REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

UNIVERSITE MOHAMED BOUDIAF - M'SILA

FACULTE DES SCIENCES
DEPARTEMENT DES SCIENCES
DE LA NATURE ET DE LA VIE
N° :……, Série : BV/2020

DOMAINE : SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE
FILIERE : BIOTECHNOLOGIE
OPTION : BIOTECHNOLOGIE VEGETALE

Mémoire présenté pour l'obtention

Du diplôme de Master Académique

Par :

HADJI MAROUA

Intitulé

Pouvoir allélopathique d'huile essentielle de la plante médicinale *Zingiber officinale* sur quelques plantes.

Soutenu devant le jury composé de:

Dr. Hadji Abbas	MCB Université M.B de M'Sila	**Président.**
Dr. Smaili Tahar	MCB Université M.B de M'Sila	**Rapporteur.**
Dr. Belkassam Abdelwahab	MCB Université M.B de M'Sila	**Examinateur.**

Année universitaire : 2019 /2020

كلمة شكر

الشكر الأوّلُ للقائلِ في كتابِه: (لئِن شكرتُم لأزيدَنَّكُم)، فالحمد لله الذي ألهمني القوة والصّبر، وأحاطنِي برعايته وأعانني ووفقني لإتمام هذا العمل وبلّغني هذا اليوم وأنا في خير حال.

أتقدم بجزيل الشكر إلى الدكتور سماعيلي الطّاهر على قبولِه الإشراف عليَّ في هذا العمل وعلى المجهُودات التي قدّمها لنا طيلة سنوات التّخصّص الثّلاثة، وأستغلُّ الفُرصة لأشهد لهُ بطيبتِه وتميُّزه معنا، فبفضلِ الله أوَّلاً وأخيرًا رافقتنا العديدُ من النّعم الإلهيَّة طيلة مشوارنا الدِّراسيّ وقد كان الدكتور سماعيلي الطّاهر أحد هذه النِّعم التي تستحقُّ منّا كُلَّ الشُّكرِ والثّناء والتّقدير.

كُلُّ الشكر لمن كان لنا دومًا منارة علمٍ نهتدِي بها ونقتبِسُ من نُورِها الدكتور بلقسام عبد الوهاب، خالص امتناني له على تشجيعاتِه ودعمِه وحرصه الشّديد دائمًا على أن نعمل وندرُس في أحسن الظّروف. شُكرًا له وللأستاذ حاجّي عباس على قبولِهما المشاركة في تقييم هذه الأطروحة في ظلّ هذا الظّرف الاستثنائيّ.

أشكر أفراد أسرتي الذين كانُوا بجانبي في كلِّ خُطوةٍ خطوتُها نحو الأمام:

أبي، وأمّي الغالية التي كانت خلفِي دائِمًا لتُضيئَنِي بدعواتِها كُلَّما انطفأتُ وقلَّ توهُّجي.

أختي تقى التي رافقتني طيلة فترة إنجاز الأطروحة وأشرفت عليَّ بمساعدتِها وتوجيهاتِها وصبرت على استفساراتي وأسئلتي حتى نهاية العمل.. عباراتُ الشُّكرِ والامتنان لن توفيها حقَّها.

أختي إخلاص التي كانت حريصةً على تصويب أخطائي وتقدِيمِ النّصائِح ليرقى محتوى هذا العمل إلى ماهو عليه الآن.

العزيزتان سندس وغاية اللّتان لوّنتا أيّامِي بالضّحك وامتصّتا قلقي وتعبي بتشجيعِهما لي ومساندتهما.

خالص شُكري وامتنانِي للصّديقات:

آمال عليلي التِي قاسَمتنِي همَّ هذا العمل وبترت خوفِي في اللّحظات الأخيرة حين آمَنت بأنّنِي سأكُونُ الأفضل.

سيليا سليمة أولبصير التي كانت حاضِرةً دومًا بعطائِها ولم تبخل عليَّ بشيءٍ خلال العامَيْن الماضِيَيْن.

ابتسام رحمون التي كانت تشحن طاقتِي دائِمًا وتُذكِّرُنِي أنَّ ما نطمحُ إليه غدًا يستحقُّ التَّعب اليوم.

شُكرًا عميقًا لكلِّ الأصدقاء الذين كانُوا بجانبي دائمًا بسؤالِهم ودعمِهم وحُبِّهم: خليصة سعيدي، سُهَيَّة شارف، رحمة زرواتي، رانيا قندوزي، حنان حامد، جهاد حجَّاب، المعتز بالله عبد الحق، تقيّ الدّين صغاري، أصيل شويديرة، عبد الفتاح بوشندوقة.

إهداء

إلى أمِّي الحبيبة وأخواتِي العزيزات: إخلاص، تقى، سندس، غاية.. مصدرُ قُوَّتِي وعزائِي الوحيدُ في هذه الحياة.

إلى الصّدِيقة التِي وقفتُ أمامَها بكامِل عجزِي ويأسِي ذات يومٍ بائِس، فذكَّرتنِي أنَّ المِنَح الرّبانِيَّة تُولَدُ من رَحِم المِحَن.. جهاد حجَّاب.

إليكُنَّ أهدِي ثمرة هذا العملِ المتواضِع.

فهرس المحتويات

قائمة الأشكال

قائمة الجداول

قائمة الصور

قائمة الاختصارات

مقدمة

الدراسة المرجعية

الفصل I: الوصف النّباتي

1. العائلة الزّنجبيليّة 3
1.1 الوصف النّباتي 3
2.1 الموطِن الأصلي 4
3.1 التوزُّع الجغرافِي 4
2. نبات الزّنجبيل 5
1.2 الزّنجبيل عبر التّاريخ 5
2.2 الأصل النّباتي 5
3.2 التّسمية 5
4.2 الاسم العامّي 5
5.2 الوصف المورفولوجي للزّنجبيل 6
6.2 الدّراسة الحيويّة لنبات الزّنجبيل «*Zingiber officinale*» 7
1.6.2 الجهاز الخضري Vegetative parts 7
1.1.6.2 الجهاز الجذري 7
2.1.6.2 الجهاز الهوائي 7
2.6.2 الجهاز التّكاثري: Reproductive parts 8
7.2 التّصنيف النّباتي للزّنجبيل 9
8.2 المركّبات الكيميائيّة الفعّالة في الزّنجبيل: 10

9.2 القيمة الغذائيّة والطّاقوية لنبات الزّنجبيل *Zingiber officinal* 11
10.2 إنتاج الزّنجبيل 12
11.2 مجالات استعمال نبات الزّنجبيل: 13
1.11.2 الغذاء 13
2.11.2 الاستعمالات الطّبيّة 13
3.11.2 التأثير المضاد للأكسدة 13
4.11.2 تأثير مضادّ للالتِهابات 14
5.11.2 تأثير مضادّ للبكتيريا والفيروسات 14
6.11.2 الزّنجبيل والتّجميل 14

الفصل II: الزيوت الأساسية

1. الزيوت الأساسية Essential oils 15
1.1 نواتِج الأيض الثّانوي للنّبات Secondary Metabolism and Metabolites 15
2.1 الزُّيُوت الأساسِيّة (EO) 15
3.1 تعرِيف الزُّيُوت الأساسيَّة 16
4.1 توزيُعها في المملكة النّباتيّة 16
5.1 مكان تواجدها في النّبات 17
6.1 وظيفة الزّيوت الأساسيّة في النّبات 18
7.1 الخصائص الفيزيائيّة والكيميائيّة للزّيوت الأساسيّة 19
8.1 حفظ الزّيوت الأساسيّة وتخزينها 19
9.1 التّركيب الكيميائي للزّيوت الأساسيّة 19
10.1 المركّبات الأساسيّة للزّيوت الأساسيّة 20
1.10.1 المركبات التربينية Terpenoids 20
2.10.1 التربينات الأحادية Monoterpenoids (C10) 20

3.10.1 السسكويتربينات (C15) Sesquiterpenoids 21
4.10.1 المركّبات العطرية Phenylpropanoid 22
11.1 طرق تحليل الزّيوت الأساسيّة 22
1.11.1 الكروماتوغرافيا الغازيّة (GC) 22
2.11.1 كروماتوغرافيا الطّبقة الرّقيقة (TLC) 22
3.11.1 الدّمج بين الكروماتوغرافيا الغازيّة والمطيافيّة الكتليّة: (GC-MS) 23
12.1 استعمالات الزّيوت الأساسيّة 23
13.1 الخصائص العلاجية للزّيوت الأساسيّة 23
1.13.1 النّشاطيّة ضدّ البكتيريّة Antibacterial 24
2.13.1 النّشاطيّة ضدّ الفطريّة Antifungal 24
3.13.1 النّشاطيّة ضدّ الفيروسيّة Antiviral 25
4.13.1 النّشاطيّة ضدّ الحشريّة Insect/mosquito repellant action 25
5.13.1 النّشاطيّة ضدّ التّأكسد Anti-oxidant 25
6.13.1 الزّيوت الأساسيّة والتّجميل Cosmitics 25
7.13.1 الصّناعة الغذائيّة 26
14.1 طرق إستخلاص الزّيوت الأساسيّة 26
1.14.1 الاستخلاص بالتّقطير 26
2.14.1 التّقطير المائي 26
3.14.1 التّقطير ببخار الماء 26
4.14.1 الاستخلاص بطريقة الطّرد الضّغط البارد 27
5.14.1 الاستخلاص بالمذيبات العضويّة 27

الفصل III: النشاطية البيولوجية

1. النشاطيّة البيولوجيّة Biological activity 28
1.1 مقدّمة 28
2.1 التضاد البيوكيميائي أو الأليلوباثي Allelopathy 28

3.1 تعريف التضاد البيوكيمائي 29
4.1 المركبات الأليلوباثية Allelochemicals 29
5.1 تأثير المركبات الأليلوباثية Allelochemicals على النبات 31
6.1 طرق تحرير المركبات الأليلوباثية Allelochemicals 31
1.6.1 التطاير Volatilization 31
2.6.1 إفرازات الجذور Root exudation 31
3.6.1 الرشح أو الغسل Leaching 32
7.1 الشروط المتحكمة في إنتاج المركبات الأليلوباثية 32
8.1 تطبيقات التضاد البيوكيميائي 32
1.8.1 مكافحة تأثير الحشائش والمحاصيل 32
2.8.1 التضاد البيوكيميائي للتحكم في مسببات الأمراض النباتية 33
9.1 النشاطيّة المضادّة للأكسدةAntioxidant activity 33
10.1 النشاطيّة المضادّة للبكتيريا Antimicrobial activity 33

الجزء التطبيقي

الفصل I: الوسائل وطرق العمل

.1 مواد الدّراسة 35
1.1 العيّنة النّباتية 35
.2 طرق العمل 35
1.2 تجفيف النّبات 35
2.2 الاستخلاص 35
1.2.2 استخلاص زيت نبات الزّنجبيل *Zingiber officinale* 35
2.2.2 حفظ الزّيت الأساسي المتحصّل عليه 36
3.2.2 حساب المردود 37
3.2 الكشف عن المركبات الكيميائية 37

1.3.2 تحضير المستخلص المائي 37
2.3.2 تحضير المستخلص الإيثانولي Ethanol 37
3.3.2 الكشف عن الصابونيات Saponin 38
4.3.2 الكشف عن الكينون Quinone 38
5.3.2 الكشف عن التربينات Terpenoid 38
6.3.2 الكشف عن القلويدات Alkaloid 38
7.3.2 الكشف عن التانينات Tannins 38
8.3.2 الكشف عن الفلافونويدات Flavonoids 38
9.3.2 الكشف عن المركبات الفينولية Phenols 38
.3 دراسة الفعالية الأليلوباثية 39
1.3 البذور المستعلمة 39
2.3 تحضير تراكيز الزيت الأساسي (EOC) 39
3.3 اختبار الإنبات 40
4.3 الاختبارات الأولية للإنبات 40
5.3 الاختبار النهائي للإنبات 41
6.3 متابعة الإنبات 42
7.3 الصّفات المدروسة 43
1.7.3 النسبة المئوية للإنبات % 43
2.7.3 النسبة المئوية للتثبيط % 43

الفصل II: النتائج والمناقشة

.1 النتائج 43
1.1 مردود الزيت الأساسي 43
2.1 الكشف عن المركبات الكيميائية 43
3.1 الفعالية الأليلوباثية 44
1.3.1 نهاية الإنبات 44

2.3.1 قياس طول الجذير (RL) والسويقة (SL) 46

3.3.1 تحدبد تأثير مستخلص زيت الزنجبيل على البذور المعاملة عند تراكيز مختلفة 47

1.3.3.2 تحديد تأثير مستخلص زيت الزنجبيل على نسبة الإنبات 47

2.3.3.2 تحديد تأثير مستخلص زيت الزنجبيل على نسب التثبيط **IP**،**RIP**،**SIP** عند تراكيز مختلفة 48

.2 المناقشة 52

الخاتمة

قائمة المراجع

الملحقات

الملخص

قائمة الأشكال

الشكل 01: الصّيغة الزّهرية للعائلة الزّنجبيليّة. 3
الشكل 02: المخطط الزّهري للعائلة الزنجبيليّة. 4
الشكل 03:التوزّع الجغرافي للعائلة الزّنجبيليّة. 4
الشكل 04 : نبات الزّنجبيل (السّاق، الأزهار، الأوراق،الجذور). 6
الشكل 05: جذمُور نبات الزّجبيل. 7
الشكل 06: الجزء الهوائي والجذري لنبات الزّنجبيل. 8
الشكل 07:النّورات الزّهرية وأزهار الزّنجبيل. 9
الشكل 08: مختلف البنيات المسؤولة عن تشكل و تجميع الزيوت الأساسية. 18
الشكل 09: بنية وحدة الإيزوبرين (C5)isoprene. 20
الشكل 10: بنية بعض التربينات الأحاديّة. 21
الشكل 11: البنية الكيميائيّة لبعض السسكويتربينات Sesquiterpenoids. 21
الشكل 12: البنية الكيميائيّة لبعض المركبات العطرية Phenylpropanoid. 22
الشكل 13: جهاز Clevenger المستعمل في عملية التّقطير المائي لاستخلاص الزّيوت. 27
الشكل 14: بعض المركبات التي يتم إفرازها خلال التضاد البيوكيميائي وأماكن إفرازها. 30
الشكل 15: التأثير المباشر وغير المباشر لمركبات التضاد البيوكيميائي. 30
الشكل 16: نسبة إنبات بذور *Triticum durum L.* المعالجة بمستخلص زيت الزنجبيل عند تراكيز مختلفة. 47
الشكل 17: نسبة إنبات بذور *Triticum vulgare L.* المعالجة بمستخلص زيت الزنجبيل عند تراكيز مختلفة. 47
الشكل 18: نسبة إنبات بذور *Lens culinaris* المعالجة بمستخلص زيت الزنجبيل عند تراكيز مختلفة. 48
الشكل 19: نسبة تثبيط الإنبات IP، الجذيرRIP والسويقة SIP المسجلة لبذور *Triticum durum L.* المعاملة بمستخلص زيت الزنجبيل عند تراكيز مختلفة. 49
الشكل 20: نسبة تثبيط الإنباتIP ، الجذيرRIP والسويقةSIP المسجلة لبذور *Triticum vulgare* L. المعاملة بمستخلص زيت الزنجبيل عند تراكيز مختلفة. 50
الشكل 21: نسبة تثبيط الإنبات IP ، الجذيرRIP والسويقة SIP المسجلة لبذور *Lens culinaris* المعاملة بمستخلص زيت الزنجبيل عند تراكيز مختلفة. 51

قائمة الجداول

الجدول 01: التّصنيف النّباتي للزّنجبيل *Zingiber officinale*.....10
الجدول 02: المركّبات الحيويّة الأساسيّة للزّنجبيل *Zingiber officinal* 11
الجدول 03: المركّبات الغذائيّة للزّنجبيل *Zingiber officinale*. 11
الجدول 04: الدّول المنتجة لنبات الزّنجبيل *Zingiber officinale* 12
الجدول 05: نباتات تُنتج الزّيوت العطريّة. 17
الجدول 06: الاستعمالات العلاجيّة الشّائعة لبعض الزّيوت الأساسيّة.....24
الجدول 07: البذور المعاملة بالزيت الأساسي لنبات الزنجبيل *Zingiber officinale*. 39
الجدول 08: الكميات المستعملة لتحضير التراكيز الثلاث للزيت الأساسي. 39
الجدول 09: الإختبارت الأولية للإنبات. 40
الجدول 10: نتائج الكشف عن المركبات الكيميائية الفعالة في نبات الزنجبيل *Zingiber officinale*.....44

قائمة الصور

الصورة 01: عملية تجفيف شرائح الزنجبيل.....35
الصورة 02: عملية استخلاص الزيت الأساسي بجهاز Clevenger 36
الصورة 03: اختبار الإنبات للنوع *Lens culinaris* تحت تأثير التراكيز الثلاثة لزيت نبات الزنجبيل 41
الصورة 04: اختبار الإنبات للنوع *Triticum durum L.* تحت تأثير التراكيز الثلاثة لزيت نبات الزنجبيل 42
الصورة 05: اختبار الإنبات للنوع *Triticum vulgare* L. تحت تأثير التراكيز الثلاثة لزيت نبات الزنجبيل.....42
الصورة 06: نتائج الكشف اللوني للمركبات الفعالة في نبات الزنجبيل 43
الصورة 07: نتائج اختبار الإنبات للنوع *Triticum durum* L. تحت تأثير التراكيز الثلاثة لزيت نبات الزنجبيل.....45
الصورة 08: نتائج اختبار الإنبات لنبات العدس *Lens culinaris* تحت تأثير التراكيز الثلاثة لزيت نبات الزنجبيل 45
الصورة 09: قياس RL و SL للنوع *Triticum durum L.* 46
الصورة 10: قياس RL و SL للنوع *Lens culinaris* 46

قائمة الاختصارات

DMSO: Dimethyl sulfoxide

EOC: Essential oil concentration

EOY: Essential oil yield

GC: Gaz chromatography

GC–MS: Gas Chromatography–Mass Spectrometry

GP: Germination percentage

IAS: International Allelopathy Society

IGP: Germination inhibition percentage

IP: Inhibition percentage

MS: Mass spectrometry

OE Essential oil

RIP: Root inhibition percentage

RL: Root length

ROS: Reactive Oxygen Species

SIP: Shoot inhibition percentage

SL: Shoot length

SOD: Superoxide dismutase

TLC: Thin-layer chromatography

W: Witness

مقدمة عامة

مقدمة عامة

كان الإنسان منذ القدم في اتصال وثيق مع بيئته، واستغل مكوناتها من أجل تلبية حاجياته من ملبس وغذاء ودواء. حيث استعمل لهذا الغرض مختلف النباتات التي خلقها الله عز وجل على هذا الكوكب. تطور استغلال الإنسان للنباتات في مجال تحضير الطعام والعلاج على حدٍّ سواء من خلال التجربة والخطأ. تم نقل التجارب والمعلومات حول النباتات الطبية التي أُستُخدِمت تدريجيا من جيل إلى جيل، وأصبحت هذه النباتات مع تقدم السنوات محل اهتمام ومورد طبي في جميع أنحاء العالم. سعى الإنسان إلى اكتشاف المواد النباتية ودراسة مركباتها الكيميائية لاستغلالها في مجال صناعة الأدوية كمصدر طبيعي وآمن بدل المركبات الصناعية.

تتميز المركبات النباتية بنشاطها الواسع تجاه الخلايا البشرية، البكتيريا، الفطريات، الفيروسات والطُّفيليات. تَنتُج هذه المركبات عن الأيض الثانوي وتلعب دورا رئيسيا في تكيُّف النباتات مع بيئتها، حيث تستعملها النباتات للحماية من مختلف الأمراض والحشرات التي تتغذى عليها وتُخرِّبُها، وتستعملها أيضا في التنافس مع النباتات المجاورة لها من أجل التكاثر. من بين المركبات النباتية النشطة بيولوجيًّا: القلويدات، الفلافونويدات، الكومارينات، الصّابونيات والزُّيُوت الأساسيَّة. (Jain, et al., 2019)

يعتبر التنافس بين محاصيل النباتات الإقتصادية أو بين النباتات الإقتصادية والحشائش الضارة أحد أهم المشاكل في قطاع الزراعة. ويكون التنافس على امتصاص المياه والمغذيات بجميع أنواعها، هذا ما يؤدي إلى ضعف التغذية عند النبات وبالتالي ضعف إنتاجية المحاصيل. وتُعرف هذه الظاهرة بالتضاد البيوكيميائي أو الأليلوباثي (Allelopathy) أي تأثير نبات على نباتات أخرى من خلال إطلاق مركبات كيميائية (Allelochemicals) عن طريق إفرازات الجذور أو التطاير من خلال إطلاق الزيوت الأساسية، والتي تعتبر أحد أهم المركبات الفعالة في النباتات عموما وفي ظاهرة الأليلوباثي على وجه الخصوص. يكون تأثير هذه المركبات سلبي أي تثبيط النبات وكبح نموه أو تحفيزي من خلال تعزيز نمو النبات. (El Sawia, et al., 2019)

تسمح الخاصية الأليلوباثية للنباتات بفتح مجال البحث لدراسة تأثير المركبات الفعالة في هذه الظاهرة، من أجل استغلالها في التنمية الزراعية للمساهمة في رفع إنتاجية المحاصيل وصنع مبيدات طبيعية وآمنة للحشائش الضارة بالمحاصيل الزراعية.

في هذا السياق، ركزت دراستنا على تحديد تأثير زيت أحد النباتات الطبية الأليلوباثية وهو الزنجبيل، على ثلاثة أنواع من النباتات ذات الأهمية الإقتصادية. تم تقسيم هذا العمل إلى جزئين، الجزء الأول يحتوي على دراسة مرجعية مقسمة إلى ثلاثة فصول. الفصل الأول قدمنا فيه الوصف النباتي للعائلة الزنجبيلية ونبات الزنجبيل، الفصل الثاني عبارة عن عموميات حول الزيوت الأساسية، الفصل الثالث يشمل تعريفا لظاهرة التضاد البيوكيميائي (الأليلوباثي) وآلية عمل المركبات الأليلوباثية. الجزء الثاني قُسِّمَ

إلى فصلين، الفصل الأول شمِل وصف كامل للوسائل المستخدمة والطرق المتبعة لاستخلاص الزيت الأساسي للزنجبيل واختبار الإنبات، إضافة إلى الكشف اللوني عن المركبات الفعالة في جذمور الزنجبيل. وتم عرض النتائج ومناقشتها في الفصل الثاني.

الدراسة المرجعية

الفصل I : الوصف النباتي

1. العائلة الزّنجبيليّة

1.1 الوصف النّباتي

الزّنجبيليّة عائلة نباتيّة من أحاديّات الفلقة تشمُل النّباتات العطريّة المعمِّرة والتي تملك خلايا إفرازيّة تحتوي على زيوت عطريّة، تيربينات ومركبات فينيل بروبانويد. (Bremer, et al., 2009) تضمّ هذه الفصيلة حوالي 50 جنسًا و1500 نوع مُوزّعة في المناطق الاستوائيّة لكلٍّ من آسيا، إفريقيا وأمريكا، وتُعتبر نباتات عُشبيّة لها جذامير غالبا ما تأخذ شكل بُصيلات. (Grugeau, 1995)

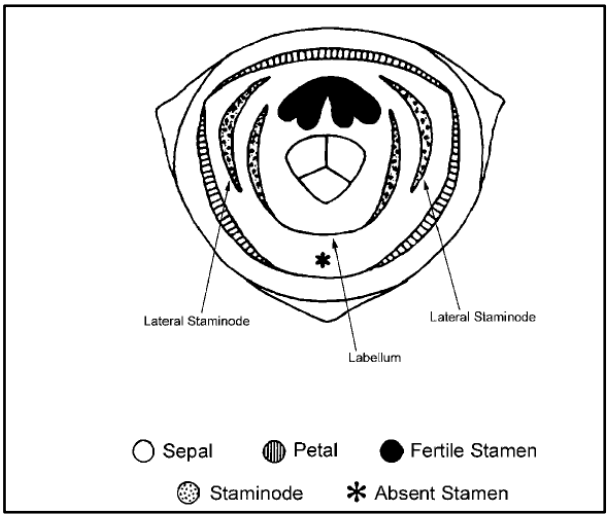
الجُزء الخضري لنباتات العائلة الزّنجبيليّة عبارة عن أعشاب عطريّة طويلة ومعمّرة لها جذمور متفرّع يُعطِي عدّة سيقان هوائيّة كل عام. كلّ ساق يحمل مجموعة من الأوراق رُمحيّة الشّكل، حيث يُشكّل الجزء الأكبر من الأوراق السُّفليّة غِمد الورقة. (Bouzabata & Ziouche, 2013) الأوراق العُلويّة قاعديّة ومتناوبة أو مُتموضِعة بشكل حلزوني. (Dupont & Guignard, 2012)

حسب Grugeau (1995) فإنّ نصل الورقة له تعريق متوازي وذلك لاحتوائه على عرق أساسي بارز وعروق ثانوية متوازية. غمد الورقة مشقوق طوليّا، أمّا القُنابات (Bracts) فهي دائمة وفي الغالب لونُها أصفر أو أحمر وكل قُنابَة تحمي زهرة واحدة.

الجُذمور (Rhizome) عبارة عن ساق تنمو أفقيًّا تحت الأرض، له عُقد جذريّة (Root nodule) وجذُور عَرَضيَّة، سَميك، مُتفرّع وعطري لاحتواء النّسيج الحشوي (Parenchyme) على زُيوت عطريّة. (Angèle, 2017) النّورة الزّهريّة (Inflorescence) طرفية في نهاية السّاق أو مُنبثقة من الجُذمُور حيث تخرُج من التُّربة إلى جانب سيقان الأوراق. (Spichiger, et al., 2016)

$$S+3P+IE+3C$$

الشكل 01: الصّيغة الزّهرية للعائلة الزّنجبيليّة. (Spichiger, et al., 2016)



الشكل 02: المخطط الزّهري للعائلة الزنجبيليّة. (Kress, et al., 2002)

2.1 الموطِن الأصلي

تُعتبر آسيا الاستوائية الموطن الأصلي للعائلة الزّنجبيليّة، تتواجد خاصّة في ماليزيا وإندونيسيا، ويُمكن أن نجدها أيضًا في المناطق الحارّة والاستوائية لكل من إفريقيا وأمريكا.(Gigon, 2012)

3.1 التوزُّع الجغرافِي

جنوب شرق آسيا (خصوصًا إندونيسيا والفيليبين)، الصّين، الهند، المناطق الإستوائيّة لإفريقيا(نيجيريا)، المناطق الإستوائيّة لأمريكا. (Grugeau, 1995)

الشكل 03:التوزّع الجغرافي للعائلة الزّنجبيليّة. (Stevens, 2008)

2. نبات الزّنجبيل

1.2 الزّنجبيل عبر التّاريخ

منذ أكثر من 3000 سنة أُستُخدِم الزّنجبيل كنبات طبّي وبهار أساسي في الهند التي كانت الموطن الأصلي لهذا النّبات، ومن هُناك انتشر الزّنجبيل بسرعة بفضل التّجارة، من جميع أنحاء جنوب شرق آسيا وصُولا إلى غرب إفريقيا ومنطقة البحر الكاريبي. يُعتبر نبات الزّنجبِيل واحدة من أقدم النّباتات الطّبية المعروفة لدى النّاس ومن أقدم التّوابل الشّرقية. (Gigon, 2012)

أُستُخدِم الزّنجبيل منذُ العُصُور القدِيمة في الهند والصّين كعلاج في المجال الطّبي وكان معروفا عند أطبّاء اليونان وذكرهُ أطبّاء العرب، حيث ورد في "القانون في الطّب" لابن سينا وفي العديد من المصنّفات التي وضعها العُلماء المسلِمُون. كما أنّ المِصريِّين القُدامى استعملوا الزّنجبيل في تقنيات التّحنيط. (Ali, et al., 2008)

2.2 الأصل النّباتي

عُرفت زراعة الزّنجبيل في آسيا منذ آلاف السّنوات وتُعتبر جنوب شرق آسيا الموطن الأصلي لهذا النّبات. في القرن السادس عشر تم تصدير الزنجبيل بكميات كبيرة من جُزر الأنتيل إلى إسبانيا كما أنّه دخل كل من جمايكا وجزر الكاريبي بفضل الإسبان. (Stoll, 2002) يتمّ إنتاج الزّنجبيل في كلٍّ من الصِّين، ماليزيا، الهند، تايلاند والفيتنام. (Yudthavorasit,et al., 2014)

3.2 التّسمية

مُعظم الأسماء التِي سُمِّيَ بها الزّنجبيل أصلُها يونانيّة «Zinggiberie»، ثم لاتينيّة «Zingiber»، إضافةً إلى هذه الأسماء نجد: «Singabera» وهي ترجمة لاسم الزّنجبيل بالسنسكريتيّة، لغة قديمة في الهِند والتي تعني "الجسد"، "الجذر" أو "على شكل قرن" وهذه التّسمية راجعة لشكل الجِذر. هذا الاسم مُشتق أيضًا من الفارسية «Zungebil» ومن العربيّة «زَنجَبِيلْ». (Bruneton, 2002)

4.2 الاسم العامّي

بالعَربيّة: زنجبِيلْ

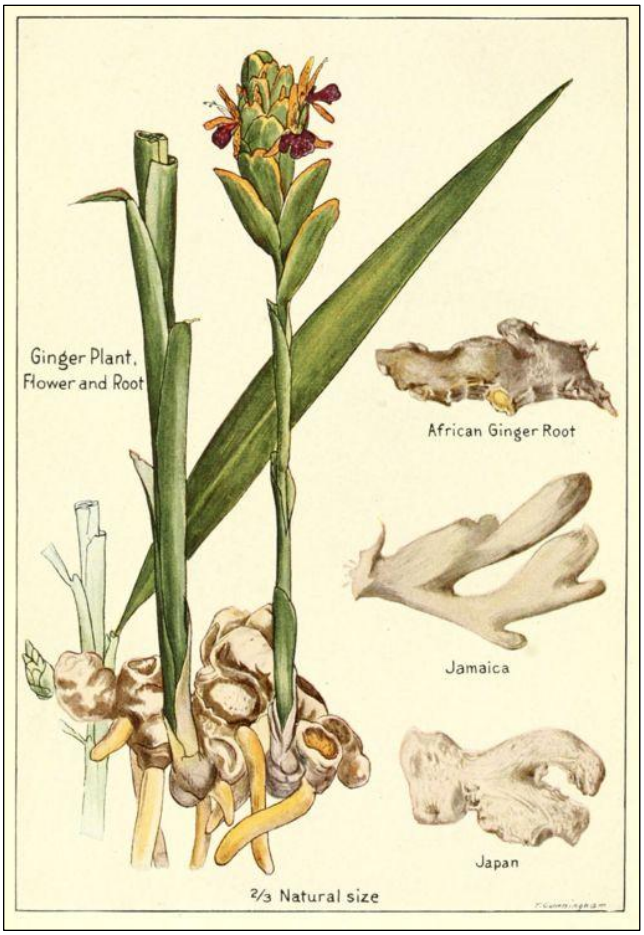
بالإنجليزيّة: Ginger

بالفرنسيّة: Gingembre

5.2 الوصف المورفولوجي للزّنجبيل

الزّنجبيل نبات عُشبي، عطري ومُعمِّرْ من العائلة الزّنجبيليّة، موطِنُه الأصليّ آسيا الاستوائيّة، ورقُه رُمحيُّ الشّكلِ وأخضر اللّون، زهرُه أصفر ذو بتلات أرجُوانيّة يظهرُ عادةً في الخريف. الجذَامِيْر (الرّيزومات) هي الجُزء المستعمَل يبطلغ طولها 1متر، تخرج منها عدة سيقان هوائِيَّة. (زلماطي، 1993) يتميّز الزّنجبيل بلونه السّنجابي أو الأبيض المصفرّ وله رائحة نفّاذة يُعرف بِها كما أنّ طعمهُ حار لاذِع، ترجعُ رائحتهُ العِطريةُ المميّزةُ لوجود زيت طيار يحتوي على التربين(Terpene) ، بينما يرجعُ طعمهُ اللاَّذع الحارّ إلى وجود مادّة الفينول. (عزّت و عارف، 1997)

هُناك حوالي 100 تنوُّعِيَّة من الأنواع التي نادرًا ما نجدُها في البريّة، وهذا ما يتعلّق بالنّوع " *Zingiber officinale*". تنتشرُ زراعة هذا النوع للحُصول على الرّيزومات (الجذامير)، وهي عبارة عن ساق أرضية غير منتظمة الشكل، تُستغَلُّ اقتصادياً لوجود مادةِ الجِنجِرِ فيها. (Baraga, et al., 2006)



الشكل 04 : نبات الزّنجبيل (السّاق، الأزهار، الأوراق،الجذور). (W.N, 2013)

6.2 الدّراسة الحيويّة لنبات الزّنجبيل *Zingiber officinale*

حسب Faivre وآخرون (2006) ينتمي نبات الزّنجبيل إلى العائلة الزّنجبيليّة التي تنتمِي إلى طائفة ذوات الفلقة الواحِدة حيث يتكوّن من جُزئين:

1.6.2 الجهاز الخضري Vegetative parts

1.1.6.2 الجهاز الجذري

عِبارة عن جذامِير أفقيّة ومُتفرّعة ذات لون بُنّي فاتِح، تنمو تحت سطح التُّربة وتخرجُ منها سيقان هوائيّة، تُصبِح هذه الجذامِير ليفيّة أكثر فأكثر مع تقدُّم العُمر.(Faivre, et al., 2006) رائحتُها عطريّة للغاية ولها مذاق حارّ ولاذِع. (Gigon, 2012)

الشكل 05: جذمُور نبات الزّجبيل. (Tregaskis, 2018)

2.1.6.2 الجهاز الهوائي

يتكوّن هذا الجُزء من أوراق طويلة رُمحيّة إلى شريطيّة رُمحيّة تضيقُ في اتِّجاه القاعدة ويصل طولها إلى 15-30 سم وعرضها 1.8سم، الأوراق مُتموضِعة على ساق يصِل ارتفاعُها إلى 1.5 متر، وقد يصِل أحيانا إلى 3 أمتار.(Braga, et al., 2006; Gion,2012) حيث نجد نوعان من السّيفان، السّيقان العُلويّة والتي تكُون عقيمة وتحمل أوراق مُتناوِبة، طويلة وضيّقة. السّيقان السُّفليّة والتي تُستخدم للتّكاثُر ولا تحمل أيّة أوراق. (Braga, et al., 2006)

الشكل 06: الجزء الهوائي والجذري لنبات الزّنجبيل. (W.N., 2014)

2.6.2 الجهاز التّكاثري: Reproductive parts

النَّوراتُ الزّهرية (Inflorescences) سُنبليَّة وغليظة، طولها 5-9 سم وعرضها 2,5 سم، كثيفةٌ الأزهار، شِمْراخُها (مِحوَرُ النَّورة) أقصرُ من طولِ الورقة. تكون محمُولة بواسطة الجُزء الطّرفي للسّيقان الأقصر طولاً، أو تنبثِق مباشرة من الجُذمور وبالتالي تخرج من الأرض (Botineau , 2010)

حسب Faivre وآخرون (2006) تخرج الزّهرة من إبط قُنابة خضراء ذات حافات صَفراء، وهي بيضويّة الشكل طولها نحو 2,5 سم. أزهار نبات الزّنجبيل لها رائحة عطِرة وتتميّز بلونها الأصفر والأبيض.

الشكل 07:النّورات الزّهرية وأزهار الزّنجبيل. (Alastair ، 2012)

حسب Sharma (2017) فإنَّ الغلافُ الزّهريُّ الذِي يحمِي الأعضاء التَّكاثُريَّة مُكوّن من ثلاث سبلاتٍ مُلتحِمَة وثلاث بتلات. البَتلات خضراء مصفرّة، يصل كلٌّ منها إلى حوالي 1,8 سم ويزيدُ طولها على طول الجزء الشفوي من التُّوَيْج الذي يتميّزُ بوُجودِ بُقع قِرْمِزيَّة داكنة مشُوبة باصفرار. الجهاز التّكاثري الذّكري عبارة عن سُداة لهامِئْبَر ثُنائي (Bilocular anthers) حيثُ تتموضَع بشكل مركزِي مِمَّا يُسَهِّل عمليّة الإلقاح.

الجهاز التّكاثري الأنثوي مُكوّن من ثلاث كربلات ذات تموضُع محوري مُلتحِمة ومُغلقة. (Botineau, 2010)

حسب Ross (2010) و سيد علي (1993) يحدث الإزهار بين شهرَيّ أوت ونوفمبر. الثِّمار عبارة عن كبسولات مُخطّطة غالِبًا ثلاثيّة التكافؤ تحتوي على بذور سوداء.

7.2 التّصنيف النّباتي للزّنجبيل

يمثّل الجدول رقم 01 التّصنيف النّباتي للزّنجبيل (*Zingiber officinale*) حسب ما قدّمه Singh و Singh (2019)

الجدول 01: التّصنيف النّباتي للزّنجبيل *Zingiber officinale*. (Singh & Singh, 2019)

Kingdom	**Plantae**
Division	**Spermatophyta**
Sub– Division	**Angiospermae**
Class	**Monocotyledoneae**
Order	**Zingiberales**
Family	**Zingiberaceae**
Genus	***Zingiber***
Species	***Z. Officinale***

8.2 المركّبات الكيميائيّة الفعّالة في الزّنجبيل :

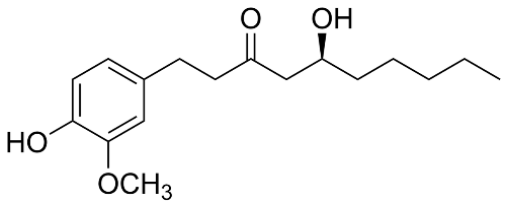
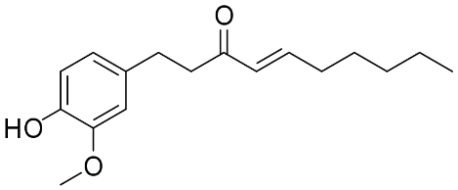
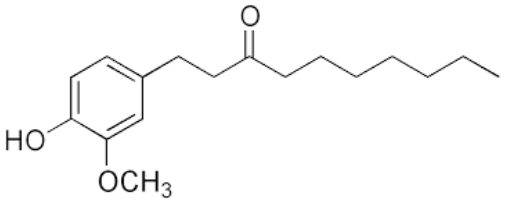
حسب Akter Mele (2019) أغلب المركّبات الكيميائيّة للزّنجبيل تتواجد بالجذمُور والتي تشمُل أساسًا:

- النّشاء (60%)، بروتينات وليبيدات (10%)، 10 إلى 40 مل/كغ زيت أساسي (مُتطاير) والذي يتكوّن من: وحيدات التربينات (Monoterpenoids) ووحيدات ونصف التربينات (Sesquiterpenoids)، حيث تُشكّل وحيدات ونصف التّربينات المرّكب الأساسي(30% إلى 70% من الزّيت الأساسي) وتعتبر مركبات هذه الزّيوت متغيّرة حسب الأصل الجغرافي، شروط الزراعة وإذا كانت الجذَامِير جافة أو طازجة. (Kumar, et al., 2012)
- الأوليوريسين (Oleoresin) يحتوي على مركّبات فينوليّة مسؤولة عن الطّعم اللاّذِع (shagoal, gingérol, paradol, zingerone) (Zadeh & Kor, 2014)
- يحتوي الزّنجبيل أيضًا على بعض الفلافونويدات

(quercetin, rutine, fisetine, morine, gallic acid, ferulic acid, vanillic acid)

(Ghasemzadeh, et al., 2010)

الجدول 02: المركّبات الحيويّة الأساسيّة للزّنجبيل ***Zingiber officinal*** (**Ali, et al., 2008**).

Gingerol	
Shogaol	
Paradol	

9.2 القيمة الغذائيّة والطّاقوية لنبات الزّنجبيل ***Zingiber officinal***

الجدول التّالي يُلخّص القيمة الغذائيّة والطّاقويّة لكل 100 غرام من مسحوق جذمُور الزّنجبيل.

الجدول 03: المركّبات الغذائيّة للزّنجبيل ***Zingiber officinale*** (**Yang, et al.,2009; Kubra et Mohan Rao,2012; Rashidian, et al., 2014; Singh, 2015**)

المركّب الغذائي	الكميّة في كل 100 غرام
Lipids	6.24 غ
Protein	8.98 غ
Energy	332 (Kcal)
Water	9.94غ
Oil	
Omega 3	0.223 غ
Omega9	0.375 غ
Carbohydrates	57.5 غ

Sugar	334 غ
Fibers	14.1 غ
Minerals and trace elements	
Calcium	114 ملغ
Copper	0.48 ملغ
Iron	19.8 ملغ
Magnesium	214 ملغ
Phosphorus	168 ملغ
Potassium	1320 ملغ
Sodium	27 ملغ
Zinc	3.64 ملغ
Vitamins	
Vitamin A	18 ميكروغرام
Vitamin B1	0.046 ملغ
Vitamin B2	0.17 ملغ
Vitamin B3	9.62 ملغ
Vitamin B5	0.447 ملغ

10.2 إنتاج الزّنجبيل

يمثل الجدول رقم (04) ترتيب الدّول العشرة الأكثر إنتاجا لنبات الزّنجبيل في العالم حسب Bhas و Kizhakkayil (2011)

الجدول 04: الدّول المُنتجة لنبات الزّنجبيل *Zingiber officinale*. (Bhas & Kizhakkayil, 2011)

N°	Country	Production (Tonnes)
1	India	683000
2	China	425000
3	Nepal	235033
4	Indonesia	232669
5	Nigeria	160000
6	Thailand	140000
7	Bangladesh	69000

8	Japan	57835
9	Cameroon	46350
10	Philippines	28216

11.2 مجالات استعمال نبات الزّنجبيل:

1.11.2 الغذاء

يُعتبر الزّنجبيل أحد المكوّنات الأساسيّة لتوابل الطّبخ خاصّةً في آسيا. يُستعمل بشكل مبشور لإضافة نكهة لأطباق اللّحوم والأسماك والمأكولات البحريّة. يُمكن نقعه في الماء للحصول على شراب الزّنجبيل أواستخدام هذا الماء بإضافته إلى الأطباق. يُستخدم الزّنجبيل أيضًا في صُنع الحلويّات والحساء والصّلصات. في المغرب الكبير يتمّ استخدامه على شكل مسحوق في الأطباق. كما يُمكن استعماله لصنع مربّى الزّنجبيل. (Angèle، 2017)

2.11.2 الاستعمالات الطّبيّة

حسب زلماطي (1993) فإنّ الزّنجبيل من النباتات ذات الاستعمالات الطبيّة لفوائده العديدة، فهو يهدّئ الأمعاء ويسكّن المغص، كما أنه يحلل الرياح الغليظة الحادثة في الأمعاء والمعدة ويطردها، ويساعد على هضم الطّعام.

يعتبر ماء الزنجبيل المقطر من الأدوية الجيدة لعلاج أمراض العين، ويدخل الزنجبيل في الأدوية التي لها خواص توسيع الأوعية الدموية بالإضافة إلى أنه يستخدم كمتبل في الأطعمة لأنه يفتح الشهية، أيضًا، الزّنجبيل مضاد لداء حفر الأسنان ونافع للأمراض الصّدرية.

3.11.2 التأثير المضاد للأكسدة

حسب Singh وآخرون (2014) فإنّ الزّنجبيل يحتوي على حوالي 40 مركب مضاد للأكسدة، وقد تم التأكد من خاصية الزنجبيل المضادة للأكسدة من خلال تحفيز بعض الإنزيمات المسؤولة عن هذه الفعالية مثل إنزيم الكاتالاز (Catalase) و سوبر أكسيد ديسميوتاز (Superoxide dismutase).

يُساعد الزّنجبيل على مُحاربة الأكسدة التي تُسبّب السّرطان حيثُ يمنع نمو خلايا سرطان البروستاتا، كما يساعد على محاربة الأكسدة التي تسبب أمراض القلب، ويساهم أيضًا في القضاء على الخلايا السّرطانيّة في القُولون، إضافة لهذا يُعالج الزّنجبيل مشاكل تصلّب الشّرايين والماء الأبيض في العين. (Yadav, et al., 2016)

4.11.2 تأثير مضادّ للالتِهابات

حسب Choi وآخرون (2013) فإنّ الزّنجبيل وبفضل مكوّناته الأساسيّة (Gingerol,Paradol, Shogaol) يساعد على تخفيف بعض الآلام كآلام الكسور، آلام العضلات (التِهاب المفاصِل وهشاشَة العِظام والرُّوماتِيزم).

يعدل الزنجبيل بعض المسارات البيوكيميائية النّشِطة خلال الالتهاب حيثُ يُعتبر المركّب الأساسي gingerol-6 مُثبِّط قويّ لأحادي أكسيد النّيتريك، البروستاجلاندين E_2 من خلال تثبيط السيكلوأكسجيناز (COX-1، COX-2). (Yadav, et al., 2016)

5.11.2 تأثير مضادّ للبكتيريا والفيروسات

كشفت الدِّراسات الحديثة التِي أُجريت على زيت الزّنجبيل ومركّباته النّشِطة عن الخصائِص المختلفة لهذا النَّبات والتي تتمثّل في النّشاط التّنفُسِي المضادّ للفيرُوسات مثل فيروس نقص المناعة (VIH1)، والنّشاط المضادّ للبكتيريا حيثُ يُقلِّلْ هذا الأخير من أعراض الحُمّى، الإنفلونزا، السُّعال، االتهاب الحلق، الرّبو والحساسيّة.(Indrawati,et al., 2017)

6.11.2 الزّنجبيل والتّجميل

اِحتواء الزّنجبيل على المركّبات المضادّة للأكسَدة جعلَهُ يدخل مجال صِناعَة مُستحضرات التّجميل والعنايَة بالبشَرة بقوّة، فهو يعزّز صحّة الدّورة الدّمويّة في طبقات البشَرة، ويُساعد على تخفيف التّجاعيد والوقاية من علامات تقدُّم السِّن وهذا من خلال محاربته للجُذور الحُرّة التي تعُتبَر أحد العوامل الأساسيّة المسؤولة عن شيخوخة الجِلد. (Ujang, 2015)

الفصل II : الزيوت الأساسية

1. الزيوت الأساسية Essential oils

1.1 نواتج الأيض الثّانوي للنّبات Secondary Metabolism and Metabolites

الأيض الثّانوي هو تلك التّحولات البيُوكِميائيّة التي تُميّز النّباتات عن بقيّة الكائِنات الحيّة، نواتجه عبارة عن مرُكّبات أكثر تعقيدًا من مُرَكّبات الأيض الأوّلي، يستفيدُ منها النَّباتُ والإنسانُ على حدٍّ سواء. (Ncube & Staden, 2015)

العدِيد من مُرَكَّبات الأيض الثَّانوِي تُستعمل من طرف النَّبات للحمَاية من الهجمَات المسبِّبَة للأمراض أو الحشَرات التِي تتغذّى من الأعشاب والحشائِش، ولتقوِية التّنافُس بين النّباتات لأجل الإنتاش والتّكاثر. ولأنّها مُركّبات فعّالة جدًّا يستخدِمُها الإنسان في صُنع الأدويَة ومُستحضرات التّجمِيل وحتّى المبِيدات الحشرية. من بين هذه المرَكَّبات: القلويدات، الفلافونويدات، الجليكوزيدات، الكُومارينات، الصّابونيا والزُّيُوت العِطريّة (الأساسيَّة أو الطّيَّارَة). (Guerriero, et al., 2018)

حسب (الحُسَيني و المهدِي، 1990) فإنّ الزّيوتُ الأساسيّة تُعدّ من نواتِج الأيض الثّانوِي الأكثر انتشارًا في المملكة النّباتِيّة والأكثر استعمالاً لدى الإنسان في مجالات متعدّدة كالطِّب والصَّيدلَة والتَّجمِيل.

2.1 الزُّيُوت الأساسِيّة (EO)

أُستُعمِلَ مُصطلح الزَّيُوت الأساسِيّة (Essential Oils) لأوَّل مرّة في القرن السّادِس عشر والمستوحَى من الاسم "Quinta essential" الذي سمَّى بهِ العالِمُ السُّوِيسريُّ Theophrastus von Hohenheim المستخلصَات النّباتِيّة التِي تحصَّلَ عليها بواسِطة عمليَّة التّقطِير، ويعنِي هذا الاسم جوهَر النَّبات. وعلى عكس ما يُوحِي بِه مُصطلح "الزُّيُوت" فإنّ الزُّيُوت الأساسِيَّة لا تحتوِي على دُهُون، وليست أساسِيّة بمعنى أنّهَا ضرُورِيّة للنُّمو أو الأيض.(Hart, et al., 2008; Brut, 2004)

سُمِّيت الزُّيُوت الأساسِيَّة أيضًا بالزُّيُوت الطَّيَّارَة لأنَّها تحتوِي على مُرَكَّبات تتطاَيرُ ووتتبخَّرُ في الهواء عند درجات الحرارة العاديّة دُون أن تَتحلّل، (Bakkali, 2008) وبالزُّيُوت الإيثيريّة (Etherial Oil) لأنّها تذُوب في محلول الإيثر، وسُمِّيت كذلِك بالزُّيوت العِطريّة لرائِحتِها العطريّة.(Butnariu & Sarac, 2018)

حسب ما قدّمه كلّ من Schiller وSchiller (1994) و Wildwood (1996) فإنَّ الزُّيوت الأساسية عبارة عن خليط من الهيدروكربونات المشبعة وغير المشبعة والكحول، الألدهيدات والإسترات والإيثرات والكيتونات وأكسيدات الفينول والتربينات، والتي قد تُنتِج روائح مُميّزة.

تتواجد الزّيوت الأساسية في أماكن مختلفة من النّبات، كأعضاء التّخزين، الزّوائد الشعرية (السّطحيّة) (trichomes)، خلايا متخصّصة أو حتّى في المساحات بين الخلايا.(Kumar, et al., 2000)

3.1 تعريف الزُّيُوت الأساسيَّة

الزُّيُوت الأساسِيَّة عِبارة عن خلِيط من المركَّبات العِطريّة والطّيارة التِي تَنتُج عن عمليّة الأيض الثّانوي للنَّباتات العِطريّة، ويتمّ الحُصُول عليها بواسطة طُرق الاستخلاص المتعدّدة، (Burt, 2004) وهي قابلة للذّوبان في المذِيبات العُضويَّة كالكلوروفروم، الإيثانُول والإيثير، كثافتُها أقلُّ من كثافة الماء ولا تذوب فِيه، يتغيّر لونُها وتزدادُ لزوجَتُها إذا تعرَّضت للهواء كما أنّها سريعة الاشتِعال وتتبَخّر بسرعة وبشكلٍ كامل عكس الزُّيُوت الدُّهنيَّة. (عبد الجلِيل، 2009)

حسب الحُسَينِي والمهدِي (1990) فإنّ الزُّيُوت الطَّيارة ماهي إلاَّ مُركَّبات عُضويَّة التَّمثِيل، تربينيّةُ التَّكوِين تتواجد داخل البروتوبلازم على شكل مُستحلَب وتمِيل إلى التَّجمُّع في قطرات كبيرة الحجم

على عكس الزُّيُوت النّباتيَّة تكُون الزُّيُوت الأساسِيَّة خالِية من الأجسام الدُّهنيَّة وغنيَّة بالأرواح النَّباتِيَّة (Essences) وهي عِبارة عن إفرازات غالِبًا ما يُفرزُها النّبات إلى الخارِج عن طريق قنوات الإفراز من خلال أسطُح الأوراق أو الزُّهُور، تنشُرُ معها رائِحة مُمَيَّزة وهي عِطر النّبات. (Anton & Lobstein, 2005)

تُسمّى الزّيوت الأساسيّة أيضًا بالزّيوت العطريّة (Aromatic oils)، الزّيوت الأثيريّة (Ethereal oils) أو الزّيوت الطيّارة(Volatile oils) (Butnariu & Sarac, 2018)

4.1 توزيُعها في المملكة النّباتيّة

حسبَ الدِراسات التِي أجراها كلّ من عمر وهيكل (1993)، تتواجد الزُّيُوت الأساسيَّة في أكثر من 3000 نوع نَبَاتِي وفِي حوالِي 60 عائِلة أهمُّها:

العائِلة الخيمِيَّة Umbelliferae

العائِلة القرفيَّة Lauraceae

العائِلة الصّنوبريّة Pinaceae

العائِلة الزّنجبيليّة Zingiberaceae

حوالي 10% من النّباتات فقط قادِرة على إنتاج الزُّيُوت الطّيّارة والتِي تُسمَّى نباتات عِطريّة (Balz, 1986) وتُستعمل هذه النّباتات في العلاج العطري أو ما يُعرف بطبّ الرّوائح (the aromatherapy). (Babar, et al., 2015)

5.1 مكان تواجدها في النّبات

تتواجد الزّيوت الأساسيّة في العديد من العائلات النّباتيّة بكميّات مُعتبرة، وتختلف في أماكن تواجدها وتخزينها في أعضاء النّبات باختلاف الأنواع النّباتية، فقد تتواجد في بتلات الأزهار، الأوراق، السّيقان، الجذور، الخشب واللّحاء، الرّيزومات، الثّمار، الفاكهة أو البذُور، كما أنّ نسبة هذه الزّيوت في النّبات تتفاوت من نوع لآخر وقد تصل إلى16 -18 % أو تتضاءل إلى 0.02% (Babar, et al., 2015)

حسب الدّراسات التي قام بها Rabhi وآخرون (2009) و Butnariu وSarac (2018) فإنّ تصنِيع الزّيوت الأساسية وتجميعُها يعتمد على وجود بنية نسيجيّة مُتخصّصة، بحيثُ يكون التصنِيع في سيتوبلازم الخلايا الإفرازيّة، ثم تتجمّع داخل تراكيب خاصّة مثل: الشّعيرات الغديّة (Glandular hairs) كما في العائلة الشّفوية (Lamiaceae)، القنوات الزّيتية (Oil vittae) كما في العائلة الخيمية(Apiaceae) أو الغدد الزّيتية كما في العائلة السذبية (Rutaceae) . يختلف شكل وعدد البنيات النّسيجيّة الإفرازيّة من عائلة نباتيّة إلى أخرى ومن نوع لآخر، ويُمكِن أن نجد عدّة فئات من الأنسجة الإفرازيّة في نفس النّوع.

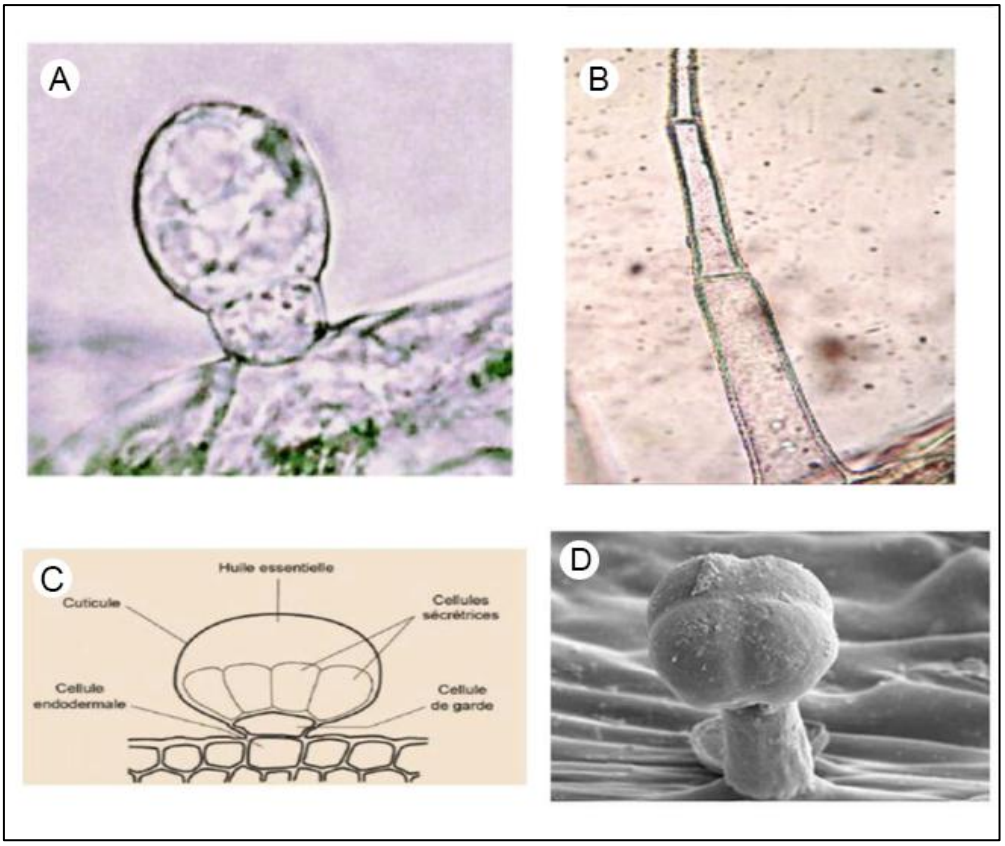
تتغيّر مركّبات الزّيوت الأساسية خلال مراحل تطوّر النّبتة بحيث تحتوي الشّتلة (Seedling) بشكل أساسي على الهيدروكربونات التّربينية وجزيئات بسيطة، بينما تحتوي الأعضاء التّكاثريّة على زيوت إثيريّة غنيّة بالمركّبات المؤكسجة (oxygenated compounds).(Nikolova & Georgieva , 2018)

الجدول 05: نباتات تُنتج الزّيوت العطريّة. (Babar, et al., 2015)

يوضّح الجدول التّالي بعض الزّيوت الأساسية وأجزاء النّبات التِي تحتوي على هذه الزّيوت.

الزّيوت الأساسيّة	أجزاء النّبات التي تحتوي على الزّيوت
اللّيمون البرماغي (Bergamote)، اللّيم أوالبَنْزَهِير(Lime)، البرتقال (Orange)، اليوسفي(Mandarine)	قشور الفاكهة
القرفة (Cinnamon)	اللّحاء
الإذخر اللّيموني أو حشيشة اللّيمون (Citronnelle) النّارنج (Bitter orange)، الباتشولي (Patchouli)	الأوراق
الخزامى (Lavender)، اللّقلقي (Geranium)، إكليل الجبل (Geranium)	كامل النّبة
الياسمين (Jasmine)، زهرة البرتقال (neroli)	الأزهار

يَلانْج أو يَنُون عذب (Ylang-ylang)	الأزهار
الزّنجبيل (Ginger)	الجذور



الشكل 08: مختلف البنيات المسؤولة عن تشكل و تجميع الزيوت الأساسية. (Rabhi, et al.,2009; Combrink, et al., 2007)

(A): الشّعيرة الغديّة لنبات النّعناع *Mentha pulegium*، (B): الشُّعيرة الإفرازية لنبات النّعناع (*Mentha pulegium*)، (C) الشّعيرة الغديّة: لنبات الربة (*Lippia scaberrima*)، (D): بنية الشّعيرة الغديّة لنبات الزّعتر (*Thymus vulgaris*)

6.1 وظيفة الزّيوت الأساسيّة في النّبات

حسب Mohammedi (2006) وSadraei وآخرون (2001) وBekhchi وAbdelouahid (2010) فإنَّ الدّور الوظيفي للزّيوت الأساسيّة لا يكمن تحديده بشكل واضح ودقيق، ولكن يمكن القول أنّ لها دور في التّفاعلات النّباتيّة حيث تعمل على إبعاد بعض الحشرات أو جذبها إلى الأزهار من أجل عملية التأبير، تكبح الإنتاش وتعمل

على مقاومة المواد السّامة لبعض المركّبات النّاتجة عن عملية الهدم الكيميائي داخل الأنسجة النّباتيّة، كما أنّها تعتبر عُنصر طاقوِي تُسهّل بعض التفاعلات الكيميائية وتعمل كمواد طبيعية طاردة أو قاتلة للآفات الفطرية والبكتيرية المسببة للأمراض النباتية.

7.1 الخصائص الفيزيائيّة والكيميائيّة للزّيوت الأساسيّة

تتميّز الزّيوت الأساسيّة بقابليّتها للذّوبان في الكحول، الإيثر، الكلوروفروم وأغلب المذيبات العُضويّة المعروفة، في المقابل تكون قليلة الذّوبان في الماء. تكون سائلة في درجة الحرارة العاديّة عدا زيت الورد والينسون فهما يتجمدان عند درجة حرارة أقل. كثافتها أقل من كثافة الماء باستثناء زيت القرفة والقرنفل ودرجة غليانها متغيرة حيث تكون بين °160م و °240 م. تتميّز الزّيوت الأساسيّة أيضا بكونها مُتطايرة ولها رائحة عطريّة، كما أنّها عديمة اللّون ونادرًا ما تكون ملوّنة.لها معامل انكسار مُرتفع وأغلبها تُصبح مستقطبة في وجود الضّوء، لها خاصية الدوران الضوئي والذي يعد أهم اختبار لمعرفة نوعية الزيت ونقاوته.(Dhifi, et al., 2005; بلقسام،2017)

8.1 حفظ الزّيوت الأساسيّة وتخزينها

تتميّز الزُّيوت الأساسية بكونها مُتطايِرة وإذا ما تُرِكت في الهواء فإنّها تتبخّر بسرعة، والمعروف أنّ هذه الزّيوت تتأثّر بالضّوء والحرارة والعبوّات الزّجاجيّة السّوداء هي الأفضل لحفظ الزّيوت الأساسيّة، حيث أنّ اللّون الأسود يحمي الزّيت من التّغيير الذي قد يحصل جرّاء تعرّضه للضّوء، ولا يُفضّل استعمال العبوّات المعدنيّة التي يمكن أن تتفاعل مع الزّيت وتفسد مركباته. يمكن تخزين الزّيت لفترة تصل إلى 18 شهرا في الهواء الطّلق، وإذا تمّ تخزينها في الثّلاجة في درجة حرارة °05م -°10م تصل فترة التّخزين إلى خمس سنوات تقريبًا. (الفيّاض و العدوان، 2009)

9.1 التّركيب الكيميائي للزّيوت الأساسيّة

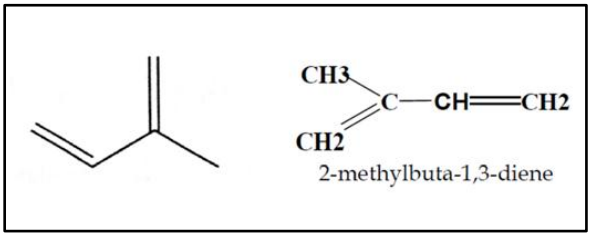
حسب الأبحاث التي قام بها Hassan و Soleimani (2016) وSaidi وآخرون (2017) الزّيوت الأساسيّة عبارة عن خليط من المركّبات المعقّدة (5000-7000 مركّب كيميائي) من بين هذه المركّبات توجد مركّبات أساسيّة تحدّد الخصائص البيولوجيّة للزّيت الأساسي، حيث تكُون نسبتها من 20% إلى 70% ، وتنتمي هذه المركّبات الأساسيّة إلى مجموعتين مختلفتين: مجموعة التّربينات، ومجموعة المركّبات العطريّة المشتقّة من حمض فينيل بروبان (phenylpropane). تكون المركّبات التّربينية هدروكاربونات أو مشتقات مؤكسجة :أكاسيد (oxides)، كحول(alcohols)، ألدهيدات(aldehydes)، كيتونات(ketones)، أحماض(acids).

10.1 المركّبات الأساسيّة للزّيوت الأساسيّة

1.10.1 المركبات التربينية Terpenoids

عرّف Chami (2005) التّربينات على أنّها المجموعة الأكثر تنوّعًا في المركّبات الثّانوية لدى النّبات، وهي عبارة عن مركّبات هدكربونية تتشكّل من وحدات تدعى الإيزوبرين isoprene (C5)، هذه الأخيرة عبارة عن بنية خماسيّة الكربون (C_5H_8) وحسب عدد وحدات الإيزوبرين يمكن تقسيم التربينات إلى عدة مجموعات:
التّربينات الأحاديّة Monoterpenoids (C_{10})، السسكويتربينات Sesquiterpenoids (C_{15})، التّربينات الثنائيّة Diterpenoids (C_{20})، التّربينات الثلاثة Triterpenoids (C_{30})، التربينات الرباعية Tetraterpenoids(C_{35})، التربينات المتعدّدة Polyterpenoid.

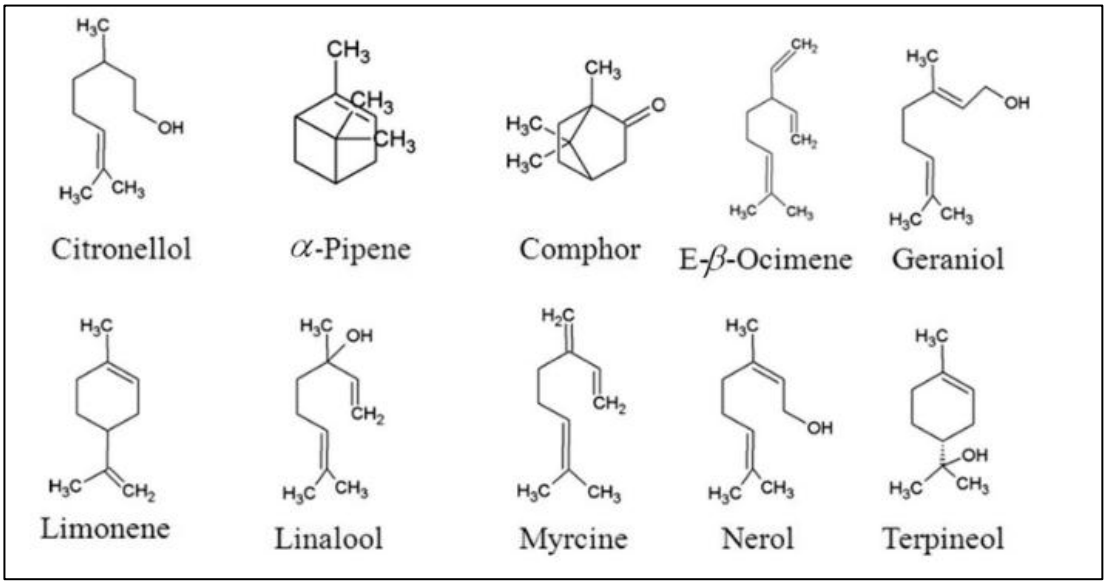
يعتبِرBakkali وآخرون (2008) التّربينات الأحاديّة والسسكويتربينات المركبات الأكثر تواجدا في الزّيوت الأساسيّة باعتبار وزنها الجزَيئي غير مرتفع أي طيّارة وتمثّل 90% من مركّبات الزّيوت الأساسيّة.



الشكل 9: بنية وحدة الإيزوبرين (C5) isoprene. (Mondal, 2018)

2.10.1 التربينات الأحادية (C10) Monoterpenoids

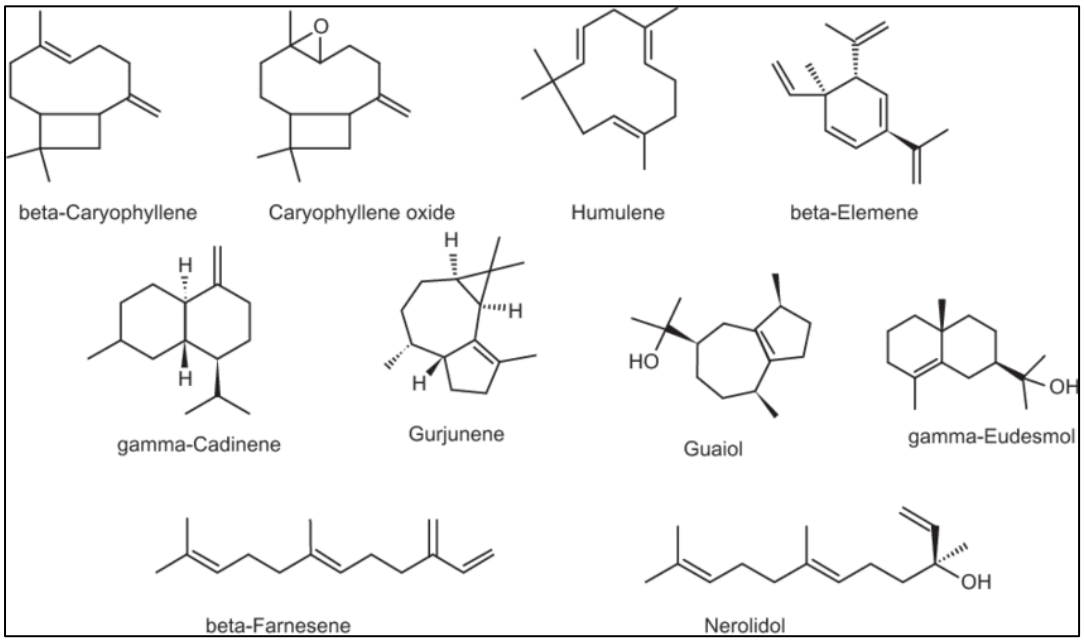
حسب Bruneton (2009) تَنتُج التّربينات من اتّحاد وحدتين من الإيزوبرين، ويمكنها أن تكون غير حلقيّة (geraniol, linalool, ociménes, myrcene) أو حلقيّة (carvacrol, thymol, pulegone, carvone,limonene, menthol, *p*-cymene) أو ثنائيّة الحلقة (sabinene, camphene, pinenes).



الشكل 10: بنية بعض التربينات الأحاديّة. (**Bhavaniramya, et al., 2019**)

3.10.1 السسكويتربينات **Sesquiterpenoids (C15)**

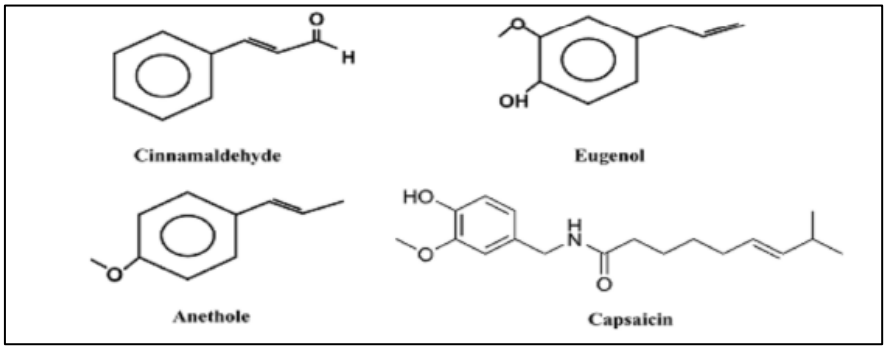
صيغتها العامّة ($C_{15}H_{24}$)، وهي عبارة عن مركّبات قد تكون غير حلقيّة أحاديّة أو ثنائيّة الحلقة أو متعدّدة الحلقات (β-caryophylene, β-bisabolene, longifolene) وقد تحتوي على المركّبات الكحوليّة (farnesol, carotol) أو كيتونيّة (nootkatone, β-vetivone) أو ألدهيد (sinensals)، أو إيستر(acetate de cedryle). (Bruneton, 2009)



الشكل 11: البنية الكيميائيّة لبعض السسكويتربينات **Sesquiterpenoids**. (**Budd Russo & Marcu, 2017**)

4.10.1 المركّبات العطرية Phenylpropanoid

هي عبارة عن مشتقات الفينيل بروبان (C_6–C_3) التي تتكون من سلسلة كربونية مرتبطة بحلقة عطرية سداسية الكربون. تتواجد هذه المركبات في الزّيوت الأساسيّة بنسبة أقل مقارنة بالتربينات، باستثناء بعض النباتات التي تحتوي على نسب كبيرة من هذه المركبات. غالبًا ما تكون Allyl أو propenyl phenol، وتصنّف حسب الوظيفة التي تحملها: ألدهيد، أستر، حمض، الإيثر الفينولي، فينول، خاصّة لدى زيوت العائلة الخيميّة (Apiaceae): القرنفل (Giroflier)، الرّيحان (Basilic)، القرفة (Cannelle)، البقدونس (Persil). (Calsamiglia,2007; Bruneton, 2009)



الشكل 12: البنية الكيميائيّة لبعض المركبات العطرية Phenylpropanoid. (**Calsamiglia et al., 2007**)

11.1 طرق تحليل الزّيوت الأساسيّة

يتم تحديد مركبات الزّيوت الأساسيّة وفصلها عن طريق تقنيات مختلفة أهمها: تقنية الكروماتوغرافيا الغازية (CPG) والتي تعتبر التقنية الأكثر استعمالاً، حيث تسمح بعمل تحليل كامل للمركبات الكيميائية للزيت الأساسي، وتقنية مطياف الكتلة (SM) التي تسمح بتحديد المركبات الكيميائية للزّيوت بشكل أدقّ. (Bekhchi, 2008)

1.11.1 الكروماتوغرافيا الغازيّة (GC)

تعتبر هذه التقنية الأكثر استعمالا لفصل المركّبات الطيّارة، وتعتمد هذه الطّريقة مبدئيًا على تقسيم أو توزيع المحاليل بين طور ثابت (سائل أو صلب) وطور غازي. عندما تمرّ الزّيوت الطيارة داخل العمود يتم فصل جزيئاتها. وترتبط عمليّة العزل بالتقاطعات الانتقائيّة بين المحاليل والطّور الثّابت، وتظل مقترنة بقطبيّة كل مركّب للزّيت الطّيار وقابليّته للتّبخر. عند مخرج المكتشف (Detector) يتمّ استنساخ الأعمدة (الدّالة عن المركّبات) بمساعدة أداة دمج تعطي مخطّطًا تحليليًا (Chromatogram) . (أحمد سعيد، 2014)

2.11.1 كروماتوغرافيا الطّبقة الرّقيقة (TLC)

حسب كل من Lamara (2005) وأحمد سعيد (2014) تعد هذه التّقنية من أبسط طُرق الفصل والتحليل الكروماتوغرافي وذلك لسهولة تطبيقها، ونعتمد في استخدامها على ورقة الفصل التي تمثّل الطّور الثّابت وهي عبارة عن سبيكة من

البلاستيك أو من الألمنيوم مغطّاة بطبقة رقيقة من مادّة بيولوجيّة ماصّة (silica gel, cellulose)، أمّا الطّور الثّابت فيكون سائل مُذيب للعيّنة المراد تحليلُها،ذ. تتمّ عمليّة الفصل بالتّجزئة على ورقة الفصل التي تحتوي على السيليلوز والذي يحتوي بدوره على كميات ضئيلة من الماء وبذلك تتحرك المادة الموضوعة على ورقة الفصل مع مذيبان غير متحدين وهو المذيب العضوي والماء وتُفْصَل وتنتشر مواد العينة بفضل صعود الطور المتحرك على الطور الثابت. يعتمد فصل المكونات على درجة امتصاص الطور الثابت ونسبة ذوبان العينة في الطور المتحرك، ويتم الكشف عن الجزيئات المكوّنة للعيّنة عن طريق عرض ورقة الفصل تحت مصباح للأشعة فوق البنفسجية، أو برشّ كواشف مختلفة.

3.11.1 الدّمج بين الكروماتوغرافيا الغازيّة والمطيافيّة الكتليّة: (GC–MS)

يتم تحليل مركّبات الزّيوت بهذه التّقنية من خلال نقل المكوّنات المفصول بتقنية الكروماتوغرافيا الغازيّة بواسطة الغاز النّاقل لجهاز المطيافيّة الكتليّة (MS)، حيث يتم في هذا الجهاز تجزئة مكوّنات العيّنة إلى أيونات كتليّة مختلفة حسب كتلتها. ثم يأتي التّعرف على المكوّنات بواسطة مقارنة الأطياف الكتلية المتحصّل عليها بأطياف أخرى مرجعيّة. (Desjobert et al., 1997)

12.1 استعمالات الزّيوت الأساسيّة

من الشّائع جدًّا أنّ الإنسان في القديم استعمل زيوت النّباتات العطريّة في مجال الطّب الذي عُرف بالطّب البديل، وقد بدأ استعمال الزّيوت العطريّة في العلاج الحديث بفضل عالم التّجميل الفرنسي Gattefosse سنة 1927، وهذا بعد إجرائه لعدّة تجارب أثبت بها أهميّة العلاج بالزّيوت. اختلفت وتنوّعت استعمالات الزّيوت الأساسيّة منذ القدم، حيث أُستخدمت لتحسين وإظهار الجمال، أُستخدمت كمطهّرات لأعضاء الجسم، وكما هو معروف أيضًا اِستعمَل المصريُّون القدامى الزيوت الأساسية منذ أكثر من 2700 سنة في عمليّات التّحنيط. وهي تستعمل حاليا على نطاق واسع في صناعة الأدوية، مواد التنظيف والتطهير وبعض الصناعات الغذائية كالملونات والمعطرات. (المغازي، 2003؛ Babar, et al., 2015)

13.1 الخصائص العلاجية للزّيوت الأساسيّة

تُستعمل الزّيوت الأساسيّة في ميدان المطهّرات الخارجيّة لقدرتها على محاربة البكتيريا وإبادة الجراثيم ولخصائّصها الوقائيّة، وعُرفت أيضًا على مرّ السّنين بمعالجتها لعدد من المشاكل الصّحية كالقلق، الأرق، الغثيان والصّداع النّصفي. (Babar, et al., 2015)

يلخّص الجدول (06) الاستعمالات العلاجيّة لبعض الزّيوت الأساسيّة.

الجدول 06: الاستعمالات العلاجيّة الشّائعة لبعض الزّيوت الأساسيّة. (زلماطي، 1993)

الزّيوت الأساسيّة	الاستعمالات العلاجيّة
الخزامى (*Lavandula angustifolia*) البردقُوش (*Origan marjolaine*) الرّيحان (*Ocimum basilicum*) النّعناع (*Mentha spicata*) البابونج (*Camomille romaine*) الحبّة السّوداء (*Nigella sativa*) اللّيمون (*Citrus limon*)	القلق، الصّداع، التّهيج النفسي والاضطرابات الحركيّة النّاتجة عن القلق والإجهاد النّفسي، الآلام العصبيّة.
النّعناع (*Mentha spicata*) الزّنجبيل (*Zingiber officinale*) القريضة العنبرية (*Cistus ladaniferus*) الليمون الهندي (*Citrus paradisi*)	الإرهاق والإعياء
اللّيمون (*C. limon*)، الزّعتر (*Thymus vulgaris*)، البابونج (*Camomille romaine*) الخزامى (*Lavandula angustifolia*)	الأرق

1.13.1 النّشاطيّة ضدّ البكتيريّة Antibacterial

أظهرت الدّراسات التي أجرتها كل من Sienkiewicz وآخرون (2015) و Karbach وآخرون(2015) ، أنّ الكثير من الزّيوت الأساسيّة تملك خاصيّة ضدّ بكتيريّة والتي يمكن استغلالها لاستعمال هذه الزّيوت كبديل عن المضادّات الحيويّة بعد الدّراسة الشّاملة لآثارها، وذلك لمعالجة مختلف الأمراض الفمويّة والتّنفسيّة التي تسببها أنوع بكتيريّة مختلفة، ونذكر على سبيل المثال زيت نبات القصعين المتصلّب (*Salvia sclarea*) الذي يملك نشاطيّة ضدّ المكورات العنقودية.

حسب Babar وآخرون (2015) فإنّ زيت شجرة الشّاي يملك نشاطيّة ضدّ العديد من أنواع بكتيريا الفم، وكذلك زيت كل من *Pittosporum undulatum* و*Hedychium gardnerianum* يملكان نشاطيّة بكتيريّة ضدّ عنقوديّة الجلد الخارجي (*Staphylococcus epidermidis*) والمكوّرات العنقوديّة الذّهبيّة (Staphylococcus aureus)، كما أنها زيوتهما تملك نشاط جيّد ضدّ الثرومبين (Thrombine).

2.13.1 النّشاطيّة ضدّ الفطريّة Antifungal

حسب Hammer وآخرون (2002) فإنّ مركّبات زيت شجرة الشّاي أظهرت نشاطها الإيجابي ضدّ مجموعة واسعة من الفطريّات أهمها الفطريّات الجلديّة (Dermatophytes) والفطريّات الخيطيّة (Filamentous fungi)،

بالإضافة إلى الزيوت الأساسيّة التي تمَّ الحصُول عليها من الأوراق الطّازجة لكل من *Melaleuca armillaris* و *Melaleuca ericifolia*، *Melaleuca leucadendron* و *Melaleuca styphelioides* أثبتت نشاطيّتها البكتيريّة ضدّ فطر الرّشاشيّة السّوداء (*Aspergillus niger*).

3.13.1 النّشاطيّة ضدّ الفيروسيّة Antiviral

قام كلّ من Deans و Ritchie (1987) بتقييم النّشاطيّة ضدّ الفيروسات للزّيوت الأساسيّة لكل من *Melaleuca styphelioides* ، *Melaleuca ericifolia*، *Melaleuca leucadendra*، *Melaleuca armillaris* على خلايا الكلى لقرد السّعدان الأخضر وأثبتت هذه الزّيوت إيجابيّة نشاطها ضدّ فيروس الهربس البسيط (Virus Herpes simplex).

4.13.1 النّشاطيّة ضدّ الحشريّة Insect/mosquito repellant action

أثبت Gkinis وآخرون (2003) أنَّ الزّيت الأساسي لنعناع الهر (*Nepeta parnassica*) له نشاطيّة ضدّ حشرة *Culex pipiens molestus*.

5.13.1 النّشاطيّة ضدّ التّأكسد Anti-oxidant

أثبت Baratta وآخرون (1998) فعاليّة الزّيت الأساسي لنبات حبّة البركة (*Nigella sativa L.*) ونبات *Leptospermum petersonii* في النشّاط المضادّ للأكسدة، والنّشاط المضاد للتأكسد لزيت نبات *Melaleuca armillaris* الذي يغيّر إنزيم سوبر أكسيد ديسميوتاز (Superoxyde dismutase) ويحسّن تراكيز فيتامين C وفيتامين E.

6.13.1 الزّيوت الأساسيّة والتّجميل Cosmitics

تدخل الزّيوت الأساسيّة في تركيبة الكثير من الستحضرات الخارجيّة التي تستعمل للتّجمِيل مثل المراهم والكريمات والغسولات والأشرطة اللّاصقة والعديد من المنتجات التجميليّة والطّبيّة التي تُستخدم بغرض تنظيف وتغذية وتجميل وتعقيم جسم الإنسان. من بين الزّيوت التي تستعمل للتجميل يمكن أن نذكر زيت الخزامى الذي يعتبر علاجا ممتازا لجروح الجلد البسيطة والكدمات كما أثبت فعاليته في علاج تساقط الشّعر، كذلك زيت الورد وزيت الشّاي اللذان يستعملان بشكل مباشر فيساعدان على ترطيب البشرة الجافّة، ترطيب الشّفتين، علاج حب الشّباب، مكافحة التجاعيد وعلامات التقدّم في السّن لبشرة الوجه، إضافة إلى تفتيح البشرة.أيضا يستعملان بشكل غير مباشر في تركيبة المرطبات والكريمات التّجميليّة. (Stappen & Sarkic , 2018)

7.13.1 الصّناعة الغذائيّة

تعتبر الزّيوت الأساسيّة مركّزات ذات رائحة وطعم رائع، وتُمثّل بديلا عن استعمالات النّباتات كاملة، تعدّدت اتسعمالاتها في الصّناعات الغذائيّة، وتُعدّ صناعة الخل والصّلصات والخردل والملوّنات والمعطّرات الغذائيّة أهمّ هذه الصناعات التي تُستعمل فيها الزّيوت الأساسيّة، يُمكن أن تُستعمل أيضًا في صناعة المشوربات غير الكحوليّة للحمضيّات وغيرها، وتُستعمل بشكل مباشر في أطباق الأكل. (زريرة، 2006)

14.1 طرق إستخلاص الزّيوت الأساسيّة

حسب الفيّاض والعدوان (2009)، Ojogu وآخرون (2017) ، Semnani وآخرون (2017)، Samadi وآخرون(2017) ، Butnariu و Sarac (2018) يتم الحصول على الزّيوت الأساسيّة من خلال اتّباع أحد طرق الاستخلاص التّالية:

1.14.1 الاستخلاص بالتّقطير

تُستعمل هذه العمليّة بهدف تحويل السّائل الطيّار أو المتبخّر (الزّيت الأساسي) الموجود في النّبات إلى بخار ثمّ تكثيفه بتحويل البخار إلى سائل مرّة أخرى، وتعتبر هذه التّقنية الأكثر استعمالاً والأنسب اقتصاديًّا. تعتمد هذه الطّريقة على الحرارة وهنا يكمُن الخطر، حيث يجب الحرص على ضبط درجة الحرارة والفترة الزّمنية اللاّزمة للتّعرض للمصدر الحراري لتتناسب درجة الحرارة مع نوع الزّيت الذي يتمّ استخلاصه حتى لا يتم تدير مكوّناته.

2.14.1 التّقطير المائي

يتمّ وضع المادّة النّباتيّة المراد استخلاص الزّيت الأساسي منها مع الماء ورفع درجة الحرارة إلى درجة حرارة غليان الماء، ينطلق البخار محمّلاً بجزيئات الزّيت الأساسي ثمّ يتمّ تكثيفهما بواسطة مُكثّف خاصّ وبعد تبريد المادة المكثفة ينفصلان عن بعضهما تحت تأثير فرق الكثافة، ويُجمع الزّيت بعدها. يُستخدم في هذه التّقنية جهاز يدعى Clevenger (الشكل رقم 13)

3.14.1 التّقطير ببخار الماء

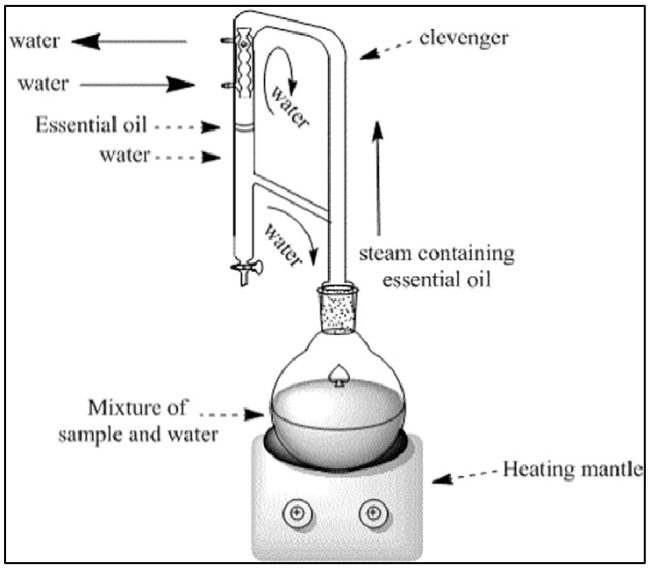
تُستخدم هذه الطّريقة بوضع النّبات المراد استخلاص زيته في وعاء مُغلق تماما حتى لا يتأثر بالظروف الخارجيّة. بخار الماء ينشُط ويحفّز ويحرّر الجزيئات الموجودة في النّبات، تلك الجزيئات تمتزج ببخار الماء ويتمّ دفع بخار الماء المشبَّع بالزّيت إلى الجهاز للتّبريد لتكثيف الماء وفصلهما لاحقا. البخار المستعمل في هذه التّقنية يجب التّحكم بدرجة حرارته حتى لا يتأثر النبات ويتضرّر أو تتدمّر الجزيئات المخزّنة بداخلها.

4.14.1 الاستخلاص بطريقة الطّرد (الضّغط البارد)

تُستعمل هذه التّقنية لاستخراج الزّيوت الأساسية من أغلب الحمضيّات دون استعمال الحرارة، حيث تتم عن طريق العصر. تُعصر قشور الحمضيات وهي غصّة في مكابس هيدروليكية تحت ضغط عالي وتعطي زيوت عطرية عالية الجودة.

5.14.1 الاستخلاص بالمذيبات العضويّة

يتمّ استخدام هذه التّقنية لاستخلاص بعض الزّيوت الأساسيّة الحسّاسة للحرارة أو التي تتواجد في النّبات بكميّات ضئيلة جدًّا. من بين المذيبات التي تُستعمل لاستخلاص الزّيوت الهيكسان. أيضًا يمكن استخدام الدّهون وثاني أكسيد الكربون النّشط في عمليّة الاستخلاص بالمذيبات.



الشكل 13: جهاز Clevenger المستعمل في عملية التّقطير المائي لاستخلاص الزّيوت. (**Samadi et al., 2016**)

يختلف التّركيب الكيميائي ومردود الزّيوت الأساسيّة حسب عدّة عوامل أهمّها:

- النّمط الجنيني للنّبات
- مكان ووقت الحصاد
- جزء النّبات المدروس وعُمره
- خصوبة التّربة
- التّجفيف ومكان التّجفيف، درجة حرارة ومدّة التّجفيف
- الطّفيليات والفيروسات والأعشاب الضارة.

إضافة إلى ذلك، تساهم مختلف الإجراءات التي يمكن القيام بها قبل أو أثناء عملية التقطير المائي (مثل الطّحن) في اختلاف مردود وجودة الزّيت الأساسي (Atik et al.,2007; Merghache, et al. 2009)

الفصل III: النشاطية البيولوجية

1. النشاطيّة البيولوجيّة Biological activity

1.1 مقدّمة

أُستُخدِمت النّباتات العطريّة المعروفة أيضًا باالأعشاب والتّوابل، منذ العصور القديمة كطب شعبي وكمواد حافظة في الأطعمة مثل: نبات الزعتر، اليانسون والرياحن والعديد من النباتات ذات الأهمية العلاجية. (Scherrer et al., 2005)

استطاعت هذه النّباتات احتلال مكانة كبيرة في مجال الإنتاج الزّراعي والصّناعي في وقتنا الحاضر لكونها مصدر رئيسي للمركّبات ذات الفعاليّة البيولوجية كالغلوسيدات، القلويدات، الزيوت الأساسية، المركبات الفينولية التي تدخل في صناعة العديد من الأدوية. مركبات البوليفينول (polyphenolics) على سبيل المثال، أثبتت الدّراسات والبحوث أنها تملك فعاليّة مضادّة للميكروبات، فعالية مضادّة للأكسدة، فعاليّة مضادّة للفطريّات وفعاليّة مضادّة للجراثيم والفطريّات وخصائص مضادّة للالتهابات. (Christaki et al., 2012)

حسب (Reddy, 2019) فإنّ الزّيوت الطيّارة التي تعتبر أحد المركبات الكيميائيّة الأساسيّة للنّباتات العطريّة، لها نشاطيّة مضادّة للأكسدة وهذا راجع إلى مركباتها (الفلافونويدات، التربينات والمركبات الفينولية) نذكر على سبيل المثال الأنواع النّباتية: *Mentha*، *Mélisse officinale*، *Tillandsia filifolia*، *Origanum majorana* التي تملك زيوتها نشاط كبير مضادة للأكسدة.

حسب Peighami-Ashnaei (2008) و Mimica Dukic (2004) تملك الزّيوت الأساسيّة فعاليّة مضادّة للفطريات مثل زيوت الأنواع النّباتية *Cedrus libani*، *Cymbopogon martini*، *Foeniculum vulgare* التي تملك خاصيّة مضادّة لأحد أشهر الفطريات التي تنتشر وتتكاثر في محاصيل الفاكهة والخضروات *Alternaria alternata*، وفعاليّة مضادّة للبكتيريا مثل الأنواع النّباتيّة *Melissa Officinalis*، Juglans regia، *Pelargonium graveolens*، التي تتميّز بنشاطيّتها ضدّ بكتيريا *Bacillus subtilis*.

قد أشار Sharifi-Rad وآخرون (2014) إلى أنّ استغلال المركبات الأساسية للنباتات العطرية لا يقتصر على مجال صناعة الأدوية فقط، فهذه المركبات أثبتت نجاعتها أيضا في محاربة الكائنات الممرضة والأعشاب الضارة التي تهدد المحاصيل الزراعية، وقد اتجهت الدراسات إلى استخدامها من أجل حماية المحاصيل الزراعية لكون هذه المركبات آمنة وغير ملوثة للبيئة.

2.1 التضاد البيوكيميائي أو الأليلوباثي Allelopathy

عُرفت ظاهرة التضاد الكيميائي منذ حوالي 2000 سنة، وقد كان عالم النبات الإغريقي Theophrastus أول من أدرك الفعالية التضادية لبعض النباتات، حيث تتدخل وتؤثر بعض الأنواع النباتية على إنبات ونمو بعض الأنواع النباتية الأخرى. وقد تمت صياغة واستعمال مصطلح Allelopathy لأول مرة سنة 1937 من قِبل عالم النباتات النمساوي Hans Molisch والذي اشتق هذا المصطلح من كلمتين إغريقيتين، "allelon" التي تعني بعضهم البعض، وكلمة "pathos" وتعني

"معاناة" (Singh et al., 2008) ويشير هذا المصطلح للتأثير الضّار أو النافع لنوع نباتي على نوع نباتي آخر من خلال إفراز مركبات كيميائية (Allelochemicals). (Rizvi & Rizvi , 2012)

حسب Singh وآخرون (2008) والوكيل (2013) فقد عرّف Whittaker وFeeny سنة 1971 مصطلح Allelochemicals على أنها كل المواد الكيميائية التي تتفاعل مع الكائنات الحية، لُيوسِّع التّعريف الباحث Elron Leon rice على أنها كل التأثيرات الإيجابية والسلبية التي يمارسها نبات ما على نبات آخر أو كائن حي دقيق، وذلك عن طريق إفراز مواد كيميائية من النبات إلى الوسط المحيط. وبعد عشر سنوات من ذلك التاريخ استخدم باحثون آخرون هذا المصطلح ليمثل التفاعلات الكيماوية التي تحدث بين كل الكائنات الحية. وفي عام 1996 حسمت الجمعية الدولية للأليلوباثي (IAS) تعريف مصطلح Allelochemicals ليكون "أي عمليات تدخل فيها المركبات الأيضية الثانوية الناتجة عن النباتات، الطحالب، البكتيريا، الفطريات. وتكون مسؤولة عن نمو وتطور النظام الزراعي البيولوجي."، وقد عاد الكثير من الباحثين إلى إستخدام هذا المصطلح للتعبير عن المركبات التي يُنتجها نبات معين لتثبيط نمو نبات آخر.

3.1 تعريف التضاد البيوكيمائي

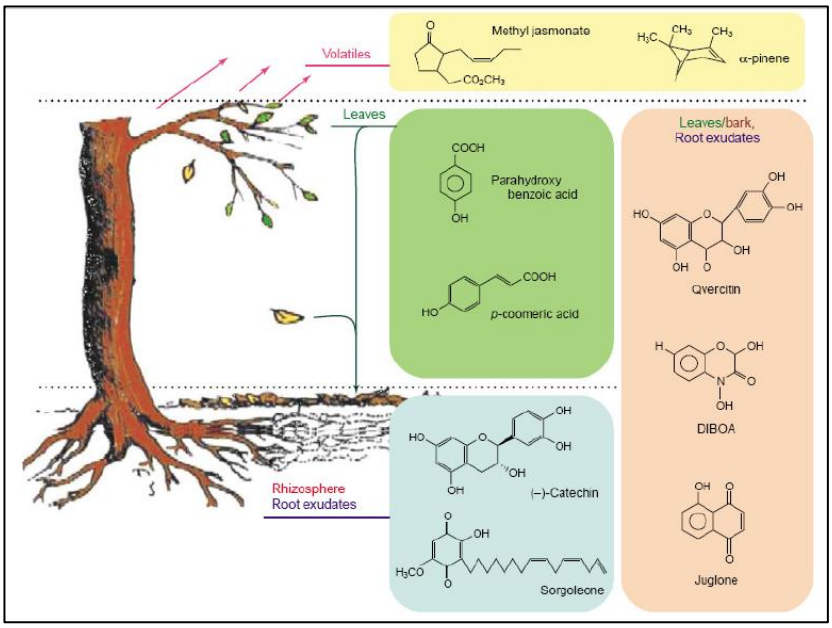
يعرّف كل من Reigosa وآخرون (1999) وChiapusio وآخرون (1997) التضاد البيوكيميائي على أنه تأثير النبات على نبات آخر عن طريق إفراز مواد كيميائية تدعى "Allelochemicals " التي تكون إيجابية أو سلبية التأثير، حيث تؤثر على الإنبات، النمو والتطور والتكاثر. تنتج هذه المواد عن الأيض الثانوي من مختلف أجزاء النبات (سيقان، أوراق، جذور. أزهار، ثمار)، ويتم إفرازها عن طريق التطاير(Volatilization)، عن طريق إفرازات الجذور(Root exudation) أو الغسيل (Leaching).

تؤثر المركبات التي تفرزها النباتات خلال هذه الظاهرة البيولوجية بشكل مباشر أو غير مباشر على جميع مراحل حياة النبات من الإنبات إلى مرحة النضج. (Heidarzade et al., 2010) تلعب مجموعة المركبات ذات التأثير التثبيطي دورا هاما في حماية النباتات من الأعشاب الضارة التي قد تنمو بجوارها أو بعض النباتات الأخرى ويمتد هذا التأثير إلى البكتيريا والفطريات. (الوكيل، 2013)

4.1 المركبات الأليلوباثية Allelochemicals

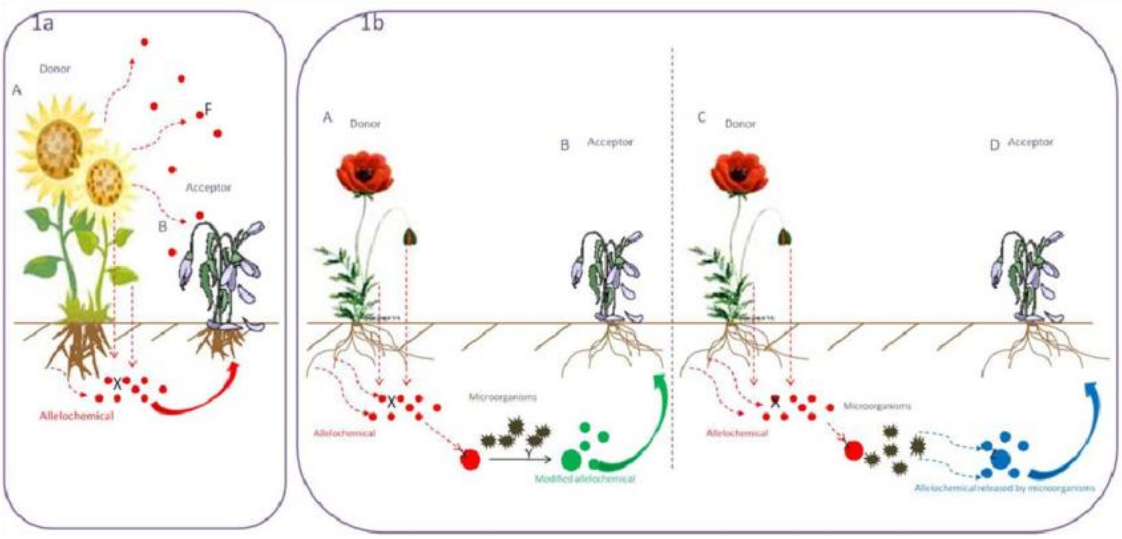
المركّبات الكيميائية التي يقوم بإفرازها النبات خلال التضاد البيوكيميائي ماهي إلا نواتج الأيض الثانوي للنبات والتي لا تملك وظيفة مباشرة داخل الخلايا النباتية وفي الأنشطة الأساسية للنبات، تكون هذه المركبات عبارة عن: أحماض فينولية، حمض السينامیك ومشتقاته، فلافونويدات، تربينات، كومارينات وقلويدات. حيث تلعب هذه المركبات دورًا مهما لقدرتها على تثبيط إنبات أو تطور الكائنات الحية حول النبات المفرز لهذه المركبات (Joshi et al., 2019).

حسب Weir وآخرون (2004) يمكن أن تتواجد المركبات الأليلوباثية في أجزاء مختلفة من النبات: الأوراق، اللّحاء، الجذور، الزهور والفواكه. ويتم إفرازها إلى الوسط الخارجي عن طريق الترشيح من الأوراق أو ما يعرف بالغسيل (Leaching)، عن طريق التطاير (Volatilization) أو عن طريق إفرازات الجذور (Root exudation) (**الشكل رقم 14**)



الشكل 14: بعض المركبات التي يتم إفرازها خلال التضاد البيوكيميائي وأماكن إفرازها. (Weir et al., 2004)

حسب ما قدّمته soltys وآخرون (2013) فإنّ تأثير المركبات الأليلوباثية يكون بطريقة مباشرة على النبات المستهدف، أو بطريقة غير مباشرة من خلال التحول في التربة عن طريق الكائنات الحية الدقيقة حيث يُغيِّر هذا التحول من صفات التربة وطبيعتها مما ينعكس على النباتات المزروعة في هذه التربة.



الشكل 15: التأثير المباشر وغير المباشر لمركبات التضاد البيوكيميائي. (Soltys et al., 2013)

5.1 تأثير المركبات الأليلوباثية على النبات

حسب Heidarzade (2010) فإن تأثير المركبات الأليلوباثية يكون بشكل مباشر أو غير مباشر على جميع مراحل حياة النبات المستهدف انطلاقا من الإنبات وصولاً لمرحلة النّضج، حيث تُحدِث هذه المركبات مجموعة من التغييرات على المستوى الخلوي للنبات والتي تتسبب في تثبيط نمو النبات أو قتله في بعض الأحيان.

حسب Blum (2005) تسيطر المركبات الفينولية على نشاط الهرمونات النباتية مما يُثبِّط إنبات النبات المستهدف، كما أنّها تؤثر على مستويات الأكسجين في النباتات، حمض السينناميك على سبيل المثال يخفض نسبة الأكسجين في أنسجة فول الصويا، وحسب Baziramakenga وآخرون (1997) فالمركبات الفينولية تؤثر أيضًا على تركيب البروتينات، الأحماض الأمينية ودمج الأحماض الأمينية.

تؤثر المركبات الأليلوباثية أيضًا على عملية التركيب الضوئي بطريقة مباشرة على مستوى الصانعات الخضراء أو غير مباشرة من خلال فتح الثغور. (Einhelling et al., 1993)، كما تؤثر على العمليات الوظيفية للنبات وعلى مراحل الإنقسام الأساسية للخلايا وكذلك استطالة الخلايا.(Joshi et al., 2019)

6.1 طرق تحرير المركبات الأليلوباثية

تحتوي جميع النباتات على المركبات الأليلوباثية، وتتوزع في مختلف أعضاء النبات (أوراق، سيقان، جذور، ثمار...إلخ) بكميات مختلفة من نوع لآخر، ويتم تحريرها وإفرازها في الوسط الخارجي للنبات من خلال طرق مختلفة:

1.6.1 التطاير Volatilization

يتم تحرير وإطلاق المواد الكيميائية السامة والمتطايرة بواسطة النبات وتكون هذه المواد في الغالب مركبات تربينية بسيطة (Monoterpenes).(Bertin et al.,2003) نباتات جنس *Salvia* التي تتواجد في البيئة الصحراوية على سبيل المثال معروفة بإنتاجها لمركبات كيميائية طيارة مثل: Camphor، cineol 1-8، Diterpene، α-Pinene.

تمارس هذه النباتات نشاط تثبيطي على نمو الحشائش التي تنمو بجوارها وذلك من خلال تطاير أحد مركباتها الأليوباثية، cineol 1-8 على سبيل المثال، يتطاير ثم يخزن في التربة ليمنع تكاثر خلايا *Brassica ssp* ويعتمد هذا التأثير بشكل قوي على الشروط المناخية كون هذا المركب سهل الرشح.(Zeghada, 2009, In Chiapusio et al., 2002)

2.6.1 إفرازات الجذور (Root exudation)

الإفرازات الجذرية عبارة عن موادة عضوية قابلة للذوبان أو غير قابلة للذوبان يتم تحريرها في التربة بواسطة جذور سليمة أو تالفة. يعتبر الإفراز الجذري عملية ذات أهمية كبيرة بالنسبة لظاهرة التضاد البيوكيميائي (Allelopathy) لأنه أحد طرق تحرير المواد السامة بشكل مباشر في التربة والذي يمكن أن يؤثر على نمو النباتات الضارة. (Bertin et al.,2003)

3.6.1 الرشح أو الغسل Leaching

يؤدي ترشيح وغسل الأنسجة النبايتة من الأوراق عن طريق المطر أو الثلج، إلى إذابة ونقل المركبات الكيميائية القابلة للذوبان في التربة. ويمكن ترشيح أغلب المركبات الأليلوباثية المتواجدة في النبات كالتربينات، القلويدات، المركبات الفينولية. (Zeghada, 2009, In Tukey, 1970)

7.1 الشروط المتحكمة في إنتاج المركبات الأليلوباثية

استطاع العديد من الباحثين تحديد أسباب اختلاف كمية المركبات الأليلوباثية المحتواة في النبات والاختلاف في الكمية التي يتم إفرازها عن طريق الأعضاء النباتية. وقد لخصت Zeghada (2009) الشروط التي تعزز ارتفاع انتاج هذه المركبات في نقاط أهما:

- الإجهاد المائي والمحلي، حيث يعزز كل من الإجهاد المائي و الملحي إنتاج المركبات الأليلوباثية.
- درجة الحرارة العالية أو المنخفضة تعزز تأثير بعض المركبات الأليولباثية.
- طول الموجات الشمسية وكثافتها
- الطفيليات والكائنات الممرضة تحرض على إنتاج المركبات الأليلوباثية
- عمر النبات يلعب دورا مهما في عملية إنتاج المركبات الأليلوباثية
- الموقع الجغرافي للنبات والمناخ

8.1 تطبيقات التضاد البيوكيميائي

لا تقتصر ظاهرة التضاد البيوكيميائي على الأثر السلبي فقط، فلهذه الظاهرة أثر إيجابي يمكن استغلاله في مكافحة الحشائش وحماية المحاصيل الزراعية. حيث يعمل العديد من الباحثين في الوقت الحالي على استغلال تأثير هذه الظاهرة البيولوجية من أجل تنظيم نمو العديد من النباتات واستعمال المركبات الأليلوباثية كمبيدات للأعشاب الضارة والحشرات التي تشكل خطرا على المحاصيل الزراعية. (Joshi et al., 2019)

1.8.1 مكافحة تأثير الحشائش والمحاصيل

حسب الوكيل (2013) هناك العديد من النباتات النازحة (Invasive plants) تتداخل مع النباتات المستوطنة (Native Plants) من خلال ظاهرة التضاد البيوكيميائي، ويظهر ذلك جليا في الشجيرات الصحراوية والتي يُلاحظ عدم وجود نباتات نامية حولها أو بقربها، ربما حتى لا تنافسها في مصادر الغذاء أو المياه، حيث تفرز تربينات طيارة تمنع نمو النباتات الأخرى في دائر نموها.

وأضاف الوكيل (2013) أن مخلفات بعض الأشجار خاصة تلك المستخدمة كسياج للمزارع قد يكون لها تأثير بالغ الخطورة على نمو بعض الأشجار أو النباتات الأصلية، فمثلا مخلفات أشجار الكافور وإفرازات جذوره تُنتِج مركبات كيميائية

مضادة تعمل على تثبيط نمو العديد من النباتات مثل حبوب القمح. ولهذا ركزت العديد من الأبحاث النظر إلى تأثير الحشائش على المحاصيل، تأثير المحاصيل على الحشائش أو تأثير المحاصيل على المحاصيل، الأمر الذي أثار تساؤلات حول إمكاينة استخدام المركبات الأليلوباثية التي يفرزها النبات كمنظمات نمو ومبيدات طبيعية للحشائش الضارة من أجل تشجيع الزراعة المستدامة، وقد تبع ذلك تحقيق تجارب ناجحة أثبتت نجاعة استعمال المركبات الأليلوباثية كمبيدات للحشائش ومنظمات نمو. (الوكيل Ali et al., 2015; 2013)

2.8.1 التضاد البيوكيميائي للتحكم في مسببات الأمراض النباتية

تعتبر المركبات الكيميائية المتحصل عليها من النباتات مواد آمنة وصديقة للبيئة، وقد أظهرت الدّراسات والأبحاث أن المركبات ذات النشاط الأليلوباثي يمكن أن تستمعل للتحكم في الأمراض النباتية ومسبباتها. (Reigosa, 1999)

بعض النباتات من فصيلة Brassicaceae، Acanthaceae، Chenopodiaceous، معروفة بنشاطيّتها المضادة للفطريات، وبعض النباتات من فصيلة Papilionaceae، Poaceae، Asteraceae ، معروفة بنشاطيتها المضادة للدّيدان. ونذكر كمثال النشاطية الأليلوباثية لزيوت كل من *Ageratum conyzoides* و *Callistemon lanceolatus* اللذان يثبطان نمو العديد من الفطريات مثل *fungi Aspergillus flavus*. (Joshi, et al., 2019)

9.1 النشاطيّة المضادّة للأكسدة Antioxidant activity

النّشاط المضادّ للأكسدة لمركّب هي قدرته على مقاومة الأكسدة، ومن أشهر المركبات المضادة للأكسدة: β-Carotene، Tocopherol، Ascorbic acid، إضافة إلى المركبات الفينولية. وترجع الخاصيّة المضادّة للأكسدة إلى قدرة المركبات على التخلص من الجذور الحرة. (Rice et al, 1995). يمكن تعريف المركبات المضادة للأكسدة على أنها الجزيئات التي تملك القدرة على تثبيط إنتاج ROS، الحد من انتشارها أو تدميرها. (Miquel, 2002)

حسب Antolovich وآخرون (2002) و Popovici وآخرون (2009) العديد من النباتات العطريّة المستخدمة في الطب التقليدي لها فعالية مضادة للأكسدة وتحتوي على مجموعة متنوعة من مضادات الأكسد مثل فيتامين C وفيتامين E والكاروتينات (Carotenoid) والبوليفينول.

حسب Candan وآخرون (2003) أظهرت نتائج الأبحاث والدراسات أن الزيوت الأساسية تحتوي على مصدر جيد لمضادات الأكسدة الطبيعية، باعتبار مركباتها تملك هذه الفعالية المضادة للأكسدة مثل مركب: Eugenol و Thymol وCarvacrol.

10.1 النشاطيّة المضادّة للبكتيريا Antimicrobial activity

النّشاط المضادّ للبكتيريا هي عملية قتل أو تثبيط عمل الميكروبات، يتم استخدام مواد مختلفة مضادّة للميكروبات من أجل قمع انتشارها، وتعتبر النباتات مصدر رئيسي لمجموعة كبيرة من المركبات الكيميائية الطبيعية التي تملك فعاليّة ضدّ البكتيريا،

من بين هذه المركبات: التربينات، القلويدات، الفلافونويدات، الغليكوسيدات... إلخ (Cowan,1999; Dahanukar,2000)

تتميز الزيوت الأساسية بفعاليتها المضادة للبكتيريا حيث تم التعرف على التأثيرات المضادّة للبكتيريا للزيوت الأساسية ومكوناتها في الماضي من طرف العديد من الباحثين، وأظهرت الدّراسات أن هذه الفعالية ضدّ البكتيريا ترتبط بطبيعة مركبات الزيوت الأساسية التي تعمل على تثبيط تكاثر البكتيريا أو تقتلها. (Swamy,2016)

الجزء التطبيقي

الفصل I: الوسائل وطرق العمل

أجريت هذه الدّراسة بهدف معرفة الفعالية الأليلوباثية لزيت نبات الزنجبيل (*Zingiber officinale*) وتأثيره على نمو بذور بعض النباتات والكشف عن بعض المركبات الكيميائية الأساسية الموجودة في الزنجبيل، بمخبر علم النبات، جامعة محمد بوضياف بالمسيلة.

1. مواد الدّراسة

1.1 العيّنة النّباتية

من أجل تحقيق هذه الدّراسة قمنا بجلب النوع النباتي *Zingiber officinale* المعروف بالزّنجبيل. الجُزء المستعمل هو الجذمور (Rhizome). الجذامير المستعملة في هذه الدّراسة تم الحصول عليها طازجة وغير جافة من طرف مختصين في بيع الأعشاب والنباتات الطبية بولاية المسيلة.

2. طرق العمل

1.2 تجفيف النّبات

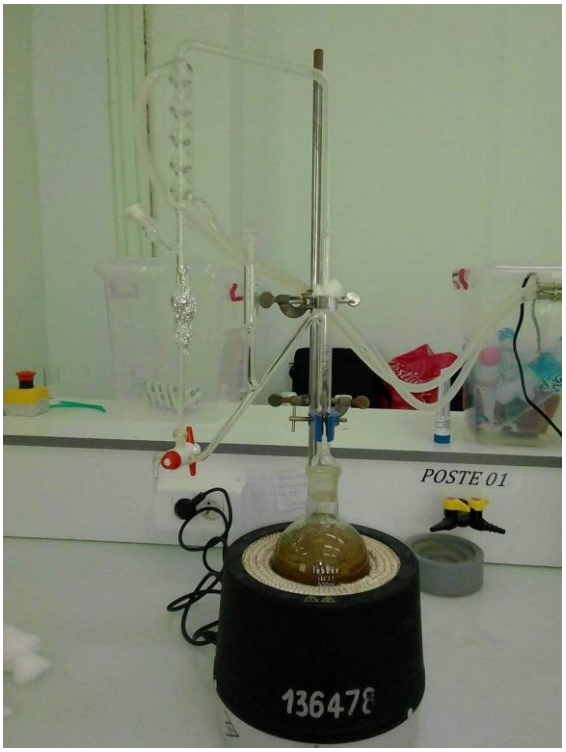
تمّ غسل جذامير الزّنجبيل بشكل جيّد وتقطيعها إلى شرائح رفيعة بسمك 0.5 سم، وأجريت عملية التجفيف في الظل في غرفة جيدة التهوية، مع التقليب المستمر للشرائع لتهويتها بشكل جيد وتجنب تعفُّنها وذلك لدّة 20 يوم.

الصورة 01: عملية تجفيف شرائح الزّنجبيل

2.2 الاستخلاص

1.2.2 استخلاص زيت نبات الزّنجبيل (*Zingiber officinale*)

تُطحن الشّرائح التي تم تجفيفها ثمّ تخضع لعملية التقطير المائي باستعمال جهاز استخلاص الزيوت الأساسية Clevenger.



الصورة 02: عملية استخلاص الزيت الأساسي بجهاز Clevenger

يتم تنظيف جهاز الاستخلاص (Clevenger) قبل الاستعمال بواسطة الأسيتون (Acetone) أولاً ثم باستعمال الماء المقطر ثانيا، من أجل إزالة بقايا الدهون أو الزيوت التي من المحتمل أن تكون عالقة في الجهاز لتجنب تلوث الزيت الأساسي أو اختلاطه بمواد أخرى أثناء عملية الاستخلاص.

تم وزن كمية 40 غ من العينة النباتية المطحونة، وغمرها بالماء المقطر داخل دورق زجاجي سعته 1000 ملل بحيث يتم ملأ 400 ملل من الماء المقطر، ويتم الاستخلاص بشكل متواصل لمدة ثلاث ساعات.

عند تشغيل الجهاز يحدث الغليان للماء ويتشبع بُخار الماء بالزيت الأساسي للعينة المدروسة ويصعد إلى أنبوب التبريد والتكثيف، بعد ثلاث ساعات من الغليان وبسبب الفرق في الكثافة بين الزيت والماء تظهر طبقة زيتية تعلو الماء، يتم فصلها عن الماء وسحب الطبقة الزيتية بواسطة حقنة نظيفة ومعقمة.

2.2.2 حفظ الزّيت الأساسي المتحصّل عليه

يتم تجميع الزيت المتحصل عليه في قارورات زجاجية عاتمة ومحكمة الغلق كي لا يصل إليها الهواء، وتُحفظ بعيدًا عن الضوء في درجة حرارة 4 م°

3.2.2 حساب المردود

حسب Celino Benedito (2014) مردود الزّيت الأساسي (EOY) هو النسبة بين كتلة الزيت الأساسي المستخلصة وكتلة النبتة قبل الاستخلاص، يُعبَّر عنه بالنسبة المئوية %، ويتم حساب مردود الزيت الأساسي من خلال المعادلة التالية:

$$EOY = (M/B_m) \times 100$$

حيث:

EOY: مردود الزيت الأساسي

M: حجم الزيت المستخلص بالغرام

$\mathbf{B_m}$: كتلة العينة النباتية الأولية بالغرام

3.2 الكشف عن المركبات الكيميائية

أهم خطوة في هذه الدّراسة هي تحديد المركبات الكيميائية الفعالة والمتواجدة بالنبات المدروس (*Zingiber officinale*) والتي تنتج عن الأيض الثانوي. حيث تم استعمال وسائل الكشف اللونية المعتمدة للمركبات الكيميائية. ومن أجل تحقيق هذه الخطوة قمنا بتحضير المستخلص المائي والمستخلص الإيثانولي للعينة النباتية المدروسة.

1.3.2 تحضير المستخلص المائي

يتم وضع كمية 10 غ من العينة النباتية المسحوقة مع 100 ملل من الماء المقطر داخل دورق مخروطي (Erlenmeyer flask) ويتم تحريكه بواسطة جهاز التحريك المغناطيسي دون حرارة لمدة ساعة، ثم يُرَشَّح الخليط ليخضع لاختبار الكشف عن المركبات. (Bendif, 2017)

2.3.2 تحضير المستخلص الإيثانولي (Ethanol)

يتم وضع كمية 5 غ من المادّة النباتية مع 50 ملل من الإيثانول داخل دورق مخروطي (Erlenmeyer flask)، ويتم تحريكه بواسطة جهاز التحريك المغناطيسي دون حرارة لمدة ساعة، ثم يُرَشَّيح الخليط ليخضع لاختبار الكشف عن المركبات الكيميائية. (Bendif, 2017)

3.3.2 الكشف عن الصابونيات (Saponin)

نأخذ 2 ملل من المستخلص المائي ونضعها في أنبوب اختبار ونضيف قطرات من الماء المقطر، ثم نقوم برجه لمدة عشرين دقيقة. تشكل رغوة (1-2 سم) لا تزول إلا بعد حوالي 15 دقيقة، دليل على وجود الصابونينات. (Onyeyili & Ogugduaja , 2004)

4.3.2 الكشف عن الكينون (Quinone)

نأخذ 5 ملل من المستخلص الإيثانولي ونضيف لها 2.5 ملل من محلول NaOH بتركيز 20% ونقوم بالرّج. ظهور اللون الأصفر أو الأرجواني دلالة على وجود مركب الكينون. (EL-Haoud, et al.,2018)

5.3.2 الكشف عن التربينات (Terpenoid)

نأخذ 1 ملل من المستخلص المائي ونضيف له 0.4 ملل من الكلورفورم ($CHcl_3$) و 0.6 ملل من حمض الكبريت (H_2SO_4)، يتضح وجود التربينات من خلال ظهور حلقة بنية اللون. (Khan, et al., 2011)

6.3.2 الكشف عن القلويدات (Alkaloid)

يتم الكشف عن القلويدات باستخدام كاشف (Mayer أو Wagner)، نأخذ 1ملل من المستخلص الإيثانولي ونضيف إليه قطرات من كاشف Mayer. ظهور راسب برتقالي أو بني دلالة على وجود القلويدات في النبات. (EL-Haoud, et al.,2018)

7.3.2 الكشف عن التانينات (Tannins)

نأخذ 1 ملل من المستخلص المائي في أنبوب اختبار ونضيف إليه قطرات من محلول كلوريد الحديد ($FeCl_3$) بتركيز 1%. ظهور لون أخضر مزرق، بنّي مسود، أخضر غامق، دليل على وجود التانينات. (Yves-Alain, et al., 2007)

8.3.2 الكشف عن الفلافونويدات (Flavonoids)

نأخذ 2.5 ملل من المستخلص الإيثانولي في أنبوب اختبار ونضيف له 0.5 ملل من حمض Hcl، و 0.5 غ من Mg^{+2} ثم نتركه لمدة 3 دقائق. ظهور اللون الأحمر أو البرتقالي المصفرّ دلالة على وجود الفلافونويدات في النبات. (EL-Haoud, et al.,2018)

9.3.2 الكشف عن المركبات الفينولية (Phenols)

نأخذ 2.5 ملل من المستخلص الإيثانولي في أنبوب اختبار ونضيف له 2.5 من حمض Hcl . ظهور اللون الأحمر دلالة على وجود المركبات الفينولية (Bendif, 2017)

3. دراسة الفعالية الأليلوباثية

1.3 البذور المستعلمة

قمنا بجمع بذور سليمة ونظيفة لمجموعة من النباتات (الجدول07) من أجل اختبار تأثير الفعالية الأليلوباثية لزيت الزّنجبيل *Zingiber officinale*، على بذور هذه النباتات.

الجدول 7: البذور المعاملة بالزيت الأساسي لنبات الزنجبيل *Zingiber officinale*.

النوع النباتي	الإسم العلمي	العائلة
قمح الواحة (Durum wheat)	*Triticum durum L.*	Poaceae
الشّعير (Barley)	*Triticum vulgare L.*	Poaceae
الشوفان (Oat)	*Avena sativa L.*	Poaceae
العدس (Lentil)	*Lens culinaris*	Fabaceae
الجزر (Carrot)	*Daucus carota subsp. sativus*	Apiaceae
البصل (Onion)	*Allium cepa L.*	Amaryllidaceae

2.3 تحضير تراكيز الزيت الأساسي (EOC)

قمنا بتحضير 3 تراكيز مختلفة لزيت نبات الزنجبيل، داخل المخبر وفي درجة الحرارة العادية. حيث استعملنا محلول DMSO لتخفيف تركيز الزيت. (الجدول08)

الجدول 08: الكميات المستعملة لتحضير التراكيز الثلاثة للزيت الأساسي.

تركيز الزيت (EOC)	C_1= 100%	C_2=50%	C_3= 25%
كمية الزيت (EO) (ملل)	10	10	10
كمية محلول DMSO (ملل)	0	10	20

3.3 اختبار الإنبات

من أجل إجراء اختبارات الإنبات قمنا بتنظيف سطح العمل بماء الجافيل وتعقيمه بموقد بنزن، واستعملنا لجميع الاختبارات أطباق بتري بلاستيكية ومعقمة ولها نفس الأحجام. قمنا بوضع أقراص مصنوعة من ورق الترشيح داخل كل طبق بتري حيث تتناسب أقراص الورق مع مساحة طبق بتري وقطره. كل طبق بتري يحمل رقمه وتركيز الزيت الذي تم تجربته على البذور(C_1=100%, C_2=50%,C_3=25%).

4.3 الاختبارات الأولية للإنبات

من أجل الحصول على أقصى معدل للإنبات واختيار متوسط مدة اختبار الإنبات، قمنا بإجراء اختبارات أولية لإنبات بذور النباتات التي سيتم دراسة تأثير زيت الزنجبيل عليها.

استعملنا 04 أطباق بتري لكل نوع نباتي. (الجدول رقم 09)

الجدول 09: الإختبارت الأولية للإنبات.

رقم طبق بتري	محتوى أطباق بتري
01	قرص من ورق الترشيح + 10 بذور + 5 ملل من الماء المقطر (شاهد)
02	قرص من ورق الترشيح + 10 بذور + 5 ملل من الماء المقطر+ 1ملل من الزيت الأساسي بتريكز 100%
03	قرص من ورق الترشيح + 10 بذور + 5 ملل من الماء المقطر+ 1ملل من الزيت الأساسي بتريكز 50%
04	قرص من ورق الترشيح + 10 بذور + 5 ملل من الماء المقطر+ 1ملل من الزيت الأساسي بتريكز 25%

نقوم بمتابعة الإنبات كل يوم عند نفس التوقيت لنجد أنّ فترة الحضانة كانت 08 أيام، حيث نلاحظ ظهور الجُذير والسويقة عند اليوم الثامن من الحضانة.

سمح لنا هذا الإختبار الأولي للإنبات بتحديد مدة اختبار الإنبات النهائي (8 أيام) وتحديد بذور النباتات التي أظهرت معدل إنبات أكبر أو ساوي 50% والتي تم اختيارها لإجراء اختبار التضاد البيوكيميائي وهي:

- قمح الواحة (Durum wheat): *Triticum durum* L.
- الشّعير (Barley) : *Triticum vulgare* L.
- العدس (Lentil): *Lens culinaris*

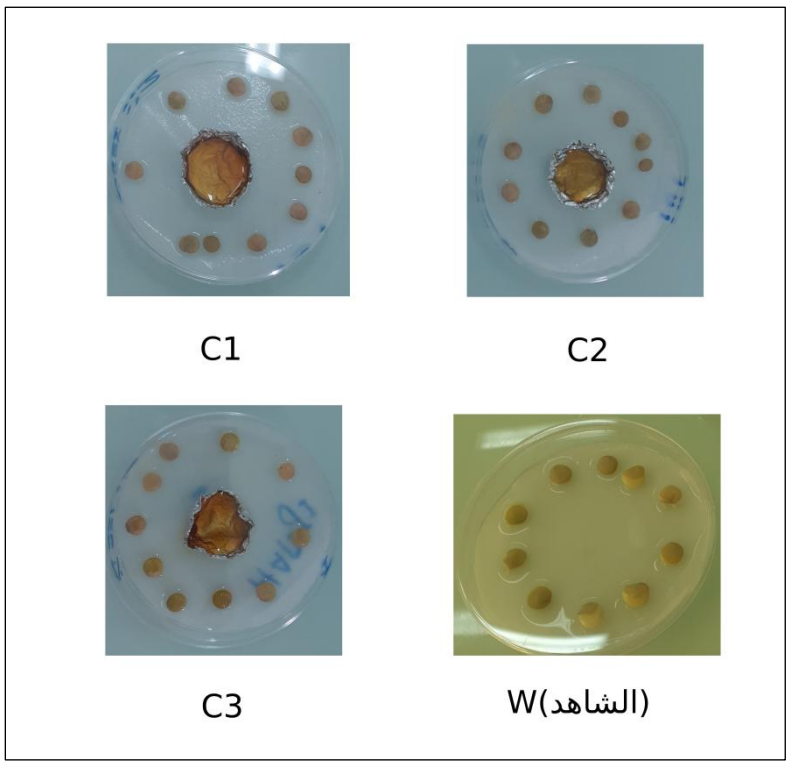
تم التخلص من بذور نبات الشّوفان.*Avena sativa L* لأن إنباتها كان بطيئ جدا وتجاوزت مدة الإنبات 12 يوم بالنسبة للشاهد. تم التخلص كذلك من بذور البصل.*Allium cepa L* والجزر *Daucus carota subsp. sativus* لأنها بطيئة الإنبات وصغيرة الحجم.

5.3 الاختبار النهائي للإنبات

من أجل دراسة التأثير الأليلوباثي لزيت الزنجبيل *Zingiber officinale*، استعملنا لكل نوع نباتي 4 أطباق بتري حيث:

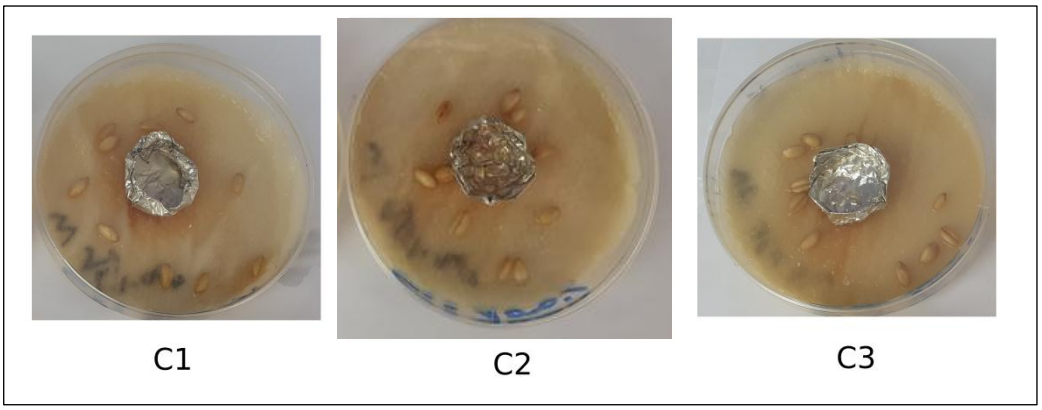
- استعملنا من أجل الشاهد والذي يحتوي على الماء المقطر فقط، طبق بتري واحد بثلاث تكرارات.
- استعملنا من أجل التراكيز الثلاثة للزيت (C_1, C_2, C_3) 3 أطباق بتري مع أربع تكرارات لكل طبق.

بواسطة ماصّة مدرّجة نأخذ 5 ملل من الماء المقطر إلى كل طبق بتري، الأطباق المخصصة لدراسة تأثير الزيت نضع وسطها صحن صغير بحجم غطاء القارورات ويكون مصنوع من الألمنيوم، وبواسطة ماصة مدرجة نضع داخله 1ملل من الزيت بالتراكيز المعلومة. ثم نضع عشر بذور في كل طبق بتري.

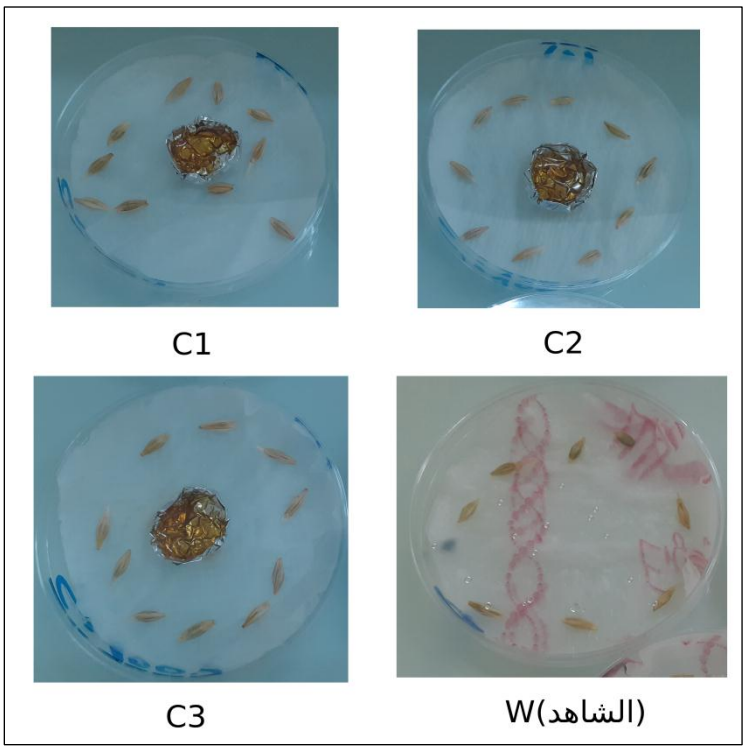


الصورة 03: اختبار الإنبات للنوع *Lens culinaris* تحت تأثير التراكيز الثلاثة لزيت نبات الزنجبيل

6.3 متابعة الإنبات



الصورة 04: اختبار الإنبات للنوع *Triticum durum L.* تحت تأثير التراكيز الثلاثة لزيت نبات الزنجبيل



الصورة 05: اختبار الإنبات للنوع *Triticum vulgare* L. تحت تأثير التراكيز الثلاثة لزيت نبات الزنجبيل

7.3 الصّفات المدروسة

بعد 08 أيام من الحضانة نقوم بتحديد عدد البذور النابتة في كل طبق بتري ثم نقيس متوسط طول الجزء الجذير (RL) والجزء الهوائي(SL) لكل طبق بتري باستخدام ورق ميليمتري، ونحسب النسبة المئوية للإنبات (GP%) ونسبة تبيط الإنبات (IP%) ، ونسبة تثبيط السويقة (SIP%) ونسبة تثبيط الجُذير(RIP%)، وهذا من أجل مقارنة تأثير التراكيز الثلاثة (C_1,C_2,C_3) على إنبات بذور الأنواع النباتية المختارة.

بالنسبة لأحاديات الفلقة يمثل RL طول الكوليوريز (Coleorhiza) أو طول الجذور الأساسية، ويمثل طول الجذر الرئيسي لثنائيات الفلقة. أما SL فيمثل طول الكولبتيل (Coleoptile) بالنسبة لأحاديات الفلقة، وطول السُّويقة بالنسبة لثنائيات الفلقة.

1.7.3 النسبة المئوية للإنبات %

وفقًا لطريقة Biswas وPrasad (2016) يتم حساب النسبة المئوية للإنبات كالآتي:

$$GP\% = \frac{Number\ of\ seeds\ germinated}{Number\ of\ seeds\ sown} \times 100$$

2.7.3 النسبة المئوية للتثبيط %

لأجل دراسة أثير مختلف التراكيز للمستخلص الزيتي على الأنواع النباتية نقوم بدراسة IP%، RIP%، SIP%.

وفقا لطريقة Benmeddour (2010) يتم حساب النسبة المئوية للتثبيط كالآتي:

$$IP\% = \frac{(Witnes - Extract)}{Witnes} \times 100$$

حيث:

IP%: النّسبة المئويّة للتّثبيط (I=0 لا يوجد تأثير، I>0 تأثير تثبيطي، I< 0 تأثير تحفيزي)

Witness: متوسط تكرارات الشاهد

Extract: النسبة المئوية للإنبات أو طول الجذير أو السويقة لكل طبق بتري معالج بالمستخلص

الفصل II: النتائج والمناقشة

1. النتائج

من أجل دراسة تأثير التراكيز المختلفة للمستخلص الزيتي لنبات الزنجبيل *Zingiber officinale* على بعض الأنواع النباتية، قمنا بعرض نسبة الإنبات ونسبة تثبيط الإنبات، تثبيط الجُذير وتثبيط السويقة، في أعمدة بيانية.

1.1 مردود الزيت الأساسي

بعد الانتهاء من عملية استخلاص الزيت الأساسي من جذمور نبات الزنجبيل *Zingiber officinale* بواسطة عملية التقطير المائي، تم الحصول على مستخلص خام للزيت وزنه 0.19 غ وعند حساب المردود بالعلاقة التالية:

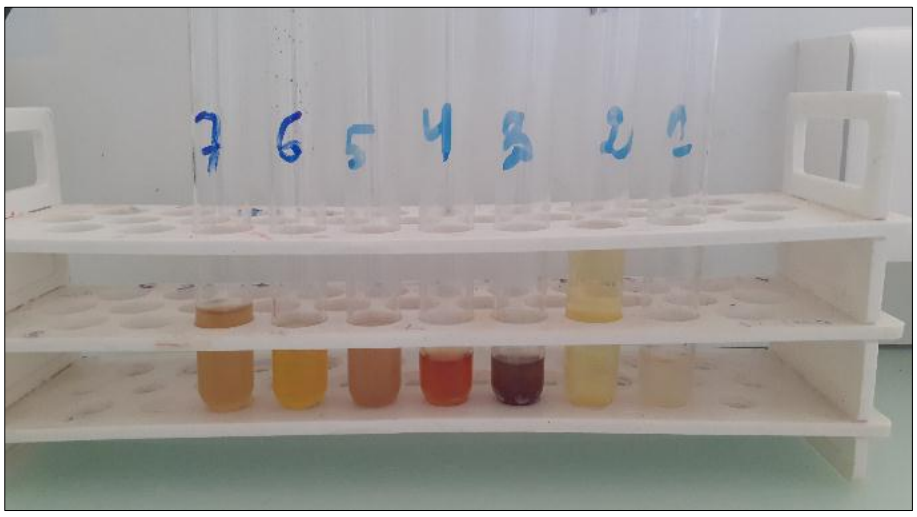
$$EOY = (M/B_m) \times 100$$

$$EOY = (0.19/40) \times 100 = 0.47\%$$

وجدنا أن مردود الزيت الأساسي المستخلص يساوي 0.47%.

2.1 الكشف عن المركبات الكيميائية

يوضح الجدول رقم 10 والصورة رقم 06 نتائج الكشف الكيميائي عن المركبات الفعالة في نبات الدراسة *Zingiber officinale*، حيث أظهرت النتائج احتواء المستخلصات المستعملة في الدراسة على الكينون، التربين، القلويدات، الفلافونويدات، وغياب الصابونيات والتانينات.



الصورة 06: نتائج الكشف اللوني للمركبات الفعالة في نبات الزنجبيل

الجدول 10: نتائج الكشف عن المركبات الكيميائية الفعالة في نبات الزنجبيل.

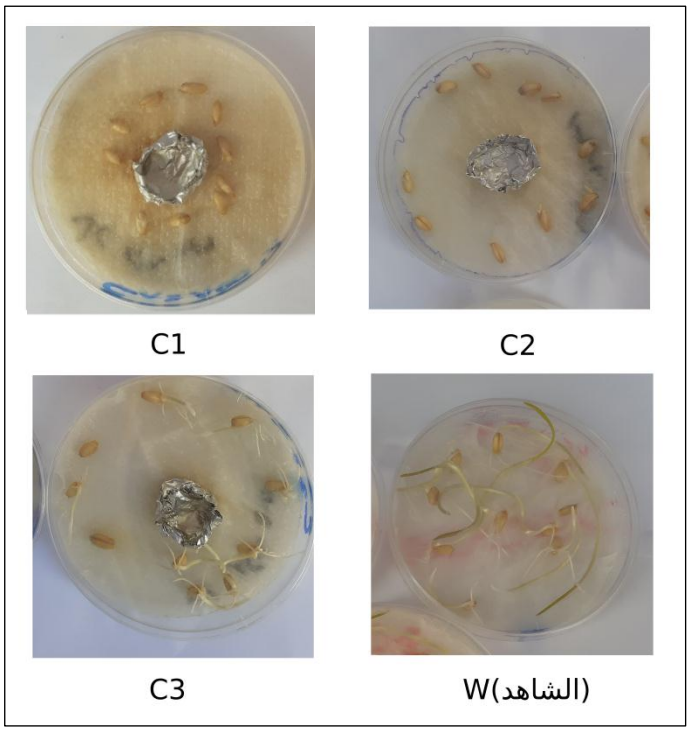
المركب الفعال	الكاشف المستخدم	دليل الكشف	وجود المركب
الصابونيات (Saponin)	رج المستخلص المائي	ظهور رغوة كثيفة تدوم لمدة طويلة	–
الكينون (Quinone)	NaOH بتركيز 20%	ظهور اللون الأصفر أو الأرجواني	+
الكشف عن التربينات (Terpenoid)	$H_2SO_4 + CHCl_3$	ظهور حلقة بنية اللون	+
القلويدات (Alkaloid)	كاشف Mayer	ظهور راسب برتقالي أو بني	+
التانينات (Tannins)	$FeCl_3$	ظهور لون أخضر مزرق، بني مسودّ أو أخضر غامق	–
الفلافونويدات (Flavonoids)	$HCl + Mg^{+2}$	ظهور اللون الأحمر أو البرتقالي المصفر	++
المركبات الفينولية (Phenols)	HCl	ظهور اللون الأحمر	–

- (+): اختبار إيجابي
- (++): اختار إيجابي جدًّا
- (–): اختبار سلبي

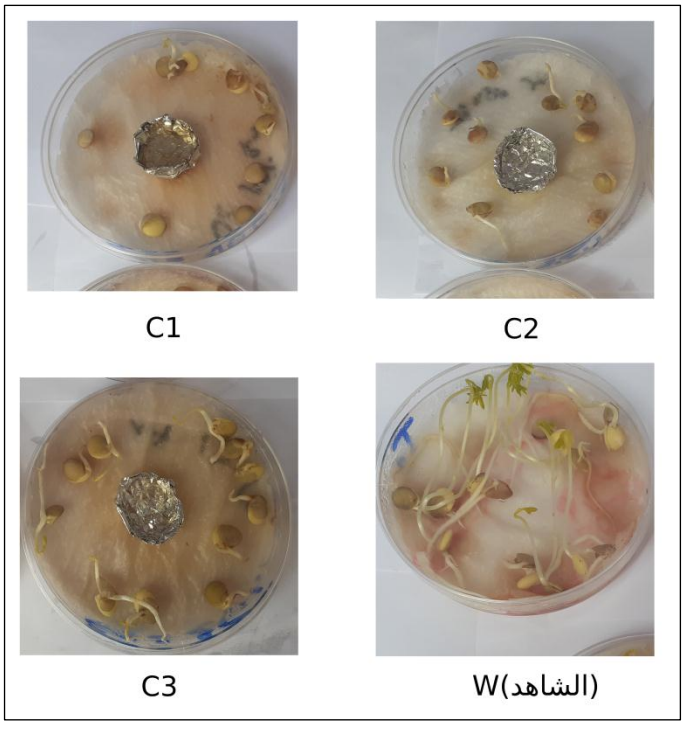
3.1 الفعالية الأليلوباثية

1.3.1 نهاية الإنبات

بعد 08 أيام من الحضانة يتم إيقاف الاختبار وتحديد النسبة المئوية للإنبات (GP%) ونسبة تثبيط الإنبات (IP%) ونسبة تثبيط السويقة (SIP%) ونسبة تثبيط الجذير(RIP%).

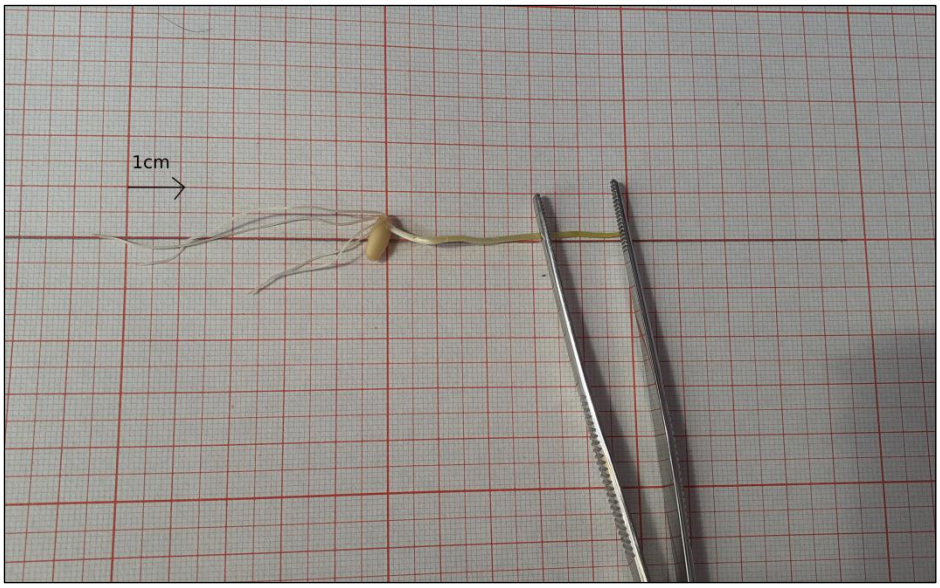


الصورة 07: نتائج اختبار الإنبات للنوع .*Triticum durum* L تحت تأثير التراكيز الثلاثة لزيت نبات الزنجبيل



الصورة 08: نتائج اختبار الإنبات لنبات العدس *Lens culinaris* تحت تأثير التراكيز الثلاثة لزيت نبات الزنجبيل

2.3.1 قياس طول الجذير (RL) والسويقة (SL)



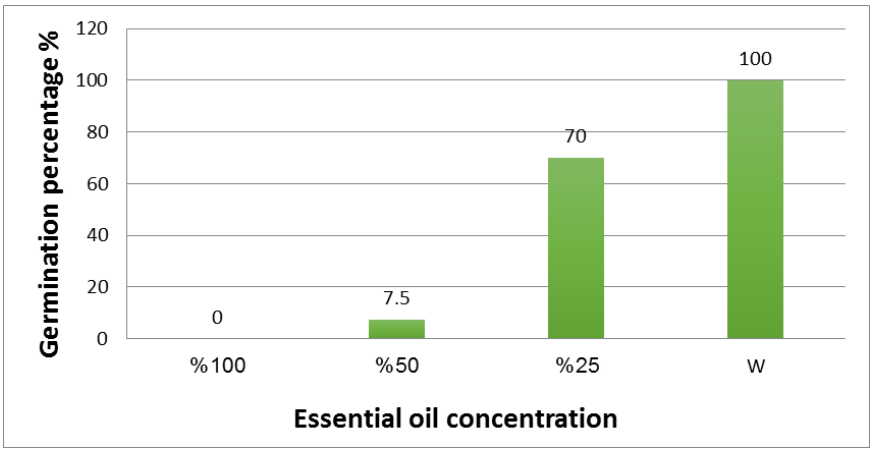
الصورة 09: قياس RL و SL للنوع *Triticum durum L.*

الصورة 10: قياس RL و SL للنوع *Lens culinaris*

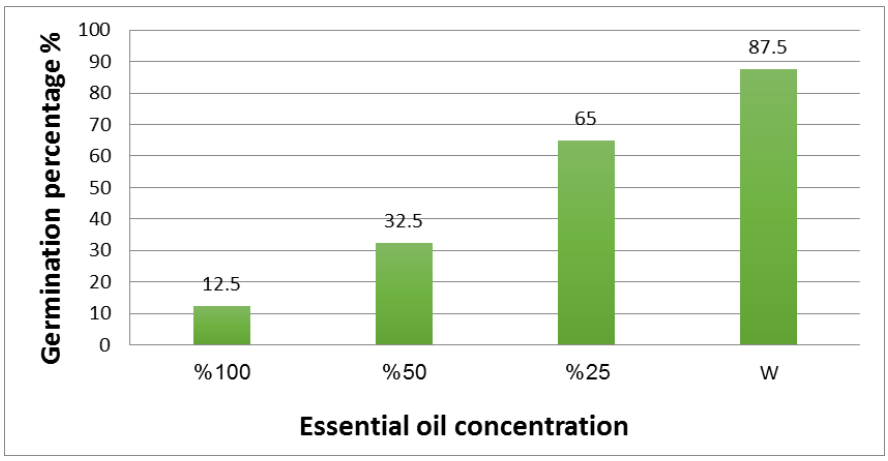
3.3.1 تحديد تأثير مستخلص زيت الزنجبيل على البذور المعاملة عند تراكيز مختلفة

1.3.3.2 تحديد تأثير مستخلص زيت الزنجبيل على نسبة الإنبات

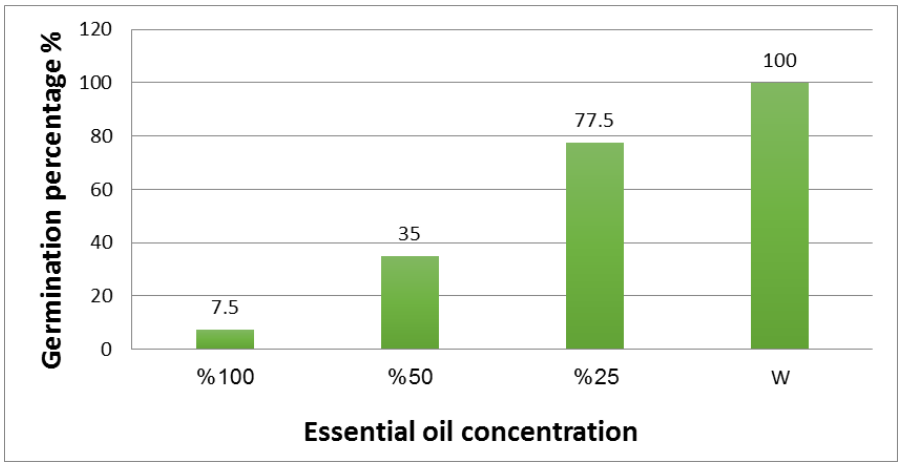
نتائج تأثير مستخلص زيت الزنجبيل على نسبة الإنبات لبذور الأنواع المعاملة عند التراكيز الثلاثة (C_1;C_2;C_3) موضحة في الأشكال التالية:



الشكل 16: نسبة إنبات بذور *Triticum durum L.* المعالجة بمستخلص زيت الزنجبيل عند تراكيز مختلفة.



الشكل 17: نسبة إنبات بذور *Triticum vulgare L.* المعاجلة بمستخلص زيت الزنجبيل عند تراكيز مختلفة.



الشكل 18: نسبة إنبات بذور *Lens culinaris* المعالجة بمستخلص زيت الزنجبيل عند تراكيز مختلفة.

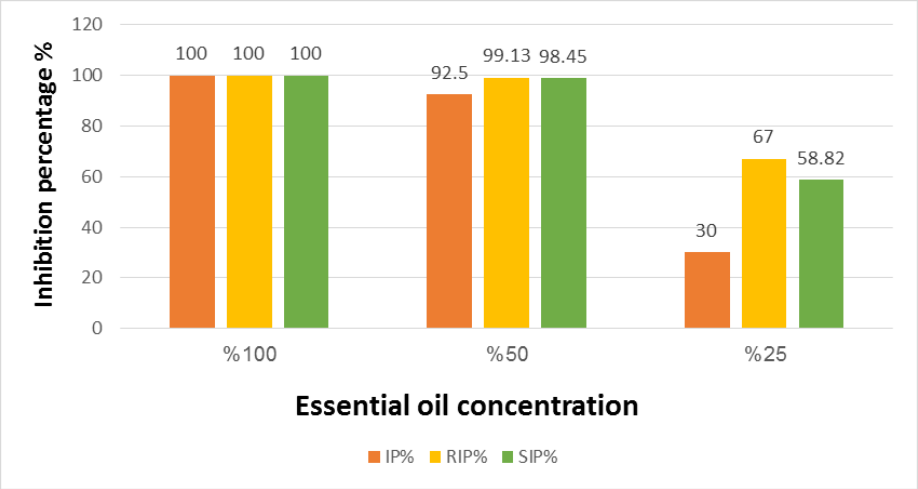
توضح الأشكال 16، 17، 18 الاختلاف في نسبة الإنبات (GP) للأنواع المعاملة بتراكيز مختلفة من مستخلص زيت الزنجبيل بالمقارنة مع نسبة إنبات الشاهد.

إن تحليل التباين ANOVA (الملحق **3.1** ; **6.1** ; **9.1**) يشير إلى أن هناك فروق معنوية عند مستوى الدلالة $P<0.05$ بين تأثير التراكيز الثلاثة على نسبة الإنبات لبذور كل من *Triticum durum* L.، *Lens culinaris* و *Triticum vulgare* L.

تُظهر الأشكال أن هناك تأثير تثبيطي للإنبات على الأنواع المعاملة بمستخلص زيت الزنجبيل، حيث نلاحظ من خلال مقارنة نتائج الأنواع الثلاثة أن نسبة الإنبات تنخفض كلما ارتفع تركيز المستخلص الزيتي، وهذا ما يدل على وجود تأثير تثبيطي لزيت الزنجبيل. تكون نسبة الإنبات في قيمتها الأعظمية عند أقل تركيز (C_3=25%) بالنسبة للأنواع الثلاثة المعاملة، مما يعني وجود تأثير تثبيطي ضعيف عند هذا التركيز، على عكس التركيزين (C_2=50%) و (C_1=100%) اللذين يُظهران تأثير تثبيطي قوي لإنبات البذور المعاملة.

2.3.3.2 تحديد تأثير مستخلص زيت الزنجبيل على نسب التثبيط IP، RIP، SIP عند تراكيز مختلفة

نتائج تأثير مستخلص زيت الزنجبيل على نسبة تثبيط الإنبات، نسبة تثبيط الجُذير ونسبة تثبيط السويقة لبذور الأنواع المعاملة عند التراكيز الثلاثة (C_1;C_2;C_3) موضحة في الأشكال 19،20، 21

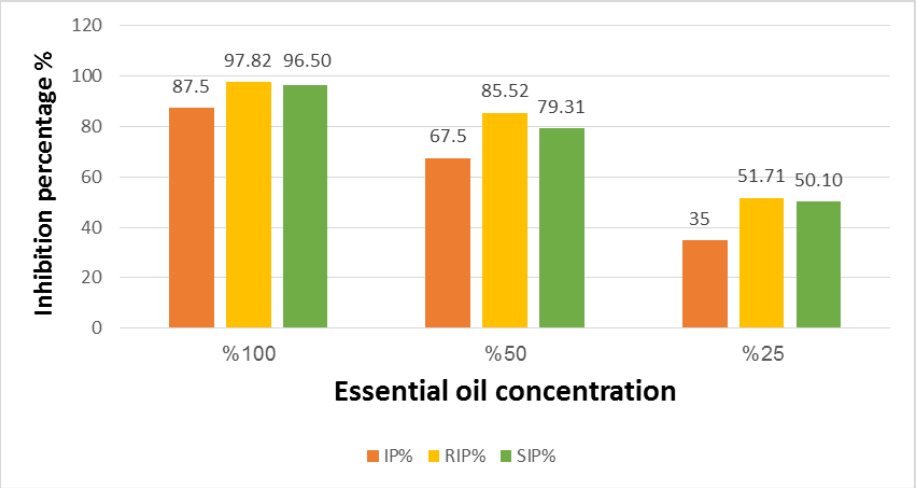


الشكل 19: نسبة تثبيط الإنبات IP، الجذير RIP والسويقة SIP المسجلة لبذور *Triticum durum L.* المعاملة بمستخلص زيت الزنجبيل عند تراكيز مختلفة.

أظهرت النتائج الموضحة في الشكل19 أن نسبة تثبيط الإنبات IP تكون 100% عند التركيز C_1، وتكون عند التركيز C_2 متقاربة لنسبة التثبيط عند التركيز الأول (92.5%). يمكننا القول أن التثبيط قوي عند C_1 و C_2، وبالمقارنة مع C_3 نجد أنّ نسبة تثبيط الإنبات عند هذا التركيز متوسطة أو ضعيفة بعض الشيء وتصل إلى 30%.

يشير تحليل التباين ANOVA (الملحق **1.1** ; **2.1**) إلى أن هناك فروق معنوية عند مستوى الدلالة $P<0.05$ بين تأثير التراكيز الثلاثة (C_1;C_2;C_3) على نسبة تثبيط الجذير ونسبة تثبيط السويقة.

يكون تثبيط نمو الجذير والسويقة قوي عند التركيزين C_1 وC_2 ومتوسط عند التركيز C_3.



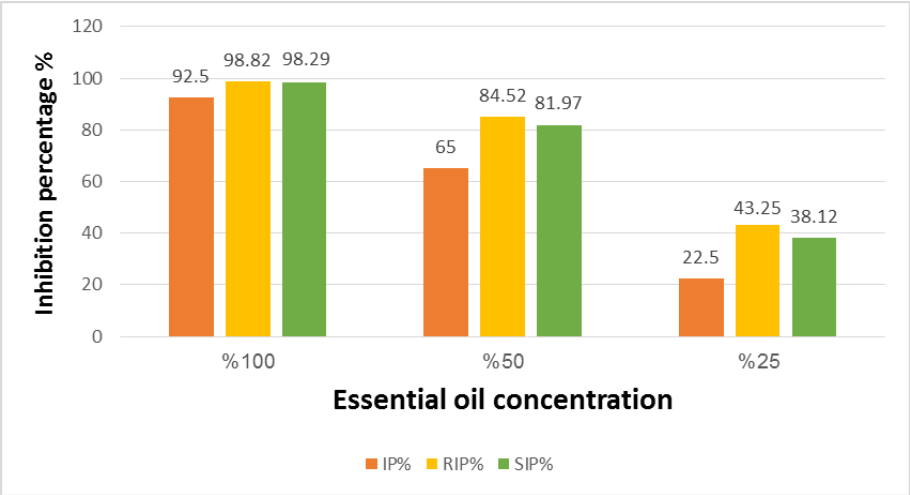
الشكل 20: نسبة تثبيط الإنباتIP ، الجذيرRIP والسويقةSIP المسجلة لبذور *Triticum vulgare* L. المعاملة بمستخلص زيت الزنجبيل عند تراكيز مختلفة.

يوضح الشكل 20 الاختلاف في النسب IP، RIP، SIP لبذور *Triticum vulgare* L. المعاملة بمستخلص زيت الزنجبيل عند تراكيز مختلفة.

نلاحظ أن نسبة تثبيط الإنباتIP تزيد كلما زاد التركيز، وبمقارنة النسب الثلاثة نجد أن التأثير التثبيطي لمستخلص الزيت عند التركيز C_1 قوي، متوسط عند التركيز C_2 وضعيف بعض الشيء عند التركيز C_3 مقارنة مع التركيزين الأول والثاني.

يشير تحليل التباين ANOVA (الملحق **4.1 ; 5.1**) إلى أن هناك فروق معنوية عند مستوى الدلالة $P<0.05$ بين تأثير التراكيز الثلاثة $(C_1;C_2;C_3)$ على نسبة تثبيط الجذير ونسبة تثبيط السويقة.

يزداد التأثير التثبيطي لنمو السويقة والجذير بازدياد تركيز مستخلص الزيت. يكون تثبيط الجذير والسويقة قوي ومتقارب عند التركيزين C_1 و C_2 ومتوسط عند التركيز C_3.



الشكل 21: نسبة تثبيط الإنبات IP ، الجذيرRIP والسويقة SIP المسجلة لبذور *Lens culinaris* المعاملة بمستخلص زيت الزنجبيل عند تراكيز مختلفة.

يبين الشّكل 21 أنَّ نسبة تثبيط الإنبات IP تزداد بازدياد تركيز مستخلص الزيت، وبالمقارنة نجد أن التأثير التثبيطي عند التركيز C_1 يكون قوي، متوسط عند التركيز C_2 وضعيف عند التركيز C_3

يشير تحليل التباين ANOVA (**8.1 ; 7.1**) إلى أن هناك فروق معنوية عند مستوى الدلالة $P<0.05$ بين تأثير التراكيز الثلاثة ($C_1;C_2;C_3$) على نسبة تثبيط الجذير ونسبة تثبيط السويقة.

يكون تثبيط الجذير والسويقة قوي ومتقارب عند التركيزين C_1 و C_2 وضعيف عند التركيز C_3.

2. المناقشة

فيما يلي سنقوم بمناقشة النتائج المتحصل عليها لمردود الزيت المستخلص، نتائج الكشف اللوني عن المركبات الفعالة في الزنجبيل ونسبة إنبات البذور المعالجة بمستخلص زيت الزنجبيل عند ثلاثة تراكيز مختلفة: C_1=100% ، C_2=50%، C_3=25%.

بعد الاستخلاص بطريقة التقطير المائي بواسطة جهاز Clevenger تحصلنا على مردود قيمته 0.47%، النتيجة التي تحصلنا عليها ضعيفة جدا بالمقارنة مع عن النتيجة المتحصل عليها من طرف Beggas و Bendoukhane (2017) حيث كان المردود 13.62% وتم استعمال 50 غ من مسحوق جذمور الزنجبيل.

هناك عوامل كثيرة تؤثر على كمية الزيت الأساسي التي ينتجها النبات أهمها طريقة الاستخلاص وكفاء الجهاز، العوامل البيئية مثل: الحرارة والرطوبة. العضو النباتي المستعمل، وقت جني النبات، عمر النبات وطور النمو. (الفيّاض و العدوان، 2009)

أظهرت نتائج الكشف الكيميائي عن المركبات الفعالة في نبات الدراسة *Zingiber officinale* احتواء المستخلصات المستعملة في الدراسة على الفلافونويدات، التربين، الكينون، القلويدات وغياب الصابونيات والتانينات. النتائج التي تحصلنا عليها تتطابق مع النتائج المتحصل عليها من طرف Amari (2016)، وهذا ما يثبت احتواء نبات الزنجبيل على الكينون، الفلافونويدات، التربين والقلويدات.

من خلال دراستنا لفاعلية زيت الزنجبيل على إنبات بذور *Triticum vulgare* L. و *Lens culinaris* و *Triticum durum* L.، لاحظنا أن المستخلص الزيتي أظهر تأثيرا تثبيطيًّا معتبرا بالمقارنة مع الشاهد. حيث تأثرت الصّفات المدروسة (نسبة الإنبات، طول الجذير وطول السويقة) بشكل واضح عند التركيز C_1 والتركيز C_2 للمستخلص.

أظهر التركيز C_1 تثبيطًا كليًّا لإنبات بذور نبات *Triticum durum* L.، في المقابل أظهر التركيز C_3 تثبيطا ضعيفا. وبمقارنة نتائج كل من *Triticum vulgare* L. و*Lens culinaris* نجد أن نسبة تثبيط الإنبات تتناسب طرديا مع تركيز المستخلص الزيتي، حيث يزداد التأثير التثبيطي بازدياد تركيز المستخلص فيكون ضعيف عند التركيز C_3، متوسط عند التركيز C_2، قوي عند التركيز C_1. وربما يعود هذا التأثير التثبيطي إلى احتواء المستخلص الزيتي على المركبات الأليوباثية التي تكبح نمو النبات. يمكن تفسير التباين في نسبة التثبيط باختلاف كمية المركبات الأليلوباثية في كل تركيز، فتكون كمية المركبات الأليلوباثية في التركيز C_1 أكبر منها في التركيز C_3.

التأثير التثبيطي لُوحِظ على طول الجذير والسويقة لبذور النباتات المعاملة بالمستخلص الزيتي، وقد بين Strandberg وآخرون (2000) أنَّ إنبات البذور يتأخر عندما تتعرض النباتات الحساسة للمركبات الأليلوباثية، وبعض البذور يتوقف إنباتها عند ظهور الجذير.نُرجح التأثير التثبيطي لوجود المركبات الفينولية في المستخلص الزيتي التي تعتبر أحد المركبات المثبطة، فعند زيادة تركيزها تعمل على زيادة فعالية حمض الأبسيسيك الذي يعمل بدوره على إيقاف الإنبات بتثبيط

عملية الإنقسام واستطالة الخلايا التي تؤدي إلى طول الجزء الخضري. وقد أكد Asamenew وآخرون (2019) احتواء نبات الزنجبيل على المركبات الفينولية المرتبطة بالجينيجرول (gingerol)

يمكن تفسير تأثير زيت الزنجبيل على إنبات البذور من خلال معرفة المكونات الأساسية لزيت الزنجبيل.

حسب Sharma وآخرون (2016) فإن زيت الزنجبيل يحتوي على نسبة عالية من السسكويتربينات (Sesquiterpenes) والتي تصل إلى (66.66%)، ونسبة من أحاديات التربين والتي تقدّر بـ (17.28%).

تعتبر المركبات أحادية التربين أحد أهم المركبات الأليلوباثية في البنات وتتميز بقدرتها على تثبيط الإنبات، وقد أثبتت Melo وآخرون (2010) وجود مركب 1,8-Cineol و مركب α-Pinene في الزيت المستخلص من جذمور نبات الزنجبيل *Zingiber officinale* وهما مركبان ينتميان إلى مجموعة التربينات الأحادية.

حسب Miranda وآخرون (2015) فإن المركب 1,8-Cineol له تأثير تثبيطي قوي وقد تم إثبات هذا من خلال دراسة قدرته على تثبيط نمو الحشائش.

وفقا للدراسة التي قدمها Singh وآخرون (2006) فإن مركب α-Pinene هو أحد المركبات الأليلوباثية الفعالة جدا وقد أثبت فعاليته في إعاقة نمو وإنبات جذور *Cassia occidentalis*، *Amaranthus viridis*، *Triticum aestivum*، *Pisum sativum*، *Cicer arietinum*.

وجود المركبين 1,8- Cineol و α -Pinene في المستخلص الزيتي لجذمور نبات الزنجبيل (*Zingiber officinale*) قد يفسر تأثيره الكابح لإنبات البذور النباتات المعاملة به.

الأليلوباثي عبارة عن آلية تطلق فيها النباتات مركبات كيميائية تُعرف بالمركبات الأليلوباثية (Allelochemicals) ناتجة عن الأيض الثانوي، لتتدخل في نمو وإنبات النباتات المجاورة ، حيث تؤثر سلبًا على نباتات محددة وغير متجانسة. (Furstenberg-Hagg, et al.,2013) حسب Macias وآخرون (2019) فإنَّ المركبات الأليلوباثية تضم مجموعة واسعة ومتنوعة كيميائيًّا، مثل المركبات الفينولية (الفينولات البسيطة، الفلافونويد، الكومارين، الكينون)، التربينات(monoterpenes, sesquiterpenes)، قلويدات، والعديد من العائلات الكيميائية الأخرى التي تتوزع على مختلف أعضاء النبات (أوراق، أزهار، جذامير،ساق، جذور...إلخ) وتبعًا لدراسة Omezzine وآخرون (2014) تؤثر هذه المركبات الأليلوباثية على عمل العديد من العمليات الفيزيولوجية والآليات الخلوية للنبات المستهدف.

يتأثر شكل وبنية الخلايا بالمركبات الأليلوباثية ، على سبيل المثال المركبات الطيارة مثل أحاديات التربين واليوكالِيبْتول (Eucalyptol) مثل 1,8-Cineol، لها القدرة على توسيع أو تقصير خلايا الجذور. (Bakkali, et al., 2008)

المركبات الأليلوباثية مثل: 1,8-Cineol، beta-Pinene ، alfa-Pinene وcamphor ، تؤثر على تمايز الخلايا وعملية انقسام الخلايا الإنشائية للنبات (meristems) وتقوم بكبحهما (Cheng & Cheng, 2015)

المركبات الأليلوباثية تستطيع تغيير محتويات منظمات النمو أو إحداث إختلالات في الهرمونات النباتية المختلفة، وهذا ما يثبط نمو وتطور النبات. أغلب المركبات الأليلوباثية الفينولية تعزز تثبيط مجموعة الأكسين (Auxin) المسؤولة عن نمو مختلف أعضاء النبات. (Yang, et al.,2005)

يمكننا القول أن عملية تثبيط نمو الجذير والسويقة للنباتات المعاملة بزيت الزنجبيل كانت نتيجة كبح انقسام وتمايز الخلايا من طرف المركبات الأليلوباثية المتواجدة بالزيت الأساسي وإخلالالها بعمل الهرمونات النباتية المسؤولة عن النمو.

في نفس السياق يشر Cheng وCheng (2015) إلى أن عمل المركبات الأليلوباثية لا يقتصرعلى تثبيط منظمات النمو وكبح الانقسامات فقط، بل يتعدى إلى التأثير على نفاذية الغشاء النباتي، عملية التضاد التأكسدي، التركيب الضوئي وكذلك التنفس.

توليد وإزالة مركبات الأكسجين التفاعلية (ROS) وتوازن حالة الأكسدة في الخلية يلعب دورا مهما في الفعالية الأليلوباثية. فبعد التعرض للمركبات الأليلوباثية قد تُنتِج النباتات المتلقية مركبات الأكسجين التفاعلية بسرعة في منطقة الاتصال بالمركب الأليلوباثي، وتغير انزيمات النشاطية المضادة للأكسدة مثل سوبر أكسيد ديسميوتاز (SOD). (Batish, et al.,2008)

العديد من الدراسات أثبتت أن المركبات الأليلوباثية تثبط النشاطية المضادّة للأكسدة للإنزيمات، وتتسبب في زيادة مستويات الجذور الحرة وهذا ما ينتج عنه تضخم وزيادة في بيروكسيد الغشاء الدهني (الدهون فوق المؤكسدة) مما يقلل تأثير الكسح على الأكسجين النشِط وبالتالي تخريب وتلف نظام الغشاء النباتي.(Farhoudi & Jin Lee, 2013)

تعمل المركبات الأليلوباثية على تثبيط أو تسريع عملية تحلل أصباغ التركيب الضوئي، وبالتالي تقل محتويات الصبغة الضوئية وهذا ما يكبح نقل الطاقة والإلكترونات ويقلل من نشاط الأنزيم المسؤول عن إنتاج ATP، مما يؤدي إلى تثبيط ATP. وهذا بدوره يؤثر على غلق وفتح الثغور وعملية النتح والنتيجة تكون تثبيط عملية التركيب الضوئي. (wang, et al., 2011)

تؤثر المركبات الأليلوباثية على نمو النباتات من خلال التأثير على المراحل المختلفة للتنفس مثل نقل الإلكترونات في الميتوكندريون، الفسفرة التأكسدية وتوليد CO_2 ونشاط إنزيم ATP. يمكن لهذه المركبات أن تقلل من امتصاص الأكسجين مما يمنع أكسدة NADH. أيضًا، تثبط هذه المركبات نشاط إنزيم تخليق ATP وتقلل من تشكل ATP في الميتوكندريون. (Cheng & Cheng, 2015)

الخاتمة

الخاتمة

يقوم عملنا هذا على إجراء تجارب مخبرية بهدف دراسة تأثير الفعالية الأليوباثية لزيت الزنجبيل *Zingiber officinale* على إنبات بذور ثلاثة أنواع: *Triticum vulgare* L. و *Triticum durum* L. و *Lens culinaris* عند تراكيز مختلفة C_1، C_2، C_3 .

استخلاص الزيت من جذمور نبات الزنجبيل باستعمال عملية التقطير المائي بواسطة جهاز Clevenger، أعطى مردود يساوي 0.47%.

قمنا بإجراء بعض الاختبارات على المستخلص المائي والإيثانولي للزنجبيل قصد الكشف عن المركبات الفعالة في النبات، وأظهرت نتائج الكشف اللوني احتواء الزنجبيل على الفلافونويدات، التربين، الكينون والقلويدات وغياب الصابونيات والتانينات.

حضرنا ثلاثة تراكيز مختلفة لزيت نبات الزنجبيل C_1=100% ، C_2=50%، C_3=25%، بهدف تحديد فعاليته الأليلوباثية على بذور ثلاثة أنواع نباتية معاملة به، وأظهرت الدراسة المخبرية أن الزيت الأساسي لنبات الزنجبيل كان له تأثير تثبيطي على الإنبات للأنواع الثلاثة المعاملة به. ومن جهة أخرى أظهرت النتائج أن التأثير التثبيطي للجذير كان متفوقا بعض الشيء على التأثير التثبيطي للسويقة عند جميع الأنواع المعاملة. التأثير التثبيطي للإنبات كان واضحا جدا عند بذور *Triticum durum* L. عند التركيزين C_1 و C_2 أكثر من بذور *Triticum vulgare* L. و *Lens culinaris* وهذا ما يثبت حساسية *Triticum vulgare* L. للمركبات الأليلوباثية لزيت الزنجبيل. وقد تبين من خلال الدراسة أن نسبة إنبات البذور تتناسب عكسيا مع تركيز المستخلص الزيتي، وكلما زاد التركيز زادت نسبة التثبيط. يمكن تفسير الاختلاف في نسبة تثبيط الإنبات عند التراكيز الثلاثة باختلاف كمية المركبات الأليلوباثية في كل تركيز.

إن الظروف الراهنة التي يعاني منها العالم جراء جائحة كورونا كانت عائقا كبيرا أمام تقدمنا في البحث وحالت بيننا وبين استكمال هذا العمل الذي أردنا به دراسة التأثير الأليلوباثي للزيت الأساسي لنبات الزنجبيل*Zingiber officinale*، والتأثير الأليلوباثي للمستخلص الميثانولي للزنجبيل على إنبات بذور بعض الأنواع النباتية ذات الأهمية الإقتصادية وبعض الحشائش الضارة التي تغزو المحاصيل الزراعية والمقارنة بين تأثيرهما، وهو الجزء الذي لم نتمكن من إكماله، بالإضافة إلى فصل المركبات الفعالة في الزنجبيل وتحديدها عن طريق تقنية الكروماتوغرافي. وهذا بغرض تحديد المركبات الفعالة في النشاطية الأليلوباثية للزنجبيل، من أجل توسيع دائرة استخدام المركبات الأليلوباثية واستغلال فعالية مركبات الزنجبيل داخل الأنظمة الزراعية، سواء من خلال استعمالها كمبيدات طبيعية وآمنة للحشائش إذا ما أظهرت تأثيرها التثبيطي أو استغلالها في إنتاج المحاصيل الزراعية في حال ما أظهرت تأثيرها التحفيزي.

المراجع

قائمة المراجع

المراجع باللغة العربية

سيد علي، خ. (1993). الطِّب المجرّب. الكويت: مكتبة دار التُّراب، 246 صفحة.

زريرة، أ. (2006). دليل تثمين النباتات العطرية في المغرب. المغرب: مديرية البحث والتعليم والتمنية – قسم الإرشاد الفلاحي، 26 صفحة.

زلماطي، ع. (1993). التداوي بالأعشاب والنباتات الطبيّة. عين ميلة – الجزائر: دار الهدى، 191 صفحة.

عمر، ع.ع.، و هيكل، م. (1993). النّباتات الطّبيّة والعطريّة: كيمياؤُها، إنتاجُها وفوائدُها. الإسكندريّة: منشأة المعارِف، 515 صفحة.

بلقسام، ع.و. (2017). دراسة الزيوت الأساسية، المركبات الفينولية وفعاليتها البيولوجية في بعض الأنواع التّابعة للفصيلتين: السذبية Rutaceae والمركبة Compositae. أطروحة دكتوراه. جامعة العربي بن مهيدي، قسم علوم الطّبعية والحياة، أم البواقي، 227 صفحة.

الحُسَينِي، م.، و المهدِي، ت. (1990). النّباتات الطّبيّة، زراعتها ومُكوّناتُها. القاهرة: مكتبة ابن سينا للنَّشر، 2014 صفحة

عبد الجلِيل،م. (2009). كيمياء المنتجات الطّبيعيّة. عمّان – الأردن: دار الفِكر للنّشر والتَّوزيع، 241 صفحة.

عزّت، م. و عارف، م. (1997). شفاء العليل في عجاب الزّنجبيل. القاهرة: دار الفضيلة، 51 صفحة.

المغازي، أ. (2003). التداوى بالمنتجات العطرية. مجلة أسيوط للدراسات البيئية، 85-92.

الفيّاض، م. والعدوان، أ. (2009). استخلاص الزّيوت من النّباتات العطريّة والطّبيّة. البقعة –الأردن: المركز الوطني للبحث والإنتاج الزّراعي، 06 صفحة.

الوكيل، م. (2013). Mutual Harm between Plants (Allelopathy). Plant Pathology Journal، 1-3.

أحمد سعيد، م. (2014). الكروماتوغرافيا وتطبيقاتها. researchgate، 148 صفحة.

المراجع باللغة الأجنبية

A

Akter Mele, M. (2019). Bioactive compounds and biological activity of ginger. *Journal of Multidisciplinary Sciences, 1*(1), 1-7.

Alastair , C. (2012, July 4). *Tropical Biodiversity*. Récupéré sur University of Reading Weblogs: http://blogs.reading.ac.uk/tropical-biodiversity/2012/07/ginger/

Ali , H., Tanveer , A., Naeem , M., Jamil , M., Iqbal , M., Chadhar , A., et al. (2015). Assessing the Competitive Ability of Rhynchosia capitata; an Emerging Summer Weed in Asia. *Planta daninha, 33*, 175–182.

Ali, B. H., Blunden, G., Nemmar, A., & Tanira, M. O. (2008). Some phytochemical,pharmacological and toxicological properties of ginger (Zingiberofficinale Roscoe):a review of recent research. *Food and Chemical Toxicology, 46*(2), 409-420.

Amari, S. (2016). Étude phytochimique et évaluation de l'activité antibactérienne et antioxydante de deux extraits de la plante Zingiber officinale. *Mémoire Master En Sciences Biologiques*. Dep. S.N.V., Université Frères Mentouri – Constantine,84p.

Angèle, F. (2017). Les Zingiberaceae en phytothérapie l'exemple du gingembre. *thèse de docteur en pharmacie.*, 185. Université de Lille 2, 185p.

Antolovich , M., Prenzler, D., Patsalides, E., & Robards , S. (2002). Methods for testing antioxidant activity. *Analyst*(27), 183-198.

Anton, R., & Lobstein, A. (2005). *Plantes aromatiques: Epices, aromates, condiments et huiles essentielles.* Paris: Lavoisier,522p.

Asamenew, G., Woong Kim, H., Ki Lee, M., Hye Lee, S., Jin Kim, Y., Soo Cha, Y., et al. (2019). Characterization of phenolic compounds from normal ginger (Zingiber officinale Rosc.) and black ginger (Kaempferia parviflora Wall.) using UPLC–DAD–QToF–MS. *European Food Research and Technology, 245*, 653–665.

Atik, B., Bousmaha, L., Taleb ben diab, S., Boti, J., & Casanova, J. (2007). composition chimique del'hile essentielle de Rosmarinus officinalis L. poussant à l'état spontané et cultivé de la région de Telmcen. *Biologie et santé, 7*(1), 5-10.

B

Babar, A., Naser Ali, A.-W., Saiba, S., Aftab , A., Alam Khan, S., & Firoz , A. (2015). Essential oils used in aromatherapy: A systemic review. *Essential oils used in aromatherapy: A systemic review, 5*(8), 601-611.

Bakkali, F., Averbeck, S., Averbeck, D., & Idaomar, M. (2008). Biological effects of essential oils - A Review. *Food and Chemical Toxicology, 46*(2), 446–475.

Balz, R. (1986). *Les huiles essentielles et comment les utiliser.* Rodolphe, 152p.

Baratta , M., Dorman , H., Dean , S., Brondi , D., & Ruberto , G. (1998). Chemical composition, antimicrobial and antioxidant activity of laurel, sage, reosemary, oregano and coriander essential oils. *J Essent Oil Res, 10*, 618-27.

Batish, D., Singh, H., Kaur, S., & Kohli, R. (2008). Caffeic acid affects early growth, and morphogenetic response of hypocotyl cuttings of mung bean (Phaseolus aureus). *Journal of Plant Physiology, 165*(3), 297-305.

Baziramakenga , R., Leroux , G., Simard , R., & Nadeau , P. (1997). phenolic acids on nucleic acid and pritein levels in soybean Allelopathic effecof seedling. *Can. J. Bot., 75*, 445-450.

Beggas, L., & Bendoukhane, M. (2017). Etude de l'activité antioxydante de gingembre « Zingiber officinale » . *Mémoire Master en Sciences Biologiques Spécialité : Biochimie Moléculaire et Santé*. SNV, Université Frères Mentouri - Constantine, p.

Bekhchi, C. (2008). Analyse des huiles essentielles de quelques espèces aromatique de la rgion de Telemcen par CPG,CPG-SM et RMN 13C. *Thèse Doctorat*, Univ. Tlemcen, 205p.

Bekhchi, C., & Abdelouahid, D. (2010). *LES Huiles essentielles.* Alger: Office des publications universitaires, 47p.

Belhattab , R. (2005). Composition chimique et propriétes antioxydantes, antifongiques et antiaflatoxinogenes d extrais de Origanum glandulosum Desf. et Marrubium vulgare L.(famille des Lamiaceae). *thèse de doctorat*,. Département de biologie, Faculté des sciences, Sétif, 110p.

Bendif, H. (2017). Caractérisation phytochimique et détermination des activités biologiques in vitro des extraits actifs de quelques Lamiaceae: Ajuga iva (L.) Schreb., Teucrium polium L., Thymus munbyanus subsp. coloratus (Boiss. & Reut.) Greuter & Burdet. *Thèse de Doctorat*. L'ECOLE NORMALE SUPERIEURE DE KOUBA-ALGER, DEPARTEMENT DES SCIENCES NATURELLES, 154p.

Benmeddour, T. (2010). Etude du pouvoir allélopathique de l'Harmel (Peganum harmala L.), le laurier rose (Nerium oleander L.) et l'ailante (Ailanthus altissima (Mill.) Swing.) sur la germination de quelques mauvaises herbes des céréales. *Thèse de MAGISTER*, 2010. Faculté des sciences, Département de Biologie: UNIVERSITE FERHAT ABBAS – SETIF, 106p.

Bertin, C., Yang, X., & Weston, L. (2003). The role of root exudates and allelochemicals in the rhizosphere. *Plant and Soil, 256*(1), 67–83.

Bhas, S., & Kizhakkayil, J. (2011). Diversity, characterization and utilization of ginger: A review. *Plant Genetic Resources, 9*(3), 464 - 477.

Bhavaniramya, S., Vishnupriya, S., Saleh Al-Aboody, M., Vijayakumar, R., & Baskaran, D. (2019). Role of essential oils in food safety: Antimicrobial and antioxidantapplications. *Grain & Oil Science and Technology, 2*(2), 49-55.

Biswas, K., & Prasad Das, A. (2016). Allelopathic effects of Teak (Tectona grandis L.f.) on germination and seedling growth of Plumbago zeylanica L. *Pleione, 10*(2), 262 - 268.

Blum, U. (2005). Relationships between phenolic acid concentrations, transpiration water utilization, leaf area expansion, and uptake of phenolic acids: nutrient culture studies. *Journa of Chemical Ecology, 31*, 1907–1932.

W.N. (2014, January 21). *Ginger (Zingiberis offinalis)*. Retrieved from backwaterbotanics.wordpress: https://backwaterbotanics.wordpress.com/2014/01/21/ginger-zingiberis-offinalis/

Botineau , M. (2010). *Botanique systematique et appliquee des plantes a fleurs.* Limosges: Lavoisier, 1336p.

Bouzabata, A., & Ziouche, N. (2013). Ethnobotanique et Utilisations traditionnelles de Curcuma longa L. en Algerie. 100p .

Braga, M. E., Moreschi, S. R., & Meireles, M. A. (2006). Effects of Supercritical Fluid Extraction on Curcuma longa L. and Zingiber officinale R. Starches. *Carbohydrate Polymers, 63*(3), 340-346.

Bremer, B., Bremer, K., Chase, M. W., Fay, M. F., Reveal, J. L., Somtis, D. E., et al. (2009). An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering. *Botanical Journal of the Linnean Society, 161*(2), 105-121.

Bruneton, J. (2002). *Phytothérapie : Les données de l'évaluation.* Paris: Lavoisier, 242p.

Budd Russo, E., & Marcu, J. (2017). Cannabis Pharmacology: The Usual Suspects and a Few Promising Leads. *Advances in pharmacology*, 73-116.

Burt, S. (2004). Essential oils: Their antibacterial properties and potential applications in foods- A review. *International Journal of Food Microbiology, 94*(3), 223-253.

Butnariu, M., & Sarac, I. (2018). Essential Oils from Plants. *JOURNAL OF BIOTECHNOLOGY AND BIOMEDICAL SCIENCE*, 2576-6694.

C

Calsamiglia , S., Busquet , M., Cardozo , P., Castillejos , L., & Ferret , A. (2007). Invited review: Essential oils as modifiers of rumen microbial fermentation. *Journal of Dairy Science*, 2580–2595.

Candan, F., Unlu, M., Daferera, D., Polissiou, M., Sokmen, A., & Akpulat, A. (2003). Antioxidant and antimicrobial activity of essential oil and methanol extract of Achillea millefolium. *Journal of Ethnopharmacology* , 215-220.

Celino Benedito, L., Sabioni Resck, I., Fontes Vieira, R., & Bizzo, H. (2014). Essential Oil Constituents and Yields from Leaves of Blepharocalyx salicifolius (Kunt) O. Berg and Myracrodruon

urundeuva (Allemão) Collected during Daytime. *Hindawi Publishing Corporation International Journal of Forestry Research*, 6p.

Chami, F. (2005). Evaluation in vitro de l'Action Antifongique des Huiles Essentielles d'Origan et de Girofle et de leurs Composés Majoritaires in vivo Application dans la Prophylaxie et le Traitement de la Candidose Vaginale sur des Modèles de Rat et de Souris Immunodépré. *Thèse de Doctorat d'Etat Es-Sciences*. Fès, Université Sidi Mohamed Ben Abdallah, Faculté des Sciences Dhar El Mehrez, 129p.

Cheema, Z., & Khaliq, A. (2000). Use of sorghum allelopathic properties to control weeds in irrigated wheat in semiarid region of Punjab. *Agric Ecosyst Environ, 79*, 105-112.

Cheng, F., & Cheng, Z. (2015). Research Progress on the use of Plant Allelopathy in Agriculture and the Physiological and Ecological Mechanisms of Allelopathy. *Frontiers in Plant Science, 6*(1020), 6.

Chiapusio, G., Sánchez-Moreiras, A., Reigosa Roger, M., & González, L. (1997). Do Germination Indices Adequately Reflect Allelochemical Effects on the Germination Process? *Journal of Chemical Ecology, 23*(11), 2445-2453.

Choi , Y., Kim , M., Hong , J., Kim , S., & Yang , W. (2013). Dried Ginger (Zingiber officinalis) Inhibits Inflammation in a Lipopolysaccharide-Induced Mouse Model. *Evid Based Complement Alternat Med*, 1-9.

Christaki, E., Bonos, E., Giannenas, I., & Florou-Paneri, P. (2012). Aromatic Plants as a Source of Bioactive Compounds. *Agriculture, 2*, 228-243.

Combrinck, S., Du Plooy, G., McCrindle, R., & Botha, B. (2007). Morphology and Histochemistry of the Glandular Trichomes of Lippia scaberrima (Verbenaceae). *Annals of Botany, 99*(6), 1111–1119.

Cowan , M. (1999). Plant products as anti-microbialagents. *Clin Microbiol Rev, 12*(5), 64–82.

Croteau, F. (1986). Biochemistry of monoterpenes and sesquiterpenes of the essential herbs: spices and medicinal plants. *Recent advances in botany, horticulture and pharmacology, 1*, 201-249.

D

Dahanukar , S., Kulkarni, R., & Rege , N. (2000). Pharmacology of medicinal plants and natural products. *Indian Jourrnal Pharmacol, 32*, 81–118.

Deans, S., & Ritchie, G. (1987). Antibacterial properties of plant essential oils. *International Journal of Food Microbiology, 5*(2), 165-180.

Desjobert, J., Bianchini , A., Tomi , P., Costa , J., & Bernardini , A. (1997). Etude d'huiles essentielles par couplage chromatographie en phase gazeuse/ spectrométrie de masse. Application à la valorisation des plantes de la flore Corse. *Analysis, 25*(6), 13-16.

Dhifi, W., Bellili, S., Jazi, S., Bahloul, N., & Mnif, W. (2016). Essential Oils' Chemical Characterization and Investigation of Some Biological Activities. *Medicines (Basel), 3*(4), 25.

Dupont , F., & Guignard, J.-L. (2012). *Botanique Les familles de plantes* (éd. 15e édition). France: Elsevier Masson,336p.

E

Einhellig, F., Rasmusse, J., Hejl, J., & Souza, I. (1993). Effects of root exudate sorgoleone on photosynthesis. *Journal of Chemical Ecology, 17*, 369–375.

El Sawia, S., Ibrahim, M., Gad El-Rokiekc, K., & Saad El-Dinc, S. (2019). Allelopathic potential of essential oils isolated from peels of three citrus species. *Annals of Agricultural Sciences, 64*, 89–94.

EL-Haoud, H., Boufellous, M., Berrani, A., Tazougart, H., & Bengueddour, R. (2018). SCREENING PHYTOCHIMIQUE D'UNE PLANTE MEDICINALE: Mentha Spicata. *Am. J. innov. res. appl. sci., 7*(4), 226-233.

F

Faivre, C., Lejeune, R., Goetz , P., & Staub , H. (2006). Zingiber officinale Roscoe. *Phytothérapie*, 99–102.

Farhoudi, R., & Jin Lee, D. (2013). Allelopathic Effects of Barley Extract (Hordeum vulgare) on Sucrose Synthase Activity, Lipid Peroxidation and Antioxidant Enzymatic Activities of Hordeum spontoneum and Avena ludoviciana. *Proceedings of the National Academy of Sciences, India - Section B: Biological Sciences, 83*(3), 447–452.

Fürstenberg-Hägg, J., Zagrobelny, M., & Bak, S. (2013). Plant defense against insect herbivores. *Int. J. Mol. Sci, 14*, 10242–10297.

G

Gazengel, M., & Orechioni, M. (2001). *le préparateur en pharmacie "botanique pharmacognosie-phytothérapie-homéopathie,* Tec et Doc - Editions médicales Internationales, 275p.

Gerbino , P. (2006). The Science and Practice of Pharmacy. *American journal of pharmaceutical education*, 70-71.

Ghasemzadeh, A., Jaafar, H. E., & Rahmat, A. (2010). Elevated Carbon Dioxide Increases Contents of Flavonoids and Phenolic Compounds, and Antioxidant Activities in Malaysian Young Ginger (Zingiber officinale Roscoe.) Varieties. *Molecules*, 7907-7922.

Gigon, F. (2012). Le gingembre, une épice contre la nausée. *Phytothérapie, 10*(2), 87–91.

Gkinis, G., Tzakou, O., Roussis, V., & Iliopoulou, D. (2003). Chemical composition and biological activity of Nepeta parnassica oils and isolated nepetalactones. *Zeitschrift fur Naturforschung C, 58*((9-10)), 681-6.

Grugeau, C. (1995). Curcuma longa L. *Thèse de doctorante en pharmacie.* Université limoge.

Guerriero, G., Apone, F., Qahtan, A., Abdel-Salam, E. M., Qahtan, A. A., Alatar, A. A., et al. (2018). Production of Plant Secondary Metabolites: Examples, Tips and Suggestions for Biotechnologists. *Genes, 9*(6), 1-22.

H

Hammer, K., Carson , C., & Riley , T. (2002). In vitro activity of Melaleuca alternifolia (tea tree) oil against dermatophytes and other filafilamentous fungi. *J Antimicrob Chemother, 50*, 195-9.

W.N. (2013). *Grow Ginger As a Houseplant*. Récupéré sur Instructables: https://www.instructables.com/id/Grow-Ginger-as-a-Houseplant/

Hart, K., Yáñez-Ruiz, D. R., Mcewan, N. R., & Duval, S. (2008). Plant extracts to manipulate rumen fermentation. *Animal Feed Science and Technology, 147*, 8–35.

Hassan , S., & Soleimani, T. (2016). Improvement of artemisinin production by different biotic elicitors in Artemisia annua by elicitation–infiltration method. *Banat's Journal of Biotechnology, 7*(13), 83-94.

Heidarzade, A., Pirdashti, H., & Esmaeili, M. (2010). Quantification of allelopathic substances and inhibitory potential in root exudates of rice (Oryza sativa L.) varieties on Barnyard grass (Echinochloa crus-galli L.). *Plant Omics. J., 3*, 204-209.

I

Indrawati , I., Miranti , M., & Mayfi, I. (2017). Antibacterial activity of ethanolic extracts of rhizome from three ginger varieties against acne isolated bacteria. *Nusantara bioscience, 9*(1), 92-96.

J

Jain, C., Khatana, S., & Vijayvergia, R. (2019). BIOACTIVITY OF SECONDARY METABOLITES OF VARIOUS PLANTS: A REVIEW. *International Journal of Pharmaceutical Sciences and Research, 10*(2), 494-504.

Joshi, A., Sharma, A., Bachheti, R., & Husen, A. (2019). Plant Allelochemicals and Their Various Applications. *Co-Evolution of Secondary Metabolites*, 1-15.

K

Karbach, J., Ebenezer, S., Behrens, E., & Warnke, P. (2015). Antimicrobial Effect of Australian Antibacterial Essential Oils as Alternative to Common Antiseptic Solutions against Clinically Relevant Oral Pathogens. *Clinical laboratory, 61*(1-2), 8-61.

Khan , A., Qureshi, R., Ullah , F., Gilani, S., Nosheen , A., & Sahreen , S. (2011). Phytochemical analysis of selected medicinal plants of Margalla Hills and surroundings. *Journal of Medicinal Plants Research, 5*(25), 6017-6023.

Kohli , R., Batish, D., & Singh , N. (2006). Allelopathy : A physiological process with ecological implications. *The Netherlands*, 465 – 493.

Kress, J. W., Prince, L. M., & Williams, K. J. (2002, October). The phylogeny and a new classification of the gingers (Zingiberaceae): Evidence. *American Journal of Botany, 89*(11), 1682–1696.

Kubra, R., & Mohan Rao, L. (2012). An Impression on Current Developments in the Technology, Chemistry, and Biological Activities of Ginger (Zingiber officinale Roscoe). *Critical reviews in food science and nutrition, 52*(8), 651-88.

Kumar, A., Kumar, A., & Kumar , M. (2012). Pharmacological activity of Zingiber officinale. International journal of pharmaceutical and sciences *,1*(3), 1422-1427.

Kumar, S., Tiwari , R., & Krishna, A. (2000). Aromatherapy-an alternative health care through essential oils. *Journal of Medicinal and Aromatic Plant Sciences, 22*, 798-804.

L

Lamara , M. (2005). Contribution à l'étude de la composition chimique et de l'activité antimicrobienne des huiles essentielles de Tinguarra sicula (L.) Parl. et de Filipendula hexapetala Gibb. *Mémoire de Magistère*, Sétif, Département de biologie, Faculté des sciences. p.38

M

Macías, F., Mejías, F., & Molinillo, J. (2019). Recent advances in allelopathy for weed control: from knowledge to applications. *Pest Manag. Sci., 75*(9), 2413-2436.

Malcolm, P., Holford, P., McGlasson, W., & Newman, S. (2003). Temperature and seed weight affect the germination of peach rootstock seeds and the growth of rootstock seedlings. *Scientia Horticulturae, 98*(3), 247-256.

Melo, G., Grespan, R., Fonseca, J., & Farinha, T. (2010). Inhibitory effects of ginger (Zingiber officinale Roscoe) essential oil on leukocyte migration in vivo and in vitro. *Journal of Natural Medicines , 65*(1), 241-6.

Merghache, S., Hamza, M., & Tabi, B. (2009). Etude phyta sicochimique de l'huile essentielle de Ruta chalepensis L. de Telemcen. *Afrique science, 5*(1), 67-81.

Mimica-Dukic , N., Bozin , B., Sokovic , M., & Simin , N. (2004). Antimicrobial and antioxidant activities of Melissa officinalis L. (Lamiaceae) essential oil. *J Agric Food Chem, 52*, 1822–1828.

Miquel, J. (2002). Can antioxidant diet supplementation protect against age-related mitochondrial damage? *Ann N Y Acad Sci.*, 508-516.

Miranda, C., Graças Cardoso, M., Moreira Carvalho, M., Silva Figueiredo, A., & Andrade, J. (2015). Chemical characterisation and allelopathic potential of essential oils from leaves and rhizomes of white ginger. *Revista Ciência Agronômica, 26*(3), 555-562.

Mohammedi, Z. (2006). Etude de pouvoir antimicrobien et antioxydant des huiles. *Mémoire de Magistère*. Département de biologie, Faculté des sciences, université abou bakr belkaid, Tlemcen, 125p.

Mondal, S. (2018). UNIT – II Terpenes. *Lecturer Notes _B. Pharm 7th Semester* , 14. GITAM University.

Motsa, M., Slabbertb, M., van Averbekea, W., & Moreyac, L. (2015). Effect of light and temperature on seed germination of selected African leafy vegetables. *South African Journal of Botany, 99*, 29-35.

N

Ncube, B., & Staden, J. v. (2015). Tilting Plant Metabolism for Improved Metabolite Biosynthesis and Enhanced Human Benefit. *Molecules, 20*(7), 12698-12731.

Nikolova , I., & Georgieva , N. (2018). Effect of biological products on the population of aphids and chemical components in alfalfa. *Banat's Journal of Biotechnology, 9*(19), 38-46.

O

Ojogu , N., Annune , P., & Okayi , G. (2017). Toxicological effects of aqueous extract of piptadeniastrium africanum bark on Clarias gariepinus juveniles. *Banat's Journal of Biotechnology, 8*(15), 123-135.

Omezzine, F., Ladhari, A., & Haouala, R. (2014). Physiological and biochemical mechanisms of allelochemicals in aqueous extracts of diploid and mixoploid Trigonella foenum-graecum L. *South African Journal of Botany, 93*, 167–178.

Onyeyili, P., & Ogugduaja , V. (2004). Identification des principles actifs de (Baume de la pomme). *Journal of Medicine and scintific, 4*(3), 179-182.

P

Peighami-Ashnaei , S., Farzaneh , M., Sharifi Tehrani , A., & Behboudi , K. (2008). Effect of essential oils in control of plant diseases. *Commun Agric Appl Biol Sci, 74*, 843–847.

Popovici, C., Ilonka, S., & Bartek, T. (2009). Evaluation de l'activité antioxydant des composés phénoliques par la réactivité avec le radical libre DPPH. *Revue de Génie Industriel, 4*, 25-39.

R

Rabhi, M., Baldan, B., Ranieri , A., Marzouk, B., Smaoui, A., Lachaâl, M., et al. (2009). Salt effect on yield and composition of shoot essential oil and trichome. *Industrial Crops and, 30*(3), 338–343.

Rashidian, A., Mehrzadi, S., Ghannadi, A., & Mahzooni, P. (2014). Protective effect of ginger volatile oil against acetic acid-induced colitis in rats: A light microscopic evaluation. *Journal of integrative medicine, 12*(2), 115-20.

Reddy, D. (2019). Essential Oils Extracted from Medicinal Plants and Their Applications. *Natural Bio-active Compounds*, 237-283.

Reigosa, M., Moveivars , S., & Gonzale, L. (1999). Ecophysiological approach in allelopathy in critical reviews. *Plant Sci., 8*(5), 577- 608.

Rice, E., Miller, N., Bolwell, P., Bramley, P., & Pridham, J. (1995). The relative antioxidant activities of plant-derived polyphenolic Flavonoids. *Free Radical Research, 22*, 375-383.

Rizvi, S., & Rizvi , V. (2012). *Allelopathy: Basic and Applied Aspects.* London: Springer, 500p.

Ross, I. A. (2010). *Medicinal Plants of the World, Volume 3: Chemical Constituents, Traditional and Modern Medicinal Uses.* New York: Humana Press, 415p.

S

Sadraei, H., Asghari , G., Hajhashemi , V., Kolagar , A., & Ebrahimi , M. (2001). Spasmolytic activity of essential oil and various extracts of Ferula gummosa Boiss. on ileum contractions. *Phytomedicine, 8*(5), 370-376.

Saidi , A., Eghbalnegad , Y., & Hajibarat , Z. (2017). Study of genetic diversity in local rose varieties (Rosa spp.) using molecular markers. *Banat's Journal of Biotechnology, 8*(16), 148-157.

Samadi, M., Zainal Abidin, Z., Yunus, R., & Radiah, D. (2016). Assessing the kinetic model of hydro-distillation and chemical composition of Aquilaria malaccensis leaves essential oil. *Chinese Journal of Chemical Engineering, 25*(2), 7.

Scherrer, A., Motti, R., & Weckerle, C. (2005). Traditional plant use in the areas of Monte Vesole and Ascea, Cilento National Park (Campania, Southern Italy). *Journal of Ethnopharmacology, 97*(1), 129–143,.

Schiller, D., & Schiller, C. (1994). *500 Formulas For Aromatherapy: Mixing Essential Oils for Every Use.* USA: Sterling Publishing Company, 128p.

Semnani , S., Hajizadeh , N., & Alizadeh , H. (2017). Antibacterial effects of aqueous and organic quince leaf extracts on gram–positive and gram–negative bacteria. *Banat's Journal of Biotechnology, 8*(16), 54-61.

Sharifi-Rad, J., Antoni , S., Carlo Tenore, G., Daglia , M., Sharifi-Rad, M., Valussi, M., et al. (2014). Biological Activities of Essential Oils: From Plant. *molecules, 22*(1), 2-55.

Sharma, P., Singh, V., & Ali, M. (2016). Chemical Composition and Antimicrobial Activity of Fresh Rhizome Essential Oil of Zingiber Officinale Roscoe. *Pharmacogn. J., 8*(3), 185-190.

Sharma, Y. (2017). Ginger (Zingiber officinale)-An elixir of life a review. *The Pharma Innovation Journal, 6*(10), 22-27.

Sienkiewicz, M., Głowacka, A., Poznańska-Kurowska, K., Kaszuba, A., Urbaniak, A., & Kowalczyk, E. (2015). The effect of clary sage oil on staphylococci responsible for wound infections. *Postepy Dermatol Alergol, 31*(1), 21-26.

Singh , S., Patel , J., & Bachle , D. (2014). A review on Zingiber officinale: A natural gift. International. *Journal of Pharm and Bio Sciences, 5*, 508-525.

Singh, A. (2015). Composition nutritionnelle de gingembre. *Indian Journal of Basic and Applied Medical Research, 4*(4), 377-383.

Singh, H., Batish, D., & Kohli, R. (2008). Allelopathy in Agroecosystems. *Journal of Crop Production, 4*(2), 1-41.

Singh, H., Batish, D., Kaur, S., Arora, K., & Kohil, R. (2006). α-Pinene Inhibits Growth and Induces Oxidative Stress in Roots. *Ann. Bot., 98*(6), 1261–1269.

Singh, R., & Singh, K. (2019). ZINGIBER OFFICINALE: A SPICE WITH MULTIPLE ROLES. *Life Science Informatics Publications, 5*(2), 113-125.

Soltys-Kalina, D., Krasuska, U., Bogatek, R., & Gniazdowska, A. (2013). Allelochemicals as Bioherbicides — Present and Perspectives. *InTech, 20*, 517-542.

Spichiger, R.-E., Figeat, M., Jeanmonod, D., Clerc, P., Gautier, L., Loizeau, P.-A., et al. (2016). *Botanique systématique ave une introduction aux grandes groupes de champignons.* Lausane: Press polytechnique et univeritaires romandes, 448p.

Stappen , I., & Sarkic , A. (2018). Essential Oils and Their Single Compounds in Cosmetics—A Critical Review. *A Critical View on Natural Substances in Personal Care Products), 5*(1), 1-21.

Stevens, P. F. (2008, june 9). 14. Consulté le 02 24, 2020, sur Angiosperm Phylogeny Website: http://www.mobot.org/MOBOT/research/APweb/

Stoll, G. (2002). *Protection naturelle des végétaux en zone tropicales.* Margraf Verlag, Allemagne: Weikersheim : Margraf Verlag, 386p.

Strandberg, B., Kruse, M., & Strandberg, M. (2000). *Ecological Effects of Allelopathic Plants – a Review.* Belgium: Ministry of Environment and Energy National Environmental Research Institute, 66p.

Swamy, M., Sayeed Akhtar, M., & Sinniah , U. (2016). Antimicrobial Properties of Plant Essential Oils against Human Pathogens and Their Mode of Action: An Updated Review. *Evid Based Complement Alternat Med, 3*, 1-21.

T

Tregaskis, S. (2018, Jul 29). *The Easiest Way to Grow Ginger at Home*. Récupéré sur goodhousekeeping: https://www.goodhousekeeping.com/home/gardening/a20705827/how-to-grow-ginger/

U

Ujang, Z., Nordin, N., & Subramaniam, T. (2015). GINGER SPECIES AND THEIR TRADITIONAL USES IN MODERN APPLICATIONS. *Journal of Industrial Technology, 23*(1), 59-70.

W

Wang, C., Cheng, Z., Xiao, X., & Azam Khan, M. (2011). Allelopathic effects of decomposing garlic stalk on some vegetable crops. *AFRICAN JOURNAL OF BIOTECHNOLOGY*, 15514–15520.

Weir, T., Park , S.-W., & Vivanco , J. (2004). Biochemical and Physiological Mechanisms Mediated by Allelochemicals. *Current Opinion in Plant Biology, 7*, 472-479.

Wildwood, C. (1996). *The Encyclopedia of Aromatherapy.* Rochester: Healing Arts Press, 320p.

Y

Yadav , S., Sharma , P., & Alam , M. (2016). Ginger medicinal uses and benefits. *Europian Journal of Pharmaceutical and Medicinal Research, 3*(7), 127-135.

Yang , Z., Yang , W., & Peng , Q. (2009). Volatile phytochemical composition of rhizome of ginger after extraction by headspace solid-phase microextraction, petrol ether extraction and steam distillation extraction. Bangladesh Journal of Pharmacology. *Arthritis, 4*(2), 136–143.

Yang, Q., Liao, F., Ye, W., & Yin, X. (2005). Effects of allelochemicals on seed germination. *Chinese Journal of Ecology, 24*(12), 1459-1465.

Yudthavorasit, S., Wongravee, K., & Leepipatpiboon, N. (2014). Characteristic fingerprint based on gingerol derivative analysis for discrimination of ginger (Zingiber officinale) according to geographical origin using HPLC-DAD combined with chemometrics. *Food Chemistry*, 101-111.

YVES-ALAIN, B., JANAT, A., MAMYRBEKOVA, B., BOUA, B., FEZAN, H., & EHOUAN, E. (2007). Étude ethnobotanique et screening phytochimique deCaesalpiniabenthamiana (Baill.) Herend. andZarucchi (Caesalpiniaceae). *Sciences & Nature, 4*(2), 217 – 225.

Z

Zadeh, J., & Kor, M. (2014). Physiological and pharmaceutical effects of Ginger (Zingiber officinale Roscoe) as a valuable medicinal plant. *European Journal of, 4*(1), 87-90.

Zeghada, F. (2009). Activité allélopathique et Analyse phtochimique. *thèse de magister*. Université d'oran, Faculté des sciences, Département de Biologie, Oran, 102p.

الملحقات

1. الملحق (01):

1.1 جدول تحليل التباين (ANOVA) لطول الجذير لبذور *Triticum durum* L. (حسب برنامج Excel 2013)

70Source of variation	Sum of squares	Freedom degree	Mean squares	F	Probability	Critical F
Between groups	27.4493	2	13.7246	830.677	0.00000	4.25649
Within groups	0.1487	9	0.01652			
Total	27.598	11				

2.1 جدول تحليل التباين (ANOVA) لطول السويقة لبذور *Triticum durum* L. (حسب برنامج Excel 2013)

70Source of variation	Sum of squares	Freedom degree	Mean squares	F	Probability	Critical F
Between groups	36.8803	2	18.4401	1761.16	0.00000	4.25649
Within groups	0.09423	9	0.01047			
Total	36.9745	11				

3.1 جدول تحليل التباين (ANOVA) لنسبة الإنبات لبذور *Triticum durum* L. (حسب برنامج Excel 2013)

70Source of variation	Sum of squares	Freedom degree	Mean squares	F	Probability	Critical F
Between groups	1816.67	2	5908.33	60.77	0.00000	4.26
Within groups	875.00	9	97.22			
Total	2691.67	11				

4.1 جدول تحليل التباين (ANOVA) لطول الجذير لبذور *Triticum vulgare* L. (حسب برنامج Excel 2013)

71Source of variation	Sum of squares	Freedom degree	Mean squares	F	Probability	Critical F
Between groups	42.6311	2	21.3155	9.29096	0.00365	3.88529
Within groups	27.5307	12	2.29422			
Total	70.1618	14				

5.1 جدول تحليل التباين (ANOVA) لطول السويقة لبذور *Triticum vulgare* L. (حسب برنامج Excel 2013)

71Source of variation	Sum of squares	Freedom degree	Mean squares	F	Probability	Critical F
Between groups	31.722	2	15.861	11.745	0.00149	3.88529
Within groups	16.2054	12	1.35045			
Total	47.9274	14				

6.1 جدول تحليل التباين (ANOVA) لنسبة الإنبات لبذور *Triticum vulgare* L. (حسب برنامج Excel 2013)

71Source of variation	Sum of squares	Freedom degree	Mean squares	F	Probability	Critical F
Between groups	4462.73	2	2231.36	5.6621	0.01855	3.88529
Within groups	4729.05	12	394.088			
Total	9191.78	14				

7.1 جدول تحليل التباين (ANOVA) لطول الجذير لبذور *Lens culinaris* (حسب برنامج Excel 2013)

72Source of variation	Sum of squares	Freedom degree	Mean squares	F	Probability	Critical F
Between groups	67.3507	2	33.6753	813.96	0.00011	4.25649
Within groups	0.37235	9	0.04137			
Total	67.723	11				

8.1 جدول تحليل التباين (ANOVA) لطول السويقة لبذور *Lens culinaris* (حسب برنامج Excel 2013)

72Source of variation	Sum of squares	Freedom degree	Mean squares	F	Probability	Critical F
Between groups	85.1208	2	42.56043	368.03	0.00009	4.25649
Within groups	1.0408	9	0.115644			
Total	86.1616	11				

9.1 جدول تحليل التباين (ANOVA) لنسبة الإنبات لبذور *Lens culinaris* (حسب برنامج Excel 2013)

72Source of variation	Sum of squares	Freedom degree	Mean squares	F	Probability	Critical F
Between groups	9950	2	4975	52.6765	0.00021	4.25649
Within groups	850	9	94.4444			
Total	10800	11				

الملخص

الزّنجبيل نبات عُشبي مُعمِّر من العائلة الزنجبيلية، ينمو في المناطق الإستوائية. تحتوي جذاميره على زيت طيار تتعدَّد استعمالاته من طرف الإنسان. تهدف دراستنا إلى تحديد تأثير الفعالية الأليلوباثية للزيت الأساسي لنبات الزنجبيل على بعض الأنواع النباتية ذات الأهمية الإقتصادية. أظهرت نتائج هذه الدراسة أن التركيزين 100% و50% من زيت الزنجبيل لهما تأثير تثبيطي قوي على إنبات ونمو الجذير والسويقة للنوع *Triticum durum* L. ، في حين أظهر التركيز 25% تثبيطا جزئيًا. أثرت التراكيز الثلاثة (100%، 50%، 25%) على الأنواع *Triticum vulgare* L. و *Lens culinaris* بشكل تثبيطي متفاوت، فكان التثبيط عند التركيز 100% قوي، ثم متوسط عند التركيز 50% وضعيف عند التركيز25%.

الكلمات المفتاحية: الفعالية الأليلوباثية، إنبات، تثبيط، الزيت الأساسي، الزنجبيل.

Abstract

Zingiber officinale is a herbaceous perennial of the Zingiberaceae family that is known to grows in tropical regions. *Zingiber officinale*'s rhizomes contain volatile oils that have long been used for different purposes. This study aimed at defining *Zingiber officinale*'s allelopathic activity , and how it affects some plants which are economically indispensable. The results of this study show that a 100% and a 50% concentrations of *Zingeber officinale* oil had a strong inhibition effect on the germination and growth of both the radicle and shoot of *Triticum durum* L, while a 25% concentration had only a partial deterring effect. The three concentrations we used (25%, 50%, 100%) affected the kinds *Triticum Vulgare* L. and *Lens culinaris* variably; wherein inhibition was strong at 100%, average at 50%, and weak at 25% .

Keywords: Allelopathic activity, germination, inhibition, essential oil, *zingiber officinale*.

Résumé

Le *Zingiber officinale* est une espèce tropicale herbacée vivace de la famille des Zingiberaceae. Les rhizomes du *Zingiber officinale* contiennent des huiles volatiles qui ont longtemps été utilisées à différentes fins. Cette étude visait à définir l'activité allélopathique de *Zingiber officinale*, et comment elle affecte certaines plantes d'intéret économique. Les résultats de cette étude montrent que la concentration 100 % et 50 % d'huile de *Zingiber officinale* a un fort effet inhibitrice sur la germination et la croissance de la radicule et de la tigelle de *Triticum durum* L. , tandis qu'une concentration de 25 % n'a qu'un effet inhibitrice partiel. Les trois concentrations que nous avons utilisées (25 %, 50 %, 100 %) ont un effet variable sur les espèces *Triticum Vulgare* L. et *Lens culinaris*, où l'ihinibition était forte à 100%, moyenne à 50 % et faible à 25 % .

Mots clés: Activité allélopathique, germination, inhibition, huile essentielle, *zingiber officinale*.