

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

رقم الترتيب:

People's Democratic Republic of Algeria

رقم التسلسل:

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministry of Higher Education and Scientific Research

جامعة الشهيد حمه لخضر- الوادي

University of Echahid Hamma Lakhdar – El-Oued



كلية علوم الطبيعة والحياة

قسم البيولوجيا

مذكرة مقدمة لنيل شهادة ماستر LMD

شعبة العلوم البيولوجية

تخصص تنوع بيئي وفيزيولوجيا النبات

الموضوع

التحليل الكيموفيزيائي للمركبات النشطة في بعض النباتات المستخدمة لعلاج التهابات الجهاز التناسلي الأنثوي

من إعداد الطالبات :

-حامدي زينب

- فاطمة الزهراء فايزي

- معمري أية

لجنة المناقشة:

| | | |
|--------------------|-------|--------------------------------|
| د. شمسة احمد خليفة | رئيس | جامعة الشهيد حمه لخضر - الوادي |
| د. قادري منيرة | مؤظرا | جامعة الشهيد حمه لخضر - الوادي |
| د.شراذه نزار | ممتحن | جامعة الشهيد حمه لخضر - الوادي |

الموسم الجامعي: 2025/2024

م
م
م
م

The image features four large, stylized black Arabic letters 'م' (Meem) arranged vertically. Each letter is decorated with orange diamonds: the top letter has one diamond on its right side, the second has one on its left, the third has one on its left, and the bottom letter has two diamonds on its left side. The letters are connected to a vertical line of four 'م' characters on the right side of the page.

شكر وتقدير

الحمد لله الذي منحنا الإرادة و الصبر لإستكمال المشوار الجامعي ووقفنا و أعاننا لإتمام هذا العمل فإليه يرجع الفضل كله، نحمده حمد الشاكرين على نعمه الظاهرة و الباطنة.

ونشكر كل من ساهم في إتمام هذا البحث من قريب أو بعيد، فقد قال رسول الله ﷺ : " لا يشكر الله من لا يشكر الناس"، وأن عملا كهذا وخاصة الجزء العملي منه المتعلق بالدراسة الميدانية لم يكن ليقضى لولا

أستاذتنا السيدة " قادري منيرة " التي أشرفت على هذا العمل و لم تبخل علينا بتوجيهاتها و تعاليمها و نصائحها التي مكنتنا من تجاوز صعوبات و إستفهامات عديدة، فكل الشكر و العرفان و التقدير و الإمتنان لها و نتوجه بخالص الشكر و التقدير لأعضاء اللجنة الموقرين على جهودهم القيمة و مساهمتهم الفاعلة، جزاكم الله خيرا وبارك في جهودكم .

كما أوجه خالص شكري و إمتناني إلى أهلنا أصحاب الفضل علينا بعد الله عز وجل

و ذلك لدعمهم المستمر لنا ماديا و معنويا.

دون أن ننسى شكر زملائنا في الدفعة و جميع الأصدقاء الذين كانوا يدعون في إثراء هذا البحث المتواضع.

Dédicace الإهداء

بكل حب وامتنان، أحمد الله حمداً كثيراً طيباً مباركاً، الذي بنعمته تتم الصالحات، والذي يسر لنا
درب النجاح رغم الصعوبات .

أهدي ثمرة هذا الإنجاز أولاً لنفسي التي صبرت وثابرت، ثم إلى من كانت نبع الحنان ورفيقة
الدرب، أمي الحبيبة، التي بدعائها وقلبها الكبير كنت أستمد قوتي .

وإلى أبي العزيز، سندي وفخري، الذي علّمني أن بالإصرار نصنع المجد .

وإلى إخوتي الأعمام، نبض قلبي ومصدر دعمي، الذين كانوا معي في كل خطوة

إلى زميلاتي العزيزات ، رفيقات الدرب وشريكات الطموح، من تقاسمنا معاً لحظات الجد

والتعب، والفرح والإنجاز لكن مني كل الشكر والمحبة، وكل أساتذتنا الكرام، وبالأخص الأستاذة

المشرفة "قادري منيرة"، على توجيهها وتشجيعها المستمر .

إهداء زينب

Dédicace الإهداء

اهدي ثمرة عملي المتواضع هذا إلى منبع الحنان الذي حملتني وهن على وهن والى التي سهرت الليالي ليطيب نومي ، إلى التي قامت من أجلى إلى امي الغالية حفظها الله واطال في عمرها والى الذي دعمني في مشواري الدراسي وكان سند لي بنصائحه وإرشاداته إلى أبي حفظه الله واطال عمره

إلى سندي في الحياة اخواتي و خواتي والى أروع الصديقات رفيقات دربي ادامكم الله لي .

والى من علمونا حروفا من ذهب وكلمات من درر وعبارات من اسمي عبارات العلم إلى من صاغوا لنا من علمهم حروفا ومن فكرهم منارة تنير لنا سيرة العلم والنجاح إلى أساتذتنا الكرام وخاصة الأستاذة المشرفة التي قدمت كل مالمديها من التوجيهات والمساعدات قادري منيرة

اهداء فاطمة الزهراء

Dédicace الإهداء

الحمد لله الذي يسر البدايات و أكمل النهايات و بلغنا الغايات الحمد لله الذي بنعمته تتم
الصالحات ها أنا اليوم أعيش شعور هذه الاية

" فرحين بما آتاهم الله من فضله "

ها أنا اليوم أتوج اللحظات الأخيرة من هذا الطريق، بعد تعبٍ ومشقةٍ دامت سنواتٍ في سبيل
الحلم والعلم. حملت في طياتها أمنيات الليلي، وأصبحت اليوم قُرّة عين. ها أنا اليوم أقف على
عتبة تخرجني بشهادة الماستر. أقطف ثمار تعبي. وأدفع قبعتي بكل فخر، فاللهم لك الحمد إذا
رضيت. ولك الحمد بعد الرضا. لأنك وفقنتي لإتمام هذا النجاح وتحقيق حلمي.

الى من جعل الله الجنة تحت اقدمها واحتضني قلبها قبل يدها وسهلت لي الشدائد بدعائها الى
القلب الحنون و الشمعة التي كانت لي في الليلي المظلمة سر قوتي ونجاحي ومصباحي
ومصباح دربي .(أمي)

اهدي تخرجي الى الذي زين اسمي باجمل الألقاب ،من دعمني بلا حدود واعطاني بلا مقابل ، الى
من غرس في روحي مكارم الاخلاق داعمي الأول في مسيرتي .(ابي)

الى ضلعي الثابت ، وامان ايامي ، الى ملهمي نجاحي، الى من شددت عضدي بهم فكانو مصدر
قوتي ، وينابيع ارتوي منها الى خيرة ايامي وصفوتها .(اخوتي)

ولا أنسى رفقاء الروح، و الجنود الخفية الذين شاركوني خطواتي في هذا الطريق، الى من كانوا
سنداً لأحلامي وامالي ورفاق نجاحي، هونوا علي تعب الطريق، إلى من شجعوني على المثابرة
و إكمال مسيرتي، ممتنة لكم. (صديقاتي)

لولا فضل الله وتوفيق منه ما كنت لأفعل الحمد لله شكراً وحباً و امتناناً على البدء و الختام.

اهداء آية

المخلص

ملخص

تهدف هذه الدراسة إلى التحليل الكيموفيزيائي للمركبات النشطة في بعض النباتات الطبية المستعملة تقليدياً لعلاج التهابات الجهاز التناسلي الأنثوي. لتحقيق هذا الهدف، تم اختيار ثلاث أنواع نباتية هي: قشور الرمان *Punicagranatum* L، الخزامى *Lavandulaangustifolia*، والدباغ (لحاء الصنوبر) *Pinus* إضافة إلى مزيج من النباتات الثلاث. كما تم اختبار فعاليتها ضد أربع سلالات بكتيرية ممرضة هي *Pseudomonasaeruginosa*، *Escherichiacoli*، *Klebsiellapneumoniae* و *Staphylococcus aureus*. أعدت المستخلصات المائية للنباتات ومزيجها بطريقة النقع، ثم أُجري التقدير الكمي لمركبات الأيض الثانوي (الفينولات، الفلافونويدات، والتانينات)، تلاه تقييم النشاط المضاد للبكتيريا، مع محاولة الكشف عن المركبات الفعالة و المجموعات الوظيفية باستخدام ال FTIR. أظهرت النتائج أن مستخلص الدباغ احتوى على أعلى نسبة من عديدات الفينول (460.14 ± 18.06) بالميكروغرام المكافئ لحمض الغاليك لكل مليغرام من المستخلص النباتي، بينما سجل مستخلص قشور الرمان أعلى قيمة للفلافونويدات (714.67 ± 35.36) بالميكروغرام المكافئ للكروماتين لكل مليغرام من المستخلص النباتي، في حين كان مستخلص الدباغ الأغنى بالتانينات (745.33 ± 11.55) بالميكروغرام المكافئ للفانيلين لكل مليغرام من المستخلص النباتي. أما بخصوص الفعالية المضادة للبكتيريا، فقد أبدى مستخلص قشور الرمان أعلى تثبيط ضد *Klebsiellapneumoniae* بقطر تثبيط قدر بـ 14.67 ± 0.58 مم، بينما أظهر مستخلص الدباغ فعالية أكبر ضد *Escherichiacoli* بقطر تثبيط قدر بـ 12.00 ± 1.00 مم. وسجل مستخلص الخزامى أعلى تثبيط ضد *Staphylococcus aureus* بقطر تثبيط قدر بـ 15.33 ± 1.53 مم، في حين أظهر المزيج فعالية معتبرة ضد *Staphylococcus aureus* 1.00 ± 14.00 مم. المستخلصات غنية بالمركبات الفينولية والفلافونويدية النشطة، التي تعمل بآليات متعددة تشمل اختراق الغشاء البكتيري، التداخل مع الإنزيمات، وهو ما يفسر الفعالية العالية ضد *Staphylococcus aureus* مقارنة بالسلالات سالبة الغرام المقاومة مثل *P. aeruginosa*. وقد دعمت تقنية FTIR هذه النتائج بإظهار المجموعات الوظيفية الفينولية الفعالة انطلاقاً من هذه المعطيات، تفترض الدراسة إمكانية الاستفادة من هذه المستخلصات النباتية في تطوير مستحضر دوائي طبيعي فعال ضد البكتيريا المسببة لالتهابات الجهاز التناسلي الأنثوي، باعتبارها بدائل واعدة للمضادات الحيوية التقليدية الكلمات المفتاحية: التهابات الجهاز التناسلي الأنثوي – لحاء الصنوبر *Pinus* – قشور الرمان *Punicagranatum* L – النشاطية المضادة للبكتيريا - الخزامى *Lavandulaangustifolia*.

Résumé

Cette étude vise à analyser la composition chimico-physique des composés bioactifs présents dans certaines plantes médicinales traditionnellement utilisées pour traiter les infections du système reproducteur féminin.

Pour atteindre cet objectif, trois espèces végétales ont été sélectionnées : l'écorce de grenade (*Punicagranatum L.*), la lavande (*Lavandulaangustifolia*) et l'écorce de pin (*Pinus sp.*), ainsi qu'un mélange des trois plantes. Leur activité antibactérienne a été testée contre quatre souches bactériennes pathogènes : *Klebsiella pneumoniae*, *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa* et *Staphylococcus aureus*.

Les extraits aqueux des plantes et de leur mélange ont été préparés par la méthode de macération. Une quantification des métabolites secondaires (phénols, flavonoïdes et tanins) a été réalisée, suivie d'une évaluation de leur activité antibactérienne. Les composés actifs et les groupes fonctionnels ont ensuite été identifiés à l'aide des techniques LC-MS et FTIR.

Les résultats ont montré que l'extrait d'écorce de pin contenait la plus forte teneur en composés phénoliques totaux ($18,06 \pm 460,14 \mu\text{g GAE/mg}$ d'extrait), tandis que l'extrait d'écorce de grenade présentait la teneur la plus élevée en flavonoïdes ($35,36 \pm 714,67 \mu\text{g QE/mg}$ d'extrait). L'extrait d'écorce de pin s'est également révélé le plus riche en tanins ($11,55 \pm 745,33 \mu\text{g TAE/mg}$ d'extrait).

Concernant l'activité antibactérienne, l'extrait d'écorce de grenade a montré la plus forte inhibition contre *Klebsiella pneumoniae* avec un diamètre d'inhibition de $14,67 \pm 0,58 \text{ mm}$, tandis que l'extrait d'écorce de pin a présenté la plus forte activité contre *Escherichia coli* ($12,00 \pm 1,00 \text{ mm}$).

L'extrait de lavande a révélé la plus forte inhibition contre *Staphylococcus aureus* ($15,33 \pm 1,53$ mm), et le mélange a également montré une activité notable contre *S.aureus* ($14,00 \pm 1,00$ mm).

L'analyse LC-MS a révélé que l'extrait d'écorce de grenade contenait des composés tels que l'Épicatéchine (% 21.02), la L-Proline (% 19.62), le Bêta-carotène (% 17.11), la Quercétine-3-glucoside (% 9.73) et l'Acide gallique (% 7.4). L'extrait de lavande contenait la L-Proline (%76.59), suivie de Thymol (7.89%), Bêta-carotène (3.41%) et Lutéoline (3.26%).

Dans l'extrait d'écorce de pin, l'Épicatéchine (35.51%) représentait le composé principal, suivie du β -Carotène (20.56%) et de la L-Proline (18.38%).

Dans le mélange, les composés dominants étaient l'Épicatéchine (35.51%), β -Carotène (20.56%) et L-Proline (18.37%).

Les extraits se sont révélés riches en composés phénoliques et flavonoïdiques actifs tels que l'Épicatéchine et le Thymol, agissant par plusieurs mécanismes, notamment la perturbation de la membrane bactérienne et l'interférence avec les enzymes. Cela explique leur forte activité contre *Staphylococcus aureus* par rapport aux souches à Gram négatif résistantes comme *Pseudomonas aeruginosa*.

Les analyses LC-MS/MS et FTIR ont confirmé la présence de groupes fonctionnels phénoliques responsables de l'activité biologique.

À partir de ces résultats, l'étude suggère la possibilité d'utiliser ces extraits végétaux pour le développement d'une formulation pharmaceutique naturelle efficace contre les bactéries responsables des infections du tractus génital féminin, représentant ainsi une alternative prometteuse aux antibiotiques conventionnels.

Mots-clés : Infections du système reproducteur féminin - activité antibactérienne – *Punicagranatum L -Lavandulaangustifolia - Pinus* .

Abstract:

This study aims to analyze the chemico-physical composition of bioactive compounds in certain medicinal plants traditionally used to treat infections of the female reproductive system. To achieve this goal, three plant species were selected: pomegranate peel (*Punica granatum L.*), lavender (*Lavandula angustifolia*), and pine bark (*Pinus sp.*), in addition to a mixture of the three plants. Their antibacterial activity was tested against four pathogenic bacterial strains: *Klebsiella pneumoniae*, *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, and *Staphylococcus aureus*.

Aqueous extracts of the plants and their mixture were prepared using the maceration method. Quantitative determination of secondary metabolites (phenolics, flavonoids, and tannins) was carried out, followed by the evaluation of their antibacterial activity. The active compounds and functional groups were then identified using LC–MS and FTIR techniques.

The results showed that the pine bark extract contained the highest level of total phenolics ($18.06 \pm 460.14 \mu\text{g GAE/mg extract}$), while the pomegranate peel extract exhibited the highest flavonoid content ($35.36 \pm 714.67 \mu\text{g QE/mg extract}$). The pine bark extract was also the richest in tannins ($11.55 \pm 745.33 \mu\text{g TAE/mg extract}$).

Regarding antibacterial activity, the pomegranate peel extract showed the highest inhibition against *Klebsiella pneumoniae* with an inhibition zone of $14.67 \pm 0.58 \text{ mm}$, while the pine bark extract displayed the strongest activity against *Escherichiacoli* ($12.00 \pm 1.00 \text{ mm}$). The lavender extract exhibited the highest inhibition against *Staphylococcus aureus* ($15.33 \pm 1.53 \text{ mm}$), and the mixture extract also demonstrated notable activity against *S. aureus* ($14.00 \pm 1.00 \text{ mm}$).

The LC–MS analysis revealed that the pomegranate peel extract contained compounds such as Epicatechin (21.02%), L-Proline (19.62%), Beta-carotene (17.11%), Quercetin-3-glucoside (9.73%), and Gallic acid (7.4%).

The lavender extract contained L-Proline (76.59%), followed by Thymol (7.89%), Beta-carotene (3.41%), and Luteolin (3.26%).

In the pine bark extract, Epicatechin (35.51%) was the main compound, followed by β -Carotene (20.56%) and L-Proline (18.38%).

In the mixture, the predominant compounds were Epicatechin (35.51%), β -Carotene (20.56%), and L-Proline (18.37%).

The extracts were rich in active phenolic and flavonoid compounds such as Epicatechin and Thymol, which act through multiple mechanisms, including membrane disruption and enzyme interference. This explains their high activity against *Staphylococcus aureus* compared to Gram-negative resistant strains like *Pseudomonas aeruginosa*.

The LC–MS/MS and FTIR analyses confirmed the presence of functional phenolic groups responsible for the biological activity. Based on these findings, this study suggests the potential use of these plant extracts in developing a natural pharmaceutical formulation effective against bacteria responsible for female reproductive tract infections, representing a promising alternative to conventional antibiotics.

Keywords: Female reproductive system infections - antibacterial activity - *Punicagranatum L-* *Lavandula angustifolia* -*Pinus*

الفهرس

جدول المحتويات

| العنوان | رقم الصفحة |
|--|------------|
| الشكر والتقدير | |
| الإهداء | |
| الملخص | |
| جدول المحتويات | |
| قائمة الصور والأشكال | |
| قائمة الجداول | |
| قائمة الاختصارات والرموز | |
| المقدمة | |
| الجزء النظري | |
| I. الفصل الأول: الجهاز التناسلي الانثوي | 01 |
| 1.1. الجهاز التناسلي الانثوي ((The female reproductive system (FRT)) | 03 |
| 1.1.1. مكونات الجهاز التناسلي | 03 |
| 2.1. امراض الجهاز التناسلي الانثوي | 05 |
| 1.2.1. الورم الليفي الرحمي (Uterine Fibroid/Leiomyoma) | 05 |
| 2.2.1. التهاب بطانة الرحم (Endometritis) | 06 |
| 3.2.1. فيروس الورم الحليمي البشري (HPV) Human Papillomavirus | 06 |
| 4.2.1. الإملاص (الولادة لجنين ميت) | 06 |
| 3.1. أنواع الالتهابات الجهاز التناسلي الانثوي | 07 |
| 1.3.1. التهاب عنق الرحم | 07 |
| 2.3.1. التهابات المهبل (Infectious Vulvovaginitis) | 07 |
| 3.3.1. التهاب الحوض (PID) | 07 |
| 4.3.1. التهاب الفرج | 07 |
| 4.1. أسباب التهابات الجهاز التناسلي | 08 |
| 1.4.1. اختلال التوازن البكتيري في المهبل | 09 |
| 2.4.1. الأمراض المزمنة والمناعة | 09 |
| 3.4.1. العدوى بأنواع بكتيرية ممرضة | 09 |
| 5.1. البكتيريا المدروسة | 10 |
| 1.5.1. <i>Escherichia coli</i> | 10 |
| 2.5.1. <i>Klebsiella pneumonia</i> | 11 |
| 3.5.1. <i>Staphylococcus aureus</i> | 13 |
| 4.5.1. <i>Bacillus</i> | 14 |

| | |
|----|--|
| 15 | <i>Pseudomonasaeruginosa</i> .5.5.I |
| 17 | II . الفصل الثاني: النباتات الطبية المدروسة |
| 18 | II .1. النباتات الدوائية التي تم دراستها |
| 18 | II.1.1. نبات الرمان <i>LPunicagranatum</i> |
| 28 | II.2.1. نبات الخزامى <i>Lavandulaangustifolia</i> |
| 39 | II.3.1. نبات الصنوبر <i>Pinus</i> |
| 46 | III . الفصل الثالث: تقنيات الفصل و التحليل الطيفي : الكروماتوغرافيا و FTIR |
| 48 | III.1. تعريف الكروماتوغرافيا (Chromatography) |
| 48 | III.2. انواع الكروماتوغرافيا |
| 49 | III.1.2. كروماتوغرافيا تبادل الأيونات (Ion-Exchange Chromatography) |
| 49 | III.2.2. كروماتوغرافيا العمود (ColumnChromatography) |
| 50 | III.3.2. كروماتوغرافيا الورق (Papier Chromatography) |
| 51 | III.4.2. الكروماتوغرافيا الغازية (GC) Gas Chromatography |
| 51 | III.5.2. الكروماتوغرافيا السائلة عالية الأداء (HPLC) |
| 52 | III.3. الكروماتوغرافيا المدمجة بالأشعة الحمراء (Chromatography-FTIR) |
| 54 | IV.الجزء العملي الفصل الأول :المواد والطرق |
| 56 | I. الدراسة الفيتو كيميائية |
| 56 | I. .1. اختيار العينات |
| 56 | I.2. تحضير المستخلصات النباتية |
| 59 | I. 3. التقدير الكمي لبعض مركبات الايض الثانوي |
| 64 | II الدراسة البيولوجية |
| 65 | II.1. اختبار الفعالية البيولوجية ضد البكتيريا |
| 68 | الفصل الثاني : مناقشة النتائج |
| 69 | I. الدراسة الفيتوكيميائية |
| 69 | I.1. قياس درجة حموضة PH للمستخلصات النباتية باستخدام جهاز قياس الحموضة |
| 69 | I.2. وزن المستخلصات المتحصل عليها |
| 70 | I.3. تقدير المركبات الفينولية و الفلافونويداتو التانينات في المستخلصات النباتية المدروسة |
| 70 | I.3.1. التقدير الكمي للفينولات |
| 72 | I.3.2. التقدير الكمي للفلافونويدات |
| 74 | I.3.3. التقدير الكمي للتانينات |
| 78 | II . تقدير الفعالية المضادة للبكتيريا |
| 78 | II.1. تأثير المستخلصات النباتية على السلالات البكتيرية المختبرة |
| 88 | II.2. المقارنة بين المضادات الحيوية والسلالات البكتيرية |

| | |
|----|--|
| 90 | III. تحليل نتائج منحنى FTIR للمستخلصات النباتية المدروسة |
| 90 | 1.III. تحليل منحنى FTIR للمستخلص المائي للخزامى <i>Lavandulaangustifolia</i> |
| 91 | 2.III. تحليل منحنى FTIR للمستخلص المائي للرمان <i>LPunicagranatum</i> |
| 91 | 3.III. تحليل منحنى الـ FTIR للمستخلص المائي للدباغ <i>Pinus</i> |
| 92 | 4.III. تحليل منحنى FTIR للمستخلص المائي للمزيج |

جدول الصور والأشكال

| رقم الصفحة | العنوان |
|------------|---|
| 01 | الجزء النظري I. الفصلا لأول: الجهاز التناسلي الانثوي |
| 03 | الشكل I.1. أعضاء الجهاز التناسلي الانثوي العلوي والسفلي |
| 05 | الشكل I.2. مكونات الجهاز التناسلي الانثوي (FRT) |
| 08 | الشكل I.3. موقع الإصابة بالالتهابات في الجهاز التناسلي الانثوي |
| 10 | الشكل I.4. التركيب البنيوي <i>Escherichia coli</i> |
| 11 | الشكل I.5. التركيب المستضدي <i>Escherichia coli</i> |
| 12 | الشكل I.6. التركيب البنيوي <i>Klebsiella pneumonia</i> |
| 14 | الشكل I.7. التركيب البنيوي <i>Staphylocoque aureus</i> |
| 15 | الشكل I.8. التركيب البنيوي <i>Bacillus</i> |
| 16 | الشكل I.9. التركيب البنيوي <i>Pseudomonas aeruginosa</i> |
| 17 | II . الفصل الثاني: النباتات الطبية المدروسة |
| 20 | الشكل II.1. شجرة الرمان <i>LPunicagranatum</i> |
| 21 | الشكل II.2. أوراق شجرة الرمان <i>LPunicagranatum</i> |
| 21 | الشكل II.3. أزهار الرمان <i>LPunicagranatum</i> |
| 22 | الشكل II.4. ثمرة الرمان <i>LPunicagranatum</i> |
| 22 | الشكل II.5. بذور الرمان <i>LPunicagranatum</i> |
| 24 | الشكل II.6. البنية الكيميائية لحمض البونيك. |
| 25 | الشكل II.7. التركيب الكيميائي للمركبات النشطة بيولوجيًا الموجودة في قشر الرمان <i>LPunicagranatum</i> |
| 26 | الشكل II.8. المكونات النيوتراسيوتيكالية (Nutraceuticals) الرئيسية في مستخلص الرمان <i>LPunicagranatum</i> : فلافونويدات، أنثوسيانينات، تانينات، أحماض دهنية وعضوية، وستيرويدات. |
| 31 | الشكل II.9. التوزيع الجغرافي |
| 33 | الشكل II.10. شجرة الخزامى <i>Lavandulaangustifolia</i> |
| 33 | الشكل II.11. أوراق نبات لخزامى <i>Lavandulaangustifolia</i> |
| 34 | الشكل II.12. زهرة الخزامى <i>Lavandulaangustifolia</i> |
| 36 | الشكل II.13. المركبات الرئيسية في الزيوت العطرية والقش المقطر من اللافندر |

واللافاندين.

| | |
|----|--|
| 42 | الشكل II.14. ثمار الصنوبر <i>Pinus</i> |
| 42 | الشكل II.15. ورقة لشجرة الصنوبر <i>Pinus</i> |
| 43 | الشكل II.16. شجرة الصنوبر <i>Pinus</i> |
| 43 | الشكل II.17. لحاء شجرة الصنوبر <i>Pinus</i> |
| 49 | III . الفصل الثالث تقنيات الفصل و التحليل الطيفي : الكروماتوغرافيا و FTIR |
| 50 | الشكل III.1. كروماتوغرافيا العمود (Column Chromatography) |
| 50 | الشكل III.2. كروماتوغرافيا الورق (Paper Chromatography) |
| 52 | الشكل III.3. مخطط لنظام حلقة الضخ الحراري المغلقة (HP) مع نظام كشف مزدوج. مثال على تصميم من النوع التركيبي (المعياري). |
| 54 | IV. الجزء العملي الفصل الأول : المواد والطرق |
| 57 | الشكل I.1. تجميد العينات |
| 57 | الشكل I.2. للعينات المجففة |
| 58 | الشكل I.3. جهاز التجفيف بالتجميد Lyophilisateur |
| 68 | الفصل الثاني : مناقشة النتائج |
| 70 | الشكل I.1. المنحنى لعياري لحمض الغاليك |
| 71 | الشكل I.2. أعمدة لكمية عديدات الفينول في المتخلصات النباتية المدروسة |
| 72 | الشكل I.3. المنحنى العياري للكرستين |
| 73 | الشكل I.4. أعمدة كمية الفلافونويدات في المستخلصات النباتية المدروسة |
| 74 | الشكل I.5. أعمدة كمية التانينات في المستخلصات النباتية |
| 79 | الشكل II.1. أعمدة بيانية لأقطار التثبيط ب (مم) للمستخلص المائي لقشور الرمان <i>LPunicagranatum</i> على السلالات البكتيرية المختبرة |
| 81 | الشكل II.2. الأعمدة البيانية لأقطار التثبيط ب (مم) للمستخلص المائي للخزامى <i>Lavandulaangustifolia</i> على سلالات البكتيرية المختبرة |
| 83 | الشكل II.3. الأعمدة البيانية لأقطار التثبيط ب (مم) للمستخلص المائي للدباغ <i>Pinus</i> على السلالات البكتيرية المختبرة |
| 85 | الشكل II.4. الأعمدة البيانية لأقطار التثبيط ب (مم) للمستخلص المائي للمزيج على السلالات البكتيرية المختبرة |
| 90 | الشكل III.1. منحنى FTIR للمستخلص المائي للخزامى <i>Lavandulaangustifolia</i> |
| 91 | الشكل III.2. منحنى FTIR للمستخلص المائي لقشور الرمان <i>LPunicagranatum</i> |
| 92 | الشكل III.3. منحنى FTIR للمستخلص المائي للدباغ <i>Pinus</i> |
| 93 | الشكل III.4. منحنى FTIR للمستخلص المائي للمزيج |

قائمة الجداول

| رقم الصفحة | العنوان |
|------------|--|
| 17 | الجزء النظري : II . الفصل الثاني النباتات الطبية المدروسة |
| 22 | الجدول 1.II.التصنيف العلمي لنبات الرمان <i>LPunicagranatum</i> |
| 23 | الجدول 2.II. القيم الغذائية في نبات الرمان <i>LPunicagranatum</i> |
| 32 | الجدول 3.II.التصنيف العلمي لنبات الخزامى <i>Lavandulaangustifolia</i> |
| 41 | الجدول 4.II. بعض أنواع نبات الصنوبر <i>Pinus</i> |
| 43 | الجدول 5.II.التصنيف العلمي لنبات الصنوبر <i>Pinus</i> |
| 65 | IV. الجزء العملي : الفصل الأول: المواد والطرق |
| 66 | الجدول 1.II. السلالات البكتيرية المختبرة |
| 66 | الجدول 2.II. أنواع المضادات الحيوية المستخدمة |
| 69 | الفصل الثاني : مناقشة النتائج |
| 70 | الجدول 1.I. مردود المستخلصات النباتية |
| 72 | الجدول 2.I. كمية عديدات الفينول الكلية المقدره في المستخلصات نباتية المدروسة |
| 73 | الجدول 3.I. كمية عديدات الفلافونويدات الكلية المقدره في المستخلصات نباتية المدروسة |
| 75 | الجدول 4.I. كمية التانينات الكلية المقدره في المستخلصات نباتية المدروسة |
| 83 | الجدول 1.II.مختلف اقطار التثبيط ب (مم) للمستخلص المائي لقشور الرمان <i>LPunicagranatum</i> |
| 85 | الجدول 2.II.مختلف اقطار التثبيط ب (مم) للمستخلص المائي للخزامى <i>Lavandulaangustifolia</i> |
| 87 | الجدول 3.II.مختلف اقطار التثبيط ب (مم) للمستخلص المائي للدباغ <i>Pinus</i> |
| 90 | الجدول 4.II.مختلف اقطار التثبيط ب (مم) للمستخلص المائي للمزيج |
| 92 | الجدول 5.II. صور نتائج الفعالية المضادة للبكتيريا للمستخلصات النباتية |
| 93 | الجدول 6.II.المقارنة بين المضادات الحيوية والسلالات البكتيرية |

قائمة الاختصارات

| الرمز | التعريف |
|---------|---|
| FRT | الجهاز التناسلي الانثوي |
| HPV | فيروس الورم الحليمي البشري |
| HIV | فيروس نقص المناعة البشري |
| NSC | مرض التهاب حوض تحت سريري |
| PCR | تقنية تفاعل البوليميراز المتسلسل |
| PH | الحامضية |
| TSST-1 | سم الصدمة السمية النوع 1 |
| ETB,ETA | الذيفاناتالتقشرية |
| SEE | الذيفانات المعوية العنقودية |
| UVB | الاشعة البنفسجية |
| CPD | البيري ميدينا السكلوبي |
| OHDG-8 | 8-هيدروكسي اوكسي غوانوزين |
| GABA | حمض الغاما -امينوبيوتيريك |
| HMG-COA | مساعد الانزيم أ المرتبط ب3 هيدروكسي -3-ميثيل غلوتاريل |
| TLC | كروماتوغرافيا الطبقة الرقيقة |

| | |
|--|-------|
| كروماتوغرافيا السائلة عالية الأداء | HPLC |
| كروماتوغرافيا الغاز | GC |
| مشتقات ابيثر ثلاثي ميثيل السيليل | TMS |
| تقنية التأين الالكتروني | ET |
| كاشف التأين باللهب | FID |
| الكروماتوغرافيا المدمجة بالأشعة الحمراء | FTIR |
| الكروماتوغرافيا السائلة المقترنة بمطيافية الكتلة | LC/MS |
| Penicillin | p |
| Nitroxoline | NIT |
| Amoxilline | AX |
| Co-Trimoxazole | COT |

المقدمة

المقدمة

يُعدّ التداوي بالنباتات الطبية من أقدم الممارسات العلاجية التي لجأ إليها الإنسان منذ فجر التاريخ، حيث اعتمد الإنسان على الطبيعة كمصدر أول وأساسي للعلاج، واستخلص من النباتات مركبات فعالة ساهمت في شفاء الأمراض ومكافحة الأوبئة. وقد اكتسب هذا النوع من الطب أهمية متزايدة في العصر الحديث، نظرًا لما أثبتته البحوث من فاعلية العديد من النباتات الطبية في علاج مجموعة واسعة من الأمراض، إلى جانب انخفاض آثارها الجانبية مقارنة بالأدوية الكيميائية المصنعة. ويرى الباحثون أن كل نبتة هي بمثابة منظومة علاجية متكاملة تحتوي على مجموعة من المركبات الحيوية ذات التراكيب المتوازنة، التي وُزعت بدقة تنم عن حكمة الخالق في خلقها (قتاوي، 2019؛ الطيبي، 2004). ومع تطور العلوم الصيدلانية والبيولوجية، باتت المستحضرات النباتية (Phytopreparations) تحظى باهتمام الأوساط البحثية والطبية، حيث تُجرى عليها الدراسات السريرية والمخبرية التي أثبتت فاعليتها في العديد من التخصصات العلاجية، مما مكّنها من شق طريقها نحو الاستخدام السريري في العديد من دول العالم (Sokolik & Prozorova, 2022).

وفي إطار البحث عن حلول فعالة للمشكلات الصحية التي تواجه الإنسان، يبرز الجهاز التناسلي الأنثوي كأحد الأجهزة الأكثر عرضة للإصابة بالاضطرابات والالتهابات، وذلك بفعل طبيعته التشريحية ووظيفته المرتبطة بالهرمونات والتكاثر. وتُعدّ التهابات الجهاز التناسلي الأنثوي – وعلى وجه الخصوص التهابات المهبل – من أبرز المشكلات الصحية التي تؤثر على النساء في مختلف مراحل العمر، حيث تُسهم في تراجع جودة الحياة، وتؤثر بشكل مباشر على الصحة الإنجابية، بل قد تؤدي في بعض الحالات إلى العقم والمضاعفات المزمنة (Kamangar & Emadi, 2006). وتتعدد مسببات هذه الالتهابات ما بين بكتيرية وفطرية وفيروسية وطفيلياتية، كما تختلف في شدتها من حالات طفيفة قد تمر دون أعراض واضحة إلى حالات حادة تتطلب تدخلًا علاجيًا مكثفًا (WHO, 2003؛ Sobel, 1997). وتشير بعض الدراسات إلى أن نسبة انتشار التهابات الجهاز التناسلي الأنثوي تبلغ حوالي 3.16%، مما يعكس حجم انتشار هذه الظاهرة وأثرها على الصحة العامة للنساء (Ouis, 2017).

ورغم التطور الكبير في الوسائل التشخيصية والعلاجية الحديثة، إلا أن الاعتماد المفرط على المضادات الحيوية والعقاقير الكيميائية أصبح محل قلق متزايد، لا سيما مع ظهور سلالات مقاومة للعلاج، نتيجة سوء الاستخدام أو الإفراط في تناول هذه الأدوية دون إشراف طبي. وقد حذرت دراسات عديدة من أن الاستخدام الطويل وغير المنضبط للأدوية الكيميائية قد يؤدي إلى آثار جانبية خطيرة، مثل ضعف الجهاز المناعي،

واضطراب التوازن الطبيعي للميكروبات النافعة في الجسم، فضلاً عن زيادة احتمالية الإصابة بالعدوى المتكررة (Cowan, 1999). ومن ناحية أخرى، قد تواجه بعض النساء عوائق متعددة في الحصول على العلاج المناسب، سواء بسبب ارتفاع تكلفة الأدوية، أو ندرة المرافق الصحية المتخصصة، أو التحوّف من تأثير العلاجات الكيميائية على وظائف الإنجاب، خاصة في المناطق الريفية والمجتمعات منخفضة الدخل.

في ظل هذه التحديات الصحية والاقتصادية والاجتماعية، تزايد الاهتمام بالطب البديل والتكميلي، وخصوصاً الطب القائم على النباتات الطبية، بوصفه خياراً علاجياً فعالاً وآمناً يُمكن أن يُكمّل أو يُغني عن العلاجات التقليدية في بعض الحالات. وقد كشفت الدراسات أن العديد من النباتات تحتوي على مركبات طبيعية مضادة للميكروبات والالتهابات، تُسهم في مكافحة مسببات المرضية بفعالية، دون التأثير السلبي على التوازن البيولوجي لجسم الإنسان. وقد شهدت العديد من مناطق العالم – لا سيما في قارتي آسيا وأفريقيا – اعتماداً متزايداً على الطب العشبي لعلاج أمراض النساء، مدفوعاً بعدة عوامل منها: التقاليد الثقافية، وملاءمة التكلفة، وفعالية العلاج النباتي المثبتة بالتجربة والدراسات (Geneva, 2002؛ Bafor, 2017). كما أن منظمة الصحة العالمية دعت إلى دمج الطب التقليدي في الأنظمة الصحية الوطنية، وذلك بعد أن أثبتت العديد من الممارسات التقليدية فاعليتها في التصدي للأمراض المزمنة والمعدية (WHO, 2003)، فما مدى فعالية مستخلصات قشور الرمان و الخزاميو الدباغ في علاج التهابات الجهاز التناسلي الأنثوي؟ و هل الجمع بين النباتات الثلاث يعطي فعالية أكبر؟

وانطلاقاً من كل ما سبق، حاولنا في هذا العمل دراسة مستخلصات كل من قشور الرمان *Punicagranatum L* و الخزامى *Lavandulaangustifolia* و الدباغ وهو لحاء شجرة الصنوبر *Pinussp* و هذا من خلال الكشف عن ما تحتوي من مركبات فعالة و مجموعات وظيفية و من ثم مدى تأثيرها على بعض السلالات البكتيرية. و منه تم تقسيم العمل إلى :

الجزء النظري ينقسم لثلاث فصول :

- الفصل الاول : الجهاز التناسلي الانثوي
- الفصل الثاني : النباتات الطبية المدروسة
- الفصل الثالث : تقنيات الفصل والتحليل الطيفي : الكروماتوغرافيا و FTIR

الجزء التطبيقي مقسم لفصلين :

● الفصل الاول : المواد وطرق الدراسة

- التقدير الكمي لبعض مواد الايض الثانوي من عديدات الفينول والفلافونويداتوالتانينات
- الفعالية ضد البكتيرية للمستخلصات النباتية المختارة
- تحليل المستخلصات عن طريق LC/MS و FTIR

● الفصل الثاني النتائج والمناقشة وتم فيه تحليل النتائج ومناقشتها

الفصل الأول

الجهاز التناسلي الانثوي
The female reproductive
system

منذ أن خلق الله الإنسان وأسكنه الأرض حرص على استمرار النسل من خلال التزاوج وإنجاب الذرية تحقيقاً لمبدأ إعمار الأرض والاستخلاف فيها. وقد أولى الإنسان منذ القدم اهتماماً بالغاً بالحفاظ على صحته الإنجابية، سواء للذكور أو الإناث عبر معالجة الأمراض التي قد تصيب الجهاز التناسلي مستعيناً بما توفر له من وسائل في كل عصر وزمان. وكان للأعشاب الطبية دور بارز في هذا المجال، حيث تم استخدامها على نطاق واسع في مختلف أنحاء العالم، وتناقلتها الأجيال باعتبارها وسيلة فعالة في العلاج وتحقيق الشفاء (دعد، 2017).

يُعد الجهاز التناسلي الأنثوي منظومة فسيولوجية معقدة تتكوّن من عدة أعضاء تؤدي وظائف محورية في نضج المرأة الجنسي والإنجابي. ويُعرف انقطاع الطمث بأنه المرحلة التي تنتهي فيها القدرة الإنجابية للمرأة ويحدث عادة بشكل طبيعي في متوسط عمر يتراوح بين 51 و52 عاماً، وقد يبدأ في بعض الحالات بعد سن الأربعين (Clarke et Khosla, 2010).

كما يحتوي الجهاز التناسلي الأنثوي على بكتيريا طبيعية تلعب دوراً مهماً في الحفاظ على التوازن البيئي الميكروبي داخله، إذ تستخدم آليات مضادة للميكروبات للحد من تكاثر الجراثيم المسببة للأمراض. وعند حدوث اختلال في هذا التوازن، يمكن أن تتكاثر الميكروبات الخارجية أو الداخلية الممرضة مما يؤدي إلى التهابات في الجهاز التناسلي الأنثوي (FRTIs). وتُعد هذه الالتهابات من المشكلات الصحية الشائعة بين النساء في سن الإنجاب، وترتبط بزيادة خطر الإصابة بفيروس نقص المناعة البشرية كما قد تسفر عن مضاعفات خطيرة تشمل آلام الحوض، والعقم، والحمل خارج الرحم، والولادة المبكرة، والإجهاض، وحتى الإصابة بسرطان عنق الرحم أو الرحم (Katawaet al., 2021).

ومن أبرز المشكلات الصحية التي تصيب الجهاز التناسلي الأنثوي: التهاب المهبل البكتيري الناتج عن بكتيريا *Gardnerella vaginalis*، بالإضافة إلى الالتهابات الناجمة عن الفطريات، والطفيليات، والفيروسات (Virginia, 2000).

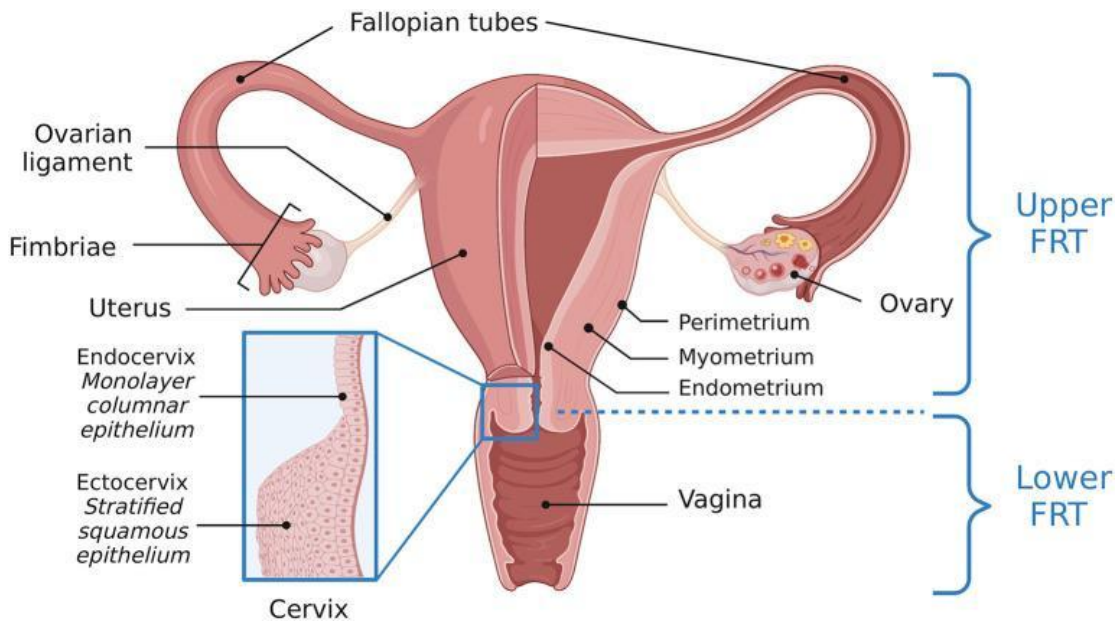
سننتظر في هذا الفصل الى التعرف على:

- الجهاز التناسلي الانثوي
- امرض الجهاز التناسلي الانثوي
- أنواع التهابات الجهاز التناسلي مثل التهابات المهبل، الرحم والمبيض.
- أسباب التهابات الجهاز التناسلي (مثل العدوى الفطرية او البكتيرية، التغيرات الهرمونية وضعف المناعة).

1.I الجهاز التناسلي الانثوي (The female reproductive system (FRT))

يتكون FRT من سلسلة من الانسجة والأعضاء المتصلة بما في ذلك المهبل وعنق الرحم والرحم وقناتي المبيض واثنين من المبيضين.

يتم تقسيم هذه الأعضاء الى FRT العلوي والسفلي. يتكون FRT السفلي من المهبل وعنق الرحم الخارجي FRT العلوي الي عنق الرحم وقناتي البيض والمبيضين (الشكل 1). تعمل الخلايا الظهارية كحاجز بين "الخارج" و"الدخل". يحتوي FRT السفلي على حاجز ظهاري حرشفي وقائي طبقي (Vitali (Wessels, 2018), 2017)



الشكل 1.I. أعضاء الجهاز التناسلي الأنثوي العلوي والسفلي (Site1)

1.1.I مكونات الجهاز التناسلي

يتكون الجهاز التناسلي الانثوي من العديد من العناصر التي قد تكون مختلفة في التركيب والفعالية الوظيفية.

المبيض Ovary

المبيض هو عضو تناسلي أنثوي يلعب دورين فسيولوجيين رئيسيين جوهريين.

أولا المبيض مسؤول عن نمو الجريب وتمايز الجريب وإطلاق البويضات المختصة للإخصاب ثانيًا إنه مسؤول عن تصنيع وإفراز هرمونات الستيرويد الجنسية (أي هرمون الاستروجين والبروجسترونات والأندروجينات) الضرورية للحفاظ على نمو الجري بلبت والخصوبة ودورة الحيض والحمل (Hernandez-Ochoa *et al.*, 2009)

قناة البيض (Oviduct)

وهي عبارة عن قناة عضلية ذات حركة. وتفتح احدى نهايتها الي تجويف البريتون قرب المبيض اما النهاية الأخرى فتتصل بالرحم. وتحتوي النهاية الحرة على امتدادات اصبعية الشكل تدعى الخمل *fimbriae*.

الرحم (Uterus)

وهو عبارة عن عضو كمتري الشكل يتألف من جسم *corpus* يقع فوق منطقة متضيقة من تجويف الرحم تدعى بالفسحة الداخلية اما التركيب الاسطواني السفلي الذي يقع أسفل الفسحة الداخلية فيدعى بعنق الرحم ويدعى جزء جسم الرحم الواقع فوق مناطق دخول قناة البيض بالقبة. ويكون جدار الرحم سميكاً نسبياً (يوسف والحمود، 2003).

المهبل (Vagina)

قناة عضلية مرنة تمتد من فتحة الفرج إلى عنق الرحم وتُعرف أيضاً بقناة الولادة. تسمح بمرور دم الحيض وتستقبل القضيب أثناء الجماع وتُستخدم كمسار لولادة الجنين. (Phillippi et Kantrowitz-Gordon, 2023)

عنق الرحم (Cervix)

الجزء السفلي الضيق من الرحم، يربط بين المهبل وتجويف الرحم. يحتوي على قناة ضيقة تسمح بمرور الحيوانات المنوية إلى الرحم وخروج دم الحيض. (Phillippi et Kantrowitz-Gordon, 2023)

الأعضاء التناسلية الخارجية External Genitalia

تتألف الأعضاء التناسلية الخارجية او الفرج من البظر والشفرتين الصغيرتين والشفرتين الكبيرتين وبعض الغدد التي تفسح في الدهليز. (يوسف والحمود، 2003).

الفتحة التناسلية

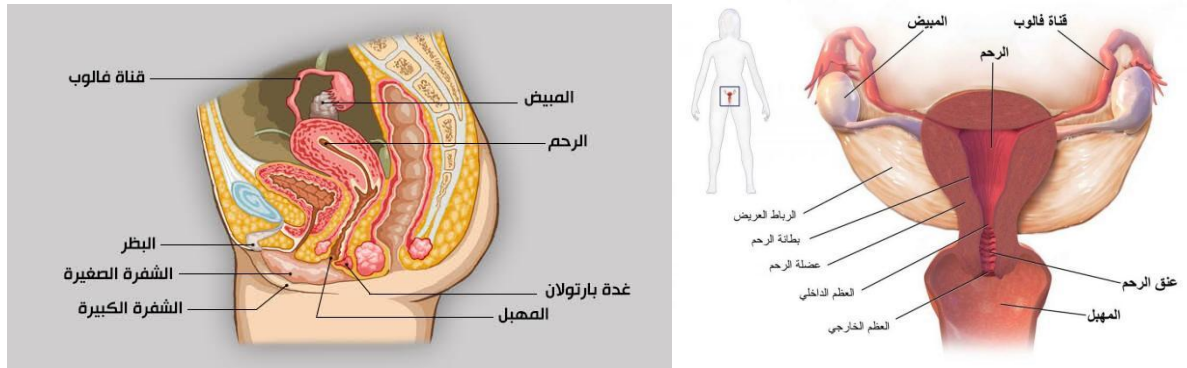
وهي الفتحة الخارجية لكل من الجهاز التناسلي والبولي معا الجزء الظاهر الخارجي من الفتحة التناسلية يتكون من طيتين تسمى الشفرين الكبيرين في حين ان الشفرين الصغيرين يتكون من طيتين في داخل الشفرين الكبيرين.

البظر

هو عضو حساس وقابل للانتصاب يتموضع بين الشفرين الصغيرين عند طرفيهما العلويين يتمثل في بروز صغير يقابل القضيب عند الذكور.

الغدد المساعدة

وهي غدد بارثولين، هما غدتان توجدان على جانبي وخلف فوهة المهبل بحيث تفتح على مدخل الفرج عند غشاء البكارة وهي تفرز مادة مخاطية عديمة اللون ولها رائحة خاصة وتقوم بتسهيل عملية الجماع لانها مادة مزلفة. ويكون حجم الغدة صغير ثم يزداد فب فترة البلوغ وخلال فترة الاخصاب ثم تعود وتضمر بعد سن الياس (ذياب واخرون ، 2024).



الشكل I.2. مكونات الجهاز التناسلي الانثوي (FRT) (Bathija, 2014)

I.2. امراض الجهاز التناسلي الانثوي

للجهاز التناسلي الانثوي وظائف حيوية هامة في جسم المرأة الا انه عرضة للعديد من الامراض في مختلف اجزائه، كالجذء العلوي المبيض وقناة فالوب الرحم وكذا جزئه السفلي عنق الرحم المهبل الفرج من هذه الامراض: الالتهاب الناتج عن العدوى البكتيرية والطفيلية والفطرية منها التهاب المهبل والسرطان مثل: سرطان المبيض وقناة فالوب، الرحم، عنق الرحم وامراض منقولة جنسيا كالايدز والزهري والسيلان وامراض أخرى (Wakim et Grewal, 2022).

يعد الجهاز التناسلي الانثوي ممرا لدخول العديد من الاحياء المجهرية، اذ يعتبر المهبل بشكل خاص مستودعا لمختلف الاحياء المجهرية التي تسبب الامراض وكذا الامراض المتنقلة جنسيا مما يسبب الالتهابات (Harithiet *al.*, 1999).

I.2.1. الورم الليفي الرحمي (Uterine Fibroid/Leiomyoma)

هو ورم حميد شائع ينشأ من التكاثر غير الطبيعي لخلايا العضلة الملساء الرحمية، ويصيب حوالي 20% من النساء في سن الإنجاب، مع زيادة النسبة إلى 40% عند سن 35 عاماً. يرتبط نموه بالهرمونات الأنثوية، حيث يندر ظهوره قبل البلوغ ويضمحل بعد سن اليأس. يتراوح حجمه من كتل صغيرة (أقل من 1 سم) إلى أورام كبيرة قد يتجاوز قطرها 20 سم، وقد يكون منفرداً أو متعدداً. تختلف أعراضه حسب الحجم والموقع وتشمل نزيفاً غزيراً، ألماً حوضياً، أو مضاعفات. حمليه يعتمد التشخيص على التصوير بالموجات فوق الصوتية أو الرنين المغناطيسي، بينما تشمل العلاجات الأدوية الهرمونية أو الجراحة في الحالات المتقدمة (دعد، 2013).

2.2.I التهاب بطانة الرحم (Endometritis)

يُعرف التهاب بطانة الرحم (*Endometritis*) على أنه التهاب يصيب الطبقة الداخلية للرحم (البطانة الرحمية)، ويُصنف من قِبَل أخصائيي الأمراض إلى نوعين رئيسيين: حاد ومزمن، بناءً على الخصائص النسيجية والمظاهر السريرية.

التهاب بطانة الرحم الحاد (Acute Endometritis)

- يتميز بوجود ارتشاحات التهابية حادة، تشمل تكوّن خراجات صغيرة (*microabscesses*) وتسلل العدلات (*neutrophils*) داخل غدد بطانة الرحم.
- يرتبط عادةً بالعدوى البكتيرية الصاعدة، مثل تلك التي تلي الإجراءات النسائية (كالإجهاض أو الولادة).

التهاب بطانة الرحم المزمن (Chronic Endometritis)

- يُشخص نسيجياً بوجود خلايا بلازمية (*plasma cells*) بأعداد متفاوتة في سدى بطانة الرحم (*endometrial stroma*).
- قد يكون مرتبطاً بعدوى مزمنة أو استجابة مناعية غير طبيعية، ويُعتبر عاملاً مساهماً في بعض حالات العقم أو الإجهاض المتكرر (Hubert et al., 2007).

3.2.I فيروس الورم الحليمي البشري (HPV) Human Papillomavirus

قد يكون مرض التهاب الحوض عامل خطر للإصابة بسرطان المبيض. وقد تم اقتراح الالتهاب كحلقة سببية تربط بين مرض التهاب الحوض وسرطان المبيض. حيث أظهرت الدراسات السيرولوجية الوبائية وجود ارتباط بين العدوى السابقة بميكروب *Chlamydia trachomatis* وسرطان المبيض، على الرغم من أن هذا الارتباط كان غير متسق. ومع ذلك، وبالنظر إلى أن *Chlamydia trachomatis* تُسبب كسوراً في الحمض النووي مزدوج السلسلة في خلايا العائل المصابة، فقد يوجد مسار سببي محتمل يتمثل في أن عدوى *Chlamydia trachomatis* في خلايا الظهارة بقناة فالوب تعمل كعامل مساعد إلى جانب عوامل التهابية مسرطنة أخرى في نشوء سرطان المبيض. (Brunham et al., 2020)

4.2.I الإملاص (الولادة لجنين ميت)

يمكن أن يحدث موت الجنين داخل الرحم نتيجة لعدوى في الجهاز التناسلي للأم. وتُعدّ العدوى المنتقلة عبر الدم بفيروس نقص المناعة البشرية (HIV) أو الزهري من الأسباب الميكروبية الرئيسية لحالات الإملاص في إفريقيا (Brunham et al., 2020)

3. I أنواع التهابات الجهاز التناسلي الانثوي

1.3.I. التهاب عنق الرحم

يُعدّ حالة شائعة قد تكون عرضية أو مرتبطة بأعراض مثل الإفرازات المهبلية، وغالبًا ما ينتج عن عدوى منقولة جنسيًا مثل الكلاميديا أو السيلان، أو يكون غير محدد السبب (NSC) *Non-Specific Cervicitis*. قد يكون هذا الالتهاب مؤشرًا على مرض التهابي حوضي تحت سريري، ويرتبط بمضاعفات خطيرة مثل العقم الأنبوبي والحمل خارج الرحم. كما يرتبط بزيادة خطر الولادة المبكرة أو ولادة أطفال بوزن منخفض، خاصة في حال عدم وجود عدوى ظاهرة. (Lusk et Konecny, 2008)

2.3.I. التهابات المهبل (Infectious Vulvovaginitis)

العدوى الفطرية (Candidiasis): تسببها فطريات *Candida albican*، وتتميز بإفرازات بيضاء سمكية وحكة.

داء المشعرات (Trichomoniasis): عدوى طفيلية تنتقل جنسيًا، وتسبب إفرازات رغوية صفراء وحكة. التهاب المهبل البكتيري (Bacterial Vaginosis): ناتج عن خلل في توازن البكتيريا المهبلية، مع إفرازات رمادية ذات رائحة كريهة. (Sweet et Gibbs , 2009)

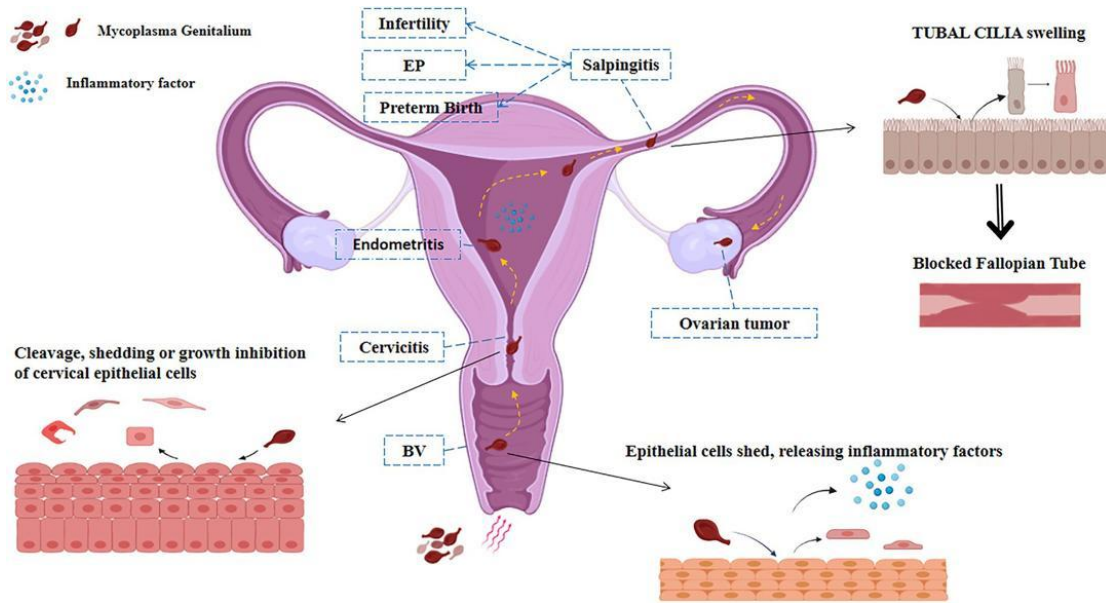
3.3.I. التهاب الحوض (PID)

التهاب الحوض الناتج عن *Chlamydia trachomatis* يرتبط بشكل وثيق بالحمل خارج الرحم والعقم الأنبوبي، خاصة في الحالات دون أعراض. في النساء المصابات يظهر أنبوب فالوب حالات التسلل الخلوي البلازمي دون عدوى مستمرة. في أفريقيا، حيث يكون العقم الأنبوبي شائعًا يرتبط التهاب الحوض الناتج عن *Chlamydia* و *Neisseria gonorrhoeae* بالعدوى التي تحدث بعد الولادة مما يؤدي إلى التهاب بطانة الرحم والعقم الثانوي. إن فحص وعلاج العدوى أثناء الحمل يقلل من خطر الإصابة بمضاعفات بعد الولادة مثل التهاب الحوض والتهاب العين الوليدي (Brunhamet al., 2020).

4.3.I. التهاب الفرج

حالة التهابية تصيب المنطقة الخارجية من الأعضاء التناسلية الأنثوية، وقد ينجم عن عدة عوامل. تشمل الأسباب الشائعة: التحسس الناتج عن مواد كيميائية أو منتجات العناية الشخصية، العدوى البكتيرية أو الفطرية بالإضافة إلى بعض الأمراض الجلدية مثل الإكزيما أو الصدفية، الأعراض تتضمن احمرار في منطقة الفرج، حكة شديدة، تورم موضعي، وألم أو انزعاج أثناء التبول (Lobo et al., 2020).

ويمكن ان تؤدي الى نتائج صحية سلبية متعددة مثل زيادة خطر الإصابة بفيروس نقص المناعة البشرية



الشكل I.3. موقع الإصابة بالالتهابات في الجهاز التناسلي الانثوي (Site 2)

I.4. أسباب التهابات الجهاز التناسلي الانثوي

- يعد مرض السيلان أحد الأمراض المنقولة جنسيًا، وينتج عن الإصابة ببكتيريا النيسيرية البنية (*Neisseria gonorrhoeae*)، ويُصيب النساء عادةً في شكل التهاب مخاطي لعنق الرحم، وغالبًا ما يكون دون أعراض ظاهرة. وقد يتأخر ظهور الأعراض لمدة تصل إلى ثلاثة أسابيع، وعند ظهورها تشمل: إفرازات مهبلية غير طبيعية، عسر التبول، ونزيف مهبلي بعد الجماع. وفي حال عدم المعالجة، قد يؤدي السيلان إلى مضاعفات خطيرة مثل العقم أو الحمل خارج الرحم. كما تم توثيق حالات عدوى منتشرة لهذه البكتيريا، شملت التهابات في المريء، والتهابات عينية لدى حديثي الولادة، بالإضافة إلى تقرحات خلال الفترة المحيطة بالولادة (Muual et Geubbels, 2006)

- أمداء الشنكرويد، فهو عدوى تنتقل جنسيًا وتسببها ببكتيريا المستدمية الدوكرية (*Haemophilus ducreyi*). وغالبًا ما تكون هذه العدوى لدى النساء غير مصحوبة بأعراض، أو قد تظهر على شكل تقرحات سطحية محدودة في جدار المهبل أو عنق الرحم. ويُعتمد في تشخيص المرض على عزل البكتيريا من إفرازات التقرحات، أو عبر استخدام تقنية تفاعل البوليميراز المتسلسل (PCR)، أو من خلال الفحوصات المصلية (Muual et Geubbels, 2006)

I.4.1. اختلال التوازن البكتيري في المهبل

- انخفاض تركيز بكتيريا *Lactobacillus* المُنتجة لبيروكسيد الهيدروجين والحمضية (pH) يزيد نمو البكتيريا الممرضة مثل *Gardnerella vaginalis*، مما يؤدي إلى التهاب المهبل البكتيري.
(Mark et al, 2008)

- التشخيص غير الدقيق والعلاج العشوائي بالمضادات الحيوية يؤدي إلى ظهور سلالات مقاومة.
- استخدام الهرمونات الستيرويدية أو مثبطات المناعة يزيد القابلية للعدوى. (Weber et al.,2002)
- اختلال المستويات الهرمونية (خاصة الإستروجين والبروجسترون) أثناء الحمل أو الإسقاط أو السكري يُضعف سماكة الخلايا المبطنة للمهبل ويقلل الحمضية، مما يقلل *Lactobacilli* ويزيد البكتيريا الممرضة. (Reid et al.,2004)

I.2.4.1. الأمراض المزمنة والمناعة

- أمراض مثل السكري أو الإيدز تُضعف المناعة وتزيد خطر الالتهابات. (Weber et al.,2002)
- تغيير الظروف الفسيولوجية
- الحمل أو العقم يؤدي إلى تغيرات في بيئة المهبل تفضّل نمو الميكروبات الممرضة.
(Weber et al.,2002)

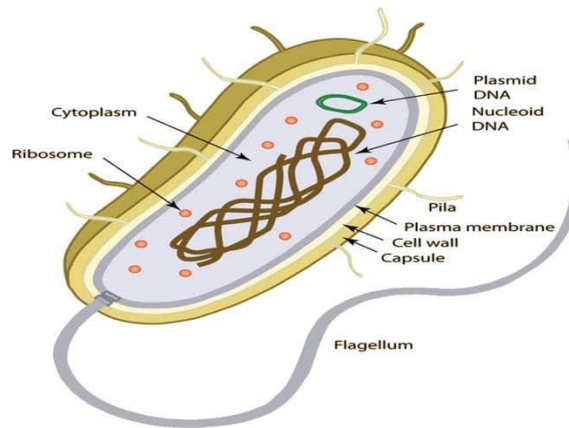
I.3.4.1. العدوى بأنواع بكتيرية ممرضة

- *Gardnerella vaginalis*: تسبب مضاعفات خطيرة للحوامل مثل الولادة المبكرة و عدوى السائل الأمينوسي والمشيمة.
- *Staphylococcus*: على الرغم من وجودها في النبيت الطبيعي (30%)، تتحول إلى مُمرض انتهازي مسببة التهابات جلدية وداخلية عند وجود جروح.
- *Streptococcus*: تسبب التهابات جلدية وإنتان النفاس (*Puerperal sepsis*) بعد الولادة.
(Ryan et George,2004)
- *Escherichia coli*: تنتج هيموليسين يثبط المناعة ويحلل الخلايا للمفاوية.
(Al-Charrakhet al.,2011)
- *Pseudomonas aeruginosa*: تمتلك عوامل ضراوة كالألزيمات مثل (*exotoxin protease* و *phospholipase*) مما يزيد غزوها للأنسجة. (Mark et al., 2008).
- *Klebsiella pneumoniae*: محفظتها المخاطية تجعلها مقاومة للمضادات الحيوية والمطهرات.
(Hudson et al.,2014)

5.I. البكتيريا المدروسة

1.5.I. *Escherichia coli*

تُعد الإشريكية القولونية (*E. coli*) أحد الأنواع البكتيرية وحيدة الخلية التي تتميز بقدرتها على التكيف مع بيئات متنوعة سواء في التربة أو المياه أو على أسطح الكائنات الحية بما فيها الإنسان والحيوان والنبات. تنتمي هذه البكتيريا إلى مجموعة بدائيات النوى التي تُصنف بين أصغر الكائنات الحية وأكثرها انتشارًا في الطبيعة. يعود تاريخ اكتشافها إلى العالم الألماني تيودور إيشيرش في عام 1885، حيث تم عزلها لأول مرة من عينات برازية لأطفال يعانون من التهاب الأمعاء، مما أسهم في فهم دورها المحوري في الصحة والمرض. تبرز أهمية دراسة هذه البكتيريا بسبب انتشارها الواسع وتأثيرها المزيج، سواء كعنصر طبيعي في الميكروبيوم البشري أو كعامل ممرض في بعض السلالات (Manning,2010)



الشكل 4.I. التركيب البنوي *Escherichia coli* (Basavaraju et Gunashree,2022)

تصنيف العلمي *Escherichia coli*

Bacteria: المملكة.

Proteobacteria: الشعبة.

Gamma proteobacteria: الطائفة.

Enterobacterales: الرتبة.

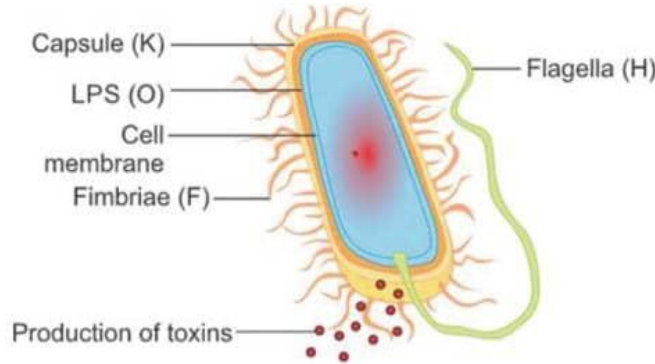
Enterobacteriaceae: الفصيلة.

Escherichia: الجنس.

Escherichia coli (*E. coli*): النوع. (Basavaraju et Gunashree ,2022)

التركيب المستضدي للإيشيريشيا كولا (*E. coli*)

يُعد أساساً مهمًا في تصنيفها إلى أنماط مصلية مختلفة، حيث تُقسم إلى ما يقارب 150 إلى 200 نمط مصلي اعتمادًا على ثلاثة أنواع رئيسية من المستضدات: المستضد الجسدي (O) المرتبط بالجدار الخلوي، والمستضد الكبسولي (K)، والمستضد السوطي (H). وقد تم تحديد 173 نوعًا من مستضد O، و103 أنواع من مستضد K، و75 نوعًا من مستضد H. وتستخدم هذه التصنيفات لتحديد السلالات المختلفة من الإيشيريشيا كولاي، لا سيما تلك المرتبطة بالأمراض. (Basavaraju et Gunashree,2022)

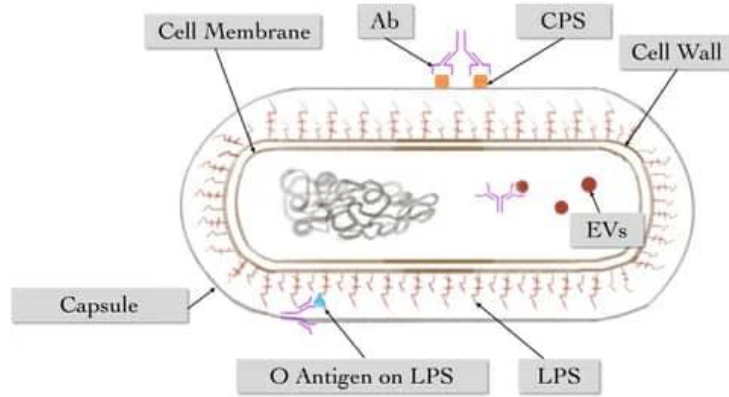


الشكل 5.I. التركيب المصلي للمستضد *Escherichia coli*

(Basavaraju et Gunashree ,2022)

2.5.I *Klebsiella pneumoniae*

تم عزل *Klebsiella pneumoniae* لأول مرة في أواخر القرن التاسع عشر وكانت تُعرف في البداية باسم بكتيريا فريدلاندر وهي بكتيريا سلبية الغرام، مُحاطة بكبسولة غير متحركة وتعيش في البيئة، بما في ذلك التربة والمياه السطحية وعلى الأجهزة الطبية. الأهم من ذلك أن *K.pneumoniae* تستعمر بسهولة الأسطح المخاطية البشرية بما في ذلك الجهاز الهضمي والبلعوم الفموي، حيث يبدو تأثير استعمارها حميدًا. من هذه المواقع، يمكن لسلالات *K. pneumoniae* أن تصل إلى أنسجة أخرى وتسبب التهابات شديدة لدى البشر. تُعد *K. pneumoniae* بكتيريا شديدة المقاومة. (Paczosa et Mecsas ,2016)



الشكل 6.I التركيب البنوي (*Klebsiella pneumoniae*) (Liang et al., 2022)

Cell Membrane ← غشاء الخلية

Ab ← جسم مضاد

CPS ← السكاريد المحيط بالكبسولة

Cell Wall ← جدار الخلية

Capsule ← الكبسولة

O Antigen on LPS (LPS) ← المستضد O على الليبوبوليسكاريد

LPS ← الليبوبوليسكار

EVs ← الحويصلات خارج الخلية

(Liang et al., 2022)

التصنيف العلمي *Klebsiella pneumoniae*: (Parte, 2018)

المملكة: *Bacteria*

الشعبة (الفرع): *Proteobacteria*

الطائفة: *Gammaproteobacteria*

الرتبة: *Enterobacterales*

العائلة: *Enterobacteriaceae*

الجنس: *Klebsiella*

النوع: *Klebsiella pneumoniae*

Staphylococcus aureus.3.5.I

العنقوديات الذهبية (*Staphylococcus aureus*) هي بكتيريا كروية موجبة الغرام وإيجابية لتفاعل التخثر، وتنتمي إلى عائلة *Staphylococcaceae*. يبلغ قطرها حوالي 1 ميكرومتر، وتتميز بتجمعها في شكل عناقيد تشبه عناقيد العنب. تُعد *S. aureus* من الكائنات المتعايشة (الكمينساليات) التي تتواجد غالبًا بشكل غير عرضي على أجزاء من جسم الإنسان، مثل الجلد، والغدد الجلدية، والأغشية المخاطية، بما في ذلك الأنف والأمعاء لدى الأفراد الأصحاء.

وقد أظهرت الدراسات أن حوالي 20% من الأشخاص يُعدون حاملين دائمين للبكتيريا في الأنف، بينما يكون حوالي 30% حاملين بشكل متقطع، في حين أن حوالي 50% لا يحملونها على الإطلاق.

تُساهم هذه الحالة من الاستعمار للبكتيريا بشكل كبير في زيادة احتمالية الإصابة بالعدوى، إذ تعمل كمستودع للبكتيريا المُمرضة. وفي معظم الحالات، يُصاب الأفراد بالسلالة التي يحملونها أصلاً كمتعايشة طبيعية. (Lakhundi et Zhang, 2018)

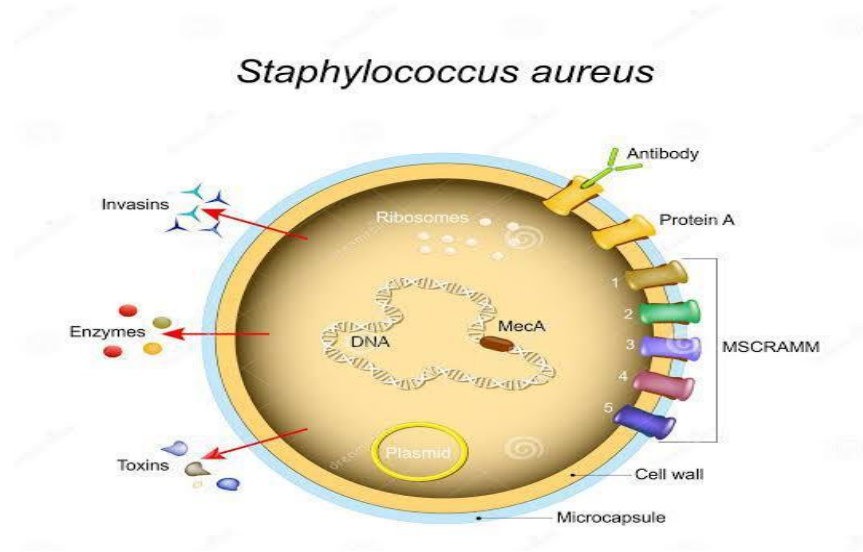
البروتينات الخارجية والسموم التي تفرزها بكتيريا *Staphylococcus aureus* ودورها في إمرض العائل

تنتج بكتيريا *Staphylococcus aureus* مجموعة واسعة من البروتينات الخارجية (الإكسوبروتينات) التي تساهم في قدرتها على استعمار العائل الثديي والتسبب في الأمراض. وتقوم معظم السلالات بإفراز مجموعة من الإنزيمات والسموم الخلوية، والتي تشمل أربعة أنواع من الحالات الدموية (ألفا، بيتا، غاما، ودلتا)، بالإضافة إلى النوكليازات، والبروتيازات، والليبازات، والهيالورونيداز، والكولاجيناز.

الوظيفة الرئيسية لهذه البروتينات هي على الأرجح تحويل الأنسجة المضيفة المحلية إلى مغذيات لازمة لنمو البكتيريا. وتقوم بعض السلالات بإنتاج واحد أو أكثر من الإكسوبروتينات الإضافية، والتي تشمل: سم الصدمة السمية النوع 1 (TSST-1)، والذيفانات المعوية العنقودية (SEA, SEB, SECn, SED, SEE, SEG, SEH, SEI)، والذيفانات النقرشية (ETA و ETB)، واللوكوسيديين (leukocidin).

من المعروف أن لكل من هذه السموم تأثيرات قوية على خلايا الجهاز المناعي، إلا أن العديد منها يمتلك تأثيرات بيولوجية أخرى أيضًا. ويُعتقد أن وظيفتها الأساسية في الجسم الحي تتمثل في تثبيط الاستجابات المناعية للعائل ضد *S. aureus*.

كما يُعرف كل من TSST-1 والذيفانات المعوية العنقودية أيضاً باسم الذيفانات الحموية الفائقة (Pyrogenic Toxin Superantigens - PTSAgs). وتجدر الإشارة إلى أن الأسماء السابقة لـ TSST-1 كانت: الذيفان الخارجي الحُموي العنقودي C، والذيفان المعوي العنقودي F (Dinges et al., 2000).



الشكل 7.I. التركيب البنوي (Staphylocoque aureussite) (Site 3)

التصنيف العلمي *Staphylocoque aureus* (Leyden et al., 1974)

المملكة: *Bacteria*

الشعبة: *Bacilli*

الرتبة: *Bacillales*

العائلة: *Staphylococcaceae*

الجنس: *Staphylococcus*

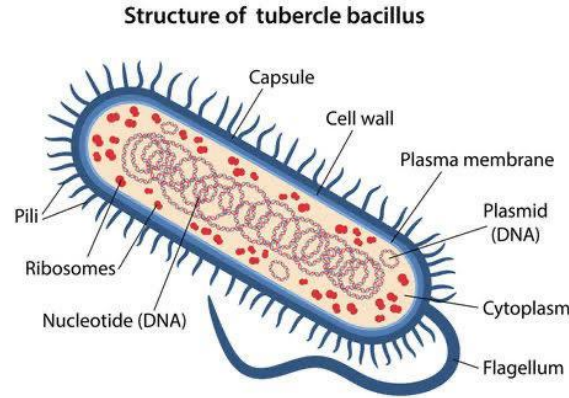
النوع: *Staphylococcus aureus*

Bacillus.4.5.I

Bacillus هي بكتيريا عصوية الشكل مكوّنة للأبواغ الداخلية، هوائية أو لاهوائية اختياريًا وموجبة لصبغة غرام؛ إلا أن بعض الأنواع قد تتحول إلى سالبة غرام مع تقدم عمر الزرع. تعرض الأنواع المختلفة من هذا الجنس نطاقاً واسعاً من القدرات الفسيولوجية، مما يتيح لها العيش في جميع البيئات الطبيعية. يتم

تكوين بوع داخلي واحد فقط في كل خلية. وتتميز هذه الأبواغ بمقاومتها للحرارة والبرودة والإشعاع والجفاف والمطهرات.

تحتاج *Bacillus anthracis* إلى وجود الأوكسجين لتكوين الأبواغ، وهذه الخاصية لها آثار وبائية مهمة تتعلق بالتحكم في انتشار المرض. وفي داخل الجسم الحي، تنتج هذه البكتيريا كبسولة تتكون من عديد الغلوتاميك (polyglutamic acid)، والتي تقيها من البلعمة. (Turnbull *et al.* ,1996)



الشكل 8.I. التركيب البنيوي (site 4) Bacillus

تصنيف البكتيريا *Bacillus*

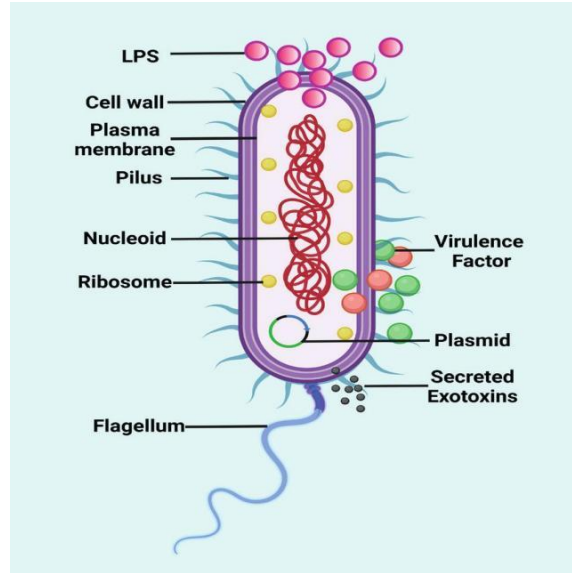
تُصنّف ضمن عدة أجناس تابعة لعائلة *Bacillaceae*. باستثناء البكتيريا اللاهوائية المكوّنة للأبواغ، يُعتبر جنس *Bacillus* هو الأكبر والأكثر شهرة ضمن هذه العائلة، والتي تضم أيضاً الأجناس *Sporosarcina* و *Sporolactobacillus* وفقاً ل (Berkeley et Goodfellow ,1981) ونظراً لأن تكوين الأبواغ الداخلية يُعد سمة عامة ومشاركة بين هذه البكتيريا، فقد تم إيلاء شكل البوع أهمية كبيرة تقليدياً في تصنيفها وتحديد هويتها.

Pseudomonasaeruginosa.5.5.I

تُستخدم على نطاق واسع في المختبرات حول العالم، خاصة لاختبار حساسية المضادات الحيوية وضبط الجودة في طرق الزرع الميكروبي.

وهي بكتيريا عصوية سالبة الغرام (Gram-negative rod) هوائية اختيارية، تنتمي إلى مجموعة *Gammaproteobacteria*، وتُعد من الممرضات الانتهازية. تتميز بقدرتها على النمو في بيئات متنوعة،

وإنتاج صبغات مثل البايوسيانين (*pyocyanin*) ذات اللون الأزرق المخضر. وهي من الكائنات القليلة القادرة على النمو في بيئات تحتوي على مضادات حيوية أو مطهرات. (Garrity *et al.*, 2005)



الشكل 9.I التركيب البنيوي *Pseudomonas aeruginosa* (Garrity *et al.*, 2005)

التصنيف العلمي لـ *Pseudomonasaeruginosa* (Garrity *et al.*, 2005)

النطاق (Domain) *Bacteria*:

الشعبة (Phylum) *Pseudomonadota*:

الطائفة (Class) *Gammaproteobacteria*:

الرتبة (Order) *Pseudomonadales*:

العائلة (Family) *Pseudomonadaceae*:

الجنس (Genus) *Pseudomonas*:

النوع (Species) *Pseudomonasaeruginosa*:

الفصل الثاني

النباتات الطبية المدروسة

سعى الإنسان منذ القدم إلى استخدام النباتات كمصدر للغذاء والدواء، مستفيداً من تنوعها وخصائصها الطبيعية، مما أسهم في تشكيل معرفة تراكمية حول منافعها. وقد أظهرت المكتشفات الأثرية والمخطوطات القديمة في مختلف الحضارات اعتماداً واضحاً على النباتات الطبية، إضافة إلى تبادل واسع للمعارف النباتية بين الثقافات الشرقية والغربية. ويُعد توثيق هذه الخبرات والمعارف التقليدية المتعلقة بالنباتات الطبية جزءاً أساسياً من حفظ التراث الحضاري. ورغم التقدم الكبير في الصناعات الدوائية والكيميائية الحديثة، لا تزال النباتات الطبية تحظى بأهمية علاجية في العديد من المجتمعات، خاصة في ظل التحديات المرتبطة بسوء استخدام العقاقير الكيميائية وآثارها السلبية (اكساد، 2024) وخاصة العقاقير المستعملة في امراض الجهاز التناسلي الانثوي ولهذا تطرقنا الى دراسة تأثير بعض النباتات الطبية المستخدمة تقليدياً في علاج التهابات الجهاز التناسلي الانثوي والمتمثلة في نبات قشور الرمان *Punicagranatum L* ونبات الخزامى *Lavandulaangustifolia* ونبات الدباغ *Pinus* وهو لحاء شجرة الصنوبر وفي هذا الفصل سنعطي لمحة عن كل نبات .

II. 1. النباتات الدوائية التي تم دراستها

II.1.1. نبات الرمان *Punicagranatum L*

لمحة تاريخية عن نبات الرمان

يعود أصل نبات الرمان (*Punicagranatum L*) إلى منطقة الشرق الأوسط حيث تم العثور على حفريات لأوراق وأغصان وبذور تعود إلى العصر البرونزي المبكر (3500-2000 قبل الميلاد) (Aslanova et Magerramov, 2012). ويُعد الرمان من بين أقدم الفواكه المزروعة في التاريخ حيث يُصنف ضمن الخمسة الأوائل إلى جانب الزيتون والعنب ونخيل التمر والتين (Aslanova et Magerramov, 2012). وقد ذُكر الرمان في نصوص دينية وتاريخية مهمة، مثل القرآن الكريم والكتاب المقدس، مما يدل على أهميته الثقافية والدينية عبر العصور (Silva et al., 2013). كما ارتبط الرمان في العديد من الحضارات بالرموز الإيجابية، مثل الحياة والخصوبة والوفرة والحظ السعيد (Gunjanet al., 2012).

انتشر الرمان من منطقة البحر الأبيض المتوسط إلى أجزاء أخرى من العالم، بما في ذلك آسيا وشمال إفريقيا وأوروبا وشبه القارة الهندية حيث وصل إلى إندونيسيا بحلول القرن الخامس عشر (Levin, 2006). ويُعد الرمان من أوائل الفواكه التي تم تدجينها حيث يعود تاريخ زراعته إلى الفترة بين 4000 و3000 قبل الميلاد (Chandra et al., 2010). وعلى الرغم من تعرضه لضغوط انتقائية شديدة خلال عملية التدجين

إلا أن الاختلافات بين النموذج البري والمزروع تظل محدودة، حيث تركزت التغيرات الرئيسية في حجم الثمرة والبذور، وتقليل قابلية انفتاح الثمار، وتنوع ألوان البذور (Harlan, 1992).

التوزيع الجغرافي لنبات الرمان *Punicagranatum L*

يُعد الرمان (*Punicagranatum L*) من الفواكه التقليدية التي تتبع فصيلة الرمانيات (*Punicaceae*)، وتُزرع بشكل رئيسي في مناطق غرب آسيا وحوض البحر الأبيض المتوسط، بالإضافة إلى انتشارها في مناطق أخرى من العالم ذات المناخ الملائم، مثل الأمريكتين (Pagliarulo et al., 2016). وتشير الدراسات إلى أن المناطق ذات المناخ المشابه لمناخ البحر الأبيض المتوسط، المتميز بشتاء معتدل مع تعرض عالٍ لأشعة الشمس وصيف جاف، تُعد الأكثر ملاءمة لنمو الرمان وإنتاجيته (Sreekumaret al., 2014).

يُعتقد أن الموطن الأصلي للرمان يعود إلى بلاد فارس (إيران حالياً) والمناطق المجاورة لها في آسيا الوسطى، ومن هناك انتشر إلى باقي أنحاء العالم (Harlan, 1992; Levin, 2006) ووفقاً لـ (Levin, 2006) ومراجعة (Chandra et al., 2010)، يمكن تحديد ثلاثة مراكز رئيسية للتنوع الوراثي للرمان (أولي، ثانوي، وثالثي)، بالإضافة إلى خمسة مراكز كبرى تشمل: الشرق الأوسط، وحوض البحر الأبيض المتوسط، وشرق آسيا، والأمريكتين، وجنوب أفريقيا. تاريخياً، تمت زراعة الرمان في الحضارات القديمة مثل مصر واليونان وإيطاليا والعراق، ثم انتشر لاحقاً إلى مناطق أخرى في آسيا، بما في ذلك تركمانستان وأفغانستان وإيران والهند والصين، فضلاً عن شمال أفريقيا وأوروبا المطلة على البحر المتوسط (Melgarejo, 2010). يُظهر هذا التوزيع الجغرافي الواسع مدى تكيف الرمان مع ظروف مناخية متنوعة، مما ساهم في انتشاره عبر القارات المختلفة.

أصل التسمية

يُشتق الاسم العلمي الحالي للرمان، *Punicagranatum*، من الكلمتين اللاتينيتين *Pomum* (وتعني "تفاح") و *granatus* (وتعني "محبب" أو "مليء بالبذور")، مما يشير إلى معناه الحرفي "التفاح المحبب" أو "التفاح البذري". (Antonio et al., 2020).

وقد عُرف الرمان في الحضارات القديمة بتسميات مختلفة تعكس ارتباطه الجغرافي والثقافي. ففي مصر القديمة، أُطلق عليه اسم "أرحماني"، بينما أشار إليه الرومان باسم "*malumpunicum*"، الذي يعني "تفاح قرطاج" أو "التفاح الفينيقية"، في إشارة إلى انتشاره في المناطق الفينيقية وشمال أفريقيا. وتطور هذا الاسم لاحقاً إلى "*Punicumgranatum*" قبل أن يعتمده العالم كارولوس لينوس بالشكل المعروف حالياً، (Hodgson, 1917; Hunt, 1989).

أما في مناطق الشرق الأدنى (مثل فارس وتركيا) وآسيا الوسطى (مثل أفغانستان) وشبه القارة الهندية، فقد عُرف الرمان باسم "أنار" (Anar)، وهو الاسم الشائع في تلك المناطق حتى اليوم (Evreinoff, 1949; Zukovskij, 1950; Diry, 1975).

الوصف المورفولوجي

تُعد شجرة الرمان (*Punicagranatum L*) من الأشجار الصغيرة ذات الساق الواحدة أو الشجيرات متعددة السيقان، حيث يصل ارتفاعها إلى حوالي خمسة أمتار. وتتميز بكونها متساقطة الأوراق في المناطق ذات الشتاء البارد نسبياً، في حين تحتفظ بأوراقها في المناطق الحارة، مما يجعلها تنمو كشجرة أو شجيرة دائمة الخضرة، كما هو الحال في ولاية فلوريدا وجنوب الصين (Al-Dajwi, 1998) و (حسن, 1997).



الشكل II.1. شجرة الرمان (site5)

مختلف أعضاء نبات الرمان *Punicagranatum. L*

حسب (اكساد, 2024).

الورقة: الأوراق بسيطة متقابلة لا أذنيه، جرداء، مصقولة طولها 20-35 مم وعرضها 8-12 مم، مستطيلة إلى رمحية إلى بيضوية مقلوبة أو إهليلجية الشكل شبه لاطئة، تامة، كليلة القمة.



الشكل II.2. أوراق شجرة الرمان (site 6)

الأزهار: الأزهار مفردة، إبطية أو انتهائية طولها 3 سم أو أكثر الكأس 20-35 مم، جرسية، لحمية، محمزة اللون الفصوص 5 طولها 5-مم، مثلثية، تتوضع البتلات والأسدية على فوهة الكأس البتلات 16-20-10-12 مم، حرّة، متراكبة جعدة، حمراء زاهية أو بيضاء اللون، بيضوية مقلوبة عريضة، تتناوب مع فصوص الكأس الأسدية عديدة، تتوضع في عدة حلقات مستديمة المبيض شبه كروي، سفلي عديد الحجيرات، تتألف الحجيرة من طبقتين، المشيمة محورية في الجزء السفلي وجدارية في الجزء العلوي.



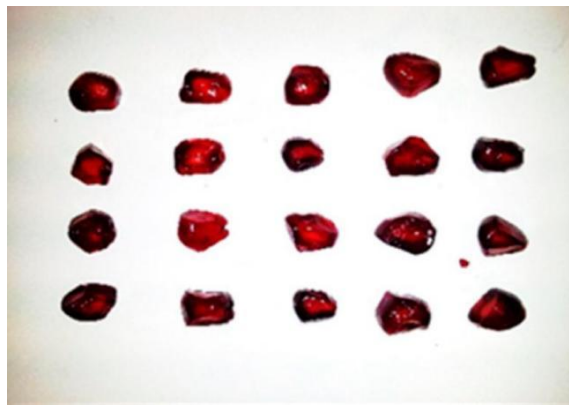
الشكل II.3. أزهار الرمان (Site 6)

الثمار: الثمرة نمط خاص من الثمار العنبية، كروية، قطرها ولونها متباين الغلاف الثمري ثخين وجلدي، مقسمة بواسطة حاجز رقيق جلدي مصفر ينشأ عن المشيمة.



الشكل II.4. ثمرة الرمان (Tinebraet *al.*, 2021)

البذور: البذور حمراء أو وردية اللون، طولها 5-10 مم، زاوية، لحمية، محاطة بالعصير.



الشكل II.5. بذور الرمان (Tinebraet *al.*, 2021)

التصنيف العلمي لنبات الرمان *Punicagranatum L*

ينتمي الرمان إلى العائلة النباتية *Punicaceae*، وهي عائلة أحادية الجنس تُعرف بـ *Punica*. يتمثل

النوع الرئيسي لهذا الجنس في *Punicagranatum* (Newman *et al.*, 2007).

الجدول II.1. التصنيف العلمي لنبات الرمان *Punicagranatum L* (Tinebraet *al.*, 2021)

| | | | |
|-------------|----------------------|----------------|----------|
| Royaume | plantae | النباتية | المملكة |
| division | <i>Magnoliophyta</i> | مغطاة البذور | الشعبة |
| Classe | <i>Magnoliopsida</i> | ثنائيات الفلقة | الصف |
| Sous-Classe | <i>Rosidae</i> | الورديات | تحت الصف |

| | | | |
|---------|------------------------|---------------|---------|
| Ordre | <i>Myrtales</i> | الآسيات | الرتبة |
| Famille | <i>Punicaceae</i> | الرمانية | العائلة |
| Genre | <i>Punica</i> | الرمان | الجنس |
| Espèce | <i>PunicagranatumL</i> | الرمان المثمر | النوع |

القيمة الغذائية لنبات الرمان *Punicagranatum. L*

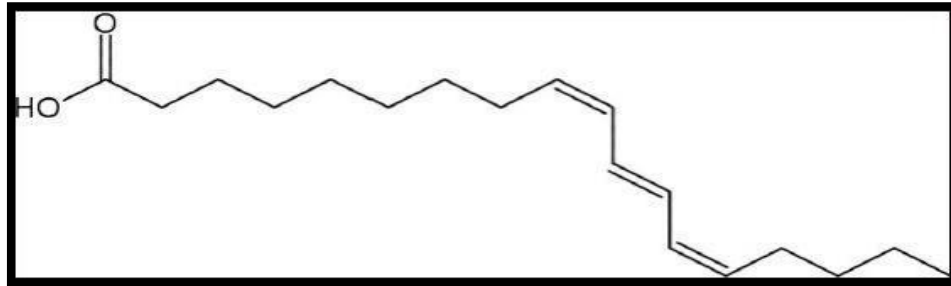
يتمتع الرمان (*Punicagranatum. L*) بتاريخ طويل من الاستخدام البشري نظرًا لقيمته الغذائية العالية، سواءً عند استهلاكه كفاكهة طازجة أو في صورة عصير. بالإضافة إلى تناوله طازجًا، يُستخدم الرمان على نطاق واسع في إنتاج عصير الرمان (*Pomegranate Juice, PJ*)، الذي يحظى بشعبية عالمية كمشروب ذي فوائد صحية متعددة. وتشير البيانات الغذائية إلى أن كل 100 جرام من بذور الرمان تحتوي على 72 كيلو كالوري من الطاقة (Grove et Grove, 2008)، مما يجعله مصدرًا غذائيًا مهمًا للطاقة والعناصر الغذائية الأخرى.

الجدول II.2. القيم الغذائية في نبات الرمان (Grove et Grove, 2008).

| المغذيات | الكمية |
|--------------|-----------|
| البروتين | 1 غرام |
| الكربوهيدرات | 16.6 غرام |
| الصوديوم | 1 ملغ |
| البوتاسيوم | 379 ملغ |
| الكالسيوم | 13 ملغ |
| المغنسيوم | 12 ملغ |
| الحديد | 0.7 ملغ |
| النحاس | 0.17 ملغ |
| النياسين | 0.3 ملغ |
| فيتامين C | 7 ملغ |

البذرة

حوالي 18% من البذور البيضاء المجففة والمنظفة عبارة عن زيت. الزيت غني بحمض البونيك (65%)، وهو حمض دهني ثلاثي مترافق مكون من 18 ذرة كربون (الشكل 6.II). هناك بعض مركبات الاستروجين النباتي في بذور الرمان التي تحتوي على هرمونات الستيرويد الجنسية المشابهة لتلك الموجودة في البشر. 17-ألفا-استراديول هو نسخة طبق الأصل من هرمون الاستروجين. (Newmaet *al.*,2007)



الشكل 6.II. البنية الكيميائية لحمض البونيك. . (Newmaet *al.*,2007)

قشور الرمان

يُعتبر قشر الرمان، الذي يُصنّف ضمن النفايات الزراعية في كثير من الأحيان، مصدرًا غنيًا بمضادات الأكسدة ومركبات الفايטوكيميكال (المُغذّيات النباتية) النشطة بيولوجيًا. وتشمل أبرز المركبات الفينولية الموجودة في قشر الرمان:

- التانينات العفصية (Gallo-tannins)

- حمض الإيلاجيك (Ellagic acid)

- البونيكالين (Punicalins)

- البونيكالاجين (Punicalagins)

- حمض الغاليك (Gallic acid) (Elfadadnyet *al.*,2025).

كما أشارت دراسة إلى أن مستخلص قشر الرمان يحتوي على مجموعة متنوعة من المركبات الفعالة، بما في ذلك:

1. المركبات الفينولية (Phenolics)

2. الفلافونويدات (Flavonoids)

3. القلويدات (Alkaloids)

4. التربينويدات (Terpenoids)

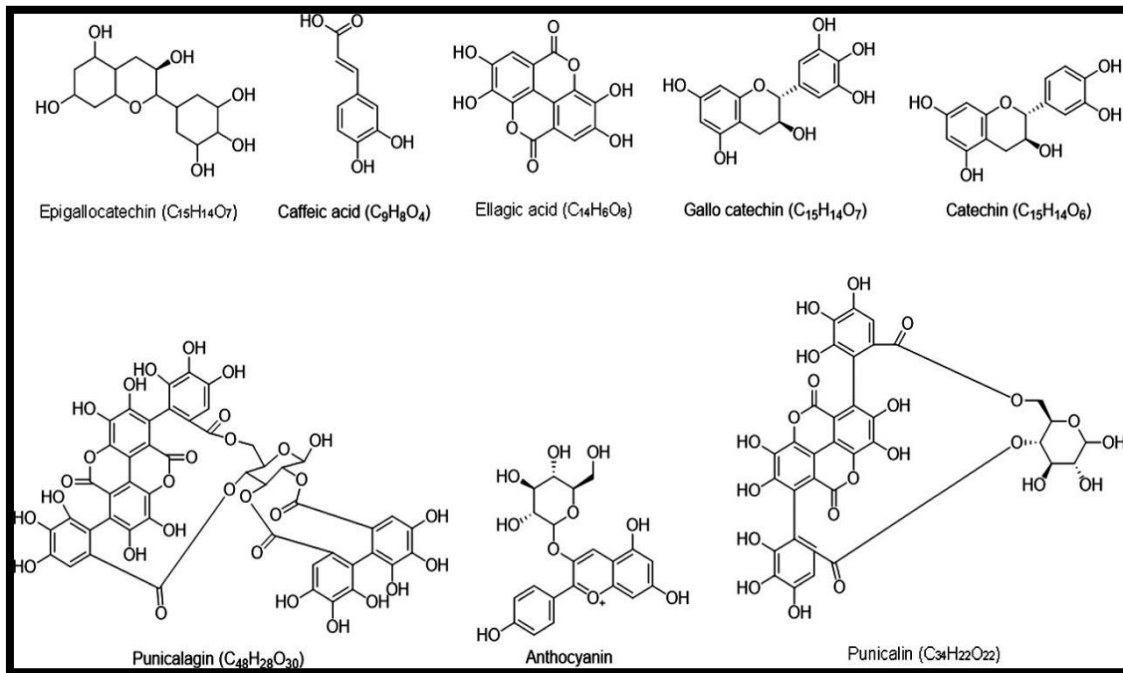
5. الستيرويدات (Steroids)

6. الصابونين (Saponins)

بالإضافة إلى ذلك، تم تحديد تسعة مركبات متعددة الفينول (Polyphenolic constituents) في المستخلص، وهي:

- حمض الباراكوماريك (p-Coumaric acid)
- حمض السيرينجيك (Syringic acid)
- حمض البنزويك (Benzoic acid)
- حمض الإيلاجيك (Ellagic acid)
- حمض الكافيين (Caffeic acid)
- حمض السيناميك (Cinnamic acid)
- حمض البروتوكاتيكويك (Protocatechuic acid)
- حمض الأيزوفيريليك (Isoferulic acid)
- حمض الكينيك (Quinic acid) (Andishmandet al., 2025).

وتؤكد هذه النتائج القيمة الغذائية والعلاجية لقشر الرمان، مما يجعله مادة واحدة للاستخدام في التطبيقات الصيدلانية والغذائية.

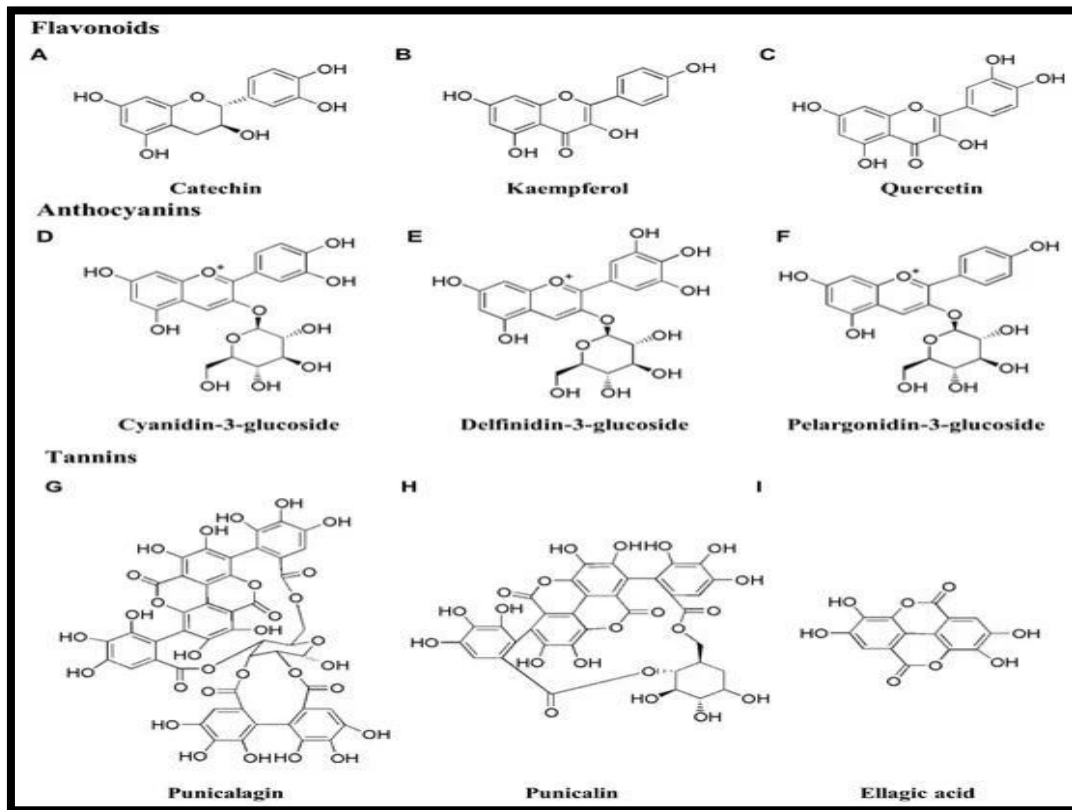


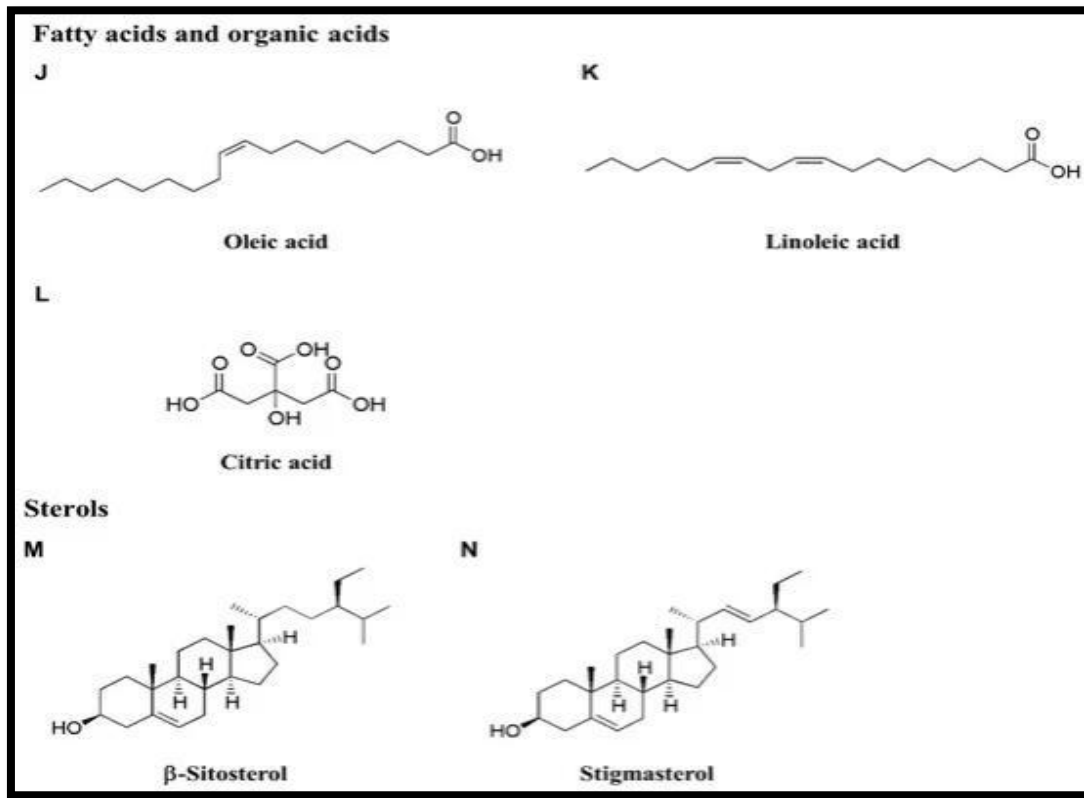
الشكل II.7. التركيب الكيميائي للمركبات النشطة بيولوجيًا الموجودة في قشر الرمان.

(Andishmandet al., 2025)

اللحاء والجذور

لحاء شجرة الرمان وجذورها مصدر غني بالمواد الكيميائية التي تسمى الفلويونات . وقد استخدمت لعلاج الديدان في الجهاز الهضمي البشري في الطب التقليدي. (Newmaet *al*,2007)





الشكل 8.II. المكونات النيوتراسيوتيكالية (Nutraceuticals) الرئيسية في مستخلص الرمان: فلاونويدات، أنثوسيانينات، تانينات، أحماض دهنية وعضوية، وستيرولات. (Maphetuet *al.*, 2022)

الخصائص العلاجية لنبات الرمان *Punicagranatum L*

يتمتع نبات الرمان (*Punicagranatum L*) بخصائص علاجية متعددة مدعومة بأدلة علمية، تشمل نشاطاً مضاداً للميكروبات، ومضاداً للأكسدة، وآثاراً وقائية للقلب والأوعية الدموية والجلد. فيما يلي أبرز الاستخدامات الطبية بناءً على الدراسات الحديثة:

-النشاطية المضادة للميكروبات

مضاد للبكتيريا: أظهر مستخلص قشور الرمان المائي فعالية مثبطة ضد البكتيريا سالبة الجرام (*Escherichia coli*) وبكتيريا الأمعاء (*Enterococcus faecalis*)، حيث بلغ التركيز المثبط الأدنى (MIC) 64.53 ميكروغرام/مل و 22.09 ميكروغرام/مل على التوالي، مما يشير إلى علاقة تركيزية-استجابة في تثبيط النمو البكتيري (Mohamad Sukriet *al.*, 2019)

- مضاد للفطريات: تم توثيق تأثير مستخلص القشور ضد أنواع *Candida* في كل من النماذج المخبرية (in vitro) والحية (in vivo)، مما يبرز إمكاناته في علاج العدوى الفطرية (Bassiri-Jahromiet *al.*, 2015) (Bassiri-Jahromiet *al.*, 2018)

- النشاط المضاد للأكسدة

- تحتوي قشور الرمان على مركبات بوليفينولية تمتلك نشاطًا مضادًا للأكسدة يفوق أحيانًا تلك الموجودة في البذور أو العصير. فقد أشار (Rajan *et al.*, 2011) إلى أن مستخلصات القشور تُعد مصدرًا واعدًا لمضادات الأكسدة الطبيعية، بينما لاحظ (Haile, 2010) أن إضافة مستخلص القشور المجفف يعزز نشاط عصير الرمان المضاد للأكسدة بشكل يعتمد على التركيز.

- في سياق الأمراض المزمنة، أظهرت الدراسات دور الرمان في تخفيف الإجهاد التأكسدي المرتبط بداء السكري. وفقًا لـ (Cambayet *al.*, 2011)، قد يحمي الرمان من الأضرار الدماغية والاختلال الإدراكي الناتج عن الإجهاد التأكسدي السكري. كما أشار (Kishore *et Parthasarathy*, 2009) إلى تفوق مستخلص الرمان في الحماية ضد الإجهاد التأكسدي الناجم عن الأديراميسين مقارنةً بمضادات الأكسدة في النبيذ الأحمر والشاي الأخضر.

-الفوائد القلبية الوعائية

- قد تساهم بوليفينولات الرمان في تعزيز صحة القلب عبر تثبيط وظيفة الصفائح الدموية، مما يقلل من خطر التخثرات وتصلب الشرايين

-الحماية الجلدية ضد الأشعة فوق البنفسجية

- أكدت دراسة (Afaqet *al.*, 2009) أن المعالجة المسبقة بمشتقات الرمان على نماذج الجلد البشري (EpiDerm™ FT-200) قللت من تكون الضرر الناتج عن الأشعة فوق البنفسجية (UVB)، مثل ثنائي البيريميدينا سيكلوبي (CPD) و8-هيدروكسي دي أوكسي غوانوزين (OHdG-8)، مما يدعم استخدامه في مستحضرات الحماية من أضرار الشمس.

II.1.2. نبات الخزامى *Lavandulaangustifolia*

عد نبات الخُزامى (*Lavandulaangustifolia*) أحد أبرز النباتات العطرية ذات القيمة الاقتصادية والطبية العالية والذي ينتمي إلى الفصيلة الشفوية (*Lamiaceae*). تتميز هذه الفصيلة باحتوائها على غدد إفرازية تنتج زيوتًا عطرية ذات خصائص كيميائية متنوعة مما يجعلها محلًا للعديد من الدراسات العلمية (Prusinowska *et al.*, 2014). يُعرف الخُزامى بأزهاره البنفسجية الجذابة وأوراقه المستطيلة، وقد استُخدم منذ القدم في الطب التقليدي وصناعة العطور كما يُستخدم حاليًا على نطاق واسع في الصناعات الدوائية والتجميلية والغذائية (Salehi *et al.*, 2018).

يعود أصل نبات الخُزامى إلى مناطق حوض البحر الأبيض المتوسط، حيث انتشر لاحقًا إلى مناطق مختلفة حول العالم بسبب قيمته التجارية وفوائده المتعددة. تحتوي أزهار وأوراق هذا النبات على مركبات فعالة تمتلك خصائص مضادة للأكسدة والميكروبات والبكتيريا، مما يفسر استخدامه في العلاج العطري

(Aromatherapy) ودعم الصحة النفسية (Prusinowska et al., 2014). بالإضافة إلى ذلك تُستخدم مستخلصات اللافندر في صناعة مستحضرات التجميل، والصابون، والشامبو، وحتى في تحضير بعض المنتجات الغذائية مثل الشاي والمخبوزات (Salehi et al., 2018). في ضوء الأهمية المتزايدة للعلاجات الطبيعية، يأتي هذا الموضوع لاستعراض الخصائص الكيميائية والبيولوجية للخزامى مع التركيز على آثاره العلاجية والاستخدامات الطبية.

أصل التسمية

يُستمد اسم "لافندر" (Lavender) من الأصل اللاتيني *lavando*، المشتق من الفعل *lavare* بمعنى "يغتسل"، وذلك في إشارة إلى الاستخدام الروماني لهذا النبات في تعطير مياه الاستحمام كما عُرف اللافندر في النصوص الكلاسيكية الإغريقية والرومانية باسم "نارد" (nard)، الذي يُعتقد أنه اشتق من *Nardus Italica* نسبة إلى مدينة "ناردا" السورية (Lis-Balchin, 2002).

أدت هذه التسميات إلى التباس في تحديد الهوية الدقيقة للنبات المذكور في المصادر التاريخية، حيث استُخدمت مصطلحات مثل "نارد" و"سبايك" (spike) للإشارة إما إلى *Lavandula spica* أو إلى نبات "سبايكنارد" (Spikenard) العطري المستورد من الهند. وعلى الرغم من المحاولات الأكاديمية لتحديد هوية أنواع اللافندر في النصوص القديمة، فإن الإشارات إلى *Lavandulavera* أو *Lavandula spica* تظل غير مؤكدة (Lis-Balchin, 2002).

التوزيع الجغرافي لنبات الخزامى *Lavandula angustifolia*

يتميز نبات اللافندر (*Lavandula*) بتوزيع جغرافي واسع، حيث ينتشر طبيعيًا في منطقة حوض البحر الأبيض المتوسط، وجزر الكناري، والهند، بالإضافة إلى بعض مناطق أفريقيا وآسيا وأوروبا وأمريكا الشمالية وأستراليا. وتشمل المناطق الرئيسية لانتشاره بلغاريا، وإسبانيا، وفرنسا، وإيطاليا، وتركيا، وإنجلترا، وروسيا، والولايات المتحدة الأمريكية. (Andry, D. et al., 2017) (Détár, E. et al., 2020)

التوزيع حسب الأنواع

• الأنواع الأوروبية المتوطنة

تُعد الأنواع (*Lavandula angustifolia* (LI) و (*Lavandula latifolia* (LA) من الأنواع المتوطنة في أوروبا الوسطى والغربية، ويعود أصلها إلى حوض البحر الأبيض المتوسط.

• *Lavandula angustifolia*

تنتشر بشكل طبيعي في المناطق الجبلية بإيطاليا وفرنسا وإسبانيا، على ارتفاعات تتراوح بين 600 و1200 متر فوق مستوى سطح البحر. تفضل هذه الأنواع المواقع المشمسة ذات التربة الكلسية جيدة التصريف.

(Passalacqua et al., 2017) (Gallotte et al., 2020) (bejare et al., 2020)

• *Lavandulalatifolia*

تتواجد في نفس المناطق الجغرافية ولكن على ارتفاعات أقل (300-800 متر)، وتنمو غالباً في الغابات المختلطة ذات التربة الحجرية الجيرية. (Herrera , 1988), (Gallotte et al., 2020)

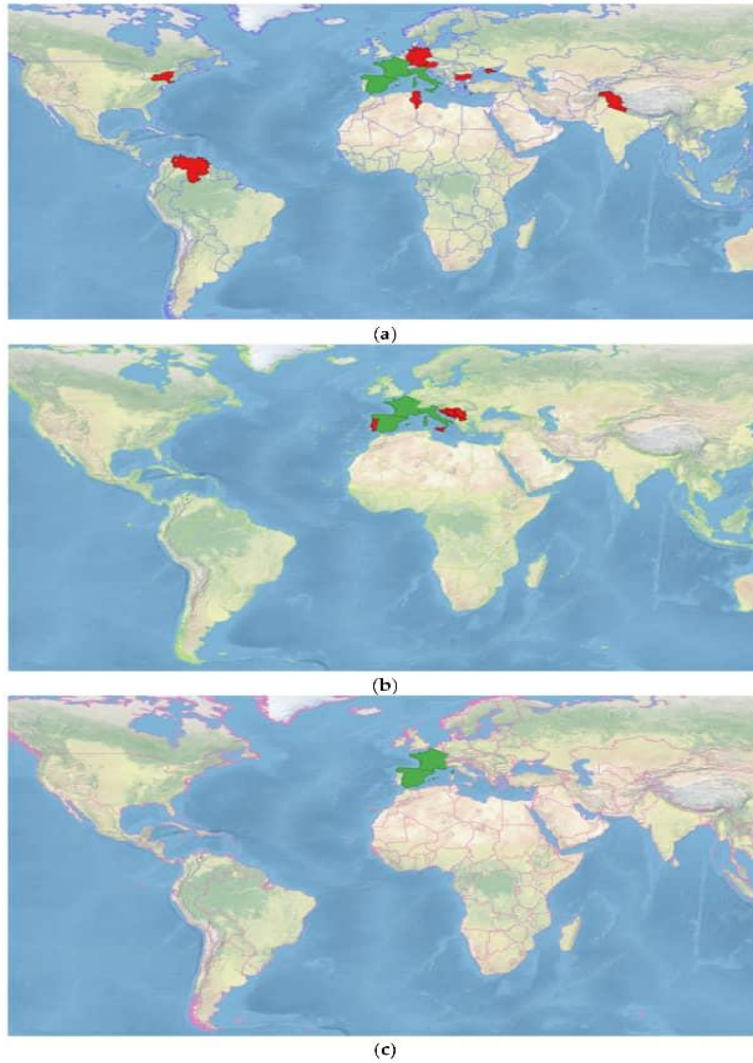
• *Lavandulaintermedia* (اللافاندين)

يظهر هذا الهجين طبيعياً في المناطق التي يتواجد فيها النوعان الأصليان (*L. angustifolia* و *L. latifolia*) معاً، مثل فرنسا وإسبانيا. يتطلب موائل مشمسة وتربة جافة حجرية كلسية ذات تصريف جيد. (Gallotte et al., 2020), (Upson, 2002) أنواع الخزامى الأكثر زراعةً : حسب (Habánet al., 2023). هي:

من بين الأنواع المزروعة الأكثر أهمية نجد:

- الخزامى الحقيقي (*L. angustifolia* Mill)
 - الخزامى الإسباني (*L. latifolia*)
 - الخزامى الصوفي (*L. lanata*)
 - اللافاندين (*L. intermedia*) وهو هجين عقيم ناتج عن تزاوج *L. angustifolia* مع *L. latifolia* وجميعها تنتمي إلى قسم *Lavandula*.
- الأنواع الرئيسية لنبات الخزامى (*Lavandula*) هي:
- الخزامى الحقيقي (*Lavandula angustifolia* Mill)
 - الخزامى الإسباني (*Lavandulalatifolia*)
 - الخزامى الصوفي (*Lavandulalanata*)
 - اللافاندين (*Lavandulaintermedia*) وهو هجين عقيم ناتج من تزاوج *L. angustifolia* مع *L. latifolia*

وهناك أيضاً إشارة إلى وجود: أكثر من 39 نوعاً و79 صنفاً داخلياً وهجيناً، مقسمة ضمن 3 تحت-أجناس و8 أقسام تصنيفية.



الشكل 9.II. التوزيع الجغرافي (Pokajewicz *et al.*, 2023)

مفتاح الخريطة:

(أ) *Lavandula angustifolia*

(ب) *Lavandula latifolia*

(ج) *Lavandula intermedia*

وذلك وفقاً لقاعدة بيانات "Plants of the World Online" الصادرة عن الحدائق النباتية الملكية في كيو. يشير اللون الأخضر إلى النطاق الطبيعي الأصلي للأنواع، بينما يشير اللون الأحمر إلى نطاقها الثانوي (أي المناطق التي تم إدخال الأنواع إليها).

التصنيف العلمي لنبات الخزامى *Lavandulaangustifolia* (Pokajewiczet al., 2023):

الجدول 3.II. التصنيف العلمي لنبات الخزامى *Lavandulaangustifolia*

(Pokajewiczet al., 2023)

| Royaume | Plantes | النباتات | المملكة |
|----------|------------------------------|-------------------|----------|
| Division | <i>Tracheophytes</i> | النباتات الوعائية | الشعبة |
| Classe | <i>Magnoliopsida</i> | ثنائية الفلقة | الصف |
| Commande | <i>Magnoliopsida</i> | الشفويات | تحت الصف |
| Famille | <i>LamiaceaeMartinov</i> | الشفوية | الرتبة |
| Genre | <i>LavandulaL</i> | الخزامى | العائلة |
| Section | <i>Lavande (Spica Ging.)</i> | الخزامى | الجنس |
| Royaume | <i>Plantes</i> | النباتات | النوع |

الوصف المورفولوجي للخزامى *Lavandulaangustifolia*: حسب اكساد (2024).

الشجرة:

- جنبية صغيرة، طولها 50 - 30 سم، كثيرة التفرّع، يكسوها أوبار كثيفة رمادية اللون.
- السوق منتصب، كثيرة الأوراق.



الشكل 10.II. شجرة الخزامى (7) site

الأوراق:

الأوراق بسيطة، خطية إلى مستطيلة الشكل، تامّة الحافة، كليلة القمة، حافتها تلتفت نحو الأسفل، رمادية للون على كلا سطحها، ويلاحظ وجود خصل من الأوراق على أفرع قصيرة جدًا في آباط الأوراق الكبيرة.



الشكل 11.II. أوراق نبات لخزامى (7) site

الزهرة:

- تجتمع الأزهار في دورات متقاربة، تضم الواحدة 6-10 أزهار، ويشكل مجموعها سنابل مستطيلة إلى بيضوية شكل، أبعادها 2-3 x سم،
- القنابات الخصبة (التي يوجد في آباطها أزهار) متراكبة، لها شكل مثلثي مقلوب مع زوايا مدوّرة، تحمل شبكة من الأعصاب،
- أمّا القنابات العقيمة (التي لا يوجد في آباطها أزهار) فبيضوية مقلوبة الشكل، لونها أرجواني إلى بنفسجي، تشكل خصلًا داكنة اللون في قمة السنييلة.

- الكأس طولها نحو 5 مم، رمادية زغبية، مؤلفة من أنبوب ينتهي بخمس أسنان مثلثية، تنتهي العلوية بلاحقة لها شكل قلبي مقلوب.
- التويج أرجواني فاتم، الأنبوب أطول قليلاً من الكأس.



الشكل II.12.زهرة الخزامى (7) site

الإزهار: من شباط/فبراير إلى أيار/مايو.

التركيب الكيميائي لنبات الخزامى *Lavandula angustifolia*

يحتوي نبات الخزامى (*Lavandula angustifolia*) على مجموعة من المركبات الكيميائية المهمة منها الزيوت العطرية والأنثوسيانينات والفيتوستيرولات والسكريات والمعادن، إضافةً إلى أحماض عضوية مثل حمض الكوماريك وحمض الجليكوليك وحمض الفاليريك وحمض الأورسوليك إلى جانب مركبات الهيرنيارين والكومارين والعفصات (Góra, 2005).

ويختلف تركيز المغذيات الكبرى في الخزامى تبعاً للصنف المزروع (Adaszynska et al., 2011). فعلى سبيل المثال، تتراوح مستويات البوتاسيوم بين 17.7 غ/كغ من المادة الجافة في صنف *Munstead* إلى 23.9 غ/كغ في صنف *Lavender Lady*. كما تؤثر الظروف المناخية تأثيراً ملحوظاً على محتوى الكالسيوم؛ إذ بلغ متوسط تركيزه في الخزامى المزروع برومانيا 2.13 غ/كغ من المادة الجافة (Colceru- Mihulet et al., 2009)، بينما سجل في باكستان 10.50 غ/كغ (Adnan et al., 2010). أما صنف *Blue River* فاحتوى على 8.10 غ/كغ، في حين وصل في صنف *Munstead* إلى 13.8 غ/كغ من المادة الجافة. ويمتاز نبات الخزامى بانخفاض محتوى المغنيسيوم (يتراوح بين 1.40 غ/كغ في *Lavender Lady* إلى 3.60 غ/كغ في *Munstead*) والصوديوم (من 0.11 غ/كغ في *Munstead* إلى 0.15 غ/كغ في *Lavender Lady*). وقد دعمت دراسات (Colceru-Mihulet et al., 2009) و (Adnan et al., 2010)

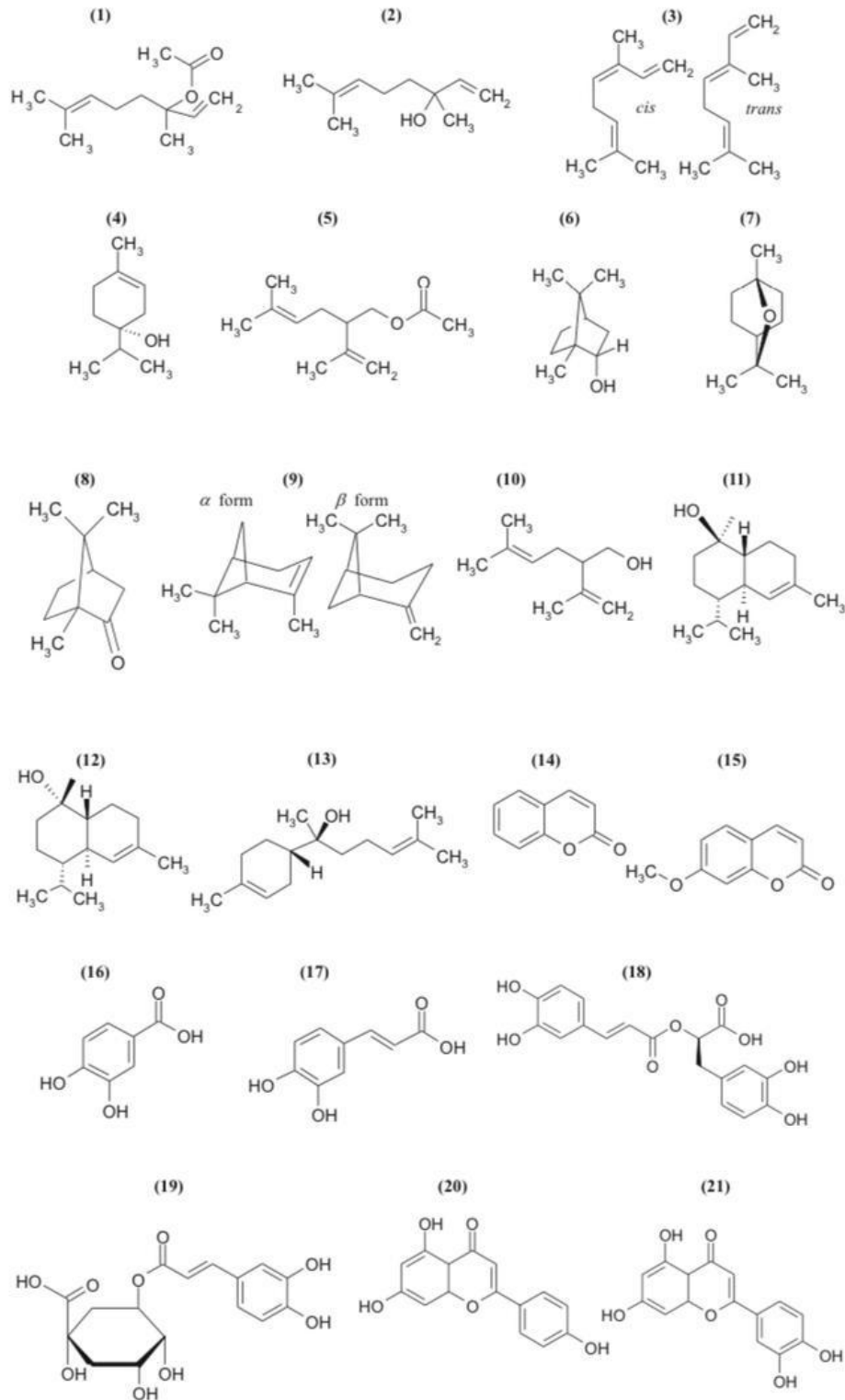
هذه النتائج، حيث تراوح محتوى المغنيسيوم من 2.19 إلى 4.25 غ/كغ، والصوديوم بتركيز قدره 0.37 غ/كغ من المادة الجافة.

كما تبين أن محتوى العناصر النزرة (العناصر الدقيقة) يختلف باختلاف الصنف المزروع. فقد تراوح تركيز الزنك من 23.0 إلى 106.27 ملغ/كغ من المادة الجافة. وأكدت دراسة (Adaszynska et al., 2011) ارتفاع تركيز الزنك من 25.7 ملغ/كغ في صنف *Lavender Lady* إلى 39.2 ملغ/كغ في *EllagancePurple*.

أما بالنسبة للنحاس فقد تراوح محتواه بين 7.2 إلى 11.1 ملغ/كغ من المادة الجافة، والمنغنيز بين 9.6 إلى 18.0 ملغ/كغ في صنف *Munstead* و *Lavender Lady* على التوالي. وسُجل أعلى تركيز للحديد في صنف *EllagancePurple* (489 ملغ/كغ)، بينما كان أدنى تركيز له في صنف *Munstead* (137 ملغ/كغ من المادة الجافة).

وتبين أن كمية العناصر النزرة (العناصر الدقيقة) تعتمد على الصنف المزروع. فقد تراوح تركيز الزنك من 23.0 إلى 106.27 ملغ/كغ من المادة الجافة. كما أكدت دراسة (Adaszynska et al., 2011) ارتفاع محتوى الزنك: من 25.7 ملغ/كغ في صنف *Lavender Lady* إلى 39.2 ملغ/كغ في *EllagancePurple*.

أما محتوى النحاس فقد تراوح بين 7.2 إلى 11.1 ملغ/كغ من المادة الجافة، والمنغنيز بين 9.6 إلى 18.0 ملغ/كغ في صنف *Munstead* و *Lavender Lady* على التوالي. وقد سُجل أعلى محتوى من الحديد في صنف *EllagancePurple* (489 ملغ/كغ)، في حين سُجل أقل تركيز في صنف *Munstead* (137 ملغ/كغ من المادة الجافة).



الشكل II.13. المركبات الرئيسية في الزيوت العطرية والقش المُطَر من اللافندر واللافاندين.

(-Meessenet al .,2015)Lesage

التربينات والتربينويدات: أسيتات الليناليل (1)، لينالول (2)، السيس- والتراس-أوسيمين (3)، تيربينين-4-أول (4)، أسيتات اللافاندوليل (5)، بورنيول (6)، 1,8-سينول (7)، كافور (8)، ألفا وبيتا-باينين (9)، لافاندولول (10)، إكس-كادينول (11)، تي-كادينول (12) ألفا-بيزابولول (13).

اللاكتونات: كومارين (14)، هيرنيارين (15).

المركبات الفينولية: حمض البروتوكاتيكويك (16)، حمض الكافيك (17)، حمض الروزمارينيك (18)، حمض الكلوروجينيك (19)، أبيجينين (20)، لوتيونين (21).

الاستخدامات الطبية والتقليدية لنبته الخزامى *Lavandula angustifolia*

تمتاز نبتة الخزامى (*Lavandula*) بتاريخ طويل من الاستعمالات الطبية والشعبية في مختلف الحضارات. فقد استُخدمت أزهارها منذ العصور القديمة بفضل رائحتها العطرية وخصائصها العلاجية، حيث استعملها الرومان لتعطير الحمامات العامة وحملها الجنود معهم كمطهر (Barrett, 1996)، كما وظّفها المصريون القدماء في عمليات التحنيط (Duke, 1985). وخلال العصور الوسطى وعصر النهضة، شاع استخدامها لحفظ الملابس ومنع انتشار الروائح الكريهة.

في الطب الصيني التقليدي (TCM) استُخدم الخزامى لعلاج عدة حالات مثل العقم، الحمى، العدوى والقلق (Kenner, 1998)، بينما وظّفه الطب العربي القديم في معالجة مشكلات المعدة والكلية (Ghazanfar, 1994). أما في أوروبا الفيكتورية فقد ارتبط باستعماله كمنشّط جنسي (Szejtli et al, 1986)، في حين استُخدم في التقاليد الشعبية لعلاج الدوار، تساقط الشعر، زيادة تدفق الصفراء، قرح الدواليوم تلازمة النفق الرسغي. وقد نُسبت إليه خصائص متعددة مثل: مضاد للاكتئاب، مضاد للتشنجات، طارد للغازات، مضاد للتقيؤ، مدر للبول، ومقوِّ عام، إضافة إلى استعمال بعض أنواعه كعلاج للديدان ولدغات الحشرات (Ghazanfar, 1994).

وفي الطب الحديث، يلقي الخزامى اهتمامًا متزايدًا ضمن العلاج بالاعطور (Aromatherapy)، إذ يُعد من أكثر الزيوت الأساسية تنوعًا وفائدة (Welsh, 1995). ويُستخدم زيت الخزامى العطري لعلاج القلق، التوتر، الاكتئاب، الإرهاق، دوار السفر، وارتفاع ضغط الدم، وغالبًا ما يُطبق بالترافق مع التدليك لتعزيز الاسترخاء، علاج المغص وتحفيز الشهية (Duke, 1985). كما أوصي بمزجه مع زيت النعناع للتخفيف من صداع التوتر. وقد أقرت لجنة E الألمانية شاي *Lavandula angustifolia* كعلاج فعال لحالات الأرق، القلق واضطرابات الأمعاء العصبية.

الاستخدامات الصحية للزيت الأساسي للخزامى *Lavandula angustifolia*

❖ الاثار العصبية والنفسية لزيت الخزامى

استخدم زيت الخزامى تقليدياً لخصائصه المهدئة، إلا أن الدراسات الحديثة أظهرت نتائج متباينة، متأثرة بعوامل مثل التركيب الكيميائي للزيت، والحالة المزاجية، والعمر، واختلاف نشاط نصفي الدماغ. وأظهرت دراسات تخطيط الدماغ الكهربائي (EEG) تبايناً في تأثير الخزامى على موجات ثيتا بين نصفي الدماغ. رغم ذلك، تشير بعض الدراسات إلى أن العلاج العطري بالخزامى قد يحسن النوم الليلي لدى كبار السن. (Chu et al., 2001).

❖ فعالية زيت الخزامى في إدارة الألم والالتهاب

يعد زيت الخزامى علاجاً بديلاً شائعاً في تخفيف الألم والالتهاب (Djenane et al., 2012)، وقد أظهرت العديد من الدراسات الإكلينيكية أن العلاج العطري أو استنشاق زيت الخزامى يساهم في تقليل الألم الناتج عن آلام الأطفال، وآلام ما بعد الجراحة والمخاض، إضافة إلى الأمراض الالتهابية المزمنة (Olapouret et al., 2013؛ Nasiriet al., 2016؛ Cardia et al., 2024؛ Ou et al., 2012؛ Yazdkhasti et Pirak, 2016؛ Soltaniet al., 2013). كما أثبت التطبيق الموضعي للزيت فعاليته في تقليل الألم العصبي لدى مرضى متلازمة النفق الرسغي (Eftekharsadat et al., 2018).

❖ تأثير زيت الخزامى على الميكروبات

- فيما يخص الخصائص المضادة للميكروبات، أظهر زيت الخزامى فعالية ضد البكتيريا موجبة وسالبة الغرام، مثل *Staphylococcus aureus* و *Escherichia coli*، كما أثبت تأثيره على جدار الخلية البكتيرية مؤدياً إلى تسرب المحتويات السيتوبلازمية (Ait Said L. et al., 2015)، (Prusinowska et al., 2014).

محاذير استعمال نبات الخزامى *Lavandula angustifolia*

- أظهرت الدراسات أن اللافندر يعزز تأثير المهدئات مثل البنثوباربيتال وهيدرات الكلورال، مما يطيل وقت النوم. بينما قد يعزز مستويات GABA، مما يعزز تأثير الأدوية المضادة للصرع. بالإضافة إلى ذلك، يمتلك اللافندر خصائص خافضة للكوليسترول عبر تثبيط إنزيم HMG-CoA وتحويل الستيرويدات إلى كوليسترول (Batiha et al., 2023).

- استخدمه بحذر مع المرضى الذين يتناولون حالياً أدوية تثبط الجهاز العصبي المركزي، لأن الاستخدام المصاحب لللافندر قد يؤدي إلى تفاقم التهدئة (Basch et al., 2004).

- يجب توخي الحذر في المرضى الذين يعانون من الحساسية المعروفة / فرط الحساسية تجاه الخزامى. قد يعاني الأشخاص الذين يعانون من حساسية من الخزامى من ردود فعل جلدية محلية خفيفة بعد الاستخدام الموضعي لزيت اللافندر (Brandao, 1986, Coulson et al., 1999)
- الأعشاب/المكملات الغذائية المضادة للتخثر: يحتوي الخزامى على كميات متفاوتة من الكومارين وبالتالي قد يزيد نظرياً من تأثير الأدوية المضادة للتخثر (Basch et al., 2004).

3.1.II. نبات الصنوبر *Pinus*

تُعد العائلة الصنوبرية (*Pinaceae*) أكبر عائلة نباتية داخل رتبة المخروطيات (*Coniferales*)، حيث تضم تسعة أجناس وحوالي 300 نوع (نحال، 2003). تنتشر هذه العائلة بشكل رئيسي في النصف الشمالي من الكرة الأرضية، بدءاً من المناطق القطبية وصولاً إلى المناطق الاستوائية. ومن أبرز أجناسها من حيث الأهمية البيئية والاقتصادية: جنس الصنوبر (*Pinus*)، والشوح (*Abies*)، والتتوب (*Picea*)، والتي تُشكّل المكون الأساسي للعديد من النظم البيئية الحراجية في المناطق الباردة والمعتدلة (Krugman et al., 1974).

يُعتبر جنس الصنوبر (*Pinus*) الأكثر أهمية من الناحية التجارية، حيث يُستخدم خشبه على نطاق واسع في الصناعات الخشبية، خاصة في المناطق المعتدلة والاستوائية (نحال، 2003). بالإضافة إلى ذلك، تُعد أشجار الصنوبر نباتات دائمة الخضرة ومعمرة، تنتج مجموعة متنوعة من المركبات الكيميائية الثانوية كجزء من عملية التمثيل الضوئي، والتي تلعب دوراً حيوياً في حماية النبات من الإجهادات البيئية (Bartwalet et al., 2013). كما تُطلق الغابات الصنوبرية كميات كبيرة من المركبات العضوية المتطايرة، وخاصة التربينات (Pokorska et al., 2012).

بالإضافة إلى قيمتها الاقتصادية، تلعب أشجار الصنوبر دوراً بيئياً مهماً في حماية مستجمعات المياه، وتوفير الموائل الطبيعية للحياة البرية، وإنشاء مصدات الرياح (Krugman et al., 1974). كما تُستخرج منها منتجات بحرية (*Naval stores*) مثل الراتنج، وتُعد بذور بعض أنواعها مصدراً غذائياً مهماً. وفي العقود الأخيرة، ازداد استخدام أشجار الصنوبر في الاستعمالات الطبية.

أصل التسمية

الاسم العلمي للجنس *pinus* أصله من اللغة السلتيّة pen، وتعني "رأس" نسبة لشكل المخروط الثمري ومنها انحدرت الكلمة اللاتينية pinea الدالة على المخروط الثمري لأنواع الصنوبر. سمي الثمري للدلالة

على ان ثماره تحوي بذورا مأكولة رغم ان كل الانواع الصنوبر تثمر ولها مخاريط، اما اسم "صنوبر" فهو شائع منذ زمن بعيد، ولكنه مجهول المصدر. الاسم الواصف للنوع *brutia*، نسبة إلى جزيرة Brutus في إيطاليا، حيث وصفه العالم Ténore للمرة الأولى انطلاقاً من شجرة مزروعة هناك. والاسم الواصف للنوع *Halepensis*، نسبة إلى مدينة حلب في سورية (اكساد2024).

الانتشار الجغرافي لأشجار الصنوبر *Pinus*

يعد الصنوبر البروتي. *Pinus brutia Ten* من أهم أنواع جنس الصنوبر المنتشرة في سورية، وتعدّ كل من تركيا وقبرص واليونان وسورية ولبنان وإيطاليا موطناً أصلياً لهذا النوع. وقد ذكر (Boydak2004)، أن الصنوبر البيروتي يتواجد طبيعياً على الساحل الشرقي للبحر الأبيض المتوسط. أما الصنوبر الحلبي. *Pinus halepensis Mill* فتعد منطقة حوض البحر الأبيض المتوسط ذات التنوع الوراثي الكبير واحدة من أهم مناطق انتشاره الطبيعي (Gómez et al., 1998). وقد استخدمت غابات الصنوبر الحلبي في فرنسا واليونان وإيطاليا ولا تزال تستخدم في تركيا واليونان لاستخراج الراتنج (الصمغ) على نطاق واسع. وكذلك الصنوبر الثمري *Pinus pinea* الذي ينتشر على نطاق واسع في جميع أنحاء حوض البحر الأبيض المتوسط، وربما تم نشره في وقت مبكر منذ الاستكشافات البشرية الأولى، ويعد الصنوبر الثمري نوعاً متوسطياً وطبيعياً في حوض المتوسط، ممتداً من البرتغال إلى سورية (Bravo et al., 2010).

يعد الصنوبر البحري (*Pinus pinaster Ait*) من المخروطيات التي تنتمي إلى حوض البحر الأبيض المتوسط الغربي، ويغطي نطاق توزيعه أكثر من 4 ملايين هكتار، ممتداً عبر مجالات واسعة من الارتفاعات، والمناخات، والأنواع المختلفة من التربة، مما أسفر عن تنوع وراثي ملحوظ نتيجة لذلك (Alía et al., 1996). وكما هو الحال مع أنواع الصنوبر الأوروبية الأخرى، فقد أدى زحف الغابات على الأراضي الزراعية السابقة، بالإضافة إلى برامج التشجير الهادفة أساساً إلى حماية التربة وإعادة تأهيل المناطق المتدهورة، إلى توسع انتشار الصنوبر البحري خلال القرنين التاسع عشر والعشرين (Le Maitre, 1998).

كما تم إنشاء مزارع غابات مكثفة من هذا النوع في النصف الجنوبي من الكرة الأرضية وبوجه خاص في جنوب غرب أستراليا.

أنواع نبات الصنوبر *Pinus*

الجدول II.4. بعض أنواع نبات الصنوبر

| الاسم العالمي | الاسم الشائع |
|--|---|
| <i>P. albicaulis</i> Engelm | الصنوبر الأبيض القلف |
| <i>P. aristata</i> Engelm <i>P. balfouriana</i> var <i>Aristata</i> (Engelm.) Engelm | صنوبر ذيل الثعلب او صنوبر الجوز الأمريكي |
| <i>P. armandii</i> Franch | صنوبر ارماند |
| <i>P. attenuata</i> Lemm <i>P. tuberculata</i> Gord | صنوبر العقد |
| <i>P. balfouriana</i> Grev. & Balf | صنوبر ذيل الثعلب او صنوبر بالفور |
| <i>P. brutia</i> Ten <i>P. halepensis</i> var. <i>brutia</i> (Ten.) Elwes & Henry | الصنوبر التركي |
| <i>P. banksiana</i> Lamb <i>P. divaricata</i> (Ait.) Sudw | صنوبر بانكس |
| <i>P. canariensis</i> C. Smith | الصنوبر الكناري |

الوصف النباتي

- تُعد هذه الأشجار من النباتات دائمة الخضرة، ويتراوح ارتفاعها بين 6 إلى 25 مترًا، وتتميز بأنها متوسطة الطول وكثيفة الأغصان. تنقسم أغصانها إلى نوعين:
- أغصان طويلة تحمل أوراقًا صغيرة شبه حرشفية، تسقط مع الوقت، وتكون قاعدتها متخشبة.
 - أغصان قصيرة تنمو من قواعد الأوراق الحرشفية، وتحمل مجموعات من الأوراق الإبرية الخضراء، يتراوح عددها بين 2 و5 أوراق في كل حزمة، ويبلغ طول الورقة من 8 إلى 15 سم، وتُحيط بها من القاعدة غمده غشائية.
 - تتكون المخاريط الذكرية في مواضع إبطيه (عند التقاء الورقة بالساق)، وتتجمع في مجموعات عند قواعد الفروع الحديثة. تتألف المخاريط من حراشف حلزونية الترتيب، ويحتوي كل حشف على كيسين طلعيين يحملان حبوب اللقاح، ولكل منها كيسان هوائيان.
 - أما المخاريط الأنثوية، فتتكون في مواضع جانبية أو قريبة من نهايات الفروع في الجزء العلوي من الشجرة، وتحتاج من سنة ونصف إلى سنتين حتى تنضج. تكون منفردة أو في أزواج أو دوارات، إما لاطئة مباشرة أو محمولة على حامل قصير. تختلف أبعادها حسب النوع، لكنها تتراوح عادة بين 7-10 سم.

- تتكون الحراشف الحاملة للبيوضات بطريقة حلزونية وتكون ذات قوام جلدي أو خشبي. البذور مجنحة وتحتوي على 4 إلى 15 فلقة. يحدث الإزهار خلال شهري آذار (مارس) ونيسان (أبريل). (أكساد (2024,



الشكل II.14. ثمار الصنوبر الشكل II.15. ورقة لشجرة الصنوبر

(Azri et Belgacem, 2018)



الشكل II.16. شجرة الصنوبر الشكل II.17. لحاء شجرة الصنوبر

(Azri et Belgacem, 2018)

التصنيف العلمي للصنوبر *Pinus*الجدول II.5. التصنيف العلمي لنبات الصنوبر *Pinus* (Farjon, 1996)

| Règne | Plantes | النباتات | المملكة |
|---------------------|---------------------|---------------------|----------|
| Embranchement | <i>Spermaphyta</i> | النباتات البذرية | الشعبة |
| Sous- embranchement | <i>Gymnospermae</i> | عاريات البذور | الصف |
| Sous- classe | <i>Pinopsida</i> | الصنوبريات | تحت الصف |
| Ordre | <i>Abietales</i> | الشوحيات | الرتبة |
| Famille | <i>Pinaceae</i> | الصنوبرية | العائلة |
| Genre | <i>Pinoideae</i> | الصنوبريات الحقيقية | الجنس |
| Sous- genre | <i>Pinus</i> | الصنوبر | النوع |

المواد الفعالة في نبات الصنوبر *Pinus*

تعد الغابات الصنوبرية من أهم مصادر إنتاج المركبات المتطايرة الحيوية، إذ أنها تطلق كميات كبيرة من مركبات التربين مثل:

α -pinene, β -pinene, camphene, Limonene (Pokorsietal, 2012)

و غنياً بالمركبات التربينية مثل:

α -Humulene (%15.2) Terpinene (%19.70), β -Caryophyllene(%7.88),

β -Myrcene (%7.56)

و غنياً بالحموض الدسمة مثل:

Oleic acid(%48.59), Palmitoleic acid(%29.38), Linoleic Acid(11.40%)

ومركب ثنائي التربين هو :

Neophytadine (%10.36) (فاديا اليونس. 2025).

تحتوي الزيوت الأساسية المستخلصة من الصنوبر على أكثر من 50 مركبًا، تختلف تركيباتها تبعًا لتنوع النبات والمحصول وطريقة التقطير والجزء المستخدم من النبات، ومن أبرز المركبات التي توجد بتركيزات عالية:

- ألفا-بينين (α -pinene)
- بيتا-بينين (β -pinene)
- بيتا-فيلاندرين (β -phellandrene)
- بيتا-كارايوفيلين (β -caryophyllene)
- كامفين (camphene)
- ألفا-تيربينول (α -terpineol)
- جيرماكرين-دي (germacrene D)
- أسيتات البورنيل (bornylacetate)
- سيترونيلول (citronellol)
- تريسايكلين (tricyclene)

ينتمي مركبا ألفا-بينين وبيتا-بينين إلى مجموعة المونوترپينات ثنائية الحلقة، والتي تتواجد بكثرة في أنواع مختلفة من أشجار الصنوبر (جنس *Pinus*) (Dziedziński et al., 2021).

استخدامات العلاجية لزيت ومستخلصات شجرة الصنوبر *Pinus*

أظهرت العديد من الدراسات أن زيت ومستخلصات الصنوبريات وخاصة من جنس *Pinus*، تتمتع بخصائص علاجية متنوعة تشمل التأثيرات المضادة للأكسدة، والمضادة للبكتيريا والفطريات، إضافة إلى إمكانيات مضادة للسرطان.

يُعد زيت بذور الصنوبر البكر منتجاً طبيعياً متعدد الاستخدامات، يُستعمل في العلاج بالروائح، الطهي، وتخفيف مشاكل الجهاز الهضمي، كما يعمل كمثبط للشهية ومحفز لامتصاص البروتين، وله دور في الوقاية من أمراض القلب والأوعية الدموية بفضل غناه بمضادات الأكسدة (Benseghier et khamed , 2013).

يُعد الصنوبر من النباتات الطبية الهامة حيث تُستخدم أنواع متعددة منه لأغراض علاجية متنوعة. فالصنوبر البحري (*Pinus pinaster*) يُستخلص من لحائه مركب "البيكنوجينول" المعروف بخصائصه المضادة للأكسدة والالتهابات، ويُستخدم في علاج الربو، فقر الدم، الحساسية، مشاكل القلب، والشيخوخة. أما

صنوبر سكوتش (*Pinus sylvestris*)، فزيوته الطيارة وأبراعه تملك خصائص مضادة للبكتيريا والفطريات والفيروسات، ويُستخدم لطرد البلغم، وتخفيف الالتهابات، وعلاج أمراض مثل حب الشباب، التهاب المفاصل، والربو. في حين أن الصنوبر الأبيض (*Pinus strobus*) يُستعمل لحاؤه وبراعم إبره كمهدئ ومضاد للالتهابات في حالات السعال، الروماتيزم، آلام الظهر، والتهابات الجلد. أما صنوبر إليوتي (*Pinus elliottii*)، فيُستخدم راتجه وزيته لعلاج الجروح والقرح والروماتيزم، كما يفيد في مشاكل الجهاز التنفسي مثل نزلات البرد والربو. توضح هذه الاستخدامات القيمة العلاجية المتنوعة للصنوبر، مما يجعله من الأعشاب المهمة في الطب النباتي التقليدي والحديث (Duke, 2002).

الفصل الثالث

تقنيات الفصل والتحليل
الطيفي الكروماتوغرافيا و FTIR

تُعد الكيمياء التحليلية فرعًا من فروع الكيمياء البحتة، وهي قريبة في منهجها ومجالها من الكيمياء الفيزيائية. يهدف هذا العلم إلى تطوير وتطبيق منهجيات وأجهزة متقدمة لتوفير معلومات دقيقة حول طبيعة المادة وتركيبها. كما تُستخدم الكيمياء التحليلية في تحديد بنية المركبات، سواء بصورة جزئية أو كلية، في عينات تختلف في درجة تعقيدها. إضافة إلى ذلك، تسهم الكيمياء التحليلية في تفسير النتائج المستخلصة من التحاليل التجريبية. وتشمل مجالاتها التحليل الكميائي والقياس الكميائي، حيث يركز الأول على إنتاج نتائج كمية مثل التركيزات، في حين يعتمد الثاني على أساليب رياضية قائمة على المنطق الرسمي لاستخلاص المعلومات من البيانات الكميائية (Rouessac et Rouessac , 2013).

ويُعرف هذا الفرع من الكيمياء كذلك بأنه العلم الذي يهتم بتحديد مكونات المادة وتركيبها، سواء من الناحية النوعية أو الكمية. ويتميز باستخدامه لتقنيات وأدوات متنوعة لقياس خصائص ومعايير متعددة ترتبط بأنظمة أو أشياء مختلفة، مثل التحليل الفيزيائي، الكميائي، الكميائي الحيوي، والبيولوجي. وتكمن أهمية الكيمياء التحليلية في قدرتها على تقديم معلومات دقيقة تسهم في دعم القرارات العلمية في مجالات حيوية متعددة تشمل الطب، البيئة، الصناعة، والزراعة (Valcárcel, 2012). وتتضمن الكيمياء التحليلية تطبيق مجموعة من التقنيات والمنهجيات للحصول على معلومات نوعية، كمية، وبنوية تتعلق بطبيعة المادة، وتشمل:

التحليل النوعي: تحديد العناصر أو الأنواع أو المركبات الموجودة في العينة.
التحليل الكمي: قياس الكميات المطلقة أو النسبية لهذه المكونات.
التحليل البنوي (التركيب): تحديد التوزيع الفراغي للذرات في الجزيء، أو التعرف على المجموعات الوظيفية. ومن الفروع الحديثة المرتبطة بالكيمياء التحليلية يبرز التحليل الكيموفيزيائي (Physicochemical Analysis)، والذي يُعد تخصصًا متعدد المجالات يدمج بين مفاهيم الكيمياء والفيزياء لتحليل المواد وتحديد خصائصها. ويهدف هذا النوع من التحليل إلى دراسة سلوك المادة من خلال تقييم تفاعلاتها الكميائية وخصائصها الفيزيائية، مثل التوصيلية الكهربائية، والانكسار الضوئي، والحرارة النوعية، واللزوجة، وغيرها من الخصائص القابلة للقياس (Kealey et Haines, 2002).
وقد أشار هاريس (Harris) في كتابه Quantitative Chemical Analysis إلى أن "التحليل الكميائي لا يقتصر على التفاعلات الكميائية فقط، بل يشمل أيضًا القياسات الفيزيائية التي توفر معلومات دقيقة حول تركيب المادة وخصائصها (Harris, 2010). التحليل الكيموفيزيائي يُعد أداة قوية لفهم المواد، حيث يجمع بين القياسات الكميائية والفيزيائية لتوفير صورة شاملة عن المادة المدروسة (Harvey, 2016).

بناءً على ما سبق، فإن التحليل الكيموفيزيائي يُعد أداة متكاملة وأساسية في العديد من التطبيقات العلمية والصناعية، خصوصاً في مجالات البيئة، والصيدلة، والهندسة ومن هنا، ظهرت الكروماتوغرافيا كأحد أهم وأدق تقنيات التحليل والفصل الكيميائي.

1.III. تعريف الكروماتوغرافيا (Chromatography)

الكروماتوغرافيا هي تقنية تحليلية تُستخدم لفصل مكونات الخليط اعتماداً على اختلاف خصائصها الفيزيائية والكيميائية، مثل الامتزاز، والتوزيع، والألفة الجزيئية، والوزن الجزيئي. تتكون هذه التقنية من ثلاثة عناصر رئيسية: الطور الثابت، وهو مادة صلبة أو سائل مثبت على سطح صلب؛ والطور المتحرك، وهو إما سائل أو غاز يمر فوق الطور الثابت؛ والجزيئات المراد فصلها، والتي تتحرك بسرعات مختلفة حسب تفاعلها مع الطورين. تستخدم الكروماتوغرافيا بأنواعها المختلفة في مجموعة واسعة من التطبيقات؛ فالكروماتوغرافيا التوزيع تُعد فعالة في فصل الجزيئات الصغيرة كالأحماض الأمينية والسكريات، في حين تُستخدم كروماتوغرافيا الألفة مثل التبادل الأيوني لفصل الجزيئات الكبيرة كالبروتينات والأحماض النووية. تُستخدم كروماتوغرافيا الورق في فصل الأحماض الأمينية والسكريات وبعض الأصباغ البسيطة، بينما تُستخدم الكروماتوغرافيا الغازية في تحليل المركبات المتطايرة، ومراقبة التفاعلات الإنزيمية. أما كروماتوغرافيا المنخل الجزيئي فتلائم تحديد الأوزان الجزيئية للبروتينات، في حين تُستخدم كروماتوغرافيا هلام الأغاروز في تنقية DNA و RNA والفيروسات. وتُعد الكروماتوغرافيا أداة فعالة ليس فقط للفصل، بل أيضاً للتحليل الكمي، حيث تهدف إلى تحقيق فصل دقيق وفعال خلال فترة زمنية مناسبة، مما أدى إلى تطوير عدة تقنيات منها كروماتوغرافيا الأعمدة، الطبقة الرقيقة (TLC)، الورق، الغازية، التبادل الأيوني، النفاذ الجزيئي، الكروماتوغرافيا السائلة عالية الأداء (HPLC)، وكروماتوغرافيا الألفة. (Coskun, 2016).

2.III. أنواع الكروماتوغرافيا

- الكروماتوغرافيا العمودية (Column Chromatography)
- كروماتوغرافيا التبادل الأيوني (Ion-Exchange Chromatography)
- كروماتوغرافيا النفاذ الجزيئي / المنخل الجزيئي (Gel-Permeation /)
- كروماتوغرافيا المنخل الجزيئي (Molecular Sieve Chromatography)
- كروماتوغرافيا الألفة (Affinity Chromatography)
- كروماتوغرافيا الورق (Paper Chromatography)
- كروماتوغرافيا الطبقة الرقيقة (Thin-Layer Chromatography)

- الكروماتوغرافيا الغازية (Gas Chromatography)
- كروماتوغرافيا التفاعل الكاره للماء (Hydrophobic Interaction Chromatography)

III.1.2. كروماتوغرافيا تبادل الأيونات (Ion-Exchange Chromatography)

كروماتوغرافيا التبادل الأيوني، والتي تم تصميمها خصيصًا لفصل المركبات المختلفة في شحنتها أو القابلة للتأين، تتكوّن من طور متحرك وآخر ثابت، كما هو الحال في تقنيات كروماتوغرافيا الأعمدة السائلة الأخرى (Cummins *et al.*, 2011) (Wiselet *et al.*, 2003).

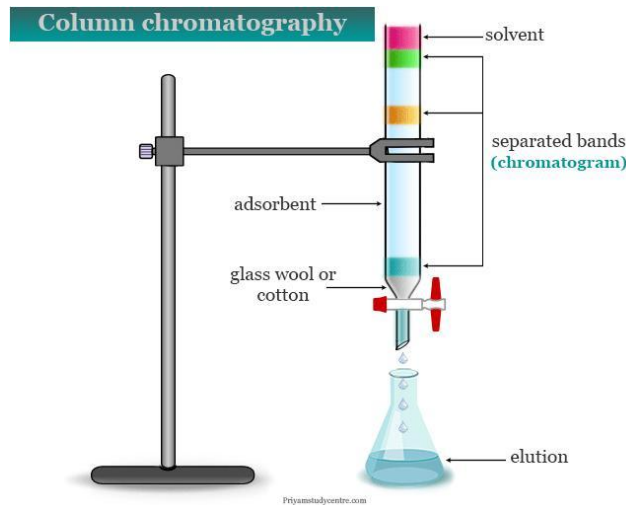
يتكون الطور المتحرك من محلول منظم مائي (buffer) يحتوي على الخليط المراد فصله. أما الطور الثابت فعادةً ما يُصنع من مصفوفة عضوية خاملة تم تعديلها كيميائيًا لتحتوي على مجموعات وظيفية قابلة للتأين (أيونات ثابتة)، تحمل أيونات ذات شحنة معاكسة قابلة للإزاحة (Cummins *et al.*, 2011).

تكون الأيونات في حالة توازن بين الطور المتحرك والطور الثابت، مما يؤدي إلى وجود نوعين من التبادل: تبادل أنيوني وتبادل كاتيوني، وتُعرف الأيونات المتبادلة باسم الأيونات المقابلة (Fritz et Gjerde, 2009). يتم فصل الكاتيونات باستخدام أعمدة راتنج تبادل كاتيوني، وفصل الأنيونات باستخدام أعمدة راتنج تبادل أنيوني (Fritz et Gjerde, 2009).

تتم عملية الفصل بناءً على ارتباط المواد المُحلّلة (analytes) بمجموعات موجبة أو سالبة الشحنة مثبتة على الطور الثابت، والتي تكون في حالة توازن مع الأيونات المقابلة الحرة في الطور المتحرك، ويعتمد هذا التفاعل على اختلاف الشحنة السطحية الصافية لكل مادة.

III.2.2. كروماتوغرافيا العمود (Column Chromatography)

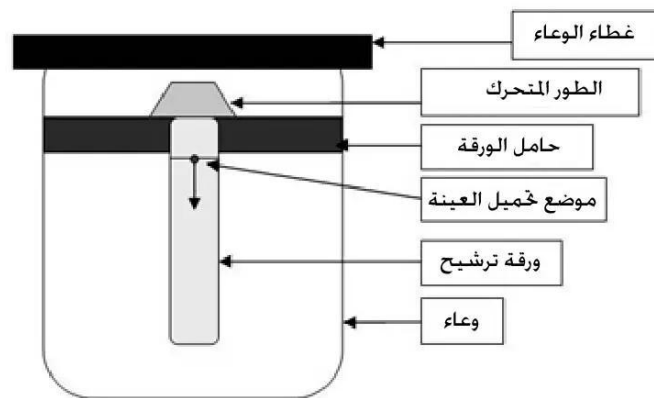
كروماتوغرافيا العمود في الكيمياء هي طريقة تُستخدم لتنقية المركبات الكيميائية الفردية من خلطات المركبات. وغالبًا ما تُستخدم هذه الطريقة لأغراض تحضيرية ضمن نطاقات تبدأ من ميكروغرامات وتصل إلى الكيلوغرامات. يتكون عمود الكروماتوغرافيا التحضيرية التقليدي من أنبوب زجاجي بقطر يتراوح من 5 مم إلى 50 مم وارتفاع من 5 سم إلى 1 متر، مزوّد بصنوبرونوع من الفلاتر (مثل قرص زجاجي مسامي أو قطعة من صوف زجاجي) في الأسفل لمنع فقدان الطور الثابت (Kondetiet *et al.*, 2014).



الشكل III.1. كروماتوغرافيا العمود (Column Chromatography) (Site 8)

III.3.2. كروماتوغرافيا الورق (Paper Chromatography)

يقوم على فصل مكونات خليط ما بناءً على توزيعها بين طورين غير قابلين للامتزاج: الطور الساكن، وهو طبقة رقيقة من الماء مرتبطة بألياف السليلوز في ورق الترشيح، والطور المتحرك، وهو مذيب عضوي يجري على طول الورقة. عندما تنتقل المواد المذابة مع الطور المتحرك، يتم التبادل المستمر لها بين الطور المتحرك والطور الساكن. وتفصل المواد عن بعضها البعض نتيجة اختلاف درجات ذوبانها وتوزيعها بين الطورين، فتتحرك المواد ذات الذوبانية الأكبر في الطور المتحرك بسرعة أكبر من غيرها. وعلى الرغم من وجود آليات أخرى مثل الامتزاز وتبادل الأيونات، فإن آلية التوزيع (partitioning) هي الأكثر شيوعاً وتأثيراً في كروماتوغرافيا الورق. وقد سبّه كل من Martin و Syngé هذا النوع من الفصل بعملية التقطير التجزيئي، موضحين أن كفاءة الفصل تعتمد على عدد خطوات التوزيع التي تحدث، والتي تزداد بطول الورقة أو العمود الكروماتوغرافي (Block *et al.*, 2013)



الشكل III.2. كروماتوغرافيا الورق (Paper Chromatography) (site 9)

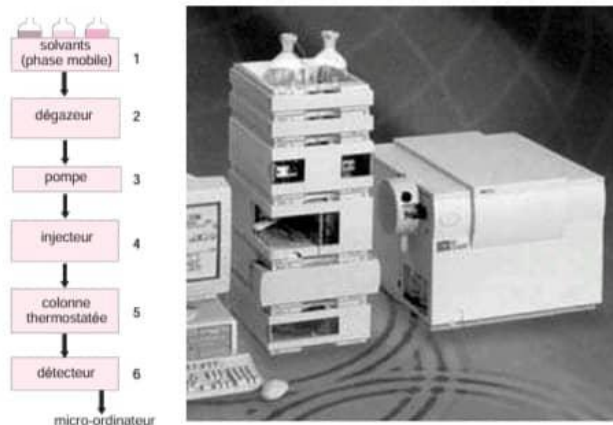
4.2.III الكروماتوغرافيا الغازية (GC) Gas Chromatography

هي تقنية تحليلية قوية تستخدم لفصل وتحليل المركبات المتطايرة، وتُعد ذات دقة فصل عالية، مما يجعلها مناسبة لتحليل الليغنانات النباتية. نظراً لأن معظم الليغنانات تحتوي على مجموعات هيدروكسيل، يُستخدم الاشتقاق الكيميائي (مثل الساييلية) لتحسين تطايرها واستقرارها الحراري. عادةً ما تُستخدم مشتقات إيثر ثلاثي ميثيل السيليل (TMS) قبل التحليل، وتُعد الساييلية الطريقة الأكثر شيوعاً لهذا الغرض، رغم أن بعض الليغنانات لا تحتاج للاشتقاق. تعتمد عملية التحليل على أعمدة كروماتوغرافيا غير قطبية مثل HP-1 أو CP-Sil 5 CB، ويمكن استخدام أعمدة أكثر قطبية أو أعمدة قصيرة لتحليل مجموعات الليغنانات مثل السيزكيليجنانات والديليغنانات. يُستخدم غاز الهيليوم أو الهيدروجين كغاز حامل، وتُستخدم تقنية التأين الإلكتروني (EI) في أجهزة GC-MS لتحديد بنية الليغنانات. للتحليل الكمي، يُستخدم كاشف التأين باللهب (FID) مع معيار داخلي، ويُراعى تحديد عامل الاستجابة بدقة للحصول على نتائج موثوقة (Willför et al., 2006).

5.2.III الكروماتوغرافيا السائلة عالية الأداء (HPLC)

هي تقنية تحليلية متقدمة تُستخدم لفصل وتحليل المركبات، خاصة تلك التي لا تتحمل الحرارة أو ذات الكتل الجزيئية الكبيرة والقطبية. تعتمد على استخدام طور متحرك سائل يمر عبر عمود مملوء بجسيمات دقيقة (2-5 ميكرومتر) أو مواد مسامية، ما يسبب فقداً كبيراً في الضغط، لذا يُستخدم ضغط عالٍ لدفع السائل. تتميز HPLC بإمكانية التحكم في الانتقائية من خلال اختيار نوع العمود وتركيبية المذيب، كما تُستخدم فيها أطوار ثابتة متقدمة وتقنيات مثل مطابقة الأيونات والتفاعلات الكارهة للماء، مما يجعلها فعالة ومناسبة لتحليل مجموعة واسعة من المركبات.

تتكون أجهزة HPLC من وحدات مترابطة بأنابيب دقيقة، وتشمل مضخة، حاقن، عمود الفصل، كاشف (مثل UV)، وقد تُدمج مع مقياس طيف الكتلة. يُعد جهاز HP 1100 مثالاً على الأنظمة المتطورة التي توفر دقة ومرونة عالية في التحليل (Rouessac et Rouessac, 2013).



الشكل 3.III. مخطط لنظام حلقة الضخ الحراري المغلقة (HPLC) مع نظام كشف مزدوج. مثال على تصميم من النوع التركيبي (المعياري) (Rouessac et Rouessac, 2013)

III. 3 كروماتوغرافيا المدمجة بالأشعة تحت الحمراء (FTIR)

من المعروف أن مطيافية الأشعة تحت الحمراء بتحويل فورييه (FTIR) تُعد أداة تحليلية مفيدة لباحثي الكيمياء العضوية والكيمياء الحيوية. إذ يمكنها تحديد المواد غير المعروفة وتعيين جودة و كمية المكونات في العينة. وتتمثل ميزة هذه التقنية التحليلية في إمكانية استخدامها لتحليل العينات في حالات مختلفة مثل: السوائل، المواد الصلبة، المعاجين، المساحيق، الأغشية، وكذلك الغازات (Nandiyantoet al., 2019). ولا تتطلب هذه الطريقة كمية كبيرة من العينات، كما تتميز بسهولة وسرعة تحضير العينة وقصر زمن التحليل. علاوةً على ذلك، فإن مبدأ عملها بسيط جداً. بالإضافة إلى ذلك، يمكنها أن توفر معلومات معدنية (Mohamed et al., 2017).

تُعد تقنية مطيافية الأشعة تحت الحمراء بتحويل فورييه (FTIR) وسيلة طيفية سريعة وفعّالة للكشف عن المجموعات الوظيفية في المادة، مما يساعد في عملية توصيفها. حيث يُعرض العينة إلى الإشعاع تحت الأحمر، والذي يتميز بطول موجي أكبر وتردد أقل مقارنةً بالضوء المرئي، ويقع في المنطقة المتوسطة من الطيف الكهرومغناطيسي (400-4000 سم⁻¹). ولكي يُصنّف الجزيء على أنه نشط تحت الأحمر، يجب أن يُظهر تغييراً في عزم ثنائي القطب الكهربائي للمجموعة الوظيفية أثناء اهتزاز الروابط الكيميائية عند ترددات معينة.

تهتز الجزيئات بشكل رئيسي بطريقتين: التمدد والانحناء. ويُقسم اهتزاز الانحناء إلى أربعة أنماط: الاهتزاز المتموج (wagging)، الالتوائي (twisting)، التارجي (rocking)، أو القصي (scissoring)، إذ

يتضمن تغييرًا في الزاوية بين رابطتين. بينما يشمل الاهتزاز التمديدي (stretching vibrations) تغييرًا في طول الرابطة، ويمكن أن يكون متماثلًا أو غير متماثل.

يُحدد التركيب الكيميائي للجزيئات من خلال طريقة امتصاصها للأشعة. حيث يُستخدم المطياف الضوئي (spectrophotometer) لقياس طيف الامتصاص للجزيء. وبناءً على تصنيف الروابط الكيميائية، تُقسم أطياف FTIR عادةً إلى أربع مناطق رئيسية:

- بين 4000–2500 سم⁻¹: تظهر الروابط الأحادية مثل O–H، و C–H، و N–H.
- بين 2500–2000 سم⁻¹: تظهر الروابط الثلاثية.
- بين 2000–1500 سم⁻¹: تظهر الروابط الثنائية.
- بين 1500–650 سم⁻¹: تقع منطقة "البصمة الجزيئية" الكاملة للمركب.

تُستخدم تقنية FTIR على نطاق واسع في التوصيف البنوي الكامل للمترابكات النانوية. كما أن تأثير عمليات السبائك (alloying)، والتي تُغير التركيب الكيميائي والخواص الفيزيائية لأي مادة، يمكن تحليله أيضًا باستخدام FTIR.

تتّكز تقنية FTIR على التمييز والتوصيف للمواد النانوية، المصفوفات البوليمرية، الأغشية، والمركبات، من خلال دراسة أنواع الروابط، النطاقات الفردية أو المجموعات، المجموعات الفعالة والتفاعلات الجزيئية المكوّنة للعينة. (Shukla, 2025)

الجزء العملي

الدراسة الفيزيوكيميائية

المواد والطرق

1.I. اختيار العينات

تم اختيار ثلاثة من النباتات الطبية الأكثر شيوعاً واستخداماً في علاج التهابات الجهاز التناسلي الأنثوي، وتم اقتناء العينات النباتية من عشابين محليين بولاية الوادي وهي: نبات الرمان (*Punicagranatum*)، ونبات الخزامى (*Lavandula*)، و الدباغ نبات الصنوبر (*Pinus*). وقد تم استخدام القشور المجففة لثمار الرمان، و القلف (الدباغ) من شجرة الصنوبر، بالإضافة إلى الجزء الهوائي من نبات الخزامى، نظرًا لما تحتويه هذه الأجزاء من مركبات فعالة ذات خصائص مضادة للميكروبات والالتهابات، مما يجعلها مناسبة للاستخدام في العلاجات الطبيعية لهذا النوع من الالتهابات.

2.I. تحضير المستخلصات النباتية

في هذه المرحلة، تم اعتماد تقنية استخلاص أكثر فاعلية، تمثلت في طريقة النقع باستخدام الماء المقطر، وذلك بهدف الحصول على المستخلصات النباتية الفعالة بأقصى كفاءة ممكنة. وتُعد هذه الطريقة من الوسائل الشائعة والأمنة لاستخلاص المركبات الفعالة القابلة للذوبان في الماء، مما يجعلها مناسبة للتطبيقات البيولوجية والطبية.

طريقة تحضير المستخلص المائي بالنقع (Maceration)

هو طريقة استخلاص بسيطة تعتمد على نقع المادة النباتية في مذيب مناسب (مثل الماء أو الإيثانول) عند درجة حرارة الغرفة أو درجات حرارة منخفضة نسبيًا، لفترة زمنية طويلة، بهدف فصل المركبات النشطة أو الفعالة من العينة النباتية دون تعريضها للحرارة الشديدة، مما يجعله مناسبًا لاستخلاص المركبات الحساسة للحرارة مثل الفينولات والفلافونويدات (Hidayat et Wulandari , 2022).

- اعتمدنا في هذه المرحلة على نقع 50 غرام من المسحوق النباتي لكل نوع في 500 مل من الماء المقطر لمدة ثلاثة أيام مع تكرار النقع .
- اما بنسبة لمسحوق مزيج النباتات تم تحضير مسحوق نباتي وهو عبارة عن خليط من المساحيق النباتية الثلاثة بوزن 60 غ.

تجميد العينات

وضعنا المستخلصات في قارورة وتركناها في الثلاجة لمدة يومين



الشكل 1.I. تجميد العينات

تجفيف العينات

أخذنا المستخلصات من المجمد ووضعناها في جهاز Lyophilisateur لمدة ثلاثة أيام حتى يصبح مسحوق



الشكل 2.I. صور للعينات المجففة

يُعد التجفيف بالتجميد (Lyophilisation) تقنية متقدمة تستخدم لإزالة الماء من المواد الحساسة عبر عملية تجفيف تتم في ظروف منخفضة الحرارة وتحت ضغط منخفض تتضمن هذه العملية ثلاث مراحل رئيسية: تجميد المادة، يتبعها التسامي حيث يتحول الجليد مباشرة إلى بخار دون المرور بالحالة السائلة، وأخيرًا مرحلة نزع الامتصاص لإزالة أي رطوبة متبقية. يُطلق على المنتج النهائي الناتج عن هذه العملية اسم الليوفيليزات.

يُشتق مصطلح "ليوفيلي" من اللغة اليونانية ويعني "محب للمذيب"، ويعود ذلك إلى البنية المسامية للمنتج المجفف بالتجميد، والتي تمنحه قابلية عالية لامتصاص المذيبات، لا سيما المذيبات المائية. هذه البنية الفريدة تُمكن المنتج من الذوبان بسهولة وسرعة عند إعادة ترطيبه (Watson *et al.*, 2016). ولإعادة المنتج إلى خصائصه الفيزيائية والكيميائية الأصلية، تُعد خطوة إعادة الترطيب ضرورية.

الأهداف الرئيسية لعملية التجفيف بالتجميد هي:

أثناء التجميد: يتم تثبيط التفاعلات الكيميائية والبيوكيميائية، مما يُساهم في تحويل المادة إلى حالة خاملة ويمنع تلفها أثناء التخزين.

أثناء التسامي: يُزال الماء من المادة، مما يؤدي إلى تحسين استقرارها الفيزيائي والكيميائي على المدى الطويل، ويُسهّل من حفظها وتخزينها دون الحاجة إلى التبريد (Adams *et al.*, 2007).



الشكل 3.I. جهاز التجفيف بالتجميد Lyophilisateur

3.I حساب مردود المستخلصات النباتية:

هو عبارة عن النسبة بين وزن المستخلص الجاف وقسمة وزن المادة النباتية الابتدائية ضرب 100 وتقدر حسب (الخفاجي وآخرون، 2009) بالعلاقة التالية:

المردود % = (وزن المستخلص جاف / وزن المادة النباتية الابتدائية) * 100

4.I. التقدير الكمي لبعض مركبات الايض الثانوي

1. التقدير المحتوى الفينولي :

تتم عملية تقدير الفينولات في المستخلصات النباتية بواسطة مقياس الطيف الضوئي (Spectrophotomètre) مزوّد بخلايا ذات حجم 1 مل وباستخدام الكواشف التالية حسب (Slinkard et Singleton , 1977) (Singleton, 1999)

✓ ماء مقطر

✓ كاشف فولين-سيوكالتيه (Folin-Ciocalteu Reagent – FCR)

✓ كربونات الصوديوم (Na_2CO_3) بتركيز يتراوح بين 2% إلى 7%

✓ مستخلص نباتي

المحاليل المستخدمة:

المحلول الأول 'S1' حمض الغاليك

يؤخذ 2 ملغ من حمض الغاليك ويذاب في 2 مل من الماء المقطر للحصول على المحلول S1 بتركيز 1 ملغ/مل.

تحضير سلسلة من تراكيز حمض الغاليك

- لتحضير محلول بتركيز 500 ميكروغرام/مل (A1)، تم خلط 0.50 مل من المحلول S1 مع 0.50 مل من الماء المقطر.
- وللحصول على محلول بتركيز 400 ميكروغرام/مل (A2)، خلط 0.40 مل من S1 مع 0.60 مل من الماء المقطر.
- أما محلول 300 ميكروغرام/مل (A3)، فتم تحضيره بمزج 0.30 مل من S1 مع 0.70 مل من الماء المقطر.
- ولتحضير محلول بتركيز 200 ميكروغرام/مل (A4)، تم استخدام 0.20 مل من S1 مع 0.80 مل من الماء المقطر.
- أما بالنسبة لمحلول 100 ميكروغرام/مل (A5)، فتم خلط 0.10 مل من S1 مع 0.90 مل من الماء المقطر.

• وأخيراً، لتحضير محلول بتركيز 50 ميكروغرام/مل (A6)، تم خلط 0.05 مل من S1 مع 0.95 مل من الماء المقطر.

المحلول الثاني 'S2' تحضير كربونات الصوديوم (Na_2CO_3) بتركيز من 2% إلى 7%

لتحضير محلول بتركيز 2%، يتم إذابة 2 غرام من كربونات الصوديوم (Na_2CO_3) في 100 مل من الماء المقطر للحصول على المحلول S2.

المحلول الثالث 'S3' تحضير مستخلص النبات

يذاب 1 ملغ من مستخلص النبات في 1 مل من الماء المقطر للحصول على المحلول S3.

طريقة التقدير

تم إضافة 125 ميكرو لتر من محلول S3 (المستخلص النباتي) في أنبوب الاختبار أضيفت كمية مقدارها 500 ميكرو لتر من الماء المقطر وتم إضافة 125 ميكرو لتر من كاشف فولين-سيوكالتيو (Folin-Ciocalteu Reagent - FCR) إلى الخليط ثم ترك الخليط ليتفاعل لمدة 3 دقائق في درجة حرارة الغرفة وأضيفت 1250 ميكرو لتر من محلول S2 (كربونات الصوديوم Na_2CO_3) إلى الخليط وتم استكمال الحجم بإضافة 1 مل من الماء المقطر وضع الخليط في الظلام لمدة 90 دقيقة لضمان التفاعل الكامل.

بعد فترة الحضانة، تم قياس الامتصاصية باستخدام جهاز الطيف الضوئي عند طول موجي قدره 760 نانومتر.

لتحضير المنحنى القياسي باستخدام حمض الغاليك:

يتم مزج 125 ميكرو لتر من المحلول A1 (حمض الغاليك بتركيز 500 ميكروغرام/مل) مع 500 ميكرو لتر من الماء المقطر، ثم يُضاف 125 ميكرو لتر من كاشف Folin-Ciocalteu (FCR)، ويُترك الخليط لمدة 3 دقائق.

بعد ذلك، يُضاف 1250 ميكرو لتر من محلول S2 (كربونات الصوديوم Na_2CO_3)، ثم 1 مل من الماء المقطر، ويُحفظ المزيج في الظلام لمدة 90 دقيقة.

بعد فترة الحضانة، تُقاس الامتصاصية عند طول موجي 760 نانومتر باستخدام مطياف الامتصاص الضوئي.

يعامل المستخلص النباتي بنفس طريقة حمض الغاليك

2. التقدير الكمي للفلافونويدات :

تتم عملية تقدير الفلافونويدات لمستخلصات النباتية بواسطة الكواشف كيرسيتين واسيتات البوتاسيوم و نترات الالمنيوم حسب (Turkoglu et al., 2007).

الجهاز المستخدم

مطياف امتصاص ضوئي (Spectrophotometer) مزود بخلايا قياس حجمها 1 مل.

الكواشف المستخدمة

- ماء مقطر
- ميثانول
- نترات الالمنيوم بتركيز 10% ($\text{Al}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$)
- أسيتات البوتاسيوم بتركيز 1 مولاري (CH_3COOK)
- كيرسيتين (Quercetin) – أحد مركبات الفلافونويد
- مستخلص نباتي

طريقة العمل

المحلول الأول 'S1' تحضير محلول أسيتات البوتاسيوم 1 مولاري (CH_3COOK):
 لتحضير محلول أسيتات البوتاسيوم بتركيز 1 مولاري، يتم إذابة 9.80 غرام من CH_3COOK في 100 مل من الماء المقطر للحصول على المحلول 'S1'.
 المحلول الثاني 'S2' تحضير مستخلص النبات:
 يتم إذابة 1 ملغ من المستخلص النباتي في 1 مل من الميثانول للحصول على المحلول 'S2'.
 المحلول الثالث 'S3' تحضير محلول الكيرسيتين القياسي:
 يتم إذابة 12.6 ملغ من الكيرسيتين في 25 مل من الميثانول للحصول على المحلول 'S3'.
 بالنسبة المنحنى القياسي الكيرسيتين (Quercetin) تتم المعاملة التالية :

- كيرسيتين (0 ميكروغرام/مل): 4800 ميكرو لتر من الميثانول + 100 (MeOH) ميكرو لتر من المحلول S1 + 100 ميكرو لتر من محلول الاسيتات البوتاسيوم (CH_3COOK)
- كيرسيتين (25 ميكروغرام/مل): 4775 ميكرو لتر من 25 MeOH + ميكرو لتر من المحلول S3 + 100 ميكرو لتر من S1 + 100 ميكرو لتر من (CH_3COOK).

- كيرسيتين (50 ميكروغرام/مل): 4750 ميكرو لتر من 50 MeOH + ميكرو لتر من S3 + 100 ميكرو لتر من S1 + 100 ميكرو لتر من (CH₃COOK).
- كيرسيتين (75 ميكروغرام/مل): 4725 ميكرو لتر من 75 MeOH + ميكرو لتر من S3 + 100 ميكرو لتر من S1 + 100 ميكرو لتر من (CH₃COOK).
- كيرسيتين (100 ميكروغرام/مل): 4700 ميكرو لتر من 100 MeOH + ميكرو لتر من S3 + 100 ميكرو لتر من S1 + 100 ميكرو لتر من (CH₃COOK).
- كيرسيتين (125 ميكروغرام/مل): 4675 ميكرو لتر من 125 MeOH + ميكرو لتر من S3 + 100 ميكرو لتر من S1 + 100 ميكرو لتر من (CH₃COOK).
- كيرسيتين (150 ميكروغرام/مل): 4650 ميكرو لتر من 150 MeOH + ميكرو لتر من S3 + 100 ميكرو لتر من S1 + 100 ميكرو لتر من (CH₃COOK).
- كيرسيتين (175 ميكروغرام/مل): 4625 ميكرو لتر من 175 MeOH + ميكرو لتر من S3 + 100 ميكرو لتر من S1 + 100 ميكرو لتر من (CH₃COOK).
- كيرسيتين (200 ميكروغرام/مل): 4600 ميكرو لتر من 200 MeOH + ميكرو لتر من S3 + 100 ميكرو لتر من S1 + 100 ميكرو لتر من (CH₃COOK).

معاملة المستخلص النباتي

نضيف (125 ميكرو لتر) من المستخلص النباتي S2 مع (1125 ميكرو لتر) من الميثانول و(50 ميكرو لتر S1) من محلول استاتالبوتسيوم ونضيف (50 ميكرو لتر) من نترات الألمنيوم ثم نترك 40 دقيقة ثم قياس الامتصاصية عند طول موجي 415 نانومتر.

تم قياس الامتصاصية (Absorbance) لجميع تراكيز الكيرسيتين عند طول موجي قدره 415 نانومتر باستخدام جهاز قياس الطيف.

3. التقدير الكمي للتانينات

محلول رقم 1: محلول فانيلين (Vanillin) 1% (S1) :

يتم تحضيره بإذابة 2.8 غم من الفانيلين في 70 مل من الماء المقطر.

محلول رقم 2: المستخلص النباتي (S2) إذابة 1 مغ من كل عينة نباتية في 1 مل من الميثانول.

محلول رقم 3: محلول حمض الكاتشين (S3) إذابة 4 مغ من الكاتشين في 4 مل من الماء المقطر.

طريقة التقدير

-يتم إضافة 3ملهن الفانيلين إلى 500ميكرو لتر من كل من التراكيز المذكورة أعلاه بالإضافة 1.5ملهن حمض كلور الماء.

- تخلط المكونات جيدا ثم تحضن في الظلام لمدة 15د بدرجة حرارة المخبر.

- تقرا شدة الامتصاصية في جهاز مطيافية الضوئية عند طول الموجة $\lambda = 500 \text{ nm}$

ويتم التعبير عن النتائج بالميكروغرامات مكافئ مع الكاتشين Catéchine لكل ملغرام من المستخلص

(Sun et al., 1998) ($\mu\text{g E CA/ mg extract}$) (Broadhurst et Jones, 1978)؛ Skoog et al.,

(2018)

5.I قياس درجة حموضة المستخلصات:

تم قياس قيمة الـpH للمستخلصات المائية باستخدام جهاز pH متر رقمي تمت معايرته مسبقًا بمحاليل قياسية

(pH 4 و pH 7). حُضرت العينات بأخذ 5 مل من كل مستخلص مائي في بيشر زجاجي نظيف، ثم غُمر

القطب الزجاجي للجهاز داخل العينة بعد غسله وتجفيفه جيدًا. سُجلت القراءة بعد استقرار المؤشر، وأعيد

القياس ثلاث مرات مستقلة لكل عينة، ثم حُسب المتوسط والانحراف المعياري للنتائج.

6.I الكشف عن المجموعات الوظيفية عن طريقة FTIR

تم الكشف عن المجموعات الوظيفية للمستخلصات النباتية باستخدام جهاز **Fourier Transform**

Infrared Spectroscopy (FTIR) في مجال الأشعة تحت الحمراء ($4000-400 \text{ cm}^{-1}$) جرى

تحضير العينات بتجفيف المستخلصات المائية ثم طحنها ، أو بوضع بضع قطرات من المستخلص ،سجل

الطيف لكل عينة ، ثم تم تحليل الحزم الممتصة لتحديد المجموعات الفعالة والوظيفية الموجودة في

المستخلصات.

الدراسة البيولوجية

المواد والطرق

II. 1. اختبار الفعالية البيولوجية ضد البكتيرية

الدراسة كانت نوعية وهذا بغرض اختبار حساسية البكتيريا للمستخلصات ، اخترنا في هذا الدراسة طريقة الانتشار داخل وسط الزرع باستخدام الأقراص (Choi et al., 2006).

السلالات البكتيرية المختبرة

تم الحصول على السلالات البكتيرية من مستشفى الحكيم سعدان ببسكرة وهي موضحة في الجدول II.1.

المضادات الحيوية

بهدف مقارنة الأثر التثبيطي للزيت النباتي والمستخلصات النباتية، استعملنا 5 أنواع من المضادات الحيوية المبينة في الجدول II.2.

طريقة العمل

تنمية مزارع بكتيرية حديثة Repiquage des microorganismes

تمت تنمية السلالات البكتيرية المستعملة في هذه التجربة بأخذ مسحة من العزلات البكتيرية وتنميتها في أطباق بتري محتوية على جيلوز مغذي Géloso nutritive، تحضن الأطباق في الحاضنة عند 37°C لمدة 18 ساعة (Rahal, 2005).

الجدول II.1 السلالات البكتيرية المختبرة (Abedini, 2013 ; Khahlouche-riachi, 2014)

| بعض العدوى التي تسببها | مكان التواجد | الشكل | طبيعة الجدار | المرجع | السلالات البكتيرية |
|------------------------------------|---|-------|--------------|-------------|-------------------------------|
| التهابات المسالك البولية | الأنبوب الهضمي للإنسان والحيوانات ذات الدم الساخن | عصوية | سالبة جرام | ATCC 25922 | <i>Escherichia coli</i> |
| التهابات في الرئتين والكلية | التربة، الماء، النبات الجلد | عصوية | سالبة جرام | ATCC27853 | <i>Pseudomonas aeruginosa</i> |
| التسمم الغذائي التهابات الجلد | الجلد، جوف الأنف، الجهاز التنفسي | كروية | موجبة جرام | ATCC 25923 | <i>Staphylococcus aureus</i> |
| التهابات المسالك البولية والتنفسية | الأمعاء | عصوية | سالبة جرام | ATCC 700603 | <i>Klebsiella pneumoniae</i> |

الجدول 2.II. أنواع المضادات الحيوية المستخدمة

| آلية التأثير | التركيز µg | اختصار التسمية | المضاد الحيوي |
|--|---------------|-------------------|-----------------------------------|
| تنشيط إنزيمات ترانسبيبتيداز (Penicillin Binding Proteins, PBPs) المسؤولة عن تكوين الروابط المتصالبة بين جزيئات الببتيدوغليكان في جدار الخلية البكتيرية و منه ضعف الجدار و بالتالي تحلل الخلية.. | 10 | P | Penicillin |
| يعمل ك مخلب للمعادن (metal chelator) خاصة الحديد Fe^{2+} والمغنيسيوم Mg^{2+} ، مما يعطل إنزيمات بكتيرية معتمدة على المعادن (مثل DNA gyrase و منه تنشيط تخليق DNA والبروتينات). | 30 | NIT | Nitroloxline |
| مشابه للبنسيلينات الأخرى تنشيط إنزيمات PBPs المسؤولة عن تركيب جدار الخلية (الببتيدوغليكان). | 10 | AX | Amoxilline |
| يمنع تخليق انزيم حمض الفوليك و منه منع البكتيريا من تخليق الاحماض النووية الأساسية | 25 | COT | Co-Trimoxazole (Sulfamethoxazole) |

تحضير أوساط الزرع

تمت إذابة الوسط الزراعي Muller Hinton، ثم يفرغ الوسط في علب بتري، ويترك يبرد ليتماسك قبل القيام بعملية الزرع، تتم هذه العملية أمام موقد حراري من أجل خلق وسط معقم (Rahal, 2005).

تحضير المعلق البكتيري

يحضر المعلق البكتيري انطلاقاً من مزارع بكتيرية حديثة، حيث نأخذ في كل مرة مستعمرتين أو ثلاث ، حيث تقرأ الكثافة عند 0.5 McFarland من كل نوع بكتيري ووضعها في أنابيب اختبار حيث يحوي كل أنبوب 5مل من الماء الفيزيولوجي، ونقوم بالرج جيداً حتى تصبح المعلقات متجانسة (Belaiche, 1979).

تحضير الأقراص

تحضر الأقراص انطلاقاً من ورق واتمان رقم 3 (Papier Wattman N⁰3)، تكون الأقراص متجانسة ذات قطر 6مم، قبل استعمالها تعقم في جهاز Autoclave (دحية، 2009).

تحضير التراكيز

بالنسبة للمستخلصات النباتية فقد تم تحضير محلول قياسي بتركيز (20مغ/مل) لتحضر منه باقي التراكيز (10مغ/مل -5مغ/مل -2.5مغ/مل) وقد تم التخفيف باستعمال DMSO.

زراعة البكتيريا

يغمس ماسح قطني معقم في المعلق البكتيري لكل نوع بكتيري، ثم يمسح به سطح وسط الزرع على شكل خطوط متوازية ومتقاربة مع تكرار العملية ثلاث مرات وذلك بتدوير الطبق 60° في كل مرة (دحية، 2009).

تطبيق الأقراص

بعد تحضير الأوساط الزراعية وزراعة السلالات البكتيرية، تشبع الأقراص بالمستخلصات النباتية والزيت الأساسي (10 ميكرو لتر) وتطبق على الأطباق المحضرة (3 تكرارات في كل سلالة) بالإضافة إلى قرص آخر يحوي على DMSO، كشاهد سلبي على الاختبار. تترك الأطباق بجانب موقد بنزن مدة 30 دقيقة، لتنتقل بعدها إلى الحاضنة عند (37°C) بوضع مقلوب ولمدة 24 ساعة، لتحديد فعالية المستخلصات يتم قياس قطر التثبيط المحاط بالقرص (Belaiche, 1979).

حساسية البكتيريا

تعتبر حساسية سلالة ما منعدمة إذا كان قطر التثبيط أقل من أو يساوي 8 مم، وتكون محدودة عندما يتراوح قطر التثبيط بين 8-14 مم، بينما تكون متوسطة عند قطر تثبيط يتراوح بين 14-20 مم، لكنها تكون جد حساسة عندما يكون قطر التثبيط أكبر من 20 مم (Duraffourdet *al.*, 1990).

الدراسة الإحصائية

كل القيم المحصل عليها عبر عنها بالمتوسط الحسابي ($M \pm$ الانحراف المعياري (SD)) وهذا باستخدام برنامج Minitab عن طريق اختبار ANOVA عند مستوى الدلالة $P \leq 0.05$

الفصل الثاني

مناقشة النتائج

I- الدراسة الفيتوكيميائية:**I-1- قياس درجة الحموضة (pH) للمستخلصات النباتية باستخدام جهاز قياس الحموضة:**

تمت عملية قياس درجة الحموضة (pH) للمستخلصات النباتية باستخدام جهاز قياس الحموضة، وذلك بهدف تحديد طبيعة الوسط (حمضي أو قاعدي) لكل منها. حيث بلغت قيمة pH للمستخلص المائي لمزيج النباتات 5.2، في حين سُجِّلت قيمة المستخلص المائي لقشور الرمان 4.15 مما يشير إلى طبيعته الأكثر حموضة. أما

I- الدراسة الفيزيوكيميائية:**I-1- قياس درجة الحموضة (pH) للمستخلصات النباتية باستخدام جهاز قياس الحموضة:****درجة الحموضة الطبيعية للمهبل عند النساء:**

• عند النساء في سن الإنجاب: بين 4.5 – 3.8 وسط حمضي يحافظ عليه وجود بكتيريا Lactobacillus.

• عند الفتيات قبل البلوغ أو بعد سن اليأس: قد يكون أقرب إلى 7 – 5 pH

• قشور الرمان → pH = 4.15: مثالي جداً ومطابق للوسط المهبلي الطبيعي.

• الخزامى → pH = 5.17: مقبول، لكنه أعلى قليلاً من المجال المثالي.

• مزيج النباتات → pH = 5.2: قريب من المقبول لكن قد لا يكون الأفضل.

• الدباغ → pH = 5.8: أعلى من المطلوب، وقد يؤثر على التوازن المهبلي.

المستخلصات ذات pH قريب من 4 – 4.5 مثل الرمان يمكن أن تكون مناسبة للاستعمال كغسول مهبلي طبيعي

لأنها تحافظ على الوسط الحمضي وتدعم نمو البكتيريا النافعة وتمنع نمو البكتيريا الممرضة .

أما المستخلصات ذات pH أعلى من 5 فقد تغير توازن الفلورا المهبلية، لذلك تحتاج إما إلى تعديل pH

بإضافة منظّات مثل حمض اللاكتيك أو استخدامها بحذر.

I-2- مردود المستخلصات :

يوضح الجدول (1.I) مردود المستخلصات النباتية حيث أعطى المستخلص المائي لقشور الرمان أعلى مردود

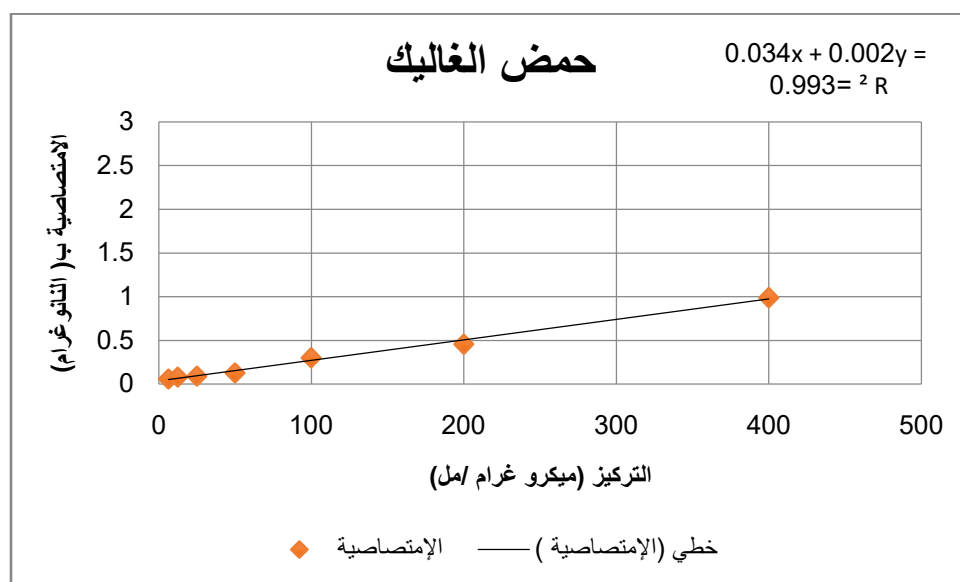
قدر بـ 20.02%

| جدول 1.1 مردود المستخلصات | | | |
|---------------------------|-------------------------|------------------|-------------|
| النبات | وزن النبات المستخدم (غ) | وزن المستخلص (غ) | المردود (%) |
| الخزامى | 50 | 6.05 | 12.1 |
| قشور الرمان | 50 | 10.01 | 20.02 |
| الدباغ | 50 | 6.76 | 13.52 |
| المزيج | 60 | 7.91 | 13.18 |

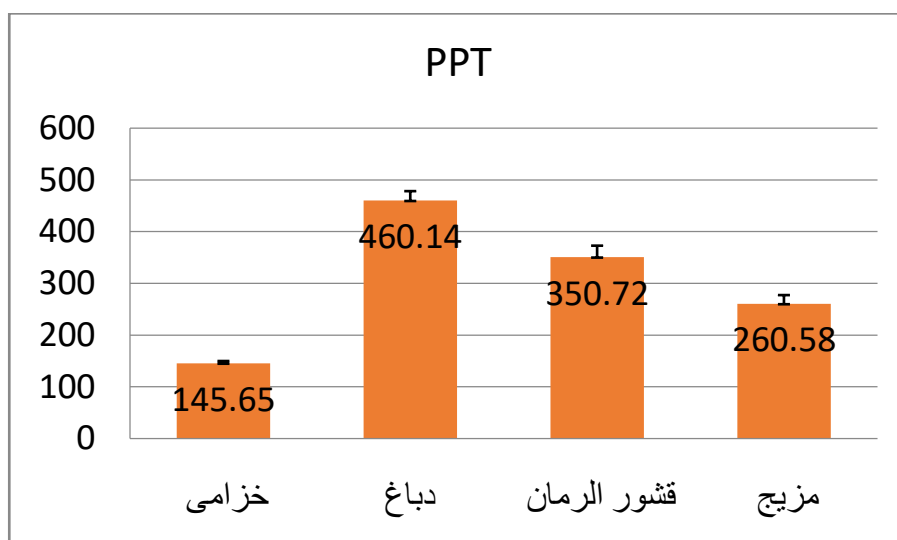
I-3- تقدير المركبات الفينولية والفلافونويدات والتانينات في المستخلصات النباتية المدروسة

I-3-1- تقدير الكمي للفينولات :

باستخدام طريقة (Singleton *et al.*, 1999) تم التقدير الكمي لعديدات الفينول باستعمال FolinCiocalteu الذي يعبر عن المحتوى الكمي لعديدات الفينول للمستخلصات النباتية المختلفة المدروسة بالميكروغرام المكافئ لحمض الغاليك لكل مليغرام من المستخلص النباتي والنتائج موضحة في الأشكال و الجداول أدناه



الشكل I-1: المنحنى العياري لحمض الغاليك



الشكل 2-I: أعمدة لكمية عديدات الفينول في المستخلصات النباتية المدروسة

الجدول 2-I: كمية عديدات الفينول الكلية المقدره في المستخلصات النباتية المدروسة

| المستخلصات المائية | خزامى | الدباغ | قشور الرمان | مزيج | P |
|-------------------------|--------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------|
| كمية عديدات الفينول PPT | 145.65±4.15 ^d | 460.14±18.06 ^a | 350.72±22.09 ^b | 260.58±16.71 ^c | p≤0.000 |

تبين النتائج أنه يوجد فرق معنوي بين كمية عديدات الفينول في المستخلصات المائية للنباتات المدروسة أن قيم عديدات الفينول متباينة حسب نوع النبات نلاحظ أن :

نبات الخزامى

أقل قيمة بين جميع المستخلصات كانت لمستخلص نبات الخزامى بقيمة $145.65 \pm 4.15 \mu\text{g AGE/mg extract}$ وهذا يدل على أن الخزامى يحتوى على كمية ضعيفة نسبيا من عديدات الفينول مقارنة بباقي مستخلصات المدروسة .

نبات الدباغ

أعلى قيمة مسجلة لمستخلص الدباغ $460.14 \pm 18.06 \mu\text{g AGE/mg extract}$ مما يدل أن نبات الدباغ غني جدا بعديدات الفينول .

قشور الرمان

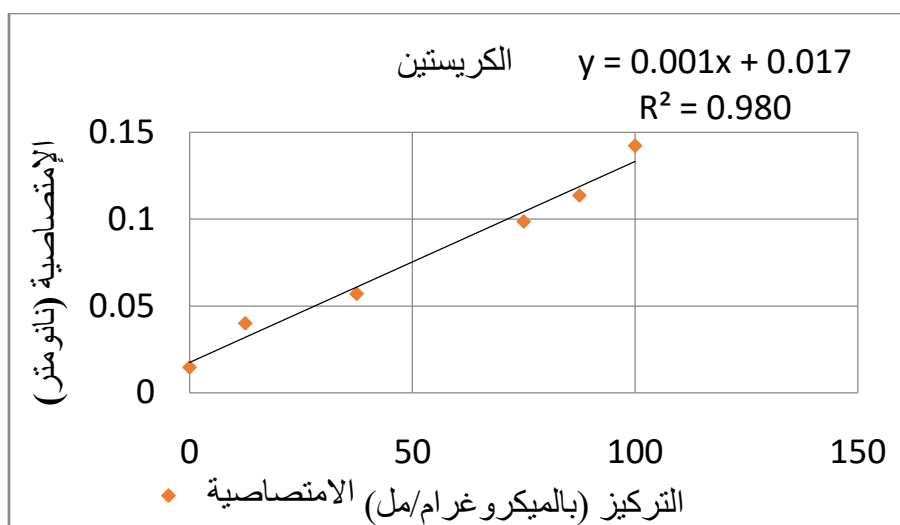
مستخلص قشور الرمان غني أيضا بعديدات الفينول بقيمة $\pm 22.09 \mu\text{g AGE/mg extract}$ و 350.72 ويؤكد ماهو معروف عن قشور الرمان بكونه غني بالفينولات .

المزيج

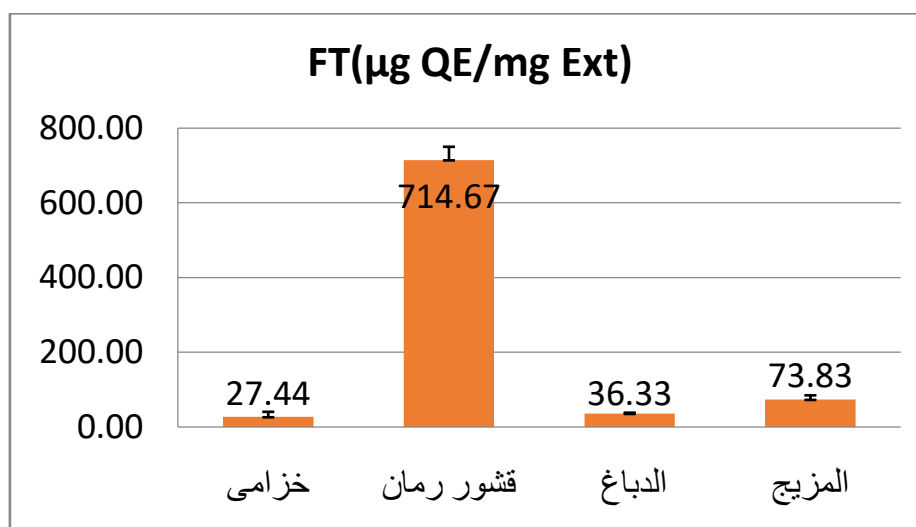
مستخلص المزيج من النباتات الثلاث اظهر قيمه $260.58 \pm 16.71 \mu\text{g AGE/mg extract}$ من عديدات الفينول و هي قيمة متوسطة مقارنة بالمستخلصات المائية الأخرى متوسطة ، أعلى من مستخلص الخزامى و اقل من مستخلص قشور الرمان والديباغ ، الامر الذي يعكس احتواءه على مركبات فينولية اقل تركيز مقارنة بباقي النباتات المدروسة .

I-3-2- التقدير الكمي للفلافونويدات

تقدير المحتوى الفلافونويدات الكلي في مستخلصات النباتية المدروسة المختلفة ، معبر عنها بالميكرو غرام مكافئ كريستين لكل ملغرام مستخلص كما هو موضح في الاشكال أدناه



الشكل I-3: المنحنى العياري للكريستين



الشكل 4-I: أعمدة لكمية الفلافونويدات في المستخلصات النباتية المدروسة

الجدول 3-I: كمية الفلافونويدات في المستخلصات النباتية المدروسة

| المستخلصات المائية | خزامى | قشور الرمان | الدباغ | المزيج | P |
|---|--------------------------|---------------------------|-------------------------|--------------------------|---------|
| كمية الفلافونويدات الكلية FT (µg QE/mg Ext) | 27.44±13.63 ^b | 714.67±35.36 ^a | 36.33±2.36 ^b | 73.83±11.32 ^b | p≤0.000 |

أظهرت النتائج تقدير الفلافونويدات في المستخلصات النباتية المدروسة والموضحة في الجدول والشكل أدناه ان كمية الفلافونويدات للمستخلصات النباتية المدروسة المزيج مع الدباغ والخزامي لا يوجد بينهم فرق معنوي بينما أظهر المستخلص المائي لقشور الرمان أعلى قيمة حيث نلاحظ:

قشور الرمان

أظهرت مستخلص قشور الرمان أعلى محتوى من الفلافونويدات بشكل كبير $714.67 \pm 35.36 \mu\text{g E Qu/mg Ext}$ مقارنة بباقي النباتات مما يشير أن قشور الرمان الأغنية بالفلافونويدات.

المزيج

قدرت كمية الفلافونويدات في المزيج بـ $73.83 \pm 11.32 \mu\text{g E Qu/mg Ext}$ وهي أقل من قشور الرمان لكن لا تزال ذات تركيز معتبر من الفلافونويدات.

الدباغ

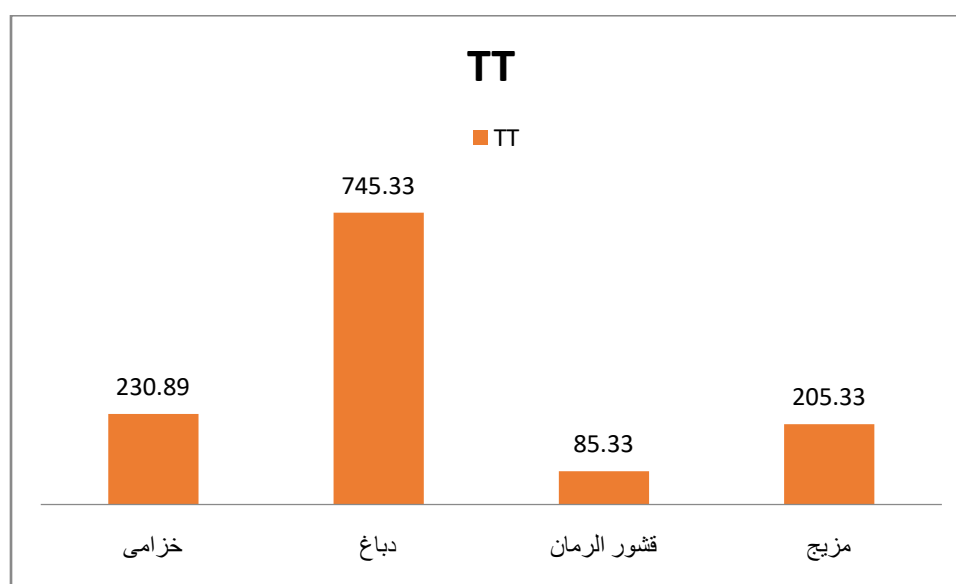
يحتوي مستخلص الدباغ $36.33 \pm 2.36 \mu\text{g E Qu/mg Ext}$ على كمية منخفضة نسبياً من الفلافونويدات ولكنها أعلى من نبات الخزامى

الخزامى

مستخلص الخزامى $27.44 \pm 13.63 \mu\text{g E Qu/mg Ext}$ هي الأقل في محتوى الفلافونويدات.

I-3-3: التقدير الكمي للتانينات

التقدير الكمي للتانينات اعتماداً على طريقة (sumetal, 1998) الذي يعتمد على الفانيلين ككاشف حيث يعبر كميًا على المحتوى الكمي للتانينات كما هو موضح في الأشكال



الشكل I-5: أعمدة لكمية التانينات في المستخلصات النباتية

جدول I-4: كمية التانينات في المستخلصات النباتية

| المستخلصات المائية | خزامى | الدباغ | قشور الرمان | مزيج | P |
|-----------------------|---------------------|----------------------|---------------------|----------------------|----------------|
| كمية التانينات الكلية | 230.8 ± 15.75^b | 745.33 ± 11.55^a | 85.33 ± 17.32^c | 205.33 ± 23.09^b | $P \leq 0.000$ |

أظهرت النتائج الخاصة بالكمية الكلية للتانينات تباينا واضحا بين مختلف قيم المستخلصات المائية المدروسة حيث نلاحظ :

الدباغ

مستخلص الدباغ سجل أعلى قيمة من التانينات بلغت $745.33 \pm 11.55 \mu\text{g E Ca/mg Ext}$ متميز بشكل معنوي عن باقي النباتات المدروسة مما يؤكد احتوائه الكبير لمركبات التانينات .

الخرامي والمزيج

بينما أظهرت كلي من مستخلص الخرامي $230.89 \pm 15.75 \mu\text{g E Ca/mg Ext}$ مستويات متوسطة متقاربة من المزيج $205.33 \pm 23.09 \mu\text{g E Ca/mg Ext}$ ولم يظهر بينهما أختلاف معنوي ، مما يشير إلى تشابه نسبي في محتواهما من مركبات التانينات.

قشور الرمان

ظهر مستخلص قشور الرمان الاقل احتواء على التانينات بقيمة $85.33 \pm 17.32 \mu\text{g E Ca/mg Ext}$ بفرق معنوي واضح عن بقية المستخلصات النباتية .

مناقشة النتائج تقدير المركبات الفينولية والفلافونويدات والتانينات في المستخلصات النباتية المدروسة :

الخرامي (*Lavandula officinalis*)

بلغ المحتوى الكلي للفينولات في المستخلص المائي $145.6 \pm 4.15 \text{ mg GAE/g extract}$. بالمقارنة، سجلت دراسة (Mykhailenko et al. (2025) $12.13 \pm 0.32 \text{ mg GAE/g extract}$ باستخدام 50% إيثانول، وهي أقل بكثير. بينما سجلت دراسة (Rahhalet al. (2025) قيمة قريبة من نتائجنا بلغت $127.13 \pm 2.07 \text{ GAE/g extract}$.

أما الفلافونويدات الكلية فقد بلغت $27.44 \pm 13.63 \text{ mg QE/g extract}$ في دراسة (Marovska et al. (2024) باستخدام 70% إيثانول، تراوحت القيم بين $0.05 \text{ mg QE/g extract}$ و 1.13 ± 1.23 ، وهي أقل بكثير. بينما سجلت دراسة (Rahhalet al. (2025) $18.03 \pm 1.15 \text{ mg QE/g extract}$ ، وهي أقل نسبياً لكنها أقرب لنتائجنا.

بالنسبة للتانينات، بلغ المحتوى الكلي $230.89 \pm 15.75 \text{ mg CE/g extract}$.

دراسة (Al-Zaydi *et al.* (2025) سجلت فقط 2.43 ± 0.215 mg CE/100g extrait ، وهي أقل بكثير. بينما أوضحت دراسة (Boutahiri *et al.* (2022) أن المحتوى في *Lavandulapedunculata* بلغ mg 125 ± 13.26 CE/g وفي *Salvia lavandulifolia* 124 ± 6.07 mg CE/g، وهي أقرب لنتائجنا.

قشور الرمان (*Punicagranatum.L*)

بلغ المحتوى الكلي للفينولات في المستخلص المائي 350.72 ± 22.09 mg GAE/g extrait. دراسة (Ahmed *et al.* (2022) سجلت 221.77 ± 1.79 mg GAE/g extrait بعد التجفيف بالتجميد، ودراسة (Elfalleh *et al.* (2012) سجلت 85.60 ± 4.87 mg GAE/g extrait بالميثانول (80%)، وهي أقل من نتائجنا.

أما الفلافونويدات الكلية فقد بلغت 714.67 ± 35.36 mg QE/g extrait. دراسة (Wiley (2022) سجلت فقط 26.15 ± 1.00 mg CE/g extrait، بينم اسجلت دراسة (Elfalleh *et al.* (2012) 51.52 ± 8.14 mg RE/g extrait بالميثانول (80%)، وهي أقل بكثير.

بالنسبة للتانينات، بلغت 85.33 ± 17.32 mg CE/g extrait. دراسة (Elfalleh *et al.* (2012) سجلت 139.63 ± 4.25 mg CE/g extrait بالميثانول (80%)، وهي أعلى نسبيًا من نتائجنا.

لحاء الصنوبر (*Pinus*.)

بلغ المحتوى الكلي للفينولات في المستخلص المائي 460.14 ± 18.06 µg GAE/mg extrait بالمقارنة، سجلت دراسة (Ferreira-Santos *et al.* (2020) 674.5 ± 23 mg GAE/g extrait باستخدام 50% إيثانول، بينما سجلت دراسة (Cádiz-Gurrea *et al.* (2014) قيمة أعلى بلغت GAE/g 847.6 ± 39.7 mg extrait.

أما الفلافونويدات فقد بلغت 36.33 ± 2.36 mg QE/g extrait. دراسة (Her *et al.* (2022) سجلت 48.82 ± 0.14 mg QE/g extrait باستخدام الماء المغلي عند 100 °C، ودراسة (Ferreira-Santos *et al.* (2020) سجلت 161 ± 3 mg CE/g extrait باستخدام 50% إيثانول، وهي أعلى بكثير.

بالنسبة للتانينات، بلغت 745.33 ± 11.55 mg CE/g extrait. بالمقارنة مع الدراسات السابقة، تبين أن القيم كانت أقل عند استخدام المذيبات العضوية.

المزيج (الخزامى + الرمان + الصنوبر)

بلغ المحتوى الكلي للفينولات $260.58 \pm 16.71 \text{mg GAE/g extract}$ ، وهي قيمة متوسطة بين المصادر الفردية.

أما الفلافونويدات فقد بلغت $73.83 \pm 11.32 \text{mg QE/g extract}$ ، وهي أقل من الرمان منفرداً لكنها أعلى من الصنوبر.

بالنسبة للتانينات، بلغت $205.33 \pm 23.09 \text{mg CE/g extract}$ ، وهي قيمة متوسطة بين المكونات.

تعود هذه الفروقات بين نتائجنا و الدراسات السابقة إلى:

نوع المذيب : يختلف تأثير المذيبات (ماء، إيثانول، ميثانول، أو خلطات مائية-كحولية) في كفاءتها على استخلاص المركبات الفينولية والفلافونويدية والتانينات، إذ أن القطبية تلعب دوراً أساسياً في إذابة المركبات الثانوية. (Dai&Mumper, 2010; Ignat *et al.*, 2011)

المصدر النباتي والظروف البيئية : يؤثر اختلاف الأنواع النباتية، الجزء المستخدم (أوراق، لحاء، قشور)، والظروف المناخية والزراعية (تربة، إضاءة، حرارة) في تراكم المركبات الفينولية (Taulavuoriet *al.*, 2018).

طرق التحضير والاستخلاص: يؤثر أسلوب التجفيف (بالتجميد، بالهواء، بالحرارة) وكذلك درجة حرارة النقع وزمن الاستخلاص على فقدان أو زيادة تركيز المركبات النشطة (Vinatoruet *al.*, 2017; Chematet *al.*, 2019).

طرق التحليل والتعبير عن النتائج: تختلف القيم المسجلة بين الدراسات نتيجة استخدام معايير مرجعية مختلفة (RE، CE، QE، GAE)، إضافة إلى حساسية التفاعلات الكيموحيوية المستعملة مثل Folin-Ciocalteu أو طريقة الفانيلين (Everetteet *al.*, 2010).

تشير نتائج الخليط المكوّن من الخزامى وقشور الرمان ولحاء الصنوبر إلى أن محتوى الفينولات والفلافونويدات والتانينات قد جاء في مستوى متوسط مقارنة بالقيم الفردية لكل نبات. فعلى سبيل المثال، بلغ محتوى الفينولات في الخليط $260,58 \pm 16,71 \text{mg GAE/g extract}$ أقل من الصنوبر $350,72 \pm 22,09 \text{mg GAE/g extract}$ أو الرمان $460,14 \pm 18,06 \text{mg GAE/g extract}$ الخزامى $145,6 \pm 4,15 \text{ mg GAE/g extract}$. ويُعزى هذا الانخفاض النسبي إلى ما يُعرف بتأثير التخفيف، حيث يؤدي مزج نباتات غنية بالمركبات الفينولية بأخرى أقل غنى إلى تقليل التركيز النهائي للمستخلص. (Dai & Mumper, 2010) أما بالنسبة للفلافونويدات، فقد لوحظ أن قيمة الخليط $73,83 \pm 11,32 \text{ mg QE/g extract}$ كانت أقل بكثير من قشور الرمان منفردة $714,67 \pm 35,36 \text{mg QE/g extract}$ ، وهو ما قد يفسّر بوجود تداخلات بين المكونات النشطة في النباتات المختلفة تؤدي إلى تثبيط جزئي

لاستخلاص الفلافونويدات، وهي ظاهرة موصوفة في الدراسات الخاصة بالمزج النباتي حيث يمكن أن تظهر تأثيرات تآزرية أو تثبيطية عند الجمع بين مستخلصات متعددة (Wagner & Ulrich-Merzenich, 2009) ومن ناحية أخرى، جاءت قيمة التانينات في الخليط $205,33 \pm 23,09 \text{ mg CE/g extract}$ بين القيم المسجلة للخزامى $230,89 \pm 15,75 \text{ mg CE/g extract}$ والرمان $85,33 \pm 17,32 \text{ mg CE/g extract}$ والصنوبر $745,33 \pm 11,55 \text{ mg CE/g extract}$ مما يعكس توازناً ناتجاً عن المزج بين المصادر المختلفة. وبشكل عام، يمكن القول إن المزج أدى إلى تخفيض نسبي في بعض القيم مقارنة بأغنى المصادر الفردية، غير أن النتائج تبقى معتبرة من الناحية الكيميائية والوظيفية، وهو ما يتفق مع ما أشار إليه Ignat *et al.* (2011) حول اختلاف ذوبانية وتفاعل المركبات الثانوية عند استخلاصها بشكل مشترك.

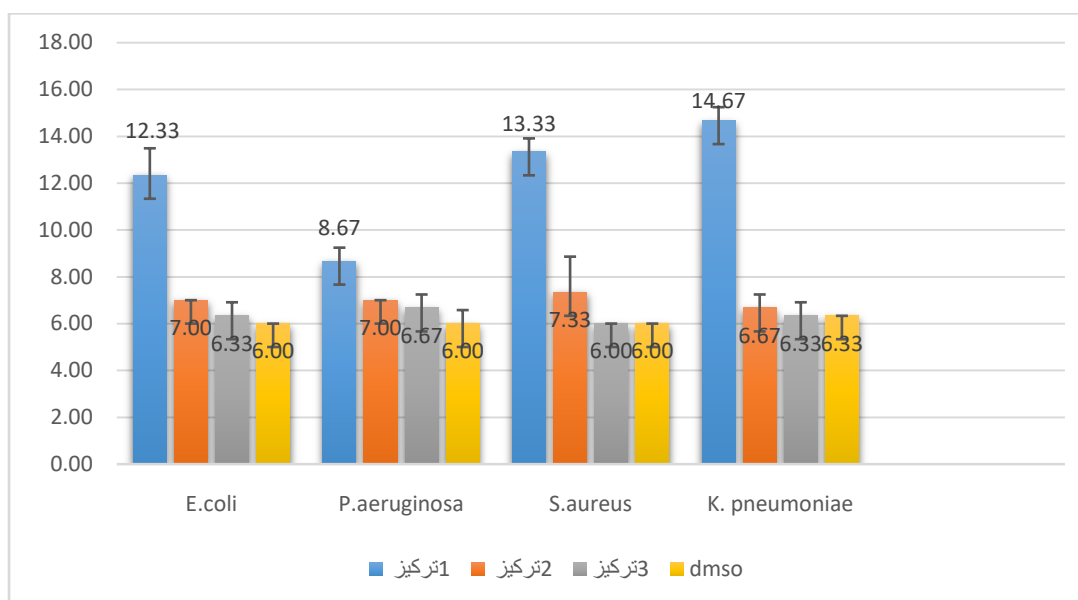
II- تقدير الفعالية المضادة للبكتيريا :

II-1- تأثير المستخلصات النباتية على السلالات البكتيرية المختبرة:

تأثير المستخلص المائي لقشور الرمان على السلالة البكتيرية

الجدول II-1: مختلف اقطار التثبيط ب (مم) للمستخلص المائي للرمان .

| تأثير المستخلص المائي للرمان | | | | | |
|------------------------------|--------------------|-------------------------|------------------------|----------------------------|----------------------|
| P | DMSO | التركيز 3 | التركيز 2 | التركيز 1 | التركيز |
| 0.000*** | 6±0.0 ^b | 6.33±0.577 ^b | 7.00±0.00 ^b | 12.33±1.155 ^{ab} | <i>E.coli</i> |
| 0.003** | 6±0.0 | 6.67±0.577 | 7.00±0.00 ^b | 8.67±0.577 ^{ac} | <i>P.aeruginosa</i> |
| 0.000*** | 6±0.0 | 6.00±0.00 | 7.33±1.527 | 13.33±0.577 ^{aab} | <i>S.aureus</i> |
| 0.000*** | 6.33±0.57 | 6.33±0.577 | 6.67±0.577 | 14.67±0.577 ^a | <i>K. pneumoniae</i> |
| | 0.441 | 0,487 | 0.802 | 0,000*** | P |



الشكل II-1: أعمدة بيانية لاقطار تثبيط للمستخلص المائي لقشور الرمان على السلالات البكتيرية .

أظهرت النتائج أن المستخلص المائي لقشور الرمان يمتلك نشاطاً مثبطاً ملحوظاً ضد معظم السلالات البكتيرية المدروسة مقارنةً بمعاملة الشاهد (DMSO)، وظهرت فروق دخل كل سلالة باختلاف التركيز حيث سُجلت فروق معنوية عالية في غالبية الحالات.

ضد بكتيريا *E. coli*

بلغ متوسط قطر التثبيط (12.33 ± 1.15) عند التركيز الأول، وهو فرق معنوي جداً مقارنةً بالشاهد (6 مم فقط). وهذا يدل على حساسية واضحة لـ *E. coli* للمستخلص المائي.

ضد *Pseudomonas aeruginosa*

كان التأثير متوسطاً (8.67 ± 0.57) مع وجود فرق معنوي ورغم أن نشاط التثبيط أقل من باقي السلالات، إلا أنه يبقى دالاً إحصائياً مقارنةً بالشاهد.

ضد *Staphylococcus aureus*

أظهر المستخلص فعالية جيدة (13.33 ± 0.57) مع فرق معنوي عالي جداً. يشير ذلك إلى فعالية المركبات الفعالة في المستخلص المائي لقشور الرمان

ضد *Klebsiella pneumoniae*

سُجل أعلى نشاط مثبط (14.67 ± 0.57)، بفروق معنوية عالية ما يؤكد أن هذه السلالة كانت الأكثر تأثراً بالمستخلص المائي.

الفرق بين السلالات واضح فقط عند التركيز الأول والأعلى حيث أظهر المستخلص فعالية مختلفة حسب نوع البكتيريا المدروسة، بينما عند التركيز المنخفضة (الثاني والثالث) لم تظهر فروقا معنوية.

المستخلص المائي لقشور الرمان يمتلك نشاطاً مضاداً للبكتيريا معنوياً خصوصاً ضد *K. pneumoniae* و *S. aureus* بدرجة أكبر من *E. coli* و *P. aeruginosa*.
الفروق المعنوية العالية تؤكد فعالية المستخلص مقارنةً بالشاهد.

بعض التراكيز لم تُظهر اختلافاً معنوياً واضحاً فيما بينها، ما يشير إلى أن الفعالية قد تصل إلى حد تشبع عند تركيز معين.

التفسير

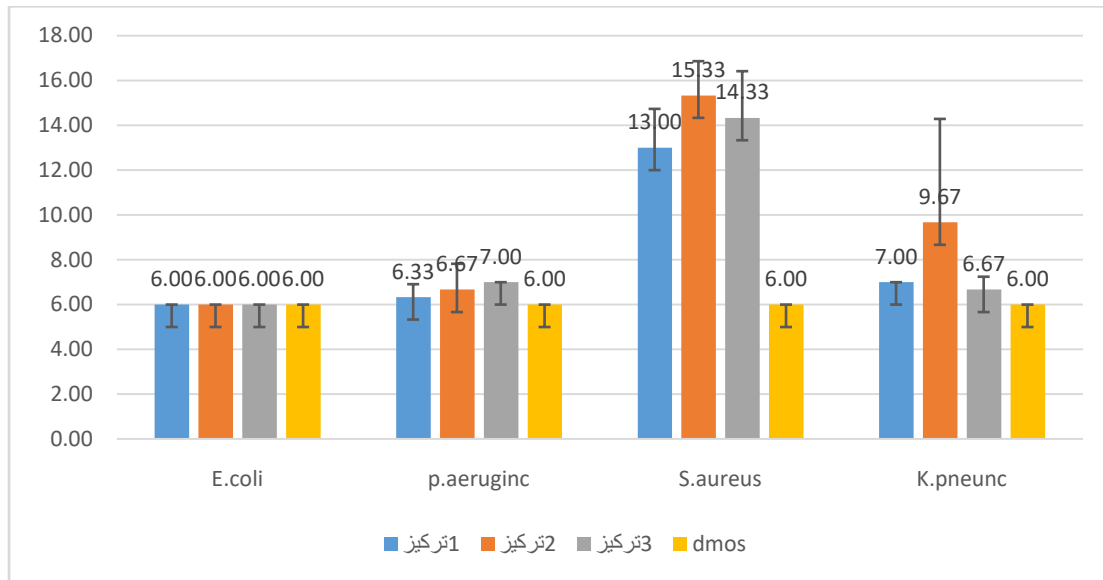
بينت دراسة مراجعة حديثة (Ismail et al., 2012) (أن قشر الرمان يحتوي على تراكيز مرتفعة من التانينات والفينولات، وهذه المركبات هي المسؤولة عن التأثير المضاد للبكتيريا من خلال إحداث خلل في نفاذية جدار الخلية وتعطيل نشاط الإنزيمات الداخلية للبكتيريا).

أظهرت بعض الدراسات (Bakr et El-Sayed, 2023) أن *Staphylococcus aureus* أكثر مقاومة نسبياً لمستخلصات قشر الرمان مقارنةً بالبكتيريا سالبة الغرام، وهو ما قد يعزى إلى طبيعة جدارها الخلوي السميك والغني بالبيبتيدوغليكان، مما يعيق نفاذ المركبات الفينولية.

تأثير المستخلص المائي للخزامى على السلالة البكتيرية

الجدول II-2: مختلف اقطار التثبيط ب (مم) للمستخلص المائي للخزامى

| تأثير المستخلص المائي للخزامى | | | | | |
|-------------------------------|------------------------|---------------------------|--------------------------|---------------------------|----------------------|
| P | DMSO | التركيز 3 | التركيز 2 | التركيز 1 | التركيز |
| / | 6.00±0.00 | 6.00±0.00 ^b | 6.00±0.00 | 6.00±0.00 ^b | <i>E.coli</i> |
| 0.330 | 6.00±0.00 | 7.00±0.00 ^b | 6.67±1.152 | 6.33±0.577 ^b | <i>P.aeruginosa</i> |
| 0.000*** | 6.33±0.00 ^b | 14.33±2.081 ^{aa} | 15.33±1.527 ^a | 13.00±1.734 ^{aa} | <i>S.aureus</i> |
| 0.303 | 6.00±0.00 | 6.67±0.577 ^b | 9.67±4.618 | 7.00±0.00 ^b | <i>K. pneumoniae</i> |
| | 0.441 | 0.000*** | 0.007** | 0.000*** | P |



الشكل II-2: الاعمدة البيانية لاقطار التثبيط للمستخلص المائي للخزamy على لسلاطات البكتيرية .

ضد البكتيريا *E. coli*

كل القياسات ثابتة عند (0.00 ± 6.00) ، والفروق غير معنوية .

هذا يوضح أن المستخلص المائي للخزamy لم يظهر أي تأثير مثبت على نمو *E. coli*، وهي نتيجة متوقعة بسبب مقاومتها الطبيعية وصعوبة نفاذ المركبات النباتية عبر غشائها الخارجي.

ضد البكتيريا *Pseudomonas aeruginosa*

التثبيط تراوح بين 7.00–6.33 مم، مع فروق غير معنوية.

هذا يبين أن المستخلص لا يمتلك نشاطاً فعالاً ضد *Pseudomonas aeruginosa*، المعروفة بمقاومتها العالية للمضادات الحيوية وللعديد من المستخلصات النباتية.

ضد البكتيريا *Klebsiella pneumoniae*

القطر تراوح بين 9.67–6.00 مم، لكن الفروق غير معنوية.

يدل على أن الزيادة في بعض التراكيز كانت طفيفة وغير كافية لتأكيد وجود تأثير حقيقي.

مثل باقي البكتيريا سالبة الغرام، فإن الجدار الخلوي المعقد يشكل حاجزاً أمام المركبات الفعالة.

ضد البكتيريا *Staphylococcus aureus*

أظهرت النتائج أقطار تثبيط مرتفعة (13.00–15.33 مم) مقارنةً بالـ DMSO (6.33 مم).

الفروق كانت المعنوية. هذا يعني أن المستخلص المائي للخزamy له تأثير مثبت قوي وموثوق إحصائياً ضد *Staphylococcus aureus* عن مختلف السلالات البكتيرية الأخرى

تفسير:

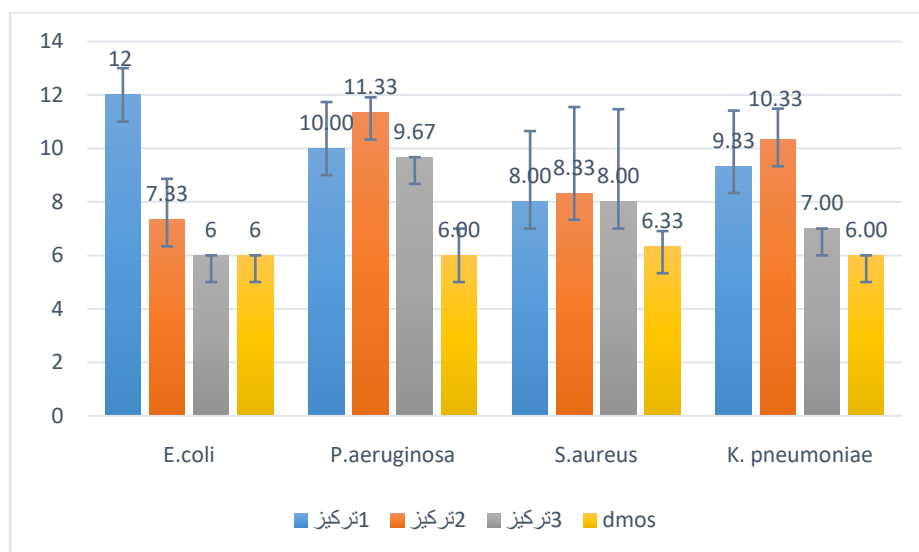
أظهرت نتائجنا أن المستخلص المائي للخزamy أبان عن فعالية معتبرة ضد *Staphylococcus aureus*، في حين لم يُظهر أي نشاط مثبت يُذكر ضد السلالات سالبة الغرام مثل *E. coli* و *K. pneumoniae* و *P. aeruginosa*. هذه النتائج تتماشى مع ما ورد في الدراسة (Boutahiriet al., 2022) حول المستخلص المائي لـ *L. pedunculata*، حيث سجل الباحثون فعالية قوية ضد البكتيريا موجبة الغرام بـ MIC تراوحت بين 0.4–0.6 mg/ml ضد *S. aureus*، بينما كان التأثير ضعيفاً أو منعدماً ضد *E. coli*. ويعود هذا التباين إلى الاختلاف البنيوي في الجدار الخلوي بين المجموعتين، إذ تفتقر البكتيريا موجبة الغرام إلى الغشاء الخارجي الغني بالليببوليساكاريد (LPS)، مما يسهل نفاذ المركبات الفعالة مثل الفينولات والتانينات.

كما أوضحت الدراسة أن محتوى المستخلصات المائية من المركبات الفينولية، خصوصاً حمض الروزمارينيكوالتانينات، يلعب دوراً محورياً في النشاط المضاد للبكتيريا، حيث يُعرف حمض الروزمارينيك بقدرته على إتلاف الغشاء الخلوي والتسبب في تسرب مكونات الخلية. وبما أن مستخلص الخزamy غني بهذه المركبات، فمن المرجح أن يكون نشاطه المثبط ضد *S. aureus* مرتبطاً بهذه الفئة من المركبات.

تأثير المستخلص المائي للدباغ على السلالات البكتيرية :

الجدول II-3: مختلف اقطار التثبيط ب (مم) للمستخلص المائي للدباغ

| تأثير المستخلص المائي للدباغ | | | | | |
|------------------------------|------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------------|----------------------|
| P | DMSO | التركيز 3 | التركيز 2 | التركيز 1 | التركيز |
| 0.000*** | 6±0.00 ^b | 6.00±0.00 ^b | 7.33±1.527 ^b | 12.00±1 ^a | <i>E.coli</i> |
| 0.000*** | 6±1 ^b | 9.76±1.154 ^a | 11.33±0.577 ^a | 10.00±1.732 ^a | <i>P.aeruginosa</i> |
| 0.804 | 6.33±0.577 | 8.00±3.464 | 8.33±3.214 | 8.00±2.645 | <i>S.aureus</i> |
| 0.007** | 6.00±0.00 ^c | 7.00±0.00 ^{bc} | 10.33±1.154 ^a | 9.33±2.081 ^{ab} | <i>K. pneumoniae</i> |
| | 0.441 | 0.166 | 0.109 | 0.167 | P |



الشكل II-3: الاعمدة البيانية لاقطار تثبيط المستخلص المائي للدباغ في السلالات البكتيرية .

النتائج تبين أن المستخلص المائي لـ الدباغ أظهر تأثيراً مثبتاً مختلفاً على السلالات البكتيرية المدروسة، مع وجود فروق معنوية واضحة بين بعض التراكيز والسلالات. يمكن مناقشة النتائج كما يلي:

ضد البكتيريا *E. coli*

سجلت أكبر منطقة تثبيط عند التركيز الأول (12.00 ± 1)، وهي معنوية إحصائياً مقارنةً ببقية التراكيز عند التركيزين الثاني والثالث، كانت قيم التثبيط متقاربة ($6-7.33$) ولم تظهر فروق معنوية كبيرة بينهما. هذا يدل على أن زيادة التركيز رفعت الفعالية المضادة للبكتيريا بشكل معنوي ضد هذا النوع.

ضد البكتيريا *Pseudomonas aeruginosa*

التأثير كان متفاوتاً، إذ بلغ أعلى متوسط عند التركيز الثاني (11.33 ± 0.577)، يليه التركيز الأول (10.00 ± 1.732) يليه التركيز الثالث (9.76 ± 1.154) مع وجود فرق معنوي عالي مقارنة بالشاهد (DMSO).

هذا يشير إلى أن المستخلص أبداً استجابة جيدة ضد البكتيريا *Pseudomonas aeruginosa* في كلالتركيز

ضد البكتيريا *Staphylococcus aureus*

القيم متقاربة نسبياً (بين $6.33-8.33$ م)، مع عدم وجود فروق معنوية قوية .

هذا يعكس أن المستخلص المائي ضعيف التأثير ضد هذه السلالة

ضد البكتيريا *Klebsiella pneumoniae*

أظهر المستخلص تأثيراً معنوياً

التركيز الثاني أعطى أعلى تثبيط (10.33 ± 1.154)، يليه التركيز الأول (9.33 ± 2.081). بينما سجل التركيز الثالث أقل قيمة (7.00 ± 0.00)، مع فرق معنوي واضح عن التراكيز الأعلى. هذا يدل على أن التأثير يعتمد على زيادة التركيز، مع فعالية أوضح عند التراكيز المرتفعة. المستخلص المائي للدباغ أظهر فروقاً معنوية ضد *E. coli* و *P. aeruginosa* و *K. pneumoniae*. لم يكن التأثير معنوياً ضد *S. aureus*، مما قد يعكس مقاومة نسبية لهذه السلالة. يمكن القول إن الفعالية المضادة للبكتيريا مرتبطة بزيادة التركيز، حيث ترتفع مناطق التثبيط مع ارتفاع التراكيز بشكل ملحوظ.

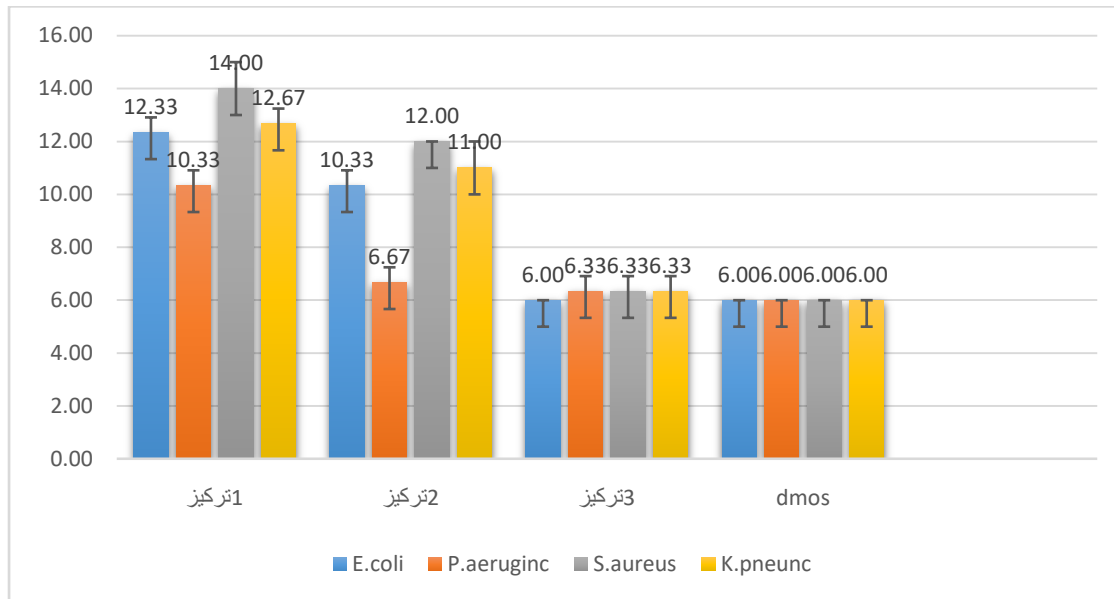
التفسير:

أظهرت نتائجنا أن الفعالية المضادة للبكتيريا للمستخلص المائي للدباغ ارتبطت بشكل واضح بزيادة التركيز، حيث كانت التراكيز المرتفعة أكثر تأثيراً ضد السلالات سالبة الغرام مثل *E. coli* و *P. aeruginosa* و *K. pneumoniae*. وتشير هذه الدراسة (Pereira et al., 2022) مستخلص لحاء الصنوبر (*Pinus pinea* و *Pinus pinaster*)، والتي بينت أن التأثير القاتل (bactericidal) لمستخلصات اللحاء ظهر ضد كل من *Staphylococcus aureus* و *E. coli* عند مجال تركيز يتراوح بين 3.13 mg/ml - 25 . هذا يتوافق مع نتائجنا من حيث اعتماد النشاط على التراكيز العالية، ويُشير إلى أن المركبات الفينولية والتانينية الغنية في لحاء الصنوبر قد تكون مسؤولة عن هذا النشاط. كما يُفسر ضعف الفعالية عند التراكيز المنخفضة بكون الغشاء الخارجي للبكتيريا سالبة الغرام يُشكل حاجزاً أمام مرور المركبات النشطة، مما يستدعي تراكيز مرتفعة نسبياً لتحقيق تأثير مثبط أو قاتل.

تأثير المستخلص المائي للمزيج على السلالات البكتيرية:

الجدول II-4: مختلف اقطار التثبيط للمستخلص المائي للمزيج

| تأثير المستخلص المائي للمزيج | | | | | |
|------------------------------|------------------------|-------------------------|---------------------------|-----------------------------|----------------------|
| P | DMSO | التركيز 3 | التركيز 2 | التركيز 1 | التركيز |
| 0.000*** | 6.00±0.00 ^c | 6.00±0.00 ^c | 10.33±0.577 ^{ab} | 12.33± 0.577 ^{aa} | <i>E.coli</i> |
| 0.000*** | 6.00±0.00 ^b | 6.00±0.00 ^b | 6.67 0.577 ^{bb} | 10.33 ± 0.577 ^{ba} | <i>P.aeruginosa</i> |
| 0.000*** | 6.00±0.00 ^c | 6.33±0.577 ^c | 12.00 0.000 ^{ab} | 14.00 ±1.000 ^{aa} | <i>S.aureus</i> |
| 0.000*** | 6.00±0.00 ^b | 6.33±0.577 ^b | 11.00 1.000 ^{aa} | 12.67 ± 0.577 ^{aa} | <i>K. pneumoniae</i> |
| | / | 0.597 | 0.000 | 0.002*** | P |



الشكل II-4: الاعمدة البيانية لاقطار تثبيط المستخلص النباتي للمزيج على السلالات البكتيرية.

أظهرت النتائج أن المستخلص المائي للمزيج يمتلك نشاطاً مضاداً للبكتيريا المدروسة بدرجات متفاوتة تعتمد على نوع السلالة وتركيز المستخلص.

بالنسبة لبكتيريا *E.coli*، بينت النتائج أن المستخلص كان فعالاً عند التركيز الأول (12.33 ± 0.577)، مع وجود فرق معنوي واضح مقارنة ببقية التراكيز، حيث تناقص التأثير تدريجياً مع انخفاض التركيز حتى وصل إلى قيمة مقارنة للشاهد (DMSO). ويعكس ذلك ارتباط التأثير بالجرعة، إذ إن التركيز الأعلى يمتلك كفاءة أكبر في تثبيط النمو البكتيريا.

أما بكتيريا *P.aeruginosa* فقد أظهرت استجابة ضعيفة نسبياً، حيث بلغ قطر التثبيط (10.33 ± 0.577) عند التركيز الأول، وهو أقل مما لوحظ مع بقية السلالات، في حين انخفض التأثير بشكل ملحوظ عند التراكيز الأدنى حتى تساوى تقريباً مع الشاهد.

فيما يتعلق ببكتيريا *S.aureus*، فقد سجل المستخلص أعلى فعالية عند التركيز الأول (14.00 ± 1.000)، وهي القيمة الأعلى بين جميع السلالات، مع وجود فرق معنوي كبير.

أما بكتيريا *K.pneumoniae* فقد أظهرت فعالية جيدة عند التركيزين الأول والثاني (12.67 ± 0.577) و (11.00 ± 1.000 على التوالي)، مع وجود فروق معنوية في التركيز الثالث (6.33 ± 0.577) إلا أن التأثير تراجع ليقترّب من قيمة الشاهد.

التفسير :


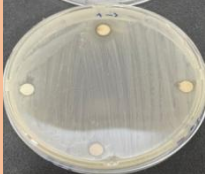
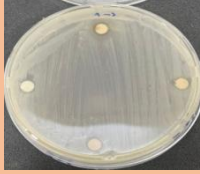
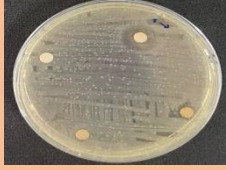


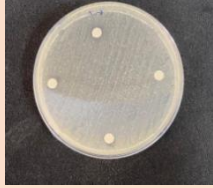
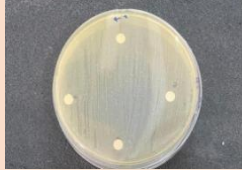



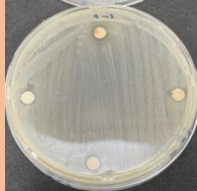
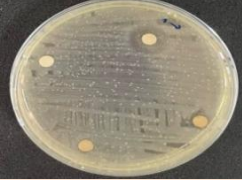
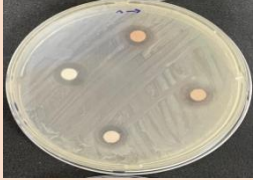
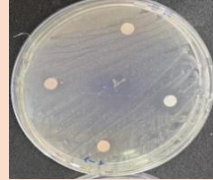
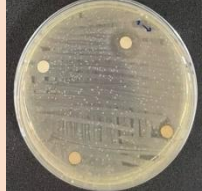
فيما يتعلق ببكتيريا *K.pneumoniae*، فقد أظهر المستخلص فعالية جيدة عند التركيزين الأول والثاني (12.67 ± 0.5777 و 10.00 ± 1.000 على التوالي)، مع وجود فروق معنوية في التركيز الثالث. ورغم ذلك، انخفضت الفعالية بشكل كبير عند التراكيز المنخفضة. وهذا يعكس حساسية متوسطة لهذه السلالة، وهو ما يتفق مع ما ذكره (Alzoreky et Nakahara, 2003) حول اختلاف استجابة السلالات البكتيرية تبعاً لتركيبتها الخلوي وقدرتها على إفراز إنزيمات واقية.

بصورة عامة، أوضحت النتائج أن فعالية المستخلص ترتبط باختلاف نوع السلالات البكتيرية واختلاف التركيز المستخلص، حيث ظهرت الفروق المعنوية عند التراكيز العالية فقط، في حين غابت عند التراكيز المنخفضة. كما يمكن ترتيب السلالات تبعاً لحساسيتها للمستخلص على النحو الآتي:

.S.aureus > K.pneumoniae > E.coli > P.aeruginosa

وتتفق هذه النتيجة مع ما أشار إليه (Parekh et Chanda, 2007)، حيث أوضحت أن الاستجابة للمستخلصات النباتية تختلف بين السلالات البكتيرية تبعاً لطبيعة جدار الخلية و قدرتها على التكيف مع المركبات الفعالة.

الجدول II-5: صور نتائج الفعالية المضادة للبكتيريا للمستخلصات النباتية

| <i>Klebsiella pneumoniae</i> | <i>Staphylococcus aureus</i> | <i>Pseudomonas aeruginosa</i> | <i>Escherichia coli</i> | |
|---|---|--|---|----------------|
|  |  |  |  | قشور الرمان |
|  |  |  |  | الخزامى |
|  |  |  |  | الدباغ |
|  |  |  |  | المزيج |

II-2- المقارنة بين المضادات الحيوية والسلالات البكتيرية:

الجدول II-6: المقارنة بين المضادات الحيوية والسلالات البكتيرية

| البكتيريا | <i>Escherichia coli</i> | <i>Pseudomonas aeruginosa</i> | <i>Staphylocoque aureus</i> | <i>Klebsiella pneumoniae</i> |
|------------------------------|-----------------------------|-------------------------------|------------------------------|--------------------------------|
| المستخلص المائي لقشور الومان | 12.333 ± 1.155 ^c | 8.667 ± 0.577 ^{ef} | 13.333 ± 0.577 ^d | 14.667 ± 0.577 ^{bc} |
| المستخلص المائي للدباغ | 12.000 ± 1.000 ^c | 11.333 ± 0.577 ^e | 8.333 ± 3.215 ^d | 10.333 ± 1.155 ^c |
| المستخلص المائي للخزامة | 6.000 ± 0.000 ^d | 6.667 ± 1.155 ^f | 15.333 ± 1.528 ^{cd} | 9.667 ± 4.619 ^c |
| المستخلص المائي للخليط | 12.333 ± 0.577 ^c | 10.333 ± 0.577 ^{ef} | 14.000 ± 1.000 ^d | 12.667 ± 0.577 ^c |
| COT | 30.833 ± 0.577 ^a | 31.167 ± 1.258 ^c | 30.833 ± 1.041 ^b | 29.833 ± 2.517 ^a |
| P | 13.167 ± 0.764 ^c | 46.167 ± 3.329 ^a | 43.333 ± 3.055 ^a | 9.333 ± 1.756 ^c |
| AX | 23.667 ± 1.041 ^b | 40.667 ± 1.258 ^b | 38.833 ± 5.252 ^a | 17.000 ± 12.124 ^{abc} |
| NIT | 25.333 ± 0.764 ^b | 22.500 ± 1.803 ^d | 22.667 ± 1.893 ^c | 27.833 ± 2.930 ^{ab} |
| P | 0.000*** | | | |

السلالة *Escherichia coli*

سجل المستخلص المائي للومان 12.333 ± 1.155 mm والمستخلص المائي للدباغ 12.000 ± 1.000 mm) والمستخلص المائي للخليط 12.333 ± 0.577 mm) نفس التأثير الإحصائي، أي لم يظهر بينها فرق معنوي وفق اختبار Tukey. أما المستخلص المائي للخزامة فقد أظهر أقل فعالية (6.000 ± 0.000 mm) وكان مختلفاً معنوياً عن باقي المستخلصات.

بمقارنة هذه النتائج مع المضادات الحيوية، نجد أن البنسلين ($P = 13.167 \pm 0.764$ mm) أظهر تأثيراً مشابهاً تماماً للمستخلصات الثلاثة (الومان، الدباغ، الخليط) لوجودها جميعاً في نفس المجموعة الإحصائية (c).

أما الأموكسيسيلين ($AM = 23.667 \pm 1.041$ mm) والنيتروفورانتوين ($NIT = 25.333 \pm 0.764$ mm) والكوتريموكسازول ($COT = 30.833 \pm 0.577$ mm) فقد تفوقت معنوياً على جميع المستخلصات، و منه يمكن القول أن المستخلصات المائية للومان، الدباغ، والخليط أظهرت فعالية قريبة من البنسلين ضد *E. coli*، بينما كانت أقل معنوية من باقي المضادات.

سلالة *Pseudomonas aeruginosa*.

كانت أعلى فعالية للمستخلص المائي للخليط 10.333 ± 0.577 mm متبوعاً بمستخلص الدباغ 0.577 mm ± 1.333 وهما في نفس المجموعة الإحصائية تقريباً .
 أما مستخلص الرمان 8.667 ± 0.577 mm والخزامى 6.667 ± 1.155 mm فكانا أقل معنوية .
 من بين المضادات، أظهر البنسلين $(P = 46.167 \pm 3.236)$ (AM = $40.667 \pm$ mm والأموكسيسيلين 22.500 ± 1.803 mm) (NIT = 22.500 ± 1.803 mm) فعالية أعلى بشكل معنوي عن جميع 1.258 mm والنيتروفورانتوين $(COT = 31.167 \pm 0.258$ mm) متوسط التأثير. المستخلصات، بينما كان الكوتريموكسازول $(COT = 31.167 \pm 0.258$ mm) متوسط التأثير. و منه يمكن القول أنه لم يصل أي مستخلص إلى فعالية المضادات الحيوية، لكن المستخلص المائي للخليط والدباغ أظهر أفضل نشاط نسبي بين المستخلصات ضد *P. aeruginosa*.

سلالة *Staphylococcus aureus*

أظهر المستخلص المائي للخزامى 14.000 ± 1.000 mm أعلى فعالية بين المستخلصات، متبوعاً بالمستخلص المائي للرمان 13.333 ± 0.577 mm ثم الخليط 13.333 ± 1.528 mm لم تُسجَل فروق معنوية واضحة بين هذه الثلاثة.
 في المقابل، أظهر مستخلص الدباغ فعالية أضعف 8.333 ± 3.215 mm أما المضادات الحيوية فقد تدرجت فعاليتها من الأعلى إلى الأدنى كما يلي:
 البنسلين $(P = 43.333 \pm 3.055)$ (AM = 38.833 ± 5.252 mm) الأموكسيسيلين $(NIT = 22.667 \pm 1.893)$ mm الكوتريموكسازول $(COT = 30.833 \pm 1.041)$ mm

نلاحظ أن المستخلصات الثلاثة (الرمان، الخزامى، الخليط) كانت متقاربة مع النيتروفورانتوين من حيث الفعالية، لاقترب قيمها العددية وتقارب المجموعات الإحصائية.
 المستخلص المائي للخزامى أظهر أفضل فعالية بين المستخلصات، وتأثيره قريب من النيتروفورانتوين ضد *S. aureus*.

سلالة *Klebsiella pneumoniae*

كانت الفعالية الأعلى بين المستخلصات للمستخلص المائي للدباغ 19.667 ± 4.619 mm ، يليه الخليط 12.667 ± 0.577 mm ثم الرمان 14.667 ± 0.577 mm ، في حين أظهر مستخلص الخزامى أدنى تأثير 10.33 ± 1.155 mm

بين المضادات، تميز الكوتريموكسازول ($COT = 29.833 \pm 2.517\text{mm}$) بأعلى فعالية معنوية، يليه الأوكسيسيلين ($AM = 27.833 \pm 2.930\text{mm}$)، ثم النيتروفورانتوين ($NIT = 17.000 \pm 1.756\text{mm}$)، بينما كان البنسلين ($P = 9.333 \pm 1.756\text{mm}$) الأقل. بناءً على ذلك، فإن المستخلص المائي للدباغ والرمال أظهرت فعالية إحصائية مشابهة للبنسلين في حين أن باقي المضادات كانت متفوقة معنويًا. و عليه يمكن القول أن المستخلص المائي للدباغ كان الأكثر فعالية ضد *K. pneumoniae*، وأظهر تأثيرًا مشابهًا للبنسلين.

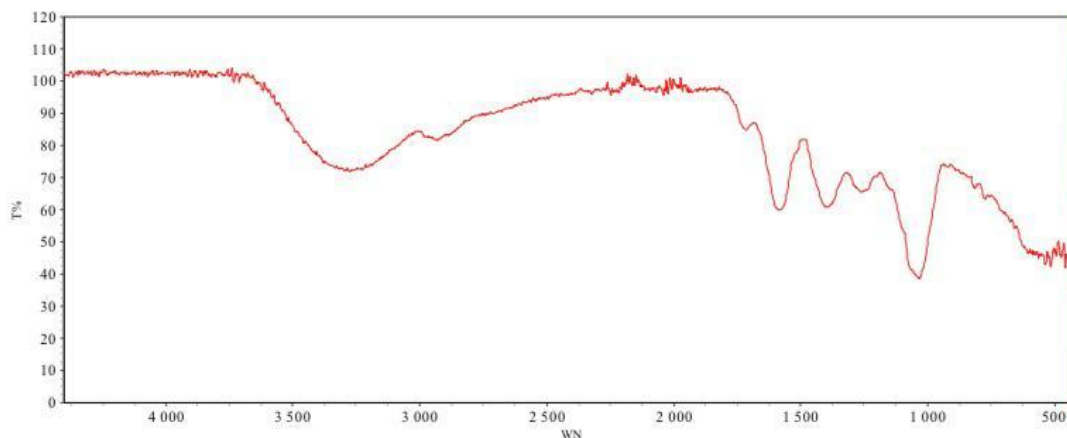
III- تحليل نتائج منحنى ال FTIR للمستخلصات النباتية المدروسة

تظهر المنحنيات تذبذبًا واضحًا في شدة الامتصاص عبر النطاق الطيفي من 500 إلى 4000 سم⁻¹ وهو المجال النموذجي لتحليل FTIR.

أما القيم المسجلة عند قيم محددة من رقم الموجة تعكس مجموعات وظيفية مرتبطة بالمركبات الكيميائية في المستخلصات النباتية

يعكس انخفاض وارتفاع الامتصاصية وفرة المركبات (القيم العالية تشير إلى وجود مركبات بتركيز ملحوظ، بينما المناطق المنخفضة تعبر عن غياب أو قلة هذه المكونات).

III-1 تحليل منحنى ال FTIR للمستخلص المائي للخزامة *Lavandulaangustifolia*

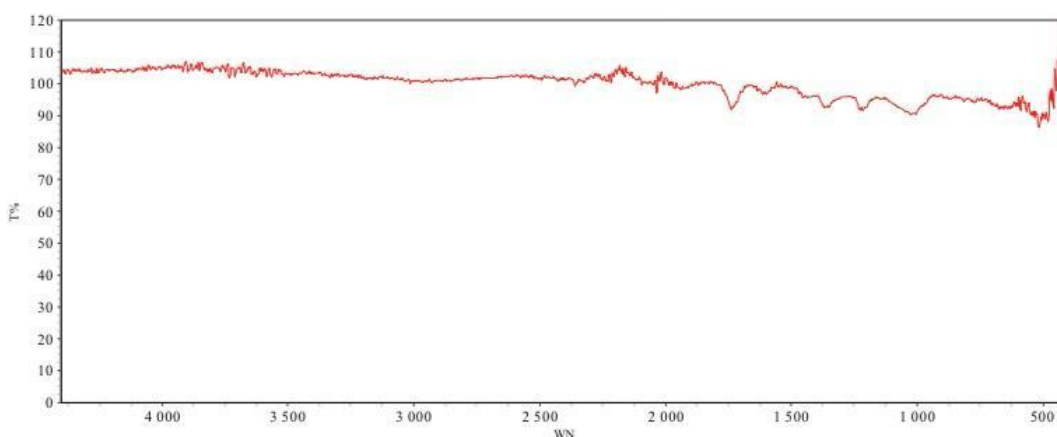


الشكل III-1 منحنى ال FTIR للمستخلص المائي للخزامة *Lavandulaangustifolia*

أظهر الطيف المحصل لمستخلص الخزامة عدة قيم مميزة ضمن النطاق (500 - 4000 سم⁻¹). حيث يدل الامتصاص العالي في المنطقة (3600-3200 سم⁻¹) إلى وجود روابط O-H المميزة

للبوليفينولاتوالفلافونويدات، في حين أشارت القمم عند (2800–3000 سم⁻¹) إلى اهتزازات C–H للزيوت العطرية. كما عكست القمم القوية حول (1600–1700 سم⁻¹) وجود روابط كربونيل (C=O) مرتبطة بالأحماض الفينولية. هذه النتائج تؤكد غنى المستخلص بالمركبات الفعالة بيولوجياً، وهو ما يفسر نشاطه المضاد للأكسدة والمحتمل أن يكون له دور في التطبيقات الدوائية.

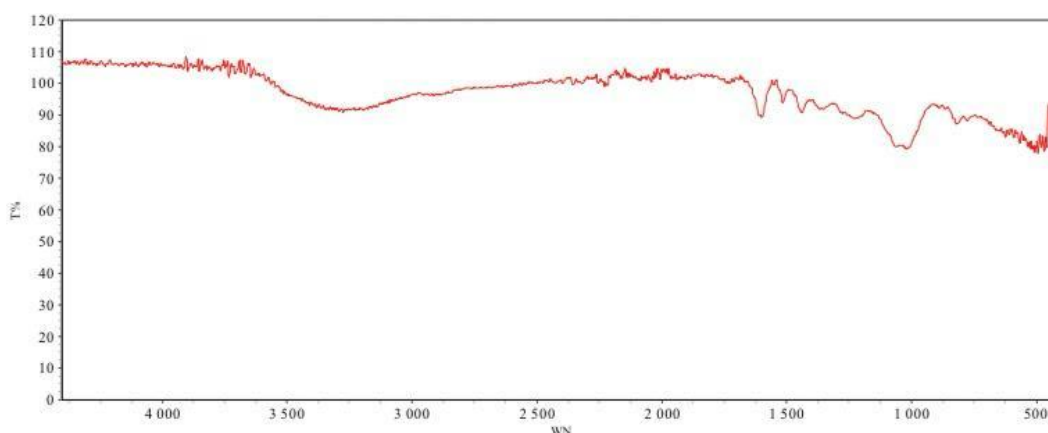
III-2- تحليل منحنى ال FTIR للمستخلص المائي لقشور الرمان *LPunicagranatum*



الشكل III-2- منحنى ال FTIR للمستخلص المائي لقشور الرمان *PunicagranatumL*

الطيف المسجل للمستخلص قشور الرمان يظهر نمطاً مغايراً لمجموعات وظيفية متنوّعة تدعم غنى المستخلص بالمركبات الفينولية والسكريّة في (الشكل). القمة العريضة في نطاق (3200–3600 سم⁻¹) تُرجح وجود مجموعات هيدروكسيل (OH) المرتبطة بالفينولات أو الماء المرتبط وهو ما يتفق مع التوقعات لعينات نباتية غنية بالتانيناتوالفلافونويدات. الوجود الواضح لحزمة عند (1700 سم⁻¹) يدلُّ على مجموعات كربونيل (C=O). نطاقات اهتزازات عند (1500–1600 سم⁻¹) تشير إلى هياكل حلقيّة عطرية، بينما النطاق (1000–1300 سم⁻¹) يعكس روابط C–O/C–O–C المرتبطة بغليكوسيدات أو مجموعات إيثر/إستر.

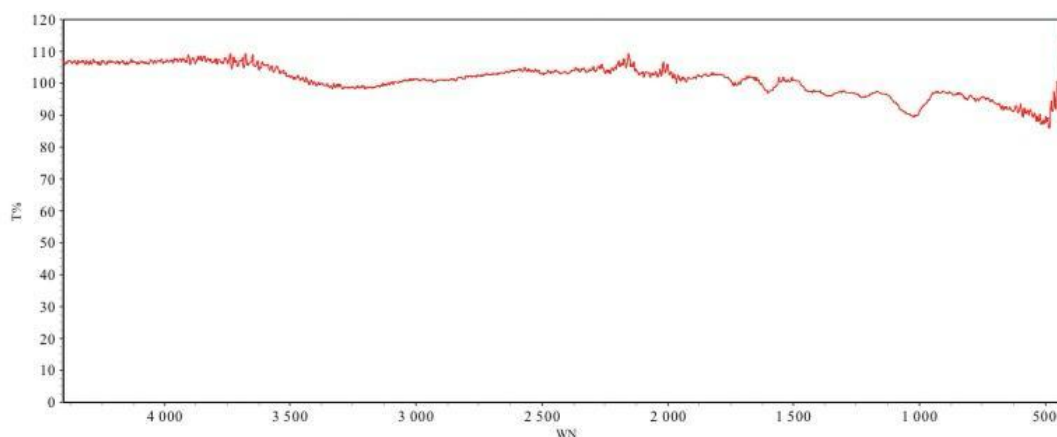
III-3 تحليل منحنى ال FTIR للمستخلص المائي لدبّاغ *Pinus*



الشكل III-3 منحنى ال FTIR للمستخلص المائي لدباغ *Pinus*

يوضح طيف FTIR لمستخلص الدباغ خصائصًا مميزة للمستخلصات الفينولية والنشوية. يظهر الطيف ذروة عريضة في نطاق (3200–3600 سم⁻¹) تُعزى إلى مجموعات O–H المشاركة في روابط هيدروجينية، ما يتوافق مع وجود مجموعات فينولية وتانينات. كما لوحظت امتدادات C–H عند (2850 و 2920 سم⁻¹)، وامتصاصات عطرية عند (1600 و 1510 سم⁻¹) تدلّ على هيكل حلقي عطرية (مما يدعم وجود الفلافونويدات/التانينات). تظهر أيضًا امتصاصات في نطاق (1000–1200 سم⁻¹) المرتبطة بـ C–O و C–O–C، ما يشير لوجود مكونات سكرية أو جليكوسيدات مرتبطة بالمركبات الفينولية. وجود سهم أو ذروة حول (1650–1700 سم⁻¹) يشير إلى مجموعات كربونيل (C=O) محتملة، مما يدل على وجود أحماض أو مشتقات مؤكسدة. تجتمع هذه الخصائص لتؤكد أن مستخلص الدباغ يحتوي على نسبة مهمة من المركبات الفينولية والسكريات، وهو تفسير يتوافق مع الأنشطة الحيوية المتوقعة (مضادة للأكسدة وخصائص ربط البروتين) للمستخلص. (الطيف المرجعي: يُظهر طيف FTIR لمستخلص الدباغ غناه بـ المركبات الفينولية والتانينات والسكريات، من خلال وجود قمم مميزة لمجموعات O–H، C=O، C–H، و C–O–C. تشير هذه المجموعات إلى تركيب كيميائي غني بالمركبات المضادة للأكسدة وذات قدرة عالية على ربط البروتينات، مما يفسّر الأنشطة الحيوية المميزة لمستخلص الدباغ (ملف الطيف المرفق).

III-4 تحليل منحنى ال FTIR للمستخلص المائي لمزيج



الشكل III-4- منحنى ال FTIR للمستخلص المائي لمزيج

من خلال فحص طيف FTIR يظهر وجود عدة قمم مميزة تدل على المجموعات الوظيفية المختلفة الموجودة في المستخلص النباتي:

عند المنطقة (3400–3200 سم⁻¹) ظهور نطاق امتصاص عريض وعميق يعود إلى اهتزازات التمدد لمجموعة الهيدروكسيل (OH)، مما يشير إلى وجود مركبات فينولية، فلافونويدات، وتانينات ذات طبيعة متعددة الهيدروكسيل.

عند المنطقة (2920–2850 سم⁻¹) قمم امتصاص مرتبطة بالاهتزازات الممتدة لمجموعة C–H في الروابط الأليفاتية.

عند المنطقة (1740–1700 سم⁻¹) قمة مميزة لاهتزاز مجموعة C=O، والتي قد تعود إلى الإسترات، الأحماض الكربوكسيلية أو الكيتونات، مما يعكس وجود مكونات مثل الأحماض الفينولية أو التانينات.

عند المنطقة (1630–1600 سم⁻¹) نطاق يرتبط بالاهتزازات الممتدة لمجموعة C=C في الحلقة الأروماتية، وهو مؤشر على المركبات الفينولية والأروماتية.

عند المنطقة (1410–1310 سم⁻¹) قمم تعود غالباً إلى اهتزازات C–H أو O–H، مما يدعم وجود الفينولات.

عند المنطقة (1200–1300 سم⁻¹) نطاق قوي يدل على اهتزازات مجموعة C–O–C و C–O، وهو ما يتطابق مع السكريات المتعددة أو الكحولات والأحماض الفينولية.

عند المنطقة (600–500 سم⁻¹) قد تعكس الاهتزازات خارج المستوى لمجموعة C–H الأروماتية.

الخاتمة

تُبرز دراستنا أهمية المستخلصات النباتية كمصادر غنية بالمركبات الفعالة حيويًا مثل الفينولات والفلافونويدات والتانينات، ودورها في مقاومة السلالات البكتيرية. شملت الدراسة تقييم تأثير المستخلصات مقارنة بالمضادات الحيوية، لتحديد المركبات المسؤولة عن النشاط الحيوي. تؤكد النتائج إمكانية استخدام المستخلصات النباتية كبداية طبيعية فعالة للمضادات الحيوية.

سجل لحاء الصنوبر (الدباغ) أعلى القيم في معظم المؤشرات، تلاه قشور الرمان، ثم المزيج، بينما أظهرت الخزامى أقل القيم في جميع المقاييس.

إجمالي الفينولات بلغ أعلى تركيز في لحاء الصنوبر ($460.14 \pm 18.06 \text{ g GAE/mg}$)، يليه قشور الرمان ($350.72 \pm 22.09 \text{ g GAE/mg}$)، ثم المزيج ($260.58 \pm 16.71 \text{ g GAE/mg}$)، في حين كانت أدنى قيمة في الخزامى ($145.65 \pm 4.15 \text{ g GAE/mg}$).

في إجمالي الفلافونويدات أظهر لحاء الصنوبر أيضًا أعلى محتوى ($35.36 \text{ } \mu\text{g QE/mg Ext}$)، بينما كانت القيم أقل نسبيًا في المزيج ($73.83 \pm 11.32 \text{ } \mu\text{g QE/mg Ext}$)، قشور الرمان ($714.67 \text{ } \mu\text{g}$) والخزامى ($36.33 \pm 2.36 \text{ QE/mg Ext}$)، وأدنى قيمة ($27.44 \pm 13.63 \text{ } \mu\text{g QE/mg Ext}$).

أما إجمالي التانينات سجلت أعلى قيمة في لحاء الصنوبر ($745.33 \pm 11.55 \text{ g TAE/mg DW}$)، تلاه المزيج ($230.89 \pm 15.75 \text{ g TAE/mg DW}$)، ثم قشور الرمان ($17.32 \text{ g TAE/mg DW}$)، وأدنى قيمة في الخزامى ($85.33 \pm 23.09 \text{ g TAE/mg DW}$).

تُظهر النتائج أن لحاء الصنوبر يتميز بأعلى محتوى من المركبات الفينولية والفلافونويدية والتانينية، مما يشير إلى غناه بالعناصر النشطة بيولوجيًا ذات التأثيرات المضادة للأكسدة، في حين أن الخزامى كانت الأقل في هذه المركبات.

أما في تقدير الفعالية المضادة للبكتيريا أظهرت النتائج أن المستخلص المائي لقشور الرمان يمتلك نشاطًا مضادًا للبكتيريا واضحًا ومؤثرًا إحصائيًا، حيث تبين أن فعاليته تختلف باختلاف نوع السلالة وتركيز المستخلص المائي المستخدم.

عند أعلى تركيز، سجل أكبر تأثير مثبت ضد *Klebsiella pneumoniae* ($14,67 \pm 0,57$) و *Staphylococcus aureus* ($13,33 \pm 0,57$ mm) تلتها *Escherichia coli* ($12,33 \pm 1,15$ mm) أما ضد *Pseudomonas aeruginosa* ($8,67 \pm 0,57$ mm) كان التأثير أضعف نسبيًا ضد *Pseudomonas aeruginosa* رغم بقاء الفرق ذا

دلالة إحصائية يستنتج أن المستخلص المائي لقشور الرمان يُظهر نشاطاً قوياً ومعنوياً ضد البكتيريا، خاصةً *S. aureus* و *K. pneumoniae*.

أظهر المستخلص المائي للخزامى عدم فعالية واضحة ضد السلالات البكتيرية سالبة الغرام، حيث كانت أقطار التثبيط منخفضة وغير معنوية

E. coli ثابتة عند $(6.00 \pm 0.00 \text{mm})$ دون أي تأثير مثبت *Pseudomonasaeruginosa* تراوحت بين $(7.00-6.33 \text{mm})$ *Klebsiella pneumoniae* تراوحت بين $(9.67-6.00 \text{mm})$ وهذا راجع إلى الطبيعة المقاومة لهذه السلالات وصعوبة اختراق المركبات النباتية لجدارها الخلوي المعقد.

أما بالنسبة للبكتيريا موجبة الغرام *Staphylococcus aureus*، فقد أظهر المستخلص نشاطاً مثبتاً قوياً ومعنوياً، حيث تراوحت أقطار التثبيط بين $(15.33-13.00 \text{mm})$ مقارنةً بشاهد DMSO (6.33mm) مما يدل على فعالية واضحة ومؤكدة إحصائياً للمستخلص المائي للخزامى ضد هذه السلالة.

أظهرت النتائج أن المستخلص المائي لنبات الدباغ يمتلك نشاطاً مضاداً للبكتيريا متفاوت الشدة باختلاف نوع السلالة والتركيز المستخدم. ضد *Escherichia coli* $(12,00 \pm 1 \text{ mm})$ سجّل أعلى تأثير مثبت، مما يدل على حساسية جيدة لهذه السلالة وارتباط فعالية المستخلص بزيادة التركيز. أما ضد *Pseudomonasaeruginosa* $(11,33 \pm 0,577 \text{ mm})$ فقد أظهر المستخلص تأثيراً معتبراً في جميع التراكيز، مما يشير إلى استجابة إيجابية واضحة لهذه السلالة. في المقابل، كانت مناطق التثبيط ضد *Staphylococcus aureus* $(6,33-8,33 \text{ mm})$ ضعيفة، ما يعكس مقاومة نسبية لهذه البكتيريا تجاه المستخلص. بينما أظهر المستخلص تأثيراً ضد *Klebsiella pneumoniae* $(10,33 \pm 1,154 \text{ mm})$ عند التركيز الثاني، يليه $(9,33 \pm 2,081 \text{mm})$ عند التركيز الأول، مما يدل على تأثير يعتمد على تركيز المستخلص.

أظهرت النتائج أن المستخلص المائي للمزيج النباتي يمتلك نشاطاً مضاداً للبكتيريا بدرجات متفاوتة تبعاً لنوع السلالة وتركيز المستخلص، مع ارتباط واضح بين شدة التأثير وارتفاع التركيز. ضد *Escherichia coli* $(12,33 \pm 0,577 \text{ mm})$ أظهر المستخلص فعالية معتبرة عند التركيز الأعلى، مع انخفاض تدريجي في التأثير عند التراكيز الأدنى، مما يدل على علاقة جرعة-استجابة واضحة. أما ضد *Pseudomonasaeruginosa* $(10,33 \pm 0,577 \text{ mm})$ فكان التأثير ضعيفاً نسبياً عند أعلى تركيز، وتراجع بشكل أكبر عند التراكيز المنخفضة، ما يعكس مقاومة نسبية لهذه السلالة. في المقابل، سجل أعلى نشاط مثبت ضد *Staphylococcus aureus* $(14,00 \pm 1,000 \text{ mm})$ بين جميع السلالات، مما يشير إلى

حساسية عالية لهذا النوع تجاه مكونات المستخلص. كما أظهر المستخلص تأثيرًا جيدًا ضد *Klebsiella pneumoniae* (12,67 ± 0,577 mm) عند التركيز الأول و (11,00 ± 1,000mm) عند التركيز الثاني، في حين انخفضت الفعالية بوضوح عند التركيز الثالث (6,33 ± 0,577mm).

تظهر النتائج أن المستخلص المائي للمزيج النباتي يمتلك فعالية مضادة للبكتيريا معتبرة، خصوصًا ضد *S. aureus* و *K. pneumoniae*، تليهما *E. coli*، في حين كانت *P. aeruginosa* الأقل تأثرًا. وتؤكد هذه النتائج أن فعالية المستخلص تعتمد بشكل مباشر على التركيز المستخدم، إذ تزداد مناطق التثبيط بارتفاع التركيز، مما يعكس كفاءة المركبات النشطة في المستخلص عند الجرعات العالية

أظهرت الدراسات أن المستخلصات المائية للرمان، الدباغ، والخليط تمتعت بفعالية مقاربة ضد *Escherichia coli* (حوالي 12 mm قطر تثبيط)، وكانت مشابهة لتأثير البنسلين، بينما كان مستخلص الخزامى الأضعف، في حين تفوقت المضادات الحيوية الأخرى مثل الأموكسيسيلينو النيترو فور انتوينو الكوتريموكسازول بوضوح. أما ضد *Pseudomonas aeruginosa* فقد سجّل مستخلص الخليط أعلى فعالية تلاه الدباغ، في حين كان الرمان والخزامى أقل تأثيرًا، ولم يرق أي مستخلص إلى مستوى فعالية المضادات الحيوية، إلا أن الخليط والدباغ أظهرتا نشاطًا نسبيًا جيدًا. وبالنسبة إلى *Staphylococcus aureus*، تفوق مستخلص الخزامى يليه الرمان ثم الخليط، دون فروق معنوية واضحة بينهم، بينما كان الدباغ الأضعف، وقد اقتربت فعالية الخزامى والرمان والخليط من فعالية النيترو فور انتوين. وأخيرًا، في حالة *Klebsiella pneumoniae*، تميز مستخلص الدباغ بأعلى فعالية، تلاه الرمان ثم الخليط، وكان الخزامى الأقل تأثيرًا، بينما تفوق الكوتريموكسازول والأموكسيسيلين على جميع المستخلصات، في حين أظهر الدباغ والرمان فعالية مشابهة للبنسلين. وبشكل عام، تُظهر النتائج أن بعض المستخلصات النباتية، خصوصًا الدباغ، الرمان، والخزامى، تمتلك فعالية مضادة للبكتيريا تقارب في بعض الحالات فعالية بعض المضادات الحيوية، مما يشير إلى إمكانية استخدامها كمضادات ميكروبية طبيعية واعدة.

تشير نتائج تحليل FTIR للمستخلصات النباتية (الخزامى، قشور الرمان، والدباغ) إلى غناها بالمركبات الفينولية والفلافونويدية والتانينات، من خلال ظهور قمم مميزة في النطاق (3200–3600 سم⁻¹) المرتبطة بروابط O–H، وهي سمة رئيسية للمركبات متعددة الفينولات. كما دلّت القمم عند (1700–1600 سم⁻¹) على وجود روابط C=O و C=C التي تعكس الأحماض الفينولية والهياكل العطرية، بينما تشير الامتصاصات في النطاق (1300–1000 سم⁻¹) إلى روابط C–O و C–O–C المرتبطة بالسكريات والجليكوسيدات. هذه السمات الطيفية تؤكد أن المستخلصات تحتوي على مكونات عضوية فعالة مسؤولة عن نشاطها المضاد للأكسدة والمضاد للبكتيريا، مما يدعم قيمتها الدوائية والوظيفية العالية

ختاماً تؤكد نتائج أن المركبات الفينولية والفلافونويدية وهي العناصر المسؤولة مباشرة عن النشاط البكتيري الملحوظ.

فكلما ازداد تركيز هذه المركبات في المستخلص، ازدادت قدرته التثبيطية للبكتيريا، مما يثبت العلاقة الطردية بين غنى المستخلص بالمركبات النشطة وفعاليته المضادة للميكروبات.

المراجع

المراجع باللغة العربية :

- الخفاجي، محمد عبد الله جبر والغانمي، علي عبد الكاظم جاسم والدر عمي، علاء عبد الحسين كريم. (2009) استخلاص وتنقية المركبات الثانوية لبعض النباتات الطبية واختبار فعاليتها ضد الأحياء المجهرية. مجلة كربلاء العلمية - المجلد السابع العدد الثاني/ علمي.
- الطبيبي، عكاشة عبد المنان. (2004). أمراض النساء وعلاجها بالأعشاب (مجلد 1، ص. 3). بيروت: دار اليوسف للطباعة والنشر والتوزيع.
- دحية م. (2009). النباتات الطبية في مناطق الجلفة وبوسعادة والمسيطة. دراسة نبات القزاح *pituranthos* أنواعه، التركيب الكيميائي و النشاطية البيولوجية للزيوت الطيارة للسيفان. مذكرة لنيل شهادة الدكتوراه. جامعة فرحات عباس .
- دعد عصام. (2017). علاج أمراض الجهاز التناسلي الذكري من كتاب كامل الصناعة الطبية الضرورية (المعروف بالملكي). 1، 1(32)، 1-1.
- دعد عصام محمد. (2013). علاج أمراض الجهاز التناسلي الأنثوي من كتاب كامل الصناعة الطبية الضرورية (المعروف بالملكي) لعلي بن العباس المجوسي (ت 384هـ/994م).
- دكتور أحمد فايز قناوي. (2019). أثر فاعلية اللبان الحوجري العماني والماستكا اليوناني في علاج عينة من المصابين بمرض كرون والقولون التقرحي من أمراض المناعة الذاتية.
- ذياب، ز.، رميلي، ن.، & زين، ا. (2024). مساهمة لدراسة فعالية بعض المستخلصات النباتية ضد البكتيريا المسببة لأمراض الجهاز التناسلي عند المرأة [مذكرة ماستر، جامعة الشهيد حمه لخضر بالوادي].
- حسن، طه الشيخ. (1998). أشجار الفاكهة في بلاد العرب: زراعتها، أصنافها، خدماتها وفوائدها (الطبعة الأولى). دمشق: دار علاء الدين للنشر والتوزيع والترجمة.
- المركز العربي لدراسات المناطق الجافة والأراضي القاحلة (ACSAD). (2024). أطلس النباتات الطبية والعطرية في الوطن العربي. المنظمة العربية للتنمية الزراعية.
- نحال، إبراهيم. (2003). علم الشجر (الندروولوجيا). كلية الزراعة، جامعة حلب، مديرية الكتب والمطبوعات الجامعية، مطبعة جامعة حلب، سورية.
- فاديا اليونس. (2025). تأثير الزيوت الطيارة لبعض أنواع جنس الصنوبر في تثبيط نمو الفطريات *Alternariaalternate* و *Fusarium solani* و *Rhizoctoniasp*. في المخبر. مجلة جامعة دمشق للعلوم الزراعية، 41(1).
- يوسف، و. ح.، & الحمود، م. ح. (2003). علم الأنسجة: الجلد، القناة الهضمية، الجهاز التناسلي، العين والأذن (ص ص. 340-395).

المراجع باللغة الأجنبية :

- Abedini, A. (2013). Évaluation biologique et phytochimique des substances naturelles d'*Hyptis atrorubens* Poit. (Lamiaceae), sélectionnée par un criblage d'extraits de 42 plantes [Thèse de doctorat, Université de Lille, Faculté des sciences pharmaceutiques et biologiques].
- Adams, G. (2007). Principes de la lyophilisation. In J. G. Day & G. N. Stacey (Eds.), *Methods in Molecular Biology* (Vol. 368, pp. 15–38). Humana Press.
- Adaszynska, M., Swarcewicz, M., & Dobrowolska, A. (2011). Skład chemiczny i mineralny różnych odmian lawendy wąskolistnej (*Lavandula angustifolia*). *Progress in Plant Protection*, 51(1), 15–20.
- Adnan, M., Hussain, J., Tahir, M., & Shinwari, Z. (2010). Proximate and nutrient composition of medicinal plants of humid and sub-humid regions in north-west Pakistan. *Journal of Medicinal Plants Research*, 4(4), 339–345.
- Afaq, F., Zaid, M. A., Khan, N., Dreher, M., & Mukhtar, H. (2009). Protective effect of pomegranate-derived products on UVB-mediated damage in human reconstituted skin. *Experimental Dermatology*, 18(6), 553–561.
- Ahmed, M., Ali, A., Sarfraz, A., Hong, Q., & Boran, H. (2022). Effect of freeze-drying on apple pomace and pomegranate peel powders used as a source of bioactive ingredients for the development of functional yogurt. *Journal of Food Quality*, 2022, Article ID 3327401.
- Al-Charrakh, A. H., Alwash, M. S., & Al-Husaini, W. K. (2011). Antibiotic susceptibility of enterobacteria isolated from one hospital in Hilla, Iraq. *Journal of Microbial*, 2(5), 1–11.
- Alía, R., Martín, S., de Miguel, J., Galera, R., Agúndez, D., Gordo, J., Salvador, L., Catalán, G., & Gil, L. (1996). Regiones de procedencia *Pinus*

pinasterAiton. Ministerio de Medio Ambiente, OrganismoAutónomo Parques Nacionales.

- Al-Zaydi, M. R. H., Alwan, W. A., Mubder, S. M., Hasan, D. T., & Jamal, A. A. (2025, June 5). Evaluation study of the active compounds and antioxidant activity of lavender extract. *Academia Open*, 10(1).
- Alzoreky, N. S., & Nakahara, K. (2003). Antibacterial activity of extracts from some edible plants commonly consumed in Asia. *International Journal of Food Microbiology*, 80(3), 223–230.
- Andrys, D., Kulpa, D., Grzeszczuk, M., Bihun, M., & Dobrowolska, A. (2017). Antioxidant and antimicrobial activities of *Lavandula angustifolia* Mill. field-grown and propagated in vitro. *FoliaHorticulturae*, 29, 161–180.
- Andishmand, H., Masoumi, B., Yousefi, M., Sadeghizadeh-Yazdi, J., Rostami, M., Dolatabadi, J. E. N., KhaliliSadrabad, E., Mahmoudzadeh, M., & Jafari, S. M. (2025). Pharmacodynamics, pharmacokinetics, and cell signaling pathways of pomegranate peel extract. *Phytochemistry Reviews*, 14.
- Antonio, G. S., Osmar, A. J. M., Tania, J. C., Thania, A. U. H., Alejandro, C. R., Elena, G. O. H., & Mirandeli, B. (2020). *Punica protopunica* Balf., the forgotten sister of the common pomegranate (*Punica granatum* L.): Features and medicinal properties—A review. *Plants*, 9(9), 1214.
- Aslanova, M. S., & Magerramov, M. A. (2012). Paramètres physicochimiques et composition en acides aminés de nouvelles variétés pomologiques de grenades. *Chemistry of Plant Raw Materials*, 1, 165–169.
- Azri, I., & Belgacem, I. (2018). Contribution à l'étude de l'effet de pin d'Alep sur la nature du sol dans la région de Tébessa (Doctoral dissertation, Université Larbi Tébessi, Tébessa).

-
- Bafor, E. E. (2017). Potentials for use of medicinal plants in female reproductive disorders – the way forward. *African Journal of Reproductive Health*, 21(4), 9–16.
 - Bakr, A. A., & El-Sayed, H. (2023). Phytochemical analysis and antimicrobial activities of Jordanian pomegranate peels. *BMC Complementary Medicine and Therapies*, 23(1), 210.
 - Barrett, P. (1996). Growing and using lavender. *Storey Country Wisdom Bulletin*.
 - Basavaraju, M., & Gunashree, B. S. (2022). *Escherichia coli*: An overview of main characteristics. In *Escherichia coli – Old and New Insights*.
 - Basch, E., Foppa, I., Liebowitz, R., Nelson, J., Smith, M., Sollars, D., & Ulbricht, C. (2004). Lavender (*Lavandula angustifolia* Miller). *Journal of Herbal Pharmacotherapy*, 4(2), 63–78.
 - Bassiri-Jahromi, S., Katiraei, F., Hajimahmoodi, M., Mostafavi, E., Talebi, M., & Pourshafie, M. R. (2015). In vitro antifungal activity of various Persian cultivars of *Punica granatum* L. extracts against *Candida* species. *Jundishapur Journal of Natural Pharmaceutical Products*, 10(3).
 - Bassiri-Jahromi, S., Reza Pourshafie, M., Mirabzade Ardakani, E., Ehsani, A. H., Doostkam, A., Katiraei, F., & Mostafavi, E. (2018). In vivo comparative evaluation of the pomegranate (*Punica granatum*) peel extract as an alternative agent to nystatin against oral candidiasis. *Iranian Journal of Medical Sciences*, 43(3).
 - Batiha, G. E. S., Teibo, J. O., Wasef, L., Shaheen, H. M., Akomolafe, A. P., Teibo, T. K. A., ... Papadakis, M. (2023). A review of the bioactive components and pharmacological properties of *Lavandula* species. *Naunyn-Schmiedeberg's Archives of Pharmacology*, 396(5), 877–900.
 - Belaiche, P.-D. (1979). *Traité de phytothérapie et d'aromathérapie: Tome 1, L'aromatogramme*. Maloine Édition.

-
- Bejar, E. (2020). Adulteration of English Lavender (*Lavandula angustifolia*) essential oil. In *Botanical Adulterants Prevention Bulletin*. ABC-AHP-NCNPR Botanical Adulterants Prevention Program. Austin, TX, USA.
 - Berkeley, R. C. W., & Goodfellow, M. (Eds.). (1981). *The aerobic endospore-forming bacteria: Classification and identification*. Academic Press.
 - Benseghier, K., & Khamed, O. (2014). *Huiles alimentaires de graines de Pinus pinea: Extraction et caractérisation physico-chimique* [Mémoire de fin d'études, Université KasdiMerbah – Ouargla, Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, Département des Sciences Agronomiques].
 - Block, R. J., Durrum, E. L., & Zweig, G. (2013). *A manual of paper chromatography and paper electrophoresis*. Elsevier.
 - Bouarab-Chibane, L., Forquet, V., Lantéri, P., Clément, Y., Léonard-Akkari, L., Oulahal, N., ... & Degraeve, P. (2019). Antibacterial properties of polyphenols: Characterization and QSAR (Quantitative Structure–Activity Relationship) models. *Frontiers in Microbiology*, 10, 829.
 - Boutahiri, S., Eto, B., Bouhrim, M., Mechchate, H., Saleh, A., Al Kamaly, O., Drioiche, A., Remok, F., Samaillie, J., Neut, C., Gressier, B., Kouoh Elombo, F., Nassiri, L., Zair, T., & Sahpaz, S. (2022). *Lavandula pedunculata* (Mill.) Cav. aqueous extract antibacterial activity improved by the addition of *Salvia rosmarinus* Spenn., *Salvia lavandulifolia* Vahl and *Origanum compactum* Benth. *Life*, 12(3), Article 328.
 - Brandao, F. M. (1986). Occupational allergy to lavender oil. *Contact Dermatitis*, 15(4), 249–250.
 - Bravo, F., Luca, M., Mercurio, R., Sidari, M., & Muscolo, A. (2010). Soil and forest productivity: A case study from stone pine (*Pinus pinea* L.) stands in Calabria (Southern Italy). *iForest – Biogeosciences and Forestry*, 4, 25–30.

-
- Broadhurst, R. B., & Jones, W. T. (1978). Analysis of condensed tannins using acidified vanillin. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 29(9), 788–794.
 - Boydak, M. (2004). Silvicultural and natural regeneration of *Pinus brutia* Ten. – A review. *Plant Ecology*.
 - Brunham, R. C., & Paavonen, J. (2020). Reproductive system infections in women: Lower genital tract syndromes. *Pathogens and Disease*, 78(5), ftaa022.
 - Cambay, Z. B. G., Tuzcu, M., & Bal, R. (2011). Pomegranate (*Punica granatum* L.) flower improves learning and memory performances impaired by diabetes mellitus in rats. *Acta Physiologica Hungarica*, 98(4), 209–220.
 - Cardia, G. F. E., Silva-Comar, F. M. de S., Silva, E. L., Rocha, E. M. T. da, Comar, J. F., Silva-Filho, S. E., Zagotto, M., Uchida, N. S., Bersani-Amado, C. A., & Cuman, R. K. N. (2021). Lavender (*Lavandula officinalis*) essential oil prevents acetaminophen-induced hepatotoxicity by decreasing oxidative stress and inflammatory response. *Research, Society and Development*, 10(3), e43410313461.
 - Chandra, R., Babu, K. D., Jadhav, V. T., Jaime, A., & Silva, T. D. (2010). Origine, histoire et domestication de la grenade. *Science et Biotechnologie des Fruits, Légumes et Céréales*, 2, 1–6.
 - Chemat, F., Rombaut, N., Meullemiestre, A., Turk, M., Perino, S., Fabiano-Tixier, A. S., & Abert-Vian, M. (2019). Review of green food processing techniques. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 41, 357–377.
 - Chu, C. J., & Kemper, K. J. (2001). Lavender (*Lavandula* spp.). *Longwood Herbal Task Force*, 32, 1–32.
 - Chrysargyris, A., Laoutari, S., Litskas, V. D., Stavriniades, M. C., & Tzortzakis, N. (2016). Effects of water stress on lavender and sage

biomass production, essential oil composition and biocidal properties against *Tetranychusurticae* (Koch). *Scientia Horticulturae*, 213, 96–103.

- Clarke, B. L., & Khosla, S. (2010). Female reproductive system and bone. *Archives of Biochemistry and Biophysics*, 503(1), 118–128.
- Colceru-Mihul, S., Armatu, A., Draghici, E., & Nita, S. (2009). Studies concerning the relationship between essential elements content and myorelaxant effect of three vegetal selective fractions. *Romanian Biotechnological Letters*, 14(6), 4792–4797.
- Coulson, I. H., & Khan, A. S. (1999). Facial “pillow” dermatitis due to lavender oil allergy. *Contact Dermatitis*, 41(2), 111.
- Coskun, O. (2016). Separation techniques: Chromatography. *Northern Clinics of Istanbul*, 3(2), 156.
- Cowan, M. M. (1999). Plant products as antimicrobial agents. *Clinical Microbiology Reviews*, 12(4), 564–582.
- Cummins, P. M., Dowling, O., & O’Connor, B. F. (2011). Ion-exchange chromatography: Basic principles and application to the partial purification of soluble mammalian prolyl oligopeptides. In D. Walls & S. T. Loughran (Eds.), *Protein Chromatography: Methods and Protocols* (pp. 215–228). Springer.
- D’Andrea, G. (2010). Pycnogenol: A blend of procyanidins with multifaceted therapeutic applications? *Fitoterapia*, 81(7), 724–736.
- Dai, J., & Mumper, R. J. (2010). Plant phenolics: Extraction, analysis and their antioxidant and anticancer properties. *Molecules*, 15(10), 7313–7352.
- De la Luz Cádiz-Gurrea, M., Fernández-Arroyo, S., & Segura-Carretero, A. (2014). Pine bark and green tea concentrated extracts: Antioxidant activity and comprehensive characterization of bioactive compounds by HPLC–ESI–QTOF-MS. *International Journal of Molecular Sciences*, 15(11), 20382–20402.

-
- Demir, T. (2021). Effects of green tea powder, pomegranate peel powder, epicatechin and punicalagin additives on antimicrobial, antioxidant potential and quality properties of raw meatballs. *Molecules*, 26(13), 4052.
 - Détár, E., Németh, É. Z., Gosztola, B., Demján, I., & Pluhár, Z. (2020). Effects of variety and growth year on the essential oil properties of lavender (*Lavandula angustifolia* Mill.) and lavandin (*Lavandula × intermedia* Emeric ex Loisel.). *Biochemical Systematics and Ecology*, 90, 104020.
 - Djenane, D., Aïder, M., Yangüela, J., Idir, L., Gómez, D., & Roncalés, P. (2012). Antioxidant and antibacterial effects of *Lavandula* and *Mentha* essential oils in minced beef inoculated with *E. coli* O157:H7 and *S. aureus* during storage at abuse refrigeration temperature. *Meat Science*, 92(4), 667–674.
 - Dinges, M. M., Orwin, P. M., & Schlievert, P. M. (2000). Exotoxins of *Staphylococcus aureus*. *Clinical Microbiology Reviews*, 13(1), 16–34.
 - Diry, N. (1975). The pomegranate. In *Fruit Orchards* (pp. 302–307). Aleppo University, Faculty of Agriculture.
 - Duraffourd, C., D’Hervicourt, L., & Lapraz, J.-C. (1990). *Cahier de phytothérapie clinique: Examen de laboratoire galénique, éléments thérapeutiques synergiques* (2^e éd., Tome 1). Masson.
 - Duke, J. A. (1985). *CRC handbook of medicinal herbs*. Boca Raton: CRC Press.
 - Duke, J. A. (2002). *Handbook of medicinal herbs* (2nd ed.). CRC Press.
 - Dziędziński, M., Kobus-Cisowska, J., & Stachowiak, B. (2021). *Pinus* species as prospective reserves of bioactive compounds with potential use in functional food—Current state of knowledge. *Plants*, 10(7), 1306.
 - Eftekharsadat, B., Roomizadeh, P., Torabi, S., Heshmati-Afshar, F., Jahanjoo, F., & Babaei-Ghazani, A. (2018). Effectiveness of *Lavandula*

- stoechas essential oil in treatment of mild to moderate carpal tunnel syndrome: A randomized controlled trial. *Journal of Hand Therapy*, 31(4), 437–442.
- Elfadadny, A., Samir, H., Mandour, A. S., Ragab, R. F., Elshafey, B. G., Alanazi, F. E., Hetta, H. F., Alharbi, A. A., Albalawi, A. S., Aljameel, S. S., Alwaili, M. A., Nageeb, W. M., & Emam, M. H. (2025). Oxazolone-induced immune response in atopic dermatitis using a goat model and exploration of the therapeutic potential of pomegranate peel extract. *Animals*, 15(3), 411.
 - Elfalleh, W., Hannachi, H., Tlili, N., Yahia, Y., Nasri, N., & Ferchichi, A. (2012). Total phenolic contents and antioxidant activities of pomegranate peel, seed, leaf and flower. *Journal of Medicinal Plants Research*, 6(32), 4724–4730.
 - Everette, J. D., Bryant, Q. M., Green, A. M., Abbey, Y. A., Wangila, G. W., & Walker, R. B. (2010). Thorough study of reactivity of various compound classes toward the Folin–Ciocalteu reagent. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 58(14), 8139–8144.
 - Evreinoff, V. A. (1949). Le grenadier. *Fruits d’Outre-Mer*, 4(5), 161–170.
 - Farjon, A. K. (1996). Biodiversity of *Pinus* (Pinaceae) in Mexico: Speciation and palaeoendemism. *Botanical Journal of the Linnean Society (London)*, 121(4), 365–384.
 - Fernández-Sestelo, M., & Carrillo, J. M. (2020). Environmental effects on yield and composition of essential oil in wild populations of spike lavender (*Lavandula latifolia* Medik.). *Agriculture*, 10, 626.
 - Fritz, J. S., & Gjerde, D. T. (2009). *Ion chromatography* (4th completely revised and enlarged ed.). Weinheim: Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA.

-
- Garrity, G. M., Brenner, D. J., Krieg, N. R., & Staley, J. T. (2005). *Bergey's Manual of Systematic Bacteriology* (Vol. 2, Part B: The Gammaproteobacteria). New York: Springer.
 - Gallotte, P., Fremondière, G., Gallois, P., Bernier, J.-P. B., Buchwalder, A., Walton, A., Piasentin, J., & Fopa-Fomeju, B. (2020). *Lavandula angustifolia* Mill. and *Lavandula × intermedia* Emeric ex Loisel: Lavender and Lavandin. In J. Novak & W. D. Blüthner (Eds.), *Medicinal, Aromatic and Stimulant Plants* (pp. 303–311). Cham, Switzerland: Springer.
 - Ghazanfar, S. A. (1994). *Handbook of Arabian medicinal plants*. Boca Raton: CRC Press.
 - Gómez, A. (1998). *Analysis of Pinus halepensis in Spain through DNA markers: RAPDs and Cp-Microsatellites* (Doctoral dissertation, Universidad Politécnica de Madrid, Spain).
 - Góra, J., & Lis, A. (2005). Najcenniejszeolejkieteryczne.
 - Grove, P., & Grove, C. (2008). *Curry, épices et toutes les bonnes choses – Le quoi, le où et le quand. L'histoire du restaurant « ethnique » en Grande-Bretagne*. Surbiton: Grove Publications.
 - Gunjan, J., Rahul, N., Divya, S., Praveen, K. S., & Diwaker, K. A. (2012). *Activité antioxydante de diverses parties de Punicagranatum: une revue*. *Journal of Drug Delivery and Therapeutics*, 2, 138–141.
 - Harlan, J. R. (1992). *Les cultures et l'homme*. *Société Américaine d'Agronomie, Société Américaine des Sciences des Cultures*, Madison, Wisconsin, 16(2), 63–262.
 - Harris, D. C. (2010). *Quantitative chemical analysis* (8th ed.). New York: W. H. Freeman and Company.
 - Harvey, D. (2016). *Analytical chemistry 2.1*. Creative Commons Attribution–NonCommercial–ShareAlike.

-
- Habán, M., Korczyk-Szabó, J., Čerteková, S., & Ražná, K. (2023). Lavandula species, their bioactive phytochemicals, and their biosynthetic regulation. *International Journal of Molecular Sciences*, 24(10), 8831.
 - Her, Y., Lee, T.-K., Sim, H., Lee, J.-C., Kim, D. W., Choi, S. Y., Hong, J. K., Lee, J.-W., Kim, J.-D., Won, M.-H., & Kim, S.-S. (2022). Pinus thunbergii bark extract rich in flavonoids promotes hair growth in dorsal skin by regulating inflammatory cytokines and increasing growth factors in mice. *Molecular Medicine Reports*, 25(3), 100.
 - Herrera, C. M. (1988). Variation in mutualisms: The spatiotemporal mosaic of a pollinator assemblage. *Biological Journal of the Linnean Society*, 35, 95–125.
 - Hernández-Ochoa, I., Karman, B. N., & Flaws, J. A. (2009). The role of the aryl hydrocarbon receptor in the female reproductive system. *Biochemical Pharmacology*, 77(4), 547–559.
 - Hidayat, R., & Wulandari, P. (2022). Methods of extraction: Maceration, percolation and decoction. *Eureka Herba Indonesia*, 2(1), 15.
 - Hodgson, R. W. (1917). The pomegranate. *Bulletin of California Agricultural Experiment Station*, 76, 163–192.
 - Hudson, C., Bent, Z., Meagher, R., & Williams, K. (2014). Resistance determinants and mobile genetic elements of an NDM-1-encoding *Klebsiella pneumoniae* strain. *PLOS ONE*, 9.
 - Hubert, G., Baggish, M. S., & Valle, R. H. (2007). *Hysteroscopy: Visual perspectives of uterine anatomy, physiology, and pathology*. Hagerstown, MD: Lippincott Williams & Wilkins.
 - Hunt, T. (1989). *Plant names of medieval England*. Cambridge, UK: D. S. Brewer.

-
- Ignat, I., Volf, I., & Popa, V. I. (2011). A critical review of methods for characterisation of polyphenolic compounds in fruits and vegetables. *Food Chemistry*, 126(4), 1821–1835.
 - Ismail, T., Sestili, P., & Akhtar, S. (2012). Pomegranate peel: A potential source of bioactive natural products. *Food Chemistry*, 135(2), 875–887.
 - Katawa, G., Tchopba, C., Ritter, M., Da Silva, M., Ameyapoh, A., Arndts, K., ... & Ameyapoh, Y. (2021). Female reproductive tract health: prevalence and risk factors associated with infections in Lomé (Female reproductive tract infections in Lomé). *Clinical Research and Trials*, 7, 1–9.
 - Kamangar, F., & Emadi, A. (2006). Bacterial vaginosis: A practical review. *Archives of Gynecology and Obstetrics*, 274(1), 1–7.
 - Kahlouche-Riachi, F. (2014). Évaluation chimique et activité antibactérienne de quelques plantes médicinales d'Algérie [Thèse de doctorat ès sciences, Institut des Sciences Vétérinaires, Université de Constantine]. 128 p.
 - Kondeti, R. R., Mulpuri, K. S., & Meruga, B. (2014). Advancements in column chromatography: A review. *World Journal of Pharmaceutical Sciences*.
 - Kealey, D., & Haines, P. J. (2002). *Analytical chemistry*. Oxford, UK: BIOS Scientific Publishers.
 - Kenner, D. (1998). Using aromatics in clinical practice. *California Journal of Oriental Medicine*, 9, 30–32.
 - Kishore, R. K., Parthasarathy, P. R., & S. D. (2009). Embryo protective effect of pomegranate (*Punica granatum* L.) fruit extract in adriamycin-induced oxidative stress. *Indian Journal of Biochemistry & Biophysics*, 43, 106–111.
 - Krugman, S. L., & Jenkinson, J. L. (1974). *Pinus* L. pine. In C. S. Schopmeyer (Ed.), *Seeds of woody plants in the United States* (Agriculture

-
- Handbook No. 450, pp. 598–638). Washington, DC: U.S. Department of Agriculture.
- Lakhundi, S., & Zhang, K. (2018). Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*: molecular characterization, evolution, and epidemiology. *Clinical Microbiology Reviews*, 31(4), 10–1128.
 - Leyden, J. J., Marples, R. R., & Kigman, A. M. (1974). *Staphylococcus aureus* in the lesions of atopic dermatitis. *British Journal of Dermatology*, 90(5), 525–525.
 - Levin, G. M. (2006). Les routes de la grenade : l'exil d'un botaniste soviétique de l'Eden. *Les Routes de la Grenade*.
 - Le Maitre, D. C. (1998). Pines in cultivation: a global view. In Richardson, D. M. (Ed.), *Ecology and Biogeography of Pinus* (pp. 407–431). Cambridge University Press.
 - Lesage-Meessen, L., Bou, M., Sigoillot, J. C., Faulds, C. B., & Lomascolo, A. (2015). Essential oils and distilled straws of lavender and lavandin: a review of current use and potential application in white biotechnology. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 99, 3375–3385.
 - Lis-Balchin, M. (Ed.). (2002). *Lavender: The genus Lavandula*. CRC Press.
 - Liang, Z., Wang, Y., Lai, Y., Zhang, J., Yin, L., Yu, X., ... & Song, Y. (2022). Défense de l'hôte contre l'infection à *Klebsiella pneumoniae*: une nouvelle stratégie pour tuer la bactérie à l'ère des antibiotiques?. *Frontiers in Cellular and Infection Microbiology*, 12, 1050396.
 - Lobo, R. A., Gershenson, D. M., & Lentz, G. M. (Eds.). (2020). *Comprehensive Gynecology* (8th ed.). Elsevier.
 - Lusk, M. J., & Konecny, P. (2008). Cervicitis: a review. *Current Opinion in Infectious Diseases*, 21(1).

- Marovska, G. I., Hambarliyska, I. P., Petkova, N. T., Ivanov, I. G., Georgiev, V., Topuzova, M. G., & Slavov, A. M. (2024). General characteristics of lavender biomass (*Lavandula angustifolia* Mill.) before and after industrial distillation. *Food Science and Applied Biotechnology*, 7(1), 133–144.
- Manning, S. D. (2010). *Infections à Escherichia coli*. Infobase Publishing.
- Maphetu, N., Unuofin, J. O., Masuku, N. P., Olisah, C., & Lebelo, S. L. (2022). Pharmacothérapie. Utilisations médicinales, activités pharmacologiques, phytochimie et mécanismes moléculaires des extraits de plantes de *Punicagranatum* L. (grenadier): une revue. *Biomedicine & Pharmacotherapy*, 153, 113256.
- Mark, H., Yadin, M. D., Deborah, M., & Money, M. D. (2008). Screening and management of bacterial vaginosis in pregnancy. *SOGC Clinical Practice Guideline*, 702–708.
- Melgarejo, P. (2010). El granado, suproblemática y usos. *I Jornadas Nacionales sobre el Granado*, 7–27.
- Mohamed, M. A., Jaafar, J., Ismail, A. F., Othman, M. H. D., & Rahman, M. A. (2017). Fourier transform infrared (FTIR) spectroscopy. In *Membrane Characterization* (pp. 3–29). Elsevier.
- Mohamad Sukri, N. D., Abdul Rahim, N., Rajab, N. F., & Ahmad, R. (2019). Antibacterial activity of pomegranate (*Punica granatum* L.) peel extract against Gram-positive and Gram-negative bacteria. *Journal of Applied Pharmaceutical Science*, 9(12), 127–132.
- Munita, J. M., & Arias, C. A. (2016). Antibiotics: From mechanism of action to resistance and beyond. *Microbiology Spectrum*, 4(2), 10.1128/microbiolspec.VMBF-0016-2015.
- Muual, D., & Geubbels, E. (2006). Epidemiology of reproductive tract infections (RTIs) in Malawi. *Malawi Medical Journal*, 18(4), 176–190.

-
- Mykhailenko, O., Hurina, V., Herbina, N., Maslii, Y., Ivanauskas, L., Vladymyrova, I., Lytkin, D., Gudžinskas, Z., Severina, H., Ruban, O., &Georgiyants, V. (2025). Phenolic compounds and pharmacological potential of *Lavandula angustifolia* extracts for the treatment of neurodegenerative diseases. *Plants*, 14(2), 289.
 - Nandiyanto, A. B. D., Oktiani, R., &Ragadhita, R. (2019). How to read and interpret FTIR spectroscopy of organic material. *Indonesian Journal of Science and Technology*, 4(1), 97–118.
 - Nasiri, A., Mahmodi, M. A., &Nobakht, Z. (2016). Effect of aromatherapy massage with lavender essential oil on pain in patients with osteoarthritis of the knee: A randomized controlled clinical trial. *Complementary Therapies in Clinical Practice*, 25, 75–80.
 - Newman, R. A., Lansky, E. P., & Block, M. L. (2007). *A Wealth of Phytochemicals: Pomegranate, The Most Medicinal Fruit*. Laguna Beach, California: Basic Health Publications.
 - Olapeur, A., Behaen, K., Akhondzadeh, R., Soltani, F., Al Sadat Razavi, F., &Bekhradi, R. (2013). The effect of inhalation of aromatherapy blend containing lavender essential oil on cesarean postoperative pain. *Anesthesiology and Pain Medicine*, 3(1), 203–207.
 - Ou, M.-C., Hsu, T.-F., Lai, A. C., Lin, Y.-T., & Lin, C.-C. (2012). Pain relief assessment by aromatic essential oil massage on outpatients with primary dysmenorrhea: A randomized, double-blind clinical trial. *Journal of Obstetrics and Gynaecology Research*, 38(5), 817–822.
 - Pagliarulo, C., De Vito, V., Picariello, G., Colicchio, R., Pastore, G., Salvatore, P., & Volpe, M. G. (2016). Inhibitory effect of pomegranate (*Punica granatum* L.) polyphenol extracts on the bacterial growth and survival of clinical isolates of pathogenic *Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli*. *Food Chemistry*, 190, 824–831.

-
- Paczosa, M. K., & Meccas, J. (2016). *Klebsiella pneumoniae*: Going on the offense with a strong defense. *Microbiology and Molecular Biology Reviews*, 80(3), 629–661.
 - Parekh, J., & Chanda, S. (2007). In vitro antimicrobial activity and phytochemical analysis of some Indian medicinal plants. *Turkish Journal of Biology*, 31(1), 53–58.
 - Parte, A. C. (2018). List of Prokaryotic Names with Standing in Nomenclature (LPSN).
 - Passalacqua, N. G., Tundis, R., & Upson, T. M. (2017). A new species of *Lavandula* sect. *Lavandula* (Lamiaceae) and review of species boundaries in *Lavandula angustifolia*. *Phytotaxa*, 292, 161–170.
 - P. Melgarejo, D., Núñez-Gómez, P., Legua, J. J., Martínez-Nicolás, M. S., & Almansa, M. (2020). Grenade (*Punicagranatum* L.) un fruit à péricarpe sec avec des grains charnues. *Trends in Food Science & Technology*, 102(November), 232–236.
 - Pereira, D., Valentão, P., Pereira, J. A., Andrade, P. B., & Ferreira-Santos, P. (2022). Chemical characterisation, antioxidant and antibacterial activities of pine (*Pinus pinaster* Ait. and *Pinus pinea* L.) bark polar extracts: Prospecting forestry by-products as renewable sources of bioactive compounds. *Applied Sciences*, 12(2), 784.
 - Phillippi, J., & Kantrowitz-Gordon, I. (Eds.). (2023). *Varney's midwifery* (7th ed.). Jones & Bartlett Learning.
 - Pokajewicz, K., Czarniecka-Wiera, M., Krajewska, A., Maciejczyk, E., & Wieczorek, P. P. (2023). *Lavandula × intermedia*—A bastard lavender or a plant of many values? Part I. Biology and chemical composition of lavandin. *Molecules*, 28(7), 2943.
 - Pokorska, O., Dewulf, J., Amelynck, C., Schoon, N., Simpraga, M., Steppe, K., & Van Langenhove, H. (2012). Isoprene and terpenoid emissions from

- Abies alba*: Identification and emission rates under ambient conditions. *Atmospheric Environment*, 59, 501–508.
- Porwal, O., Singh, S. K., Patel, D. K., Gupta, S., Tripathi, R., & Katekhaye, S. (2020). Cultivation, collection and processing of medicinal plants. In D. K. Patel, S. K. Singh, & G. D. Gupta (Eds.), *Bioactive phytochemicals: Drug discovery to product development* (pp. 14–30). Bentham Science Publishers.
 - Qu, W., Zhao, P., & Haile, M. (2010). Extraction modeling and activities of antioxidants from pomegranate marc. *Journal of Food Engineering*, 99, 16–23.
 - Raei, P., Poulak, T., Khodaie, R., Farshadzadeh, Z., Hasani, A., & Soroush Barhaghi, M. H. (2017). Thymol and carvacrol strongly inhibit biofilm formation and growth of carbapenemase-producing Gram-negative bacilli. *Cellular and Molecular Biology*, 63(5), 108–112.
 - Rahal, K., (2005). Standardisation de L'antibiogramme en Médecine Humaine a L'echelle Nationale. Selon Les Recommandations de L'OMS, 4EME EDITION.
 - Rahhal, B. M., Jaradat, N., Issa, L., Hussein, F., et al. (2025). Unveiling the phytochemical profiling, hypolipidemic, hypoglycemic and antioxidant effects of different extracts from *Lavandula stoechas* L. (French lavender) grown in Palestine. *Jordan Journal of Pharmaceutical Sciences*, 18(2), 509–523.
 - Rajan, S. M. S., Deepa, V. M., Sathya, K., Shajitha, S., & Thirunalasundari, T. (2011). Antioxidant potentials of *Punica granatum* fruit rind extracts. *International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences*, 3(3), 82–88.
 - Reid, G., Burton, J. A., & Bruce, A. W. (2004). Nucleic acid-based diagnosis of bacterial vaginosis among urban women early in pregnancy. *Sexually Transmitted Diseases*, 40(9), 721–723.

-
- Ritson, P., & Sochacki, S. (2003). Measurement and prediction of biomass and carbon content of *Pinus pinaster* trees in farm forestry plantations, southwestern Australia. *Forest Ecology and Management*, 175, 103–117.
 - Rohdewald, P. J. (2015). Update on the clinical pharmacology of Pycnogenol®. *Medical Research Archives*, (3).
 - Rouessac, F., & Rouessac, A. (2013). *Analyse chimique: Méthodes et techniques d'instrumentation modernes*. John Wiley & Sons.
 - Ryan, K., & George, C. (2004). *Sherris Medical Microbiology: An Introduction to Infectious Diseases* (4th ed.). New York: McGraw-Hill.
 - Seshadri, T. R., Jayashree, G., & Ponnusamy, P. (2018). Antioxidant, antimicrobial properties and phenolics of different solvent extracts from bark, leaves and seeds of *Pongamia pinnata* (L.) Pierre. *International Journal of Green Pharmacy*, 12(3), 182–190.
 - Salehi, B., Mnayer, D., Özçelik, B., Altin, G., Kasapoğlu, K. N., Daskaya-Dikmen, C., ... & Sharifi-Rad, J. (2018). Plantes du genre *Lavandula*: De la ferme à la pharmacie. *Natural Product Communications*, 13(10).
 - Shukla, U. (2025). Fourier transform infrared spectroscopy: A powerful method for creating fingerprint of molecules of nanomaterials. *Journal of Molecular Structure*, 1322, 140454.
 - Silva, J. A. T., Rana, T. S., Narzary, D., Verma, N., Meshram, D. T., & Ranade, S. A. (2013). Biologie et biotechnologie de la grenade: une revue. *Scientia Horticulturae*, 160, 85–107.
 - Singleton, V. L., Orthofer, R., & Lamuela-Raventos, R. M. (1999). Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin–Ciocalteu reagent. *Methods in Enzymology*, 299, 152–178.

-
- Slinkard, K., & Singleton, V. L. (1977). Total phenol analysis: Automation and comparison with manual methods. *American Journal of Enology and Viticulture*, 28, 49–55.
 - Sreekumar, S., Sithul, H., Muraleedharan, P., Azeez, J. M., & Sreeharshan, S. (2014). Pomegranate fruit as a rich source of biologically active compounds. *BioMed Research International*, 2014, Article ID 686921.
 - Skoog, D. A., Holler, F. J., & Crouch, S. R. (2018). *Principles of instrumental analysis* (7th ed.). Cengage Learning.
 - Sobel, J. D. (1997). Vaginitis. *New England Journal of Medicine*, 337(26), 1896–1903.
 - Soltani, R., Soheilipour, S., Hajhashemi, V., Asghari, G., Bagheri, M., & Molavi, M. (2013). Evaluation of the effect of aromatherapy with lavender essential oil on post-tonsillectomy pain in pediatric patients: A randomized controlled trial. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*, 77(9), 1579–1581.
 - Sokolik, O. P., & Prozorova, G. O. (2022). Current research opportunities for potential phytotherapeutic agents for the treatment of pathologies of the female reproductive system.
 - Sun, B., Ricardo-da-Silva, J. M., & Spranger, I. (1998). Critical factors of vanillin assay for catechins and proanthocyanidins. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 46(10), 4267–4274.
 - Sweet, R. L., & Gibbs, R. S. (2009). *Infectious diseases of the female genital tract* (5th ed.). Lippincott Williams & Wilkins.
 - Szejtli, J., Szente, L., Kulcsar, G., & Kernoczy, L. Z. (1986). Beta-cyclodextrin complexes in talc powder compositions. *Cosmetics & Toiletries*, 101, 74–79.

- Taulavuori, K., Hyöky, V., Oksanen, J., Taulavuori, E., & Julkunen-Tiitto, R. (2018). Species- and tissue-specific differences in phenolic responses of boreal plants to UV radiation and elevated temperatures. *Environmental and Experimental Botany*, 153, 188–197.
- Tinebra, I., Scuderi, D., Sortino, G., Mazzaglia, A., & Farina, V. (2021). Pomegranate Cultivation in Mediterranean Climate: Plant Adaptation and Fruit Quality of 'Mollar de Elche' and 'Wonderful' Cultivars. *Agronomy*, 11 (1), 156.
- Tourabi, M., Faiz, K., Ezzougari, R., Louasté, B., Merzouki, M., Daelbait, M., Bourhia, M., Almaary, K. S., Siddique, F., Lyoussi, B., & Derwich, E. (2025). Optimization of extraction process and solvent polarities to enhance the recovery of phytochemical compounds, nutritional content, and biofunctional properties of *Mentha longifolia* L. extracts. *Bioresources and Bioprocessing*, 12, Article 24.
- Turnbull, P. C., Kramer, J. M., & Melling, J. (1996). *Bacillus*. *Medical microbiology*, 4, 233.
- Turkoglu, A., Duru, M. E., Mercan, N., Kivrak, I., & Gezer, K. (2007). Antioxidant and antimicrobial activities of *Laetiporus sulphureus* (Bull.) Murrill. *Food Chemistry*, 101(1), 267-273.
- Upson, T. The taxonomy of the genus *Lavandula* L. In *Lavender. The Genus Lavandula*; Lis-Balchin, M., Ed.; Taylor & Francis: London, UK; New York, NY, USA, 2002; pp. 16–48. ISBN 9780429218590.
- Valcárcel, M. (2012). *Principles of analytical chemistry: a textbook*. Springer Science & Business Media.
- Virginia, A.; Rauh, S.C.D.; Jennifer, F.; Culhane, P.H.D.; Vijaya, K. and Hogan, D. R.P.H.. (2000). Bacterial vaginosis : A public health problem for woman .J. JAWWA. Vol.55, No.

-
- .Vitali D, Wessels JM, Kaushic C. Role of sex hormones and the vaginal microbiome in susceptibility and mucosal immunity to HIV-1 in the female genital tract. *AIDS Res Ther.* (2017) 14:39. 10.1186/s12981-017-0169-4.
 - Van Gerwen, O. T., Muzny, C. A., & Marrazzo, J. M. (2022). Sexually transmitted infections and female reproductive health. *Nature microbiology*, 7(8), 1116-1126.
 - Wagner, H., & Ulrich-Merzenich, G. (2009). Synergy research: Approaching a new generation of phytopharmaceuticals. *Phytomedicine*, 16(2–3), 97–110.
 - Willför, SM, Smeds, AI, et Holmbom, BR (2006). Analyse chromatographique des lignanes. *Journal of Chromatography A*, 1112 (1-2), 64-77.
 - Wisel A, Schmidt-Traub H, Lenz J, Strube J. Modelling gradient elution of bioactive multicomponent systems in non-linear ion-exchange chromatography. *Journal of Chromatography A* 2003;1006 101-120.
 - Weber, G.; Schlaeffer, F.; Peled, M. and Borer, M. (2002). Changing trends in frequency and antimicrobial resistance of urinary pathogens in outpatient clinic and hospital in southern Israel. *J. Clin. Microbiol. Infect. Dis.* 16:8-83.
 - Wessels JM, Felker AM, Dupont HA, Kaushic C. The relationship between sex hormones, the vaginal microbiome and immunity in HIV-1 susceptibility in women. *Dis Model Mech.* (2018) 11:dmm035147. 10.1242/dmm.035147.
 - Welsh C. Three essential oils for the medicine cabinet. *Alternative Health Practitioner* 1995; 3:11-15.
 - World Health Organization (WHO). (2003). *Traditional Medicine Strategy: 2002–2005*. Geneva: WHO Press.

- Yazdkhasti, M., & Pirak, A. (2016). The effect of aromatherapy with lavender essence on severity of labor pain and duration of labor in primiparous women. *Complementary Therapies in Clinical Practice*, 25, 81-86.
- Zukovskij, P.M. (1950). Punica. In: *Cultivated Plants and their Wild Relatives*. State Publishing House Soviet Science, Moscow, pp. 60-61.
- Zukovskij, PM (1962). *Plantes cultivées et leurs parents sauvages* .

المواقع الالكترونية :

<https://www.frontiersin.org/journals/microbiology/articles/10.3389/fmicb.2023.1098276/full#ref97>

<https://app.biorender.com/Biorender-templates>

<https://www.dreamstime.com/staphylococcus-aureus-cell-structure-pathogenic-factors-components-vector-illustration-medical-educational-science-use-image122532471>

<https://stock.adobe.com/search?k=bacillus>

<https://doi.org/10.3390/agronomy11010156>

<https://hacen.net/%D8%B1%D9%85%D8%A7%D9%86>

<https://plants.ces.ncsu.edu/plants/lavandula-angustifolia/>

<https://www.priyamstudycentre.com/2021/11/column-chromatography.html>