Scientific Journal for Publishing in Health Research and Technology

Volume 1, Issue 1, 2025, Pages: 189-196

Journal homepage: https://sjphrt.com.ly/index.php/sjphrt/en/index

Phytochemical Screening and Determination of Antibacterial Activity for *Salvia rosmarinus* Plant

Hasna Abu Al-Wefa [1], Rawan Najm [2], Asaad Eshaewi [3 *]

[1,2,3] Chemistry Department, Faculty of Education, Wadi Alshatti University, Brack, LIBYA.

تقدير مضادات البكتيريا ودراسة المكونات الكيميائية في نبات إكليل الجبل *Salvia Rosmarinus*

حسناء أبوالويفة [1]، روان ناجم [2]، اسعد شعيوي [3*]

[1،2،3] قسم الكيمياء، كلية التربية، جامعة وادي الشاطئ، براك، ليبيا.

*Corresponding author: as.eshaewi@wau.edu.ly

Received: September 22, 2025	Accepted: December 05, 2025	Published: December 18, 2025

Abstract

This study aimed to identify the phytochemical constituents and evaluate the antibacterial activity of rosemary (*Salvia rosmarinus*). Three types of extracts—aqueous, alcoholic, and ethyl acetate—were prepared from the plant's leaves. Phytochemical screening revealed the presence of carbohydrates, coumarins, glycosides, phenols, sterols, and saponins in the extracts, while alkaloids, flavonoids, amino acids, proteins, and tannins were not detected. The antibacterial efficacy was tested against four bacterial isolates: *Staphylococcus aureus* (Gram-positive) and *E. coli*, *Proteus mirabilis*, and *Salmonella typhimurium* (Gram-negative). The results demonstrated that the aqueous extract exhibited the highest antibacterial activity compared to the other extracts, showing significant inhibition zones against the tested bacteria. This study underscores the potential of *Salvia rosmarinus* as a natural source for developing antimicrobial agents to combat antibiotic-resistant bacteria.

Keywords: *Salvia rosmarinus*, Phytochemical Screening, Antibacterial Activity, Plant Extracts, Gram-negative Bacteria, Polyphenols.

الملخص

الملخص هدفت هذه الدراسة إلى الكشف عن المكونات الكيميائية النباتية وتقييم الفعالية المضادة للبكتيريا لنبات إكليل الجبل (*Salvia rosmarinus*). تم تحضير ثلاثة أنواع من المستخلصات (المائي، الكحولي، وخلات الإيثيل) من أوراق النبات. وأظهر الكشف النوعي عن المواد الفعالة احتواء المستخلصات على الكربوهيدرات، الكومارينات، الجلايكوسيدات، الفينولات، الستيرولات، والصابونينات، في حين لم يتم الكشف عن وجود القلويدات، الفلافونيدات، الأحماض الأمينية، البروتينات، والتانينات. تم اختبار الفعالية المضادة للبكتيريا ضد أربع عزلات بكتيرية تشمل: بكتيريا *Staphylococcus aureus* (موجبة الجرام) و *E. coli*، *Proteus mirabilis*، و *Salmonella typhimurium* (سالبة الجرام). وأظهرت النتائج أن المستخلص المائي سجل أفضل فعالية مضادة للبكتيريا مقارنة بالمستخلصات الأخرى، محققاً مناطق تثبيط واضحة ضد البكتيريا المختبرة. تؤكد هذه الدراسة على إمكانيات نبات إكليل الجبل كمصدر طبيعي لتطوير عوامل مضادة للميكروبات لمواجهة البكتيريا المقاومة للمضادات الحيوية.

 Copyright: © 2025 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

الكلمات المفتاحية: إكليل الجبل، الكشف الكيميائي النباتي، مضادات البكتيريا، مستخلص نباتي، بكتيريا سالبة الجرام، الفينولات.

المقدمة

تُمثل النباتات الطبية منذ القدم ركيزة أساسية في أنظمة الطب التقليدي والحضارات الإنسانية المختلفة، حيث تُعد مستودعاً طبيعياً هائلاً للمركبات الأيضية الثانوية والنشطة بيولوجياً. وفي ظل التحديات الصحية المعاصرة، تصاعدت الأهمية العلاجية لهذه النباتات بشكل غير مسبوق؛ نتيجة للتزايد المقلق في ظاهرة مقاومة الميكروبات للمضادات الحيوية المصنعة، مما دفع الأبحاث العلمية والتوجهات العالمية نحو استكشاف بدائل طبيعية فعالة وآمنة (Moumni et al., 2020; Salem & Lakwani, 2024).

ويبرز نبات المريمية الوردية (*Salvia rosmarinus*)، والذي عُرف تاريخياً وتصنيفياً باسم إكليل الجبل (*Rosmarinus officinalis*)، كواحد من أبرز النباتات العطرية والطبية التابعة للفصيلة الشفوية (*Lamiaceae*). حظي هذا النبات بمكانة مرموقة ليس فقط في مجالات الطهي وحفظ الأغذية، بل لامتلاكه طيفاً واسعاً من الخصائص العلاجية. وينتشر إكليل الجبل برياً في أقاليم حوض البحر الأبيض المتوسط والمناخات الجافة، حيث طور آليات دفاعية كيميائية جعلته مصدراً غنياً بالزيوت الطيارة والمركبات الكيميائية النباتية التي أثبتت كفاءتها كمواد مطهرة، ومضادة للتشنج، ومضادة للالتهابات، وعوامل قوية للأكسدة والميكروبات (Mohammed, 2016 & Hameed).

وتُرجع الدراسات الكيميائية الحيوية هذه الفعالية الاستثنائية إلى التآزر بين مكوناته الكيميائية الفريدة، والتي تشمل الأحماض الفينولية مثل حمض الروزمارينيك (*Rosmarinic acid*)، ومجموعة متنوعة من الفلافونويدات، ومركبات التربينويد الهامة مثل (Cineole-1,8)، و(Alpha-pinene)، والكامفين، وحمض الكارنوسيك. وتلعب هذه المركبات دوراً حيوياً في تثبيط الجذور الحرة ومنع النمو الميكروبي، مما جعلها محط اهتمام الباحثين الساعين لتطوير جيل جديد من العوامل المضادة للميكروبات المستخلصة من المصادر النباتية (Nascimento et al., 2000 ; Salem and Kadak, 2020).

لقد أثبتت الأبحاث المخبرية أن الزيوت العطرية والمستخلصات الخام لإكليل الجبل تمتلك قدرة تثبيطية عالية ضد طيف واسع من البكتيريا الممرضة، سواء كانت موجبة الجرام مثل *Staphylococcus aureus* و *Bacillus subtilis*، أو سالبة الجرام مثل *Escherichia coli* و *Mycobacterium smegmatis* (Annemer et al., 2022). ومن الجدير بالذكر أن هذا التركيب الكيميائي والنشاط البيولوجي ليس ثابتاً، بل يتأثر بشكل جذري بالعوامل البيئية، والمنطقة الجغرافية، والموسم الفسيولوجي للحصاد، بالإضافة إلى نوع المذيب وطريقة الاستخلاص المستخدمة. وقد أكدت التقنيات التحليلية الحديثة، مثل مطيافية الأشعة تحت الحمراء (FT-IR)، وجود مجموعات وظيفية كيميائية متنوعة ومسؤولة مباشرة عن الأنشطة الحيوية للنبات (Magbool et al., 2023).

بناءً على ما تقدم، وانطلاقاً من الحاجة الملحة لإيجاد بدائل علاجية لمواجهة السلالات البكتيرية المقاومة، تهدف هذه الدراسة بشكل محوري إلى إجراء مسح كيميائي نباتي دقيق وتقييم الفعالية المضادة للبكتيريا لمستخلصات نبات إكليل الجبل (*Salvia rosmarinus*)، وذلك لتحديد مدى كفاءته كبديل طبيعي واعد يمكن دمجه في التطبيقات الصيدلانية والعلاجية الحديثة.

المواد وطرق العمل

1. المواد والمحاليل والأجهزة الكيميائية:

- **المواد الكيميائية والأدوات:** أقماع، قطارات، زجاجات معقمة، قطن طبي، أنابيب اختبار، أوراق ترشيح (*Whatman No. 1*)، وأطباق بتري.
- **المحاليل الكيميائية:** أوراق وأزهار نبات إكليل الجبل، ماء مقطر، ميثانول، إيثانول، خلات الإيثيل، كاشف موليش، حمض الكبريتيك المركز، كاشف ماير، كلوريد الحديديك، هيدروكسيد الصوديوم، وكاشف فهلنج.
- **الأجهزة:** ميزان حساس، حمام بخاري، حمام مائي، موقد غاز، وثلاجة لحفظ المستخلصات.

2. العينات النباتية:

 Copyright: © 2025 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

جمعت أجزاء نبات إكليل الجبل، ثم غسلت بالماء الجاري وفرشت في الظل بعيداً عن أشعة الشمس للتجفيف مع التقليب المستمر لمنع التعفن. عند جفافها طحنت بالمطحنة الكهربائية وحفظت في الثلاجة لحين الاستخدام (Al-Hashimi, 2012).

3. تحضير المستخلصات النباتية (Preparation of Plant Extracts):

تم تحضير المستخلصات باستخدام طريقة النقع لمدة 48 ساعة بنسبة 20 جراماً من النبات إلى 100 مل من المذيب:

- **المستخلص المائي:** نقع النبات في الماء المقطر، ثم رُشح باستخدام القطن وأوراق الترشيح، ورُكز الراشح بالحمام البخاري.
- **المستخلص الكحولي:** استخدم الميثانول أو الإيثانول كمذيب، واتبعت نفس خطوات الترشيح والتركيز (Bilen et al., 2022).
- **مستخلص خلات الإيثيل:** نقع النبات في خلات الإيثيل، ثم رُشح ورُكز الراشح لحين الاستخدام (Shenbagaraman, 2011 & Packia Jacob).

ثانياً: طرق الكشف النوعي عن المركبات الفعالة

تم إجراء اختبارات كيميائية لونية للكشف عن المجموعات الفعالة في مستخلصات إكليل الجبل (المائي، الميثانولي، وخلات الإيثيل) وفقاً للبروتوكولات التالية:

- **الكشف عن الكربوهيدرات (اختبار موليش):** أضيف 2 مل من كاشف موليش (ألفا-نافتول) إلى المستخلص، ثم سكب حمض الكبريتيك المركز ببطء على جدار الأنبوبة الداخلي؛ وتعتبر ظهور حلقة بنفسجية عند الحد الفاصل بين السائلين دليلاً على وجود الكربوهيدرات (Packia Jacob & Shenbagaraman, 2011).
- **الكشف عن القلويدات (كاشف ماير):** تم تحضير كاشف ماير بمزج محلول كلوريد الزئبق مع يوديد البوتاسيوم. أضيف 1 مل من الكاشف إلى 5 مل من المستخلص؛ ويشير ظهور راسب أبيض كريمي إلى وجود القلويدات (Zghair et al., 2013).
- **الكشف عن الفلافونيدات:** عولج المستخلص بالإيثانول وخلات الصوديوم، ثم أضيف كلوريد الحديديك؛ حيث يدل ظهور لون وردي أو أحمر على وجود الفلافونيدات (Packia Jacob & Shenbagaraman, 2011).
- **الكشف عن الأحماض الأمينية والبروتينات:** للأحماض الأمينية، استخدمت كربونات النحاس مع التسخين (ظهور لون أزرق غامق). وللبروتينات، استُخدم اختبار "بيوريت" بمزج كبريتات النحاس (5%) مع هيدروكسيد الصوديوم (Shenbagaraman, 2011 & Packia Jacob).
- **الكشف عن الصابونينات (اختبار الرغوة):** تم رج المستخلص بشدة في أنبوبة اختبار؛ وتعد الرغوة المستقرة لمدة زمنية دليلاً على وجود الصابونينات (Zghair et al., 2013).
- **الكشف عن التانينات:** أضيف محلول خلات الرصاص (10%) إلى المستخلص؛ ويشير ظهور راسب أبيض إلى وجود التانينات.
- **الكشف عن الكومارينات:** أضيف هيدروكسيد الصوديوم (N2) إلى المستخلص؛ وظهور اللون الأصفر يعد مؤشراً إيجابياً.
- **الكشف عن الستيرولات (اختبار سالكوفسكي):** أذيب المستخلص في الكلوروفورم ثم أضيف حمض الكبريتيك المركز؛ ويدل ظهور اللون الأحمر في الطبقة الكلوروفورمية على وجود الستيرولات (Shenbagaraman, 2011 & Packia Jacob).
- **الكشف عن الفينولات:** استخدم خليط من كلوريد الحديديك (1%) وحديد سيانيد البوتاسيوم؛ حيث يظهر لون أزرق مخضر في حال وجود المركبات الفينولية (Zghair et al., 2013).
- **الكشف عن الجلايكوسيدات (اختبار فهلنج):** تم مزج أحجام متساوية من كاشفي فهلنج (A و B) مع المستخلص والتسخين في حمام مائي مغلي لمدة 10 دقائق؛ ويشير الراسب الأحمر الطوبي إلى وجود السكريات المختزلة الناتجة عن تحلل الجلايكوسيدات (Zghair et al., 2013).

 Copyright: © 2025 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

ثالثاً: دراسة الفعالية المضادة للبكتيريا

1. العزلات البكتيرية المستخدمة:

استُخدمت أربع سلالات بكتيرية قياسية شملت بكتيريا موجبة الجرام: *Staphylococcus aureus* (ATCC)، وثلاث سلالات سالبة الجرام: *Escherichia coli* (ATCC)، *Salmonella typhimurium* (NCTC)، و *Proteus mirabilis* (ATCC)..

2. تنشيط المزارع وتحضير العالق البكتيري:

نُشطت البكتيريا على وسط "مولر هينتون" (Mueller-Hinton Agar) عند 37 درجة مئوية لمدة 18-24 ساعة. تم تحضير العالق البكتيري بنقل مستعمرات حديثة إلى ماء مقطر معقم ومقارنة العكارة بمحلول قياسي (0.5 McFarland) لضمان تركيز بكتيري موحد.

3. اختبار الانتشار بالأقراص:

تم تلقيح أطباق وسط "مولر هينتون" بالعالق البكتيري باستخدام ماسحة قطنية معقمة (Swab). حُملت أقراص ترشيح معقمة بتراكيز مختلفة من المستخلصات (70%، 90%، 100%) ووضعت على سطح الأطباق. بعد الحضن لمدة 24 ساعة عند 37 درجة مئوية، تم قياس أقطار مناطق التثبيط (Inhibition Zones) بالمليمتر (Oussou et al., 2022).

4. التحليل الإحصائي:

تمت معالجة البيانات باستخدام برنامج IBM SPSS Statistics (الإصدار 23). حُسب المتوسط الحسابي لثلاث مكررات لكل معاملة. واستُخدم اختبار التباين أحادي الاتجاه (One-way ANOVA) لتقدير الفروق المعنوية بين المستخلصات والتراكيز المختلفة عند مستوى دلالة ($p < 0.05$).

النتائج والمناقشة

1. الكشف النوعي للمركبات الفعالة

يوضح الجدول رقم (1) نتائج الكشف النوعي عن المجموعات الكيميائية النباتية في مستخلصات إكليل الجبل. أظهرت النتائج احتواء المستخلصات الثلاثة (المائي، الكحولي، وخلات الإيثيل) على الكربوهيدرات، الكومارينات، الستيرولات، الصابونينات، والفينولات. في المقابل، غابت القلويدات، الفلافونيدات، الأحماض الأمينية، البروتينات، والتانينات عن جميع المستخلصات تحت ظروف الدراسة الحالية.

تساهم هذه المركبات المستخلصة في منح النبات خصائصه الحيوية؛ حيث يُعرف عن الصابونينات والكومارينات والفينولات والستيرولات امتلاكها فعالية مضادة للبكتيريا والفيروسات والفطريات (Mohammed, 2016 & Hameed). ويشير احتواء المستخلص الكحولي على الجلايكوسيدات والفينولات والكومارينات إلى قدرة تثبيطية عالية ضد طيف واسع من الأحياء المجهرية (Magbool et al., 2023).

جدول (1): نتائج الكشف النوعي عن المركبات الفعالة في مستخلصات إكليل الجبل.

المركب الفعال	المستخلص المائي	المستخلص الكحولي	مستخلص خلات الإيثيل
الكربوهيدرات	+	+	+
القلويدات	–	–	–
الفلافونيدات	–	–	–
الأحماض الأمينية	–	–	–
الصابونينات	+	+	+
الكومارينات	+	+	+
التانينات	–	–	–
الستيرولات	+	+	+

 Copyright: © 2025 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

البروتينات	–	–	–
الفينولات	+	+	+
الجلايكوسيدات	–	+	–

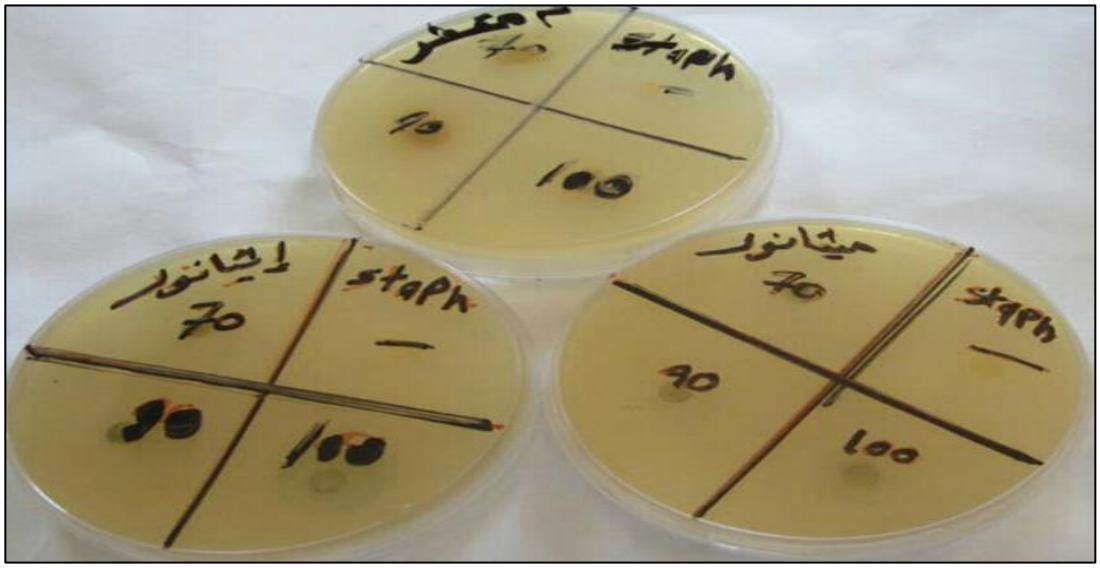
(+) تعني وجود المركب، بينما (–) تعني عدم وجوده.

2. الفعالية المضادة للبكتيريا

أظهرت النتائج تبايناً في التأثير التثبيطي للمستخلصات الثلاثة على نمو العزلات البكتيرية المختبرة، حيث اعتمد هذا التباين على نوع المذيب المستخدم وتركيز المستخلص، كما هو موضح في الجدول رقم (2).

وفقاً للبيانات، سجل المستخلص المائي أعلى كفاءة تثبيطية ضد معظم العزلات، خاصة بكتيريا *Salmonella* و *Proteus*، مما يشير إلى أن المركبات النشطة المسؤولة عن التثبيط في هذه العينة ذات قطبية عالية تذوب في الماء (Oussou et al., 2022). وفي المقابل، أظهرت المستخلصات الكحولية (الميثانول والإيثانول) تأثيراً محدوداً، حيث اقتصر نشاطها الملحوظ على بكتيريا *S. aureus* عند تركيز 70%.

ويلاحظ من النتائج أن بكتيريا *E. coli* أبدت مقاومة واضحة تجاه معظم المعاملات، وهو ما قد يعزى إلى طبيعة الجدار الخلوي للبكتيريا سالبة الجرام الذي يعمل كحاجز نفاذية انتقائي ضد المركبات المضادة للميكروبات (Nascimento et al., 2000). كما يظهر المستخلص المائي دقة أعلى في النتائج عند استخدام طريقة الانتشار حول القرص مقارنة بالمستخلصات الأخرى في هذه الدراسة.



شكل (1) يوضح تأثير المستخلصات الثلاثة لنبات إكليل الجبل بتراكيز (100%,90%,70%) على نمو البكتيريا *Staphylococcus aureus* موجبة الجرام.

تأثير تركيز المستخلص على نمو البكتيريا

تشير النتائج الموضحة في الجدول رقم (2) إلى وجود علاقة طردية بين تركيز المستخلص المائي والنشاط التثبيطي ضد السلالات البكتيرية المختبرة، حيث لوحظت أعلى أقطار للتثبيط عند التركيزات العالية. تفوق المستخلص المائي بشكل ملحوظ على المستخلصات الكحولية ومستخلص خلات الإيثيل في تثبيط نمو جميع أنواع البكتيريا، باستثناء عزلتي *E. coli* و *Proteus mirabilis* عند تركيز 70%، حيث أبديا مقاومة نسبية.

في المقابل، أظهرت المستخلصات الكحولية (الميثانول والإيثانول) تأثيراً ضعيفاً إلى منعدم على معظم العزلات، باستثناء بكتيريا *S. aureus* التي تأثرت بشكل طفيف عند تركيز 100% و70% (ميثانول). يعزى هذا التباين إلى قدرة الماء كمذيب قطبي على استخلاص طيف واسع من المركبات الفينولية

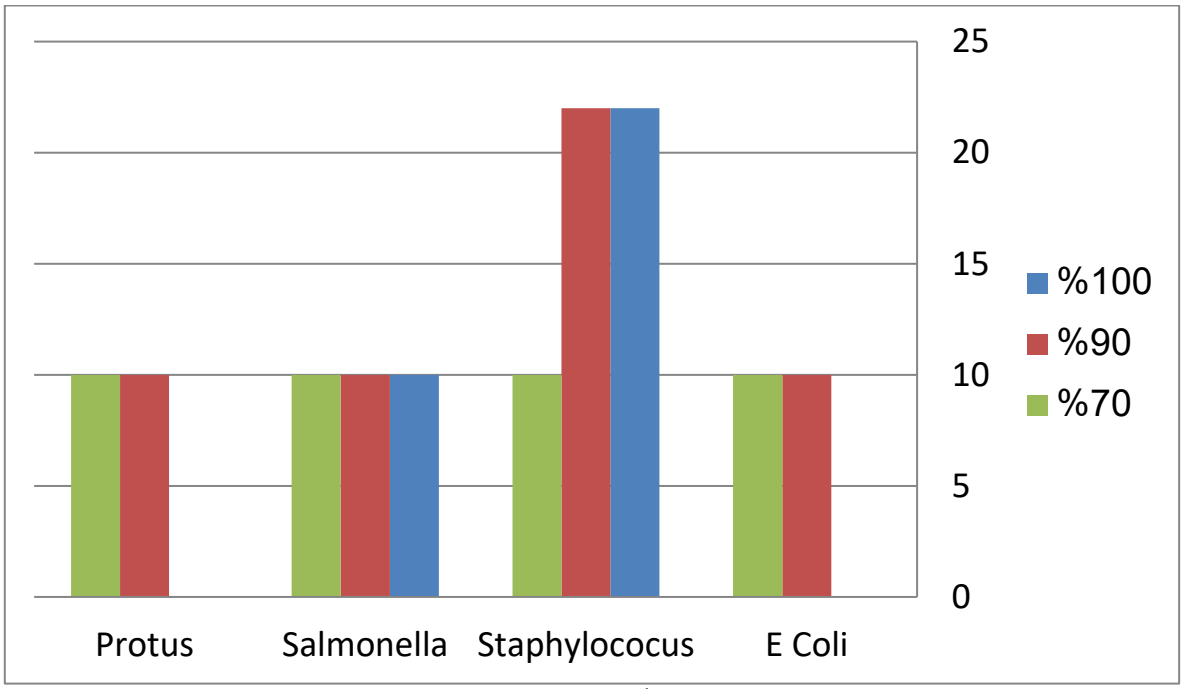
 Copyright: © 2025 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

والجلايكوسيدية النشطة الموجودة في إكليل الجبل، والتي تلعب دوراً محورياً في اختراق الجدار الخلوي للبكتيريا وتثبيط نشاطها الإنزيمي (Salem, & Salem, 2025,Oussou et al., 2022).

جدول (2): التأثير التثبيطي لمستخلصات نبات إكليل الجبل بتراكيز مختلفة (قطر التثبيط بالمليمتر).

اسم العزلة البكتيرية	نوع المستخلص	%100	%90	%70
Staphylococcus aureus	المستخلص المائي	mm22	mm22	mm10
	مستخلص الميثانول	mm12	–	–
	مستخلص الإيثانول	mm10	–	–
Escherichia coli	المستخلص المائي	mm10	mm10	–
	مستخلص الميثانول	–	–	–
	مستخلص الإيثانول	–	–	–
Salmonella typhimurium	المستخلص المائي	mm10	mm10	mm10
	مستخلص الميثانول	–	–	–
	مستخلص الإيثانول	–	–	–
Proteus mirabilis	المستخلص المائي	mm10	mm10	–
	مستخلص الميثانول	–	–	–

الإشارة (–) تعني عدم وجود تثبيط.



الشكل (2) تمثيل بياني لتأثير مستخلصات نبات إكليل الجبل.

الخاتمة والاستنتاجات

تناولت هذه الدراسة تقييم المحتوى الكيميائي الحيوي والنشاط المضاد للبكتيريا لمستخلصات نبات إكليل الجبل (*Salvia rosmarinus*) المحضرة بمذيبات مختلفة. ومن خلال النتائج المتحصل عليها، يمكن استخلاص الآتي:

1. **كفاءة الاستخلاص:** أثبت المستخلص المائي كفاءة تثبيطية أعلى مقارنة بالمستخلصات الكحولية (الميثانول والإيثانول) وخلات الإيثيل ضد البكتيريا موجبة وسالبة الجرام، مما يجعله الخيار الأفضل لاستخلاص المركبات النشطة في هذا النبات لأغراض تثبيط الميكروبات.

 Copyright: © 2025 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

2. **المحتوى الكيميائي:** أكد الكشف النوعي احتواء النبات على مركبات فعالة تشمل الكربوهيدرات، الصابونينات، الكومارينات، الستيرولات، الفينولات، والجلايكوسيدات، وهي مركبات ترتبط ارتباطاً وثيقاً بالأنشطة البيولوجية المضادة للأكسدة والميكروبات (Magbool et al., 2023).
3. **النشاط الحيوي:** يمتلك نبات إكليل الجبل خصائص مضادة للبكتيريا (*Anti-bacterial activity*) واضحة ضد السلالات الممرضة، مما يدعم استخدامه التقليدي في علاج العدوى الميكروبية.
4. **الأهمية التطبيقية:** تفتح هذه النتائج آفاقاً لاستخدام الأعشاب الطبيعية كمصادر بديلة ومستدامة لتطوير مضادات حيوية طبيعية آمنة ومنخفضة التكلفة، للمساهمة في حل معضلة البكتيريا المقاومة للمضادات الصناعية (Nascimento et al., 2000).

قائمة المراجع

1. Al-Hashimi, A. G. (2012). Antioxidant and antibacterial activities of *Hibiscus sabdariffa* L. extracts. *African Journal of Food Science*, *6*(21), 506–511. https://doi.org/10.5897/AJFS12.099
2. Annemer, S., Farah, A., Stambouli, H., Assouguem, A., Almutairi, M. H., Sayed, A. A., Peluso, I., Bouayoun, T., Nouh, N. A. T., El Ouali Lalami, A., & Ez zoubi, Y. (2022). Chemometric investigation and antimicrobial activity of *Salvia rosmarinus* Spenn essential oils. *Molecules*, *27*(9), 2914. https://doi.org/10.3390/molecules27092914
3. Bauer, A. W., Kirby, W. M. M., Sherris, J. C., & Turck, M. (1966). Antibiotic susceptibility testing by a standardized single disk method. *American Journal of Clinical Pathology*, *45*(4), 493–496. https://doi.org/10.1093/ajcp/45.4_ts.493
4. Bilen, S., Altief, T. A. S., Özdemir, K. Y., Salem, M. O. A., Terzi, E., & Güney, K. (2020). Effect of lemon balm (Melissa officinalis) extract on growth performance, digestive and antioxidant enzyme activities, and immune responses in rainbow trout (Oncorhynchus mykiss). *Fish physiology and biochemistry*, *46*(1), 471-481.
5. Clinical and Laboratory Standards Institute. (2018). *Performance standards for antimicrobial susceptibility testing* (28th ed.). CLSI supplement M100.
6. Hameed, I. H., & Mohammed, G. J. (2016). Phytochemistry, antioxidant, antibacterial activity, and medicinal uses of aromatic (medicinal plant *Rosmarinus officinalis*). In *Aromatic and Medicinal Plants - Back to Nature*. InTechOpen. https://doi.org/10.5772/66605
7. Kadak, A. E., & Salem, M. O. A. (2020). Antibacterial activity of chitosan, some plant seed extracts and oils against Escherichia coli and Staphylococcus aureus. https://doi.org/:10.47059/alinteri/V35I2/AJAS20086
8. Magbool, F. F., Alkhatib, A. J., Abubakar, H., & Shokri, S. (2023). Evaluation of phytochemical properties and antioxidant activity of methanol extract of *Ziziphus spina-christi*, *Satureja khuzistanica*, and *Salvia rosmarinus* using FT-IR method. *Journal of Biochemicals and Phytomedicine*, *2*(2), 47–53. https://doi.org/10.34172/jbp.2023.10

 Copyright: © 2025 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

9. Moumni, S., Elaissi, A., Trabelsi, A., Merghni, A., Chraief, I., Jelassi, B., Chemli, R., & Ferchichi, S. (2020). Correlation between chemical composition and antibacterial activity of some Lamiaceae species essential oils from Tunisia. *BMC Complementary Medicine and Therapies, 20*(103), 1–15. https://doi.org/10.1186/s12906-020-02888-6
10. Nascimento, G. G. F., Locatelli, J., Freitas, P. C., & Silva, G. L. (2000). Antibacterial activity of plant extracts and phytochemicals on antibiotic-resistant bacteria. *Brazilian Journal of Microbiology, 31*, 247–256. https://doi.org/10.1590/S1517-83822000000400003
11. Packia Jacob, J., & Shenbagaraman, S. (2011). Evaluation of antioxidant and antimicrobial activities of the selected green leafy vegetables. *International Journal of PharmTech Research, 3*(1), 148–152.
12. Salem, M. O. A. (2024). Antimicrobial Activity of Aqueous Methanolic Extract of Lichen (Usnea barbata) Against Escherichia coli and Staphylococcus aureus. (2024). *Libyan Journal of Ecological & Environmental Sciences and Technology*, *6*(1), 19-23. https://doi.org/10.63359/j8639d64
13. Salem, M. O. A., & Lakwani, M. A. (2024). Determination of chemical composition and biological activity of flaxseed (*Linum usitatissimum*) essential oil. *Journal of Biometry Studies*, *4*(2), 91-96. DOI: https://doi.org/10.61326/jofbs.v4i2.05
14. Salem, M. O. A., Ahmed, G. S., Abuamoud, M. M. M., & Rezgalla, R. Y. M. (2025). Antimicrobial Activity of Extracts of Dandelion (*Taraxacum officinale*) Against Escherichia coli and Staphylococcus aureus: Mechanisms, Modern Insights, and Therapeutic Potential. Libyan Journal of Medical and Applied Sciences, 37-40. https://doi.org/10.64943/ljmas.v3i2.52
15. Salem, M., & Salem, I. (2025). Antimicrobial Polymers: Mechanisms of Action and Applications in Combating Antibiotic Resistance. Al-Imad Journal of Humanities and Applied Sciences (AJHAS), 12-15.
16. Zghair, Z. R., Hamzah, A. M., & Alwan, M. J. (2013). Histopathological study for the effect of ethanolic extract of *Sonchus oleraceus* on *Escherichia coli* bacteria in mice. *The Iraqi Journal of Veterinary Medicine*, *37*(2), 164–171. https://doi.org/10.30539/iraqijvm.v37i2.278

Disclaimer/Publisher's Note: The statements, opinions, and data contained in all publications are solely those of the individual author(s) and contributor(s) and not of **SJPHRT** and/or the editor(s). **SJPHRT** and/or the editor(s) disclaim responsibility for any injury to people or property resulting from any ideas, methods, instructions, or products referred to in the content.

 Copyright: © 2025 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).