A study of the chemical composition of oil of the azedarach seeds by using gas chromatography (GC/MS) And lighting on its vital qualities

Dr. Ibraheem Saker*
Dr.Ahmad Kara Ali**
Suhair Ghalia***

(Received 30 / 5 / 2023. Accepted 30 / 8 /2023)

□ ABSTRACT □

Melia azedarach L. seeds wich collected from different regions of Lattakia governorate were studied and a number of compounds were identified in its oil. A mixture of (53) compounds were detected in the oil of the azedarach seeds. To find out the components and their percentage in the dry seed oil of the azedarach and determine the proportions, gas chromatography GC/MS was used. The fruits were collected from 5 different locations, then mixed and a representative sample was taken from them to investigate the type of compounds present in the sample oil. The fruits were cleaned, then the seeds were extracted, dried and ground with a mortar, and then the oil was extracted from them using the Soxhlet using a petroleum ether solvent.

The results showed that the existing compounds follow multiple functional groups, including: hydrocarbons, phenols, alcohols, sterols, fatty acids and esters,.....

It was proven that the highest percentage of hydrocarbons was recorded, reaching (34.87%),where the two compounds recorded the highest percentages within the seed oil 1,4-Cyclohexadiene, 1-methyl-4-(1-Methylethyl) (11.37%), Benzene, 1-ethyl-2,4-dimethyl (10.06%), followed by fatty acids with a percentage of (27.3%) where the compound 9,12-Octadecadienoic acid recorded the highest percentage (11.66%) ,

then sterols (10.74%) The highest percentage was for gamma-Sitosterol (6.87%)

and phenols (2.23%).

The biological activity of many compounds present in the oil of the azedarach seeds, including (anti-pests, antioxidants, etc.), Shows the importance of aZedaracht products in the health (pharmaceutical industry) and agricultural (finding pesticides of natural plant origin).

Keywords: gas chromatography, aZedarach, base oil, plant extracts.

Copyright **:**Tishreen University journal-Syria, The authors retain the copyright under a CC BY-NC-SA 04

* **Professor -Faculty of Agricultural Engineering-Tishreen University-Lattakia-Syria**

** **Professor -Higher Institute for Marine Research-Tishreen University- Syria**

***Postgraduate student(PhD) Faculty of Agricultural Engineering - Tishreen University - Lattakia - Syria.**

دراسة التركيب الكيميائي لزيت بذور الأزدرخت باستخدام تقانة الكروموتوغرافيا الغازية GC/MS والإضاءة على صفاتها الحيوية

د. ابراهيم صقر [*]

د. أحمد قره علي [**]

سهير غالية [***]

(تاريخ الإيداع 30 / 5 / 2023. قبل للنشر في 30 / 8 / 2023)

□ ملخّص □

تم دراسة بذور الأزدرخت .*Melia azedarach* L التي جمعت من مناطق مختلفة من محافظة اللاذقية وحُدد عدد من المركبات في زيتها، وقد كُشف عن مزيج من (53) مركباً في زيت بذور الأزدرخت، ولمعرفة مكونات زيت البذور الجافة للأزدرخت وتحديد نسبها استخدمت تقانة الكروموتوغرافيا الغازية المتصلة بمطيافية الكتلة GC/MS. جمعت الثمار من 5 مواقع مختلفة ثم مزجت وأخذت منها عينة ممثلة للمجموع للاستقصاء عن نوع المركبات الموجودة في زيت العينة. نظفت الثمار ثم استخرجت البذور وجففت وطحنت بالهاون، وبعدها استخلص الزيت منها بواسطة جهاز Soxhlet بمذيب الايتر البترولي.

بينت النتائج أن المركبات الموجودة تتبع زمر وظيفية متعددة منها: الفحوم الهيدروجينية، الفينولات، الكحولات، الستيرولات، الأحماض الدسمة والاسترات،.....

ثبت تسجيل النسبة الأعلى للفحوم الهيدروجينية حيث بلغت (34.87%)، حيث سجل المركبين النسب الأعلى ضمن زيت البذور (1- Methylethyl)-4-Cyclohexadiene, 1-methyl-(11.37%)1,4، Benzene, 1-ethyl-2,4-dimethyl (10.06%)، تلاها الأحماض الدسمة بنسبة (27.3%) حيث سجل المركب 9,12- Octadecadienoic acid (11.66%) النسبة الأعلى، ثم الستيرولات (10.74%) والنسبة الأعلى كانت للمركب gamma.-Sitosterol (6.87%) و الفينولات(2.23%).

الفعالية البيولوجية للكثير من المركبات الموجودة في زيت بذور الأزدرخت ومنها (مضادات للآفات المختلفة، ومضادات الأكسدة.....الخ) تبين أهمية منتجات الازدرخت في المجالين الصحي (صناعة الأدوية) والزراعي (إيجاد مضادات للآفات ذات أصل نباتي طبيعي) .

الكلمات المفتاحية: كروموتوغرافيا غازية، أزدرخت، زيت الأساس، مستخلصات نباتية.

حقوق النشر : مجلة جامعة تشرين- سورية، يحتفظ المؤلفون بحقوق النشر بموجب الترخيص CC BY-NC-SA 04

[*] **أستاذ -كلية الهندسة الزراعية، جامعة تشرين. اللاذقية- سورية.**

[**] **أستاذ -المعهد العالي للبحوث البحرية، جامعة تشرين. اللاذقية- سورية.**

[***] **طالبة دكتوراه- -كلية الهندسة الزراعية جامعة تشرين- اللاذقية- سورية.**

مقدمة:

ساهم التطور الكبير لعلم الكيمياء في منتصف القرن الماضي في إيجاد آلاف المركبات الكيميائية الصنعية والتي استخدمت لتحضير منتجات كثيرة ومتنوعة وشاع استعمالها على نطاق واسع في مختلف جوانب الحياة وجميع الأنشطة البشرية. ونظراً لاتساع حجم التلوث بالكيميائيات الصنعية ووجود متبقياتها في مكونات عناصر النظام البيئي Ecosystem، وما نجم عنه من تسممات متنوعة للكائنات الحية وإخلال بالتوازنات الحيوية والبيئية، فقد عاد التفكير بالموارد الطبيعية لتجاوز ما أمكن من سلبيات الكيميائيات الصنعية، حيث أشارت منظمتي الصحة العالمية (WHO) والزراعة والأغذية الدولية (FAO) إلى أهمية النباتات بما فيها الطبية والعطرية كمصادر جيدة للمنتجات الطبيعية والتي يمكن استعمالها لإنتاج العقاقير الطبية والمبيدات الزراعية، وهذا ما يستدعي دراستها لتحديد كافة صفاتها (Doughari *et al.*,2008).

حيث تبين أن فاعلية بعض المستخلصات النباتية تجاه الآفات إنما تعود لاحتوائها على مركبات كيميائية منها كبريتية وفينولية (العزاوي وآخرون، 2008) والتي أكدت بأن المركبات في معظم المستخلصات وتراكيبها الكيميائية وآليات تأثيرها لاتزال غير محددة بوضوح.

وهناك دراسات عديدة لتقييم فاعلية المستخلصات النباتية على الآفات (صقر وآخرون، 2005؛ الناصر وآخرون،2014)، باعتبارها منتجات طبيعية سميتها قليلة للثدييات وغير ملوثة لسرعة تفككها وعدم تراكمها، وبالتالي فهي آمنة صحياً وبيئياً(Bobbarala *et al.*,2009).

يتبع الازدرخت .*Melia azedaracht* L الجنس *Melia*، والفصيلة الازدرختية Meliaceae، وقد عُرف منذ القديم حيث زرع في المناطق المعتدلة والدافئة كأشجار زينة لنموه الجيد فيها. أشجاره متساقطة الأوراق ارتفاعها 9– 12م ولونها العام أخضر غامق(Sumathi,2013)،الشكل رقم (1).

ركزت الأبحاث الحديثة على دراسة وتعريف المركبات الموجودة في المستخلصات الطبيعية والزيوت الأساسية للازدرخت لكونها مصادر محتملة لمواد طبيعية فعالة (نشطة حيوياً) لمكافحة الآفات إلى جانب سميتها المنخفضة للثدييات، وبالتالي فهي مواد صديقة للبيئة (Kwon et al .,1999; Valladares *et al.*, 2003).

استعملت ثمار الازدرخت في الدراسات لارتفاع مردود استخلاص الزيت منها، حوالي 40% (Ahamad *et al.*,2015)، إضافةً لكونها المسؤولة عن تجدد واستمرارية الاشجار، وقد أظهرت مستخلصاته المائية وزيوته الأساسية تأثيرات معنوية على بالغات القمل، وكان التأثير الأكبر على اليرقات والحوريات (92.3%) إضافةً إلى تراجع خصوبة الإناث ونسبة موت مرتفعة للبيوض (Carpinella *et al.*,2007)، وقد أثبتت أبحاث عديدة امتلاك مستخلصات أوراق وثمار الازدرخت فاعلية جيدة على بيوض ويرقات وحوريات أنواع عديدة من الحشرات والأكاروسات (غالية،2008)، إضافةً إلى تراجع الخصوبة وموت البيوض بنسبة مرتفعة (Al–Marzogi *et al.*, 2015).

كما بينت بعض الدراسات عن وجود 40 مركب فعال في مستخلصات الازدرخت يتركز معظمها في زيت البذور إضافةً للأوراق والقلف، وبأنها تربينات ثلاثية شبيهة بالستيروئيدات، وهي معقدة التركيب، وذكرت بأن النشاط الأكبر يعود لمركب الازدرختين Azadirachtin ذو الطعم المر وتركيزه ما بين(4–9 ملغ/غ) في لب البذور(منيعم، 2010). وقد تحدث Bachheti وآخرون(2012) عن احتواء زيت الازدرخت على أربعة أنواع من الأحماض الدهنية الهامة وهي: Linoleic، Oleic، Palmitic و Stearic.

وصف بعض الباحثين الزيوت الأساس النباتية (EOS) كمواد واعدة للغاية في مجال مكافحة الآفات، وهي مستقلبات نباتية ثانوية تضعها النباتات ضمن مجال دفاعها الذاتي ضد الآفات (Isman, 2015; Rehman *et al*., 2016).
اختبرت دراسات عديدة فاعلية الزيوت النباتية (EOS) للعديد من الأنواع النباتية كمبيدات للعديد من مفصليات الأرجل، وقد حقق بعضها نسب قتل مرتفعة إضافةً إلى التأثير الطارد والمانع للتغذية (Govindarajan *et al*.,2016; Pavela *et al*., 2016; Reddy and Dolma., 2018).
كما أشارت الدراسات عن فاعلية جيدة عند التبخير بالزيوت الأساس (EOS) في الأماكن المغلقة (مستودعات، مخازن) تجاه الحشرات والاكاروسات (Koul *et al*., 2008) وكذلك أمنت سيطرة جيدة على مفصليات الأرجل ضمن الزراعات المحمية (Lim *et al*.,2012; Amizadeh *et al*., 2013)،(صقر وآخرون، 2018). والى حساسية الزيوت للضوء والحرارة قرابة 50مْ، وبالتالي تحدثت عن أهمية تقنية تغليفها كطريقة فعالة لحماية زيت البذور من العوامل البيئية (Devi and Maji., 2011; Benyacoub *et al*.,2019).
تم من خلال دراسة الفاعلية البيولوجية لأبخرة بعض الزيوت النباتية (EOS) التعرف على تركيبها الكيميائي (مجموعة تربينات أحادية مؤكسجة) وهي أكثر فاعلية، ونظراً لسميتها وتأثيرها الجيد تجاه بيوض الآفات، فقد أُختير بعض مركباتها الأساسية مثل Carvone, Linalool أساس لتطوير مبيدات للسيطرة على الاكاروسات النباتية عن طريق التدخين (Pavela *et al*., 2016). يزداد الاعتماد على زيت بذور الازدرخت كونه منتج طبيعي آمن بيئياً وللمخاوف من الكيميائيات الصنعية، ويتم اللجوء الى تصنيع مواد بوليميرية من زيت البذور لاستعمالها في مجالات متعددة (أدوية، مبيدات طبيعية،.... الخ) نظراً لكونها من الموارد الطبيعية المتجددة الآمنة بيئياً ولانخفاض سميتها للثدييات، وقد أشارت الدراسات الى احتواء زيت بذور الازدرخت الذي يشكل 40 % من وزن البذور على كمية مرتفعة من الأحماض الدهنية غير المشبعة (Ahamad *et al*.,2015).
لقد زادت تقنية المستحضرات النانوية الحديثة من أهمية المستخلصات النباتية كمنتجات طبيعية صديقة للبيئة، حيث أدى استعمالها الى تحسين صفات المستخلصات تجاه الظروف البيئية (زيادة ثباتها تجاه الضوء والحرارة)، كما حسنت مستحضرات النانو من شروط استخدام المبيدات الكيميائية الصنعية عبر تخفيض نسبة الفاقد منها بالهواء مع الرش التقليدي بحدود 90% وهذا ما انعكس ايجابا من خلال تخفيض معدلات التلوث ومعها حالات التسمم لدى الكائنات غير المستهدفة (Kadam *et al*., 2021; Sarkar *et al*.,2021)، ونظراً للانتشار الواسع لنبات الازدرخت في البيئة السورية عموماً والساحلية خصوصاً، ولتعدد الدراسات التي تحدثت عن استخدام مستخلصاته لمكافحة الآفات وتحقيقها لنتائج جيدة (قاتلة، طاردة، مانعة لوضع البيض)، فقد أُختير في هذه الدراسة إجراء بحث متقدم على أهم منتجاته (زيت البذور) باستخدام التقانة الأكثر حداثةً الكروموتوغرافيا الغازية المتصل بمطيافية الكتلة GC/ MS بهدف تحليله وتحديد مركباته، وبالتالي فقد هدف هذا البحث الى:
1-دراسة التركيب الكيميائي لزيت بذور الازدرخت.
2-تحديد أهم الزمر الوظيفية التي تنتمي لها تلك المركبات ونسب تواجدها.
3-بيان بعض الخواص ذات الفعالية البيولوجية للمركبات وأهميتها الصيدلانية والزراعية.

طرائق البحث ومواده:

1- منطقة وطريقة جمع العينات: جمعت الثمار الناضجة خلال شهر تشرين الأول للعام 2022 من عدة أشجار من مناطق مختلفة من محافظة اللاذقية. جمعت الثمار من (5) مواقع مختلفة ثم مزجت وأخذت منها عينة ممثلة للمجموع للاستقصاء عن نوع المركبات الموجودة في زيت العينة. نظفت البذور وجففت في الظل الشكل رقم (2) ثم طحنت بالهاون اليدوي(Benyacoub *et al.*2019).

الشكل رقم (1) **الشكل رقم (2)**

2- استخلاص زيت بذور الازدرخت: أُخذ 30 غ من مسحوق البذور ووضعت في جهاز Soxhlet ثم أُضيف اليها 300 مل من الايتر البترولي (Ahamad *et al.*,2015)، سخنت على درجة حرارة 70مْ وبعد عملية الاستخلاص لمدة 8 ساعات، تم تركيز العينة باستخدام جهاز المبخر الدوار نوع (Buchi "Switzerland″) حتى أصبح بحجم 15مل. تلاها تركيز العينة بتيار آزوت نقي ليصبح حجمها 1مل. بحيث أصبحت جاهزة للتحليل بتقانة جهاز الكروموتوغرافيا الغازية المتصل بمطيافية الكتلة GC/ MS .

3 - تحليل مكونات الزيت وتحديد الحموض الدسمة: حقنت العينة (1ml) في جهازGC/ MS نوع (Hewlett- packart) باستخدام عمود نوع DB-5: (5% فينيل ميتيل سيليكون) طوله 30m وقطره الداخلي 0.25mm وسماكة الطور الساكن فيه 0.25 ميكرومتر. الطور المتحرك غاز الهليوم تدفقه 1ml/min، درجة حرارة الحاقن 250c°، ودرجة حرارة المنبع 230c°، وحرارة رباعي الأقطاب في مطيافية الكتلة 130c°، وتم الفصل باستخدام البرنامج الحراري (10 min) 280c° 4c°/min 70c° ، وتم تحديد هوية المركبات ونسبتها بالاعتماد على المكتبات الطيفية Nist و Wily ، طبقت هذه الطريقة لكافة عينات البذور حددت نسبة المركبات في كل عينة وحسبت متوسط هذه النسب لكل مركب .

4- المواد والأجهزة المستعملة:

4—1- المواد الكيميائية المستعملة: استخدم الايتر البترولي كمذيب في عملية استخلاص زيت بذور الازدرخت.

4-2- التجهيزات المستخدمة:

- جهاز soxhlet : يستخدم لاستخلاص الزيوت والدهون من الثمار.
- جهاز المبخر الدوار: Buchi "Switzerland″ وظيفته التخلص من المذيب المخلوط مع الزيت.
- جهاز الكروماتوغرافيا الغازية الشكل (3).

الشكل رقم (3): الأجهزة المستخدمة في عملية استخلاص زيت بذور الازدرخت.

النتائج والمناقشة:

تم بالتجربة من خلال استعمال جهاز الكروموتوغرافيا الغازية GC/MS الكشف عن عدد كبير من المركبات موجود في زيت بذور الأزدرخت والتي بلغ عددها (53) مركب، تنتمي إلى زمر وظيفية وكيميائية متنوعة بلغ عددها (9) زمر، وهي حسب عدد مركبات كل مجموعة (مرتبة تنازلياً):

1. مجموعة الفحوم الهيدروجينية: وتضم 24 مركبا نسبتها (20.61%).
2. مجموعة التربينات حيث بلغت نسبتها(14.26%) وتضم 7 مركبات.
3. مجموعة الأحماض الدسمة : وضمت 10 مركبات ونسبتها (27.3%).
4. مجموعة الستيرولات: وعدد مركباتها 6 مركبات ونسبتها (10.74%).
5. مجموعة الكحولات: ووجد منها مركبان فقط ونسبتها(0.46 %).
6. مجموعة الفينولات ووجد مركب واحد فقط ونسبتها(2.23%)، إضافةً لمركبات تنتمي لمجاميع الاسترات، الأميد والفيتامينات والتي بلغت نسبتها 0.10، 0.19، 0.27 على التوالي الجدول رقم (1).

الجدول رقم(1):جدول يبين المجاميع والزمر الوظيفية والنسب الكلية لهذه المركبات الكيميائية المحددة في زيت بذور الأزدرخت باستخدام جهاز GC/ MS.

الرقم	مجموعة الفحوم الهيدروجينية (Hydro carbon)	نسبة المركب	النسبة الكلية في بذور الأزدرخت%
1	Cyclopentane, methyl-	3.98	20.61
2	Cyclohexane	1.40	
3	Cyclohexane, methyl-	0.30	
4	Cyclopentane, 1,2,4-trimethyl-	0.30	
5	Heptane, 3-methyl-	0.34	
6	Cyclopentane, 1-ethyl-3-methyl-	0.49	
7	Cyclohexane, 1,4-dimethyl-, trans-	0.57	
8	Cyclohexane, 1,2,4-trimethyl-	0.64	
9	1-Ethyl-4-methylcyclohexane	0.23	
10	Bicyclo[3.1.0]hexane, 4-methyl-1 (1- methylethyl)-, didehydro derive	0.38	
11	Benzene, 1-ethyl-2,4-dimethyl-	10.06	
12	Naphthalene, 2-methyl-	0.15	

	0.16	1H-Cycloprop[e]azulene,	13
	0.11	1,4,7-Cycloundecatriene,	14
	0.15	Dibutyl phthalate	15
	0.04	Cycloeicosane	16
	0.19	Butyl citrate	17
	0.16	Heptacosane	18
	0.36	26, 10, 14, 18, 22- Tetracosahexaene,	19
	0.11	Oxirane, tetradecyl-	20
	0.10	Cyclotetracosane	21
	0.13	Nonacosane	22
	0.11	17-(1,5- Dimethylhexyl)-10,13-dimethyl	23
	0.15	Octacosane	24

النسبة الكلية%	النسبة	مجموعة التربينات Terpens	الرقم
14.26	0.39	1 S-.alpha.-Pinene	1
	0.06	Camphene	2
	0.27	beta.-Pinene.	3
	11.37	1,4-Cyclohexadiene, 1-methyl-4 -(1-Methylethyl)	4
	1.44	Caryophyllene	5
	0.22	Caryophyllene oxide	6
	0.51	3- Cyclohexen-1-ol, 4-methyl-1-(1-m ethylethyl)-, (R) -	7

النسبة الكلية%	النسبة	مجموعة الأحماض الدسمة Fatty acid	الرقم
27.3	8.59	n-Hexadecanoic	1
	0.17	3- Hexenoic acid, (E)-	2
	0.28	Tetradecanoic acid	3
	0.22	1,2- Benzenedicarboxylic acid	4
	11.66	9,12- Octadecadienoic acid	5
	3.34	Oleic Acid	6
	0.63	Octadecanoic acid	7
	0.58	9- Octadecenoic acid	8
	0.35	Olean-18-en-28-oic acid	9
	1.48	Lup-20(29)-en-28-oic acid	10

النسبة الكلية%	النسبة	مجموعة الستيرولات Sterols	الرقم
10.74	1.43	Campesterol	1
	0.64	Stigmasterol	2
	6.87	gamma.-Sitosterol.	3
	0.64	Fucosterol setol	4
	0.60	9, 19 - Cyclolanostan-3-ol	5
	0.56	gamma.-Tocopherol	6

الرقم	مجموعة الكحولات Alcohol	النسبة	النسبة الكلية%
1	(-) - Spathulenol	0.25	0.46
2	(R)-(-)-14-Methyl-8-hexadecyn-1-ol	0.21	

الرقم	مجموعة الاسترات Ester	النسبة%
1	Hexanoic acid, methyl ester	0.10

الرقم	مجموعة متعدد الفينولات Poly phenol	النسبة%
1	3-Methyl-4-isopropylphenol	2.23

الرقم	مجموعة الأميد Amide	النسبة%
1	13- Docosenamide,	0.19

الرقم	الفيتامينات	النسبة%
1	Vitamin E	0.27

وقد سجل المركب Benzene, 1-ethyl-2,4-dimethyl النسبة الأعلى ضمن هذه المجموعة بنسبة (10.06%)، تلاه المركب Cyclopentane, methyl بنسبة (3.98%).أما بالنسبة للتربينات فقد سجلت النسبة الأكبر للمركب 1,4-Cyclohexadiene, 1-methyl-4 -(1-Methylethyl) (11.37%)، تلاه المركب Caryophyllene بنسبة (1.44%). أما بالنسبة لمجموعة الأحماض الدسمة فقد سجل المركب النسبة الأعلى 9,12-Octadecadienoic acid (11.66%)، ثم المركب n-Hexadecanoic (8.59%) والمركب-Lup-20(29)-en-28-oic acid(1.48%). سجل في مجموعة الستيرولات المركب Campesterol نسبة(1.43%) الجدول رقم (1). وبإجراء مقارنة لبعض الأحماض الدسمة ونسبها التي ثبت وجودها بالدراسة الحالية مع ما ذكره Wati و Deen (2019) يتبين التوافق إلى حد ما بين الدراستين بالنسبة للمركبين palmitic acid و stearic acid حيث بلغت نسبة هذين المركبين في هذه الدراسة (8.59%، 0.63% على الترتيب)، بينما كانت نسبتهما في الدراسة المشار إليها (5.9% ,2.9% على التوالي).في حين بلغت نسبة الحمض الدسم Oleic Acid في هذه الدراسة (3.92%) مقارنة مع ما ذكره المرجع المشار إليه (15.1%)، و بلغت نسبة Linoleic في هذه الدراسة (11.66%)، بينما وصلت نسبتها في الدراسة المذكورة (75.5%). وقد يعزى اختلاف النسب الى سببين:

1-اختلاف الظروف المناخية بين المنطقتين المدروستين.

2-اختلاف طريقة الاستخلاص حيث قمنا بإجراء الاستخلاص بجهاز soxhlet بينما في مقالة المقارنة تم الاستخلاص بالطريقة الحمضية ثم جرى استخلاص الزيت.

تتميز مركبات هذه الزمر بصفات بيولوجية تكسبها النشاط والفاعلية تجاه الأحياء المتنوعة وخصوصاً منها الآفات الضارة من مفصليات الأرجل والممرضات بأنواعها وأهمها حسب الجدول رقم (2).

- تأثير قاتل للحشرات: وكمثال عن هذا التأثير، سجل هذا التأثير للحمض Olean-18-en-28-oic acid (Kumar et al.,2016)، Camp sterol (Lorensi et al., 2019).

- تأثير طارد لمفصليات الأرجل: Camphene (Xi Feng et al., 2019)، Abel-) 13- Docosenamide Anyebe et al.,2020).
- منظمات نمو (الجيل الثالث للمبيدات): gamma.-Sitosterol (Nyamoita .,2013).
- مواد جاذبة (جيل ثالث للمبيدات): Nonacosane (Karmakar et al., 2016).
- مضادات للممرضات والفطور: Caryophyllene oxide (Xiong etal., 2013)،(Jassal et al.,2021) والمركب9-octadecenoic acid (Ghavam et al., 2021).
- مضاد أكسدة: VitaminE (Niki1.,2015)، وأيضاً المركبSpathulenol-(-) (Houicher et al., 2018).

الجدول رقم (2): بعض الصفات الكيميائية والحيوية للمركبات الناتجة في زيت بذور الأزدرخت وفقاً للدراسات المرجعية.

المركب الكيميائي المعزول	الطبيعة الكيميائية للمركب	الصيغة الكيميائية العامة	الفعالية الحيوية (Bioactivity)	المرجع
Oleic Acid	Fatty acids	C18H34O2	مضادة للميكروبات	Zhou and Wang.,2021.
Tetradecanoic acid	Myristic acid	C14H28O2	مضاد للميكروبات	Kim et al., 2016. Abubakar and Majinda., 2016.
9-octadecenoic acid	Fatty acid	C18H34O2	مضادة للفطريات	Ghavam et al., 2021. Burčovà et al.,2018.
n-Hexadecanoic acid	Fatty acid	C16H32O2	مضاد للميكروبات	Chellia et al., 2017
9,12- Octadecadienoic acid	Fatty acid	C18H32O2	مضاد للفطور	Alamery And Algaraawi.,2020
Olean-18-en-28-oic acid	Fatty acid	C30H48O2	مبيد حشري	Kumar et al.,2016
1S – alpha- Pinene	Terpens	C10H16	مضاد بكتيري، مبيد حشري	Allenspach and Steuer., 2021.
Camphene	Terpens	C10H16	مضاد للبكتريا مضاد للفطور، مضاد أكسدة، سمية تلامسية للحشرات وتأثير طارد.	de Freitas et al., 2020. Hachlafi et al.,2021. Feng et al., 2019
beta.-Pinene	Terpens	C10H16	مضاد الميكروبات، مضاد تخثر، تعديل المقاومة للمضادات الحيوية	Salehi et al.,2019. Leite et al., 2007.
1,4-Cyclohexadiene, 1-methyl-4-(1-Methylethy)	Terpens	C7H10	مضاد فطري	Huang et al., 2021
Caryophyllene oxide	Terpens	C15H24O-	مضاد بكتيري لموجبة غرام مضاد فطري	Xiong etal., 2013 Jassal et al.,2021
Caryophyllene	Terpens	C15H24	مبيد حشري	Pandey and Singh., 2017.
(-)-Spathulenol	Alcohol	C15H24O	مضاد أكسدة، مضاد للسرطانات، مضاد للفطور	Houicher et al., 2018. do Nascimento et al.,2018
Hexanoic acid, methyl ester	ester	C7H14O2	مضاد بكتيري، مضاد حشري	García-Robles et al., 2013
Camp sterol	Sterols	C28H48O	مضاد فطور، مبيد خشري	Choi et al., 2017. Holken Lorensi et al., 2019.
Stigmasterol	Sterols	C29H48O	مضاد تخثر، خفض نسبة الكوليستيرول، مضاد للأكسدة	Kaur et al.,2011.
gamma.-Sitosterol.	Sterols	C29H52O2	منظم نمو حشري، مبيد حشري، مضاد بكتيري	Nyamoita .,2013. Mishra et al., 2022
Fucosterol	Sterols	C29H48O	مضاد للأكسدة، مضاد فطريات، مضاد تخثر، خفض نسبة الكوليستيرول.	Abdul et al., 2015.
3-Methyl-4-isopropylphenol	Poly Phenol	C10H14O	مضاد بكتيري. ضد الحشرات	Fujiki and Honda.,2020 Verdi et al., 2019

Abel-Anyebe et al., 2020. Abo- El- Saad et al., 2011.	تأثير طارد للحشرات ، مبيد حشري	C22H43NO-	Amid	13- Docosenamide,
Pohl et al., 2011	مضاد فطري	C6H12	Hydro Carbon	Cyclopentane, methyl-
Langsi et al.,2017	مبيد حشري	C6H12	Hydro Carbon	Cyclohexane
Abok and Manulu., 2017	مضاد التهاب، خافض حرارة	C10H14	Hydro Carbon	Benzene, 1-ethyl-2,4-dimethyl-
Yan et al., 2010.	مبيد حشري	C16H22O4	Hydro Carbon	Dibutyl phthalate
Okpala et al., 2022	مضاد أكسدة	C20H42	Hydro Carbon	Cycloeicosane
Tang et al., 2022	مضاد بكتيري	C18H32O7	Hydro Carbon	Butyl citrate
Perumal et al., 2023 Carev etal ., 2018	مبيد حشري، مضاد بكتيري	C27H56	Hydro Carbon	Heptacosane
Mohammed et al., 2017.	مضاد للطور اليرقي	C24H50	Hydro Carbon	Cyclotetracosane
Karmakar et al., 2016.	يستخدم في المصائد لجذب الحشرات .	C29H60	Hydro Carbon	Nonacosane
Ponsankar et al.,2016	مبيد للطور اليرقي	C28H58-	Hydro Carbon	Octacosane
Daisy et al., 2002	طارد للحشرات	C11H10	Hydro Carbon	Naphthalene, 2-methyl
Niki1.,2015	مضاد أكسدة	C29H50O2	فيتامين	Vitamin E

ومن خلال الجدولين(2,1) يمكن القول بأن زيت بذور الأزدرخت يحوي الكثير من المركبات المنتمية لزمر كيميائية متنوعة، والتي تمتلك صفات حيوية هامة يمكن الاعتماد عليها في مجال التصدي ليس فقط للآفات الزراعية من مفصليات أرجل وممرضات، بل أيضا الاعتماد عليها كمواد أولية لصنع العقاقير الطبية (مضادات أكسدة، ومضادات للتخثر، والسرطانات ولأنواع الممرضات Houicher *et al.*, 2018 Abok and Manulu., 2017 ; Abdul *et al.*, 2015).

كما تفسر النتائج الحاصلة التأثيرات الفعالة المتعددة التي أظهرتها التجارب الحيوية لمركب الأزدرخت وغيره من المستخلصات النباتية على الآفات الضارة (صقر وشيبان،2018 ؛ صقر وغالية،2019,2018).

References:

1- العزاوي، عبد القادر، رقيب عاكف العاني وميسر مجيد جرجيس . الكفاءة التثبيطية لبعض المستخلصات النباتية في تضاعف فيروس البطاطا Y (PVY) *Potato Virus*. مجلة العلوم الزراعية العراقية 2008 ، 39: 109-117.

2- الناصر، زكريا، باسل ابراهيم وأحمد فلاح. تحليل زيت بذور الأزدرخت وأزهارها *Melia azedaracht* L. وتقييم كفاءتها في تثبيط نمو الفطريات على الوسط المغذي. مجلة جامعة دمشق للعلوم الزراعية 2014، المجلد(30)- العدد 2- الصفحات 155 -168.

3- صقر، ابراهيم عزيز وأسامة سجيع شيبان. دراسة بعض المستخلصات النباتية على الأكاروس الأحمر ذو البقعتين *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) على أوراق الباذنجان *Solanum melongena* L. في الظروف المخبرية. مجلة جامعة تشرين للدراسات والبحوث العلمية، سلسلة العلوم البيولوجية 2018، المجلد (40) العدد (4).

4- صقر، ابراهيم عزيز، دمر هاشم نمور ورندة أحمد سليمان . أهمية بعض المستخلصات النباتية في السيطرة على الاكاروسات الضارة بالمزروعات، النموذج المستخدم: الأكاروس الاحمر ذي البقعتين *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae). مجلة جامعة تشرين للدراسات والبحوث العلمية، سلسلة العلوم البيولوجية 2005 ، المجلد (27) العدد(2)، 175 -190.

5- صقر، ابراهيم عزيز وسهير بهجت غالية. دراسة مقارنة لفعالية مستخلصات ثمار نباتية مختلفة على الصفات الحيوية ضمن مراحل تطور الاكاروس الأحمر ذو البقعتين *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae). مجلة جامعة تشرين للدراسات والبحوث العلمية، سلسلة العلوم البيولوجية 2018، المجلد (40) العدد (3).

6- صقر، ابراهيم عزيز وسهير بهجت غالية. اختبار كفاءة خلط المستخلصات النباتية ببعض المبيدات العضوية الصناعية على الاناث الحديثة للاكاروس الاحمر ذو البقعتين. المجلة السورية للبحوث الزراعية 2019، المجلد(6) العدد(4).

7- صقر، ابراهيم عزيز، ماجدة محمد مفلح ورندة أحمد سليمان. كفاءة بعض المستخلصات النباتية والمبيدات الكيميائية والأعداء الحيوية في السيطرة على مجتمعات الاكاروس الأحمر ذي البقعتين *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) على البندورة في الزراعة المحمية. المجلة السورية للبحوث الزراعية 2018، المجلد(5) العدد(3).

8- غالية، سهير بهجت. إدارة الأكاروسات الحمراء العادية (Acari, Tetranychidae) داخل الزراعة المحمية. رسالة ماجستير كلية الهندسة الزراعية، جامعة تشرين، 2008، 173 صفحة.

9- منيعم، أمل حامد أحمد. دراسة فاعلية بعض الطرق الآمنة بيئياً في مكافحة مرض الذبول الفيوزارمي على بادرات الطماطم الذي يسببه الفطر *Fusarium oxysporum* f.sp.*lycopersici*. رسالة ماجستير كلية الزراعة جامعة عدن، 2010 ، 165 صفحة.

1- Al-Azzawi, Abdul Qadir, Raqeeb Akef Al-Ani, and Maysar Majeed Jarjis. The inhibitory efficiency of some plant extracts on the replication of potato virus. Potato Virus (PVY) Y Iraqi Agricultural Sciences Journal 2008, 39:109-117.

2- Al-Nasser, Zakaria, Basil Ibrahim and Ahmed Falah. Analysis of the oil of Melia azedaracht L. seeds and flowers and evaluation of their efficiency in inhibiting the growth of fungi on the nutrient medium. Damascus University Journal of Agricultural Sciences 2014, Volume (30) -Issue 2 - Pages 168-155.

3 - Saqr, Ibrahim Aziz and Osama Saji' Shaiban. Study of some plant extracts on the red two-spotted mite Tetranychus urticae Koch (Acari: Tetranychidae) on the leaves of eggplant Solanum melongena L. under laboratory conditions. Tishreen University Journal for Scientific Studies and Research, Biological Sciences Series 2018, Volume (40), Issue (4.

4- Saqr, Ibrahim Aziz, Damar Hashim Nammour and Randa Ahmed Suleiman. The importance of some plant extracts in controlling mites harmful to crops. The model used: the two-spotted red mite Tetranychus urticae Koch (Acari: Tetranychidae). Tishreen University Journal for Scientific Studies and Research, Biological Sciences Series 2005, Volume (27) Issue (2), 190-175.

5- Saqr, Ibrahim Aziz and Suhair Bahjat Ghalia. A comparative study of the effectiveness of different plant fruit extracts on biological traits within the development stages of the red two-spotted mite Tetranychus urticae Koch (Acari: Tetranychidae). Tishreen University Journal for Scientific Studies and Research, Biological Sciences Series 2018, Volume (40), Issue (3.

6- Saqr, Ibrahim Aziz and Suhair Bahjat Ghalia. Testing the efficiency of mixing plant extracts with some synthetic organic pesticides on modern females of the red two-spotted mite. Syrian Journal of Agricultural Research 2019, Volume (6) Issue (4).
7- Saqr, Ibrahim Aziz, Magda Muhammad Mufleh, and Randa Ahmed Suleiman. Efficiency of some plant extracts, chemical pesticides and biological enemies in controlling the population of the red two-spotted mite Tetranychus urticae Koch (Acari: Tetranychidae) on tomatoes in protected agriculture. Syrian Journal of Agricultural Research 2018, Volume (5) Issue (3.
8- Ghalia, Suhair Bahjat. Management of common red mites (Acari, Tetranychidae) within protected agriculture. Master's thesis, Faculty of Agricultural Engineering, Tishreen University, 2008, 173 pages.
9- Moneim, Amal Hamid Ahmed. Studying the effectiveness of some environmentally safe methods in combating Fusarium wilt disease on tomato seedlings, which is caused by the fungus Fusarium oxysporum f.sp.lycopersici. . Master's thesis, Faculty of Agriculture, University of Aden, 2010, 165 pages.

Reference

1-Abdul, Q. A., Choi, R. J., Jung, H. A., & Choi, J. S. Health benefit of fucosterol from marine algae: a review. Journal of the Science of Food and Agriculture, 2016, 96(6), 1856-1866 .
2-Abel-Anyebe, O., Idris, N., Keita, D., Ekpenyong, K. I., & Yakubu, M. A. Fatty Amides in Minutes: Direct Formation from Fatty Esters in a Green Synthetic Process. *Science*, 2020, *8*(1), 18-28.
3- Abo-El-Saad, M. M., Al Ajlan, A. M., Al-Eid, M. A., & Bou-Khowh, I. A. Repellent and fumigant effects of essential oil from clove buds *Syzygium aromaticum* L. against *Tribolium castaneum* (Herbest)(Coleoptera: Tenebrionidae). Journal of Agricultural Science and Technology A, 2011, 1, 613- 620.
4- Abok, J. I., & Manulu, C. TLC analysis and GC-MS profiling of Hexane extract *of Syzygium guineense* Leaf. Journal of Medicinal Plants Studies, 2017, *5*(1), 261-265.
5- Abubakar, M. N., & Majinda, R. R. GC-MS analysis and preliminary antimicrobial activity of Albizia adianthifolia (Schumach) and Pterocarpus angolensis (DC). Medicines, 2016, 3(1), 3.
6- Ahamad, S. A. G. E. E. R., Ahmad, S. A., & Hasnat, A. Synthesis and characterization of styrenated polyesteramide resin from Melia azedarach seed oil an eco-friendly resource. *Chemical science transactions*, 2015, *4*(4), 1047-1053.
7-AlAmery, S. F., & AlGaraawi, N. L.. Phytochemical profile and antifungal activity of stems and leaves methanol extract from the Juncus maritimus Linn. Juncaceae family against some dermatophytes fungi. In AIP Conference Proceedings ,2020, (Vol. 2290, No. 1, p. 020034). AIP Publishing LLC.
8-Allenspach, M., & Steuer, C. α-Pinene: A never-ending story. *Phytochemistry*, 2021, *190*, 112857.
9-Al-Marzoqi, A. H., Hameed, I. H., & Idan, S. A. Analysis of bioactivechemical components of two medicinal plants (*Coriandrum sativum and Melia azedarach*) leaves\ using gas chromatography-mass spectrometry (GMS). African Journal of Biotechnology, 2015, 14(40), 2812-2830.
10-Amizadeh, M., M. J. Hejazi, and G. Askari-Saryazdi. Fumigant toxicity of some essential oils to *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae). Inter J. Acarol, 2013, 39: 285– 289.
11-Bachheti RK, Dwivedi H, Rana V, Rai I, Joshi A . Characterization of fatty acids in *Melia azedarach* L. seed oil. Int J Curr Res Rev, 2012, 4:108–114.
12 -Benyacoub, A., Skender, A., Boutemak, K., & Hadj-Ziane-Zafour, A. Inclusion complexes of Melia azedarach L. seed oil/β-cyclodextrin polymer: preparation and characterization. Chemical Papers, 2019,73, 525-534.

13-Bobbarala, V., P. K. Katikala, K.C. Naidu and S. Penumajji. Antifungal activity of selected plant extracts against phytopathogenic fungi Aspergillus niger F2723. Indian Journal of Science and Technologyl, 2009, 2(4): 87-90.
14 -Burčová, Z., Kreps, F., Greifová, M., Jablonský, M., Ház, A., Schmidt, Š., & Šurina, I. Antibacterial and antifungal activity of phytosterols and methyl dehydroabietate of Norway spruce bark extracts. Journal of Biotechnology,2018, 282, 18- 24.
15 -Carev, I., Maravić, A., Bektašević, M., Ruščić, M., Siljak-Yakovlev, S., & Politeo, O. *Centaurea rupestris* L.: Cytogenetics, essential oil chemistry and biological activity. Croatica Chemica Acta,2018, 91(1), 11-18.
16 -Carpinella, M. C., Miranda, M., Almirón, W. R., Ferrayoli, C. G., Almeida, F. L., &Palacios, S. M. In vitro pediculicidal and ovicidal activity of an extract and oil from fruits of *Melia azedarach* L. Journal of the American Academy of Dermatology,2007, 56(2), 250-256.
17-Chelliah, R., Ramakrishnan, S., & Antony, U. Nutritional quality of *Moringa oleifera* for its bioactivity and antibacterial properties. International Food Research Journal,2017, 24(2), 825.
18 -Choi, N. H., Jang, J. Y., Choi, G. J., Choi, Y. H., Jang, K. S., Min, B. S., ... & Kim, J. C. Antifungal activity of sterols and dipsacus saponins isolated from Dipsacus asper roots against phytopathogenic fungi. Pesticide biochemistry and physiology,2017, 141, 103-108.
19 -Daisy, B. H., Strobel, G. A., Castillo, U., Ezra, D., Sears, J., Weaver, D. K., & Runyon, J. B. Naphthalene, an insect repellent, is produced by Muscodor vitigenus, a novel endophytic fungus. Microbiology, 2002, 148(11), 3737-3741.
20 -de Freitas, B. C., Queiroz, P. A., Baldin, V. P., do Amaral, P. H., Rodrigue Vandresen, F., ... & Siqueira, V. L. (-)-Camphene-based derivatives as potential antibacterial agents against *Staphylococcus aureus* and *Enterococcus spp*. Future Microbiology, 2020, 15(16), 1527-1534.
21-Devi N, Maji TK . Neem seed oil: encapsulation and controlled release— search for agreener alternative for pest control. In: Stoytcheva M (ed) Pesticides in the modern world— pesticides use and management. In Tech, London. ISBN,2011, 978-953-307-459-7.
22 - do Nascimento, K. F., Moreira, F. M. F., Santos, J. A., Kassuya, C. A. L., Croda, J. H. R., Cardoso, C. A. L., ... & Formagio, A. S. N. Antioxidant, anti- inflammatory, antiproliferative and antimycobacterial activities of the essential oil of Psidium guineense Sw. and spathulenol. Journal of *e*thnopharmacology, 2018, 210, 351- 358.
23 -Doughari, J. H., A. M. El-mahmood and S. P. Tyoyina. Antimicrobial activity of leaf extracts of Senna obtusifolia (L). African Journal of Pharmacy and Pharmacology, 2008, 2(1): 7-13.
24 -Feng, Y. X., Wang, Y., Chen, Z. Y., Guo, S. S., You, C. X., & Du, S. S. Efficacy of bornyl acetate and camphene from Valeriana officinalis essential oil against two storage insects. Environmental Science and Pollution Research,2019, 26, 16157-16165.
25 -Fujiki, M., & Honda, M. The investigation of synergistic activity of protamine with conventional antimicrobial agents against oral bacteria. Biochemical and Biophysical Research Communications, 2020, 523(3), 561- 566.
26 -García-Robles, I., Ochoa-Campuzano, C., Fernández-Crespo, E., Camañes, G., Martínez-Ramírez, A. C., González-Bosch, C., ... & Real, M. D. Combining hexane acid plant priming with *Bacillus thuringiensis* insecticidal activity against Colorad potato beetl. International Journal of Molecular Sciences,2013, 14(6), 12138-12156.
27- Ghavam, M., Afzali, A., & Manca, M. L. Chemotype of damask rose witholeic acid (9 octadecenoic acid) and its antimicrobial effectiveness. *Scientific* reports,2021, 11(1), 1-7.
28 -Govindarajan M, Rajeswary M, Hoti SL, Benelli G. Larvicidal potential ofcarvacrol and terpinen-4-ol from the essential oil of Origanum vulgare (Lamiaceae) against Anopheles stephensi, Anopheles subpictus, Culex quinquefasciatus and Culex tritaeniorhynchus (Diptera: culicidae). Res Vet Sci, 2016, 104:77–82.
29 -Hachlafi, N. E., Aanniz, T., Menyiy, N. E., Baaboua, A. E., Omari, N. E., Balahbib, A., ... & Bouyahya, A. In vitro and in vivo biological investigations of camphene and its mechanism insights: A review. Food Reviews International, 2021, 1- 28.

30 -Holken Lorensi, G., Soares Oliveira, R., Leal, A. P., Zanatta, A. P., Moreira de Almeida, C. G., Barreto, Y. C., ... & Dal Belo, C. A. Entomotoxic activity *Prasiola crispa* (Antarctic algae) in Nauphoeta cinerea of cockroaches : identification of Main steroidal compounds. *Marine drugs*, 2019, 17(10), 573.
31 -Houicher, A., Hamdi, M., Hechachna, H., & Özogul, F. (2018). Chemicalcomposition and antifungal activity of Anacyclus valentinus essential oil from Algeria. Food Bioscience, 25, 28-31.
32 -Huang, X., Liu, T., Zhou, C., Huang, Y., Liu, X., & Yuan, H. Antifungal activity of essential oils from three *Artemisia* species against *Colletotrichum gloeosporioides* of mango. *Antibiotics*, 2021, 10(11), 1331.
33 -Isman, M.B., 2015. A renaissance for botanical insecticides? Pest Manag. Sci, 2015, 71,1587–1590.
34 -Jassal, K., Kaushal, S., Rashmi, & Rani, R. Antifungal potential of guava (*Psidium guajava*) leaves essential oil, major compounds: beta-caryophyllene and caryophyllene oxide. Archives of Phytopathology and Plant Protection, 2021, 54(19-20), 2034-2050.
35- Kadam, S., Patul, V., Waghmode, S., & Dagade-Gadale, S. Use of Nano pesticide in Agriculture and its Toxicity–A Review, 2021.
36- Karmakar, A., Malik, U., & Barik, A. Effects of leaf epicuticular wax compounds from *Solena amplexicaulis* (Lam.) Gandhi on olfactory responses of a generalist insect herbivore. Allelopathy J, 2016, 37(2), 253-272.
37- Kaur, N., Chaudhary, J., Jain, A., & Kishore, L. Stigmasterol: acomprehensive review. International Journal of Pharmaceutical Sciences and Research, 2011, 2(9), 2259.
38-Kim, J. E., Seo, J. H., Bae, M. S., Bae, C. S., Yoo, J. C., Bang, M. A., ... & Park, D. H. Antimicrobial constituents from Allium hookeri root. Natural product communications, 2016, 11(2), 1934578X1601100226.
39- Koul, O., Walia, S., Dhaliwal, G.S. Essential oils as green pesticides: potentialand constraints. Biopest. Int, 2008, 4, 63–84.
40 - Kumar, V., Sharma, A., Thukral, A. K., & Bhardwaj, R. Phytochemical profiling of methanolic extracts of medicinal plants using GC-MS. International Journal of Research and Development in Pharmacy & Life Sciences, 2016, 5(3), 2153-2158.
41 - Kwon HC, Lee BG, Kim SH, Jung CM, Hong SY, Han JW, et al. Inducible nitric oxide synthase inhibitors from Melia azedarach var. Japonica. Arch Pharm Res, 1999, 22:410-3
42-Langsi, D. J., Nukenine, E. N., Fokunang, C. N., Goudoungou, J. W., Kosini, D., Fotso, T. G., & Agbor, G. Evaluation of the insecticidal properties of fractionated extracts of *Ocimum canum* and *Laggera pterodonta* on stored maize against the infestation of *Sitophilus zeamais* (Coleoptera: Curculionidae). Int. J. Agron. Agric. R,2017, 10, 41-50.
43-Leite, A. M., Lima, E. D. O., Souza, E. L. D., Diniz, M. D. F. F. M., Trajano, V. N., & Medeiros, I. A. D. Inhibitory effect of beta-pinene, alpha-pinene and eugenol on the growth of potential infectious endocarditis causing Gram- positive bacteria. Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas, 2007, 43, 121-126.
44 -Lim, E., Lee, B.H., Park, C.G.,. Fumigant activity of essential oils and their components from Eucalyptus codonocarpa and E. dives against *Tetranychus urticae* (Acari: tetranychidae) at three temperatures. J. Appl. Entomol, 2012, 136,698–703
45 -Mishra, V., Tomar, S., Yadav, P., Vishwakarma, S., & Singh, M. P. Elemental Analysis, Phytochemical Screening and Evaluation of Antioxidant, Antibacterial and Anticancer Activity of Pleurotus ostreatus through In Vitro and In Silico Approaches. Metabolites, 2022, 12(9), 821.
46 -Mohammed, S. I., Vishwakarma, K. S., & Maheshwari, V. L. Evaluation of larvicidal activity of essential oil from leaves of *Coccinia grandis* against three mosquito species. Journal of Arthropod-Borne Diseases, 2017, 11(2), 226.
47 -Niki, E. Evidence for beneficial effects of vitamin E. The Korean journal of internal medicine, 2015, 30(5), 571.

48 -Nyamoita, M. G. Toxicity of individual and blends of pure phytoecdysteroids isolated from *Vitex schiliebenii* and *Vitex payoffs* against *Anopheles gambiae ss* larvae. World J Org Chem, 2013, 1, 1-5.
49 -Okpala, E. O., Onocha, P. A., & Ali, M. S. Antioxidant activity of phytol dominated stem bark and leaf essential oils of *Celtis zenkeri* Engl. Trends in Phytochemical Research, 2022, 6(2), 137-144.
50 -Pandey, A. K., & Singh, P. The genus Artemisia: A 2012–2017 literature review on chemical composition, antimicrobial, insecticidal and antioxidant activities of essential oils. Medicines, 2017, 4(3), 68.
51 -Pavela, R., Stepanycheva, E., Shchenikova, A., Chermenskaya, T., & Petrova, M. Essential oils as prospective fumigants against *Tetranychus urticae* Koch. Industrial Crops and Products, 2016, 94, 755-761.
52 -Perumal, V., Kannan, S., Pittarate, S., Chinnasamy, R., & Krutmuang, P . Essential oils from Acacia nilotica (Fabales: Fabaceae) seeds: May have insecticidal effects. Heliyon, 2023, 9(4).
53 -Pohl, C. H., Kock, J. L., & Thibane, V. S. Antifungal free fatty acids: a review. *Science against microbial pathogens: communicating current serearch and* technological advances,2011, 3, 61-71.
54 -Ponsankar, A., Vasantha-Srinivasan, P., Senthil-Nathan, S., Thanigaivel, A., Edwin, E. S., Selin-Rani, S., ... & Al-Dhabi, N. A. Target and non-target toxicity of botanical insecticide derived from *Couroupita guianensis* L. flower against generalist herbivore, *Spodoptera litura* Fab. and an earthworm, *Eisenia foetida Savigny*. Ecotoxicology and environmental safety,2016, 133, 260-270.
55 -Reddy, S. E., & Dolma, S. K. Acaricidal activities of essential oils against two- spotted spider mite, *Tetranychus urticae* Koch. Toxin Reviews,2018, 37(1), 62 - 66.
56 -Rehman, R., Hanif, M.A., Mushtaq, Z., Al-Sadi, A.M., 2016. Biosynthesis of essential oils in aromatic plants: a review. Food Rev. Int, 2016, 32, 117–160.
57 -Salehi, B., Upadhyay, S., Erdogan Orhan, I., Kumar Jugran, A., LD Jayaweera, S., A. Dias, D. ... & Sharifi-Rad, J. Therapeutic potential of α-and β- pinene: A miracle gift of nature. Biomolecules, 2019, 9(11), 738.
58-Sarkar, S., Kundu, A., Chakraborty, R., & Mukhopadhyay, A. A review on nanocomposites and their role in insecticide delivery. Journal of Entomology and Zoology Studies, 2021, 9(1), 1985-1988.
59- Sumathi A. Evaluation of physicochemical and phytochemical parameters of*Melia Azedarach*. Leaves (family: meliaceae). Int. J. Pharm. Pharm. Sci. Supplement, 2013, 2(5):104.
60-Tang, S., Zhang, L., Mao, X., Shao, Y., Cao, M., Zhang, L., & Liang, X. Pullulan- based nanocomposite films with enhanced hydrophobicity and antibacterial performances. *Polymer Bulletin*,2022, 1-17.
61- Valladares G, Garbin L, Defago´ MT, Carpinella MC, Palacios SM. Actividad antialimentaria e insecticida de un extracto de hojas senescentes de *Melia azedarach* (Meliaceae) (in Spanish). Rev Soc EntomolArgent , 2003, 62:53-
62 -Verdi, M. Z., Abbasipour, H., & Chegini, S. G. Phytochemical and Insecticidal study of the Avishan-e-denaii (*Thymus daenensis Celak*.) essential oil against the melon aphid (*Aphis gossypii Glover*). Journal of Essential Oil Bearing Plants, 2019, 22(2), 545-553.
63-Wati, M., & Deen, M. K.. Antioxidant potential and physiochemical properties of seed kernels and oil of *Melia azedarach* of two locations. Journal of the Indian Chemical Society, 2019, 96(5), 629-634.
64 -Xiong, L., Peng, C., Zhou, Q. M., Wan, F., Xie, X. F., Guo, L., ... & Dai, O. Chemical composition and antibacterial activity of essential oils from different parts of Leonurus japonicus Houtt. Molecules, 2013, 18(1), 963-973.
65 -Yan, H., Qiao, F., Tian, M., & Row, K. H. Simultaneous determination of nine pyrethroids in indoor insecticide products by capillary gas chromatography. Journal of pharmaceutical and biomedical analysis, 2010, 51(3), 774-777.
66- Zhou, L., & Wang, Y. Physical and antimicrobial properties of zein and methyl cellulose composite films with plasticizers of oleic acid and polyethylene glycol. Lwt, 2021, 140, 110811.