلوفير بنزو أوكساديازول على نوعين من البكتريا، والآزو أسيكلوفير بنزو أوكساديازول على فطر الكانديدا.

### 3-5-1- دراسة الفعالية البيولوجية اتجاه البكتريا:

تمت دراسة النشاط البيولوجي للمركبين في مخبر الجراثيم في كلية الصيدلة على نوعين من الجراثيم الممرضة: جرثومة إيجابية الغرام (Staphylococcus Aureus S.T)، وجرثومة سلبية الغرام (E.Col) مزروعتان داخل طبقتين من أطباق بتري (Petri) حاويتان على وسط مغذي نوع (agar medium 11).

وحضرت عينات من المركبات السابقة بتركيزين (50,100µgr/l) باستخدام مذيب ثنائي ميثيل سلفوكسيد (DMSO)، وعينة من المادة المرجعية (جنتاميسين) (GE) أيضاً بتركيز (100µgr/l) باستخدام المذيب نفسه، ووضعت العينات في كل طبق Petri التي تم إعدادها مسبقاً باستخدام أسطوانات من الفولاذ المقاوم للصدأ (stainless steel)، ثم وضعت الأطباق داخل حاضنة مدة (36) ساعة بدرجة حرارة الوسط الخلوي  $^{\circ}C(36.5-37)$ .

### 3-5-3- دراسة الفعالية البيولوجية للمركبين اتجاه فطر الكانديدا:

تمت دراسة النشاط البيولوجي للمركبين على فطر الكانديدا في مخبر الجراثيم والفطور في مختبرات ميديكو وفق الطريقة التالية:

1- تحضير الوسط المغذي للخمائر و الفطور (Potato Dext Rose): يُذاب منه (39gr) بـ

(1000ml) ماء مقطر بواسطة التحريك والتسخين على درجة حرارة ( $100^{\circ}C$ )، و يُوضع الوسط المغذي في الأوتوكلاف للتعقيم الرطب (بوساطة بخار الماء) على درجة حرارة (121  $^{\circ}C$ ) لمدة (20) دقيقة.

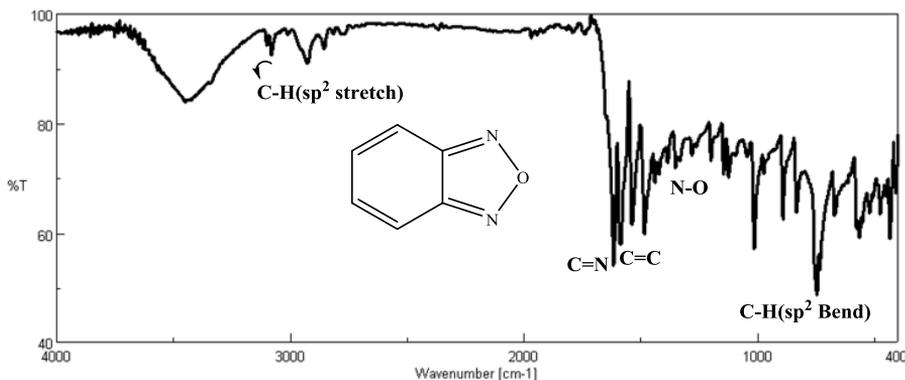
2- تحضير عينات من المركبين بتركيز (100µgr/l) باستخدام مذيب ثنائي ميثيل سلفوكسيد (DMSO).

3- ووضعت العينات في كل طبق Petri التي تم إعدادها مسبقاً باستخدام أسطوانات من الفولاذ المقاوم للصدأ (stainless steel)، ثم وضعت الأطباق داخل حاضنة عند درجة الحرارة ( $30^{\circ}C$ ) لمدة 5 أيام.

#### 4- النتائج والمناقشة:

##### 4-1- دراسة بنية البنزو أوكساديازول:

تم تحديد هوية البنزو أوكساديازول باستخدام الطرائق الطيفية  $^1\text{H-NMR}$  و (FT-IR) ، حيث أظهر طيف الأشعة ما تحت الحمراء (الشكل (1) والجدول (1)) للمركب وجود عصابات امتصاص رئيسية عند الأعداد الموجية  $1616\text{Cm}^{-1}$  عائدة لامتصاص مجموعة (C=N) ، وعند  $1353\text{Cm}^{-1}$  تعود لـ (N-O) في حلقة الأوكساديازول.



الشكل (1): طيف الأشعة ما تحت الحمراء للبنزو أوكساديازول

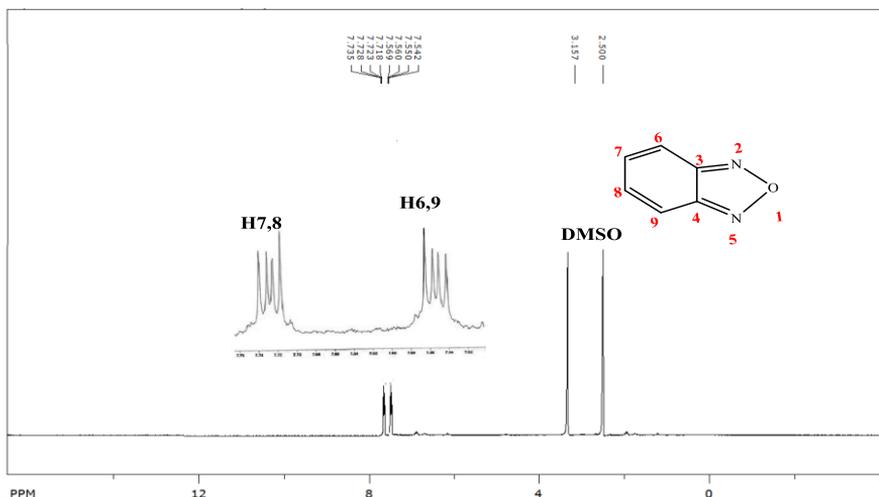
الجدول (1): قيم عصابات الامتصاص في طيف (FT-IR) للمركب (K1)

العدد الموجي ( $\text{Cm}^{-1}$ )	الزمرة الوظيفية
3100	C-H( $\text{Sp}^2$ Stretch)
1616	C=N
1484-1586	C=C
1353	N-O
748	C-H( $\text{Sp}^2$ Bend)

كما سجل طيف الرنين النووي المغناطيسي البروتوني الشكل (2) للبنزو أوكساديازول في ثنائي ميثيل سيلفوكسيد المديتر (DMSO)، حيث يبين الطيف ظهور اشارتين متعددتين تعودان

## اصطناع وتوصيف مشتق جديد لأزو أسيكلوفير بنزو أوكساديازول

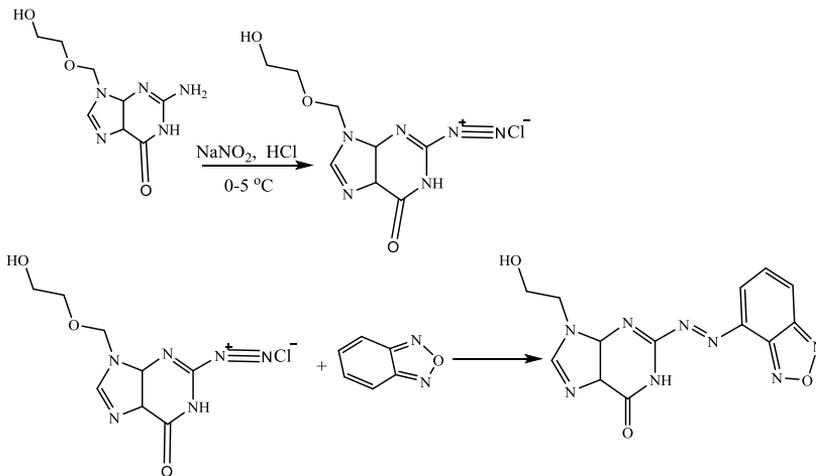
ليروتونات الحلقة العطرية، عند المجال ( 7.52-7.57ppm, m,2H ) تعود لليروتونين المرتبطين بالكربونين ( 6 و 9 ) و ( 7.72-7.74ppm, m,2H ) تعود لليروتونين المرتبطين بالكربونين ( 7 و 8 )، بالإضافة لظهور إشارتين للمذيب عند الانزياحين 2.520ppm و 2.16ppm.



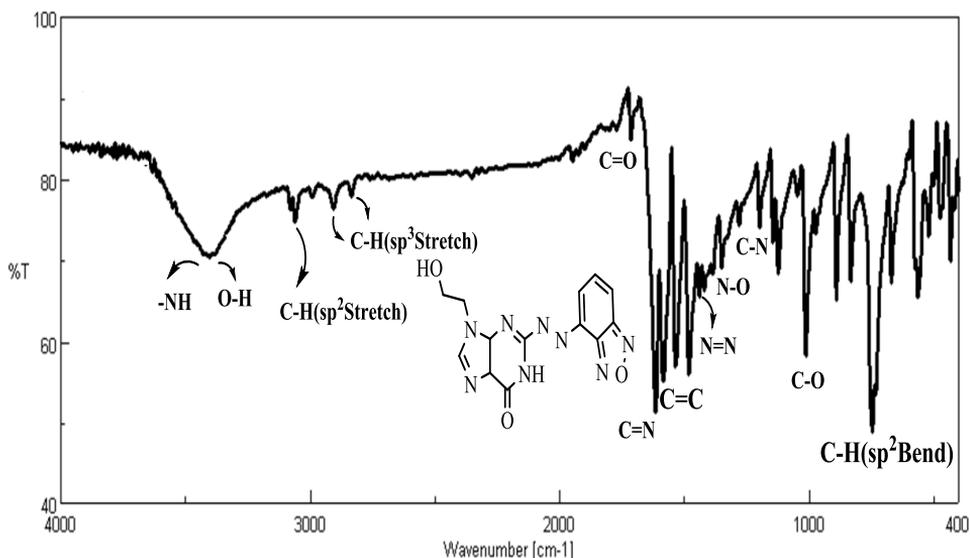
الشكل (2): طيف الرنين النووي المغناطيسي البروتوني <sup>1</sup>H-NMR للبنزو أوكساديازول

### 4-2- دراسة بنية أزو أسيكلوفير البنزو أوكساديازول:

تم اصطناع أزو أسيكلوفير البنزو أوكساديازول ن خلال ديازوة الأسيكلوفير ومن ثم تصالبه مع البنزو أوكساديازول:



وحددت هوية المركب باستخدام الطرائق الطيفية  $^1\text{H-NMR}$  و  $\text{FT-IR}$ ، حيث أظهر طيف الأشعة ما تحت الحمراء الشكل (3) للنتائج وجود عصابات امتصاص رئيسية عند الأعداد الموجية  $3423\text{Cm}^{-1}$  عائد إلى تداخل امتطاط المجموعتين  $(\text{OH})$  و  $(\text{NH})$  وعند  $1615\text{Cm}^{-1}$  عائدة إلى امتصاص مجموعة  $(\text{C}=\text{N})$ ، وعند  $1349\text{Cm}^{-1}$  تعود ل  $(\text{N}-\text{O})$ ، بالإضافة إلى امتصاصات أخرى موضحة بالجدول (2).



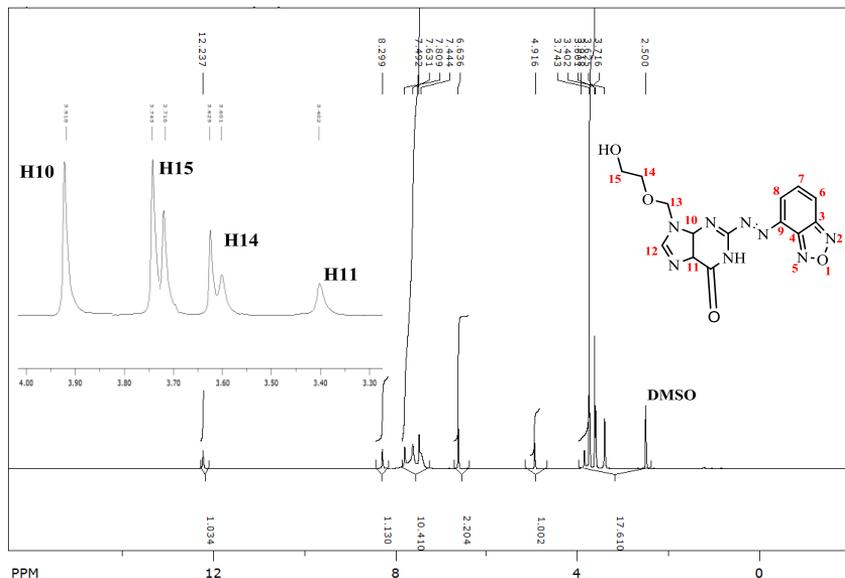
الشكل (3): طيف الأشعة ما تحت الحمراء للمركب الناتج

الجدول(2): قيم عصابات الامتصاص في طيف (FT-IR) للمركب الناتج

العدد الموجي $\nu(\text{Cm}^{-1})$	الزمرة الوظيفية
3423	-NH, -OH
3080	C-H( $\text{Sp}^2$ Stretch)
2850-2925	C-H( $\text{Sp}^3$ Stretch)
1711	C=O
1615	C=N
1482-1583	C=C
1439	N=N
1349	N-O
1281	C-N
1013	C-O
746	C-H( $\text{Sp}^2$ Bend)

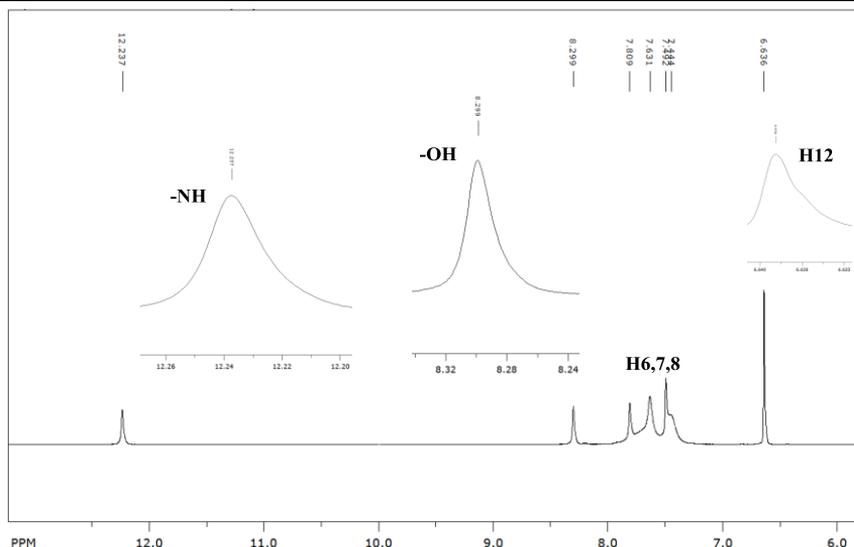
كما سجل طيف الرنين النووي المغناطيسي البروتوني الشكل (4) للمركب الناتج في ثنائي ميثيل سيلفوكسيد المديتر (DMSO) ، حيث يبين الطيف ظهور أربع اشارات أحادية:

عند (12.24ppm, S,1H) تعود ل (-NH) ، (8.25ppm,S,1H) ل (OH) المرتبط بالكربون (15) و (3.92ppm,S,1H) للبروتون المرتبط بالكربون (10)، و (3.40ppm,S,1H) للبروتون المرتبط بالكربون (11)، بروتونات المنطقة العطرية ضمن المجال (7.44-7.81ppm)، بالإضافة لإنزياحات أخرى موضحة في الجدول (3).



الشكل(4): طيف الرنين النووي المغناطيسي البروتوني  $^1\text{H-NMR}$  للمركب الناتج

اصطناع وتوصيف مشتق جديد لازو أسيكلوفير بنزو أوكساديازول



الشكل (5): طيف الرنين النووي المغناطيسي البروتوني  $^1\text{H-NMR}$  للمركب بشكل موسع

الجدول (3): قيم الانزياحات لطيف الرنين النووي المغناطيسي البروتوني  $^1\text{H-NMR}$  للمركب الناتج

رقم ذرة الكربون	الانزياح الكيميائي ( $\delta$ ,ppm)
6,7,8	7.44-7.81(m,3H)
10	3.92 (s,1H)
11	3.40 (s,1H)
12	4.92 (s,1H)

6.64 (s,2H)	13
3.63 (d,2H,J=9.6Hz)	14
3.74 (d,2H,J=10.8Hz)	15
12.24(S,1H)	NH
8.25 (S,1H)	OH

4-3- دراسة الفعالية البيولوجية للبنزوأوكساديازول والأزو أسيكلوفير بنزو اوكساديازول:  
تمت دراسة النشاط البيولوجي للمركبين على نوعين من البكتريا، و الأزو أسيكلوفير بنزو اوكساديازول على فطر الكانديدا.

#### 4-3-1- دراسة الفعالية البيولوجية للمركبين تجاه البكتريا:

حُضِر عينتان من كلا المركبين بتركيزين (100µg/ml) و (50µg/ml) وعينة من المادة المرجعية (جنتاميسين) (GE) بالتركيز (100µg/ml) باستخدام مذيب ثنائي ميثيل سلفوكسيد (DMSO)، وضعت العينات داخل الأطباق بواسطة أسطوانات من الستانلس ستيل قطرها حوالي (8mm)، تحوي جرثومة إيجابية الغرام (Staphylococcus Aureus) و جرثومة سلبية الغرام (Pseudomonas aeruginosa) وتم الحضان لمدة 36 ساعة عند درجة حرارة الوسط الخلوي 36.5-37°C.

الجدول (4): أقطار مناطق التثبيط للمركبين اتجاه الجرثومتين

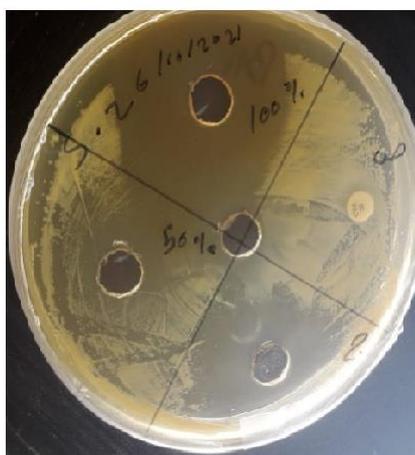
نوع الجرثومة	العينة	تركيز العينة	قطر منطقة التثبيط (mm)
Staphylococcus Aureus (S.T) إيجابية الغرام	البنزوأوكساديازول	100 µgr/ml	40
		50 µgr/ml	38

اصطناع وتوصيف مشتق جديد لأزو أسيكلوفير بنزو أوكساديازول

38	100 µgr/ml	الأزو أسيكلوفير	
22	50 µgr/ml	بنزو أوكساديازول	
20	100 µgr/ml	جنتاميسين	
38	100 µgr/ml	البنزو أوكساديازول	E.Col سلبية الغرام
22	50 µgr/ml		
18	100 µgr/ml	الأزو أسيكلوفير	
11	50 µgr/ml	بنزو أوكساديازول	
30	100 µgr/ml	جنتاميسين	



E.Col



Staphylococcus Aureus

الشكل (6): مناطق التثبيط لبنزو أوكساديازول تجاه الجرثومتين

نلاحظ من الشكل (6): من أجل الجرثومتين إيجابية الغرام ( Staphylococcus Aureus ) و سلبية الغرام ( E.Col ) و وجود مناطق تثبيط (هالة عدم نمو) للبنزو أوكساديازول كما هو موضح بالجدول (4)، أي أن للمركب قدرة تثبيطية كبيرة اتجاه نمو كلا الجرثومتين أكثر مما هو في حالة المادة المرجعية الجنتاميسين، بينما لمركب الأزو أسيكلوفير بنزو أوكساديازول فعالية لآس فيها.

#### 4-3-2- دراسة الفعالية البيولوجية للأزو أسكيلوفير بنزوأوكساديازول تجاه الكانديدا:

تمت دراسة النشاط البيولوجي للمركب على فطر الكانديدا بتركيز (100µg/ml) باستخدام مذيب ثنائي ميثيل سلفوكسيد (DMSO)، وضعت العينة داخل الأطباق بواسطة أسطوانات من الستانلس ستيل قطرها حوالي (8mm)، تحوي فطر الكانديدا وتم الحضان عند درجة الحرارة (30°C) لمدة 5 أيام.



**الشكل (7):** مناطق التنشيط للأزو أسكيلوفير بنزوأوكساديازول تجاه فطر الكانديدا

نلاحظ من الشكل السابق أن للأزو أسكيلوفير بنزوأوكساديازول قدرة على تنشيط نمو فطر الكانديدا بشكل كبير، حيث بلغ قطر هالة منع النمو 30mm.

#### 5- الاستنتاجات والمقترحات:

1. تم اصطناع البنزو أوكساديازول من خلال أكسدة 2- نetro الأنيلين بوسط كلوي.

2. أدى تفاعل البنزو أوكساديازول مع ملح الديازونيوم آزو أسيكلوفير إلى تشكل آزو أسيكلوفير بنزو أوكساديازول.
3. حددت هوية المركبين بالاعتماد على الطرائق المطيافية كطيف أشعة تحت الحمراء وطيف الطنين النووي المغناطيسي البروتوني .
4. كما درست الفعالية البيولوجية للمركبين على نوعين من الجراثيم الشائعة والممرضة سريرياً E.Col و Steaphylococcus ؛ فتبين أن للبنزو أوكساديازول قدرة تثبيطية كبيرة تجاه نمو كلا الجرثومتين أكثر مما هو في حالة المادة المرجعية الجنتاميسين، بينما للآزو أسيكلوفير بنزو أوكساديازول فعالية لآس فيها.
5. تمت دراسة النشاط البيولوجي للآزو أسيكلوفير بنزو أوكساديازول على فطر الكانديدا بتركيز (100µg/ml)، فكان للمركب قدرة على تثبيط نمو فطر الكانديدا بشكل كبير حيث بلغ قطر هالة التثبيط 30mm.
6. نقترح اصطناع المزيد من مشتقات الآزو بنزو أوكساديازول الدوائية نظراً لفعاليتها البيولوجية العالية تجاه البكتريا الممرضة سريراً والفطور .

6-المراجع:

- [1]. Kavitha S, Kannan K, Gnanavel S. Synthesis, characterization and biological evaluation of novel 2, 5 substituted-1, 3, 4 oxadiazole derivatives. Saudi Pharmaceutical Journal. 2017 Mar 1;25(3):337-45.
- [2]. Shaalan N, Hassan SS, Al-Hamdani AA. Synthesis, Spectroscopic and Thermodynamic Studies of Metal Complexes with Schiff Bases Derived from 2-[5-(Pyridin-2-Ylmethylene)-amino] 1, 3, 4-Oxadiazol-2-yl-Phenol. Al-Nahrain Journal of Science. 2015;18(4):13-21.
- [3]. Kadhim SH. Synthesis and Chracterization of 1, 3, 4-oxadiazole derivatives with some new transition metal complexes. journal of kerbala university. 2012;10(3):197-209.
- [4]. Hetzheim A, Möckel K. Recent advances in 1, 3, 4-oxadiazole chemistry. In Advances in heterocyclic chemistry 1967 Jan 1 (Vol. 7, pp. 183-224). Academic Press.
- [5]. A. Hetzheim, K. Moö ckel, in: A.R. Katritzky, A.J. Boulten (Eds.), Advances in Heterocyclic Chemistry, vol. 7, Academic Press, New York, 1966, p. 185.
- [6]. Gopalrao Rajurkar V, M Shirsath S. Green synthesis and evaluation of 5-(4-aminophenyl)-4-aryl-4H-1, 2, 4-triazole-3-thiol derivatives. Iranian Journal of Pharmaceutical Sciences. 2017 Apr 1;13(2):37-50.
- [7]. Abbiati G, Arcadi A, Attanasi O A, De Crescentini L and Rossi E, "Synthesis of functionalised pyrazolones and imidazolines /imidazoles through divergent cyclisation reactions" Tetrahedron, 57: 2031-2038, 2001.
- [8]. K. Hemming, 2008, 1,2,4-Oxadiazoles, Elsevier Ltd. All rights reserved, V. 5, N.04,P.244-314.
- [9]. .Zhi,M.Z.; Xue,W.Z.; Zong,Z.Z.; Ru,Y.; Rui,X.;Hai,B.G.;Hai,L.Z., 2012, Synthesis, biological evaluation and molecular docking studies of 1,3,4- oxadiazole derivatives as

- potential immunosuppressive, agents, *J. Bioorganic & Medicinal Chemistry*, V. 20, P. 3359–3367.
- [10]. Sumathia T, Srilakshmia A, Kotakadib VS, Saigopala DV. *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*.
- [11]. Ph.D. Thesis: Synthesis, Characterization and Biological Studies of Five Membered Nitrogen Heterocycles.
- [12]. El-Emam AA, Al-Deeb OA, Al-Omar M, Lehmann J. Synthesis, antimicrobial, and anti-HIV-1 activity of certain 5-(1-adamantyl)-2-substituted thio-1, 3, 4-oxadiazoles and 5-(1-adamantyl)-3-substituted aminomethyl-1, 3, 4-oxadiazoline-2-thiones. *Bioorganic & medicinal chemistry*. 2004 Oct 1;12(19):5107-13.
- [13]. Kaneko, D., Ninomiya, M., Yoshikawa, R., Ono, Y., Sonawane, A. D., Tanaka, K., ... & Koketsu, M. (2020). Synthesis of [1, 2, 4] triazolo [4, 3-a] quinoxaline-1, 3, 4-oxadiazole derivatives as potent antiproliferative agents via a hybrid pharmacophore approach. *Bioorganic Chemistry*, 104, 104293.
- [14]. Behalo, M. S., & El Said, E. S. (2021). Green synthesis of 1, 3, 4-oxadiazole derivatives based on N-arylidene-2-(1-oxo-4-(4-phenoxyphenyl) phthalazin-2 (1 H) -yl) acetohydrazide as potential antitumor agents. *Journal of Heterocyclic Chemistry*, 58(2), 459-465.

## حساب معامل ليابونوف الأسّي الأعظمي لمنظومة ديناميكية مستمرة

اسم الباحث: سراب علي محمود

العنوان: قسم الرياضيات / كلية العلوم / جامعة البعث.

الدكتور المشرف: مصطفى حسن + د. محمد العلي

البريد الإلكتروني: [sarabmahmoud83@gmail.com](mailto:sarabmahmoud83@gmail.com)

### ملخص البحث:

معاملات ليابونوف الأسية هي واحدة من مقاييس الفوضى في المنظومات الديناميكية [1]. وبشكل خاص كون معامل ليابونوف الأسّي الأعظمي  $\lambda_1$  موجباً هو دليل قوي على وجود الفوضى. إن قيمة  $\lambda_1$  تخبرنا فيما إذا كانت منظومة ديناميكية معطاة فوضوية أم لا. فإذا كان  $\lambda_1 > 0$  عندئذٍ تعد المنظومة فوضوية وإلا إذا كان  $\lambda_1 < 0$  تعد غير فوضوية. نهتم في هذا البحث بطرق حساب هذا المعامل، ونقدم طريقة تحليلية لحسابه بالإضافة إلى خوارزمية عددية تبين كيفية حساب هذا المعامل. كما نقوم بتطبيق نتائج هذا البحث على عدة منظومات ديناميكية شهيرة، ونقدم ملحقاً يتضمن النصوص البرمجية التي استخدمناها لانجاز الحسابات العددية.

**كلمات مفتاحية:** المنظومات الديناميكية المستمرة - التدفق - مسار  
المنظومة - معاملات ليابونوف الأسية - معامل ليابونوف الأسّي الأعظمي  
- فضاء الموضع لمنظومة ديناميكية.

## The Largest Lyapunov exponent for a Continuous Dynamical System

.  
:

### Abstract

Lyapunov exponents are important measures of Chaos in dynamical systems[1]. Particularly, a positive largest Lyapunov exponent  $\lambda_1$  is a strong indicator of chaos. The value of  $\lambda_1$  would tell us whether or not a given dynamical system is chaotic. If  $\lambda_1 > 0$ , then the dynamical system is chaotic, otherwise if  $\lambda_1 < 0$ , then the dynamical system is non-chaotic.

We will find an analytic method to calculate this exponent. In addition, we will give an algorithm for the calculation criteria, and finally we will calculate the largest Lyapunov exponent for some famous dynamical systems, and then we will give program's codes which we write for the calculation.

**Key words:** Dynamical Systems – Flow – Trajectory – Lyapunov Exponents – The Largest Lyapunov Exponent – Phase Space.

## مقدمة

تستخدم معاملات ليابونوف بشكل واسع في دراسة المنظومات الديناميكية، لقد كان قام أوسيلديك (Oseledec) بدراسة نظرية لهذه المعاملات، كما عمل كلاً من بينتين (Benttin) وولف (Wolf) في هذا المجال .

بدايةً، سنعرف بإيجاز معاملات ليابونوف الأسية وسنهتم في دراستنا هذه في المنظومات الديناميكية المستمرة من الشكل  $\frac{dX}{dt} = F(X)$ ، وسنقدم طريقة تحليلية لحساب هذا المعامل بالإضافة إلى خوارزمية عددية تبين طريقة الحساب، بالإضافة إلى ملحق يتضمن النصوص البرمجية التي قمنا بكتابتها لتساعدنا في الحساب.

## هدف البحث

نريد الوصول إلى طريقة عملية وتحليلية لحساب معامل ليابونوف الأعظمي.

## مواد وطرق البحث

سنقوم بدراسة تحليلية تعتمد على نشر تايلور وسنستخدم برنامج ماثماتيكا (Mathematica) لكتابة برامج تقوم بحساب قيمة هذا المعامل.

### 1. معامل ليابونوف الأعظمي

لتكن المنظومة الديناميكية المؤلفة من  $n$  معادلة تفاضلية من المرتبة الأولى التالية:

$$\frac{dX}{dt} = F(X) \quad (1)$$

حيث أن  $X \in \mathbb{R}^n$  هو متجه ذو  $n$  بعد،  $F: \mathbb{R}^n \rightarrow \mathbb{R}^n$  هي دالة قابلة للمفاضلة،  $t$  هو متحول الزمن.

بفرض أن  $X^0$  هي نقطة من فضاء الموضع للمنظومة (1) و تقع ضمن مجال جذب أحد جواذب المنظومة و ليكن  $A$  ، و لنرمز بالرمز  $\phi_t(X^0)$  لتدفق هذه المنظومة الذي يحقق الشروط الابتدائية  $\phi_0(X^0) = X^0$  ، ولتكن  $\{E_i\}_{i=1}^n$  قاعدة لفضاء الموضع و  $0 < \delta \ll 1$  عدد حقيقي موجب صغير بقدر كافٍ. يمكننا ضمن هذه الفرضيات الحصول على مجموعة من التدفقات ذات الاضطرابات الصغيرة للمنظومة (1)، وهي  $\{\phi_t(X^0 + \delta E_i)\}_{i=1}^n$  ذات الشروط الابتدائية  $\phi_0(X^0 + \delta E_i) = X^0 + \delta E_i$  حيث  $1 \leq i \leq n$ . و إذا رمزنا بالرمز  $\delta_i(t)$  للمتجه الموجه من  $\phi_t(X^0)$  إلى  $\phi_t(X^0 + \delta E_i)$  في أي لحظة زمنية، فإن  $\delta_i(0) = \delta E_i$  ، لقد تم إثبات أن النهاية التالية:

$$\lim_{t \rightarrow \infty} \frac{1}{t} \text{Log} \frac{\|\delta_i(t)\|}{\|\delta_i(0)\|} \quad (2)$$

موجودة عندما  $\delta \rightarrow 0$  و هي ذاتها من أجل أي متجه وحدة توجيه  $E_i$  في فضاء الموضع. و تعرف هذه النهاية على أنها معامل ليايبنوف الأعظمي ويرمز بها بالرمز  $\lambda_1$  .

## 2. الطريقة التحليلية لحساب معامل ليايبنوف الأعظمي:

لنأخذ المسارين  $\phi_t(X^0)$  و  $\phi_t(X^0 + \delta E_1)$  للمنظومة (1) الموافقين للشروط الابتدائية  $\phi_0(X^0) = X^0$  و  $\phi_0(X^0 + \delta E_1) = X^0 + \delta E_1$  حيث  $0 < \delta \ll 1$ .

و بهذا الشكل يمكن تعريف المتجه  $\delta_1(t)$  في فضاء موضع المنظومة المعطاة بالعلاقة:

$$\delta_1(t) = \phi_t(X^0 + \delta E_1) - \phi_t(X^0) \quad (3)$$

الآن، باشتقاق طرفي العلاقة الأخيرة بالنسبة للزمن و بالاستفادة من كون  $\phi_t(X^0)$  و  $\phi_t(X^0 + \delta E_1)$  هما حلول للمعادلة التفاضلية (1) ، نجد أن:

$$\frac{d}{dt} \delta_1(t) = F(\phi_t(X^0) + \delta_1(t)) - F(\phi_t(X^0)) \quad (4)$$

بنشر الدالة  $F$  في جوار  $\phi_t(X^0)$ ، نجد:

$$\frac{d}{dt} \delta_1(t) = \mathfrak{J}(\phi_t(X^0)) \delta_1(t) \quad (5)$$

حيث أن  $\mathfrak{J}$  هي المصفوفة اليعقوبية للدالة  $F$ . لكن و بما أن  $\phi_t(X^0)$  هي أحد حلول المعادلة التفاضلية (1) ، فإنه يمكن كتابة المعادلة الأخيرة بالشكل :

$$\frac{d\delta_1}{dt} = \mathfrak{J}(X) \delta_1 \quad (6)$$

الآن، بتقسيم الطرفين على  $\delta$   $\|\delta_1(0)\| = \delta$ ، يمكن أن نكتب المعادلة السابقة بالشكل:

$$; \quad L(0) = E_1 \frac{dL}{dt} = \mathfrak{J}(X) \cdot L \quad (7)$$

حيث أن  $E_1$  هو أي متجه وحدة في فضاء موضع المنظومة المعطاة.

و بالتالي نستنتج أنه يمكن حساب معامل ليابونوف الأسي الأعظمي من خلال حل جملة المعادلتين (1) و (7) معاً و من ثم إيجاد قيمة المعامل  $\lambda_1$  من العلاقة التالية:

$$\lambda_1 = \lim_{t \rightarrow \infty} \frac{1}{t} \text{Log} \|L(t)\| \quad (8)$$

نسمي المعادلة (8) بالمعادلة الأساسية لحساب معامل ليابونوف الأسي الأعظمي.

3. خوارزمية حساب معامل ليابونوف الأسي الأعظمي لمنظومة ديناميكية:

لتكن لدينا منظومة ديناميكية من الشكل (1) والمكونة من  $n$  معادلة تفاضلية، عندئذٍ تلخص هذه الخوارزمية بالخطوات التالية:

1- نعرف المنظومة الجديدة المؤلفة من  $(2n)$  معادلة والتي يكون فيها الـ  $n$  معادلة الأولى هي معادلات المنظومة نفسها:

$$\frac{dX}{dt} = F(X)$$

والمعادلات الباقية هي :

$$\frac{dL}{dt} = \mathfrak{J}(X).L$$

2- نطبق طريقة عددية لحل المنظومة (مثل طريقة رانج كوتا) من أجل الشروط الابتدائية:

$$X(t_0) = X_0$$

$$L(t_0) = E_1$$

- 3- نحسب في كل خطوة اللوغاريتم الطبيعي لطويلة  $L$ .
- 4- نجمع اللوغاريتمات ونقسمها على عدد التكرارات (بعد إهمال عدد كاف من الحلول الأولى للمنظومة (ما نسميه بالعابر الديناميكي).

فحصل بذلك على معامل ليابونوف الأعظمي.

4. أمثلة:

مثال 1:

منظومة لورنز: يعطى نموذج لورنز للحمل الحراري [Lorenz (1963)] بواسطة منظومة ديناميكية مستمرة (تفاضلية) ثلاثية الأبعاد من الشكل:

$$\begin{cases} \frac{dx}{dt} = p(y - x) \\ \frac{dy}{dt} = -xz + rx - y \\ \frac{dz}{dt} = xy - qz \end{cases} \quad (9)$$

حيث أن  $p, q, r$  هي وسطاء حقيقية موجبة تتعلق بالحالة الفيزيائية للمائع.

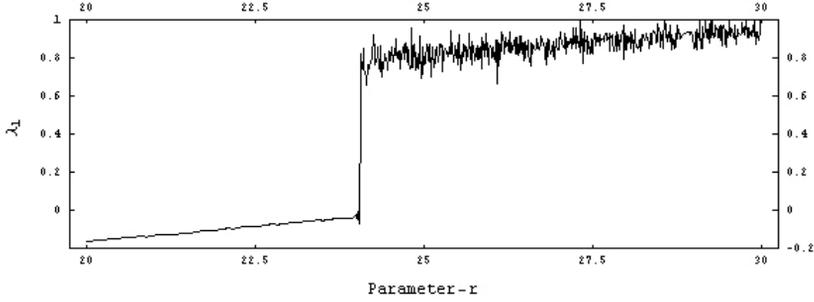
لقد حسبنا معامل ليابونوف الأعظمي لهذه المنظومة وفق الخوارزمية السابقة

من أجل قيمتي الوسيطين  $p = 10, q = \frac{8}{3}$  وقيم الوسيط  $r \in [20, 30]$  ،

حيث يبين الشكل (1) تغير قيمة معامل ليابونوف بتغير قيمة الوسيط  $r$  ،

يتضح من الشكل أن المسار يكون غير فوضوياً من أجل قيم الوسيط

$r < 24$  ويصبح فوضوياً من أجل بقية قيم المجال.

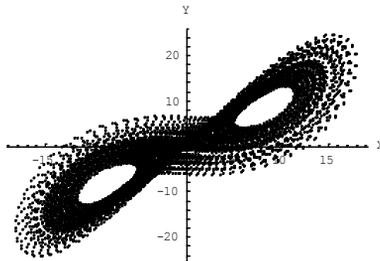


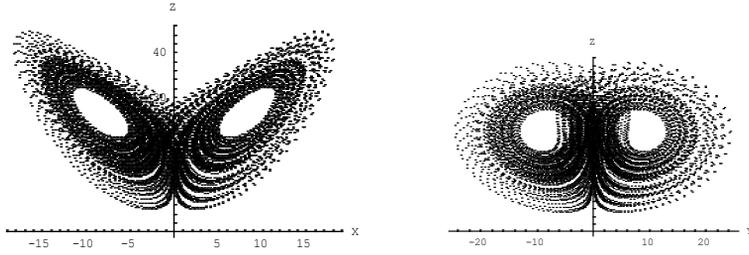
الشكل (1): معامل ليابونوف لمنظومة لورنز من أجل قيمتي الوسيطين

$$p = 10, q = \frac{8}{3}$$

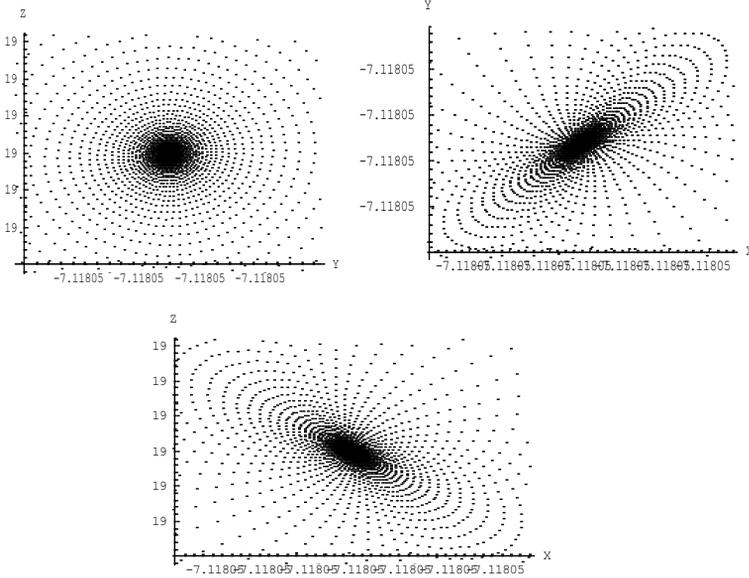
كما يبين الشكل (2) مساقط المسار الفوضوي لهذه المنظومة الديناميكية في المستوي  $(x-y)$  والمستوي  $(x-z)$  و  $(y-z)$  على الترتيب من أجل قيم الوسطاء  $r = 28$  و  $p = 10$  و  $q = 8/3$ .

ويبين الشكل (3) مساقط المسار الغير الفوضوي لهذه المنظومة الديناميكية في المستوي  $(x-y)$  و  $(x-z)$  و  $(y-z)$  على الترتيب من أجل قيم الوسطاء  $r = 20$  و  $p = 10$  و  $q = 8/3$ .





الشكل (2) مساقط جاذب منظومة لورنز الفوضوي عاى المستويات الاحداثية من أجل قيم الوسطاء  $r = 28$  و  $p = 10$  و  $q = 8/3$ .



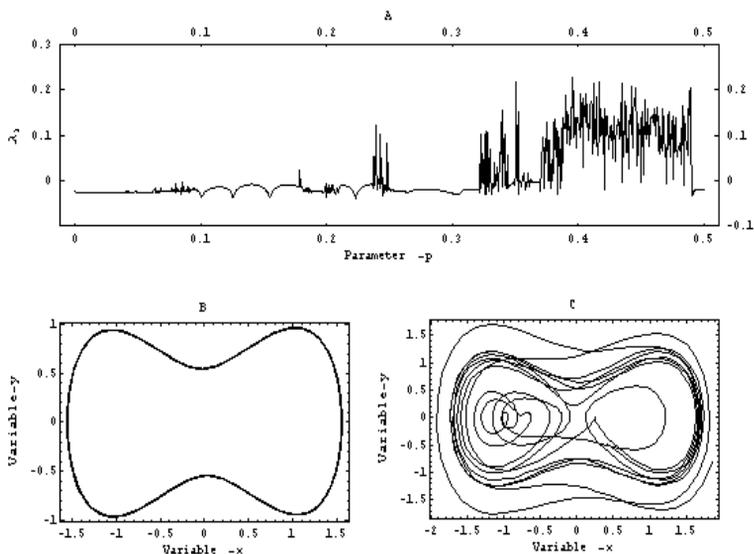
الشكل (3) مساقط جاذب منظومة لورنز الفوضوي عاى المستويات الاحداثية من أجل قيم الوسطاء  $r = 20$  و  $p = 10$  و  $q = 8/3$ .

مثال 2: منظومة دفينغ القسرية (*Driven Duffing System*): تعطى هذه المنظومة بجملة المعادلات التفاضلية من المرتبة الأولى التالية :

$$\begin{cases} \frac{dx}{dt} = y \\ \frac{dy}{dt} = x - x^3 - qy + p \cos(rz) \\ \frac{dz}{dt} = 1 \end{cases} \quad (10)$$

حيث  $p$  و  $q$  و  $r$  هي وسطاء هذه المنظومة. و سنثبت قيمة الوسيطين  $q=0.05$  و  $r=0.7$  أما الوسيط  $p$  فيمكن له أن يأخذ أية قيمة في المجال  $[0, 0.5]$ .

قمنا أيضاً بحساب معامل ليابونوف الأسي الأعظمي لهذه المنظومة وفق الخوارزمية السابقة ووجدنا أن معامل ليابونوف الأسي الأعظمي  $\lambda_1$  يكون موجباً من أجل بعض قيم الوسيط  $p$  و سالباً من أجل قيم أخرى. و الشكل (4) يوضح مسارين نموذجيين لهذه المنظومة من أجل القيمتين التاليتين للوسيط  $p$  و هما  $p = 0.125$  (المسار الغير فوضوي) و  $p = 0.4$  (المسار الفوضوي) على الترتيب.



الشكل (4): (A) معامل ليايبنوف الأسي لمنظومة دفينغ القسرية

(B) المسار غير الفوضوي  $p = 0.125$  (C) المسار الفوضوي  $p = 0.4$

### مثال 3

منظومة روسلر المختزلة (*Reduced Rossler System*): تعطي هذه

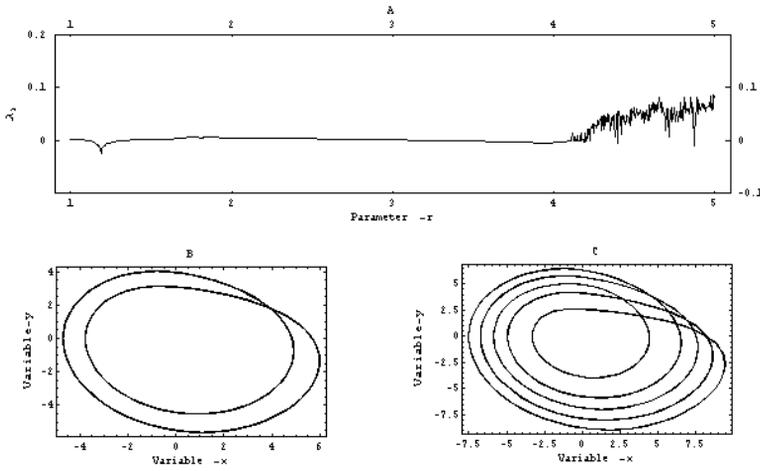
المنظومة بجملة المعادلات التفاضلية الثلاثة من المرتبة الأولى التالية

$$\begin{cases} \frac{dx}{dt} = -y - x \\ \frac{dy}{dt} = x + py \\ \frac{dz}{dt} = q + z(x - r) \end{cases} \quad (11)$$

حيث  $p$  و  $q$  و  $r$  هي وسطاء لهذه المنظومة، وبحساب معامل

ليايبنوف لهذه المنظومة

من أجل قيمتي الوسيطين  $p = q = 0.2$  ومن أجل قيم الوسيط  $r \in [1, 5]$  نجد معامل ليايرونوف الأسي الأعظمي  $\lambda_1$  يكون موجباً من أجل بعض قيم الوسيط  $r$  و سالباً من أجل قيم أخرى. و الشكل (5) يوضح مسارين نموذجيين لهذه المنظومة من أجل القيمتين التاليتين للوسيط  $r = 3$  (مسار لا فوضوي) و  $r = 4.7$  (مسار فوضوي)، على الترتيب.



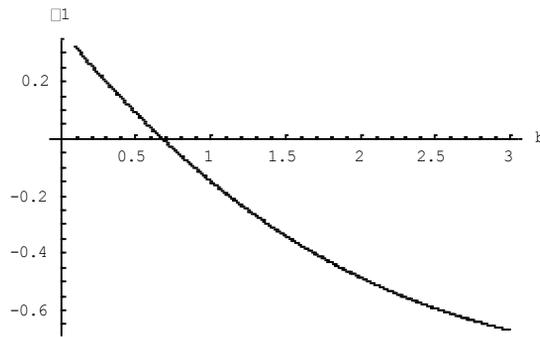
الشكل (5): (A) معامل ليايرونوف الأسي الأعظمي لمنظومة روسلر المختزلة (B) الجاذب غير الفوضوي للمنظومة من أجل  $r = 3$  (C) الجاذب الفوضوي للمنظومة من أجل  $r = 4.7$ .

### منظومة سيلينكوف

تعطى هذه المنظومة بالمعادلات التالية :

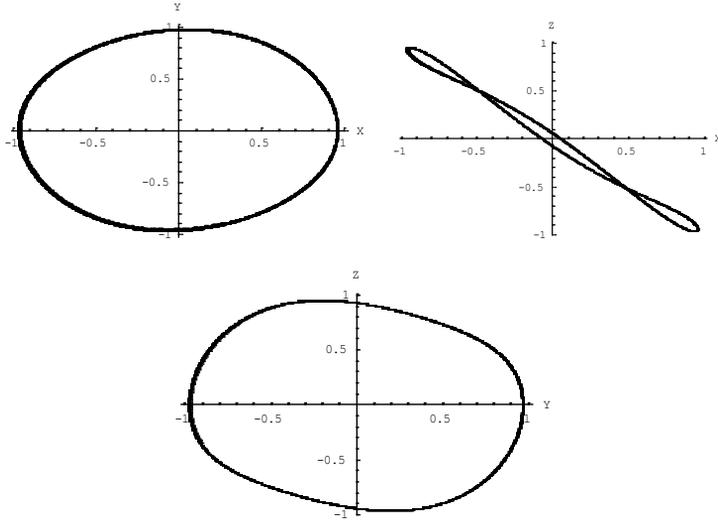
$$\begin{cases} \frac{dx}{dt} = y \\ \frac{dy}{dt} = z \\ \frac{dz}{dt} = x^3 - a^2x - y - bz \end{cases} \quad (12)$$

حيث  $a, b$  وسطاء المنظومة، لنثبت  $a = 1.3$ ، ولنترك  $b$  يتحول في المجال  $[0,3]$ ، وبحساب معامل ليابونوف لهذه المنظومة مع هذه القيم للوسطاء وفق الخوارزمية المذكورة أعلاه نجد أنه مع ازدياد قيمة الوسيط  $b$  من 0 الى 3 فان معامل ليابونوف الأعظمي تتغير قيمته من موجبة لتصبح سالبة بالقرب من القيمة  $b \approx 0.7$ ، وبعدها يظهر الجاذب غير الفوضوي من أجل بقية قيم المجال، الشكل (6) يوضح ذلك، والشكل (7) يوضح الجاذب غير الفوضوي الموافق لقيم الوسطاء  $a = 1.3$   $b = 1$ ،



الشكل (6) : معامل ليابونوف الأعظمي لمنظومة سيلينكوف من أجل قيم

$$\text{الوسطاء } a = 1.3 \text{ , } b \in [0,3]$$



الشكل (7) : مساقط الجاذب غير الفوضوي لمنظومة سيلينكوف من أجل قيم الوسطاء  $b=1$   $a=1.3$  ,

### ملحق بالنصوص البرمجية

1- برنامج يحسب معامل ليايبنوف الأعظمي لمنظومة لورنز من أجل

$$: r \in [20,30] \quad q=8/3, \quad p=10$$

```

$MaxExtraPrecision 10000000000;
NextPointRK fun_, initialX_, h_ :=
Module [k1, k2, k3, k4 ; k1 fun initialX
k2 fun initialX h k1
k3 fun initialX h k2
k4 fun initialX h k3
initialX h k1 k2 k3 k4
6 3 3 6
SolRK fun_, initialX_, h_, L_ :=
NestList NextPointRK fun_, #, h &, initialX, Round L/h
InitialRK fun_, initialX_, h_, L_ :=
Nest NextPointRK fun_, #, h &, initialX, Round L/h
f X_ := p X^2 - r X - 1;
X := {X[1], X[2], X[3], X[4], X[5], X[6]};
p X := X[1] X[2] X[3] X[4] X[5] X[6];
X := X[1] X[2] X[3] X[4] X[5] X[6];
p 10; q 8/3; r 23.7;
X0 InitialRK f, {1., 0., 0., 1., 0., 0.}, {0.01, 100}
t1 SolRK f, X0, {0.01, 100}
txy Table [f, 1, t1, 2, {1, Length t1}
pxy ListPlot txy, AxesLabel {X, Y}
txz Table [f, 1, t1, 3, {1, Length t1}
pxz ListPlot txz, AxesLabel {X, Z}
tyz Table [t1, 1, 2, t1, 1, 3, {1, Length t1}
pyz ListPlot tyz, AxesLabel {Y, Z}, {r 6.1; Lyap
While [29.,
tt1 SolRK f, X0, {0.1, 1}
s 0; For [1, i, Length tt1, 1 Log [tt1, 4, 2
tt1, 5, 2 tt1, 6, 2
s s 1; s1 s/i; i Lyap Append Lyap, t, s1 {r 0.1
ListPlot Lyap, AxesLabel {r, "1"}

```

2- برنامج يحسب معامل ليابونوف الأسي لمنظومة ديفينغ من أجل قيم

$$, r \in [20,30] \quad q=8/3, \quad p=10 \quad \text{الوسطاء}$$

```

$MaxExtraPrecision 1000000000000;
NextPointRK fun_, initialX_, h_, L_ :=
Module [k1, k2, k3, k4, k1, fun, initialX_
k2 := fun [initialX_ - h/2, k1];
k3 := fun [initialX_ - h/2, k2]; k4 := fun [initialX_, k3];
initialX_ + h (k1/6 + k2/3 + k3/3 + k4/6);
SolRK fun_, initialX_, h_, L_ :=
NestList [NextPointRK [fun, #, h] &, initialX_, Round [L/h]]

InitialRK fun_, initialX_, h_, L_ :=
Nest [NextPointRK [fun, #, h] &, initialX_, Round [L/h]]

f [X_] := q X^2 - 1; X := 1; X := 3; X := 2;
p Cos [X] & 1, X := 1; X := 1; X := 2; X := 4;
q X := 1; X := 1; X := 1; p Sin [X] & 0;
p 0.4; q 0.05; r 0.3;
X0 := InitialRK [f, 0.1, 0.0, 0.0, 1.0, 1.0, 0.0, 0.1, 1];
t1 := SolRK [f, X0, 0.01, 100];
txy := Table [t1, {1, 1}, {t1, 2}, {t1, 1}, Length [t1]];
pxy := ListPlot [txy, AxesLabel -> {"X", "Y"}];
txz := Table [t1, {1, 1}, {t1, 3}, {t1, 1}, Length [t1]];
pxz := ListPlot [txz, AxesLabel -> {"X", "Z"}];
tyz := Table [t1, {1, 2}, {t1, 3}, {t1, 1}, Length [t1]];
pyz := ListPlot [tyz, AxesLabel -> {"Y", "Z"}];
Lyap := {};
p 0.0001
While [p 0.5,
tt1 := SolRK [f, X0, 0.1, 1];
s 0;
For [i 1, i Length [tt1],
i Log [tt1 [i, 4]^2 - tt1 [i, 5]^2 - tt1 [i, 6]^2];
s s + 1; s1 s/i; i i];
Lyap Append [Lyap, p, s1]; p 0.01];
ListPlot [Lyap, AxesLabel -> {"p", "s1"}];

```

برنامج يحسب معامل ل يابونوف الأعظمي لمنظومة سيلينكوف من

$$a = 1 \text{ و } b \in [0,3]$$

```

$MaxExtraPrecision = 10000000000000000;
NextPointRK[fun_, initialX_, h_?NumericQ] :=
Module[{k1, k2, k3, k4, k1, k2, k3, k4, k1, k2, k3, k4},
k1 = fun[initialX_];
k2 = fun[initialX_ + h/2, k1];
k3 = fun[initialX_ + h/2, k2];
k4 = fun[initialX_ + h, k3];
initialX_ + h (k1/6 + k2/3 + k3/3 + k4/6);
SolRK[fun_, initialX_, h_, L_?NumericQ] :=
NestList[NextPointRK[fun, #, h &, initialX, Round[L/h]]]
InitialRK[fun_, initialX_, h_, L_?NumericQ] :=
Nest[NextPointRK[fun, #, h &, initialX, Round[L/h]]]
f[X_] := -X^2 + X^3 + a^2 - X^2 + b X^3;
X[5] := X[6] + h (k1/6 + k2/3 + k3/3 + k4/6);
a = 1.3; b = 1.;
X0 = InitialRK[f, 0.1, 0.0, 0.0, 1.0, 1.0, 0.0, 0.0, 1.0];
t1 = SolRK[f, X0, 0.01, 100];
txy = Table[{t1[[i, 1]], t1[[i, 2]]}, {i, 1, Length[t1]};
pxy = ListPlot[txy, AxesLabel -> {"X", "Y"}];
txz = Table[{t1[[i, 1]], t1[[i, 3]]}, {i, 1, Length[t1]};
pxz = ListPlot[txz, AxesLabel -> {"X", "Z"}];
tyz = Table[{t1[[i, 2]], t1[[i, 3]]}, {i, 1, Length[t1]};
pyz = ListPlot[tyz, AxesLabel -> {"Y", "Z"}];
Lyap = {};
b = 0.1;
While[b < 3.,
tt1 = SolRK[f, X0, 0.1, 1];
s = 0;
For[i = 1, i < Length[tt1],
{1, Log[tt1[[i, 4]]^2] + tt1[[i, 5]]^2 + tt1[[i, 6]]^2};
; s = s + 1; s1 = s/i; i = i + 1;
Lyap = Append[Lyap, s1]; b = 0.1];
ListPlot[Lyap, AxesLabel -> {"b", "1"}];

```

## المراجع العلمية

- [1]-Froeschle, C., J., 1984. The Lyapunov Characteristic Exponents and Applications. *Mecanique Theorique et Applique*, Numero Special : 101-132.
- [2]-Galias, Z., 1999. Local Transversal Lyapunov Exponents for Analysis of Synchronization of Chaotic Systems. *Int. J. Circuit Theory and Applications*, **27** (6) : 589-604.
- [3]- Grond, F., and Diebner H. H., 2005. Local Lyapunov Exponents for Dissipative Continuous Systems. *Chaos, Solitons and Fractals***23** (5) : 1809-1817.
- [4]-Dewar, R. L. and Henry, B.I., 1992. *Nonlinear Dynamics and Chaos*. World Scientific, Singapore.
- [5]-Drazin, P.G., 1992. *Nonlinear Systems*. Cambridge Univ. Press, Glasgow.

## الكشف الكيميائي النباتي والفعالية المضادة

### للأحياء الدقيقة للطحلب *Ulva fasciata*

أ. د ربحاب دباس<sup>(1)</sup> أ. د عبد العليم بلّو<sup>(2)</sup> رباب حمادة<sup>(3)</sup>

#### الملخص:

يعدّ الطحلب البحري *Ulva fasciata* مصدراً غنياً بالمركبات الفعالة حيويًا وذلك يستدعي الاستفادة المثلى من مستقلباته، هدف هذا البحث إلى الكشف عن بعض المواد الفعالة حيويًا في المستخلصات الإيثانولية والميثانولية والكلوروفورمية للطحلب البحري *Ulva fasciata* ودراسة تأثيرها المضاد لبعض الأحياء الدقيقة وتحديد قيمة التركيز المثبط الأدنى (MIC) والتركيز القاتل الأدنى (MBC) للمستخلصات الفعالة. أُستخدمت طريقة التفاعلات النوعية والكواشف اللونية للكشف عن المواد الفعالة واعتمدت طريقة الانتشار من الحفر ضمن الأغار لدراسة فعالية المستخلصات وحُدّد (MIC) بطريقة التمديد الدقيق باستخدام صفائح المعايرة الدقيقة. بينت النتائج احتواء المستخلص الإيثانولي والميثانولي على معظم المواد الكيميائية التي تم الكشف عنها، وأبدت المستخلصات الثلاثة فعالية على جراثيم *S.aureus* بقيم تراوحت بين (8-23) ملم لأقطار هالات التنشيط عند الحجم  $100 \mu\text{l}$  وبتراكيز 10% وتراوحت القيم بين (9-10) ملم على جراثيم *E.coli* للمستخلصين الإيثانولي والميثانولي، دون أي تأثير على *P.aeruginosa* أو الفطريات المدروسة. تراوحت قيمة (MIC) للمستخلص الميثانولي بين 0.78 ملغ/مل على جراثيم *S.aerues* و 12.5 ملغ/مل على جراثيم *E.coli*، وتراوحت قيم (MBC) بين 6.25 ملغ/مل على *S.aeures* و 50 ملغ/مل على جراثيم *E.coli*.

**كلمات مفتاحية:** *Ulva fasciata*، مستخلصات طحلبية، فعالية مضادة للأحياء الدقيقة.

- (1) أستاذ في قسم علم الحياة النباتية، كلية العلوم، جامعة حلب.
- (2) أستاذ في قسم علم الحياة النباتية، كلية العلوم، جامعة حلب.
- (3) طالبة دراسات عليا (ماجستير)، قسم علم الحياة النباتية، كلية العلوم، جامعة حلب.

## phytochemical screening and antimicrobial activity of *Ulva fasciata*

Rehab Dabbas<sup>(1)</sup> Abdel Aleem Bello<sup>(2)</sup> Rabab Hammadeh<sup>(3)</sup>

### Abstract:

The marine algae *Ulva fasciata* is a rich source of biologically active compounds and that calls for optimum utilization of its metabolites. The aim of this research is to detect some biologically active constituents in the ethanolic, methanolic and chloroform extracts of seaweed *Ulva fasciata* and study its antimicrobial activity against some microorganisms and determine the value of the minimum inhibitory concentration (MIC) The Minimum bactericidal Concentration (MBC) of the active extracts. Qualitative reactions and colorimetric reagents was used to detect the active constituents, agar well diffusion method was adopted to study the antimicrobial activity of the extracts. MIC was determined by Micro dilution method using Microtitration plates. The results showed that the ethanolic and methanol extract contained most of the chemicals that were detected, and the three extracts showed antimicrobial activity against *S.aureus* with values ranging between (8-23) mm of diameters of inhibition zones at a size of 100  $\mu$ l and a concentration of 10%, and the values ranged between (9-10) mm on *E.coli* of ethanolic and methanolic extracts, without any effect on *P.aeruginosa* or the studied fungi. MIC value of the methanolic extract ranged between 0.78 mg/ml on *S.aerues* and 12.5 mg/ml on *E.coli*, MBC values ranged between 6.25 mg/ml on *S.aeures* and 50 mg/ml on *E.coli*.

**Key words:** *Ulva fasciata*, algal extracts, antimicrobial activity.

---

(1) Professor in the Department of Plant Biology , Faculty of Science , University of Aleppo

(2) ) Professor in the Department of Plant Biology , Faculty of Science , University of Aleppo. (3) Postgraduate Student (Master), Department of Plant Biology, Faculty of Science, University of Aleppo.

## 1- المقدمة:

لاقت الكائنات البحرية بما فيها الطحالب اهتماماً واضحاً منذ مدة طويلة لتطوير تقانات طبية اعتماداً على مصادر طبيعية [1].

تعد الطحالب الكبيرة Macroalgae نباتات مشرية حقيقية النواة، ذاتية التغذية الضوئية Photoautotrophic [2]، وقد تم الاستفاد من نواتجها الاستقلابية منذ عقود طويلة إضافة إلى احتوائها مواداً مضادة للأحياء الدقيقة والحماة ومضادات الأكسدة [3]

ونظراً لغنى الشاطيء السوري بأنواع مختلفة من الطحالب الخضراء فقد تم التركيز على أهمية الجنس *Ulva* أو ما يعرف بخس البحر Sea lettuce سيما النوع *Ulva fasciata* حيث سجل وجوده على شاطئ شاليهات الدراسات، المدينة الرياضية والكورنيش الجنوبي في مدينة اللاذقية [4] وذلك كمصدر للعديد من المواد الفعالة حيويًا.

### الوصف الشكلي:

طحلب مشري أخضر داكن أو مصفر أحياناً، يغزر على الصخور الشاطئية ويتباين طوله حسب مكان وجوده حيث يتراوح بين 3-72 سم. تقسم المشرة الى فصوص عدة على شكل شرائط ضيقة بسيطة أو متشعبة، لها مثبت (ماسك) للثبوت على الصخور، تكون المنطقة أعلى المثبت ضيقة قليلاً ثم تتسع لتصل الى ذروة القمة، الحواف ناعمة نسبياً مع بروزات خشنة أحياناً والخلايا مضلعة، تحوي الصانعة (1-2) من البيرونويد [5].



الشكل (1) طحلب *U. fasciata*

## تصنيف الطحلب: وفق [2]

Chlorophycophyta	شعبة الطحالب الخضراء
Chlorophyceae	صف الطحالب الخضراء
Ulvales	رتبة
Ulvaceae	فصيلة
<i>Ulva</i>	جنس
<i>U. fasciata</i>	نوع

وقد سجلت دراسات مختلفة نشاطاً قوياً مضاداً للأحياء الدقيقة من المواد المعزولة من الطحالب الخضراء ومنها [3]. وذكرت دراسات عديدة عن غنى النوع *U. fasciata* بالعديد من المستقلبات الثانوية ذات الفعالية الحيوية من غليكوزيدات، صابونينات، تانينات، تربينات وغيرها منها الدراسة [6] والدراسة [7].

كما أشارت دراسة أخرى لوجود القلويدات والفنيولات إضافة إلى الأحماض الدهنية والتربينويدات في المستخلص الإيثانولي للطحلب السابق [8].

وإن احتواءها على المواد الفعالة السابقة يجعل منها مصدراً مهماً كمضاد للأحياء الدقيقة. حيث أكدت إحدى الدراسات فعالية المستخلص الميثانولي لنوع *U. lactuca* ضد مجموعة من الجراثيم إيجابية وسلبية الغرام [9]. وأشارت دراسة أخرى إلى التأثير الفعال للمستخلص الميثانولي للنوع *U. fasciata* على مجموعه من الفطريات الممرضة والجراثيم إيجابية وسلبية الغرام [6]. إضافة إلى دراسة أخرى أثبتت قدرة المستخلصات الطحلبية للنوع *U. fasciata* على تثبيط أنواع جرثومية مختلفة وبأقطار متفاوتة [10]. كما سجلت إحدى الدراسات نشاطاً مضاداً للجراثيم إيجابية وسلبية الغرام للطحلب *U. lactuca* وذلك عند استخدام مذيبات مختلفة [11].

## 2\_ أهمية وأهداف البحث:

نظراً للاستخدام العشوائي للصادات المصنعة وظهور المقاومة الجرثومية للعديد من الزمر الدوائية، كان لا بد من البحث عن مصادر جديدة للصادات وبطرق صديقة للبيئة. ونظراً لانتشار الطحالب الخضراء على الشاطئ السوري فقد هدف البحث إلى:

1- التحري عن بعض المواد الكيميائية الفعالة في الطحلب *U. fasciata*.

- 2- دراسة تأثير بعض المستخلصات الطحلبية في نمو بعض الأحياء الدقيقة الممرضة.  
3- تحديد قيمة التركيز المثبط الأدنى MIC والتركيز القاتل الأدنى MBC للمستخلصات الفعالة.

### 3\_ مواد وطرائق العمل:

#### 3\_1\_ مكان وتاريخ إنجاز البحث:

تم إنجاز البحث في الفترة الواقعة بين شهر حزيران 2019 و شهر حزيران 2021 في مخبر الأحياء الدقيقة، قسم علم الحياة النباتية في كلية العلوم، جامعة حلب ومخبر الأحياء الدقيقة في كلية الطب البيطري بجامعة حماه.

#### 3\_2\_ الحصول على الأنواع الجرثومية والفطرية:

تم الحصول على الأنواع الجرثومية من المشفى الوطني والعيادات الشاملة بحماه وتم التأكد من هويتها من خلال مجموعة من الاختبارات الحيوية الكيميائية والفحص المجهرى وذلك وفق [12] حيث فحصت تحت المجهر بعد معاملتها بصبغة غرام لدراسة إيجابيتها وسلبيتها، كما تم إجراء الاختبارات الآتية: (اختبار تحلل الدم، اختبار الأندول، اختبار أحمر الميتيل، اختبار فوكس بروسكاور، اختبار سيمون سترات، اختبار الكاتلاز اختبار الأوكسداز، اختبار السكريات الثلاثية) ثم حفظت على الأغار المائل. كما تم الحصول على الأنواع الفطرية المدروسة من مختبر الأحياء الدقيقة في كلية الطب البيطري ومخابر القطرنجي والخطيب بدمشق معزولة من عينات مرضية، عينات قشع للفطر *Aspiggillus niger* ومسحات مهبلية لخمائر *Candida albicans*. تم تنشيط العزلات الجرثومية المحفوظة على الأغار المغذي المائل بزرعها على الأغار المغذي ثم الحضن على درجة حرارة 37م° لمدة 24 ساعة، تم أخذ عدة مستعمرات من الجراثيم النامية وعلقت في 5مل من الملح الفيزيولوجي (0.9 NaCl%) تم ضبط كثافة المعلق الجرثومي بمقدار عكارة يعادل 0.5 MCFarland أي ما يعادل ( $1.5 \times 10^8$  cfu/ml) وذلك بالمقارنة مع أنبوب MCFarland العياري وتم تحضير معلق الأبواغ الفطرية بطريقة مماثلة حيث زرعت مسبقاً على وسط أغار مستخلص البطاطا PDA.

**3-4- الحصول على الطحالب:**

تم الحصول على الطحالب من مواقع مختلفة من شاطئ طرطوس الصخري وميناء طرطوس المقابل لجزيرة أرواد، حيث غسلت العينات جيداً بماء البحر لإزالة الرمال والقشريات والديدان العالقة بها، ووضعت في عبوات بلاستيكية مضافاً إليها ماء البحر. ثم نقلت إلى المختبر حيث غسلت جيداً بالماء العادي ثم الماء المقطر. تلاه مرحلة التجفيف حيث وضعت الطحالب في مكان نظيف وجففت بالظل مع التقليب المستمر كل ساعتين لتجنب تعفنها، وعند الجفاف التام طحنت بمطحنة كهربائية للحصول على مسحوق ناعم وحفظت في عبوة محكمة الإغلاق وعاتمة في الدرجة 4 مئوية لحين الاستخدام [13].

**3\_5\_ الاستخلاص:**

تمت عملية الاستخلاص وفق [14] مع بعض التعديلات تم وزن 50 غ من مسحوق الطحالب ووضع في حوالة عاتمة سعة 1/لتر. أضيفت إليها 500 مل من المذيب (الميثانول)، ثم النقع لمدة 72 ساعة [13] مع وضعها في الحاضنة الهزازة على درجة 25م. تم الترشيح باستخدام أوراق الترشيح للحصول على محلول المستخلص مع المذيب العضوي. ثم وضعت في حوالة المبخر الدوار عند درجة حرارة 25° م للتخلص من المذيب، وضعت في أوعية مفتوحة للتخلص من أي كمية متبقية من المذيب وذلك حتى ثبات الوزن، حفظت في درجة حرارة 4° م لحين الاستخدام.

$$\text{حسب المردود بالعلاقة: المردود} = \frac{\text{وزن الخلاصة الجافة}}{\text{وزن مسحوق الطحلب الجاف}} \times 100.$$

كررت المراحل السابقة مع المذيبات الإيثانول والكلوروفورم للحصول على المواد الفعالة القابلة للانحلال بهذه المذيبات [15]. وفي المرحلة التالية تم حل 1 غ من المستخلص الجاف في 10 مل من المذيب العضوي (DMSO) للحصول على تركيز 100 ملغ/مل (10%). وذلك للمستخلص الإيثانولي والميثانولي والكلوروفورمي كل على حدى، تم نقل كل محلول بعد تعقيمه بالترشيح الغشائي بواسطة مرشحات ميكرونية إلى عبوة عاتمة ومعقمة. والشكل (2) يوضح مراحل الاستخلاص.



طحن الطحلب



النقع البارد



الترشیح



التخلص من المذيب بالمبخر الدوار



المستخلصات الطحلبية

### الشكل (2) مراحل الاستخلاص

### 3\_6\_ الكشف الكيميائي لبعض المركبات الفعالة:

- 1- الكشف عن القلويدات: أخذ قليل من المستخلص وُمزج مع 5 مل من HCl تركيز 1% وضع على حمام مائي لعدة دقائق، رُشح وأخذ منه 1مل في أنبوب اختبار وأضيف إليه 1مل من كاشف دراجندورف، إن ظهور لون برتقالي محمر دليل وجود القلويدات [16].
- 2- الكشف عن التانينات: أخذ حوالي 2مل من المستخلص، أضيفت إليه محلول الجيلاتين 1% الحاوي كلوريد الصوديوم، إن ظهور راسب أبيض دليل وجود التانينات [16].
- 3- الكشف عن الفينولات: وضعت كمية قليلة من المستخلص في أنبوب اختبار وأضيف إليها (3-4) قطرات من محلول كلوريد الحديد 5%، إن ظهور لون أخضر غامق دليل وجود الفينولات [7] [16].
- 4- الكشف عن الفلافونويدات: تم اضافة بضع قطرات من محلول خلات الرصاص الى أنبوب اختبار يحوي 2مل من المستخلص، إن ظهور عكر أبيض دليل وجود الفلافونويدات [16].

5- الكشف عن الصابونينات: مزجت كمية قليلة من المستخلص مع ماء مقطر، تم الغلي قليلاً ثم الرج لفترة قصيرة إن ظهور الرغوة (تدوم لعدة دقائق) دليل وجود الصابونينات [17]، [7].

6- الكشف عن الغليكوزيدات: أخذ 1مل من المستخلص وأضيف إليه عدة قطرات من حمض الكبريت المخفف ثم الغليان لعدة دقائق ثم إضافة عدة قطرات من الكلوروفورم وأخيراً إضافة 1 مل من محلول الأمونيا، إن ظهور اللون الأحمر دليل وجود الغليكوزيدات [16]، [7].

7- الكشف عن التربينات الثنائية والثلاثية: التربينات الثنائية: أخذ قليل من المستخلص في أنبوب اختبار وأضيف إليه عدة قطرات من محلول خلات النحاس، ظهور اللون الأخضر الزمردى دليل وجود التربينات [7].

التربينات الثلاثية: أخذ قليل من المستخلص وأضيف إليه حوالي 10مل من الكلوروفورم، حرك جيداً ثم أضيف 4 قطرات من حمض الكبريت المركز وتم الرج جيداً، إن ظهور اللون الذهبي المصفر دليل وجود التربينات الثلاثية [18] [15].

### 3\_7\_ دراسة الفعالية المضادة للأحياء الدقيقة:

اختبرت الفعالية المضادة للأحياء باستخدام طريقة الانتشار من الحفر Agar well diffusion method حسب [18] [19].

### 3-7-1 اختبار فعالية المستخلصات على بعض الجراثيم والفطريات الممرضة:

تم زرع العينات الجرثومية بأخذ 100µl من المعلق الجرثومي ذو العكارة 0.5 Mcfarland ثم نشرها على سطح وسط آغار مولر هينتون وتركت لحوالي 10 دقائق حتى التشرب التام، ثم جهزت حفر ضمن الوسط الزرعى قطرها 6 مم باستخدام أسطوانة معدنية معقمة بالكحول والذهب وأضيفت حجوم مختلفة من المستخلصات ذات التركيز 10% إلى الحفر (25،50،75،100) µl كما تم اختبار فعالية مادة (DMSO) لنفي تأثيرها على الأحياء المختبرة، واستخدم صاد الجنتاميسين كشاهد ايجابي في هذه التجربة، تركت الأطباق لمدة ساعتين بدرجة حرارة الغرفة للسماح للخلاصة الطحلبية بالانتشار ضمن الوسط ثم حضنت الأطباق في الحاضنة على درجة حرارة 37°م لمدة 18- 24 ساعة وبصورة مماثلة بالنسبة للفطريات حيث حضنت بدرجة حرارة 27°م

ولمدة 72 ساعة، ثم قُرئت النتائج بقياس أقطار هالات التثبيط Zone of inhibition حول الحفر مقدره بـ مم بمسطرة مدرجة. تم إجراء ثلاث مكررات لكل طبق وأخذ متوسط قطر الهالة [18].

### 3\_7\_2\_ تحديد التركيز المثبط الأدنى MIC:

تم حساب التركيز المثبط الأدنى (MIC) Minimal inhibitory concentration باستخدام طريقة التمديد الدقيق Micro dilution method في صفائح المعايرة الدقيقة Micotitation plate الحاوية 96 حفرة وذلك بإضافة 50µl من وسط مولر هينتون السائل والمعقم و 50µl من المعلق الجرثومي بتركيز 0.5 Mcfarland في الحجرة الأولى كشاهد سلبي، و 50µl من المستخلص الطحلي و 50µl من المعلق الجرثومي كشاهد ايجابي، ثم عملت تراكيز متناقصة متدرجة بدءاً من التركيز 50ملغ/مل في الحجرة الثالثة فالتركيز 25 في الحجرة الرابعة وهكذا في باقي الحجرات، ثم إضافة 50µl من المعلق الجرثومي الى جميع هذه الحجرات، ثم الحضان لـ 24 ساعة بعدها أضيف كاشف Tetrazolium violet كمؤشر للنمو، قُرئت النتائج بتغير اللون من الأخضر إلى الأحمر. حُددت قيمة MIC كأقل تركيز يبدو فيه الوسط بلون أخضر [20].

### 3\_7\_3\_ تحديد التركيز القاتل الأدنى MBC:

تم تحديد قيمة MBC بطريقة عد الخلايا الحية Viable cell count method وذلك بأخذ 50µl من كل حفرة من صفيحة المعايرة الدقيقة والتي أشارت إلى وجود تثبيط للنمو الجرثومي وزرعها على وسط nutrient agar ثم الحضان في الحاضنة الجرثومية لمدة 24 ساعة، حدد MBC كأقل تركيز للمستخلص تم فيه قتل 99.9% من الجراثيم المزروعة وذلك بعد المستعمرات النامية [20].

### 4\_ النتائج والمناقشة:

#### 4\_1\_ نتائج تحديد الهوية الجرثومية:

بينت الاختبارات الكيميائية الحيوية للأنواع الجرثومية النتائج الموضحة في الجدول (2).

الجدول (2) اختبارات تحديد الهوية الجرثومية

تخمير سكر المانتول	المختراز	أحمر الميثيل	فوكسينوسكور	أوكسيداز	سكريات ثلاثية	سيمون سترات	الكتلاز	تحلل النم (S)	الاندول	الاختبار الجرثوم
-	N	-	-	+	-	+	+	+	-	<i>p.aeruginosa</i>
+	N	+	-	-	+	-	-	+	+	<i>E.coli</i>
+	+	N	N	-	+	+	+	+	N	<i>s.aureus</i>

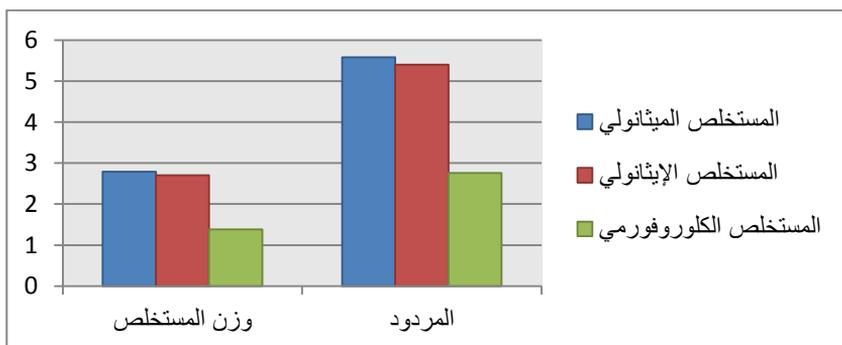
لم يتم اختباره N:

#### 2\_4\_ نتائج خواص المستخلصات:

تراوحت قيم مردود المستخلصات بين (2.76 و5.58) وذلك في 50 غ من مسحوق الطحلب الجاف، بلغت أعلى قيم للمردود للمستخلص الميثانولي بقيمة قدرها 5.58 تلاها المستخلص الإيثانولي ثم الكلوروفورمي بأقل قيمة. كما في الجدول (4) والشكل (2) يوضح القيم.

الجدول (4) مردود ولون المستخلصات المدروسة

المستخلص	الميثانولي	الإيثانولي	الكلوروفورمي
اللون	أخضر داكن	أخضر داكن	أخضر داكن
الوزن (غ)	2.790	2.70	1.380
المردود (%)	5.58	5.4	2.76



الشكل (2) العلاقة بين وزن المستخلص والمردود

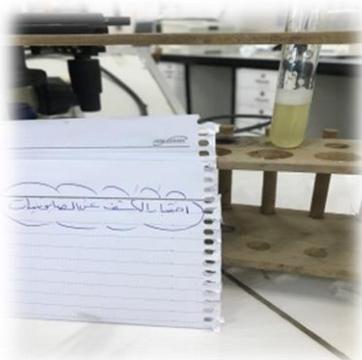
#### 3\_4\_ نتائج المسح الكيميائي النوعي:

بينت النتائج احتواء المستخلصات الميثانولية والإيثانولية والكلوروفورمية على العديد من المواد الفعالة من تانينات، فينولات، غليكوزيدات وغيرها. كما في الشكل (3) والجدول (5) يوضح النتائج.

الجدول (5) نتائج الكشف الأولي عن المواد الفعالة في المستخلصات الطحلبية

المستخلص	القلويدات	الفينولات	الفلافونويد	التانينات	الصابونينات	الثابتة	التربينات	الثلاثية	التربينات	المسكيات	الغليكوزيدات
ME	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
EE	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
CE	-	+	+	-	-	+	+	+	-	-	-

ME: المستخلص الميثانولي، EE: المستخلص الإيثانولي، CE: المستخلص الكلوروفورمي.



الكشف عن الصابونينات



الكشف عن التانينات

الشكل (3): الكشف عن بعض المواد الفعالة

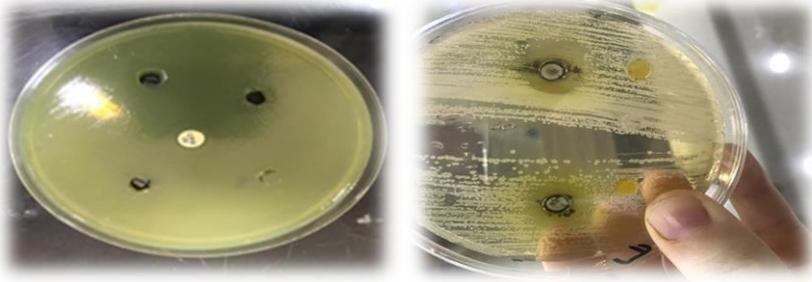
توافقت نتائج الدراسة الحالية مع الدراسة [6] حيث سُجل وجود المركبات الفعالة المختلفة للمستخلص الميثانولي عدا القلويدات، وتوافقت مع العديد من الدراسات الأخرى [7] [8] وتخالفت مع الدراسة [21] حيث غابت التانينات في المستخلص الإيثانولي والميثانولي والكلوروفورمي للنوع *U. lactuca* وقد يعود سبب الاختلاف إلى اختلاف التركيب الكيميائي للطحلب والفترة التي جمعت العينات فيها.

4\_4 نتائج الفعالية المضادة للأحياء الدقيقة:

اختلفت النتائج حسب نوع المذيب العضوي والنوع الجرثومي والفطري المدروس وذلك بمقارنة أقطار هالات التثبيط حول الحفر، أبدى المستخلص الميثانولي تأثيراً واضحاً وبلغ قطر هالة التثبيط 23 ملم عند الحجم  $100\mu$  تجاه المكورات العنقودية الذهبية ووصل حتى 19 ملم عند الحجم  $75\mu$ ، كما تأثرت بالمستخلص الإيثانولي، بينما كان تأثير المستخلص الكلوروفورمي ضعيفاً. أما الجراثيم سالبة الغرام فقد تأثرت جراثيم الاشريكية القولونية بالمستخلصات الإيثانولية والميثانولية عند الحجم  $100\mu$  بأقطار تراوحت بين (9-10) مم على التوالي ولم تتأثر الزائفة الزنجارية أو الفطريات بأي من المستخلصات السابقة. كما في الشكل (4) والجدول (6) يوضح النتائج.

الجدول (6): فعالية المستخلصات الطحلبية

المستخلص	الحجم (دال)	<i>E. coli</i>	<i>P.aeruginosa</i>	<i>S.aureus</i>	<i>A.niger</i>	<i>C.albicans</i>
الميثانولي	25	-	-	-	-	-
	50	-	-	-	-	-
	75	7	-	19	-	-
	100	10	-	23	-	-
الإيثانولي	25	-	-	-	-	-
	50	-	-	-	-	-
	75	8	-	13	-	-
	100	9	-	15	-	-
الكلوروفورمي	25	-	-	-	-	-
	50	-	-	-	-	-
	75	-	-	8	-	-
	100	-	-	8	-	-
الجينتاميسين	G10	25	22	35	-	-



تأثير المستخلص الميثانولي على جراثيم *P.aeruginosa*

تأثير المستخلص الميثانولي على جراثيم *S.aureus*

#### الشكل (4): تأثير المستخلصات الطحلبية على الجراثيم

نلاحظ أن الجراثيم إيجابية الغرام تأثرت بشكل أكبر من الجراثيم سالبة الغرام وذلك يعود الى امتلاك الجراثيم سلبية الغرام طبقة خارجية مكونة من عديد السكاريد الشحمي Lipopoly sacacharide والتي تؤثر في نفوذية المواد إذا ما قورنت بالجراثيم إيجابية الغرام [22]. بمقارنة نتائج البحث الحالي مع دراسة [6] تفوق المستخلص الميثانولي في الدراسة الحالية على نظيره في الدراسة [6] حيث تراوحت أقطار هالات التثبيط بين (11-15) ملم عند التراكيز (40-60)  $\mu$ l، بالنسبة للمكورات العنقودية الذهبية، يمكن أن يعود الاختلاف الى التفاوت في تركيب وكمية المواد الفعالة في الخلاصة واختلاف التراكيز المستخدمة.

كما سجلت دراسة أخرى فعالية لمستخلص الاسيتون 70% للنوع *U.fasciata* على جراثيم المكورات العنقودية الذهبية وجراثيم *E.coli* وبالتالي فإن الأسيتون جيد في استخلاص المواد الفعالة [23]. وبلغت هالة التثبيط للمستخلص الميثانولي للنوع *U.lactaca* (17-9) وذلك للنوعين *S.aureus* - *E.coli* على التوالي، وتراوحت بين (10-15) بالنسبة للخلاصة الكلوروفورمية في الدراسة [11]، وهذا يختلف مع الدراسة الحالية حيث يمكن أن يعود الاختلاف في النتائج الى اختلاف طرق الاستخلاص، ولم تتأثر الفطريات بالمستخلصات المدروسة في الدراسة الحالية على خلاف الدراسة [6]، وقد يكون السبب اختلاف وقت جمع العينات وبالتالي اختلاف كمية المادة الفعالة ونوعها إضافة إلى اختلاف الأنواع الفطرية المدروسة واختلاف البيئة. لم تتأثر الزائفة الزنجارية بأي من الخلاصات الطحلبية، حيث تعتبر من أكثر الجراثيم مقاومة للصادات الحيوية الشائعة وتعتبر من أكثر الجراثيم معندة على المعالجة [12]، بينما نجد أنه في دراسة

محلية أعطت بعض الخلاصات النباتية التابعة للفصيلة الفولية فعالية مضادة للزائفة الزنجارية وصلت إلى 20 ملم [18].

#### 4\_5\_ نتائج التركيز المثبط الأدنى والتركيز القاتل الأدنى:

بلغت أقل قيمة للتركيز المثبط الأصغري للمكورات العنقودية الذهبية (0.78) ملغ/مل للخلاصة الميثانولية و(3.12) ملغ/مل للمستخلص الإيثانولي وبلغت قيمة التركيز المثبط الأصغري للمستخلصات الإيثانولية والميثانولية لجراثيم الإشريكية القولونية 12.5 ملغ/مل. وتراوحت قيمة التركيز القاتل الأصغري بين (6.25 و25) ملغ/مل لجراثيم *S.aureus* وبلغت 50 ملغ/مل لجراثيم *E.coli* وذلك للخلاصة الميثانولية والإيثانولية على التوالي كما في الجدول (8).

الجدول(8): التركيز المثبط الأدنى والقاتل الأدنى للمستخلصات المختبرية

تركيز المستخلصات الطحلبية ملغ/مل										المستخلص والنوع الجراثيمي
0.09	0.19	0.39	0.78	1.56	3.12	6.25	12.5	25	50	
+	+	+	MIC	-	-	MBC	-	-	-	M/S
+	+	+	+	+	MIC	-	-	MBC	-	E/S
+	+	+	+	+	+	+	MIC	-	MBC	M/E
+	+	+	+	+	+	+	MIC	-	MBC	E/E

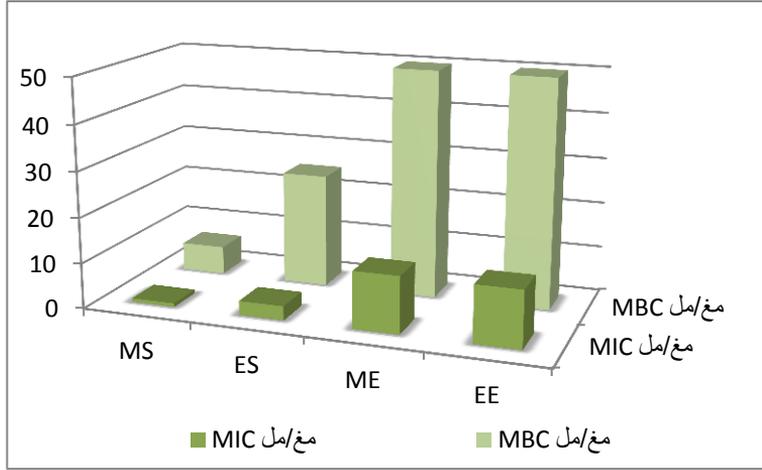
M/S: المستخلص الميثانولي المؤثرة في جراثيم *S.aureas* ، E/S: المستخلص الإيثانولي المؤثرة في جراثيم *S.aureas*.

M/E: المستخلص الميثانولي المؤثرة في جراثيم *E.Coli* ، E/E: المستخلص الإيثانولي المؤثرة في جراثيم *E.Coli*

+ : نمو جرثومي، - : غياب النمو الجرثومي، MIC: التركيز المثبط الأدنى، MBC: التركيز القاتل الأدنى.

بمقارنة هذه النتائج مع نتائج الدراسة [9] للمستخلص الميثانولي للنوع *U.lactuca* نجد أن قيمة MIC بلغت 100 ملغ/مل لجراثيم *S.aureus* و200 ملغ/مل لجراثيم *E.coli* في حين كانت أقل من ذلك في الدراسة الحالية وقد يعود ذلك لاختلاف طرق الاستخلاص وكمية المواد الفعالة في المستخلص أو اختلاف السلالات الجرثومية. وكانت النتائج في الدراسة [11] متقاربة مع نتائج الدراسة الحالية بالنسبة للنوع *U.lactuca*

وتراوحت بين (0.78 - 1.56) ملغ/مل على (*E.coli*, *S.aureus*) على التوالي. والشكل (5) يوضح التركيز المثبط الأدنى و التركيز القاتل الأدنى.



MS: المستخلص الميثانولي على *S.aureus* ، ES: المستخلص الإيثانولي على *S.aureus*

ME: المستخلص الميثانولي على *E.coli* ، EE: المستخلص الإيثانولي على *E.coli*

الشكل (5) التركيز المثبط الأدنى والتركيز القاتل الأدنى.

بينت النتائج أن للمستخلص الميثانولي أعلى فعالية على الجراثيم المختبرة مقارنة بالمستخلصات الأخرى تلاه المستخلص الإيثانولي وهذا يدل على احتواء المستخلص الميثانولي مواد ذات فعالية حيوية مضادة للجراثيم بشكل أكبر مما في باقي المستخلصات. وإن وجود مثل هذه المواد في المستخلص الميثانولي كما أشار [15] يفسر الفعالية المضادة للجراثيم، حيث تخرب الفينولات الأغشية والجدران الخلوية للجراثيم [24]، كما تملك الصابونينات تأثيراً مضاداً للجراثيم [25] إضافة إلى تأثير الفلافونويدات والتربينات [26] [27]. كما أبدى المستخلص الإيثانولي تأثيراً، أي يمكن للإيثانول أن يكون محلاً فعالاً لاستخلاص التانينات، البوليفينولات، الفلويدات، الستيرويدات والتربينويدات [15] والتي أثبتت فعاليتها كمضاد للأحياء الدقيقة. وقد أبدت المستخلصات الكلوروفورمية تأثيراً ضعيفاً جداً أو معدوماً حيث أن الكلوروفورم من المذيبات ضعيفة القطبية يحل طيفاً محدوداً من المواد الفعالة [15]، كما يمكن أن يكون تركيز المواد الفعالة في هذا المستخلص غير كاف لتثبيط النمو الجرثومي.

وبشكل عام تعزى فعالية المستخلصات العضوية لأنواع الطحلب *Ulva* لامتلاكها طيفاً واسعاً من المركبات النباتية الكيميائية Phytochemicals مثل الصابونينات والتربينات والفينولات والقلويدات والفلافونويدات وغيرها ذات الأثر الفعال كمضادات للأحياء الدقيقة، وذلك حسب ما أشارت دراسات سابقة [28] [8].

#### 5\_ الاستنتاجات والتوصيات:

##### 5\_1\_ الاستنتاجات:

- 1- احتواء مستخلصات طحلب *U.fasciata* على العديد من المكونات الفعالة، والتي اختلفت باختلاف نوع المذيب المستخدم.
- 3- أظهر المستخلص الميثانولي فعالية أقوى على الجراثيم المختبرة مقارنة بباقي المستخلصات.
- 4- تأثرت جراثيم المكورات العنقودية الذهبية بشكل أكبر من باقي الجراثيم المختبرة.
- 5- لم تتأثر جراثيم الزائفة الزنجارية ولا الفطريات بأي من المستخلصات المدروسة.
- 6- يمكن اعتبار هذا الطحلب كمصدر طبيعي وواعد للمواد المضادة للمكورات العنقودية الذهبية.

##### 5\_2\_ التوصيات:

- 1- متابعة الأبحاث والدراسات لدراسة الأنواع الطحلبية المحلية الأخرى من جنس *Ulva*.
- 2- متابعة الأبحاث لتحديد طبيعة المركبات الكيميائية ضمن الطحلب المدروس.
- 3- دراسة إمكانية تطبيق هذه المستخلصات على أنواع جرثومية ممرضة أخرى.

## 6\_المراجع:

1. Alves, A., Sousa, R. A., & Reis, R. L. (2013). A practical perspective on ulvan extracted from green algae. *Journal of Applied Phycology*, 25(2), 407-424.
- 2-دباس، ربحاب (2013) بيولوجيا الطحالب والعوالق المائية. مديرية الكتب والمطبوعات الجامعية، كلية العلوم، جامعة حلب 265ص.
- 3.Pérez, M. J., Falqué, E., & Domínguez, H. (2016). Antimicrobial action of compounds from marine seaweed. *Marine drugs*, 14(3), 52.
- 4-عراج، هديل (2012). مساهمة في دراسة التنوع الحيوي للفلورا البحرية على شاطئ اللاذقية مع إشارة خاصة للأنواع الغربية والاقتصادية. أطروحة ماجستير، كلية العلوم، جامعة تشرين، 144 ص.
- 5-Aguilar-Rosas, R., Aguilar-Rosas, L. E., & Pedroche, F. F. (2005). *Ulva fasciata* Delile (Ulvaceae, Chlorophycota): a species newly introduced into Pacific Mexico.
- 6- Abirami, R. G., & Kowsalya, S. (2012). Phytochemical screening, microbial load and antimicrobial activity of underexploited seaweeds. *International Research Journal of Microbiology*, 3(10), 328-332.
7. Sharmila, S., & Rebecca, L. J. (2014). Phytochemical analysis of *Enteromorpha flexuosa* and *Ulva lactuca*: a comparative study. *International Journal of Pharma and Bio Sciences*, 5(4), 830-834.
8. Abd El Raouf, N., Hozyen, W., Abd El Neem, M., & Ibraheem, I. (2017). Potentiality of silver nanoparticles prepared by *Ulva fasciata* as anti-nephrotoxicity in albino-rats. *Egyptian Journal of Botany*, 57(3), 479-494.
9. Alghazeer, R., Whida, F., Abduelrhman, E., Gammoudi, F., & Azwai, S. (2013). Screening of antibacterial activity in marine green, red and brown macroalgae from the western coast of Libya 5(1), 8.
10. Selvin, J., & Lipton, A. P. (2004). Biopotentials of *Ulva fasciata* and *Hypnea musciformis* collected from the peninsular coast of India. *Journal of Marine Science and Technology*, 12(1), 1-6.
11. Alves, R. C. C., das Mercês, P. F. F., de Souza, I. R. A., de Almeida, C. E. M. A., da Silva, A. P. S. A., de Menezes Lima, V. L. U., & da Silva, A. G. (2016). Antimicrobial activity of seaweeds of Pernambuco, northeastern coast of Brazil. *African Journal of Microbiology Research*, 10(10), 312-318.
- 12-يوسف، نهاد؛ سمان طحان، زاهر 2014. عملي الأحياء الدقيقة الطبية. مديرية الكتب والمطبوعات الجامعية، كلية العلوم، جامعة حلب 250ص.

- 13- بلو، عبد العليم، (2018)– الكشف الكيميائي النباتي عن المكونات الفعالة في النبات الطبي السوري القرطب الأرضي (*Tribulus terrestris*) من الفصيلة الزيجية Zygophyllaceae. المجلة السورية للبحوث الزراعية، 5 (4)، 166-178ص.
14. Sahnouni، F.، Benattouche، Z.، Matallah-Boutiba، A.، Benchohra، M.، Chentouf، W. M.، Bouhadi، D.، & Boutiba، Z. (2016). Antimicrobial activity of two marine algae *Ulva rigida* and *Ulva intestinalis* collected from Arzew gulf (Western Algeria). *J. Appl. Environ. Biol. Sci.*، 6، 242-248.
- 15- Tiwari، P.، Kumar، B.، Kaur، M.، Kaur، G.، & Kaur، H. (2011). Phytochemical screening and extraction: a review. *Internationale pharmaceutica sciencia*، 1(1)، 98-106.
16. Ben، I. O.، Woode، E.، Abotsi، W. K. M.، & Boakye-Gyasi، E. (2013). Preliminary phytochemical screening and in vitro antioxidant properties of *Trichilia monadelpha* (Thonn.) JJ De Wilde (Meliaceae). *Journal of Medical and Biomedical Sciences*، 2(2)، 6-15.
- 17- Gulfraz، M.، Sadiq، A.، Tariq، H.، Imran، M.، Qureshi، R.، & Zeenat، A. (2011). Phytochemical analysis and antibacterial activity of *Eruca sativa* seed. *Pak. J. Bot.*، 43(2)، 1351-1359.
- 18- Bello، A. A.، Tahan، Z. S.، Kitaz، A.، & Tiba، B. (2019). Phytochemical screening and anti-multidrug resistant *Pseudomonas aeruginosa* of some fabaceae medicinal plants growing in Aleppo-Syria. *International Journal of Pharmacognosy and Phytochemical Research*، 11(3)، 91-97.
- 19- Ozcan، B.، Esen، M.، Caliskan، M.، Mothana، R. A.، Cihan، A. C.، & Yolcu، H. (2011). Antimicrobial and antioxidant activities of the various extracts of *Verbascum pinetorum* Boiss. O. Kuntze (Scrophulariaceae). *European review for medical and pharmacological sciences*، 15(8)، 900-90.
- 20- طيبة بيان، 2015 حصر وتصنيف النباتات الطبية النامية في حرم جامعة حلب وفعالية بعضها تجاه الجراثيم. أطروحة ماجستير، كلية العلوم، جامعة حلب، 151ص.
- 21-Roy، S.، Nayak، B.، Roy، M.، Mitra، A.، Halder، D.، Chatterjee، A.، ... & Chakraborty، T. Antimicrobial and Phytochemical Screening of Seaweeds: *Enteromorpha intestinalis* and *Ulva lactuca* Collected from Indian Sunderbans Delta Region.
- 22- يوسف، نهاد؛ خطاب، مروان. 2012. الصادات الحيوية مديرية الكتب والمطبوعات الجامعية، كلية العلوم، جامعة حلب 275ص.
- 23- Osman، M. E.، Aboshady، A. M.، & Elshobary، M. E. (2013). Production and characterization of antimicrobial active substance from some macroalgae

collected from Abu-Qir bay (Alexandria) Egypt. *African Journal of Biotechnology*, 12(49), 6847-6858.

24- Randhir, R., Lin, Y. T., Shetty, K., & Lin, Y. T. (2004). Phenolics, their antioxidant and antimicrobial activity in dark germinated fenugreek sprouts in response to peptide and phytochemical elicitors. *Asia Pacific journal of clinical nutrition*, 13(3).

25- Kabera, J. N., Semana, E., Mussa, A. R., & He, X. (2014). Plant secondary metabolites: biosynthesis, classification, function and pharmacological properties. *J Pharm Pharmacol*, 2(7), 377-392.

26- Bedoux, G., Hardouin, K., Burlot, A. S., & Bourgougnon, N. (2014). Bioactive components from seaweeds: Cosmetic applications and future development. *Advances in Botanical Research*, 71, 345-378PP.

27- Barreca, D., Mandalari, G., Calderaro, A., Smeriglio, A., Trombetta, D., Felice, M. R., & Gattuso, G. (2020). Citrus flavones: An update on sources, biological functions, and health promoting properties. *Plants*, 9(3), 288.

28- Chakraborty, K., Lipton, A. P., Raj, R. P., & Vijayan, K. K. (2010). Antibacterial labdane diterpenoids of *Ulva fasciata* Delile from southwestern coast of the Indian Peninsula. *Food chemistry*, 119(4), 1399-1408.

