الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

جامعة الشهيد حمه لخضر – الوادي

كلية العلوم الدقيقة

قسم الكيمياء

رقم الترتيب :

رقم التسلسل :

مذكرة تخرج لنيل شهادة ماستر أكاديمي في الكيمياء

تخصص: كيمياء عضوية

من إعداد الطالبين:

- شيحي سليم
- قرح عمر

تحت عنوان :

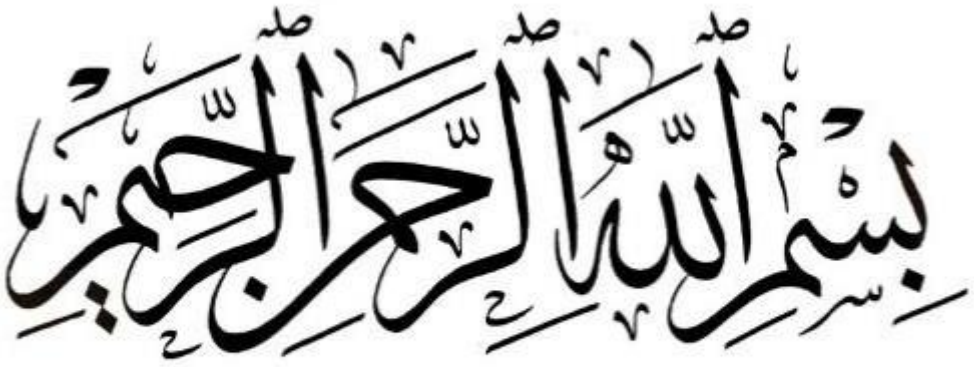
د راسة الخواص الفيزيوكيميائية والنشاط المضاد للأكسدة للزيت النعناع النامية في منطقة وادي سوف – الجزائر

نوقشت يوم :2025/05/29

أمام لجنة المناقشة المكونة من :

حوات عمار	أستاذ محاضر- ب	جامعة حمه لخضر- الوادي	رئيسا
تامة نور الدين	أستاذ التعليم العالي	جامعة حمه لخضر- الوادي	مناقشا
زمالي جعفر	أستاذ مساعد – أ	جامعة حمه لخضر- الوادي	مؤطرا

السنة الجامعية : 2025/2024


بسم الله الرحمن الرحيم

الإهداء

الحمد لله الذي بنعمته تتم الصالحات

نهدي ثمرة جهدنا هذا

الى:

الوالدين الكريمين

أفراد عائلتي كبيرا وصغيرا ولجميع زملائي

سليم - عمر

نحمد الله تعالى و نشكره أن وفقنا للقيام بهذا العمل ونسأله

أن يجعلها في ميزان حسناتنا

نتقدم بالشكر الجزيل إلى الأستاذ المشرف زمالي جعفر الذي

لم يبخل علينا بإرشاداته ونصائحه ونشكر الدكتور عبادي عبد

الرزاق على ملاحظاته وتوجهاته القيمة ونصحه لنا وكذلك

الدكتور بن عمر محمد العربي

جزاكم الله كل خير.

وكما نشكر جميع الأساتذة الذين ساعدونا في إنجاز هذه

المذكرة

كل باسمه ورتبته العلمية

الملخص:

تهدف هذه الدراسة إلى تثمين الزيت الأساسي لنبات النعناع الفلفلي، حيث قمنا بقطف نبات النعناع من منطقتين تابعتين لولاية الوادي وهما قمار وحاسي خليفة. تم استخلاص الزيت الأساسي باستخدام جهاز كليفلنجر انطلاقًا من الأجزاء الهوائية للنبات . وقد بلغ مردود الاستخلاص 0.64% في منطقة قمار و0.56% في حاسي خليفة، وهي نسب تُعد مقبولة وفقًا للمعايير المعتمدة من طرفAFNOR ، وتتماشى أيضًا مع ما ورد في دراسات سابقة.

أظهرت التحاليل الفيزيائية والكيميائية للزيت العطري نتائج متقاربة ومطابقة تقريبًا لما توصلت إليه أبحاث سابقة، كما كشفت الدراسة عن فعالية معتبرة للزيت في مقاومة الأكسدة، حيث لوحظت أعلى نسبة تثبيط لبعض السلالات البكتيرية المختارة، وتشير النتائج المتحصل عليها إلى وجود نشاط ملحوظ في تثبيط الجذور الحرة باستخدام اختبارDPPH.

الكلمات المفتاحية : النعناع ، الزيوت الأساسية ، الخواص الفيزيوكيميائية ، فعالية المضادة الأكسدة DPPH ، النشاط المضاد للبكتريا ، السمية الخلوية.

Abstract:

This study aims to valorize the essential oil of peppermint (*Mentha piperita*). The plant was collected from two regions in El Oued Province, namely Guemar and Hassi Khalifa. The essential oil was extracted using a Clevenger apparatus from the aerial parts of the plant. The extraction yield was 0.64% in Guemar and 0.56% in Hassi Khalifa, which are considered acceptable values according to the standards established by AFNOR and are also consistent with previous studies.

The physicochemical analyses of the essential oil revealed similar results that closely match those reported in earlier research. Furthermore, the study demonstrated a significant antioxidant activity of the oil, with the highest inhibition rates observed against selected bacterial strains. The obtained results also indicate a notable free radical scavenging activity, as evidenced by the DPPH assay.

Keywords: Peppermint, Essential oils, Physicochemical properties, Antioxidant activity, DPPH, Bacterial activity, cell phones.

فهرس المحتويات

المحتوى	الصفحة
الإهداء	I
الشكر والتقدير	II
الملخص	III
الفهرس	IV
قائمة الجداول	IX
قائمة الأشكال	X
قائمة الصور	XI
قائمة المختصرات	XII
مقدمة عامة	1
الجزء النظري **الفصل الاول : النباتات الطبية**	
I.1. تمهيد	3
I.2. لمحة تاريخية عن النباتات الطبية	3
I.3. تعريف النباتات الطبية	3
I.4. النباتات الطبية في حياتنا اليومية	3
I.5. مصدر النباتات الطبية	3
I.6. أهمية النباتات الطبية	4
I.7. أهم مجالات استخدام النباتات الطبية والعطرية	4
I.8. العوامل المؤثرة علي جني النباتات الطبية	4
I.8.1. كمية المواد الفعالة	4
I.8.2. نوعية المواد الفعالة	4
I.8.3. عمر النبات	5
I.8.4. التجفيف و الحفظ	5
I.8.4.1. التجفيف بطرق الطبيعية	5
I.8.4.2. التجفيف بالطرق الصناعية	5
I.8.4.3. التجفيف بالتجميد	5
I.9. نبات النعناع	6
I.9.1. تصنيف النعناع	7
I.9.2. الظروف اللازمة لنمو نبات النعناع	7
I.9.2.1. نوع التربة	7
I.9.2.2.المناخ المناسب	7
I.9.2.3. طرق الري المناسبة في الصحراء	8
I.9.2.4. التسميد والعناية	8
I.9.2.5.وصف المورفولوجي النبات	8

I.3.9. نبتة النعناع الفلفلي	8
I.3.9.1. التعريف نبتة النعناع الفلفلي	8
I.3.9.2. التصنيف النباتي	9
I.3.9.3. الوصف النباتي لـ Mentha piperita	9
الفصل الثاني : الزيوت الأساسية وطرق الاستخلاص	
II.1. تمهيد	11
II.2. الزيوت الطيارة	11
II.2.1. تعريفها	11
II.2.2. مكان تواجدها في النبتة	11
II.2.3. تركيبها الكيميائي	12
II.3. استخلاص الزيوت النباتية	12
II.3.1. التقطير	13
II.3.2. التقطير بالتبخر المباشر	13
II.3.3. طريقة الجرف ببخار الماء	14
II.3.4. الاستخلاص بثاني أكسيد الكربون	14
II.3.5. الاستخلاص بواسطة الأمواج فوق الصوتية	15
II.3.6. الاستخلاص باستخدام المذيبات	15
II.4. دور الزيوت الأساسية في النباتات	16
II.4.1. آليات الدفاع والإشارات الكيميائية	16
II.4.2. تركيب الزيوت الأساسية وآليات إنتاجها	16
II.4.3. دور الزيوت الأساسية في الدفاع النباتي	16
II.4.4. دور الزيوت الأساسية في الإشارات الكيميائية	17
II.4.5. التطبيقات المستقبلية للزيوت الأساسية	17
الفصل الثالث : الخواص الفيزيائية والكيميائية ومضادات الاكسدة والنشاط البيولوجي	
III.1. الخواص الفيزيائية والكيميائية	18
III.1.1. اللون	18
III.1.2. الرائحة	18
III.1.3. التطاير	18
III.1.4. الذوبان	19
III.1.5. الكثافة النوعية	19
III.1.6. الدوران الضوئي	19
III.1.7. القوام	19
III.1.8. معامل الانكسار الضوئي	20
III.2. الفرق بين الزيوت الأساسية والزيوت الثابتة	20

III.3. حفظ وتخزين الزيوت الأساسية	20
III.3.1. العوامل الطبيعية	21
III.3.1.1. درجة الحرارة	21
III.3.1.2.الرطوبة	21
III.3.1.3. الضوء	21
III.3.1.4.الأوكسجين	21
III.3.2. العوامل البيولوجية	22
III.4. تركيب الزيوت الأساسية	22
III.4.1. التربينات	22
III.4.2. التربينات الأحادية (المونوتربينات)	23
III.4.3. التربينات الثنائية (الديار بينات)	23
III.4.4. التربينات النصف الثلاثية	23
III.4.5. التربينات الثلاثية	24
III.4.6. متعددة التربينات	24
III.5. فوائد واستعمالات الزيوت الأساسية	24
III.6. طرق تحليل الزيوت الأساسية	25
III.6.1. الكروماتوغرافيا الغازية (CG)	25
III.6.2. الكروماتوغرافيا الغازية المرتبطة بمطيافية الكتلة (CG/MS)	25
III.7. فاعلية مضادات الاكسدة	26
III.7.1. الجذور الحرة	26
III.7.1.1 تعريف الجذور الحرة	26
III.7.1.2. أنواع الجذور الحرة	26
III.7.1.2.1. الجذور النشطة (غير مستقرة)	26
III.7.1.2.2. الجذور المستقرة (الصامدة)	27
III.7.1.3. أسباب زيادة الجذور الحرة	27
III.7.2. مضادات الاكسدة	28
III.7.2.1. تعريف مضادات الاكسدة	28
III.7.2.2. اقسام مضادات الاكسدة	28
III.7.2.3. الية عمل مضادات الاكسدة	29

8.III. الفاعلية المضادة للبكتيريا	30
1.8.III. تعريف البكتيريا	30
2.8.III. تسمية البكتريا	30
3.8.III. تصنيف البكتيريا	30
4.8.III. كيفية المعالجة بالمضاد الحيوي	30
5.8.III. جميع السلالات البكتيرية المستعملة	31
9.III. سمية الزيوت الأساسية	33
الجزء التطبيقي	
الفصل الرابع : الوسائل والمواد المستعملة الطرق المتبعة	
1.IV. مقدمة	34
2.IV. طرق أخذ العينات	34
3.IV. تجهيز العينة	34
4.IV. الاستخلاص	34
5.IV. حساب المردود	35
6.IV. الخصائص الفيزيائية والكيميائية للزيت الأساسي	35
1.6.IV. قرينة الحموضة I_a	35
2.6.IV. قرينة التصبن I_S	36
3.6.IV. قرينة الأستر I_e	37
4.6.IV. قرينة الانكسار I_R	37
5.6.IV. قدرة الدوران الضوئي	38
6.6.IV. الكثافة النوعية (d)	38
7. IV. الفعالية البيولوجية	39
1.7.IV.اختبار مضادات الأكسدة (DPPH)	39
1.7.IV. 1.تحديد زمن توازن TEC50	40
2.7.IV.اختبار النشاطية ضد البكتيريا للزيت الأساسي	40
3.7.IV.تقييم السمية الخلوية لزيت النعناع الفلفلي	41
الفصل الخامس : النتائج والمناقشة	
1.V. وصف الزيت العطري الذي تم الحصول عليه	43
2.V. المردود المتحصل عليه	43

3.V. التحليل الفيزيائي	44
1.3.V. معامل الانكسار(I_R)	44
2.3.V. الرقم الهيدروجيني (pH)	45
3.3.V. الكثافة النوعية	45
4.3.V. معامل الحموضة ومعامل الأسترة	46
5.3.V. تحديد مكونات الزيت الطيار بواسطة الكروماتوغرافيا الغازية المرتبطة بمطيافية الكتلة (GC/MS)	46
4.V. نتائج ومناقشة النشاط المضاد للأكسدة	49
5.V. النشاط ضد البكتيريا	51
6.V. تقييم السمية الخلوية لزيت النعناع الفلفلي	55
الخاتمة	57
المراجع	58

قائمة الجداول

الجدول	العنوان	الصفحة
1	يمثل تصنيف نبات النعناع	7
2	التصنيف النباتي لـ Mentha piperita	9
3	الفرق بين الزيوت الأساسية و الزيوت الثابتة	20
4	أهم فوائد استعمال الزيوت الأساسية	24
5	تحديد تاريخ وإحداثيات القطف	34
6	المواد والأدوات المستعملة	41
7	خصائص الزيوت العطرية المستخرجة لدينا وتلك الخاصة بمعايير AFNOR	43
8	نتائج مردود استخلاص الزيت الاساسي وبعض المناطق الأخرى	43
9	قرينة الانكسار I_R للزيت الأساسي المتحصل عليه	44
10	كثافة الزيت الأساسي المستخلص	45
11	قيم معامل الحموضة و التصبن للزيت الأساسي المستخلص	46
12	المركبات الكيميائية للزيت الأساسي عند نبات النعناع الفلفلي بواسطة GC/MS	48
13	نتائج الاختبارات المضادة للميكروبات مع الزيت الأساسي المستخلص	52
14	تأثير تراكيز مختلفة من زيت النعناع الفلفلي	55

قائمة الأشكال

الشكل	العنوان	الصفحة
1	أهم أجزاء جنس النعناع (Mentha)	6
2	رسم تخطيطي لـ Mentha piperita	10
3	الأنماط المختلفة للبنيات المسؤولة عن تشكل الزيوت الأساسية	11
4	مخطط التقطير بالتبخر المباشر	13
5	مخطط طريقة الجرف ببخار الماء	14
6	مخطط يمثل الاستخلاص بواسطة CO_2	15
7	مخطط الاستخلاص بإستعمال المذيباب (تركيب سوك سلي)	16
8	وحدة الايزوبرن	23
9	مونوتربينات أحادية الحلقة	23
10	المونوتربينات ثنائية الحلقة	23
11	البنيات الرنينية في جزيء DPPH	27
12	البنية الحرة (المؤكسدة) والمرجع لـــ DPPH	27
13	أنواع مضادات الاكسدة	29
14	التحليل الطيفي لإختبار الجذر الحر DPPH مع مركب مضاد للتأكسد	40
15	مخطط قيم الكثافة نوعية للزيت الاساسي	45
16	مخطط كروماتوغرام لزيت الطيار لنبات النعناع الفلفلي بواسطة (GC/MS)	47
17	منحنى البياني نسب تثبيط الزيت الاساسي لـ DPPH	49
18	منحنى البياني المرجعي نسب تثبيط حمض الاسكوربيك لـ DPPH	50
19	تفاعل مضادات الأكسدة مع الجذر DPPH	51
20	تأثير زيت النعناع على البكتيريا المختلفة	53

قائمة الصور

الصور	العنوان	الصفحة
1	الصورة الفوتوغرافية لـMentha piperita	10
2	فحص مجهري للجذور الحرة	26
3	قطر منطقة التثبيط للبيكتريا	31
4	الفحص المجهري لـ E.coli	31
5	الفحص المجهري لـ STAPH	32
6	الفحص المجهري لـ KLP	32
7	الفحص المجهري لـ PSU	33
8	الفحص المجهري لـ PRO	33
9	جهاز التقطير المائي (Clévenger)	34
10	معايرة لتحديد قرينة الحموضة	36
11	تسخين المزيج لتحديد قرينة التصبن	37
12	جهاز ريفراكتومتر	37
13	جهاز البولايمتر	38
14	مستخلص ايثانولي DPPH*	39
15	محاليل مخففة	39
16	مخطط اختبار النشاط المضاد للبكتيريا	41
17	اجهزة ووسائل دراسة السمية الخلوية على زيت النعناع الفلفلي	42
18	الزيت العطري المستخرج	43
19	الاثر التثبيطي لمستخلص الزيت الأساسي	52
20	التقييم السميّ لزيت النعناع الفلفلي باستخدام اختبار البقع	55

المقدمة

المقدمة

على مدار القرون الماضية، كانت العلاجات الطبيعية، وخاصة النباتات الطبية، المصدر الرئيسي، إن لم يكن الوحيد للعلاج. إذ تتميز العديد من النباتات الطبية والعطرية ونباتات التوابل، سواء المزروعة أو البرية، بخصائص بيولوجية مثيرة للاهتمام للغاية[1] تظهر النباتات الطبية قدرة فيزيولوجية مميزة لمعالجة أمراض معينة أو التخفيف من أعراضها، سواء استخدمت في صورتها النقية أو بعد استخلاص موادها الفعالة[2]. في الوقت الحالي، يبرز تقييم التأثيرات البيولوجية للنباتات الطبية كواحدة من أهم القضايا المثيرة للباحثين، لا سيما بالنظر إلى الاستخدام الواسع لهذه النباتات كعلاجات بديلة[3].

النعناع (*Mentha piperita*) من بين النباتات الطبية والعطرية، يحتل النعناع مكانة بارزة في طب الأعشاب بفضل فوائده العلاجية المتنوعة. فهو يمتلك خصائص متعددة تشمل تسكين الآلام[4]، علاج الالتهابات ، بالإضافة إلى كونه مضادا للبكتيريا والفيروسات ، ومضادا للأكسدة. لهذه الأسباب، تمت زراعته منذ العصور القديمة، سواء لاستغلال خصائصه العلاجية أو لاستخدامه كمواد زينة[5].

تمثل الزيوت الأساسية إحدى أهم المنتجات المستخلصة من النباتات الطبية والعطرية. تُستخدم هذه الزيوت على نطاق واسع في الصناعات المختلفة، بما في ذلك الأدوية، ومستحضرات التجميل وصناعة الأغذية، نظرًا لفوائدها العديدة ومكوناتها الكيميائية المميزة ، على وجه الخصوص يُعد زيت النعناع من الزيوت الأساسية الأكثر شيوعًا واستخداما ، بفضل خصائصه الفريدة وتطبيقاته العلاجية.

ينتمي جنس *Mentha* إلى حوالي 25 نوعًا موزعة في خمسة أقسام، منها قسم *Mentha* الذي يضم الأنواع الأكثر شيوعًا، مثل*M. suaveolens* ، و *M. longifolia* و *M. aquatic* و*M. arvensis* هذه الأنواع تميز من خلال بنية الإزهار، لكن قدراتها العالية على التهجين تصعب التعرف عليها، مما ينتج عنه هجائن ذات أشكال مختلفة، إلا أنها غالبا ما تكون عقيمة[6].

ركزت هذه الدراسة على نوع (*Mentha piperita* النعناع الفلفلي) نظرا لغناه بالزيوت الأساسية وإنتاجه المتميز لها.

يُعد زيت النعناع الفلفلي (*Mentha piperita*) من الزيوت الأساسية المهمة التي تحظى باهتمام متزايد في الأوساط العلمية والصناعية، نظرًا لتعدد استخداماته في المجالات الطبية والصيدلانية، فضلًا عن قيمته الاقتصادية الكبيرة باعتباره من المنتجات الطبيعية ذات الطلب المرتفع. يتميز هذا الزيت بخصائص مضادة للأكسدة والبكتيريا، ما يجعله مرشحًا فعالًا في الصناعات الدوائية ومستحضرات التجميل وحتى في حفظ الأغذية.

غير أن جودة وفعالية زيت النعناع تختلف باختلاف الظروف البيئية والمناخية، وكذلك طريقة الاستخلاص، مما يطرح إشكالية علمية تتمثل في " إلى أي مدى يؤثر مصدر النبات (المنطقة الجغرافية) وخصائصه الفيزيوكيميائية على فعالية زيت النعناع كمضاد للأكسدة؟ وهل يمكن تثمين هذا الزيت المنتج محليًا بوادي سوف ليكون بديلًا فعالًا وآمنًا مقارنة بالأدوية المصنعة كيميائيا؟"

لمعالجة هذه الإشكالية، نقترح في هذه الدراسة مجموعة من الحلول نذكر منها:

- استخلاص الزيت العطري من نبات النعناع المزروع في منطقتين مختلفتين (قمار وحاسي خليفة) بولاية الوادي.
- إجراء تحليل فيزيوكيميائي دقيق للزيت.
- تحديد مكوناته الفعالة باستخدام تقنية.GC-MS
- تقييم نشاطه المضاد للأكسدة باستخدام اختبار.DPPH
- مقارنة النتائج بالمعايير الدولية (AFNOR) ونتائج دراسات سابقة.

تهدف هذه الدراسة في مجملها إلى تثمين زيت النعناع المنتج محليًا وتأكيد جودته وفعاليته الحيوية، مما قد يفتح آفاقًا واسعة لاستغلاله في مختلف التطبيقات الصناعية والطبية.

الجزء النظري:

الفصل الأول: النباتات الطبية

الفصل الثاني: الزيوت العطرية وطرق الاستخلاص.

الفصل الثالث : الخواص الفيزوكيميائية والنشاط المضاد للأكسدة والفعالية البيولوجية لزيت النعناع الفلفلي.

الجزء العملي:

الفصل الرابع: تناول المواد والطرق المستخدمة لاستخلاص زيت النعناع والكشف عن المواد الفعالة فيه.

الفصل الخامس : مناقشة النتائج.

الجزء النظري

الفصل الأول

النباتات الطبية

I.1. تمهيد:

تُعد النباتات الطبية والعطرية من الموارد الطبيعية الهامة، إذ تُشكل المصدر الأول لاستخلاص الأدوية، فبعض المركّبات الفعالة المستخرجة من هذه النباتات تُظهر تأثيرات فيزيولوجية وتُستخدم في العديد من التطبيقات الطبية، كما تحتوي بعض النباتات الطبية مثل النعناع الذي يحتوي على زيوت أساسية تُساهم في خصائصها العلاجية.

I.2. لمحة تاريخية عن النباتات الطبية:

في عالم الحضارة الإنسانية، احتلت النباتات الطبية مكانة مهمة منذ العصور القديمة. لقد خدمت هذه النباتات تاريخياً ولا تزال تؤدي وظيفة أساسية في مجالات التغذية والصيدلة. لقرون عديدة شكلت النباتات المورد الوحيد للممارسات الطبية البشرية. تشير التمثيلات الفنية والنقوش المكتشفة على واجهات المعابد القديمة إلى أن أصول العلاج بالنباتات تمتد إلى ما بعد 4000 قبل الميلاد. امتلك البشر الأوائل المعرفة لتسخير الخصائص العلاجية لأنواع نباتية معينة.[7].

من الضروري الاعتراف بأن مجمل الخبرات المجمعة كانت متوقفة على الصدفة والمشاركة العملية. هذا يمثل إعلان بشأن الصفات العلاجية المتأصلة في هذه العينة النباتية. تشير الوثائق التاريخية إلى أن تطور العلاج بالنباتات قد ازدهر بين العديد من الثقافات على مستوى العالم. نذكر منها الفراعنة وبلاد الرافدين ثم تعاقبت في العديد من الحضارات[7].

I.3. تعريف النباتات الطبية

النباتات الطبية هي تلك التي تحتوي على مواد فعّالة ذات تأثيرات علاجية، وقد أمكن تصنيف عدد كبير منها ضمن الطب الشعبي، مع تحديد المركّبات النشطة التي تحتوي عليها. وتتوزع هذه المواد الفعالة في أجزاء مختلفة من النبات، مثل الأوراق، السيقان، الجذور، الأزهار، أو البراعم، وتُظهر قيمتها العلاجية سواء كانت على شكلها الطازج، المجفف، أو بعد استخلاصها جزئيًا. وقد بُذلت جهود علمية كبيرة لدراسة طرق إكثار وإنتاج النباتات الطبية. ويُعرف أن المصريين القدماء كانوا من أوائل الشعوب التي استخدمت النباتات والأعشاب الطبية والعطرية في مجالات متعددة، سواء في الطب أو التغذية أو الصناعة.

I.4. النباتات الطبية في حياتنا اليومية :

تعتبر النباتات الطبية والعطرية جزءًا أساسيًا من حياة الإنسان، حيث تُستخدم في مجالات متعددة مثل الطهي والطب والعناية بالصحة. من الواضح أن هذه النباتات تلعب دورًا مهمًا في حياتنا اليومية، كما هو الحال مع الشاي والقهوة، اللذان يحتويان على الكافيين، وهو مركب معروف بتأثيراته المنشطة. ونعلم كذلك فوائد النعناع *Mentha* والبابونج *Camomille* والهيل *Cardamom* لما تحويه من زيوت العطرية، تلك أمثلة من النباتات الطبية شائعة الاستخدام، إلا أن هنالك يوجد العديد من العقاقير والنباتات الطبية التي تستخدم في علاج الأمراض والأسقام المختلفة ومن الواجب والضروري عدم استعمالها بدون وصفة طبية، كما أنه يجب إتخاذ الحذر والحيطة في استخدامها يكون عادة تأثيرها مصحوبا بمخاطر كبيرة[7].

I.5. مصدر النباتات الطبية :

يمكن الحصول على النباتات الطبية من مصدرين: الأول هو النباتات البرية التي تنمو في الوديان والسهول والغابات، والثاني هو الزراعة حيث تقوم شركات الأدوية أو المؤسسات الاستثمارية بإنشاء مزارع محمية لإنتاج أصناف محددة تلبي احتياجات السوق المحلي أو الدولي بكميات معينة

I.6. أهمية النباتات الطبية

أدت الدراسات والتجارب العديدة أن المواد الكيميائية الدوائية الصناعية أغلبها تملك تأثيرات جانبية ضارة بجانب الاثر العلاجي المستخدم من أجله[8]، وكذلك قد يختلف التأثير الوظيفي للمواد الفعالة في النباتات الطبية[9] حيث تظهر أهمية النباتات الطبية في العلاج، لأن المواد الفعالة في هذه النباتات لا تنفرد بجزء على المواد الفعالة الشافية مما يجعلها مفيدة في علاج العديد من الأمراض المختلفة[10].

I.7. أهم مجالات استخدام النباتات الطبية والعطرية

تتعدد الاستخدامات التي تمتاز بها النباتات الطبية والعطرية ومن أهمها تحضير بعض الأدوية مثل: تسكن ألم المفاصل الالتهابات الروماتيزمية وأدوية ضغط الدم وتصلب الشرايين

وكمطهر إنتاج الزيوت الثابتة.

وهذه بعض المستحضرات الطبية

. تحضير الاغذية الخاصة لعلاج مرضى تصلب الشرايين والذبحة الصدرية.

. تحضير مستحضرات التجميل مثل مساحيق كريمات والصابون الروائح والعطور.

. المبيدات الحشرية وهي تعتمد على ما تحويه النباتات الطبية والعطرية من سموم قاتلة للحشرات أو الفطريات.

. تستخدم كتوابل او بهارات او عقاقير لطعم و رائحة .

I.8. العوامل المؤثرة علي جني النباتات الطبية :

تعتمد عملية جمع النباتات الطبية المزروعة في الحقل أو التي تنمو بريا تعتبر من أهم مراحل الإنتاج وتعتمد علي مايلي :

I.8.1. كمية المواد الفعالة :

تُظهر كمية المركبات النشطة بيولوجيًا المستخرجة من المصدر النباتي تنوعًا يعتمد على مرحلة تطور النبات، والسياق الزمني للحصاد خلال الفترات الليلية والنهارية، بالإضافة إلى التغيرات الموسمية على مدار السنة التقويمية. على سبيل المثال، أظهرت الأبحاث أن تركيز القلويدات في نبات الداتورا يصل إلى الضعف تقريبًا في ساعات الصباح الباكر وقبل ظهور الشمس مباشرة في فترة ما بعد الظهر. وبالتالي من الضروري أن يتم الحصاد خلال ساعات الصباح الباكر أيضًا.النباتات العطرية التي تحتوي علي زيوت الأساسية مثل الياسمين والبابونج فهذه تجمع عادة في الصباح الباكر قبل أن تفقد جزءا من الزيت الأساسي نتيجة حرارة الجو وخصوصا في فصل الصيف[11].

I.8.2. نوعية المواد الفعالة :

لا تؤثر كمية المركب النشط بيولوجيًا فقط على توقيت الحصاد النباتي، ولكن أيضًا على سلامة المركب النشط بيولوجيًا، على سبيل المثال يحتوي على قلويدات الكولشيسين (*Colchicine*)، لكن هذا المركب يُستنفد تمامًا من الديدان عند حصاده في موسم الخريف وبالتالي يتم استخدام النباتات التي تم جمعها خلال هذه الفترة كمصدر للغذاء، أما النباتات التي تستعمل كرومات لأغراض طبية فإنها تجمع في الربيع أو أوائل الصيف لوجود القلويد فيها الذي يعرف بطعمه المر ويكون النبات في هذا الوقت ساما جدا و لايصلح للأكل[12].

I.3.8. عمر النبات :

تتأثر كمية المواد الفعالة، وأنواعها، وتركيبتها في النباتات بعوامل متعددة، أهمها مراحل نمو النبات وعمره، فقد وُجد أن تركيز المادة الفعالة يختلف باختلاف عمر النبات، كما أن الكمية تزداد مع تقدم عمر النبات، ثم تبدأ بالانخفاض تدريجيًا بعد مرور عدد معين من السنوات فعلى سبيل المثال لا تُجمع جذور نبات العرقسوس (*Liquorice*) قبل مرور عامين إلى ثلاثة أعوام على زراعته نظرًا لأن جمعه في وقت مبكر يعطي كميات أقل من الجليكوسيدات، كما أن نبات الديجيتالس (*Digitalis*) يُنتج كمية أكبر من هذه المركّبات بعد مرور عامين أو ثلاثة من الزراعة، أما نبات الراوند(*Rhubarb*) فإن فعاليته الطبية تكون في ذروتها عندما يُجمع وعمره ست سنوات[12].

I.4.8. التجفيف و الحفظ :

تستخدم بعض النباتات الطبية طازجة بعد قطفها لتحضير المواد الفعالة كما هو الحال في أزهار الورد والياسمين حيث يتم تحضير الزيوت الأساسية العطرية من البتلات الطازجة ، ولكن في غالبية الأحيان يتم تجفيف النباتات في ظروف خاصة وذلك للحفاظ على ما تحتويه من مواد فعالة[7].

تهدف هذه العملية على إزالة المحتوى المائي من الجزء الهوائي من أوراق وأزهار النباتات ومن أهدافها :

- المحافظة على الأوراق من التعفن بوقف نشاط البكتريا.
- وقف نشاط التفاعلات الكيمائية .
- وقف النشاط الإنزيمي.
- تسهيل عملية الطحن والسحق.
- تسهيل عملية الخزن.

يوجد عدة طرق للتجفيف نذكر منها:

I.1.4.8. التجفيف بطرق الطبيعة :

يتم نشر النبات في الظل تحت درجة عادية وتستعمل هذه الطريقة لتجفيف النباتات الحاوية علي زيوت الأساسية أو مواد ملونة وعدم تعريضها إلى أشعة الشمس بسب الحرارة المرتفعة التي تسبب في كسر الروابط الكيميائية لبعض المركبات الحساسة.[13]

I.2.4.8. التجفيف بالطرق الصناعية :

تستخدم أفران صناعية خاصة مختلفة الأحجام و درجات الحرارة التي تتعرض لها المادة المراد تجفيفها وكذلك نوعية الحرارة التي تتعرض لها[13].

I.3.4.8. التجفيف بالتجميد :

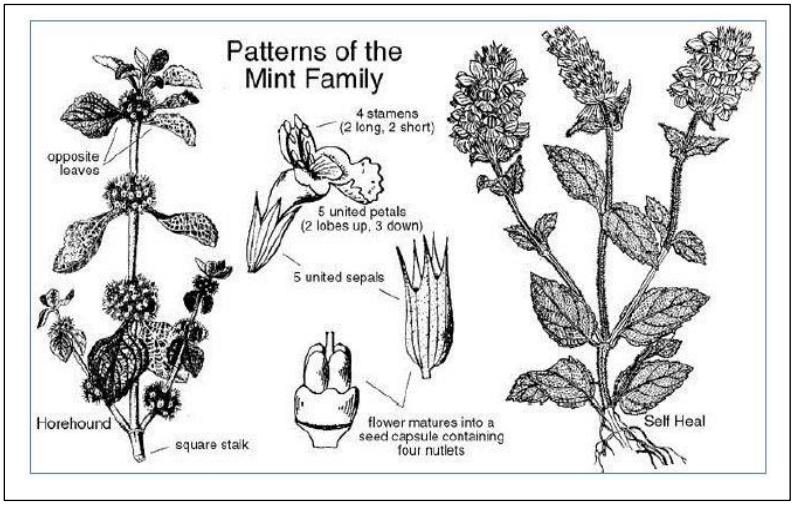
تعتمد على تجميد المادة في درجات حرارة منخفضة جدًا عادةً بين (40 °C- و 80 °C-) في هذه المرحلة يتحول الماء الموجود في المادة إلى جليد، ثم يتم خفض الضغط الجوي بشدة داخل حجرة مغلقة بعد ذلك نقوم بتسخين بسيط جدًا بحيث يتم تصعيد الجليد ولا يمر بالمرحلة السائلة

أعطت هذه الطريقة نتائج جيدة واستعملت في النباتات الحاوية على مركبات تتخرب بالحرارة ، وأهم شروطها العمل في بيئة خالية من الهواء[13].

I.9. نبات النعناع:

يعد نبات النعناع من النباتات الهامة، الكثيرة الانتشار في أنحاء العالم ويعتبر من النباتات الخضراء له رائحة نفاذة، فهو يستخدم في الطب الشعبي وذلك لامتلاكه مدى واسع من الفعالية البيولوجية والصيدلانية. وله فوائد غذائية ودوائية هامة ويستخدم في مجال صناعة مواد التجميل ومن فوائده الدوائية هي علاج مشاكل الجهاز الهضمي فهو يساعد في علاج حالات عسر الهضم وفاتحا للشهية ومشاكل القالون العصبي عند الأطفال والبالغين وتخفيف من أعراضه ومهدئ لألأم المغص وتهدئة تقلصات المعدة ويساعد في التغلب على الحموضة وتخلص من انتفاخ البطن ومطهر ومضاد للالتهابات ويعمل على تعزيز صحة الفم ومحاربة رائحة الكريهة ومنعش للتنفس. وهو يعالج أيضا الاضطرابات الجهاز التنفسي حيث تساعد أوراقه على تخفيف من احتقان الأنف والحنجرة والقصبات الهوائية والرئتين والتخفيف من أعراض الربو والسعال وطارد للبلغم وأثبت بعض الدراسات أنه يعالج مرض السل ومسكن للألم ومعالج لاكتئاب وعالج لأمراض ضغط الدم والغثيان وتحسين الذاكرة تعزيز المناعة، وتستخدم الزيوت الأساسية المستخلصة منه في حفظ الأغذية وعلاج داء السكري وتفتيت حصى الكلية، كما تدخل مستخلصاته في صناعة الكثير من العقاقير الطبية.

يمثل جنس النعناع (*Mentha*) أهم أجناس العائلة الشفوية (*Lamiaceae*)، و أنها واحدة من النبات الأكثر تنوعا وانتشارًا يحوي حوالي 220 جنس و ما يقرب من 4000 نوع في جميع أنحاء العالم يصعب تصنفيها بسبب التباين الكبير في خصائصهم المورفولوجية و الهجين المتكرر[14]، هي أعشاب عطرية معمرة ذات سيقان رباعية الزوايا تقريبا منتصبة ، أوراقها بيضوية أو بيضوية رمحية مسننة متقابلة أزهارها على شكل سنابل طرفية غير مورقة برؤوس مستديرة أو في كويكبات دورية عند إبط الأوراق العليا كما لها غلاف أنبوبي بخمسة أسنان وبتويج بأربعة فصوص تقريبا متساوية منتظمة وأربع أسدية أربع خباءات (كربلات) ، وتصدر أرومتها ركوبات رائدات (أغصان هوائية تزحف على الأرض فتبرز لها جذور وتنشأ عنه نبتة جديدة) ذات جذور عارضة[15]



الشكل(1) : أهم أجزاء جنس النعناع (Mentha)

I.1.9. تصنيف النعناع :

إن تصيف الجنس النعناع صعب بشكل استثنائي بسبب سهولة التهجين بين الأنواع ووجود أزهار مؤنثة على بعض الأفراد وأزهار تامة علي أخرى، مما يضفي مزيدا من التعقيد في التعددية الشكلية[16] .

يصنف جنس النعناع كما هو موضح في الجدول(1) :

الجدول(1): يمثل تصنيف نبات النعناع

الجنس	*Mentha*
القبيلة	*Satureieae*
تحت الفصيلة	*Nepetoideae*
الفصيلة	*Lamiacea*
الرتبة	*Lamiales*
فوق الرتبة	Lamiineae
تحت الصف	Lamiidae
صف	Magnoliopsida
الشعبة	Magnoliophyta

I.2.9. الظروف اللازمة لنمو نبات النعناع:

النعناع نبات معمر سريع النمو، ويمكن زراعته في مناطق مختلفة، لكنه يحتاج إلى ظروف معينة للنمو الأمثل، خاصة في البيئات الصحراوية التي تتسم بالمناخ الجاف ودرجات الحرارة العالية. إليك أهم العوامل التي تؤثر على نمو النعناع في هذه البيئات:

I.1.2.9. نوع التربة

أ- **تربة خصبة وجيدة التصريف** :يفضل النعناع التربة الطمية أو الرملية الطمية الغنية بالمواد العضوية[17].

ب- **درجة الحموضة** :(**pH**) يفضل نطاق pH بين 7.5 - 6.0 [17]

ج- **تحسين التربة** : في التربة الرملية الصحراوية، يمكن تحسين التربة بإضافة السماد العضوي أو البيتموس

د- للاحتفاظ بالرطوبة والعناصر الغذائية[17].

I.2.2.9. المناخ المناسب

أ- **درجة الحرارة** : يتحمل النعناع درجات حرارة تتراوح بين 30°C - 15، لكنه قد يتضرر عند درجات حرارة مرتفعة جدًا (فوق 35°C) دون توفر الظل والرطوبة الكافية[17].

التعرض لأشعة الشمس : يفضل النعناع ضوء الشمس الجزئي إلى الكامل، لكن في المناطق الصحراوية يُفضل زراعته في أماكن بها ظل جزئي خلال ساعات الذروة[17].

ب– الرطوبة : يحتاج إلى رطوبة معتدلة إلى عالية، لذا يُفضل ريه بانتظام[17].

I.9.2.3. طرق الري المناسبة في الصحراء

أ– **الري بالتنقيط** : أفضل وسيلة لري النعناع في المناطق الصحراوية، حيث يوفر الماء بكفاءة ويمنع تراكم الأملاح[17] .

ب– **الري المنتظم** :يحتاج النعناع إلى ري متكرر، لكن دون إغراق، بمعدل 4–3مرات أسبوعيًا حسب درجة الحرارة[17] .

ت– **التغطية** : يمكن استخدام مواد عضوية مثل القش أو نشارة الخشب حول النبات للاحتفاظ برطوبة التربة وتقليل التبخر[17] .

ث– **استخدام المياه المالحة** : النعناع حساس للملوحة، لذا يجب أن تكون ملوحة الماء أقل من 1.5ديسي سيمنز/متر.

I.9.2.4. التسميد والعناية

أ– الأسمدة العضوية :يفضل النعناع الأسمدة العضوية مثل السماد الحيوي أو الكومبوست[17] .

ب– الأسمدة المعدنية :يمكن إضافة النيتروجين (N) لتعزيز النمو الورقي بمعدل 100–50كلغ/هكتار[17] .

ت– التقليم المنتظم :لتحفيز نمو أوراق جديدة ومنع الإزهار المبكر الذي يقلل من جودة الأوراق[17] .

I.9.2.5. وصف المورفولوجي النبات :

يختص علم شكل النبات و تركيبه (المورفولوجي) بدراسة الوصف الخارجي و التركيب الداخلي للنباتات ومعرفة التشابه و الاختلاف في التركيب و النشأة ،كما يشمل دراسة دورة الحياة في النباتات وما يحدث خلالها من تغيرات تكوينات[18] حيث ان المعايير المورفولوجية أحد الصفات المعتمدة في دراسة التباين بين مختلف الأنواع النباتية أو حتى أفراد النوع الواحد وذلك لما تبديه من اختلافات ناتجة عن عدة تأثيرات مختلفة.

I.9.3. نبتة النعناع الفلفلي (*Mentha piperita*):

I.9.3.1. التعريف :

النعناع الفلفلي هو عشب هجين يعرف بالاسم العلمي *Mentha piperita* تم إنشاؤه من خلال الجمع بين نوعين من نباتات النعناع المدبب والنعناع المائي، له رائحة مميزة ونكهة عطرية حارقة لكنه يعطي شعور بالانتعاش.

تم تعريف النبات لأول مرة من قبل كارل لينيوس في 1753 ،النعناع هو نبات أخضر مع زهور بنفسجية أرجوانية جذورها الخضراء لها شكل مربع مميز، يحتوي النبات على سيقان ضاربة إلى الحمرة مع لون أرجواني مخضر أسفل الأوراق هذا النبات ينمو إلى ارتفاع حوالي 2 ونصف قدم (76 سم) وهو قوي يمكنه النجاة من ظروف التجميد تفضل نباتات النعناع ضوء الشمس الكامل، ولكن يمكن أيضا غرسها في المناطق الظليلة، إنه نبات معمر مما يعني أنه يمكن أن يعيش لأكثر من سنتين إذا كانت الظروف مواتية فإن النبات سيعود عاما بعدعام[20].

I.2.3.9. التصنيف النباتي لـ *Mentha piperita*

الإسم العلمي : *Mentha piperita*

مرادفة :*Peppermint*

الإسم الشائع : النعناع الفلفي.

الجدول(2) يوضح تصنيف نبات *Mentha piperita* :

جدول(2) التصنيف النباتي لـ *Mentha piperita*

المملكة	Végétales
الشعبة	Magnoliophyta
الطائفة	Magnoliopsida
الرتبة	Lamiales
العائلة	Lamiaceae
النوع	*Piperita*
الجنس	*Mentha*

I.3.3.9. الوصف النباتي لـ **Mentha piperita**:

هو نبات عشبي ريزومي معمر، يتراوح طوله بين 30إلى 90 سم، وتتميز سوقه النامية بنعومتها وظهورها بمقطع عرضي مربع الشكل، أما الجذامير فهي ليفية سميكة عارية من الأوراق وتنتشر بكثافة في التربة.

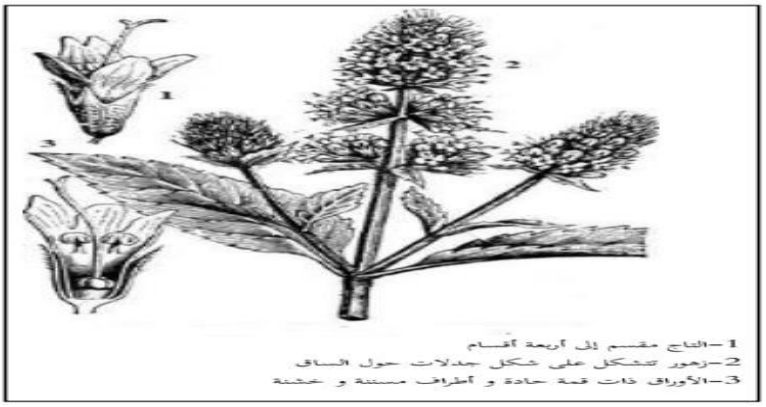
تصل الأوراق إلى طول يقارب 94سم وعرض يتراوح بين 1.5إلى 4 سم، لونها أخضر داكن وتظهر عليها عروق حمراء بارزة، ذات قمة حادة، وحواف مسننة وخشنة الملمس .كما أن الأوراق والسيقان غالبًا ما تكون مغطاة بـ شعيرات دقيقة وخفيفة الكثافة.

أما الأزهار فهي ذات لون بنفسجي، يبلغ طول الزهرة الواحدة بين 6إلى 8 مم، ويُقسَّم التاج الزهري إلى أربعة فصوص بقطر إجمالي يبلغ نحو 5مم.

تُكوِّن الأزهار نورات كثيفة على طول الساق، وتكون بشكل جدائل ملتفة وسميكة ذات تموجات واضحة.

يبدأ الإزهار من منتصف فصل الصيف ويستمر حتى نهايته [21]. عدد الكروموسومات فيها متغير حيث أنها ثنائية المجموعة الكروموسومية (2ن) و سجل عدد كروموسوماتها 66 ،72 ، 84 ، 120 النعناع الفلفلي نبتة سريعة النمو إلى أن تظهر البراعم عليها وتصبح سريعة الانتشار[22].

الصورة (1) : الصورة الفوتوغرافية لـ***Mentha piperita***



الشكل (2) : رسم تخطيطي لـ ***Mentha piperita***

الفصل الثاني

الزيوت الأساسية وطرق الاستخلاص

II.1. تمهيد:

تُعدّ النباتات الطبية العطرية من المصادر الطبيعية الهامة لما تتميز به من رائحة قوية وطعم مميز، مما يجعلها تُستخدم على نطاق واسع في إضفاء النكهة على الأطعمة إضافة إلى ذلك تتمتع هذه النباتات بخصائص طبية متعددة، وقد استخدمت منذ القدم في حفظ الأغذية وتحسين جودتها وطعمها، نظراً لاحتوائها على مركبات طيارة فعالة، وتُستخلص الزيوت الطيارة من هذه النباتات لتُستخدم كمُنكّهات في الصناعات الغذائية والمستحضرات الطبية، كما تُعدّ من المواد الطبيعية الحافظة نظراً لقدرتها على مقاومة البكتيريا ومضادات العفن، بالإضافة إلى خواصها المضادة للأكسدة، مما يجعلها ذات أهمية كبيرة في المجالات الصحية والغذائية[23].

فما هي الزيوت الطيارة وتركيبها الكيميائي وطريقة استخلاصها وفوائدها الطبية؟

II.2. الزيوت الطيارة :

II.2.1. تعريفها :

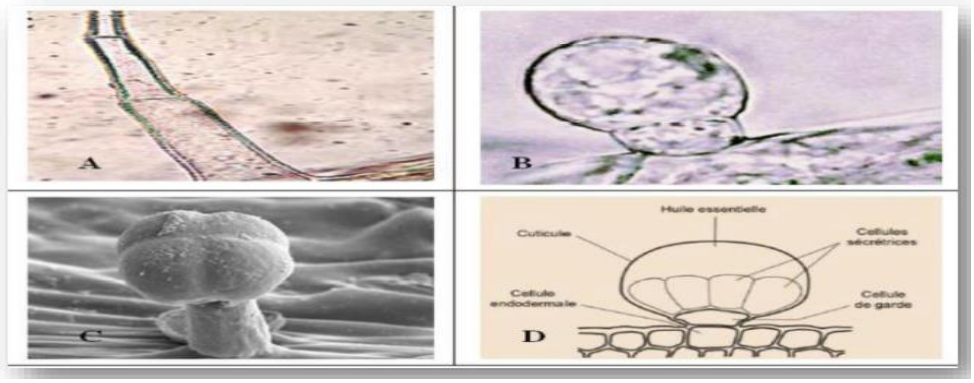
الزيوت الطيارة (أو الزيوت العطرية) هي مركبات طبيعية تُستخلص من النباتات، وتتكون بشكل رئيسي من مركبات عضوية متطايرة وهي مزيج معقد من المواد الكيميائية النباتية، المكونات الأساسية للزيوت الطيارة تشمل التربنات: *monoterpene+sesquiterpene* +المركبات الأكسجينية التي تشمل الكحولات –والألدهيدات ، والإسترات والفينولات.[24].

II.2.2. مكان تواجدها في النبتة:

في النبات يمكن أن تُخزَّن الزيوت الأساسية (*essential oils*) في أعضاء مختلفة مثل: الأزهار كما في *origan* ، الأوراق (*citronnelle*, *eucalyptus*)اللحاء (*cannelle*) الخشب (*bois de rose, santal*) الجذور (*vétiver*), الريزومات (*acore*), الفواكه (*badiane*),أو في البذور (*carvi*) [24].

يرتبط إنتاج وتجميع الزيوت الأساسية عادةً بوجود بُنى نسيجية متخصصة.(specialized secretory structures) إذ يتم تصنيع هذه الزيوت داخل سيتوبلازم الخلايا الإفرازية ، ثم تُخزن داخل خلايا غدية مغطاة بطبقة من الكيوتيكل.(*cuticle*)

وتختلف أشكال وعدد هذه البنيات الإفرازية من عائلة نباتية إلى أخرى، بل وأحيانًا من نوع إلى آخر داخل نفس العائلة، كما يمكن أن توجد عدة أنواع من الأنسجة الإفرازية ضمن نفس النبات، مما يعكس تنوعًا بنيويًا ووظيفيًا في آليات إنتاج وتخزين الزيوت الأساسية.



الشكل (3) : الأنماط المختلفة للبنيات المسؤولة عن تشكل الزيوت الأساسية

– **الصورة (A)**: تظهر شعيرة غدية أو قناة إفرازية طولية، وهي أحد التراكيب التي تقوم بإنتاج وإفراز الزيوت العطرية في النبات[25]

– **الصورة (B)**: تبين غدة زيتية ذات رأس كروي، وهي مسؤولة عن تخزين وإطلاق الزيوت العطرية. هذا النوع من الغدد يوجد غالبًا في الأوراق والسيقان ويحتوي على خلايا إفرازية متخصصة[25] .

– **الصورة (C)**: صورة مجهرية إلكترونية لغدة زيتية تُظهر تفاصيل أكثر دقة حول بنيتها، مثل الجدار الخارجي والتراكيب المسؤولة عن الإفراز[25] .

–**الصورة (D)**: رسم تخطيطي يوضح تركيب الغدة الزيتية، ويُظهر أجزاءها الرئيسية مثل الخلايا الإفرازية، والخلايا الحارسة، والبشرة الخارجية، مما يساعد في فهم آلية إنتاج وإفراز الزيوت الأساسية[25] .

هذه البنيات تلعب دورًا مهمًا في حماية النبات من الحشرات والأمراض، بالإضافة إلى أهميتها الاقتصادية في الصناعات الدوائية والتجميلية نظرًا لفوائد الزيوت الأساسية المستخلصة منها.

II.3.2. تركيبها الكيميائي:

تُعد الزيوت الأساسية (essential oils) مزيجًا معقدًا من المركبات الكيميائية، وقد تحتوي على أكثر من ستين مكونًا مختلفًا عادةً ما تتكون هذه الزيوت من مركبين أو ثلاثة يمثلون المكونات الرئيسية (major components) ، وتشكل نسبتهم ما بين 20% إلى 70% من التركيب الكلي في حين أن المكونات الأخرى تكون موجودة غالبًا بكميات ضئيلة تُعرف بـ "traces".

على سبيل المثال، يُعد *carvacrol* و *thymol* هما المكونين الرئيسيين في زيت *Origanum compactum*، بينما يُعد *linalool* هو المكون الأساسي في زيت *Coriandrum sativum* أما في زيت *Mentha piperita* فتُعد مركبات *menthol* و *menthone* هي السائدة بشكل عام، فإن هذه المكونات الرئيسية هي التي تحدد الخصائص البيولوجية (*biological properties*) للزيوت الأساسية، وتعود أغلب المركبات المكوِّنة لهذه الزيوت إلى مجموعتين كيميائيتين رئيسيتين هما التربينات (*les terpénoïdes*) والمركبات العطرية (*les phénylpropanoïdes*) ، حيث يتم تصنيع هاتين المجموعتين عبر مسارين أيضيين منفصلين داخل النبات[10].

II.3. استخلاص الزيوت النباتية

توجد عدة طرق لاستخلاص الزيوت الأساسية (essential oils) ، ويعتمد اختيار الطريقة المناسبة على نوع النبات المستخدم في عملية الاستخراج، حيث يُعد نوع النبات العامل الأساسي في تحديد تقنية الاستخلاص الأنسب.

ومع ذلك يوجد استثناء واحد يتمثل في طريقة الاستخلاص باستخدام غاز ثاني أكسيد الكربون CO_2 وهي تقنية فعالة تُنتج زيوتًا عالية الجودة من حيث النقاء والتركيب الكيميائي إلا أن هذه الطريقة تُعد مرتفعة التكلفة مما يجعلها غير مجدية اقتصاديًا في معظم التطبيقات الصناعية والاستخلاص التجاري وبالتالي فهي تظل خارج نطاق الاستخدام الواسع رغم مزاياها التقنية[26].

II.3.1. التقطير

يُعد التقطير (distillation) أكثر طرق استخلاص الزيوت العطرية شيوعًا، لما يتميز به من كفاءة وسهولة من الناحيتين الاقتصادية والتقنية. وتقوم هذه العملية على مبدأ تحويل الزيت الأساسي الموجود في أجزاء النبات إلى بخار بفعل الحرارة، ثم يتم تكثيف هذا البخار لاحقًا لإعادة تحويله إلى سائل، أي إلى زيت أساسي قابل للاستخدام.
رغم فعالية هذه الطريقة، إلا أن اعتمادها على الحرارة يمثل نقطة حساسة، إذ يتطلب الأمر ضبطًا دقيقًا لدرجة الحرارة وكذلك مدة التعرض للحرارة، بما يتناسب مع طبيعة الزيت المراد استخلاصه. إذ أن تجاوز الحدود المناسبة قد يؤدي إلى تلف أو تحلل المركبات الفعالة الموجودة في الزيت، مما يقلل من جودته وفعاليته البيولوجية[27]..

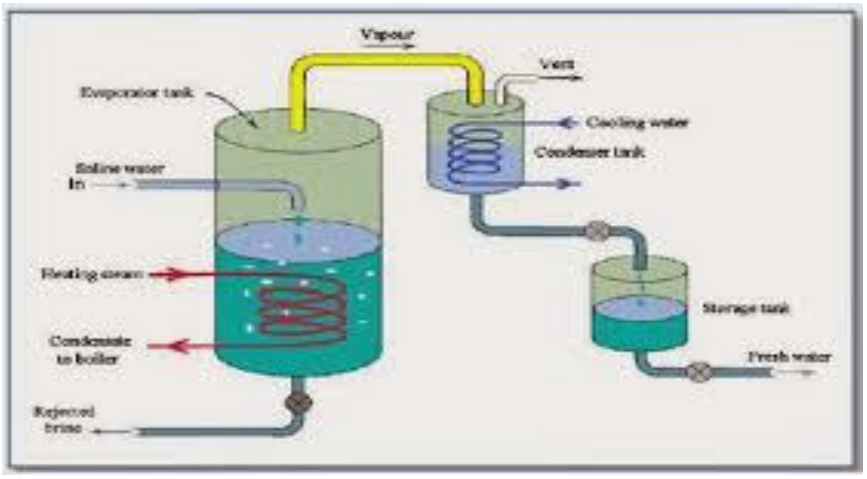
يتم التقطير بعدة طرق نذكر منها:

II.3.2. التقطير بالتبخر المباشر:

تُعد طريقة التقطير بالماء (hydrodistillation) إحدى التقنيات التقليدية لاستخلاص الزيوت الأساسية حيث يتم غمر المادة النباتية بالكامل في الماء داخل وعاء خاص، ثم يُسخن المزيج حتى درجة غليان الماء (100°C) وتوفر هذه الطريقة حماية نسبية للزيت الأساسي من التحلل الحراري، إذ يعمل الماء كعازل يمنع ارتفاع درجة حرارة الزيت بشكل مفرط.

بعد تبريد البخار المتكثف الناتج عن الغليان، يتم فصل الزيت الأساسي عن المكونات الأخرى، بينما يُعرف الماء الناتج من عملية التبخر والتكثيف بـ "الماء الحلو (hydrosol) أو ماء الزهور الذي يُستخرج أثناء تقطير الأزهار.

تُجرى هذه العملية غالبًا تحت ضغط منخفض(reduced pressure) ، مما يسمح بتخفيض درجة غليان الماء والمركبات العطرية إلى أقل من 100 درجة مئوية. وهذا يُساعد في الحفاظ على جودة المواد الفعالة ومنع تحللها أو تحولها إلى مركبات غير مرغوبة قد تؤثر على الخصائص الفيزيائية والكيميائية للمستخلص النهائي[27] .



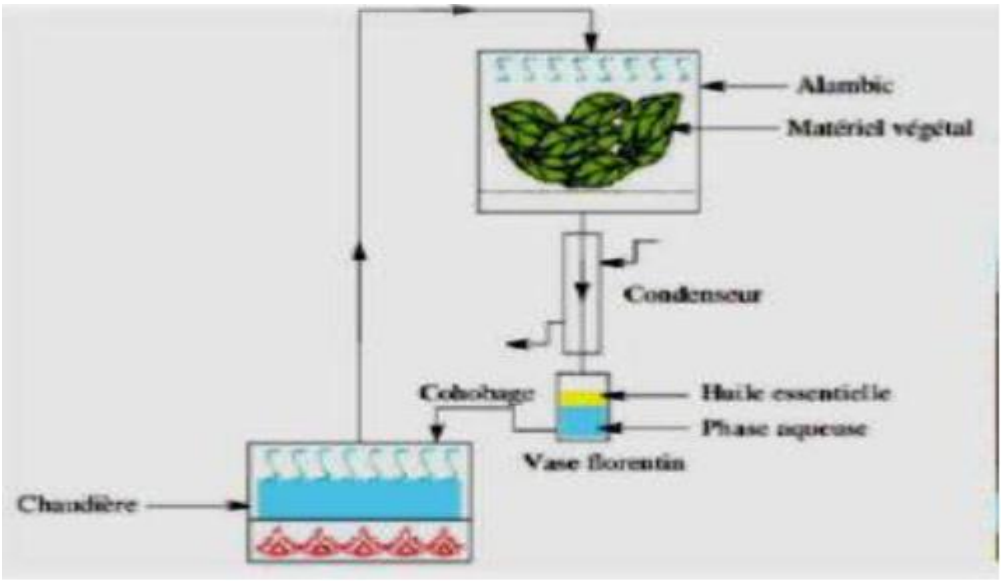
الشكل (4) : مخطط التقطير بالتبخر المباشر

II.3.3. طريقة الجرف ببخار الماء:

في طريقة التقطير ببخار الماء(steam distillation) تُوضع المواد النباتية المراد استخلاص الزيوت العطرية منها في أوعية مخصصة، ويتم تمرير بخار الماء الساخن عبر هذه الأوعية. يُستخدم في هذه التقنية بخار ماء تزيد حرارته عن 100°C ويُضخ تحت ضغط أعلى من الضغط الجوي، ما يسمح بتحرير الزيوت الطيارة من الأنسجة النباتية بكفاءة دون الحاجة لغمرها في الماء.

تُعد هذه الطريقة من أكثر الطرق شيوعًا في الصناعات العطرية، نظرًا لقدرتها على استخلاص الزيوت الأساسية الحساسة للحرارة بطريقة تحافظ على تركيبها الكيميائي وفعاليتها الحيوية، مقارنة بالتقطير المباشر بالماء[12] .

بخار الماء ينشط ويحفز ويحرر الجزيئات العطرية من مواد الاستخلاص وتلك الجزيئات العطرية تمتزج ببخار الماء المستخدم في هذه العملية يجب التحكم في درجة حرارته حتى لا تتأثر النباتات فتمتزج تلك الجزيئات العطرية ببخار الماء فيتم دفع بخار الماء المتشبع بالزيت الأساسي الطيار إلى جهاز التبريد لتكثيف الماء وفصلهما لاحقا[12].

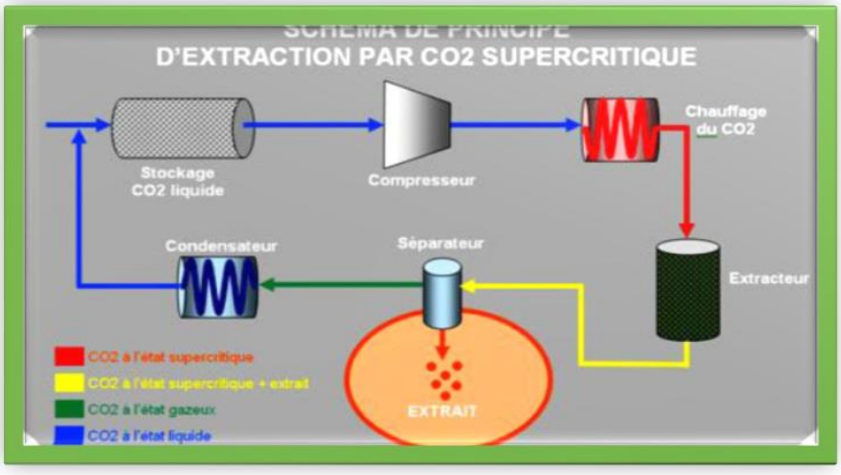


الشكل (5) : مخطط طريقة الجرف ببخار الماء[28]

II.4.3. الاستخلاص بثاني أكسيد الكربون فوق الحرج:

في هذه الطريقة يُستخدم ثاني أكسيد الكربون (CO_2) كمذيب أساسي، نظرًا لكونه آمنًا صحيًا، غير قابل للاشتعال غير سام، يتم التحكم في درجة الحرارة والضغط لإيصال ثاني أكسيد الكربون إلى حالته فوق الحرجة(supercritical state) والتي تتحقق عند ضغوط تتراوح بين 10إلى 72.9 ضغط جوي.

في هذه الحالة، يكتسب CO_2 خواص كل من السائل والغاز، مما يُمكّنه من اختراق المادة النباتية بفعالية وتشبعه بالزيت العطري بعد ذلك، يُعاد التحكم في الضغط ودرجة الحرارة لإرجاع CO_2 إلى حالته السائلة، حيث يتم فصل الزيت العطري عن المذيب بسهولة[28].



الشكل (6) : مخطط يمثل الاستخلاص بواسطة CO_2

II.5.3. الاستخلاص بواسطة الأمواج فوق الصوتية:

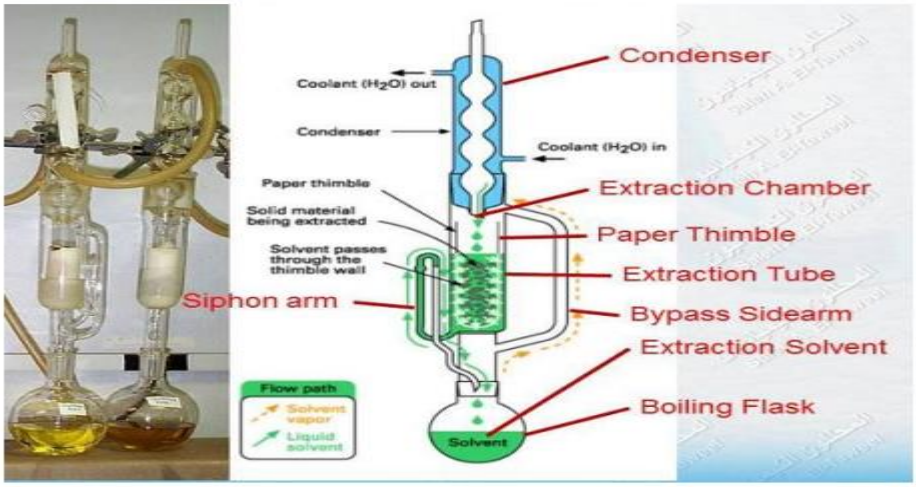
يُعد استخلاص المركبات الفعالة باستخدام تقنية الموجات فوق الصوتية (ultrasound-assisted extraction) من الأساليب الحديثة ذات الكفاءة العالية، حيث تُحقق نتائج فعالة خلال مدة زمنية قصيرة، مع انخفاض استهلاك المذيبات والطاقة الحرارية.

في هذه التقنية، تُوضع المادة النباتية في غرفة استخلاص، وهي عبارة عن أسطوانة محكمة الإغلاق مصنوعة من الفولاذ المقاوم للصدأ (stainless steel)، مزوّدة بأغطية متكاملة مع نظام ديناميكي، ومملوءة بالمذيب المناسب.
يُسلّط على النظام موجات فوق صوتية بترددات تفوق 20 كيلوهرتز، ما يؤدي إلى توليد تأثيرات ميكانيكية تؤدي إلى إحداث خلل في جدران الخلايا النباتية، مما يُسهل اختراق المذيب للنسيج النباتي، وبالتالي يُعزز من كفاءة استخلاص المركبات النشطة من داخله[29].

II.6.3. الاستخلاص باستخدام المذيبات:

تُستخدم عدة أنواع من المذيبات لاستخلاص الزيوت العطرية من النباتات والأعشاب المجففة وأجزائها المختلفة. وتشمل هذه المذيبات مذيبات كيميائية مثل الهكسان(hexane) ، بالإضافة إلى مذيبات أخرى مثل الزيوت الصلبة، الدهون، وثاني أكسيد الكربون(CO_2) .

يُعد هذا النوع من الاستخلاص مناسبًا بشكل خاص للنباتات والأعشاب ذات المحتوى المنخفض من الزيوت العطرية الطيّارة، ويُستخدم غالبًا في صناعة الزيوت العطرية الراقية المستخدمة في إنتاج العطور الفاخرة.
خلال عملية الاستخلاص باستخدام المذيبات، لا يتم استخراج الزيوت العطرية فقط، بل تُستخلص أيضًا مركبات أخرى مثل المواد الشمعية والأصباغ، والتي يتم فصلها لاحقًا عن الزيوت العطرية من خلال تقنيات فصل مختلفة، مما يسمح بالحصول على كل مكوّن على حدة[29] .



الشكل (7) : مخطط الاستخلاص بإستعمال المذيباب (Soxhlet)

II.4. دور الزيوت الأساسية في النباتات:

II.4.1. آليات الدفاع والإشارات الكيميائية

الزيوت الأساسية هي مركبات عضوية طيارة تُنتجها النباتات لأغراض متعددة، تتراوح بين الحماية من الكائنات الضارة وتعزيز التفاعل البيئي، تكتسب هذه الزيوت أهمية كبيرة في علم النبات والكيمياء العضوية بسبب تأثيراتها الحيوية المتنوعة[7].

II.4.2. تركيب الزيوت الأساسية وآليات إنتاجها:

تتكون الزيوت الأساسية من مركبات كيميائية مثل التربينات والفينيلات، وتنتج في الغدد الإفرازية للنباتات مثل الشعيرات الغدية أو القنوات الراتنجية، يتم تخليق هذه المركبات من خلال مسارات استقلابية مثل مسار الميفالونات ومسار الميثيل إيريثريتول[30].

II.4.3. دور الزيوت الأساسية في الدفاع النباتي:

- **الحماية ضد الحشرات والآفات** :تعمل بعض الزيوت الأساسية كمبيدات طبيعية، إذ تمتلك خصائص طاردة للحشرات أو سامة للآفات الزراعية[31].
- **المقاومة ضد الميكروبات** :أظهرت بعض الزيوت مثل زيت النعناع والخزامى فعالية ضد البكتيريا والفطريات، مما يعزز قدرة النبات على مقاومة الأمراض[18].

II.4.4. دور الزيوت الأساسية في الإشارات الكيميائية:

- **الجذب والتكاثر** : تستخدم بعض النباتات الزيوت الأساسية لجذب الملقحات مثل النحل والفراشات، مما يساعد في عملية التلقيح[32].
- **التواصل بين النباتات** :تلعب الزيوت الأساسية دورًا في الإشارات الكيميائية بين النباتات، حيث تفرز بعض النباتات مركبات عطرية لتحفيز آليات دفاعية لدى النباتات المجاورة[32].
- **التفاعل مع الكائنات الحية الدقيقة** :تتفاعل بعض الزيوت مع الميكروبات النافعة في التربة لتعزيز امتصاص المغذيات وتحسين صحة النبات.

II.4.5. التطبيقات المستقبلية للزيوت الأساسية:

نظرًا لخواصها الحيوية المتعددة، تستخدم الزيوت الأساسية في الزراعة الحيوية لمكافحة الآفات، وكذلك في الصناعات الدوائية والتجميلية والعطرية. كما أن الدراسات الحديثة تبحث في إمكانيات استخدام هذه الزيوت كبدائل طبيعية للمبيدات الكيميائية[25].

لذلك تلعب الزيوت الأساسية دورًا حيويًا في بقاء النباتات من خلال آليات الدفاع والإشارات الكيميائية. يفتح البحث في هذا المجال آفاقًا واسعة لتطوير تطبيقات زراعية وبيئية مستدامة. تتطلب الدراسات المستقبلية مزيدًا من البحث لفهم الآليات الدقيقة لعمل هذه المركبات وتحسين استغلالها في مختلف المجالات[25].

الفصل الثالث

الخواص الفيزيائية والكيميائية والنشاط المضاد للأكسدة والفعالية البيولوجية

III.1.الخواص الفيزوكيميائية

على الرغم من أن الزيوت الأساسية تختلف فيما بينها إختلافا واضحا في تركيبها الكيميائي ، إلا أنها تشترك جميعا في معظم الصفات الطبيعية عندما تكون طازجة ، ومن الخصائص الفيزيائية العامة للزيوت الأساسية ما يلي:

III.1.1. اللون:

تتميّز معظم الزيوت الأساسية (huiles essentielles) بكونها عديمة اللون في حالتها الطازجة، غير **أن** تعرضها للتخزين يؤدي إلى تأكسد مكوناتها، مما يُسبب تغيّر لونها نحو اللون الداكن أو المسود .ويُعد اللون الأزرق المخضر حالة نادرة، ويُلاحظ في زيوت مثل زيت البابونج(*huile de camomille*) ، الأشليا(*Achillea*) ، وبعض أنواع الشيح الجبلي(*Artemisia*) ، ويُعزى هذا اللون إلى وجود مركبات الأزولين (*azulène*) **و**الكامازولين.(*chamazulène*)

كما توجد بعض الزيوت التي تمتلك لونًا أصفر مائل إلى البياض، ويُحتمل أن يطرأ تغير في لون الزيت نتيجة التحلل أو التأكسد، أو بسبب تعرضه لظروف غير ملائمة أثناء عملية الاستخلاص.(extraction) [16]

III.1.2. الرائحة:

تتميّز معظم الزيوت الأساسية (huiles essentielles) برائحة عطرة ومحببة، بينما نادرًا ما تصدر عنها روائح نفاذة وغير مرغوبة .ويمكن التعرّف على نوع الزيت الأساسي من خلال الرائحة المميزة التي تُطلقها المركبات الطيارة، خصوصًا المركبات التربينية composés) (terpéniquesوالمكونات

لذا، فإن لكل زيت أساسي بصمة عطرية فريدة ترتبط بالنوع النباتي المستخلص منه[16].

III.1.3. التطاير:

تُعرف الزيوت الطيارة (huiles essentielles) بهذا الاسم نسبةً إلى قدرتها على التبخر عند درجة الحرارة العادية، وهي خاصية تميزها عن الزيوت الثابتة (huiles fixes) التي لا تتطاير حتى عند التسخين.

ومن الأمثلة على ذلك زيت الليمون(huile de citron) ، إذ يحتوي على نسبة من المواد غير المتطايرة مثل المواد الصمغية (substances résineuses)

وللتفريق بين الزيت الطيار والزيت الثابت، يمكن إجراء اختبار بسيط يتمثل في وضع قطرتين على ورقة ترشيح، إحداهما من زيت طيار والأخرى من زيت ثابت:

- الزيت الطيار يتبخر تمامًا بعد مدة قصيرة، ولا يترك أي أثر واضح.

في حين أن الزيت الثابت يظل ظاهرًا، ويُحدث بقعة شفافة مكانه نتيجة امتصاصه في الورقة[30].

III.1.4. الذوبان :

تتميّز الزيوت الأساسية بكونها قليلة الذوبان في الماء، لكنها تذوب بسهولة في معظم المذيبات العضوية مثل إيثر البترول (petroleum ether)والإيثر (ether) ، وتبلغ نسبة ذوبانها في الكحول الإيثيلي (ethanol) نحو 95% غير أن زيت الورد (rose oil) يُشكّل استثناءً إذ يُظهر عكارة عند إذابته في الكحول ويرجع ذلك إلى وجود مركبات عضوية من نوع البارافينات(paraffins)

وتُعد خاصية الذوبان التام في الكحول من الخصائص المهمة لتقييم نقاوة الزيوت الأساسية وكشف حالات الغش، حيث تُجرى اختبارات الذوبان باستخدام تراكيز مختلفة من الكحول الإيثيلي تتراوح بين 95% إلى 35% [30].

III.1.5. الكثافة النوعية:

تختلف الكثافة النوعية (densité spécifique) للزيوت الأساسية باختلاف مصدرها النباتي، وتتراوح قيمتها عادةً بين 0.1 و1.7 وتكون معظم الزيوت الأساسية ذات كثافة أقل من 1 أي أقل من كثافة الماء، ما يجعلها تطفو على سطح الماء.
ومع ذلك، توجد بعض الاستثناءات، مثل زيت القرنفل (*clove oil*) الذي تتراوح كثافته النوعية بين 1.02و1.07، وزيت لحاء القرفة (*cinnamon bark oil*) الذي تتراوح كثافته بين 1.03 و1.04، مما يؤدي إلى ترسّب هذه الزيوت أسفل الماء.

تُعد الكثافة النوعية مؤشرًا مهمًا على التركيب الكيميائي للزيت الأساسي، إذ أن القيم التي تقل عن 0.9 تشير عادةً إلى وجود نسبة عالية من المركبات التربينية (terpenic) والمركبات الأليفاتية(aliphatic) في حين أن الكثافة التي تتجاوز 1 تدل على احتواء الزيت على مركبات أروماتية (aromatic rings) متعددة ومختلفة من الناحية الكيميائية[30].

III.1.6. الدوران الضوئي :

تتميّز الزيوت الأساسية (huiles essentielles) بخاصية الدوران الضوئي(activité optique) وهي من الخصائص الفيزيائية المهمة التي تُستخدم في تقييم نقاوة الزيت الأساسي والتأكد من خلوّه من الغش أو الإضافة غير المشروعة للزيوت الثابتة (huiles fixes).
ويُعد قياس الدوران الضوئي أحد أهم التحاليل المستخدمة أيضًا في تمييز المركبات الطبيعية عن نظائرها الصناعية (isomères synthétiques)، إذ تختلف القيم الزاويّة للدوران (angle de rotation) بين الشكل المستخلص طبيعيًا والمركّب صناعياً[33].

III.1.7. القوام :

تتصف جميع الزيوت الطيارة (huiles volatiles) بأنها تكون في الحالة السائلة عند درجة حرارة العادية، باستثناء زيت الورد (huile de rose)وزيت اليانسون(huile d'anis) ، اللذين يمتازان بخاصية التجمّد عند درجات الحرارة منخفضة نسبيا بين 10 -15 درجة مئوية وهو ما يُعد سلوكًا فيزيائيًا غير شائع بين الزيوت الطيارة .

III.1.8. معامل الانكسار الضوئي :

يُعد معامل الانكسار (Refractive Index) من الخصائص الفيزيائية المهمة التي تُستخدم لتوصيف الزيوت الأساسية والتحقق من نقاوتها وتجانسها. ويُعرَّف معامل الانكسار بأنه النسبة بين سرعة الضوء في الفراغ إلى سرعته داخل المادة لكل زيت أساسي قيمة مميزة لمعامل الانكسار تعتمد على تركيبه الكيميائي، خصوصًا نوع وتركيز المركبات العضوية مثل التربينات والفينولات والكحولات تُقاس هذه الخاصية عادة عند درجة حرارة 20°C باستخدام جهاز يُسمى الريفراكتومتر .

وتكمن أهمية قياس معامل الانكسار في الكشف عن الغش أو التغيرات الكيميائية التي قد تطرأ على الزيت أثناء التخزين أو المعالجة. كما يُستخدم لمقارنة جودة الزيوت العطرية المستخلصة من مصادر مختلفة أو بطرق استخلاص متعددة. على سبيل المثال، يُظهر زيت النعناع الطبيعي معامل انكسار ضمن مجال محدد (عادة بين 1.460 و1.470)، وأي انحراف ملحوظ عن هذا النطاق قد يدل على وجود شوائب أو تغيّرات تركيبية.

III.2. الفرق بين الزيوت الأساسية والزيوت الثابتة:

يمكن أن نلخص أهم الفروق الموجودة بين الزيت الطيار و الزيت الثابت في الجدول(3):

الجدول(3) : الفرق بين الزيوت الأساسية و الزيوت الثابتة

الزيوت الأساسية (الطيارة)	الزيوت الثابتة
يمكن الحصول عليها من مصادرها الطبيعية بالتقطير.	لا يمكن الحصول عليها بالتقطير، وإنما بالعصر.
عبارة عن مركبات عطرية تُعرف بالترابينات (Terpenes).	تتركب من أحماض دهنية.
لا تترك أثرا واضحا لها إذا وضعت على ورقة	تترك أثرا واضحا عند وضعها على ورقة.
درجة التزنخ أخف من الزيوت الثابتة.	تتزنخ بسهولة وسرعة أكثر من الزيوت الاساسية.
تتطاير عند درجة الحرارة العادية.	لا تتطاير عند درجة الحرارة العادية

III.3. حفظ وتخزين الزيوت الأساسية:

من المؤكد أن الزيوت التي تحتوي على نسبة عالية من التربينات (terpènes) تتعرض للفساد بسبب عملية الأكسدة (oxydation) والتحول إلى راتنجات .(résinification) يعود ذلك إلى أن التربينات هي مركبات غير مشبعة تمتص الأوكسجين من الجو وتؤدي إلى تأكسدها، مما ينتج عنه مركبات جديدة تتسم برائحة وقوام مختلفين عن الزيت الأصلي.

بالإضافة إلى ذلك، الزيوت التي تحتوي على أسترات(esters) ، مثل زيت الخزامى(*Lavandula*) ، يمكن أن تتعرض للتحلل إذا تم تخزينها بطريقة غير صحيحة، حيث تتحول هذه الزيوت إلى أحماض(acides) على العكس فإن الزيوت التي تحتوي على كحولات (alcools)عادة لا تتأثر بالتخزين الطويل.

وفي الوضع الطبيعي في النباتات، لا تتأكسد الزيوت الطيارة (huiles essentielles) لأنها توجد مع مواد طبيعية مضادة للأكسدة (antioxydants)، التي تحميها من التفاعل مع الأوكسجين وبالتالي تحافظ على استقرارها[33].

هذا ويراعى في التعبئة النهائية تعبئة الزجاجات الملونة عند درجات حرارة منخفضة وبعيدا عن الضوء والهواء وأن تكون الزجاجات جافة وأن تكون مصنوعة من الألمنيوم أو من الزجاج، وأن يحفظ الزيت في ثلاجات[33]. ولقد أثبتت التجارب أن الزيوت الطيارة بعد استخلاصها وأثناء تخزينها تتعرض إلى عوامل تؤدي إلى حدوث تغييرات طبيعية وكيميائية في صفاتها، الأمر الذي يؤدي إلى رداءتها والتقليل من جودتها ويرجع سبب فساد الزيت الطيار لعدة عوامل أهمها مايلي:

III.3.1. العوامل الطبيعية :

III.3.1.1. درجة الحرارة:

إن ارتفاع درجة الحرارة أثناء عملية التخزين يؤثر بشكل كبير على نشاط الإنزيمات، مما يؤدي إلى زيادة التفاعلات الكيميائية و نمو الكائنات الحية الدقيقة، كما أن الحرارة تؤثر بشكل سلبي على النباتات الخيمية التي تحتوي على زيوت طيارة، مثل أزهار البابونج **و** ثمار النباتات من الفصيلة الخيمية مثل الينسون **و** الكراوية .تحت تأثير الحرارة، قد تفقد هذه النباتات محتوياتها من الزيوت الطيارة بشكل كلي أو جزئي، مما يؤدي إلى تدهور جودة الزيت[30].

III.3.1.2. الرطوبة :

تساهم الإنزيمات أثناء عملية التخزين في تحلل المكونات الفعالة في النباتات، مما يؤدي إلى فقدان قيمتها الطبيعية **و** فسادها .يعتمد نشاط الإنزيمات على وجود الماء في خلايا النباتات، لذا من الضروري التخلص من الرطوبة أثناء عملية التخزين لوقف تأثير الإنزيمات. يمكن أن تصل الرطوبة إلى النباتات الطبية أثناء التخزين إما من خلال امتصاصها من الجو، خصوصًا إذا كانت النباتات محبة للماء، أو نتيجة لعدم كفاية عملية التجفيف[30].

III.3.1.3. الضوء :

يؤدي تعرض النباتات الطبية للضوء أثناء التخزين إلى تغير لونها الطبيعي أو اللون الناتج بعد عملية التجفيف، مما ينعكس سلبًا على القيمة التجارية للنبات، حتى وإن لم يؤثر الضوء بشكل مباشر على المكونات الفعالة .من الأمثلة على النباتات التي يتأثر لونها بالضوء : الورد(Rose) ، الكركدية(*Karade*) وبعض النباتات الورقية مثل السكران.

وفي بعض الحالات يكون تغير اللون ناتجًا عن تغير كيميائي في المكونات الفعالة نفسها، كما هو الحال في نبات الشيح البلدي (*Wormseed*)، حيث تتحول مادة السانتونين (*Santonin*) من اللون الأصفر إلى البرتقالي، ثم إلى الأسود.

لذلك، يُنصح بـ تخزين النباتات الطبية بعيدًا عن الضوء، ويفضّل أن يتم ذلك في أماكن مظلمة أما عند تخزين كميات صغيرة، فيُستخدم زجاج ملون أو عبوات معتمة لحماية المحتويات من تأثير الضوء.[9].

III.3.1.4. الأوكسجين :

إن الأوكسجين الجوي يُعد من العوامل المؤثرة سلبًا على استقرار مكونات النباتات الطبية أثناء التخزين، خاصةً النباتات الغنية بالزيوت الطيارة مثل زيت الليمون .إذ يؤدي إلى أكسدة المكونات الفعالة، مما يتسبب في تغير خصائصها الطبيعية والكيميائية، وبالتالي انخفاض

قيمتها الطبية والتجارية.

وللوقاية من هذه التغيرات، تُخزَّن هذه الزيوت غالبًا بعيدًا عن الهواء، أو في وسط خامل مثل النيتروجين، من أجل الحفاظ على جودتها وثباتها خلال فترة التخزين[9].

III.2.3. العوامل البيولوجية :

قد تتعرض المواد النباتية التي تحتوي على زيوت طيّارة لخطر التلوث بالفطريات أو البكتيريا أو الحشرات أثناء التخزين، خاصة في حال ارتفاع درجة الحرارة أو الرطوبة ولتفادي ذلك يُنصح بتخزينها في مكان بارد وجاف، بحيث لا تتجاوز نسبة الرطوبة 10%–12% من وزن النبات الجاف.

إن الإصابة بالحشرات تؤدي إلى فتك النباتات حتى تلك التي تعبأ في عبوات محكمة القفل ، و تحدث الإصابة بهذه الحشرات عادة أثناء المعاملات التي تتم في المخازن و بأرض الحقل ، فإذا لم تتخذ ترتيبات لازمة للتخلص من هذه البويضات فإنها تفقص داخل إناء التخزين و تخرج منها الحشرة لتقضي على العقار المخزون[20] .

و للقضاء على نمو هذه الحشرات في أطوارها المختلفة من المستحسن أن تجرى عملية التبخير للمخازن مرة أو أكثر على فترات متقاربة ، بمواد كيميائية شرط أن لا تترك هذه المواد أي آثار سامة على المادة المخزنة وكذلك تفاعلات أهمها الأكسدة و التحول الراتنجي و التحلل المائي ثم تبادل المجموعات النشطة في تركيب الزيت الكيمياوي، بالإضافة إلى وجود بعض المعادن التي تساعد على نشاط هذه العمليات والتفاعلات[21].

III.4. تركيب الزيوت الأساسية :

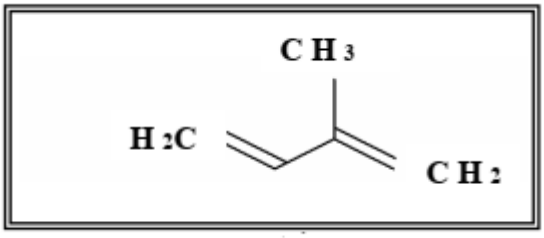
إن جميع الزيوت الأساسية هي عبارة عن خلائط معقدة لعدة مركبات ، لكنها في الأساس تتكون من

قسمين إحداهما الهيدروكربون الذي يكون الجزء الأساسي من الزيت الأساسي ، أما الآخر فهو عبارة عن مركبات أكسيجينية ، تابعة لمجموعة عضوية من الأحماض ، الكحولات ، الأسترات ، الألديهيدات ، الكيتونات و الإيثرات ، و بنسبة ضئيلة قد تحتوي هذه المكونات أيضا على مركبات كبريتية أو نيتروجينية ، أما الجزء الهيدروكربوني في الزيت العطري فإن أساسه التربين Terpene.

III.1.4. التربينات :

هي عبارة عن منتجات طبيعية توجد في أجزاء النباتات المختلفة و تمثل النسبة الكبيرة في منتجات الأيض الثانوي تمتاز بالرائحة الزكية المميزة لكثير من النباتات ، و قد أشتق إسم التربينات من المركبات التي يمكن فصلها من زيت التربنتين، و معظم التربينات عبارة عن زيوت طيارة يتم فصلها من نباتات كطرق فصل الزيوت الأساسية ، و تلعب التربينات أهمية كبيرة في حياتنا اليومية.

و قد أوضحت الدراسات التي قام بها Orillach من جامعة جوتنجن بألمانيا عام 1877 أن تنوع التربينات يعود إلى عدد الوحدات الإزويروينية[30].



الشكل (8) : وحدة الايزوبرن : (Isoprene)

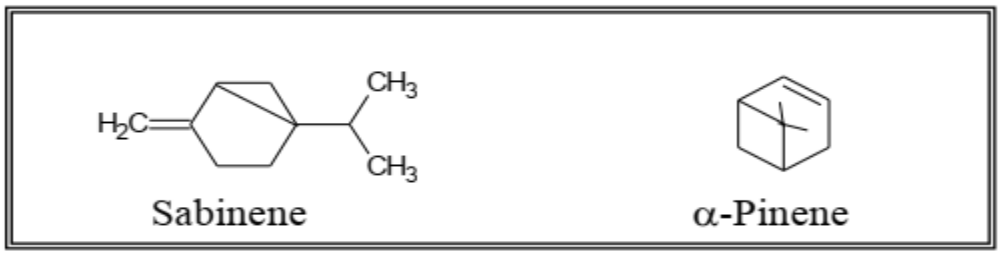
III.2.4. التربينات الأحادية (monoterpenes):

تعتبر المونوتربينات من أكثر الأنواع المنتشرة في المملكة النباتية، و تتكون من وحدتي إيزوبرين و تنقسم إلى أحادية الحلقة و أهم مركباتها الليمونين *Limonene* و *α-Phyllandrene* [25]

الشكل (9) : مونوتربينات أحادية الحلقة

والمونوتربينات ثنائية الحلقة من أهم مركباتها *α-Pinene* , *Sabinene*، *β-pimene*

و توجد المونوتربينات ثنائية الحلقة بإعداد كبيرة و تقسم حسب الهيكل الكربوني للهيدروكربونات.



الشكل(10) : المونوتربينات ثنائية الحلقة

III.3.4. التربينات الثنائية (diterpenes):

تحتوي هذه التربينات على 20 ذرة كربون أي ما يقابل أربعة وحدات إيزوبرين و من أمثلتها الفيتول *Phytol* وفيتامين A .

III.4.4. التربينات النصف الثلاثية (Sesquiterpenes):

يفوق عددها 2500 جزيئة مكونة من ثلاثة وحدات إيزوبرين أي كل منها تحتوي على 15 ذرة كربون.

وتنقسم عادة إلى صنفين حسب الهيكل الكربوني لها و من أمثلة النوع الأول التربين المعروف بإسم الكادنين أما النوع الثاني من أمثلته التربين المعروف بإسم سيلينين الذي يوجد في زيت الكرفس[34].

III.5.4. التربينات الثلاثية:

من أمثلتها المركب المعروف بإسم إسكوالين و الذي يعتبر اللبنة المكونة للكوليسترول[34]

III.6.4. التربينات الرباعية:

يتكون كل منها من ثمانية وحدات إيزوبرين و يطلق عليها أيضا إسم الكاروتينات ، و لقد أمكن فصل ثلاثة متشكلات من الكاروتينات من الجزر : *α-caroténe* و *β-caroténe* و *caroténe*.[34].

III.7.4. متعددة التربينات :

من أهم أمثلتها متعددة التربينات المطاط الطبيعي الذي يوجد في الطبيعة على شكل مستحلب لبني يحصل عليه من أشجار المطاط الموجودة في المناطق الاستوائية ، و الشكل الفراغي له حول الروابط الثنائية فيه تشكيل المقرون(Cis) [34].

III.5. فوائد واستعمالات الزيوت الأساسية :

لقد استُعملت الزيوت الأساسية منذ آلاف السنين، حيث عُرفت في الصين والحضارة المصرية القديمة وامتد استخدامها إلى الحضارة العربية والإسلامية، وتطورت مع مرور الزمن حتى أصبح استخدامها شائعًا في مراكز التجميل والعلاج الطبيعي، باعتبارها جزءًا من نظام طبي شامل يهدف إلى الحفاظ على صحة الإنسان [20].

أما في النباتات، فالزيوت الأساسية وظائف بيولوجية مهمة؛ فهي تجذب الحشرات الملقحة، مما يساهم في زيادة الإثمار، كما أن بعضها يتمتع بخصائص طاردة للحشرات أو سامة لبعض الحيوانات، مما يمنح النبات وسيلة دفاع طبيعية ضد الكائنات الضارة.
وتعمل الزيوت الأساسية أيضًا على طرح نواتج العمليات الحيوية خارج النبات، كما أن لها فوائد بيولوجية مباشرة للكائنات الحية، حيث تساهم في تقوية الجهاز المناعي، تحفيز الدورة الدموية، وتنشيط الجسم بشكل عام[20].

أهم فوائد استعمال الزيوت الأساسية موضحة في الجدول (4).

الجدول (4) : أهم فوائد استعمال الزيوت الأساسية

استعمالات أخرى	الاستعمالات الطبية
تكسب بعض الأدوية طعماً ورائحة مقبولة.	مهدئة ومطهرة.(Calmant - Sédative)
تستعمل كنَكهة أو توابل على الأطعمة.	مخفضة للضغط.(Hypotensive)
تستعمل في العطور ومستحضرات التجميل.	مضادة للڤيروسات.(Anti-virale)
تستعمل في صناعة الأشكال الصيدلانية والصابون.	مضادة للالتهابات.(Anti-inflammatoire)
طاردة للديدان والطفيلات.	تعيد التوازن للجهاز العصبي الداخلي.
طاردة للحشرات كالبعوض.	مضادة للتشنجات العضلية.

III.6. طرق تحليل الزيوت الأساسية:

لقد سمحت التطورات التكنولوجية الحديثة، خلال العقد الأخير، بتحقيق قفزة نوعية في مجال التحليل الكيميائي، خصوصًا فيما يتعلق بالأجهزة والتقنيات التحليلية المعتمدة، مما أدى إلى تطوير عدة طرق وأجهزة عالية الدقة والحساسية، نذكر منها :الكروماتوغرافيا الغازية (GC)أو(CPG) ، الكروماتوغرافيا الغازية المقترنة بمطيافية الكتلة (GC-MS) أو(CPG/MS) ، الكروماتوغرافيا السائلة عالية الأداء (HPLC)، كروماتوغرافيا الطبقة الرقيقة (TLC) أو(CCM) ، بالإضافة إلى تقنيات مطيافية الكتلة(MS) ، ومطيافية الأشعة تحت الحمراء(IR) ، وغيرها [35].

تُعد كل تقنية من هذه التقنيات ذات خصوصية معينة ومجال تطبيقي محدد، إلا أن تحليل المكونات الكيميائية لمزيج طبيعي معقد يبقى عملية دقيقة وحساسة، وتتطلب غالبًا استخدام عدة تقنيات متكاملة لتحقيق نتائج دقيقة.
يتم تحليل التركيبة الكيميائية للمزيج المعقد اعتمادًا على طريقتين أساسيتين تعرفان بالطريقة A والطريقة B [30] .

- الطريقة A: تعتمد على الدمج التسلسلي لتقنية أو أكثر من الكروماتوغرافيا مع واحدة أو أكثر من تقنيات التحليل الطيفي GC/IRTF أو .GC/MS تُستخدم هذه الطريقة بشكل رئيسي في التحاليل الروتينية مثل مراقبة جودة الزيوت العطرية أو المستخلصات النباتية ذات المكونات المعروفة وغير المعقدة، كما أدى دمج تقنيات مثل HPLC/MS و ^{1}H HPLC/RMN إلى فتح آفاق بحثية جديدة وتطوير أساليب التحليل الكيميائي [30].
- الطريقة B : تتطلب مراحل تحضير وتنقية مسبقة للمكونات قبل تحليلها، وهي مخصصة أساسًا لتحليل العينات التي تم اكتشافها مؤخرًا أو تلك التي تحتوي على مكونات معقدة ومتقاربة في بنيتها.في بعض الحالات، يمكن اعتماد الطريقةC ، والتي تستعمل مطيافية الرنين المغناطيسي النووي للكربون ^{13}C RMN ، للكشف عن المركبات دون فصل مسبق أو مع أقل قدر من التجزئة. وتُستخدم هذه الطريقة أيضًا لتحديد الكميات الدقيقة للمكونات عندما تكون حساسة لطرق التحليل التقليدية[30].

III.6.1. الكروماتوغرافيا الغازية CPG : Chromatographie en phase gazeus

تعمل الكروماتوغرافيا الغازية على فصل المواد من مزيج الزيوت المتطايرة دون أي تغيير في بنيتها.

بذلك، تمكّن الكروماتوغرافيا الغازية من فصل العناصر الموجودة في الخليط وقياس مقدار المواد المفصولة في نفس الوقت. هذه التقنية تستخدم في مجالات متعددة مثل الكيمياء والطب والبيوكيمياء والبيئة وغيرها.[36] .

. واختيار الطور الثابت من أجل تحليل الزيوت الأساسية بواسطة CPG مهم جدا وذلك لأن الزيوت الأساسية هي خلائط جد معقدة مكونة من جزء كبير من التربينات ومركبات عضوية أخرى كالكحولات و الأحماض و الأسترات والألديهيدات والكيتونات و الإيثيرات.

III.6.2. الكروماتوغرافيا الغازية المرتبطة بمطيافية الكتلة (CG/MS) :

إن الجمع بين الكروماتوغرافيا الغازية ومطيافية الكتلة يجعل من الممكن في نفس الوقت فصل وتحليل المكونات المختلفة لمزيج مركب وكانت النقلة المهمة في تقنية مطيافية الكتلة في التعرف والكشف عن مكونات العطور والزيوت الأساسية ممكنة بفضل دمج الكروماتوغرافيا الغازية مع مطيافية الكتلة، مما سمح بالحصول على طيف كتلة واضح حتى عند وجود كميات صغيرة من المادة، والتي تتراوح من الميكروغرام إلى النانوغرام. وبفضل هذا الابتكار الرائع في مطيافية الكتلة، أصبحت هذه التقنية الأكثر دقة في الحصول على معلومات هامة حول تركيبة مركب عضوي غير معروف[30].

III.7. فاعلية مضادات الاكسدة:

تتعرض الأغشية الخلوية والبروتينات والدهون داخل الكائن البشري للإجهاد التأكسدي الناجم عن الجذور الحرة. على مدار متوسط عمر يبلغ سبعين عامًا، ينتج جسم الإنسان ما يقرب من سبعة عشر طنًا، أو 17000 كيلوغرام، من هذه الأنواع التفاعلية. وبالتالي، من الضروري أن يحافظ جسم الإنسان على دفاعات قوية مضادة للأكسدة في جميع الأوقات. وبالتالي، يبدو أن القضاء على الجذور الحرة من خلال عمل مضادات الأكسدة أمر بالغ الأهمية للحفاظ على صحة الإنسان وحيويته. ومع ذلك، من المهم الاعتراف بأن بقاء الإنسان غير ممكن بدون وجود الجذور الحرة. يستخدم الكائن الحي هذه الجزيئات التفاعلية لتسهيل تحلل مسببات الأمراض، وكذلك لتوليف الطاقة الأيضية. لذلك، فإن دمج مضادات الأكسدة الغذائية أمر ضروري لاستعادة التوازن.[37].

III.7.1. الجذور الحرة:

III.7.1.1. تعريف الجذور الحرة:

تلعب الجذور الحرة دورًا رئيسيًا في الآليات الجزيئية للعديد من الأمراض، حيث تتشكل بشكل طبيعي في جسم الإنسان، ويزداد إنتاجها بفعل عوامل داخلية وخارجية. لذلك، يُولى اهتمام كبير بدراسة مضادات الأكسدة (Les antioxydants) سواء ذات المنشأ الداخلي أو الخارجي، كونها تمثل نظام الدفاع الأساسي لحماية الجسم من أضرار هذه الجذور.

تعرف الجذور الحرة بأنها جزيئات أو ذرات تحتوي على إلكترون حر أو أكثر في مدارها الخارجي، مما يجعلها غير مستقرة وسريعة التفاعل، حيث تسعى لاكتساب إلكترونات من جزيئات أخرى للوصول إلى الاستقرار الكيميائي.

عادةً ما تهاجم الجذور الحرة الجزيء الأقرب منها لسحب إلكترون، مما يحوّل هذا الجزيء بدوره إلى جذر حر، مؤديًا إلى سلسلة من التفاعلات التي قد تضر بغشاء الخلية ومكوناتها الحيوية، بما في ذلك الحمض النووي.(ADN) [11].

الصورة (2) : فحص مجهري للجذور الحرة

III.7.1.2. أنواع الجذور الحرة:

تقسم الجذور الحرة على أساس الاستقرار:

III.7.1.2.1. الجذور النشطة (غير مستقرة) :

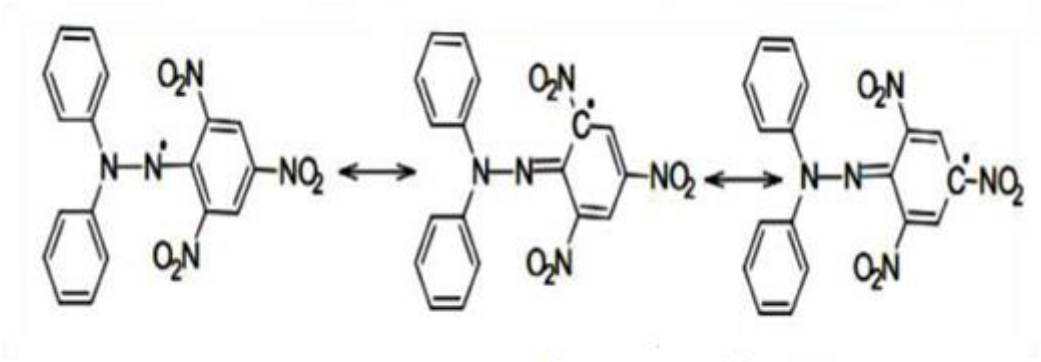
وهي جزيئات تتميز بقصر عمرها، حيث قد لا يتجاوز عمرها أحيانًا حدود البيكو ثانية، وتكون عادةً ذات أوزان جزيئية صغيرة، ومن أمثلتها الجذور الحرة مثل Cl^-, CH_3 ، NO^- , H^- ,I^{-2} ,F^- [38].

III.2.2.1.7. الجذور المستقرة (الصامدة) :

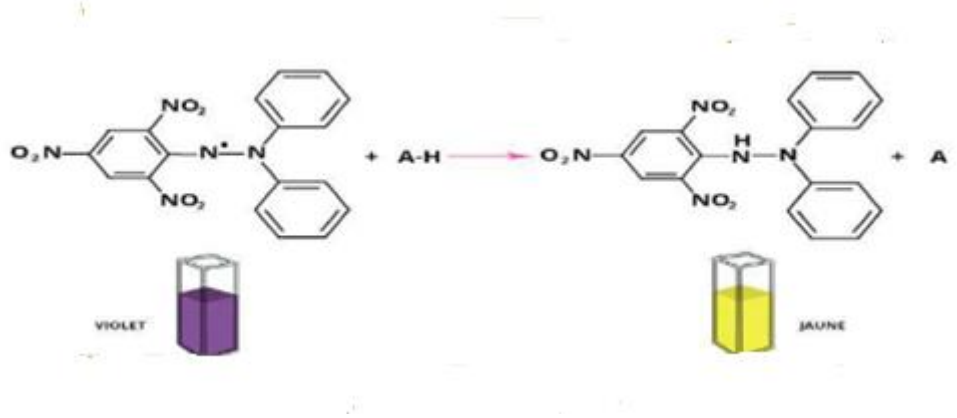
وتوجد أنواع من الجذور الحرة تتميز بأعمار طويلة نسبيًا، حيث يمكن أن تستمر لعدة ثوانٍ أو حتى لأيام، وذلك نتيجة لاستقرارها النسبي الناتج عن ظواهر الرنين أو التثبيت البنيوي. ومن أمثلتها:

- جذر ثلاثي ميثيل أمين($\bullet N(CH_3)_3$)
- جذر ثنائي فينيل بيكرينيل هيدرازين(DPPH•)

ويُستخدم الجذر الأخير DPPH• على نطاق واسع في تقييم القدرة المضادة للأكسدة للمواد الطبيعية، كونه مستقرًا ويسهل تتبع تغير لونه أثناء التفاعل مع مضادات الأكسدة[38].



الشكل (11) البنيات الرنينية في جزيء DPPH



الشكل (12) الينية الحرة (المؤكسدة) والمرجع لـ DPPH

III.3.1.7. أسباب زيادة الجذور الحرة:

تشكل الجذور الحرة في الجسم يتأثر بعدة عوامل، سواء داخلية أو خارجية، ومن أبرز العوامل التي تزيد من إنتاجها:

- ارتفاع معدل الاستقلاب، كما يحدث خلال حالات التوتر أو الشدة النفسية والعضوية.
- زيادة التلوث البيئي، إذ تُحوَّل المواد الملوثة عند تحطيمها داخل الجسم إلى جذور حرة ضارة.
- الاستهلاك العالي للأكسجين، خاصة خلال التمارين الرياضية العنيفة أو الإجهاد البدني المفرط.

- التعرض للتدخين بكافة أنواعه، بالإضافة إلى أشعة الشمس والأشعة السينية.(X-ray)
- الإفراط في استهلاك الدهون والسكريات، مما يعزز من عمليات الأكسدة داخل الجسم.

III.2.7. مضادات الاكسدة:

III.1.2.7. تعريف مضادات الاكسدة:

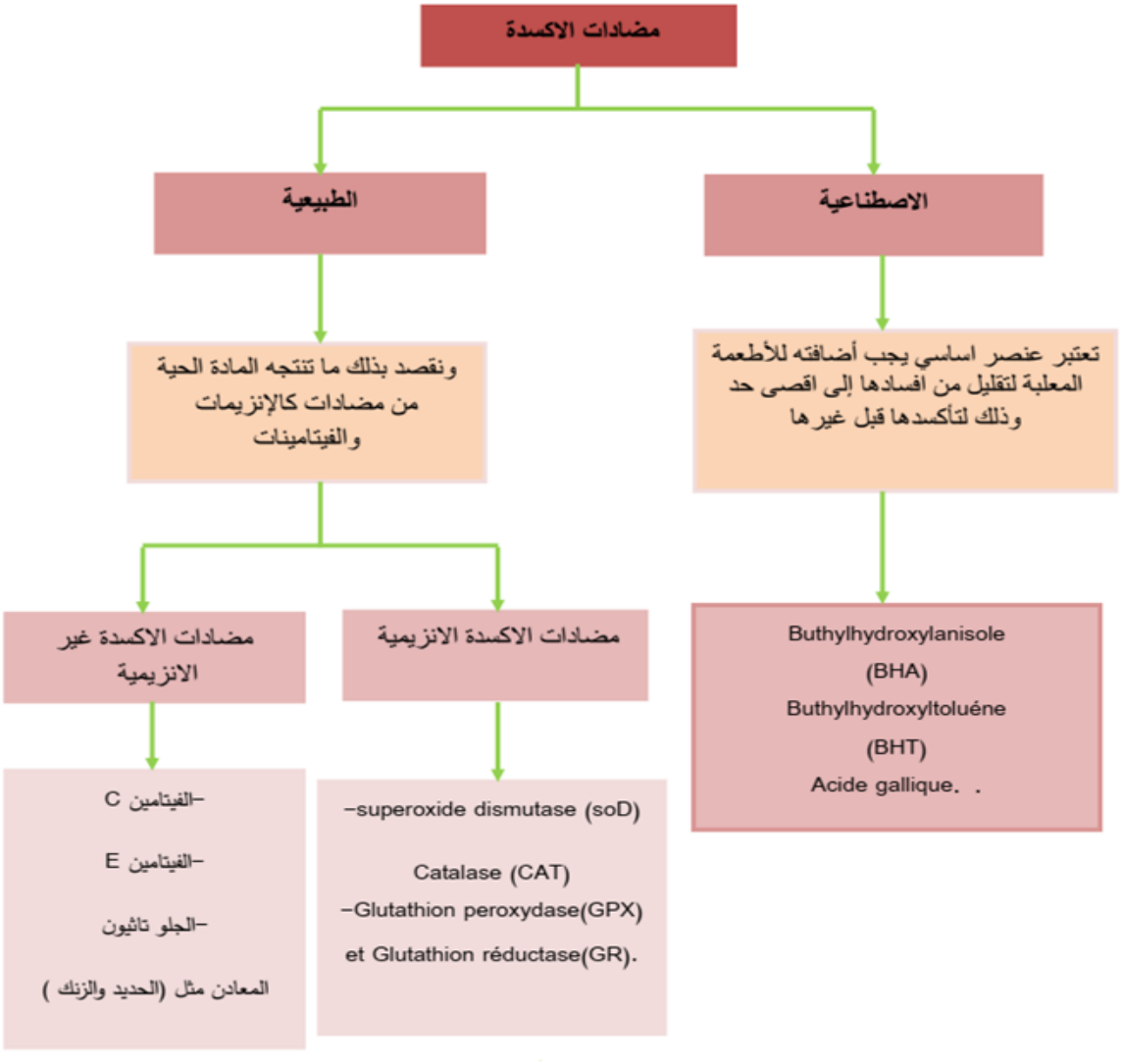
كثيرًا ما يُستخدم مصطلح "مضادات الأكسدة"، لكنه يظل غامضًا لدى البعض، رغم أهميته الحيوية. فمضادات الأكسدة هي مركبات كيميائية تلعب دورًا أساسيًا في حماية الجسم من الأضرار التأكسدية التي تسببها الجذور الحرة، وهي تحافظ على التوازن الداخلي (التوازن الارجاعي) من خلال منظومة دفاعية متكاملة. وتعمل مضادات الأكسدة بعدة آليات، منها تثبيط إنتاج أنواع الأوكسجين التفاعلي (ROS)، أو منع انتشارها، أو تدميرها. كما أنها قد تتصرف كمانحات للهيدروجين، أو مستقبلات للجذور الحرة، أو تُحوِّل هذه الأخيرة إلى مركبات مستقرة، مما يحد من أضرارها على الخلايا [29].

$$ROO^{\cdot} + AH_2 \longrightarrow ROOH + AH$$

$$AH^{\cdot} + AH \longrightarrow A + AH_2$$

III.2.2.7. اقسام مضادات الاكسدة:

يعتبر الدور الأساسي للمضادات الأكسدة هو كسر سلسلة التفاعلات الجذرية الناتجة من الأكسدة وتقسم مضادات الأكسدة من حيث مصدرها الى طبيعية ومصنعة كالتالي:

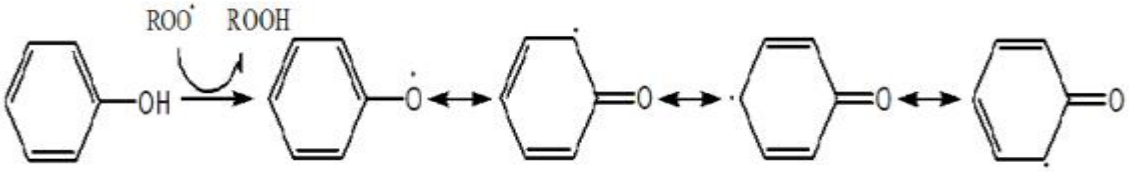


الشكل (13) : أنواع مضادات الأكسدة

III.3.2.7. آلية عمل مضادات الاكسدة:

تُعرف مضادات الأكسدة الأولية بقدرتها على إعاقة ووقف سلسلة تفاعلات الأكسدة من خلال تعطيل تفاعلات الانتشار، مما يؤدي إلى تباطؤ عملية الأكسدة، لكنها تتراجع فعاليتها مع نفادها. وتُعد متعددات الفينول من أبرز هذه المضادات، خاصة المركبات التي تحتوي على زمرتي هيدروكسيل أو زمرة هيدروكسيل مع مستبدل في الوضع "أورثو" أو "بارا"، إذ تُظهر فعالية كبيرة حتى بتركيزات منخفضة، وتكون أكثر فعالية في الدهون الحيوانية مقارنة بالنباتية.[40] .

تُظهر جذور المواد الدسمة تفاعلية عالية، إذ تدخل بسرعة في تفاعلات الانتشار من خلال سحب ذرات الهيدروجين عند تفاعلها مع الأكسجين. وهنا تلعب المركبات الفينولية دورًا مهمًا كمستقبلات للجذور الحرة المتولدة في مرحلة البدء، حيث تمنح ذرة هيدروجين لتشكيل جذر الفينوكسيل المستقر، ويعود استقراره إلى بنيته الطنينية.[16].



وتتفاعل المضادات الاكسدة الفينولية مع الهيدروبيروكسيدات كالتالي

III.8. الفاعلية المضادة للبكتيريا :

III.8.1. تعريف البكتيريا:

البكتيريا هي كائنات دقيقة وحيدة الخلية تنتمي للكائنات بدائية النواة(Prokaryotes) ، وتتميز بانتشارها الواسع في الطبيعة، حيث تم التعرف على حوالي 2000 نوع منها. تختلف في أشكالها بين الكروية، العصوية والحلزونية ويتراوح طولها عادة من ميكرومتر واحد إلى بضعة أعشار الميكرومتر[41].

تتميز البكتيريا بقدرتها الكبيرة على التكيف، إذ يمكنها البقاء على قيد الحياة لسنوات طويلة حتى في ظروف بيئية قاسية، مثل ارتفاع أو انخفاض درجات الحرارة، وتغير درجات الملوحة، وغيرها من العوامل غير الملائمة.

III.8.2. تسمية البكتريا:

تُسمّى البكتيريا باستخدام التسمية الثنائية(binominal) ، حيث يشير الجزء الأول من الاسم إلى الجنس(genre) ، بينما يدل الجزء الثاني على النوع .(espèce) وقد يعكس اسم الجنس شكل البكتيريا كما في *Streptococcus*أو *Staphylococcus*، أو قد يُنسب إلى اسم المكتشف كما في *Escherichia coli* نسبة إلى العالم *Escherich* [27].

III.8.3.. كيفية المعالجة بالمضاد الحيوي:

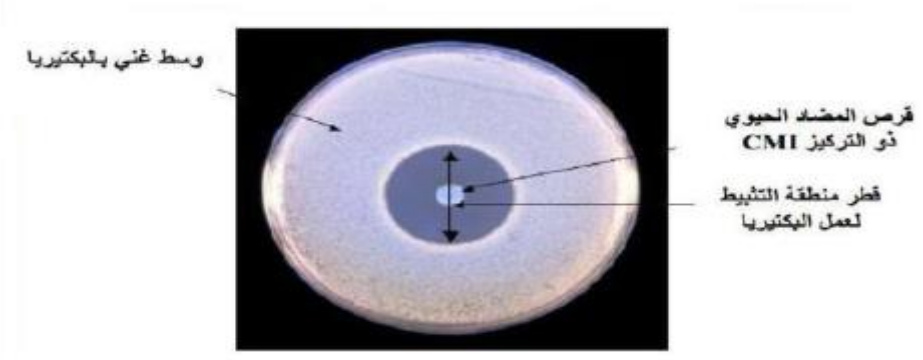
ومن اهم الطرق لمعالجة البكتيريا طريقة الانتشار [37].

-طريقة الانتشار (Méthode de diffusion) :

من أجل تحديد مدى حساسية السلالات البكتيرية للمضادات الحيوية، يُستخدم اختبار الأنتيبيوغرام(Antibiogramme) بطريقة الانتشار على وسط صلب. في هذه الطريقة، تُحضّر أقراص ورقية مشبعة بتراكيز معروفة من المضادات الحيوية أو المواد المراد اختبار تأثيرها، وتوضع على وسط صلب سبق تلقيحه بالبكتيريا. وتُعد هذه الطريقة شائعة وسهلة التحليل وغير مكلفة، مقارنةً بطرق أخرى، وتوفر نتائج فعالة لتحديد حساسية البكتيريا، وفق المعايير التالية[37]:

- مقاومة :قطر التثبيط أقل من 8 ملم.
- متوسطة الحساسية :من 9 إلى 14 ملم.
- حساسة :من 15 إلى 20 ملم.

- شديدة الحساسية :أكثر من 20 ملم.



الصورة (3) : قطر منطقة التثبيط للبيكتريا

III.8.5. جميع السلالات البكتيرية المستعملة:

تم الحصول على السلالات البكتيرية من الخمائر والفطريات حيث تمت العملية في مختصة و بمساعدة مختصين في مجال علم الأحياء، وهذه هي السلالات[36]:

- ***Escherichiacoli:***

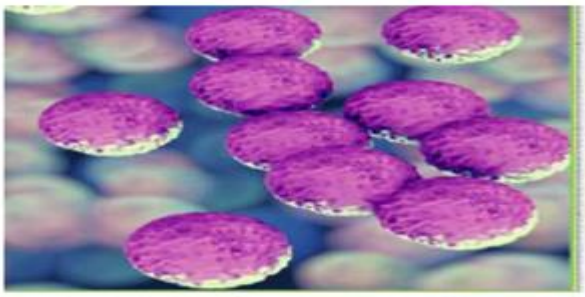
هي بكتيريا سالبة الغرام، تعيش في جسم الإنسان والحيوان والنبات وكذلك في التربة، أبعادها تتراوح من 1 إلى 3 ميكرومتر، هوائية ولاهوائية، وتنمو بسرعة في أوساط عادية. تتخذ شكل عصيات متحركة، وتُعد من مسببات الأمراض مثل الإسهال الطفيلي، التهاب السحايا، وتسمم الدم

.

الصورة (4) : صورة للفحص المجهري لـ E.coli

- ***Staphylococcus aureus:***

هي بكتيريا موجبة الغرام، لاهوائية اختيارية، توجد في الإنسان، كروية الشكل، غير متحركة، وتتميز بتجمعها في شكل عناقيد عنقودية. تسبب هذه البكتيريا مجموعة من الأمراض مثل تسمم الغذاء، الالتهابات الجلدية الشديدة، التهاب السحايا، والتهابات الرئتين.



الصورة (5) : صورة للفحص المجهري لـ STAPH

- ***Klebsiella pneumoniac :***

هي بكتيريا سالبة الغرام، تعيش في الجهاز التناسلي والمثانة البولية للإنسان، وتُعد من البكتيريا الانتهازية، حيث يمكن أن تسبب أمراضًا تناسلية وبولية مثل التهاب المثانة، كما تؤدي إلى التهابات الجهاز التنفسي كالتهاب الرئة والضيق التنفسي، وقد تسبب أيضًا تعفن الدم في حالات الصدمة.

الصورة (6) : صورة للفحص المجهري لـ KLP

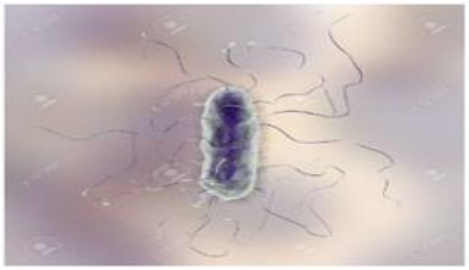
- ***Pseudomonas:***

هي بكتيريا سالبة الغرام، عصوية الشكل، هوائية، سريعة الحركة، تُعرف بمقاومتها العالية للمضادات الحيوية والمطهرات. تُعد من مسببات التعفنات الخطيرة بعد العمليات الجراحية، وتصيب الجهاز الهضمي، البولي، والدموي لدى الإنسان والحيوان.

الصورة (7) : صورة للفحص المجهري لـ PSU

- ***Proteus mirabilis:***

هي بكتيريا سالبة الغرام، عصوية، هوائية اختيارية، تعيش في الأمعاء البشرية، ويمكن أن تُسبب أمراضًا مثل العدوى الكلوية والتهاب السحايا الدماغية.



الصورة (8) : صورة للفحص المجهري لـ PRO

III.9. سمية الزيوت الأساسية :

هذا الجانب من المعرفة له أهمية كبيرة، فالسمية المزمنة (toxicité chronique) للزيوت الأساسية ليست معروفة جيدًا، كما نفتقر للبيانات الإحصائية بخصوص خصائص هذه الزيوت. تسبب الطفرات (propriétés mutagènes) أو تُسبب السرطان (cancérogènes)، ولكن خطر السمية الحاد معروف جيدًا، وخاصة عند ابتلاع كميات كبيرة من الزيوت الأساسية، التي تسبب مثلاً في تسمم الأعصاب(la neurotoxicité) ، وهذا لاختوائها على مكونات قد تسبب أزمات تشبه الصرع، اضطرابات نفسية وحسية والتي تتطلب العلاج بالمستشفيات. وهناك تربينات أحادية (monoterpènes) هي الأخرى سامة عند ابتلاعها بجرعات عالية، مثل: camphre، menthol، E-anéthole، cineole (خطر تشنج في لسان المزمار glotteعند الأطفال الصغار)

هذه السمية التي لا نأخذها أحيانًا بعين الاعتبار تتطلب حذرًا عند استخدامنا للزيوت الأساسية، وخاصة في تناولها عن طريق الفم وفي صيغتها النقية وبتركيزات عالية.

يتم تقييم السمية الخلوية لزيت النعناع الفلفلي العطري (*Mentha × piperita*) على خلايا الخميرة *Saccharomyces cerevisiae* باستخدام اختبار البقع (Cytotoxicity Spot-Test Assay) بهدف قياس الحساسية الحيوية ونسبة البقاء.

الجزء العملي

الفصل الرابع

الوسائل والمواد المستعملة

الطرق المتبعة

IV.1. مقدمة :

أجريت تجارب هذه الدراسة في مخابر كلية العلوم الدقيقة ومخابر كلية البيولوجية لجامعة حمه لخضر الوادي إضافة لذلك مخابر المجد للتحليل الطبية وأيضا مخبر ثانوية حفيان محمد العيد بكوينين حيث تهدف هذه الدراسة معرفة وتثمين الخواص الفيزيوكيميائية لزيت الأساسي لنبات النعناع الفلفلي النامية في منطقة وادي سوف منها قمار وحاسي خليفة.

IV.2. طرق أخذ العينات :

تم جمع نبات النعناع الفلفلي (*Mentha piperita*) في الفترة الصباحية من يوم 19 مارس 2025، خلال مرحلة النمو الخضري، من منطقتين فلاحيتين تابعتين لولاية الوادي جنوب الجزائر، وهما بلدية قمار وبلدية حاسي خليفة. وقد تم اختيار هذا التوقيت نظرًا لاعتدال درجات الحرارة في الصباح، مما يساهم في الحفاظ على الزيوت الطيّارة للنبات وتقليل فقدان المركبات الفعالة أثناء الحصاد.

الجدول (5) : يحدد تاريخ واحداثيات القطف

رقم	المنطقة	تاريخ القطف	خط العرض (Latitude)	خط الطول (Longitude)
1	قمار (Guemar)	19مارس 2025 صباحًا	33.5131° N	6.7833° E
2	حاسي خليفة (Hassi Khalifa)	19مارس 2025 صباحًا	33.5336° N	6.8444° E

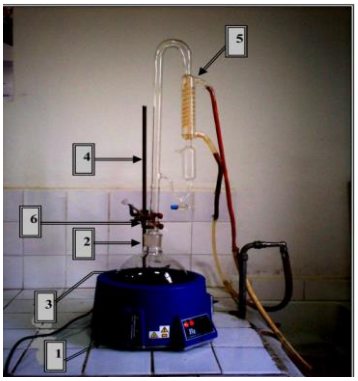
IV.3. تجهيز العينة:

يتم غسل نبات النعناع جيدا بالماء العادي ، لتخلص من التربة و الرمل العالق بها ،ثم يتم التجفيف تحت الظل في غرفة لمدة 15 يوما مع التقليب اليومي .

IV.4. الاستخلاص :

لقد تمت عملية استخلاص الزيت الأساسي للبنات النعناع الفلفلي على مستوى الجزء الهوائي للنبات.

وكانت عملية الاستخلاص بواسطة جهاز التقطير المائي من نوع (Clévenger) الموضح في الشكل التالي:



صورة (9) : جهاز التقطير المائي (Clévenger)

1- مسخن كهربائي، 2 – دورق كروي، 3- نبتة النعناع، 4- حامل، 5- جهاز *Clévenger* ، 6- ماسك

ونلخص أهم الخطوات التي أجريت في عملية الإستخلاص بواسطة التقطير المائي في النقاط التالية :

1- نزن كمية قدرها 100 غ من العينة بواسطة ميزان حساس.

2- وضع العينة في دورق التسخين (*Chauffe ballon*) به ثلثي حجمه ماء.

3- إضافة قطع صغيرة من منظم الغليان (*Pierre ponce*) في دورق التسخين .

4- تركيب باقي أجزاء جهاز التقطير ببعضها البعض .

5- المباشرة في عملية التسخين تحت درجة حرارة الغليان 100درجة مئوية

تدوم عملية التقطير المائي بجهاز (*Clévenger*) مدة ثلاث ساعات ونصف.

بعد استخلاص المزيج المتحصل عليه (زيت – ماء) ، تأتي بعدها عملية الإبانة (*Decantation*) التي يتم فيها فصل الطور العضوي (الزيت) عن الطور المائي (الماء العطري) ، أي فصل (سائل – سائل) بواسطة محلول عضوي هو ثنائي إيثيل إيثر (*diethyl éther*) ، و يتم ذلك بوضع الماء المتحصل عليه بعد تقطيره في أنبوبة الفصل ليضاف إليها حوالي 10 مل من *diethyl éther* ، و يرج المجموع ثم يفتح سنبور الأنبوبة لتخفيف الضغط ، و تترك الأنبوبة مفتوحة و مستقرة مدة ربع ساعة ، ليفصل الطورين :

طور زيتي في الأعلى و هو خليط عضوي ، و طور مائي يكون أسفل الطور السابق ، و تعاد عملية الإبانة مرتان ، حتى يتم جمع أكبر كمية من الطور الزيتي العضوي .

و لتجفيف الطور الزيتي العضوي من ما تبقى فيه من الماء ، نقوم بإضافة مقدار 3g من سلفات الصوديوم اللامائية ( ) (Na_2SO_4 *Sulfate anhydride sodium*) بعد التجفيف يرشح هذا الطور عبر ورق الترشيح لمنع مرور جزئيات (Na_2SO_4) على القمع ، ثم يتم تبخير diéthylic éther بجهاز التبخير بالدوران (*Rota-vapour*) أو بالتعريض إلى غاز الأزوت N_2 وذلك للتخلص النهائي من المذيب العضوي، حتى يظهر لون الزيت أصفر، بعد هذه العمليات نتحصل على حجم *1 ml*.

يوضع الزيت الأساسي المتحصل عليه في قارورة صغيرة بنية اللون ، و تغلق بورق الألمنيوم ثم تحفظ في ثلاجة عند 5 درجة مئوية .

IV.5. حساب المردود :

لحساب المردود نستعمل العلاقة التالية:

$$R_{HE} = \frac{m}{m_0} \times 100$$

R_{HE} : مردود الزيت الأساسي ، m : كتلة الزيت الأساسي المستخلص ، m_0 : كتلة العينة النباتية المستعملة

IV.6. الخصائص الفيزيائية والكيميائية للزيت الأساسي:

IV.6.1. قرينة الحموضة I_a :

تعرف بأنها عدد الميليغرامات من الـ *KOH* اللازمة لتعديل الأحماض الحرة المتواجدة في (*1g*) من الزيت الأساسي

طريقة العمل :

نضع 0.12 g من الزيت الأساسي في حوجلة صغيرة ثم نضيف *2 ml* من الإيثانول و 2 إلى 3 قطرات من كاشف فينول فتالين

نعاير بعدها بمحلول الـ ($0.1\ M$) *KOH* المحضر بالإيثانول حتى ظهور اللون الوردي الفاتح . نقوم بعدها بحساب قرينة الحموضة بالعلاقة التالية :

$$I_a = \frac{56 \times V \times C}{m}$$

V : حجم محلول *KOH* المسحح (ml)

C : تركيز المولي لمحلول الـ *KOH* ($0.1\ M$)

m: *كتلة الزيت المستعملة* (g)

صورة (10): معايرة لتحديد قرينة الحموضة

IV.2.6. قرينة التصبن I_S :

تعرف بأنها عدد الميليغرامات من الـ KOH لتعديل الأحماض الحرة والمرتبطة على شكل أسترات المتحللة مائيا و المتواجدة في (1g) من الزيت الأساسي .

طريقة العمل :

- نضع *0.35g* من الزيت الأساسي في دورق كروي .
- نضيف لها *2ml* من الـ *KOH* (0.1 M)
- نقوم بتركيب مكثف ارتدادي على الدورق لإرجاع الأبخرة المتصاعدة اثناء عملية التسخين.
- بعد حوالي 20 دقيقة من التسخين نترك المزيج ليبرد ثم نضيف له 3 قطرات من كاشف فينول فتالين.
- نعاير الكمية الزائدة من الـ KOH بواسطة حمض *HCl* (0.1M)
- نعاير بالموازاة محلول الـ (0.1 M) *KOH* حجمه 2ml بواسطة حمض HCl (0.1M) دون استعمال الزيت الأساسي.

نقوم بحساب قرينة التصبن بالعلاقة التالية :

$$I_s = \frac{56 \times (V_{E2} - V_{E1}) \times C}{m}$$

V_{E2} : حجم الـ HCL المعاير دون زيت أساسي (ml)

V_{E1} : حجم الـ HCL المعاير في وجود الزيت الأساسي (ml)

I_s : قرينة التصبن

m : كتلة الزيت المستعملة (g)

صورة (11) : تسخين المزيج لتحديد قرينة التصبن

IV.3.6. قرينة الأستر I_e :

تعرف بأنها عدد الميليغرامات من الـ KOH لتعديل الأحماض المرتبطة على شكل أسترات المتحللة مائيا و المتواجدة في (1g) من الزيت الأساسي .

حيث تحسب بالعلاقة التالية : $I_e = I_s - I_a$

IV.4.6. قرينة الإنكسار I_R :

قرينة إنكسار الزيت الأساسي تقرأ مباشرة من جهاز إستقطاب الضوء (Réfractométre) عند درجة حرارة مرجعية 20°C وتعطى بالعلاقة التالية :

$$I_R = \eta_D^{20} = \eta_D^{20} + (\theta - 20) \times 0.0004$$

η_D^{20}: قرينة الانكسار

θ : درجة حرارة المادة في الحالة السائلة.

صورة (12): جهاز ريفراكتومتر

IV.5.6. قدرة الدوران الضوئي :

تتميز الزيوت الأساسية بخاصية الدوران الضوئي ، صفة الدوران الضوئي هي من أهم التقديرات الفيزيائية للزيوت الأساسية لمعرفة نقاوتها وخلوها من مواد الغش والزيوت الثابتة.

يستعمل جهاز البولارومتر لتحديد القدرة الدورانية، حيث نأخذ 1 مل من الزيت الأساسي وإذابتها في 10 مل من الايثانول 95% كمذيب واخذ قراءة الزاوية لتركيزين مختلفين.

تحسب بالعلاقة التالية:

$$[\alpha]_{20}^{D} = \frac{100 \times \alpha}{L \times C}$$

α: الزاوية الدورانية المقرؤة من الجهاز.

L : طول الخلية التي وضعت فيها العينة.

C : التركيز العينة يكون 10% و5% .

صورة (13) : جهازالبولاريمتر

IV.6.6. الكثافة النوعية (d) :

تحسب الكثافة كالتالي نأخذ 1ml من الزيت الأساسي بواسطة بكنومتر ثم نقوم بحساب كتلته عند 20°C ، نكرر العملية بالماء المقطر ثم نقوم بحساب الكثافة بالعلاقة التالية :

$$[d]_{20}^{20} = \frac{m_{HE} - m}{m_{H_2O} - m}$$

m_{HE}: كتلة الزيت الأساسي (g)

m_{H_2O} : كتلة الماء المقطر (g)

m : كتلة البكنومتر فارغ (g)

IV.7. الفعالية البيولوجية:

بعد استخلاص الزيت الأساسي لنبات النعناع الفلفلي قمنا بدراسة بيولوجية لمعرفة مدى تأثيرها على بعض انواع البكتيريا ومضادات الأكسدة لها.

IV.7.1. اختبار مضادات الأكسدة (DPPH):

من أجل الدراسة الكمية نستعمل هذه الطريقة وهي غير معقدة، وتستغرق نصف ساعة من الاحتضان وفي درجة حرارة الغرفة وذلك باستعمال UV-Visible، وتتضمن الطريقة الخطوات التالية:

1- نقوم بتحضير المحلول الأم من العينة المدروسة وهو الزيت الأساسي (HE) حيث قمنا بإذابة 25 mg في 20 ml من الإيثانول للحصول على تركيز يقدر بـ 1,25 mg/ml .

2- نقوم بتحضير 4 محاليل بتراكيز مختلفة من كل عينة :

(1,25 mg/ml ، 0,416 mg/ml ، 0,208 mg/ml 0,138 mg/ml)

3- نحضر محلول DPPH وذلك بإذابة 2 mg من (1,1-Diphenyl-2-picrylhydrazyl) DPPH في 50 ml من الإيثانول.

4- في خلية ضوئية سعتها 1ml ، نأخذ 0,8 ml من محلول DPPH مع 0,2 ml من كل تركيز للعينات السابقة في أنابيب محكمة لمدة 30 دقيقة في الظلام وفي درجة حرارة الغرفة.

5- بنفس الطريقة تم تحضير حمض الأسكوربيك حيث كانت التراكيز (5-50) ميكروغرام / مل

6- بعدها نقيس الامتصاصية عند طول موجة 517 nm لكل عينة مدروسة .

7- ثم نحسب نسبة تثبيط الجذر الحر DPPH وفق العلاقة التالية:

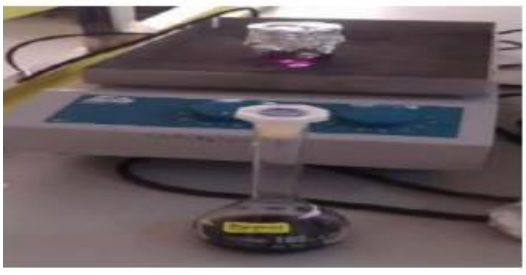
$$I\% = \frac{(A_0 - A_t)}{A_0} * 100$$

$I\%$: نسبة النشاطية.

A_0 : امتصاصية محلول DPPH بدون العينة المدروسة.

A_t : امتصاصية محلول DPPH بوجود العينة المدروسة

أجريت جميع الاختبارات ثلاث مرات. وسجلت حركية تفاعلات الزيت الأساسي و(فيتامين C) مع $DPPH^*$ عند كل تركيز.



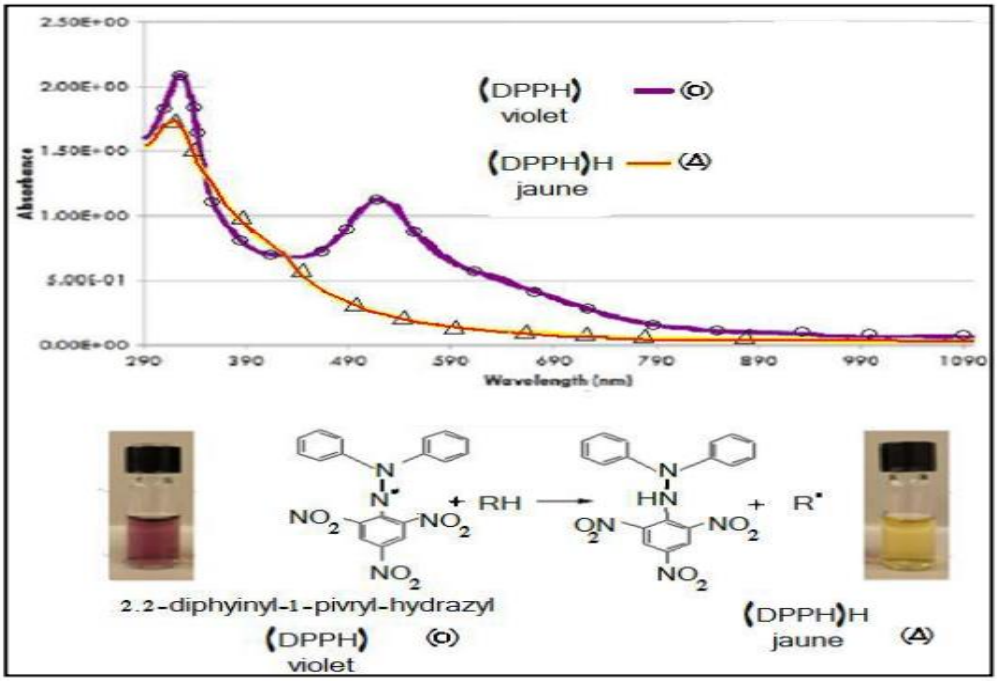
صورة (14) : مستخلص ايثانولي $DPPH^*$

صورة (15): محاليل مخففة

تم رسم منحنيات تراكيز الزيت الاساسي و(فيتامين C) كدالة لنسب DPPH المثبطة في نهاية التفاعل من أجل الحصول على مؤشر IC50 يتم تعريف هذه المعيار على أنها تركيز مضادات الأكسدة المطلوبة لتقليل تركيز $DPPH^*$ الأولي بنسبة 50%

IV.1.2.7. تحديد زمن توازن TEC50

يتم تعريف معامل TEC50 على أنه الوقت الذي يتم الوصول إليه عند التوازن مع تركيز مضاد للأكسدة يساوي IC50 يتم تحديد هذا الوقت بيانياً.



الشكل (14) : التحليل الطيفي لإختبار الجذر الحر DPPH مع مركب مضاد للتأكسد

IV.2.7. اختبار النشاطية ضد البكتيريا للزيت الاساسي:

تهدف هذه الدراسة إلى تقييم التأثير المضاد للبكتيريا للمستخلصات النباتية من خلال اختبارات معيارية مستخدمة في المجالات الصيدلانية والطبية.

تم تقييم النشاط المضاد للبكتيريا لزيت الأساسي المستخلص من نبات النعناع الفلفلي باستخدام طريقة انتشار الآبار في وسط الآغار ضد أربع سلالات بكتيرية مرجعية*Escherichia coli* ATCC 25922 : *Enterococcus faecalis* ATCC 29212 ، *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853، و *Staphylococcus aureus* ATCC 25923. استُخدم وسط مولر هينتون آغار (MHA) في جميع اختبارات النشاط المضاد للبكتيريا. تم تحضير المعلقات البكتيرية من مزارع عمرها 24 ساعة، وتعديلها لتصل إلى تركيز قياسي قدره 10^6 CFU/mL. تم تلقيح سطح الأطباق بالتساوي باستخدام أعواد قطنية معقمة لضمان توزيع متجانس للبكتيريا. بعد جفاف السطح تم إنشاء أربعة آبار في كل طبق باستخدام ماصة باستور معقمة، وملئ كل بئر بـ 50 ميكرولتر من محلول الزيت الطيار المخفف بنسب: 50%، 20%، 10%، و2%. تم حضن العلب عند درجة حرارة 37 °C لمدة 24 ساعة. بعد انتهاء التحضين، تم تقييم النشاط المضاد للبكتيريا بقياس قطر مناطق التثبيط المحيطة بكل بئر. واعتُبرت المناطق التي يزيد قطرها عن 6 مم مؤشراً على فعالية بكتيرية ملحوظة.

الصورة (16) : مخطط اختبار النشاط المضاد للبكتيريا

IV.3.7. تقييم السمية الخلوية لزيت النعناع الفلفلي :

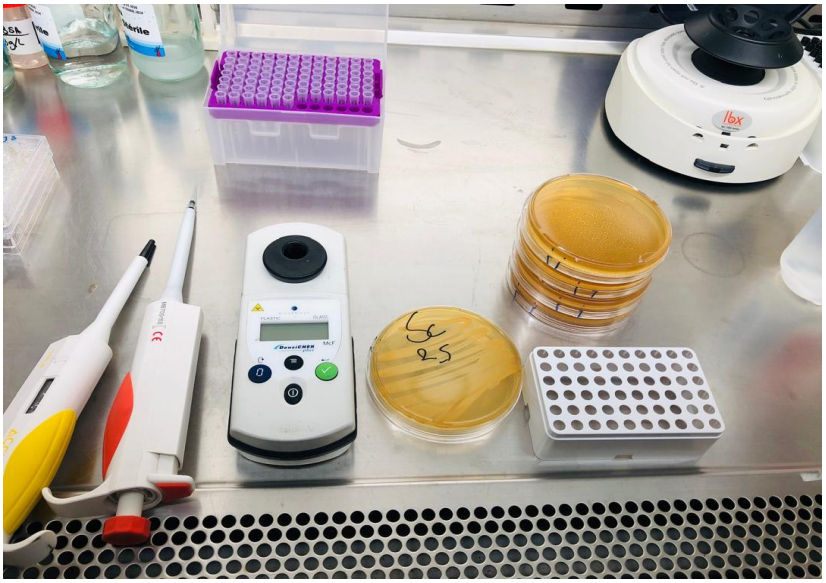
لإنجاز هذا العمل نحتاج الى المواد والادوات الموضحة في الجدول (6) :

الجدول (6) : المواد والأدوات المستعملة

المواد	الادوات
• *Mentha × piperita* • محلول فوسفات البوتاسيوم المنظم (100 mM, pH 7.0) • وسط YPD سائل • وسط YPD آغار معزز بالغلوكوز 2% • محلولPBS • ماء مقطر معقم	• أنابيب اختبار معقمة • صفائح ميكروية 96 حفرة • أطباق بتري • ماصّات دقيقة • رؤوس ماصّات معقمة • حاضنة حرارية • جهاز طرد مركزي • ماسح ضوئي مسطح(Epson®) • جهاز تعقيم بالبخار • خزانة تدفق هوائي معقم

- **خطوات العمل :**

تم تقييم السمية الخلوية لزيت النعناع الفلفلي العطري (*Mentha × piperita*) على خلايا الخميرة *Saccharomyces cerevisiae* باستخدام اختبار البقع (Cytotoxicity Spot-Test Assay) بهدف قياس الحساسية الحيوية ونسبة البقاء. تم تحضير محلول مخزون من الزيت بتركيز 100%، ثم أُجريت سلسلة تخفيفات متتالية إلى النصف للحصول على ستة تراكيز نهائية تبدأ من 50% وتشمل: 50%، 25%، 12.5%، 6.25% 3.125%، و1.56% (v/v). زُرعت خلايا *S. cerevisiae* في وسط YPD المكوّن من 2% غلوكوز، 2% ببتون، و1% مستخلص خميرة، وتم حضنها طوال الليل عند 30 درجة مئوية. بعد الحضانة، جُمعت الخلايا بالطرد المركزي (3000 دورة/دقيقة، 5 دقائق)، وغُسلت مرتين بمحلول PBS ، ثم أُعيد تعليقها للوصول إلى كثافة نهائية تقدّر ب . 2×10^7 خلية/مل. لكل تركيز من الزيت، تم خلط حجم متساوٍ (1:1) من معلق الخلايا والمحلول المخفف للزيت داخل ألواح 96 حفرة معقمة، واحتُضنت العينات عند 37 درجة مئوية لمدة 30 دقيقة. استخدمت خلايا غير معالجة كعنصر تحكم سلبي. بعد ذلك، وُضعت 5 ميكرولتر من كل خليط على وسط YPD صلب في أطباق بتري، وجفّفت الأطباق في ظروف معقمة، ثم احتُضنت لمدة 48 ساعة عند 30 درجة مئوية. تم تصوير نمو البقع باستخدام ماسح ضوئي مسطح (Epson®) وتحليلها رقميًا لمقارنة كثافة النمو مع عينة التحكم، وتحديد درجة السمية الخلوية بدقة[42].



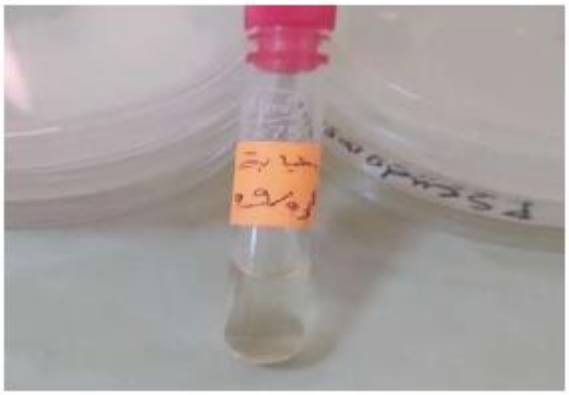
صورة(17) : اجهزة ووسائل دراسة السمية الخلوية على زيت النعناع الفلفلي.

الفصل الخامس

النتائج والمناقشة

V.1. وصف الزيت العطري الذي تم الحصول عليه:

الشكل أدناه يوضح لنا صورة الزيت العطري المستخرج



صورة (18): الزيت العطري المستخرج

	المظهر	اللون	الرائحة
المعيار حسب AFNOR	سائل – متحرك –واضح	تقريبا عديم اللون – اصفر باهت	رائحة مميزة
الزيت الأساسي المدروس	سائل عند درجة حرارة العادية 25°C	اصفر باهت	رائحة طيبة

الجدول (7): خصائص الزيوت العطرية المستخرجة لدينا وتلك الخاصة بمعايير AFNOR.

وفقا للجدول (6) فإن المظهر واللون والرائحة للزيت العطري المدروس هي نفسها بالنسبة لمعايير AFNOR .

V.2. المردود المتحصل عليه:

ان استخلاص الزيت الأساسي بطريقة كليفنجر والذي تم عبر جزء المستخلص (الأوراق + الاغصان) اعطى مردود كما هو موضح في الجدول (8)

جدول (8): مردود الزيت الاساسي المستخلص

الولاية	المنطقة	المردود %
الوادي	قمار	0.64
	حاسي خليفة	0.56

ترجع اختلافات في قيم المردود إلى المحصول بشكل أساسي وكذلك الاختلاف في شكل النبتة و طبيعة التربة، و تجدر الإشارة الى ان المحصول و التركيب الكيميائي للزيوت الأساسية يعتمدان على عدة عوامل وهي النوع و فترة الحصاد و الممارسات الزراعية و تقنية الاستخراج، في دراسات سابقة كان مردود الاستخلاص للزيت النعناع الفلفلي في بعض المناطق الأخرى مثل ولاية توقرت (بلدة عمر 0.45%) ولاية ورقلة (الحجيرة 0.80% ، عوينة موسى 0.72%) [38] ومنه فان محصول الزيت المستخلص مقبول وفقا معايير(0.38 - 1.2) AFNOR.

V.3. التحليل الفيزيائي :

V.3.1. معامل الانكسار(I_R)

إن معامل الانكسار (تغيير اتجاه الضوء عند الانتقال من وسط إلى آخر) للزيت الأساسي هو النسبة بين جيب زاوية السقوط وجيب زاوية انكسار شعاع الضوء بطول موجي معين، الذي ينتقل من الهواء إلى الزيت الأساسي مع الحفاظ على درجة حرارة ثابتة، حيث كان معامل الانكسار للزيت الأساسي المستخلص كما هو مدون في الجدول (9) :

الجدول (9): قرينة الانكسار I_R للزيت الأساسي المتحصل عليه

قرينة الإنكسار I_R للزيت الأساسي المدروس	معيار AFNOR
1.4800	1.4600-1.5000

مؤشر الانكسار الذي قمنا بقياسه يتوافق مع المعايير حيث أن قيمنا تشبه إلى حد كبير قيم الزيوت الأساسية المذكورة سابقا (حجيرة 1.4807 ، بلدت عمر 1.48478 ، عوينة موسى 1.48778)[38]

بشكل عام، يتم استخدام معامل الانكسار لمعرفة نقاء الزيوت العطرية والمركبات السائلة المختلفة، كل مادة لها معامل الانكسار الخاص بها. كلما اقترب معامل الانكسار للمنتج من القيمة المتوقعة كلما كانت نقاوته أكبر. يتم تحديد هذه النقاء ضمن مجالات تعتبر مقبولة

V.2.3. الرقم الهيدروجيني (pH):

الرقم الهيدروجيني هو اختصار لمصطلح جهد الهيدروجين (H) ، وهو معامل يقيس النشاط الكيميائي لأيونات الهيدروجين (H^+)، وبالتالي تسمح لنا بتحديد ما إذا كان الوسط حمضياً أم قاعدياً.

يعني عند قياس درجة حموضة زيت النعناع الأساسي، وجد أن القيمة هي: pH = 6.06 مما يدل أن النعناع المدروس له طبيعة حمضية تقريباً. هذه الحموضة تعود إلى التركيب الكيميائي للزيت الأساسي، الذي يعتبر مانحاً للبروتونات H^+.

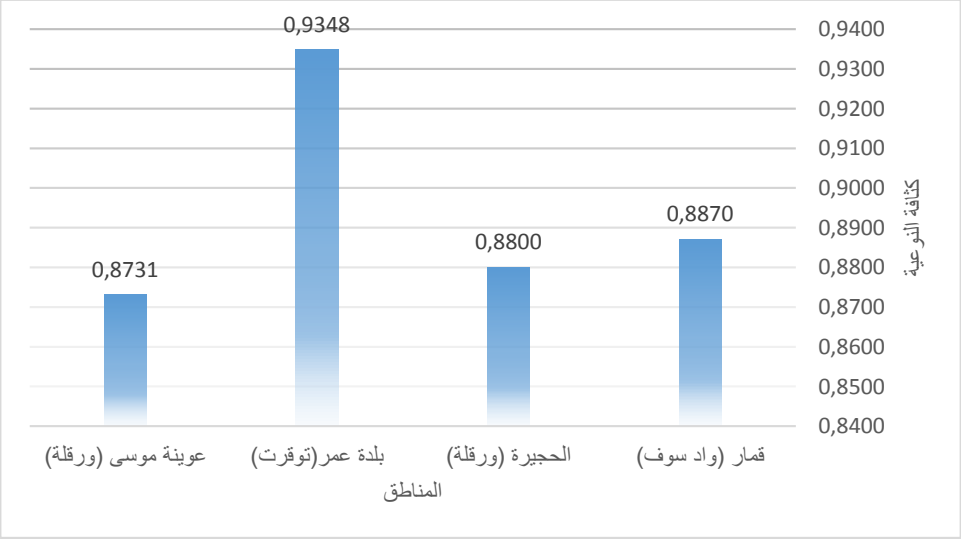
V.3.3. الكثافة النوعية :

اظهرت عملية القياس قيمة الكثافة النوعية للزيت المستخلص كما هو موضح في الجدول(10) :

الجدول (10) : كثافة الزيت الأساسي المستخلص

كثافة الزيت الأساسي المستخلص	معيار AFNOR
0.8870	**0.820 – 0.9900**

وجدت قيمة كثافة الزيت المستخلص قريبة من معيار AFNOR وبالمثل أعطت نتائج دراسة سابقة لنعناع من منطقة الحجيرة ونعناع بلدة عمر، ونعناع عوينة موسى النتائج على التوالي: 0.8800 ، 0.9348 ، 0.8731[38].



الشكل (15) : يمثل قيم الكثافة نوعية للزيت الاساسي

أظهر التحليل أن بلدة عمر (ولاية تقرت) تتميز بأعلى كثافة نوعية لزيوت النعناع الفلفلي (0.9348)، مما يدل على جودة عالية في استخلاص الزيت، ويرجح أن تكون الظروف المناخية أو التربة ملائمة جدًا هناك. في المقابل، سُجلت أدنى كثافة في عوينه موسى (ولاية ورقلة)

الأمر الذي يشير إلى ضرورة دراسة العوامل المؤثرة ومحاولة تحسين ظروف الإنتاج في هذه المنطقة. تعكس هذه النتائج تفاوتًا يمكن الاستفادة منه لتوجيه زراعة النعناع الفلفلي بشكل أمثل.

V.4.3. معامل الحموضة ومعامل الأسترة:

حساب معامل الحموضة ومعامل التصبن لزيت النعناع الاساسي اظهرت النتائج الموضحة في الجدول(11) :

الجدول (11) : قيم معامل الحموضة والتصبن للزيت الأساسي المستخلص

المعاملات	معامل الحموضة I_a	معامل التصبن I_S	معامل الاستر I_e
الزيت الاساسي المستخلص	4.67	33.66	28.99

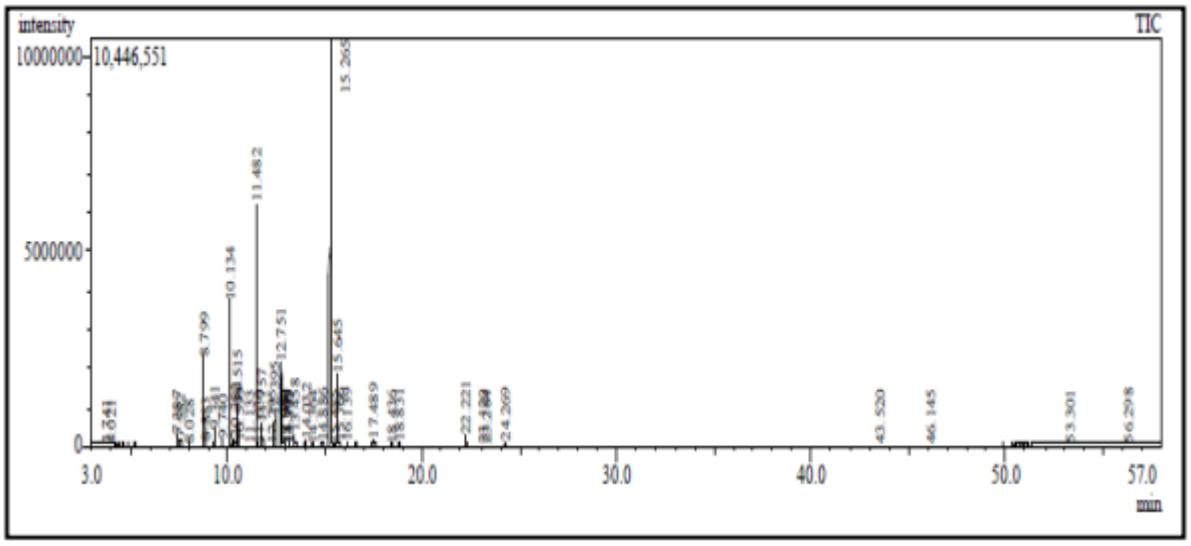
يشير معامل الحموضة الى درجة حفظ الزيت الاساسي، ومن ناحية اخرى يشير الى جودة الزيت، حدد معايير AFNOR قيمة معامل الحموضة تكون اقل او تساوي 2.

وهذا ما توصل له (بن عمر محمد العربي -2019) حيث كان معامل الحموضة 4.46

أظهرت النتائج الكيميائية للزيت الاساسي المستخلص من النعناع الفلفلي أن معامل الحموضة بلغ 4.67، وهو مؤشر مرتفع قليلا على المعيار المعتمد. كما أن معامل التصبن المنخفض (33.66) يعكس طبيعة الزيت كزيت أساسي غير دهني، مناسب للاستخدامات العطرية والعلاجية. أما معامل الإستر (28.99) فيشير إلى غنى الزيت بمركبات الإسترات، مما يعزز خصائصه العطرية والبيولوجية. بناءً عليه، فإن الزيت المستخلص يتمتع بتركيبة ممتازة تؤهله للاستعمال في المجالات التجميلية والعلاجية.

V.5.3. تحديد مكونات الزيت الطيار بواسطة الكروماتوغرافيا الغازية المرتبطة بمطيافية الكتلة (GC/MS) : إن مكونات الزيت الطيار المستخلص من نبتة النعناع الفلفلي بواسطة الكروماتوغرافيا الغازية المرتبطة بمطيافية الكتلة (GC/MS) ، تمت بمقارنة أطياف الكتلة الموافقة لكل عصابة في الكروماتوغرام المتحصل عليه ، مع تلك المتحصل عليها في المقالات العلمية سابقا و البنك الإلكتروني Weily لأطياف الكتلة و استعمال معاملات

الإستبقاء للتأكد من هوية المركبات ، كما أن استعمال نفس الطور الثابت HP5 في العمود اللاقطبي (apolair) بالكروماتوغرافيا الغازية المرتبطة بمطيافية الكتلة (GC/MS) يسمح بحفظ نفس العدد من العصابات و كذلك رتبة الخروج للمركب[30].



الشكل (16) : **كروماتوغرام الزيت الطيار لنبات النعناع الفلفلي Mentha piperita بواسطة GC/MS** [30]

تم تحديد 34 مركب كيميائي من هذا الزيت بنسبة قدرت (98.24%) من تركيبة الزيت الاجمالية وتوزعت هذه المكونات (70.3%) مونوتربينات أوكسيجينية و (3.6%) مونوتربينات هيدروجينية و (0.18%) سسكيتربينات أوكسيجينية بالإضافة الى (22.96%) مركبات اخرى .

وتميز هذا الزيت بثلاث مركبات اساسية فاقت نسبتها 20% وهي : trans-

Sabinene hydrate (27.51%) ، Linalool acetate (21.90%) و Pulegone (20.77%) بالإضافة الى ثلاث مركبات اخرى نسبها اكثر من 1% وهي: Borneol ، Menthone، α - Terpineol

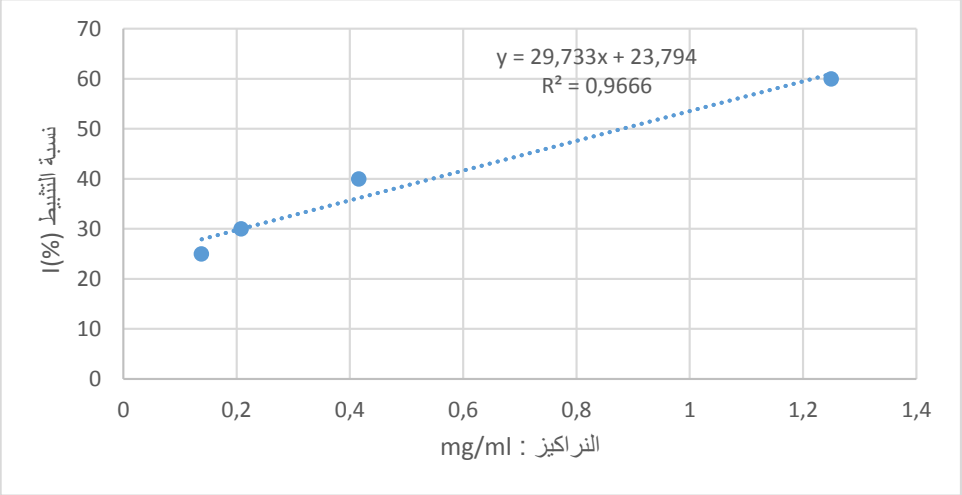
وقد لاحظنا ان هذه النتائج متطابقة الى حد كبير مع بعض النتائج الاخرى مع اختلاف في نسبة المركبات الاساسية:

Peak#	Name	IR Exp	IR ref	Area%
1	α Pinene	924	932	0.46
2	Camphene	940	946	0.22
3	Sabinene	968	969	0.22
4	β Pinene	971	974	0.91
5	Myrcene	988	988	0.58
6	α Terpinene	1015	1014	0.05
7	p-Cymene	1023	1020	0.04
8	Limonene	1027	1024	0.46
9	**1,8-Cineole**	**1030**	**1026**	**16.08**
10	trans-β -Ocimene	1037	1044	0.41
11	δ Terpinene	1058	1054	0.15
12	Terpinolene	1088	1086	0.10
13	**trans-Sabinene hydrate**	**1101**	**1098**	**27.51**
14	3-Octanol, acetate	1123	1120	0.03
15	trans-Sabinol	1141	1137	0.03
16	**Menthone**	**1154**	**1148**	**1**
17	iso-Menthone	1165	1158	0.07
18	**Borneol**	**1167**	**1165**	**1.66**
19	1 neoiso' Isopulego	1173	1167	0.11
20	Terpinen-4-ol	1178	1174	0.22
21	**α -Terpineol**	**1192**	**1186**	**2.54**
22	neoiso-Dihydrocarveol	1230	1126	0.22
23	**Pulegone**	**1243**	**1233**	**20.77**
24	**Linalool acetate**	**1257**	**1254**	**21.90**
25	Lavandulyl acetate	1292	1288	0.33
26	Piperitenone	1347	1340	0.06
27	Linalool isotrutanoate	1383	:1373	0.48
28	Caryophyllene (E)	1424	1417	0.79
29	α Humulene	1459	1452	0.12
30	Germacrene D	1488	1484	0.25
31	gamaCadinen	1521	1513	0.04
32	Elmole	1555	1548	0.18
33	Cinnamaldehyde	1591	1599	0.19
34	Khusimone	1600	1604	0.06
				98.24

الجدول (12) : المركبات الكيميائية للزيت الأساسي عند نبات النعناع الفلفلي بواسطة GC/MS[30]

V.4. نتائج ومناقشة النشاط المضاد للأكسدة (DPPH) :

القدرة المضادة للأكسدة للزيت الأساسي المستخلص مع مركب مرجعي يتمثل في حمض الأسكوربيك، حيث تمت العملية بإستعمال طريقة تفخيخ الجذور الحرة (DPPH*) والنتائج موضحة في الشكل(17) و (18) :



الشكل(17) : المنحنى البياني نسب تثبيط الزيت الأساسي المستخلص لـ DPPH

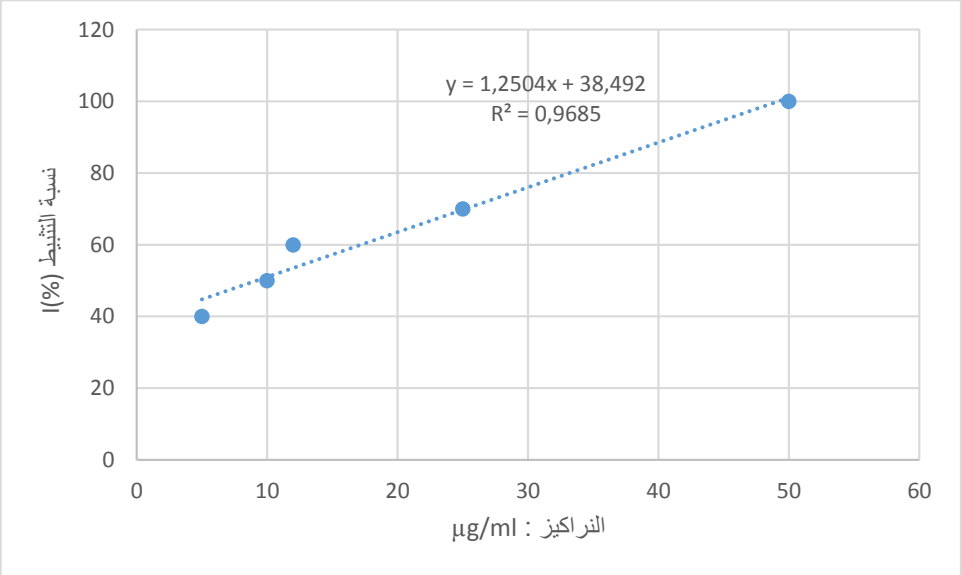
DPPH لتقييم النشاط المضاد للأكسدة لزيت النعناع الفلفلي، وذلك من خلال قياس نسبة التثبيط للجذر الحر DPPH أُجري اختبار عند تراكيز مختلفة من الزيت. أظهر المنحنى البياني علاقة طردية واضحة بين تركيز الزيت ونسبة التثبيط، مما يدل على أن النشاط المضاد للأكسدة يزداد بزيادة التركيز.

- **تحديد قيمة IC_{50} :**

من خلال معادلة الخط المستقيم للمنحنى

تم حساب قيمة IC_{50} وهي تركيز الزيت اللازم لتثبيط 50% من الجذور الحرة، فكانت حوالي 0.85 mg/ml أي ما يعادل 850 µg/ml. هذه القيمة تشير إلى فعالية ملحوظة لزيت النعناع الفلفلي كمضاد للأكسدة حيث أن انخفاض قيمة IC_{50} يعكس قدرة عالية على التفاعل مع الجذور الحرة.

سبب هذه الفعالية إلى احتواء الزيت على مركبات نشطة بيولوجياً، مثل المنثول والمنثون، المعروفة بخصائصها المضادة للأكسدة.



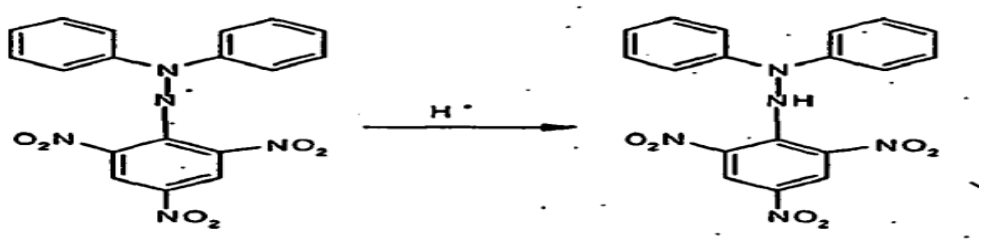
الشكل (18) : المنحنى البياني المرجعي لنسبة تثبيط حمض الاسكوربيك لـ DPPH

تم تقييم الفعالية المضادة للأكسدة لكل من زيت النعناع الفلفلي وحمض الأسكوربيك من خلال اختبار DPPH الذي يعتمد على قياس قدرة المواد على تثبيط الجذور الحرة. تم تمثيل العلاقة بين التركيز ونسبة التثبيط بيانيًا، وأُنشئت معادلة خطية لكل منهما لتحديد قيمة IC_{50} التركيز اللازم لتثبيط 50% من الجذور الحرة.

أما بالنسبة لحمض الأسكوربيك فكانت قيمة IC_{50} حوالي 9.2 µg/ml

تشير هذه النتائج إلى أن حمض الأسكوربيك يتمتع بفعالية مضادة للأكسدة أعلى بكثير من زيت النعناع الفلفلي، حيث يتطلب تركيزًا أقل بنحو 90 مرة لتحقيق نفس مستوى التثبيط. يرجع السبب إلى البنية الكيميائية لحمض الأسكوربيك وقدرته العالية على التفاعل مع الجذور الحرة بفعالية.

وعلى الرغم من أن زيت النعناع الفلفلي أظهر قدرة متوسطة كمضاد للأكسدة، إلا أنه يظل واعدًا كمصدر طبيعي، خاصة في التطبيقات التي تتطلب مكونات طبيعية خالية من المركبات الصناعية.

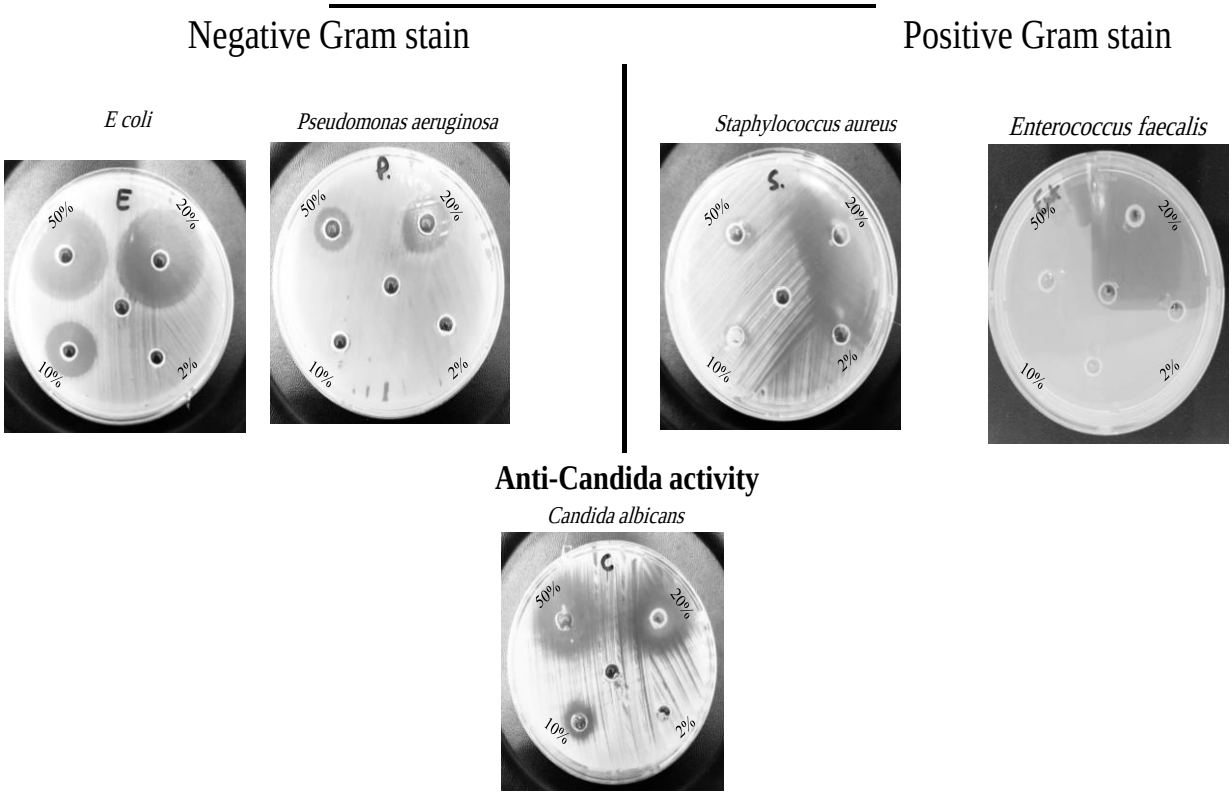


الشكل (19) : تفاعل مضادات الأكسدة مع الجذر DPPH

V.5. النشاطية ضد البكتيريا :

الهدف من هذه الدراسة هو معرفة تأثير مستخلص الزيت الطيار على بعض أنواع البكتيريا ويتم تقييم هذه الفعالية باستعمال طريقة الانتشار ، ثم قياس هالات عدم النمو لتحديد الحساسية وحددت النتائج وفق مايلي :

- سلالات جد حساسة (قطر التثبيط أكبر من 20 ملم).
- سلالات حساسة (قطر التثبيط بين 15ملم و 20 ملم).
- سلالات متوسطة الحساسية (قطر التثبيط بين 9ملم و14ملم).
- سلالات مقاومة (غير حساسة) (قطر التثبيط اقل من 8 ملم) .



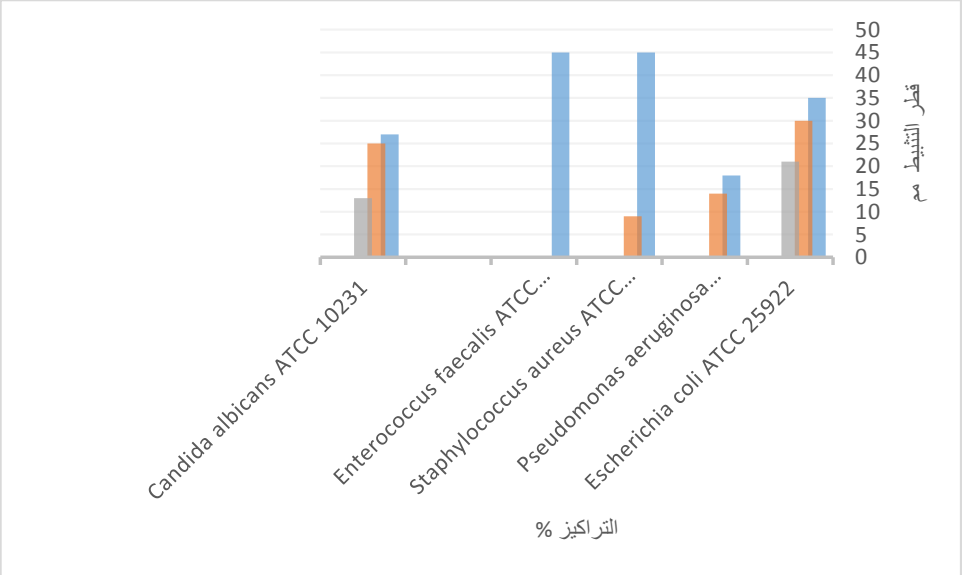
صور (18) : الاثر التثبيطي لمستخلص الزيت الأساسي

أعطت نتائج اختبارات المضادة للميكروبات النتائج الموضحة في الجدول (17):

الجدول (13): نتائج الاختبارات المضادة للميكروبات مع الزيت الأساسي المستخلص

Strains used	Microbial inhibition (mm)				Co . Neg.
	50%	20%	10%	2%	
Escherichia coli ATCC 25922	35	30	21	NI	NI
Pseudomonas aeruginosa ATCC 27853	18	14	NI	NI	NI
Staphylococcus aureus ATCC 25932	45	9	NI	NI	NI
Enterococcus faecalis ATCC 29212	45	NI	NI	NI	NI
Anti-Candida activity					
Candida albicans ATCC 10231	27	25	13	NI	NI

NI = No Inhibition



الشكل (22) : تأثير زيت النعناع على البكتيريا المختلفة

أظهرت نتائج اختبار فعالية زيت النعناع عند تراكيز مختلفة (50%، 20%، 10%، 2%) ضد مجموعة من السلالات البكتيرية والفطرية القياسية أن الزيت يمتلك نشاطًا مضادًا ملحوظًا، خصوصًا عند التراكيز العالية.

1- النشاط ضد البكتيريا سالبة الجرام:

- ***Escherichia coli ATCC 25922*** : أظهر الزيت فعالية قوية بقطر تثبيط بلغ 35مم عند تركيز 50%، وانخفض تدريجيًا إلى 30مم (20%) و 21مم (10%)، مع غياب التثبيط عند 2%

  يشير ذلك إلى حساسية عالية لهذا النوع، وربما يُعزى ذلك إلى قدرة المركبات الفعالة في الزيت مثل المنثول على اختراق الغشاء الخارجي للبكتيريا سالبة الجرام.

- ***Pseudomonas aeruginosa ATCC 27853***: أبدت مقاومة نسبية، حيث سجلت أقطار تثبيط أقل نسبيًا 18 مم عند 50%، و 14مم عند 20%، ولم يظهر أي نشاط عند التراكيز الأقل.

  هذه السلالة معروفة بمقاومتها العالية للمواد المضادة للميكروبات، نتيجة تركيب جدارها الخلوي وآليات الضخ الفعالة.

2- النشاط ضد البكتيريا موجبة الجرام:

- ***Staphylococcus aureus ATCC 25932*** : أظهر الزيت فعالية عالية عند تركيز 50% (45 مم) ، لكن الفعالية انخفضت بشكل كبير إلى 9مم عند 20%، وغابت تمامًا عند التراكيز الأقل.

يُظهر هذا النمط حساسية شديدة للزيت، لكن فقط عند التراكيز المرتفعة، ما يشير إلى وجود "عتبة تركيز" ضرورية لتفعيل التأثير المضاد.

- ***Enterococcus faecalis ATCC 29212*** : سجل أعلى فعالية بقطر تثبيط 45مم عند 50% في حين لم تظهر أي فعالية عند بقية التراكيز.

تدل هذه النتائج على قدرة الزيت على تثبيط هذا النوع من البكتيريا بشكل تام عند تركيز مرتفع، مما يعزز من إمكانيته كمضاد للعدوى البكتيرية العنقودية والمعوية.

3- النشاط المضاد للفطريات:

- **Candida albicans ATCC 10231** : أظهر الزيت فعالية معتبرة ضد هذا النوع من الخمائر، حيث سجلت أقطار التثبيط 27مم (50%)، 25مم (20%)، و 13مم (10%)، مع غياب التثبيط عند 2%

تعكس هذه النتائج حساسية C. albicans لزيت النعناع، وتدعم استخدامه كمضاد فطري طبيعي في التطبيقات الجلدية أو الفموية.

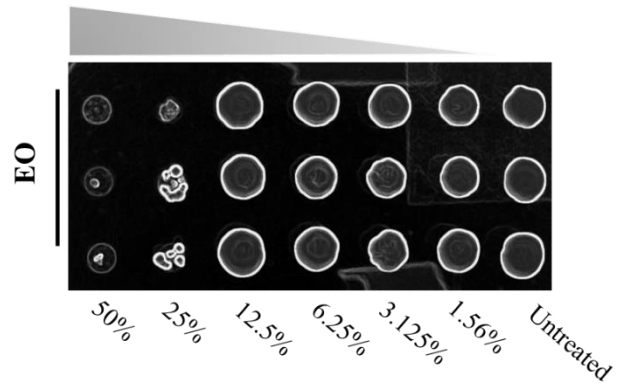
ملاحظة :

- تركيز 50% كان الأكثر فعالية لجميع السلالات، مما يبرز أهمية التركيز في تحديد الفعالية.
- عدم وجود تأثير للتراكيز المنخفضة (2%) في جميع الحالات يدل على وجود "تركيز مثبط أدنى (MIC) "يجب تجاوزه.
- تم تسجيل أكبر قطر تثبيط (45 مم) ضد S. aureus وE. faecalis، ما يشير إلى فعالية الزيت المتميزة ضد البكتيريا موجبة الجرام مقارنة بسالبة الجرام.
- غياب التثبيط في العينة السلبية (Co. Neg.) يؤكد أن التأثير يعود إلى المكونات النشطة في زيت النعناع وليس إلى المذيب أو عوامل أخرى.

تُظهر هذه النتائج أن زيت النعناع يتمتع بخصائص مضادة للميكروبات واسعة الطيف، خاصة عند استخدامه بتركيزات مرتفعة، مما يجعله مرشحًا واعدًا للاستخدام في المستحضرات الطبية أو التجميلية الطبيعية. ومع ذلك، فإن الاعتماد الفعلي عليه يتطلب تحديد التركيز الأمثل وطرق التثبيت لضمان الفعالية والاستقرار.

V.6. تقييم السمية الخلوية لزيت النعناع الفلفلي :

النتائج :



الصورة (20) : التقييم السميّ لزيت النعناع الفلفلي باستخدام اختبار البقع (Cytotoxicity Spot–Test) على خلايا الخميرة *Saccharomyces cerevisiae*، مع تضمين عينة غير معالجة كعنصر تحكم.

اظهرت التجارب المنجزة للزيت النعناع الفلفلي على نسبة البقاء لخلايا الخميرة *Saccharomyces cerevisiae* *النتائج المبينة في* الجدول (18)

الجدول (14): تأثير تراكيز مختلفة من زيت النعناع الفلفلي على نسبة بقاء خلايا الخميرة *Saccharomyces cerevisiae* باستخدام اختبار البقع.

ملاحظة	نسبة الموت(%)	نسبة البقاء(%)	تركز الزيت(%)
انخفاض واضح في النمو	98	2	50
تقلص بسيط في البقعة	85	15	25
شبه طبيعي	0	100	12.5
طبيعي تمامًا	0	100	6.25
طبيعي تمامًا	0	100	3.125
طبيعي تمامًا	0	100	1.56
مرجع النمو الكامل	0	100	كنترول غير معالج

أظهر زيت النعناع الفلفلي العطري (*Mentha × piperita*) تأثيرًا سميًا واضحًا على خلايا الخميرة *Saccharomyces cerevisiae* باستخدام اختبار البقع، حيث أدى التركيز الأعلى (50%) إلى انخفاض حاد في النمو بنسبة بقاء لا تتجاوز 2%، ما يمثل أعلى مستوى للسمية مقارنة بعينة التحكم غير المعالجة التي حافظت على نمو كامل بنسبة 100% (الجدول 18). يليه في التأثير تركيز 25%، الذي سجل نسبة بقاء 15% فقط، مع ملاحظة تقلص واضح في حجم البقعة. أما التراكيز 12.5%، 6.25%، 3.125%، و1.56% فقد أظهرت جميعها نسبة

بقاء 100%، ما يدل على عدم وجود تأثير سمي عند هذه المستويات. تؤكد هذه المعطيات أن التأثير السمي لزيت النعناع الفلفلي يعتمد بشكل مباشر على التركيز، حيث برز تركيز 50% كالأكثر سمية مقارنة بعينة التحكم، مما يعزز من أهمية التحكم في الجرعة عند دراسة التطبيقات البيولوجية للزيوت العطرية (الجدول 18).

المناقشة

تتوافق النتائج المعروضة في (الوثيقة 1) مع دراسات سابقة أظهرت التأثير السمي الواضح للزيوت العطرية الغنية بالمركبات الفينولية والمونوتربينات على الخلايا الحية، حيث أظهر زيت النعناع الفلفلي أعلى فعالية سميّة عند تركيز 50%، تليه العينة بتركيز 25%، في حين أن التراكيز الأدنى (≤12.5%) لم تُظهر أي تأثير مثبط على النمو. ويرجع السبب هذا للنشاط العالي في التراكيز العليا إلى التركيب الكيميائي الغني للمادة، خاصة احتوائها على مركبات نشطة مثل المنثول (*Menthol*) والمنثون(*Menthone*) ، المعروفة بتأثيرها القوي على سلامة الغشاء الخلويCell) membrane integrity) ، حيث تعمل على زيادة النفاذية الغشائية وفقدان توازن الأيونات والماء داخل الخلية، مما يؤدي إلى تثبيط النمو وموت الخلايا[43].

تتمتع هذه المركبات بخواص كيميائية فعالة بفضل وجود مجموعات هيدروكسيلية (OH-) وفئات الكيتون، والتي تعزز من القدرة على التفاعل مع بروتينات الغشاء والمكونات الفسفوليبيدية، وتؤثر بشكل مباشر على التنظيم البنيوي والديناميكي لغشاء الخلية[44] كما أن انخفاض الفعالية عند التراكيز الأدنى يتماشى مع فرضية أن التأثير السمي مرتبط مباشرة بالتركيز، وأن هناك عتبة بيولوجية (Biological threshold) لا يُحدث الزيت دونها أي اضطراب وظيفي ظاهر [45].

تُظهر المقارنة مع دراسات أخرى على الزيوت العطرية مثل زيت الزعتر وزيت القرنفل نتائج متشابهة من حيث الاعتماد على التركيب البنيوي والقطبية الجزئية للمكونات الفعالة، حيث وُجد أن الزيوت ذات المحتوى العالي من الفينولات (مثل الثيمول والأوجينول) كانت أكثر فعالية في التثبيط الخلوي، بينما تراجعت السمية في الزيوت الفقيرة بهذه المركبات[46-47].

في الأخير نستنتج أن التركيز الضروري لتحقيق التأثير المضاد للبكتيريا يتقاطع مع المجال السام للخلايا الحية مما يقلل من إمكانية استخدام الزيت الخام كدواء مضاد حيوي مباشر، خصوصًا للاستخدامات الداخلية.

ورغم ذلك فإن هذه النتائج لا تنفي الجدوى العلاجية للزيت بل تشير إلى أنه مرشح واعد لاستخلاص مركبات فعالة محددة منه مثل *Menthone* و*Linalool acetate* والتي يمكن تنقيتها واستخدامها بجرعات مدروسة لتحقيق تأثير مضاد للميكروبات بفعالية وسلامة أعلى كما يمكن النظر في استخدام الزيت بتركيزات منخفضة ضمن التركيبات الموضعية أو في المنتجات التجميلية ذات الخصائص المطهّرة شريطة التحقق من سلامته الجلدية.

الخاتمة

الخاتمة

يُصنف النعناع وهو عشب شائع على نطاق واسع خاصة داخل الحدود الجغرافية للجزائر، ضمن عائلة Lamiaceae، التي تشتهر بفعاليتها الرائعة ضد مجموعة متنوعة من الفطريات والجراثيم التي يمكن أن تكون ضارة بصحة الإنسان والممارسات الزراعية، الهدف الأساسي من مساعينا البحثية هو فحص وتحليل الخصائص الفيزيائية والكيميائية متعددة الأوجه لزيت النعناع الأساسي بدقة، إلى جانب أنشطته البيولوجية المتنوعة وقدراته المضادة للأكسدة التي لها أهمية كبيرة في كل من السياقات الطبية والصناعية، من خلال بحثنا في التأثيرات المرتبطة بتقنية التجفيف في الظروف المظللة، نجحنا في تقييم تركيز وجودة الزيوت المستخرجة، وبالتالي تعزيز مراقبة الجودة الشاملة للمواد النباتية وتسهيل تطبيقاتها الصناعية المثلى.

أنتج الزيت الأساسي الذي استخرجناه من نبات النعاع الفلفلي بواسطة طريقة التقطير بالبخار كمية مرضية حيث وجدنا ان التحاليل الفيزيائية تقريبا متطابقة مع المعايير التي وضعتها AFNOR.

من خلال دراسات سابقة وجدنا أن العملية التحليلية المستخدمة هي كروماتوغرافيا الغاز مع قياس الطيف الكتلي (GC/MS)، وهي تقنية متطورة مكنت من عزل وتحديد مجموعه 33 مركبًا كيميائيًا متميزًا موجودًا في الزيت الأساسي للنعناع الفلفلي، وبالتالي توفير نظرة ثاقبة لتكوينه المعقد.

أشارت نتائج بحثنا كذلك أن الزيت الأساسي له قدرة كبيرة على تعطيل نمو مسببات الأمراض الميكروبية المختلفة والجدير بالذكر أن الدراسة التي توصلنا إليها كشفت أن الخمائر أظهرت أعلى حساسية لزيت النعناع، مما يؤكد إمكانات زيت النعناع كعامل طبيعي مضاد للميكروبات. علاوة على ذلك، تشير نتائجنا إلى أن زيت النعناع الأساسي يُظهر قدرة قابلة للقياس على تثبيط نشاط الجذور الحرة كما تم قياسه بواسطة اختبار DPPH ومع ذلك من المهم ملاحظة أن هذا المستوى من الفعالية، على الرغم من كونه واعدًا، لا يزال معتدلًا نسبيًا فيما يتعلق بمضادات الأكسدة الصناعية التي تستخدم بشكل متكرر في تطبيقات مختلفة.

باختصار، جميع النتائج التي جمعناها بدقة في المختبر تمثل مجرد مرحلة أولية من استكشاف مكثف للمصادر الطبيعية للمركبات النشطة بيولوجيًا التي قد تحمل إمكانات علاجية. من الضروري أن نجري اختبارات شاملة إضافية، والتي لن تتضمن فقط تحديد المكونات المحددة الموجودة في هذا الزيت الأساسي بناءً على ما سبق، يمكن القول إن زيت النعناع الفلفلي يتمتع بإمكانات واعدة في المجال

الطبي، إلا أن اعتماده كدواء يتطلب دراسات إضافية لتحديد الجرعة المثلى، والحد الأدنى المثبطMIC ، والسمية المحتملة على الخلايا البشرية، بالإضافة إلى التجارب السريرية التي تؤكد فعاليته وسلامته.

المراجع باللغة العربية

[1] عبد الله محمد ، النباتات الطبية والعطرية،القاهرة :دار الفكر العربي،2014.

[2] الشافعي حسن، العلاج بالزيوت العطرية، بيروت :دار الراتب الجامعية، 2016 .

[8] شعبان كمال. أساسيات علم البكتيريا .القاهرة: دار الفكر العربي، 2010.

[9] أحمد، ياسر. الزيوت العطرية في العلاج الطبيعي .عمان: دار أسامة للنشر،2013.

[10] أمين رويحة .التداوي بالاعشاب بطريقة عملية تشمل الطب الحديث والقديم, السابعة. بيروت لبنان: دار القلم،1983,.

[11] هباز سليمة. استخلاص ودراسة الفعالية المضادة للأكسدة للزيت الأساسي لنبات أم دريقة، جامعة قاصدي مرباح،2019.

[12] خ. حنان ، د. فريدة ، "أثر المكونات الكيميائية للزيوت الأساسية على الآفة الحشرية: تطبيق زيت "*Anvillea Radiata* على *Tribolium castaneum* ، ماستر أكاديمي في الكيمياء، جامعة قاصدي مرباح. 2020.

[13] ج. نور الهدى، استعمال مستخلصات مائية لنبتتي *Matricaria pubescens* و *Pituranthos chloranthos* كمعطرات طبيعية للجبن "أمير" ودراسة النشاطية ضد البكتيريا لزيوتهما العطرية، مذكرة ماجستير، كلية علوم الطبيعة والحياة، جامعة فرحات عباس، سطيف،2014.

[15] بابا عيسى .ف ،ترجمة : محمد خير جمعة، ''موسوعة النباتات المفيدة'' مطبعة دار عكرمة، سوريا،2002.

[16] بلو، عبد العليم، دراسة مقارنة للصفات النوعية والكمية لبعض أنواع النعناع المحلية .*المجلة السورية للبحوث الزراعية*، (5)، 40– .2020،50.

[17]. Wikifarmer(شروط زراعة النعناع). تم الاسترجاع في 19 فبراير 2025، من https://wikifarmer.com/library/ar/article/

[18] هلالي، م. ن. د.، &الجديدي، م. ص، معرفة مورفولوجيا النبات .الرياض: دار المريخ للنشر،1994.

[19] م.علية،ف.ز.الوصيف، دراسة مقارنة لنبات الحاد،جامعة حمه لخضر الوادي،2021.

[20] بلو، ع. ا،دراسة مقارنة للصفات النوعية والكمية لبعض أنواع النعناع المحلية .المجلة السورية للبحوث الزراعية، 5، 40– .2020،52.

[23] خوجة، عمر، الزيوت العطرية وفعاليتها البيولوجية .الجزائر: منشورات قسنطينة،2018.

[25] ز. غيابة, ش. بوخطة ,م. ثليب، "دراسة تأثير الزيت الاساسي لنبات النعناع على النشاطية الضد البكتيرية والضد التأكسدية"مذكرة لنيل شهادة ماستر أكاديمي في الكيمياء ،جامعة قاصدي مرباح،2022

[27] مهداوي. ن، " دليل طرق استخلاص الزيوت العطرية في المخابر الجامعية"، جامعة المدية،الجزائر،2022.

[28] ب. ب. العطرة، ق.اكرام، ب. عقيلة، س. د، سارة، "دراسة مقارنة لبعض انواع النعناع "*Mentha spicata* ، *Mentha piperita*، *Mentha pulegium* ،جامعة حمة لخضر، الوادي، الجزائر، 2023.

[30] بن عمر م العربي، ''دراسة فيزيوكيميائية وبيولوجية للزيت الأساسي لبعض النباتات الطبية' وتتضمن الدراسة النباتات التالية *Cotula cinerea Origanum majorana L Mentha piperita Ammodaucus leucotrichus*,''
أطروحة لنيل شهادة الدكتوراة في الكيمياء، جامعة حمة لخضر، الوادي،الجزائ، 2019.

[31]سيد باشا، س، "تقييم بعض الزيوت العطرية وخلائطها كمواد طاردة ضد الحشرات الكاملة لخنافس الدقيق المشابهة"، *مجلة الجامعات العربية للعلوم الزراعية*، *29*.763-753(2).2012.

[35]ع. ا. عبادي ,''Extraction, composition, propriétés anti oxydantes et l'activité biologique de l'huile essentielle de *Ruta graviolens L , Brocchia cinerea collectée* dans les régions saharienne''، أطروحة لنيل شهادة الدكتوراة في الكيمياء، جامعة قاصدي مرباح ، ورقلة،الجزائر، 2019.

[37] بن عمر. ل، المساهمة في دراسة وتشخيص بعض أنواع العسل المنتجة في منطقتي بقوزة والجديدة الشمالية بولاية الوادي ،مذكرة ماستر أكاديمي في الكيمياء، كلية العلوم الدقيقة، جامعة الوادي، الجزائر، 2018.

[38]بوخطة.ش ، ثليب.مروة. "دراسة تأثير الزيت الاساسي لنبات النعناع على النشاطية الضد البكتيرية والضد التأكسدية"مذكرة لنيل شهادة ماستر أكاديمي في الكيمياء،جامعة قاصدي مرباح،ورقلة،الجزائر،2022.

[39] د.زهرة محمود الخفاجي, ''كيمياويات عائلة النعناع ,Mint Family Phytochemicals.'' Accessed: Feb. 19, 2025. [Online]. Available: https://mail.almerja.com/reading.php?idm=113251

[40]ع. ا. ب. ح. خليفة محمد خليفة and ح. الحاج ''No Titl,'' *المجلة الأفروآسيوية للبحث العلمي*, vol. 3, no. 1, 2025.

المراجع باللغة الاجنبية

[3] G. e. L. H. LAGHOUITERO.K, Étude de l'activité antioxydant des huiles essentielles de certaines menthes cultivées dans la région,Amar Telidji University. 2015.

[4]C. S. Kligler B, *Peppermint Oil. Am Fam Physician*. 2007.

[5] Meamarbashi A, "Instant effects of peppermint essential oil on the physiological parameters and exercise performance," *Avicenna J Phytomed*, vol. 4, no. 1, pp. 72–78, 2014.

[6] Sandrine Moja et Frédéric Jullien, "Dossier Simples et aromatiques," *Jard. Fr.*, no. 630.

[7] El-Shazly, A., & Wink, M. Medicinal plants: Past history and future perspective. *Journal of Herbal Medicine, 4*(1), 1–8,2014.

[14]F. Getahun,K.,Mazumder, A. ,Bucar, "Essential oil composition antibacterial and antioxidant activities of Mentha aquatica growing in Ethiopian," *Pharmaceutical*, vol. 25, no. 1, pp. 9–16, 2008.

[21]"Mentha piperita - Peppermint - Flora of Northwest Europe," 2014.

[22]A. Huxley, *New RHS Dictionary of Gardening*. 1992.

[24] Bruneton j, *pharmacognosie phytochimie plantes médicinales*, Technique. paris, 1993.

[26] "Extraction des huiles essentielles et évaluation de l ' efficacité antioxydante de la camomille romain".

[29] Laouer, H. Inventaire de la flore médicinale utilisée dans les régions de Sétif, Bejaia, M'sila et Djelfa : Composition et activité antimicrobienne des huiles essentielles d'Ammodes pusilla (Brot) Breistr. et de Magydaris pastinacea (Lamk) Paol (Thèse de doctorat d'État, Université Ferhat Abbas de Sétif, Faculté des Sciences, Département de Biologie). 2004.

[33]Benazzouz Amina and Hamdane Akila, "Etude et analyse des plantes médicinales Algérienne : Mentha pulegium, Mentha rotundifolia et Mentha spicata L," 2012.

[34]A. marou et C. aicha Hana, "Etude des huiles essentielles de la plante mentha piperita et tester effetes sur un modéle biologique des infusoires," constantine1, 2014.

[36]G. e. L. H. LAGHOUITERO.K, "Étude de l'activité antioxydant des huiles essentielles de certaines menthes cultivées dans la région," Amar Telidji - Laghouat, 2015.

[41]A. M.-C. A. Hana, "Etude des huiles essentielles de la plante mentha piperita et tester leurs effets sur un modèle biologique des infusoires," p. 68, 2014.

[42]Ben Amor, A., Hemmami, H., Gherbi, M. T., Seghir, B. B., Zeghoud, S., Gharbi, A. H., Chenna, D., Ben Amor, I., Alsaeedi, H., Cornu, D., Bechelany, M., & Barhoum, A. (2024). Synthesis of spherical carbon nanoparticles from orange peel and their surface modification with chitosan: Evaluation of optical properties, biocompatibility, antioxidant and anti-hemolytic activity. Biomass Conversion and Biorefinery. https://doi.org/10.1007/s13399-024-06291-w

[43]Zore, G., Thakre, A., Abdulghani, M., Bhosle, K., Shelar, A., Patil, R., Kharat, K., & Karuppayil, S. (2022). Menthol inhibits Candida albicans growth by affecting the membrane integrity followed by apoptosis. Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine, 2022, Article 1297888. https://doi.org/10.1155/2022/1297888

[44]Zhao, W., Yang, C., Zhang, N., Peng, Y., Ma, Y., Gu, K., Liu, X., Liu, X., Liu, X., & Liu, Y. (2023). Menthone exerts its antimicrobial activity against methicillin-resistant Staphylococcus aureus by affecting cell membrane properties and lipid profile. Drug Design, Development and Therapy, 17, 219–236. https://doi.org/10.2147/DDDT.S402023

[45]Kapustová, M., Puškárová, A., Bučková, M., Granata, G., Napoli, E., Annušová, A., Mesárošová, M., Kozics, K., Pangallo, D., & Geraci, C. (2021). Biofilm inhibition by biocompatible poly (ε-caprolactone) nanocapsules loaded with essential oils and their cyto/genotoxicity to human keratinocyte cell line. International Journal of Pharmaceutics, 606, 120846. https://doi.org/10.1016/j.ijpharm.2021.120846

[46]Alpaslan, D., Ersen Dudu, T., Moran Bozer, B., Aktas, N., & Turk, M. (2024). p (thyme oil) and p (clove oil) organo-particles with biocompatible, anticancer, antioxidant, and antibacterial properties against Capan-1 and L-929 cells. The Canadian Journal of Chemical Engineering, 102(1), 76–87. https://doi.org/10.1002/cjce.24720

[47]Yeddes, W., Mejri, I., Grati Affes, T., Khammassi, S., Hammami, M., Aidi-Wannes, W., & Saidani Tounsi, M. (2022). Combined effect of essential oils from Clove (Syzygium aromaticum (L.) Merr. & L.M. Perry), Thyme (Thymus vulgaris L.) and Lemon peel (Citrus limon (L.) Osbeck) on anti-bacterial, cytotoxic and anti-inflammatory activities. Trends in Phytochemical Research, 6(1), 11–18. https://doi.org/10.48314/tpr.2022.118212

الحمد لله