الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Ecole Normale Supérieure d'Enseignement Technologique — المدرسة العليا لأساتذة التعليم التكنولوجي بسكيكدة

Département des Sciences Naturelles — قسم: العلوم الطبيعية

Mémoire de fin d'étude
مـذكـــــرة التخرج

مـن إعــداد :

- **محمد بن علي إكرام**
- **بومغيتي رابحة أمل**
- **شلغوم مريم رجاء**

En vue de l'obtention du diplôme : Professeur d'Enseignement Secondaire .

لنيل شهادة: أستاذ التعليم الثانوي

Thème
الموضوع

دراسة الخصائص الفيزيوكيميائية و الحيوية لزيت الخروع

***Ricinus communis* L.**

Sous la direction de Dr Atrouz kamal . — **تحت إشراف الأستاذ :د.عتروز كمال**

Promotion Juin 2025 ***دفعة جوان***

بسم الله الرحمن الرحيم

إهداء

الحمد لله حبا و شكرا و امتنانا على البدء و الختام، الحمد لله الذي أنار لي طريقي و كان لي خير عوان،

عظم المراد فهان الطريق، فجاءت لذة الوصول.....لتمحي مشقة الوصول.

الحمد لله الذي ما تيقنت به خيرا و أملا إلا و أغرقني سرورا، الحمد لله حتى يبلغ الحمد منتهاه.

و بكل حب أهدي ثمرة نجاحي و تخرجي

إلى العزيز الذي حملت إسمه فخرا و إلى من كلله الله بالهيبة و الوقار إلى من حصد الأشواك عن دربي و زرع لي الراحة بدلا منها الى أبي شكرا لكونك أبي.

إلى من جعل الله الجنة تحت أقدامها و سهلت لي الشدائد بدعائها إلى بسمة الحياة و سر الوجود إلى الإنسانة العظيمة التي لطالما تمنت أن تقر عينها لرؤيتي في يوم كهذا أمي العزيزة.

إلى ضلعي الثابث و أماني أيامي إلى من شددت عضدي بهم فكانوا لي ينابيع أرتوي منها إلى خيرة أيامي و صفوتها إلى قرة عيني إلى أختي و إخواني(أماني، أمين، هشام).

لكل من كان عونا و سندا في هذا الطريق إلى خالتي دليلة و صورية إلى رفيقاتي دربي أمل و مريم و رفيقة السنين إلى راوية إلى أستاذتي الغالية شيماء إلى من رافقني بالقلب قبل الدرب.

إلى نفسي التي قالت أنا لها سأنالها، ها أنا اليوم طويت صفحة من التعب و سجلت في تاريخي فخرا لا ينسى لم أعد أتساءل عن ملامح الوصول فقد رأيتها في عيوني، تلاشت غيوم التعب و إبتسم الأفق بعد عتمة الإنتظار هاهي الخطى التي كانت تتعثر أحيانا قد وجدت مستقرها في قمة الإنجاز و بين طيات الطريق تنفست سلاما و فرحا و امتنانا .

إلى كل من سكنوا قلبي أهديكم جميعا ثمرة إجتهادي.....و آخر دعواهم أن الحمد لله رب العالمين.

إكرام

إهداء

الحمد لله الذي بنعمته تتم الصالحات اللهم ليس بجدي واجتهادي وإنما بتوفيقك وبركتك فالحمد لله عند البدء وعند الختم،الحمد لله الذي يسر لنا البدايات وبلغنا النهايات ،**أما بعد فاهدي ثمرة نجاحي المتواضعة :**

إلى معلمي وقدوتي الأولى نبراسي الذي أنار لي دربي إلى من كان ولازال يسعى ليوفر لي سبل الراحة والعيش الكريم دون انتظار مقابل، إلى من زين اسمي بلقبه إلى من رفعت راسي افتخارا به ولمن كان ينتظر بلهفة حضور تخرج ابنته الصغرى أبي الغالي حفظك الله وأدامك لي.

إلى من جعل الله الجنة تحت أقدامها واحتضنتني بقلبها قبل يديها وسهلت لي الشدائد بدعائها ،إلى القلب الحنون والشمعة التي كانت لي في الليالي المظلمات، سر قوتي ونجاحي أمي حبيبتي أطال الله في عمرك.

إلى من شد الله بهم ازري واسند بهم قامتي ورفع بهم هامتي، إلى من شاركوني أيامي بمرها وحلوها إلى من دعموني بالحب والود والعطاء، إلى من اعتبرهم أفضل ما انعم الله علي، إلى أخواتي جزاكم الله خيرا عن كل ماقدمتموه لي دون مقابل .

إلى رفاق الخطوة الأولى والخطوة ما قبل الأخيرة ،إلى الذين جمعتني معهم مقاعد الدراسة ليكونوا نعم الصحب ،الذين استطاعوا أن يخففوا علي صعوبة هذا طريق وشاركوني هذا العمل" إكرام ومريم "والى الأصدقاء الذين اقتسمت معهم أيامي سابقة واجتمعت معهم في دروب أخرى وشاركوني فيها "منى ، يسرى"

أما أخيرا فاهدي هذا نجاح إلى نفسي التي عاشت معي تلك الصعوبات وشهدت جميع مامر بي خلال مسيرتي ،اعلم أن مشواري لم يكن سهلا وقد استنزفت طاقتي ورغم هذا لم تحطمني تلك صعاب ولم تردعني ظروف فها أنا قد حققت إنجازا اعتبره مجرد بداية في مسار نجاحاتي وسأصل ذات يوم إلى المقام الذي يليق بنا ويناسبنا.

إلى من كانوا في ذاكرتي ولم تسعهم مذكرتي شكرا على كل الدعم والمساهمة في هذا النجاح.

أمل

إهداء

الحمد لله حين البدء وحين الختام، الحمد لله الذي هدانا لهذا وما كنا لنهتدي لولا أن هدانا الله ها قد وصلت لأخر المشوار وانتهت قصتي وها أنا أكتب مشاهدي الأخيرة من رحلة دامت خمس سنوات داخل أسوار المدرسة العليا للأساتذة عزابة بكيت في بدايتها وها أنا ابكي مجددا لفراق أعز الأصحاب التي عرفتني بهم أسوارها، **ويسرني إهداء هذا العمل المتواضع إلى:**

أبي الحبيب الذي علمتني أن النجاح لا يأتي إلا بالجد والاجتهاد، والذي كنت لي القدوة والمثل الأعلى في الصبر والمثابرة، إليك يا من كنت لي الصديق والموجه، شكرًا من القلب على كل ما قدمته لي.

إلى أمي الحبيبة التي كانت لي الأم الحنون والمعلمة الأولى، والتي غرست في نفسي القيم والمبادئ، والتي كانت لي السند في كل الأوقات، من كانت لي الملاذ الآمن، والتي سعت في تقديم الحب والحنان لي..

إلى بصيص الأمل في حياتي، إلى من تسابقوا وقدموا لي الدعم واحدا تلو الأخر، سندي في الحياة، أخواتي سمية ريان ريمة وإخوتي عبد الحليم وبهاء الدين، بدون أن أنسى سكرة العائلة وبهجة منزلنا الكتكوتة ايلين.

إلى رفيقتا الدرب أختاي الغاليتان إكرام وأمل كانت صداقتهن ملاذا وسندا وقلوبهن وطنا دافئا في برد الحياة وذكرياتي معهن ستبقى خالدة في قلبي. لا فرق الله بيننا ما حيينا شكرا لقلوبكن النقية شكرا لوجودكن.

إلى من جمعتني بهن صدفة الأيام والإقامة الجامعية عزابة 2،إلى من تميزوا بالعطاء والوفاء إلى من جعلن من أيامي لحنا جميلا ومن ضحكاتهن أنشودة حب لا تنسى، وها قد حان موعد فراقنا فأسال الله تعالى كما جمعنا في الدنيا أن يجمعنا في جنات النعيم: زينب – ندى – سارة – خلود – بثينة و مريم.

إلى أستاذتي الغالية شيماء إلى من زرعت في نفسي حفظ القران،إلى من اتخذت القران خليلا وعلمتني كيف اتخذه خليلا، إلى الهدية التي منحني الله إياها. أقول لك: حفظك الله بحفظه من كل سوء وجزاك الله عني خير الجزاء، وثقي بأن طالبتك لن تنساك طالما كنت على هذه الأرض حية تدعو لك في كل وقت بالسعادة الدائمة

إلى جميع عائلتي الكبيرة وكل من عرفني من قريب أو بعيد و مد لي يد العون في يوم ما.

مريم

الشكر و العرفان

قال الله تعالى بعد بسم الله الرحمان الرحيم :

"لئن شكرتم لأزيدنكم"

إلهي لا يطيب الليل إلا بشكرك، و لا يطيب النهار إلا بطاعتك، و لا تطيب اللحظات إلا بذكرك، و لا تطيب الآخرة إلا بعفوك، و لا تطيب الجنة إلا برؤيتك، لك الشكر و الحمد حمدا كثيرا كما ينبغي لجلال وجهك و عظيم سلطانك.

في مستهل هذا البحث نتقدم بأسمى عبارات و معاني الشكر للدكتور الفاضل"**عتروز كمال**" نظير نصائحه و توجيهاته.

كما نتقدم بالشكر الجزيل للأساتذة الذين تشرفنا بحضورهم و مناقشتهم معنا لهذه المذكرة.

و في الأخير نشكر كل من قدم لنا يد العون و المساعدة من قريب أو من بعيد و نسأل الله عز و جل أن يجعل ذلك في

الفهرس

- **الإهداء**
- **شكر وعرفان**
- **الفهرس**
- **قائمة الجداول**
- **قائمة الأشكال**
- **قائمة الإختصارات والرموز**

مقدمة.....1

الفصل الأول: عموميات حول نبات الخروع.

1.لمحة تاريخية حول نبات الخروع.....5

2. الإنتشار والتوزيع.....6

1.2.في العالم.....6

2.2. في الجزائر.....6

3. التصنيف العلمي لنبات الخروع *Ricinus Communis L*.....*7*

4.الأسماء الشائعة لنبات الخروع.....7

5.معلومات عامة عن جنس *Ricinus*.....*8*

6.الوصف النباتي لنبات الخروع.....9

1.6. المجموع الهوائي.....9

1.1.6. الجدع(الساق).....9

2.1.6.الأوراق 10

3.1.6. النورة.....10

4.1.6. الأزهار.....11

5.1.6. الثمار.....12

6.1.6. البذور.....12

2.6. المجموع الجذري 13

7.المتطلبات البيئية لنبات الخروع.....13

1.7. المتطلبات المناخية.....14

2.7. متطلبات التربة.....14

8.المركبات الفعالة لنبات الخروع.....14

9.استعمالات نبات الخروع.....16

1.9. الاستعمال التقليدي.....16

2.9. الإستخدامات الطبية.....16

3.9.الإستخدام الصناعي 17

4.9.استخداماته كمبيد حشري.....18

10.خصائص نبات الخروع.....19

1.10.الخواص الدوائية لنبات الخروع.....19

2.10. الخصائص الحيوية لنبات الخروع ومستخلصاته.....19

1.2.10. النشاط المضاد للبكتيريا.....20

2.2.10. النشاط المضاد للسكري.....20

3.2.10. النشاط المضاد للالتهابات.....21

4.2.10. النشاط المضاد للأكسدة.....21

3.10. السمية.....22

الفصل الثاني:الزيوت البذرية وزيت بذور الخروع

1.البذور الزيتية..... 24

1.1. تعريفها.....24

2.1. هيكل البذور الزيتية.....25

2.الزيوت النباتية.....26

3.مراحل استخلاص الزيوت النباتية البذرية.....27

1.3. إستلام وتخزين البذور.....27

2.3.إعداد البذور.....28

1.2.3. التنظيف.....28

2.2.3. إزالة القشور.....28

3.2.3. الطحن.....28

4.2.3. المعاملة الحرارية بالبخار.....28

3.3.إستخلاص الزيت.....29

4.3. التكرير.....29

5.3. إزالة الصموغ.....29

6.3. المعايرة.....29

7.3. التبييض.....29

8.3. إزالة الرائحة.....30

4.طرق إستخلاص الزيوت النباتية.....30

1.4. الطرق الميكانيكية.....30

2.4. الطرق الكيميائية.....31

3.4العمليات البديلة.....31

1.3.4. الإستخلاص بالمذيبات البديلة.....31

2.3.4. الإستخلاص بإستخدام السوائل فوق الحرجة.....32

3.3.4. الإستخلاص بواسطة الأمواج الفوق صوتية.....32

4.3.4. الإستخلاص بواسطة الميكروويف.....32

5.استخدامات الزيوت النباتية.....33

1.5.الغذاء.....33

2.5. الصيدلة ومستحضرات التجميل.....33

3.5.الصناعة الكيميائية.....33

4.5 .استخدام الزيوت النباتية كوقود حيوي.....33

6.أهمية الزيوت النباتية.....34

7.الأهمية الاقتصادية للزيوت النباتية.....34

8.فوائد الزيوت النباتية.....35

1.8. حماية الجسم وضمان نمو الخلايا.....35

2.8. منع أمراض القلب.....35

3.8. النمو والتنمية.....35

9.مخاطر الزيوت النباتية.....36

10.خصائص الزيوت النباتية.....36

1.10. الخصائص الحسية.....36

2.10. الخصائص الفيزيائية.....37

1.2.10. الكثافة.....37

2.2.10. معامل الانكسار.....37

3.2.10. اللزوجة.....38

4.2.10. نقطة الانصهار.....38

5.2.10. اللون.....38

6.2.10. الرائحة.....38

7.2.10. نقطة التدخين.....38

8.2.10.القوام.....39

3.10. الخصائص الكيميائية.....39

1.3.10. رقم الحموضة.....39

2.3.10. الرقم اليودي.....40

3.3.10. رقم البيروكسيد.....40

4.3.10. تزنخ الزيوت.....41

5.3.10. رقم التصبن.....41

6.3.10.رقم الأستر.....42

4.10. الخصائص البيوكيميائية.....42

11.جودة الزيوت النباتية.....43

12.العوامل المؤثرة على خصائص الزيت.....43

1.12.درجة الحرارة.....43

2.12.الإضاءة.....43

13.التركيب الكيميائي للزيوت النباتية.....43

1.13المركبات القابلة للتصبن.....44

1.1.13. مفهوم التصبن.....44

2.1.13.الأحماض الدهنية.....44

1.2.1.13. تعريف.....44

2.2.1.13. تصنيف الأحماض الدهنية.....45

3.1.13 الجليسيرول.....47

4.1.13. الدهون الثلاثية.....47

5.1.13الفوسفوليبيدات.....48

2.13. المركبات الغير القابلة لتصبن.....48

1.2.13. المركبات الفينولية.....48

2.2.13. الستيرولات.....50

3.2.13. الكوليسترول.....50

4.2.13. التوكوفيرول.....51

5.2.13. الأصبغة.....51

14.زيت بذور نبات الخروع.....52

1.14.التركيب الكيميائي لزيت الخروع.....52

2.14.أصناف زيت الخروع.....53

الفصل الثالث:دراسة تحليلية للخصائص الفيزيوكيميائية و الحيوية لزيت الخروع

1. مقارنة الخصائص الفيزيائية لزيوت بذرية مستخلصة من أصناف نباتية مختلفة لنبات الخروع.....55

2. مقارنة الخصائص الكيميائية لزيوت بذرية مستخلصة من أصناف نباتية مختلفة لنبات الخروع.....58

3.مقارنة الخصائص البيوكيميائية لزيوت بذرية مستخلصة من أصناف نباتية مختلفة لنبات الخروع....62

4.مقارنة محتوى الأحماض الذهنية المشبعة والغير مشبعة لزيوت بذرية مستخلصة من أصناف نباتية مختلفة لنبات الخروع.....64

5.الخصائص البيولوجية لزيوت بذرية مستخلصة من أصناف نباتية مختلفة لنبات الخروع.....66

1.5.دراسة الخاصية المضادة للبكتيريا.....66

2.5. دراسة الخاصية المضادة للفطريات.....70

3.5. دراسة الخاصية المضادة للأكسدة.....72

الخاتمة.....77

قائمة المراجع.....

الملخص.....

قائمة الجداول:

رقم الجدول	عنوان الجدول	الصفحة
الجدول 01	أهم الأحماض الدهنية المشبعة	**45**
الجدول 02	الأحماض الدهنية أحادية عدم التشبع	**46**
الجدول 03	المركبات الفينولية وأقسامها	**49**
الجدول 04	معايير جودة زيت الخروع حسب الجمعية الأمريكية لإختبار المواد ASTM	**55**
الجدول 05	مقارنة الخصائص الفيزيائية لأنواع مختلفة من زيت الخروع	**56**
الجدول 06	مقارنة الخصائص الكيميائية لأنواع مختلفة من زيت الخروع.	**59**
الجدول 07	مقارنة الخصائص البيوكيميائية و محتوى الأحماض الدهنية لأنواع مختلفة من زيت الخروع	**62**
الجدول 08	محتوى الأحماض الدهنية المشبعة و الغير مشبعة لأنواع مختلفة من زيت الخروع	**64**
الجدول 09	الخاصية المضادة للبكتيريا لأنواع مختلفة من زيت الخروع	**66**
الجدول 10	الخاصية المضادة للفطريات لأنواع مختلفة من زيت الخروع	**70**
الجدول11	الخصائص المضادة للأكسدة لأنواع مختلفة من زيت الخروع	**73**

قائمة الأشكال

رقم الأشكال	عنوان الشكل	الصفحة
الشكل 01	مظهر عام لنبات الخروع	**09**
الشكل 02	المظهر العام لورقة نبات الخروع	**10**
الشكل 03	النورة عند نبات الخروع وتوضع الأزهار القمية الأنثوية الذكرية القاعدية	**11**
الشكل 04	تمار نبات الخروع قبل وبعد النضج	**12**
الشكل 05	بذور الخروع مع جذوعها في الأعلى	**13**
الشكل 06	التركيب الكيميائي لبعض المركبات المتواجدة في أعضاء وزيت نبات الخروع	**15**
الشكل 07	نسبة الزيت ببذور المحاصيل الزيتية	**25**
الشكل 08	رسم تخطيطي للزيت داخل الجسيمات الزيتية وفي اليسار صورة مجهرية لقسم من بذور اللفت الناضجة	**26**
الشكل 09	معادلة التصبن	**44**
الشكل 10	بنية الجليسيرول	**47**
الشكل 11	رسم تخطيطي للدهون الثلاثية	**48**
الشكل 12	نواة Cyclopentanoperhydrophénanthréne	**50**
الشكل 13	بنية الكوليسترول	**50**
الشكل 14	بنية التوكفيرول	**51**

قائمة الرموز

الرمز	الاسم
DPPH	2.2-diphényl-1-picrylhydrazyl 2.2 ديفينيل -1-بيكريل هيدرازيل
VIT E	فيثامينE
VIT A	فيثامينA
%	النسبة المئوية
m	الكتلة
v	الحجم
IA	Indice d'acide رقم الحموضة
IP	Indice de peroxyde رقم البيروكسيد
IS	Indice de saponification رقم التصبن
IE	Indice d'ester رقم الاستر
PH	درجة الحموضة
BBS	Black Big Size الخروع الأسود الكبير
GSS	Grey Small Size الخروع الرمادي الصغير
GT	GENOTYPE النمط الجيني
ND	Not détected
ASTM	American Society for Testing and Materials الجمعية الأمريكية لاختبار المواد
I_2	غاز ثنائي اليود
KOH	هيدروكسيد البوتاسيوم

هيدروكسيد الصوديوم	NaOH
SATURATED FATTY ACIDS الأحماض الدهنية المشبعة	SFA
UNSATURATED FATTY ACIDS الأحماض الدهنية غير المشبعة	UFA
Total Polyphenol Content محتوى الفينولات الكلي	TPC
reducing power activity اختبار القدرة المختزلة	RPA
(2,2'-azino-bis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonicaci acid))	ABTS
Kilogramme كيلوغرام	Kg
Milligramme ميليغرام	Mg
Gramme غرام	G
Microgramme ميكروغرام	µg
Nanomètre نانومتر	nm

المقدمة:

الدهون أو ما يعرف بالليبيدات، من العناصر الغذائية الأساسية التي تحتل مكانة مهمة في تغذية الإنسان، تماما كما هو الحال بالنسبة لبقية العناصر الغذائية. فهي ضرورية لضمان الأداء السليم لوظائف الجسم، وتوفر كمية من الطاقة تفوق تلك التي تنتجها الكربوهيدرات. وتعد الدهون من المركبات الطبيعية المنتشرة على نطاق واسع في المملكة النباتية والحيوانية، وتشمل الزيوت والدهون ذات الأصل النباتي والحيواني.

.(Benseghier et Khamed, 2014)

تعتبر الزيوت النباتية عنصرًا غذائيًا أساسيًا، تُستخلص من بذور، ثمار وأجزاء أخرى من النبات، وتُستخدم على نطاق واسع في التغذية والصناعات الغذائية والدوائية. وتعود فوائدها الصحية إلى احتوائها على نسب عالية من المركبات الدهنية غير المشبعة، التي تسهم في تقليل مخاطر أمراض القلب والأوعية الدموية، ودعم الوظائف الخلوية وتنظيم الالتهابات. كما تحتوي على مضادات أكسدة مثل فيتامين E والبوليفينولات. ومع تطور تقنيات التكرير، أصبحت الزيوت أكثر استقرارًا، لكن المعالجة الصناعية قد تقلل من قيمتها الغذائية أو تُنتج مركبات ضارة كالدُّهون المتحولة، مما يستدعي تفضيل الزيوت غير المهدرجة ضمن نظام غذائي متوازن.

.(Gunstone, 2011)

الزيوت البذرية هي زيوت نباتية تُستخلص من بذور النباتات مختلفة، وتُعد مصدرًا غنيًا بالأحماض الدهنية غير المشبعة مثل حمض اللينولييك (أوميغا-6) وحمض ألفا-لينولينيك (أوميغا-3)، ما يمنحها أهمية غذائية وصحية. تُستخدم هذه الزيوت البذرية في الطهي، وصناعة مستحضرات التجميل والأدوية وهذا بسبب خصائصها الفيزيائية والكيميائية، وتشمل أمثلتها زيت دوار الشمس والكتان والسمسم. تختلف الزيوت في تركيبها باختلاف نوع النبات والظروف البيئية، كما تؤثر طرق الاستخلاص والتكرير في الحفاظ على المركبات الفعالة وتجنب تكون المركبات الضارة.(Gunstone, 2011; Christie, 2010)

زيت بذور نبات الخروع *Ricinus Communis L* يتميز بخصائص كيميائية من أهمها غناه بحمض الريسينولييك، الذي يتميز بخصائص مضادة للالتهاب ومطهر، كما يمتلك زيت خروع مجموعة من الخصائص الفيزيائية والكيميائية والبيوكيميائية وكذلك الحيوية والتي تجعله مناسبًا للاستخدام في مستحضرات التجميل

والصناعات الدوائية. كما يُستخدم في تصنيع الصابون، البلاستيك، والوقود الحيوي. وبالرغم من فوائده، فإن استخلاصه يتطلب تنقية دقيقة لإزالة مركب الريسين السام الموجود في البذور.

. (Sharma et Puri, 2016; Opdyke, 1974; Akinmoladun et Akinrinlola, 2015)

ونشير إلى أن نبات الخروع يحتوي في مختلف أجزاءه على خاصية السمية بدرجات متفاوتة، حيث أن بذور الخروع تُعتبر الأكثر سمّية، سواء بالنسبة للإنسان أو للحيوان. وتنتج هذه السمية بشكل رئيسي من وجود بروتين يُعرف باسم "الريسين"، تم اكتشافه وتسميته عام 1888 من قِبل الكيميائي الألماني هيرمان شتيلمار.

.(Tebbal et khalfaoui, 2023)

وعلى ضوء ذلك جاءت هذه الدراسة بهدف التعرف على هذه الخصائص الفيزيائية والكيميائية وكذلك البيولوجية لزيت بذور الخروع وذلك انطلاقا من التعرف على مركباته الكيمائية، ومنه إستنتاج أهمية هذا الزيت مقارنة ببقية الزيوت الأخرى، كما سنبحث أيضا في تأثير العوامل المختلفة على خصائصه.

شملت هذه المذكرة على فصلين نظرين وفصل للدراسات والأبحاث المنجزة حول الخصائص الفيزيائية والكيمائية والحيوية لزيت بذور الخروع وهي كالتالي:

الفصل الأول: يتناول عموميات حول نبات الخروع من حيث التوزيع الجغرافي، التصنيف، الوصف المرفولوجي، وشروط نموه، مركباته الفعالة ومختلف استعمالاته وسميته.

الفصل الثاني: تناولنا فيه عموميات حول الزيوت البذرية، طرق استخلاصها وخصائصها فيزيائية وكيميائية ومن ثم نركز على التركيب كيميائي لزيت الخروع.

الفصل الثالث: وهو الجزء الخاص بتحليل النتائج، مقارنتها ومناقشتها بالإعتماد على الدراسات والأبحاث السابقة المنشورة حيث تناولنا فيه: أهم العوامل المؤثرة على خصائص الفيزيائية والكيميائية وكذلك البيولوجية على مختلف أنواع زيت الخروع المستخلصة والمتمثلة في تأثير العوامل الوراثية (اختلاف الأصناف)، العوامل المناخية (حرارة، رطوبة وتربة)، طرق استخلاصه (مثل الضغط البارد، الهكسان) وبعض استخداماته الطبية والتجميلية والصناعية، وبهذا نكون قد أجبنا على الأسئلة البحثية التالية:

فيما يتمثل زيت الخروع؟

ماهي الخصائص الفيزيائية والكيميائية المتعلقة بزيت الخروع؟

ماهي العوامل المؤثرة على خصائص زيت الخروع؟

وكيف تؤثر اختلاف قيم هذه الخصائص على جودته ومنه استعمالاته؟

الفصل الأول

عموميات حول نبات الخروع

مدخل:

يعد نبات الخروع *Ricinus Communis L* من النباتات واسعة الانتشار في مختلف مناطق العالم، حيث ينمو تحت تأثير عوامل مناخية وترابية. ويتميز بكونه كان معروفًا منذ القدم بفضل استخداماته المتعددة في المجالات الصناعية، الطبية والتجميلية، ويعود هذا التنوع في الاستخدامات إلى احتوائه على مركبات فعالة فريدة مقارنة مع غيره من النباتات، إذ تتفاوت هذه المركبات في نوعها وكميتها، منها المركبات الفينولية التي تمتلك خصائص مضادة للأكسدة، والريسينين الذي يُستخلص بحذر نظرًا لخصائصه السامة، بالإضافة إلى القلويدات التي تؤثر في العديد من العمليات الحيوية. كل هذه العناصر تجعل من نبات الخروع موردا طبيعيا مهما.

1.لمحة تاريخية حول نبات الخروع:

وجدت آثار لاستخدام زيت الخروع في مصر منذ 4000 سنة قبل الميلاد، وفي ذلك الوقت كان هذا الزيت مخصصاً بشكل أساسي لتشغيل المصابيح. وعلى الرغم من سميته التي لم تكن معروفة آنذاك فقد كان يستعمل أيضا في التجميل، حيث يذكر أن كليوباترا استخدمت قطرة من زيت الخروع لجعل بياض عينيها يلمع، واستخدمته أيضاً كمزيل لمواد التجميل، كما ورد وصفها أيضاً في بردية إيبرس وهي واحدة من أقدم الأطروحات الطبية المسجلة على الإطلاق والتي يرجع تاريخها إلى حوالي 1550قبل الميلاد. هناك أيضاً أدلة على استخدامات مماثلة لزيت الخروع في الهند منذ 2000 قبل الميلاد، كوقود في مصابيح الزيت، وأستخدم طبياً كمسكن للآلام، بالإضافة إلى مركب مفضل لعلاج التهاب المفاصل العظمي وفقاً لطب الأيورفيدا. بعد ذلك بقليل أصبح هذا الزيت محل اهتمام في الصين حيث جلبت زراعته من الهند منذ حوالي 1400عام، وذلك من اجل استخدامه لأسباب لأغراض طبية وفي الطبخ.(Franck, 2012).

2. الإنتشار والتوزيع:

1.2. في العالم:

يعود أصل نبات الخروع *Ricinus Communis L* إلى إفريقيا الاستوائية ومنها انتشر إلى باقي مناطق العالم خاصة تلك التي تكون فيها الظروف المناخية والبيئية مساعدة على نموه، ويزرع كنبات للزينة في مناطق مختلفة من آسيا وأمريكا الشمالية وأوروبا (Aslania *et al.*, 2007)، كما يزرع على نطاق واسع في معظم المناطق الإستوائية والشبه الإستوائية الجافة، والمناطق المعتدلة الدافئة.

(Ghnimi, 2015 ; Cheema *et al.*, 2010 ; Ghnimi, 2018 ; Boudeguig et Gouaidia, 2020) يتواجد هذا النبات في جميع أنحاء القارة الأفريقية من المحيط الأطلسي إلى البحر الأحمر، ومن جنوب البحر الأبيض المتوسط إلى جنوب أفريقيا، وكذلك في جزر المحيط الهندي.

(Boudeguig et Gouaidia, 2020; Maroyi, 2007) كما أنه كثيرا ما يتكيف بسهولة مع بيئات صعبة بالنسبة للنباتات الأخرى و ينمو بها (Polvèche, 1996). تعتبر الصين، الهند والبرازيل من الدول الرائدة في إنتاج زيت الخروع، كما تنتشر زراعته على نطاق واسع في المناطق الاستوائية الحارة والقاحلة.

. (Ghnimi, 2015)

2.2. في الجزائر:

ينمو نبات الخروع تلقائيا في الجزائر، حيث ينمو بحرية في سفوح الجبال والأودية الساحلية والأراضي المهملة بصورة برية، ويتوزع انتشاره في كافة المناطق من السهول البحرية إلى الهضاب العليا ومناطق الأطلس، وحتى في الصحراء الكبرى، و يكون زيت الخروع متوفر بكثرة في المنطقة الصحراوية.

.(Trochain, 2016 ;BelharraneBoumaza, 2014 ;Ghnimi, 2018)

3. التصنيف العلمي لنبات الخروع *Ricinus Communis L*:

ينتمي نبات الخروع *Ricinus Communis L* إلى المملكة النباتية، شعبة النباتات البذرية، تحت شعبة كاسيات البذور، صف ثنائية الفلقة، وإلى الفصيلة السوسبية، تضم هذه العائلة ما بين 5000 إلى 8000 نوع موزعة على حوالي 300 جنس، الجنس *Ricinus* يتم تمثيله بنوع واحد هو *Ricinus Communis L*.

(Polvèche, 1996 ;Belharrane Boumaza, 2014 ;Benrezig-Mahdjouba, 2016 ; Ghnimi, 2018)

Règne : *Plantae*

Embranchement : *Spermaphyte* (plante à graine).

Sous-embranchement : *Angiosperme* (Plantes à fleurs).

Classe : *Magnoliopsida* (Dicotyledones) .

Sous-classe : *Rosidae.*

Ordre : *Euphorbiales.*

Famille : *Euphorbiaceae.*

Genre : *Ricinus.*

Espèce : *Ricinus Communis L.*

.(Anjani, 2005 ; Aslania *et al.,* 2007)

4.الأسماء الشائعة لنبات الخروع:

يعود أصل تسمية جنس نبات الخروع إلى اللاتينية حيث تمت تسميته ب Ricinus والذي يعني القراد وهذا بسبب التشابه الكبير بين بذور هذا النبات مع حشرة القراد في الحجم والشكل، بالإضافة إلى أن البذور تحتوي على علامات ونتوءات يجعلها تشبه هذه الحشرة من الناحية المظهرية.

. (Bandopadhyay Ramprasad, 2010 ; Armstrong, 1982)

على اختلاف اللغات يحمل نوع *Ricinus Communis* L العديد من التسميات التي تتباين من لغة ومنطقة إلى أخرى، يسمى باللغة العربية الخروع، باللغة الإنجليزية castor plant، بالفرنسية Le ricin (Maroyi, 2007)، أما الإسم الشائع في البرازيل هو Carrapateira أو mamoneira بينما في المكسيك هو Huiguerilla (Adolfo et Heinrich, 2005)، في نيجيريا إعتمادا على المنطقة الإسم الشائع للخروع هو Zurman (في الهوسا)، Laraa (في اليوروبا)، Ogilisi (في الإيغبو)، Kpamfinigulu (في نوبي) (Sule et San, 2008)، كما أن الخروع يعرف بإسم Arand في باكستان.

(Qureshi, 2009; Cheema, 2012) ، لكن في الهند هناك عدة تسميات حسب المناطق مثل Erandah Arand, Erandi, Amudam. (Poonam *et al.,* 2008) ويسمى الخروع أيضا بالخروع في الجزائر.

5.معلومات عامة عن جنس *Ricinus* :

هذا النبات هو الممثل الوحيد للجنس. Ricinus وهي نباتات عشبية أو شجيرات أو أشجار ذات سعف نخيل كبيرة.

(Witchard, 1997 ; Paul et Tanigoshi, 1999 ; Malath *et al.,* 2006 ; Ledent et Mairesse, 2008)

تنتشر النباتات الأصلية لإفريقيا الإستوائية على نطاق واسع في جميع أنحاء العالم (Sijelmassi,1991). ويمكن تطويرها كأشجار يمكن زراعتها على نطاق واسع، ويمكن أن يصل إرتفاعها إلى أكثر من 10 أمتار (Dumeignil, 2012)، خاصة في الهند والبرازيل والصين. مظهر هذه العائلة من النباتات متغير للغاية ويتميز بشكل أساسي بالصمغ الأبيض(latex blanc) الذي يهيج الجلد، وهو لزج وسميك مع ثمرة ثلاثية الخلايا. إعتماداً على تنوع النبات ونضجه تكون الأوراق خضراء أو حمراء، مع سيقان نخيل طويلة، وحواف مسننة. (Lagnika, 2005 ;Dumeignil, 2012).

الشكل01: مظهر عام لنبات الخروع *Ricinus Communis L* (Boudeguig et Gouaidia, 2020)

6.الوصف النباتي لنبات الخروع:

اعتمادا على الظروف المناخية للمنطقة يمكن أن يأخذ هذا النبات شكل شجرة أو شجيرة، يمكن أن يصل ارتفاعه من10إلى13متراً في المناطق الاستوائية، ويبلغ قطر ساقه من 07 إلى15سم، لكنه غالباً ما يكون في المناطق المعتدلة بإرتفاع يتراوح من 1إلى 3 أمتار(Reed,1976). يعد حجم الثمرة والبذور وطول عمرها وشكلها وحجمها ونمط ولون غلاف البذرة من الخصائص المهمة (Maroyi, 2007). ويتكون النبات من جزئين المجموع الجذري، والمجموع الهوائي الذي يضم كل من الساق، الأوراق، النورات، الأزهار، الثمار والبذور.

1.6. المجموع الهوائي:

1.1.6. الجدع (الساق):

هو الجزء الذي يخرج من التربة ويحمل جميع الأعضاء الهوائية للنبات، يكون ذو مظهر قائم قوي، متفرع إلى أغصان، يكون الجدع والأغصان التي تخرج منه ذات عقد مرئية ذات سلميات متتالية وندبات حلقية والتي تعتبر أثار لأوراق قديمة تساقطت، يتباين لون الساق حسب العمر والفصل حيث يكون شاحب بشكل عام، أخضر أو أحمر في بعض الأحيان، مستدير، ناعم، ومتفرع فقط في الأعلى. يتباين طول الساق

بإختلاف الظروف البيئية ونوع التربة حيث يكون أكثر طولا عند الأصناف المزروعة، أما في الأصناف البرية التي تتواجد بصورة عشوائية فيظهر حجم المجموع الهوائي وجميع مكوناته بقياسات أقل.

.(Couplan et Styner, 2000)

2.1.6. الأوراق:

الأوراق تكون كبيرة الحجم، مفصصة، قطرها من (10–30 سم)، تُحمل الأوراق على أعناق طويلة أُسطوانية الشكل، تحتوي الورقة على7 إلى 9 فصوص، وكل فص يكون متناظر بعرق ثانوي كما هو مبين في الشكل (2)، تكون الأوراق عارية عميقة على مستوى عروق كل فص، ومسننة على الحواف، وتبدو الفصوص المكونة للورقة بشكل رمحي، لونها يختلف حسب الصنف من أخضر وقرنفلي أو أحمر.

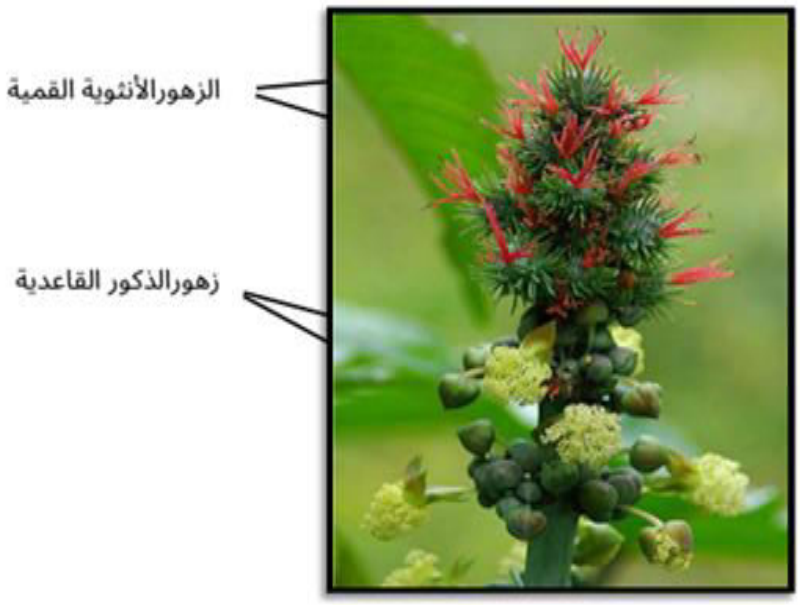
(Couplan et Styner, 2000)

الشكل02: المظهر العام لورقة نبات الخروع (Boudeguig et Gouaidia, 2020).

3.1.6. النورة:

تكون النورة عنقودية رأسية ليس لها أوراق تويجية كما هو موضح في الشكل (3)، وهي تحمل أزهارا أُحادية الجنس ذكرية وأنثوية منفصلة، حيث تتوضع الأزهار المذكرة في الجزء القاعدي، أما الأزهار المؤنثة

فتكون في القمة وهي التي تتطور فيما بعد إلى ثمار بعد تلقيحها بغبار الطلع من الأزهار المذكرة. وبالتالي فإن النبات أحادي المسكن، وتكون ذات عنق طويل لونها أخضر مصفر وتوجد في مجاميع من 3-4 زهرة . (Maroyi, 2007).



الشكل03: النورة عند نبات الخروع وتوضع الازدهار الأنثوية والذكرية (Prat *et al*., 2005)

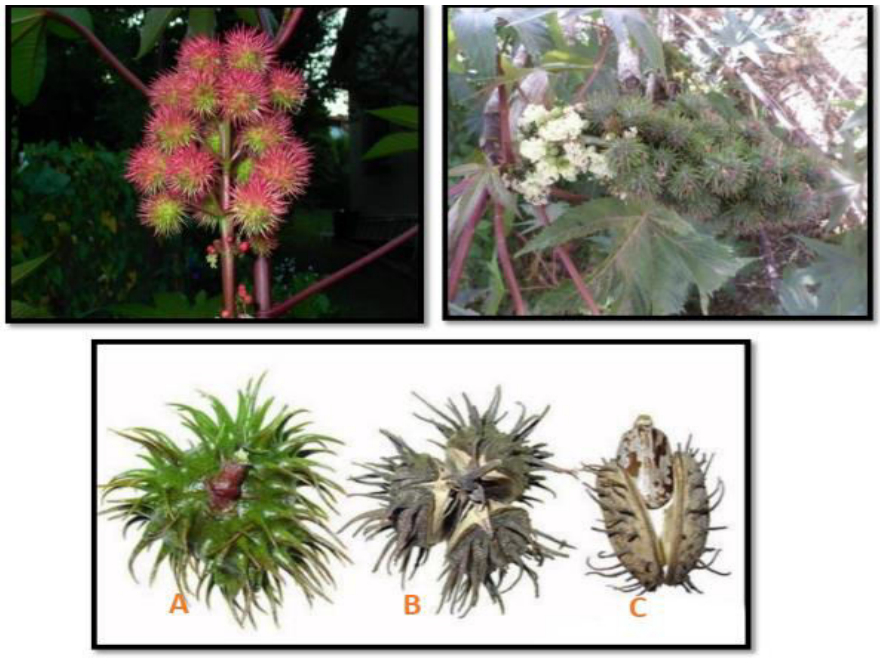
4.1.6. الأزهار:

تحمل النورات عدد كبير من الأزهار أين تتجمع في نورات عنقودية ثنائية الجنس، حيث تتوزع الأزهار الذكرية في القاعدة (حوالي 50-70%) من طول النورة، وتكون الأزهار الأنثوية في الطرف القمي (30-50 %) من طول النورة. تحتوي الأزهار الذكرية على خمسة إلى عشرة أسدية، بينما تحتوي الزهور الأنثوية على مبيض ثلاثي الكرابل، له ثلاث أقلام، ينتهي كل قلم بميسمين، وتكون مرحلة الإزهار في فصل الصيف. (Baghdadi *et al.*, 2024).

5.1.6. الثمار:

تنتج الثمار بعد حدوث الإلقاح وتتشكل في الجزء العلوي من النورة الرأسية الناضجة، حيث تحمل النورة من 15–80 ثمرة كما هو موضح في الشكل (4)، والثمار عبارة عن علبة مكونة من ثلاث حجرات والتي هي في الأصل كرابل مندمجة ومغلقة مع مشيمة محورية(مكونة من3 فصوص)، وبعد النضج كل حجرة تحتوي على بذرة واحدة. إنفتاح العلبة يكون عن طريق ثلاث شقوق تقع على مستوى الحواجز بين الكرابل وتنفصل لتتحرر البذور.

(Bradberry *et al.,* 2003 ;Ghnimi, 2018 ; Boudeguig et Gouaidia, 2020). في كثير من الأحيان تكون شوكية، ولونها أخضر بني عندما تنضج، وهي جافة بشكل عام(Baghdadi *et al*., 2024)..



الشكل 04:شكل تمار نبات الخروع قبل وبعد النضج

.(Prat *et al*., 2005)

6.1.6. البذور:

يوجد في كل فص من الثمرة بذور متوسطة الحجم تقريبا، كمثرية، بيضاوية أو مسطحة الشكل، رخامية لامعة ذات لون رمادي محمر أو أبيض كما هو موضح في الشكل (5)، غطاء البذرة صلب أملس

ويكون حوالي 25%ولها خط بارز على الجانب البطني وتعلوها زائدة لحمية في الأعلى. تحتوي البذور على نسيج غذائي في شكل فلقتين أين يتم تخزين الزيت في جسيمات زيتية دقيقة والذي يكون شديد السمية ويترواح المحتوى الزيتي ما بين 40 إلى 60%، ويكون غني بثلاثي الغليسيريد، وخاصة الريسينولين.

(Little et Wadsworth,1974)

الشكل05:الشكل العام لبذور نبات الخروع (Van-Welzen, 2001).

2.6. المجموع الجذري:

يتشكل المجموع الجذري لنبات الخروع من تطور الجذير بعد حدوث عملية الإنبات، حيث يكون الجذر من النوع الوتدي والذي يخترق التربة، تتفرع من الجذر الرئيسي جذور أولية وثانوية تمنح النبات تثبيتا أكثر، كما تمكنه من إستغلال أكبر حجم ممكن من التربة، وقد يصل الجذر لعمق 4 متر ويتفرع بعرض 2 متر وتوجد معظم الجذور الجانبية قريبة من سطح الأرض.

7.المتطلبات البيئية لنبات الخروع:

يفضل نبات الخروع التربة جيدة التصريف والغنية بالدبال والتي تكون في المواقع الدافئة والمشمسة. يمكن وضع النباتات الصغيرة في الخارج فقط عندما لا يكون هناك أي خطر للصقيع، كما يمكن إستخدام الأسمدة إذا لزم الأمر مع سقي النباتات بانتظام. فهو يحبذ المناخ الرطب البارد إلى المعتدل الرطب، وتفيد التقارير أن حبة الخروع تتحمل هطول الأمطار السنوي من 2 إلى 42.9 ملم، ودرجات الحرارة السنوية من 7 إلى 27.8

درجة مئوية ودرجة الحموضة من 4.5 إلى 8.3. ينمو النبات بشكل أفضل حيث تكون درجات الحرارة مرتفعة إلى حد ما طوال الموسم، ولكن قد تفشل البذور في الإستقرار إذا كانت درجة الحرارة أعلى من 38 درجة مئوية لفترة طويلة. يتطلب النبات موسم نمو يتراوح بين 140–180 يومًا ويموت بسهولة بسبب الصقيع كما أن الرطوبة العالية تساهم في تطور الأمراض. تعمل النباتات بشكل أفضل في التربة الخصبة جيدة التصريف والتي ليست قلوية ولا مالحة، ويفضل أن تكون التربة الطينية والرملية أفضل

(Polvèche, 1996; Ghnimi, 2018). ومنه يمكن تلخيص المتطلبات البيئية لنبات الخروع في نوعين:

1.7. المتطلبات المناخية:

نبات الخروع قادر على التأقلم تلقائيا في المناطق الإستوائية وشبه الإستوائية ولكنه يفضل هطول أمطار غزيرة إلى حد ما (450 – 1000 ملم) لإكمال دورة تطوره (Déthiollaz, 2003). يشير التوزيع الجغرافي لنبات الخروع في جميع أنحاء العالم إلى أنه يتحمل التقلبات الكبيرة في الظروف المناخية بإستثناء درجات الحرارة المنخفضة جدًا، في الواقع أربع وعشرون ساعة عند 2 درجة مئوية كافية لمنع الإنبات، ومع ذلك لوحظت بداية جيدة للإنبات عند درجات حرارة أعلى من 15 درجة مئوية (Polvèche,1996).

2.7. متطلبات التربة:

تعتبر التربة بخصائصها الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية من العوامل التي لها تأثير كبير في انتشار وتوزيع مختلف النباتات. بشكل عام نبات الخروع يفضل المنحدرات التي لا تتجاوز12%، إضافة إلى التربة الطينية السيليكاتية العميقة التي لا يزيد الرقم الهيدروجيني لها عن7 .(Rousset *et al*., 2008).

8.المركبات الفعالة لنبات الخروع:

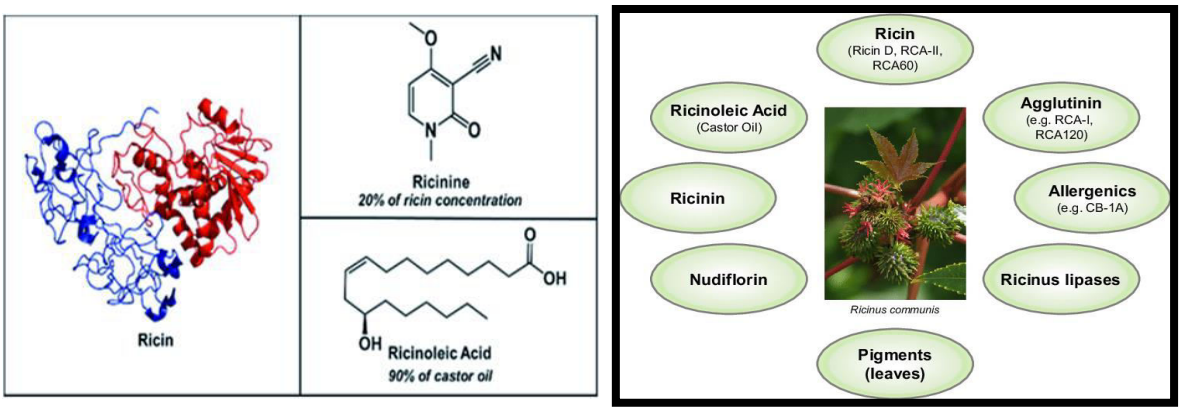
تحتوي مختلف أجزاء نبات الخروع على العديد من المركبات الفعالة والتي تتباين في الكم والنوع وحسب الظروف البيئية والمعاملات الزراعية كما هو موضح في الشكل (6). إن التركيب الكيميائي للنباتات التي تنتمي إلى جنس *Ricinus* غني ومتنوع، فهو يحتوي على مركبات (flavonoïdes) المتواجدة في الأوراق،

كما يحتوي على مركبات فينولية مثل: حمض الغاليك (acide gallique)، وحمض الجانسيتيك (acide gentisique)، حمض الإيلاجيك (acide ellagique) حمض الكرسيتين (acide quercétine) (khafagy *et al*.,1979). تحتوي جذور هذا النوع على حمض الاينودول -3-استيك (l'acide indole-3-acétique)، تحتوي بذور الخروع على 45% زيت ثابت، وهي غنية بالجليكوسيدات، الريسينولييك، والأحماض الدهنية، بعض الانزيمات مثل الليباز والقلويدات (Alkaloids) بما في ذلك الريسينين.

(khogali *et al*., 1992) . يتميز نبات الخروع كذلك بوجود الماء والدهون، و90% من البروتينات مثل البكتين والألبومين والبروتين السكري اللكتين (lectine) المعروف باسم الريسين.

(Garland et Bailey, 2006).الريسين (Ricine) هو بروتين سكري يثبط تكوين البروتين داخل الخلايا عن طريق تعطيل الريبوزومات، بسبب الخصائص الأنزيمية لهذا السم، يُعتقد أن جزيء ريسين واحد يمكنه قتل الخلية بعد انتقاله إلى العصارة الخلوية. (Tully *et al*.,1976).

تحتوي حبوب الخروع أيضًا على أحماض دهنية، مثل: حمض الريسينوليك (ricinolèique) (85-92%)، حمض الستياريك (stéarique) وحمض البالميتيك (palmtique) (2%)، حمض الأولييك (oléique)(2.5-6%)، حمض اللينولييك (linoléique) (2.5-7%)، حمض الايكوزينويك (eicosénoïque) وحمض اللينولينيك (linolènique) (1%).(Olvia, 2008).



الشكل06: التركيب الكيميائي لبعض المركبات المتواجدة في أعضاء وزيت نبات الخروع

(The Royal Society of Chemistry, 2020; Franke, 2019)

9.استعمالات نبات الخروع:

1.9. الاستعمال التقليدي:

تم إستخدام نبات الخروع منذ القدم خاصة في الجانب الطبي في مختلف الحضارات المتعاقبة مثل الحضارة المصرية واليونانية. تم إستخدام أجزاء مختلفة من هذا النبات لعلاج العديد من الأمراض المنتشرة آنذاك بين البشر، ومن بين أجزاء النبات الأكثر إستعمالا الجذور التي تستخدم في الوصفات الطبية المختلفة للأمراض العصبية، الحالات الروماتيزمية، ألم الظهر، وعرق النسا، وفي علاج مرض السكري.

(Poonam *et al*., 2008)، و في الطب الهندي التقليدي تم إستخدام الأوراق والجذور والزيت المستخرج من بذور هذا النبات لعلاج الإلتهابات وأمراض الكبد (تأثير وقائي للكبد)، حيث كان يمتلك خواص ملينة ومدرة للبول (Poonam *et al*., 2008; Rao *et al.*,2010) كما تم إستخدام البذور كمسهل ومقيئ، ولعلاج الجذام والزهري (Abdulazim *et al*.,1998). وقد إتخذت بعض النساء في الهند وكوريا بذور الخروع كوسيلة لمنع الحمل، وقد ورد في الجزائر أن بعض النساء تناولن بذور الخروع مغموسة في دم أرنب دافئ لمنع الحمل، وأنه لن يكون هناك حمل لمدة 9 أشهر على الأقل إذا أخذت المرأة بذرة بعد فترة الولادة.

(Abdulazim *et al*.,1998).

2.9. الإستخدامات الطبية:

الخروع هو نبات طبي تم استخدامه تقليديا في علاج العديد من الأمراض، حيث يتم استخدام زيت الخروع في تكوين العديد من العلاجات المسهلة أو الملينة و للإستخدام الخارجي، يتم استخدامه في مستحضرات التجميل مثل كريمات الشمس والكريمات المضادة للتجاعيد والأمراض الجلدية، ويستخدم للعناية بالنسيج وبعض الجروح المفتوحة (Polvèche , 1996). بالإضافة إلى ذلك، أظهرت الأبحاث في السنوات الأخيرة أن مادة الريسين، وهي مادة ذات طبيعة بروتينية سامة تتواجد في زيت الخروع والتي تمتلك خواص مضادة للسرطان تنشط ضد خلايا سرطانية معينة. يتكون هذا البروتين السكري المستخدم على نطاق واسع من

سلسلتين متعدد الببتيد A وB مرتبطتين بواسطة جسر ثاني كبريت، تشكل السلسلة A الجزء السام. (Déthiollaz , 2003).

كما إتضح أن استهداف الأورام بالريسين يجعل من الممكن تدمير الخلايا السرطانية دون الإضرار بالخلايا السليمة للمريض، كما أجرى العديد من الباحثين دراسات للكشف عن الخصائص البيولوجية المحتملة الأخرى لزيت الخروع. أُثبت أن المستخلص الإيثانولي من جذور الخروع له نشاط مضاد لمرض السكري.

. (Poonam *et al*., 2008)

في حين أن المستخلص الميثانولي يظهر نشاطًا كبيرًا كمضاد للالتهابات مثل ما تم تجريبه في علاج بعض الالتهابات الحادة والمزمنة عند الجرذان، كما أظهر هذا المستخلص أيضًا نشاطًا كبيرًا في التخلص من الجذور الحرة عن طريق تثبيط بيروكسيد الدهون (Ilavarasan *et al*., 2006).

3.9.الإستخدام الصناعي :

في المجال الصناعي تم استخدام زيت الخروع على نطاق واسع كمادة تشحيم عالية الجودة، وقدم عددا من الفوائد في مختلف القطاعات الصناعية، الكيميائية والغذائية ومستحضرات التجميل وغيرها.

(Ogunniyi, 2006; Patel *et al*., 2016).

تحتوي بذور الخروع على ما يقرب من 45 إلى 60٪ زيت (Caupin, 1997)، يتكون أساسًا من الحمض الدهني الغير مشبع الريسينوليك. ويستخدم هذا الزيت تقليديًا في الطب والإضاءة (Maroyi , 2007)، كما يستخدم زيت الخروع المجفف في صناعة الطلاء. بالإضافة إلى ذلك، يتم تصنيع مجموعة واسعة من المنتجات المتطورة مثل ألياف النايلون، مواد تشحيم المحركات، السوائل الهيدروليكية، البلاستيك، والجلود الصناعية، تصنيع الألياف الضوئية، الأطراف الاصطناعية المضادة للرصاص المصنوعة من الزجاج والعظام، ومواد التشحيم المستخدمة في صواريخ الطائرات.

(Severino *et al*., 2012 ; Mensah *et al.,* 2018).

في الصناعات التجميلية يستخدم زيت الخروع على نطاق واسع كمكون في صناعة العديد من مستحضرات التجميل مثل أحمر الشفاه، منتجات العناية بالشعر، كمكمل لتقوية الرموش وتسريع نمو الشعر، كريمات اليد، صابون الاستحمام وفي منتجات العناية بالقدم.(Patel *et al*., 2016).

4.9.استخداماته كمبيد حشري :

تتمتع المواد المستخلصة من نبات الخروع ومنتجاته بالعديد من الخصائص المضادة للتخصيب ومبيدات الحشرات ومبيدات اليرقات، ومن أجل البحث عن المبيدات الحيوية العضوية ذات الأصل النباتي التي تكون غير ضارة بالأنظمة البيئية عكس تلك التي تكون ذات أصل كيميائي، فقد تم بالفعل إختبار التأثير المبيد لمستخلصات هذا النبات على العديد من الأنواع غير المرغوب فيها

(Ramos Lopez *et al*., 2010; Zahir *et al*., 2010) . حيث تشكل المستخلصات المائية لأوراق نبات الخروع مبيدات يرقات لمكافحة يرقات أربعة أنواع من البعوض (Aouinty *et al*., 2006). كما أظهر (Adomako et Kwoseh, 2013) أيضا قدرة مستخلص أوراق الخروع على إبادة ديدان النيماتودا في المختبر وتم تجريبه ضد نيماتودا جذور الطماطم أين تم القضاء عليها. أظهرت الدراسات التي أجراها (Badaró *et al*., 2019) النشاط المضاد للبكتيريا لمستخلصات أوراق نبات الخروع على مجموعة واسعة من بكتيريا +Gram مثل: Streptococcus pyogenes، Bacillus cereus، Candida albicans، Escherichia coli، Candida glabrata والمكورات العنقودية الذهبية والمكورات العقدية الطافرة. كما أثبتت الدراسات أن الزيت المستخرج من بذور الخروع شديد السمية في مكافحة حشرة Plutella xylostella فهو يسبب وفيات بنسبة 54 إلى 71٪ من المجموع الكلي لليرقات ويقلل من وضع البيض. كما أن لهذا الزيت تأثيرًا سامًا على يرقات العديد من أنواع البعوض، حيث أظهرت العديد من الدراسات عن التأثيرات السامة لزيت نبات الخروع في السيطرة على مجموعات ذبابة Locala Musca L.

(Ghoneim, 2021 ; Salinas-Sánchez, 2021 ; Singh et Kaur, 2016).

10.خصائص نبات الخروع:

يتميز بمجموعة من الخصائص والمتمثلة في الخصائص الدوائية والعديد من الخصائص الحيوية مثل النشاط المضاد للبكتيريا، النشاط المضاد للسكري والنشاط المضاد للأكسدة.

1.10.الخواص الدوائية لنبات الخروع:

نبات الخروع هو نبات يستخدم على نطاق واسع في الطب التقليدي باعتباره نباتا طبيا له قدرات علاجية قوية (Jitendra et Ashish Kumar, 2012). تاريخيا، يعد العلاج المصري القديم والمحفوظ بشكل ثمين في مكتبة جامعة (Leipzig) بمثابة دليل غني بالمعلومات الذي يعود تاريخه إلى الربع الأخير من القرن السادس عشر قبل الميلاد، والذي يدل على الإستخدام الطبي للنباتات بالفعل في العصر الفرعوني للعلاج بنبات الخروع وزيته (Franke *et al*., 2019). يتميز نبات الخروع بالعديد من الخصائص الدوائية، وخاصة نشاطه المضاد للميكروبات ضد مجموعة من الكائنات الحية الدقيقة (Abew *et al*., 2014)، وهو معروف أيضا بخصائصه المضادة للقرحة التي تضمن نشاطًا وقائيا للخلايا و التي تعمل على تقوية الغشاء المخاطي في المعدة، مما يؤدي في النهاية إلى تحسين الدفاع المخاطي.(Rachhadiya *et al*., 2011)

2.10. الخصائص الحيوية لنبات الخروع ومستخلصاته:

يعتبر نبات الخروع نباتا طبيا متعدد الأغراض يتمتع بالعديد من الخصائص الطبية، وترتبط هذه الخصائص إما بالتطبيق المباشر لمستخلص النبات الخام كعامل علاجي في أمراض مختلفة أو عن طريق تثبيط مسببات الأمراض الضارة، والتي من المعروف أنها تسبب التهابات وأمراضا مختلفة. وقد أجريت ونشرت العديد من الدراسات والأعمال البحثية حول الخصائص البيولوجية لهذا النبات، وترجع هذه الأنشطة إلى المستخلص الخام ومركباته الكيميائية النباتية التي يمكن أن تكون ذات أهمية كبيرة في المستقبل لتطوير الطب التكميلي القائم على النباتات. وتتمثل الخصائص الحيوية لهذا النبات في مضادات الميكروبات،مضادات السكري، مضادات الالتهابات، مضادات الأكسدة، مسكنات الألم المركزية، مضادات الحشرات، مضادات

التهاب المفاصل. ترتبط المواد الكيميائية النباتية المتنوعة بأهداف جزيئية محددة وبالتالي تظهر العديد من التأثيرات الدوائية.(Waseem et *al*., 2018).

1.2.10. النشاط المضاد للبكتيريا:

نظرا لزيادة حالات الإصابة بالعدوى لدى البشر بسلالات سريرية مختلفة من البكتيريا وتبني مقاومة للمضادات الحيوية، فهناك حاجة كبيرة لإيجاد مصادر بديلة موثوقة لمكافحة هذه المشكلة المهددة للحياة المتمثلة في مقاومة المضادات الحيوية (Friedman , 2013). أظهرت العديد من المواد الكيميائية ذات المصدر النباتي خصائص مقاومة لنمو وإنتشار العديد من الأنواع البكتيرية، وبالتالي يمكن إستخدامها في تصنيع أدوية لها خصائص مضادة للميكروبات ضد العديد من الكائنات الحية الدقيقة. وتشمل بعض الأنشطة المضادة للميكروبات تثبيط العديد من البكتيريا مثل:Staphylococcus aureus, Escherichia coli, Streptococcus mutans, Enterococcus faecalis. تم إختبار الخصائص المضادة للبكتيريا لنبات الخروع باستخدام العديد من المستخلصات المائية والمذيبات لمختلف أجزاء النبات ودراسة تأثيرها على مختلف الأنواع البكتيرية، حيث تم استخدام المستخلص الإيثانولي (الساخن والبارد)، والمستخلص الميثانولي ومستخلص أسيتات الإيثيل وما إلى ذلك. وقد وجد أن المستخلص الإيثانولي هو الأكثر فعالية في عدد كبير من الحالات (Abew, 2014). تمتلك المستخلصات المختلفة لجذور الخروع نشاطًا مضادا للميكروبات بطريقة الإنتشار الجيد ضد الكائنات الحية الدقيقة المسببة للأمراض. أظهرت مستخلصات الهكسان والميثانول أقصى نشاط مضاد للميكروبات، في حين لم يكن للمستخلصات المائية خصائص مضادة للميكروبات. (Abhishek Mathur *et al*., 2011).

2.2.10. النشاط المضاد للسكري:

السكري هو مرض مزمن يحدث عندما لا يستطيع البنكرياس أن ينتج الأنسولين الذي يحتاجه الجسم أو بسبب تطور مقاومة الأنسولين. ارتفع عدد الأشخاص المصابين بالسكري بشكل حاد من 108 مليون حالة إلى422 مليون حالة في عام 2014، وفي عام 2012 كان مرض السكري هو السبب الوحيد لوفاة 1.5

مليون شخص (منظمة الصحة العالمية). أجريت دراسة لاختبار النشاط المضاد لمرض السكري للمستخلص الإيثانولي لجذور نبات الخروع، وقد وجد أنها فعالة ضد الفئران المصابة بنقص السكر في الدم، حيث أظهرت هذه الدراسة انخفاضا كبيرا في نسبة السكر في الدم أثناء الصيام إلى مستوى طبيعي تقريبا وزيادة في مستويات الأنسولين، مما أدى إلى تحسن في نسبة الدهون ووزن الجسم أيضا (Shokeen, 2008).

3.2.10. النشاط المضاد للالتهابات:

تمت دراسة النشاط المضاد للالتهابات لمستخلصات الأوراق والجذور على فئران التجارب في نماذج الالتهابات الحادة والمزمنة، حيث أظهرت التجارب أن تقدم جرعات 250 و500 ملغم/كغم من المستخلص الميثانولي لأوراق نبات الخروع لها تأثير وقائي في منع الأحداث الخلوية أثناء تكوين الوذمة وفي جميع مراحل الالتهاب الحاد. حيث تبين أن النشاط المضاد للالتهابات للمستخلص الميثانولي يرجع إلى وجود مركبات الفلافونويد التي لها قدرة كبيرة في علاج الالتهابات، كما تبين أن هذه المركبات لها تأثير وقائي ضد وذمة المخلب الناجمة عن الكاراجينان عند الفئران.

(Valderramas *et al*., 2008 ; Saini *et al*., 2010 ; Hussain *et al*., 2021)

4.2.10. النشاط المضاد للأكسدة:

من أجل دراسة الخواص المضادة للأكسدة تم العمل على تجريب العديد من المستخلصات من بذور الخروع، حيث أظهرت قدرة كبيرة كمضاد للأكسدة وذلك باستخدام عدة إختبارات مثل: أكسدة الدهون بطريقة ثيوسيانات الحديديك (thiocyanate ferrique)، وتأثير الجذور الحرة على جذرDPPH وجذر الهيدروكسيل المتولد من بيروكسيد الهيدروجين. يُظهر النشاط العالي المضاد للأكسدة لمستخلصات بذور الخروع بتراكيز منخفضة أنها يمكن أن تكون مفيدة جدا في علاج الأمراض الناتجة عن الإجهاد التأكسدي. وقد تم تحديد العديد من المكونات الكيميائية المسؤولة عن النشاط المضاد للأكسدة لمستخلصات بذور نبات الخروع وأهمها: ريسينوليت الميثيل (ricinoléate de Méthyle)، حمض الريسينولييك (l'acide ricinoléique)، الأستر الميثيلي (l'ester méthylique)، حمض 12اوكتاديكاديينوييك.

(l'acide 12−octadécadiénoïque).

كما أن المستخلصات الناتجة من الجذور وأوراق نبات الخروع تمتلك أيضًا نشاطًا مضادًا للأكسدة بسبب وجود مركبات الفلافونويد والتي تكون من أهم المركبات الفعالة التي تظهر خاصية تثبيت الجذور الحرة.

(Singh *et al*., 2010 ; Gupta *et al.*, 2006).

3.10. السمية:

عرف نبات الخروع بسميته العالية مند القدم، حيت تتركز أغلبية المواد السامة في بذوره وتحتوي قشرة حبة الخروع على مادة الريسين، وهو في الواقع أحد أكثر السموم النباتية الضارة ذات الأصل النباتي المعروفة للإنسان (Kopferschmitt *et al*., 1983; Aubry, 2012). يمكن أن يصل محتوى الريسين إلى 5٪ من زيت بذور نبات الخروع، وتتأثر دقة وإمكانية إعادة إنتاج سميته بعدد كبير من العوامل.

(Balint, 1974 ; Bradberry *et al*., 2003).

قد تكون جرعات الريسين، والتأثيرات السامة المقدرة من عدد البذور التي تم تناولها غير دقيقة بسبب أصناف النبات، والإختلافات في ظروف النمو المعتمدة على المنطقة، بالإضافة إلى جودة البذور.

تختلف سمية الريسين، وشدتها بشكل ملحوظ حسب الجرعة، وطريقة التعرض إليه (عن طريق الفم، الاستنشاق، الحقن، الجلد) وعلاوة على ذلك، من جانب الفرد، من درجة المضغ، والعمر، والأمراض المصاحبة. (Bradberry *et al.,* 2003; Audi *et al*., 2005).

عند تحديد سمية الريسين في المختبر، تعتمد النتائج أيضًا على النظام التجريبي المستخدم، على سبيل المثال، ظروف زراعة الخلايا والتجارب في المختبر، وأنواع الحيوانات، والسلالات، والعمر، والجنس، وظروف التغذية المستخدمة في الجسم الحي، فضلاً عن طريق الحقن (Roy *et al*., 2012) . وبالتالي يظل إستقراء النتائج من التجارب على الحيوانات فيما يتعلق بالبشر أمرًا صعبًا. إن الاستهلاك العرضي من قبل الماشية أو الأطفال للبذور أو المنتجات التي تحتوي على زيت الخروع، يمكن أن يسبب تسممًا خطيرا يتطلب العلاج في المستشفى.

الفصل الثاني

الزيوت البذرية وزيت بذور الخروع

مدخل:

تعتبر الزيوت النباتية المنتشرة بصفة كبيرة في عالم النبات مصدرا هاما من مصادر الطاقة المركزة، حيث تنتج من الطاقة ضعف ما تنتجه الكميات المماثلة من المواد البروتينية أو الكربوهيدراتية، وبالتالي تعد الزيوت النباتية مصدرا غذائيا هاما للإنسان. ونظرا لأهمية الزيوت النباتية فقد احتلت مكانا مرموقا ضمن اقتصاد الدول الكبرى من حيث تنمية مختلف المصادر منها النباتية أو الحيوانية، البرية منها أو البحرية، إلى جانب تطور وسائل استخلاصها وتصنيعها بمواصفات عالية واستخداماتها. ويلاحظ أن الزيوت النباتية توجد في جميع أجزاء النباتات الزيتية بما في ذلك الساق، الأوراق، الجذور، الأزهار، الثمار والبذور، تعد عملية استخلاص الزيوت النباتية عاملا مهما في إنتاج زيوت عالية الجودة، واهم عمليات الاستخراج المستخدمة بشكل شائع هما الاستخلاص الكيميائي والاستخلاص الميكانيكي، ولكل من هذه العمليات خصائص مميزة.

1.البذور الزيتية :

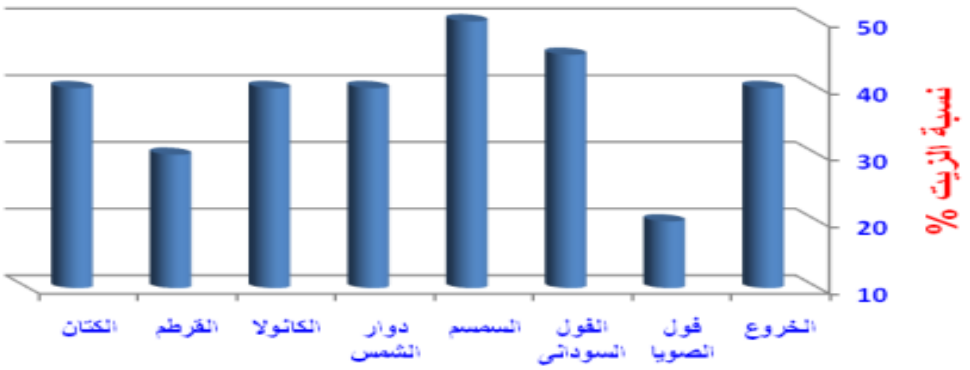
1.1. تعريفها:

تعد البذور الزيتية أحد أهم أنواع البذور النباتية (Chourgui, 2021)، وتعرف بأنها ناتج عملية تطور المبيض بعد مرحلة الإخصاب (Nivot, 2005)، كما يشير مصطلح "البذور الزيتية" إلى مجموعة من الأنواع النباتية التي يستخرج منها الزيت للأغراض المختلفة الغذائية، الصناعية و الطاقوية. وتمتاز باحتوائها على نسبة عالية من الدهون والزيوت النباتية والتي تختلف في جودتها باختلاف النوع والصنف النباتي والظروف البيئية السائدة (Chergui., 2021). في البذور الزيتية يتم احتجاز الزيت على شكل قطرات دقيقة شديدة الثبات تسمى الجسيمات الزيتية، واستخراجها يشكل تحديا في حد ذاته وقد أتاح تطور التقنيات إلى استخراج أكبر كمية منها والبقايا الصلبة توجه كأعلاف للحيوانات (Salager *et al.*, 2001) .

يمكن أن يكون للبذور المحصودة خصائص مختلفة جداً من حيث الحجم، والبنية، والصلابة، وتكوين الأحماض الدهنية، وما إلى ذلك وتتميز بشكل خاص بمحتواها من الزيت والذي يحدد بشكل أساسي طريقة

الاستخراج التي يتم استعمالها حيث البذور ذات المحتوى الزيتي المنخفض 20% تخضع عموماً لاستخلاص مذيب بسيط، أما الغنية بالزيت (40%_70%) فتخضع عادة للاستخراج بالضغط الميكانيكي.

(Bogaert, 2017).



الشكل07: نسبة الزيت ببذور المحاصيل الزيتية (محمد عبد الغنى، دس).

2.1. هيكل البذور الزيتية:

قد يختلف الهيكل المحدد قليلا بين أنواع البذور، ولكن المكونات الأساسية التالية هي نفسها بشكل عام و تتمثل في:

اللحاء أو الغلاف: وهوالطبقة الخارجية التي تغطي البذرة.

الغلاف الداخلي: الطبقة الداخلية التي تغلف الجنين ونسيج تخزين المواد الغذائية.

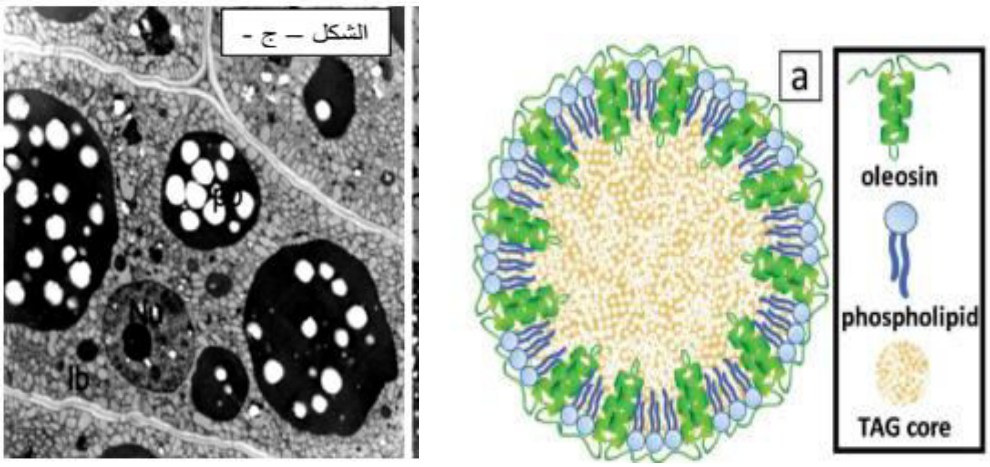
الجنين: جزء من البذرة الذي ينمو إلى نبات جديد.

الفلقات: وهي الأوراق الجنينية التي تشكل المدخرات الغذائية للجنين أثناء الإنبات.

(Zineb and. Manel, 2020).

وتتميز البذور الزيتية عن بقية البذور الأخرى بوجود عضيات تحت خلوية متخصصة في تخزين الدهون تدعى (oléosomes) الجسيمات الزيتية (Nikiforidis, 2014). تنشأ هذه الأخيرة من الشبكة الأندوبلازمية للخلايا الجنينية للبذرة بواسطة إنزيمات تصنيع حيوي متخصصة، تتموضع على مستوى النسيج المغدي إذا كانت البذور الزيتة ثنائية الفلقة مثل الجسيمات الزيتية لبذور اللفت والخروع، أو تبقى متموضعة على مستوى الطبقات الجنينية في حالة البذور أحادية الفلقة.(Purkrtova *et al*., 2008) تكون هذه الجسيمات الزيتية على

شكل قطرات كروية دقيقة يتراوح حجمها من 0.2إلى 10 ميكرومتر(Nikiforidis, 2014). يتكون هيكل الجسيمات الذهنية من طبقة أحادية من الفوسفوليبيدات والتي تحيط بالزيوت المدخرة على شكل ثلاثي الجليسيريد (TAGcore) حيث يكون الجزء الكاره للماء موجه نحو المركز بينما المحب للماء نحو الوسط المائي الخارجي (المحتوى السيتوبلازمي)، وتتصل بهذه الطبقة الفوسفوليبيدية بروتينات هيكلية(oleosin) تساهم في استقرار هذه الجسيمات وتمنع اندماجها ببعضها البعض.(Gagnon, 2021).



الشكل08: رسم تخطيطي للزيت داخل الجسيمات الزيتية وفي اليسار صورة مجهرية لقسم من بذور اللفت الناضجة (karefyllakis *et al*., 2019 ;Boubekeur *et al*., 2023 ; Kuang *et al.,* 2000)

2.الزيوت النباتية:

تعرف الزيوت النباتية بأنها جزء زيتي أو دهني مستخلص من البذور أو الثمار وأجزاء أخرى من النبات، تمت معاملته بمجموعة من العمليات التقنية ليصبح صالحا للاستهلاك أو الاستعمال.

(بن قسوم الخنساء، 2018)، وتعد الثمار والبذور الزيتية المصدر الرئيسي لها، كما تعد الزيوت النباتية والمواد الدسمة والدهون من المكونات الأساسية التي تدخل في تركيب جميع الكائنات الحية فهي تشكل مصدرا مهم للطاقة (لبوز وآخرون، 2018)،وعادة ما تكون سائلة عند درجة حرارة الغرفة، كما أنها تختلف في ببعض خصائصها كالكثافة واللزوجة تبعا لتركيبها الكيميائي.

تصنف الزيوت النباتية وفقا لمصادرها إلى عدة أنواع نذكر منها:

- **الزيوت الثابتة (Les huiles stables):**

عبارة عن مركبات ذات تركيب كيميائي ثابت حيث أنها لا تتطاير على درجة حرارة الغرفة وكذلك مع بخار الماء، إذ تتكون من مجموعة من الأحماض الدهنية غير المشبعة، حيث تكون عملية استخلاصها بكمية كبيرة من بذور النبات. وتحتوي على نسب من الفيتامينات (Vit E, Vit A) وأملاح معدنية مثل اليود والمغنيزيوم ومواد كربوهيدراتية حيث تستعمل غالبا في التغذية (سلامة وآخرون، 2016).

- **الزيوت الطيارة(Les huiles volatiles):**

تعد الزيوت الطيارة منتجا من المنتجات الثانوية للأيض العضوي النباتي،معظمها مواد سائلة ونادرا ما تكون في حالة صلبة،سميت بالزيوت الطيارة لأنها تتبخر أو تتطاير دون أن تتحلل وهذا ما يميزها عن الزيوت الثابتة التي لا تتطاير، وتتحلل إذا عرضت للتبخر أو التسخين. يطلق عليها اسم الزيوت العطرية aromaticoils، نظرا لرائحتها العطرية الجميلة،وهي لا تنحل بالماء بل بالمذيبات العضوية مثل الكلوروفوم، الإيثانول، والإيثر، لذا يطلق عليها إسم الزيوت الأثيرية، تسمى أيضا بالزيوت الأساسية essentiel oils. (Butnariu et sarac, 2018).

3.مراحل استخلاص الزيوت النباتية البذرية:

تتم المعاملات التقنية للزيوت النباتية للحصول على زيت أو دهن نقي أو مشتقاته، وفقا للمراحل التالية:

3.1. إستلام وتخزين البذور:

يتم استلام البذور في المصنع وفق شروط مسبقة، مثل الحد الأدنى لنسبة الزيت في البذور، ونسبة الشوائب، مثل البراعم، بذور الحشائش، والنسبة المئوية للبذور المعطوبة ...الخ، ثم تتم عملية التخزين بكميات كبيرة تناسب الطاقة الإنتاجية للمصنع حتى يمكن تشغيل المصنع على مدار العام، وتحت ظروف مناسبة حفاظا على جودتها.

2.3.إعداد البذور:

تخضع البذور بعد استلامها من قسم التخزين إلى عدد من المعاملات، التي تهدف إلى تحسين جودة الزيت، وزيادة نسبة استخلاصه. وتشمل هذه المعاملات ما يلي:

1.2.3. التنظيف:

ويهدف إلى إزالة المواد الغريبة المصاحبة للبذور الزيتية مثل:التراب،الرمل، الأحجار، قطع المعادن، والبذور المصابة والمكسورة، والبذور المعطوبة بواسطة المناخل والهزازات وتيار الهواء والمغناطيس، وتكمن أهمية هذه العملية في تحسين نوعية الزيت المنتج وحماية الأجهزة المستعملة من العطب.

2.2.3. إزالة القشور:

وتتم في حالة البذور التي تحتوي على قشرة سميكة أو ملتصقة بالبذور، مثل بذور الفول السوداني، ودوار الشمس، وفول الصويا. أما البذور التي لا تحتوي على قشور، مثل بذور اللفت، والكتان، والسمسم، فلا تحتاج إلى تقشير.

3.2.3. الطحن:

ويعمل على تحرير الزيت من داخل الخلايا الزيتية في البذور، أما الثمار الزيتية مثل ثمار نخيل الزيت فتحتاج إلى التكسير لتحرير اللب.

4.2.3. المعاملة الحرارية بالبخار:

وتتم لبعض البذور الزيتية التي تحتاج إليها قبل عملية استخلاص الزيت، وتهدف إلى:

- تمزيق جدار الخلايا الزيتية مما يؤدي إلى سهولة استخلاص الزيت.
- خفض لزوجة الزيت، وبالتالي سهولة استخلاصه.
- نزع البروتين، مما يؤدي إلى تقليل خروج المواد البروتينية مع الزيت أثناء عملية الاستخلاص .
- تثبيط نشاط الإنزيمات التي تسبب تحلل الزيت أو الأكسدة.
- التخلص من المواد السامة مثل (الجوسيبول)التي قد توجد في بذور القطن أو فول الصويا.

3.3.إستخلاص الزيت:

تعتبر مرحلة استخلاص الزيوت من أهم المراحل، ويجب أن تكون هذه المرحلة دقيقة جدا لأنها حساسة قد تؤثر على العناصر الموجودة بالزيت المراد استخلاصه. وتوجد العديد من طرق الاستخلاص والتي تستعمل حسب طبيعة البذور ومحتواها الزيتي.

4.3. التكرير:

تشتمل عمليات التكرير les Reffinages على مجموعة من العمليات التقنية التي تجري بهدف تحويل الزيت الخام إلى زيت صالح للاستهلاك وذلك بإزالة الشوائب والمواد غير المرغوبة.

5.3. إزالة الصموغ:

وتجري على الزيت الخام من اجل إزالة المواد مثل الشمع، والفوسفوليبيدات، والليسثين والتي تتراوح ما بين2 إلى 7%، تتم هذه الطريقة بإضافة الماء الساخن إلى الزيت الخام بنسبة1-7% وتقليب الخليط لمدة 15 دقيقة حتى يصبح متجانسا، ثم رفع درجة حرارته حتى تصل إلى مدى يتراوح ما بين 22-36 درجة مئوية لمدة ساعة إلى ساعة ونصف، ثم ضخه إلى جهاز الطرد المركزي ليتم فصل الزيت عن المواد الشمعية.

6.3. المعايرة:

وهي عبارة عن إزالة المواد الدهنية غير الجليسريدية الموجودة في الزيت الخام بواسطة محاليل مائية قلوية لكي ينتج زيت ذو جودة وصفات حفظ عالية.

7.3. التبييض:

ويتم فيها إزالة الصبغات الذائبة في الزيت مثل الكروتين والكلوروفيل، فيكتسب الزيت النباتي بعدها اللون الخفيف الشفاف. تعتمد طرق التبييض للزيوت والدهون الغذائية على إدمصاص الصبغات بواسطة مواد ذات قدرة عالية الإدمصاص، وتضاف بنسبة1-2% من وزن الزيت المعادل.

ومن أهم مساحيق الإدمصاص المستخدمة ما يلي:

مسحوق التبييض(Fuller's Earth) ويتكون من سيليكات الألمونيوم المائية وجل السيليكات.

التراب المحمض (Acidic Earth) بحمض الكلور أو حمض الكبريتيك.

الكربون المنشط (Activated carbon).

8.3. إزالة الرائحة:

وتهدف إلى إزالة المركبات المتطايرة التي تسبب رائحة أو نكهة غير مرغوبة في الزيت، كمركبات الأكسدة الثانوية، مثل الالدهيدات، والكيتونات، والكحول، والهيدروكربونات، والأحماض. تتم عملية إزالة الرائحة بإمرار تيار من بخار الماء عند درجة حرارة 271 د.م، وتحت ضغط منخفض يتراوح ما بين 7 إلى 11 مم زئبق، وبمعزل عن الهواء، فتكون مركبات النكهة غير المرغوبة على هيئة مواد متطايرة ذات فروق في درجة التطاير، وبذلك يتم التخلص منها ومن الجليسريدات الثلاثية.(الفواز، 2008).

4.طرق إستخلاص الزيوت النباتية:

لم تكن طرق استخلاص الزيوت قديما متطورة جدا ففي الواقع كانت تعتمد على مبدأ سحق البذور الزيتية باستخدام أدوات تقليدية تعتمد على الهاون والمدقة (juba, 2022)، ومع تطور التكنولوجيا تم إختراع أدوات أكثر تطورا وتقدما، ومنه يمكن تقسيم طرق الاستخلاص إلى ميكانيكية وكيميائية وطرق أخرى مبتكرة.

1.4. الطرق الميكانيكية:

الإستخلاص بالضغط الميكانيكي:

الضغط هو عملية فيزيائية لإخراج السوائل من مادة مسامية تحت قوى الضغط. يوصى باستخدام الضغط لاستخراج الزيت للمواد التي تحتوي على نسبة عالية من الزيت (Bouallegue, 2016). ويعتبر الاستخراج الميكانيكي بالضغط هو الطريقة الأقل تكلفة ويتم باستخدام مكابس لولبية ويستند مبدأها على طرد الزيت من البذور تحت تأثير الضغط الميكانيكي، يسمى الزيت الذي يتم الحصول عليه بالزيت الخام.

(Head *et al.*,1995)، تتم عملية الضغط في درجة حرارة الغرفة بدون حرارة من أجل المحافظة على خصائص الزيت (EFSA, 2016) أو يكون الاستخلاص بالضغط مرفقا باستعمال الحرارة بواسطة مسخنات

حرارية وبدرجة حرارة من 75 إلى 100% والتي تزيد من العائد لكن يمكن أن تغير من خصائص الزيت المستخلص خاصة الأحماض الدهنية. (Gagnon, 2021).

2.4. الطرق الكيميائية:

ترتكز على المذيبات العضوية والأكثر استخداما في الوقت الحاضر هي الهكسان، الهكسان الحلقي، الإيثانول والأسيتون. يجب أن يتمتع المذيب المختار بخصائص موافقة لطبيعة الزيت المستخلص، بالإضافة إلى الترخيص به كأن تكون درجة غليانه منخفضة لتسهيل التخلص منه، ويجب ألا يتفاعل كيميائيا مع المستخلص. يتم إجراء عملية الاستخراج باستخدام جهاز السوكسيليت (Soxhlet). تتمتع هذه المذيبات بقدرة استخلاص أعلى من الماء (Hubert, 1992). يتم تطبيق الاستخلاص بالمذيبات لاستعادة الزيت الذي يصعب الوصول إليه، مثل الزيت الموجود في عجينة الزيت أو البذور الزيتية المنخفضة الزيت، وتعتبر التقنية الأكثر كفاءة لاستخراج الزيوت، لأنها تضمن الاستخلاص الكامل تقريباً للزيت97% بالرغم من العيوب المرتبطة باستخدام الهكسان. ففي الواقع الهكسان غير صالح للاستهلاك ويتم تصنيفه خطيراً وفقاً لعدة معايير CMR (مادة مسرطنة، مطفرة، سامة للتكاثر، قابلة للاشتعال بسهولة). بعد خطوة الاستخلاص من المهم إزالة الهكسان من الزيت وثفل الزيت. (fine, 2013).

3.4.العمليات البديلة:

1.3.4. الإستخلاص بالمذيبات البديلة:

يتم استبدال الهكسان بمذيبات أقل تغييراً للطبيعة والتي تسمى المذيبات الخضراء. في الواقع يجب أن يكون للمذيب فعالية تعادل فعالية الهكسان من حيث استخراج الزيت كما يجب أن يأتي هذا المذيب البديل المثالي من موارد متجددة، وألا يكون ضارا بالمشغلين والبيئة وله تكلفة معقولة، ومن بين البدائل المتجددة نجد العديد من المذيبات مثل المذيبات الزراعية والمذيبات الاصطناعية والكحوليات (chemat, 2018).

2.3.4. الإستخلاص بإستخدام السوائل فوق الحرجة:

تعتمد العملية البديلة باستخدام السوائل فوق الحرجة SFE على مبادئ الديناميكا الحرارية التي تربط الحالة الفيزيائية للمادة بقيم دقيقة لدرجة الحرارة والضغط. ونتيجة لذلك، فإن الحالة فوق الحرجة لها خصائص إذابة السوائل وانتشار الغازات. ويتم الحصول عليه عندما تكون درجة الحرارة والضغط أعلى من القيم الحرجة،في الحالة فوق الحرجة يتمتع المذيب بخصائص ملحوظة وسيطة بين السائل والغاز (اللزوجة والكثافة والانتشارية)، ثاني أكسيد الكربون فوق الحرج هو المذيب الأكثر استخداماً للاستخلاص في الظروف فوق الحرجة نظراً لضغطه الحرج المعتدل وقيم درجة الحرارة (73.8 بار و31.1 درجة مئوية على التوالي) ووفرته، وعدم سميته، وعدم قابليته للاشتعال، وتكلفته المعتدلة. (Benaissi, 2013).

3.3.4. الإستخلاص بواسطة الأمواج الفوق صوتية:

تعد طريقة بسيطة، فعالة وغير مكلفة، وتستهلك القليل من المذيب، (Mohd Shah *et al.*, 2016) كون الموجات فوق الصوتية تعزز إختراق المذيب بشكل أفضل داخل هيكل النبات وخلاياه. (Demirdöven, 2008).

4.3.4. الإستخلاص بواسطة الميكروويف:

يستند مبدأ الاستخراج بمساعدة الميكروويف على تطبيق إنبعاثات الموجات الدقيقة أثناء الاستخلاص بواسطة المذيبات العضوية، والتي تكون مقاومة بشكل عام لهذه الأطوال الموجية. الهدف هو تغيير ترتيب الخلايا النباتية أو الجزيئات في الزيت، وذلك عن طريق زيادة الضغط ليكون ضغوط أكبر من قدرتها على التوسع. هذا الضغط القوي يولد تمزق الهياكل ويسمح تحرير وذوبان المذاب في المذيب المستخدم. (Ganzler, 1986).

5.استخدامات الزيوت النباتية :

تستخدم الزيوت النباتية في عدة مجالات، ومنها:

1.5.الغذاء:

تلعب الزيوت النباتية دورا رئيسيا في الأداء السليم للجسم منذ سن مبكرة وطوال الحياة، ولا سيما في الوقاية من أمراض القلب والأوعية الدموية. على سبيل المثال، زيت النخيل مشهور للقلي وصنع السمن النباتي وزيت دوار الشمس هو زيت خفيف إلى حد ما ممتاز للقلي والتتبيل. (Bacha et Tchekiken, 2010) .

2.5. الصيدلة ومستحضرات التجميل:

تستخدم الزيوت النباتية في تكوين المراهم وغيرها، حيث أنها تمتلك خواص لها تأثير مضاد للجفاف، فهي تستعيد الطبقة الهيدروليبيدية للبشرة التي تشكل حاجزا دفاعيا طبيعيا، وتغذي البشرة وتشكل طبقة دهنية تمنع الماء من التبخر(Bacha et Tchekiken, 2010). كما تدخل في صناعة الصابون، حيث تتضمن تفاعل التصبن الذي ينتج الصابون والجلسرين من ثلاثي الجليسيريد وقاعدة قوية.

3.5.الصناعة الكيميائية:

تعتبر المذيبات المشتقة من الزيوت النباتية والتي تسمى "المذيبات الزراعية" بديلا للمذيبات البتروكيماوية في العديد من التطبيقات الصناعية، الطلاءات والدهانات، والبقع، وما إلى ذلك. تستخدم الزيوت النباتية كذلك كمواد للتشحيم، في الصناعة لمعالجة المعادن، أو كسوائل هيدروليكية.(Bacha et Tchekiken, 2010) .

4.5 .استخدام الزيوت النباتية كوقود حيوي:

هناك ثلاث احتمالات لإنتاج الوقود الحيوي:

إنتاج وقود الديزل الحيوي من خلال الأسترة (Haidara , 1996).

استخدام المخاليط النفط/الديزل (Vaitilingom, 1986).

استخدام الزيوت النباتية كوقود (Xiaohu *et al*., 2008).

لاستخدام الزيوت النباتية كوقود حيوي، يتم عموما أسترة الزيوت بالميثانول في وجود محفز.

تُستخدم الزيوت النباتية كوقود حيوي بديل للوقود الأحفوري، حيث تُعدّ خيارًا مستدامًا وصديقًا للبيئة. يمكن تحويل الزيوت المستخلصة من محاصيل مثل فول الصويا، الكانولا، وعباد الشمس إلى "ديزل حيوي" من خلال عملية كيميائية تُعرف بالأسترة (Transesterification). يتميز هذا النوع من الوقود بانخفاض انبعاثاته الكربونية، مما يساهم في تقليل تأثير الاحتباس الحراري. إضافةً إلى ذلك، فإن استخدام الزيوت النباتية يساهم في تقليل الاعتماد على المصادر غير المتجددة للطاقة، ويعزز التنمية الزراعية والريفية. ومع ذلك، يُثار جدل حول تأثير هذا الاستخدام على الأمن الغذائي بسبب التنافس على الأراضي الزراعية بين إنتاج الغذاء والوقود. (Demirbas, 2009).

6.أهمية الزيوت النباتية :

وفقاً لـ (Corraze *et al*., 2009) فإن الزيوت النباتية لها فوائد عديدة، منها:

الحماية من أمراض القلب .

تقليل الإصابة بسرطان الثدي.

يحفز صحة المناعة .

زيادة التمثيل الغذائي .

يساعد على نمو الخلايا .

تخفيف أمراض القلب والاكتئاب .

تعزيز صحة الجهاز الهضمي .

7.الأهمية الاقتصادية للزيوت النباتية:

تحتل الزيوت النباتية المرتبة الأولى من حيث الإنتاج العالمي للزيوت والدهون الغذائية، إذ تشكل 73% بينما يمثل إنتاج الدهون الحيوانية 24 % والزيوت البحرية 2%. وتهدف صناعة الزيوت النباتية الوطنية إلى سد فجوة الطلب المحلي، وتحويل الثمار والبذور الزيتية غير القابلة للاستهلاك بشكلها الطبيعي إلى مواد

غذائية قابلة للاستهلاك، مثل الزيوت النباتية والزبد والسمن النباتي، وإيجاد فرص عمل جديدة لأفراد المجتمع، وفتح فرص استثمارية للقطاع الخاص.

كما تحتل صناعة الزيوت النباتية أهمية قصوى لكونها سلعة من السلع الغذائية الإستراتيجية، تستخدم في العديد من مجالات الحياة. وترجع الأهمية الغذائية للزيوت النباتية إلى أنها تحتوي على الفيتامينات الضرورية الذائبة في الدهون، وعلى العديد من الأحماض الدهنية الأساسية كما أنها تشكل مصدر مهما للطاقة.

8.فوائد الزيوت النباتية:

تعد الزيوت النباتية مواد مفيدة لجسم الإنسان تتمثل في:

1.8. حماية الجسم وضمان نمو الخلايا:

الزيوت النباتية غنية بالفيتامين(E) ، المهمة لحماية الخلايا وتنميتها، ولتحسين الجهاز المناعي، وتحفيز الجهاز الهضمي، وحماية أنسجة كل من العين والكبد والجلد.

2.8. منع أمراض القلب:

الدهون غير المشبعة والدهون الأحادية هي أكثر أشكال الدهون المتواجدة في الزيوت النباتية، هذه الدهون المشبعة تساعد على تخفيض نسبة الكولسترول الضار بالدم، وتقلل من مخاطر الإصابة بأمراض القلب والشرايين والأوعية الدموية. (بوراس وسود، 2019).

3.8. النمو والتنمية:

يحتاج الجسم إلى الأحماض الدهنية من أجل تنفيذ مختلف نمو الخلايا بالجسم والدماغ، يتوافر بالزيوت النباتية نوعان من أنواع الأحماض حمض الأوميغا 7 الدهني، وحمض الأوميغا 6 الدهني، التي تنتج ألفا لينوليك المتواجدة في فول الصويا، وزيت بذور الكتان، وهي تشبه الأحماض الدهنية المتواجدة في الأسماك، من المعروف أن أحماض الأوميغا الدهنية مضادة للالتهابات، وأمراض القلب المزمنة والسرطان.

(بوراس وسود، 2019).

9.مخاطر الزيوت النباتية:

كما ذكرنا فوائد الزيوت فإننا نذكر هنا مخاطرها وبالذات الزيوت المشبعة والتي تنتج نتيجة لغليان الزيوت في درجة حرارة عالية للغاية ومن ثم إضافة غاز الهيدروجين تحت الضغط ليتم تشبع الدهون غير المشبعة لينتج عنها السمن النباتي، مما يتسبب عند تناولها ارتفاع ضغط الدم المفاجئ وارتفاع الكوليسترول في الجسم. وكغيرها من المواد الأخرى فإن الزيوت تفسد بعد فترة نتيجة لعوامل كثيرة مثل التخزين وتعرضها للضوء، الحرارة، والهواء، وعند استخدام هذه الزيوت للأكل والطهي، يجب مراعاة عدم إعادة استعمالها مرة أخرى لأنها تفسد ويمكن أن يسبب إعادة استعمال الزيت أكثر من مرة مرض السرطان. (دراجي وكرامة، 2022).

10.خصائص الزيوت النباتية:

هناك العديد من الخصائص الفيزيوكيميائية تسمى الثوابت للزيوت، والتي تعد من الأمور المميزة، والتي ترتبط بنوع الزيوت وخصائص تركيبها الكيميائي وخاصة نوعية الأحماض الدهنية التي تدخل في تشكيلها (تركيب الجليسريدات الثلاثية) من حيث طول السلسلة الكربونية ودرجة التشبع، بالإضافة إلى مدى احتوائها على بعض المركبات الأخرى خلاف الجليسريدات الثلاثية مثل الدهون الفسفورية والستيرولات، ويمكن تلخيص تلك الخصائص فيما يلي: (بوراس وسود، 2019).

1.10. الخصائص الحسية:

الخصائص الحسية لجميع الزيوت والدهون تشمل ما يلي:

الإحساس الفمي، البناء البلوري، القوام، اللزوجة، الصفاء، اللون أما العوامل العديدة التي تؤثر في الخواص الحسية للزيوت والدهون فتشمل: درجة الحرارة، الضوء، التخزين، طريقة التشغيل....الخ. لكل زيت في صورته الخام قبل إخضاعه للتشغيل نكهة تميزه. ويصعب وصف نكهات بعض الزيوت إلا أنها مختلفة بشكل واضح. وكل ما يحتاجه الإنسان هو شم الزيوت فقط لكي يتعرف على الاختلاف. تختلف رائحة الزيت من نبات إلى آخر، حيث تخضع الزيوت النباتية المكررة لعملية إزالة الروائح الكريهة، وتساعد هذه الخطوة على تخليص الزيت من رائحته. يكون مظهرها سائلًا بشكل عام في درجة حرارة الغرفة، يتم هدرجة بعض الزيوت عند

الحاجة إلى منتجات صلبة لأن الجلسريدات التي يتكون منها الزيت تكون أكثر صلابة لأنها أكثر تشبعا ووزنها الجزيئي أعلى. يختلف لون الزيت من نبات إلى آخر، تخضع الزيوت النباتية المكررة لعملية تبييض تعمل على إزالة الصبغات الموجودة في الزيت. (بن عثمان وحجاج، 2019).

2.10. الخصائص الفيزيائية:

للخصائص الفيزيائية للزيوت والدهون أهمية كبيرة وفائدة عظيمة، ويعود اختلافها من زيت لأخر إلى الاختلاف في نسب مكونات الجليسيريدات الثلاثية من الأحماض الدسمة، وعن طريق هذه الخصائص يمكن معرفة نوع ومصدر المادة الدسمة، وتتمثل هذه الخصائص في: (بوراس وسود، 2019).

1.2.10. الكثافة:

تعرف بأنها النسبة بين وزن الزيت ووزن نفس الحجم من الماء المقطر عند درجة حرارة معينة. (بوراس وسود، 2019). الكثافة المقاسة عند 20 درجة مئوية من الزيت هي نسبة وزن حجم معين من هذا الزيت عند الضغط الجوي عند درجة حرارة معينة إلى وزن نفس الحجم من الماء عند 20 درجة مئوية. (Roger, 1974). كثافة الزيت هي قيمة يمكن أن تختلف بسبب عوامل كثيرة مثل: درجة الحرارة، نوع الزيت، ومع ذلك يمكن إثبات أن كثافة الزيت النباتي تتراوح ما بين 0.80 إلى 0.96 كجم/لتر. وفي جميع الأحوال تكون كثافة الزيت دائمًا أقل من كثافة الماء، وهو ما يجعله يطفو ويتم تعيين الكثافة النسبية عمليا باستخدام جهاز Densimètre، ويجب أن تكون دائمًا أقل من 1. (بوراس وسود، 2019).

2.2.10. معامل الانكسار:

يعتبر معامل الانكسار مفيدا بشكل خاص لأنه يوفر معلومات عن حالة تحلل الزيت. وفي الواقع، فإن وجود الأحماض الدهنية الحرة يقلل بشكل كبير من معامل الإنكسار (Lion, 1955) . وهو النسبة بين جيب زاوية السقوط وجيب زاوية الانكسار عندما يمر شعاع ضوئي لموجة طولها 589.3 نانو متر من الهواء إلى الزيت عند درجة حرارة معينة (دراجي وكرامة، 2022) . ويقدر معامل الانكسار عند 20 درجة مئوية في حالة

الزيوت، وعند 40 درجة مئوية في حالة الدهون الصلبة وبتم تعيين معامل الانكسار عمليا باستخدام جهاز قرينة الانكسار (Réfractomètre). (بوراس وسود، 2019).

3.2.10. اللزوجة:

هي عبارة عن الاحتكاك الداخلي بالجزيئات، وتعتبر الزيوت ذات لزوجة عالية نسبيا، وذلك للتجاذب بين الجزيئات للسلاسل الطويلة لجزيئات الجلسيريد (فتح الله، 2014). يتم تعريف اللزوجة على أنها معامل الاحتكاك الجزيئي الداخلي، يتم تحديده بواسطة قوى الاحتكاك لجسم متحرك في سائل. حسب توصيات الاتحاد الدولي للكيمياء البحتة والتطبيقية لزوجة الزيت هي أيضًا معيار للنقاء (Kouidri, 2008). تتناسب اللزوجة مع درجة تشبع المادة الدهنية. بالنسبة لجميع المواد الدهنية تقل اللزوجة مع زيادة درجة الحرارة. (Roger, 1974).

4.2.10. نقطة الانصهار:

تسمح بتقييم درجة نقاء المادة الدهنية. (Frenot et Vierling, 2001).

5.2.10. اللون :

تحتوي الزيوت والدهون الطبيعية على صبغات لها صفات خاصة في امتصاص الضوء، وأبسط أجهزة قياس اللون هو مقياس اللون البصري الذي يعتمد على العين المجردة، ومن أمثلة أجهزة قياس اللون جهاز (Lovibond) الذي يستعمل بكثرة في مصانع الزيوت حيث يحدد لون الزيت بمقارنته بشرائح من الزجاج الملون.(رغيوة واخرون، 2023).

6.2.10. الرائحة:

تعتمد على حاسة الشم، ونوع كل نبات على حدا. (بوراس وسود، 2019).

7.2.10. نقطة التدخين:

هي درجة الحرارة التي لا ينبغي تسخين الزيت فوقها. عندما يصل الزيت إلى هذه الدرجة من الحرارة، تتحلل مكوناته وتشكل مركبات سامة ويتصاعد دخان من الزيت. (Roger, 1974).

8.2.10. القوام:

يبدو الزيت المدروس سائل في درجة حرارة الغرفة وهذا يدل على احتوائه على أحماض دهنية غير مشبعة. (رغيوة واخرون، 2023).

3.10. الخصائص الكيميائية:

تعتبر الخصائص الكيميائية للزيوت النباتية والمواد الدسمة ذات أهمية كبيرة، فعن طريقها يمكن معرفة نوع المادة الدسمة وكذلك إجراء بعض التفاعلات الكيميائية للحصول على عدد من المواد الهامة.
(رغيوة واخرون، 2023).

1.3.10. رقم الحموضة:

هو عدد مليغرامات هيدروكسيد البوتاسيوم اللازمة لمعادلة الأحماض الدهنية الحرة الموجودة في واحد غرام من الزيت أو الدهن، وهو يعطي فكرة عن نسبة الأحماض الدهنية الحرة ومعرفة مدى تحلل الغلسريدات الموجودة في الزيت، ويعطي هذا التقدير بصفة عامة دليل على صلاحية الزيوت للأكل.(بوقوادة، 2008).
يزداد رقم الحموضة بزيادة درجة التزنخ التي تعمل على زيادة نسبة الأحماض الدهنية الحرة بالمادة الدهنية، لذا فإن رقم الحموضة يتوقف على مدى كفاءة طرق الحفظ التي يتعرض لها الزيت أو الدهن أثناء العمليات التصنيعية المختلفة. (أحمد عاشور وآخرون، 2006).

يتم تعيين رقم الحموضة عمليا وفق معيار (ANFOR NFT 60-204) من القاعدة التالية:

$$IA = V \times N \times 56.1/m$$

IA: رقم الحموضة.

V: حجم محلول هيدروكسيد البوتاسيوم اللازم للمعايرة بالمليلتر.

N: عيارية محلول هيدروكسيد البوتاسيوم.

m: كتلة عينة الزيت بالغرام.

56.1 :الكتلة المولية لهيدروكسيد البوتاسيوم.

2.3.10. الرقم اليودي:

هو عدد غرامات اليود (أو الهالوجين المكافئ) الممتص بواسطة 100 غرام من الزيت أو الدهن، ويدل على عدم تشبع المادة الدهنية وهو يقيس في الواقع عدد الروابط المزدوجة الموجودة، والتي تدل على درجة عدم التشبع ويتم الاختبار بطريقتين هما:

طريقة ويجس Wij' S ويستخدم فيها محلول أحادي كلوريد اليود (ICl).

طريقة هانس Hanus ويستخدم فيها محلول أحادي بروميد اليود (IBr).

كلما زادت قيمة قرينة اليود دلت على زيادة عدد الروابط المزدوجة وبالتالي دل ذلك على زيادة عدم التشبع ويعني ذلك أن المادة الدهنية تحتوي على نسبة عالية من الأحماض الدهنية غير المشبعة ويكون الزيت سائل في درجة حرارة الغرفة، وتكون المادة الدهنية متصلبة عند رقم يودي أكبر من 130، وتكون نصف صلبة عند رقم يودي 90 وفي الحالة السائلة عند رقم يودي أقل من 90. (دراجي وكرامة، 2022).

3.3.10. رقم البيروكسيد:

يعرف بعدد المليغرامات من محلول ثيوكبريتات الصوديوم (0.01غ) المطلوبة لمعايرة اليود الناتج من معادلة جرام من المادة الدهنية بيوديد البوتاسيوم في وسط حامضي. هذا الرقم له مدلول عن مدى التزنخ الأوكسيدي للمادة الدهنية نتيجة تكوين مركبات بيروكسيدية. (الشيخ، 1993).

ويحسب بالعلاقة التالية:

$$P=N.(V_1-V_0).1000/m$$

V_0: حجم محلول ثيوسلفات الصوديوم للاختبار الشاهد بالمليلتر (بدون استعمال زيت)(ml).

V_1: حجم محلول ثيوسلفات الصوديوم اللازم للمعايرة بالمليلتر(ml).

N: عيارية محلول ثيوسلفات الصوديوم (mol) .

m: كتلة عينة الزيت بالغرام(g).

4.3.10. تزنخ الزيوت:

هو تغير كيميائي يحدث تغير في لون ورائحة وطعم الزيوت أو الدهون. (بوراس وسود، 2019). ومن أسبابه:

عملية الأكسدة نتيجة تعرضها للهواء،الرطوبة، ودرجة الحرارة المرتفعة فتنتج ألديهيدات وكيتونات وفوق أكاسيد.

عملية التحلل البكتيري حيث تفرز البكتيريا أنزيمات تحلل الزيوت والدهون إلى أحماض دهنية قصيرة السلسلة ومتطايرة.

5.3.10.رقم التصبن:

التصبن هو تفاعل يتم على الساخن بوجود قاعدة قوية، ويؤدي إلى تكوين الصابون والجلسرين. تتم عملية التصبن وفق المعادلة التالية:

$$R- COOH + KOH \rightarrow R-COOK + H_2O$$

مؤشر التصبن هو عدد مليجرامات البوتاس الكاوي (KOH) اللازمة لتحويل الأحماض الدهنية الحرة أو المركبة لجرام واحد من المادة الدهنية إلى صابون. (Chenah, 2011).

ويحسب رقم التصبن حسب العلاقة التالية:

$$\mathbf{IS = (V_0 - V) \times N \times 56.1 / m}$$

حيث:

IS: رقم التصبن.

V_0: حجم HCl المستعمل في تجربة المقارنة بالمليلتر(ml) (بدون استعمال الزيت).

V: حجمHCl بالمليلتر(ml) اللازم لتعديل المحلول الصابوني.

N: عيارية محلولHCL (mol/l).

m: كتلة عينة الزيت بالغرام(g).

56.1 :الكتلة المولية لهيدروكسيد البوتاسيوم(g /mol).

6.3.10.رقم الأستر:

رقم الأستر هو عدد مليغرامات هيدروكسيد البوتاسيوم اللازمة لتصبن غرام واحد من الزيت المتعادل (أي الجليسريد الثلاثي) الخالي من الأحماض الدهنية .

ويحسب رقم الأستر بالعلاقة التالية :

$$IE=IS-IA$$

حيث:

IE: رقم الأستر.

IS: رقم التصبن.

IA: رقم الحمض.(بوراس وسود، 2019).

4.10. الخصائص البيوكيميائية:

تتكون الزيوت النباتية بشكل أساسي من أحماض دهنية غير مشبعة أهمها: حمض الأوليك، وحمض اللينوليك (أوميجا 6)، وحمض ألفا لينولينيك (أوميجا 3)، ولكل زيت تركيبه الخاص، وطبيعة الأحماض الدهنية هي التي تميز الزيوت النباتية.

يُطلق على أوميغا 3 وأوميغا 6 في الزيوت النباتية أيضا اسم "الأحماض الدهنية الأساسية" لأن جسمنا لا يعرف كيفية إنتاجها. من الضروري الحصول عليها في الطعام. تعتبر الزيوت النباتية أيضا المصدر الرئيسي لفيتامينE، وهو أحد مضادات الأكسدة القوية، والذي قد يكون له دور وقائي ضد تصلب الشرايين والشيخوخة . (Bacha et Tchekiken, 2010).

11.جودة الزيوت النباتية:

بشكل عام تحدد جودة المنتج مجموعة من الخصائص والتي تحدد درجة قبول المستهلك للمنتج النهائي.(Gould, 2013). في قطاع المواد الدهنية، يتم تحديد جودة الزيت من خلال خصائصه الفيزيائية، الغذائية والحسية والعضوية. إلا أن تركيبة الزيت وثبات الأكسدة يمكن أن تقلل من توليد رائحة ومركبات غير مرغوب فيها، والتي تمثل العاملين اللذين يحدان من جودة الزيوت النباتية. (Choe et Min, 2006).

وتستخدم العديد من المعايير لمراقبة جودة الزيت وهي نفسها المستخدمة في تحديد الخصائص الفيزيائية والكميائية للزيت والمتمثلة في الأحماض الدهنية، والمحتوى المضاد للأكسدة (توكوفيرول، بوليفينول وفيتوسترول) وعلامات التغيير تلعب دور هام في تحديد جودة الزيت.

12.العوامل المؤثرة على خصائص الزيت:

تؤثر العديد من العوامل الخارجية على خصائص الزيت خاصة أثناء حفظه وتخزينه، نذكر منها:

1.12. درجة الحرارة:

يؤدي تعرض الزيت لدرجة الحرارة العالية إلى تلفه، حيث أنها تتسبب في أكسدة الروابط الغير مشبعة في الأحماض الدهنية المكونة للزيت مما يؤثر على صلاحيته بالإضافة إلى تسببها في تلف العناصر الأخرى الموجودة في الزيت من فيتامينات ومعادن ومكونات نباتية أخرى. (اروما، 2021).

2.12.الإضاءة:

تؤثر الإضاءة على الفوائد الصحية للزيت وذلك بتدمير العديد من مضادات الأكسدة، وبسبب التفاعلات التي يحفزها وجود الأكسجين والضوء، تفقد الزيوت مضادات الأكسدة الموجودة فيها بمرور الزمن.

(رغيوة واخرون، 2023).

13.التركيب الكيميائي للزيوت النباتية:

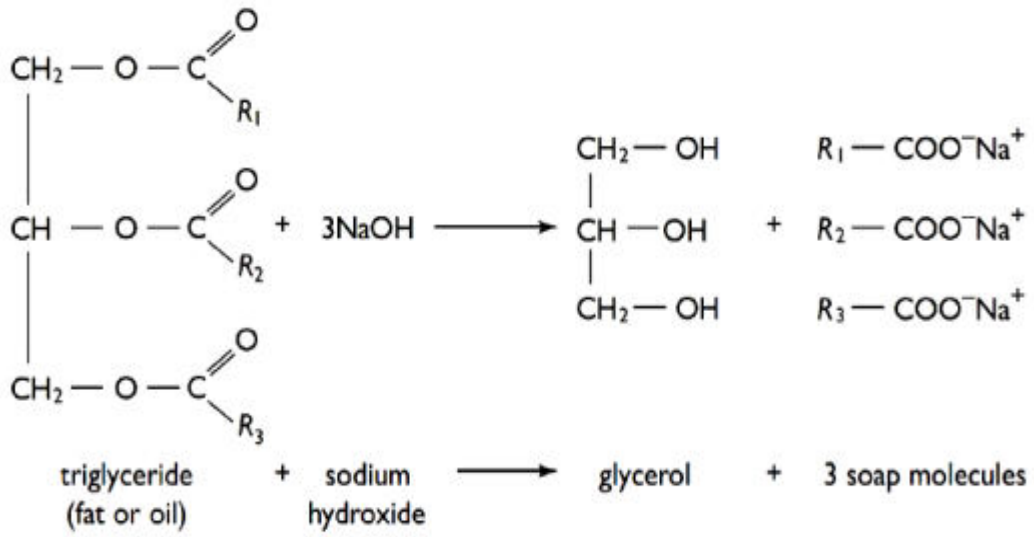
تتكون الزيوت الثابتة من مجموعتين من المركبات وهي المجموعة الأولى والتي تدعى بالمركبات الرئيسية وتمثل الجزء القابل للتصبن، ونسبته حوالي 98 % من الحجم الكلي للزيت، وتضم الغليسيريدات الثلاثية

والأحماض الدسمة. المجموعة الثانية وتدعى بالمركبات الثانوية وهي غير قابلة للتصبن، وتمثل حوالي 2 % من التركيب الكيميائي للزيت، وتضم الفينولات، الستيرولات، الهيدروكربونات، الكحولات الأليفاتية، التربينية، التوكوفيرولات، أصباغ والمركبات العطرية الطيارة. (نشوى سهيل الياس،2016).

1.13المركبات القابلة للتصبن:

1.1.13. مفهوم التصبن:

يمكن الحصول على الصابون كيميائيا من التحلل المائي للأسترات في وسط قاعدي مثل هيدروكسيد الصوديوم كما بينه الشكل ونتج عن ذلك جليسيرول وأملاح الأحماض الدهنية (صابون) وذلك عند درجة حرارة 80 إلى 90 درجة مئوية. (Yakoubiand Younsaoui, 2020).



الشكل09: معادلة التصبن (Azagand Akhlouf, 2014).

2.1.13.الأحماض الدهنية:

1.2.1.13. تعريف:

تعرف الأحماض الدهنية بأنها أحماض عضوية هيدروكربونية خطية أحادية الكربوكسيل (COOH) صيغتها العامة من الشكل R−COOH(Koolman, 2005). إن أغلب الأحماض الدهنية المتوفرة طبيعيا

تكون حاوية على سلسلة كربونية غير متفرعة ذات عدد زوجي من ذرات الكربون، ويتراوح بين 2 إلى 30 ذرة كربون. وتتواجد في صورة أسترات مع الجليسيرول أو الكحولات الأخرى. (بوقوادة، 2008).

2.2.1.13. تصنيف الأحماض الدهنية:

يتم تصنيف الأحماض الدهنية إلى أحماض دهنية مشبعة وأحماض دهنية غير مشبعة، هذا وتقسم الأحماض الدهنية الغير مشبعة إلى أحماض دهنية غير مشبعة أحادية، أحماض دهنية غير مشبعة ثنائية وأحماض غير مشبعة متعددة. (عبد اللطيف راشد، 1999).

أ. أحماض دهنية مشبعة:

هي أحماض دهنية تحتوي على روابط أحادية (جميع ذرات الكربون مشبعة بالهيدروجين)، وصيغتها العامة من الشكل $CH_3(CH_2)_nCooH$ حيث n يمثل عدد مجاميع الميثيلين. من أكثر الأحماض الدهنية انتشارا تلك التي تحتوي على 16 ذرة كربون مثل حمض البالمتيك، أو التي تحتوي على 18 ذرة كربون مثل حمض الستياريك (Koolman, 2005). وتتميز بكونها صلبة، خاملة كيميائيا، وصلبة في درجة حرارة الغرفة، كما ترتفع درجة إنصهارها بزيادة طول السلسلة،ويمثل الجدول التالي أهم الأحماض الدهنية المشبعة.

الحمض الدهني	الرمز	الصيغة النصف مفصلة
كابريك	C10:0	$CH_{3-}(CH_2)_8-CooH$
لوريك	C12:0	$CH_{3-}(CH_2)_{10}-CooH$
ميرستيك	C14:0	$CH_{3-}(CH_2)_{12}-CooH$
بالميتيك	C16:0	$CH_{3-}(CH_2)_{14}-CooH$
ستياريك	C18:0	$CH_{3-}(CH_2)_{16}-CooH$
أراشيديك	C20:0	$CH_{3-}(CH_2)_{18}-CooH$
بيهينيك	C22:0	$CH_{3-}(CH_2)_{20}-CooH$

الجدول01: أهم الأحماض الدهنية المشبعة (بوقوادة، 2008).

ب. الأحماض الدهنية غير المشبعة:

هي الأحماض الدهنية التي تحتوي في سلسلته االهيدروكربونية على رابطة مزدوجة واحدة أو أكثر (بعض ذرات الكربون تكون غير مشبعة)، تمتاز بكونها سائلة وقابلة للتأكسد ولا تتجمد في درجات الحرارة المنخفضة وتنقسم إلى:

- **أحماض دهنية أحادية عدم التشبع:**

هي الأحماض التي تحتوي على رابطة مزدوجة واحدة وصيغتها العامة من الشكل $C_nH_{2n-1}COOH$.

الحمض الدهني	الرمز	الصيغة النصف مفصلة
لوروليك	C12:1	$C_{11}H_{21}Cooh$
ميرستوليك	C14:1	$C_{13}H_{25}Cooh$
بالميتوليك	C16:1	$C_{15}H_{29}Cooh$
أوليك	C18:1	$C_{17}H_{33}Cooh$

الجدول02: الأحماض الدهنية أحادية عدم التشبع. (بوقوادة،2008).

- **أحماض دهنية متعددة غير مشبعة:**

هي الأحماض الدهنية التي تحتوي سلسلتها الهيدروكربونية على أكثر من رابطة مزدوجة واحدة وتشمل:

الأحماض الدهنية ذات الرابطتين المزدوجتين: وصيغتها العامة من الشكل $C_nH_{2n-2}COOH$ وهي من أكثر الأحماض الدهنية انتشارا.

مثال :حمض اللينوليك الذي يتواجد في بذور الكتان و بذور القطن.

الأحماض الدهنية ذات ثلاث روابط مزدوجة:

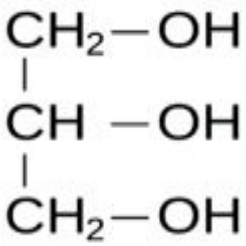
وصيغتها العامة من الشكل $C_nH_{2n-3}COOH$ مثل الألفا لينولينيك. (سعيدي،2016).

الأحماض الدهنية الأساسية:

تعتبر الأحماض الدهنية الأساسية أحماض دهنية غير مشبعة متعددة لا يستطيع الجسم البشري تصنيعها ويجب الحصول عليها بشكل إلزامي من الغذاء. الحمضين الرئيسين للأحماض الدهنية الأساسية هما أوميغا 3 (حمض اللينوليك) وأوميغا 6 (حمض ألفا لينوليك) حيث تعتبر ضرورية لأجسامنا، حيث لها العديد من الوظائف الفسيولوجية، وتعتبر من المكونات المهمة للأغشية الخلوية في جميع الأنسجة وبالتالي تلعب دورًا أساسيًا سواء من حيث الهيكل أو الوظيفة في النظام العصبي والدورة الدموية والغدد الهرمونية والجهاز المناعي..... إلخ. كما أنها مواد تخزن الطاقة وتوفرها للجسم على سبيل المثال أثناء الجهد العضلي (Leceref et Vancassel, 2011).

3.1.13 الجليسيرول:

هو مركب عضوي طبيعي يتكون من ثلاثة ذرات كربون كل واحدة منها ترتبط مع ثلاثة مجموعات هيدروكسيل (OH−) مما يجعله كحول ثلاثي الهيدروكسيل ($C_3H_8O_3$) كما هو مبين في الشكل 10 يتميز الجليسرول بأنه عديم اللون والرائحة ذو طعم حلو وغير سمي قابل للذوبان تماما في الماء والإيثانول وغير قابل للذوبان في المذيبات الشائعة.

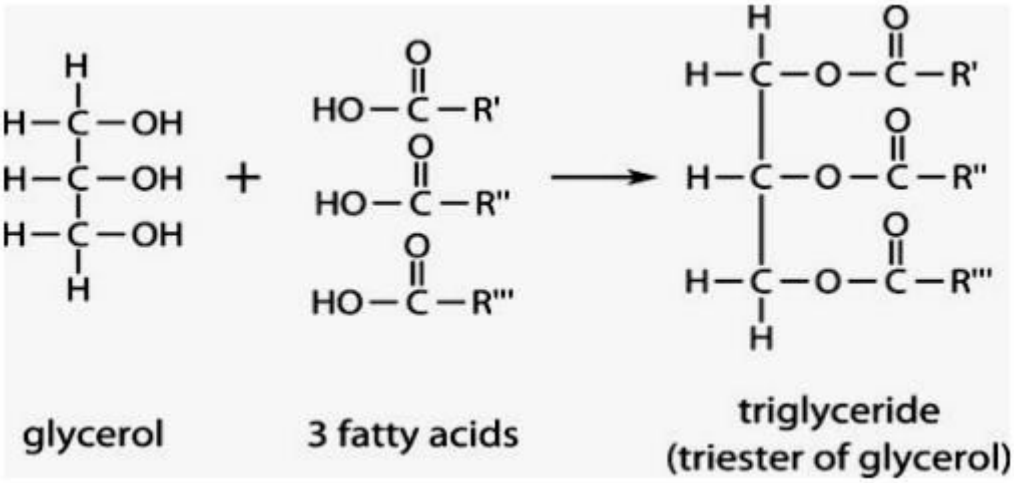


الشكل 10: بنية الجليسيرول (Karam, 2010).

4.1.13. الدهون الثلاثية:

الجليسيريدات هي استرات تتكون من الجليسيرول وأحماض دهنية من نوع واحد أو أنواع مختلفة. ففي حالة كان الارتباط من حمض دسم واحد سميت جليسيريدات أحادية أما إذا كان الارتباط مع حمضين سميت جليسيريدات ثنائية وفي حالة كان الارتباط مع ثلاثة حموض سميت جليسيريدات ثلاثية ، وتعتبر

الجليسيريدات الثلاثية المكون الرئيسي للدهون والزيوت وتصل نسبتها من 95% إلى % 97 في الدهون النباتية (خضرة عزري، 2013). الجليسيريدات الثلاثية التي تحتوي نوع واحد من الأحماض الدهنية تسمى غليسيريدات بسيطة، أما المحتوية أنواع مختلفة من الأحماض الدهنية تسمى غليسيريدات مختلطة.



الشكل11: رسم تخطيطي للدهون الثلاثية (Azagand Akhlouf, 2014).

5.1.13.الفوسفوليبيدات:

هي المكونات الرئيسية لأغشية الخلايا (الغشاء السيتوبلازمي، وأغشية العضيات الخلوية)، وهي عبارة عن ليبيدات معقدة توجد في بعض المواد الدسمة والدهون النباتية والحيوانية مصاحبة للغليسريدات بكميات ضئيلة، وهي عبارة عن أسترات يحل فيها حمض الفوسفوريك محل جزيئة واحدة من الأحماض الدهنية وتنقسم الفوسفوليبيدات إلى مجموعتين رئيسيتين هما: phosphosphingolipids و phosphoacylglycerols.

(Benseghir Kaoutar et Khamed Oussama, 2014).

2.13. المركبات الغير القابلة لتصبن: المتمثلة في:

1.2.13. المركبات الفينولية:

تمثل المركبات الفينولية قسما بالغ الأهمية في حقل منتجات الأيض الثانوي وذلك لتعددها وتباين هياكلها البنائية.وتعرف الفينولات على أنها مركبات غير آزوتية يتم تخليقها من أيض حمض الشيكيميك أو من متعدد

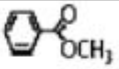
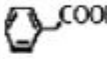
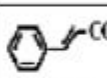
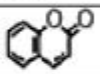
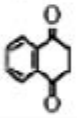
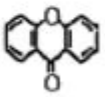
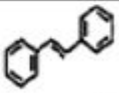
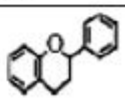
الأسيتات، تضم مجموعة واسعة من المركبات العضوية التي تحتوي في هيكلها البنيوي واحدة أو أكثر من الحلقات العطرية (بنزن) مرتبطة بمجموعة واحدة أو أكثر من مجاميع الهيدروكسيل بالإضافة إلى مجاميع الأستر والكربوكسيل وكذلك الميثيل، حيث يستند تصنيف المركبات الفينولية على :

عدد مجموعات الهيدروكسيل.

التركيب الكيميائي: أحادية،ثنائية ومتعددة الفينولات.

عدد الحلقات وذرات الكربون في السلسلة الجانبية.

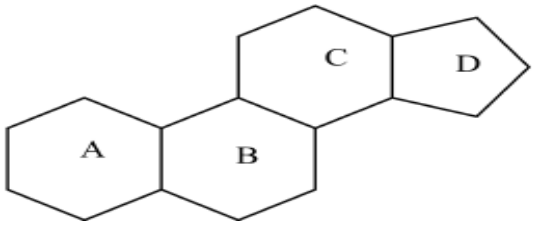
مما يجعلها تنقسم إلى عدة مجموعات منها: الفينولات البسيطة، الأحماض الفينولية، الفلافونيدات، الكومارينات، التانينات، مركبات stilbene وكذلك Lignanes. (مخلوفي الهاني، 2014)

Nombre de carbones	Squelette	Classification	Exemple	Structure de base
7	C_6-C_1	Acides phénols	Acide gallique	
8	C_6-C_2	acétophénones	Gallacetophénone	
8	C_6-C_2	Acide phénylacétique	Acide ρ-hydroxyphényl-acétique	
9	C_6-C_3	Acides hydroxycinamiques	Acide ρ-coumarique	
9	C_6-C_3	Coumarines	Esculitine	
10	C_6-C_4	Naphthoquinones	Juglone	
13	C_6-C_1-C_6	Xanthones	Mangiferine	
14	C_6-C_2-C_6	Stilbènes	Resveratrol	
15	C_6-C_3-C_6	Flavonoïdes	Naringénine	

الجدول03: جدول يمثل المركبات الفينولية وأقسامها (بن شنة، 2020).

2.2.13. الستيرولات:

عبارة عن ستيرويدات أحادية الهيدروكسيل وهذه المركبات عبارة عن كحولات متبلورة عالية الأوزان الجزيئية، توجد في الجزء الغير المتصبن من الدهن ذات عدد من ذرات الكربون يتراوح بين 26 إلى 30 وهي سريعة الذوبان في الدهون ومذيبات الدهون المألوفة، حيث أن الهيكل الكربوني للستيرولات هو نواة سايكلوبنتانوبيرهيدروفينانثرين Cyclopentanoperhydrophénanthréne .



الشكل12: نواة Cyclopentanoperhydrophénanthréne(أنور الحاج علي وشادن، 2020).

توجد نواة الستيرولات في دهون النباتات والحيوانات وغالبا ما تقيم على أساس أصلها وتقسم الستيرولات إلى ثلاث أقسام رئيسية هي :

ستيرولات النبات Phytosterols: موجودة في الدهون النباتية.

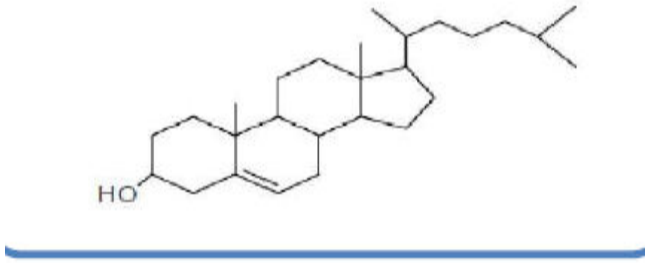
ستيرولات الحيوان Zoosterols : موجودة في الدهون الحيوانية.

ستيرولات الاحياء الدقيقة Mycosterols : موجودة في الفطريات والخميرات. (الحاج علي وشادن، 2020).

وأشهر الستيرولات على الإطلاق وخصوصا في المملكة الحيوانية هو الكولسترول.

3.2.13.الكوليسترول:

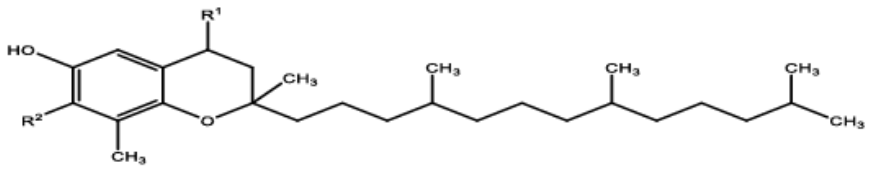
هو عبارة عن مادة دهنية توجد في كل نسيج حيواني، وهو أساسي في تكوين أغشية كل خلية في جسم الإنسان، وكذالك لإنتاج الهرمونات الجنسية والفيتامين D، ويصنع الكبد كل الكولسترول الذي يحتاجه جسم الإنسان، وقد حدد تركيبها عام 1932 ويعود ذلك للأبحاث التي قام بها ويلاند و ويندوس.



الشكل 13: بنية الكوليسترول (بن عثمان و حجاج، 2019).

4.2.13. التوكوفيرول:

يغطي مصطلح التوكفيرول في الواقع عدة مركبات (α – tocopherol،β– tocopherol) موجودة في الزيوت النباتية الصالحة للأكل تضمن الحماية ضد الأكسدة (مضادة للأكسدة)، ويعتبر الفيتامين E جزء مهم من عائلة التوكوفيرول وهو الاسم المقترح لأول مرة في 1936 من قبل ايفانز وآخرون.(خضرة عزري، 2013).



الشكل 14: بنية التوكفيرول (دراجي وكرامة، 2022).

5.2.13. الأصبغة:

الكاروتينات والكلوروفيلات هي الصبغات الأكثر شيوعًا في الزيوت النباتية، تمنح الكاروتينات الزيوت لونًا أصفر مائلًا إلى البرتقالي، بينما تمنح الكلوروفيلات الزيوت بمختلف أقسامها اللون الأخضر.

(Lecerf, 2011). إن كاروتينات لها دور مهم تعمل على تركيب الفيتامينA.

(benseghier et khamed , 2014).

14.زيت بذور نبات الخروع:

زيت الخروع هو زيت نباتي يتم الحصول عليه من بذور الخروع. يكون عديم اللون إلى اللون الأصفر الفاتح جداً. ويتكون من أكثر من 90% من ثلاثي الجلسيريد (أسترات الجليسيرول والأحماض الدهنية)، التي

تحتوي على الأحماض الدهنية غير المشبعة والهيدروكسيلية. (Khalfaoui et Tebbal, 2023). يُشتق زيت الخروع من بذور *Ricinus Communis L*، وهي في المقام الأول من الأنواع الاستوائية، وتنمو بشكل طبيعي في مجموعة من المناطق الجغرافية. (Ogunleye *et al., 2008)* .

وتحتوي بذور زيت الخروع على ما نسبته من 35% إلى 55% من وزن البذور. وهو سائل لزج شاحب. يحتوي زيت الخروع الخام على لون أصفر باهت أو أصفر قليلاً. بعد تكريره، يكون له رائحة مميزة، ولكن يمكن التخلص منه بسهولة في عملية تكرير زيت الخروع .يحتوي زيت الخروع المستخرج من البذور على أحماض دهنية، وخاصة الأحماض الدهنية الريسينولييك، البالمتيك، الأولييك، اللينولييك، اللينولينيك وحمض الإيكوزينوبيك وحمض ثنائي هيدروكسي ستيريك. (Scarpa et Guerci, 1982 ;Patel *et al*., 2016).

1.14.التركيب الكيميائي لزيت الخروع:

مثل جميع الزيوت النباتية والحيوانية الأخرى، يعتبر زيت الخروع مكون بصورة اساسية من دهون ثلاثية الجليسيريد، حيث يرتبط جزيء الجلسيرول بالأحماض الدهنية، حيث يكون الحمض الدهني الرئيسي هو الريسينوليك 12−Hydroxy−cis−9−octadecenoique تم تقديره بحمض دهني.

(Barbosa *et al.,* 2010). بالإضافة حمض الأوليك واللينوليك هما المركبان المهمان الآخران، على الرغم من وجودهما بكميات أقل بكثير، فهما يمثلان حوالي 2 و6٪ من سلاسل الأحماض الدهنية، على التوالي. (Cangemi *et al.,* 2008).المركبات الأخرى، أقلية صغيرة جدًا، تتمثل في أحماض البالمتيك، والإستيريك، واللينولينيك، والتي يمثل كل منها أقل من1إلى 0.5٪. وفقًا لبيانات شركة G.R. O'sheaVertelius إلى الستيرولات والمركبات غير قابلة للتصبن بما فيها الفينولات والتوكوفيرول.

(Trivedi et Vasishtha, 1988).

كما يوجد أيضًا حمض الإيكوسونويك وحمض ثنائي هيدروستيريك بكميات صغيرة جدًا. (Jensen, 1997).

2.14.أصناف زيت الخروع:

يختلف زيت الخروع الناتج تبعا لطرق الاستخلاص والضغط المطبق على البذور عند استخراج الزيت منها، واعتمادا على هذا يمكن تصنيفه إلى الأصناف التالية:

الصنف الأول: باستخدام ضغط متوسط على البذور، نحصل على من 25-30% من زيت عديم اللون يستخدم لأغراض طبية.

الصنف الثاني: باستخدام ضغط عالي على البذور، نحصل على92-95% من الزيت المتبقي في البذور ويكون لونه أصفر فاتح يستخدم في الأغراض الصناعية.

الصنف الثالث: وهو المتبقي في البذرة بعد العصر، ويستخلص بالمذيبات، والزيت الناتج عنه تتم سلفنته عادة. (كاخيا، 2006).

الفصل الثالث

دراسة تحليلية للخصائص الفيزيوكيميائية و الحيوية لزيت الخروع

مدخل:

يتميز زيت الخروع بمجموعة من الخصائص الفيزيائية الكيميائية والبيولوجية التي تميزه عن غيره من الزيوت النباتية، حيث يتسم باللزوجة العالية، لون أصفر أو شبه شفاف، واحتوائه على حمض الريسينوليك بنسبة عالية مما يمنحه خصائص فريدة من حيث الإستقرار الكيميائي والفعالية البيولوجية. والتي تتمثل في كونها مضاد للأكسدة ومضاد للبكتيريا والتي تعزز من إستخداماته في مجالات متعددة منها الصناعية، الطبية، والتجميلية. إلا أن هذه الخصائص تتفاوت بشكل كبير بين أنواع زيت الخروع، نتيجة لإختلاف طرق الإستخلاص (مثل الضغط البارد، أو الهكسان)، والإعتبارات الوراثية (الأصناف الوراثية)، والعوامل المناخية (درجة الحرارة الرطوبة، والتربة)، التي تؤثر على خصائصه الفيزيائية، الكيميائية والبيولوجية. لذلك فإن فهم تلك العوامل ضروري لضمان إنتاج زيت خروع عالي الجودة وذو خصائص مرغوبة.

وبغرض تعريف تأثير مختلف تلك العوامل على خصائص الزيت قمنا بجمع مجموعة من النتائج التجريبية حول قيم مختلف الخصائص الفيزيائية، الكيميائية، والبيولوجية عند زيت بذور الخروع لعدة باحثين ضمن جداول.

الدراسة01: مقارنة الخصائص الفيزيائية لزيوت بذرية مستخلصة من أصناف نباتية مختلفة لنبات الخروع.

الكثافة	0.968- 0.957
معامل الانكسار	1.476-1.479
اللزوجة	10- 9.3
الرقم اليودي	88- 82
رقم التصبن	187- 175
رقم الحموضة	4.0- 0.4

الجدول04: معايير جودة زيت الخروع حسب الجمعية الأمريكية لإختبار المواد ASTM.

المراجع	صنف بذور الخروع أو منطقة الزرع		الكثافة	معامل الإنكسار	اللزوجة	درجة الحموضة (Ph)
(Umaru, 2024) (Nigeria)	BBS (Anambra)		0.954	1,4790	7.8	Nd
	GSS (Zaria)		0.9651	1.4761	8.29	Nd
(Athumani *et al*.,2015) (Tanzania)	Arusha		0.954	1.471	9	6.3
	Dodoma		0.945	1.469	9.2	6.2
	Dar		0.948	1.468	9.2	6.0
	Morogoro		0.945	1.469	9.2	6.0
	Kagera		0.949	1.470	9.1	5.7
(Yihalem *et al*., 2024)	GT-1	Jabitehinan woreda (Ethiopia)	0.960	1.473	9.24	6.21
	GT-2		0.956	1.470	9.55	6.03
	GT-3		0.967	1.478	9.58	5.90
(Chaouche *et al*., 2021)	منطقة ندرومة (تلمسان)		0.956	1.4778	Nd	Nd
(بن قسوم و لبوز، 2018)	بلدية الشيلي(البليدة) العلامة التجارية الوافية		0.921	1.466	منخفضة	Nd

الجدول 05: مقارنة الخصائص الفيزيائية لأنواع مختلفة من زيت الخروع.

التحليل ومناقشة النتائج:

يمثل الجدول 5 نتائج دراسة الخصائص الفيزيائية لأنواع مختلفة لزيوت الخروع المستخرجة من مناطق وأصناف مختلفة لنبات الخروع والتي تتمثل في الكثافة، اللزوجة، معامل الانكسار، ودرجة الحموضة حيث اعتمدنا في دراسة وتحليل النتائج على معايير الجودة لزيت الخروع حسب الجمعية الأمريكية لاختبار المواد ASTM:

1.1. الكثافة:

نلاحظ وجود تباين في قيم كثافة الزيوت المدروسة، وتقدر أعلى قيمة ب (0.967غرام/السنتمتر مكعب) عند الصنف الاثيوبي GT−3 المدروس من طرف (Yihalem *et al*., 2024) والذي تتمحور دراسته حول 3 أصناف مختلفة لبذور الخروع الأثيوبية و التي توافق معايير الجمعية الأمريكية لاختبار المواد ASTM و التي تتراوح بين (0.957 −0.968)، في حين تم تسجيل أدنى قيمة في العلامة التجارية لزيت الخروع الوافية (0.921) عند (بن قسوم و لبوز، 2018) و الذي تتمحور دراسته حول أحد زيوت أصناف بذور الخروع الجزائرية و التي تقع خارج نطاق معايير ASTM. تجعل الكثافة النوعية العالية زيت الخروع مصدر إضاءة جيد، حيث يعطي شعلة ساطعة وثابتة ويحترق لفترة أطول بكثير من أي زيت نباتي آخر.

2.1. معامل الانكسار:

نلاحظ كذلك تباين في القيم المسجلة والتي تراوحت بين (1.466_1.4790) عند (بن قسوم و لبوز، 2018) وصنف BBS لدى (Umaru Musa, 2024) على التوالي، نلاحظ أن أغلبية القيم لا تندرج ضمن نطاق معايير الجمعية الأمريكية لاختبار المواد ASTM،ربما يعود التغير في قيم معامل الانكسار إلى وجود شوائب مثل الصمغ والفوسفات في الزيت، وكلما ارتفع معامل الانكسار زادت درجة عدم التشبع أو الاقتران والعكس صحيح.

3.1. اللزوجة:

سجلنا وجود قيم متباينة في قيم اللزوجة لمختلف الزيوت المدروسة، وهذا دليل على إختلاف التركيب الكيميائي لمختلف لهذه الزيوت، حيث تتراوح أدنى وأعلى قيمة بين (7.8−9.58 ستوكس) عند كل من(Umaru Musa, 2024) والصنف الثالث المدروس من طرف (Yihalem *et al*., 2024) على التوالي حيث أن بعض القيم تقع ضمن معايير ASTM والبعض الآخر لا تتوافق معها. حيث كلما كانت كثافة الزيت عالية تجعله أنسب لصناعة مواد التجميل، ونلاحظ وجود علاقة بين الكثافة واللزوجة حيث كلما زادت الكثافة زادت اللزوجة والعكس.

4.1. الحموضة P^H :

نظراً لوجود الأحماض الدهنية الحرة في زيت الخروع، كان من الضروري تحديد درجة حموضة الزيت إذ إنها تُشير إلى حالة الزيت ومدى حدوث التفكك، حيث قدرت أدنى قيمة (5.7) في الزيت المستخلص من منطقة Kagera بتنزانيا أما أعلى قيمة (6.3) فتم تسجيلها في الزيت التنزاني من منطقة Arusha، حيث ترتبط درجة الحموضة العالية بارتفاع نسبة الأحماض الدهنية الحرة في الزيت.

اثبت هذه الدراسة أن الخصائص الفيزيائية للزيت المستخرج من بذور الخروع التي تم جمعها من مناطق وأصناف مختلفة، تختلف وهذا راجع إلى اختلاف ظروف الوسط من منطقة إلى أخرى إضافة إلى اختلاف أنواع الترب وطريقة الزراعة ففي هذه الحالة العامل الجغرافي هو المتحكم بالنسبة للأصناف المتماثلة و المزروعة في مناطق مختلفة وهذا ما توضحه دراسة (Athumani *et al.*,2015)، إضافة إلى تأثير العوامل الوراثية بالنسبة للأصناف المختلفة والمزروعة في نفس المنطقة كما توضحه دراسة.

.(Yihalem *et al*., 2024)

الدراسة02.مقارنة الخصائص الكيميائية لزيوت بذرية مستخلصة من أصناف نباتية مختلفة لنبات الخروع:

المراجع	صنف بذور الخروع أو منطقة الزرع	رقم الحمض	الرقم اليودي	رقم التصبن	رقم البيروكسيد
(Warra, 2015)	Aliero(Nigeria)	2.39	76.93	123.3	Nd
(Umaru Musa, 2024) (Nigeria)	BBS (Anambra)	1.512	79.10	172.51	6.76
	GSS (Zaria)	2.03	84.03	178.12	3.40
(بن قسوم ولبوز، 2018)	بلدية الشيلي(البليدة) العلامة التجارية الوافية	2.21	Nd	221.5	7
(Alloune *et al.,* 2012)	محلي جزائري	0.901	104.03	176.6	Nd
(Chaouche *et al*., 2021)	منطقة ندرومة (تلمسان)	0.57	93.39	177.42	7.83
(Athumani *et al*., 2015) (Tanzania)	Arusha	0,51	80.20	171.54	13.73
	Dodoma	0,56	83.42	168,02	10.98
	Dar	0.56	78.15	173.22	12.5

10.87	178.12	81.09	0.44	Morogoro		
10.79	165.50	84.5	1.97	Kagera		
10.21	176	87.88	3.56	GT-1	Jabitehinan woreda (Ethiopia)	(Yihalem *et al*., 2024)
10.56	181	85.7	3.05	GT-2		
11.01	179	85.7	3.11	GT-3		

الجدول 06: مقارنة الخصائص الكيميائية لأنواع مختلفة من زيت الخروع.

التحليل ومناقشة النتائج:

يمثل الجدول 6 نتائج دراسة الخصائص الكيميائية لبعض الزيوت البذرية لنبات الخروع المستخرجة من مناطق وأصناف مختلفة، وتتمثل الخصائص المدروسة في رقم البيروكسيد، رقم اليود، رقم الحموضة، رقم التصبن حيث اعتمدنا في دراسة وتحليل النتائج على معايير الجودة لزيت الخروع حسب الجمعية الأمريكية لاختبار المواد ASTM.

1.2. الحموضة:

من خلال النتائج الموضحة في الجدول 6، سجلنا قيم رقم الحموضة بصورة متباينة من دراسة لأخرى ومتقاربة فيما بينها، حيث سجلت أعلى قيمة (3.56) عند الصنف النيجيري GT−3 وسجلت أدنى قيمة (0.44) في منطقة Morogoro عند (Athumani *et al.*, 2015) في دراسته لزيت بذور الخروع بتنزانيا. ونلاحظ أن جميع القيم المسجلة تقع ضمن مجال ASTM، مما يجعلها أمنة للأكل. ويعود ارتفاع قيم رقم الحموضة للزيت إلى التحلل المائي الذي حدث للمدخرات الدهنية المتواجدة في البذور قبل عملية الاستخلاص. لأن البذور تم جمعها من الأرض، أين ترتفع الرطوبة فيتنشط عمل إنزيم الليباز ويحلل الدهون الثلاثية إلى حمض دهني حر وبالتالي ترتفع قيمة الحموضة.

2.2.رقم اليود:

سجلت قيم متباينة لرقم اليود حيث بلغت أعلى قيمة (104.3) عند زيت الخروع الجزائري وهي قيمة تقع خارج مجال ASTM، وقدرت أدنى قيمة ب (76.93) عند زيت الخروع النيجيري وهي تقع ضمن مجال

ASTM. وتشير قيمة اليود العالية إلى ارتفاع مستوى الأحماض الدهنية غير المشبعة في الزيت وبالتالي، فإن كمية اليود التي يمكن للأحماض غير المشبعة امتصاصها ستكون أعلى، وبالتالي فان الزيوت التي لها رقم يود عالي تعتبر هي الأجود وهو ما يجعل الزيوت الجزائرية من بين الأكثر جودة وكفاءة من حيث الخصائص الحيوية.

ويرجع انخفاض قيمة رقم اليود على الأرجح إلى وجود المزيد من الأحماض الدهنية المشبعة في زيت الخروع، حيث كانت جميع قيم الرقم اليودي للزيوت المدروسة ضمن مجال معيار الجودة ASTM، وهو ما يجعلها مقبولة للاستخدام بكل أمان. يُمكن تصنيف جميع الزيوت المدروسة كزيوت غير قابلة للتجفيف ماعدا الزيوت الجزائرية، أي أنها لا تجف بسرعة في الهواء لان رقم اليود فيها أقل من 90 وهي مناسبة لصناعة الصابون، أما الزيوت الجزائرية فكانت قيم الرقم اليودي فيها اكبر من 90 وهو ما يجعلها تجف بصورة أسرع من الزيوت الأخرى، ما يجعلها ملائمة أكثر للاستخدامات الطبية حيث تكون أكثر قابلية للامتصاص.

3.2.رقم التصبن:

تشير قيم رقم التصبن إلى كمية الكحولات المشاركة في عملية تصبن عينة من الزيت أو الأحماض الدهنية، حيث تشير هذه القيم إلى عدد الأحماض الدهنية الحرة، وبالتالي يوفر معلومات أكثر حول جودة ونقاء الزيت. تباينت قيم رقم التصبن من دراسة لأخرى، حيث سجلت أعلى قيمة (221.5) عند الزيت الجزائري من العلامة التجارية الوافية، في حين سجلت أدنى قيمة (123.3) عند زيت بذور الخروع النيجيري، وتقع القيمتان خارج مجال ASTM. أن الارتفاع في رقم التصبن بالنسبة لزيت الخروع الجزائري بسبب ترنخه وظروف الحفظ السيئة، كونه معبأ في زجاجات شفافة وبالتالي يتأكسد بالهواء والضوء وتتحرر الأحماض الدهنية بالإضافة إلى طول الفترة بين الاستخلاص ودراسة خصائصه.

القيم المسجلة هي سمة مميزة لزيت الخروع والاختلافات ترجع فقط إلى التباين في تركيب الأحماض الدهنية، حيث كلما كان رقم التصبن عالي، كان الزيت صالحا لصناعة الصابون.

4.2.رقم البيروكسيد:

نلاحظ تباين في القيم حيث قدرت أدنى قيمة ب (3.40) عند الصنف النيجيري GSS بينما أعلى قيمة (13.73) سجلت في الزيت التنزاني في منطقة Arusha.ونظراً لأن مستويات البيروكسيد تحدد استقرار الزيت، فالبيروكسيد المنخفض يعني زيتاً عالي الجودة حيث تشير المستويات المنخفضة لقيمة البيروكسيد إلى وجود مضادات أكسدة قوية تمنع نشاط الأكسجين الذي من شأنه أن يفسد الزيوت. ومنه الزيت المستخرج من صنف GSS أعلى جودة.

تؤكد هذه الدراسة أن الاختلافات في قيم الخصائص الكيميائية راجع إلى تنوع الأنماط الجينية لبذور الخروع إضافة إلى العامل الجغرافي والبيئي كما ذكرنا سابقا. إضافة إلى تأثير طرق الاستخراج، المعاملة في المخبر، التكرير وظروف الحفظ والتخزين.

الدراسة03: مقارنة الخصائص البيوكيميائية لزيوت بذرية مستخلصة من أصناف نباتية مختلفة لنبات الخروع:

	منطقة زرع نبات الخروع	حمض البالميتيك (C16 :0) (2 max)	حمض الستيرييك (C18 :0) (2.5 max)	حمض الريسنوليك (C18 :1) [80 – 92]	حمض الأولييك (C18 :1) [2.5 – 6.0]	حمض اللينولييك (C18 :2) [2.5 – 7.0]	اللينولينيك (C18 :3) (0.3-1)
(Akpan *et al*., 2022)	Akwa Ibom (Nigeria)	2.59	2.81	74.10	7.55	10.32	Nd
(Conceicao *et al*., 2007)	Brazil	0.7	0.9	90.2	2.8	4.4	0.2
(Athumani *et al*., 2015)	Dar (Tanzania)	8.8	2.9	83.5	1.8	2.9	Nd
	Arusha (Tanzania)	2.3	4.2	83.6	5.1	4.8	Nd
	Dordoma (Tanzania)	2.4	1.4	87.8	4.1	4.3	Nd
	Morogoro (Tanzania)	3.1	1.1	90.6	2.2	3.3	Nd
	Kagera (Tanzania)	4.2	1.8	86.7	2.8	4.4	Nd
(Megueni *et al.*, 2016)	Motso 1 (Cameron)	9,43	10.1	64.05	7.86	4.30	Nd
	Motso 2	8.65	7.57	67.13	7.67	4.46	Nd
	Ndoutourou	9.78	8.57	65.71	9.60	3.15	Nd

الجدول 07 : مقارنة الخصائص البيوكيميائية و محتوى الأحماض الدهنية لأنواع مختلفة من زيت الخروع

التحليل و مناقشة النتائج:

يمثل الجدول 7 نتائج دراسة الخصائص البيوكيميائية لبعض الزيوت البذرية لنبات الخروع المستخرجة من مناطق وأصناف مختلفة، والمتمثلة في أحماض البالمتيك، الاستياريك، الريسينوليك، الأوليك، اللينوليك واللينولينيك حيث:

سجلت أعلى قيمة لحمض الرسيسنوليك بالنسبة للدراسة التي قام بها (Athumani *et al.,* 2015) في منطقة Morogoro والتي قدرت ب 90.6 بينما سجلت أدنى قيمة عند (Akpan *et al*., 2022) والتي قدرت ب 74.10.

كما تراوحت قيم حمض اللينولييك بين (2.9 −10.32) عند كل من (Akpan *et al*., 2022) و منطقة Dar في الدراسة التي قام بها (Athumani *et al.,* 2015) على التوالي.

أما بالنسبة لحمض الأولييك قدرت أعلى قيمة ب 9.60 عند (Megueni *et al*., 2016) بالنسبة للزيت الكاميروني المأخوذ من منطقة Ndoutourou بينما أدنى قينة عند (Athumani *et al.,* 2015) منطقة Dar وبلتي قدرت ب 1.8.

سجلت أدنى قيمة لحمض البالميتيك عند (Conceicao *et al.,* 2007) و التي قدرت ب 0.7، بينما أعلى قيمة عند (Megueni *et al*., 2016) منطقة Ndoutourou و التي قدرت ب 9.78.

تراوحت قيم حمض السيتيريك بين (0,9−10.1) عند كل من (Conceicao *et al.,* 2007)،

(Megueni *et al*., 2016) منطقة Motso 1 على التوالي.

أما قيمة حمض الينولينيك فهي شبه منعدمة.

نلاحظ من خلال هذه الدراسة أن محتوى حمض الريسينوليك هو الأعلى في جميع الزيوت المدروسة يليه حمض اللينولييك ثم الأوليك حيث تباينت القيم من زيت لآخر، وذلك راجع لعدة أسباب كطرق الإستخلاص،

المناخ ونوعية التربة. كما أن أضعف القيم سجلت بالنسبة لحمض اللينولينيك. كما نلاحظ أنه كلما زادت قيم حمض الريسينوليك قلت نسب باقي الأحماض.

الدراسة04: مقارنة محتوى الأحماض الدهنية المشبعة والغير مشبعة لزيوت بذرية مستخلصة من أصناف نباتية مختلفة لنبات الخروع:

SFA/UFA	الأحماض الدهنية الغير مشبعة (UFA)	الأحماض الدهنية المشبعة (SFA)	صنف نبات الخروع أو منطقة الزرع	المراجع
0,057	94.60	5.40	Katsina (Nigeria)	(Yusuf *et al*., 2015)
0,241	80,50	19,44	Motso 1	(Megueni *et al*., 2016)
0,193	83,72	16,22	Motso 2	
0,224	81,61	18,35	Ndoutourou	
0,025	97.5	2.5	Selangor et kedah (Malaysia)	(Salimon *et al*., 2010)
0,016	97.6	1.6	Brazil	(Conceicao *et al*., 2007)
0,132	88.3	11.7	Dar (Tanzania)	(Athumani *et al*., 2015)
0,069	93.5	6.5	Arusha (Tanzania)	
0,039	96.2	3.8	Dordoma (Tanzania)	
0,043	95.8	4.2	Morogoro (Tanzania)	
0,063	93.9	6.0	Kagera (Tanzania)	
0,057	94.60	5.40	AkwaIbom (Nigeria)	(Akpan *et al*., 2022)

الجدول 08: محتوى الأحماض الدهنية المشبعة والغير مشبعة لأنواع مختلفة من زيت الخروع

التحليل ومناقشة النتائج:

يمثل الجدول8 قيم الأحماض الدهنية المشبعة (SFA) والأحماض الدهنية الغير مشبعة (UFA) لزيوت أصناف الخروع المختلفة حيث نلاحظ أن قيم الأحماض الدهنية الغير مشبعة تمثل الأغلبية وقيمها مرتفعة تتراوح بين (80.50) و(97.5) والتي سجلت بالنسبة لزيت الخروع المدروس من قبل (Megueni *et al*., 2016) منطقة Motso1 و (Conceicao *et al*., 2007) بينما تشكل الأحماض الدهنية المشبعة نسبة ضئيلة تتراوح بين (2.5) و (19.44) عند كل من(Salimon *et al*., 2010) و (Megueni *et al*., 2016) منطقة Motso1، هذه القيم تجعل زيت الخروع مميز عن بقية الزيوت كونه يتمتع بخاصية مضادة للأكسدة مرتفعة نتيجة ارتفاع نسبة الأحماض الدهنية الغير مشبعة وبالتالي القدرة على تثبيث الجذور الحرة. وجود نسبة عالية من الأحماض الدهنية الغير مشبعة راجع للنسبة الكبيرة لحمض الريسينوليك والذي يمثل المركب الأساسي لزيت الخروع والذي يضمن له الخاصية المضادة للأكسدة، كما أن الاختلافات في نسب الأحماض المشبعة والغير مشبعة حسب الدراسات السابقة راجع إلى العوامل المناخية والتوزع الجغرافي بالإضافة إلى العوامل الوراثية المؤثرة على أصناف الخروع التي استخلص منها الزيت وكذا طرق استخلاص الزيت من البذور.

الدراسة05: الخصائص البيولوجية لزيوت بذرية مستخلصة من أصناف نباتية مختلفة لنبات الخروع:

1.5. دراسة الخاصية المضادة للبكتيريا:

K .Pneumonia	Pseudomonas Aeroginosa	Staphylococus Aureus	Echerichia Colli	تركيز الزيت (µg/ml)	المرجع
Nd	4.8 4.9 5.5	6.2 7.4 8.1	5.8 5.9 6.0	50 100 200	(Mohammed et Awatif, 2018)
Nd	14 17 20	Nd 19 21	Nd	50 100 200	(Dwech et Ali, 2021)
9 11 12	13 14 15	0 0 0	0 0 0	25 50 75	(Dulal *et al*., 2021)
4.0	4.5	7	6.5	Nd	(Momoh *et al*., 2016)
Nd	0	13	12	Nd	(Chaa et Cherif,2019)
Nd	9.25	7.5	Nd	Nd	(Badreddine *et al*., 2018)

الجدول 9 : الخاصية المضادة للبكتيريا لأنواع مختلفة من زيت الخروع

التحليل ومناقشة النتائج:

يمثل الجدول9 تأثير تراكيز مختلفة من زيت الخروع على مستعمرات بكتيرية سالبة و موجبة الغرام حيث نلاحظ أن حسب (Mohammed et Awatif, 2018) يثبط زيت الخروع المستخرج نمو جميع الكائنات الحية المختبرة. ومن بين البكتيريا موجبة الجرام كانت Staphylococus Aureus الأكثر حساسية مع مناطق

تثبيط 8.1 مم. ومن بين البكتيريا سالبة الجرام، كانت E.colli الأكثر حساسية مع مناطق تثبيط 6.0 مم. وبشكل عام، كان الزيت أكثر فعالية على البكتيريا موجبة الجرام من سالبة الجرام كما هو موضح في الجدول9.

حسب (Dwech et Ali, 2021) يظهر زيت الخروع نشاطًا جيدًا ضد البكتيريا موجبة الجرام (Staphylococcus aureus) والبكتيريا سالبة الجرام (Pseudomonas aeruginosa) في مناطق تثبيط مختلفة. ويعود النشاط المضاد للبكتيريا لزيت الخروع إلى مركبات كيميائية مثل الأحماض الفينولية، والجليكوسيدات، والقلويدات، والفلافونويدات، ومركبات أخرى موجودة في الزيت. تُدمر هذه المركبات الكيميائية أغشية وجدران خلايا البكتيريا. وُجد أن تركيز المثبطات يتناسب طرديًا مع قطر مناطق التثبيط، كما هو موضح في الجدول السابق، حيث يمنع زيت الخروع المستخلص نمو جميع الكائنات الحية المختبرة من البكتيريا موجبة الجرام (Staphylococcus aureus)، حيث أعطى مناطق تثبيط 21 مم، 19 مم. أما بالنسبة للبكتيريا سالبة الجرام (Pseudomonas aeruginosa)، فقد أعطى مناطق تثبيط 20 مم، 17 و14 مم على التوالي. وهذا يثبث أن زيت الخروع له نشاط مضاد للبكتيريا.

حسب الدراسات التي قام بها (Dulal *et al.*, 2021) حول تأثير زيت الخروع على أنواع مختلفة من البكتيريا وُجد أن زيت الخروع فعال ضد النوعين من البكتيريا وغير فعال ضد الأنواع المتبقية. تأثرت بكتيريا P.aeroginosa بشدة بزيت الخروع (15مم) تليها K.pneumonia (12مم) بتركيز 75 ميكرولتر.

و كما لاحظنا أنه كلما زاد تركيز زيت الخروع في الوسط يزداد تأثيره التثبيطي على الأنواع السابقة ويظهر ذلك بزيادة قطر دائرة التثبيط .

لم يُثبت فعالية زيت الخروع ضد (Staphylococcus aureus) ; (Escherichia coli) ، وأظهر منطقة تثبيط ضد بقية مسببات الأمراض الثلاثة. يمكن أن تُعزى التأثيرات المضادة للبكتيريا لهذا الزيت إلى محتواه العالي نسبيًا من البينين (16.88%)، والذي يُعتقد أنه يعيق نمو الميكروبات بشكل فعال .

حسب (Momoh *et al*., 2016) في دراسة التأثير المثبط لزيت الخروع في المختبر على الكائنات الحية قيد الاختبار أدى زيت الخروع المستخلص إلى تثبيط نمو جميع الكائنات الحية قيد الاختبار. من بين البكتيريا موجبة الجرام، كانت (Staphylococcus aureus) المكورات العنقودية الذهبية الأكثر حساسية، حيث بلغت مناطق تثبيطها 7.00 مم. ومن بين البكتيريا سالبة الجرام، كانت الإشريكية القولونية (Escherichia coli) الأكثر حساسية، حيث بلغت مناطق تثبيطها 6.50 مم.

حسب (Chaa et Ziane cherif, 2019) تبين أن زيت الخروع الثابت له تأثير قوي جدًا على النشاط المثبط ضد سلالات S.aureus وE.coli التي تم اختبارها حيث أظهرت P. aeruginosa الزائفة الزنجارية قطر تثبيط صفري، وهو ما يفسره مقاومتها ضد زيت الخروع. على النقيض من ذلك، تمتلك البكتيريا إيجابية الجرام مناطق التثبيط أكبر من تلك الموجودة في البكتيريا سالبة الجرام، لذا فهي حساسة للغاية.

هذه النتائج تتفق مع نتائج (Bedreddine *et al*., 2018) ، الذي وجد أن زيت الخروع أظهر أعلى نشاط ضد S.aureus وأقل نشاط ضد P.aeruginosa بقيم منطقة تثبيط مماثلة تقريبًا للقيم السابقة. بفضل هذا النشاط يمكن استخدام نبات الخروع في صناعات الأغذية لتجنب التسمم وفساد الأغذية.

قد أظهرت دراسات أحدث أن البوليفينولات تظهر نشاطًا مضاد حيوي مهم. تعمل هذه المركبات بطريقتين الأولى تثبيط تخليق الأحماض الحمض النووي للبكتيريا وثانيًا يسبب تلفًا في الأغشية الخلوية للبكتيريا.

تؤدي الأنشطة المضادة للبكتيريا إلى ظهور منطقة التثبيط حول القرص الورقي المشبع بمستخلص زيت الخروع حيث كلما كانت هذه المساحة أكبر، كلما كان النشاط أكبر.

تظهر النتائج التي قام بها (Bedreddine *et al*., 2018) أن زيت الخروع يحتوي على نشاط مضاد للبكتيريا عالي ضد P.aeruginosa الزائفة الزنجارية وأقل ضد المكورات العنقودية الذهبية S.aureus مع مناطق تثبيط 9.25 مم و7.5مم على التوالي. يمكن القول أن سلالة P.aeruginosa حساسة جدًا لزيت الخروع.

وتتفق هذه النتائج مع الدراسات السابقة وهي متقاربة فيما بينها والاختلاف فيما بينها راجع لاختلاف أصناف الخروع التي استخرج منها الزيت وكذلك الاختلاف في تراكيز الزيت المستعملة في كل دراسة. فقد توصلنا من خلال هذه الدراسة إلى أن زيت الخروع يمتلك خاصية تثبيط أنواع مختلفة من البكتيريا وتختلف درجة التأثير من نوع لأخر وحسب تركيز الزيت.

2.5. دراسة الخاصية المضادة للفطريات:

Aspergilus Brasilienne	Aspergilus Flavus	Penicilium Sp	Fusarium Oxisporm	Aspargilus Niger	Candida Albicans	صنف الخروع	المراجع
Nd	Nd	Nd	Nd	Nd	0.39	BeniAziz (setif)	(Chaa et ZianneCherif, 2019)
Nd	2.00	2.50	4.00	1.50	3.00	Kogi state (Nigeria)	(Momoh *et al*., 2012)
7.67	Nd	7.75	Nd	Nd	Nd	Bejaia (Algerie)	(Bedreddine *et al.*, 2018)
Nd	45.08	0.71	Nd	10.01	Nd	Jaffna (Sri Lanka)	(Mahilrajan *et al*., 2014)

الجدول 10: الخاصية المضادة للفطريات لأنواع مختلفة من زيت الخروع

التحليل ومناقشة النتائج:

يمثل الجدول 10 تأثير زيت الخروع على مجموعة من الفطريات، فقد أظهرت دراسات.

(Chaa et Cherif, 2019) أن زيت بذور الخروع يمتلك بالفعل نشاطًا مضادًا للفطريات. وهو ما يتوافق مع نتائج باقي الدراسات.

حسب دراسة (Momoh *et al*., 2012) حول تاثير زيت الخروع على أنواع مختلفة من الفطريات، كان فطر Fusarium Oxysporumالأكثر حساسية، بينما كان فطرAspergilus Niger الأقل حساسية للزيت، حيث بلغت مناطق تثبيطه 4.00 مم و1.50 مم على التوالي. وبشكل عام، كان الزيت أكثر فعالية على البكتيريا من الفطريات، حسب الدراسة السابقة.

يُظهر زيت الخروع مناطق تثبيط تبلغ 7.67 مم ضد فطرAspergilus Brasilienne و7.75 مم ضد فطر Penicilium البنسليوم. يُلاحظ أن نشاط الزيت له دلالة إحصائية ضد فطر البنسليوم حيث يمتلك نشاطًا مضادًا للفطريات. وتسمح لنا هذه النتائج باستنتاج أن زيت الخروع له نشاط مضاد للفطريات وهو ما يؤكد المعلومات المتوصل إليها في الدراسات السابقة. يمكن استخدام الزيت المستخرج كدواء طبيعي لعلاج الفطريات، أو يمكن استخدامه كمادة حافظة ضد العدوى التي تسببها أنواع مختلفة من الفطريات.

حسب دراسة جميع أنواع الفطريات، باستخدام أي تركيز، أحدثت فروقًا معنوية في التأثير المثبط لزيت الخروع، ويمكن ملاحظة أنه مع زيادة تراكيزه يزداد التأثير المثبط. بمعنى آخر، كان التأثير المثبط لزيت الخروع متناسبًا مع تركيزه. في حين أن زيادة التركيزات تزيد أيضًا من حساسية الفطريات، كان زيت الخروع ذو فعالية على فطريات A.niger وA.flavus وPeniillium، بمتوسط تثبيط نمو بلغ 10.1، 45.8، 0.71 على التوالي. والتباين في القيم راجع لشدة حساسية الفطر للزيت حيث لاحظنا أن Aspergilus Flavus هو الأكثر حساسية لزيت الخروع خاصة عند التراكيز المتزايدة للزيت.

من خلال دراستنا حول الخاصية المضادة للفطريات لزيت الخروع يتوضح أن زيت الخروع يثبط نشاط الفطريات ويختلف حقل التثبيط باختلاف الأنواع الفطرية وكذا تراكيز الزيت، حيث كلما كان تركيز الزيت في الوسط أكبر كان تثبيطه لنشاط الفطر أكبر.

3.5. دراسة الخاصية المضادة للأكسدة:

الأكسدة مهمة جدًا لمختلف الكائنات الحية لأنها تُولّد الطاقة للعمليات البيولوجية. يتم إنتاج أنواع الأكسجين التفاعلية (ROS) والجذور الحرة الأخرى المتمركزة حول الأكسجين باستمرار في جسم الكائن الحي، مما يُسبب تلف الأنسجة وموت الخلايا. تُسبب جذور الأكسجين الأمراض، بما في ذلك السرطان وأمراض القلب والأوعية الدموية والشيخوخة ومرض السكري وما إلى ذلك. قد تحمي مضادات الأكسدة الطبيعية من الضرر التأكسدي. توجد مضادات الأكسدة بشكل رئيسي في النباتات الغذائية والنباتات العلاجية. تشارك أنواع الأكسجين التفاعلية (ROS) أو الجذور الحرة في عمليات مرضية مختلفة. يشارك التنفس الهوائي، وأكسدة الدهون، وكذلك العملية الالتهابية في إنتاج الجذور الحرة. ثم تحمي مضادات الأكسدة أو تُقلل من الآثار الضارة لهذه الجذور. في حالة الإجهاد التأكسدي المستمر الشديد، قد لا تكون آلية الدفاع الجوهرية في الجسم كافية. لذلك، تُستخدم مضادات الأكسدة الخارجية لتأخير أو تثبيط آثار الجذور الحرة في جسم الإنسان لمنع الضرر. تُستخدم مضادات الأكسدة الاصطناعية بشكل رئيسي في الإجراءات الصناعية.

ABTS %	Tpc (GAE)	Rdp %	Dpph %	أصناف الخروع و الشروط التجريبية	المراجع
Nd	136	51	61	Castor oil +Acetone (A)	(Shazadi, 2018)
Nd	151	57	75	Castor oil + Acetone +VC+VE (B)	
38.9	Nd	Nd	26.4	Huarmey grande 80°C(NAOH%80) (Peru)	(Huamána *et al*., 2022)
32.7	Nd	Nd	27.1	Huarmeychico (Peru) (NAOH%80) 80°C	
33.9	Nd	Nd	26.6	Casma (NAOH%80)80°C (Peru)	
31.4	Nd	Nd	22.7	Carbuaz (NAOH%80)80°C (Peru)	
36.9	Nd	Nd	23.3	La Carbonera (NAOH%80)	
Nd	Nd	Nd	21.81	Telemcen (Algerie) 239µg/ml	(Chaouche *et al*., 2021
Nd	Nd	Nd	26.89	Telemcen (Algerie) 318µg/ml	
Nd	Nd	Nd	40.63	Telemcen (Algerie) 478µg/ml	
Nd	Nd	Nd	94.34	Telemcen (Algerie) 956µg/ml	

الجدول 11: الخصائص المضادة للأكسدة لأنواع مختلفة من زيت الخروع

التحليل ومناقشة النتائج:

قيّمت دراسة (Shazadi , 2018) الأنشطة المضادة للأكسدة والمضادة للبكتيريا في المختبر لمستخلصات مختلفة من زيت الخروع .حددت الأنشطة المضادة للأكسدة في المختبر لمستخلص النبات بواسطة اختبار DPPH، ومحتوى الفينول الكليTPC، واختبار القدرة المختزلة RPA. حدد محتوى الفينول الكلي لهذه النباتات بواسطة مكافئ حمض الغاليك .(GAE) أظهرت النباتات نشاطًا ملحوظًا في إزالة الجذور الحرة. تُظهر المركبات الفينولية نشاطًا في إزالة الجذور الحرة بفضل مجموعات الهيدروكسيل حيث تُعد المكونات الفينولية مهمة لأنها تمنع التلف التأكسدي للدهون، مما يُحسّن جودة الحياة. المكونات الفينولية هي مضادات أكسدة طبيعية وترتبط ارتباطًا مباشرًا بعمل مضادات الأكسدة.

أظهرت نتائج هذا البحث أن التركيبة A تحتوي على 136.6 ملغ من GAE وتحتوي B على 150 ملغ من GAE.

نشاط إزالة DPPH وهو عبارة عن جذر حر عضوي مستقر للغاية وله لون بنفسجي غامق يعطي أقصى امتصاص عند 515–528 نانومتر. عندما يزداد تركيز المركبات الفينولية ودرجة الهيدروكسيل يزداد أيضًا نشاط إزالة DPPH. تُظهر المستخلصات الزيتية نشاط إزالة DPPH ممتازًا. لوحظ أن العينة B التي تحتوي على زيت الخروع والأسيتون وفيتامين C وE لها نشاط إزالة DPPH أكثر مقارنة بالعينة A التي تحتوي فقط على زيت الخروع والأسيتون.

اختبار القدرة المختزلة RPA يستخدم هذا الاختبار لتحديد نشاط مضادات الأكسدة لمواد غذائية مختلفة مثل المستخلصات النباتية والمكملات الغذائية. في تقنية تحديد اختبار القدرة المختزلة، يتحول أيون الحديديك إلى أيونات حديدية ويتغير من اللون الأصفر إلى اللون المزرق. يشير اللون الأكثر كثافة إلى قوة اختزال أعلى للمكونات. كلما زادت كثافة اللون، زادت نسبة الامتصاص، مما يؤدي إلى زيادة النشاط المضاد للأكسدة للمركب.

أظهرت نتائج اختبار قوة الاختزال أن العينة B التي تحتوي على زيت الخروع والأسيتون وفيتامين C وE تتمتع بقوة اختزال أعلى مقارنةً بالعينة A التي تحتوي فقط على زيت الخروع والأسيتون.

قام (Huamána *et al*., 2022) بعرض القدرات المضادة للأكسدة لزيوت 5 أصناف من زيت الخروع المأخوذة من 5 مناطق مختلفة من البيرو ومن خلال النتائج المدونة في الجدول توصلنا إلى أن زيت الخروع يمتلك الخاصية المضادة للأكسدة، ربما تعود إلى النسبة العالية من حمض الريسينوليك. من المرجح أن ترجع القدرة المضادة للأكسدة إلى التوكوفيرول. بشكل عام، أظهر مستخلص Huarmey grande أعلى قدرات مضادة للأكسدة في درجة حرارة 80°C. بالنسبة لاختبار ABTS، حقق مستخلصا Huarmeychico وCarhuaz أيضًا أفضل النتائج عند 80°C درجة مئوية.

بالنسبة لمستخلص DPPH، بدلاً من ذلك، كان أفضل أداء آخر (إلى جانب مستخلص Huarmey Grande) هما مستخلصا Huarmeychico وCasma عند 80 درجة مئوية. كان لدى مستخلصات Huarmey grande وHuarmeychico وCasma أفضل قدرة مضادة للأكسدة في ABTS. كان الوضع مختلفًا إلى حد ما بالنسبة لمستخلص DPPH بسبب القيم المتميزة لمستخلص La Carbonera.

من الصعب مقارنة نتائجنا بالدراسات الأخرى نتيجة لاختلاف الأوساط وطرق الاستخلاص إضافة الى الاختلافات في درجة حرارة الاستخلاص والتي تؤثر بشكل كبير على قيم DPPHالمختلفة.

حسب دراسات (Chaouche *et al*., 2021) حول الخاصية المضادة للأكسدة لزيت الخروع الجزائري ودراسة تأثير التراكيز المتزايدة لزيت الخروع على قيمة DPPH أي نسبة إزالة نشاط الجذور الحرة تبين أن زيت الخروع يمتلك القدرة على تثبيط الأكسدة و نشاط الجذور الحرة و التي تؤدي إلى تلف الخلايا وتعود فعالية زيت الخروع ضد الأكسدة إلى احتوائه على مجموعة من المركبات تمنع الأكسدة مثل حمض الريسينوليك و البوليفينولات والفيتامينات(E) ، والتي تعمل على التقليل من الإجهاد التأكسدي وتثبيط أكسدة الجذور الحرة التي تسبب تلف الخلايا مما يجعله ذو فعالية كبيرة خاصة في صناعات الأدوية والمواد الغذائية، وكذا صناعة مواد التجميل.

من خلال بحثنا هذا توصلنا أن الزيت المستخلص من نبات الخروع *RIcinus communis L* يتميز بمركبات كيميائية فعالة حددت له خواصه الفيزيائية، الكيميائية، والبيولوجية، التي تنعكس على جودة الزيت واستعمالاته سواء منها الطبية، التجميلية، والصناعية من جهة.ومن جهة أخرى هذه الخصائص تختلف بين أنواع الزيوت المختلفة المستخلصة من نبات الخروع وهذا دليل على وجود عوامل متحكمة في ذلك، وقد استنتجنا وجود عوامل وراثية ترجع لإختلاف الصنف ومنه اختلاف المركبات والخصائص، وأخرى راجعة لاختلاف العوامل التي توفرها البيئة من درجة الحرارة والرطوبة وكذلك نوعية التربة لنموه، وبعضها راجع لاختلاف طرق الاستخلاص حيث بعض هذه الطرق تؤثر على المركبات الفعالة التي تفقده بعض من خواصه، إضافة إلى المعاملة في المخبر، التكرير وظروف الحفظ والتخزين.

ومنه نستنتج لضمان جودة زيت الخروع يجب علينا المحافظة على مركباته الفعالة التي تضمن لنا مختلف خصائصه والتي تحدد استعمالاته وذلك بتوفير عوامل البيئية والوراثية وطرق الاستخلاص وشروط التخزين المناسبة.

الخاتمة:

من خلال بحثنا هذا توصلنا إلى أن الزيت المستخلص من نبات الخروع *Ricinus communis L* يتميز بمركبات كيميائية فعالة حددت له خواصه الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية، التي تنعكس على جودة الزيت واستعمالاته سواء الطبية، التجميلية والصناعية حيث توصلنا من خلال دراستنا:

إن الخصائص الفيزيائية تؤثر على جودته حيث أن الكثافة النوعية إذا كانت مرتفعة في زيت الخروع تجعله مصدر إضاءة جيد، حيث يعطي شعلة ساطعة وثابتة ويحترق لفترة أطول بكثير عن أي زيت نباتي آخر. وفي حالة انخفاضها يكون عكس ذلك، وكذلك يؤثر ارتفاعها على ارتفاع قيمة اللزوجة حيث إذا كانت مرتفعة ستساهم في استعمال الزيت في صناعة المواد التجميلية. في حين أن معامل الانكسار إذا لم يوجد ضمن قيمه الخاصة فيدل على وجود شوائب في زيت مما يؤثر في استعماله. في حين أن درجة حموضة (ph) يدل ارتفاعها على ارتفاع نسبة الأحماض الدهنية الحرة في زيت مما يقلل من جودته والعكس صحيح.

أما في دراستنا للخصائص الكيميائية استنتجنا أن المستويات المنخفضة لقيمة البيروكسيد دليل على وجود مضادات أكسدة قوية تمنع نشاط الأكسجين الذي من شأنه أن يفسد الزيوت،وعكس صحيح في حالة ارتفاعها. أما رقم الحموضة المرتفع فيدل على تحلل الدهون الثلاثية إلى أحماض دهنية حرة فتؤثر على انخفاض جودته وفي حالة انخفاضه فدليل على انه ذو جودة جيدة .في حين أن قيمة اليود العالية تشير إلى ارتفاع مستوى الأحماض الدهنية غير المشبعة في الزيت وبالتالي لا يتم تخزينه لمدة طويلة معرض لتلف ، أما انخفاض قيمة رقم اليود على الأرجح دليل على وجود المزيد من الأحماض الدهنية المشبعة وبالتالي يمكن تخزينه لاستعماله مدة أطول ،كما أن قيمة اليود إذا كانت اقل من 100 فيستعمل في تصنيع الصابون وكذلك رقم التصبن كلما كان مرتفع في الزيت يجعله مؤهل لتصنيع الصابون .

أما الخصائص البيوكيمائية فقد أثبتنا فيها أن حمض الريسينوليك هو حمض ينفرد به زيت الخروع في جميع أنواعه وبدليل ارتفاع قيمته في جميع تلك الأصناف ، حيث هو الأخر يملك خصائص فيستعمل كمرطب وملين للبشرة، كما أن نسبة الأحماض الدهنية الغير المشبعة عندما تكون مرتفعة ستقلل من الاحتفاظ به لمدة طويلة في حين وجود نسبة عالية من الأحماض المشبعة يساهم في الحفاظ عليه لمدة أطول في استعمالاته.

وأخيرا الخصائص الحيوية حيث اكتشفنا أن المركبات الفينولية و الفيثامين E المتواجدة في زيت الخروع هي من تعمل كمضاد للأكسدة في الزيت عن طريق إزالة الجذور الحرة، كما أن زيت الخروع يملك خاصية تثبيط عمل الفطريات والبكتيريا مما يسمح باستعماله في تصنيع مواد دوائية.

كل هذه الخصائص تختلف بين أنواع الزيوت المستخلصة من الخروع وهذا يدل على وجود عوامل متحكمة في ذلك وقد استنتجنا وجود عوامل وراثية ترجع لاختلاف الصنف ومنه اختلاف المركبات والخصائص وأخرى راجعة لاختلاف العوامل التي توفرها البيئة في أي منطقة من درجة الحرارة والرطوبة وكذلك التربة لنموه ومنه اختلاف الخصائص وبعضها راجع لاختلاف طرق الاستخلاص حيث بعض هذه الطرق لا تحافظ على وجود المركبات الفعالة التي تفقده بعض من خواصه. وكذلك طرق التخزين وحفظ هذه زيوت ضمن ظروف ملائمة لها من هواء، رطوبة، درجة حرارة، ضوء.

ومنه نستنتج أن لضمان جودة زيت الخروع يجب علينا المحافظة على مركباته الفعالة التي تضمن لنا مختلف خصائصه التي سوف تحدد استعمالاته وذلك باستغلال عوامل البيئية والوراثية وطرق استخلاص ومن ثم تخزينها بطريقة جيدة ومناسبة لأي عينة يتم العمل عليها.

قائمة المراجع:

أولا: المراجع العربية

- احمد عاشور، العارف عبث مروان. (2006). اساسيات كيمياء الاغدية. دار الكتاب الجديد المتحدة، 390-391.
- اروما روزا.(2021). الزيوت النباتية الحساسة للحرارة، اكاديمية.
- اسية سعيدي .(2016). تقدير الكولستيرول في بعض الأطعمة والدهون وبلازما الدم بواسطة الكروماتوغرافيا السائلة عالية الأداء HPLC .(مذكرة ماستر ،جامعة وادي).
- أنور الحاج علي،شادن سليم.(2020)،تأثير مضادات لأكسدة الطبيعية المستخلصة من أوراق إكليلال جبل في ثباتية زيت فول الصويا المعرض للأكسدة الحرارية.مجلة جامعة دمشق للعلوم الزراعية ،العددالأول.
- بن عثمان عبير،حجاج هالة. (2019). التركيب الكيميائي، الفعالية البيولوجية والخصائص الفيزيوكيميائية لزيت النبق (مذكرة ماستر جامعة ورقلة).
- بن قسوم الخنساء، لبوز فاطمة الزهراء.(2018). دراسة الخصائص الفيزيوكيمبائية لزيوت غذائية محلية و تجارية, مذكرة ماستر كيمياء تحليلية، جامعة قاصدي مرباح ورقلة.
- بوارس رميصاء، سود جهينة. (2019). دارسة بعض الخواص الكيميائية للزيوت النباتية، (مذكرة ماستر، جامعة قاصدي مرباح ورقلة).
- جامعة الجنوب. (2021). مادة حفظ الأطعمة الفصل الدراسي الأول قسم الاقتصاد.
- خضرة عزري.(2013). دراسةالليبيدات والفينولات في بعض أنواع التمر المحلي .(مذكرة ماجستير،جامعة ورقلة).
- دراجي فتيحة، كرامة رجاء. (2022). دراسة نظرية حول تأثير طرق استخلاص الزيوت النباتية على تركيبها وفعاليتها (مذكرة شهادة ماستر أكاديمي، جامعة قاصدي مرباح ورقلة)
- رغيوة فاطمة الزهراء، حوامد عزيزة، باحدي ناجية. (2023). دراسة الخصائص الفيزيوكيميائية لزيت لبان البخور ودراسة الخصائص الفيزيوكيميائية لزيت الفول السوداني حسب طريقة التجفيف (مذكرة ماستر، جامعة لخضر حمة الوادي).
- ريج سلامة عبد الله أحمد، أمل عبد الوهاب علي أحمد، ياسمين محمود أحمد حسن.(2016). استخلاص زيت لبان البخور و دراسة الخواص الفيزيوكيميائية للزيت، بكالوريوس، جامعة السودان.
- الشيخ فؤاد عبد العزيز احمد. (1993). صناعة الزيوت النباتية والدهون، ص140-134.
- طارق إسماعيل كاخيا. (2006). تحاليل الزيوت والدهون وموادها الأولية والمساعدة.
- فتح الله. (2014). كل شيئ عن نبات الصبار، مدونة السرداب للمعرفة وخفاياها.

- لبوز فاطمة الزهراء، بن قسوم الخنساء،و بن علي مصطفى.(2018). دراسة كهروفيزيوكيميائية لمقارنة زيوت و دهون طبيعية و أخرى مصنعة المستعملة أساسا في التغذية البشرية، مذكرة ماجيستير، جامعة قاصدي مرباح, ورقلة.
- ماهر عبد اللطيف راشد.(1999). كتاب الكولسترول المتهم البريء في تصلب الشرايين .دار النشر للجامعات مصر،الطبعة الأولى.
- محمد عبد الغني.(دس).إعداد وتداول المحاصيل، قسم المحاصيل,جامعة دمنهور.
- مخلوفي الهاني.(2014). دراسة فيتوكيميائية لنوعين من النباتات الطبية ذات الأصل الجزائري من العائلة الخيمية مع دراسة فعاليتها البيولوجية. (أطروحة دكتوراة ،جامعة قسنطينة).
- مصطفى بوقوادة .(2008). دراسة فيتوكيميائية لليبيدات والفينولات في بعض أنواع التمر المحلي. (مذكرة ،ماجستير جامعة ورقلة).
- نشوى سهيل الياس.(2016). دراسة بعض المكونات النباتية الناتجة عن النباتات المزروعة في البيئة السورية. (مذكرة ماجستير،جامعة حلب).

ثانيا: المراجع الأجنبية

- Abdulazim S.S., Salah O. A.T., Munir N. G. M., Shomaf S. (1998). The Abortifacient effects of Castor Bean Extract and Ricin-A Chain in Rabbits. Contraception, 58 : 193–197.
- Abew B., Sahile S., Moges F.(2014). In vitro antibacterial activity of leaf extracts of Zehneria scabra and Ricinus communis against Escherichia coli and methicillin resistance Staphylococcus aureus. AsianPac J Trop Biomed, 4(10), 816-820.
- Abhishek Mathur. A. M., Verma, S. K., Sajad Yousuf. S. Y., Singh. S. K., Prasad.G. B. K. S., Dua. V. K. (2011). Antimicrobial potential of roots of R. communis against pathogenic microorganisms.
- Adolfo A.C., Heinrich M.(2005). Mexican plants with hypoglycaemic effect used in the treatment of diabetes. J. Ethnopharmacol. 99: 325–348.
- Adomako J., Kwoseh C.K. (2013). Effect of Castor bean (Ricinus communis). Aqueous extracts on the performance of root-knot nematodes Meloidogyne spp. On Tomato (Solanumlycopersicum L.). Journal of Science and Technology, 33(1),1-11.
- Akpan U. G., Jimoh A., Mohammed A. D., 2006. Extraction, Characterization and Modification of Castor Seed Oil. Leonardo Journal of Sciences, 8, 43-52.
- Alloune.R. Liazid et M.Tazerout.(2012).Etude comparatives de deux plantes oléagineuses locales pourla production du biodisel en Algérie.19-22.
- Anjani, K. (2005). Purple-coloured castor (*Ricinuscommunis*L.)-A rare multiple resistantmorphotype.Curr. sci. 88(2): 215-216.
- Aouinty B., Oufara S., Mellouki F., Mahari S. (2006). Évaluation préliminaire de l’activité larvicide des extraits aqueux des feuilles du ricin (Ricinuscommunis L.) et du bois de thuya (Tetraclinisarticulata (Vahl) Mast.) sur les larves de quatre moustiques culicidés : Culex pipiens (Linné), Aedes caspius (Pallas), Culisetalongiareolata (Aitken) et Anophelesmaculipennis (Meigen). Biotechnol. Agron. Soc. Environ, 10 (2) ,67-71.

- Armstrong, W.P.(1982). Not Beavers Stars or Sons of Jupiter. Environ. Southwest., 496,pp.
- Aslania M.R., Malekib M., Mohria M., Sharifia K., Najjar V. N., Afshari E. (2007). Castor bean (*Ricinus communis*) toxicosis in a sheep flock. Toxicon. 49 : 400–406.
- Athumani Omari., Quintino A. Mgani., Egid B. Mubofu. (2015).Fatty Acid Profile and Physico-Chemical Parameters of Castor Oils in Tanzania .(Department of General Studies, Arusha Technical College, Arusha, Tanzania, Chemistry Department, University of Dar es Salaam, Dar es Salaam, Tanzania).
- Aubry P. (2012). Intoxications par les plantes toxiques dans les zones tropicales et intertropicales. Texte rédigé le 23 février 2012.
- Audi J., Belson M., Patel M., Schier J., Osterloh J. (2005). Ricin poisoning: a comprehensive review. JAMA 294,2342–2351.
- AZAG Radia & AKHLOUF Lynda.(2014). Essai de fabrication d'un savon a base de l'huile d'olive et de nigelle (Mémoire de master, Université de Bejaia).
- Bacha Kenza TchekikenChahinez.2010.Potentiel d'intégration des énergies renouvelables dans les unités mobiles d'extraction des huiles végétales (projet de fin d'études, École Nationale Polytechnique – Alger, Département de Génie Chimique, Laboratoire de Valorisation des Énergies Fossiles).
- Badaró M.M., Prates T.P., Leite-Fernandes V.M., Oliveira V.C., Paranh H.F.O., Silva-Lovato C.H., Watanabe E.(2019). Antibiofilm Activity of an Experimental Ricinus communis Dentifrice on Soft Denture Liners. Brazilian Dental Journal.
- Balint G. A. (1974). Ricin : the toxic protein of castor oil seeds, Toxicology 2,77–102.
- Barbosa D.D.C., Tatiana M. S., Simoni M. Plentz M., Mario R. M. (2010). Biodiesel production by ethanolysis of mixed castor and soybean oils. Fuel. 89 ,3791–3794.
- Bedreddine Sofia et BenhamlaOuahiba.(2018).Evaluation des activités antioxydantes et antimicrobiennes des extraits d'une plante médicinale (Ricinuscommunis L.). (Mémoire master, Université A. MIRA – BEJAIA).

- Benaissi, K « Le CO2 supercritique appliqué à l'extraction végétale », *Techniques del'ingénieur*, vol. CHV 4 015, p. 21, 2013.
- benseghier Kaoutar et Oussama khamed.(2014). Huiles Alimentaire de graines Pinus pinea Extraction et Caractérisation physique-chimique (thèse de master en agronomie,université Ouargla).
- BOGAERT.(2017).Étude et modélisation du pressage continu des graines oléagineuses Soutenue.
- Borch Jensen C., Benny J., Mathiasen K., Jørgen M. (1997). Analysis of Seed Oil from Ricinus communis and Dimorphotecapluvialis by Gas and Supercritical Fluid Chromatography. JAOCS, 74, 277-284.
- Bordeaux, France, P297.
- Bouallegue. K. Allaf, R.B.E.N. Younes, K. Allaf. (2016). Texturing and Instant Cooling of Rapeseed as Pretreatment Prior to Pressing and Solvent Extraction of Oil, Food Bioprocecss Technol. 9 1521–1534.
- BOUBEKEUR Ayoub et MAAZIZ Inès(2023). ETUDE ET CONCEPTION D'UNE PRESSE D'HUILE A FROID, Département : Génie mécanique et génie de la production, alger.
- Boudeguig S, Gouaidia B. (2020). Evaluation de l'activité insecticide de *Ricinuscommunis*chez un insecte à intérêt médical *Blattellagermanica*. Thèse de mémoire en biologie moléculaire et cellulaire. Faculté des sciences de la nature et de vie et sciences et sciences de la terre et de l'univers, Département de Biologie. Université de 8 Mai 1945 Guelma, Algérie, 99 pp.
- Bradberry S. M., Dickers K. J., Rice P., Griffiths G. D., Vale J. A.,(2003). Ricin poisoning. Toxicol Rev 22(1) :65–70.
- Branlard, G., &Bancel, E. (2007). Protein extraction from cereal seeds. *Plant proteomics: methods and protocols*, 15-25.
- Butnariu et sarac.(2018). essentiel oils from plants, journal of biotechnology and biomedical science, 1(4) :35, DIO :10.14302/issn.2576-6694.
- Cangemi J. M., Antonia M. d. S., Salvador C. N., Gilberto O. C. (2008). Biodegradation of Polyurethane Derived from Castor Oil. Ciência Technol, 18 ,3, 201-206.

- Caupin H. J (1997). Products from castor oil: Past, present, and future. In Lipid Technologies and Applications, Gunstone FD, Padley FB (eds). Marcel Dekker, New York,787-795.
- Chaa Soumia., Zianecherif Fatima Zahra. (2019).Etude de la phytochimie et des activités antibactériennes et antifongiques de l'huile de quelques plantes médicinales d'Algérie. (Mémoire master, Centre Universitaire Belhadj Bouchaib d'Aïn-Témouchent).
- Cheema N. M.(2012). Yield and chemical composition of castor bean *Ricinus communis* as influenced by environment, Ph. D. thesis UAAR, Rawalpindi, Pakistan.
- Cheema N. M., Muhammad A., Ghulam Q., Malik A. R. (2010). Characterization of castor bean genotypes under various environments using SDS6PAGE of total storage proteins. Pak. J. Bot. 42(3): 1797-1805.
- Chemat, F. A.-S. Fabiano-Tixier, et M. Abert-Vian.(2018). « Les six principes de l'éco-extraction du végétal », *Techniques de l'ingénieur*, vol. J49922 V1, p19
- Cheneh Mohammed Amine.(2011).Caractérisation physico-chimique des huiles végétales. Mémoire de Projet de Fin d'études, Génie Chimique, École Nationale Polytechnique ,Alger.
- Choe .E. and D. B. Min.(2006). Mechanisms and Factors for Edible Oil Oxidation. Compr. Rev. Food Sci. Food Saf. , vol.5, no.4, pp.169–186.
- Chougui. Saida .(2021).*les cour de physiologie végétale*, (université des frères Mentouri-Constantine.)
- Corraze. G., Kaushik. S. (2009). Alimentation lipidique et remplacement des huiles de poisson par des huiles végétales en pisciculture. Cahiers Agricultures, 18(2-3), 112-118.
- Couplan, F., Styner, E. (1994). Guides des plantes sauvages : comestibles et toxiques (1994), Paris, pp : 367-368.
- Das.G., Trivedi.R.K., Vasishtha.A.K.(1989). Heptaldehyde and undecylenic acid from castor oil. J Am Oil Chem Soc 66, 938–941.
- Demirbas, A. (2009). Biofuels: Securing the Planet's Future Energy Needs, Springer.

- Demirdöven and T. Baysal.(2008).“The Use of Ultrasound and Combined Technologies in Food Preservation,” *Food Rev. Int.* , vol.25, no.1, pp.1–11.
- Déthiollaz S.(2003). La ricine, une arme biologique. Proline Numéro 8, pp 1-4.
- Dulal. Shraddha, Sujan Chaudhary., Chiranjibi Dangi., Shiv Nandan Sah.(2021).Antibacterial Effect of Essential Oils (Clove Oil, Castor Oil and Ginger Oil) Against Human Pathogenic Bacteria.Int. J. Appl. Sci. Biotechnol. Vol 9(4),250-255.
- Dumeignil F.(2012). Propriétés et utilisation de l’huile de ricin. OCL, 19 (1): 10-15.
- European Food Safety Authority (EFSA).(2016).« L’acide érucique, un risque sanitaire possible pour les enfants fortement exposés ». https://www.efsa.europa.eu/fr/press/news/161109
- Fine, F. M. A. Vian, A.-S. F. Tixier, P. Carre, X. Pages, et F. Chemat.(2013). « Les agro-solvants pour l’extraction des huiles végétales issues de graines oléagineuses », *Oilseeds and fats, Crops and Lipids*, vol. 20, no 5, p. A502.
- Franke, H., Scholl, R. & Aigner, A. (2019). Ricin and Ricinus communis in pharmacology and toxicology-from ancient use and “Papyrus Ebers” to modern perspectives and “poisonous plant of the year 2018”. Naunyn-Schmiedeberg's Arch Pharmacol ,392, 1181–1208.
- Frega. N. Mozzon., and G. Lercker.(1999). Effects of free fatty acids on oxidative stability of vegetable oil ,J. Am. OilChem. Soc., vol.76, no.3,
- Frenot M., Vierling E. (2001). Biochimie des aliments diététique du sujet bien portant.
- Friedman M., Rasooly R. (2013) .Review of the inhibition of biological activities of food-related selected toxins by natural compounds,5(4), 743-775.
- Gagnon, Y. (2021). *Étude de l’extraction des huiles végétales en milieu aqueuxn assistée par des tensioactifs* (Doctoral dissertation, Université de Technologie de Compiègne).
- Ganzler. K. Salgó, and K. Valkó.(1986). “Microwave extraction: A novel sample preparation method for chromatography,” *J. Chromatogr. A*, vol.371, pp.299–306.

- Garland, T., Bailey,E.M .(2006) . Toxins of concern to animals and people. Rev. Sci. Tech. OFF. int. Epiz, 25(3),341-351.
- Ghnimi .W. (2018). Étude photochimique des extraits de deux Euphorbiaceae: *Ricinus communis* et Jatropha curcas. Évaluation de leur propriété anti-oxydante et de leur action inhibitrice sur l'activité de l'acétylcholinestérase. Thèse de Doctorat en chimie/biologie. Université de Lorraine, France. 225 pp.
- Ghoneim K.(2021). Biopesticidal Potential of Nerolidol, a Sesquiterpene Compound, and Its Drastic Impact on Growth and Metamorphosis of the Cotton Leafworm Spodoptera Littoralis (Lepidoptera: Noctuidae). Sch Acad J Biosci, 2, 36-57.
- Gould. W. A. (2013). Total Quality Management for the Food Industries, Elsevier.
- Gupta. M. K., Sharma. P. K., Ansari. S. H. (2006). In-vitro antioxidant activity of the successive extracts of Ricinus communis leaves.
- Haidara.(1996). Valorisation Huile Tropicale : Huile De Jatropha Québec.
- Haneen Abdul Wahid Dwesh., Ali Abdulkhabeer Ali. (2021). study of the biological activity of castor oil extract and its synthesized amides on bacteria.(Chemistry Department, College of Science, University of Thi-Qar, Iraq).
- Head. S. W. Swetman, T. W. Hammonds, A. Gordon, K. H. Southwell, et R. V.Harris. (1995). *Small scale vegetable oil extraction*. Chatham: Natural Resources Institute.
- Hubert, R. (1992). Epices et aromates. Edition Tec & Doc, Lavoisier, France.
- Hussain, A., Aslam, B., Muhammad, F., Faisal, M. N. (2021). In vitro antioxidant activity and in vivo anti-inflammatory effect of Ricinus communis (L.) and Withaniasomnifera (L.) hydroalcoholic extracts in rats, Brazilian Archives of Biology and Technology.
- Ilavarasan, R., Moni, Subramanian, M., Venkataraman. (2006). Anti-inflammatory and free radical scavenging activity of Ricinus communis root extract.J. Ethnopharmacol,103,478–480 *indigenessciaphytes du Canada*. Université Laval.

- Jablaoui. Cherif. (2018).La texturation par détente instantanée contrôlée DIC dans le développement de nouvelles opérations d'extraction d'huiles des graines oléagineuses. Pour obtenir le grade de Docteur de L'Université de la Rochelle et de l'Institut National d'Agronomie de Tunisie.
- Karam. A. (2010). Le glycérol, une matière première renouvelable pour la préparation catalytique de nouveaux bioproduits (Doctoral dissertation, Thesis de l'Université de Poitiers).
- Karefyllakis. D., Van Der Goot, A. J. &Nikiforidis, C. V. (2019). The behaviour of sunflower oleosomes at the interfaces. *Soft Matter*, *15*(23), 4639-
- Khafagy. S.M., Mahmoud, Z.F., Salam, N.E.A.(1979). Coumarins and flavonoids of Ricinus communis growing in Egypt. Planta Med, 37, p 191.
- Khalfaoui Maroua., Tebbal Meriem. (2023). Elimination des polluantspharmaceutiques par bioadsorbant (grain de ricin).(mémoire master, université Blida 1).
- Khogali, A., Barakat, S., Abou-Zeid, H. (1992). Isolation and identification of the phenolics from Ricinus communis L. Delta J. Sci, 16, p 198-211.
- Kiran Shazadi.(2018). Comparative analysis of antibacterial and antioxidant properties of transdermal preparations containing castor oil.(Department of Pharmacy, Physiology and Pharmacology, The University of Agriculture Faisalabad, Pakistan).
- Koolman. «Color Atlas of Biochemistry». 2nd edition © 2005 2nd edition Thieme All rights reserved. Usage subject to terms and conditions of license
- Kopferschmitt J., Flesch F., Lugnier A., Sauder P.H., Jaeger A., Mantz J.M.(1983). Acute voluntary intoxication by ricin, HumToxicol, 2, 239-42.
- Kouidri Mohammed. (2008). Extraction et caractérisation physico-chimique de l'huile d'argan provenant d'arbres cultivés dans deux régions de l'algérie. (TINDOUF ET MOSTAGANEM).déplome magister en science alimentaires, UNIV HASSIBA BEN BOUALI-CHLEF, p64.
- Kuang, A., Xiao, Y., McClure, G., & Musgrave, M. E. (2000). Influence ofmicrogravity on ultrastructure and storage reserves in seeds of Brassica rapa L.*Annals of Botany*, *85*(6), 851-859.

- Lagnika L.(2005). Etude phytochimique et activité biologique de substances naturelles isolées de plantes béninoises. Thèse doctorat Université Louis Pasteur, Strasbourg.
- Leceref JM.,Vancassels.,(2011).les acides gras et la santé, pour la science n°406
- Lendent C., Mairesse M.(2008). Rural allergy. Rev. Franç. Allergol. Immunol. Clin. 48(2) :109-110.
- Lion. (1955). Travaux pratiques de chimie organique. Ed. Dunod, Paris.
- List., G. R. T. Wang., and V. K. S. Shukla. (2005). Storage, Handling, and Transport of Oils and Fats in Bailey's Industrial Oil and Fat Products, American Cancer Society.
- Little E.L., Woodbury R.O., Wadsworth, F.H.(1974). Trees of Puerto Rico and the Virgin Islands. Agriculture Handbook. 449. U.S. Depart. Agricul. Forest. Serv. Washington, DC. 2.
- Malath B., Ramesh S., Venkateswara K. R., Dashavantha V. R.(2006). Agrobacteriummediated genetic transformation and production of semilooper resistant transgenic castor (*Ricinus communis L.).* Euphytica. 147: 441–449.
- Maroyi A. (2007). Ricinuscommunis L. In: van der Vossen, H.A.M. &Mkamilo, G.S. (Editeurs). PROTA 14: Vegetableoils/Oléagineux. PROTA, Wageningen, PaysBas.
- Marta M. Conceição., Roberlúcia A. Candeia ., Fernando C. Silva., Aline F. Bezerra.,Valter J. Fernandes Jr., Antonio G. Souza. (2007).Thermoanalytical characterization of castor oil biodiesel.renewable and sustainable energy reviews,Volume 11, Issue 5, Pages 729-1024.
- Megueni clautilde,Tchuenteu Tatchum Lucien.Noubissie Eric ,Derogoh Way Néhémie ansNjintangYanouNicolas.(2016).Physico-chemical propertiesof cake and oil from three castor bean accessions (Racinus Communis L.)grow in the fieldin two agroecological zones of northern Cameroon .
- Mensah M.B., Awudza JAM., O'Brien P. (2018). Castor oil : a suitable green source of capping agent for nanoparticle syntheses and facile surface fictionalization.

- Min. D. B. (2008). Food Lipids, Chemistry, Nutrition, and Biotechnology, Third Edition. CRC Press.
- Mohammed B.S., Awatif A.M. (2018).Antibacterial Activity and Fatty Acid Composition of Sudanese Castor Bean (Ricinus communis L) Seed Oil.
- Mohd Shah S.H. K. Ismail, N. Hashim, W.I. Wan Ismail, Z. Abdul Haiyee.(2016). quality parameters of curcuma longa l. extracts by supercritical fluid extraction (sfe) and ultrasonic assisted extraction (uae), Malaysian J. Anal. Sci.
- Momoh .A.O., Oladunmoye. M.K., Adebolu,T.T.(2012).Evaluation of the Antimicrobial and Phytochemical Properties of Oil from Castor Seeds. (Ricinus communis Linn).(Departement of microbiologie, federal university of thechnology , Akure, Nigeria).
- Nangbes. J. G.. Nvau. J. B,. Buba. W. M,. Zukdimma. A. N (2012).Extraction and Characterization of Castor (Ricinus Communis) Seed Oil. (Department of Chemistry, Plateau State University Bokkos, PMB, Plateau State,Nigeria.
- Nangbes. J. G.. Nvau. J. B,. Buba. W. M,. Zukdimma. A. N (2012).Extraction and Characterization of Castor (Ricinus Communis) Seed Oil. (Department of Chemistry, Plateau State University Bokkos, PMB, Plateau State,Nigeria.
- Nikiforidis. C. V., Matsakidou, A., &Kiosseoglou, V. (2014). Composition, properties and potential food applications of natural emulsions and cream materials based on oil bodies. *RSC Advances*, *4*(48), 25067-25078.
- Nivot. N. (2005). *Essais de germination et de bouturage de six espèces.*
- Ogunleye. O.O., Oyawale, F.A., Suru, E. (2008). Effects of Castor Oil on the Physical Properties of Polyether Based Flexible Polyurethane Foam. J. Adv. Nat. Appl. Sci. 2 (1), 10-15.
- Ogunniyi. D. (2006). Castor oil: a vital industrial rawmaterial, Bioresource Technology 97, 1086–1091.
- Olvia .(2008). Fiche technique : huile de ricin pharmaceutique, Siège social.
- Parker. D., D. A. Adams., K. Zhou., M. Harris., and L. Yu. (2008). Fatty Acid Composition and Oxidative Stability of Cold-pressed Edible Seed Oils.J. Food Sci., 4646.

- Patel .S., Meher B. R. (2016). A review on emerging frontiers of house dust mite and cockroach allergy research. Allergol. Immunopathol, 44, 580–593.
- Patel .V.R., Dumancas G.G., Viswanath L.C.K., Maples R., Subong B.J.J. (2016). Castor Oil Properties, Uses, and Optimization of Processing Parameters in Commercial Production. J. Lipid Insights, 9, 1–12.
- Paul. C.J. Van, R., Lynell, K. T. (1999) .The contribution of extrafloral nectar to survival and reproduction of the predatory mite Iphiseiusdegenerans on Ricinus communis. Exper. Appl. Acarol. 23: 281–296.
- Polvèche. V. (1996). La culture de ricin en Europe. Ingénieries-EAT. 6: 49-58.
- Poonam. S., Prachi, A., Krishna Murali, Y., Vibha, T. (2008). Antidiabetic activity of 50% ethanolic extract of Ricinus communis and its purified fractions. Fd Chem. Toxicol. 46 ,3458–3466.
  pp.325–329.
- Prat R. Michèle M., Vonarx V.(2005). Les Fruits : Le Ricin: une capsule déhiscente. Biologie et multimédia, pp 15-17.
- Purkrtova. Z., Jolivet, P., Miquel, M., &Chardot, T. (2008). Structure and function of seed lipid body-associated proteins. *Comptes rendusbiologies*, *331*(10), 746-754.
- Qureshi. R., Waheed A., Arshad M., UmbreenT.(2009). Medico-ethnobotanical inventory of Tehsil Chakwal, Pakistan. Pak. J. Bot., 41(2) : 529-538.
- Rachhadiya RM., Prasad KM., Shete RV. (2011). Evaluation of antiulcer activity of castor oil in rats. Int J Res Ayur Pharm ,2(4),1349-1353
- Ramos-López M.A., Pérez S., Rodriguez-Hernánez G.C., Guevara-Fefer, Zavala- Sanchez M.A. (2010). Activity of Ricinus communis (Euphorbiaceae) against Spodoptera frugiperda (Lepidoptera: Noctuidae). African Journal of Boitechnology, 11,4274–4278.
- Ramprasad. R., Bandopadhyay R.(2010). Future of *Ricinus communis* after completion of the draft genome sequence. Curr. sci. 99(10): 1316-1318.
- Rao. M. U., Sreenivasulu, M., Chengaiah, B., Jaganmohan Reddy, K., Madhusudhana Chetty, C. (2010). Herbal Medicines for Diabetes Mellitus: A Review. Int. J. Pharm. Tech. Res,2(3) ,1883-1892.

- Reed CF. (1976). Information summaries on 1,000 economic plants. USDA transcripts.
- Roger Francois .(1974). Les industries des corps gras. Technologie et documentation 11, rue Lavoisier.
- Rousset. P., Marion, C., Coelho, F.C., Silva, O., Bélot, J.L., Berthaud, A., Clement, D., Fallot A., Girard, P., Prades, A., Silvie, P., Vaitilingom, G., Roscoe, R., Energie, I., Bedrossian, C. A.(2008). Guide technique pour une utilisation énergétique des huiles végétales, p 79-85.
- Roy C.J., Song K., Sivasubramani, S.K., Gardner D.J., Pincus, S.H. (2012). Animal models of ricin toxicosis. Curr. Top. Microbiol. Immunol, 357, 243–257.
- Salager, J. L. Anton, J. M. Anderez, et J.-M. Aubry.(2001). « Formulation des microémulsions par la méthode du HLD », *Techniques de l'ingénieur*, vol. J2157 V1, p. 23.
- Salinas Sánchez, D. O. (2021). Bioactivity of a Fraction Rich in Linoleic Acid of Ricinus communis L. (Euphorbiaceae) Leaves against the Yellow Sugarcane Aphid, Sipha flava (Hemiptera: Aphididae) Insecticidal activity of Ricinus communis against Sipha flava. Journal of Food Protection.
- Scarpa A., Guerci A. (1982). Various uses of the castor oil plant (Ricinus communis L.). a review. J Ethnopharmacol 5 ,117–137.
- Severino L.S., Auld D.L., Baldanzi M., M., Cândido M.J.D., ChenG., Crosby W., TanD., He X., Lakshmamma P., Lavanya C., Machado O.L.T., MielkeT., Milani, M.,Miller, T.D., Morris, J.B., Morse, S.A., Navas, A.A., Soares, D.J., Sofiatti, V., WangM.L., Zanotto M.D., ZielerH. (2012). A review on the challenges for increased production of castor. Agronomy Journal ,104, 853–880.
- Shokeen. P., Anand P., Murali YK., Tandon V. (2008). Antidiabetic activity of 50% ethanolic extract of Ricinus communis and its purified fractions. Food Chem Toxicol ,46(11),3458-3466.
- Sijelmassi .A.(1991). Les plantes médicinales du Maroc. Edition Fenugrec, Casablanca.

- Singh .A. Kaur J. (2016). Toxicity of Leaf Extracts of Ricinus communis L. (Euphorbiaceace) Against the Third Instar Larvae of Musca domestica L. (Diptera: Muscidae). American Journal of Bio.Science. Vol. 4, pp. 5- 10.
- Subajini Mahilrajan., Jeyarani Nandakumar ., RobikaKaylayaningam ., Nilushiny Aloysius Manorahan.(2014).Screeing the untifungal activity of essentiel oils against decay funji from palmyrah leaf handicrafts. (Department of Botany, University of Jaffna, Jaffna, Sri Lanka).
- Sule M. I., Sani U. M.(2008). Isolation of ricinine from methanol extracts of three different seed variettes of *Ricinus communis* L (Eurphobiaceae). Pharmaceut. Sci. 7(1): 114 – 118.
- Tarik Mohammed Chaouche., Farah Haddouchi., OuhibaBoudjemai., Imane Ghellai., Souad Senhadji.(2021).Physicochemical parameters of oil extracted from Ricinus communis L. seeds.(Laboratoire des ProduitsNaturels, Département de Biologie, Université AboubekrBelkaïd, B.P 119, Tlemcen 13000, Algeria).
- Trochain J. (2016). Le Ricin (suite). In : Revue de botanique appliquée et d'agriculture coloniale, 10e année, bulletin n°107, 2016. pp. 578-589.
- Tully, R. E. & Beevers, H. (1976). Plant Physiol, 58, 710-716.
- Umaru Musa Yar'adta Expressway Lubge,Abuja.(2024).Compratiweabalysis of the chemical and physical properties of seeds and oil from two variants of castor plant (Rucinus Communis L.).international journal of agriculture and agricultural technology.vol .3.no.1.
- Vaitilingom.(1986). Proposition d'opération : utilisation de l'huile de Pourghére comme carburant en milieu rural africain Antony.
- Valderramas, A. C., Moura, S. H. P., Couto, M., Pasetto, S., Chierice, G. O., Guimarães, S. A. C., de Paula Zurron.A. C. B. (2008). Antiinflammatory activity of Ricinus communis derived polymer. Brazilian Journal of Oral Sciences, 7(27), 1666-1672.
- Van-WelzenP.C.(2001).Revisionsnd phylogenies of *Malesianeuphorbiaceae*: *Subtribe lasiococcinae*(Homonoia, Lasiococca, Spathiostemon) and *Clonostylis, Ricinus*, and *Wetria. blumea*43: 131–164.

- Warra.A.A. (2015).Physico-chemical and Gc//Mc analysis of wild castor(Ravinus Communis L.)seedoil.vol .7.no.2.
- Waseem Mohammed Abdul., Nahid H. Hajrah., Jamal S.M. Sabir., Saleh M. Al-Garni., Meshaal J. Sabir., Saleh A. Kabli., Kulvinder Singh Saini., Roop Singh Bora. (2018) . Therapeutic role of Ricinus communis L. and its bioactive compounds in disease prevention and treatment .
- Witchard M.(1997). Paclobutrazol Is Phloem Mobile in Castor Oil Plant (*Ricinus communis* L). J. Plant Grow. Regul. 16: 215–217.
- Xiaohu., Kalman Bjorn., Redelius Per. (2008). A new test method for determination of wax content in crude oils, residues and bitumens.
- Yakoubi Tinhinane& YOUNSAOUI Sabrina. (2020) ; L'impact de l'ajout de l'huile des noyaux de datte dans la fabrication d'un savon. (Mémoire de master, Université de Bijaia).
- Yihalem Abebe Alemayehu., Fekadu WubatuFenta., YihenewSimegnew Birhan. (2024).Fatty Acid Composition and Physicochemical Properties of Ricinus communis Seed Oil Grown from Jabi TehinanWoreda, Ethiopia. (Department of Chemistry, Debre Markos University, Debre Markos, Ethiopia).
- Zahir A.A., Rahuman A.A., Bagavan A., Santoshkumar T., Mohamed R.R., Kamaraj C., Rajkumar C., Elango G., Jayaseelan C., Marimuthu S. (2010). Evaluation of botanical extracts against Haemaphysalisbispinosa Neumann and Hippobosca maculata Leach. Parasitol. Res, 107, 585–592.
- Zineb. K.and S. Manel.(2020). "Etude comparative de l'influence du séchage sur la valeur nutritionnelle de deux graines oléagineuses, graines de Lin et de soja (Linumusitatissimum et Glycine max).

الملخص:

تتمحور هذه الدراسة حول نبات الخروع والذي ينتمي إلى العائلة السوسبية والمنتشرة في المناطق ذات درجات الحرارة المعتدلة (المدارية و شبه المدارية)، وتتعدد مجالات إستعمالاته، فالزيت المستخرج من بذوره يعد من أهم الزيوت البذرية نظرا للخصائص الفيزيائية، الكيميائية، البيوكيميائية، والحيوية التي يتميز بها، حيث يستخدم في الطهي، صناعة مستحضرات التجميل، والطب وصناعة الأدوية، كما يُستخدم في تصنيع الصابون، البلاستيك، والوقود الحيوي. تعود الخصائص المميزة له للتركيب الكيميائي المميز لزيت بذور الخروع والغني بالأحماض الذهنية الغير مشبعة وأهمها حمض الريسينوليك، ومضادات الأكسدة ، وقمنا بهذه الدراسة التحليلية النظرية بهدف التعرف على هذه الخصائص الفيزيائية والكيميائية وكذلك البيولوجية لزيت بذور الخروع وذلك انطلاقا من التعرف على مركباته الكيمائية، ومنه إستنتاج أهمية هذا الزيت مقارنة ببقية الزيوت الأخرى،وتأثير العوامل المختلفة على خصائصه.

الكلمات المفتاحية: نبات الخروع، العائلة السوسبية، الزيوت البذرية، الأحماض الدهنية الغير مشبعة، حمض الريسينوليك، مضادات الأكسدة.

Abstract:

This study focuses on *Ricinus Communis L.* plant, which belongs to the Euphorbiaceae family and is widespread in regions with moderate temperatures (tropical and subtropical). Its applications are diverse; the oil extracted from its seeds is among the most important seed oils due to its distinctive physical, chemical, biochemical, and biological properties. It is used in cooking, cosmetics manufacturing, medicine, and pharmaceuticals. Additionally, it is employed in the production of soap, plastics, and biofuels. The unique characteristics of this oil are attributed to its distinctive chemical composition, rich in unsaturated fatty acids, particularly ricinoleic acid, as well as antioxidants. This analytical study aimed to explore the physical, chemical, and biological properties of castor seed oil, starting from identifying its chemical compounds. Based on this, the study concludes the significance of this oil compared to other oils and examines the impact of various factors on its properties.

Keywords: *Ricinus Communis L.*, Euphorbiaceae family, seed oils, unsaturated fatty acids, ricinoleic acid, antioxidants.

الملخص:

تتمحور هذه الدراسة حول نبات الخروع والذي ينتمي إلى العائلة السوسبية والمنتشرة في المناطق ذات درجات الحرارة المعتدلة (المدارية و شبه المدارية)، وتتعدد مجالات إستعمالاته، فالزيت المستخرج من بذوره يعد من أهم الزيوت البذرية نظرا للخصائص الفيزيائية، الكيميائية، البيوكيميائية، والحيوية التي يتميز بها، حيث يستخدم في الطهي، صناعة مستحضرات التجميل، والطب وصناعة الأدوية، كما يُستخدم في تصنيع الصابون، البلاستيك، والوقود الحيوي. تعود الخصائص المميزة له للتركيب الكيميائي المميز لزيت بذور الخروع والغني بالأحماض الذهنية الغير مشبعة وأهمها حمض الريسينوليك، ومضادات الأكسدة ، وقمنا بهذه الدراسة التحليلية النظرية بهدف التعرف على هذه الخصائص الفيزيائية والكيميائية وكذلك البيولوجية لزيت بذور الخروع وذلك انطلاقا من التعرف على مركباته الكيمائية، ومنه إستنتاج أهمية هذا الزيت مقارنة ببقية الزيوت الأخرى،وتأثير العوامل المختلفة على خصائصه.

الكلمات المفتاحية: نبات الخروع، العائلة السوسبية، الزيوت البذرية، الأحماض الدهنية الغير مشبعة، حمض الريسينوليك، مضادات الأكسدة.