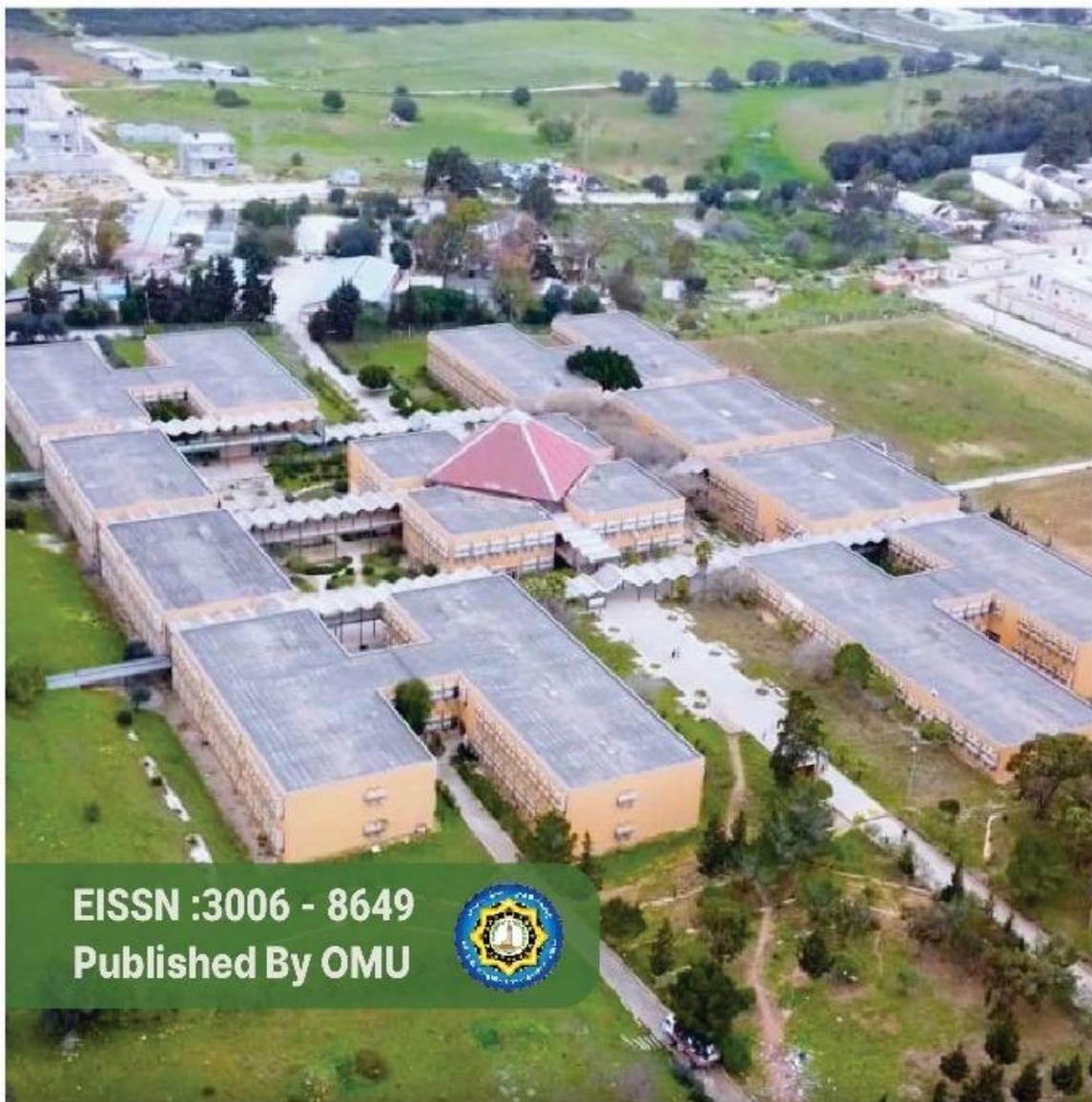


Al-Mukhtar Journal of Agricultural, Veterinary and Environmental Sciences

Volume 3

Issue 3

DEC 2025



EISSN :3006 - 8649
Published By OMU



Doi:

Al-Mukhtar Journal of Agricultural, Veterinary and Environmental Sciences

Peer-reviewed scientific journal, Volume Three, Issue Three, 2025

Published by Omar Al-Mukhtar University, Al-Bayda, Libya

Al-Mukhtar Journal of Agricultural, Veterinary and Environmental Sciences

The Author(s) 2025. This article is distributed under the terms of the Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International License [<http://creativecommons.org/licenses/bync/4.0/>], which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, for non-commercial purposes only, provided you give appropriate credit to the original author(s) and the source, provide a link to the Creative Commons license, and indicate if changes were made.

Editor-in-Chief: Prof. Dr. Nwara Ali Mohammed Al-Obaidi

Editorial Board Members:

Prof. Nawara Muhammad Balqasim Omar Al-Mukhtar University, Libya.
Prof. Zahra Ibrahim Al-Jali Omar Al-Mukhtar University, Libya.
Prof. Dr. Magda Rizq Emraj Omar Al-Mukhtar University, Libya.
Prof. Dr. Fatima Faraj Mohammad Omar Al-Mukhtar University, Libya.
Prof. Dr. Sabah Alshatty Basra University, Iraq.
Prof. Dr. Waleed Fouad Abobatta. Cairo University, Egypt
Prof. Dr. Faraj Ali Jabel. Tripoli University, Libya.
Prof. Dr. Wasan Salih Hussain Mosul university, Iraq.
Prof. Nadeem Ahmed Ramadan Mosul university, Iraq.
Prof. Dr. Egbal Osman Ahmed Abdalla Al Neelain University, Sudan.
Prof. Dr. Azza Galal Farag Agricultural Research Center, Giza, Egypt.
Prof. Dr. Ali A. Bataw Omar Al-Mukhtar University, Libya.
Prof. Dr. Abdulsalam Al-Bukhari Omar Al-Mukhtar University, Libya.
Dr. Mohamed Abd-Elkarim Momen Omar Al-Mukhtar University, Libya.
Dr. Ahmed Ateeyah Rafia Al-Mansouri Omar Al-Mukhtar University, Libya.
Dr. Osama Abd-Elhamid Abd-Elatty El-Shaloui Omar Al-Mukhtar University, Libya.
Dr. Hamida Abdel Nabi Youssef Omar Al-Mukhtar University, Libya.
Dr. Abdel-Ghani Abdel-Fattah Hamad Al-Kaloush Omar Al-Mukhtar University, Libya.
Dr. Khadija Muhammad Othman Al-Haddad Omar Al-Mukhtar University, Libya.
Dr. Fayrouz A. B B, uojaylah Omar Al-Mukhtar University, Libya.
Dr. Salima Almahde Abdelkader Omar Al-Mukhtar University, Libya.

Advisory Committee

Prof. Dr. Ibrahim Saleh Milad, Omar Al-Mukhtar University, Libya.
Prof. Dr. Muhammad Ali Saeed, Omar Al-Mukhtar University Libya.
Prof. Dr. Ibrahim Ali Azaqa, Sebha University, Libya.
Prof. Dr. Abdul Hamid Salem Issa Al-Haddad, Misrata University, Libya.
Prof. Dr. Omar Musa Al-Senussi, Omar Al-Mukhtar University, Libya.
Prof. Dr. Muhammad Ali Musa Boubakra, Omar Al-Mukhtar University, Libya.
Prof. Dr. Abdel Hafeez Abdel Rahman Bouaida, Omar Al-Mukhtar University, Libya.
Prof. Dr. Nasser Abdel Razek Abdel Mawla, Omar Al Mukhtar University, Libya.
Prof. Dr. Abdul Hamid Hamad Charity, Omar Al-Mukhtar University, Libya.
Prof. Dr. Mohamed Ali adam Omar Al-Mukhtar University, Libya.
Prof. Dr. Nasir Mohammed Ali Omar Al-Mukhtar University, Libya.
Prof. Dr. Mahmoud Ali Hassanain Fayoum University, Egypt.
Prof. Dr. Adly Saadawy Tolba. Fayoum University, Egypt.
Dr. Nuri Salem Alnaass Azzaytuna University, Libya
Dr. Zeyneb Benzina Tifouri Djillali Liabes University, Algeria .
Dr. Mohamad Alnassar Damascus University, Syria
Dr. Khairia A. sahib Omar Al-Mukhtar University, Libya.

Support Team

Dr. Salah Muftah Abdullah
Dr. Suad Saeed Ahmeida

Doi:

Peer Reviewers for This Issue

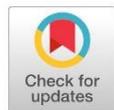
The editorial board of *Al-Mukhtar Journal of Agricultural, Veterinary and Environmental Sciences* expresses its appreciation to the reviewers who participated in the peer review of this issue.

Name	Affiliation
Prof. Dr.Mahmoud Ali Hassanain	Fayoum University, Egypt.
Prof. Dr. zainab Gasem Abdulridha	Basra University, Iraq.
Prof. Dr. azza Mazhar	National Research Center, Cario, Egypt.
Dr. Abdulmunem Mohammed Ali Kannah	Mosul university, Iraq.
Prof. Dr. Aya Hussin Mostafa El-Turkey	Institute-Agricultural Research Center, Cario, Egypt
Prof. Dr. Faraj Ali Jabel.	Tripoli University, Libya.
Prof. Dr. Bashir salah	Tripoli University, Libya.
Prof. Dr. jamal diryag	Omar Al-Mukhtar University, Libya
Prof. Dr. Bashir sherif	Tripoli University, Libya.
Prof. Dr. Azza Galal Farag	Agricultural Research Center, Giza, Egypt.
Prof. Nadeem Ahmed Ramadan	Mosul university, Iraq.
Prof. Zahra Ibrahim Al-Jali	Omar Al-Mukhtar University, Libya.
Prof. Dr. Muhammad Ali Saeed,	Omar Al-Mukhtar University Libya.
Dr.Lama Alloun	Agricultural Research Center, Aleppo, Syria.
Dr.Zeyneb Benzina Tifouri	Djillali Liabes University, Algeria .
Dr. Nuri Salem Alnaass	Azzaytuna University, Libya
Dr. Bashir El sharif	Tripoli University, Libya.
Sawsan Ali Hameed AL-Hilifi	Basra University, Iraq.
Lina Sameer Mohammed	Basra University, Iraq.
Ibrahim Ali Aasheiba	Azzaytuna University, Libya
Mohamed Idris Al-Shalmani	Benghazi University, Libya
Prof.Dr. Ibrahim Saleh Milad,	Omar Al-Mukhtar University, Libya.
Masouda Ali Al-Alami	Omar Al-Mukhtar University, Libya.
Majid Jibril	Omar Al-Mukhtar University, Libya.

Doi:

**Al-Mukhtar Journal of Agricultural,
Veterinary and Environmental
Sciences: 03 (2), 2025**

Paper Title	Pages
على النمو الخضري والإنتاجية لنبات الفلفل (Humic acid) تأثير عدد مرات الرش الورقي بحمض الهيوميك (<i>Capsicum annuum</i> L)	199-208
تأثير بيئات النمو على نمو عُقْل صنغين من الحناء تحت الظروف البيئية لمدينة المكلا / اليمن	209-215
تقييم مؤشرات الأكسدة والخواص الحسية للسمن اللبني المعبأ (بالعُكَّة) مقارنة بالسمن المعبأ بالزجاج مع وبدون إضافة رب الخروب خلال فترة التخزين	216-227
التمييز بين المواطن البيئية لنبات الميرسين <i>Myrtus communis</i> من خلال الترحيل الكهربائي لبروتينات التخزين الخضري Vegetative Storage Protein Electrophoresis	228-237
تأثير إضافة مستويات مختلفة من مسحوق قشور الرمان على الأداء وبعض صفات الذبيحة في دجاج اللحم	238-247
Relevance of gray mold disease on grapes in different regions of Al-Jabal Al-Akhdar, Libya	248-258
The influence of turmeric powder (<i>Curcuma longa</i>) supplementation to broiler diets on pro- ductive performance and economic efficiency	259-266
The Influence of Inflation Pressure in Tires and Forward Speed on Tractor Performance	267-274



تأثير عدد مرات الرش الورقي بحمض الهيوميك (Humic acid) على النمو الخضري والإنتاجية لنبات الفلفل

(*Capsicum annum L*)

فاطمة عقوب حسين محمد*، السنوسي سليمان عمر مسعود، فيروزعلي بوبكر بوعجيبة

فاطمة عقوب حسين محمد قسم
البيستنة، كلية الزراعة، جامعة عمر
المختار، البيضاء، ليبيا
السنوسي سليمان عمر مسعود قسم
البيستنة، كلية الزراعة، جامعة عمر
المختار، البيضاء، ليبيا
فيروزعلي بوبكر بوعجيبة قسم البيستنة،
كلية الزراعة، جامعة عمر المختار،
البيضاء، ليبيا

المستخلص: تم تنفيذ التجربة في مزرعة كلية الزراعة جامعة عمر المختار خلال الموسم الزراعي لسنة 2022 وذلك لدراسة تأثير عدد مرات الرش بحمض الهيوميك 1% علي النمو الخضري والثماري لنبات الفلفل صنف ستارتر (Starter). شملت التجربة علي المعاملات التالية : الرش بالماء فقط (شاهد)، الرش مرة واحدة (بعد أسبوعين من الزراعة)، الرش مرتين (بعد أسبوعين من الزراعة، وبعد ثلاثة أسابيع من الزراعة)، وتمت زراعة الشتلات في الحقل يوم 10 أغسطس 2022، وكان عمر الشتلات 45 يوم. صممت التجربة بالقطاعات كاملة العشوائية مع ثلاث مكرارات، وكانت الصفات الخضريّة المدروسة هي (ارتفاع النبات، عدد الأوراق/ نبات، عدد الأفرع/ نبات، الكلورفيل) بينما الصفات الثمرية (متوسط وزن الثمرة، متوسط طول الثمرة، عدد الثمار/ نبات، وزن المحصول /نبات). أوضحت النتائج أن الرش مرتين، بعد أسبوعين وثلاثة أسابيع من الزراعة، حقق أعلى القيم لجميع الصفات الخضريّة والثمرية المدروسة، يليه الرش مرة واحدة بعد أسبوعين من الزراعة، بينما سجلت معاملة الشاهد (الرش بالماء المقطر فقط) أقل القيم لهذه الصفات.

الكلمات المفتاحية: الفلفل الحار - ارتفاع النبات - الكلورفيل - وزن الثمرة.

*Corresponding author: Muhammad, F.A.H.

fatmaalshlmany@omu.edu.ly

Dep. Horti. Fac. Agric. Omar Al-Mukhtar Univ., Libya.

Second Author: S.S.O., Masoud

elsanoosi.sleman@omu.edu.ly

F. A. Buojaylah

fayrouz.buojaylah@omu.edu.ly

Dep. Horti. Fac. Agric. Omar Al-Mukhtar Univ.

Received: 28.05.2025

Accepted: 28.09.2025

Publish online:

2025/12/31

Responses of Pepper (*Capsicum annum L.*) Vegetative Growth and Yield to Different Numbers of Humic Acid Foliar Sprays.

Abstract: The experiment was conducted at the farm of the Agriculture Faculty, Omar Al-Mukhtar University, during the growing season 2022, to investigate the effect of humic acid by spraying it with different times on the vegetative and fruit growth of hot pepper, the Starter variety. The experiment included the following treatments: spraying with water only (control), spraying once (two weeks after planting), spraying twice (two weeks after planting and three weeks after planting), and the seedlings were planted in the field on 8th Aug. 2022, and the seedlings were 45 days old. The experiment was designed in completely randomized blocks with three replications. The vegetative traits studied were plant height, number of leaves/plant, number of branches/plant, chlorophyll leaf content, while the fruiting traits were fruit weight, fruit length, number of fruits/plant, and crop weight/plant. The results showed that spraying twice three weeks after planting recorded the highest values for all the vegetative and fruiting traits studied, followed by spraying once two weeks after planting compared to the control treatment, which recorded the lowest values.

Keywords: Hot pepper- Fruit length- plant height- chlorophyll- fruit weight



المقدمة

ينتمي الفلفل الحار (*Capsicum annum*) إلى العائلة الباذنجانية، ويشتهر بنكهته العطرية وقوته اللاذعة، تُعد الهند المنتج والمستهلك والمصدر الأكبر للفلفل الحار عالمياً، حيث تساهم بنحو 40% من إجمالي الإنتاج العالمي، ويُستهلك الفلفل الحار كتوابل طازجة ومجففة (Bosland و Vostava ، 2000)، كذلك يُعتبر الفلفل الحار أحد النباتات الطبية القيمة في الصناعات الدوائية، ويعود ذلك لاحتوائه على كميات عالية من مضادات الأكسدة ومركب الكابسيين كمادة فعالة رئيسية (Navarro وآخرون، 2006)، ويُسهم وجود الكابسيين، وهو قلويد بلوري متطاير، في إضفاء الطعم اللاذع على الفلفل الحار، بينما يُعزى اللون الأحمر المميز للفلفل الحار إلى وجود صبغة الكابسانثين (Rawat و Sindhusha، 2020).

يعتبر حمض الهيوميك مكوناً حيوياً متوافقاً مع مبادئ الزراعة العضوية، حيث يساهم في تحسين صحة التربة ونمو النبات بشكل طبيعي ومستدام، ويحقق العديد من جوانب الاستدامة البيئية والاقتصادية بتقليل الاعتماد على المدخلات الكيميائية الضارة، وزيادة الإنتاجية والجودة، ودعم الممارسات الزراعية الصديقة للبيئة والمجتمع (Bahuguna وآخرون، 2022)، ويعتبر الرش الورقي لحمض الهيوميك وسيلة فعالة لتوصيل هذه المغذيات الهامة للنباتات، وتحفيز النمو الخضري والإزهار والعقد بشكل مباشر، وتجاوز مشاكل امتصاص التربة عند رشه على الأوراق، يمكن لحمض الهيوميك أن يزيد من إنتاج الكلوروفيل، ويحسن التمثيل الضوئي، ويحفز نمو الجذور (Haghighi وآخرون، 2012)، ويمكن أن يساعد الرش بحمض الهيوميك أيضاً على حماية النباتات من عوامل الإجهاد مثل الجفاف والحرارة والأمراض (Eshwar وآخرون، 2017)، كذلك يؤدي الرش الورقي بحمض الهيوميك إلى تحفيز مضادات الأكسدة باستمرار مثل التوكوفيرال، وألفا وبيتا كاروتين، وتريكينزات حمض الأسكوربيك (Zhang، 1997)، علاوة على ذلك، تؤدي الأسمدة السائلة التي تحتوي على حمض الهيوميك إلى زيادة وزن الثمار وإنتاجيتها ومحتوى المواد الصلبة القابلة للذوبان في الثمار (Li وآخرون، 1999؛ Tan، 2003)، كذلك يؤثر حمض الهيوميك على تراكم السكر القابل للاختزال مما يؤدي إلى زيادة مقاومة الذبول من خلال تعزيز الضغط الأسموزي داخل النباتات، كما لاحظ العديد من الباحثين تعزيز نشاط البيروكسيدات بحمض الهيوميك وإنبات البذور وامتصاص العناصر الغذائية ونمو الجذور مما يزيد صفات النمو الخضري والشمري لمحصول الفلفل (Adani وآخرون، 1998؛ Shehata وآخرون، 2011؛ Fathima و Denesh، 2013). ويمكن أن يعزى تأثير حمض الهيوميك على ثمار الفلفل إلى زيادة نمو النبات الناتج عن زيادة نشاط الكائنات الدقيقة مثل الفطريات والبكتيريا والطحالب (Arancon وآخرون، 2004). وتعمل الأحماض الدبالية كمنظم للنمو لتنظيم مستوى الهرمونات وتحسين نمو النبات وإنتاجيته وتعزيز تحمل الإجهاد، كما يزيد أيضاً من قدرة التربة على الاحتفاظ بالعناصر الغذائية عند إضافته إلى التربة (Piccolo وآخرون، 1992)، وكانت هذه النتائج متوافقة مع تلك التي حصل عليها (El-Bassiony وآخرون، 2010) على الفاصولياء (Khalil وآخرون، 2012)، وعلى نباتات الفلفل الحار، كما أدى رش نباتات الفلفل بحامض الهيوميك بمستوى 2 جرام/ لتر إلى أفضل صفات الثمار الفيزيائية مقارنة بالتركيز الأخرى، ويدعم اتجاهات هذه النتائج (Erik وآخرون، 2000؛ El-Desuki، 2004؛ Khalil وآخرون، 2012) كذلك أوضحت دراسة قام بها (Zhang و Ervin، 2004) أن الرش الورقي بحامض الهيوميك أدى إلى زيادة الإنتاجية /النبات، وتهدف هذه الدراسة إلى تقييم تأثير عدد مرات الرش الورقي بحمض الهيوميك على صفات النمو الخضري والشمري للفلفل الحار.

المواد وطرق البحث

أجريت التجربة في مزرعة كلية الزراعة جامعة عمر المختار خلال موسم 2022، حيث زرعت الشتلات في 10 أغسطس 2022م، وعمر الشتلات 45 يوماً، وقد أخذت عينة سطحية (0-30 سم) من تربة موقع الدراسة قبل الزراعة للتعرف على بعض الخصائص الفيزيائية والكيميائية لهذه التربة، وذلك وفق الطرق المتبعة في تحاليل التربة الزراعية، والتي شملت كل من: قوام التربة، حيث استخدمت طريقة الهيدروميتر (Hydrometer method) لتحديد نسب الرمل، الطمي، والطين. وقيست درجة الحموضة (pH) في معلق تربة/ ماء باستخدام جهاز قياس الحموضة (pH meter). كذلك التوصيل الكهربائي (EC) لقياس الأملاح الذائبة في محلول التربة/الماء بجهاز (EC meter) ، بينما قدرت المادة العضوية باستخدام طريقة Walkley-Black method (Brady Weil. 2016)، والنيتروجين الكلي باستخدام طريقة (Kjeldahl method)، والبوتاسيوم باستخدام جهاز (Flame photometer).

تصميم التجربة: صممت التجربة بالقطاعات كاملة العشوائية مع ثلاث مكررات، وكان توزيع المعاملات على النحو الآتي:

- الرش بالماء المقطر فقط (شاهد)

- الرش مرة واحدة بحمض الهيوميك 1% (بعد أسبوعين من الزراعة)
- الرش مرتين بحمض الهيوميك 1% (بعد أسبوعين وبعد ثلاثة أسابيع من الزراعة).

الصفات المدروسة:

1. الصفات الخضرية التي شملت: ارتفاع النبات (سم)، وعدد الأوراق لكل نبات، وعدد الأفرع لكل نبات، حيث قُيِّمت هذه الصفات كمتوسط لخمسة نباتات. كما قدر محتوى الأوراق من الكلوروفيل وفق طريقة (Ranganna, 1977)، وذلك بقياس الكثافة الضوئية لمستخلص وزنه 1 جم من الأوراق في مذيب عضوي (أسيتون 85%) باستخدام جهاز المطياف الضوئي (Spectrophotometer) عند الطولين الموجيين 663 و645 نانومتر، وفق المعادلة:

$$\text{Total chlorophyll} = 20.2 \times D_{645} + 8.02 \times D_{663} \quad (v/w \times 1000)$$

2. الصفات الثمرية المدروسة: تم الحصاد بتاريخ 28 أكتوبر خلال موسم الدراسة، وسُجِّلت البيانات الآتية كمتوسط لعشرة نباتات: وزن الثمرة (جم)، طول الثمرة (سم)، عدد الثمار لكل نبات، ووزن المحصول لكل نبات (كجم).

التحليل الإحصائي: أُجري تحليل التباين (ANOVA)، وتمت مقارنة متوسطات المعاملات باستخدام اختبار أقل فرق معنوي (LSD) عند مستوى معنوية 0.05، وفقاً لما أورده Gomez و Gomez (1984) باستخدام برنامج (SAS، 2008).

النتائج والمناقشة:

أظهرت نتائج تحليل التربة (جدول 1) أنها تربة طميية ثقيلة (Clay loam)، ذات محتوى معتدل من المادة العضوية (2.45%)، وحموضة التربة تميل إلى القاعدية الخفيفة (pH = 7.96)، ومستوى ملوحة منخفض (1.30 mS/cm).

جدول (1): الخصائص الفيزيائية والكيميائية المختبرة لتربة التجربة في الموسم 2022

القيم	الخصائص التربة
15.25	تركيب التربة رمل %
53.60	سلت %
31.15	طين %
2.45	مادة عضوية O.M (%)
1.30	توصيل كهربائي (مليموز/cm)
0.23	نيتروجين كلي (%)
7.96	pH
1.26	كربونات الكالسيوم (CaCO ₃) %
118	بوتاسيوم mg/L

كما تبين أن محتوى النيتروجين منخفض إلى متوسط (0.23%)، والبوتاسيوم بمستوى جيد (118 ppm)، مع انخفاض محتوى كربونات الكالسيوم (1.26%). بينما يظهر جدول (2) الخصائص الكيميائية لحمض الهيوميك (HA) المستخدم بالدراسة.

جدول: (2). الخصائص الكيميائية لحمض الهيوميك (HA)

المحتوى	القيم
توصيل كهربائي (dS/m)	0.8
pH	7.5
(%) مغذيات كبرى	
نيتروجين	5.0
فوسفور	0.5
بوتاسيوم	4.0
مغذيات صغرى (mg/Kg)	
زنك	250
حديد	400
منجنيز	240

الصفات الخضرية: أوضحت نتائج الجدول (3) أن زيادة عدد مرات الرش بحمض الهيوميك أدت إلى تحسين في الصفات الخضرية المدروسة لنبات الفلفل الحار صنف (Starter) مقارنةً بالشاهد. فقد سجلت معاملة الرش مرتين بعد أسبوعين وثلاثة أسابيع من الزراعة أعلى القيم لكل ارتفاع النبات (56.50 سم)، وعدد الأوراق لكل نبات (117.87 ورقة)، وعدد الأفرع لكل نبات (3.90 فرع)، ومحتوى الكلوروفيل (40.53)، تلتها معاملة الرش مرة واحدة بعد أسبوعين من الزراعة والتي سجلت قيماً متوسطة (39.67 سم، 82.63 ورقة، 3.57 فرع، 36.67 على التوالي). في حين سجلت معاملة الشاهد أقل القيم لجميع الصفات الخضرية المدروسة (32.83 سم، 47.97 ورقة، 3.17 فرع، 36.43 على التوالي). وأظهر التحليل الإحصائي عدم وجود فروق معنوية بين المعاملات في كل من محتوى الكلوروفيل وعدد الأفرع لكل نبات، وقد يُعزى عدم وجود زيادة معنوية في عدد الأفرع إلى أن هذه الصفة تتأثر بشكل رئيسي بالعوامل الوراثية، في حين يكون تأثير الظروف البيئية والمعاملات الزراعية ثانوياً، إذ تشير التحليلات الوراثية إلى أن التفرع يتحكم فيه عدد من الجينات المحددة (Honma و McCammon، 1984؛ Pessoa وآخرون، 2019).

في حين أن الرش مرتين بحامض الهيوميك تفوقت معنوياً في صفة عدد الأوراق مقارنةً بمعاملي الرش مرة واحدة والشاهد، كما سجلت فوقاً معنوية في ارتفاع النبات عند الرش مرتين بحمض الهيوميك، بينما لم تظهر فروق معنوية بين الرش مرة واحدة والشاهد في هذه الصفة. وهذا يتفق مع (Adani وآخرون، 1998) الذي وجد أن كفاءة استخدام النيتروجين زادت مع إضافة حمض الهيوميك الذي عزز نمو النبات وجذره، كما ذكرت Fathima و Denesh (2013) أن مستويات حمض الهيوميك تؤثر بشكل كبير على ارتفاع نبات الفلفل الحار، كما أن الزيادة في عدد الأوراق لكل نبات وارتفاع النبات ربما تعود إلى قدرة حمض الهيوميك على تحفيز الأنشطة الهرمونية (Nardi وآخرون، 2002) كذلك أظهرت المعاملة بحمض الهيوميك أيضاً تبايناً كبيراً في عدد الأوراق لكل النبات و يرجع ذلك إلى قدرة حمض الهيوميك على تحفيز الأنشطة الهرمونية في النباتات وأيضاً زيادة نمو النبات، وارتفاع النبات) وقد لاحظ (Dursun وآخرون، 2002)، نفس النتيجة في نباتات الطماطم والباذنجان المعاملة بتركيز مختلفة من حمض الهيوميك، وقد يكون السبب في زيادة محتوى الأوراق من الكلوروفيل عن طريق رش حمض الهيوميك على الورق هو تسارع امتصاص النيتروجين والنترات (NO₃)، مما يعزز استقلال النيتروجين وإنتاج البروتين بواسطة حمض الهيوميك الذي يؤدي في النهاية إلى زيادة محتوى الكلوروفيل (Haghighi وآخرون، 2012)، كما نكر (Ayas و Gulser، 2005؛ Shahryari وآخرون، 2011) أن رش نباتات الذرة بحمض الهيوميك زاد من محتوى من النيتروجين مما زاد من انقسام الخلايا وزيادة ارتفاع النبات (جدول 3).

الصفات الثمرية : تشير نتائج الجدول (4) إلى أن معاملات الرش الورقي بحامض الهيوميك لها تأثير معنوي على الصفات الثمرية والإنتاجية لنبات الفلفل، فقد سجلت معاملة الرش مرتين أعلى القيم لكل من وزن المحصول للنبات (2.20 كجم)، وعدد الثمار (47.31 ثمرة/نبات)،

وطول الثمرة (16.33 سم)، ووزن الثمرة (46.55 غ) مقارنة بمعاملة الرش مرة واحدة (1.65 كجم، 40.63 ثمرة، 14.83 سم، 40.60 جم على التوالي)، بينما سجلت معاملة الشاهد أقل القيم في جميع الصفات (0.37 كجم، 11.23 ثمرة، 12.00 سم، 32.70 جم) ويُعزى هذا التفوق في الصفات الثمرية عند الرش بحامض الهيوميك إلى دوره في تعزيز الامتصاص الفعال للعناصر الغذائية وزيادة النشاط الفسيولوجي للنبات، مما انعكس على تحسين العقد الزهري وزيادة عدد الثمار وحجمها، كما أن حمض الهيوميك يعمل على تنشيط التمثيل الضوئي وزيادة كفاءة التحويل الحيوي للمواد الكربوهيدراتية، الأمر الذي انعكس في زيادة الوزن الطازج للثمار، وقد كانت النتائج متوافقة مع تلك التي تحصل عليها (Arancon وآخرون، 2004؛ Yildirim؛ 2007، EL- nemr وآخرون، 2012؛ Pavani وآخرون، 2022)

جدول(3). تأثير عدد مرات الرش بحمض الهيوميك علي الصفات الخضرية للفلل الحار

المعاملات	رتفاع النبات(سم)	الكلورفيل مل/جم	عدد الأفرع/ نبات	عدد الأوراق/ نبات
الشاهد	32.83b	36.43a	3.17a	47.97c
الرش مرة واحدة	39.67b	36.67a	3.57a	82.63b
الرش مرتين	56.50a	40.53a	3.90a	117.87a
LDS (0.05)	13.00	5.28	0.50	11.18

ويمكن أن يعزى تأثير حمض الهيوميك على ثمار الفلفل إلى زيادة نمو النبات الناتج عن زيادة نشاط الكائنات الدقيقة مثل الفطريات والبكتيريا والخمائر والفطريات الشعاعية والطحالب، مما أدى إلى زيادة حجم النبات والمساحة الورقية والتي أدت لزيادة كفاءة التمثيل الضوئي ونتيجة لذلك ازداد وزن الثمار، وتعمل الأحماض الدبالية كمنظم للنمو لتنظيم مستوى الهرمونات وتحسين نمو النبات وإنتاجيته وتعزيز تحمل الإجهاد، كما يزيد أيضًا من قدرة التربة على الاحتفاظ بالعناصر الغذائية عند إضافته إلى التربة (Piccolo وآخرون، 1992b). وكانت هذه النتائج متوافقة مع تلك التي حصل عليها (Ervin و Zhang؛ 2004، El-Desuki، 2004؛ El-Bassiony وآخرون، 2010؛ Khalil وآخرون، 2012)، وكذلك تحصل (Brunetti و Ferrar، 2008؛ Pavani، 2022) على نتائج مماثلة في تجربة لرش الفلفل الحار بثلاثة تراكيز من الهيوميك، وقد تكون الزيادة في وزن الثمار لكل نبات استجابة لحمض الهيوميك بسبب تعزيز نمو النبات، والمساحة الورقية للنبات التي تعترض الضوء بطريقة جيدة ونتيجة لذلك زاد وزن ثمرة النبات ومن ثم زيادة إنتاجية النبات (Kasperbauer، 1987)، قد يكون بسبب نشاط حمض الهيوميك الشبيه بالأوكسين والجبرلين والسيتوكينين (Brunetti و Ferrar، 2008). كما أظهرت الدراسات أن ميتابوليزم الخلايا النباتية يزداد مع إضافة حمض الهيوميك ونتيجة لذلك تزيد إنتاجية النبات (Turkmen وآخرون، 2004). وقد تعود الزيادة في وزن الثمار لتحفيز تكوين الأحماض الأمينية والنوية والتي تؤثر بصورة واضحة في تكوين البراعم الزهرية (Zamljen و Aviad و Chen، 1990؛ وآخرون، 2024؛ Hossain وآخرون، 2025)، وزيادة نسبة الإخصاب مما زاد في حجم الثمار فرغم أن حجم ثمرة الفلفل صفة وراثية وفقا للصنف إلا أنها ترتبط بشدة مع عدد البذور في الثمرة (Rylski، 1982).

جدول(4). تأثير عدد مرات الرش بحمض الهيوميك علي الصفات الثمرية للفلل الحار

المعاملات	وزن الثمرة	طول الثمرة (سم)	عدد الثمار/نبات	وزن المحصول /نبات
الشاهد	32.70c	12.00c	11.23c	0.37c
الرش مرة واحدة	40.60b	14.83b	40.63b	1.65b
الرش مرتين	46.55a	16.33a	47.31a	2.20a
LDS (0.05)	2.91	1.37	12.12	0.54

الاستنتاج والتوصيات: تشير النتائج إلى أن الرش الورقي بحامض الهيوميك بتركيز 1% يعزز النمو والإنتاجية في نباتات الفلفل، ويوصى بإجراء الرش مرتين بعد الزراعة لتحقيق أفضل النتائج، كما يُنصح بمواصلة الدراسات لتقييم تأثير تركيزات أعلى وعدد مرات رش متزايد، مع مراعاة الظروف البيئية المختلفة، إلى جانب دراسة الجدوى الاقتصادية لتطبيق هذه المعاملة على نطاق أوسع.

المراجع

Adani, F., Genevini, P., Zaccheo, P., and Zocchi, G. (1998). The effect of commercial humic acid on tomato plant growth and mineral nutrition. *Journal of plant nutrition*, 21(3), 561-575. <https://doi.org/10.1080/01904169809365424>

Arancon, N.Q., C.A. Edwards, P. Bierman, C. Welch and J.D. Metzger (2004). Influences of vermicomposts on field strawberries. *Bioresource Technol.*, 93(2): 145-153. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2003.10.014>.

Ayas, H.; and C. Gulser (2005). Effect of sulfur and humic acid on yield components and macronutrient contents of corn. *Journal of Biological Sciences*. 5(6):801-804.

Bahuguna, A., Sharma, S., Rai, A., Bhardwaj, R., Sahoo, S. K., Pandey, A., and Yadav, B. (2022). Advance technology for biostimulants in agriculture. In H. B. Singh and A. Vaishnav (Eds.), *New and future developments in microbial biotechnology and bioengineering* (pp. 393-412). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-85581-5.00010-0>.

Bosland, P.W. and E.J. Vostava (2000). *Peppers: vegetable and spice Capsicum*. CABI publishing, New York, USA. <https://doi.org/10.1080/01140671.2012.745161>.

Brady, N. C., and Weil, R. R. (2016). *The Nature and Properties of Soils* (15th ed.). Columbus. EUA Pearson Education. pp180

Brunetti, G., and Ferrara, L. (2008). Humic substances in agriculture: Chemistry, function, and effects on soil and plants. *European Journal of Agronomy*, 28(2), 83–92.

Chen, Y., and Aviad, T. (1990). Effects of humic substances on plant growth. in *soil and crop sciences: Selected readings*, 161-186. <https://doi.org/10.2136/1990.humicsubstances.c7>

Dursun, A., I. Guvenc and M. Turan (2002). Effects of different levels of humic acid on seedling growth and macro and micronutrient contents of tomato and eggplant. *Acta Agrobotanica*, 56: 81-88. <https://doi.org/10.5586/aa.2002.046>.

El-Bassiony, A.M., Z.F. Fawzy, M.M.H. AbdEl-Baky and A. R. Mahmoud (2010). Response of snap bean plants to mineral fertilizers and humic acid application. *Research Journal of Agriculture and Biological Sciences*, 6(2): 169-175.

El-Desuki, M. (2004). Response of onion plants to humic acid and mineral fertilizers application. *Annals of Agricultural Science, Moshtohor*, 42(2): 1955-1964.

El-Nemr, M. A., El-Desuki, M., El-Bassiony, A. M., and Fawzy, Z. F. (2012). Response of growth and yield of cucumber plants (*Cucumis sativus* L.) to different foliar applications of humic acid and bio-stimulators. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, 6(3), 630-637.

Erik, B., G. Feibert, C. Clint and L.D. Saunders (2000). Evaluation of humic acid and other nonconventional fertilizer additives for onion production. Malheur Experiment Station Oregon State University Ontario.

Eshwar, M., Srilatha, M., Rekha, K. B., Sharma, S. H. K., and Eshwar, C. M. (2017). Effect of humic substances (humic, fulvic acid) and chemical fertilizers on nutrient uptake, dry matter production of aerobic rice (*Oryza sativa* L.). *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 6(5), 1063-1066.

Fathima, P.S. and G.R. Denesh (2013). Influence of humic acid spray on growth and yield of chili. *International Journal of Agricultural Sciences*, 9(2): 542-546.

Ferrara, G., and Brunetti, G. (2008). Influence of foliar applications of humic acids on yield and fruit quality of table grape cv. Italia. *OENO One*, 42(2), 79-87. <https://doi.org/10.20870/oeno-one.2008.42.2.822>.

Gomez, K. A., and Gomez, A. A. (1984). *Statistical Procedures for Agricultural Research* (2nd ed.). John Wiley and Sons.

Haghighi, M., Kafi, M., & Fang, P. (2012). Photosynthetic activity and N metabolism of lettuce as affected by humic acid. *International Journal of Vegetable Science*, 18(2), 182-189. <https://doi.org/10.1080/19315260.2011.605826>.

Hossain, M. M., Azad, M. A. K., Soren, E. B., Alam, M. N., Ahmed, M. S., Islam, M. S. and Monira, S. (2025). Enhancing growth, yield, and nutritional value of *Capsicum annuum*: evaluating micronutrient ef-

iciency and varietal performance. Journal of Agriculture and Food Research, 101945.

<https://doi.org/10.1016/j.jafr.2025.101945>

Kasperbauer, M.J. (1987). Far-red light reflection from green leaves and effects on phytochrome mediated assimilate partitioning under field conditions. Plant physiology., 85: 350-354.

<https://doi.org/10.1104/pp.85.2.350>.

Khalil, A.M., Soha E. Khalil and T.B. Ali (2012). Effect of water stress, antioxidants and humic acid on *Capsicum annum* L. growth, yield and active ingredient under sandy soil conditions. Egypt. J. Appl. Sci., 27(1): 35-56.

Li Nan, L. N., Wang XiXin, W. X., & Lu BinLong, L. B. (1999). Study of the effect of apple liquid fertilizer on the growth and fruit development of Starkrimson apple variety. China fruits, 4: 20-21.

McCammon, K. R., and Honma, S. (1984). Genetics of the “umbrella” branching habit in *Capsicum annum* L. Theoretical and Applied Genetics, 68(6), 541-545.

Navarro, J. M., Flores, P., Garrido, C., and Martinez, V. (2006). Changes in the contents of antioxidant compounds in pepper fruits at different ripening stages, as affected by salinity. Food chemistry, 96(1), 66-73. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2005.01.057>.

Nardi, S., Pizzeghello, D., Muscolo, A., and Vianello, A. (2002). Physiological effects of humic substances on higher plants. Soil Biology and Biochemistry, 34(11), 1527-1536. [https://doi.org/10.1016/S0038-0717\(02\)00174-8](https://doi.org/10.1016/S0038-0717(02)00174-8)

Pavani, T., Deshmukh, P. W., and Yadav, O. S. (2022). Effect of foliar application of humic acid on yield parameters and quality of chilli. Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry, 11(3), 235-239.

Pessoa, A. M. S., Rêgo, E. D., Santos, C. D., Carvalho, M. D., and Rêgo, M. D. (2019). Inheritance of seedling and plant traits in ornamental pepper (*Capsicum annum*). Genet. Mol. Res, 18(1), 1-15. <http://dx.doi.org/10.4238/gmr18120>.

Piccolo, A., Nardi, S., and Concheri, G. (1992a). Structural characteristics of humic substances as related to nitrate uptake and growth regulation in plant systems. Soil Biology and Biochemistry, 24(4), 373-380. [https://doi.org/10.1016/0038-0717\(92\)90197-6](https://doi.org/10.1016/0038-0717(92)90197-6).

Piccolo, A., Spitteller, M., and Conte, P. (1992b). Characterization of humic substances by spectroscopic techniques. *Soil Science*, 154(5), 345–355.

Ranganna, S. (1977). *Manual of Analysis of Fruits and Vegetables Products*. Tata McGraw-Hill Publishing Company

Rylski, I., and Spigelman, M. (1982). Effects of different diurnal temperature combinations on fruit set of sweet pepper. *Scientia Horticulturae*, 17(2), 101-106. [https://doi.org/10.1016/0304-4238\(82\)90001-2](https://doi.org/10.1016/0304-4238(82)90001-2).

SAS. (2003). *Statistical analytical system*. SAS Institute Inc., Cary, NC, USA.

SAS Institute Inc., (2008). *Statistical Analysis System. User's Guide: Statistics*, SAS Institute Inc., Editors, Cary, NC, USA *Proceedings of Gothenburg Symposium*, fifth ed. Springer, Berlin, 47–64.

Shahryari, R., Khayatnezhad, M., and Bahari, N. (2011). Effect of two humic fertilizers on germination and seedling growth of maize genotypes. *Advances in Environmental Biology*, 114-118.

Shehata, S. A., Gharib, A. A., El-Mogy, M. M., Gawad, A., and Shalaby, E. A. (2011). Influence of compost, amino and humic acids on the growth, yield and chemical parameters of strawberries. *Journal of Medicinal Plants Research*, 5(11), 2304-2308.

Sindhusha, P., and Rawat, M. (2020). Genetic variability and inter-relationship studies among growth, yield and quality parameters in chilli (*Capsicum annuum* L.). *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 9(6), 1526–1530. <https://doi.org/10.22271/phyto.2020.v9.i6v.13166>

Tan K.H. (2003). Chemical composition of humic matter. In: *Humic matter in soil and the environment. Principles and controversies*. Marceland Dekker, New York. USA.

Turkmen, O., A. Dursun, M. Turan and C. Erdinc (2004). Calcium and humic acid effect seed germination, growth and nutrient content of tomato (*Lycopersicon esculentum* L.) seed lings under saline soil conditionspp. *Acta Agric. Scand.*, 7: 168-174. <https://doi.org/10.1080/09064710310022014>

Yildirim, E. (2007). Foliar and soil fertilization of humic acid affect productivity and quality of tomato. *Acta Agriculturae Scandinavica Section B-Soil and Plant Science*, 57(2), 182-186. <https://doi.org/10.1080/09064710600813107>

Zamljen, T., Grohar, M. C., and Slatnar, A. (2024). Effects of pre-and post-transplantation humic acid biostimulant treatment and harvest date on yield quantity and quality parameters of sweet peppers (*Capsicum annuum* L.). *Scientia Horticulturae*, 338, 113747. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2024.113747>

Zhang, X. (1997). Influence of plant growth regulators on turfgrass growth antioxidant status and drought tolerance. Ph.D Thesis, Faculty Virginia Polytechni (Institute and State University. Pp144.

Zhang, X., and Ervin, E. H. (2004). Cytokinin-containing seaweed and humic acid extracts associated with creeping bentgrass leaf cytokinins and drought resistance. *Crop science*, 44(5), 1737-1745. <https://doi.org/10.2135/cropsci2004.1737>

Research Article

Open Access



تأثير بيئات النمو على نمو عُقَل صنفين من الحناء تحت الظروف البيئية لمدينة المكلا / اليمن

مريم عبدالله باحسين¹، بيان طارق بلحمر²، محروس عبدالله باحويرث^{3*}

3،2،1 قسم علوم الحياة - كلية العلوم - جامعة حضرموت - اليمن

المستخلص: نُقِّدَت تجربة أصص في مشتل كلية العلوم بجامعة حضرموت، بهدف دراسة تأثير بيئة النمو والصنف النباتي في تحسين نمو المجموع الخضري وتجذير العُقل الساقية لنبات الحناء (*Lawsonia inermis* L)، وشملت الصفات المدروسة طول الأفرع، وعدد الجذور والأفرع والأوراق، والوزن الرطب والجاف للأوراق. حُلِّلت البيانات باستخدام تصميم القطاعات كاملة العشوائية بعاملين (الصنف وبيئة النمو) مع أربع مكررات لكل معاملة.

أظهرت النتائج تفوق الصنف الهندي معنوياً في جميع الصفات المدروسة مقارنة بالصنف المحلي الذي سجل قيمة صفرية لجميع الصفات. كما حققت بيئة النمو المكوّنة من جوز الهند : رمل بنسبة (1 : 2) (حجم/حجم)، أعلى القيم في معظم الصفات المدروسة باستثناء الوزن الجاف للأوراق، وكذلك التداخل بين الصنف الهندي وهذه البيئة. وتوصي الدراسة بإجراء مزيد من البحوث على الصنف المحلي للمحافظة عليه من التدهور، بما في ذلك الزراعة الشهرية على مدار العام لتحديد أنسب موعد لأخذ العُقل أو استخدام منظمات النمو.

الكلمات المفتاحية: الحناء، العقل، التكاثر الخضري، وسائط النمو، الصنف.

***Corresponding author:**
Mahrous Abdullah Bahwerith, E-mail addresses: bmahroos@hu.edu.ye.
Department of Biology, College of Science, Hadhramout University, Yemen
Second Author: Maryam Abdullah Bahussain
Third Name: Bayan Tariq Balahmar

Received: 11.06.2025
Accepted: 31.12. 2025
Publish online:
31.12. 2025

The effect of growth environments on the growth of two henna cultivars under the environmental conditions of Mukalla city, Yemen.

Abstract: A pot experiment was conducted in the nursery of the Faculty of Science, Hadhramout University, during the period from 21/1 to 21/2/2025 AD for a period of one month to determine the effect of growing media and plant variety on improving the growth of the vegetative group and rooting of stem cuttings of the henna plant *Lawsonia inermis* L., by studying the trait of branch length, number of roots, branches and leaves, and the fresh and dry weight of leaves. The results were analyzed using a completely randomized block design with two factors: variety factor and growing media factor. Each treatment was repeated four times. The results obtained showed that the Indian variety significantly outperformed the local variety in all studied traits over the local variety, which gave zero readings for all studied traits. The growth environment (2 coconut + 1 sand) (volume/volume) as well as the interaction between the Indian variety and growing media (2 coconut + 1 sand) gave the highest results for all studied traits except for the dry weight of leaves. The study recommends conducting further studies on the local variety to preserve it from deterioration. Including planting monthly throughout the year to choose the appropriate time to take cuttings or use growth regulators.

Keywords: Henna, Cuttings, Vegetative Propagation, Growth Media, variety.



المقدمة:

ينتمي نبات الحناء *Lawsonia inermis* L إلى العائلة الحنائية Lythraceae وهو نبات شجري يصل ارتفاعه إلى 2 - 3 م، ولها جذور وتدية، وساقه كثيرة الفروع، وأوراقها دائمة الخضرة، متقابلة وبيضاوية الشكل، النورة عنقودية والأزهار صغيرة بيضاء، وذات رائحة زكية، وتعطي ثمرة كبسولة خشنة، تحتوي على بذور صغيرة.

يحتوي النبات على العديد من المواد الكيميائية التي تعطي له خصائصه الفريدة، منها اللوسون التي تعطي له اللون الأحمر، والتانينات وزيت طيارة ومواد راتنجية، وغيرها من المواد الكيميائية المختلفة، ويمتاز نبات الحناء بأهميته الطبية والاقتصادية فضلا عن كونه من نباتات الزينة التي تعمر لمدة عشر سنوات أو أكثر، وهي من نباتات المناطق الحارة وشبه الحارة، ويعتقد أن موطنها الأصلي شمال أفريقيا وجنوب غرب آسيا، وقد انتشرت زراعتها في مناطق أخرى من العالم، (أبو زيد، 2003؛ الأغواني، 2024)، وقد أظهرت نتائج العديد من الدراسات أن بيئة النمو والصنف لهما دور مهم في نمو العقل، وبصورة عامة فإن استخدام خليط من هذه الوسائط يعطي نتائج أفضل قياساً باستعمال كل وسط لوحده، حيث ذكر الراوي والدوري (1990) أن للوسط الذي تنمو فيه الجذور دور كبير في تحسين نمو العقل، إذ يفضل أن يكون ذا قابلية جيدة للاحتفاظ بالماء وذا محتوى لا بأس به من المواد الغذائية، ويكون جيد التهوية، وقد ذكر Keeley وآخرون (2004)، أن لوسط التجذير تأثيراً كبيراً في قابلية العقل على التجذير، واستعمال خليط من أوساط التجذير يعطي نتائج أفضل بالمقارنة مع استعمال كل وسط لوحده، وبين Hartmann وآخرون، (2011).

أن الاستجابة للتجذير تختلف باختلاف الصنف والمرحلة الفسيولوجية للنبات الأم، ووقت زراعة العقل والظروف البيئية لغرفة التكاثر ونوع منظمات النمو ونوع وجوده وسائط التجذير المستخدمة، كما ذكر علوان (2013) أن الصنف يؤثر بشكل معنوي على نمو العقل، حيث وجد أن الصنف الغيلي (Gaily) تفوق معنوياً على الصنف السيئوني (Seiyun) لنبات الحناء في نسبة التجذير، وقد أظهرت دراسة Yakandawala و Adikari (2014) أن استخدام الرمل كوسط زراعي لعقل الحناء، خاصة للعقل الطرية، أدى إلى أعلى نسبة تجذير بلغت 71%، في حين أظهرت نتائج العلي (2014) أن وسط التجذير M3 (رمل : بتموس : مخلفات دواجن) بنسبة (1:1:1) قد تفوقت معنوياً على الوسائط الأخرى في أغلب الصفات المدروسة، ومنها عدد الأوراق وأفرع العقلة. كما وجد باهرمز وباحويرث (2025) أن بيئة النمو الخليط أعطت نتائج أفضل من بيئات النمو النقية، وقد هدفت الدراسة لتقييم تأثير الوسائط المختلفة على تجذير ونمو عقل صنفين من نبات الحناء.

المواد وطرق البحث:

أجريت التجربة العملية في مشتل كلية العلوم جامعة حضرموت-المكلا-اليمن خلال شهري يناير - فبراير 2025 م وفق الظروف المناخية المبينة في الجدول (1)، حيث جفت جميع عقل الصنف المحلي ولم تعط أي استجابة للنمو خلال هذا الشهر من الزراعة، حيث شملت التجربة على عاملين هما: العامل الأول أربع بيئات نمو اثنان نقيه خليط من بيئتين بنسب 2:1 (حجم/حجم). على النحو الآتي: رمل، وجوز الهند، (2 جوز هند + 1رمل)، (2 رمل + 1 جوز الهند)، كما شمل العامل الثاني عقل ساقية لصنفين من نبات الحناء هما الصنف المحلي (السيئوني)، والصنف المدخل (الهندي).

زرعت عقل الصنفين في البيئات المختلفة في أصص بلاستيكية في مكان نصف ظل وتم الري كل يوم ب 20 مل ماء، وبعد انتهاء فترة التجربة تم أخذ القراءات الآتية: عدد الجذور والأوراق والأفرع، الوزن الرطب والجاف للأوراق، وطول الأفرع، وقد صممت التجربة باستخدام تصميم القطاعات كاملة العشوائية وحللت النتائج إحصائياً عن طريق برنامج Genstate5 release 3.2، واختبرت المعنوية بين متوسطات المعاملات باختبار أقل فرق معنوي (LSD) عند مستوى احتمال 5 %.

جدول (1). الظروف الجوية خلال فترة إجراء التجربة*

الشهر	درجة مئوية م	الرطوبة النسبية	الأمطار	الضغط الجوي	سرعة الرياح
	الحرارة العظمى	متوسط الحرارة	ملم	كيلو باسكال	متر/ ثانية
يناير	0.7 ± 25.7	0.4 ± 22	0.006 ± 0.03	0.09 ± 100.2	0.8 ± 3.99
فبراير	0.6 ± 25.3	0.5 ± 21.5	0 ± 0	0.12 ± 100.2	1.1 ± 3.5

*المرجع: وكالة ناسا 2025 (NASA/POWER Source Native Resolution Daily Data)

النتائج:

تأثير بيئة النمو والصنف على عدد الأوراق (ورقة لكل عقلة): يبين الجدول (2) تفوق الصنف الهندي معنوياً عن الصنف المحلي في عدد الأوراق حيث بلغ متوسط عدد الأوراق 17.6 ورقة / عقلة، كما يبين الجدول ان بيئة النمو المكونة (جوز هند : رمل) بنسبة (2 : 1) أعطت أكثر عدد للأوراق بلغت 15.4 ورقة/عقلة، وبفروق معنوية عن بيئة جوز الهند. بينما، أعطت بيئة جوز الهند أقل عدد للأوراق بلغت 3.5 ورقة/عقل، ولم يظهر التفاعل بين الحناء صنف محلي وبيئات النمو أي نتائج، وكان أفضل تفاعل بين الصنف الهندي وبيئة النمو (جوز هند : رمل) بنسبة (2 : 1) حيث بلغ عدد الأوراق 30.8 ورقة/عقلة وبفروق معنوية عن جميع تفاعلات الصنف الهندي وبيئات النمو عدا التفاعل بين الصنف الهندي وبيئة النمو الرمل، بينما كان أقل عدد الأوراق في التفاعل بين الصنف الهندي وبيئة النمو جوز الهند بلغ 7.0 ورقة/عقلة.

تأثير بيئة النمو والصنف على طول الفرع (سم): يبين الجدول 2 تفوق الصنف الهندي معنوياً عن الصنف المحلي في طول الأفرع حيث بلغ متوسط طول الأفرع 7.1 سم، كما يبين الجدول 1 أن بيئة النمو لخليط (2 جوز هند : 1 رمل) قد أعطت أطول متوسط لطول الأفرع بلغ 6.8 سم، وبفروق معنوية عن البيئات (2 رمل : 1 جوز الهند) وجوز الهند، بينما أعطت البيئة (2 رمل : 1 جوز الهند) أقل طول للأفرع بلغت 0.9 سم، ولم يظهر التفاعل بين صنف المحلي وبيئات النمو أي نتائج، بينما كان أفضل تفاعل بين الصنف الهندي وبيئة النمو (2 جوز هند : 1 رمل) حيث بلغ طول الأفرع 13.7 سم وبفروق معنوية عن تفاعلات الصنف الهندي وبيئة النمو (2 رمل : 1 جوز الهند) وجوز الهند، بينما كان أقصر طول للأفرع في التفاعل بين الصنف الهندي وبيئة النمو (2 رمل : 1 جوز الهند) بلغ 1.8 سم.

جدول (2). تأثير بيئة النمو والصنف على عدد الأوراق (ورقة/عقلة) وطول الفرع (سم)

الصفة	عدد الأوراق			طول الأفرع		
	محلي	هندي	المتوسط	محلي	هندي	المتوسط
البيئة						
رمل	0.0	21.0	10.5	0.0	10.6	5.3
جوز الهند	0.0	7.0	3.5	0.0	2.2	1.1
2 رمل : 1 جوز الهند	0.0	11.8	5.9	0.0	1.8	0.9
2 جوز هند : 1 رمل	0.0	30.8	15.4	0.0	13.7	6.8
المتوسط	0.0	17.6	17.6	0.0	7.1	7.1
أقل فرق معنوي*	ب = 10.81	ص = 7.65	ت = 15.29	ب = 5.92	ص = 4.19	ت = 8.38

• ب = بيئة ص = صنف ت = تداخل

تأثير بيئة النمو والصفة على الوزن الطري للأوراق (جم): تشير بيانات الجدول (3) تفوق الصنف الهندي معنوياً على الصنف المحلي في الوزن الطري للأوراق، إذ بلغ الوزن 0.579 جم، كما أوضحت النتائج أن بيئة النمو المكونة من (2 جوز هند : 1 رمل) أعطت أعلى وزن طري للأوراق بلغ 0.430 جم، دون وجود فروق معنوية مقارنة ببقية البيئات، في حين سجلت بيئة جوز الهند أقل وزن طري للأوراق بلغت 0.124 جم، أما فيما يخص التداخل بين الصنف وبيئات النمو، فلم يُسجل تفاعل معنوي للصنف المحلي مع بيئات النمو المختلفة. بينما كان أفضل تفاعل بين الصنف الهندي وبيئة النمو (2 جوز هند : 1 رمل)، حيث بلغ الوزن الطري للأوراق 0.860 جم دون فروق معنوية عن بقية التداخلات، بينما كان أقل وزن طري للأوراق عند تفاعل الصنف الهندي وبيئة النمو جوز الهند بلغ 0.248 جم.

تأثير بيئة النمو والصفة على الوزن الجاف للأوراق (جم): يبين جدول (3) تفوق الصنف الهندي معنوياً عن الصنف المحلي في الوزن الجاف للأوراق حيث بلغ الوزن الجاف للأوراق 0.200 جم. كما أظهرت النتائج أن بيئة النمو الرملية أنتجت أعلى وزن جاف للأوراق بلغ 0.200 جم. مع اختلاف معنوي عن بقية البيئات باستثناء البيئة المكونة من (2 جوز هند : 1 رمل)، بينما سجلت البيئة (2 رمل : 1 جوز الهند) أقل وزن جاف للأوراق بلغت 0.003 جم، ولم يُسجل تفاعل معنوي بين الصنف الحناء المحلي وبيئات النمو المختلفة، أما الصنف الهندي فكان أفضل تفاعل مع بيئة النمو الرملية حيث بلغ الوزن الجاف للأوراق 0.400 جم وبفروق معنوية عن جميع تفاعلات الصنف الهندي مع بيئات النمو عدا البيئة المكونة من (2 جوز الهند : 1 الرمل)، بينما كان أقل وزن جاف للأوراق سجل عند تفاعل الصنف الهندي مع بيئة النمو (2 رمل : 1 جوز الهند) بلغ 0.006 جم .

جدول: (3). تأثير بيئة النمو والصفة على الوزن الطري والجاف للأوراق (جم)

الوزن الجاف للأوراق		الوزن الطري للأوراق			الصفة	
		محلّي	هندي	المتوسط	محلّي	الصفة
المتوسط	هندي	محلّي	المتوسط	هندي	محلّي	البيئة
0.200	0.400	0.000	0.304	0.607	0.000	رمل
0.022	0.045	0.000	0.124	0.248	0.000	جوز الهند
0.003	0.006	0.000	0.301	0.601	0.000	2 رمل : 1 جوز الهند
0.175	0.350	0.000	0.430	0.860	0.000	2 جوز هند : 1 رمل
	0.200	0.000		0.579	0.000	المتوسط
0.198 = ت	0.099 = ص	0.140 = ب	ت = غ. م	ص = غ. م	ب = غ. م	اقل فرق معنوي

ب = بيئة ص = صنف ت = تداخل غ. م = غير معنوي

تأثير بيئة النمو والصفة على عدد الأفرع (فرع/عقلة): يلاحظ من الجدول (3) تفوق الصنف الهندي معنوياً عن الصنف المحلي في عدد الأفرع، حيث بلغ عدد الأفرع 6.00 فرع/عقلة، كما بينت النتائج أن بيئة النمو المكونة من (2 جوز الهند : 1 رمل) أنتجت أكبر عدد من الأفرع حيث بلغ 4.12 فرع/عقلة، دون وجود فروق معنوية عن بقية البيئات، في المقابل، سجلت بيئة (2 رمل + 1 جوز الهند) أقل عدد الأفرع بلغت 2.12 فرع/عقلة، ولم يظهر أي تفاعل معنوي بين الصنف المحلي وبيئات النمو المختلفة، أما الصنف الهندي، فقد حقق أفضل تفاعل مع بيئة النمو (2 جوز الهند + 1 رمل)، حيث بلغ عدد الأفرع 8.50 فرع/عقلة، مع اختلاف معنوي عن جميع تفاعلات الصنف الهندي مع بقية بيئات النمو، باستثناء التفاعل مع البيئة الرملية. وأدنى عدد للأفرع سجل عند تفاعل الصنف الهندي مع بيئة جوز الهند، حيث بلغ 0.25 فرع/عقلة.

تأثير بيئة النمو والصفة على عدد الجذور (جذر/عقلة): يبين جدول (4) تفوق الصنف الهندي معنوياً على الصنف المحلي في تكوين الجذور، حيث بلغ متوسط عدد الجذور 4.06 جذر/عقلة، بينما لم تُسجل أي جذور في الصنف المحلي. كما أظهرت النتائج أن بيئة النمو المكونة من (2 جوز الهند + 1 رمل) أسفرت عن أعلى عدد للجذور، حيث بلغ 4.25 جذر/عقلة، مع وجود فروق معنوية مقارنة ببقية البيئات، باستثناء بيئة جوز الهند التي سجلت أدنى عدد للجذور، حيث بلغ 0.13 جذر/عقلة. ولم يظهر أي تفاعل معنوي بين الصنف المحلي

وبيئات النمو المختلفة. أما بالنسبة للصنف الهندي، فقد أعطى أفضل تفاعل مع بيئة النمو (2 جوز الهند + 1 رمل)، حيث بلغ عدد الجذور 8.50 جذر/عقلة، مع اختلاف معنوي عن جميع التفاعلات الأخرى للصنف الهندي مع بيئات النمو، باستثناء التفاعل مع البيئة الرملية. وأقل عدد للجذور سجل عند تفاعل الصنف الهندي مع بيئة جوز الهند، إذ بلغ 0.25 جذر/عقلة.

جدول: (4). تأثير بيئة النمو والصنف على عدد الأفرع (فرع/عقلة) وعدد الجذور (جذر/عقلة)

عدد الجذور		عدد الأفرع			الصنف	البيئة
المتوسط	هندي	محلي	المتوسط	هندي	محلي	
2.50	5.00	0.00	3.62	7.25	0.00	رمل
0.13	0.25	0.00	2.12	4.25	0.00	جوز الهند
1.25	2.50	0.00	2.12	4.25	0.00	2 رمل : 1 جوز الهند
4.25	8.50	0.00	4.12	8.25	0.00	2 جوز هند : 1 رمل
	4.06	0.00		6.00	0.00	المتوسط
5.06=ت	2.53=ص	3.58=ب	ت=غ. م	ص=2.04	ب=غ. م	أقل فرق معنوي
						ب=بيئة ص=صنف ت=تداخل غ. م=غير معنوي

المناقشة:

تشير النتائج بوضوح إلى وجود اختلافات جوهريّة بين استجابة الصنفين (المحلي والهندي) لبيئات النمو المختلفة، كما يلاحظ أن معدل النمو والاستجابة الفسيولوجية يختلف بين الأصناف، وقد أظهر الصنف الهندي تفاعلاً معنوياً على الصنف المحلي في جميع الصفات المدروسة، مما يؤكد على أهمية العامل الوراثي (الصنف) في تحديد مدى نجاح الإكثار الخضري، وعدم قدرة الصنف المحلي على إظهار نتائج إيجابية فيما يتعلق بصفات التجذير والنمو يُعد نتيجة لافتة وتستدعي مزيداً من البحث المتعمق لفهم الأسباب الكامنة وراء هذه الاستجابة المحدودة.. وقد يعزى هذا إلى عوامل وراثية تجعل هذا الصنف أقل قابلية للتجذير تحت الظروف التجريبية المستخدمة، أو إلى حاجته إلى ظروف بيئية أو معاملات تجذير مختلفة لم يتم توفيرها في هذه الدراسة، ويُعزى هذا الاختلاف في الأداء أساساً إلى الفوارق الوراثية والفسيولوجية بين الأصناف، والتي تؤثر مباشرة على قابليتها للتجذير والنمو. تتوافق هذه النتائج مع ما أشارت إليه دراسات سابقة حول تفاوت استجابة الأصناف المختلفة لنفس ظروف الإكثار (علوان، 2013، Alam؛ 2020، Shah وآخرون، 2021؛ عيد وآخرون، 2024).

أظهرت النتائج السابقة أن البيئة المختلطة أعطت أعلى القيم لجميع الصفات المدروسة، مما يبرز أهمية استخدام أوساط تجذير لأنها جيدة التهوية، تتميز بقدرة نسبية عالية على الاحتفاظ بالرطوبة، وذات صرف مناسب، مع سهولة زراعة وإزالة العقل بعد التجذير. وبشكل عام، فإن استخدام خليط من هذه الوسائط يعطي نتائج أفضل مقارنة باستخدام كل وسط على حدة، وهو ما أكدت عليه العديد من الدراسات السابقة (الراوي والدوري، 1990، Keeley وآخرون، 2004).

كما تبين أن البيئة المكونة من (2 جوز الهند + 1 رمل) أعطت أفضل النتائج مقارنة بالبيئات الأخرى المدروسة، وتتفق هذه النتائج مع متحصل عليه (Rachael و Akinrinola، 2023، Agbo و Omaliko، 2006؛ باهرمز و باحويرث، 2025)، ونشدد هذه النتائج على أهمية اختيار وسيط تجذير جيد التهوية وقادر على الاحتفاظ بالرطوبة، كما أن الطبيعة العضوية لجوز الهند تسهم في تقليل الاعتماد على الأسمدة الكيميائية، إذ يُعد مصدرًا غذائيًا للعقل المزروعة (Tuckeldoe وآخرون، 2024؛ Zheng وآخرون، 2023).

استنتاج:

بناءً على النتائج الواردة في الدراسة الحالية، خلصنا إلى أن استخدام خليط من وسائط النمو يوفر بيئة أفضل للتجذير والنمو مقارنة باستخدام

وسط واحد، وعلاوة على ذلك فقد لوحظ أن أفضل أداء نمو للعقل كان للصنف الهندي وبيئة النمو (جوز الهند : رمل) بنسبة (2: 1)، كما خلصت التجربة إلى عدم استجابة الصنف المحلي لجميع بيئات النمو، لذلك يجب التوصية إلى الاهتمام بالصنف المحلي حتى لا ينقرض باستخدام بيئات أخرى، أو الأخذ لعقل الحناء في أوقات مختلفة أو استخدام منظمات النمو، كما تؤكد أن اختيار الصنف المناسب وتوفير بيئة النمو المثلى هما عاملان حاسمان لتحقيق معدلات تجذير ونمو جيدة.

المراجع:

- أبو زيد، الشحات نصر . (2003). *النباتات والأعشاب الطبية*. مكتبة الهلال للطباعة والنشر، القاهرة، مصر .
- الأغواني، وائل محمد. (2024). *النباتات الطبية واستخداماتها العلاجية*. (الطبعة العربية الأولى). المركز العربي لتأليف وترجمة العلوم الصحية - دولة الكويت. (سلسلة الثقافة الصحية)
- باهرمز، ياسر سعيد، وباحويرث، محروس عبدالله. (2025). تأثير نوع العقلة وبيئة النمو على تجذير العقل الساقية لنبات الجهنمية، مجلة جامعه بني وليد للعلوم الإنسانية والتطبيقية، ليبيا. 10(1)، 1-9.
- الراوي، عادل، وعلي الدوري. (1990). *المشائل وتكثير النبات*. (الطبعة 2). دار الحكمة للطباعة والنشر، الموصل. العراق
- علوان، عوض سالم. (2013). تقييم الإنبات والنمو والحاصل وتقدير الزيت العطري الطيار لصنفين من نبات الحناء *Lawsonia inermis*. [رسالة ماجستير غير منشورة]. جامعة عدن، كلية ناصر للعلوم الزراعية، قسم البساتين، اليمن.
- العلي، حميد حمدان. (2014). تأثير الأوكسين IBA والاوساط الزراعية في تجذير العقل الساقية لنبات الحناء *Lawsonia inermis*، مجله الأنبار للعلوم الزراعية، 13(4).
- عيد، أحمد محمد، عبدالله حمود الحاج، إبراهيم محمد فارح، وطلال العسالي. (2024). تأثير حامض اندول البيوترك والصنف في تجذير العقل المتخشبة لشجيرات العنب اليمني تحت جو المشتل. *المجلة العربية للبحوث العلمي*. 5(1) 1-9 <https://doi.org/10.5339/ajsr.2024.4>
- وكالة ناسا. (2025). NASA/POWER Source Native Resolution Daily Data.
- Agbo,U., & Omaliko, C. (2006). Initiation and growth of shoots of *Gongronema latifolia* Benth stem cuttings in different rooting media. *African Journal of Biotechnology*. 5 (5): 425-428,
- Akinrinola, T., & Rachael. A. (2023). performance of black pepper cuttings as influenced by growing media. *Chilean J. Agric. Anim. Sci.*, 39(3):256-265. <https://doi.org/10.29393/CHJAA39-22PBTO20022>
- Alam, M., Zawar, H., Izhar, U., Samiullah, A., Muhammad, A., Muhammad, A., Syed, Q., & Johar, R. (2020). Effect of growing media on rooting response of tomato *Lycopersicum esculentum* L. stem cuttings. *Pure Appl. Biol*, 9(1): 884-896, <http://dx.doi.org/10.19045/bspab.2020.90093>
- Hartmann, H., Kester, D., Davis, J.; & Geneve, R. (2011). *Plant propagation: principles and practices*. (8TH ed.). New Jersey: Prentice Hall. 915p.

- Keeley, K., Breese, J., Taylor, B. & Dami, I. (2004). Effect of high auxin concentration, cold storage, and cane position on improved rooting of *Vitis aestivalis* (michx). norton cuttings. Am. J. Enol. Vitic., 55(3), 265-268.
- Shah. S., Qasim, A., Ijaz, H., Shah, M., Shujaat, A., Muhammad, A., Naveedul, H., Abid, M., Touqeer. K., & Nabila, C. (2021). Effect of different growing media on survival and growth of Grape (*Vitis Vinifera*) Cuttings. J. Adv. Nutri. Sci. Technol. 1(3), 117-124,
- Tuckeldoe, R., Maluleke, M., & Adriaanse, P. (2023). The effect of coconut coir substrate on the yield and nutritional quality of sweet peppers (*Capsicum annum*) varieties. Scientific Reports, 13(1).
- Tuckeldoe, R.B., Maluleke, M.K. & Adriaanse, P. The effect of coconut coir substrate on the yield and nutritional quality of sweet peppers (*Capsicum annum*) varieties. Sci Rep 13, 2742
<https://doi.org/10.1038/s41598-023-29914-0>.
- Yakandawala, K., & Adikari, A. (2014). *Lawsonia inermis* (Lythraceae): From the Wild to the Garden. Journal of Environmental Professionals Sri Lanka, 3(2), 48-56.
- Zheng, L., Liu, X., & Ge, L. (2024). Improved evaluation of seedling cultivation efficiency in coconut coir substrate through the addition of diverse nutrient sources. Preprints
<https://doi.org/10.20944/preprints202404.1276.v1>



تقييم مؤشرات الأكسدة والخواص الحسية للسمن الليبي المعبأ (بالغكّة) مقارنةً بالسمن المعبأ بالزجاج

مع وبدون إضافة رب الخروب خلال فترة التخزين.

حنان محمود صالح^{1*}، عبد الرسول عوض بوسلطان²، مبروكّة ميلاد موسى³، هدى إمرّاجع بالحسن⁴

حنان محمود صالح^{1*}: تقنية التغذية العالّجية، المعهد العالّي للعلوم والتقنية سوسة، ليبيا.

عبد الرسول عوض بوسلطان²: علوم وتقنية الأغذية، جامعة عمر المختار، البيضاء، ليبيا.

مبروكّة ميلاد موسى³: علوم وتقنية الأغذية، جامعة عمر المختار، البيضاء، ليبيا.

هدى إمرّاجع بالحسن⁴: علوم وتقنية الأغذية، جامعة عمر المختار، البيضاء، ليبيا.

*Corresponding author: Hanan Mahmoud Saleh1, E-mail: nona-salhe089@gmail.com

Department of Therapeutic Nutrition Technology / Higher Institute of Science and Technology / Sousse / Libya.

Abdulrasool Awad BoSultan2, E-mail: abdolrasol.bousltan@omu.edu.ly

Food Science and Technology Department / Faculty of Agriculture / Omar Al-Mukhtar University / Libya.

Mabruka milad mwsaa, Mabruka.ali@omu.edu.ly

Food Science and Technology Department / Faculty of Agriculture / Omar Al-Mukhtar University / Libya.

Huda Amrajaa Bilhasan, huda.belhasan@omu.edu.ly

Food Science and Technology Department / Faculty of Agriculture / Omar Al-Mukhtar University / Libya.

Received: 16.11.2025

Accepted: 31. 12.2025

Publish online:

31. 12.2025

المستخلص: تهدف هذه الدراسة إلى تقييم مؤشرات الأكسدة والخصائص الحسية للسمن الليبي المعبأ بالطريقة التقليدية (الغكّة)، ومقارنته بالسمن المعبأ في الزجاج مع إضافة رب الخروب، والسمن المعبأ في الزجاج بدون إضافات، خلال فترة تخزين امتدت لأربعة أشهر. تم قياس كل من قيمة الحموضة، قيمة البيروكسيد، وقيمة حمض 2-الثيوباربيوتريك، وقد أظهرت نتائج الحموضة وجود فروق معنوية عند مستوى ($P \geq 0.05$)، حيث ارتفعت تدريجيًا في جميع المعاملات خلال التخزين، وسجلت في نهاية الفترة 0.70، 0.64، و0.49 ملغم هيدروكسيد البوتاسيوم/كغم دهن لكل من السمن المعبأ بالغكّة، والسمن مع رب الخروب، والسمن المعبأ بالزجاج دون إضافة على التوالي، وقد وُجدت فروق معنوية في قيمة البيروكسيد، إذ كان تطور الأكسدة الأولية أقل في السمن المعبأ بالغكّة، تلاه السمن مع رب الخروب، ثم السمن المعبأ بالزجاج بدون إضافة، وبلغت القيم 0.166، 0.213، و0.190 ملي مكافئ أكسجين/كغم دهن على التوالي، أما قيمة حمض 2-الثيوباربيوتريك فقد سجلت فروقًا معنوية في اليومين 105 و120، وكانت القيم 0.012، 0.183 ملغم مألون الدهيد /كغم دهن للسمن المعبأ بالغكّة وبشكل عام التطور في معدل الأكسدة للسمن للمعاملات الثلاثة خلال مدة التخزين كان أقل من الحد الأعلى المسموح به في السمن الحيواني. وقد أظهر التقييم الحسي للخواص الحسية (اللون، الطعم، الرائحة والقبول العام)، باستخدام اختبار التفضيل لمعاملات السمن تفوق السمن المعبأ بالغكّة طوال فترة التخزين (4 أشهر)، تلاه السمن مع رب الخروب، بينما حصل السمن المعبأ بالزجاج دون إضافة على أقل درجات التفضيل.

الكلمات المفتاحية: السمن، رقم البيروكسيد، حمض 2-الثيوباربيوتريك، الخواص الحسية، حفظ السمن، الأكسدة.

Evaluation of oxidation indicators and sensory properties of Libyan Samn packaged in The Traditional (Al- 'Ukkah) compared to Samn packaged in glass with and without the addition of carob rub during the storage period.

Abstract: This study aims to evaluate the oxidation indicators and sensory properties of Libyan samn packaged traditionally in Al- 'Ukkah, and compare it with samn packaged in glass with added carob rub, as well as samn packaged in glass without additives, over a four-month storage period. Acidity, peroxide value, and 2-thiobarbutic acid value were measured, the results revealed significant differences in acidity ($P \leq 0.05$), with a gradual increase observed in all treatments throughout storage. By the end of the period, acidity values reached 0.70, 0.64, and 0.49 mg KOH/kg fat for samn packaged in Al- 'Ukkah, samn packaged in glass with added carob rub, and samn packaged in glass without additives, respectively. Peroxide values also showed significant differences, with the lowest rate of primary oxidation found in samn packaged in Al- 'Ukkah, followed by samn packaged in glass with added carob rub, then samn packaged in glass without additives, recording 0.166, 0.213, and 0.190 meq O₂/kg fat, respectively. TBA values demonstrated significant variations on days 105 and 120 of storage, with values ranging from 0.012 to 0.183 (MDA/kg fat) for the development of Samn stored in Al- 'Ukkah Overall, oxidation levels across treatments remained below the maximum allowable limits for animal ghee. Sensory evaluation (color, flavor, aroma, and overall acceptability) was conducted using a preference test at monthly intervals. Results indicated that samn packaged in Al- 'Ukkah received the highest sensory scores throughout storage, followed by samn with carob rub, while samn packaged in glass without additives showed the lowest acceptability.

Keywords: Ghee, peroxide value, 2-thiobarbutic acid value, sensory properties, ghee preservation, oxidation.



المقدمة:

يُعد السمن الحيواني من المنتجات الدهنية ذات الحساسية العالية للأكسدة بسبب احتوائه على نسب من الأحماض الدهنية غير المشبعة التي تتعرض للتفاعلات التأكسدية وتنتج مركبات أولية مثل الهيدروبيروكسيدات، ثم تتحول إلى مركبات ثانوية مسؤولة عن النكهة المترنخة وتدهور الجودة الحسية للمنتج (Gosewade وآخرون، 2017) وتتسارع هذه التفاعلات بوجود عوامل محفزة مثل الضوء، والأوكسجين، وأيونات المعادن، ودرجات الحرارة المرتفعة، مما يؤثر سلباً على العمر التخزيني للسمن وعلى خصائصه الكيميائية والحسية (Hailu وآخرون، 2012) وبالرغم من أن عمليات تصنيع السمن خصوصاً مرحلة التسخين، تسهم في تثبيته جزئياً من خلال تعطيل إنزيمات تحليل الدهن الليبيز وتقليل محتواه من الرطوبة، إلا أن دور التعبئة يظل حاسماً في الحد من استمرار الأكسدة أثناء التخزين (Ongol و Asano، 2009).

يحكم المستهلك على جودة السمن وثباته بالعديد من الطرق الكيميائية والفيزيائية في الزيوت والدهون مثل قيمة الحموضة، قيمة البيروكسيد وقيمة حمض 2- الثيوباربيتوريك وقد تم تطوير هذه الطرق وتستخدم للكشف عن جودة الدهون المخزنة في ظروف غير معروفة (Gosewade وآخرون، 2017) وكذلك دراسة الخصائص الحسية للسمن حيث يمتاز السمن برائحة ونكهة مميزة ويفضل على الزيوت النباتية نظراً لقيمته الغذائية العالية (Kumar وآخرون، 2017). وتقدر الخصائص الحسية على أساس ثلاث صفات رئيسية النكهة والملمس واللون ومع ذلك يختلف تفضيل السمن بشكل كبير من منطقة إلى أخرى حيث يتميز السمن بطعم الجوز الغني وبطول مدة الحفظ سواء كان بالتبريد أو على درجة حرارة الغرفة (Dhurvey وآخرون، 2012).

تُعد مواد التعبئة والتغليف خط الدفاع الأول في حماية السمن من التدهور، إذ تختلف قدرتها على منع نفاذ الضوء والأوكسجين باختلاف طبيعتها الفيزيائية والكيميائية، فالعبوات الزجاجية خصوصاً الداكنة منها تمتاز بخمولها وتدني نفاذيتها للأوكسجين، مما يجعلها من أفضل الخيارات للحفاظ على ثبات السمن وإبطاء تطور قيم البيروكسيد وكذلك قيمة حمض 2- ثيوباربيتوريك خلال التخزين (Pristour وآخرون، 2010). أما العبوات المعدنية مثل الألمنيوم والصفائح، فهي توفر حاجزاً ممتازاً ضد الضوء والهواء، غير أن فعاليتها تعتمد على جودة الطلاء الداخلي، إذ قد يؤدي التلف أو التفاعل مع المعدن إلى تسريع الأكسدة (Robertson، 2016)، وتختلف طرق التعبئة ومدة حفظ السمن والتخزين من دولة إلى دولة ومن منطقة لأخرى ففي بعض الدول الإفريقية يتم تعبئة وحفظ السمن في دلاء مصنوعة من الجلد أو عبوات بلاستيكية خاصة المزارعين الذين ينتجون السمن بالطرق التقليدية للاستهلاك المنزلي والبيع وتصل مدة حفظ السمن حوالي عام (Sserunjog وآخرون، 1998).

في إثيوبيا يتم تعبئة السمن في أوانٍ فخارية ويخزن لمدة تتراوح من سنة إلى ثلاث سنوات، ويستعمل كزيت في أغراض الطهي لمختلف الأطعمة والوجبات الخفيفة التقليدية (Kefyalew وآخرون، 2014؛ Bereda وآخرون، 2016)، أما في ناميبيا فيتم تعبئة وتخزين السمن في أوعية بلاستيكية معاد تدويرها (Ongol و Asano، 2009؛ Alganesh و ganesh، 2012). كما بينت الدراسات تعدد طرق تعبئته في الجزائر حيث يعبأ في أوعية مصنوعة من الزجاج والبلاستيك أو أوعية خزفية تقليدية تسمى (الزير) ويحفظ في مكان جاف ومظلم على درجة حرارة الغرفة ويستعمل للأغراض الغذائية والعلاجية لتحسين طعم ورائحة بعض الأطباق التقليدية، حيث يضاف في نهاية الطهي كعامل منكه مثل الكسكسي ولطهي اللحوم وإعداد الحلويات التقليدية (Boussekine وآخرون، 2020).

أما في ليبيا فقد ذكر (بوسلطان وآخرون 2023) أن السمن يدخل في إعداد الكثير من الوجبات التقليدية مثل العصيدة والمثرودة (أكلات شعبية ليبية)، وذكر أن السمن المصنوع تقليدياً يتم تعبئته وحفظه في وعاء مصنوع من الجلد يطلق عليه اسم (العُكَّة) وهي عبارة عن جلد الماعز أو الضأن الصغير حيث يدبغ ويبقي بشعره أو صوفه، ويضاف له رب الخروب الذي يعدُّ من إحدى مكونات

الدباغة للغة والذي تتم صناعته من شجرة الخروب النامية طبيعياً في منطقة الجبل الأخضر، ويعرف الرب أنه سائل ذو مذاق حلو وقوام متجانس ويمتاز بلونه البني الغامق المائل للسواد، وتعد هذه الطريقة طريقة الحفظ أكثر شهرة واستعمالاً في منطقة الجبل الأخضر ولا زالت تستخدم إلى الآن في وقتنا الحاضر وتتراوح مدة تخزين السمن بهذه الطريقة من 6 أشهر إلى سنتين، ومن هنا تهدف هذه الدراسة إلى تقييم مؤشرات الأكسدة والخواص الحسية للسمن الليبي المعبأ (بالغة) مقارنةً بالسمن المعبأ بالزجاج مع وبدون إضافة رب الخروب خلال فترة التخزين.

المواد وطرق البحث:

المادة الخام: التي استخدمت في صناعة السمن هي الزبد البقري المنتج محلياً من المزارع حيث جمعت عينات الزبد البقري في منتصف شهر الربيع وخزنت بأكياس بلاستيكية في مجمد على درجة حرارة -18°C إلى حين تجهيزها وتحويلها إلى السمن وقد تم تصنيع السمن وفق الطريقة التقليدية المتبعة (موسي وآخرون 2024).

الغة: وهي عبارة عن جلد الماعز الصغير الذي تم شراؤه من المصنعين التقليديين، وتم اختيارها حسب المواصفات التي ذكرت (بوسلطان وآخرون 2023).

رب الخروب: تم تصنيع رب الخروب حسب ما ورد بالطريقة التقليدية لصناعة رب الخروب التقليدي (بوسلطان وآخرون 2023).

دراسة بعض الخواص الكيميائية للسمن المخزن:

تقدير قيمة الحموضة: قدرت قيمة الحموضة باستخدام المعايير الحجمية وفقاً للطريقة المتبعة في (AOAC ، 2000)

تقدير قيمة البيروكسيد: قدرت قيمة البيروكسيد باستخدام المعايير الحجمية وفقاً للطريقة المتبعة في (AOAC ، 2000) **تقدير قيمة 2- حامض الثيوباربيتوريك:** قدرت قيمة حمض 2-ثيوباربيتوريك في السمن باستخدام الطرق المباشرة وفقاً للطريقة المتبعة في (Pokorny و Dieffenbacher ، 1989)، باستخدام جهاز المطياف الضوئي Spectrophotometer(UV-Vis)Thermo scientific, England

دراسة الخواص الحسية للسمن: تم تقييم جميع عينات السمن لخصائصها الحسية على مقياس التفضيل العام 9 نقاط باستخدام اختبار Hedonic من قبل لجنة من الحكام، وتم تقييم العينات من خلال الخواص الحسية المظهر واللون والنكهة والقبول العام (Sidel و Stone ، 2004).

تخزين المعاملات ومتابعة مدة التخزين: تم توزيع كميات السمن للمعاملات الثلاثة المذكورة أدناه حسب ما ذكر في (بوسلطان وآخرون 2023)، وقد وتم متابعة بعض مؤشرات الأكسدة وتقييم الخواص الحسية للسمن الوطني التخزين لمدة 4 أشهر على درجة حرارة الغرفة 25°C .

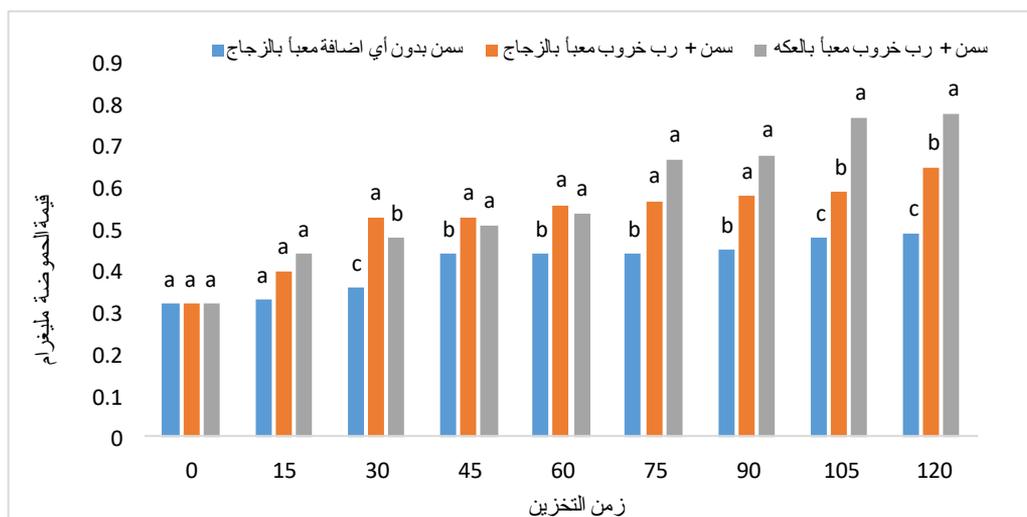
جدول: (1). يوضح توزيع كميات السمن وإضافات رب الخروب المخزن لمدة 4 أشهر.

العبوة	رب خروب (مل)	سمن (كجم)
زجاج	0	2
زجاج	1000	2
الغة	1000	2

التحليل الإحصائي: أجريت جميع التجارب بواقع 4 مكررات وتم استخدام برنامج مايكروسوفت 2010 في التحليل الإحصائي وعبر عن النتائج في صورة (متوسط \pm الخطأ القياسي)، وتم تقييم الاختلافات في معاملات السمن باستخدام التصميم العشوائي الكامل وعزل المتوسطات باستخدام اختبار دانكن عند مستوى معنوية ($P \geq 0.05$).

النتائج والمناقشة:

قيمة الحموضة: الشكل (1) قيمة الحموضة مقدره علي أساس حامض الأوليك لعينات السمن المخزنة بالطرق (السمن المعبأ بالعلقة ، السمن ورب الخروب المعبأ بالزجاج، السمن بدون إضافة والمعبأ بالزجاج) لمدة 4 أشهر علي درجة حرارة 25° م ، وقد أظهرت نتائج متابعة التخزين لعينات السمن وجود فروق معنوية بين طرق التخزين المختلفة عند ($p \leq 0.05$)، وقد بينت النتائج تطوراً تدريجياً لحموضة السمن المعبأ بالعلقة، والسمن ورب الخروب المعبأ بالزجاج والسمن المعبأ بالزجاج بدون إضافة الرب حيث لم تلاحظ فروق معنوية لعينات السمن المخزنة بطرق مختلفة ابتداء من اليوم الأول إلي اليوم 15 في كل فترة تخزين ، حيث تراوحت قيم الحموضة من 0.32 - 0.44 ملجم / كجم في جميع عينات السمن المخزن، وبعد مرور شهر من التخزين ظهرت فروق معنوية ($p \leq 0.05$) بين عينات السمن إذ ارتفعت قيمة الحموضة تدريجياً في السمن ورب الخروب المعبأ بالعلقة والسمن ورب الخروب المعبأ بالزجاج مقارنة بالسمن المعبأ في الزجاج بدون إضافة الرب حيث كانت قيم الحموضة للعينات 0.48، 0.53، 0.36 ملجم / كجم على التوالي، من اليوم 45 حتى اليوم 90 لم تُسجل فروقاً معنوية بين عينات السمن، في حين أظهرت النتائج من اليوم 105 حتى نهاية فترة التخزين (120 يوماً) وجود فروق معنوية بين عينات السمن المخزنة حيث تطورت الحموضة بشكل سريع بالسمن ورب الخروب المعبأ بالعلقة والسمن ورب الخروب المعبأ بالزجاج، ثم السمن بدون أي إضافة المعبأ بالزجاج، وكان معدل التطور للحموضة 0.77، 0.59، 0.48 ملجم/كجم على التوالي، ومع نهاية مدة التخزين بينت النتائج وجود فروق معنوية في عينات السمن حيث كانت 0.78، 0.65، 0.49 ملجم /كجم على التوالي، وربما يعزى ارتفاع الحموضة في عينات السمن ورب الخروب المعبأ بالعلقة والسمن ورب الخروب المعبأ في الزجاج إلي رب الخروب المضاف حيث كان له تأثير في رفع قيمة الحموضة للسمن، حيث يحتوي على مركبات فينولية وأحماض عضوية قد تُسرّع من التحلل المائي للدهون أثناء التخزين، مما يؤدي إلى زيادة الأحماض الدهنية الحرة، وهو ما يتفق مع (El-Malah وآخرون، 2019؛ Abd El-Ghany وآخرون، 2020؛ Ahmed و Hassan، 2022) الذين أشاروا إلى أن الإضافات النباتية ذات الطبيعة الحمضية أو الفينولية قد تُسهم في رفع قيمة الحموضة أثناء التخزين مقارنة بالسمن بدون أي إضافة حيث كان معدل تطور الحموضة أقل من ذلك.

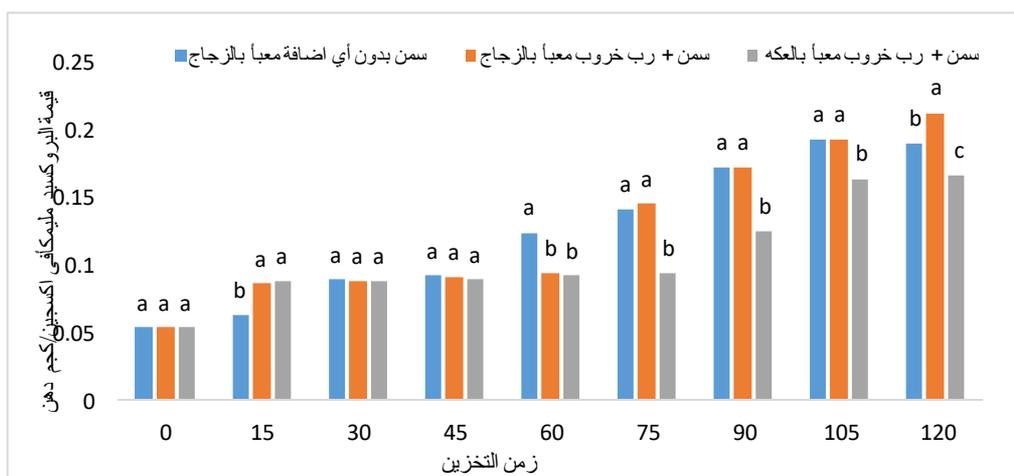


شكل (1). رقم الحموضة لعينات السمن المخزن لمدة 120 يوم على درجة حرارة 25° م عند ($p \leq 0.05$).

قيمة البيروكسيد: شكل (2) قيمة البيروكسيد لعينات السمن المخزنة بطرق (السمن المعبأ بالْعُكَّة، السمن ورب الخروب المعبأ بالزجاج، السمن بدون إضافة والمعبأ بالزجاج) لمدة 4 أشهر على درجة حرارة الغرفة 25°م حيث أظهرت نتائج متابعة قيم البيروكسيد لعينات السمن وجود فروق معنوية عند ($p \geq 0.05$)، وقد بينت نتائج التخزين في اليوم الأول أن قيم البيروكسيد لجميع العينات متقاربة وبلغت 0.053 ملي مكافئ أكسجين/كجم دهن.

لم تُسجَل فروق معنوية من اليوم 15 حتى 45 في قيم البيروكسيد بين طرق التخزين، وتراوحت قيم البيروكسيد بين 0.063 - 0.089 ملي مكافئ أكسجين/كجم دهن، وفي اليوم 60 لم تُلاحظ فروق معنوية بين السمن ورب الخروب المعبأ بالْعُكَّة والسمن المضاف له رب الخروب والمعبأ بالزجاج، حيث تراوحت القيم بين 0.092 - 0.094 ملي مكافئ أكسجين/كجم دهن، بينما سُجِل ارتفاع معنوي في السمن بدون إضافة الرب والمعبأ بالزجاج 0.124 ملي مكافئ أكسجين/كجم دهن. كما لوحظ انخفاض معنوي في قيم البيروكسيد للسمن المضاف له رب الخروب المخزن في الْعُكَّة من يوم 75 إلى 105، وقد كانت قيم البيروكسيد 0.094 و 0.125 على التوالي، بينما لم توجد فروق معنوية عند ($p \geq 0.05$) بين السمن مع رب الخروب المعبأ في عبوات زجاج والسمن بدون أي إضافة والمعبأ في عبوات زجاج وكانت القيم 0.145، 0.141 ملي مكافئ أكسجين / كجم دهن على التوالي، وتكررت هذه القيم في اليوم 75، 90، في اليوم 105 ظهرت فروق معنوية واضحة بين عينات السمن الثلاث، إذ بلغت قيم البيروكسيد 0.167، 0.213، 0.190 ملي مكافئ/كجم دهن لكل من السمن ورب الخروب المخزن في الْعُكَّة، السمن ورب الخروب المعبأ بالزجاج، السمن بدون إضافة المعبأ بالزجاج على التوالي.

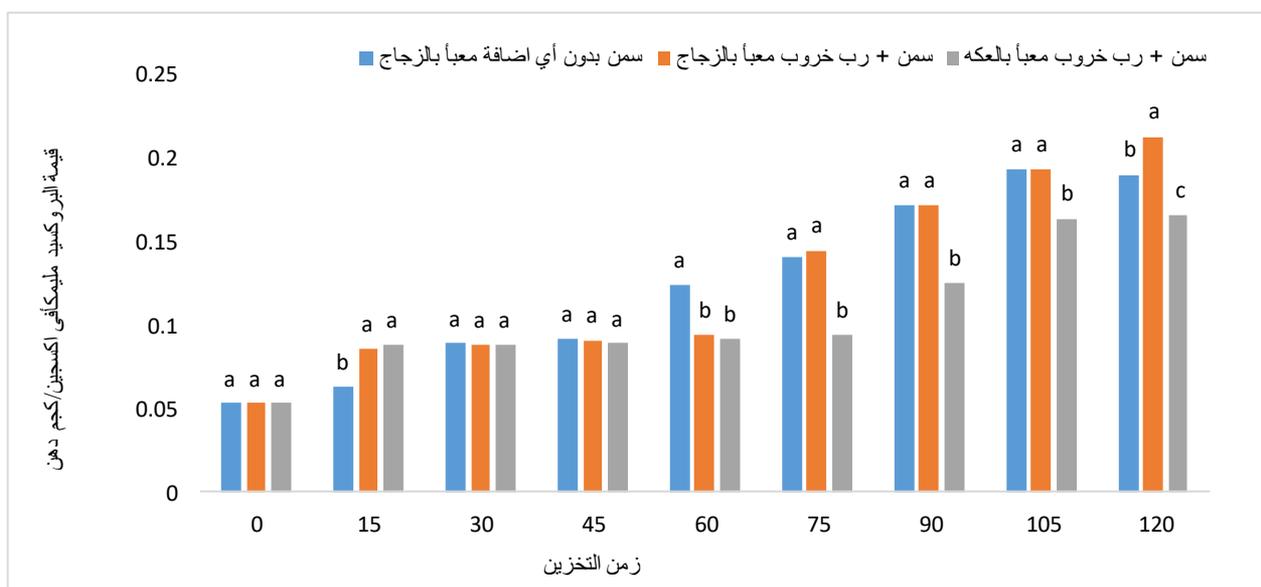
بينت هذه النتائج أن رب الخروب ساهم في خفض معدل الأكسدة في المراحل المتوسطة من التخزين، ربما بفضل محتواه من المركبات الفينولية ذات النشاط المضاد للأكسدة، إلا أن تأثيره تضاعف مع طول مدة التخزين نتيجة استهلاك هذه المركبات، وهذه النتائج اتفقت مع (Bali وآخرون، 2017) حيث قام بتحديد معدل الأكسدة الذاتية في السمن عند 60°م لمدة 7 أيام عن طريق قياس قيمة البيروكسيد، وقد وجد أنه مع تقدم فترة التخزين زادت قيمة بيروكسيد السمن من 0 إلى 0.153 ملي مكافئ من الأكسجين / كجم من الدهن، كما أوضح (Kumar و Bector، 1985) أن قيم البيروكسيد زادت من 0.21 إلى 2.87 ملي مكافئ من الأكسجين / كجم من الدهن بعد أربعة أشهر من التخزين، مما يؤكد أن التزنخ التأكسدي في السمن يحدث بطرق مختلفة ويرتبط ارتباطاً وثيقاً بمدة التخزين وظروفه.



شكل: (2). قيمة البيروكسيد لعينات السمن المخزن لمدة 120 يوم على درجة حرارة 25°م عند ($p \leq 0.05$).

قيمة حمض 2-ثيوباربيتوريك: شكل (3) مؤشر الجودة المتمثل في قيمة حمض 2-ثيوباربيتوريك لعينات السمن المخزنة بطرق (السمن المعبأ بالعبوة، السمن ورب الخروب المعبأ بالزجاج، السمن بدون إضافة والمعبأ بالزجاج) لمدة 4 أشهر على درجة حرارة 25°م الغرفة، وأظهرت النتائج أنه لم تُسجَل أي فروق معنوية بين العينات حتى اليوم 90 من التخزين، مما يدل على استقرار نسبي في منتجات الأكسدة الثانوية خلال المراحل الأولى من التخزين.

بدءاً من اليوم 105، لوحظ ارتفاع طفيف في قيمة حمض 2-ثيوباربيتوريك في السمن ورب الخروب المعبأ بالعبوة، حيث بلغت 0.156 مليجرام مالون ألدهيد/كجم دهن، وازدادت في اليوم 120 إلى 0.183 مليجرام مالون ألدهيد/كجم دهن، مقارنة بكل من السمن ورب الخروب المعبأ بالزجاج والسمن بدون أي إضافة والمعبأ بالزجاج، اللذين ظلا عند مستويات أقل، ويشير هذا الارتفاع في قيم TBARS إلى بداية تكون وتحلل مركبات الأكسدة الثانوية الناتجة عن تفكك الهيدروبيروكسيدات المتشكلة في المراحل الأولية من الأكسدة، وهو ما يتفق مع ما ذكره (Kumar و Bector ، 1985 ؛ Bali وآخرون، 2017)، بأن ازدياد مدة التخزين يؤدي إلى تراكم نواتج أكسدة ثانوية مثل المالون ألدهيد، خاصة عند انخفاض كفاءة العبوة في عزل الأكسجين، وقد يُعزى هذا التغير الطفيف إلى طريقة الحفظ التقليدية (العبوة) التي ربما سمحت بنفاذ جزئي للأكسجين والرطوبة، مما أدى إلى تسريع التحلل التأكسدي في المراحل النهائية من التخزين، في حين أظهرت العينات المعبأة بالزجاج استقراراً أكبر نتيجة كفاءة العزل العالية.

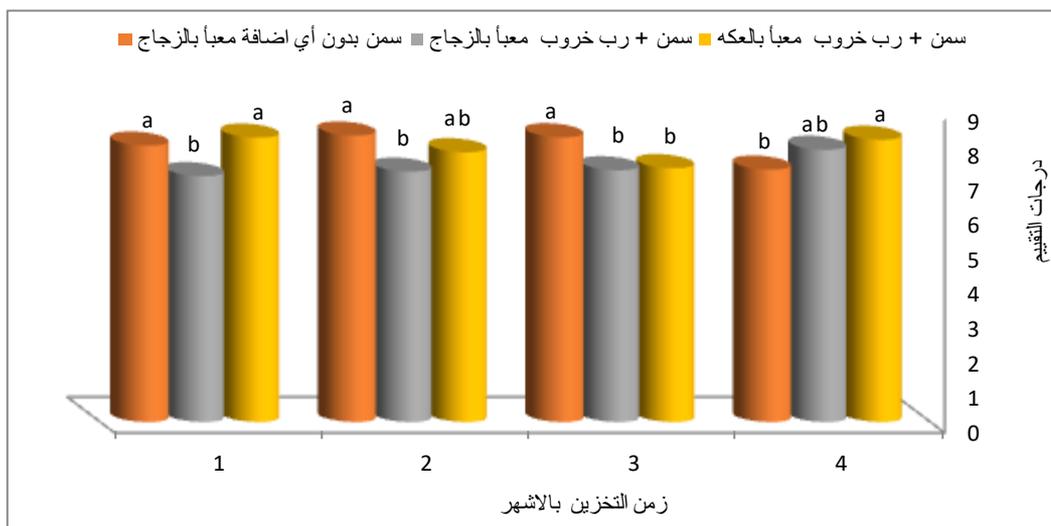


شكل (3): قيمة حمض 2-ثيوباربيتوريك لعينات السمن المخزن لمدة 120 يوم على درجة حرارة 25°م ($p < 0.05$).

تأثير طرق التخزين المختلفة على الخواص الحسية للسمن:

اللون: شكل (4) درجات التقييم الحسي لخاصية اللون في عينات السمن المخزنة بطرق (السمن المعبأ بالعبوة، السمن ورب الخروب المعبأ بالزجاج، السمن بدون إضافة والمعبأ بالزجاج) لمدة 4 أشهر على درجة حرارة الغرفة 25°م ، وأظهرت النتائج وجود فروق معنوية ($p \geq 0.05$) بين طرق التخزين منذ الشهر الأول، حيث سجل السمن ورب الخروب المعبأ بالعبوة أعلى تفضيل لخاصية اللون (8.20) يليه السمن ورب الخروب المعبأ بالزجاج (7.97) ثم السمن بدون إضافة (7.09)، وفي الشهر الثاني، وُجدت فروق معنوية ($p \geq 0.05$) بين عينات السمن المخزن ، إذ انخفض التفضيل اللوني للسمن ورب الخروب المعبأ بالعبوة (7.78) يليه المعبأ بالزجاج (7.22)، بينما ارتفع التفضيل اللوني للسمن بدون إضافة رب الخروب والمعبأ بالزجاج (8.26)،

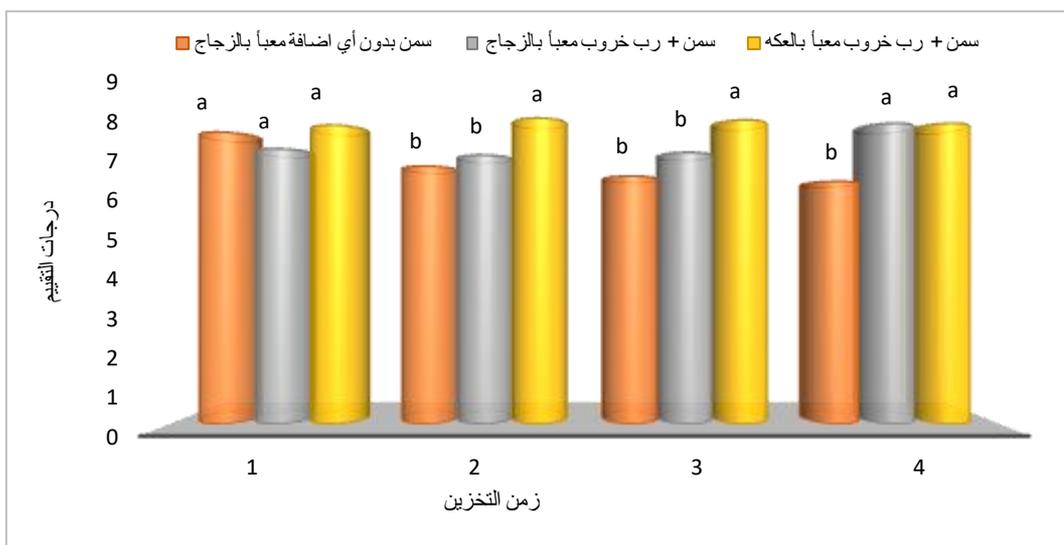
خلال الشهر الثالث من التخزين، استمر وجود فروق معنوية بين عينات السمن المخزن؛ حيث انخفض التفضيل اللوني للسمن ورب الخروب المعبأ بالعلقة (7.32) وللسمن ورب الخروب المعبأ بالزجاج (7.26)، بينما ارتفع للسمن بدون إضافة رب الخروب والمعبأ بالزجاج (8.21). أما في نهاية فترة التخزين (الشهر الرابع)، فقد ارتفع التفضيل اللوني مجددًا للسمن ورب الخروب المعبأ بالعلقة (8.14) يليه السمن ورب الخروب المعبأ بالزجاج (7.85)، في حين انخفض في السمن بدون إضافة رب الخروب (7.28)، من خلال نتائج التقييم الحسي لخاصية اللون تأثر السمن بكلٍ من طريقة التعبئة وإضافة رب الخروب خلال فترة التخزين. ويُعد اللون من أهم الصفات الحسية المؤثرة في قبول المستهلك، إذ يرتبط إدراك الجودة غالبًا باللون الطبيعي المميز للسمن، والذي يتراوح بين الأصفر الفاتح والذهبي تبعًا لمحتواه من الكاروتينات والمركبات الدهنية الذائبة في الدهون (Walstra وآخرون، 2006). إن احتفاظ عينة السمن بدون إضافة رب الخروب بدرجات تفضيل مرتفعة خلال معظم فترة التخزين يمكن تفسيره بغياب المركبات الملونة المضافة، مما حافظ على اللون الطبيعي للسمن بينما أدت إضافة رب الخروب وهو غني بالمركبات الفينولية والصبغات الطبيعية ذات اللون البني إلى إكساب السمن لونًا أغمق مائلًا للبني، الأمر الذي قد يؤثر على تقبل المستهلك تبعًا للعادات الغذائية والتوقعات الحسية (Durazzo وآخرون، 2014). وتلعب مادة التعبئة دورًا مهمًا في ذلك، إذ إن التعرض للأكسجين والضوء يُسرّع من تفاعلات الأكسدة وتدهور اللون، بينما توفر بعض مواد التعبئة التقليدية مثل العلكة بيئة تخزين مختلفة من حيث النفاذية للهواء والرطوبة مقارنة بالزجاج (Min وChoe، 2006).



شكل (4): درجات التقييم الحسي لصفة اللون لعينات السمن المخزن لمدة 4 أشهر عند ($p \leq 0.05$).

الرائحة: شكل (5) درجات التقييم الحسي لخاصية الرائحة في عينات السمن المخزنة بطرق (السمن المعبأ بالعلقة، السمن ورب الخروب المعبأ بالزجاج، السمن بدون إضافة والمعبأ بالزجاج) لمدة 4 أشهر على درجة حرارة الغرفة 25°C، وقد أظهرت النتائج عدم وجود فروق معنوية ($p \geq 0.05$) بين طرق تخزين السمن خلال الشهر الأول، حيث كانت درجات التقييم 7.90، 7.45، 8.09 على التوالي، مع ملاحظة تفوق طفيف لعينة السمن ورب الخروب المعبأ بالعلقة. في الشهر الثاني من التخزين، ارتفعت درجة التفضيل للرائحة في السمن ورب الخروب المعبأ بالعلقة (8.28) مقارنةً بالسمن ورب الخروب المعبأ بالزجاج (7.35) والسمن بدون إضافة رب الخروب والمعبأ بالزجاج (6.71)، بينما لم تُظهر العينتان الأخيرتان فروقًا معنوية واضحة.

وفي الشهر الثالث لوحظت فروق معنوية بين عينات السمن المخزن، حيث حصلت عينة السمن ورب الخروب المعبأ بالغمّة على أعلى درجة تفضيل (8.23) تلتها عينة السمن ورب الخروب المعبأ بالزجاج (7.35)، ثم السمن بدون إضافة (6.71). أما في نهاية فترة التخزين (الشهر الرابع)، فلم تُسجّل فروق معنوية بين السمن ورب الخروب المعبأ في الغمّة والسمن ورب الخروب المعبأ بالزجاج، إذ حصلنا معاً على أعلى تقييم للرائحة (8.14) مقارنةً بالسمن بدون إضافة والمعبأ في الزجاج، والذي سجّل انخفاضاً ملحوظاً في التفضيل (6.57). ومن خلال الشكل (5) يتضح أن السمن ورب الخروب المعبأ في الغمّة احتفظ بدرجة تفضيل مرتفعة لخاصية الرائحة طوال فترة التخزين مقارنة ببقية العينات، ويُعزى ذلك إلى الخصائص العطرية المميزة لرب الخروب الذي يحتوي على مركبات فينولية وعطرية طبيعية ساهمت في تحسين الرائحة وإخفاء أي نكهات تأكسدية قد تظهر أثناء التخزين، كما قد تكون طريقة التخزين بالغمّة التقليدية قد وفرت ظروفًا أكثر ملاءمة من حيث تقليل تعرض السمن للضوء والرطوبة.

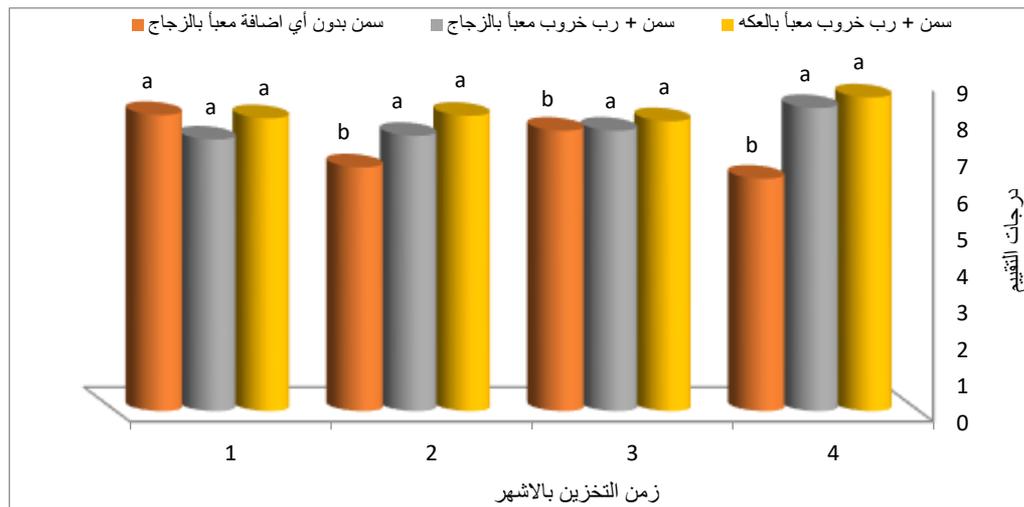


شكل: (5). درجات التقييم الحسي لصفة الرائحة لعينات السمن المخزن لمدة 4 أشهر عند ($p \leq 0.05$).

الطعم: الشكل (6) متوسط درجات التقييم الحسي لخاصية الطعم في عينات السمن المخزنة بطرق (السمن المعبأ بالغمّة، السمن ورب الخروب المعبأ بالزجاج، السمن بدون إضافة والمعبأ بالزجاج) لمدة 4 أشهر على درجة حرارة الغرفة 25°م، أظهرت نتائج الشهر الأول من التخزين عدم وجود فروق معنوية عند ($p \geq 0.05$) بين عينات السمن المخزن الثلاث، حيث كانت درجات التفضيل للطعم 8.09، 7.42، 8.00 على التوالي، مما يشير إلى أن إضافة رب الخروب أو نوع العبوة لم يكن له تأثير واضح في بداية التخزين.

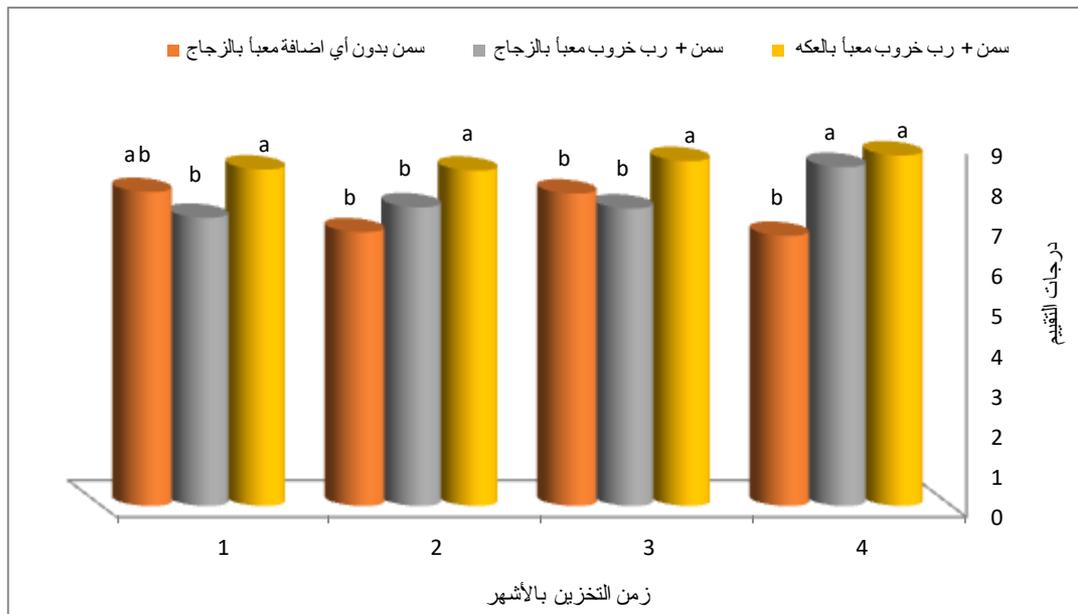
أما في الشهر الثاني، فقد ظهرت فروق معنوية ($p \geq 0.05$) بين عينات السمن المخزن، حيث سجّل السمن ورب الخروب المعبأ في الغمّة أعلى درجة تفضيل (8.07) مقارنةً بالسمن ورب الخروب المعبأ في الزجاج (7.52) والسمن بدون إضافة رب الخروب المعبأ في الزجاج (6.66). ويُلاحظ أن العينتين الأولى والثانية لم تختلفا معنويًا، بينما تراجع الطعم بشكل واضح في السمن الخالي من الإضافة.

وخلال الشهر الثالث من التخزين، أظهرت النتائج استمرار وجود فروق معنوية بسيطة بين عينات السمن المخزن، حيث كانت درجات التفضيل 7.92، 7.66، 7.66 على التوالي، مع استمرار تفوق العينة المخزنة في الغمّة، وفي الشهر الرابع والأخير، لوحظ ارتفاع معنوي في درجة التفضيل لخاصية الطعم في السمن ورب الخروب المعبأ في الغمّة (8.57) يليه السمن ورب الخروب المعبأ في الزجاج (8.28)، بينما انخفضت درجة التفضيل في السمن بدون إضافة (6.35). من خلال الشكل (6) يتضح أن السمن ورب الخروب المعبأ في الغمّة احتفظ بأعلى درجات التفضيل الحسي للطعم طوال فترة التخزين، ويُعزى ذلك إلى تأثير رب الخروب كمادة طبيعية ذات مركبات فينولية وسكرية قد أسهمت في تحسين النكهة ومنح الطعم الحلو المتوازن، إضافة إلى خصائصه المضادة للأكسدة التي تحد من تكون الطعم المتزنخ الناتج عن تأكسد الدهون أثناء التخزين (Durazzo وآخرون، 2014).



شكل (6). درجات التقييم الحسي لصفة الطعم لعينات السمن المخزنة لمدة 4 أشهر عند ($p \geq 0.05$).

القبول العام: شكل (7) نتائج القبول العام لعينات السمن المخزن بطرق (السمن المعبأ بالعكّة، السمن ورب الخروب المعبأ بالزجاج، السمن بدون إضافة والمعبأ بالزجاج) لمدة 4 أشهر على درجة حرارة الغرفة 25°م أظهرت النتائج وجود فروق معنوية عند ($p \geq 0.05$) بين عينات السمن المخزن ابتداء من الشهر الأول للتخزين حيث سجلت عينة السمن ورب الخروب المعبأ بالعكّة أعلى درجة للقبول العام (8.36) تليها عينة السمن بدون إضافة والمعبأ بالزجاج (7.80)، ثم السمن ورب الخروب المعبأ بالزجاج (7.42) دون فروق معنوية بين الأخيرتين، أما في الشهر الثاني من التخزين، فلم تُلاحظ فروق معنوية بين عينات السمن بدون إضافة المعبأ في زجاج والسمن والرّب المعبأ في زجاج، بينما أعطى السمن ورب الخروب المعبأ بالعكّة على أعلى درجات التفضيل من قبل المقيمين حيث كانت (8.33) مقارنة بالعنّينات الأخرى (6.80 و 7.42 على التوالي)، وخلال الشهر الثالث استمر تفوق السمن ورب الخروب المعبأ بالعكّة في القبول العام (8.57) مقارنة بباقي المعاملات التي لم تُظهر فروقاً معنوية.



شكل (7). يوضح درجات لصفة القبول العام لمعاملات السمن المخزن لمدة 4 أشهر عند ($p \leq 0.05$).

أما بالنسبة للشهر الرابع فقد ارتفعت درجات القبول العام لكل من السمن ورب الخروب المعبأ بالْعُكَّة (8.71) والسمن ورب الخروب المعبأ بالزجاج (8.42) دون فروق معنوية بينهما، بينما انخفضت درجة القبول العام للسمن بدون إضافة رب الخروب والمعبأ بالزجاج (6.71)، وتُظهر هذه النتائج أن طريقة التعبئة التقليدية (العُكَّة) أسهمت في الحفاظ على الخصائص الحسية للسمن ورب الخروب، مما أدى إلى ارتفاع القبول العام مقارنة بالعينات المعبأة بالزجاج، كما يُعزى هذا التفوق إلى النكهة المميزة الناتجة عن تفاعل مكونات رب الخروب مع دهن السمن أثناء التخزين، والتي أكسبت المنتج صفات حسية مرغوبة.

الاستنتاجات: تعتبر طريقة الحفظ التقليدية للسمن الحيواني المخزن بالعكّة من الطرق التقليدية الآمنة والتي ساهمت في إطالة مدة الحفظ للسمن لسنوات حسب ما ذكرته الدراسات وهذه من الطرق المستديمة التي أثبتت وجودها ما بين طرق الحفظ الأخرى إلي الآن. من خلال النتائج المتحصل عليها من هذه الدراسة وجد أن: معدل تطور الأكسدة لمعاملات السمن المختلفة أثناء فترة التخزين أقل من الحد المسموح به في السمن الحيواني، ومن ناحية الخواص الحسية أعطى السمن المخزن بالطريقة التقليدية العُكَّة أعلى تفضيل من ناحية الخواص الحسية حيث تميز بقبول عالي من ناحية خاصية الطعم والرائحة والقبول العام مقارنة بالمعاملات الأخرى ويرجع ذلك للإضافات الطبيعية لرب الخروب.

التوصيات: يوصي الباحث بزيادة الاهتمام وتسهيل الضوء على طريقة حفظ السمن بالْعُكَّة ودراسة مركبات النكهة المتكونة في السمن خلال فترة التخزين والمسؤولة عن تقبل المستهلكين لهذا المنتج، وكذلك دراسة سمن العُكَّة وتحليل مكوناته من الأحماض الدهنية بالطرق الحديثة مع زيادة فترات التخزين لتحديد أطول فترة يمكن تخزين السمن فيها دون تغير في خواص الجودة. من الناحية الميكروبيولوجية يرى الباحث أنه من الضروري تتبع تطور الفلورا الطبيعية النامية في العُكَّة ومدى تأثيرها على نكهة السمن، وأيضاً يوصى بالاهتمام بتطوير صناعة سمن العُكَّة وإنتاجه من خلال إدراجه في السوق، ويكون ذلك بدعم المنتجين الريفيين لهذه الصناعات.

المراجع:

بوسلطان.ع.ع، موسى.م.م، صالح.م.ح، (2023) دراسة مسحية ميدانية للطريقة التقليدية المستخدمة في تصنيع العكّة والسمن ورب الخروب المنتج بمنطقة الجبل الأخضر، مجلة النماء للعلوم والتكنولوجيا، جامعة الزيتونة -ترونة -ليبيا، العدد الرابع، المجلد (1) : ص 44-65.

بوسلطان.ع.ع، موسى.م.م، صالح.م.ح، (2024) دراسة الخواص الفيزيائية والكيميائية للسمن المصنع بالطريقة التقليدية، مجلة البيان العلمية، العدد(17): ص15-23، ISSN:2790-0614 .

Abd El-Ghany, M. E., Salem, M. F., & Abdallah, A. A. (2020). Influence of natural antioxidants and storage conditions on the stability of clarified butter. *Egyptian Journal of Dairy Science*, 48(2), 127–138.(<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

Ahmed, R. M., & Hassan, A. M. (2022). Impact of herbal extracts addition on oxidative stability and acidity of ghee during storage. *Food Chemistry Advances*, 1(3), 100048. <https://doi.org/10.1016/j.focha.2022.100048>

Alganesh, T., & Fekadu, B. (2012). Traditional milk and milk productshandling practices and raw milk quality in Eastern Wollega, Ethiopia. LAP Lambert Academic Publishing. *Heinrich-Böcking-Str*, 6-8 .

AOAC. (2000). Official Methods of Analysis of AOAC International,17th edition. Association of Official Analytical Chemists, Washington. D.C.USA.

Bali, O., Ammar, I., Ennouri, M., & Attia, H. (2017). Physicochemical characteristics and storage stability of clarified butter fat «sمن» produced from pasteurized and non-pasteurized milk. *Journal of Pharmaceutical & Health Sciences*, 5(3), 195-205 .

- Bereda, A., Kurtu, M. Y., & Yilma, Z. (2014). Handling, Processing and Utilization of Milk and Milk Products in Ethiopia: A Review. *J World Journal of Dairy Food Sciences*, 9, 105-112 .
- Bille, P., & Kandjou, M. (2008). Chemical and sensory quality of Omaze Uozongombe (ghee), butter oil made by small holder Herero farmers in Namibia. *J African Journal of Food, Agriculture, Nutrition Development*, 8(1), 17-27 .
- Boussekine, R., Merabti, R., Barkat, M., Becila, F.-Z., Belhoula, N., Mounier, J., & Bekhouche, F. (2020). Traditional Fermented Butter Smen/Dhan: Current Knowledge, Production and Consumption in Algeria. *Journal of Food Research*, 9(4). <https://doi.org/10.5539/jfr.v9n4p>
- Choe, E., & Min, D. B. (2006). Mechanisms and factors for edible oil oxidation. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 5, 169–186. <https://doi.org/10.1111/j.1541-4337.2006.00009.x>
- Dhurvey, S., Verma, R., & Sharma, P. (2012). Sensory characteristics and consumer preferences of ghee. *Journal of Food Science and Technology*, 49(3), 350–356. <https://doi.org/10.1007/s13197-011-0293-4>.
- Durazzo, A., Turfani, V., Narducci, V., Azzini, E., & Maiani, G. (2014). Nutritional characterisation and bioactive components of carob products. *Food Chemistry*, 153, 109–115. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.12.045>
- El-Malah, A. A., Mohamed, S. H., & El-Shourbagy, G. A. (2019). Effect of storage and packaging materials on quality characteristics of ghee during storage. *Journal of Food Science and Technology*, 56(7), 3567–3574. <https://doi.org/10.1007/s13197-019-03832-8>
- Gemechu, A. T., & Tola, Y. B. (2017). Traditional butter and ghee production, processing and handling in Ethiopia: A review. *J African Journal of Food Science*, 11(4), 95-105.
- Gosewade, S., Gandhi, K., Ranvir, S., Kumar, A., & Lal, D. (2017). A study on the physico-chemical changes occurring in ghee (butter oil) during storage. *Indian J Dairy Sci*, 70(1), 81-88.
- Hailu, D. (2012). Lipid oxidation mechanisms and flavor deterioration in dairy fats. *African Journal of Food Science*, 6(3), 43–52.
- Kefyalew, G., Solomon, A., Mitku, E., & Getachew, A. (2016). Production, processing and handling of cow milk in Dawa Chefa District, Amhara Region, Ethiopia. *J Journal of Veterinary Science Technology*, 7(1).
- Kumar, A., & Bector, B. (1985). Comparative study on the determination of oxidative rancidity in ghee by different methods. *J Asian Journal of Dairy Research*. (India), 4(1), 23-28.
- Kumar, M., Pandya, H., Dodiya, K., Bhatt, R., & Mangukiya, M. (2017). Advancement in industrial method of ghee making process at Sarvottam Dairy, Bhavnagar, Gujarat (India). *J. Sci. Environ*, 6, 1727-1736.

- Ongol, M. P., & Asano, K. (2009). Main microorganisms involved in the fermentation of Ugandan ghee. *International Journal Of Food Microbiology*, 133(3), 286-291 . <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2009.05.024>
- Pokorny, J., & Dieffenbacher, A. (1989). Determination of 2-thiobarbituric acid value: direct method-results of a collaborative study and the standardized method. *J Pure applied chemistry*, 61(6), 1165-1170 . <https://doi.org/10.1351/pac198961061165>
- Pristouri, G., Badeka, A., & Kontominas, M. G. (2010). Effect of packaging materials and storage conditions on lipid oxidation in foods rich in fat. *Food Chemistry*, 119(3), 770–776. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2009.07.049>
- Robertson, G. L. (2016). *Food Packaging: Principles and Practice* (3rd ed.). CRC Press. <https://doi.org/10.1201/9781315371825>
- Sserunjogi, M. L., Abrahamsen, R. K., & Narvhus, J. (1998). A review paper: current knowledge of ghee and related products. *J International Dairy Journal*, 8(8), 677-688. [https://doi.org/10.1016/S0958-6946\(98\)00106-9](https://doi.org/10.1016/S0958-6946(98)00106-9)
- Stone, H., & Sidel, J. L. (2004). *Introduction to sensory evaluation. J Sensory Evaluation Practices. Academic Press, San Diego*, 1-19 . <https://doi.org/10.1016/B978-012672690-9/50003-5>
- Yr, D., Kawtikwar, P. S., & Sakarkar, D. M. (2012). Evaluation of physicochemical properties of cow ghee before and after hydrogenation. *Evaluation*, 4(1), 185-189.



التمييز بين المواطن البيئية لنبات الميرسين *Myrtus communis* من خلال الترحيل الكهربائي لبروتينات التخزين الخضري

Vegetative Storage Protein Electrophoresis

خديجة محمد الحداد^{1*}، أبو عجيبة سعد أبو عجيبة²، خلود فرج عبدالمولي³

خديجة محمد الحداد: علوم البيئة، كلية الموارد الطبيعية وعلوم البيئة، جامعة عمر المختار، ليبيا
أبو عجيبة سعد أبو عجيبة: المراعي، كلية الموارد الطبيعية وعلوم البيئة، جامعة عمر المختار، ليبيا.
خلود فرج عبدالمولي: علوم البيئة، كلية الموارد الطبيعية وعلوم البيئة، جامعة عمر المختار، ليبيا

المستخلص: إن الاهتمام المتزايد باستخدام شجرة الميرسين (*Myrtus communis*) في المجالات الصناعية والصيدلانية والكيميائية، تعرّض المجتمع النباتي للميرسين للتدمير الشديد نتيجة الإفراط في جمعها، كما أن هذا النوع يتواجد في مجموعات صغيرة متناثرة تتناقص تدريجياً في الحجم علاوة على ذلك، لا توجد برامج فعالة للحفاظ على هذا المورد أو لتحسينه أو لتعزيز قيمته. في هذا العمل، جمع نبات الميرسين من موقعين في أودية الجبل الأخضر (وادي الكوف كوادي رطب نسبياً، ووادي أزليفات كموقع أكثر جفافاً) حيث يتوافر النبات برياً، وقد أظهرت نتائج الترحيل الكهربائي SDS-PAGE لبروتينات التخزين في النبات تباينات واضحة في عدد الحزم، ونسبة تعدد الأشكال، والأوزان الجزيئية، وقد أظهرت عينات وادي الكوف عدداً أقل من الحزم الكلية (12 حزمة) ولكن بنسبة تعدد أشكال أعلى (42.85%)، ما يدل على وجود تباين جيني واضح ضمن العينة رغم قلة عدد الحزم، أما في عينات وادي أزليفات فقد سُجل عدد أكبر من الحزم الكلية (14 حزمة)، لكن بنسبة تعدد أشكال أقل (33.33%)، ما قد يشير إلى تكرار أعلى أو تماثل في أنماط البروتينات بين الأفراد. تشير الاختلافات في الأوزان الجزيئية إلى وجود بروتينات متنوعة من حيث الحجم والنوع بين المواطن، مما يعكس تأثير العوامل البيئية المختلفة، مثل الرطوبة، نوع التربة، درجات الحرارة، والضغط الحيوي، على التعبير الجيني لبروتينات التخزين في *Myrtus communis*.

الكلمات المفتاحية: المواطن البيئية، الترحيل الكهربائي لبروتينات التخزين الخضري، نبات الميرسين

Distinguishing between different Environmental habitat of *Myrtus communis* using vegetative storage protein electrophoresis.

Abstract: The growing interest in using *Myrtus communis* in industrial, pharmaceutical, and chemical applications has put this plant at risk due to overharvesting. These Plants occur in small, scattered populations, and their numbers are gradually declining. There are currently no effective programs in place to protect, enhance, or sustainably manage this resource. This study involved collecting *Myrtus communis* samples from two sites in the Jabal Akhdar region (Wadi Kuf, a relatively humid valley, and Wadi Azlifat, a drier valley), where the plant grows naturally. SDS-PAGE analysis of the plant's storage proteins revealed Pronounced variability in the number of protein bands, the percentage of variation, and the molecular weight. Samples from Wadi Kuf showed fewer bands (12) but a higher percentage of variation (42.85%), suggesting considerable genetic diversity within the population despite the lower number of bands. Samples from Wadi Azlifat showed a higher number of bands (14) but a lower percentage of variation (33.33%), possibly indicating greater homogeneity or similarity in protein profiles among individuals. The differences in molecular weight suggest that the two populations possess diverse proteins in terms of size and type, demonstrating the effect of different environmental factors, such as humidity, soil type, temperature, and other environmental stresses, concerning the expression of storage protein genes in *Myrtus communis*.

Keywords: Environmental habitat, Vegetative Storage Protein Electrophoresis, *Myrtus communis*.

*Corresponding author: E-mail khadiga_alhadead@omu.edu.ly, Department of Environmental Sciences, Faculty of Natural Resources and Environmental Sciences, Omar Al-Mukhtar University, Libya
2 Department of Pastures, Faculty of Natural Resources and Environmental Sciences, Omar Al-Mukhtar University, Libya abu-ajila.alzntany@omu.edu.ly

3 Department of Environmental Sciences, Faculty of Natural Resources and Environmental Sciences, Omar Al-Mukhtar University, Libya. kholoud.faraj@omu.edu.ly

Received: 25.09.2025

Accepted: 31.12.2025

Publish online:

31.12.2025



المقدمة:

نبات الميرسين *Myrtus communis* L. نوع ينتمي إلى عائلة Myrtaceae التي تحتوي على حوالي 140 جنس و3400 نوع (Mitra وآخرون، 2012). وهي شجيرة رئيسية تنتشر في منطقة البحر الأبيض المتوسط ويُعرف باسم بالشجيرة المفتاحية المتوسطة "Key Shrub of the Mediterranean" كما تعدّ عنصرًا مهمًا في النظام البيئي للماكي (Maquis). لميرسين شجيرة صغيرة دائمة الخضرة قائمة النمو، قد يصل ارتفاعها إلى نحو 4 أمتار، وتتمو غالبًا في البيئات الرطبة والظليلة، تتميز بتفرعات غزيرة تحمل أوراقًا بسيطة متقابلة رمحية إلى بيضوية، جالسة تحيط بالساق، جلدية القوام ومتقاربة، وتفتح منها رائحة عطرية مميزة. أزهارها بيضاء مائلة إلى الزهري، نجمية الشكل، تتفتح خلال الفترة من يونيو إلى سبتمبر، وتتكون من خمس سبلات وخمس بتلات، وهي أزهار خنثى غزيرة الأسدية ويتم تلقيحها بواسطة النحل، الثمار عنيبات كروية سوداء أرجوانية اللون، يبلغ قطرها حوالي 8 مم، عطرية المذاق تؤكل طازجة أو مجففة وتُستخدم في صناعة التوابل. يتكاثر النبات بالبذور والعقل ويُعرف بأسماء أخرى مثل حمبلاس والآس والريحان (Alhadead و Almesmari، 2021). ويُستفاد منه في الطب التقليدي، كما يُستخدم حديثًا على نحو واسع نظرًا لدوره في المساعدة على خفض مستوى السكر في الدم (Mostafa وآخرون، 2023). تُستخدم أوراق وثمار الميرسين كمطهّرات و مضادات للبكتيريا، كما تُستعمل في علاج التهابات المثانة (Mimica وآخرون، 2006)، إضافةً إلى دورها في خفض مستوى السكر في الدم (Dukic وآخرون، 2010). وفي الجزائر يُوصى باستخدام المستخلصات المحضّرة من الأجزاء الخضرية لنبات الآس كعلاج مساعد لارتفاع ضغط الدم (Amel، 2013). كما يتمتع النبات بخصائص مسكنة ومضادة للالتهاب (Ali وآخرون، 2017)، وفي تركيا يُستخدم زيت أوراق الميرسين للمساعدة في خفض مستوى الجلوكوز في الدم لدى مرضى السكري.

يُعد نبات الميرسين *M. communis* من النباتات ذات الأهمية العلاجية، حيث استُخدم لقرون في علاج العديد من الأمراض (Yadegarinia وآخرون، 2006). الأمر الذي أسهم في تراجع مساحاته الطبيعية وانخفاض أعداده، وقد أُدرج ضمن قائمة الأنواع المهددة بالانقراض (IUCN، 2024). ويستلزم هذا التدهور تنفيذ برامج للحفاظ والإدارة المستدامة لضمان استمرار النوع والحفاظ على تنوعه الوراثي، خصوصًا في المناطق الحساسة بيئيًا مثل الجبل الأخضر، حيث تتعرض العديد من الأنواع النادرة لضغوط متزايدة نتيجة الأنشطة البشرية غير المستدامة، وتُعد صناعة الزيوت العطرية من أبرز العوامل المسببة لهذه الضغوط، إذ تُجمع كميات كبيرة من الأوراق والأغصان الغضة لاستخلاص الزيت المستخدم في صناعة العطور والصابون ومنتجات التجميل (Kılıç و Çetin، 2010). كما أسهمت الصناعات الدوائية في زيادة الطلب على النبات لاحتوائه على مركبات فعّالة ذات خصائص مضادة للميكروبات والالتهابات والأكسدة، ما يجعله مادة أولية مهمة للعديد من المستحضرات العلاجية (Rahimmalek و Goli، 2013). إضافة إلى ذلك، تُستخدم أجزاء النبات في الصناعات الغذائية والمشروبات التقليدية لإضفاء النكهات وإنتاج المشروبات العطرية والمواد الحافظة الطبيعية (Sumbul وآخرون، 2011؛ Mardi وآخرون، 2022).

تعتمد صناعة العناية الشخصية على زيت الميرسين في إنتاج معاجين الأسنان وغسولات الفم والصابون الطبي لما يتمتع به من خصائص مطهرة (Bakkali وآخرون، 2008). وقد أدى الطلب المتزايد في تجارة النباتات الطبية والعطرية إلى جمعه بكثافة من موائله الطبيعية دون اتباع خطط استدامة، مما جعله عرضة للاستنزاف (De Souza و Fernandes، 2019). وتُبرز هذه الضغوط الصناعية والتجارية مجتمعة حجم التحديات التي تواجه الحفاظ على هذا النوع النباتي، وأهمية إجراء دراسات تقييمية تدعم استدامته البيئية. يتأثر إنتاج ثمار الميرسين في التجمعات الطبيعية بدرجة كبيرة بالظروف الجوية، وغالبًا ما تكون كمية الثمار وجودتها غير كافيتين لتلبية متطلبات الصناعات من حيث الكمية والمعايير النوعية. لذلك تُعد برامج الحفاظ ضرورة أساسية للتخطيط لاستغلال مستدام وفعال لهذا النوع في ظل الطلب المتزايد على كتلته الحيوية. ويُعد توصيف المادة الوراثية خطوة حاسمة

ضمن استراتيجيات حفظ الموارد الوراثية النباتية واستخدامها. ومن هنا تهدف هذه الدراسة إلى تقييم التنوع الوراثي لنبات الميرسين البري باستخدام العلامات الجزيئية لدراسة التباين الجيني بين تجمعاته الطبيعية.

المواد وطرق البحث:

منطقة الدراسة: جُمع نبات الميرسين (*Myrtus communis* L.) (الشكل 1) من موائلها الطبيعية في الأودية، من موقعين: وادي الكوف (الموطن البيئي الأول) ووادي أزيلفات (الموطن البيئي الثاني، بين شحات وحبون)، وقد أُختيرت الأوراق الفتية السليمة الخالية من أي إصابات مرضية أو حشرية (Alhadead و Almesmari ، 2022).



شكل: (1). نبات الميرسين *Myrtus communis*

دراسة الرحلان الكهربائي لبروتينات التخزين الخضري Vegetative Storage Protein Electrophoresis: استخدمت تقنية الترحيل الكهربائي أحادي البعد SDS-PAGE لفصل البروتينات وفقاً لأوزانها الجزيئية، مستندة إلى طريقة Laemmli (1970) مع التعديلات التي أدخلها Singh وآخرون (1991). يعتمد الفصل بهذه الطريقة على تطبيق مجال كهربائي ضمن وسط هلامي رأسي، مع المحافظة على طبيعة المحاليل المنظمة لضمان ثبات الرقم الهيدروجيني (pH) طوال زمن الفصل، تتحرك البروتينات تحت تأثير التيار الكهربائي بحسب شحناتها الكهربائية، وتتناسب سرعتها طردياً مع شدة التيار، حيث تهاجر البروتينات ذات الوزن الجزيئي الأصغر أسرع من البروتينات الأكبر حجماً، مما يؤدي إلى فصلها بناءً على اعتماداً على اختلاف أوزانها الجزيئية.

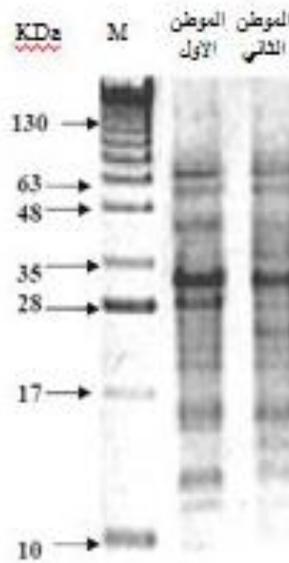
استخلاص البروتينات الكلية: وفقاً لطريقة Santos وآخرون (2020): حيث طُحنت الأوراق والثمار باستخدام هاون، ثم نُقلت العينة إلى أنبوب إيبندورف Eppendorf، وأضيف إليها 100 مل من محلول الاستخلاص المكوّن من: ماء مقطر، حمض الهيدكلوريك HCl (12.5%)، محلول Tris buffer pH 6.8، 0.02% من صبغة Bromophenol Blue، جلسرول 20% Glycerol، 0.1% SDS و 2.5% Mercaptoethanol. خُطت العينات باستخدام جهاز الرحّ الكهربائي، ثم خُصنت في حمام مائي عند درجة حرارة 65°م لمدة 30 دقيقة. بعد ذلك أُجري الطرد المركزي بسرعة 12000 دورة/دقيقة لمدة دقيقة واحدة، وتم أخذ الجزء الرائق (العائم) وحفظه عند درجة حرارة 4°م لحين الاستخدام. وقبل بدء الترحيل الكهربائي مُلئ الحوض بمحلول السريان، وحُمّلت العينات مع ضبط فرق الجهد بين 100 و 150 فولت وشدة تيار قدرها 80 ملي أمبير. وتتحرك البروتينات سالبة

الشحنة نحو القطب الموجب وفقاً لأوزانها الجزيئية، وتُعد عملية الفصل مكتملة عند وصول صبغة Bromophenol Blue إلى أسفل الهلام.

تثبيت، تلوين وإزالة اللون: بعد اكتمال عملية الهجرة وظهور الحزم البروتينية، أزيل هلام التركيز ووضع هلام الفصل في حوض يحتوي على محلول حمض ثلاثي كلورو الخليك (TCA) بتركيز 60% وصبغة Coomassie Blue R بتركيز 1%. تُرك الهلام مع التحريك لمدة 24 ساعة، ثم غُسل بالماء المقطر طوال الليل لإزالة الصبغة الزائدة. وحُفظ الهلام وصُوّر باستخدام جهاز Bio-Rad.

النتائج والمناقشة:

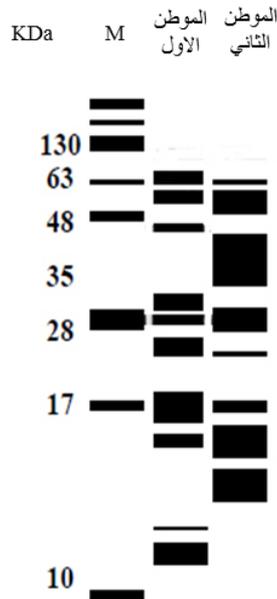
يعد نبات الميرسين (*Myrtus communis*) من النباتات التي تساهم في تعزيز الاستدامة البيئية، حيث يعمل كنظام متعدد الطبقات ضمن الغابات، يجمع بين المحاصيل الزراعية وأشجار العلف، ويقلل من الآثار السلبية للزراعة التقليدية، بدلاً من استغلال الأراضي بشكل منفصل للزراعة والغابات، ويتيح هذا النظام الاستفادة المثلى من المساحات، كما يلعب دوراً مهماً في حماية التنوع البيولوجي والحفاظ على التوازن البيئي. يعرض كل من الشكلين (2 و 3) المخطط الكهربائي للبروتينات المخزنة في الأجزاء الخضرية، المفصولة بواسطة تقنية SDS-PAGE من عينات وادي الكوف (الموطن الأول) ووادي أزيلفات (الموطن الثاني). وقد بلغ العدد الإجمالي للأشرطة البروتينية 12 شريطاً في الموطن الأول و14 شريطاً في الموطن الثاني على التوالي، ويظهر من الجدول (1)، أوزانها الجزيئية التي تراوحت بين 10.85 و75.00 كيلو دالتون.



شكل (2): الترحيل الكهربائي للبروتينات المخزنة في الأجزاء الخضرية (vegetative storage protein) لنبات الميرسين *Myrtus communis* من مواطن البيئية (الأول وادي الكوف والثاني وادي أزيلفات M مؤشر البروتين: protein marker)

حقق الموطن البيئي الثاني قيمة أعلى في العدد الإجمالي للحزم (bands)، ونسبة تعدد الأشكال مقارنةً بالموطن البيئي الأول، وترتبط هذه الزيادات بارتفاع محتوى الأحماض الأمينية الأساسية، وفقاً (Mareri وآخرون، 2022)، وقد تؤدي التغيرات في الظروف البيئية إلى تغييرات في البروتينات والأحماض الأمينية، والتي قد ترتبط بطرق متعددة باستجابة النبات

للإجهاد، كما أن بعض الأنواع قد تحمل جينات محددة يتم التعبير عنها نتيجة التنافس أو التأثير الأليلوباثي مع النباتات المجاورة، وقد أظهرت دراسة إثنوبوتانية استخداماً طبياً فعالاً في كل من إيطاليا (صقلية، توسكانا، وسردينيا) حيث تُستعمل أوراقه وثماره بشكل رئيسي كمصادر لمضادات الأكسدة، بالإضافة إلى ذلك تُستخدم الزيوت العطرية المستخرجة من الأوراق نبات الميرسين في صناعات العطور والأغذية وفي إنتاج العصائر (Mulas وآخرون، 1998)، ونظراً لقيمته التجارية العالية، يزداد الطلب على المواد الخام من نبات الميرسين في الصناعات الغذائية والدوائية، حيث يُحصَد معظم الكتلة الحيوية للميرسين (الأوراق والثمار) من النباتات البرية دون مراعاة انخفاض التنوع البيولوجي الطبيعي، مما يؤدي إلى انخفاض تدريجي في أعدادها وحجمها، كما يتأثر إنتاج الثمار بدرجة كبيرة بالظروف الجوية؛ وعادةً ما تكون جودة وكمية الثمار غير كافية لتلبية المعايير النوعية والكميات المطلوبة في الصناعات (Mulas و Fadda، 2004). لذلك تُبرز أهمية برامج الحفظ في التخطيط لاستخدام مستدام لنبات الميرسين، خاصة في ضوء الطلب المتزايد على مادته الحيوية.



شكل (3). الترحيل الكهربائي للبروتينات المخزنة في الأجزاء الخضرية (Electropherogram) لنبات الميرسين *Myrtus communis* من موطن البيئية (الأول وادي الكوف والثاني وادي ازليغات M مؤشر البروتين: protein marker)

جدول: (1). عدد الأحزمة المحددة ونسبة تعدد الأشكال في الموطن البيئي الأول (وادي الكوف) مقارنةً بالموطن البيئي الثاني (وادي إزليفات).

Band number عدد الحزم	MWt (KDa)	Rf معدل المرور	الموطن البيئي الأول وادي الكوف	الموطن البيئي الثاني وادي إزليفات
1	75.00	0.13		+
2	67.08	0.15	+	
3	63.00	0.16		+
4	58.27	0.18	+	
5	54.72	0.19		+
6	45.96	0.23	+	+
7	41.39	0.26		+
8	35.00	0.30		+
9	30.26	0.35	+	+
10	28.37	0.37	+	
11	26.13	0.40		+
12	23.53	0.43	+	+
13	20.69	0.47	+	+
14	19.69	0.48		+
15	16.22	0.54	+	
16	15.52	0.52		+
17	14.29	0.58	+	
18	13.75	0.60	+	+
19	12.45	0.64		+
20	11.58	0.68	+	
21	10.85	0.72	+	

*الوزن الجزيئي المقارن (MWt) بالكيلو دالتون ومعدل التندق (Rf) لأشرطة البروتين المخزنة النباتية الموجودة في الترحيل الكهربائي لنبات الميرسين *Myrtus communis* في الموطن البيئي الأول والثاني. (علامة + تعني وجود)

يتضح أن النمط البروتيني لكلا العينتين أظهر خمس أشرطة (bands) مشتركة عند القيم التالية : 23.53، 30.26، 45.96، 20.69، و13.75 كيلو دالتون، وهي ما يمكن اعتبارها نطاقات مميزة لنوع نبات الميرسين. وكانت عدد الأشرطة المحددة ونسبة تعدد الأشكال أعلى في الموطن الثاني مقارنةً بالموطن الأول كما هو موضح في (الجدول 2). وقد يرتبط وجود النطاقات المشتركة مرتبطاً بأصل تطوري مشترك أو قد تكون البروتينات تحت سيطرة نفس الجين (Paterson وآخرون، 2009؛ Atoyebi وآخرون، 2014). علاوة على ذلك، كان توزيع تعدد الأشكال أكثر وضوحاً في الموطن البيئي الثاني (42.85%) مقارنةً بالموطن البيئي الأول (33.33%). ويمكن تفسير ذلك على الأساس الوراثة التطورية، حيث تميل الأنواع النباتية ذات التجمعات الصغيرة والأعداد المحدودة والأفراد المعزولة عن بقية الأنواع إلى مستويات منخفضة من التعدد الشكلي الجيني ومستويات مرتفعة من التوافق الذاتي وتعدد المؤشرات الجزيئية حالياً أكثر ملاءمة حالياً لدراسة التنوع الوراثي مقارنةً بالخصائص الشكلية والكيميائية الحيوية، لأنها تمثل جيئاً واحداً ولا تتأثر بالظروف البيئية (Abdelaziz وآخرون، 2020).

جدول: (2). العدد الإجمالي للأشرطة bands، ونسبة تعدد الأشكال، والعدد الإجمالي للأشرطة المحددة ووزنها الجزيئي (MWt) لبروتينات التخزين النباتية التي تم الحصول عليها من *Myrtus communis* الموطن البيئي الأول والثاني.

الموطن البيئي الثاني وادي زليفات	الموطن البيئي الأول وادي الكوف	
14	12	العدد الإجمالي للحزم (bands)
42.85	33.33	نسبة تعدد الأشكال
9	7	
(75.00, 63.00, 54.72, 41.39, 35.00, 26.13, 19.69, 15.52, 12.45 KDa).	(67.08, 58.27, 28.37, 16.22, 14.29, 11.58, 10.85 KDa).	العدد الإجمالي للحزم (bands) المحددة ووزنها الجزيئي ب (كيلو دالتون)

يعكس تحليل بروتينات التخزين الخضري غالبًا الفروقات المحتملة في التنوع الجيني بين الأنواع النباتية (Emre ، 2011)، ويساهم تقييم هذه الفروقات إلى فهم وتحسين أفضل لبرامج التربية وعلم الأحياء للمحاصيل، مما يدعم للاستخدام المستقبلي في الزراعة والأمن الغذائي (Qari وآخرون، 2016؛ Othman وآخرون، 2018)، ويُعرف نبات الميرسين *Myrtus communis* بخصائصه الطبية واستخداماته في الصناعات الغذائية كما ورد في (Mir، 2023)، وقد ركزت الدراسات الحديثة على الخصائص الدوائية لزيت نبات الميرسين العطري، وكشفت النتائج عن نشاطه المضاد للميكروبات، وقدرته على خفض مستويات السكر في الدم، بالإضافة إلى نشاطه المضاد للأكسدة ومساهمته في تكوين الأحماض الدهنية نظرًا للطلب المتزايد على نبات الميرسين، أصبح من الضروري وضع برامج حفظ لضمان استغلال مستدام لهذا النوع، تواجه العديد من الأنواع النباتية في منطقة الجبل الأخضر خطر الانقراض بسبب ندرتها أو نتيجة الأنشطة البشرية الضارة، مما يستدعي اتخاذ إجراءات عاجلة لمنع انقراض هذا النوع النباتي (الميرسين) من بيئته الطبيعية، والحفاظ على التنوع الوراثي، وتجنب الاختفاء الكلي للنبات.

الاستنتاج:

أظهرت الدراسة أن تحليل بروتينات التخزين الخضري لنبات الميرسين (*Myrtus communis* L.) باستخدام SDS-PAGE يمثل أداة فعالة لتقييم التنوع الوراثي بين التجمعات النباتية في موطن وادي الكوف ووادي زليفات، وكشف التحليل عن تفاوت واضح في عدد الأشرطة ونسبة تعدد الأشكال، مما يعكس تأثير البيئة المحلية على التعبير البروتيني للنبات واستجابته للإجهاد، كما تم تحديد نطاقات بروتينية مشتركة تدل على الأصل التطوري المشترك والسيطرة الجينية، وتؤكد هذه النتائج أهمية المؤشرات الجزيئية في دراسة التنوع الوراثي، وتساهم في فهم تأثير العوامل البيئية على الخصائص الوراثية للنبات، وبالنظر إلى القيمة الطبية والتجارية العالية للميرسين، وتبرز الحاجة الملحة لوضع برامج حماية وإدارة مستدامة، للحفاظ على التنوع البيولوجي وضمان استدامة الموارد النباتية في منطقة الجبل الأخضر.

المراجع:

Abdelaziz, Mint, S., Medraoui, L., & Alami, M. (2020). Inter simple sequence repeat markers to assess genetic diversity of the desert date (*Balanites aegyptiaca* Del.) for Sahelian ecosystem restoration. *Scientific Reports*, 10, 14948. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-71835-9>

- Alhadead, K. M., & Almesmari, N. M. (2021). Ecological and ethnobotanical study of *Myrtus communis* L. (*Myrtaceae*) in Al-Jabal Al-Akhdar, Libya. *Libyan Journal of Ecology & Environmental Science Technology (LJEEST)*, 3(2), 10–18. <https://doi.org/10.5281/zenodo.4567890>
- Alhadead, K. M., & Almesmari, N. M. (2022). *Arbutus Pavarii* and *Ceratonia Siliqua* as Bioindicators of Plant Community Structures in Al Jabal Al Akhdar, Libya (Allelopathic Study) (*Electronic Interdisciplinary Miscellaneous Journal (EIMJ)*). Vol.50: August, 2022.
- Ali, K., Ullah, F., Khan, N., Rahman, I. U., Ullah, S., Khan, W., & Nisar, M. (2017). Ethnobotanical and ecological study of *Myrtus communis* (L.) in Bajaur agency (FATA) Khyber-Pakhtunkhwa, Pakistan. *Journal of Biodiversity and Environmental Sciences (JBES)*, 11(1), 152–164.
- Amel, B. (2013). Traditional treatment of high blood pressure and diabetes in Souk Ahras District. *Journal of Pharmacognosy and Phytotherapy*, 5(1), 12–20. <https://doi.org/10.5897/JPP11.065>
- Atoyebi, O. J., Faluyi, J. O., & Oyedapom, O. O. (2014). Investigation of the genetic diversity of selected wild and cultivated Sorghum germplasm using SDS-PAGE. *Greener Journal of Biological Sciences*, 4, 001–008.
- Bakkali, F., Averbeck, S., Averbeck, D., & Idaomar, M. (2008). Biological effects of essential oils. *Food and Chemical Toxicology*, 46(2), 446–475. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2007.09.106>
- Çetin, B., & Kılıç, O. (2010). Chemical composition analysis of essential oil of *Myrtus communis* L. *Journal of Essential Oil Research*, 22(6), 537–540. <https://doi.org/10.1080/10412905.2010.970038>
- De Souza, A., & Fernandes, J. (2019). Overexploitation of medicinal plants: A global concern. *Journal of Herbal Medicine*, 15, 100–182. <https://doi.org/10.1016/j.hermed.2019.03.001>
- Dukic, M. N., Bugarin, D., Grbovic, S., Mitic, C. D., Vukovic, G. B., Orcic, D., Jovin, E., & Couladis, M. (2010). Essential oil of *Myrtus communis* L. as a potential antioxidant and antimutagenic agent. *Molecules*, 15, 2759–2770. <https://doi.org/10.3390/molecules15042759>
- Emre, I. (2011). Determination of genetic diversity in the *Vicia* L. (Section *Vicia*) using SDS-PAGE. *Pakistan Journal of Botany*, 43, 1429–1432.
- Laemmli, U. K. (1970). Cleavage of structural proteins during the assembly of the head of bacteriophage T4. *Nature*, 227, 680–685. <https://doi.org/10.1038/227680a0>.
- Mardi M. Algardaby, Khadiga M. Al-Hadead, & Salama M. El-Darier (2022). Detoxification Capacity and Protective Effects of Medicinal Plants against Heavy Metals in Polluted Human Systems: A Recent Study. *Current Aspects in Pharmaceutical Research and Development* Vol. 7, 96–105. <https://doi.org/10.9734/bpi/caprd/v7/15281D>.
- Mareri, L., Parrotta, L., & Cai, G. (2022). Environmental stress and plants. *International Journal of Molecular Sciences*, 23(10), 5416. <https://doi.org/10.3390/ijms23105416>

- Mir, M. A. (2023). *Myrtus communis* leaves: Source of bioactives, traditional use, and their biological properties. <https://doi.org/10.20944/preprints202301.0532.v1>
- Mitra, S. K., Irenaeus, T. K. S., Gurung, M. R., & Pathak, P. K. (2012). Taxonomy and importance of Myrtaceae. *Acta Horticulturae*, 959, 23–34. <https://doi.org/10.17660/ACTAHORTIC.2012.959.2>
- Mostafa, E., Chaachouay, N., Douria, A., Zidane, L., Ouasti, I., & Bussmann, R. (2023). *Myrtus communis* L. (Myrtaceae). https://doi.org/10.1007/978-3-031-13933-8_148-1
- Mulas, M., & Cani, M. R. (1999). Germplasm evaluation of spontaneous myrtle (*Myrtus communis* L.) for cultivar selection and crop development. *Journal of Herbs, Spices & Medicinal Plants*, 6, 31–49. https://doi.org/10.1300/J044v06n03_04
- Mulas, M., Cani, M. R., & Brigaglia, N. (1998). Characters useful to cultivation in spontaneous populations of *Myrtus communis* L. *Acta Horticulturae*, 457, 271–278. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.1998.457.34>
- Khadiga M. Othman, Omar R. Assaadi and Sabah H. Lamloom (2018). Response of *Arbutus pavarrii* Pamp. Seedlings to Water Stress. *International Journal of Multidisciplinary Innovative Research (IJMIR)* Vol. 1 Issue 4, November-2018, Page No. 19-30, Available at: www.ijmir.com Double-Blind Peer Reviewed Refereed Open Access International Journal. DOI:10.13140/RG.2.2.29676.49283
- Paterson, A. H., Bowers, E. J., Bruggmann, R., Dubchak, I., Grimwood, J., Gundlach, H., Haberer, G., & Hellsten, U. (2009). The *Sorghum bicolor* genome and diversification of grasses. *Nature*, 457, 551–556. <https://doi.org/10.1038/nature07723>
- Qari, S. H., Kamel, E. A., & Sayed, H. E. (2016). Characterization and identification of seed storage protein of twelve lettuce cultivars. *Bioscience Biotechnology Research Asia*, 13, 1959–1967. <https://doi.org/10.13005/bbra/2350>
- Rahimmalek, M., & Goli, S. A. H. (2013). Evaluation of antioxidant and antimicrobial activities of *Myrtus communis* L. *Industrial Crops and Products*, 44, 40–46. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2012.11.033>
- Sumbul, S., Ahmed, M. A., Asif, M., & Saud, I. (2011). *Myrtus communis* Linn.—A review. *Indian Journal of Natural Products and Resources*, 2(4), 395–402.
- Santos, J., Herrero, M., Mendiola, J. A., Oliva-Teles, M. T., Ibáñez, E., Delerue-Matos, C., & Oliveira, M. B. (2020). Nutritional and phytochemical profiles and biological activities of *Myrtus communis* L. berries. *Journal of Food Composition and Analysis*, 87, 103389. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2020.103389>
- Singh, S. P., Gepts, P., & Debouck, D. G. (1991). Races of common bean (*Phaseolus vulgaris*, Fabaceae). *Economic Botany*, 45, 379–396. <https://doi.org/10.1007/BF02887079>
- The IUCN Red List of Threatened Species. (n.d.). Retrieved from <https://www.iucnredlist.org>

Yadegarinia, D., Gachkar, L., Rezaei, M. B., Taghizadeh, M., Astaneh, S. A., & Rasooli, I. (2006). Biochemical activities of Iranian *Myrtus communis* L. essential oil. *Phytochemistry*, 67(18), 1973–1978. <https://doi.org/10.1016/j.phytochem.2006.06.005>



تأثير إضافة مستويات مختلفة من مسحوق قشور الرمان على الأداء وبعض صفات الذبيحة في دجاج اللحم

عازة يوسف إدريس^{1*} ، أحمد عطية المنصوري² ، مجيد محمد جبريل³

عازة يوسف إدريس^{1*}: قسم الإنتاج الحيواني، جامعة عمر المختار، ليبيا
أحمد عطية المنصوري: قسم الإنتاج الحيواني، جامعة عمر المختار، ليبيا
مجيد محمد جبريل: قسم الإنتاج الحيواني، جامعة عمر المختار، ليبيا
حميدة محمد حمد: باحثة بقسم الإنتاج الحيواني - كلية الزراعة - جامعة عمر المختار، ليبيا

المستخلص: تهدف هذه الدراسة إلى تقييم استخدام مسحوق قشور الرمان كإضافة طبيعية في علائق دجاج اللحم وتأثيره على مؤشرات الأداء الإنتاجي وبعض صفات الذبيحة، أُجريت التجربة في المعهد العالي للتقنيات الزراعية- درنة- ليبيا خلال الفترة من 6 نوفمبر إلى 6 ديسمبر 2023 باستخدام 160 فرخاً من سلالة Ross عمر 14 يوماً، متوسط وزن (294 ± 6.52 جم)، وقد صُممت التجربة وفق التصميم العشوائي الكامل (CRD) بأربع معاملات (0%، 1%، 1.5% و2%) مسحوق قشور الرمان وأربع مكررات لكل معاملة (10 طيور/مكرر)، غُذيت الطيور على عليقة تجارية مع إضافة مستويات من قشور الرمان وتوافر العلف إلى حد الشبع والماء طيلة فترة التجربة، و تم قياس الوزن الابتدائي والنهائي والزيادة الوزنية واستهلاك العلف ومعامل التحويل الغذائي بالإضافة إلى أوزان الذبيحة والأعضاء الداخلية بعد الذبح، وقد أظهرت النتائج أن إضافة 1% من مسحوق قشور الرمان حققت أعلى زيادة وزنية كلية (1720.63 جم) وأفضل أداء في صفات الذبيحة (الوزن الحي، وزن الصدر، وزن الأفخاذ) مقارنة ببقية المعاملات $p < 0.05$. وقد أدت المستويات الأعلى (1.5% و2%) إلى تراجع طفيف في الأداء ولم يُلاحظ تأثير معنوي على معامل التحويل الغذائي أو على معظم الأعضاء الداخلية باستثناء تحسن في وزن الطحال، وقد أشارت النتائج إلى أن مسحوق قشور الرمان يمكن أن يُستخدم كإضافة طبيعية عند تركيز 1% لتحسين أداء دجاج اللحم وصفات الذبيحة دون آثار سلبية.

الكلمات المفتاحية: مسحوق قشور الرمان، دجاج اللحم، إضافة علفية طبيعية، الأداء الإنتاجي، صفات الذبيحة.

***Corresponding author:**

Azza Y Iders Email: az-za.idres@omu.edu.ly, Department of Animal Production Faculty of Agriculture Omar Al-Mukhtar University , Al Bayda, Libya

Ahmed Attia Al-Mansouri Ahmad.Yassin@omu.edu.ly
Majid Mohammed Jibril
E-Department of Animal Production Faculty of Agriculture Omar Al-Mukhtar University , Al Bayda, Libya

Received: 20.11.2025

Accepted: 31.12.2025

.Publish online:

31.12.2025

Effect of adding different levels of pomegranate peel powder on performance and some carcass characteristics in Ross broiler chickens

Abstract: This study aimed to evaluate the use of pomegranate peel powder as a natural additive in broiler diets and its effect on productive performance indicators and some carcass characteristics. The experiment was conducted at the Higher Institute of Agricultural Technologies -Derna - Libya, from November 6 to December 6, 2023, using 160 Ross strain chicks (14 days old, average weight 294 ± 6.52 g). The experiment was designed according to a Complete Randomized Design (CRD) with four treatments (0%, 1%, 1.5%, and 2%) pomegranate peel powder) and four replicates per treatment (10 birds/replicate). The birds were fed a commercial diet supplemented with pomegranate peel powder, with feed and water provided ad libitum throughout the experimental period. Initial and final weight, weight gain, feed consumption, feed conversion ratio, as well as carcass and internal organ weights after slaughter were measured. The results showed that the addition of 1% pomegranate peel powder achieved the highest total weight gain (1720.63 g) and the best performance in carcass characteristics (live weight, breast weight, thigh weight) compared to the other treatments ($p < 0.05$). In contrast, higher levels (1.5% and 2%) led to a slight decline in performance. No significant effect was observed on the feed conversion ratio or on most internal organs, except for an improvement in spleen weight. The results indicated that pomegranate peel powder can be used as an effective natural supplement at a 1% concentration to improve broiler performance and carcass characteristics without adverse effects.

Keywords: Pomegranate peel powder, Broiler chickens, Natural feed additive, Growth performance, Carcass traits.



المقدمة

تُعد صناعة الدواجن ركيزة أساسية ضمن قطاعات الإنتاج الحيواني في توفير البروتين الحيواني للإنسان، حيث تمثل لحوم الدجاج أحد أهم مصادره لما تتمتع به من قيمة غذائية وصحية مرتفعة، إذ تشكل مكوناً رئيسياً في النظام الغذائي بفضل محتواها العالي من البروتين وانخفاض نسبة الدهون فيها (Abdulla وآخرون، 2019). كما تتسم لحوم الدواجن بانخفاض تكلفتها مقارنة باللحوم الحمراء، الأمر الذي يعزز دورها في الإسهام في تقليص الفجوة الغذائية عالمياً في ظل تزايد الطلب على استهلاكها. ويضاف إلى ذلك ما تمتاز به من استساغة الطعم وسهولة الهضم، مما يزيد من إقبال المستهلكين عليها وتفضيلها على غيرها من مصادر اللحوم الحيوانية (الفياض وآخرون، 2012).

أسهم التطور المتسارع في صناعة الدواجن في إحداث نقلة نوعية في الصناعات المساندة لها، ولا سيما برامج التغذية من حيث مكوناتها وبدائلها. وفي المقابل، رافق هذا التوسع انتشار العديد من الأمراض البكتيرية والفيروسية والطفيليات وحيدة الخلية، مما استدعى تعزيز البرامج الصحية التي تشمل التحصين والعلاج. وقد شكّلت المضادات الحيوية إحدى أكثر الوسائل العلاجية استخداماً كمحفزات للنمو، غير أن الإفراط في استخدامها أفضى إلى بروز تحديات صحية أثرت سلباً في سلامة الاستهلاك البشري. ونتيجة لذلك، اتخذت العديد من المنظمات الدولية إجراءات للحد من استخدامها أو حظرها، من أبرزها إدارة الغذاء والدواء الأمريكية (FDA)، ومنظمة الصحة العالمية (WHO)، ومنظمة التعاون بين الدول الأوروبية والشرق الأوسط وأفريقيا (EMEA) (الفياض وآخرون، 2012). كما أن الاستمرار في إدراج المضادات الحيوية في علائق الدواجن، رغم مزاياها، أسهم في ظهور سلالات بكتيرية ممرضة مقاومة لها، بما يترتب عليه من تأثيرات تراكمية ضارة على صحة المستهلك.

وانطلاقاً من ذلك، اتجهت الجهود البحثية إلى استكشاف بدائل أكثر أماناً لاستخدامها في علائق الطيور الداجنة سواء لأغراض العلاج أو الوقاية أو كمحفزات للنمو (Suresh وآخرون، 2018). وقد تنوعت هذه البدائل لتشمل النباتات الطبية والعطرية (Kairalla وآخرون، 2022a؛ Kairalla وآخرون، 2022b؛ Kairalla وآخرون، 2023؛ Elshelmani و Khairalla، 2025)، إضافة إلى الاستفادة من مخلفات الفواكه، حيث أشارت العديد من الدراسات إلى الفعالية المضادة لقشور ثمار الرمان ضد مدى واسع من الأحياء المجهرية والبكتيريا الممرضة، نظراً لاحتوائها على مركبات حيوية متعددة (AL-Noaimi وآخرون، 2017؛ Ali وآخرون، 2018؛ Atya وآخرون، 2018). وتُعد قشور الرمان مصدراً غنياً بالمواد الكيميائية النباتية ذات النشاط الحيوي، ولا سيما الأحماض الفينولية والفلافونويدات والعفص القابل للتحلل بالماء (Amri وآخرون، 2017)، كما تتباين تراكيز هذه المركبات بين الأصناف تبعاً للموقع الجغرافي والظروف المناخية والممارسات الزراعية (Singh وآخرون، 2018). وأشار Kanatt وآخرون (2010) إلى أن قشور الرمان تمثل منتجاً ثانوياً غنياً بالعناصر الغذائية ومضادات الأكسدة، فيما أوضح Ramah-Al (2014) وآخرون، أن القشور تشكل نحو 40-50% من الوزن الكلي للثمرة وتتميز بارتفاع محتواها من المركبات الفينولية مثل الكاتيشين والأنثوسيانينات والفلافونويدات، متفوقة بذلك على لب الثمرة في قدرتها المضادة للأكسدة. كما يتميز مستخلص قشر الرمان باحتوائه على مركبات نباتية فعالة ذات نشاط مضاد للجراثيم، مما يجعله خياراً واعداً كمحفز نمو طبيعي لدجاج اللحم. وأشار Ahmadipour وآخرون (2021) إلى إمكانية توظيف مخلفات قشور الفواكه، ومنها قشور الرمان، كبداية علفية أو مكملات غذائية عند إضافتها في صورة مستخلصات علفية. كما بين Ismail وآخرون (2012) أن مسحوق قشور الرمان يحتوي على نحو 92% من إجمالي مضادات الأكسدة الموجودة في الثمرة الكاملة، نتيجة غناه بمركبات فعالة مثل الفينولات والفلافونويدات والتانينات والصابونينات، بينما ذكر Li وآخرون (2006) أن قشور الرمان تمثل 26-30% من وزن الثمرة وتضم تراكيز أعلى من المركبات الفعالة مقارنة بلبها. وقد استُخدمت قشور الرمان في تدعيم المنتجات الغذائية لكونها مصدراً غنياً بالمركبات الفينولية ومضادات الأكسدة التي تسهم في الحد من مخاطر الإصابة بالعديد من الأمراض، كما أن نشاطها المضاد للميكروبات يعزز من إمكانية استخدامها كمحفز نمو طبيعي لدجاج اللحم. وبوجه عام، تُعد النباتات الطبية ومخلفاتها من أبرز البدائل الطبيعية لما تحتويه من مركبات كيميائية فعالة ذات تأثيرات فسيولوجية وعلاجية مفيدة للإنسان والحيوان دون التسبب في آثار صحية جانبية (Ahmad و Sharma، 1992). وبناءً على ما سبق، تهدف هذه الدراسة إلى تقييم إمكانية استخدام مخلفات قشور الرمان كإضافة علفية طبيعية، ودراسة تأثيرها في معدلات أداء دجاج اللحم وبعض صفات الذبيحة.

المواد وطرق البحث:

موقع الدراسة وتحضير العينات: أجريت هذه الدراسة في المعهد العالي للتقنيات الزراعية بمدينة درنة، خلال الفترة الممتدة من 2023/11/6م إلى 2023/12/6م، وقد جُمعت قشور الرمان بطريقة التقشير اليدوي، ثم نُظِّفت من المواد العالقة وجُفِّفت باستخدام مجفف كهربائي على درجة حرارة 50°م لمدة 24 ساعة، ثم طُحنت القشور وغُربلت باستخدام غربال بفتحات قطرها 1 ملم، ثم حُفظ مسحوق قشور الرمان بعيداً عن الضوء داخل أكياس سوداء معتمة إلى حين إجراء التجربة، وذلك للمحافظة على المواد الفعالة الموجودة في القشور مثل الفينولات والتانينات وغيرها (الغرابي، 2017).

العليقة المستخدمة في التجربة: استُخدمت عليقة تجارية تحتوي على 21% بروتين خام، و5.97% دهن، و3.06% ألياف خام، وبطاقة ممثلة مقدارها 3150 كيلو كالوري/كغم، وذلك وفقاً لبيانات المصنع وحسب ما ورد في دليل (A.O.A.C).

التحاليل الكيميائية: أجريت التحاليل الكيميائية لمسحوق قشور الرمان طبقاً لطرائق جمعية الكيميائيين الرسميين (C.A.O.A)، حيث أُجري كل تحليل بثلاث مكررات، وقد شملت التحاليل تقدير محتوى الرطوبة والمادة الجافة (DM) حسابياً، وتقدير البروتين الخام (CP) باستخدام طريقة كيلدال (Kjeldahl) على أساس ضرب النيتروجين الكلي في معامل 6.25، إضافة إلى تقدير الألياف الخام (CF) وفقاً لما أورده Naumann وآخرون (1976). كما قُدِّر المستخلص الأثيري (EE) باستخدام جهاز سوكلست، وتم تحديد نسبة الرماد الكلي (Ash) عن طريق حرق العينات في فرن الاحتراق عند درجة حرارة 550°م.

جدول (1): مكونات العليقة التجارية المستخدمة في التجربة

المكونات العلفية	%
ذرة صفراء	53.32
كسب فول الصويا 44 %	35.22
فوسفات الكالسيوم الثنائية	1.11
حجر جيرى	5.63
زيت زهرة الشمس	3.90
مخلوط فيتامينات ومعادن	0.30
ملح طعام	0.40
ميثيونين	0.12
المجموع	100
التركيب الكيميائي للعليقة (%)	
بروتين خام	21
دهن خام	5.97
ألياف خام	3.06
طاقة ممثلة (كيلو كالوري/كجم)	3150

تم تجهيز الحظيرة قبل استقبال الطيور وذلك بتعقيمها وتقسيمها من الداخل بحيث تناسب المعاملات لكل مجموعة 4 مكررات ولكل مكررة 10 طيور، وتم وضع طبقة من الجير بسمك 5 سم ليحافظ على رطوبة الفرشة و يبقئها جافة و يمنع تكاثر الميكروبات وطبقة نشارة من الخشب بارتفاع 5 سم ، وزودت بعلافات سعتها 12 كجم و سقاية سعتها 5 لتر بالإضافة إلى وجود حوض تطهير عند مدخل كل حجرة كما استخدمت لمبات قوتها 100 وات لإضاءة الحجرات طوال 24 ساعة، ووضعت مدفأة مركزية داخل كل حجرة حتى يمكن التحكم في رفع وخفض درجات الحرارة على حسب المقننات الأسبوعية الحرارية للدجاج خلال فترات التسمين حيث كان متوسط درجة الحرارة في الأسبوع الثالث من التجربة (31)م° و خفضت في الأسبوع الرابع الى 23 ° م التي استمرت حتى عمر نهاية التجربة، وقد تم مراقبة درجات الحرارة المطلوبة باستخدام

ترموترات معلقه عند ارتفاع 1.40 من الأرضية، واستخدم في هذه الدراسة عدد 160 طائر من سلالة Ross عند عمر أسبوعين (14 يوم) بمتوسط وزن (جم) 294 ± 6.52 ووضعت في غرفة استقبال لمدة ثلاثة أيام قبل إجراء التجربة لتعود الطيور على الحظيرة، وغذيت الطيور على عليقة البادي من بداية التجربة حتى اليوم 21 ثم استبدلت بالعليقة المكملة إلى نهاية التجربة، والمعاملات قشور الرمان بنسب إضافة (0%، 1%، 1.5%، 2%) وتم تغذية الطيور بنظام التغذية المفتوح أي توافر التغذية في كل الأوقات، وزنت الطيور عند عمر 14 يوم (الوزن الابتدائي) تبع ذلك وزن الطيور والغذاء المقدم والمتبقي أسبوعياً وتم حساب الزيادة الوزنية والكلية وقد كانت العلائق والمياه متوافران طوال اليوم بحرية، وقد تم حساب المستهلك اليومي من العلائق والمستهلك الكلي خلال فترة التجربة بواسطة الفرق بين كمية الغذاء المقدم والمتبقي لجميع المعاملات.

الزيادة الوزنية اليومية (جم / يوم) = الزيادة الوزنية الكلية / عدد أيام التجربة

الزيادة الوزنية الكلية = الوزن النهائي - الوزن الابتدائي

تم حساب معدل استهلاك العلف اليومي (جم/يوم).

المأكل اليومي = الغذاء المقدم - الغذاء المتبقي

تم حساب معامل التحويل الغذائي الأسبوعي وفقاً للمعادلة التالية.

معامل التحويل الغذائي = متوسط كمية العلف المستهلكة أسبوعياً (جم) / متوسط الزيادة الوزنية الأسبوعية (جم)

تم قياس وزن الذبيحة قبل الترييش وبعد إزالة الريش، وقد تم نزع جميع الأحشاء الداخلية وتسجيل أوزان الأعضاء الداخلية وكذلك أطوال بعض من الأعضاء.

التحليل الإحصائي: نفذت التجربة باستخدام التصميم العشوائي الكامل (CRD) لدراسة تأثير المعاملات المختلفة في الصفات المدروسة، وقورنت الفروق المعنوية بين المتوسطات باختبار (Duncan) 1955 متعدد الحدود، واستعمل البرنامج الإحصائي الجاهز SPSS إصدار 23 في تحليل البيانات.

جدول (2): التحليل الكيميائي لمسحوق قشور الرمان المستخدمة في التجربة (%)

NFE	الرماد	الدهن	الألياف	البروتين	المادة العضوية	المادة الجافة
64.36	4.62	0.77	15.41	1.29	95.38	86.45

النتائج والمناقشة:

قياس صفات الذبيحة: يوضح جدول (3) عدم وجود تأثير معنوي لإضافة مستويات من مسحوق قشور الرمان على بعض صفات الأداء إذ لم تصل الفروق إلى مستوى المعنوية في كلٍّ من الوزن الابتدائي والوزن النهائي عند إضافة 1% أو 1.5% من مسحوق قشور الرمان. في المقابل، أدت زيادة المستوى إلى 2% إلى حدوث انخفاض معنوي في الزيادة الوزنية. وتتفق هذه النتائج مع ما توصل إليه Yaseen وآخرون (2014) و Bostami وآخرون (2015)، وكذلك ما أشار إليه Raza (2024) من أن ارتفاع نسبة مسحوق قشور الرمان يؤدي إلى انخفاض محتوى البروتين في لحم الأفخاذ، مما يعكس تأثيراً سلبياً للمستويات المرتفعة في القيمة الغذائية من حيث نسبة البروتين. ويُعزى ذلك إلى ارتفاع محتوى التانينات في العليقة عند المستويات العالية، الأمر الذي قد يسبب انخفاض استساغة العلف، إضافة إلى ارتباط التانينات بالبروتين في القناة الهضمية، مما يقلل من هضمه وامتصاصه. كما أوضحت بيانات الجدول وجود زيادة معنوية في معدل استهلاك العلف، حيث سجلت معاملة إضافة 1.5% أعلى قيمة مقارنة ببقية المعاملات، في حين كانت أقل القيم عند مستوى الإضافة 2%. وتتفق هذه النتائج مع ما أشار إليه Eid وآخرون (2021) من أن إضافة مسحوق الرمان بنسبة 2% و 4% إلى علائق الدجاج أدت إلى زيادة معنوية في استهلاك العلف، بينما لا تتفق مع ما توصل إليه Yaseen وآخرون (2014) الذين لم يلاحظوا فروقاً معنوية في معدل استهلاك العلف أو الزيادة الوزنية الكلية للطيور المعاملة بمستخلص قشور الرمان. كما لم تُظهر بيانات جدول (3) وجود فروق معنوية في معدل التحويل الغذائي بين جميع المعاملات، وهو ما يتعارض مع نتائج كلٍّ من Eid وآخرون (2021) و Ghosh وآخرون (2020)، إذ سجلا زيادة معنوية في

معدل التحويل الغذائي في المعاملات المضاف لها قشر الرمان. كذلك تختلف هذه النتائج مع ما أورده الغرابي (2017) من وجود زيادة معنوية في معاملات قشر الرمان مقارنة بمعاملة المقارنة في كلٍّ من معدل استهلاك العلف ووزن الجسم الحي ومعامل التحويل الغذائي، ومع ما أشار إليه **Abdel Baset** وآخرون (2022) من أن إضافة مسحوق قشور الرمان إلى علائق دجاج اللحم أسهمت في تحسين معدل التحويل الغذائي، مما يعزز إمكانية إسهام قشور الرمان في تحسين الإنتاجية وصحة الدواجن.

جدول(3). تأثير إضافة مستويات من مسحوق قشور الرمان على بعض صفات الأداء خلال أسابيع التجربة

الصفة المعاملة	التحكم 0%	1%	1.5%	2%
الوزن الابتدائي(جم)	7.43± 297.03	3.40± 300.56	8.11±297.16	7.15±300.83
الوزن النهائي(جم)	35.27±1948.10	39.95±2021.20	30.84± 1955.2	28.17±1896.66
الزيادة الوزنية اليومية(جم)	1.06± 47.73	1.12±49.14	1.11±47.00	1.02±46.17
الزيادة الوزنية الكلية(جم)	37.16± 1671.36	39.63±1720.63	30.57± 1659.23	28.16± 1595.66
معدل استهلاك العلف(جم)	7.46 ± 3134.00	12.9± 3126.00	15.67± 3171.30	7.93± 3062.15
معدل التحويل الغذائي	0.034±1.87	0.036±1.82	0.028±1.91	0.028±1.92

تشير بيانات جدول (4) إلى تأثير إضافة مستويات مختلفة من مسحوق قشور الرمان في بعض صفات الذبيحة لدجاج اللحم، حيث لوحظت زيادة معنوية في كل من الوزن الحي، ووزن الذبيحة مع الريش، ووزن الذبيحة بعد التريش، مع تفوق معاملة الإضافة بنسبة 1% مقارنة ببقية المعاملات. وتتفق هذه النتائج مع ما أورده **Salih** وآخرون (2019)، إذ بينوا أن إضافة مسحوق الرمان والصبغ العربي إلى علائق دجاج اللحم المصاب بالكوكسيديا أدت إلى تحسن معنوي في وزن الجسم الحي مقارنة بمعاملة المقارنة، وعُزي ذلك إلى الخصائص العلاجية لقشور الرمان ودورها في الحد من الطفيليات الداخلية. كما أوضح **Belal** وآخرون (2009) أن للرمان خصائص مضادة للميكروبات والالتهابات تسهم في تحسين وزن دجاج اللحم، ويرتبط ذلك بغناه بالمركبات الفعالة التي تؤثر في مستعمرات السالمونيلا والإشريكية القولونية المسببة لأمراض الجهاز الهضمي، مما يعزز كفاءة الهضم ويزيد الشهية ومن ثم ينعكس إيجاباً على الزيادة الوزنية. وتتفق هذه النتائج كذلك مع ما ذكره **Hamady** وآخرون (2015) من حدوث زيادة معنوية في وزن الجسم عند الذبح للدجاج المغذى على علائق مضاف إليها قشر الرمان مقارنة بمعاملة المقارنة. كما أظهرت بيانات الجدول ذاته زيادة معنوية في أوزان الأفاذ والصدر والأرجل والرأس، مع تسجيل أعلى القيم في معاملة 1%، وهو ما يتوافق مع نتائج **Sharifian** وآخرون (2019) الذين أشاروا إلى أن إضافة مستخلص قشور الرمان حسنت صفات الذبيحة وجودة اللحوم وأسهمت في زيادة الوزن ومعدل النمو. كما تتفق هذه النتائج مع ما أورده **Abdel Baset** وآخرون (2022) من أن إضافة مسحوق قشور الرمان أدت إلى تحسين معدل النمو وجودة اللحوم والجوانب الصحية. في المقابل، لم تتفق هذه النتائج مع ما توصل إليه **Yaseen**، (2014) الذي لم يسجل فروقاً معنوية بين المعاملات المضاف لها مستخلص قشور الرمان.

جدول(4). تأثير إضافة مستويات مختلفة من مسحوق قشور الرمان على بعض صفات الذبيحة في دجاج اللحم (المتوسط الحسابي ± الخطأ القياسي)

الصفة المعاملة	التحكم 0%	1%	1.5%	2%
الوزن الحي (جم)	22.45± 1660	121.32± 2288.33	39.40 ± 1633.33	20.88±1506.66
وزن الذبيحة مع الريش (جم)	46.45±1600.00	110.56± 2245.00	39.40± 1588.33	16.41±1466.66
وزن الذبيحة بعد التريش	23.33± 1466.66	99.87± 2130.00	40.92± 1510.00	27.83 ± 1365.00
وزن الأفاذ(جم)	14.81± 316.66	21.27± 396.66	18.33±328.33	8.81±313.33

34.68±386.66	20.207±450.00	24.66±705.00	24.55 ±468.33	وزن الصدر(جم)
7.26± 71.66	5.00±75.00	7.264± 96.66	6.00± 88.333	وزن الأرجل (جم)
4.40 ±58.33	4.40±948.33	4.40±78.33	4.40 ± 63.33	وزن الرأس(جم)

تشير نتائج جدول (5) إلى عدم وجود فروق معنوية في تأثير مستخلص قشر الرمان على معظم الأعضاء الداخلية، بما في ذلك وزن الجهاز الهضمي، والحوصلة، والقانصة، والمعدة الغدية، ووزن الأمعاء، وتتفق هذه النتائج مع ما أشار إليه Al-Zoreky (2009) عند إضافة مستخلص قشر الرمان لعليقة دجاج اللحم، حيث لم تصل الفروق إلى مستوى المعنوية في وزن الجهاز الهضمي ولم تتأثر أوزان القانصة والحوصلة والمعدة الغدية وطول الأمعاء. من جهة أخرى لوحظت زيادة معنوية في وزن الطحال، مع تسجيل التأثير الأكبر في معاملة 1% مقارنة ببقية المعاملات، بينما لم تُسجل فروق معنوية في وزن الكبد والقلب، وهو ما يختلف مع نتائج Yaseen وآخرون (2014) الذين وجدوا أن إضافة مستخلص قشر الرمان بمستويين (0.05 و 0.1 غم/كغم) لعليقة دجاج اللحم من عمر يوم حتى 42 يوماً أدت إلى انخفاض معنوي في نسب وزن الكبد والقلب. وتشير النتائج الحالية إلى أن قشور الرمان قد تؤثر بشكل طفيف على النمو الكلي لهذه الأعضاء. كما تتفق هذه النتائج مع ما أفاد به Hamady وآخرون (2015)، حيث أظهرت الدراسات أن إضافة مستخلص قشر الرمان تحسن الميكروبات النافعة داخل الأمعاء وتحّد من تأثير البكتيريا الضارة، مما يدعم إمكانية استخدام قشور الرمان كبديل مستدام للمعززات الصناعية للنمو. إضافة إلى ذلك، تدعم نتائج جدول (5) ما توصل إليه Sharifian وآخرون (2019)، الذين أشاروا إلى أن إضافة مستخلص قشر الرمان إلى علائق الدواجن كان لها تأثير إيجابي على خصائص الذبيحة، وأسهمت في زيادة الوزن الحي وتحسين نسبة تحويل العلف.

جدول(5): تأثير إضافة مستويات من مسحوق قشور الرمان على بعض الأعضاء الداخلية في دجاج اللحم

الصفة المعاملة	التحكم 0%	1%	1.5%	2%
وزن الجهاز الهضمي(جم)	20.59±200.36	47.981±.40 16	18.92±176.383	27.83±165.00
وزن الكبد (جم)	1.90±45.08	0.84±41.98	1.10±42.78	1.817±43.91
وزن الطحال(جم)	1.59±0.14	0.138 2.143 ±	1.58±0.196	1.96 ±0.026
وزن القلب (جم)	0.62±8.78	0.135±7.893	0.686±7.40	0.530±8.17
وزن القانصة (جم)	1.60±19.87	2.69±25.46	1.98±34.88	0.653±18.62
وزن الحوصلة (جم)	3.09±15.01	3.44±15.50	27.57±10.55	0.56±18.69
وزن المعدة الغدية(جم)	5.48±28.43	8.44±26.573	4.61±29.33	3.810±34.89
وزن الأمعاء (جم)	16.02±113.37	2.56±113.280	5.9±100.95	7.17±93.17
طول الأمعاء (سم)	14.52±203.33	7.637±195.00	0.25±180.00	26.82±181.66

الاستنتاج

بناءً على نتائج هذه الدراسة يمكن الاستنتاج أن إضافة مسحوق قشور الرمان بنسبة 1% إلى علائق دجاج اللحم (سلالة روس) قد أظهرت تأثيراً إيجابياً واضحاً ومتوقفاً على كل من: الأداء وصفات الذبيحة والوزن الحي مما يزيد من قدرة هذه الإضافة على تحسين الذبيحة والقيمة الاقتصادية و يعطي الطير النشاط ومقاومة الأمراض وذلك لاحتوائه على مستويات عالية من العديد من المواد الكيميائية النباتية الغنية بالمرکبات النشطة بيولوجياً وخاصة الأحماض الفينولية والفلافونيدات ومضادات الأكسدة.

التوصيات:

توصلت هذه الدراسة إلى توصية بإجراء المزيد من الدراسات والأبحاث العلمية لتقييم تأثير إضافة مسحوق الرمان على أعمار مختلفة من دجاج اللحم. كما تؤكد الدراسة على أهمية استغلال المخلفات الزراعية كإضافات مستدامة في تغذية الدواجن، ويوصى في الدراسات المستقبلية بإجراء تقييم شامل لجودة اللحم الناتج عن هذه الإضافات.

الإخلاقيات البحثية: يؤكد الباحث عدم وجود أي تضارب قد يؤثر في موضوعية البحث أو نتائجه، وأن هذا العمل لم يسبق نشره أو تقديمه للنشر في أي مجلة علمية أخرى.

المراجع:

الفياض، حمدي عبد العزيز وناجي، سعد عبد الحسين، نادية نايف الهجو (2012). تكنولوجيا منتجات الدواجن. الطبعة الثانية. مديرية مطبعة التعليم العالي. بغداد.

الغرابي، حيدر قاسم باقر. (2017). تأثير استخدام المستخلص المائي لقشور الرمان في بعض الصفات الإنتاجية والمناعية والفسلجية والميكروبية لفروج اللحم. رسالة ماجستير. كلية الزراعة جامعة المتنى.

Abdel Baset, S., Ashour, E. A., Abd El-Hack, M. E., & El-Mekkawy, M. M. (2022). Effect of different levels of pomegranate peel powder and probiotic supplementation on growth, carcass traits, blood serum metabolites, antioxidant status and meat quality of broilers. *Animal biotechnology*, 33(4), 690–700. <https://doi.org/10.1080/10495398.2020.1825965>

Abdulla, N. R., Loh, T. C., Foo, H. L., Alshelmani, M. I. & Akit, H. (2019). Influence of dietary ratios of n-6: n-3 fatty acid on gene expression, fatty acid profile in liver and breast muscle tissues, serum lipid profile, and immunoglobulin in broiler chickens. *The Journal of Applied Poultry Research*, 28, 454-469. <https://doi.org/10.3382/japr/pfz008>

Ahmadipour, B., Pat, S., Abaszadeh, S., Hassanpour, H., & Khajali, F. (2021). Pomegranate peel as a phyto-genic in broiler chickens: Influence upon antioxidant, lipogenesis and hypotensive response. *Veterinary Medicine and Science*, 7(5), 1907-1913. <https://doi.org/10.1002/vms3.556>

AL-Noaimi EYT, Al-Rawi AM 2017: The inhibitory effects of some natural substances on H. Pylori. *Kirkuk university journal for scientific studies*, 12: (3), 1-17

Ali, A. A. W., Jawad, A. M., & Ewadh, M. J. (2018). Isolation and diagnosis of phenolic compounds in pomegranate peel and their use in inhibition of intestinal pathogenic bacteria isolated from human intestine and stomach. *Medical Journal of Babylon*, 15(1), 1-4. [DOI: 10.4103/MJBL.MJBL-1-18](https://doi.org/10.4103/MJBL.MJBL-1-18)

Al-Rawahi, A. S., Edwards, G., Al-Sibani, M., Al-Thani, G., Al-Harrasi, A. S., & Rahman, M. S. (2014). Phenolic constituents of pomegranate peels (*Punica granatum L.*) cultivated in Oman. *European Journal of Medicinal Plants*, 4 (3), 315–331. DOI: [10.9734/EJMP/2014/6417](https://doi.org/10.9734/EJMP/2014/6417)

- Al-Zoreky, N. S. (2009). Antimicrobial activity of pomegranate (*Punica granatum* L.) fruit peels. International Journal of Food Microbiology, 134 (3), 244–248. DOI: [10.1016/j.ijfoodmicro.2009.07.002](https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2009.07.002)
- Amri, Z., Zaouay, F., Lazreg-Aref, H., Soltana, H., Mneri, A., Mars, M., & Hammami, M. (2017). Phytochemical content, fatty acids composition and antioxidant potential of different pomegranate parts: Comparison between edible and non-edible varieties grown in Tunisia. International Journal of Biological Macromolecules, 104 (Pt A): 274–280. DOI: [10.1016/j.ijbiomac.2017.06.022](https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2017.06.022)
- A.O.A.C. (1990) Official Methods of Analysis. 15th Edition, Association of Official Analytical Chemist, Washington DC.
- Atya, Q.M., Karim, G.F., & Al-Salihi, S.S. (2018). The Antimicrobial Activity of Plant Extracts from *Punica granatum*, *Camellia*, and *Prosopis farcta* on Some Antibiotic Resistant Bacterial Species. *Diyala Journal For Pure Science*, 14 (3), 25–39. DOI: [10.24237/djps.1403.402C](https://doi.org/10.24237/djps.1403.402C)
- Belal, S. K., Abdel-Rahman, A. H., Mohamed, D. S., Osman, H. E. H., & Hassan, N. A. (2009). Protective effect of pomegranate fruit juice against *Aeromonas hydrophila*-induced intestinal histopathological changes in mice. *World Applied Sciences Journal*, 7 (2), 245–254.
- Bostami, A. B. M. R., Ahmed, S. T., Islam, M. M., Mun, H. S., Ko, S., Kim, S., & Yang, C. J. (2015). Growth performance, fecal noxious gas emission and economic efficacy in broilers fed fermented pomegranate byproducts as residue of fruit industry. *International Journal of Advanced Research*, 3 (3), 102–114.
- Duncan, D. B. (1955). Multiple range and multiple F tests. **Biometrics*, 11 (1), 1–42. <https://doi.org/10.2307/3001478>
- Eid, Y., Kirrella, A. A., Tolba, A., El-Deeb, M., Sayed, S., El-Sawy, H. B., Shukry, M., & Dawood, M. A. O. (2021). Dietary Pomegranate By-Product Alleviated the Oxidative Stress Induced by Dexamethasone in Laying Hens in the Pre-Peak Period. *Animals*, 11(4), 1022. <https://doi.org/10.3390/ani11041022>
- Ghosh, S., Chatterjee, P. N., Maity, A., Mukherjee, J., Batabyal, S., & Chatterjee, J. K. (2020). Effect of supplementing pomegranate peel infusion on body growth, feed efficiency, biochemical metabolites and antioxidant status of broiler chicken. *Tropical Animal Health and Production*, 52, 3899-3905. DOI: [10.1007/s11250-020-02352-0](https://doi.org/10.1007/s11250-020-02352-0)

- Hamady, G. A., Abdel-Moneim, M. A., El-Chaghaby, G. A., Abd-El-Ghany, Z. M., & Hassanin, M. S. (2015). Effect of pomegranate peel extract as natural growth promoter on the productive performance and intestinal microbiota of broiler chickens. *African Journal of Agricultural Science and Technology*, 3 (12), 514–519.
- Ismail, T., Sestili, P., & Akhtar, S. (2012). Pomegranate peel and fruit extracts: A review of potential anti-inflammatory and anti-infective effects. *Journal of Ethno pharmacology*, 143 (2), 397–405. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2012.07.004>
- Kairalla, M. A., Alshelmani, M. I. & Aburas, A. A. (2022a). Effect of diet supplemented with graded levels of garlic (*Allium sativum* L.) powder on growth performance, carcass characteristics, blood hematology, and biochemistry of broilers. *Open Veterinary Journal*, 12, 595-601. <http://dx.doi.org/10.5455/OVJ.2022.v12.i5.1>
- Kairalla, M. A., Aburas, A. A. & Alshelmani, M. I. (2022b). Effect of diet supplemented with graded levels of ginger (*Zingiber officinale*) powder on growth performance, hematological parameters, and serum lipids of broiler chickens. *Archives of Razi Institute*, 77, 2077-2083. <https://doi.org/10.22092/ARI.2022.359958.2524>
- Kairalla, M. A., Alshelmani, M. I. & Imdakim, M. M. (2023). Effect of diet supplemented with different levels of moringa powder on growth performance, carcass characteristics, meat quality, hematological parameters, serum lipids, and economic efficiency of broiler chickens. *Archives of Razi Institute*, 78, 1421-1430. <http://dx.doi.org/10.22092/ARI.2023.78.5.1647>
- Kairalla, M. A. & Alshelmani, M. I. (2025). The influence of supplementation of licorice powder (*Glycyrrhiza glabra*) to broiler diets on growth performance, hematological parameters and serum lipids. *Archives of Veterinary Medicine*, 18, 129-143. <https://doi.org/10.46784/e-avm.v18i1.449>
- Kanatt, S. R., Chander, R., & Sharma, A. (2010). Antioxidant and antimicrobial activity of pomegranate peel extract improves the shelf life of chicken products. *International Journal of Food Science & Technology*, 45 (2), 216–222. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2009.02124.x>
- Li, Y., Guo, C., Yang, J., Wei, J., Xu, J., & Cheng, S. (2006). Evaluation of antioxidant properties of pomegranate peel extract in comparison with pomegranate pulp extract. *Food Chemistry*, 96 (2), 254–260. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2005.02.033>

- Naumann, K.R.; Blassler, R. Seibold and C. Barth. (1997). Die Chemische Untersuchung von Futtermitteln, 3. Eerganzungslieferung. VDLUFA- Verlag, Darmstadt, Germany.
- Raza, S. R. (2024). Effect of pomegranate peel powder added to the diet of broiler chickens on productivity characteristics and chemical composition of the main carcass parts. *Maso International*, 1(2024), 000–000. <http://doi.org/10.2478/mjfst-2024-0004>
- Salih, T. A., Shahatha, S. S., & Alwan, A. (2019). The Effect Study of Adding Extracts of Some Medicinal Plants in The Bloody, Serological and Histological Changes Of Eimeria Necatrix And Compared With Amprolium In Broiler Chickens Ross 308. *Plant Archives*, 19(2), 1529-1537.
- Sharifian, M., Hosseini-Vashan, S. J., Nasri, M. F., & Perai, A. H. (2019). Pomegranate peel extract for broiler chickens under heat stress: Its influence on growth performance, carcass traits, blood metabolites, immunity, jejunal morphology, and meat quality. *Livestock Science*, 227, 22-28. DOI: [10.1016/j.livsci.2019.06.021](https://doi.org/10.1016/j.livsci.2019.06.021)
- Sharma, S. C., & Ahmad, S. A. (1992). Traditional medicinal plants: ancient.
- Singh, B., Singh, J. P., Kaur, A., & Singh, N. (2018). Phenolic compounds as beneficial phytochemicals in pomegranate (*Punica granatum* L.) peel: A review. *Food chemistry*, 261, 75-86. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.04.039>
- Suresh, G., Das, R. K., Kaur Brar, S., Rouissi, T., Avalos Ramirez, A., Chorfi, Y., & Godbout, S. (2018). Alternatives to antibiotics in poultry feed: molecular perspectives. *Critical reviews in microbiology*, 44(3), 318–335. <https://doi.org/10.1080/1040841X.2017.1373062>
- Yaseen, A. T., El-Kholy, M. E. S. H., Abd El-Razik, W. M., & Soliman, M. H. (2014). Effect of using pomegranate peel extract as feed additive on performance, serum lipids and immunity of broiler chicks. *Zagazig Veterinary Journal*, 42(1), 87-92. DOI: [10.21608/zvjz.2014.59473](https://doi.org/10.21608/zvjz.2014.59473)
- Futuyma, D. J. (2013). The evolution of evolutionary ecology. *Israel Journal of Ecology & Evolution*, 59(4), 172-180.
- Rilov, G., & Crooks, J. A. (2009). Biological invasions in marine ecosystems. *Ecological, Management and Geographic Perspectives*.

Relevance of gray mold disease on grapes in different regions of Al-Jabal Akhdar, Libya.**Abdulkhalig Moftah, Nwara. A. Mohamed and Mohamed A. M. Adam**

2 Plant Protection department, Agriculture faculty, Omar Al Mukhtar university, Elbieda-Libya. nwara.mohamed@omu.edu.ly

3 Plant Protection department, Agriculture faculty, Omar Al Mukhtar university, Elbieda-Libya. mohamed.adam@omu.edu.ly

*Corresponding author: E-mail: aabogandora@gmail.com Plant Protection department, Agriculture faculty, Omar Al Mukhtar university, Elbieda-Libya.

Received:

13.07.2025

Accepted:

09.09.2025

Publish online:

09.09.2025

الباحث الاول*: عبد الخالق مفتاح
عمر. قسم وقاية النبات، كلية الزراعة
- جامعة عمر المختار، البيضاء
ليبيا.

الباحث الثاني: نوارا علي محمد قسم
وقاية النبات، كلية الزراعة - جامعة
عمر المختار، البيضاء ليبيا.

الباحث الثالث محمد علي موسى ادم
قسم وقاية النبات، كلية الزراعة -
جامعة عمر المختار، البيضاء ليبيا.

Abstract

The abstract is a digest of the entire paper and should be given the same consideration as the main text. It does not normally include any reference to the literature. Abbreviations or acronyms must be preceded by the full term at the first use. An abstract should be between 150-200 words. It includes a brief statement of problem, a concise description of the research method and design, a summary of major findings, including their significance or lack of it, and conclusions.

Keywords: Component; Formatting; Style; Styling; Insert (6-8 words)

أهمية مرض العفن الرمادي على العنب في مناطق مختلفة من الجبل الأخضر

المستخلص: أجريت الدراسة الحالية من شهر مايو حتى سبتمبر موسم 2023 وتهدف إلى حصر مرض العفن الرمادي على العنب في بعض مناطق الجبل الأخضر وهي الوسيطة ومسة والفايدية والعويلية وبطة. تم جمع وفحص العينات من الأوراق المصابة، بينت نتائج العزل والتعريف بعد تحضير شرائح في النمو الفطري ووصف المسبب المرضي *Botrytis cinerea* وأخذ قياساته تحت المجهر الضوئي، حيث سُجل سمك الميسيليوم القديم المسجل 12.5-5 ميكرون بمتوسط ، وتراوح سمك الميسيليوم الحديث 3-7.5 ميكرون بمتوسط ، طول الجراثيم 7.5-5 ، عرض الجراثيم 12.5-7.5 ، عرض الجراثيم 5-7.5 ميكرون وطول الحامل الجرثومي 15-25 ميكرون. وكما أشارت نتائج التحليل الإحصائي إلى وجود فروق معنوية بين مناطق الدراسة، فكانت منطقة العويلة أعلى نسبة إصابة 54% خلال شهر مايو، بينما منطقة مسة الأدنى معدل إصابة فقد بلغت في شهر سبتمبر نسبة 0.22%. وتراوحت شدة الإصابة بين 0.06 إلى 13.67% في نفس الظروف.

الكلمات المفتاحية: مرض العفن الرمادي، فطر *Botrytis cinerea*، العنب، منطقة الجبل الأخضر.



INTRODUCTION

Grapes are a globally significant crop, for both local consumption and exportation. They belong to the Vitaceae family, which includes about 16 genera and 900 species (Wang *et al.*, 2018; Liu *et al.*, 2016). The genus *Vitis* L., a woody climber, is native to the temperate regions of Northern hemisphere and is divided into three main groups: American, East Asian, and European/West Asian. The last group contains the single species *Vitis vinifera* L., from which most high-quality grape cultivars are derived (Riaz *et al.*, 2018; Sargolzaei *et al.*, 2021). In 2022 grapevines are grown on approximately 7.5 million hectares worldwide, global production reached about 75 million tons (FOA, 2024), cementing their place among the top five fruit crops. Grapes are valued for their rich nutritional profile, numerous health benefits, and versatility. Grape yield has increased during the last five years, and they are currently consistently placed among the top five fruit crops globally (USDA, 2023). Grapes (*Vitis vinifera* L.) are among the most valuable fruits globally, renowned for their rich nutritional profile and numerous health benefits. Due to their exceptional flavor and versatility, grapes are cultivated widely across different regions. (Chen *et al.*, 2018). A key focus of the expanding grape industry is the advancement of innovative processing, storage, and marketing technologies to enhance postharvest shelf life and product quality (Elsayed *et al.*, 2022).

Gray mold, caused by the fungus *Botrytis cinerea* Pers. Fr. (teleomorph: *Botryotinia fuckeliana* (de Bary) Whetzel), is one of the major diseases affecting grapevines (Elad and Fillinger, 2016; Youssef *et al.*, 2015). Although *B. cinerea* can adopt multiple infection strategies—acting as a saprophyte, necrotroph, or parasite on various grapevine tissues (Elad and Fillinger, 2016; Elmer and Michailides, 2007), its most detrimental impact on grape yield and quality typically occurs during the berry ripening stage (Elad and Fillinger, 2016). Environmental conditions are often conducive to *B. cinerea* development throughout the late growth phases, particularly from growth stage (GS) 81 to GS89 as defined by Lorenz *et al.* (1995). During this period, biochemical and structural changes in the berries make them especially susceptible to direct infection. Additionally, berries previously exposed at earlier stages may harbor latent infections, further increasing the risk of visible mold development as they ripening (Kosuge and Hewitt, 1964; Tyson *et al.*, 2022).

Botrytis fungus is facultative, so it contributes to cell death, causing gradual decomposition of the infected tissues. *Botrytis* overwinters in the soil as mycelium in decaying plant debris and as sclerotia, melanized mycelial survival structures (Staats *et al.*, 2005). *Botrytis* rot occurs in vineyards all over the world, but is most common in regions with cool to moderate temperatures during the pre-harvest period. (Wilcox, 2005). The following infection pathways can cause gray mold on ripening berries: (i) latent infections that develop during flowering and manifest as rotted berries; (ii) berry infection brought on by conidia generated by the mycelium colonizing the bunch trash (such as calyptas, dead stamens, aborted flowers and berries, and tendrils); (iii) direct berry infection brought on by conidia dispersed by the wind; and (iv) berry-to-berry infection brought on nearby infected berries within the cluster. (Elmer and Michailides, 2007). As the disease progresses, the skin becomes sunken and water-soaked around the infection region, with dense gray mycelial growth and conidial masses visible. Similar early-stage lesions were observed on grapevine leaves after six days of inoculation (Jayawardena *et al.*, 2018).

The genus *Botrytis* includes the well-known generalist species *B. cinerea*, which infects over 200 eudicot hosts—particularly those that are senescing, stressed, or wounded (MacFar-

lane, 1968). *Botrytis*, along with its sexual form *Botryotinia* Whetzel, comprises 22 species and one hybrid (Hennebert, 1973; Yohalem *et al.*, 2003), and belongs to the family Sclerotiniaceae Whetzel (In-operculate Discomycetes). Species identification has traditionally relied on morphological characteristics, especially macroconidium ontogeny, and species have often been named based on host association. Most *Botrytis* species have a global distribution or occur wherever their host crops are cultivated (Jarvis, 1977). The aim of this study was to survey of grape gray mold disease in some Al-Jabal Al-Khdar regions. Such as Wesita, Masa, Al-Faidia, Al-Aoilia and Batta. And identification the cause of this disease.

MATERIALS AND METHODS

The studied regions included Al-wasita, Massa, Batta, Al-aoilia and Al-faidia. During the seasons 2023, three farms were inspected from one location, five trees per farm and thirteen leaves per tree. The Infection percent was estimated, and disease density estimated by calculating spott on the leaves according to scale (Ciliberti, *et al.*, 2015), as follows: (0 = no symptoms, 1 = 0.1-5%, 2 = 5.1-15%, 3 = 15.1-30%, 4 = 30.1-45%, 5 = 4.1-65%, 6 = 65.1-85%, 7 = 85.1- 100%). The following equation was applied: Disease density = [(injury degree * Number of plant leaves) / total number of plant leaves * highest injury degree] * 100 (McKinney, 1923; Chiang *et al.*, 2017).

The pathogen was identified based on morphological characteristics and pathogenicity tests (Jayawardena *et al.*, 2018). Diseased grapevine samples were collected and placed in separate plastic bags with sterilized tissues dipped in distilled water to maintain humidity. The pathogen is isolated from the infected leaves cut into parts of 1 cm², and after sterilizing it with sodium hypochlorite, 10% for two minutes, then washed with sterile water three times, dried up with filtration paper and transferred to the dishes of Petri Potatoes, PDA, added to it the antibiotic streptomycin 50µg/ ML), The pure isolates obtained were cultured on potato dextrose agar (PDA) plates with sterilized filter paper pieces and incubated for 7–10 days at 20 °C. The morphology of fungal colonies was recorded following the method of Hennebert (1963), Zhang *et al.* (2010 a, b) and Zhou *et al.* (2014). The fungal were examined under the microscope to study the vegetative and reproductive structures was measured and shape, and the mycelium thickness measurements were taken as a result.

Performed on the young ,leaves surface sterile '*Alatica*' grapevine plants. A pure culture of *Botrytis cinerea* was obtained from earlier infected specimens, and a spore suspension was prepared at a concentration of 10⁶ spores/ml. For inoculation, making small wounds on the leaves using sterilized needles, and droplets of the spore suspension were applied. The inoculated leaves were then placed in 9 cm petri dishes containing water agar (WA) and maintained at 20 ± 1°C. The experiment included four replicates per treatment, and disease progression was assessed 11 days post-inoculation.

Statistical analysis: Complete Randomized Design (CRD) was used in this study. The statistical analysis process was conducted using SPSS Ver. 23.0 (ANOVA analysis).

RESULTS and DISCUSSION

Figure 1 illustrates the symptoms of gray mold disease on infected leaves and grapefruit in the study region, which appear as large, irregular, brown spots located primarily near the edges of the leaf blades or along the main veins. Mold growth was also observed on grape berries, which initially softened before rotting. A grayish fungal mycelium and a dense mass of gray conidia developed on the infected fruits. These symptoms align with the findings of Wilcox (2005), Jayawardena *et al.*

(2018), and Zhou et al. (2014), who also identified *Botrytis cinerea* as the cause of this disease in grapevines.



Figure: (1). The symptoms of gray mold disease on the leaves and grape fruit.

Based on Table 1, which shows the climatic conditions of the study regions, the highest recorded temperature was 40.54°C in June in the Al-Wesita zone. The lowest temperature was in May in both Massa and Al-Faidia. Relative humidity ranged between 58.17% and 79.15% during the study period. Al-Wesita recorded the highest humidity, and June had the highest percentages comparison all regions.

The results of the study, shown in Table 2, indicated a high incidence of gray mold disease in May in the Aoilia and Al-Wesita regions (54.0% and 46.0%, respectively). The lowest incidence was recorded in August and September in the Batta and Massa regions (2.66% and 6.44%, respectively). This decrease was even more pronounced in September (2.22% and 0.22%) for both regions, respectively.

Based on Table 3, May shown the highest density of gray mold disease on the studied grapevines. In contrast, August and September had the lowest density in all regions except for Al-Faidia and Al-Aoilia, which showed an increase in density throughout the study months. In these two regions, reached 7.4% and 8.6%, respectively, in September. Overall, the highest infection densities were recorded in Al-Aoilia and Al-Wesita at 13.7% and 11.5%, respectively, while the lowest densities were observed in the Massa and Batta regions throughout all the study months. The results showed that grape trees in all study regions were infected with gray mold disease. This may be due to the difference in weather conditions between May and September, where the disease was suitable moderate and humid weather, as confirmed by (Wilcox, 2005).

Table:(1). Climatic condition not illustrated in materials and methods in the study zones during May to September 2023.

Months	Temperature (C)		
	Zone 1	Zone 2	Zone 3
May	28.47	30.75	31.69
June	31.41	33.44	33.63
July	32.96	40.54	39.79
August	33.75	38.43	37.44
September	31.43	33.65	33.35

Months	Relative Humidity (%)		
	Zone 1	Zone 2	Zone 3
May	66.16	72.95	65.67
June	69.89	79.15	72.64
July	59.11	76.91	65.21
August	58.17	71.66	61.75
September	74.21	73.45	73.81

Zone 1: Masa and Al-Faidia

Zone 2:: Al-Wesita

Zone 3: Al-Aoilia and Batta

<https://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer>**Table:(2).** The infection rate of gray mold disease in study regions during the 2023.

Months	Al-Jabal Al-Khdar regions				
	Al-Wesita	Masa	Al-Faidia	Al-Aoilia	Batta
May	46.0 ab	17.3 defgh	34.7 bc	54.7 a	18.7 cdefgh
June	24.7 cdef	18.0 cdefgh	33.6 bcd	28.6 cde	22.6 cdefg
July	14.9 efghi	9.4 fghi	20.3 cdefg	25.0 cdef	12.7 efghi
August	8.4 fghi	6.4 ghi	11.8 efghi	14.4 efghi	2.7 hi
September	13.1 efghi	0.22 i	23.8 cdef	23.8 cdef	2.2 hi
Average	21.43	10.28	24.81	29.16	11.36
Min	46.00	17.97	34.67	54.00	22.56
Max	13.11	0.22	11.77	14.44	2.22

Table:(3). The density of gray mold disease infection in the study regions during the 2023.

Months	Al-jabal Al-khdar regions				
	Al-Wesita	Masa	Al-Faidia	Al-Aoilia	Batta
May	11.5 ab	4.3 cdefgh	8.7 bc	13.7 a	4.7 cdefgh
June	6.3 cdefg	4.5 cdefgh	8.4 bcde	7.1 bcdef	5.7 cdefg
July	4.2 cdefgh	2.6 fgh	6.4 cdefg	7.2 bcdef	3.6 efgh
August	2.7 fgh	1.7 gh	3.66efgh	3.9 cdefgh	0.7 h
September	3.7 defgh	0.1 h	8.6 bcd	7.4 bcdef	0.6 h
Average	5.61	2.26	7.12	7.83	3.03
Min	2.67	0.06	3.55	3.89	0.56
Max	11.50	4.33	8.67	13.67	5.66

Figure 3 described the structures of the fungus isolated from grape leaves after being purified on a culture medium PDA. (Figure 2a) shown a dark gray fungal colony. Sclerotia are hardened, black survival structures that developed under specific conditions, enabling the fungus to endure adverse environmental situations. while Figure 2b shows mycelium initially hyaline (clear) (figure 2b), becoming grey with age, and typically branched, septate (divided by cross-walls) (figure 2c,d), and branched, bearing clusters of conidia at their tips. These branching patterns are often described as tree-like. Conidia: that is typically oval or round, single-celled, and greyish in mass, giving the characteristic "grey mold" appearance. the morphological characteristics, on the PDA medium showed a cottony growth with a white color that quickly turned gray, as mentioned by (Khazaeli *et al.*, 2010). Upon examination with a light microscope of the morphological structures, the results showed that mycelium was branched and gray in color. The figure shows that the fungus has the ability to infect the leaves and cause disease after injecting them, as the symptoms of the disease appear as shown in Figure (3).

Based on Table 4, the fungus *B. cinerea* is classified according to its morphological characteristics. A noticeable variation was observed in mycelial thickness. The thickness of the young mycelium was between 3-7.5 μm with an average of (4.55 μm), while the thickness of the old mycelium ranged between 5-12.5 μm with an average of (9 μm). The conidiophores were straight or curved and branched at the top in a dendritic shape and their length ranged between 15-25 μm with an average of (18.77 μm). The conidiospores were spherical to oval, gray in shape, and their length ranged between 7.5-12.5 μm with an average of (11.25 μm) and their width ranged between 5-7.5 μm with an average of (5.5 μm). These findings are consistent with those reported by Elad (2007) and Khazaeli *et al.* (2010). The morphological characteristics of the fungus isolated from gray mold-infected grape leaves corresponded closely with those of *Botrytis cinerea*, as described by Hennebert (1973) and Jarvis (1977), (1980) and Farr et al (1989) and Muñoz (2016).

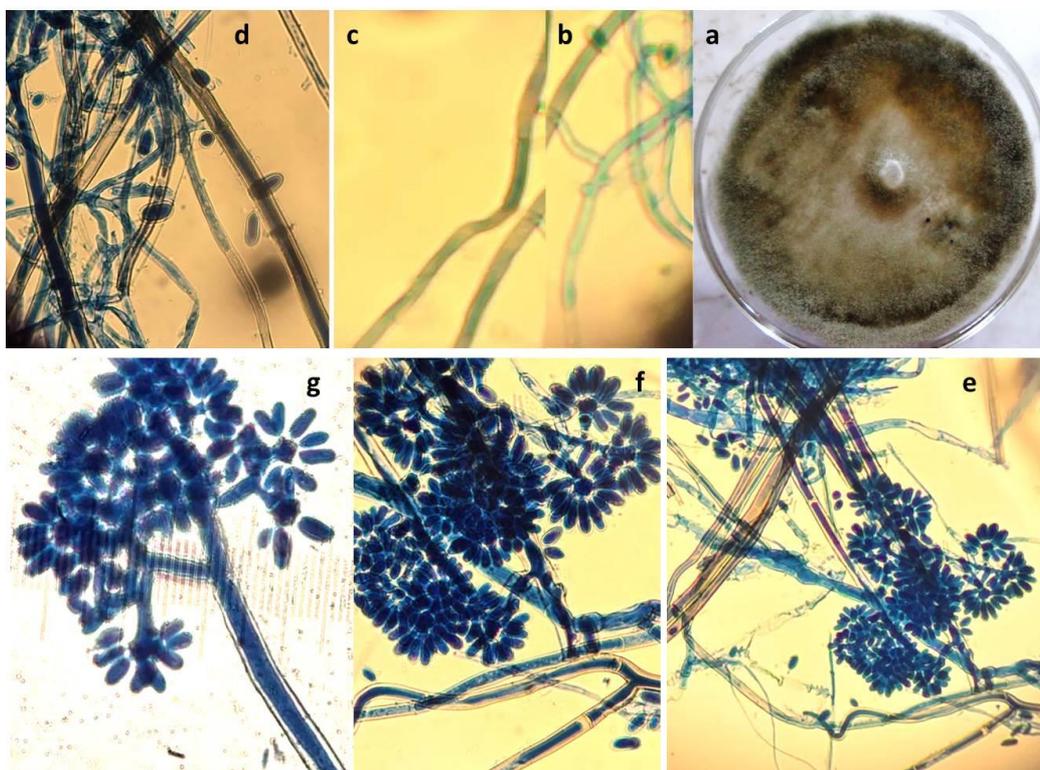


Figure: (2). Description of the fungal. [a: colony, along with the vegetative and reproductive structures of *Botrytis cinerea*, b: young mycelium observed under a light microscope at (20x). c-d: old mycelium observed under a light microscope at (20x). e-g: reproductive structures of *Botrytis cinerea* e: (10x). f: (20x). g: (40x).]



Figure: (3). The pathogenicity of *B. cinerea* on fresh grape leaves. [a: Leaves not injected with fungus b: Leaves injected with fungus.]

Table:(4). Characteristics of the fungus *Botrytis cinerea*

Morphological characteristics		Measurements (µm)
Young mycelium		3-7.5 (4.55*)
Mature mycelium	Thick	5-12.5 (9)
Conidiophore		15-25 (18.77)
Conidiospore	Length	7.5-12.5 (11.25)
	Width	5-7.5 (5.5)

(*) average

The study successfully isolated and identified the fungus *Botrytis cinerea* from grapevine leaves, confirming the presence of gray mold disease in all of the regions surveyed. The researchers attributed the variations in the incidence and density of the disease to differences in climatic conditions and the susceptibility of the grape cultivars to the causal fungus. The fungus was identified based on its morphological characteristics after being isolated from infected leaves. Additionally, it was proven to be capable of causing infection on new leaves of the 'Alatica' cultivar.

B. cinerea has been identified as the world's second most significant plant pathogenic fungal species (Dean *et al.*, 2012). The primary source of grapevine infection in the spring is the conidia—spores produced in late winter and early spring from overwintering fungal mycelium on host tissues (Elmer & Michailides, 2004). Under humid conditions, gray mold infection leads to serious losses in the yield and quality of numerous crops (Vail *et al.*, 1998; Leroch *et al.*, 2012, González-Domínguez *et al.*, 2015).

Rising Precent and density of the disease are attributed to the quantity of antifungal compounds, such as phenolic substances. The 'Alatica' cultivar showed high susceptibility to *B. cinerea* infection. According to a study by (Mohamed *et al.*, 2007) an increase in disease to a decrease in the thickness of the leaf's cuticle or changes in the antifungal chemical compounds present in grape leaves, such as phytoalexins, which increase in response to *B. cinerea* infection.

CONCLUSION

The results indicated that through the symptoms and morphological characteristics of the fungus and the plant host, the fungus causing the disease is *Botrytis cinerea*, and that the fungus is a major causative agent on grapes and it causes significant economic losses to leaves, flowers and fruits in both the field and in storage, particularly under conditions of high humidity combined with low to moderate temperature.

RECOMMENDATIONS

Based on the results of this study, the following recommendations are proposed to manage and limit the impact of gray mold disease on grapes in Al-Jabal Al-Akhdar region: Integrated Disease Management (IDM), Apply preventive fungicides during critical growth stages, especially in when environmental conditions are favorable for *B. cinerea*. Adopt modern molecular diagnostic tools such as PCR or qPCR for detection this fungus.

REFERENCES

- Chen, Y., Grimplet, J., David, K., Castellarin, S. D., Terol, J., Wong, D. C., and Chervin, C. (2018). Ethylene receptors and related proteins in climacteric and non-climacteric fruits. *Plant science*, 276, 63-72. [doi: 10.1016/j.plantsci.2018.07.012](https://doi.org/10.1016/j.plantsci.2018.07.012). [Epub 2018 Aug 10](#).
- Chiang, K. S., Bock, C. H., & El Jarroudi, M. (2017). A discussion on disease severity index values. Part I: Warning on inappropriate calculation and use of the index. *European Journal of Plant Pathology*, 148:(3), 453–460. <https://doi.org/10.1007/s10658-016-1107-1>
- Ciliberti, N., Fermaud, M., Languasco, L., and Rossi, V. (2015). Influence of fungal strain, temperature, and wetness duration on infection of grapevine inflorescences and young berry clusters by *Botrytis cinerea*. *Phytopathology*, 105(3), 325-333. [doi: 10.1094/PHYTO-05-14-0152-R](https://doi.org/10.1094/PHYTO-05-14-0152-R)

- Elad, Y., Vivier, M., and Fillinger, S. (2016). “*Botrytis*, the good, the bad and the ugly,” in *Botrytis – the fungus, the pathogen and its management in agricultural systems*. Eds. S. Fillinger and Y. Elad (Cham: Springer), 1–15. [doi: 10.1007/978-3-319-23371-0_1](https://doi.org/10.1007/978-3-319-23371-0_1)
- Elad, Y., Williamson, B., Tudzynski, P., and Delen, N. (Eds.). (2004). *Botrytis: Biology, Pathology and Control*. Kluwer Academic Publishers. 428 pp
- Elad, Y., Williamson, B., Tudzynski, P., and Delen, N. (2007). *Botrytis* spp. and diseases they cause in agricultural systems-an introduction. Pages 1-8 in: *Botrytis: Biology, Pathology, and Control*. Y. Elad, B. Williamson, P. Tudzynski, and N. Delen, eds. Springer, Dordrecht, The Netherlands.
- Elmer, P. A., and Michailides, T. J. (2007). Epidemiology of *Botrytis cinerea* in orchard and vine crops. In *Botrytis: biology, pathology and control* (pp. 243-272). Dordrecht: Springer Netherlands.
- Elsayed, M. I., Al-Qurashi, A. D., Almasaudi, N. M., and Abo-Elyousr, K. A. (2022). Efficacy of essential oils against gray mold and effect on fruit quality during cold storage in table grapes. *South African Journal of Botany*, 146, 481-490. [DOI: 10.1016/j.sajb.2021.11.046](https://doi.org/10.1016/j.sajb.2021.11.046)
- FAO (Food and Agriculture Organization). (2024). Available at: <https://www.fao.org/faostat/en/#home> (Accessed on May 05, 2024).
- Farr, D. F., Bills, G. F., Chamuris, G. P., and Rossman, A. Y. (1989). *Fungi on plants and plant products in the United States*. American Phytopathological Society, St. Paul, MN.
- González-Domínguez, E., Caffi, T., Ciliberti, N., and Rossi, V. (2015). A mechanistic model of *Botrytis cinerea* on grapevines that includes weather, vine growth stage, and the main infection pathways. *PloS one*, 10(10), e0140444. [https://doi.org/ 10.1371/journal.pone.0140444](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0140444)
- Hennebert, G. L. (1973). *Botrytis* and *Botrytis*-like genera. *Persoonia-Molecular Phylogeny and Evolution of Fungi*, 7(2), 183-204.
- Jarvis, W. R. (1977). *Botryotinia* and *Botrytis* species: taxonomy, physiology and pathogenicity-A guide to the literature.
- Jarvis, W. R. (1980). Taxonomy. Pages 1-18 in: *The Biology of Botrytis*. J. R. Coley-Smith, K. Verhoeff, and W. R. Jarvis, eds. Academic Press, San Diego, CA. 318 pp
- Jayawardena, R. S., Zhang, W., Li, X. H., Liu, M., Hao, Y. Y., Zhao, W. S., Hyde, K. D., Liu, J. H. and Yan, J. Y. (2018). Characterization of *Botrytis cinerea* causing grape bunch rot in Chinese vineyards, *Asian Journal of Mycology* 1(1), 74–87. [Doi 10.5943/ajom/1/1/6](https://doi.org/10.5943/ajom/1/1/6)
- Khazaeli, P., Zamanizadeh, H., Morid, B., and Bayat, H. (2010). Morphological and molecular identification of *Botrytis cinerea* causal agent of gray mold in rose greenhouses in central regions of Iran. *International J. of Agricultural Science and Research*.1:19- 24.
- Kosuge, T., and Hewitt, W. (1964). Exudates of grape berries and their effect on germination of conidia of *Botrytis cinerea*. *Phytopathology*. 54, 167–172.

Leroch M, Plesken C, Weber RWS, Kauff F et al. 2012 – Grey mold population in German strawberry fields show multiple fungicide resistance and are dominated by a novel clade close to *Botrytis cinerea*. *Applications in Environmental Microbiology* 79, 159–167.

DOI: [10.1128/AEM.02655-12](https://doi.org/10.1128/AEM.02655-12)

Liu, X. Q., Ickert-Bond, S. M., Nie, Z. L., Zhou, Z., Chen, L. Q., and Wen, J. (2016). Phylogeny of the Ampelocissus–Vitis clade in Vitaceae supports the New World origin of the grape genus. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 95, 217-228. doi: [10.1016/j.ympev.2015.10.013](https://doi.org/10.1016/j.ympev.2015.10.013)

Lorenz, D. H., Eichhorn, K. W., Bleiholder, H., Klose, R., Meier, U., and Weber, E. (1995). Phenological growth stages of the grapevine (*Vitis vinifera* L. ssp. *vinifera*) codes and descriptions according to the extended BBCH scale. *Aust. J. Grape Wine Res.* 1, 100–103. doi: [10.1111/j.1755-0238.1995.tb00085.x](https://doi.org/10.1111/j.1755-0238.1995.tb00085.x)

Macfarlane, H. H. (1968). Review of Applied Mycology. Plant Host-Pathogen Index to Volumes 1-40 (1922-1961).

McKinney, H. H. (1923). Influence of soil temperature and moisture on infection of wheat seedlings by *Helminthosporium sativum*. *Journal of Agricultural Research*, 26:(5), 195–217.

Mohamed, N., Lherminier, J., Farmer, M.-J., Fromentin, J., Béno, N., Houot, V., Milat, M.-L., and Blein, J.-P. 2007. Defense responses in grapevine leaves against *Botrytis cinerea* induced by application of a *Pythium oligandrum* strain or its elicitor, oligandrin, to roots. *Phytopathology* 97:611-620. doi: [10.1094/PHYTO-97-5-0611](https://doi.org/10.1094/PHYTO-97-5-0611).

Muñoz, G., Campos, F., Salgado, D., Galdames, R., Gilchrist, L., Chahin, G., and Andrade, O. (2016). Molecular identification of *Botrytis cinerea*, *Botrytis paeoniae* and *Botrytis pseudocinerea* associated with gray mould disease in peonies (*Paeonia lactiflora* Pall.) in Southern Chile. *Revista iberoamericana de micología*, 33(1), 43-47. DOI: [10.1016/j.riam.2015.02.002](https://doi.org/10.1016/j.riam.2015.02.002)

Riaz, S., De Lorenzis, G., Velasco, D., Koehmstedt, A., Maghradze, D., Bobokashvili, Z., ... and Arroyo-Garcia, R. (2018). Genetic diversity analysis of cultivated and wild grapevine (*Vitis vinifera* L.) accessions around the Mediterranean basin and Central Asia. *BMC plant biology*, 18(1), 137. Doi [10.1186/s12870-018-1351-0](https://doi.org/10.1186/s12870-018-1351-0)

Sargolzaei, M., Rustioni, L., Cola, G., Ricciardi, V., Bianco, P. A., Maghradze, D., ... and De Lorenzis, G. (2021). Georgian grapevine cultivars: ancient biodiversity for future viticulture. *Frontiers in Plant Science*, 12, 630122. Doi [10.3389/fpls.2021.630122](https://doi.org/10.3389/fpls.2021.630122).

Staats, M., van Baarlen, P., and van Kan, J. A. (2005). Molecular phylogeny of the plant pathogenic genus *Botrytis* and the evolution of host specificity. *Molecular biology and Evolution*, 22(2), 333-346. DOI: [10.1093/molbev/msi020](https://doi.org/10.1093/molbev/msi020)

Tyson, J. L., Middleditch, C. L., and Fullerton, R. A. (2022). The effect of grape berry growth stage on germination of *Botrytis cinerea* in New Zealand. *Australasian Plant Pathology*, 51(1), 79-90. doi: [10.1007/s13313-021-00839-4](https://doi.org/10.1007/s13313-021-00839-4)

USDA. (2023). Fresh Apples, Grapes, and Pears: World Markets and Trade; United States Department of Agriculture Foreign Agricultural Service: Washington, DC, USA, pp. 1–13. Available online: <https://apps.fas.usda.gov/psdonline/circulars/fruit.pdf> (accessed on 18 January 2024).

- Vasilica, M. R., Suciu, L. A., and Puia, C. E. (2012). *In Vitro* Studies Regarding the Morphology of *Botrytis cinerea* Pers. Isolated from Geranium Plants. 5, 60 - 66.
- Wang, X., Tu, M., Wang, D., Liu, J., Li, Y., Li, Z., Wang, Y.; and Wang, X. (2018). CRISPR/Cas9 - mediated efficient targeted mutagenesis in grape in the first generation. *Plant biotechnology journal*, 16(4), 844-855. [DOI: 10.1111/pbi.12832](https://doi.org/10.1111/pbi.12832)
- Wilcox, W. (2005). *Grape Disease Control*. Dept. of Plant Pathology, Cornell University, NY State Agric. Expt. Station, Geneva, NY.
- Yohalem, D. S., Nielsen, K., and Nicolaisen, M. (2003). Taxonomic and nomenclatural clarification of the onion neck rotting *Botrytis* species. *Mycotaxon* 85, 175 - 182.
- Youssef, K., Roberto, S. R., Chiarotti, F., Koyama, R., Hussain, I., and de Souza, R. T. (2015). Control of *Botrytis* mold of the new seedless grape 'BRS Vitoria' during cold storage. *Scientia Horticulturae*, 193, 316-321. <http://dx.doi.org/10.1016/j.scienta.2015.07.026>

The influence of turmeric powder (*Curcuma longa*) supplementation to broiler diets on productive performance and economic efficiency First Author^{1*}, Second Author², and Third Author^{3*}

¹ Department of Animal Production, Faculty of Agriculture, University of Zintan, Zintan, Libya.

² Department of Animal Production, Faculty of Agriculture, University of Sebha, Sebha, Libya.

³ Department of Animal Production, Faculty of Agriculture, University of Benghazi, Benghazi, Libya.

*Corresponding author: E-mail: mohammed.alshelmani@uob.edu.ly
Department of Animal Production, Faculty of Agriculture, University of Benghazi, Benghazi, Libya
Received: 23.08.2025
Accepted: 31.12.2025
Publish online: 31.12.2025

الباحث الاول¹: عبد الحكيم عامر أبوراس،
قسم الإنتاج الحيواني، جامعة الزنتان، ليبيا.

الباحث الثاني²: مجدي عبدالقادر خيرالله،
قسم الإنتاج الحيواني، جامعة سبها، ليبيا.

الباحث الثالث³: محمد إدريس الشلماني،
قسم الإنتاج الحيواني، جامعة بنغازي، ليبيا.

Abstract

The abstract is a digest of the entire paper and should be given the same consideration as the main text. It does not normally include any reference to the literature. Abbreviations or acronyms must be preceded by the full term at the first use. An abstract should be between 150-200 words. It includes a brief statement of problem, a concise description of the research method and design, a summary of major findings, including their significance or lack of it, and conclusions.

Keywords: Component; Formatting; Style; Styling; Insert (6-8 words)

تأثير إضافة مسحوق الكركم (*Curcuma longa*) لعلائق دجاج اللحم على الأداء الإنتاجي والكفاءة الاقتصادية

المستخلص: هدفت هذه الدراسة إلى تقييم تأثير إضافة مسحوق الكركم في علائق دجاج اللحم على الأداء الإنتاجي والكفاءة الاقتصادية خلال فترة التسمين. تم وزن 240 كتكوت لحم (كوب 500) بعمر يوم واحد ووزعت عشوائياً على أربع مجموعات متساوية تألفت من 60 طير لكل مجموعة. تكونت كل مجموعة من أربع مكررات تحتوي على 15 كتكوت في كل منها. غذيت الطيور على عليقة أساسية أضيف لها مسحوق الكركم بنسب 0، 0.1، 0.2، و 0.3%، لمجموعة الشاهد والمجموعة الثانية والثالثة والرابعة على التوالي. أشارت النتائج أن الطيور المغذاة على عليقة تحتوي على 0.2% و 0.3% من مسحوق الكركم أظهرت زيادة معنوية ($P < 0.05$) في الزيادة الوزنية للجسم وتحسن في كفاءة التحويل الغذائي مقارنة بمجموعة الشاهد والمجموعة الثانية المغذاة على 0.1% مسحوق الكركم. لم تكن هناك اختلافات معنوية ($P > 0.05$) في استهلاك العلف بين المعاملات الغذائية. تحسنت الكفاءة الاقتصادية بإضافة مسحوق الكركم بنسبة 0.3% و 0.2%، على التوالي. نستنتج أن إضافة مسحوق الكركم بنسبة 0.3% كمحفز للنمو في علائق دجاج اللحم خلال فترة التسمين أثرت بشكل إيجابي على الأداء الإنتاجي والكفاءة الاقتصادية.



INTRODUCTION

Rapid population growth has increased the demand for meat and other high protein foods of animal origin. As a means of achieving sufficient protein intake, broiler meat remains one of the a major source of protein for consumers rely on because of its availability as well as its popularity as a component of the international cuisine (Alshelmani *et al.*, 2021; Alshelmani *et al.*, 2013; Kairalla *et al.*, 2023). Public concerns regarding antibiotic resistance and the lingering detrimental effects of these medications on human health have catalyzed a transition towards sustainable and alternative methods for growth promotion in poultry (Kairalla, *et al.*, 2022; Kairalla and Alshelmani, 2025; Kairalla, *et al.*, 2022). Incorporation of medicinal plants into poultry diets has emerged as a viable method amongst these choices. Medicinal plants can safeguard poultry against numerous infections, improve health, promote growth, and are equally economic efficiency and widely accessible with minimal or no adverse effects (Kairalla and Alshelmani, 2025).Turmeric contains active phytoconstituents, and has emerged as a viable alternative to enhance growth and sustainability in the poultry industry. These plants exhibit substantial advantages, such as accelerated growth, modulation of inflammation, enhanced gut morphology and microbiota, boosted immunity, and overall improved productivity (Aburas *et al.*, 2025).Numerous natural substances can enhance poultry health through dietary formulation. Currently, the poultry industry has employed numerous natural chemicals as feed additives (Kairalla, *et al.*, 2022). Thus, the current study aimed to understand how supplementing turmeric to the diet affects the productive performance and economic efficiency of broiler chickens.

MATERIALS AND METHODS

The current feeding trial was conducted at the Faculty of Agriculture, Zintan University, Libya. The commercially tested material, turmeric (*Curcuma longa*) powder, was purchased from a local market in Zintan city. Samples of turmeric were analyzed according to the methods described by (AOAC (1995) (Table 1).

Table:(1). Proximate analysis of turmeric, (% of DM).

Composition	(%)
Dry Matter	67.99
Ash	7.57
Crude Protein	13.77
Ether extract	3.0
Crude Fiber	21.18
Nitrogen-Free Extract	54.41

Birds and diets: This study employed a completely randomized design (CRD). A total of 240 one-day-old Cobb500 broiler chicks with similar live body weights were used. The chicks were individually wing tagged and weighed. Then, the birds were allocated into four equal groups, each group consisted 60 birds per treatment. The groups were split into four replicates, each replicate consisted 15 birds. The birds were housed in ground pens measuring 1.5 × 1.5 m per replicate, equipped with wood shavings as bedding. The chicks were provided with unrestricted access to water and feed. All birds were subjected to uniform feeding and maintenance procedures as specified in the Cobb500 broiler chick manual (2022). The lighting program was 23 h light and one h dark. All

chicks were vaccinated against three prevalent infectious diseases: Newcastle disease, infectious bronchitis, and Gumboro disease.

The birds were fed their starter and finisher diets from 1 to 21 days and 22 to 42 days of age, respectively (Table 2). The diets were formulated in the farm of the Faculty of Agriculture, Zentan. Experimental diets were developed according to the calorie requirements of birds as described by the National Research Council (NRC, 1994). All diets had almost iso-nutritive value according to the purpose of the study. The experimental diets were determined as basal diet with turmeric powder supplemented in the basal diet at 0%, 0.1%, 0.2% and 0.3%.

Table:(2). Ingredients and the chemical composition of the experimental starter and finisher diets for broiler chickens (% as fed).

Ingredients	Starter diet 1 to 21 days	Finisher diet 22 to 42 days
Yellow Corn	53.40	61.00
Soybean Meal 44%	28.00	25.05
Corn Gluten Meal	10.00	6.19
Di-calcium phosphate	2.20	2.05
Lime stone	1.10	1.00
Salt (NaCl)	0.25	0.25
Vegetable oil	4.55	4.00
L-lysine	0.15	0.15
DL-Methionine	0.05	0.01
Vitamin and Mineral Premix *	0.30	0.30
Total	100	100
	Calculated analysis**	
Crude protein (%)	22.09	18.02
M. E (kcal/ kg)	2975	3161
C/P ratio	134.67	175.41
Crude fat, %	3.79	6.30
Crude fiber	2.42	2.61
Calcium %	1.05	0.99
Available phosphorus,%	0.45	0.40
Methionine %	0.52	0.41
Lysine %	1.14	0.98

* Each 1 kg Premix contained: Vit A 3350000 IU Vit D3 760 000 IU Vit E 6700 IU Vit K3 335 mg Vit B1 334 mg Vit B2 1670 mg Vit B6 500 mg Vit B12 3.4 mg Niacin 10 000 mg, Ca.D. Pantothenate 3 334 mg Biotin 16.7 mg Folic acid 334 mg, Trace minerals: Iron 13 350 mg, Copper 3 335 mg Zinc 16 700 mg Manganese 25 000 mg Iodine 500 mg Cobalt 84 mg Selenium 100 mg, Additives: Ethoxyquine 600 mg, and Carrier (Ca co3) up to 1 kg. **According to tables of NRC (1994).

Production performance: The body weight was individually measured every week and the amount of food consumed was recorded every week for all replicates, and the body weight gain (BWG) was determined. Feed conversion ratio (FCR) was calculated as feed to BWG. The equations were as follows:

BWG = Body weight at the beginning of the week - Body weight at the end of the week

FCR = Feed consumption / BWG

Economic efficiency: Bayoumi (1980) assessed the economic efficiency of dietary treatments as net revenue (NR) per unit of feed cost. The assessment utilized various indicators based on the price

of feed and live body weight in the local market at the time of the trial. The economic efficiency was assessed using the following equations as referred by Kairalla *et al.*, (2023):

$$\text{TR} = \text{FLBW} \times \text{market price of 1 kg of LBW}$$

$$\text{NR} = \text{TR} - \text{TFC, whereas TFC} = \text{total feed intake} \times \text{price of feed}$$

$$\text{EE} = \frac{\text{NR}}{\text{TFC}}$$

$$\text{REE} = \frac{\text{EE for the treatment group}}{\text{EE for the control}} \times 100$$

Statistical analysis: The data were subjected to one-way ANOVA for statistical analysis, followed by Tukey's test which for post-hoc comparisons of treatment means, with a significance threshold set at $p < 0.05$. The analyses were conducted using the general linear model technique facilitated by SAS software (SAS, 2003).

RESULTS

Productive performance: Table 3 demonstrates the impact of turmeric powder supplementation on productive performance. In the starter phase (1-21 d), the findings indicated that birds fed diets containing 0.2% and 0.3% turmeric powder showed significant ($P < 0.05$) improvement in BWG (804.39g and 850.92g) compared to those fed diets containing 0% and 0.1% turmeric powder. The FCR was significantly ($P < 0.05$) improved for those group fed diets supplemented by 0.2% and 0.3% turmeric powder (1.22 and 1.14). No significant differences were observed during finisher phase in BWG or FCR, whereas in the overall phase, BWG and FCR were significantly ($P < 0.05$) improved for those group fed diets supplemented by 0.2% and 0.3% turmeric powder (2286.52 and 2358.00; 1.68 and 1.63 in BWG and FCR, respectively). Feed consumption did not differ significantly among the experimental groups.

DISCUSSION

Productive performance: The current results are in agreement with those of Enyenihi *et al.* (2024), who indicated that supplementing turmeric rhizome powder in broiler diets led to increased live body weights relative to the control group. The improvement in broiler performance could be attributed to the medicinal benefits, anti-inflammatory, immune modulator and antioxidant, anti-coccidial effects in turmeric. Turmeric can also used as a coloring agent in food (Geevarghese *et al.*, 2023). Turmeric's excellent antioxidant activity may be responsible for the significant improvement in body weight. The increase in body weight was linked to carbohydrates sticking to bacterial fibers, which assist to prevent from harmful germs to grow in the digestive system. Therefore, it boosts the growth of broiler chickens. Turmeric extracts enhanced intestinal health and growth performance by increasing the intestinal barrier, antioxidant capacity, and modifying the intestinal microbiota of yellow-feathered broilers (Ji *et al.*, 2024). Furthermore, Fallah and Mirzaei (2016) noted that broilers administered varying levels of turmeric and thyme powders exhibited greater feed consumption compared to the control group. There are many of herbal plants and their extracts exert beneficial effects on the digestive system by functioning as laxatives and spasmolytics. Another study indicates that the majority of herbs positively influence enzyme function, control digestive enzymes, and enhances digestion (Alshelmani *et al.*, 2024).

Table(1). Impact of dietary turmeric (*Curcuma longa*) supplementation on the productive performance of broiler chickens.

Traits	turmeric Levels				SEM	P-value
	0%	0. 1%	0. 2%	0. 3%		
Overall mean body weight	2213.32 ^C	2211.66 ^C	2327.73 ^b	2399.30 ^a	15.219	<0.05
	Body weight gain (g/bird)					
1–21 d	673.60 ^C	685.40 ^C	804.39 ^b	850.92 ^a	7.6771	<0.05
22–42 d	1497.82	1486.01	1482.13	1507.08	17.191	0.724
Overall mean BWG	2171.42 ^C	2171.41 ^C	2286.52 ^b	2358.00 ^a	15.206	<0.05
	Feed consumption (g/bird)					
1–21 d	964.81	967.35	987.74	973. 53	20.577	0.833
22–42 d	2865.09	2867.93	2864.88	2886.69	28.734	0.371
Overall mean feed intake	3830.0	3835.28	3852.62	3860.22	39.937	0.390
	Feed conversion ratio (feed/gain)					
1–21 d	1.43 ^a	1.41 ^a	1.22 ^b	1.14 ^b	0.0348	<0.05
22–42 d	1.91	1.92	1.93	1.91	0.0418	0.754
Overall mean FCR	1.76 ^a	1.76 ^a	1.68 ^b	1.63 ^b	0.0232	<0.05

a, b, c Means within the same row indicated by different superscripts are substantially different at (P<0.05).

Economic efficiency: The effect of turmeric powder incorporation on economic efficiency is presented in Table 4. The total and net revenue were elevated in the group of birds fed diets supplemented with 0.3% and 0.2% turmeric powder, respectively, in comparison to the other dietary treatments. Consequently, the economic efficiency and relative economic efficiency were enhanced in the aforementioned treatments.

Table (4). Effect of turmeric (*Curcuma longa*) supplementation on the economic efficiency of broiler chickens.

Items	Turmeric (%)			
	0	0.1	0.2	0.3
Average Live body weight /bird (kg)	2.21	2.21	2.32	2.39
Average feed intake/bird (kg)	3.83	3.83	3.85	3.86
Price of feed (L.D./1 kg)	2.70	2.70	2.70	2.70
Total feed cost (L.D)	10.34	10.34	10.39	10.42
Price/kg body weight (L.D)	12.50	12.50	12.50	12.50
Total revenue	27.62	27.62	29.00	29.87
Net revenue	17.28	17.28	18.61	19.45
Economic efficiency	1.67	1.67	1.79	1.86
Relative economic efficiency	100.00	100.00	107.18	111.37

Regarding to feed consumption and FCR, the current study recorded the optimal FCR of 1.63 in the group of birds fed diet supplemented by 0.3% turmeric powder, followed by the group fed with 0.2%, 0.1% and 0% turmeric powder at 1.68, 1.76, and 1.76, respectively. The 0.3% turmeric was superior and statistically better ($P < 0.05$) compared to those birds fed diets supplemented with 0.1% and 0.2% turmeric. Mbachu *et al.* (2023) reported that diet supplementation with turmeric powder enhanced performance metrics such as feed conversion ratio, viability, performance index, and overall net profit in the broiler chickens compared to those fed diets without turmeric supplementation. Incorporating turmeric rhizome powder into broiler diets enhanced development and feed efficiency, while simultaneously lowering production costs and augmenting earnings (Enyenihi *et al.*, 2024). In another experiment, broiler chickens were administered ginger and turmeric powders at concentrations of 0.5% and 0.75% of their food, respectively. Both of which showed a beneficial effect on weight gain and FCR (Kafi *et al.*, 2017). The optimal FCR in broilers fed diets enhanced with turmeric powder may indicate that the influence of growth-promoting agents, including phytochemicals, on performance be associated with a more effective benefits of nutrients, resulting in a better FCR. Like antibiotics, turmeric can inhibit the growth of harmful and harmless bacteria in chickens' guts, which should be given in certain level, leading to a healthier gut environment that improves nutrient availability, which is reflected on the improvement in FCR.

Economic efficiency: There is not much research on how turmeric powder affects the costs of raising broilers. However, the present study supports the results of Kafi *et al.* (2017), who showed that supplementation of 0.75% turmeric in the diet improved the profitability and growth of broiler chickens. Ehiedu *et al.* (2024) concluded that supplementing broiler chicken diet at 0.3% turmeric and 0.2% garlic mixture resulted better economics of production with no adverse effects on their performance. Mixture of 0.3% turmeric and 0.2% garlic when supplemented in broiler chicken diets resulted to higher economics of producing broiler chickens by ensuring increased in revenue and maintaining the values of gross margin. It is proved that the supplementation of natural feed additives in the diet of poultry improves digestibility and economic efficiency (Kairalla, *et al.*, 2022; Kairalla and Alshelmani, 2025; Kairalla, *et al.*, 2022; Kairalla *et al.*, 2023). The improvement of economic efficiency and relative economic efficiency in the current study was as a result of the beneficial effect of turmeric powder supplementation on broiler diets with 0.3% and 0.2%, respectively.

CONCLUSION

In conclusion, turmeric powder into broiler diets presents a potential alternative to antibiotic growth promoters. This dietary strategy may contribute to reduce production expenses by improving growth efficiency and supporting the overall health of broiler chickens. Furthermore, advancements and research are required to use these additives and their combinations to enhance poultry performance and production. These feed additives consumption by birds also have beneficial or positive impact on humans' health by production of healthy, nutritious, safe and nontoxic meat.

Duality of interest: The authors declare that they have no duality of interest associated with this manuscript.

Author contributions: Study concept and design: A. A. A. and M. A. K. Acquisition of data: M. A. K. Analysis and interpretation of data: A. A. A. and M. A. K. Drafting of the manuscript: A. A. A., M. A. K. and M. I. A. Critical revision of the manuscript for important intellectual content: A. A. A., M. A. K. and M. I. A. Statistical analysis: A. A. A. Administrative, technical, and material support: A. A. A., M. A. K. and M. I. A.

Funding: No specific funding was received for this work.

REFERENCES

- Aburas, A. A., Kairalla, M. A., & M Muftah, I. (2025). The Influence of Turmeric Powder (*Curcuma longa*) Supplementation to Broiler Diets on Carcass Characteristics, Meat Quality, Hematological Indices and Serum Lipid Profiles. Alexandria Science Exchange Journal, 46:(2), 383-392. <https://doi:10.21608/asejaiqjsae.2025.428362>
- Alshelmani, M. I., El-Safty, S. A., Kairalla, M. A., & Humam, A. M. (2024). Enzymes in poultry feed. Feed Additives–Recent Trends in Animal Nutrition. <https://doi.org/https://doi.org/10.5772/intechopen.112927>
- Alshelmani, M. I., Kaka, U., Abdalla, E. A., Humam, A. M., & Zamani, H. U. (2021). Effect of feeding fermented and non-fermented palm kernel cake on the performance of broiler chickens: a review. World's Poultry Science Journal, 77(2), 377-388. <https://doi.org/10.1080/00439339.2021.1910472>
- Alshelmani, M. I., Loh, T. C., Foo, H. L., Sazali, A. Q., & Lau, W. H. (2013). Effect of feeding fermented palm kernel cake on performance of broiler chickens. Advancing Poultry Production for Food Security, 83.
- AOAC. (1995). Official methods of analysis. Association of Official Analytical Chemists. Washington, DC (16 ed.).
- Bayoumi, S. (1980). Effects of different rations on egg production of breeding hens M. Sc Thesis, Faculty of Agriculture. Kafr El-Sheikh. Tanta University.
- Cobb-Vantress. (2022). Cobb500 broiler performance & nutrition supplement <https://www.cobbgenetics.com/assets/Cobb-Files/2022-Cobb500-Broiler-Performance-Nutrition-Supplement.pdf>.
- Ehiedu, B. N., Ari, M. M., Yakubu, A., Alhassan, I. D., & Owie, P. A. (2024). Effect of garlic and turmeric as additives on growth performance, nutrient digestibility and economics of production of starter broiler chickens. Nigerian Journal of Animal Production, 51(3), 1-7. <https://doi.org/10.51791/njap.v51i3.8204>
- Enyenihi, G. E., Dan, D. A., Ogbuzuru, E. N., & Ubak, E. E. (2024). Impact of turmeric rhizome powder (*Curcuma longa* Linn) on the growth performance and economic indices of broiler chickens. Nigerian Journal of Animal Production, 51(3), 45-53. <https://doi.org/10.51791/njap.v51i3.8211>
- Fallah, R., & Mirzaei, E. (2016). Effect of dietary inclusion of turmeric and thyme powders on performance, blood parameters and immune system of broiler chickens. Journal of Livestock Science, 7:180-186.
- geevarghese, A. V., Kasmani, F. B., & Dolatyabi, S. (2023). Curcumin and curcumin nanoparticles counteract the biological and managemental stressors in poultry production: An updated review. Research in veterinary science, 162, 104958. <https://doi.org/10.1016/j.rvsc.2023.104958>

- Ji, Y., Liu, X., Lv, H., Guo, Y., & Nie, W. (2024). Effects of Lonicerae flos and turmeric extracts on growth performance and intestinal health of yellow-feathered broilers. *Poultry Science*, 103(4), 103488.. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2024.103488>
- Kafi, A., Uddin, M. N., Uddin, M. J., Khan, M. M. H., & Haque, E. (2017). Effect of dietary supplementation of turmeric (*Curcuma longa*), ginger (*Zingiber officinale*) and their combination as feed additives on feed intake, growth performance and economics of broiler. *International Journal of Poultry Science*, 16: 257-265. <http://www.dx.doi.org/10.3923/ijps.2017.257.265>
- Kairalla, M. A., Aburas, A. A., & Alshelmani, M. I. (2022). Effect of diet supplemented with graded levels of ginger (*Zingiber officinale*) powder on growth performance, hematological parameters, and serum lipids of broiler chickens. *Archives of Razi Institute*, 77(6), 2089. <https://doi.org/10.22092/ARI.2022.359958.252>
- Kairalla, M. A., & Alshelmani, M. I. (2025). (2025). The influence of supplementation of licorice powder (*Glycyrrhiza glabra*) to broiler diets on growth performance, hematological parameters and serum lipids. *Archives of Veterinary Medicine*, 18:(1), 129-143. <https://doi.org/10.46784/e-avm.v18i1.449>
- Kairalla, M. A., Alshelmani, M. I., & Aburas, A. A. (2022). Effect of diet supplemented with graded levels of garlic (*Allium sativum* L.) powder on growth performance, carcass characteristics, blood hematology, and biochemistry of broilers. *Open Veterinary Journal*, 12(5), 595-601. <http://dx.doi.org/10.5455/OVJ.2022.v12.i5.1>
- Kairalla, M. A., Alshelmani, M. I., & Imdakim, M. M. (2023). Effect of diet supplemented with different levels of moringa powder on growth performance, carcass characteristics, meat quality, hematological parameters, serum lipids, and economic efficiency of broiler chickens. *Archives of Razi Institute*, 78(5), 1647.. <https://doi.org/10.22092/ARI.2023.78.5.1647>
- Mbachu, M. U., EO, A., & Oko, C. E. Performance of broiler birds fed diets supplemented with turmeric powder.. *Journal of Veterinary Research Advances*, 50:(1), 29-39.
- NRC. (1994). *Nutrient Requirements of Poultry* (9th Rev. Ed.). National Academy Press, Washington, DC.
- SAS. (2003). *Statistical analytical system*. SAS Institute Inc., Cary, NC, USA.

Research Article

Open Access



The Influence of Inflation Pressure in Tires and Forward Speed on Tractor Performance

First Author^{1*}, Second Author², Third Author³ and Fourth Author⁴

***Corresponding author:**

E-mail addresses:

mohmedabdo@nilevalley.edu.sd

Department of Agricultural Engineering, Faculty of Agriculture, Nile Valley University, Atbara, Sudan

Second Author: E-mail addresses:

hassenrah23@gmail.com,

Technology Transfer and Agricultural Development Fund, Atbara, Sudan.

Received: 22.11.2025

Accepted: 31.12.2025

Publish online:

31.12.2025

Abstract

This study was conducted at the Faculty of Agriculture, University of The Nile Valley, during the 2018 and 2019 winter season to evaluate the effects of forward speed and tire inflation pressure on tractor performance. Tillage operations were carried out using an 83-hp tractor equipped with a three-bottom disc plow. Three levels of tire inflation pressure and three forward speeds were tested. The evaluated indicators included wheel slip, fuel consumption, and field capacity. The results showed that both forward speed and tire inflation pressure significantly affected all studied parameters. Wheel slip and fuel consumption increased with increasing forward speed and tire inflation pressure, whereas field capacity improved with higher forward speeds and appropriate tire pressure levels. A significant interaction between forward speed and tire inflation pressure was observed for wheel slip and fuel consumption, while no significant interaction was found in field capacity. These findings highlight the importance of proper adjustment of operating speed and tire inflation pressure to improve tractor performance and reduce traction losses and fuel consumption.

Keywords: Tire inflation pressure, forward speed, slip, fuel consumption, field capacity

الباحث الاول^{1*}: محمد أحمد عبد المولى أحمد^{1*}
قسم الهندسة الزراعية، كلية الزراعة، جامعة وادي النيل، عطبرة، السودان

الباحث الثاني: حسن الطاهر رحمة الله.
صندوق نقل التكنولوجيا والتنمية الزراعية، عطبرة، السودان

تأثير ضغط النفخ في الإطارات والسرعة الأمامية على أداء الجرار

المستخلص: أجريت هذه الدراسة بكلية الزراعة، جامعة وادي النيل، خلال الموسم الشتوي 2018/2019، بهدف تقييم تأثير السرعة الأمامية وضغط نفخ الإطارات على بعض مؤشرات أداء الجرار الزراعي. نُفذت عمليات الحراثة باستخدام جرار بقوة 83 حصاناً مزود بمحراث قرصي ثلاثي، حيث تم اختبار ثلاث مستويات من ضغط نفخ الإطارات وثلاث سرعات أمامية مختلفة. شملت المؤشرات المدروسة نسبة الانزلاق، استهلاك الوقود، والسعة الحقلية. أظهرت النتائج أن السرعة الأمامية وضغط الإطارات أثرا تأثيراً معنوياً على جميع المتغيرات المدروسة. فقد ازداد الانزلاق واستهلاك الوقود بزيادة السرعة وضغط الإطارات، في حين تحسنت السعة الحقلية مع زيادة السرعة وضبط ضغط الإطارات. كما أظهر تحليل التباين التثائي وجود تفاعل معنوي بين السرعة وضغط الإطارات في حالتي الانزلاق واستهلاك الوقود، بينما لم يكن التفاعل معنوياً بالنسبة للسعة الحقلية. وتؤكد النتائج أهمية الضبط المتكامل للسرعة الأمامية وضغط نفخ الإطارات لتحسين الأداء التشغيلي وتقليل الفاقد في الجر واستهلاك الوقود.

الكلمات المفتاحية: ضغط نفخ الإطارات، السرعة الأمامية، الانزلاق، استهلاك الوقود، السعة الحقلية



INTRODUCTION

Recent studies have increasingly focused on the effects of tire inflation pressure and forward speed on agricultural tractor performance, due to their significant influence on tractive efficiency, wheel slip, fuel consumption, and soil preservation. Wheel slip is a critical indicator of tire–soil interaction, as excessive wheel slip leads to power losses and higher energy consumption. Contemporary research confirms that slip is not governed solely by vertical wheel load, but is strongly affected by tire inflation pressure and operating speed.

Experimental evidence indicates that reducing tire inflation pressure enhances the tire–soil contact area, resulting in improved traction and reduced slip, particularly at low to moderate forward speeds. Franceschetti et al. (2025) reported that lower inflation pressures significantly improved drawbar pull and tractive efficiency, although these benefits diminished at higher speeds due to increased rolling resistance and dynamic losses. Similarly, Li et al. (2024) demonstrated that increased contact length under low inflation pressure leads to more uniform stress distribution and reduced relative slip.

The interaction between forward speed and tire inflation pressure has also been shown to play a decisive role in tractor performance. According to Akhmetov et al. (2024), low inflation pressure combined with moderate speed reduces soil stress and improves tractor stability, whereas higher pressures increase wheel slip, especially in soils with higher moisture content. Moreover, recent modeling studies by Kumar et al. (2025) emphasized that integrated optimization of tire pressure and forward speed yields superior overall performance compared with independent parameter adjustment. Overall, the literature highlights that appropriate matching of tire inflation pressure and forward speed is essential for optimizing tractor performance, minimizing energy losses, and preserving soil physical properties. However, further field-based investigations are required to quantify their combined effects under varying operating conditions, which provide the basis for the present study.

MATERIALS AND METHODS

The experiment was conducted at the Faculty of Agriculture, University of The Nile Valley, Sudan, during the winter season of 2018/2019. An 83 hp Landin 8860 tractor equipped with a three-bottom disc plow was used for tillage operations (Tables 1 and 2). Three levels of tire inflation

pressure (10, 20, and 30 kPa) and three forward speeds were evaluated. Wheel slip, fuel consumption, and field capacity were measured during the experiment. Each treatment was replicated three times. The collected data were statistically analyzed using two-way analysis of variance (ANOVA) to determine the effects of forward speed, tire inflation pressure, and their interaction on the studied parameters

Table:(1). Specifications of Landin 8860-wheel tractor

SPECIFICATIONS	Super 8860 ROPS
Tractor Power (hp)	83.6
Engine	Perkins 4cyl
Transmission Speeds	12
Front Tires	12.4R24
Rear Tires	18.4R30
Engine Capacity (L)	4.4L
Ground Speed PTO	Standard
Weight 4WD (without ballast) (kg)	3147

Table:(2). Specifications of Disc plow

Specifications	Disc plow
Mark	Super - AF
Make	Brazil
Width of cut	97cm
Number of units	3
Hitching	3point linkage
Tractor power	50 kw

Results and Discussion

Effect of Forward Speed and Tire Inflation Pressure on Slip: A two-way analysis of variance (ANOVA) was conducted to evaluate the effects of forward speed (S) and tire inflation pressure (P) on wheel slip at a significance level of $\alpha = 0.05$. The statistical results are presented in Table 3, while the interaction effect is illustrated in Figure 1.

As shown in Table 3, forward speed exerted a highly significant effect on slip, with slip increasing markedly as speed increased. This behavior can be attributed to the intensification of dynamic forces at the tire–surface interface, which leads to reduced effective traction. This trend is consistent with classical vehicle dynamics theory, where higher operating speeds are associated with increased slip ratios and reduced friction utilization (Gillespie, 1992; Wong, 2010).

Tire inflation pressure also had a significant influence on slip. Variations in inflation pressure modify the tire–soil contact area and stress distribution, thereby directly affecting traction performance. This effect has been widely documented in tire mechanics studies, where tire inflation pressure is considered a governing factor in contact behavior and energy dissipation (Pacejka, 2006). Furthermore, improper inflation pressure has been shown to cause non-uniform stress distribution and increased energy losses at the tire–ground interface (Besselink et al., 2010).

Moreover, a statistically significant interaction between forward speed and tire inflation pressure was observed, indicating that the effect of tire pressure on slip depends on the operating speed. As illustrated in Figure 1, the non-parallel response curves confirm that pressure variations have a more pronounced impact on slip at higher speeds. This finding agrees with Li et al. (2018), who emphasized that independent control of speed or tire pressure is insufficient under high-speed conditions, and that integrated operational strategies are required to effectively minimize slip.

Table:(3). Two-way ANOVA results for slip

Source of variation	df	Sum of Squares (SS)	F-value	p-value
Speed (S)	2	120.86	433.94	< 0.001
Tire pressure (P)	2	44.99	161.52	< 0.001
S × P interaction	4	3.33	5.98	0.003
Error	18	2.51	—	—
Total	26	171.69	—	—

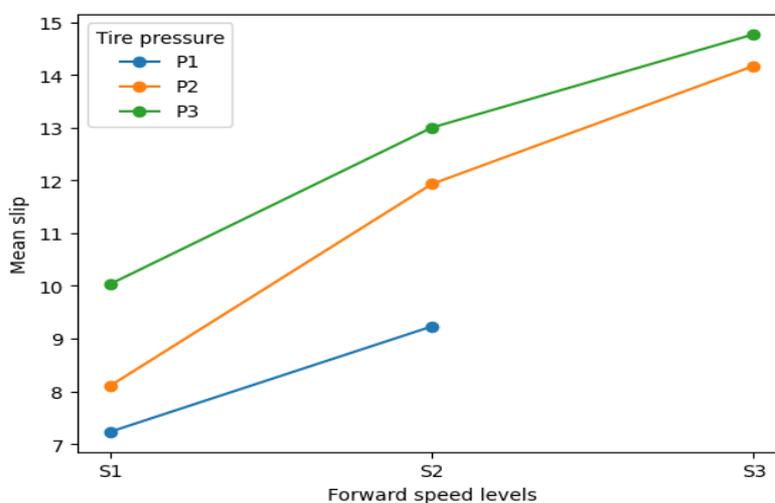


Figure: (1). Interaction plot showing the combined effect of forward speed and tire inflation pressure on slip.

Effect of Forward Speed and Tire Inflation Pressure on Field Capacity: The effects of forward speed and tire inflation pressure on field capacity were analyzed using a two-way ANOVA. The statistical outcomes are summarized in Table 4, and the interaction pattern is shown in Figure 2.

According to Table 4, both forward speed and tire inflation pressure significantly affected field capacity. The increase in field capacity with forward speed is primarily attributed to the greater area covered per unit time, which is consistent with fundamental principles of agricultural mechanization (Hunt, 2001; Srivastava et al., 2006). Tire inflation pressure also contributed significantly to improvements in field capacity. Higher pressure levels reduce rolling resistance and improve power transfer efficiency, resulting in enhanced operational performance. Similar observations were reported by Grisso et al. (2014), who highlighted the importance of proper tire pressure management for improving the overall efficiency of agricultural machinery. In contrast, the interaction between speed and tire pressure was not statistically significant, indicating that their effects on field capacity act largely independently, as illustrated in Figure 2.

Table:(4). Two-way ANOVA results for field capacity

Source of variation	SS	df	MS	F	p-value
Speed (S)	0.1267	2	0.0634	12.33	0.00042
Tire pressure (P)	1.0807	2	0.5403	105.18	< 0.0001
S × P interaction	0.0156	4	0.0039	0.76	0.566
Error	0.0925	18	0.0051	—	—
Total	1.3154	26	—	—	—

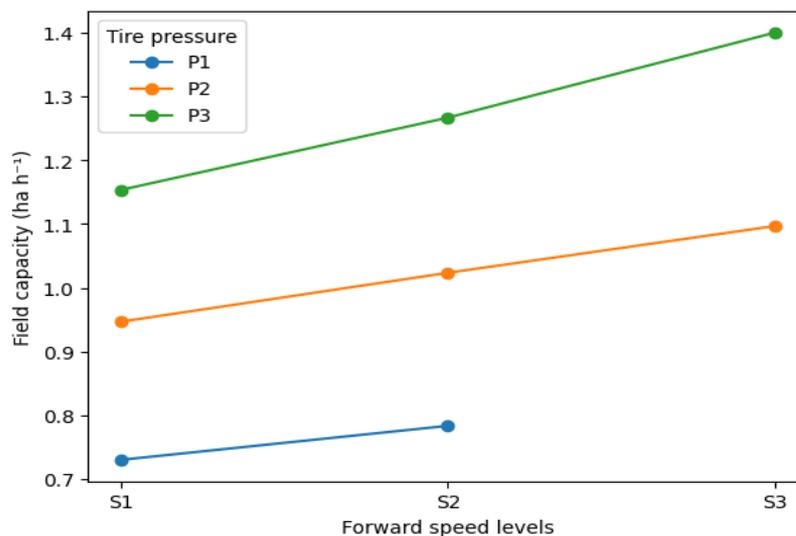


Figure: (2). Interaction plot showing the combined effect of forward speed and tire inflation pressure on field capacity (ha h^{-1}).

Effect of Forward Speed and Tire Inflation Pressure on Fuel Consumption: The combined effects of forward speed and tire inflation pressure on fuel consumption (L h^{-1}) were evaluated using a two-way ANOVA at a significance level of $\alpha = 0.05$. The statistical results are summarized in Table 5, while the interaction trends are illustrated in Figure 3.

As shown in Figure 3, fuel consumption increased consistently with increasing tire inflation pressure across all forward speed levels. This behavior can be attributed to increased rolling resistance caused by changes in tire deformation and contact characteristics, which directly increase energy losses during operation. Similar findings were reported by Taylor et al. (2006), who identified improper tire inflation pressure as a major contributor to increased fuel consumption, particularly under heavy operating loads.

In addition, fuel consumption increased with forward speed at any given pressure level due to higher power demand associated with elevated operating speeds. This observation is consistent with established vehicle dynamics principles (Gillespie, 1992; Wong, 2010). The analysis further revealed a significant interaction between forward speed and tire inflation pressure, indicating that the effect of tire pressure on fuel consumption depends on the operating speed. As reported by Taghavifar and Mardani (2015), the adverse impact of high tire pressure on fuel efficiency becomes more pronounced at higher speeds, which explains the steeper increase in fuel consumption observed in Figure 3.

Overall, these findings demonstrate that slip, field capacity, and fuel consumption are governed by the combined effects of forward speed and tire inflation pressure rather than by either factor alone. Therefore, optimizing machine performance and fuel efficiency requires integrated management of operating speed and tire inflation pressure, particularly under high-speed operating conditions

Table:(5). Two-way ANOVA results for fuel consumption

Source of variation	df	Sum of Squares (SS)	Mean Square (MS)	F-value	p-value
Speed (S)	2	4.127	2.063	92.85	< 0.001
Tire pressure (P)	2	16.296	8.148	366.65	< 0.001
S × P interaction	4	0.444	0.111	5.00	< 0.01
Error	18	0.400	0.022	—	—
Total	26	21.267	—	—	—

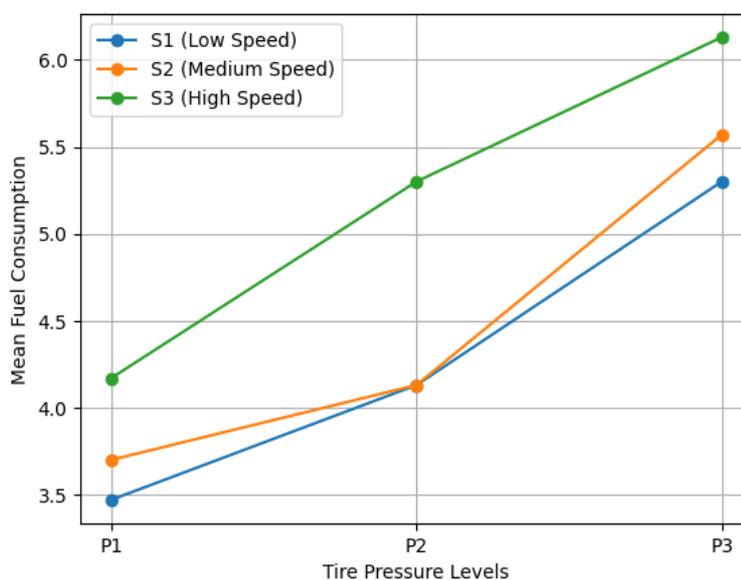


Figure: (3). Interaction plot showing the combined effect of forward speed and tire inflation pressure on fuel consumption (Lh^{-1}).

Overall, the results demonstrate that slip, field capacity, and fuel consumption are governed by the combined effects of forward speed and tire inflation pressure rather than by either factor alone. While field capacity is primarily influenced by the independent contributions of speed and pressure, slip and fuel consumption are strongly affected by their interaction, particularly at higher speeds. Therefore, optimizing machine performance, traction efficiency, and fuel economy requires an integrated management strategy that simultaneously considers both operating speed and tire inflation pressure

Conclusion

The study demonstrated that tractor performance is strongly influenced by forward speed and tire inflation pressure. Increasing forward speed resulted in higher wheel slip and fuel consumption, while improving field capacity. Tire inflation pressure played a critical role in controlling traction efficiency and fuel use, particularly at higher speeds. Therefore, proper and combined adjustment of forward speed and tire inflation pressure is recommended to improve tractor performance, reduce traction losses, and enhance fuel efficiency under field conditions.

Acknowledgement

We are grateful to the Department of Agricultural Engineering and the faculty of Agriculture at the University of The Nile Valley for their support and cooperation in completing this research. We would like to specifically thank them for providing the necessary equipment used in this study.

Duality of interest: The authors declare that they have none.

Author contributions: Contribution is equal between authors.

REFERENCES

- Akhmetov, A., Akhmedov, B., & Ishchanov, J. (2024). Effect of forward speed and tire inflation pressure on soil–tire interaction and tractor performance. *Vehicles*, 6(3), 121. <https://doi.org/10.3390/vehicles6030121>
- Besselink, I. J. M., Schmeitz, A. J. C., & Pacejka, H. B. (2010). An improved tire model for the simulation of tire–road interaction. *Vehicle System Dynamics*, 48(1), 1–23.
- Franceschetti, B., Diserens, E., & Schreiber, M. (2025). Influence of tire inflation pressure and forward speed on tractive performance of agricultural tractors. *Vehicles*, 7(4), 109. <https://doi.org/10.3390/vehicles7040109>
- Gillespie, T. D. (1992). *Fundamentals of vehicle dynamics*. SAE International.
- Grisso, R. D., Pitman, R., Perumpral, J. V., & Kocher, M. F. (2014). *Tractor performance and fuel economy*. ASABE Publications.
- Hunt, D. (2001). *Farm power and machinery management* (10th ed.). Iowa State University Press.
- Kumar, R., Singh, S., & Patel, A. (2025). Development of software for performance analysis of wheeled agricultural tractors. *Journal of Terramechanics*, 107, 45–56. <https://doi.org/10.1016/j.jterra.2024.12.004>
- Li, Y., Zhang, H., & Wong, J. Y. (2018). Modeling of tractor tire slip considering tire inflation pressure and operating speed. *Journal of Terramechanics*, 78, 45–54.
- Li, Y., Zhang, H., & Wong, J. Y. (2024). Effect of contact length of bias-ply tractor tire on tractive performance. *Journal of Terramechanics*, 104, 1–10. <https://doi.org/10.1016/j.jterra.2023.11.001>
- Pacejka, H. B. (2006). *Tire and vehicle dynamics* (2nd ed.). Butterworth-Heinemann.
- Srivastava, A. K., Goering, C. E., Rohrbach, R. P., & Buckmaster, D. R. (2006). *Engineering principles of agricultural machines* (2nd ed.). ASABE.
- Taghavifar, H., & Mardani, A. (2015). Investigating the effect of tire inflation pressure on fuel consumption and tractive performance. *Energy*, 80, 256–263. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2014.11.070>
- Taylor, R. K., Way, T. R., & Bashford, L. L. (2006). Tractor fuel consumption and performance as affected by tire inflation pressure. *Applied Engineering in Agriculture*, 22(4), 517–524.
- Wong, J. Y. (2010). *Terramechanics and off-road vehicle engineering* (2nd ed.). Butterworth-Heinemann