# Chemical Composition of Essential Oil Extracted from the Aerial Parts of the AL-Marar Plant (*Centaurium pulchellum*) and their Potential Biological Properties

**Dr. Emad Hwija***
**Dr. Yaser Mossa****
**Mohannad Hasan Hasan*****

**(Received 1 / 5 / 2023. Accepted 2 / 10 /2023)**

## □ ABSTRACT □

Recently, global interest in medicinal plants used in folk medicine has increased as an important source of natural molecules with different biological activities and their role in discovering and developing new drugs. Among the medicinal plants used in folk medicine in Syria is *Centaurium pulchellum*, known locally as " AL-Marar ". The aerial parts of the plant were collected from a mountainous area in Latakia Province, Syria. The essential oil was obtained by the Clevenger-type apparatus with a yield of 0.88%. Seventy-five compounds, representing 99.56% of the total oil, were identified by GC-MS technique. The major identified compounds were: β-Damascenone (13.18%), Ledol (10.73%), Hexahydrofarnesyl acetone (8.42%), (E)-Verbenol (6.37%).

In this study, GC-MS analysis revealed for the first time the dominance of terpene compounds on the essential oil content of the aerial parts of the AL-Marar plant, which have a variety of biological activities. It emphasizes how significant this plant is as a potential plant drug for use in food and medicine applications and encourages more study of this plant to create novel plant-based pharmaceutical formulations.

**Keywords:** *Centaurium pulchellum*, AL-Marar, Qantariuon, GC-MS, Essential oil, β-Damascenone, Ledol, Biological activities.

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

*Professor- Dep. of Chemistry – Faculty of Sciences – Tishreen University- Lattakia- Syria.
** Professor - Dep. of Chemistry – Faculty of Sciences – Tishreen University- Lattakia- Syria..
*** Postgraduate Student (Ph.D), Dep. of Chemistry – Faculty of Sciences – Tishreen University Lattakia- Syria.. mohannadhasanhasan@tishreen.edu.sy

# المكونات الكيميائية للزيت العطري المستخلص من الأجزاء الهوائية لنبات المرار وخصائصها البيولوجية المحتملة(*Centaurium pulchellum*)

**د. عماد حويجة***

**د. ياسر موسى****

**مهند حسن*****

**(تاريخ الإيداع 1 / 5 / 2023. قُبِل للنشر في 2 / 10 /2023)**

## □ ملخّص □

ازداد مؤخرا الاهتمام العالمي بالنباتات الطبية المستخدمة في الطب الشعبي باعتبارها مصدراً مهماً للمركبات الطبيعية، ذات الأنشطة البيولوجية المختلفة، ودورها في اكتشاف وتطوير عقاقير جديدة. ومن بين النباتات الطبية المستخدمة في الطب الشعبي في سوريا نبات *Centaurium pulchellum*، والمعروف محلياً باسم المرار. جمعت الأجزاء الهوائية لنبات المرار من منطقة جبلية في محافظة اللاذقية–سوريا، وتم الحصول على الزيت العطري باستخدام جهاز كليفنجر بمردود بلغ (0.88%)، وقد نتج عن تحليل الزيت العطري المتحصل عليه من خلال تقانة GC-MS، تحديد (75) مركب تمثل (99.56%) من إجمالي الزيت، وكانت المركبات الرئيسية المحددة في الزيت العطري: β- Damascenone (13.18%)، Ledol (10.73%)، Hexahydrofarnesyl acetone (8.42%)، (E)- Verbenol (6.37%).

أظهر تحليل GC–MS في هذا العمل للمرة الأولى سيطرة المركبات التربينية على محتوى الزيت العطري للأجزاء الهوائية لنبات المرار، والتي تمتلك أنشطة بيولوجية متنوعة، ويبرز أهميته كعقار نباتي محتمل للاستفادة منه في التطبيقات الدوائية والغذائية، ويشجع لإجراء المزيد من الأبحاث على هذا النبات لتطوير مستحضرات صيدلانية نباتيه جديده.

**الكلمات المفتاحية:** *Centaurium pulchellum*، المرار، القنطريون، GC-MS، الزيت العطري، β-Damascenone، Ledol، الأنشطة البيولوجية.

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

* **أستاذ ، قسم الكيمياء، كلية العلوم، جامعة تشرين، اللاذقية، سورية.**

** **أستاذ ، قسم الكيمياء، كلية العلوم، جامعة تشرين، اللاذقية، سورية.**

*** **طالب دراسات عليا (دكتوراه)، قسم الكيمياء، كلية العلوم، جامعة تشرين، اللاذقية، سورية.**
**mohannadhasanhasan@tishreen.edu.sy**

## مقدمة:

منذ قديم الزمان وخلال مسيرة الانسان، استخدم العديد من المواد الطبيعية كعلاج لأمراض مختلفة. وقد شكّلت المملكة النباتية مصدراً رئيسياً للأدوية العلاجية فالعديد من الأدوية المكتشفة حديثاً معزولة عن المنتجات النباتية ومشتقاتها **(Kinghorn *et al.*, 2011)**. وتستخدم النباتات الطبية والعطرية في الغذاء لما لها من رائحة وطعم مميز بالإضافة لفوائدها الطبية، حيث تستعمل الزيوت العطرية المستخلصة منها لتحسين الطعم والرائحة في المستحضرات الصيدلانية وكمواد حافظة في الصناعات الغذائية بالإضافة لدورها كمضادات بكتيريا ومضادات فطريات ومضادات أكسدة **(Hwija *et al.*, 2017)**. ووفقاً لتقديرات منظمة الصحة العالمية (WHO) فإن غالبية سكان العالم يعتمدون بشكل رئيسي على الطب الشعبي لذلك وافقت على استخدام المنتجات العشبية وفقاً للسياسات الوطنية والتدابير التنظيمية للأدوية من أجل تعزيز البحث والتقييم لسلامة وفعالية المنتجات العشبية **(Khalil *et al.*, 2018)**.

يعتبر جنس *Centaurium* المنتمي للعائلة الجنطيانية (*Gentianaceae*) واحد من الأجناس النباتية ذات التقاليد الأقدم في تاريخ الطب البشري والأدوية الشعبية كعقار نباتي **(Šiler & Mišić, 2016)**. ومن بين النباتات التي تنتمي لهذا الجنس نبات *Centaurium pulchellum (Swartz) Druce*، وهو عشبة حوليه تتميز بمذاقها المرير جداً، ساقه خضراء اللون، سطحها أملس، منتصبة بارتفاع (*cm* 30-50)، والفروع الجانبية تكون منتصبة أيضاً. الأوراق متقابلة متصالبة، ولاطئة بسيطة، وهي بيضوية الشكل، إلى رمحية ذات حواف كاملة، عديمة الرائحة، لونها أخضر، سطحها أملس وناعم. الأزهار شديدة التفرع على شكل عناقيد، وعادة ما تكون طويلة العنق، لونها وردي ونادراً ما تكون بيضاء، مرتبة في نهايات الفروع القصيرة. الجذر قصير أسطواني، يتفرع منه جذور جانبية، سطحه خشن ولونه أصفر ضارب للحمرة. يزهر النبات من شهر آذار إلى أيار، وينمو في الترب الرطبة والشقوق الجبلية وحول ينابيع المياه العذبة، على ارتفاع (*m* 390-1300)، موطنه حوض البحر الأبيض المتوسط ومعظم أوراسيا شمالاً حتى الدول الاسكندنافية وشرقاً إلى جبال الهيمالايا والصين، يسمى بالعربية القنطريون **(A El-Shanawany *et al.*, 2004; ressources, 2005; Saeed, 2013; Ubsdell, 1979)**، ويسمى محليا المرار. ويظهر في الشكل (1) صور لأزهار وأوراق نبات والمرار.

**الشكل 1: أزهار وأوراق نبات المرار**

يعتبر نبات المرار مصدراً للعديد من المركبات الهامة فهو غني بمركبات جليكوزيدات السيكوريدويد المرّه، والتي تتمتع بنشاط مضاد للفطريات والبكتيريا، والزانثونات، التي تتمتع بأنشطة صيدلانية متنوعة مثل مضاد للفيروسات، مضاد للأكسدة، ومضاد للسرطان وغيرها **(Ghosal *et al.*, 1975; Horn *et al.*, 2001; Krstić *et al.*, 2003; Kumarasamy, Nahar, & Sarker, 2003; Kumarasamy, Nahar, Cox, *et al.*, 2003; Rodriguez *et al.*, 1995; Šiler *et al.*, 2010; Tan *et al.*, 1998; Van der Sluis & Labadie, 1981)**، بالإضافة إلى أنه يحتوي لاكتونات التربينات الثلاثية **(Bibi *et al.*, 2000)**، ومشتقات الايزوكومارين **(Bibi *et al.*, 2006)**، والقلويدات، والأحماض الفينولية **(ressources, 2005)**.

يتم استخدامه بشكل أساسي لتحفيز الشهية وتخفيف عسر الهضم كمنشط للمعدة ومقوي مر، كما أن المغلي منه يستخدم في علاج آلام المعدة والبطن، والمغص الكلوي، ولطرد الحصى من الكلى والاحليل، ولارتفاع ضغط الدم، كما يستخدم كمرهم لشفاء الجروح، آلام الروماتيزم، كما أن منقوعه يستخدم لمرض السكري **(A El-Shanawany *et al.*, 2004; Allam *et al.*, 2014; ressources, 2005; Yadav, 2013)**، وقد أظهرت مستخلصاته فعالية عالية كمضاد للبكتيريا والفطريات في المختبر **(Bibi *et al.*, 2006; Šiler *et al.*, 2010)**.

وعلى الرغم من الاستخدامات الطبية الواسعة لهذا النبات إلا أن الدراسات الكيميائية الخاصة به معدودة وخاصة زيوته العطرية، لذلك هدف هذا العمل إلى التعرف على المكونات الكيميائية ذات الخصائص الدوائية المحتملة للزيت العطري المستخلص من الأجزاء الهوائية لنبات المرار (*Centaurium pulchellum*) السوري للمرة الأولى باستخدام تقنية GC-MS.

## طرائق البحث ومواده:

### 1- الأجهزة والأدوات والمواد المستخدمة:

جهاز الكروماتوغرافيا الغازية GC-MS من شركة (Agilent نموذج 6890، USA) المرتبط مع مطياف الكتلة شركة (Hewlett Packard نموذج 5975، USA)، جهاز كليفنجر (محلي الصنع)، سخانة كهربائية كروية من شركة (Heraeus Wittmann، Germany)، ميزان حساس من شركة (Sartorius، Germany)، مبخر دوار من شركة (Heidolph نموذج laborota 4000، Germany)، أدوات مخبرية زجاجية من شركة (Isolab، Germany)، مذيب نظامي الهكسان من شركة (Honeywell، Germany)، كبريتات الصوديوم اللامائية من شركة ( TITAN BIOTECH .LTD، India)، ورق ترشيح من شركة (ZELPA نوع Whatman no.1، Belgium). جميع الأدوات والأجهزة المستخدمة في إجراء البحث موجودة في مخبر أبحاث الكيمياء العضوية (2)–قسم الكيمياء–كلية العلوم–جامعة تشرين، مكان إجراء العمل، باستثناء جهاز الكروماتوغرافيا الغازية GC-MS في المعهد العالي للبحوث البحرية–جامعة تشرين.

### 2- المواد النباتيه:

تم جمع الأجزاء الهوائية (أزهار، أوراق) لنبات المرار في مرحلة ذروة الإزهار نهاية شهر نيسان لعام 2020 من منطقة جوبة برغال وهي منطقة جبلية تقع على ارتفاع حوالي (900 *m*) عن سطح البحر (محافظة اللاذقية–سوريا). تم غسل العينات النباتيه ثم جففت في الظل، وطحنت جيداً ونقلت إلى أوعية زجاجية عاتمه بغرض الحفظ لمرحلة الاستخلاص.

### 3- استخلاص الزيت العطري:

تم استخلاص الزيت العطري من العينة النباتيه الجافة والمطحونة بالتقطير المائي لمدة 5 ساعات باستخدام جهاز كليفنجر **(Handa *et al.*, 2008)**، (100 *g* من العينة في 500 *ml* ماء مقطر)، ثم جُمع الزيت العطري باستخدام

الهكسان، وجفف باستخدام كبريتات الصوديوم اللامائية، وبعد الترشيح تم التخلص من المذيب المتبقي بإمرار تيار لطيف من غاز الآزوت عليه، تم حفظ الزيت عند درجة حرارة 4℃+ لوقت التحليل، وكان وزنه: $0.71\ g$.

**4- تحليل GC-MS:**

تم إجراء تحليل GC-MS باستخدام جهاز الكروماتوغرافيا الغازية Agilent نوع 6890 المقترن بمطيافية الكتلة Hewlett Packard نوع 5975، تم استخدام عمود شعري نوع HP-5 أبعاده $(30m \times 0.25mm \times 0.25\mu m)$. حشوة الطور الساكن: Phenyl methyl siloxane 5%). وتمت برمجة درجة حرارة العمود بدايةً عند الدرجة 70℃، ثم تزداد درجة الحرارة بمقدار 4℃ لكل دقيقة حتى درجة الحرارة 280℃، ليتم الاحتفاظ بهذه الدرجة مدة 10 دقائق. وتم استخدام الهليوم كغاز حامل بضغط $1\ psi$. كما تم إجراء الحقن في وضع عدم الانقسام (splitless) عند درجة حرارة 250℃. تم تسجيل أطياف الكتلة في وضع طاقة التأين 70ev، وتم تثبيت درجة حرارة منبع التشرد عند 230℃.

**5- تحديد المكونات:**

تم تحديد مكوّنات الزيوت العطرية بناءً على تفسير الطيف الكتلي لـ GC-MS باستخدام قاعدة المعهد الوطني القياسي والتكنولوجيا NIST وWiley، من خلال مقارنة طيف الكتلة للمركب الغير معروف مع طيف الكتلة المرجعي في المكتبات المتوفرة في حاسوب الجهاز وهي (Nist 05a.L, Nist 02.L, Wiely7.1).

## النتائج والمناقشة:

**1- نتائج تحليل الزيت العطري باستخدام GC-MS:**

أسفر الاستخلاص المائي للأجزاء الهوائية لنبات المرار عن زيت عطري مصّفر ذي رائحة قوية، بمردود بلغ (0.88%). وقد نتج عن تحليل الزيت العطري المستخلص باستخدام GC-MS، تحديد (75) مركب تمثل (99.56%) من إجمالي مساحة القمم الموضحة في الشكل (1)، والتي تم إدراجها وفق ترتيب خروجها من العمود في الجدول (1).

كانت المركبات الرئيسية في الزيت العطري المستخلص من الأجزاء الهوائية لنبات المرار: β-Damascenone (13.18%)، Ledol (10.73%)، Hexahydrofarnesyl acetone (8.42%)، (E)-Verbenol (6.37%)، Aristolene (3.76%)، β-Caryophyllene (3.62%)، Phellandral (3.55%)، cis-p-Menth-2,8-dien-1-ol (3.38%)، α-Eudesmol (2.71%). وتظهر في الأشكال من 2 إلى 5 أطياف الكتلة للمركبات الرئيسية الأربعة الأولى.

**الجدول (1) التركيب الكيميائي للزيت العطري المستخلص من الأجزاء الهوائية لنبات المرار.**

| No | Name | RT(min) | Area% | Class | M.F. | M.W. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | trans-Carane | 7.973 | 0.35 | M | $C_{10}H_{18}$ | 138.25 |
| 2 | α-Pinane | 8.877 | 0.38 | M | $C_{10}H_{16}$ | 136.23 |
| 3 | cis-Carane | 10.663 | 0.32 | M | $C_{10}H_{18}$ | 138.25 |
| 4 | p-Menth-3-en | 11.292 | 0.32 | M | $C_{10}H_{18}$ | 138.25 |
| 5 | β-Pinane | 12.007 | 0.40 | M | $C_{10}H_{18}$ | 138.25 |
| 6 | p-Cymene | 12.150 | 0.77 | M | $C_{10}H_{14}$ | 134.22 |
| 7 | trans-3-Caren-2-ol | 13.358 | 1.05 | M | $C_{10}H_{16}O$ | 152.23 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 8 | 2-Ethyl-p-xylene | 13.484 | 0.37 | H | $C_{10}H_{14}$ | 134.22 |
| 9 | m-Cymene | 13.781 | 0.62 | M | $C_{10}H_{14}$ | 134.22 |
| 10 | 4-Ethyl-m-xylene | 15.555 | 0.59 | H | $C_{10}H_{14}$ | 134.22 |
| 11 | Prehnitene | 15.738 | 0.53 | H | $C_{10}H_{14}$ | 134.22 |
| 12 | Undecane | 17.266 | 0.37 | H | $C_{11}H_{24}$ | 156.31 |
| 13 | 1,3,8-p-Menthatriene | 17.535 | 1.69 | M | $C_{10}H_{14}$ | 134.22 |
| 14 | Durene | 17.918 | 0.67 | H | $C_{10}H_{14}$ | 134.22 |
| 15 | (E)-Verbenol | 18.073 | 6.37 | M | $C_{10}H_{16}O$ | 152.23 |
| 16 | cis-p-Menth-2,8-dien-1-ol | 18.324 | 3.38 | M | $C_{10}H_{16}O$ | 152.23 |
| 17 | 4-Methyl-1-undecene | 18.593 | 0.98 | H | $C_{12}H_{24}$ | 168.32 |
| 18 | β-Pinene oxide | 18.817 | 0.90 | M | $C_{10}H_{16}O$ | 152.23 |
| 19 | 3,8-Dimethyldecane | 19.303 | 0.98 | H | $C_{12}H_{26}$ | 170.33 |
| 20 | 3,6-Dimethyldecane | 19.755 | 0.47 | H | $C_{12}H_{26}$ | 170.33 |
| 21 | (E)-Non-6-en-1-ol | 20.093 | 0.64 | O | $C_9H_{18}O$ | 142.24 |
| 22 | E-2,3-Epoxycarane | 20.316 | 0.52 | M | $C_{10}H_{16}O$ | 152.23 |
| 23 | Dodecane | 20.447 | 0.82 | H | $C_{12}H_{26}$ | 170.33 |
| 24 | cis-Carveol | 20.711 | 1.05 | M | $C_{10}H_{16}O$ | 152.23 |
| 25 | 4-methyldodecane | 20.94 | 0.37 | H | $C_{13}H_{28}$ | 184.36 |
| 26 | Citronellyl formate | 21.037 | 0.33 | M | $C_{11}H_{20}O_2$ | 184.27 |
| 27 | Phellandral | 21.958 | 3.55 | M | $C_{10}H_{16}O$ | 152.23 |
| 28 | 2,6,11-Trimethyldodecane | 22.152 | 1.04 | S | $C_{15}H_{32}$ | 212.41 |
| 29 | β-Methylnaphthalene | 22.484 | 0.74 | H | $C_{11}H_{10}$ | 142.20 |
| 30 | Tridecane | 22.879 | 0.49 | H | $C_{13}H_{28}$ | 184.36 |
| 31 | α-Methylnaphthalene | 22.948 | 1.05 | H | $C_{11}H_{10}$ | 142.20 |
| 32 | Didehydro-cycloisolongifolene | 23.068 | 0.44 | S | $C_{15}H_{22}$ | 202.33 |
| 33 | Epidolichodial | 23.348 | 1.62 | M | $C_{10}H_{14}O_2$ | 166.22 |
| 34 | 1,4,6-Trimethylnaphthalene | 23.961 | 0.42 | H | $C_{13}H_{14}$ | 170.25 |
| 35 | β-Damascenone | 24.201 | 13.18 | M | $C_{13}H_{18}O$ | 190.28 |
| 36 | β-Caryophyllene | 24.785 | 3.62 | S | $C_{15}H_{24}$ | 204.35 |
| 37 | Aristolene | 25.637 | 3.76 | S | $C_{15}H_{24}$ | 204.35 |
| 38 | 2,3-Dimethylnaphthalene | 26.329 | 0.35 | H | $C_{12}H_{12}$ | 156.22 |
| 39 | 2-methylene-4,8,8-trimethyl-4-vinyl-bicyclo[5.2.0]nonane | 26.564 | 0.50 | S | $C_{15}H_{24}$ | 204.35 |
| 40 | β-Cadinene | 26.719 | 0.81 | S | $C_{15}H_{24}$ | 204.35 |
| 41 | Piperonyl acetone | 26.844 | 0.65 | O | $C_{11}H_{12}O_3$ | 192.21 |
| 42 | cis-Calamenene | 26.959 | 1.33 | S | $C_{15}H_{22}$ | 202.33 |

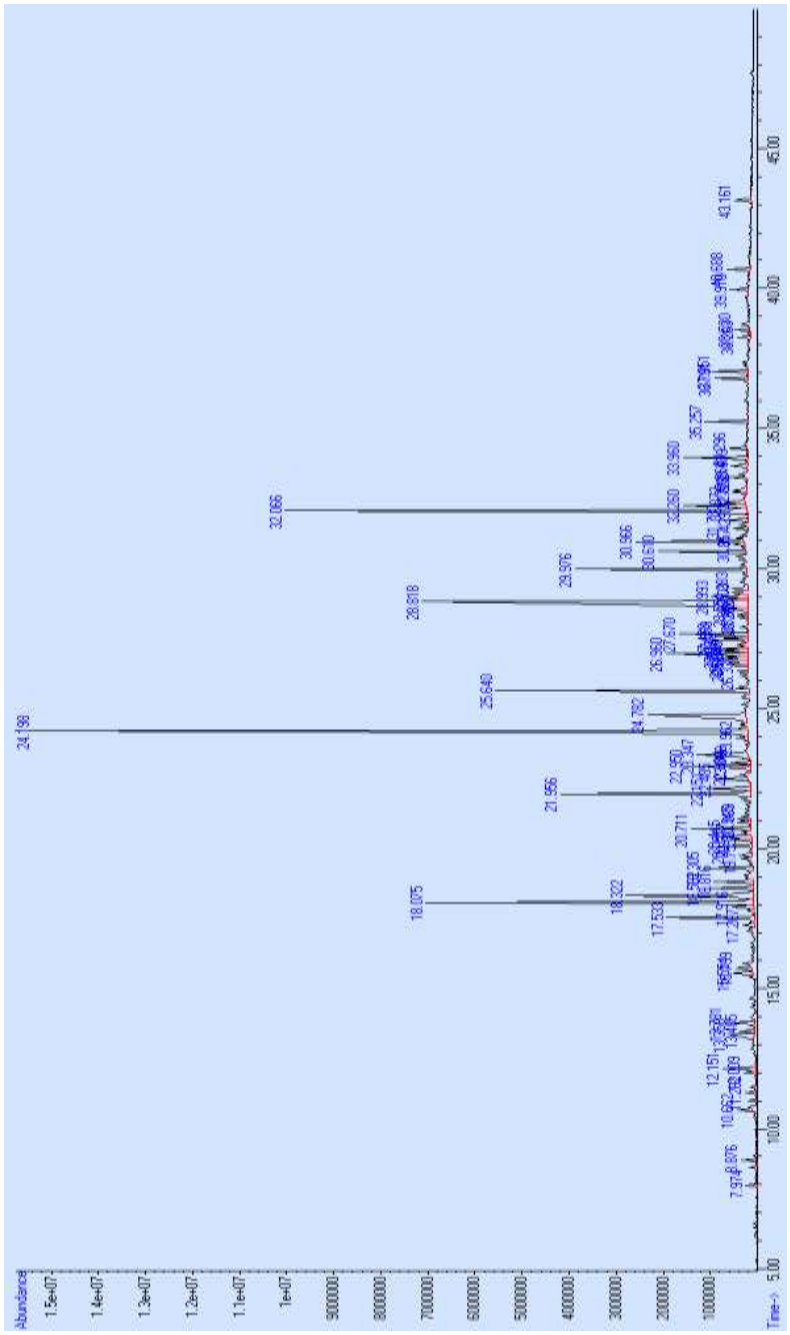
| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 43 | β-Eudesmene | 27.073 | 0.52 | S | $C_{15}H_{24}$ | 204.35 |
| 44 | β-bisabolene | 27.142 | 0.52 | S | $C_{15}H_{24}$ | 204.35 |
| 45 | δ-Cadinene | 27.468 | 0.68 | S | $C_{15}H_{24}$ | 204.35 |
| 46 | Cadine-1,4-diene | 27.560 | 0.60 | S | $C_{15}H_{24}$ | 204.35 |
| 47 | 2(1H)-Naphthalenone, octahydro-4a-methyl-7-(1-methylethyl)-, (4a.α,7.β,8a.β)- | 27.668 | 1.09 | S | $C_{14}H_{24}O$ | 208.34 |
| 48 | β-Caryophyllene oxide | 28.264 | 0.33 | S | $C_{15}H_{24}O$ | 220.35 |
| 49 | Globulol | 28.355 | 0.30 | S | $C_{15}H_{26}O$ | 222.37 |
| 50 | Pseudoionone | 28.555 | 0.54 | M | $C_{13}H_{26}O$ | 192.30 |
| 51 | Ledol | 28.819 | 10.73 | S | $C_{15}H_{26}O$ | 222.37 |
| 52 | (Z)-9-Tetradecenal | 28.904 | 0.35 | O | $C_{14}H_{26}O$ | 210.36 |
| 53 | 1,4-trans-1,7-cis-Acorenone | 29.282 | 0.61 | S | $C_{15}H_{24}O$ | 220.35 |
| 54 | α-Eudesmol | 29.974 | 2.71 | S | $C_{15}H_{26}O$ | 222.37 |
| 55 | Patchoulol | 30.610 | 1.26 | S | $C_{15}H_{26}O$ | 222.37 |
| 56 | Nerolidyl acetate | 30.867 | 0.29 | S | $C_{17}H_{28}O_2$ | 264.40 |
| 57 | Eudesm-11-en-1-ol | 30.964 | 1.86 | S | $C_{15}H_{26}O$ | 222.37 |
| 58 | Isolongifolan-8-ol | 31.428 | 0.33 | S | $C_{15}H_{26}O$ | 222.37 |
| 59 | Tetradecanoic acid | 31.731 | 0.56 | F | $C_{14}H_{28}O_2$ | 228.37 |
| 60 | Hexahydrofarnesyl acetone | 32.069 | 8.42 | S | $C_{18}H_{36}O$ | 268.48 |
| 61 | Phytol | 32.257 | 1.34 | D | $C_{20}H_{40}O$ | 296.5 |
| 62 | Hexadecanoic acid | 32.372 | 0.61 | F | $C_{16}H_{32}O_2$ | 256.42 |
| 63 | Eicosane | 32.727 | 0.33 | H | $C_{20}H_{42}$ | 282.5 |
| 64 | Isobergaptene | 32.801 | 0.43 | O | $C_{12}H_8O_4$ | 216.19 |
| 65 | 8-Hexylpentadecane | 33.265 | 0.36 | H | $C_{21}H_{44}$ | 296.6 |
| 66 | Bergapten | 33.676 | 0.51 | O | $C_{12}H_8O_4$ | 216.19 |
| 67 | 14-Methyl-8-hexadecyn-1-ol | 33.963 | 0.95 | O | $C_{17}H_{32}O$ | 252.4 |
| 68 | Henicosane | 34.294 | 0.41 | H | $C_{21}H_{44}$ | 296.6 |
| 69 | 9,12-Octadecadienoic acid | 35.256 | 0.69 | F | $C_{18}H_{32}O_2$ | 280.4 |
| 70 | 9,12,15-Octadecatrienoic acid | 36.789 | 0.66 | F | $C_{18}H_{30}O_2$ | 278.4 |
| 71 | Octadecanoic acid | 37.052 | 0.61 | F | $C_{18}H_{36}O_2$ | 284.5 |
| 72 | Docosane | 38.266 | 0.33 | H | $C_{22}H_{46}$ | 310.6 |
| 73 | Hinokione, methyl ether | 39.971 | 0.79 | D | $C_{21}H_{30}O_2$ | 314.5 |
| 74 | Octacosane | 40.686 | 0.53 | H | $C_{28}H_{58}$ | 394.8 |
| 75 | Squalene | 43.164 | 0.52 | T | $C_{30}H_{50}$ | 410.72 |
| | **Total** | | **99.56%** | | | |
| | Hydrocarbons (H) | | **11.16%** | | | |

| | | |
|---|---|---|
| | Aliphatic | 6.44% |
| | Aromatic | 4.72% |
| Monoterpenes (M) | | **37.34%** |
| | Hydrocarbon | 4.85% |
| | Oxygenated | 32.49% |
| Sesquiterpenes (S) | | **41.75%** |
| | Hydrocarbon | 13.82% |
| | Oxygenated | 27.93% |
| Diterpenes (D) | | **2.13%** |
| Triterpenes (T) | | **0.52%** |
| fatty acids & esters (F) | | **3.13%** |
| other oxygenated compounds (O) | | **3.53%** |

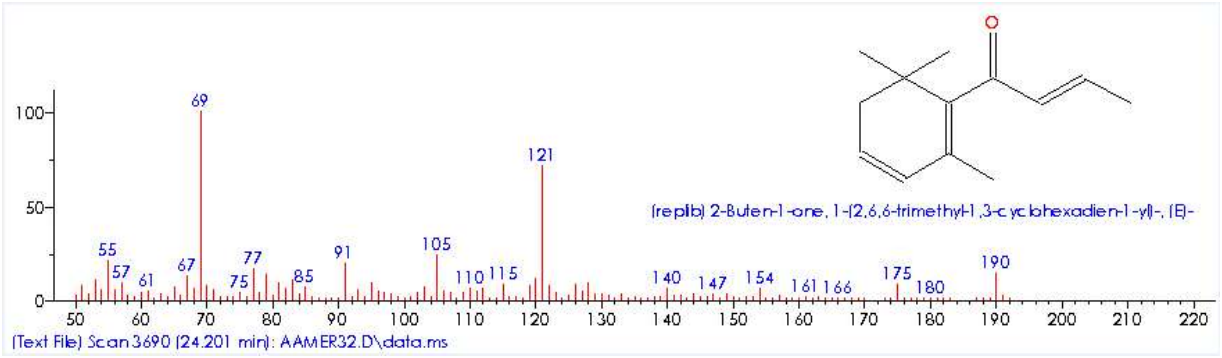
**RT: Retention time (minutes), M.F.: Molecular formula, M.W.: Molecule weight, Area%: Percentage Peak Area, Class: Classification compound, H: Hydrocarbons, M: Monoterpenes, S: Sesquiterpenes, D: Diterpenes, F: Fatty acids & Esters, O: Other oxygenated compounds**

تميز المحتوى الكيميائي للزيت العطري المستخلص من الأجزاء الهوائية لنبات المرار بسيطرة المركبات التربينية (81.74%)، وكان للمركبات الأكسجينية الجزء الأكبر منها (62.55%)، فقد بلغت نسبة التربينات الأحادية الأكسجينية (32.49%)، وهي ممثلة بالمركبات الرئيسية التالية: (13.18%) β-Damascenone، (E)-Verbenol (6.37%)، Phellandral (3.55%)، cis-p-Menth-2,8-dien-1-ol (3.38%) ، تليها السيسكوتربينات الأكسجينية (27.93%)، وهي ممثلة بالمركبات الرئيسية التالية: (10.73%) Ledol، (8.42%) Hexahydrofarnesyl acetone، α-Eudesmol (2.71%)، أما المركبات التربينية الهيدروكربونية (19.19%)، فالجزء الأكبر منها كان للسيسكوتربينات (13.82%)، وهي ممثلة بالمركبات الرئيسية التالية: (3.76%) Aristolene، (3.62%) β-Caryophyllene، كما تمثلت التربينات الأحادية من هذه الفئة (4.85%) بالمركب الرئيسي: (1.69%) 1,3,8-p-Menthatriene، أما التربينات الثنائية والثلاثية فقد وجدت بكميات ضئيلة (0.52%, 2.13%) على التوالي.

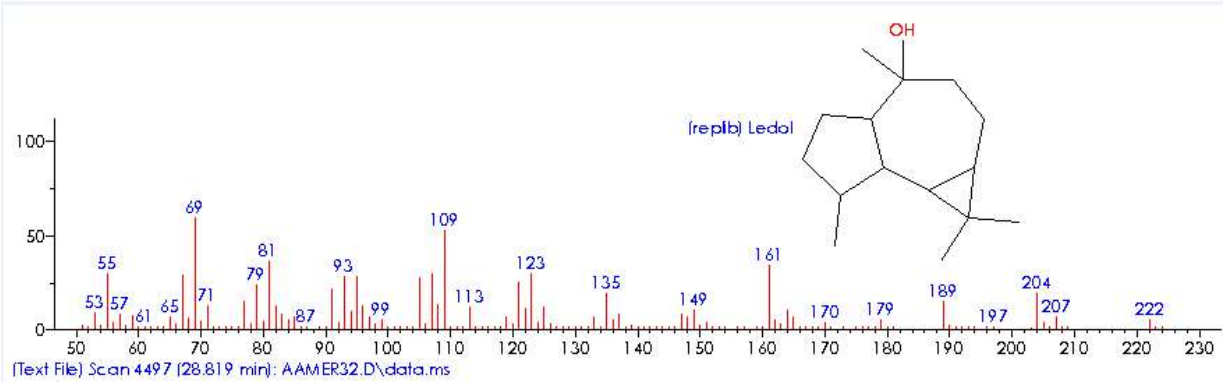
أما بقية المركبات الغير تربينية الهيدروكربونية منها والأكسجينة، بالإضافة للأحماض الدسمة واستراتها فقد وجدت بكميات قليلة (3.13%, 3.53%, 11.16%) على التوالي، ولم يتواجد ضمن هذه الفئات أي مركب رئيسي، فقد كان المركب الهيدروكربوني العطري: (1.05%) α-Methylnaphthalene، أعلى قيمة لمركبات هذه الفئات.



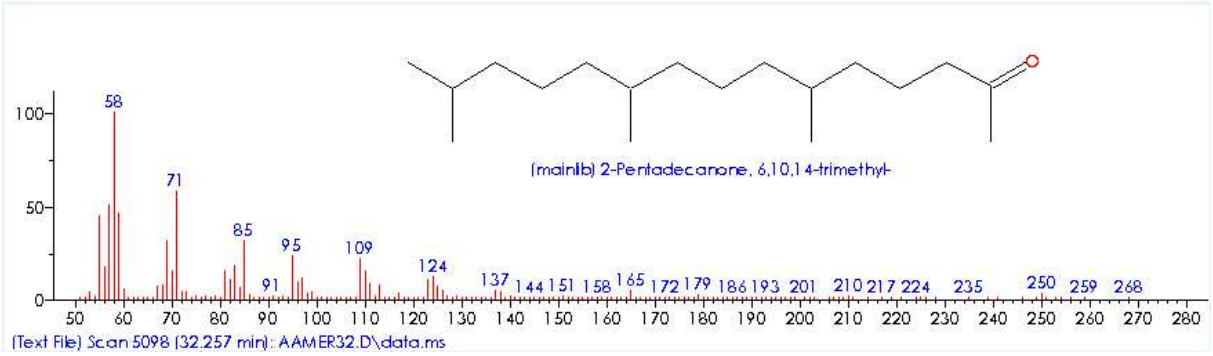

**الشكل (1) كروماتوغرام تحليل الزيت العطري المستخلص من الأجزاء الهوائية لنبات المرار**



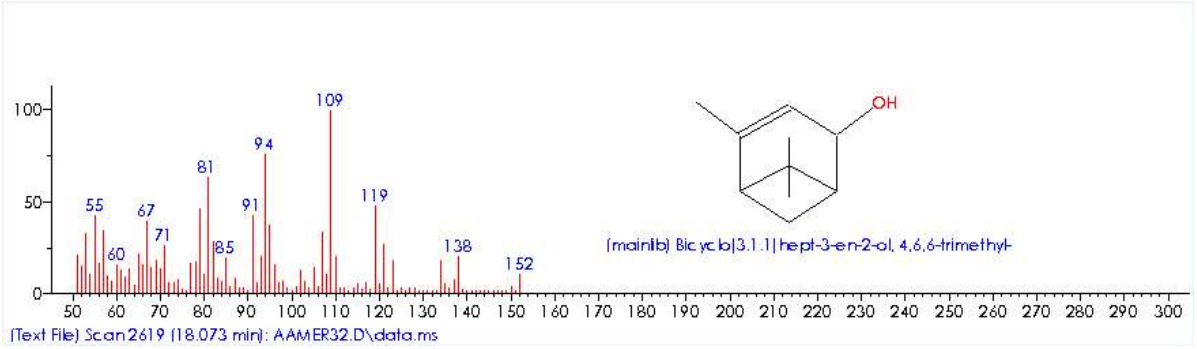

**الشكل (2) طيف الكتلة (MS) للمركب β-Damascenone**




**الشكل (3) طيف الكتلة (MS) للمركب Ledol**




**الشكل (4) طيف الكتلة (MS) للمركب Hexahydrofarnesyl acetone**




**الشكل (5) طيف الكتلة (MS) للمركب (E)-Verbenol**

**2- تقييم الفعالية البيولوجية للمركبات المحددة من خلال GC-MS:**

أظهر تحليل GC-MS للزيت العطري المستخلص من الأجزاء الهوائية لنبات المرار، مجموعة من المركبات النشطة بيولوجياً، فقد تميز بوجود 51 مركب من أصل 75 مركب تمتلك أنشطة بيولوجية متنوعة، أهمها: مضادات ميكروبات (44 مركب) مضادات أكسدة (27 مركب)، مضادات سرطان (19 مركب)، مضادات التهاب (17 مركب)، وغيرها من الأنشطة المتعلقة بالجهاز العصبي، بالإضافة إلى النشاط المبيد للحشرات. وهي موضحة في الجدول (2).

**الجدول (2) الفعالية البيولوجية للمركبات النشطة بيولوجيا المحددة في الزيت العطري المستخلص من الأجزاء الهوائية لنبات المرار**

| No | اسم المركب | الأنشطة البيولوجية |
|---|---|---|
| 1 | trans-Carane | مضاد أكسدة، مضاد التهاب، مخدر موضعي **(Librowski & Moniczewski, 2010)** |
| 2 | α-Pinane | مضاد سرطان، مضاد ميكروبات، مضاد التهاب، مضاد حساسية، مضاد أكسدة، مضاد فيروسات، مسكّن، مضاد لتخثر الدم، تأثير وقائي للمعدة، تأثير وقائي للأعصاب، مضاد قلق، مضاد تشنج، مبيد للحشرات **(Salehi *et al.*, 2019)** |
| 3 | cis-Carane | مضاد أكسدة، مضاد التهاب، مخدر موضعي **(Librowski & Moniczewski, 2010)** |
| 4 | p-Menth-3-en | مضاد ميكروبات **(Mneimne *et al.*, 2016)** |
| 5 | β-Pinane | مضاد سرطان، مضاد ميكروبات، مضاد التهاب، مضاد حساسية، مضاد أكسدة، مضاد فيروسات، مسكّن، مضاد لتخثر الدم، تأثير وقائي للمعدة، تأثير وقائي للأعصاب، مضاد قلق، مضاد تشنج، مبيد للحشرات **(Salehi *et al.*, 2019)** |
| 6 | p-Cymene | مضاد اكسدة، مضاد سرطان، مضاد ميكروبات، مضاد التهاب، مسكّن، مضاد قلق **(Marchese *et al.*, 2017)** |
| 7 | trans-3-Caren-2-ol | مضاد أكسدة، مضاد التهاب، مخدر موضعي **(Librowski & Moniczewski, 2010)** |
| 8 | m-Cymene | مضاد ميكروبات **(Marchese *et al.*, 2017)**، مبيد للحشرات **(Feng *et al.*, 2021)** |
| 9 | Undecane | مضاد حساسية، مضاد التهاب **(Choi *et al.*, 2020)** |
| 10 | 1,3,8-p-Menthatriene | مضاد ميكروبات **(Tajick *et al.*, 2014)** |
| 11 | Durene | مضاد بكتيريا (Ndukwe & Ighomuaye, 2018) |
| 12 | (E)-Verbenol | مضاد سرطان **(Paduch *et al.*, 2016)**، مضاد بكتيريا **(Utegenova *et al.*, 2018)**، مضاد فطريات **(Al-Ja'fari *et al.*, 2011)** |
| 13 | cis-p-Menth-2,8-dien-1-ol | مضاد ميكروبات **(Bassolé *et al.*, 2011)** |
| 14 | E-2,3-Epoxycarane | مضاد للتجاعيد **(Rasekh *et al.*, 2022)**، مضاد أكسدة **(Chhetri *et al.*, 2015)** |

| | | |
|---|---|---|
| 15 | Dodecane | مضاد بكتيريا، مضاد فطريات **(Padma *et al.*, 2019)** |
| 16 | cis-Carveol | مضاد أكسدة، مضاد ميكروبات **(Hussain *et al.*, 2010)** |
| 17 | Citronellyl formate | مضاد أكسدة، مضاد ميكروبات **(Boukhris *et al.*, 2013)**، مضاد سرطان، مضاد السكري، معالجة الأمراض الجلدية، مضاد لقرحة المعدة، مضاد للاسهال **(Bigos *et al.*, 2012)** |
| 18 | Phellandral | مضاد ميكروبات، مضاد أكسدة **(Mamadalieva *et al.*, 2019)** |
| 19 | 2,6,11-Trimethyldodecane | مضاد بكتيريا **(Li *et al.*, 2021)** |
| 20 | Tridecane | مضاد ميكروبات **(Rahbar *et al.*, 2012)**، يستخدم في العطور **(Arora *et al.*, 2017)** |
| 21 | β-Damascenone | مضاد ميكروبات (Mihailovic et al., 2010)، مضاد أكسدة **(Jurišić Grubešić *et al.*, 2021)**، مضاد التهاب، مضاد تشنج **(Pongprayoon *et al.*, 1992)** |
| 22 | β-Caryophyllene | مضاد أكسدة، مضاد سرطان، مضاد التهاب، مضاد اكتئاب، مضاد قلق، مضاد تشنج، مسكّن، مرخي للعضلات، معالجة أمراض الجهاز العصبي، معالجة هشاشة العظام **(Francomano *et al.*, 2019)** |
| 23 | Aristolene | مضاد بكتيريا، مضاد التهاب، معالجة احتقان الحلق، مهدئ، مسكّن **(Solliman *et al.*, 2017)** |
| 24 | 2-methylene-4,8,8-trimethyl-4-vinyl-bicyclo[5.2.0]nonane | مضاد بكتيريا، مضاد التهاب، مضاد سرطان **(Pathak *et al.*, 2018)** |
| 25 | β-Cadinene | مضاد أكسدة، مضاد بكتيريا **(Fkiri *et al.*, 2019)** |
| 26 | cis-Calamenene | مضاد بكتيريا **(Fratini *et al.*, 2020)**، مضاد سرطان، مبيد للحشرات **(Pereira *et al.*, 2018)** |
| 27 | β-Eudesmene | مضاد ميكروبات **(Oliva *et al.*, 2020)** |
| 28 | β-bisabolene | مضاد ميكروبات **(Nascimento *et al.*, 2007)**، مضاد سرطان **(Yeo *et al.*, 2016)** |
| 29 | δ-Cadinene | مضاد ميكروبات **(Pérez-López *et al.*, 2011)**، مضاد أكسدة **(Kundu *et al.*, 2013)** |
| 30 | β-Caryophyllene oxide | مضاد سرطان، مضاد التهاب، مضاد فطريات، مبيد للحشرات، مسكّن **(Nguyen *et al.*, 2017)** |
| 31 | Globulol | مضاد أكسدة، مضاد فطريات، مضاد بكتيريا، مضاد تشنج **(Rodriguez *et al.*, 2019)** |
| 32 | Ledol | مضاد فطريات، مضاد فيروسات **(Durán-Peña *et al.*, 2015)**، مضاد بكتيريا، مضاد للسعال **(Zhang *et al.*, 2017)** |
| 33 | 1,4-trans-1,7-cis-Acorenone | مضاد ميكروبات **(Al-Rowaily *et al.*, 2020)** |
| 34 | α-Eudesmol | مضاد سرطان **(Bomfim *et al.*, 2013)**، مضاد أكسدة **(Wang *et al.*,** |

| | | |
|---|---|---|
| | | (Kaplan & Çelikoglu, 2020) مضاد ميكروبات، مبيد للحشرات **(2018)** |
| 35 | Patchoulol | مضاد ميكروبات، مضاد سرطان، مضاد أكسدة، مضاد التهاب، مسكّن **(Jain *et al.*, 2022)** |
| 36 | Nerolidyl acetate | مضاد بكتيريا **(Patil & Jadhav, 2014)** |
| 37 | Eudesm-11-en-1-ol | مضاد بكتيريا **(Yagi *et al.*, 2016)** |
| 38 | Tetradecanoic acid | مضاد بكتيريا، مضاد فطريات **(Konovalova *et al.*, 2013)**، مضاد أكسدة، مضاد سرطان، معالجة نقص الكوليسترول **(Arora *et al.*, 2017)** |
| 39 | Hexahydrofarnesyl acetone | مضاد ميكروبات، مضاد أكسدة، مبيد للحشرات **(Abd-ElGawad *et al.*, 2019; Balogun *et al.*, 2017)** |
| 40 | Phytol | مضاد أكسدة، مضاد ميكروبات، مضاد سرطان، مضاد التهاب، مضاد تشنج، مضاد سكري، خافض للكوليسترول، يساعد في التئام الجروح، مضاد للاكتئاب، مضاد للقلق، مضاد للسمنة، مسكّن، منشط لنمو الشعر، مدر للبول، طارد للديدان **(Abdel-Motaal *et al.*, 2022; Islam *et al.*, 2018; Taj *et al.*, 2021)** |
| 41 | Hexadecanoic acid | مضاد ميكروبات، مضاد التهاب **(Aparna *et al.*, 2012)**، مضاد أكسدة، مضاد سرطان **(Bharath *et al.*, 2021; Harada *et al.*, 2002)**، معالجة نقص الكوليسترول، مبيد للحشرات، منكه، مزلّق **(Guerrero *et al.*, 2017; Siswadi & Saragih, 2021)** |
| 42 | Eicosane | مضاد ميكروبات، مضاد سرطان، مبيد للحشرات **(Arora *et al.*, 2017)** |
| 43 | Isobergaptene | مضاد أكسدة **(Saleem *et al.*, 2020)** |
| 44 | Bergapten | مضاد سرطان، مضاد التهاب، مضاد ميكروبات، مضاد سكري، مضاد للصرع، مضاد للزهايمر، مضاد للاكتئاب **(Liang *et al.*, 2021)** |
| 45 | Henicosane | مضاد ميكروبات **(Vanitha *et al.*, 2020)** |
| 46 | 9,12-Octadecadienoic acid | مضاد ميكروبات، مضاد أكسدة **(Nuerxiati *et al.*, 2021)** |
| 47 | 9,12,15-Octadecatrienoic acid | مضاد ميكروبات ، مضاد أكسدة **(Cui *et al.*, 2018)** |
| 48 | Octadecanoic acid | مضاد سرطان، مضاد فطريات، مضاد بكتيريا **(Arora *et al.*, 2017)** |
| 49 | Docosane | مضاد ميكروبات، مضاد أكسدة (Kaplan & Çelikoglu, 2020) |
| 50 | Octacosane | مضاد أكسدة، مضاد ميكروبات، مضاد التهاب (Kaplan & Çelikoglu, 2020) |
| 51 | Squalene | مضاد بكتيريا، مضاد أكسدة، مضاد سرطان، مبيد للحشرات **(Arora *et al.*, 2017)** |

تسبب الميكروبات (البكتيريا، الفطريات، الطحالب، والفيروسات) الكثير من الأمراض المعدية مثل التهاب السحايا والالتهابات الجلدية، بالإضافة لالتهابات الجهاز التنفسي والعصبي **(S. R. Singh *et al.*, 2014)**، كما أن الافراط في انتاج الجذور الحرة أو أنواع الأكسجين التفاعلية (ROS) يسبب الاجهاد التأكسدي والذي يرتبط بإحداث الكثير من

الأمراض، مثل: السرطان، السكري، أمراض القلب والأوعية الدموية، التجاعيد في الجلد، وأمراض الجهاز العصبي، والالتهابات **(R. L. Singh *et al.*, 2014; Wintola *et al.*, 2021)**. وبناءً على الدراسات المنشورة حول الأنشطة البيولوجية للمركبات التي تم تحديدها في الزيت العطري المستخلص من الأجزاء الهوائية لنبات المرار من خلال GC-MS والموضّحة في الجدول (2)، فقد كان الزيت العطري غني بمضادات الميكروبات والأكسدة والسرطان والالتهاب، وبالتالي يفترض أن يكون الزيت العطري عامل وقائي أو علاجي محتمل للعديد من الأمراض التي تسببها الميكروبات أو الناجمة عن الإجهاد التأكسدي، مثل: السرطان، والسكري، والأمراض الجلدية والالتهابات وغيرها، كما ان محتواه الغني بمضادات الميكروبات يجعل منه مرشح محتمل للاستخدام كمادة حافظة طبيعية بدلا من المواد الحافظة الاصطناعية.

على حد علمنا لا توجد دراسات كيميائية أو بيولوجية سابقة على الزيت العطري المستخلص من الأجزاء الهوائية لنبات المرار، وهو ما يحفز على إجراء المزيد من الدراسات الكيميائية على هذا النبات والتحقق من أنشطته البيولوجية بشكل كامل بهدف تطوير عقاقير جديدة من عقار خام.

## الاستنتاجات والتوصيات:

تم في هذا العمل تحديد التركيب الكيميائي للزيت العطري المستخلص من الأجزاء الهوائية لنبات المرار لأول مرة من خلال GC-MS. وقد سيطرت المركبات التربينية (التربينات الأحادية والسيسكوتربينات وخصوصاً الأكسجينية منها) على محتوى الزيت العطري، وتمثلت بالمركبات الرئيسية التالية: β-Damascenone (13.18%)، Ledol (10.73%)، Hexahydrofarnesyl acetone (8.42%)، (E)-Verbenol (6.37%).

ووفقاً للأبحاث المنشورة حول المركبات المحددة في الزيت فقد تبيّن غناه بمضادات الميكروبات ومضادات الأكسدة ومضادات السرطان والأورام، ومضادات الالتهاب. لذا يوصى به كنبات طبي مرشّح للاستخدام في العلاج أو الوقاية من الكثير من الأمراض مثل: السرطان والسكري وغيرها، ويشجّع الباحثين لإجراء المزيد من الأبحاث الكيميائية والبيولوجية المتقدمة حول هذا النبات للتحقق من إمكانية الاستفادة منه في التطبيقات الدوائية والغذائية.

## References:

A El-Shanawany, M., H Mohamed, M., A Khalifa, A., & A Abd-Allah, M. (2004). Macro- and micromorphology of Centaurium pulchellum (Sw.) Druce growing in Egypt. *Bulletin of Pharmaceutical Sciences. Assiut*, *27*(2), 247–267. https://doi.org/10.21608/BFSA.2004.156602

Abd-ElGawad, A. M., Elshamy, A. I., Al-Rowaily, S. L., & El-Amier, Y. A. (2019). Habitat affects the chemical profile, allelopathy, and antioxidant properties of essential oils and phenolic enriched extracts of the invasive plant Heliotropium curassavicum. *Plants*, *8*(11), 482. https://doi.org/10.3390/plants8110482

Abdel-Motaal, F. F., Maher, Z. M., Ibrahim, S. F., El-Mleeh, A., Behery, M., & Metwally, A. A. (2022). Comparative Studies on the Antioxidant, Antifungal, and Wound Healing Activities of Solenostemma arghel Ethyl Acetate and Methanolic Extracts. *Applied Sciences*, *12*(9), 4121. https://doi.org/10.3390/app12094121

Al-Ja'fari, A.-H., Vila, R., Freixa, B., Tomi, F., Casanova, J., Costa, J., & Cañigueral, S. (2011). Composition and antifungal activity of the essential oil from the rhizome and roots of Ferula hermonis. *Phytochemistry*, *72*(11–12), 1406–1413.

https://doi.org/10.1016/j.phytochem.2011.04.013
Al-Rowaily, S. L., Abd-ElGawad, A. M., Assaeed, A. M., Elgamal, A. M., Gendy, A. E.-N. G. El, Mohamed, T. A., Dar, B. A., Mohamed, T. K., & Elshamy, A. I. (2020). Essential oil of Calotropis procera: Comparative chemical profiles, antimicrobial activity, and allelopathic potential on weeds. *Molecules*, *25*(21), 5203. https://doi.org/10.3390/molecules25215203
Allam, A. E., El-Shanawany, M. A., Backheet, E. Y., & Nafady, A. M. (2014). Phytochemical investigation of the aerial parts of Centaurium spicatum with hepatoprotective and mRNA enzymatic inhibition activities. *Bulletin of Pharmaceutical Sciences. Assiut*, *37*(2), 65–76. https://doi.org/10.21608/BFSA.2014.65789
Aparna, V., Dileep, K. V, Mandal, P. K., Karthe, P., Sadasivan, C., & Haridas, M. (2012). Anti-inflammatory property of n-hexadecanoic acid: structural evidence and kinetic assessment. *Chemical Biology & Drug Design*, *80*(3), 434–439. https://doi.org/10.1111/j.1747-0285.2012.01418.x
Arora, S., Kumar, G., & Meena, S. (2017). Gas chromatography-mass spectroscopy analysis of root of an economically important plant, Cenchrus ciliaris L. from Thar desert, Rajasthan (India). *Asian J. Pharm. Clin. Res*, *10*(9), 64–69. https://doi.org/10.22159/ajpcr.2017.v10i9.19259
Balogun, O. S., Ajayi, O. S., & Adeleke, A. J. (2017). Hexahydrofarnesyl acetone-rich extractives from Hildegardia barteri. *Journal of Herbs, Spices & Medicinal Plants*, *23*(4), 393–400. https://doi.org/10.1080/10496475.2017.1350614
Bassolé, I. H. N., Lamien-Meda, A., Bayala, B., Obame, L. C., Ilboudo, A. J., Franz, C., Novak, J., Nebié, R. C., & Dicko, M. H. (2011). Chemical composition and antimicrobial activity of Cymbopogon citratus and Cymbopogon giganteus essential oils alone and in combination. *Phytomedicine*, *18*(12), 1070–1074. https://doi.org/10.1016/j.phymed.2011.05.009
Bharath, B., Perinbam, K., Devanesan, S., AlSalhi, M. S., & Saravanan, M. (2021). Evaluation of the anticancer potential of Hexadecanoic acid from brown algae Turbinaria ornata on HT–29 colon cancer cells. *Journal of Molecular Structure*, *1235*, 130229. https://doi.org/10.1016/j.molstruc.2021.130229
Bibi, H., Ali, I., Sadozai, S. K., & Atta-Ur-Rahman. (2006). Phytochemical studies and antibacterial activity of Centaurium pulchellum Druce. *Natural Product Research*, *20*(10), 896–901. https://doi.org/10.1080/14786410500162047
Bibi, H., Anwer, S., Miana, G. A., & Ahmad, S. (2000). Two new triterpene lactones from Centaurium pulchellum. *Fitoterapia*, *71*(2), 130–133. https://doi.org/10.1016/S0367-326X(99)00144-6
Bigos, M., Wasiela, M., Kalemba, D., & Sienkiewicz, M. (2012). Antimicrobial activity of geranium oil against clinical strains of Staphylococcus aureus. *Molecules*, *17*(9), 10276–10291. https://doi.org/10.3390/molecules170910276
Bomfim, D. S., Ferraz, R. P. C., Carvalho, N. C., Soares, M. B. P., Pinheiro, M. L. B., Costa, E. V, & Bezerra, D. P. (2013). Eudesmol isomers induce caspase-mediated apoptosis in human hepatocellular carcinoma H ep G 2 Cells. *Basic & Clinical Pharmacology & Toxicology*, *113*(5), 300–306. https://doi.org/10.1111/bcpt.12097
Boukhris, M., Simmonds, M. S. J., Sayadi, S., & Bouaziz, M. (2013). Chemical composition and biological activities of polar extracts and essential oil of rose-scented geranium, Pelargonium graveolens. *Phytotherapy Research*, *27*(8), 1206–1213. https://doi.org/10.1002/ptr.4853

Chhetri, B. K., Awadh Ali, N. A., & Setzer, W. N. (2015). A survey of chemical compositions and biological activities of Yemeni aromatic medicinal plants. *Medicines*, *2*(2), 67–92. https://doi.org/10.3390/medicines2020067

Choi, D., Kang, W., & Park, T. (2020). Anti-allergic and anti-inflammatory effects of Undecane on mast cells and keratinocytes. *Molecules*, *25*(7), 1554. https://doi.org/10.3390/molecules25071554

Cui, H., Pan, H.-W., Wang, P.-H., Yang, X.-D., Zhai, W.-C., Dong, Y., & Zhou, H.-L. (2018). Essential oils from Carex meyeriana Kunth: Optimization of hydrodistillation extraction by response surface methodology and evaluation of its antioxidant and antimicrobial activities. *Industrial Crops and Products*, *124*, 669–676. https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2018.08.041

Durán-Peña, M. J., Ares, J. M. B., Hanson, J. R., Collado, I. G., & Hernández-Galán, R. (2015). Biological activity of natural sesquiterpenoids containing a gem-dimethylcyclopropane unit. *Natural Product Reports*, *32*(8), 1236–1248. https://doi.org/10.1039/c5np00024f

Feng, Y.-X., Zhang, X., Wang, Y., Chen, Z.-Y., Lu, X.-X., Du, Y.-S., & Du, S.-S. (2021). The potential contribution of cymene isomers to insecticidal and repellent activities of the essential oil from Alpinia zerumbet. *International Biodeterioration & Biodegradation*, *157*, 105138. https://doi.org/10.1016/j.ibiod.2020.105138

Fkiri, S., Ghazghazi, H., Rigane, G., Salem, B. E. N., Mezni, F., Khaldi, A., Khouja, M. L., & Nasr, Z. (2019). Chemical compositions and biological activities essential oil from the needles of North African Pinus Pinaster Var. *Rev. Roum. Chim*, *64*(6), 511–517. https://doi.org/10.33224/rrch/2019.64.6.07

Francomano, F., Caruso, A., Barbarossa, A., Fazio, A., La Torre, C., Ceramella, J., Mallamaci, R., Saturnino, C., Iacopetta, D., & Sinicropi, M. S. (2019). β-Caryophyllene: a sesquiterpene with countless biological properties. *Applied Sciences*, *9*(24), 5420. https://doi.org/10.3390/app9245420

Fratini, F., Forzan, M., Turchi, B., Mancini, S., Alcamo, G., Pedonese, F., Pistelli, L., Najar, B., & Mazzei, M. (2020). In vitro antibacterial activity of Manuka (Leptospermum scoparium JR et G. Forst) and winter Savory (Satureja montana L.) essential oils and their blends against pathogenic E. coli isolates from pigs. *Animals*, *10*(12), 2202. https://doi.org/10.3390/ani10122202

Ghosal, S., Sharma, P. V, Chaudhuri, R. K., & Bhattacharya, S. K. (1975). Chemical constituents of gentianaceae XIV: tetraoxygenated and pentaoxygenated xanthones of Swertia purpurascens wall. *Journal of Pharmaceutical Sciences*, *64*(1), 80–83. https://doi.org/10.1002/jps.2600640115

Guerrero, R. V., Vargas, R. A., & Petricevich, V. L. (2017). Chemical compounds and biological activity of an extract from bougainvillea x buttiana (var. rose) holttum and standl. *International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences*, *9*(3), 42–46. https://doi.org/10.22159/ijpps.2017v9i3.16190

Handa, S. S., Khanuja, S. P. S., Longo, G., & Rakesh, D. D. (2008). Extraction technology for medicinal and aromatic plants. *Trieste: ICS UNIDO*, 115–129.

Harada, H., Yamashita, U., Kurihara, H., Fukushi, E., Kawabata, J., & Kamei, Y. (2002). Antitumor activity of palmitic acid found as a selective cytotoxic substance in a marine red alga. *Anticancer Research*, *22*(5), 2587–2590.

Horn, M. M., Drewes, S. E., Brown, N. J., Munro, O. Q., Meyer, J. J. M., & Mathekga, A. D. M. (2001). Transformation of naturally-occurring 1, 9-trans-9, 5-cis sweroside to all

trans sweroside during acetylation of sweroside aglycone. *Phytochemistry*, *57*(1), 51–56. https://doi.org/10.1016/S0031-9422(00)00460-X

Hussain, A. I., Anwar, F., Shahid, M., Ashraf, M., & Przybylski, R. (2010). Chemical composition, and antioxidant and antimicrobial activities of essential oil of spearmint (Mentha spicata L.) from Pakistan. *Journal of Essential Oil Research*, *22*(1), 78–84. https://doi.org/10.1080/10412905.2010.9700269

Hwija, E., Mossa, Y., & Hasan, M. (2017). Chemical composition of essential oils extracted from flowers of Taion plant (Inula viscosa L.) from two different regions of Lattakia–Syria. *Tishreen University Journal-Basic Sciences Series*, *39*(6).

Islam, M. T., Ali, E. S., Uddin, S. J., Shaw, S., Islam, M. A., Ahmed, M. I., Shill, M. C., Karmakar, U. K., Yarla, N. S., & Khan, I. N. (2018). Phytol: A review of biomedical activities. *Food and Chemical Toxicology*, *121*, 82–94. https://doi.org/10.1016/j.fct.2018.08.032

Jain, P. L. B., Patel, S. R., & Desai, M. A. (2022). Patchouli oil: An overview on extraction method, composition and biological activities. *Journal of Essential Oil Research, 34*(1), 1–11. https://doi.org/10.1080/10412905.2021.1955761

Jurišić Grubešić, R., Nazlić, M., Miletić, T., Vuko, E., Vuletić, N., Ljubenkov, I., & Dunkić, V. (2021). Antioxidant capacity of free volatile compounds from olea europaea l. cv. oblica leaves depending on the vegetation stage. *Antioxidants, 10*(11), 1832. https://doi.org/10.3390/antiox10111832

Kaplan, A., & Çelikoglu, U. (2020). Evaluation of phytochemical constituents in the whole plant parts of Hexane extract of some traditional medicinal plants by GC-MS analysis. *Middle East Journal of Science*, *6*(2), 57–67. https://doi.org/10.23884/mejs.2020.6.2.02

Khalil, A. M., Bashaireh, H. M., & El-Oqlah, A. A. (2018). Cytogenetic activity of methanolic extract of aerial parts of Plumbago europaea on Balb/C Mouse bone marrow cells. *Journal of Medicinal Herbs, 9*(1), 7–15.

Kinghorn, A. D., Pan, L., Fletcher, J. N., & Chai, H. (2011). The relevance of higher plants in lead compound discovery programs. *Journal of Natural Products*, *74*(6), 1539–1555. https://doi.org/10.1021/np200391c

Konovalova, O., Gergel, E., & Herhel, V. (2013). GC-MS Analysis of bioactive components of Shepherdia argentea (Pursh.) Nutt. from Ukrainian Flora. *The Pharma Innovation*, *2*(6, Part A), 7.

Krstić, D., Janković, T., Šavikin-Fodulović, K., Menković, N., & Grubiŝić, D. (2003). Secoiridoids and xanthones in the shoots and roots of Centaurium pulchellum cultured in vitro. *In Vitro Cellular & Developmental Biology-Plant*, *39*, 203–207. https://doi.org/10.1079/IVP2002366

Kumarasamy, Y., Nahar, L., Cox, P. J., Jaspars, M., & Sarker, S. D. (2003). Bioactivity of secoiridoid glycosides from Centaurium erythraea. *Phytomedicine*, *10*(4), 344–347. https://doi.org/10.1078/094471103322004857

Kumarasamy, Y., Nahar, L., & Sarker, S. D. (2003). Bioactivity of gentiopicroside from the aerial parts of Centaurium erythraea. *Fitoterapia*, *74*(1–2), 151–154. https://doi.org/10.1016/S0367-326X(02)00319-2

Kundu, A., Saha, S., Walia, S., Ahluwalia, V., & Kaur, C. (2013). Antioxidant potential of essential oil and cadinene sesquiterpenes of Eupatorium adenophorum. *Toxicological & Environmental Chemistry*, *95*(1), 127–137. https://doi.org/10.1080/02772248.2012.759577

Li, Y., Kumar, P. S., Tan, Q., Tan, X., Yuan, M., Luo, J., & He, M. (2021). Diversity and chemical fingerprinting of endo-metabolomes from endophytes associated with

Ampelopsis grossedentata (Hand.-Mazz.) WT Wang possessing antibacterial activity against multidrug resistant bacterial pathogens. *Journal of Infection and Public Health*, *14*(12), 1917–1926. https://doi.org/10.1016/j.jiph.2021.10.019

Liang, Y., Xie, L., Liu, K., Cao, Y., Dai, X., Wang, X., Lu, J., Zhang, X., & Li, X. (2021). Bergapten: a review of its pharmacology, pharmacokinetics, and toxicity. *Phytotherapy Research*, *35*(11), 6131–6147. https://doi.org/10.1002/ptr.7221

Librowski, T., & Moniczewski, A. (2010). Strong antioxidant activity of carane derivatives. *Pharmacological Reports*, *62*(1), 178–184. https://doi.org/10.1016/s1734-1140(10)70255-3

Mamadalieva, N. Z., Youssef, F. S., Ashour, M. L., Sasmakov, S. A., Tiezzi, A., & Azimova, S. S. (2019). Chemical composition, antimicrobial and antioxidant activities of the essential oils of three Uzbek Lamiaceae species. *Natural Product Research*, *33*(16), 2394–2397. https://doi.org/10.1080/14786419.2018.1443088

Marchese, A., Arciola, C. R., Barbieri, R., Silva, A. S., Nabavi, S. F., Tsetegho Sokeng, A. J., Izadi, M., Jafari, N. J., Suntar, I., & Daglia, M. (2017). Update on monoterpenes as antimicrobial agents: A particular focus on p-cymene. *Materials*, *10*(8), 947. https://doi.org/10.3390/ma10080947

Mihailovic, V., Vukovic, N., Niciforovic, N., Solujic, S., & Sukdolak, S. (2010). Chemical composition and antimicrobial activity of the essential oils of Gentiana asclepiadea L. *J Serbian Chem Soc*. https://doi.org/10.2298/JSC091204041M

Mneimne, M., Baydoun, S., Nemer, N., & Arnold, A. N. (2016). Chemical composition and antimicrobial activity of essential oils isolated from aerial parts of Prangos asperula Boiss.(Apiaceae) growing wild in Lebanon. *Medicinal Plant Research*, *6*. https://doi.org/10.4172/2167-0412.1000242

Nascimento, A., Brandao, M. G. L., Oliveira, G. B., Fortes, I. C. P., & Chartone-Souza, E. (2007). Synergistic bactericidal activity of Eremanthus erythropappus oil or β-bisabolene with ampicillin against Staphylococcus aureus. *Antonie van Leeuwenhoek*, *92*(1), 95–100. https://doi.org/10.1007/s10482-006-9139-x

Ndukwe, G. I., & Ighomuaye, M. N. (2018). Chemical composition and in vitro antimicrobial activity of essential oils of Jatropha curcas linn.(Euphorbiaceae). *Anachem Journal*, *8*(1), 1536–1544.

Nguyen, L. T., Myslivečková, Z., Szotáková, B., Špičáková, A., Lněničková, K., Ambrož, M., Kubíček, V., Krasulová, K., Anzenbacher, P., & Skálová, L. (2017). The inhibitory effects of β-caryophyllene, β-caryophyllene oxide and α-humulene on the activities of the main drug-metabolizing enzymes in rat and human liver in vitro. *Chemico-Biological Interactions*, *278*, 123–128. https://doi.org/10.1016/j.cbi.2017.10.021

Nuerxiati, R., Wubulikasimu, A., Mukhamedov, N., Mirzaakhmedov, S. Y., Gao, Y., Aisa, H., & Yili, A. (2021). Biological Activity of Fatty Acids from Lipids of Orchis chusua. *Chemistry of Natural Compounds*, *57*, 230–233. https://doi.org/10.1007/s10600-021-03324-y

Oliva, A., Garzoli, S., Sabatino, M., Tadić, V., Costantini, S., Ragno, R., & Božović, M. (2020). Chemical composition and antimicrobial activity of essential oil of Helichrysum italicum (Roth) G. Don fil.(Asteraceae) from Montenegro. *Natural Product Research*, *34*(3), 445–448. https://doi.org/10.1080/14786419.2018.1538218

Padma, M., Ganesan, S., Jayaseelan, T., Azhagumadhavan, S., Sasikala, P., Senthilkumar, S., & Mani, P. (2019). Phytochemical screening and GC–MS analysis of bioactive compounds present in ethanolic leaves extract of Silybum marianum (L). *Journal of Drug Delivery and Therapeutics*, *9*(1), 85–89. https://doi.org/10.22270/jddt.v9i1.2174

Paduch, R., Trytek, M., Król, S. K., Kud, J., Frant, M., Kandefer-Szerszeń, M., & Fiedurek, J. (2016). Biological activity of terpene compounds produced by biotechnological methods. *Pharmaceutical Biology*, *54*(6), 1096–1107. https://doi.org/10.3109/13880209.2015.1103753

Pathak, I., Niraula, M., & Thapa, P. (2018). Biological and chemical studies of essential oil from Vitex negundo of Nepalese origin. *Journal of Nepal Chemical Society*, *39*, 18–24. https://doi.org/10.3126/jncs.v39i0.27011

Patil, A., & Jadhav, V. (2014). GC-MS analysis of bioactive components from methanol leaf extract of Toddaliaasiatica (L.). *Int J Pharm Sci Rev Res*, *29*(1), 18–20.

Pereira, E. J. P., Silva, H. C., Holanda, C. L., de Menezes, J. E. S. A., Siqueira, S. M. C., Rodrigues, T. H. S., Fontenelle, R. O., do Vale, J. P. C., da Silva, P. T., & Santiago, G. M. P. (2018). Chemical composition, cytotoxicity and larvicidal activity against Aedes aegypti of essential oils from Vitex gardineriana Schauer. *Boletín Latinoamericano y Del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas*, *17*(3).

Pérez-López, A., Cirio, A. T., Rivas-Galindo, V. M., Aranda, R. S., & de Torres, N. W. (2011). Activity against Streptococcus pneumoniae of the essential oil and δ-cadinene isolated from Schinus molle fruit. *Journal of Essential Oil Research*, *23*(5), 25–28. https://doi.org/10.1080/10412905.2011.9700477

Pongprayoon, U., Baeckström, P., Jacobsson, U., Lindström, M., & Bohlin, L. (1992). Antispasmodic activity of β-damascenone and E-phytol isolated from Ipomoea pes-caprae. *Planta Medica*, *58*(01), 19–21. https://doi.org/10.1055/s-2006-961381

Rahbar, N., Shafaghat, A., & Salimi, F. (2012). Antimicrobial activity and constituents of the hexane extracts from leaf and stem of Origanum vulgare L. ssp. Viride (Boiss.) Hayek. growing wild in Northwest Iran. *Journal of Medicinal Plants Research*, *6*(13), 2681–2685. https://doi.org/10.5897/JMPR11.1768

Rasekh, P., Kameli, A., Khoradmehr, A., Baghban, N., Mohebbi, G., Barmak, A., Nabipour, I., Azari, H., Heidari, Y., & Daneshi, A. (2022). Proliferative effect of aqueous extract of sea cucumber (Holothuria parva) body wall on human umbilical cord mesenchymal stromal/stem cells. *Research Square*. https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-1056356/v1

ressources, U. internationale pour la conservation de la nature et de ses. (2005). *A guide to medicinal plants in North Africa*. IUCN.

Rodriguez, S., Sueiro, R. A., Murray, A. P., & Leiro, J. M. (2019). Bioactive sesquiterpene obtained from Schinus areira L.(Anacardiaceae) essential oil. *Multidisciplinary Digital Publishing Institute Proceedings*, *41*(1), 85. https://doi.org/10.3390/ecsoc-23-06649

Rodriguez, S., Wolfender, J.-L., Hakizamungu, E., & Hostettmann, K. (1995). An antifungal naphthoquinone, xanthones and secoiridoids from Swertia calycina. *Planta Medica*, *61*(04), 362–364. https://doi.org/10.1055/s-2006-958102

Saeed, J. F. (2013). Morphological Study of the Centaurium pulchelum and C. erythraea (Gentianaceae) in Kurdistan region of Iraq. *Education*, *7*(1), 1–6.

Saleem, H., Sarfraz, M., Ahsan, H. M., Khurshid, U., Kazmi, S. A. J., Zengin, G., Locatelli, M., Ahmad, I., Abdallah, H. H., & Mahomoodally, M. F. (2020). Secondary metabolites profiling, biological activities and computational studies of Abutilon figarianum Webb (Malvaceae). *Processes*, *8*(3), 336. https://doi.org/10.3390/pr8030336

Salehi, B., Upadhyay, S., Erdogan Orhan, I., Kumar Jugran, A., LD Jayaweera, S., A. Dias, D., Sharopov, F., Taheri, Y., Martins, N., & Baghalpour, N. (2019). Therapeutic potential of α-and β-pinene: A miracle gift of nature. *Biomolecules*, *9*(11), 738.

https://doi.org/10.3390/biom9110738
Šiler, B., & Mišić, D. (2016). Biologically active compounds from the genus Centaurium sl (Gentianaceae): current knowledge and future prospects in medicine. *Studies in Natural Products Chemistry*, *49*, 363–397. https://doi.org/10.1016/B978-0-444-63601-0.00011-9
Šiler, B., Mišić, D., Nestorović, J., Banjanac, T., Glamočlija, J., Soković, M., & Ćirić, A. (2010). Antibacterial and antifungal screening of Centaurium pulchellum crude extracts and main secoiridoid compounds. *Natural Product Communications*, *5*(10), 1934578X1000501001.
Singh, R. L., Sharma, S., & Singh, P. (2014). 16 Antioxidants: Their Health Benefits and Plant Sources. *Phytochemicals of Nutraceutical Importance*, 248. https://doi.org/10.1079/9781780643632.0248
Singh, S. R., Krishnamurthy, N. B., & Mathew, B. B. (2014). A review on recent diseases caused by microbes. *J Appl Environ Microbiol*, *2*(4), 106–115. https://doi.org/10.12691/jaem-2-4-4
Siswadi, S., & Saragih, G. S. (2021). Phytochemical analysis of bioactive compounds in ethanolic extract of Sterculia quadrifida R. Br. *AIP Conference Proceedings*, *2353*(1), 30098. https://doi.org/10.1063/5.0053057
Solliman, M. E.-D., Shehata, W. F., Mohasseb, H. A. A., Aldaej, M. I., Al-Khateeb, A. A., Al-Khateeb, S. A., Hegazy, A. E. A., & Abdel-Moneim, H. M. (2017). Induction of biochemical active constituents of Jojoba (Simmondsia chinensis (Link) Schneider) callus affected by hormones. *Journal of Medicinal Plants Research*, *11*(2), 34–42. https://doi.org/10.5897/JMPR2015.6196
Taj, T., Sultana, R., Haleema Shahin, D. H., Chakraborthy, M., & Ahmed, M. G. (2021). Phytol A Phytoconstituent, Its Chemistry And Pharmacological Actions. *Gis Science Journal*, *8*(1), 395–406.
Tajick, M. A., Seid Mohammad Khani, H., & Babaeizad, V. (2014). Identification of biological secondary metabolites in three Penicillium species, P. goditanum, P. moldavicum, and P. corylophilum. *Progress in Biological Sciences*, *4*(1), 53–61. https://doi.org/10.22059/PBS.2014.50303
Tan, R. X., Kong, L. D., & Wei, H. X. (1998). Secoiridoid glycosides and an antifungal anthranilate derivative from Gentiana tibetica. *Phytochemistry*, *47*(7), 1223–1226. https://doi.org/10.1016/S0031-9422(97)00698-5
Ubsdell, R. A. E. (1979). Studies on variation and evolution in Centaurium erythraea Rafn and C. littorale (D. Turner) Gilmour in the British Isles. 3. Breeding systems, floral biology and general discussion. *Watsonia*, *12*, 225–232.
Utegenova, G. A., Pallister, K. B., Kushnarenko, S. V, Özek, G., Özek, T., Abidkulova, K. T., Kirpotina, L. N., Schepetkin, I. A., Quinn, M. T., & Voyich, J. M. (2018). Chemical composition and antibacterial activity of essential oils from Ferula L. species against methicillin-resistant Staphylococcus aureus. *Molecules*, *23*(7), 1679. https://doi.org/10.3390/molecules23071679
Van der Sluis, W. G., & Labadie, R. P. (1981). Fungitoxic activity of the secoiridoid glucoside gentiopicrin (gentiopicroside). *Planta Medica*, *42*(06), 139–140. https://doi.org/10.1055/s-2007-971611
Vanitha, V., Vijayakumar, S., Nilavukkarasi, M., Punitha, V. N., Vidhya, E., & Praseetha, P. K. (2020). Heneicosane—A novel microbicidal bioactive alkane identified from Plumbago zeylanica L. *Industrial Crops and Products*, *154*, 112748. https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2020.112748

Wang, B., Ge, L., Mo, J., Su, L., Li, Y., & Yang, K. (2018). Essential oils and ethanol extract from Camellia nitidissima and evaluation of their biological activity. *Journal of Food Science and Technology*, *55*, 5075–5081. https://doi.org/10.1007/s13197-018-3446-x

Wintola, O. A., Olajuyigbe, A. A., Afolayan, A. J., Coopoosamy, R. M., & Olajuyigbe, O. O. (2021). Chemical composition, antioxidant activities and antibacterial activities of essential oil from Erythrina caffra Thunb. growing in South Africa. *Heliyon*, *7*(6), e07244. https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e07244

Yadav, R. H. (2013). Medicinal plants in folk medicine system of Ethiopia. *Journal of Poisonous and Medicinal Plants Research*, *1*(1), 7–11.

Yagi, S., Babiker, R., Tzanova, T., & Schohn, H. (2016). Chemical composition, antiproliferative, antioxidant and antibacterial activities of essential oils from aromatic plants growing in Sudan. *Asian Pacific Journal of Tropical Medicine*, *9*(8), 763–770. https://doi.org/10.1016/j.apjtm.2016.06.009

Yeo, S. K., Ali, A. Y., Hayward, O. A., Turnham, D., Jackson, T., Bowen, I. D., & Clarkson, R. (2016). β-Bisabolene, a sesquiterpene from the essential oil extract of opoponax (Commiphora guidottii), exhibits cytotoxicity in breast cancer cell lines. *Phytotherapy Research*, *30*(3), 418–425. https://doi.org/10.1002/ptr.5543

Zhang, L., Wang, Y., Xu, M., & Hu, X. (2017). Chemical composition and antibacterial activity of the essential oil from Chinese wild Ledum palustre L. on Vibrio Parahaemolyticus. *Int. J. Food Nutr. Sci*, *4*(1), 8–12. https://doi.org/10.15436/2377-0619.17.1270