



ISSN: 2305 - 5243

EISSN: 3005 - 6438

المجلد التاسع عشر (1)، حزيران، 2026

المجلة العربية للبيئات الجافة

مجلة دورية علمية محكمة

يصدرها المركز العربي

لدراسات المناطق الجافة والأراضي القاحلة - أكساد

المجلد العربیة

للبيئات الجافة

* المجلة العربية للبيئات الجافة، هي مجلة علمية دورية محكمة، تعنى بالبحوث والدراسات المبتكرة والأصيلة في التنوع الحيوي والتصحر وإدارة المراعي والإجهادات ومختلف العلوم الزراعية ذات العلاقة بالبيئات الجافة وشبه الجافة. وتُقبل للنشر البحوث العلمية، والنتائج العلمية المبتكرة على هيئة بحوث علمية تطبيقية قصيرة.

* تعبر البحوث التي تنشرها المجلة عن وجهة نظر أصحابها فيما أبدوه، وهي وإن كانت نتاج دراسات وبحوث جرى تحكيمها وتقييمها، فإنها لا تعبر بالضرورة عن وجهة نظر هيئة تحرير المجلة.

* يخضع نشر وترتيب البحوث في المجلة وأعدادها المتتالية لاعتبارات علمية وفنية خاصة بإدارة المجلة.



المدير المسؤول
رئيس التحرير
المدير العام للمركز العربي أكساد
د. نصر الدين العبيد

مدير التحرير
د. طلال العيبان
أمين التحرير
م. علاء محمد
هيئة التحرير

تونس	د. سرور العيادي	المركز العربي/أكساد	د. إيهاب كاسر جناد
جامعة عين شمس/القاهرة	د. محمد السيد أحمد	مصر	د. أحمد سيد أحمد سيد
كلية الزراعة /جامعة القاهرة	د. محمد عبد المعبود عبد الشافي	جامعة الفرات /أكساد	د. ياسر جمعة السلامة
الجامعة الأمريكية/لبنان	د. عصام بشور	السودان	د. عبد المجيد المبارك
جامعة اللاذقية /سورية	د. وفاء شومان	المركز العربي/أكساد	د. محمد جابر عبد الله
مصر	د. إيهاب زغلول حسن حمودة	المركز العربي/أكساد	د. أكرم محمد البلخي
السودان	د. لطفي محمد أحمد موسى يوسف	المركز العربي/أكساد	د. محمد جابر عبد الله
جامعة الفرات/سورية	د. أسامة الحمود الياسين	جامعة الفرات/سورية	د. عامر مجيد آغا
العراق	د. مهدي الجبوري	الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية/ سورية	د. أسامة العبد الله
الأردن	د. يحيى الشخاترة	المركز العربي/أكساد	د. محمد فواز محمد بشير العظمة
جامعة حمص /سورية	د. محمد المصري	سلطنة عمان	د. عبد الباسط عودة إبراهيم
أكساد/ مصر	د. ماهر المغربي	المركز العربي/أكساد/ السودان	د. صلاح الدين عبد الله أحمد عبدون
أكساد/ مصر	د. حسام فرج	موريتانيا	د. سيدي ولد أعلي منعم
أكساد/السعودية	د. حسام متولي	المركز العربي/أكساد	د. حامد عقب

الهيئة الاستشارية

فلسطين	وقاية النبات	د. عز الدين أبو عرقوب
العراق	أراضي	د. أحمد محييد المشهداني
السودان	منشآت مائية وري	د. صلاح الدين عبدون
الامارات	فسيولوجيا نبات	د. هندة محمودي
سورية	محاصيل حقلية	د. أيمن الشحادة العودة
سورية	تقانات حيوية	د. فواز كرد علي
سورية	صحة حيوان	د. عبد المنعم ياسين
سورية	اقتصاد زراعي	د. إبراهيم صقر
مصر	تربية النحل وإنتاج العسل	د. فتحي البحيري
سورية	علم الأحياء والصحة العامة	د. محمود قويدر

تتم جميع المراسلات الخاصة بالمجلة عبر مدير تحرير المجلة العربية للبيانات الجافة المحكمة

acsad.jae@gmail.com

journalae@acsad.org

قواعد وشروط النشر في المجلة العربية للبيئات الجافة
التي يصدرها المركز العربي لدراسات المناطق الجافة والأراضي القاحلة (أكساد)
ISSN: 2305-5243/ EISSN: 3005-6438

المجلة العربية للبيئات الجافة (AAE)، هي مجلة علمية دورية محكمة نصف سنوية حاصلة على معامل التأثير العربي (AIF)، تُعنى بالبحوث والدراسات المبتكرة والأصلية في التنوع الحيوي، والتصحر، وإدارة المراعي والإجهادات، ومختلف العلوم الزراعية ذات العلاقة بالبيئات الجافة وشبه الجافة. تقبل للنشر البحوث العلمية والنتائج العلمية المبتكرة على هيئة بحوث علمية تطبيقية قصيرة، وباللغتين العربية والإنجليزية.

- تُقدم مادة النشر على نسختين (تتضمن النسخة الأولى اسم الباحث/ الباحثين وعناوينهم، وتغفل في النسخة الثانية أسماء الباحثين أو أي إشارة إلى هويتهم)، بخط نوع Times New Roman، ومقاس 14 على وجه واحد من الورق بقياس 297×210 مم (A4). وتترك مساحة بيضاء بمقدار 2.5 سم من الجوانب الأربعة على ألا يزيد عدد صفحات البحث على خمس عشرة صفحة، ويتم إرسال مادة النشر إلكترونياً على البريد الإلكتروني الخاص بالمجلة.

- تقدم مادة النشر مرفقة بتعهد خطي يؤكد بأن البحث لم يُنشر أو لم يُقدم للنشر في مجلة أخرى.
- يحق لهيئة تحرير المجلة إعادة الموضوع لتحسين الصياغة، أو إحداث أي تغييرات من حذف أو إضافة بما يتناسب مع الأسس العلمية وشروط النشر في المجلة.

- تلتزم المجلة بإشعار مقدم البحث بوصول بحثه في موعد أقصاه أسبوعين من تاريخ استلامه، كما تلتزم المجلة بإشعار الباحث بقبول البحث للنشر من عدمه فور إتمام إجراءات التقييم.

- يُرسل البحث المودع للنشر بسرية تامة إلى ثلاثة محكمين متخصصين بمادته العلمية، إضافة إلى محكم أخصائي بالإحصاء، ويتم إخطار ذوي العلاقة بملحوظات المحكمين ومقترحاتهم ليؤخذ بها من قبلهم، تلبية لشروط النشر في المجلة وتحقيقاً للسوية العلمية المطلوبة.

- لا يعد البحث مقبولاً للنشر في حال رفض من قبل محكمين اثنين.

ملاحظات مهمة:

- تعبر البحوث التي تنشرها المجلة عن وجهة نظر صاحبها (أصحابها) فيما أبداه (أبدوه)، وهي وإن كانت نتاج دراسات وبحوث جرى تحكيمها وتقييمها، فإنها لا تعبر بالضرورة عن وجهة نظر هيئة تحرير المجلة أو سياسة المركز العربي/أكساد.

- يُعطى الباحث (الباحثون) مدة شهر كحد أقصى لإعادة النظر فيما أشار إليه المحكمون، أو ما تطلبه رئاسة التحرير من تعديلات، فإذا لم تُعاد مخطوطة البحث ضم هذه المهلة، أو لم يستجب الباحث لما طلب إليه فإنه يُصرف النظر عن قبول البحث للنشر، مع امكانية تقديمه مجدداً للمجلة، ولكن كبحت يخضع للتحكيم من جديد، ولمرة ثانية وأخيرة.

- يخضع ترتيب البحوث في المجلة وأعدادها المتتالية لاعتبارات علمية وفنية خاصة بالمجلة.

- يترتب على البحوث المحكمة والمقبولة للنشر رسم قبول قدره 35.000 (فقط خمسة وثلاثون ألف ليرة سورية لا غير) لقاء موافقة

نشر بحث الدكتوراه أو البحث الفردي أو الجماعي، ورسم قبول قدره 25.000 ل.س (فقط خمسة وعشرون ألف ليرة سورية لا غير)

لقاء موافقة نشر بحث الماجستير، وذلك للأبحاث الواردة من بلد المقر. أما بالنسبة للبحوث الواردة من خارج سورية فيكون الرسم

100 دولار أمريكي (مائة دولار أمريكي). يستثنى من ذلك البحوث الخاصة بنتائج المركز العربي/أكساد.

- تدفع المجلة مكافآت رمزية للسادة المحكمين.

النشر في المجلة: ترسل المادة العلمية المراد نشرها إلكترونياً على البريد الإلكتروني للمجلة.

acsad.jae@gmail.com
journalAE@acsad.org



المحتويات

الجزء العربي

- تأثير التسميد الفوسفاتي في أهم معايير الإنتاجية ومؤشرات الكفاءة لأربعة أصناف من القمح الطري السوري (*Triticum aestivum* L.) المزروعة في تربة كلسية.....1
 لجين خليل، غياث علوش، أسامة حتى، هزار حبيب
- دراسة تحليلية لتغير الموازنة المائية المناخية والاحتياجات المائية لنبات الذرة الصفراء في مناطق زراعتها في سورية خلال الفترة (1970-2020).....19
 أدهم جلب، كنانة حلبي
- دراسة إنتاجية العدس المروي بمياه مختلفة الملوحة بتطبيق الري المختلط والري المتناوب.....35
 غالية عبد المجيد، أحمد شمس الدين شعبان
- تطور كمية ونوعية حليب النوق الشامية خلال مواسم الإدرار وتأثيرها في نمو المواليد.....56
 عدنان الأسعد، الياس الميدع، صامونيل موسى، رزان سمسومية، طارق عبد الرحيم، المعتصم بالله الدقر، موفق عبد الرحيم
- التحليل الطيفي لبيانات الصور الفضائية عالية الدقة في الإدارة المزرعية لتقدير إنتاج القمح في المناطق شبه الجافة/ريف دمشق.....76
 ناصر طرّاف ابراهيم
- دراسة أهم مؤشرات الجدوى المالية لإنتاج محصول الزيتون في محافظة اللاذقية.....96
 زياد سرحيل
- تقييم الخصائص الفيزيوكيميائية والريولوجية والتصنيعية لبعض أصناف وسلالات أكساد من القمح.....113
 عبود الصالح
- تأثير التسميد الحيوي في الإنتاجية العلفية لمخاليط البرسيم المصري والشعير.....130
 عواد محمود الأسود
- تأثير الرش بحمض الهيومك ومستخلص الأعشاب البحرية عند مستويات ري وتسميد معدني مختلفة في بعض صفات النمو والإنتاجية لصنف الكينوا (*Chenopodium quinoa* Willd.) Titicaca في محافظة ريف دمشق.....146
 أماني عبدالله الحبيبي، حسين علي المحاسنة، روعة سنان الشيخ عطية
- تأثير أنواع وتراكيز هرمون الأوكسين في تجذير عقل الحور الفراتي باستخدام تقانة زراعة الأنسجة النباتية.....159
 أحمد النقشبندي، زياد الحسين، عبد الرحمن الشيخ، عامر مجيد آغا
- تأثير الوسط المغذي والفحم النشط والإظلام في تجذير عقل الحور الفراتي باستخدام تقانة زراعة الأنسجة النباتية.....170
 أحمد النقشبندي، زياد الحسين، عبد الرحمن الشيخ، عامر مجيد آغا

الجزء الإنكليزي

English Section

- Phytoremediation of Lead and Cadmium Contaminated Soil Using Arugula *Eruca sativa* L.....183
 Mohammad Dikkeh, Vienna Hammoud, Maissoun Ziadeh

أمانة السر
حميدة سليمان

التدقيق اللغوي
د. محمد عناد سليمان

تصميم الغلاف
م. جهاد العواد

التنضيد والإخراج الفني
م. علاء محمد



الافتتاحية

يأتي إصدار المجلد التاسع عشر (العدد الأول) حزيران عام 2026 من "المجلة العربية للبيئات الجافة"، في إطار سعي منظمة المركز العربي لدراسات المناطق الجافة والأراضي القاحلة - أكساد لتطوير منهج البحث العلمي العربي، من خلال تشجيع استثمار نتائج التطبيقية في سياق الجهود الوطنية لتحقيق تنمية زراعية عربية مستدامة، واستكمالاً لمسيرة مجلتنا في العمل على النهوض بالمستوى العلمي الأكاديمي التطبيقي، عبر نتاج باحثين عرب من دراسات وأبحاث متميزة جديدة، تسهم في حل المشكلات التي تواجه القطاع الزراعي، وتقدم مقترحات لمعالجة الصعوبات التي تعترض مشاريع التنمية الزراعية في المناطق الهامشية والبيئات الجافة، وذلك من خلال تطوير أدوات البحث والتحليل والتنبؤ وأساليبها، والاستفادة من المنجزات التقنية الحديثة، والمحافظة على الموارد النباتية والحيوانية والمائية وتنميتها.

إذ تعتبر المنطقة العربية من أكثر مناطق العالم عرضة للجفاف وندرة المياه وتدهور الأراضي نتيجة التغيرات المناخية القائمة حالياً، ولاسيما أن أجزاء واسعة من منطقتنا تصنف كأراضي قاحلة، وشبه جافة، ومعرضة بشدة لمشاكل التصحر وتدهور الموارد الطبيعية، مما يفرض علينا العمل على إيجاد حلول تكيفية نستطيع من خلالها تخطي أثارها الضارة.

وهنا يأتي دور التحسين الوراثي للتراكيب المحصولية والعروق الحيوانية، وتطوير تقانات حصاد الأمطار، وإعادة تأهيل المراعي وزيادة مساحة الغابات، والتوسيع باستخدام المياه غير التقليدية ورفع كفاءة مياه الري وزيادة توظيف تقانات الاستشعار عن بعد "GIS" والذكاء الاصطناعي "AI" والزراعة الذكية وغيرها من التقانات والأدوات الحديثة الأخرى التي من شأنها أن تقدم حلولاً علمية لهذه المشاكل البيئية.

وفي هذا السياق، يصدر عدد مجلتنا هذا حافلاً بموضوعات ذات أهمية بالغة ودراسات حديثة متنوعة منها: تأثير التسميد الفوسفاتي في أهم معايير الإنتاجية ومؤشرات الكفاءة لأربعة أصناف من القمح الطري السوري المزروعة في تربة كلسية، ودراسة تحليلية لتغير الموازنة المائية المناخية والاحتياجات المائية لنبات الذرة الصفراء في مناطق زراعتها في سورية خلال الفترة 1970-2020، ودراسة إنتاجية العدس المروي بمياه مختلفة الملوحة بتطبيق الري المختلط والري المتناوب، وتطور كمية ونوعية حليب النوق الشامية خلال مواسم الإدرار وتأثيرها في نمو المواليد، والتحليل الطيفي لبيانات الصور الفضائية عالية الدقة في الإدارة المزرعية لتقدير إنتاج القمح في المناطق شبه الجافة (ريف دمشق)، ودراسة أهم مؤشرات الجدوى المالية لإنتاج محصول الزيتون في محافظة اللاذقية، وتقييم الخصائص الفيزيوكيميائية والريولوجية والتصنيعية لبعض أصناف وسلالات أكساد من القمح، وتأثير التسميد الحيوي في الإنتاجية العلفية لمخاليط البرسيم المصري والشعير، وتأثير الرش بحمض الهيوميك ومستخلص الأعشاب البحرية عند مستويات ري وتسميد معدني مختلفة في بعض صفات النمو والإنتاجية لصنف الكينوا في محافظة ريف دمشق، وتأثير أنواع وتراكيز هرمونات الأوكسين في تجذير عقل الحور الفراتي باستخدام تقانة زراعة الأنسجة النباتية.

لقد أنجزت أبحاث علمية متنوعة في النصف الأول من هذا العام، ونعمل بجد ودأب لرفد إصدارنا القادم بمواضيع بحثية جديدة ومبتكرة لمجموعة من الباحثين العرب المتميزين، بما يسهم بتحقيق أهداف المجلة في رفع مستوى المعرفة لدى المهتمين ومعالجة المشكلات والقضايا العلمية، التي تحد من التطور التقني والأزدهار الزراعي.

والله ولي التوفيق

رئيس التحرير

الدكتور نصر الدين العبيد



تأثير التسميد الفوسفاتي في أهم معايير الإنتاجية ومؤشرات الكفاءة لأربعة أصناف من القمح الطري السوري (*Triticum aestivum* L.) المزروعة في تربة كلسية

The Effect of Phosphate Fertilization on Some Important Productivity and Efficiencies Traits in Four Cultivars of Syrian Soft Wheat (*Triticum aestivum* L.) Grown on Calcareous Soil

د. هزار حبيب⁽³⁾ د. أسامة حتى⁽³⁾ د. غياث علوش⁽²⁾ م. لجين خليل⁽¹⁾
 Eng. Lujain Khalil⁽¹⁾ Dr. Ghiath Alloush⁽²⁾ Dr. Osama Hatta⁽³⁾ Dr. Hazzar Habib⁽³⁾

lujainkhalil98@gmail.com

<https://doi.org/10.66805/AAE-19.1.001018>

Received 23 July 2024; Accepted 28 October 2024

- (1) طالبة ماجستير، قسم علوم التربة والمياه، كلية الزراعة، جامعة اللاذقية، سورية.
 (1) Master's Student, Department of Soil and Water Sciences, Faculty of Agriculture, Latakia University, Syria.
 (2) قسم علوم التربة والمياه، كلية الزراعة، جامعة اللاذقية، سورية.
 (2) Department of Soil and Water Sciences, Faculty of Agriculture, Latakia University, Syria
 (3) الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية، مركز بحوث اللاذقية، سورية.
 (3) General Commission for Scientific Agricultural Research (GCSAR), Latakia Research Center, Syria.

الملخص

نفذت تجربة أصص خلال الموسم الزراعي 2022-2023 في بيت بلاستيكي في جامعة اللاذقية، بهدف دراسة استجابة أربعة أصناف من القمح الطري السوري (*Triticum aestivum* L.) وهي: (شام 4 - شام 6 - شام 8 - شام 10) لمستويات متزايدة من التسميد الفوسفاتي (0 - 10 - 20 - 30 - 40 مغ P/كغ تربة)، التي تعادل (0 - 25 - 50 - 75 - 100 كغ P/هـ). تضمنت التجربة 20 معاملة بثلاثة مكررات، وزعت الأصص وفق تصميم القطاعات العشوائية الكاملة. زُرعت أصناف القمح في تربة كلسية منخفضة المحتوى من الفوسفور. بكثافة زراعية (9 نباتات/أصيص) التي تعادل كثافة (120 كغ/هـ). حُسبت الإنتاجية من القش والحبوب والزيادة النسبية لكل منهما، إضافةً إلى حساب معامل الحصاد وامتصاص الفوسفور. تفوق الصنف شام 8 بشكل واضح في الغلة الحبية حيث بلغت 17 طن/هـ عند أعلى معدل إضافة من التسميد الفوسفاتي (100 كغ P/هـ) مقارنة ببقية الأصناف عند معدل التسميد نفسه مما انعكس على جميع معايير الكفاءة المدروسة، حيث بلغت قيمة الكفاءة الزراعية AE للصنف شام 8 عند أعلى معدل 100 كغ P/هـ 140.8 وهي أعلى قيمة مقارنة مع باقي الأصناف، تفوق الصنف شام 10 في إنتاجيته من الغلة البيولوجية 25 طن/هـ عند المعدل 100 كغ P/هـ مقارنة بباقي الأصناف، وهذا ما انعكس على قيمة الكفاءة الفيزيولوجية PE حيث بلغت 727، ولم تتعد كفاءة الاستفادة من الفوسفور 22.7% في الأصناف الأربعة المدروسة. الكلمات المفتاحية: القمح الطري (*Triticum aestivum* L.)، التسميد الفوسفاتي، تربة كلسية، كفاءة امتصاص الفوسفور.

Abstract

A greenhouse pot experiment was conducted in the growing season 2022-2023 at Tishreen University campus to investigate the response of four Syrian varieties of soft wheat (Sham4, Sham6, Sham8, Sham10) to increasing levels of phosphorus fertilization (0, 10, 20, 30, 40 mg P/kg) which correspond to (0, 25, 50, 75, 100 kg P/ha). The experiment consisted of 20 treatments with three replicates. Pots were arranged in a randomized block design. Wheat varieties were sown in a calcareous soil with low available phosphorus content. The rate of Seeding was (9 plants/pot), correspond to planting density of 120 kg/ha. Productivity of grain and straw yields, relative grain yield (RGYI), relative straw yield (RSYI), harvest index (HI), some efficiency parameters related to growth and productivity were calculated, and P uptake was measured. The higher grain yield (17 tons/ha) was recorded for Sham 8 at P application rate (100 kg P/ha) compared with other varieties with the same level of P application. This influenced positively all efficiency parameters. Agronomic Efficiency (AE) was highest in Sham 8 (140.8 kg grain/kg of P applied) at the level 100 kg P/ha. The variety Sham10 had a higher biological yield (25 ton/ha) at 100 kg P/ ha compared to all varieties. This led for the physiological efficiency (PE) to increase to (727 kg grain increased/kg of P absorbed). Phosphorus utilization efficiency (PUE) did not exceeded 22.7% in the four varieties.

Keywords: Soft Wheat (*Triticum aestivum* L.), Calcareous Soil, Phosphate Fertilization, PUE.

المقدمة

يعد الفوسفور من العناصر الغذائية الأساسية للنبات، بالتالي يعد عاملاً حاسماً في نمو النبات ومحددًا لإنتاجية المحاصيل (Weeks and Hettiarachchi, 2019)، ويعود ذلك إلى دوره المهم في العديد من الوظائف الفيزيولوجية للنبات مثل التمثيل الضوئي، انقسام الخلايا وتطورها، انتقال الكربوهيدرات داخل النبات (Devau *et al.*, 2011)، إضافةً إلى دوره المباشر في تكوين (ATP, ADP) والمرافقات الأنزيمية (NADP, NADPH, NADH, FAD) ومشاركة النروجين في تشكيل (RNA, DNA) والفوسفوليبيدات (Mosali *et al.*, 2006). وتعد الأسمدة الفوسفاتية ضرورية لإنتاج المحاصيل وتحقيق الأمن الغذائي، هذا على الرغم من أن معدل الاستفادة من الفوسفور المضاف لا تتعدى 20-30% وذلك بسبب ضعف حركة الفوسفور في التربة وسهولة تثبيته فيها (Reis *et al.*, 2022). يُثبت الفوسفور في الترب الحامضية بواسطة أكاسيد الحديد والألمنيوم، بينما يُثبت في الترب الكلسية بواسطة كربونات الكالسيوم فتتخفف ذوبانية الفوسفور بسبب انخفاض شوارد الهيدروجين وسيادة شوارد الهيدروكسيد (Ibrikci *et al.*, 2005). ونتيجة لذلك، تُضاف كميات فائضة من الأسمدة الفوسفاتية للترب الزراعية حيث يتعرض الفوسفور الذي لا تمتصه النباتات للانغسال أو الانجراف مع غرويات التربة ليتركز في المسطحات المائية محدثاً ظاهرة الإثراء الغذائي مما يلحق أضراراً بالنظم البيئية (Zak *et al.*, 2018).

يعد القمح الركيزة الأساسية لاستقرار أي بلد وتحقيق أمنه الغذائي فهو الغذاء الرئيس لأكثر من 40 دولة في العالم (Hasanuzzaman *et al.*, 2019)، ويوفر أكثر من 50% من السعرات الحرارية لسكان العالم (Elsahookie *et al.*, 2021)، ويشكل

القمح الطري النسبة الأكبر من الإنتاج العالمي للقمح كونه يستخدم في صناعة الخبز (Ferrer *et al.*, 2006)، بينما يستخدم القمح القاسي في صناعة البسكويت والمعكرونة (Habernicht *et al.*, 2002). لقد بلغت المساحة المزروعة في سوريا بالقمح 1.35 مليون هكتار، منها 44.8% مزروعة بالقمح الطري وبغلة 1939 كغ/هـ (المجموعة الإحصائية السورية، 2020).

يعد نقص الفوسفور أحد العوامل المحددة في إنتاج القمح، فقد أشارت العديد من الدراسات إلى زيادة في الغلة الحبية، البيولوجية، ارتفاع طول النبات وعدد الإسطعاءات مع زيادة معدلات التسميد الفوسفاتي وصولاً إلى عتبة محددة (Bashir *et al.*, 2015; Izhar *et al.*, 2020). كما تتعلق إنتاجية القمح بالصف المزرع وكفاءة استخدامه للفوسفور حيث تعد من الأمور الحاسمة في تحسين إنتاجية القمح، ومن الممكن تحسين كفاءة الاستخدام من خلال التحكم بالشكل السمادي المضاف وموعد وطريقة الإضافة (Alam *et al.*, 2003)، لذلك أجريت العديد من الدراسات لانتخاب الصنف الأفضل، طريقة الإضافة المثلى، والتركيز الأمثل. ففي تجربة حقلية على مدار عامين لمقارنة كل من الكفاءة الزراعية للفوسفور (Phosphorous Agronomic Efficiency=PAE)، كفاءة امتصاص الفوسفور (P Uptake efficiency=PUE)، والمواصفات الجذرية والفيزيولوجية والمورفولوجية لصفين من القمح الشتوي (KN92 و SJZ8) ومدى استجابتهما لستة معدلات من التسميد الفوسفاتي في تربة كلسية، بينت النتائج استجابة كلا الصنفين لمعدلات الفوسفور المضافة دون تباين في معدل النمو والإنتاجية عند عتبة 100 كغ P/هـ. بينما تباين الصنفان في كيفية تحقيق الإنتاجية والكفاءة، حيث تمكن الصنف KN92 من تعديل جذوره مورفولوجياً مما أدى إلى تفوقه في الكمية الكلية الممتصة من P في المجموع الخضري، فانعكس ذلك سلباً على كفاءة امتصاص الفوسفور PUE للإنتاج الحبي. بينما الصنف SJZ8 فقد تمكن من زيادة النشاط الفيزيولوجي للجذور. استنتج الباحثون بأن كفاءة امتصاص الفوسفور تخضع للتحكم الوراثي في جميع معدلات الفوسفور المضافة إلى نبات القمح، وذلك عن طريق اعتماد الأصناف على استراتيجيات مختلفة كالتعديل المورفولوجي والفيزيولوجي للجذور (Deng *et al.*, 2018). كما أكدت دراسة (Al-Murshidy ET AL., 2022) تأثير الصنف المدروس في معايير النمو والاستجابة للتسميد الفوسفاتي، حيث عُزِي الأمر أيضاً إلى هيمنة التركيب الوراثي في تأثيره على درجة الاستفادة من الفوسفور الذي اختلفت معه الاستراتيجيات المتبعة من قبل الأصناف، وهذه الاستراتيجيات مرتبطة بـ 1- بنية النظام الجذري مثل كثافة الجذور، الفروع الجانبية التي تمكن النبات من زيادة امتصاص الفوسفور من التربة (Jia *et al.*, 2018; Sun *et al.*, 2018; Wang *et al.*, 2019)، 2- زيادة إفراز الجذور للبروتونات والأنيونات العضوية والأنزيمات التي تزيد من ذوبان الفوسفور في التربة (Pang *et al.*, 2018; Robles-Aguilar *et al.*, 2019)، 3- التفاعلات الحيوية في التربة تزيد من حجم التربة التي تستطيع النباتات الاستفادة من الفوسفور الموجود فيها (Yang *et al.*, 2012; Zhang *et al.*, 2018). بالتالي يجب إيجاد أصناف كفوءة في استخدام الفوسفور لإنتاج غلة عالية مع إضافات فوسفاتية قليلة نسبياً للتوفير في تكاليف الإضافات السمادية.

أهمية البحث وأهدافه: تندر زراعة القمح الطري في المنطقة الساحلية رغم أنها تتصف بإنتاجية عالية. من هنا تكمن أهمية هذه الدراسة في تحديد الصنف الأفضل كفاءة في الاستفادة من السماد الفوسفاتي وتحقيق أفضل إنتاجية في ظروف المنطقة الساحلية. حيث يهدف البحث إلى:

- دراسة تأثير التسميد الفوسفاتي في معايير إنتاجية أصناف القمح الطري (شام 4، شام 6، شام 8، شام 10).
- دراسة تأثير التسميد الفوسفاتي في معايير الكفاءة.

مواد وطرائق البحث

1- مواد التجربة

1-1- التربة

جمعت التربة من محطة بحوث دبا التابعة لمحطة بحوث ستخيرس من الطبقة السطحية 0 - 20 سم، وهي تربة سلتية لومية. أزيلت البقايا النباتية والحصى منها، وجرى تنخيلها من خلال منخل ذو فتحات 2 مم. ثم جففت هوائياً في البيت البلاستيكي في مشتل جامعة اللاذقية ووضعت في أكياس لحين توزيعها في الأخص والزراعة. كما أجريت التحاليل المخبرية على التربة قبل الزراعة لتحديد أهم خصائصها الفيزيائية والكيميائية (Ryan *et al.*, 2001)، ويوضحها الجدول (1).

الجدول 1. أهم الخصائص الفيزيائية والكيميائية لتربة الدراسة

P (مغ/كغ)	CaCO ₃ (%)		N-كلي (%)	OM (%)	EC ds/cm معلق مائي (1:2.5)	pH معلق مائي (1:2.5)	التوزيع الحبيبي (%)		
	متاح	فعالة					كلية	رمل	سلت
4.9	17.8	46	0.1	2.8	0.25	8.03	20	35	45
الكاتيونات (مغ/كغ تربة)									
Mg ⁺			Ca ⁺		K ⁺		NH ₄ ⁺		CEC
متاح			متاح		متاح		متاح		م.م/100 غ
684			3000		102		6.8		22

التربة طينية ذات pH قاعدي جيدة المحتوى بالأزوت الكلي والمادة العضوية والكالسيوم والمغنيزيوم المتاحين، إلا أنها فقيرة المحتوى بالبوتاسيوم والفوسفور.

2-1- المادة النباتية

استُخدمت أربعة أصناف من القمح الطري السوري (*Triticum aestivum* L.) وهي (شام 4، شام 6، شام 8، شام 10)، جرى الحصول عليها من الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية.

2- تصميم التجربة

نفذت التجربة خلال الموسم الزراعي 2022-2023 في مشتل جامعة اللاذقية. تضمنت التجربة خمسة مستويات من التسميد الفوسفاتي (0 - 25 - 50 - 75 - 100 كغ P/هـ)، التي تعادل تراكيز الفوسفور في التربة (0 - 10 - 20 - 30 - 40 مغ P/كغ)، باعتبار أن مساحة الأبيص 0.0269 م²، والكثافة الظاهرية للتربة 1.25 غ/سم³، ووزن التربة في الأبيص 3 كغ. كما تضمنت استخدام أربعة أصناف من القمح الطري السوري، وبالتالي كان عدد المعاملات في كل صنف قمح خمس معاملات، وبثلاثة مكررات فيكون العدد الإجمالي للأبيص 60 أبيصاً.

3- إجراءات التجربة

1-3- تحضير التجربة للزراعة

زُرعت في أصص بلاستيكية سوداء قطرها 18.5 سم، وعمق 20 سم، ملئت بـ 3 كغ تربة. ثم وضعت حبوب القمح على عمق 1 سم من سطح التربة بمعدل 12 حبة للأصيص. وزُعت الأصص عشوائياً على طاولات في البيت البلاستيكي في مشتل جامعة اللاذقية، جرى ري الأصص من الأسفل في صحنون حتى بلوغ الماء إلى السطح العلوي للتربة بالخاصة الشعرية.

زرعت بتاريخ 2023/12/11، تم التفريد إلى 9 نباتات بالأصيص التي تعادل معدل بذار 120 كغ/هـ معتمدين بذلك على تعداد الحبوب بوحدة الوزن (غ) ومساحة الأصيص.

2-3- التسميد وعمليات الخدمة

1-2-3- التسميد

- التسميد الأزوتي: تلقت جميع المعاملات تسميداً آزوتياً بمعدل 400 كغ N/هـ على صورة يوريا (46% N)، موزعة على أربع دفعات: 25% من الجرعة عند الزراعة بشكل متجانس في تربة الأصيص، 25% من الجرعة في مرحلة الإشطاء، و25% في مرحلة استطالة الساق، و25% في مرحلة طرد السنابل، وجرت جميع الإضافات على شكل يوريا مضافة من الأعلى مع ماء الري.

- التسميد البوتاسي: أضيفت دفعة واحدة على هيئة محلول لمركب ملحي (K_2SO_4) عند الزراعة موزعة على تربة الأصيص، وذلك لرفع تركيز البوتاسيوم المتاح في تربة الأصيص إلى 180 مغ K/كغ تربة (مع مراعاة كمية البوتاسيوم المضافة خلال التسميد الفوسفاتي).

- جرى تسميد جميع أصص التجربة بسلفات المغنيزيوم بمعدل 90 مغ Mg للأصيص كل 15 يوم (30 مغ Mg/كغ تربة) بدءاً من مرحلة الإشطاء وحتى مرحلة ملء الحبوب تجنباً لحدوث نقص المغنيزيوم. كما رشّت النباتات بمحلول يحوي العناصر الصغرى كل 15 يوم محضرة تبعاً لمحلول Long Ashton (Hewitt, 1966).

- التسميد الفوسفاتي: أضيفت الجرعة السمادية الفوسفاتية دفعة واحدة على هيئة محلول لمركب ملحي (KH_2PO_4) عند الزراعة موزعة على تربة الأصيص وذلك بحسب كل معاملة (0 إلى 40 مغ P/كغ تربة).

2-2-3- الري

جرى ري الأصص بين 1-3 مرات أسبوعياً بحسب الحاجة ومراحل تطور النبات بماء الصنبور، وذلك بإضافة الماء من الأسفل من خلال الصحنون حتى بلوغ الماء السطح العلوي لتربة الأصيص في كل مرة، ويستثنى من ذلك عند إضافة السماد حيث جرى الري من الأعلى. استمرت عمليات الري حتى انتهاء عملية ملء الحبوب حيث بُدئ بفضام النباتات عن الماء تدريجياً وصولاً لمرحلة النضج الفيزيولوجي الكامل.

2-2-3- التعشيب

أزيلت الأعشاب يدوياً من الأصص كلما اقتضت الحاجة.

4-2-3 المكافحة

جرى رش النباتات وقائياً خلال فترة التجربة بمبيد حشري ديسيس (مرتين)، ولم تظهر أية أعراض للأمراض الفطرية على النباتات خلال فترة التجربة.

3-3- إجراءات الحصاد

جرى الحصاد لجميع الأصناف بتاريخ 2023/4/28 ماعدا صنف شام 10 جرى حصاده بتاريخ 2023/5/4 نتيجة تأخره في الإنبات، بالتالي تأخر في الوصول إلى مرحلة النضج الفيزيولوجي الكامل عن بقية الأصناف، وذلك بقص النبات عند مستوى سطح التربة. سُجلت قيم معايير النمو والإنتاجية (عدد الإشطاءات، ارتفاع السوق، وزن القش، وزن وعدد الحبوب في السنابل).

4-3 التحاليل المخبرية

جففت عينات القش والحبوب في الفرن على درجة حرارة 70 درجة مئوية لمدة 48 ساعة على الأقل. سُجلت أوزانها الجافة، ثم طحنت وهضمت هضماً جافاً بالترמיד لتقدير الفوسفور فيها (Ryan *et al.*, 2001).

4- الحسابات

- حساب غلة الحبوب طن/ه = (وزن الحبوب الجافة في الأصبص/الكثافة النباتية) × 1000/10000

- حساب الغلة البيولوجية طن/ه = (وزن المجموع الخضري الجاف في الأصبص/الكثافة النباتية) × 1000/10000

- حساب معامل الحصاد (HI):

$$HI (\%) = (\text{وزن الغلة الحبية} / \text{وزن الغلة البيولوجية}) \times 100$$

معايير الكفاءة والإنتاجية: تم حسابها وفق (Dobermann, 2007):

- الزيادة النسبية في القش (HRGR): هي عبارة عن النسبة المئوية للزيادة الحاصلة في إنتاج المادة النباتية الجافة في معاملة التسميد الأعلى مقارنةً بإنتاج المادة النباتية الجافة في معاملة الشاهد.

$$HRGR (\%) = \left[\frac{\text{الغلة البيولوجية في معاملة P} - \text{الغلة البيولوجية في معاملة P0}}{\text{الغلة البيولوجية في معاملة P0}} \right] \times 100$$

- الزيادة النسبية في الغلة الحبية (GRGR): هي عبارة عن النسبة المئوية للزيادة الحاصلة في غلة الحبوب في معاملة التسميد الأعلى مقارنةً بغلة الحبوب في معاملة الشاهد.

$$GRGR (\%) = \left[\frac{\text{الغلة الحبية في معاملة P} - \text{الغلة الحبية في معاملة P0}}{\text{الغلة الحبية في معاملة P0}} \right] \times 100$$

- معامل الإنتاجية الجزئي (PP): تعبر عن الغلة المنتجة من كل وحدة فوسفور مضافة إلى التربة.

$$PP = \frac{\text{الغلة الحبية}}{\text{المعدل السمادي المضاف}}$$

- الكفاءة الزراعية (AE): تمثل الزيادة في الغلة الحبية من كل كيلو غرام السماد الفوسفاتي المضاف.

$$AE = [\text{الغلة الحبية في معاملة التسميد (كغ/هـ)} - \text{الغلة الحبية في معاملة الشاهد (كغ/هـ)}] / \text{المعدل السمادي (كغ/هـ)}$$

- الكفاءة الفيزيولوجية (PE): تقدر بوحدة الكيلوغرام من الزيادة في الغلة الحبية لكل كيلو غرام من عنصر الفوسفور الممتص.

$$PE = (\text{غلة الحبوب في المعاملة السمادية} - \text{غلة الحبوب في معاملة الشاهد}) / \text{الفوسفور المزاح لمجموع الحبوب والقش}$$

- كفاءة استخدام الفوسفور (PUE): تعتمد على مقارنة كمية الفوسفور المزاحة في نباتات الشاهد مع كمية الفوسفور المزاحة في المعاملة السمادية عند كل مستوى.

$$PUE \% = \{ [P \text{ المزاح في النباتات المسمدة (كغ/P هـ)} - P \text{ المزاح في نباتات الشاهد (كغ/P هـ)}] / \text{المعدل السمادي المضاف (كغ/P هـ)} \} \times 100$$

5- التحليل الإحصائي

خضعت معطيات التجربة لتحليل التباين العام (ANOVA) بحسب مصادر التباين (الصنف VAR ومعدل التسميد الفوسفاتي TSP والتأثير المتداخل بينهما TSP x VAR. كما حسبت المتوسطات وتم تحديد قيمة أقل فرق معنوي (LSD) عند مستوى معنوية 5% وذلك باستخدام البرنامج الإحصائي SAS (SAS Institute, 1999).

النتائج والمناقشة

أولاً: تأثير التسميد الفوسفاتي على الإنتاجية ومعامل الحصاد

الإنتاجية البيولوجية (الإنتاجية من القش)

ازدادت الغلة البيولوجية في أصناف القمح الطرية المدروسة بدءاً من معدل الإضافة الأول في الأصناف (شام 4- شام 6 - شام 8 - شام 10) حيث كانت في معاملة الشاهد تقارب (6194 - 6763 - 5298 - 5236) كغ/هـ لتزداد عند مستوى التسميد الأول 25 كغ P/هـ إلى (10340 - 11523 - 10749 - 12059) كغ/هـ (الجدول 2)، تستمر هذه الزيادة بشكل معنوي مع زيادة معدل الفوسفور المضاف لتصل عند أعلى معدل إضافة 100 كغ P/هـ إلى (20698 - 21453 - 20524 - 25256 كغ/هـ)، وهي زيادة بمعدل (234.2% - 217.2% - 287.4% - 382.3%) مقارنة بالشاهد في الأصناف (شام 4 - شام 6 - شام 8 - شام 10) على التوالي. كما نلاحظ تفوق الصنف شام 10 على بقية الأصناف المدروسة في استجابتها للتسميد الفوسفاتي في جميع المعدلات المدروسة، وتعود هذه الزيادة إلى زيادة في عدد الإسطوانات المنتجة وغير المنتجة وزيادة في طول الساق عند الإضافات المتزايدة من التسميد الفوسفاتي (علوش وزملاؤه، 2024). تتوافق هذه النتائج مع نتائج (Izhar *et al.*, 2020)، فقد ازدادت الغلة البيولوجية بزيادة معدل التسميد الفوسفاتي وصولاً إلى أعلى معدل إضافة 112.5 كغ P₂O₅ / هـ حيث بلغت 7.2 طن/هـ.

الجدول 2. تأثير التسميد الفوسفاتي في الغلة البيولوجية لأصناف القمح الطرية (شام4، شام6، شام8، شام10) كغ/هـ

معدل التسميد الفوسفاتي (كغ/Pهـ)						الصنف
LSD _{0.05}	100	75	50	25	0	
<i>P</i> : VAR= 0.0001 TSP= 0.0001 VAR* TSP= 0.0001						
795.1	20698.2 ^A	19144.4 ^B	15809.7 ^C	10339.9 ^D	6194.3 ^E	شام 4
1965.5	21453.1 ^A	18146.3 ^B	17629.8 ^B	11522.8 ^C	6762.5 ^D	شام 6
1388.8	20523.6 ^A	18559.1 ^B	16082.7 ^C	10749.3 ^D	5297.9 ^E	شام 8
1409.2	25255.9 ^A	22014.4 ^B	18610.2 ^C	12059.1 ^D	5236.2 ^E	شام 10
1389 = LSD _{VARxTSP}	997.2	2245.1	2357.6	1683.5	846.1	LSD _{0.05}

قيم *P* هي لتحليل التباين العام ANOVA لمصادر التباين الناتجة عن الصنف (VAR)، ومعدل التسميد الفوسفاتي (TSP)، والتأثير المتداخل بينهما (VAR*TSP).

المتوسطات ذات الأحرف المتشابهة أفقياً غير مختلفة معنوياً بحسب قيمة الـ LSD_{0.05}.

الإنتاجية من الحبوب

تعد إنتاجية الحبوب أهم سمة في زراعة القمح فهو يزرع من أجل حبوبه، بالتالي تؤدي الزيادة في إنتاجية الحبوب زيادة في الربح. لقد أبدت أصناف القمح المدروسة استجابة عالية المعنوية في إنتاجية الغلة الحبية مترافقة مع زيادة معدلات التسميد الفوسفاتي بدءاً من معدل الإضافة الأول 25 كغ/Pهـ بمعدل إنتاج (5326، 6742، 6033، 5300 كغ/هـ) في الأصناف (شام 4، شام 6، شام 8، شام 10)، على التوالي (الجدول 3). وتشير تلك الاستجابة السريعة إلى حاجة القمح بجميع أصنافه المدروسة لعنصر الفوسفور في هذه التربة الكلسية الفقيرة أساساً بعنصر الفوسفور.

استمرت الزيادة في الغلة الحبية في الأصناف المدروسة بشكل معنوي مع زيادة معدل الإضافة وصولاً إلى أعلى معدل تسميدي 100 كغ/Pهـ. حيث بلغت الإنتاجية في الأصناف شام 4، شام 6، شام 8، شام 10 (16459، 16680، 17101، 14489 كغ/هـ) على التوالي. لقد تباينت الأصناف في الإنتاجية وتفاوتت الصنف شام 8 على بقية الأصناف حيث كانت إنتاجيته 17101 كغ/هـ عند معدل الإضافة 100 كغ/Pهـ، بينما كانت الإنتاجية في الصنفين شام 4 وشام 6 (16459 - 16680) كغ/هـ على التوالي، أما إنتاجية الصنف شام 10 كانت أقل من باقي الأصناف عند نفس المعدل لتبلغ 14489 كغ/هـ أشارت العديد من الدراسات إلى أن هذه التباينات تعود إلى القدرة الوراثية الكامنة للصنف على زيادة الغلة من خلال الاستفادة من الأسمدة المضافة (Abbas *et al.*, 2024).

أشارت نتائج تجربة حقلية لمعدلات متزايدة من التسميد الفوسفاتي على نبات القمح الطري إلى أن أعلى إنتاجية من الغلة الحبية بلغت 4.17 طن/هـ عند المعدل 100 كغ/Pهـ ولم يسجل أي زيادة في الغلة الحبية عند إضافة معدلات فوسفور أعلى (Bashir *et al.*, 2015). وفي دراسة أخرى وصلت إنتاجية الغلة الحبية إلى 4.5 طن/هـ عند المعدل 90 كغ/P₂O₅ (Modhvadia *et al.*, 2023) وعُزيت هذه الزيادة إلى دور الفوسفور في تطوير المجموع الجذري وتحسين تثبيت النتروجين وإتاحته للنبات وهذا يخلق ظروفاً ملائمة في الرايزوسفير تساعد على زيادة الإنتاجية.

الجدول 3. تأثير التسميد الفوسفاتي في الإنتاجية الحبية لأصناف القمح الطرية (شام 4، شام 6، شام 8، شام 10) كغ/هـ

معدل التسميد الفوسفاتي (كغ/هـ)						الصف
LSD _{0.05}	100	75	50	25	0	
VAR= 0.0001 TSP= 0.0001 VAR* TSP= 0.0260						
1660.9	16459.4 ^A	13017.8 ^B	10078.9 ^C	5325.9 ^D	3025.8 ^E	شام 4
876.0	16680.1 ^A	12602.3 ^B	10808.6 ^C	6742.0 ^D	2941.6 ^E	شام 6
666.2	17101.0 ^A	14428.3 ^B	9520.2 ^C	6033.1 ^D	2823.9 ^E	شام 8
1727.5	14488.9 ^A	12437.0 ^B	8919.9 ^C	5300.3 ^D	1801.9 ^E	شام 10
1153.4= LSD _{VARxTSP}	1237.7	1490	1290.6	1253.9	742.2	LSD _{0.05}

قيم P هي لتحليل التباين العام ANOVA لمصادر التباين الناتجة عن الصف (VAR)، ومعدل التسميد الفوسفاتي (TSP)، والتأثير المتداخل بينهما (VAR*TSP).

المتوسطات ذات الأحرف المتشابهة أفقيًا غير مختلفة معنويًا بحسب قيمة الـ LSD_{0.05}.

معامل الحصاد HI

يعد معامل الحصاد مؤشراً على مدى قدرة الصف في توظيف الموارد المتاحة خلال مرحلة النمو في تشكيل الحبوب على حساب المجموع الخضري (Unkovich *et al.*, 2010). في تجربتنا، أدت زيادة معدلات التسميد الفوسفاتي إلى زيادة قيم معامل الحصاد للأصناف الأربعة المدروسة، وكانت القيم عند الشاهد (32.7، 30.4، 34.8، 25.5%) (الجدول 4)، ثم ازدادت بشكل معنوي بزيادة معدل الإضافة وصولاً للعتبة 75 كغ/هـ لتبلغ القيم (40.4، 41.0، 43.8، 36.1%) في الأصناف (شام 4، شام 6، شام 8، شام 10) على التوالي، استمرت قيم معامل الحصاد بالزيادة لكن بشكل غير معنوي. نلاحظ تفوق الصف شام 8 على بقية الأصناف في قيمة معامل الحصاد عند أعلى معدل إضافة 100 كغ/هـ لتبلغ 45.4% وهذا يعود إلى زيادة الغلة الحبية لدى هذا الصف مقارنة ببقية الأصناف.

الجدول 4. تأثير التسميد الفوسفاتي في معامل الحصاد (%) لأصناف القمح الطرية (شام 4، شام 6، شام 8، شام 10)

معدل التسميد الفوسفاتي (كغ/هـ)						الصف
LSD _{0.05}	100	75	50	25	0	
VAR= 0.0001 TSP= 0.0001 VAR* TSP= NS						
5.0	44.3 ^A	40.4 ^{AB}	38.9 ^{BC}	34.0 ^{CD}	32.7 ^D	شام 4
5.5	43.7 ^A	41.0 ^{AB}	38.1 ^B	36.9 ^B	30.4 ^C	شام 6
2.7	45.4 ^A	43.8 ^A	37.2 ^B	36.0 ^B	34.8 ^B	شام 8
3.4	36.4 ^A	36.1 ^A	32.3 ^B	30.5 ^B	25.5 ^C	شام 10
3.97= LSD _{VARxTSP}	2.6	2.4	2.7	6.4	7.8	LSD _{0.05}

قيم P هي لتحليل التباين العام ANOVA لمصادر التباين الناتجة عن الصف (VAR)، ومعدل التسميد الفوسفاتي (TSP)، والتأثير المتداخل بينهما (VAR*TSP).

المتوسطات ذات الأحرف المتشابهة أفقيًا غير مختلفة معنويًا بحسب قيمة الـ LSD_{0.05}.

لقد أشارت نتائج (Ali *et al.*, 2020) إلى زيادة قيم معامل الحصاد بزيادة معدلات التسميد الفوسفاتي وصولاً إلى معدل 90 كغ P/هـ لتبلغ 60.3%، ثم تنخفض قيمة معامل الحصاد بعد هذا المعدل. وهذا ما أكدته دراسة أجريت على استجابة صنفين من القمح الطري Siran-2010 وAtta-Habib لمعدلات متزايدة من التسميد الفوسفاتي حيث ازداد معامل الحصاد بزيادة معدل الإضافة وصولاً إلى معدل 90 كغ P/هـ، ولتستمر الزيادة لكن بشكل غير معنوي، كما لوحظ تفوق الصنف Siran-2010 على الصنف Atta-Habib وهذا يعود إلى الاختلاف في التركيب الوراثي للأصناف (Anwar *et al.*, 2016).

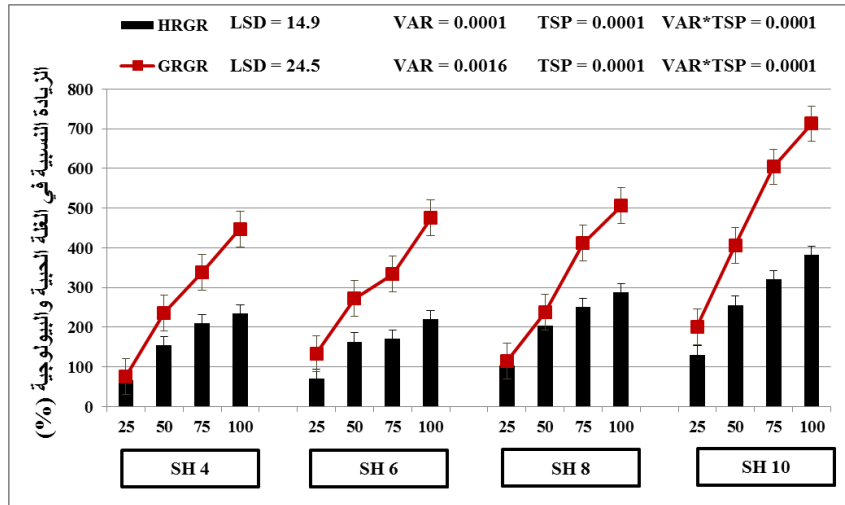
ثانياً: الزيادة النسبية من المحصول البيولوجي HRGR والغلة الحبية GRGR

تتعلق نتائج الزيادة النسبية في المحصول البيولوجي HRGR بشكل أساسي بالوزن الجاف للمجاميع الخضرية الناتجة، وترتبط بشكل وثيق بحجم المجموع الجذري للنبات. بالتالي فهي تتأثر بمعدلات التسميد الفوسفاتي ومراكمة الكربوهيدرات في النباتات التي ستؤدي إلى زيادة عدد الإسطوانات الناتجة وارتفاع النبات ومساحة المسطح الورقي وغيرها من المعايير التي تحدد نمو النبات (Weigelt and Jolliffe, 2003). وهذا ما أكدته نتائج تحليل التباين بوجود تأثير عالي المعنوية نتيجة لإضافة الفوسفور ($P=0.0001$)، وكذلك لوحظ وجود اختلاف معنوي في الزيادة النسبية في الغلة البيولوجية تبعاً للصنف المدروس ($VAR=0.0001$)، فانعكس ذلك الأثر بشكل معنوي على التداخل بين العاملين المدروسين $P*VAR$ (الشكل 1).

لم يكن هنالك تباينات واضحة في نتائج الزيادة النسبية لـ HRGR في الصنفين شام 4، شام 6 من حيث معدل الزيادة عند كل معدل فوسفور مضاف وتراوحت بين (67% و72%) عند التسميد بـ 25 مغ P/كغ تربة مقارنة بالشاهد، وارتفعت إلى (235% و220%) عند معدل 100 كغ P/هـ في الصنفين شام 4 وشام 6 على التوالي. لوحظ استجابة أفضل لـ HRGR في الصنف شام 8 والتي ارتفعت إلى حوالي 288% عند معدل التسميد بـ 100 كغ P/هـ مقارنة بالشاهد. كما بينت النتائج تفوق الصنف شام 1 على بقية الأصناف في الزيادة النسبية للمحصول البيولوجي عند مستوى التسميد الأول (25 كغ P/هـ) لتبلغ 131% مقارنة بالشاهد بدون إضافة الفوسفور إلى الصنف ذاته، لترتفع نسبة هذه الزيادة مع زيادة معدلات التسميد الفوسفاتي المضافة فتصبح عند عتبة التسميد 100 كغ P/هـ حوالي 387%، أي أن المحصول البيولوجي في شام 10 عند تلك العتبة أعلى بقرابة أربعة أضعاف مقارنة بمعاملة الشاهد.

لقد سلكت الزيادة النسبية في الغلة الحبية GRGR المنحى ذاته لتكون أعلى زيادة لها في الصنف شام 10 (201%) عند معدل التسميد الأول 25 كغ P/هـ مقارنة بالشاهد للصنف ذاته، فقد كانت الغلة الحبية في معاملة الشاهد للصنف شام 10 منخفضة معنوياً مقارنة بباقي الأصناف (الجدول 3). بينما كانت الزيادة GRGR في الأصناف (شام 4، شام 6، شام 8) عند نفس مستوى التسميد (76%، 133%، 114%). لقد ارتفع معدل الزيادة النسبية مع زيادة مستوى التسميد لتصبح عند معدل 100 كغ P/هـ حوالي (448%، 476%، 506%، 713%) في الأصناف (شام 4، شام 6، شام 8، شام 10) على التوالي.

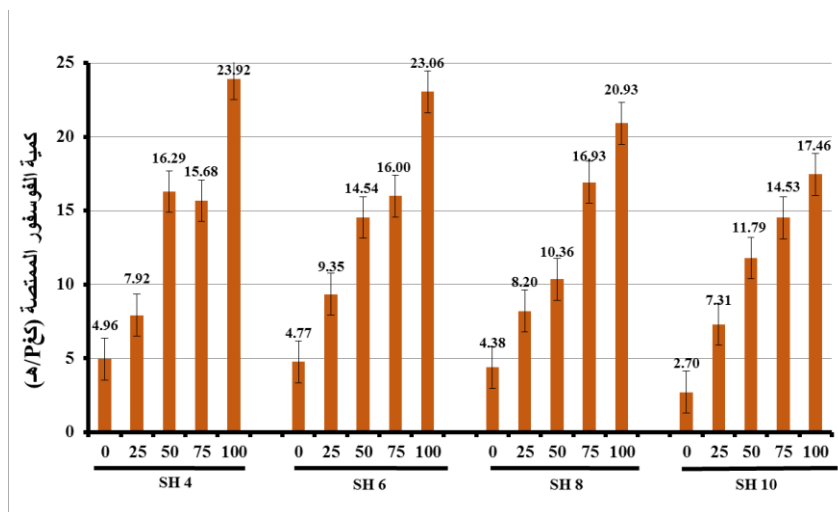
اللافت بالأمر هو المنحنى الشبه خطي في معدل الزيادة لـ GRGR المترافق مع زيادة كمية الفوسفور المضافة للتربة لجميع أصناف القمح المدروسة، ولا نعلم فيما إن كان سيستمر منحى تلك العلاقة فيما لو كانت معدلات التسميد الفوسفاتي أعلى من 100 كغ P/هـ تربة في التربة الكلسية.



الشكل 1. تأثير التسميد الفوسفاتي على الزيادة النسبية في المحصول البيولوجي والغلة الحبية في الأصناف (شام 4، شام 6، شام 8، شام 10)

ثالثاً: تأثير التسميد الفوسفاتي في امتصاص الفوسفور

يعبر الفوسفور الممتص عن كمية الفوسفور المزاحة في الحبوب والقش والجذور عند كل معدل فوسفور مضاف من خلال معرفة كمية الفوسفور الممتصة. يبين الشكل (2) كمية الفوسفور المزاحة في كل صنف من الأصناف المدروسة (شام 4، شام 6، شام 8، شام 10). كانت كمية الفوسفور الممتصة في معاملة الشاهد (0، 4.4، 4.8، 5.0) كغ P/هـ وازدادت بزيادة معدل الإضافة ليصبح عند أعلى معدل سمادي مضاف 100 كغ P/هـ (23.9، 20.0، 23.1، 17.5) كغ P/هـ للأصناف الأربعة المدروسة (شام 4، شام 6، شام 8، شام 10) على التوالي. وجد (Arshad *et al.*, 2016) أن أعلى كمية ممتصة من الفوسفور كانت عند أعلى معدل سمادي مضاف 135 كغ P₂O₅/هـ وهذا يتوافق مع نتائج (Izhar *et al.*, 2020) حيث زادت كمية الفوسفور الكلية الممتصة بزيادة كمية الفوسفور المضافة لتبلغ 24.3 كغ/هـ عند أعلى معدل سمادي مضاف 112.5 كغ P₂O₅/هـ كما أشارت دراسة أخرى إلى زيادة معنوية في امتصاص القمح للفوسفور بزيادة معدل التسميد المضاف وباختلاف مصدر الفوسفور (Khan *et al.*, 2012).



الشكل 2. تأثير التسميد الفوسفاتي في كمية الفوسفور الممتصة في الأصناف (شام 4، شام 6، شام 8، شام 10) (كغ P/هـ)

رابعاً: تأثير التسميد الفوسفاتي في معايير الكفاءة من الفوسفور

معامل الإنتاجية الجزئي (PP)

يعبر معامل الإنتاجية الجزئي PP عن قدرة المحصول على إنتاج الغلة الحبية من السماد المضاف، بالتالي فإن انخفاض استجابة المحصول لزيادة التسميد الفوسفاتي سينعكس على قيمة معامل الإنتاجية الجزئي، الذي سيؤدي انخفاضاً في قيمته. عادة ما يكون النبات شره جداً لعنصر الفوسفور وأكثر قدرة على الاستفادة منه وتمثيله لإنتاج الغلة الحبية عند معدل منخفض من الإضافة السمادية، وتنخفض PP مع زيادة معدلات التسميد. وهذا ما أشار إليه (Kai *et al.*, 2012) في تجربتهم بزيادة معدل الإضافة الفوسفاتية انخفض معامل الإنتاجية الجزئي.

توافق ذلك مع نتائج التجربة (الجدول 4)، حيث لوحظ أن أعلى قيمة لـ PP عند معدل التسميد الأول 25 كغ P/هـ (213.0، 269.7، 241.3، 212.0 كغ غلة حبية/كغ P مضاف) ثم انخفضت تدريجياً في جميع الأصناف مع زيادة معدل الإضافة من الفوسفور لتصل عند معدل التسميد الأعلى 100 كغ P/هـ إلى (164.6، 166.8، 171.0، 144.9 كغ غلة حبية/كغ P مضاف) في الأصناف الأربعة المدروسة (شام 4، شام 6، شام 8، شام 10) على التوالي، توضح هذه النتائج زيادة في قيمة معامل الإنتاجية PP للصنفين شام 6 وشام 8 عن باقي الأصناف باستخدام 25 كغ P/هـ، ومع زيادة معدل التسميد انخفض معامل PP بشكل معنوي في الصنفين شام 6 وشام 8 إلى (166.8 و 171 كغ غلة حبية/كغ P مضاف) على التوالي.

الجدول 5. تأثير التسميد الفوسفاتي في معامل الإنتاجية الجزئي (كغ غلة حبية/كغ P مضاف) في الأصناف (شام 4، شام 6، شام 8، شام 10)

معدل التسميد الفوسفاتي (كغ P/هـ)					الصنف
LSD _{0.05}	100	75	50	25	
VAR = 0.0003 TSP = 0.0001 VAR* TSP = 0.0289					
41.6	164.6 ^B	173.6 ^{AB}	201.6 ^{AB}	213.0 ^A	شام 4
19.0	166.8 ^C	168.0 ^C	216.2 ^B	269.7 ^A	شام 6
16.2	171.0 ^C	192.4 ^B	190.4 ^B	241.3 ^A	شام 8
37.0	144.9 ^B	165.8 ^B	178.4 ^{AB}	212.0 ^A	شام 10
25.9 = LSD _{VAR×TSP}	12.4	19.9	25.8	50.2	LSD _{0.05}

قيم P هي لتحليل التباين العام ANOVA لمصادر التباين الناتجة عن الصنف (VAR)، ومعدل التسميد الفوسفاتي (TSP)، والتأثير المتداخل بينهما (VAR*TSP).

المتوسطات ذات الأحرف المتشابهة أفقياً غير مختلفة معنوياً بحسب قيمة الـ LSD_{0.05}.

الكفاءة الزراعية: (AE)

إن الكفاءة الزراعية هي انعكاس مباشر لكفاءة النبات على استرداد الفوسفور والكفاءة الفيزيولوجية، بالتالي فإن تفاعل هذين العاملين سيلقي بظلاله على قيم الكفاءة الزراعية. تحسب الكفاءة الزراعية للغلة الحبية على أساس الزيادة في الغلة الحبية من كل كغ سماد TSP مضاف للتربة.

كانت مصادر التباين في مؤشر الكفاءة الزراعية معنوية لكل من الصنف ومعدل التسميد وانعكس ذلك على التداخل بينهما. في الصنف شام 10 كانت أقل قيمة للكفاءة الزراعية عند معدلات الإضافة المنخفضة مقارنة ببقية الأصناف، وبقية القيمة منخفضة بالرغم من زيادة معدلات التسميد الفوسفاتي. بينما في الصنف شام 6 كانت قيمة الكفاءة الزراعية مرتفعة بالرغم من معدلات التسميد الفوسفاتي المنخفض فكانت 148 كغ من الغلة الحبية لكل كيلوغرام مضاف من السماد عند معدل الإضافة الأول 25 كغ P/هـ.

ويبين الجدول (6) أن أقل قيمة للكفاءة الزراعية كانت عند عتبة التسميد الأولى 25 كغ P/هـ (92.0، 148.7، 120.3، 91.0) في الأصناف (شام 4، شام 6، شام 8، شام 10) على التوالي، لترتفع قيم الكفاءة الزراعية بشكل معنوي مع زيادة معدلات التسميد الفوسفاتي وتكون أعلى ما يمكن عند المعدل 100 كغ P/هـ على التوالي (شام 4، شام 6، شام 8، شام 10). لقد تفوق الصنفين شام 6 وشام 8 على بقية الأصناف المدروسة في قيمة الكفاءة الزراعية، ويعزى الأمر إلى قدرة هذين الصنفين على مراكمة المادة الجافة ضمن الحبوب مع زيادة معدلات الإضافة الفوسفاتية. لقد أفادت نتائج (Bashir *et al.*, 2015) أن قيم الكفاءة الزراعية تزداد بزيادة معدل التسميد الفوسفاتي لتكون أقل قيمة لها عند أول معدل إضافة وأعلى قيمة عند المعدل 100 كغ P₂O₅/هـ، وتنخفض قيمتها بعد هذا المعدل.

الجدول 6. تأثير التسميد الفوسفاتي في الكفاءة الزراعية (كغ غلة حبية/كغ P مضاف) في الأصناف (شام 4، شام 6، شام 8، شام 10)

معدل التسميد الفوسفاتي (كغ P/هـ)					الصنف
LSD _{0.05}	100	75	50	25	
VAR= 0.0001 TSP= 0.0001 VAR* TSP= 0.0001					
41.6	134.3 ^A	133.2 ^{AB}	141.1 ^A	92.0 ^B	شام 4
19.0	136.5 ^{BC}	127.7 ^C	155.7 ^A	148.7 ^{AB}	شام 6
16.1	140.8 ^{AB}	152.0 ^A	129.9 ^{BC}	120.3 ^C	شام 8
37.0	114.6 ^A	125.5 ^A	117.9 ^A	91.0 ^A	شام 10
26.0= LSD _{VARxTSP}	13.4	19.8	28.8	50.2	LSD _{0.05}

قيم P هي لتحليل التباين العام ANOVA لمصادر التباين الناتجة عن الصنف (VAR)، ومعدل التسميد الفوسفاتي (TSP)، والتأثير المتداخل بينهما (VAR*TSP).

المتوسطات ذات الأحرف المتشابهة أفقياً غير مختلفة معنوياً بحسب قيمة الـ LSD_{0.05}

تأثير التسميد الفوسفاتي في الكفاءة الفيزيولوجية (PE)

تشير الكفاءة الفيزيولوجية إلى الكفاءة في إنتاج الكتلة الحيوية وهي تعبر عن قدرة النبات على تحويل الفوسفور الممتص من السماد المضاف إلى المادة الجافة ومن ثم إلى الغلة الحبية من خلال توزيع المادة الجافة إلى الحبوب خلال مرحلة امتلاء الحبوب (Moll *et al.*, 1982).

تباينت قيم الكفاءة الفيزيولوجية في أصناف القمح المدروسة (شام 4، شام 6، شام 8، شام 10) فكانت قيم PE (الزيادة في الغلة الحبية لكل كغ P ممتص من قبل النبات) عند المعدل الأول 25 كغ P/هـ (283.9، 406.3، 387.1، 476.7)

لتزداد بشكل معنوي بزيادة التسميد الفوسفاتي وبفروق معنوية وصولاً إلى عتبة التسميد 75 كغ P/هـ لتتوقف هذه الفروقات المعنوية عند هذا المعدل بتفوق الصنف شام 10 على بقية الأصناف المدروسة (الجدول 7)، حيث كانت القيم عند 75 كغ P/هـ (635.9، 603.4، 683.4، 733.5) في الأصناف (شام 4، شام 6، شام 8، شام 10) على التوالي.

الجدول 7. تأثير التسميد الفوسفاتي في الكفاءة الفيزيولوجية (كغ غلة حبيبة/كغ P ممتص من قبل النبات) في الأصناف (شام 4، شام 6، شام 8، شام 10)

معدل التسميد الفوسفاتي (كغ P/هـ)					الصنف
LSD _{0.05}	100	75	50	25	
VAR= 0.0001 TSP= 0.0001 VAR* TSP= NS					
149.7	566.2 ^{AB}	635.9 ^A	472.2 ^B	283.9 ^C	شام 4
42.4	595.9 ^A	603.4 ^A	540.5 ^B	406.3 ^C	شام 6
81.1	682.3 ^A	683.4 ^A	642.2 ^A	387.1 ^B	شام 8
132.7	727.6 ^A	733.5 ^A	606.7 ^{AB}	476.7 ^B	شام 10
96.7 = LSD _{VARxTSP}	100.86	57.04	144.7	107.4	LSD _{0.05}

قيم P هي لتحليل التباين العام ANOVA لمصادر التباين الناتجة عن الصنف (VAR)، ومعدل التسميد الفوسفاتي (TSP)، والتأثير المتداخل بينهما (VAR*TSP).

المتوسطات ذات الأحرف المتشابهة أفقياً غير مختلفة معنوياً بحسب قيمة الـ LSD_{0.05}

كفاءة استخدام الفوسفور (PUE)

يعد تقدير كفاءة الاستفادة من الفوسفور مدخلاً مهماً لتقييم مصير الإضافات الفوسفاتية ودورها في زيادة إنتاجية المحاصيل الزراعية، وهي تعبر عن قدرة النبات على توظيف الفوسفور المتاح له خلال مراحل النمو وانعكاس ذلك على الإنتاجية كمّاً ونوعاً.

تعرف كفاءة استخدام الفوسفور بأنها كمية الفوسفور المزاحة في القش والحبوب من السماد المضاف، وهي تعبر عن كفاءة الصنف في استخدام الفوسفور الممتص، فالامتصاص هو نتيجة العلاقة التابعية للتأثير المتبادل بين ديناميكية الامتصاص والنمو، وبالتالي كفاءة الامتصاص. لقد أدت زيادة معدلات الإضافة الفوسفاتية في الصنف شام 4 إلى زيادة في كفاءة الاستخدام الفوسفور PUE وتراوحت بين 11.9% و19%. عند المعدلين 25 و100 كغ P/هـ على التوالي، ويمكن أن تعزى هذه الزيادة إلى حدوث تغيرات مورفولوجية في الجذر من خلال زيادة نسبة الجذور الرفيعة والشعيرات الجذرية التي تعدّ أكثر كفاءة في امتصاص الماء والعناصر الغذائية، بالتالي زيادة القدرة الإنتاجية للنبات (Lynch, 2019). بينما الصنف شام 10 فقد اتخذ منحنى مغاير عن بقية الأصناف المدروسة حيث انخفضت كفاءة الاستخدام بزيادة معدل التسميد الفوسفاتي المضاف من 18.4% عند المعدل الأول 25 كغ P/هـ إلى 14.8% عند المعدل الأعلى 100 كغ P/هـ، قد يعود هذا لانخفاض حاجة النبات من الفوسفور في الصنف شام 10 بزيادة معدل التسميد مقارنة بالمعدل الأول الذي تكون حاجته عنده مرتفعة، في ظل قيم الفوسفور المتاح المنخفضة في التربة المدروسة.

الجدول 8. تأثير التسميد الفوسفاتي في كفاءة استخدام الفوسفور (%) في الأصناف (شام4، شام6، شام8، شام10)

معدل التسميد الفوسفاتي (كغ/Pهـ)					الصنف
LSD _{0.05}	100	75	50	25	
VAR= 0.3407 TSP= 0.2854 VAR* TSP= 0.0407					
13.5	19.0 ^A	14.3 ^A	22.7 ^A	11.9 ^A	شام 4
2.0	18.3 ^A	15.0 ^B	19.5 ^A	18.3 ^A	شام 6
2.3	16.5 ^A	16.7 ^A	12.0 ^B	15.3 ^A	شام 8
4.7	14.8 ^A	15.8 ^A	18.2 ^A	18.4 ^A	شام 10
6.0 = LSD _{VARxTSP}	3.6	2.7	11.7	6.0	LSD _{0.05}

قيم P هي لتحليل التباين العام ANOVA لمصادر التباين الناتجة عن الصنف (VAR)، ومعدل التسميد الفوسفاتي (TSP)، والتأثير المتداخل بينهما (VAR*TSP). المتوسطات ذات الأحرف المتشابهة أفقيًا غير مختلفة معنويًا بحسب قيمة ال LSD0.05.

أكدت دراسة (AL-Murshidy *et al.*, 2022) أن كفاءة استخدام الفوسفور قد زادت بزيادة معدلات التسميد لتكون أعلى قيمة لها عند أعلى معدل سمادي مضاف 90 كغ P/هـ، كما لوحظ وجود تباين بين أصناف القمح المدروسة في كفاءتها لاستخدام الفوسفور إذ تفوق الصنف Iba99 على الصنف Jad عند معدلات التسميد المتزايدة وهذا يعود إلى الاختلاف في التركيب الوراثي للصنف.

الاستنتاجات

- تفوق الزيادة النسبية للغلة الحبية لدى جميع الأصناف المدروسة عن الزيادة النسبية لإنتاج الغلة البيولوجية، وزيادة معامل الحصاد بزيادة معدل التسميد.
- تفوق الصنف شام 10 على بقية الأصناف المدروسة في قيمة الكفاءة الفيزيولوجية عند المعدل 100 كغ P/هـ لتبلغ 727، بينما تفوق الصنف شام 8 على بقية الأصناف المدروسة في قيمة الكفاءة الزراعية عند المعدل 100 كغ P/هـ لتبلغ 571.
- تراوحت قيمة كفاءة الاستفادة من الفوسفور (11.9% - 22.7%).

المراجع

- علوش، غياث، أسامة حتى، هزار حبيب ولجين خليل. (2024). استجابة أصناف من الأقمح الطرية السورية للتسميد الفوسفاتي: معايير النمو والإنتاجية. مجلة جامعة اللاذقية لسلسلة العلوم البيولوجية. 46(3): 211-230.
- المجموعة الإحصائية الزراعية. (2020). جرى تحميله من الموقع <http://moaar.gov.sy/category/>
- Abbas, M., M. Irfan., J. A. Shah., N. A. Sial and N. Debar. (2024). Enhancing phosphorus use efficiency in wheat grown on alkaline calcareous soils. Eurasian Journal of Soil Science, 13(1): 79-88.
- Alam, S. M., Shah, S. A., & Akhtar, M. (2003). Varietal differences in wheat yield and phosphorus use efficiency influenced by method of phosphorus application. Songklanakarin Journal of Science and Technology, 25(2), 175-181.

- Ali, A., Asif, M., Adnan, M., Azizi, M., Hayyat, M. S., Saleem, M. W., Hanif, M. S., Javed, M. A., Hassan, W., & Ali, S. M. (2020). Effect of different levels of phosphorus on growth, yield and quality of wheat (*Triticum aestivum* L.). *International Journal of Botany Studies*, 5(3), 64-68.
- Al-Murshidy, H. Y. J., & Al-Ansari, A. M. S. (2022). Response of wheat (*Triticum aestivum* L.) grown in calcareous soils to Nano-phosphate and triple super phosphate fertilizers. *Texas Journal of Agriculture and Biological Sciences*, 9, 1-8.
- Anwar, S., Israeel, B. I., Khan, S., Faraz, M., Ali, N., Hussain, S., & Anjum, M. M. (2016). Nitrogen and phosphorus fertilization of improved varieties for enhancing yield and yield components of wheat. *Pure and Applied Biology (PAB)*, 5(4), 727-737.
- Arshad, M., Adnan, M., Ali, A., Khan, A., Khan, F., Khan, A., Kamal, M., Alam, M., Ullah, H., Saleem, A., Hussain, A., & Shahwar, D. (2016). Integrated effect of phosphorous and zinc on wheat quality and soil properties. *Advances in Environmental Biology*, 10(2), 40-45.
- Bashir, S., Anwar, S., Ahmad, B., Sarfraz, Q., Khatk, W., & Islam, M. (2015). Response of wheat crop to phosphorus levels and application methods. *Journal of Environment and Earth Science*, 5(9), 151-155.
- Deng, Y., Teng, W., Tong, Y. P., Chen, X. P., & Zou, C. Q. (2018). Phosphorus efficiency mechanisms of two wheat cultivars as affected by a range of phosphorus levels in the field. *Frontiers in Plant Science*, 9, Article 1614.
- Devau, N., Hinsinger, P., Le Cadre, E., Colomb, B., & Gérard, F. (2011). Fertilization and pH effects on processes and mechanisms controlling dissolved inorganic phosphorus in soils. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 75(10), 2980-2996.
- Dobermann, A. (2007). Nutrient use efficiency—measurement and management. *Agronomy & Horticulture*, 28.
- Elsahookie, M. M., Cheyed, S. H., & Dawood, A. (2021). Characteristics of whole wheat grain bread quality. *Systematic Reviews in Pharmacy*, 12(1), 593-597.
- Ferrer, D., Weisz, R., Heiniger, R., Murphy, J. P., & Pate, M. H. (2006). Delayed harvest effect on soft red winter wheat in the southeastern USA. *Agronomy Journal*, 98(3), 588-595.
- Habernicht, D. K., Berg, J. E., Carlson, G. R., Wichman, D. M., Kushnak, G. D., & Kephart, K. D. (2002). Pan bread and raw Chinese noodle qualities in hard winter wheat genotypes grown in water-limited environments. *Crop Science*, 42(5), 1396-1403.
- Hasanuzzaman, M., Nahar, K., & Hossain, M. A. (2019). *Wheat production in changing environments*. Springer.

- Hewitt, E. J. (1966). Sand and water culture methods used in the study of plant nutrition (Technical Communication No. 22). Commonwealth Bureau of Horticulture and Plantation Crops.
- Ibrikci, H., Ryan, J., Ulger, A. C., Buyuk, G., Cakir, B., Korkmaz, K., & Konuskan, O. (2005). Maintenance of phosphorus fertilizer and residual phosphorus effect on corn production. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 72, 279-286.
- Izhar, S. M., Adnan, M., Fahad, S., Wahid, F., Khan, A., Yue, Z., & Datta, R. (2020). Application of single superphosphate with humic acid improves the growth, yield and phosphorus uptake of wheat (*Triticum aestivum* L.) in calcareous soil. *Agronomy*, 10(9), Article 1224.
- Jia, X. C., Liu, P., & Lynch, J. P. (2018). Greater lateral root branching density in maize improves phosphorus acquisition from low phosphorus soil. *Journal of Experimental Botany*, 69(20), 4961–4970.
- Kai, Z., Yan, L. C., Qing, J. Z., Lian, H. L., Hian, F. C., Shan, G. W., & Xin, P. Y. (2012). Responses of phosphorus use efficiency, grain yield, and quality to phosphorus application amount of weak-gluten wheat. *Journal of Integrative Agriculture*, 11(7), 1103-1110.
- Khan, B. M., Lone, I. M., & Ulla, R. (2012). Effect of phosphatic fertilizers on chemical composition and total phosphorus uptake by wheat (*Triticum aestivum* L.). *International Journal of Agricultural Science, Research and Technology in Extension and Education Systems (IJASRT in EESs)*, 2(1), 37-42.
- Lynch, J. P. (2019). Root phenotypes for improved nutrient capture: An underexploited opportunity for global agriculture. *New Phytologist*, 223(2), 548-564.
- Modhvadia, J. M., Rathod, A. D., Patel, R. J., & Bairwa, D. D. (2023). Effect of phosphorus and sulphur on the yield and quality of wheat (*Triticum aestivum* L.) crop. *The Pharma Innovation Journal*, 12(12), 3509-3513.
- Moll, R. H., Kamprath, E. J., & Jackson, W. A. (1982). Analysis and interpretation of factors which contribute to efficiency of N utilization. *Agronomy Journal*, 74(3), 502-564.
- Mosali, J., Desta, K., Teal, R. K., Freeman, K. W., Martin, K. L., Lawles, J. W., & Raun, W. R. (2006). Effect of foliar application of phosphorus on winter wheat grain, phosphorus uptake and use efficiency. *Journal of Plant Nutrition*, 29(12), 2147-2163.
- Pang, J. Y., Bansal, R., & Zhao, H. X. (2018). The carboxylate-releasing phosphorus-mobilizing strategy can be proxied by foliar manganese concentration in a large set of chickpea germplasm under low phosphorus supply. *New Phytologist*, 219(2), 518-529.
- Reis, G. P. O. G., Giroto, A. S., Guimaraes, G. G. F., Putti, F. F., Pavinato, P. S., Teles, A. P., & Fernandes, D. M. (2022). Role of slow-release phosphate nanofertilizers in forage nutrition and phosphorus lability. *ACS Agricultural Science & Technology*, 2(3), 564-572.

- Robles-Aguilar, A. A., Pang, J. Y., Postma, J. A., Schrey, S. D., Lambers, H., & Jablonowski, N. D. (2019). The effect of pH on morphological and physiological root traits of *Lupinus angustifolius* treated with struvite as a recycled phosphorus source. *Plant and Soil*, 434(1), 65-78.
- Ryan, J., Estefan, G., & Rashid, A. (2001). *Soil and plant analysis laboratory manual* (2nd ed.). International Center for Agricultural Research in the Dry Areas (ICARDA).
- SAS Institute. (1999). *SAS user's guide: Statistics* [Computer software]. SAS Institute Inc.
- Sun, B., Gao, Y., & Lynch, J. P. (2018). Large crown root number improves topsoil foraging and phosphorus acquisition. *Plant Physiology*, 177(1), 90-104.
- Unkovich, M., Baldock, J., & Forbes, M. (2010). Variability in harvest index of grain crops and potential significance for carbon accounting: Examples from Australian agriculture. In D. L. Sparks (Ed.), *Advances in agronomy* (Vol. 105, pp. 173-219). Academic Press.
- Wang, W., Ding, G. D., White, P. J., Wang, X. H., Jin, K. M., Xu, F. S., & Shi, L. (2019). Mapping and cloning of quantitative trait loci for phosphorus efficiency in crops: Opportunities and challenges. *Plant and Soil*, 439(1), 91-112.
- Weeks, J. J., Jr., & Hettiarachchi, G. M. (2019). A review of the latest in phosphorus fertilizer technology: Possibilities and pragmatism. *Journal of Environmental Quality*, 48(5), 1300-1313.
- Weigelt, A., & Jolliffe, P. (2003). Indices of plant competition. *Journal of Ecology*, 91(5), 707-720.
- Wen, Z., Li, H., Shen, Q., Tang, X., Xiong, C., Li, H., & Shen, J. (2019). Tradeoffs among root morphology, exudation and mycorrhizal symbioses for phosphorus-acquisition strategies of 16 crop species. *New Phytologist*, 223(2), 882-895.
- Yang, S. Y., Grønlund, M., Jakobsen, I., Grottemeyer, M. S., Rentsch, D., Miyao, A., & Paszkowski, U. (2012). Nonredundant regulation of rice arbuscular mycorrhizal symbiosis by two members of the PHOSPHATE TRANSPORTER1 gene family. *The Plant Cell*, 24(10), 4236-4251.
- Zak, D., Kronvang, B., Carstensen, M. V., Hoffmann, C. C., Kjeldgaard, A., Larsen, S. E., & Jensen, H. S. (2018). Nitrogen and phosphorus removal from agricultural runoff in integrated buffer zones. *Environmental Science & Technology*, 52(11), 6508-6517.
- Zhang, L., Shi, N., Fan, J. Q., Wang, F., George, T. S., & Feng, G. (2018). Arbuscular mycorrhizal fungi stimulate organic phosphate mobilization associated with changing bacterial community structure under field conditions. *Environmental Microbiology*, 20(7), 2639-2651.



دراسة تحليلية لتغير الموازنة المائية المناخية والاحتياجات المائية لنبات الذرة الصفراء في مناطق زراعتها في سورية خلال الفترة (1970-2020)

Analytical Study of Changes in Climatic Water Balance and Water Needs of Maize (Corn) in Its Agricultural Regions in Syria During the Period (2020-1970)

د. كنانة حليمي⁽²⁾

د. أدهم جلب⁽¹⁾

Dr. Ahdem Jalab⁽¹⁾

Dr. Kinana Haleme⁽²⁾

Adhamjalab@yahoo.com

<https://doi.org/10.66805/AE-19.1.019034>

Received 01 August 2024; Accepted 31 October 2024

(1) قسم الحراج والبيئة، كلية الهندسة الزراعية، جامعة اللاذقية، سورية.

(1) Department of Forestry and Environment, Faculty of Agriculture, Latakia University, Syria.

(2) كلية الهندسة الزراعية، جامعة اللاذقية، سورية.

(2) Faculty of Agriculture, Latakia University, Syria.

الملخص

يهدف هذا البحث الى دراسة واقع تغير الميزان المائي المناخي وأثره في الاحتياجات المائية لنبات الذرة الصفراء في مناطق زراعتها في سورية خلال الفترة 1970-2020، حيث جرت دراسة وتحليل عناصر الموازنة المائية المناخية كالهطل المطري والتبخر-النتح الكامن على المستويات السنوية والفصلية والشهرية وتحديد الاتجاه العام لها خلال الفترة المدروسة، إضافة إلى تحديد مدى تغير التبخر- نتح الحقيقي الذي يعبر عن الاحتياجات المائية الفعلية للذرة الصفراء في المناطق الرئيسية لزراعتها في سورية وهي (حماء- حلب- الرقة- دير الزور) خلال موسم النمو وفي كل مرحلة من مراحل نموها الأربع وذلك في ظل التغيرات المناخية الراهنة، حيث تم استخدام نماذج الانحدار الخطي البسيط لتحديد اتجاه التغير لكل من الهطل المطري والتبخر- النتح الكامن (ETp) والتبخر- النتح الحقيقي والميزان المائي المناخي، حيث تبين وجود اتجاه عام متزايد ذي دلالة إحصائية معنوية ($P < 0.05$) لكل من التبخر- النتح الكامن (ETp) و التبخر- النتح الحقيقي (ETr) خلال الفترة المدروسة، واتجاهًا متناقصًا معنويًا للهطل المطري ($P < 0.05$) في المحطات المناخية المعتمدة.

الكلمات المفتاحية: التغير المناخي، الموازنة المائية المناخية، الاحتياجات المائية، التبخر نتح، الجفاف.

Abstract

This research aims to study the reality of changes in the climatic water balance and its impact on the water needs of maize (corn) in Syria during the period from 1970 to 2020. It involves studying and analyzing elements of the climatic water balance, such as rainfall and potential evapotranspiration, at annual, seasonal, and monthly levels, and determining their overall trends during the studied period. Additionally, the study aims to assess changes in actual evapotranspiration, which reflects the actual water needs of maize in the main growing regions in Syria, namely Hama, Aleppo, Raqqa, and Deir Ezzor, throughout the growing season and in each of its four growth stages, in light of current climatic changes. Simple linear regression models were employed to determine the trend (Tend) for rainfall, potential evapotranspiration (ETp), actual evapotranspiration (ETr), and the climatic water balance. The results indicated a statistically significant general trend ($0.05 > P$) for both potential evapotranspiration (ETp) and actual evapotranspiration (ETr) during the studied period, along with a statistically significant decreasing trend for rainfall ($0.05 > P$) at the monitored climate stations

Keywords: Climatic Change, Climatic Water Balance, Water Needs, Evapotranspiration, Drought.

المقدمة

تعدُّ الذرة الصفراء من المحاصيل الزراعية الأساسية التي تؤدي دورًا حيويًا في الأمن الغذائي العالمي، ومع تزايد التحديات البيئية أصبح من الضروري فهم تأثير التغيرات المناخية على مدى تغير الاحتياجات المائية هذا المحصول. ترتبط الدورة الهيدرولوجية ارتباطًا وثيقًا بالتغيرات في درجة حرارة الغلاف الجوي والتوازن الإشعاعي، إن ارتفاع درجة حرارة النظام المناخي في العقود الأخيرة يتضح من خلال الزيادات في المتوسط العالمي لدرجات حرارة الهواء والمحيطات (IPCC, 2007)، وارتفاع مستوى سطح البحر العالمي، إن صافي التأثير الإشعاعي بشري المنشأ من المقدر أن يكون إيجابيًا ومع أفضل تقدير له 1.6 وات/م² لعام 2005 (مقارنة بقيمة عام 1750 أي ما قبل الثورة الصناعية). أفضل تقدير لارتفاع درجة حرارة سطح الأرض بين 1906 إلى 2005 هو 0.74 درجة مئوية، مع اتجاه احتراق أسرع على مدى الخمسين سنة الماضية. تُظهر الدراسات أن معظم الارتفاع في درجات الحرارة العالمية منذ منتصف القرن العشرين كان بسبب الزيادة الملحوظة في النشاط البشري وزيادة تركيز غازات الدفيئة، وأظهرت دراسة (Haleme *et al.*, 2023) أن الاتجاه العام لموجات الحر (التي تتحدد عندما تكون أدنى درجة حرارة مسجلة لمدة يومين على الأقل أعلى بنسبة 85% من متوسط حرارة شهري تموز وآب) في الغرب السوري خلال الخمس عقود الأخيرة سجلت اتجاهًا عامًا متزايدًا ذا أهمية معنوية، وفي دراسة أخرى للمنطقة نفسها (Ibrahim *et al.*, 2022) وجود تغير زمني لدرجات الحرارة العظمى الشهرية والفصلية والسنوية في منحني تصاعدي موجب خلال الفترة (1960-2021).

عادة يترجم تغير المناخ إلى تغير في الظروف الجوية على المدى الطويل وهو عامل محدد لزراعة المحاصيل ونموها (Bazzaz and Sombroek, 1996). كما أن لزيادة تركيز ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي ودرجة حرارة الهواء تأثيراً مباشراً على نمو وتطور المحاصيل (Idso and Idso, 1994; Zapotoczny *et al.*, 2006; Xiao *et al.*, 2007, 2009; Qiao *et al.*, 2010; El-) (Fadel *et al.*, 2012). كما أن لتغير المناخ تأثير كبير على توافر الموارد المائية. كما أفاد (Ragab and Prudhomme, 2002,) (Ragab, 2010, Montenegro and Ragab, 2012. Hamdy *et al.*, 2003).

حددت اللجنة الدولية للري والصرف ICID أن فقد الماء من التربة والنبات يحدث من خلال:

- التبخر- النتح الكامن Potential Evapotranspiration "ETP" يمثل كمية بخار الماء العظمى التي تنتقل إلى الغلاف الجوي في واحدة الزمن من سطح مغطى كلياً بالنمو النباتي وتحت ظروف مائية وغذائية مثالية دون وجود أي عائق لتأمين المياه تحت الظروف السائدة سواء أكانت ميترولوجية - حالة التربة الفيزيائية - نوعية النمو والزراعات المحيطة بالموقع (Schrödter, 1985).

- التبخر- النتح الحقيقي Actual Evapotranspiration "ETR" يمثل كمية الماء المنقولة فعلياً من واحدة المساحة لأرض مغطاة بالنباتات إلى الغلاف الجوي في واحدة الزمن تحت الظروف البيئية السائدة (Schrödter, 1985).

- إن كميات الماء المستهلكة لتكوين 1 كغ من المادة الجافة للنبات التي يطلق عليها معامل النتح Transpiration Coefficient التي تتراوح بين 200 - 1000 لتر تتوقف على النوع النباتي المزروع وبالتالي فإن إنتاجية النوع النباتي من المادة الجافة في واحدة المساحة يسمح بتحديد دقيق تقريباً عن كميات الماء اللازمة لبناء المادة النباتية الجافة التي تمثل 13 - 22% من وزن النبات (Hanke, 1986).

عادة يمثل الفقد المائي بالتبخر نتح جزءاً مهماً في كل من نظامي الطاقة والميزان المائي لكوكب الأرض ويتضح ذلك من خلال كميات الماء المتبخرة سنوياً التي تستهلك حوالي 25% من الطاقة الشمسية الواصلة إلى سطح الأرض (Schrödter, 1985) وقد عرفه العالم بنمان بأنه ظاهرة فيزيولوجية تعبر عن كمية الماء المفقود فيزيائياً من سطح التربة وسطوح النباتات المبللة من المسام النباتية عن طريق النتح (Penman, 1963).

وقد قيّمت دراسة (حسون وزملاؤه، 2022) الاستهلاك المائي وعلاقته بإنتاجية محصول الذرة الصفراء باستخدام برنامج cropwat8، وقد حدد (عباس وزملاؤه، 2023) الاحتياج المائي للذرة الصفراء تحت تأثير التغيرات المناخية باستخدام النموذج MABIA. كما وضحت دراسة (صالح وفالح، 2012) الاحتياجات المائية لمحصول الذرة الصفراء في وسط العراق لزيادة كفاءة استخدام المياه.

أهمية البحث وأهدافه

معظم الزراعات الشتوية في سورية هي زراعات بعلية، لذا فإن تحديد كميات المياه المفقودة بالتبخر- النتح وكميات المياه الواردة عبر الهطولات المطرية وتحديد مدى الفائض أو العجز المائي وتقييم الاحتياجات المائية لمختلف الأنواع النباتية خلال مراحل نموها المختلفة وتحديد مدى الحاجة للمياه بالري التكميلي من عدمه على المستويات الزمانية والمكانية يعد ذا

أهمية كبيرة لتقييم كمية الاحتياجات المائية وتغيرها عبر الزمن في ظل التغيرات المناخية الراهنة وذلك من اجل إيجاد حلول ملائمة ومستدامة. وتتجلى أهداف البحث في:

- دراسة واقع الميزان المائي المناخي عبر كل من الهطل المطري والتبخر-الكامن في مناطق متوزعة جغرافياً في الجزيرة السورية والمنطقة الشمالية والوسطى في سورية (دير الزور- حلب - حماه- الرقة) على المستويات السنوية والفصلية خلال الفترة 1970-2020.

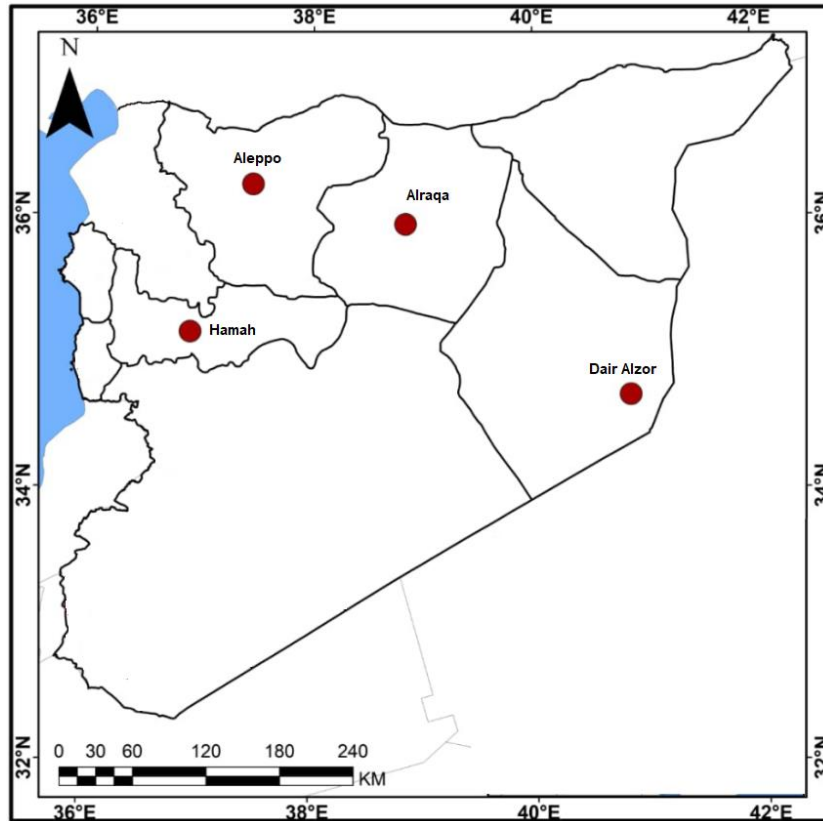
- تحديد اتجاه ومقدار التغير كل من الهطل المطري والتبخر نتح الكامن والميزان المائي المناخي في المناطق الأربعة خلال الفترة 1970-2020.

- تقدير الاحتياجات المائية لنبات الذرة الصفراء في مناطق الدراسة ولا سيما خلال مراحل نموها.

- تحديد مقدار الزيادة أو النقص في احتياجات نبات الذرة الصفراء للمياه في مناطق الدراسة الأربع وخلال كامل موسم النمو وكل مرحلة من مراحل النمو الأربع.

منطقة الدراسة

تتمثل منطقة البحث في أربع مناطق رئيسة لزراعة الذرة في الجمهورية العربية السورية التي تمتد فلكياً بين دائرتي عرض (32°18'N - 37°19'N) وبين خطي طول (35°36'E - 42°22'E) (عبد السلام، 1990) وهي (دير الزور، الرقة، حلب، حماه) كما هو موضح في الشكل (1).



الشكل 1. الجمهورية العربية السورية موزعاً عليها المحطات الميتورولوجية المعتمدة في الدراسة

مواد وطرائق البحث

لقد جرى الحصول على المعطيات المناخية المستخدمة في هذه الدراسة وتشمل درجة الحرارة والهطل لمحطات موزعة جغرافيًا حيث أماكن انتشار زراعة الذرة الصفراء دير الزور- الرقة- حلب- حماه للفترة الممتدة بين 1970-2020 من المديرية العامة للأرصاد الجوية السورية والمكتب المركزي للإحصاء في الجمهورية العربية السورية. وقد جرى حساب كل من:

1. التبخر نتج الكامن ETP من خلال برنامج Drinc وباستخدام علاقة بلانيه وكرايدل المعدلة التي تستخدم عناصر مناخية هي المعدل الشهري لدرجة الحرارة والنسبة المئوية لعدد ساعات الإضاءة في اليوم ومعامل تصحيح C. وتعطى بالشكل:
(Cunha *et al.*, 2017):

$$ETP = C * P * [0.46 * t + 8.13]$$

حيث:

ETP: متوسط التبخر- نتج الأساسي الشهري مم/يوم.

t: المعدل الشهري لدرجة الحرارة (°C).

P: النسبة المئوية لعدد ساعات النهار في اليوم مقسومة على مجموع عدد الساعات السنوية لطول النهار، وتؤخذ قيمها من جدول خاص كمعدل لأيام كل شهر من السنة ولكل خط عرض جغرافي.

C: معامل تصحيح، يتوقف على متوسط الرطوبة النسبية الصغرى، ومتوسط ساعات الإضاءة النسبية (n/N) ومتوسط سرعة الرياح النهارية [م. ثا⁻¹] (Blaney and Criddle, 1950).

2. تحديد مقدار متوسط كميات الأمطار والتبخر نتج الكامن والميزان المائي المناخي في كل من دير الزور والرقة على المستويات الزمنية الشهرية والفصلية والسنوية خلال الفترة 1970-2020.

3. اتجاه ومقدار التغير لكل من الأمطار والتبخر نتج السنوي والفصلي في دير الزور والرقة خلال فترة الدراسة باستخدام علاقة الانحدار الخطي التي تعطى بالشكل:

$$Y = a \pm Bx$$

حيث:

a: تمثل نقطة تقاطع مع المحور y.

b: ميل خط الانحدار (مقدار الزيادة أو النقص السنوية).

4. واقع الميزان المائي المناخي ($\pm \Delta Pmm$) على المستوى الشهري والفصلي السنوي واتجاه تغيرها السنوي خلال فترة الدراسة في المناطق الأربعة باستخدام العلاقة التالية:

$$\pm \Delta Pmm = Pmm - ETP$$

يمثل الميزان المائي المناخي الفرق بين الهطولات المطرية والتبخر نتج الكامن لأي فترة زمنية.

5. التبخرنتح الحقيقي Etr الذي يعبر عن الاستهلاك المائي الفعلي للنباتات تم حسابه بالاعتماد على قيم التبخرنتح الكامن ETp ومعامل استهلاك النبات للماء Kc الذي يتغير من نبات لآخر ومن مرحلة نمو إلى أخرى بالنسبة إلى النبات نفسه وبحسب بالشكل التالي (مطر، 1983):

$$KC = \frac{ETr}{ETP}$$

6. تغير الاحتياجات المائية (ETr) للذرة الصفراء في كل من الرقة ودير الزور وحلب وحماه خلال فترة الدراسة.

وفقاً للدراسات المرجعية، قسّمت مراحل نمو النبات ومتطلباته المائية (Kc) إلى ثلاث مراحل هي: أولية، وسطية، نهائية، حيث تتغير قيمة معامل استهلاك النبات للماء Kc تبعاً لكل مرحلة، وطول كل مرحلة من مراحل النمو الثلاث وفيما يلي الجدول (1) يبين ذلك (FAO, 1998).

الجدول 1. تغير قيم Kc للذرة الصفراء خلال مراحل النمو الثلاثة وطول كل مرحلة (FAO, 1998)

معامل استهلاك الماء (Kc)			المجموع	أطوال مراحل النمو (يوم)				بدء موسم النمو	نوع النبات
نهائية	وسطية	أولية		نهائية	وسطية	تطور	أولية		
1.05	1.15	0.7	80	10	25	25	20	1.May	الذرة الصفراء

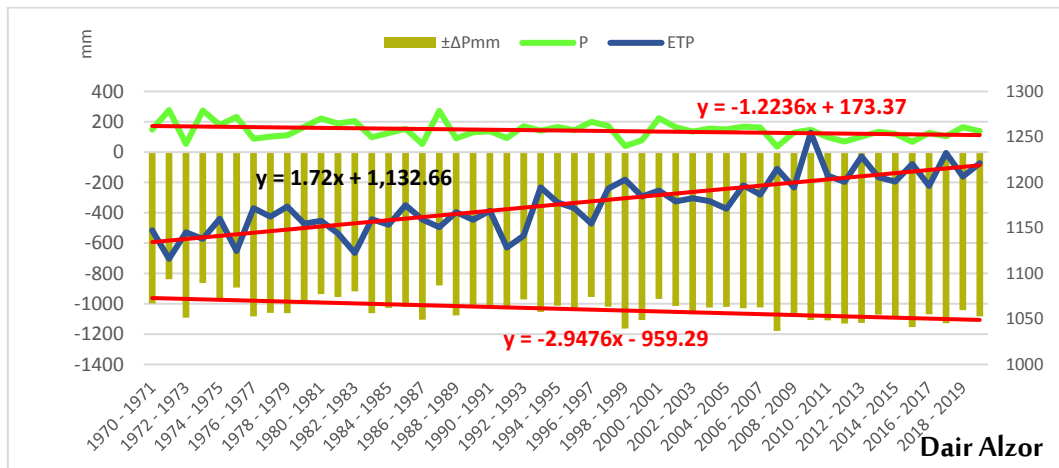
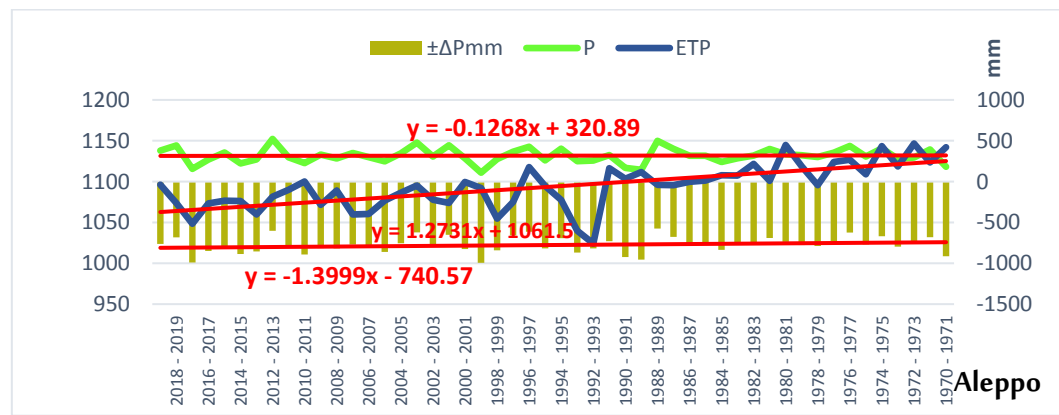
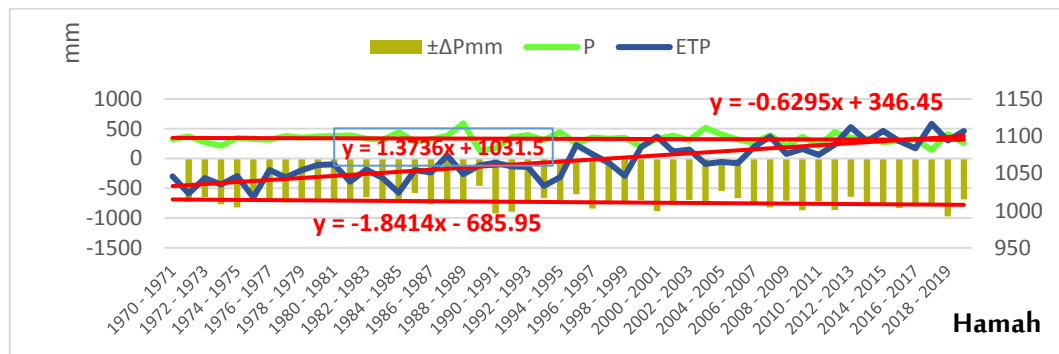
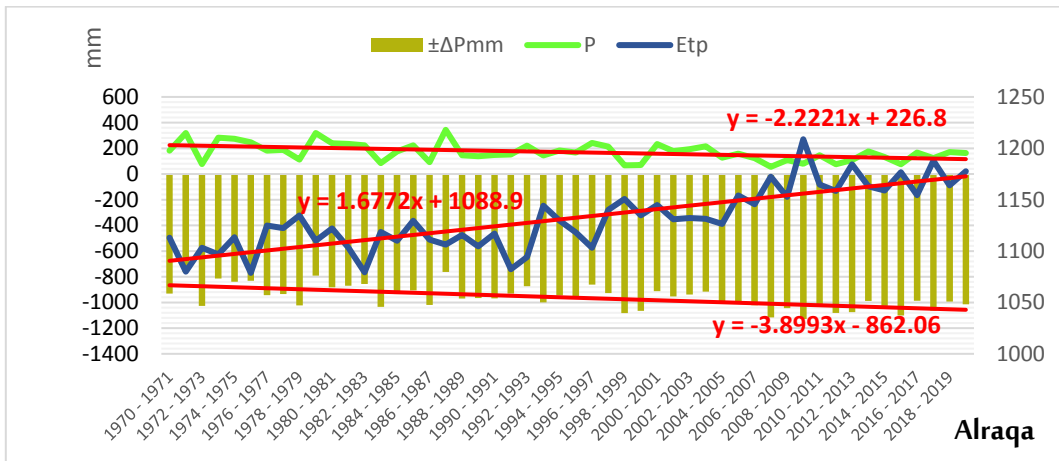
النتائج والمناقشة

واقع الميزان المائي المناخي السنوي خلال الفترة 1970-2020

بينت نتائج الميزان المائي السنوي للمناطق الأربعة المدروسة أنه سالب ولم يسجل أي قيمة موجبة خلال 51 سنة، وذلك لأن معدلات الهطل المطري السنوي هي أقل بكثير من التبخرنتح الكامن، فقد سجلت أعلى معدلات للهطل المطري السنوي خلال الفترة المدروسة في حماه (330.2 mm)، تلتها حلب (313 mm)، ثم الرقة (170.1 mm)، وأخيراً دير الزور (142 mm). بينما سجلت أعلى معدل لكميات التبخر-النتح الكامن خلال الفترة المدروسة في دير الزور (1176.6 mm)، تلتها منطقة الرقة (1131.6 mm)، ثم حلب (1093.9 mm) وأخيراً حماه (1066.5 mm). وبالتالي فإن مناطق الدراسة الأربعة تشهد عجزاً مائياً مناخياً واضحاً، حيث سجلت جميع المناطق قيماً سلبية ذات تأثير معنوي حيث تبين أن جميع سنوات الدراسة سجلت قيماً سلبية أقل من 500 mm سنوياً بينما تجاوزت القيم في دير الزور 1100 mm-، كما هو موضح في الشكل (2).

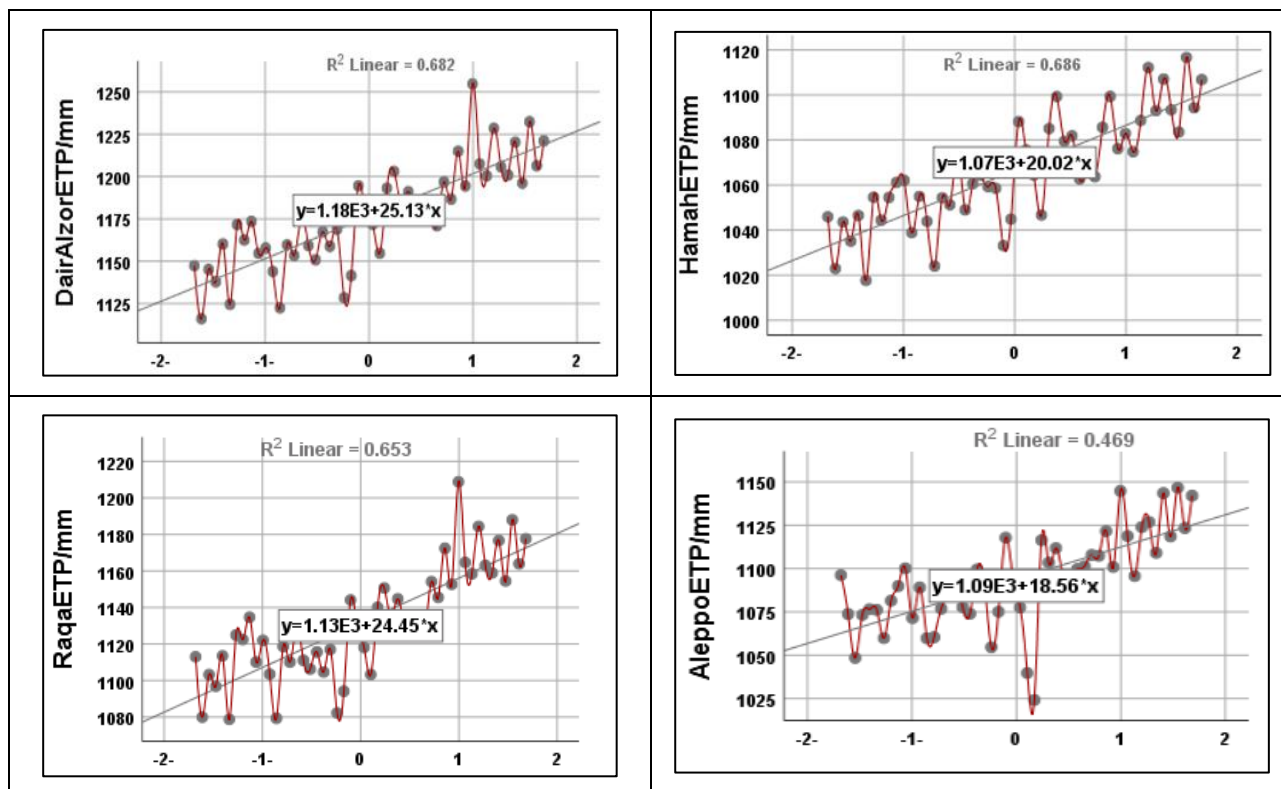
يوضح الشكل (2) أن الأعوام 2017-2018 و2007-2008 و1997-1998 شهدت تطرفاً في العجز المائي في جميع

المناطق خلال الفترة المدروسة.



الشكل 2. العجز المائي- المناخى السنوي في المناطق المدروسة خلال الفترة الزمنية (1970-2020)

الاتجاه العام للتبخير- النتح الكامن في جميع مناطق الدراسة كان متزايداً ومعنوياً للفترة (1970-2020) حيث سجلت جميع نتائج اختبار ANOVA فيها قيماً أقل من (0.05)، كما في الشكل (3).



الشكل 3. الاتجاه العام للمعدلات السنوية للتبخير-النتح الكامن/مم في المناطق المدروسة خلال الفترة (1970-2020)

الخصائص الإحصائية الشهرية والفصلية والسنوية لعناصر الموازنة المائية المناخية الفترة 2020-1970

تشير النتائج الواردة في الجدولين (2 و3) إلى معدلات العناصر الثلاثة بما يمكن من مقارنة كل من المتوسطات ومعامل

تغيرها % CV (الذي يعبر عن مدى استقرارها) للفترة الممتدة 2020-1970.

تشير النتائج الواردة في الجدول (2) إلى أكبر كميات للأمطار الشهرية كانت في شهر ك2 وبقيم بلغت (68.6، 25.7،

31.2 مم) (عدا حلب خلال شهر ك1 بقيمة 60.9 مم) بينما أكبر كميات للتبخير نتح الكامن كانت في شهر تموز وبقيم بلغت

(131.8، 140.6، 152.2، 145.1 مم)، بينما كان أكبر عجز مائي في شهر تموز وبقيم بلغت (-131.5، -140.5، -151.8، -145.1

مم) في كل من حماه، حلب، دير الزور، الرقة على التوالي.

وبالنظر إلى المستوى الفصلي لمتوسط قيم العناصر الثلاثة المدروسة في الجدول (3) يتضح أن أكبر هطولات في الشتاء

وبكميات بلغت (181.7، 171.3، 85.4، 70.8 مم) بينما كان أكبر فاقد مائي عبر التبخير نتح في الصيف وبيكات بلغت (352.1،

402.8، 415.6، 435.3 مم) وبالتالي فإن العجز المائي المناخي الأكبر كان في فصل الصيف وبقيم بلغت (-252.2، -399.9،

-414.8، -434.4 مم) في كل من حماه وحلب والرقة ودير الزور على التوالي.

أما على المستوى السنوي فكانت قيم الهطل المطري (331.8، 327، 170.2، 142.2 مم) وقيم التبخر نتح الكامن (1066.5، 1093.8، 1131.7، 1176.6 مم) وبالتالي فإن العجز المائي بلغ (-735.3، -767.1، -961.6، -1034.4 مم) مما يدل على أن العجز المائي الأكبر هو في دبر الزور تلمها الرقة تم حلب وأخيرًا حماه.

الجدول 2. المتوسط الشهري للتبخر-نتح الكامن والأمطار والعجز المائي في المناطق المدروسة خلال الفترة 1970-2020

المنطقة	العنصر	المؤشر الاحصائي	Oct	nov	dec	jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep
Aleppo	ETP	AvG	88.2	62.2	50.2	49.9	52.2	72.7	90.2	116.4	130.3	140.6	131.9	109.0
		SD	4.0	3.8	7.8	3.3	3.6	4.1	4.5	3.7	2.9	3.8	4.0	3.8
		CV%	4.5	6.1	15.6	6.6	6.8	5.7	5.0	3.2	2.2	2.7	3.1	3.5
	Pmm	AvG	19.1	36.5	60.9	59.8	50.6	44.4	33.0	18.3	2.4	0.1	0.3	1.6
		SD	18.5	22.9	38.4	32.8	29.1	28.6	23.5	22.9	4.8	0.2	2.1	3.9
		CV%	96.7	62.6	63.1	54.8	57.5	64.4	71.1	124.9	201.9	424.8	624.6	245.7
	±ΔPmm	AvG	-69.1	-25.7	10.7	9.9	-1.6	-28.3	-57.2	-98.1	-127.9	140.5-	-131.5	-107.5
		SD	18.5	22.7	39.5	32.6	29.5	28.1	23.6	23.0	5.8	3.8	4.8	5.4
		CV%	-26.8	-88.1	371.1	329.3	-1883.1	-99.3	-41.3	-23.4	-4.6	-2.7	-3.7	-5.0
Raqa	ETP	AvG	90.0	63.5	52.4	51.2	54.3	76.8	95.1	121.9	135.4	145.1	135.1	110.7
		SD	3.8	3.4	3.2	3.4	3.5	4.9	4.6	4.9	4.1	4.4	3.9	3.8
		CV%	4.2	5.4	6.2	6.6	6.5	6.4	4.8	4.0	3.1	3.0	2.9	3.5
	Pmm	Avg	9.0	17.1	26.4	31.2	27.5	28.3	19.2	10.7	0.8	0.0	0.1	0.1
		SD	11.2	15.6	20.3	17.0	21.4	24.5	17.9	15.9	2.5	0.1	0.2	0.2
		CV%	125.4	91.5	77.2	54.5	77.8	86.5	93.7	148.1	320.9	447.2	182.9	311.2
	±ΔPmm	Avg	-81.0	-46.5	-26.1	-20.0	-26.8	-48.5	-76.0	-111.2	-134.6	-145.1	-135.1	-110.7
		SD	12.3	16.0	20.9	16.7	22.8	26.5	20.2	18.4	4.9	4.4	3.9	3.9
		CV%	-15.2	-34.5	-80.1	-83.5	-84.9	-54.7	-26.6	-16.6	-3.6	-3.0	-2.9	-3.5
DairAzor	ETP	AvG	93.4	65.7	53.6	52.5	56.0	79.0	98.7	126.7	141.1	152.2	141.9	115.7
		SD	3.9	3.6	3.2	3.4	3.6	5.1	4.7	4.9	4.1	4.7	4.0	3.6
		CV%	4.2	5.4	6.0	6.4	6.5	6.4	4.8	3.9	2.9	3.1	2.8	3.1
	Pmm	AvG	8.2	17.4	20.8	25.7	24.3	21.8	16.0	7.0	0.5	0.5	0.0	0.1
		SD	16.3	17.3	17.6	18.0	15.9	23.1	19.4	9.9	1.2	3.1	0.0	0.3
		CV%	199.1	99.4	84.6	70.2	65.4	106.2	121.0	141.5	273.3	664.3	700.0	340.6
	±ΔPmm	AvG	-85.2	-48.4	-32.8	-26.9	-31.7	-57.2	-82.6	-119.7	-140.7	-151.8	-141.9	-115.6
		SD	16.7	18.1	17.7	18.2	17.4	25.1	21.3	13.0	4.3	5.2	4.0	3.7
		CV%	-19.6	-37.4	-53.9	-67.8	-54.8	-43.9	-25.8	-10.9	-3.0	-3.4	-2.8	-3.2
Hamah	ETP	AvG	87.8	63.4	52.2	51.6	53.8	73.2	88.0	112.0	123.0	131.8	124.4	105.3
		SD	3.5	3.5	3.1	3.2	3.5	4.2	4.2	4.2	3.1	3.2	3.3	3.0
		CV%	4.0	5.5	5.9	6.3	6.5	5.7	4.8	3.8	2.5	2.4	2.7	2.8
	Pmm	AvG	20.3	40.7	57.9	68.6	55.2	43.0	24.5	12.7	3.5	0.5	0.8	3.6
		SD	26.8	27.8	31.0	29.6	35.6	25.5	21.0	20.7	13.3	3.1	5.5	8.6
		CV%	132.0	68.4	53.6	43.1	64.4	59.5	85.7	162.7	378.6	603.0	700.0	239.0
	±ΔPmm	AvG	-67.5	-22.8	5.7	17.0	1.4	-30.2	-63.5	-99.3	-119.5	-131.3	-123.6	-101.7
		SD	27.0	28.1	31.2	29.7	35.7	26.1	22.4	20.6	13.8	4.6	5.9	8.8
		CV%	-40.1	-123.5	545.5	174.8	2494.1	-86.4	-35.3	-20.7	-11.5	-3.5	-4.7	-8.6

الجدول 3. المتوسط الفصلي للتبخر-نتح الكامن والأمطار والعجز المائي في محطات الدراسة خلال الفترة 1970-2020

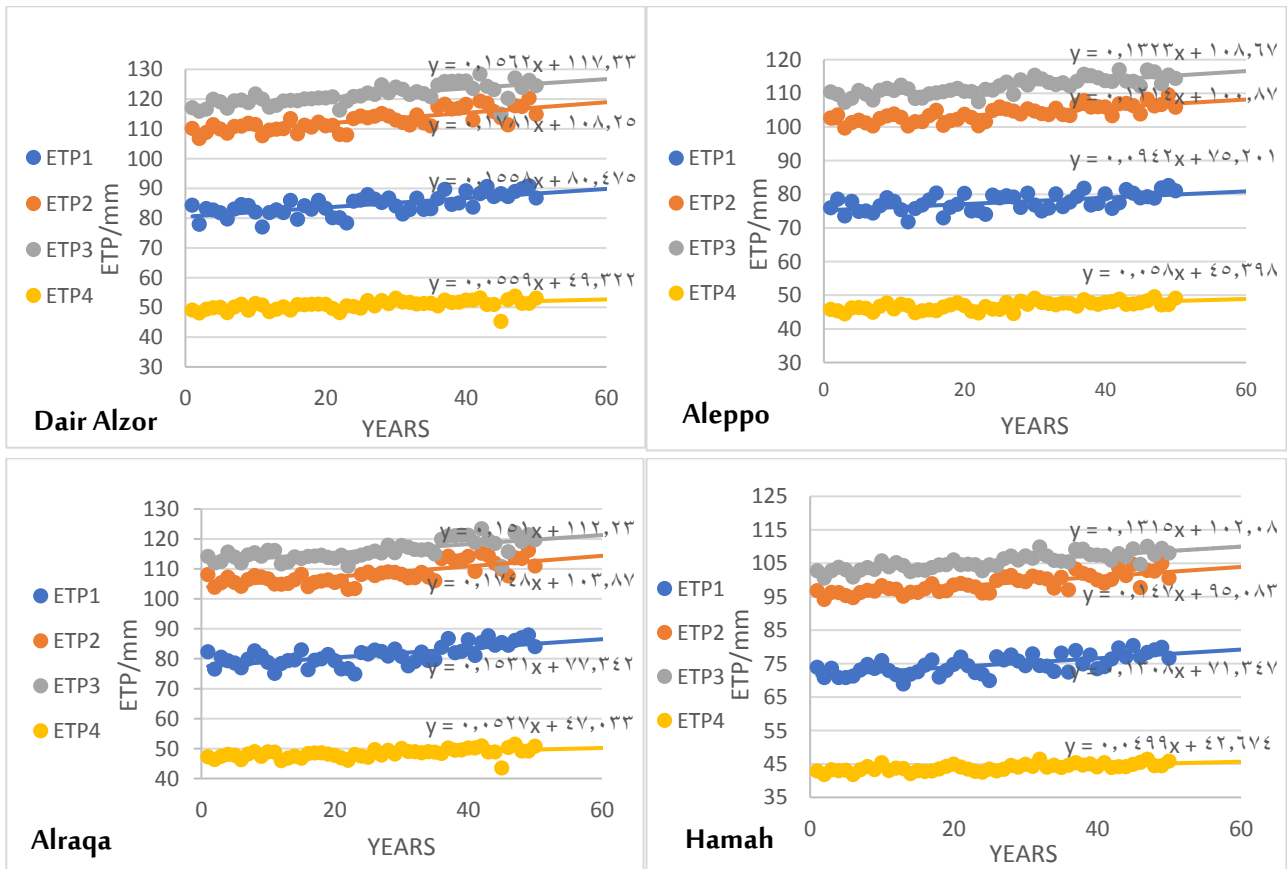
المنطقة	العنصر	المؤشر الاحصائي	خريف	شتاء	ربيع	صيف	سنوي
H amah	Pmm	AVG	64.6	181.7	80.2	4.8	331.3
		SD	39.2	53	37.7	16.9	12.9
		CV%	60.8	29.1	47	352.1	3.9
	ETP	AVG	256.5	157.6	273.2	379.2	1066.5
		SD	2.9	3.2	3.4	4.3	1.2
		CV%	1.1	2.0	1.3	1.1	0.1
	±ΔPmm	AVG	-191.9	24.1	-193	-252.5	-735.3
		SD	31.6	18.7	33.8	47.0	12.1
		CV%	-16.5	77.8	-17.5	-18.6	1.6-
Aleppo	Pmm	AVG	57.2	171.3	95.7	2.8	327.0
		SD	28.7	71.2	49.4	5.2	24.5
		CV%	50.2	41.5	51.6	185.0	7.5
	ETP	AVG	259.4	152.3	279.3	402.8	1093.8
		SD	7.4	10.4	9	9.2	1.1
		CV%	2.9	6.8	3.2	2.3	0.1
	±ΔPmm	AVG	-203.3	18.2	-182.2	-399.9	-767.1.
		SD	28.7	72.2	49.2	11.1	22.8
		CV%	-14.1	395.4	-27.0	-2.7	-3.0
Raqa	Pmm	AVG	25.8	85.4	58.2	0.8	170.2
		SD	21.2	37.5	39.7	2.5	14.9
		CV%	81.9	44	68.2	306.8	8.8
	ETP	AVG	264.3	158	293.8	415.6	1131.7
		SD	7.6	7.8	11.6	10.3	1.7
		CV%	2.9	4.9	3.9	2.5	0.1
	±ΔPmm	AVG	-238.2	-72.9	-235.7	-414.8	-961.6
		SD	23	37.3	45.8	10.9	13.4
		CV%	-9.7	-51.2	-19.4	-2.6	1.4-
DairAzor	Pmm	AVG	25.7	70.8	44.8	0.9	142.2
		SD	23.6	31.6	33.9	3.4	12.0
		CV%	92.1	44.7	75.7	370.3	8.4
	ETP	AVG	274.8	162.2	304.3	435.3	1176.6
		SD	7.6	7.9	11.5	10.4	1.7
		CV%	2.8	4.9	3.8	2.4	0.1
	±ΔPmm	AVG	-249.1	-91.4	-259.5	-434.4	-1034.4
		SD	23.8	32.6	41.4	10.5	11.4
		CV%	-9.6	-35.7	-16	-2.4	1.1-

كميات التبخر- النتج الكامن خلال مراحل نمو الذرة الصفراء للفترة 2020-1970

أظهرت نتائج قيم التبخر- النتج الكامن ETP الشهرية خلال مراحل نمو الذرة الصفراء الأربعة في كل من حلب ودير الزور والرقة وحماه والمحسوبة وفقًا لمعادلة بلاتيه كرايدل خلال الفترة الممتدة خلال المواسم (1970-1971) وحتى (2019-2020) الموضحة في الشكل (4) أن القيم تتغير بشكل ملحوظ من عام لآخر ومن منطقة لأخرى تبعًا للظروف الميتمورولوجية السائدة، حيث تزداد قيم ETP بازدياد جفافية المنطقة، فقد سجلت منطقة دير الزور أعلى قيم التبخر- النتج الكامن في جميع مراحل نمو نبات الذرة الصفراء الأربع حيث بدأت القيم من 48 mm في المرحلة النهائية ETP4 ووصلت إلى 130 mm في مرحلة الوسطية ETP3 بينما سجلت ادنى، وأعلى قيمة للتبخر- نتج الكامن في حماه في المرحلتين المذكورتين وبقيم بلغت (33 mm و 107 mm) على التوالي.

جميع القيم السنوية للتبخر- النتج الكامن في المناطق الأربعة خلال فترة 51 سنة وفي جميع فترات النمو الأربعة سجلت اتجاهًا متزايدًا وذو أهمية معنوية.

عند استخدام المعادلات الإحصائية للتنبؤ باتجاه معدلات التبخر- النتج الكامن لمدة عشرين عامًا حتى عام 2040 بناءً على البيانات المناخية لمدة خمسون عامًا سابقة متواصلة دون انقطاع بدءًا من الموسم 1970-1971 في مناطق الدراسة تبين أن الاتجاه سيستمر بمنحى تصاعدي لعقدين قادمين أيضًا.



الشكل 4. يوضح الاتجاه العام للتبخر- النتج الكامن في فترات نمو نبات الذرة الصفراء في محطات حلب، دير الزور، حماه، الرقة خلال الفترة (1970-2020)

تحديد كميات التبخر- النتح الحقيقي (الاحتياجات المائية) خلال الفترة 2020-1970

تبين نتائج تغير قيم التبخر- النتح الحقيقي التي تعبر عن تغير الاحتياجات المائية الفعلية للذرة الصفراء خلال مراحل النمو الأربعة خلال فترة الدراسة الممتدة من 2020-1970 والمدرجة في الجدول (4).

سجلت قيم التبخر- النتح الحقيقي في محطة دير الزور زيادة معنوية في جميع سنوات الدراسة، وبلغت الزيادة في الاحتياجات المائية خلال كامل موسم النمو (27.5 مم) وذلك كمتوسط للفترة 2020-1970، وهي أكبر زيادة بين جميع المناطق الأربعة المدروسة. كذلك كانت الزيادة معنوية في كل من حماه، الرقة وحلب وبقيم بلغت على التوالي (19.2، 26.8، 20.8 مم).

الجدول 4. نتائج تغير الاحتياجات المائية للذرة الصفراء خلال مراحل نموها الأربعة في مناطق الدراسة للفترة (1970-2020)

المنطقة	المرحلة	B	A	القيمة الابتدائية	القيمة النهائية	الفرق
دير الزور	أولية	0.1	56.3	56.4	61.8	5.4
	تطور	0.2	124.49	124.6	134.9	10.2
	وسطية	0.179	134.9	135.0	144.0	8.9
	نهائية	0.05	51.7	51.8	54.7	2.9
	المجموع					27.5
حلب	أولية	0.06	52.6	52.7	55.9	3.2
	تطور	0.13	116	116.1	123.0	6.9
	وسطية	0.15	124.9	125.0	132.6	7.6
	نهائية	0.06	47.6	47.7	50.7	3.0
	المجموع					20.8
الرقة	أولية	0.10	54.1	54.2	59.6	5.3
	تطور	0.20	119.0	119.2	129.3	10.0
	وسطية	0.17	129	129.1	137.8	8.6
	نهائية	0.05	49.3	49.4	52.1	2.7
	المجموع					26.8
حماه	أولية	0.016	49.9	49.9	50.7	0.8
	تطور	0.169	109.3	109.4	117.9	8.45
	وسطية	0.143	117.6	117.7	124.8	7.15
	نهائية	0.05	44.8	44.8	47.4	2.62
	المجموع					19.02

تظهر النتائج في الجدول (4) أن معدلات التبخر- النتح الحقيقي في المناطق الأربعة المدروسة تتفاوت خلال مراحل نمو نبات الذرة في المناطق الأربعة، حيث اتضح أن المرحلة الوسطية من مراحل نمو نبات الذرة تسجل أعلى نسبة للتبخر- النتح

الحقيقي في جميع المناطق المدروسة تليها مرحلة التطور ثم المرحلة الأولية بينما سجلت المرحلة النهائية أدنى القيم للاحتياجات المائية كونها تشكل المرحلة النهائية حيث يتجه النبات إلى قفل دورة حياته ونهاية موسم النمو.

الزيادة التدريجية للاحتياجات المائية اعتباراً من المرحلة الأولية ثم مرحلة التطور تليها المرحلة الوسطية ثم تنحدر في المرحلة النهائية إلى أدنى قيمة لها موضحة في الشكل (5)، الذي يظهر أن الاحتياجات المائية في مراحل النمو الأربعة لنبات الذرة الصفراء في دير الزور هو الأعلى بين المناطق المدروسة حيث سجلت المراحل الأربع القيم التالية على التوالي (60، 130، 140، 50 مم) تليها الرقة ثم حلب وأخيراً حماه.



الشكل 5. معدلات التبخر-النتح الحقيقي خلال فترات نمو نبات الذرة الصفراء في مناطق الدراسة خلال الفترة (1970-2020)

الاستنتاجات والتوصيات

- بينت نتائج الدراسة تفاوت كل من الهطولات المطرية والتبخر نتح الكامن والميزان المائي المناخي على المستويات الشهرية والفصلية والسنوية في المناطق الأربعة مما يؤدي إلى تباين في درجة جفافيتها.
- أكدت نتائج الدراسة أن فصل الشتاء هو الأكثر هطولاً يليه الربيع ثم الخريف وأخيراً الصيف في حين أن العجز المائي للصيف هو الأكبر يليه الخريف والربيع وبقية متقاربة وأخيراً الشتاء (عدا حماه موجبة) في المناطق الأربعة.

- أظهرت نتائج اتجاه تغير التبخر نتج الكامن خلال مراحل نمو الذرة الصفراء الأربعة كان متزايدًا ومعنويًا في المناطق الأربعة وأعلى قيمة له في دير الزور وأدنى قيمة في حماه.
- بينت النتائج وجود زيادة معنوية في الاحتياجات المائية للذرة الصفراء على مستوى موسم النمو بلغت (27.5، 19.2، 26.8، 20.8 مم) في كل من دير الزور وحماة والرقبة وحلب على التوالي.
- أكدت النتائج تفاوت الاحتياجات المائية خلال مراحل نمو الذرة الصفراء في المناطق الأربعة المدروسة حيث ازدادت هذه الاحتياجات اعتبارًا من المرحلة الأولية مرورًا بمرحلة التطور لتصل لأعلى قيمة في المرحلة الوسطية ثم تتراجع في المرحلة النهائية.
- توصي الدراسة بضرورة تحديد الاحتياجات المائية لكافة النباتات الاستراتيجية في مختلف المناطق المناخية من سورية خلال مراحل نموها المختلفة لا سيما في ضوء محدودية وتراجع الموارد المائية جراء التغيرات المناخية التي تتعرض لها المنطقة.
- أخيرًا وفي ضوء نتائج البحث نجد أنه لرفع كفاءة استخدام الموارد المائية بشكل علمي مدروس لا بد من تحديد من تحديد مدى الحاجة للماء من حيث المواعيد والكميات في كل منطقة مناخية تبعًا للزراعات والظروف الميوتورولوجية السائدة.

المراجع

- حسون، نيفين، كنجو، علي، عباس، جميل، زينة، ربيع. (2024). تقييم الاستهلاك المائي والانخفاض في الإنتاجية لمحصول الذرة الصفراء باستخدام برنامج Cropwat 8 المجلة السورية للبحوث الزراعية، 428-444.
- صالح، عبد الأمير، فالح، عدنان. (2012). إدارة ري محصول الذرة الصفراء (*Zea mays*L.) لزيادة كفاءة استخدام المياه في وسط العراق. مجلة ديالى للعلوم الزراعية، 4(1)، 62-75.
- عباس، عمار، كفا، لى، حضور، غنوة. (2023). استخدام النموذج MABIA في تحديد الاحتياج المائي لمحصول الذرة الصفراء تحت تأثير التغيرات المناخية، المجلة السورية للبحوث الزراعية، سورية، 304-317.
- عبد السلام، عادل. (1990-1989). جغرافية سورية العامة، الطبعة الأولى، مطبعة الاتحاد، دمشق، ص7.
- مطر، عبد الله. (1983). الري والصرف الزراعي. منشورات جامعة اللاذقية.
- Bazzaz, F. F. A., & Sombroek, W. G. (1996). Global climatic change and agricultural production: Direct and indirect effects of changing hydrological, pedological and plant physiological processes. FAO & John Wiley & Sons.
- Blaney, H. F., & Criddle, W. D. (1950). Determining water requirements in irrigated area from climatological irrigation data (Tech. Pap. No. 96). US Department of Agriculture, Soil Conservation Service.
- Cunha, F. F., Magalhaes, F. F., De Castro, M. A., & De Souza, E. J. (2017). Performance of estimative models for daily reference evapotranspiration in the city of Cassilândia, Brazil. Engenharia Agrícola, 37(1), 173-184.

- El-Fadel, M., Ghanimeh, S., Maroun, R., & Alameddine, I. (2012). Climate change and temperature rise: Implications on food- and water-borne diseases. *Science of the Total Environment*, 437, 15-21. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2012.07.041>
- FAO. (1998). Simple methods for aquaculture: Management for freshwater fish culture. Fish stocks and management (FAO Training Series No. 21/2). Food and Agriculture Organization.
- Haleme, K., Jaffar, I., & Sahir, T. (2023). An analytical study of the effect of heat waves on the forest cover in the Lattakia region: A case study of the damage and recovery rate of the Al-Kurdaha and Riseeun forests during the period 1975-2022. *Arab World Geographer*, 26(3-4), 283-300.
- Hamdy, A., Ragab, R., & Scarascia, M. E. (2003). Coping with water scarcity: Water saving and increasing water productivity. *Irrigation and Drainage*, 52, 3-20.
- Hanke, B. (1986). Wasser in der pflanzen production. VEB Deutscher Land Wirtschaftsverlag.
- Ibrahim, A., Haleme, K., & Fiead, R. (2022). Analytical study of the temporal and spatial distribution of fires in Lattakia region, Syria in the light of the current climatic changes. *Arab World Geographer*, 25(4), 249-271.
- Idso, K. E., & Idso, S. B. (1994). Plant responses to atmospheric CO₂ enrichment in the face of environmental constraints: A review of the past 10 years' research. *Agricultural and Forest Meteorology*, 69(3-4), 153-203. [https://doi.org/10.1016/0168-1923\(94\)90025-6](https://doi.org/10.1016/0168-1923(94)90025-6)
- IPCC. (2007). Climate change 2007: The physical science basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press.
- Montenegro, S., & Ragab, R. (2012). Impact of possible climate and land use changes in the semi-arid regions: A case study from North Eastern Brazil. *Journal of Hydrology*, 434-435, 55-68.
- Penman, H. L. (1963). Vegetation and hydrology. *Soil Science*, 96(5), 357. <https://doi.org/10.1097/00010694-196311000-00014>
- Qiao, Y., Zhang, H., Dong, B., Shi, C., Li, Y., Zhai, H., & Liu, M. (2010). Effects of elevated CO₂ concentration on growth and water use efficiency of winter wheat under two soil water regimes. *Agricultural Water Management*, 97(11), 1742–1748. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2010.06.007>
- Ragab, R. (2010). SALTMED model as an integrated management tool for water, crop, soil and fertilizers. In H. R. Gheyi, N. S. Dias, & C. F. de Lacerda (Eds.), *Manejo da salinidade na agricultura: Estudos basicos e aplicado* (pp. 320–336). Instituto Nacional de Ciencia e Tecnologia em Salinidade.

- Ragab, R., & Prudhomme, C. (2002). Climate change and water resources management in arid and semi-arid regions: Prospective and challenges for the 21st century. *Journal of Biosystems Engineering*, 81, 3-34.
- Schrödter, H. (1985). *Verdunstung: Anwendungsorientierte messverfahren und bestimmungsmethoden*. Springer.
- Xiao, G., Zhang, Q., Wang, R., & Xiong, Y. (2009). Effects of elevated CO₂ concentration, supplemental irrigation, and nitrogenous fertilizer application on rain-fed spring wheat yield. *Acta Ecologica Sinica*, 29(4), 205-210. <https://doi.org/10.1016/j.chnaes.2009.08.002>
- Xiao, G., Zhang, Q., Yao, Y., Yang, S., Wang, R., Xiong, Y., & Sun, Z. (2007). Effects of temperature increase on water use and crop yields in a pea–spring wheat–potato rotation. *Agricultural Water Management*, 91(1-3), 86-91. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2007.05.002>
- Zapotoczny, P., Markowski, M., Majewska, K., Ratajski, A., & Konopko, H. (2006). Effect of temperature on the physical, functional, and mechanical characteristics of hot-air-puffed amaranth seeds. *Journal of Food Engineering*, 76(4), 469-476. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2005.05.045>

N° Ref: 1190



دراسة إنتاجية العدس المروي بمياه مختلفة الملوحة بتطبيق الري المختلط والري المتناوب Study of The Productivity of Lentil Irrigated with Different Salinity of Water with Application Mixed and Alternating Irrigation

د. أحمد شمس الدين شعبان⁽²⁾

د. غالية عبد المجيد⁽¹⁾

Dr. Chalia Abdulmajeed⁽¹⁾

Dr. Ahmad Shams Al-Dien Shaaban⁽²⁾

shaabany57@gmail.com

<https://doi.org/10.66805/AE-19.1.035055>

Received 16 January 2024; Accepted 27 March 2025

(1) كلية الهندسة الزراعية، جامعة الفرات، الحسكة، سورية.

(1) Faculty of Agriculture, Al-Furat University, Al-Hasakah, Syria.

(2) قسم المحاصيل الحقلية، كلية الهندسة الزراعية، جامعة حلب، سورية.

(2) Department of Field Crops, Faculty of Agriculture, Aleppo University, Syria.

الملخص

يعد اللجوء إلى الري بالمياه المالحة خلطاً أو بالتناوب مع المياه العذبة طريقة مفيدة للتخلص من نقص موارد المياه العذبة، لذا نفذت تجربة أصص في البيت المحمي التابع لكلية الهندسة الزراعية بالحسكة خلال موسمي 2023/2022 و 2024/2023 بالتصميم العشوائي الكامل وبثلاث مكررات، هدفت التجربة إلى دراسة استجابة محصول العدس لثمانية نظم ري هي: T1 (الري بمياه عذبة)، و T2، T3، T4 (الري بخليط مياه عذبة: مالحة بنسبة 25%:75%، 50%:50%، 75%:25% على التوالي)، و T5، T6، T7 (الري المتناوب بمياه مالحة ثم بمياه عذبة بتتاليات 1×1، 1×2، 1×3 على التوالي)، T8: الري بمياه مالحة بلغت ملوحتهما (5.97 دسم.م⁻¹). أظهرت النتائج عدم وجود فروق معنوية بين موسمي التجربة في أغلب الصفات بينما لوحظت فروق معنوية بين أغلب المعاملات، أدت معاملات الخلط T2، T3، T4 لزيادة وزن البذور بنسبة 79.9% و 69.7% و 25.1%، بينما ارتفع متوسط وزن البذور بنسبة 67.7% و 59.7% في معاملي الري المتناوب T5 و T6 على التوالي وذلك بالمقارنة مع معاملة الري بالمياه المالحة T8. لدى دراسة ملوحة مستخلص عجينة التربة في نهاية الموسم الثاني تبين ارتفاعها بفارق 0.58، 1.04، 1.18 دسم.م⁻¹ وذلك لدى خلط المياه المالحة مع العذبة بنسبة 25%، 50%، 75% على التوالي. وبمقدار 0.48، 1.07، 1.36 دسم.م⁻¹ إذا كان عدد الريات المالحة 1، 2، 3 على التناوب مع الري العذبة، في حين أن الري بمياه مالحة بشكل مستمر رفع نسبة الملوحة بمقدار 1.54 دسم.م⁻¹ مقارنة بالري بمياه عذبة.

الكلمات المفتاحية: العدس، الملوحة، الري المختلط، الري بالتناوب، الإنتاجية.

Abstract

Resorting to irrigation with saline water mixed or alternately with fresh water is a useful way to under condition of the shortage of fresh water resources, so a pot experiment was carried out in the greenhouse of the Faculty of Agricultural Engineering in Hasakah during the seasons 2022/2023 and 2023/2024 with a complete randomized design with three replicates. The experiment aimed to study the response of lentil crop to eight irrigation systems: T1 (irrigation with fresh water), T2, T3, T4 (irrigation with a mixture of fresh: saline water at a rate of 75%:25%, 50%:50%, 25%:75% respectively), T5, T6, T7 (irrigation alternately with saline water then with fresh water in sequences of 1×1 , 2×1 , 3×1 respectively), T8: irrigation with saline water, which reached a salinity of (5.97 ds.m^{-1}). The results showed no differences between seasons but significant differences was evidence between most of the treatments. Mixing treatments T2, T3, T4 increased seed weight by 79.9%, 69.7% and 25.1%, while the average seed weight increased by 67.7% and 59.7% in the alternating irrigation treatments T5 and T6, respectively, compared to the saline water irrigation treatment T8. When studying the salinity of the soil extract at the end of the second season, it was found that it increased by a difference of 0.58, 1.04, 1.18 ds.m^{-1} when mixing saline water with fresh water at a rate of 25%, 50%, 75%, respectively. And by 0.48, 1.07, 1.36 ds.m^{-1} if the number of saline irrigations was 1, 2, 3 alternating with fresh irrigation, while irrigation with saline water continuously increased the salinity by 1.54 ds.m^{-1} compared to irrigation with fresh water.

Key words: Lentil, Salinity, Mixed irrigation, Cycling irrigation, Productivity.

المقدمة

يواجه قطاع الزراعة في المناطق الجافة وشبه الجافة، مثل دول البحر الأبيض المتوسط، تحديات كبيرة نتيجة ارتفاع الطلب على المياه وتراجع كميتها المتاحة. وفي ظل هذه الظروف، برزت الحاجة إلى استراتيجيات ري مستدامة وموفرة للمياه، ومن بين هذه الاستراتيجيات استخدام المياه المالحة في الري، باعتبارها حلاً فعالاً للتخفيف من أزمة نقص المياه (Navarro *et al.*, 2009)، وتعتمد استدامة الموارد المائية على الإدارة السليمة والاستخدام الفعال للمياه الزراعية، إذ يُجبر المزارعون على اللجوء إلى مصادر مياه ذات جودة رديئة، مثل المياه الجوفية المالحة ومياه الصرف الزراعي والصحي، نتيجة الإفراط في استهلاك المياه العذبة وسوء إدارتها (Fasakhodi *et al.*, 2010; Qureshi, 2014). ونتيجة لذلك، أصبح استغلال موارد المياه غير التقليدية من الخيارات المستقبلية الحتمية الأكثر موثوقية، لذا، أصبح استغلال الموارد المائية غير التقليدية خياراً حتمياً لتحقيق الاستدامة المائية في المستقبل القريب (Vivaldi *et al.*, 2021).

من بين الحلول المطروحة، يُعد الاستخدام المشترك للمياه العذبة والمالحة أحد الاستراتيجيات الفعالة لتعظيم الاستفادة من الموارد المائية المتاحة، سواء من خلال الخلط أو الري بالتناوب بين نوعي المياه (Grattan and Rhoades, 1990)، حيث يسمح هذا النهج بالاستفادة من المياه السطحية والجوفية ذات الجودة المنخفضة، مما يقلل الضغط على الموارد العذبة

(Kaur *et al.*, 2007). وتشير الدراسات إلى أن الخلط والري المتناوب يمثلان حلولاً عملية في ظل ندرة المياه العذبة، إذ يساهمان في الحد من تأثير الملوحة وتحسين إنتاجية المحاصيل (Dudley *et al.*, 2008; Kulkarni, 2011).

يعتمد الخلط على دمج المياه العذبة مع المياه المالحة بحيث يتم تقليل التأثيرات السلبية للملوحة، لا سيما خلال المراحل الحساسة من نمو النبات، مما يخفف من الإجهاد الملحي (Singh, 2014). أما الري بالتناوب، فيقوم على استخدام المياه العذبة والمالحة بشكل متبادل خلال فترات النمو المختلفة، حيث يتم ري النبات بالمياه العذبة خلال المراحل الحرجة لنموه، بينما يمكن استخدام المياه المالحة في المراحل الأقل حساسية (Li *et al.*, 2019a). وقد أكدت الأبحاث أن هذه الاستراتيجية تقلل من الأثر السلبي للملوحة في منطقة الجذور وتحد من تراكم الأملاح في التربة، مما يحافظ على خصوبتها على المدى الطويل (Li *et al.*, 2019b; Rapaport-Rom, 2012).

أفاد (Abdel *et al.*, 2005) أن استخدام المياه العذبة خلال المراحل الحساسة من نمو النبات والمياه المالحة خلال المراحل غير الحساسة يمكن أن يزيد من معدل استخدام المياه المالحة في الري. ووجد (Malash *et al.*, 2005) أنه تحت نظام الري نفسه وطريقة الإدارة، فإن إجمالي محصول البندورة المروي بنسبة خلط 80% من المياه العذبة و20% من المياه المالحة لم يختلف معنوياً عن المروي بالمياه العذبة لوحدها.

أجريت العديد من الأبحاث على مستوى العالم حول استراتيجية الري المتناوب على محاصيل مختلفة (Schaan *et al.*, 2003; Choudhary *et al.*, 2006; Murtaza *et al.*, 2006)، دُرست فعالية الري بالتناوب على عدة محاصيل، مثل القطن، الأرز، القمح، الشوندر السكري، البندورة، البطيخ الأصفر، والفسق، وقد أثبتت هذه الطريقة نجاحها في تحقيق إنتاج مستدام (Qadir and Drechsel, 2010)، وتشير نتائج الأبحاث إلى أن الري بالتناوب بنسبة 1:1 يوفر ظروفاً مثالية للنباتات ذات الجذور الضحلة، بينما يكون الري المختلط أكثر ملاءمة للنباتات ذات الجذور العميقة (Zarei *et al.*, 2007).

كما أن الأبحاث المنفذة من قبل (Zhu *et al.*, 2017; Huang *et al.*, 2019) حول الري بالتناوب بالمياه العذبة والمالحة تركزت بشكل أساسي على الري مرة واحدة بالمياه المالحة في إحدى فترات النمو الرئيسية. حيث إن استراتيجية الري مرة واحدة بالمياه المالحة في فترة النمو بأكملها غير مواتية للمناطق التي تعد فيها المياه الجوفية المالحة هي المصدر الرئيسي للري.

أجريت دراسة من قبل (Yohannes *et al.*, 2020) لتقييم تأثير الري المتناوب باستخدام مياه غير مالحة (0.41-0.78 دسم.م⁻¹) ومياه متوسطة الملوحة (0.82-2.19 دسم.م⁻¹) على محصول البصل وملوحة التربة، أسفرت المعاملة بمياه متوسطة الملوحة باستمرار عن تراكم كبير للملح في قطاع التربة العلوي (0-20 سم). لذلك يوصى بالخيار المتناوب البديل (المتناوب) للتخفيف من مشكلة ملوحة مياه الري وقلة المياه العذبة.

أهمية البحث

تكتسب هذه الدراسة أهميتها من تزايد ندرة موارد المياه العذبة في منطقة البحر الأبيض المتوسط، مما يؤثر على زراعة المحاصيل الغذائية، لا سيما البقوليات التي تُعد مصدراً أساسياً للبروتين النباتي. ومع التوسع في زراعة الأراضي المتأثرة بالملوحة أو المروية بالمياه المالحة في المناطق الجافة وشبه الجافة، تبرز الحاجة إلى استراتيجيات ري فعالة للحفاظ على إنتاجية المحاصيل. ونظراً لارتفاع الطلب على العدس كبديل اقتصادي للبروتين الحيواني بسبب ارتفاع أسعار اللحوم، فإن البحث في

تأثيرات الري بالمياه المالحة وآليات التخفيف من آثاره على نمو العدس يعد خطوة ضرورية لضمان استدامة الإنتاج الزراعي في هذه المناطق

أهداف البحث

- تقييم تأثير الري بالمياه المالحة على نمو وإنتاجية محصول العدس مع تحديد الأطوار الأكثر حساسية للملوحة.
- مقارنة جدوى استراتيجيات الري المختلفة من خلال دراسة تأثير كلٍّ من الخلط والتناوب بين المياه العذبة والمالحة على نمو العدس وإنتاجيته.
- تحليل أثر الري بالمياه المالحة على ملوحة التربة وتحديد نسبة الأملاح المتبقية بعد انتهاء موسم النمو، مما يساعد في اقتراح ممارسات زراعية مستدامة للحد من تراكم الأملاح

مواد وطرائق البحث

موقع تنفيذ الدراسة

نفذت تجربة أصص في البيت المحمي التابع لكلية الزراعة - جامعة الفرات خلال الموسمين الزراعيين 2023-2024، وهي تقع على بعد 3 كم غرب محافظة الحسكة على خط عرض 36.51 شمال خط الاستواء وخط طول 40.72 شرق خط غرينتش، وترتفع 300 م عن سطح البحر، إذ تقع منطقة الدراسة في منطقة الاستقرار الثالثة التي لا يتجاوز معدل الهطول المطري السنوي فيها 270 مم في السنوات المطيرة و150 ملم في سنوات الجفاف.

المادة النباتية: صنف محلي من نبات العدس *Lens culinaris* L وهو صغير الحبة وهو من الاصناف المتأقلمة مع الظروف البيئية لهذه المنطقة.

تصميم التجربة والمعاملات

نفذت التجربة بتصميم كامل العشوائية بثلاث مكررات كالتالي:

T1: الري بمياه عذبة 100%

T2: الري بخليط مياه عذبة: مالحة بنسبة 75%:25%

T3: الري بخليط مياه عذبة: مالحة بنسبة 50%:50%

T4: الري بخليط مياه عذبة: مالحة بنسبة 25%:75%

T5: الري المتناوب (1 × 1): رية بمياه مالحة ثم متناوبة مع رية بمياه عذبة

T6: الري المتناوب (1 × 2): ريتان بمياه مالحة ثم رية بمياه عذبة.

T7: الري المتناوب (1 × 3): ثلاث ريات بمياه مالحة ثم رية بمياه عذبة

T8: الري بمياه مالحة 100%.

جرى الري بنوعين من المياه: المياه العذبة كان توصيلها الكهربائي (EC) 0.78 دسم.م⁻¹، أما المياه المالحة فمصدرها

مياه بئر الكلية وكان توصيلها الكهربائي 5.97 دسم.م⁻¹ مما يشير إلى أن المياه عالية الملوحة.

تحديد السعة الحقلية للأصص

أُخذ أصيص فارغ وقدر وزنه ثم وضع وزن ثابت من التربة مساويا لـ 4 كغ. وأضيف الماء بمعدل ربع لتر أي 250 مل كل ساعة تقريباً مع تغطية سطح التربة لمنع التبخر، وذلك حتى تتمكن كل حبيبات التربة من التشرب ببطء وهكذا دواليك. حتى جرى رشح الماء من الأصيص. أُخذت عينات قراءة السعة الحقلية للتربة في الأصيص بعد حوالي سبع ساعات وهي الفترة اللازمة لبدية ظهور أول نقطة ماء متجمعة على سطح الأصيص ثم متابعة عملية الوزن وجرت إعادة هذه القراءة عدة مرات للتأكد من ثبات رقم السعة الحقلية للأصيص واعتماده فيما بعد في حساب كمية الري وذلك بعد 48 ساعة، إذ جرى ري الأصص بنسبة 75% من السعة الحقلية أي 975 مل لكل أصيص. كانت تجري عملية قياس وزن الأصص بالميزان وجرت عملية الري في كل مرة عند نفاذ 50% من وزن الصيص أي ما معناه نسبة الاستنفاذ 50%.

تحضير التراكيز الملحية ونسب الخلط

حُضِر الخليط الملحي لكل معاملة وذلك باستخدام جهاز الملوحة الحقلية (سنسر) للتأكد من صحة التراكيز الملحية قبل عملية الري، كما هو موضح بالجدول (1).

الجدول 1. نسب الإضافة والخلط حسب معاملات التجربة

المعاملة	نوع الري	كمية المياه المضافة لكل رية (مل)	تفاصيل الخلط أو التناوب
T1	مياه عذبة 100%	975 مل	975 مل مياه عذبة لكل رية
T2	خليط مياه عذبة ومالحة (75% : 25%)	975 مل	732 مل عذب + 244 مل مالح
T3	خليط مياه عذبة ومالحة (50% : 50%)	975 مل	488 مل عذب + 488 مل مالح
T4	خليط مياه عذبة ومالحة (75% : 25%)	975 مل	244 مل عذب + 732 مل مالح
T5	ري متناوب (1:1)	975 مل	بالتناوب: رية مياه مالحة ثم رية مياه عذبة
T6	ري متناوب (2:1)	975 مل	بالتناوب: ريتان مياه مالحة ثم رية مياه عذبة
T7	ري متناوب (3:1)	975 مل	بالتناوب: ثلاث ريات مياه مالحة ثم رية مياه عذبة
T8	مياه مالحة 100%	975 مل	975 مل مياه مالحة لكل رية

وقد أجريت عملية الري (الصدّامات الملحية) حسب الجدول (2).

الجدول 2. تاريخ الريات في موسمي التجربة

رقم السقاية	مرحلة النمو	هدف الري	الموسم الأول	الموسم الثاني
1	الزراعة والإنبات	ري أولي لبدء الإنبات	2022/11/30	2023/11/27
2	بداية النمو الخضري	دعم الإنبات والتأسيس	2022/12/13	2023/12/8
3	النمو الخضري	الحفاظ على رطوبة متوازنة	2023/1/5	2024/1/10
4	نمو خضري متقدم	تقليل التأثير الملحي	2023/2/10	2024/2/14
5	بدء الإزهار	دعم تكوين الأزهار والقرون	2023/3/3	2024/2/29
6	الإزهار الكامل	زيادة دقة الري لمنع الإجهاد	2023/3/17	2024/3/13
7	بدء تكوين القرون	مرحلة حرجة تحتاج لرطوبة ثابتة	2023/3/27	2024/3/25
8	تكوين القرون	مرحلة حرجة تحتاج لرطوبة ثابتة	2023/4/3	2024/4/2
9	امتلاء القرون	تخفيف الري تدريجياً	2023/4/13	2024/4/16
10	بداية النضج	تقليل الري لمنع الرطوبة الزائدة	2023/4/20	2024/4/22
11	نضج متقدم	ري خفيف عند الحاجة	2023/4/28	2024/4/29

قياسات درجة ملوحة مياه الري: أجريت باستخدام جهاز الملوحة الحقلية لمعرفة تركيز الأملاح في المياه قبل عملية الري.

الزراعة: عُقمت البذار بمعقمات فطرية، وزرعت 15 حبة في كل أصيص، ثم جرت عملية التفريد لتخفيف عدد النباتات وأخذت القراءات التالية طيلة فترة النمو والموضحة في الجدول (3).

الجدول 3. أهم القراءات المأخوذة ومواعيدها خلال موسمي التجربة

القراءة المأخوذة	موسم 2023/2022	موسم 2024/2023
الزراعة	2022/11/30	2023/11/27
الإنبات	2022/12/15	2023/12/10
الترقيع	2022/12/22	2023/12/15
التفريد	2023/1/7	2023/12/30
عدد الأفرع	2023/3/16	2024/3/20
طول المجموع الخضري	2023/3/22	2024/3/20
بدء الإزهار	2023/3/28	2024/3/25
العقد	2023/4/7	2024/4/4
بدء النضج	2023/5/2	2024/4/30
الحصاد	2023/5/30	2024/5/25

قياسات التربة المدروسة

أخذ قياس الناقلية الكهربائية (EC) لمياه الري في كل معاملات الخلط، وكذلك الناقلية الكهربائية (EC) لمستخلص التربة كل معاملة على حدة بنسبة 1:5 في نهاية موسم النمو الثاني بعد الحصاد. مع العلم أن التربة المستخدمة في البحث كانت طينية وبيّن الجدول (4) مواصفات التربة. احتوى كل أصيص على 4 كغ تربة. حيث تم تحضير كمية كافية من التربة في بداية التجربة وتجزئتها لقسمين استخدم كل قسم منها في كل موسم على حدة.

الجدول 4. خصائص التربة المستخدمة في التجربة

% الماء المتاح	نقطة الذبول (%)	السعة الحقلية (%)	التحليل الميكانيكي للتربة (%)			EC	pH
			طين	سلت	رمل		
52	16.5	35	50	26	24	0.66	7.7

قراءات النبات وإجراءات الحصاد

حُسبت نسبة الإنبات في بداية التجربة، في مكررات إضافية تحوي عدداً أكبر من البذور لتوقعنا بأن ملوحة مياه الري سوف تقلل فرص نجاح الإنبات، وبالتالي جرى توحيد عدد النباتات في كل أصيص بعد الإنبات حتى قراءات الحصاد (أي جرت المحافظة على عدد موحد من النباتات في كل أصيص عند القراءات التالية لقراءة الإنبات)، كما أُخذت قراءات عدد الأفرع والأزهار على النبات وارتفاع النبات في مرحلة الإزهار، أما في مرحلة النضج فقد جرى حساب عدد القرون والبذور على النبات ووزن النبات الجاف وذلك في نهاية كل موسم إذ جرى حصاد كامل نباتات كل مكرر وكل معاملة على حدة، ووزنت ثم فرطت البذور يدوياً ووضعت البذور في أكياس لأخذ وزنها على أساس النبات الواحد.

التحليل الإحصائي

أجري تحليل التباين Two Way ANOVA وجرى مقارنة المتوسطات باستخدام قيمة أقل فرق معنوي L.S.D عند مستوى معنوية 5% بواسطة برنامج GenStat V12.0.

النتائج والمناقشة

نسبة الإنبات (%)

تراوحت نسبة الإنبات لبذور العدس بين 46.7% و90.0% في الموسم الأول، وبين 44.4% و85.6% في الموسم الثاني. وكان متوسط نسبة الإنبات للموسمين 70.9%، مع تفوق واضح للموسم الأول (72.9%) مقارنةً بالموسم الثاني (69.0%) (الجدول 5). أظهرت النتائج فروقاً معنوية بين المعاملات، حيث انقسمت إلى مجموعتين رئيسيتين:

- المجموعة الأولى (أعلى نسبة إنبات): تضمنت المعاملات T1، T2، T3، T5، T6، وسجلت نسب إنبات تراوحت بين 82.96% و87.78%، مما يشير إلى أن الري بالمياه العذبة أو الخلط الجزئي بمياه مالحة أو التناوب بمعدل منخفض لم يؤثر سلباً على الإنبات بشكل كبير.

- المجموعة الثانية (أدنى نسبة إنبات): شملت المعاملات T4، T7، T8، وسجلت نسبةً منخفضة بين 45.55% و48.68%، مما يعكس التأثير السلبي للملوحة العالية، سواءً بالري المستمر بالمياه المالحة أو عند زيادة عدد الريات المالحة في نظام التناوب.

تحليل تأثير المعاملات

- أعلى نسبة إنبات (T1) - الري بالمياه العذبة 100%: حققت 90.0% في الموسم الأول و85.6% في الموسم الثاني، مما يدل على أن المياه العذبة هي الخيار الأمثل لإنبات ناجح.

- تأثير الخلط بين المياه العذبة والمالحة:

• عند 75% عذبة - 25% مالحة (T2) و50% عذبة - 50% مالحة (T3)، بقيت نسب الإنبات مرتفعة 85.7% و83.4% على التوالي، مما يشير إلى أن نسبة الملوحة المعتدلة لم تؤثر بشدة على الإنبات.

• عند 25% عذبة - 75% مالحة (T4)، انخفضت نسبة الإنبات إلى 48.3%، مما يدل على أن هذه النسبة من الملوحة تؤثر بشكل واضح على البذور.

- تأثير الري المتناوب:

• عندما كان التناوب (1 × 1) أو (2 × 1)، ظلت نسبة الإنبات مرتفعة نسبيًا 85.2% و83.0%.

• عندما زادت الريات المالحة إلى (3 × 1)، انخفضت نسبة الإنبات إلى 48.7%، ما يعني أن كثرة الريات المالحة دون تعويض كافٍ بالمياه العذبة يؤدي إلى تدهور الإنبات.

- أدنى نسبة إنبات (T8) - الري بالمياه المالحة 100%: سجلت 46.7% في الموسم الأول و44.4% في الموسم الثاني، مما يوضح التأثير السلبي الواضح للري المستمر بالمياه المالحة.

الجدول 5. نسبة الإنبات (%)

متوسط الموسم	2024/2023	2023/2022	المعاملات
87.8 ± 9.54	85.6 ± 10.62	90.0 ± 10.00	T1 الري بمياه عذبة 100%
85.7 ± 6.90	83.0 ± 6.25	88.3 ± 7.64	T2 الري بخليط مياه عذبة: مالحة بنسبة 75%: 25%
83.4 ± 12.41	81.8 ± 14.23	85.0 ± 13.23	T3 الري بخليط مياه عذبة: مالحة بنسبة 50%: 50%
48.3 ± 9.27	46.6 ± 10.30	50.0 ± 10.00	T4 الري بخليط مياه عذبة: مالحة بنسبة 25: 75%
85.2 ± 7.09	82.1 ± 6.18	88.3 ± 7.64	T5 الري المتناوب 1 رية بمياه عذبة : 1 رية بمياه مالحة
83.0 ± 12.43	80.9 ± 14.10	85.0 ± 13.23	T6 الري المتناوب 1 رية بمياه عذبة : 2 رية بمياه مالحة
48.7 ± 8.43	47.4 ± 8.50	50.0 ± 10.00	T7 الري المتناوب 1 رية بمياه عذبة : 3 ريات بمياه مالحة
45.6 ± 5.70	44.4 ± 6.65	46.7 ± 5.77	T8 الري بمياه مالحة 100%
70.9 ± 20.3	69.0 ± 19.98	72.9 ± 20.85	المواسم
المواسم × المعاملات	المعاملات	المواسم	
9.77	6.908	3.454	L.S.D 5%

عدد الأفرع على النبات

كان متوسط عدد الأفرع على النبات متقاربًا بين الموسمين، حيث تراوح بين 4.3 إلى 6.7 فرعًا لكل نبات في الموسم الأول، وبين 4.0 إلى 6.4 فرعًا لكل نبات في الموسم الثاني. لم تُظهر النتائج فروقًا معنوية بين الموسمين، حيث بلغ متوسط عدد الأفرع في الموسم الأول 5.8 فرع/نبات، بينما كان في الموسم الثاني 5.4 فرع/نبات، مما يدل على أن تأثير الملوحة كان ثابتًا نسبيًا بين الموسمين (الجدول 6).

تحليل تأثير المعاملات

- أعلى عدد للأفرع على النبات: سُجل أعلى عدد أفرع في المعاملتين (T1) الري بمياه عذبة 100% و(T5) الري المتناوب 1 × 1: رية بمياه مالحة ثم رية بمياه عذبة، حيث بلغ متوسط عدد الأفرع 6.5 و6.4 فرعًا لكل نبات على التوالي. تفوق هاتان المعاملتان بشكل معنوي على المعاملات الأخرى، مما يشير إلى أن المياه العذبة أو التناوب المتوازن (1:1) يساهمان في تحسين التفرع النباتي.

- أدنى عدد للأفرع على النبات: كانت المعاملة (T4) الري بخليط مياه عذبة: مالحة بنسبة (25%:75%) الأقل في عدد الأفرع، حيث بلغ متوسطها 4.2 فرع/نبات. يشير هذا إلى أن زيادة الملوحة تقلل من معدل التفرع، مما قد يعكس تأثير الإجهاد الملحي على العمليات الفسيولوجية للنبات.

توافقت هذه النتائج مع ما أشار إليه (Liaghat and Esmaili, 2003) من عدم وجود فرق كبير بين المعاملات 1:1 والمختلطة في المادة الجافة من حبوب الذرة. على الرغم من أن الإجهاد الملحي يؤثر على النمو الطبيعي للنباتات ويقلل من الغلة عن طريق تعطيل العمليات الفسيولوجية، ولا سيما التمثيل الضوئي (Ashraf, 2004)، مما قد ينعكس على تشكل الأعضاء الجديدة كالأفرع والأوراق أو نموها وتطورها.

الجدول 6. عدد الأفرع على النبات

المعاملات	2023/2022	2024/2023	متوسط الموسمين
T1 الري بمياه عذبة 100%	6.7 ± 2.08	6.4 ± 2.12	6.5 ± 1.89
T2 الري بخليط مياه عذبة: مالحة بنسبة 75%:25%	6.0 ± 1.00	5.6 ± 0.99	5.8 ± 0.91
T3 الري بخليط مياه عذبة: مالحة بنسبة 50%:50%	5.7 ± 1.53	5.4 ± 1.42	5.6 ± 1.33
T4 الري بخليط مياه عذبة: مالحة بنسبة 25%:75%	4.3 ± 1.53	4.0 ± 1.35	4.2 ± 1.30
T5 الري المتناوب 1 رية بمياه عذبة : 1 رية بمياه مالحة	6.7 ± 0.58	6.2 ± 0.43	6.4 ± 0.52
T6 الري المتناوب 1 رية بمياه عذبة : 2 رية بمياه مالحة	6.0 ± 1.00	5.7 ± 1.07	5.9 ± 0.94
T7 الري المتناوب 1 رية بمياه عذبة : 3 ريات بمياه مالحة	5.0 ± 2.00	4.8 ± 1.97	4.9 ± 1.78
T8 الري بمياه مالحة 100%	5.7 ± 3.21	5.4 ± 3.13	5.6 ± 2.84
المواسم	5.8 ± 1.67	5.4 ± 1.63	5.6 ± 1.64
المواسم × المعاملات	المواسم	المعاملات	المواسم × المعاملات
L.S.D 5%	1.043	2.086	2.95

ارتفاع النبات (سم)

أظهرت النتائج أن متوسط ارتفاع النبات كان متقاربًا بين الموسمين، حيث تراوح بين 24.3 إلى 34.0 سم في الموسم الأول، و23.1 إلى 32.2 سم في الموسم الثاني. لم تكن هناك فروق معنوية بين الموسمين، حيث بلغ متوسط الارتفاع 28.0 سم في الموسم الأول و26.4 سم في الموسم الثاني، مما يشير إلى تأثير طفيف للعوامل الموسمية على هذا المؤشر (الجدول 7).

تحليل تأثير المعاملات

- أعلى ارتفاع للنبات: سجلت المعاملة (T1) الري بمياه عذبة 100%: أعلى متوسط ارتفاع بلغ 33.1 سم، تلتها وبدون فروق معنوية المعاملة (T5) الري المتناوب 1×1: رية بمياه مالحة ثم رية بمياه عذبة، والمعاملة (T2) الري بخليط مياه عذبة: مالحة بنسبة (25%:75%)، حيث بلغ متوسط ارتفاع النبات فيهما 30.6 سم و29.4 سم على التوالي. يشير ذلك إلى أن استخدام المياه العذبة بشكل مستمر أو التناوب المتوازن يساعد في تحسين نمو النبات.

- أقل ارتفاع للنبات: أظهرت المعاملتان (T7) الري المتناوب 1×3: ثلاث ريات بمياه مالحة ثم رية بمياه عذبة، و(T8) الري بمياه مالحة 100% أدنى ارتفاع للنبات، حيث بلغ 23.7 سم و24.0 سم على التوالي.

يعكس ذلك التأثير السلبي للملوحة العالية على معدل النمو، حيث تؤدي إلى انخفاض الامتصاص الغذائي وتعطيل العمليات الفسيولوجية الأساسية للنبات. تتلاءم النتائج السابقة مع ما اتفق عليه العديد من الباحثين الذين بينوا تفوق طريقة الري بالتناوب على طريقة الخلط (Minhas *et al.*, 2007; Singh, 2014) من حيث إنها أسهل في التطبيق ولا تحتاج إلى خزان للخلط، ويمكن أيضًا تقليل ملوحة التربة في الوقت الحرج للنمو الفسيولوجي (Chanduvi, 1997). مما قد ينعكس على مؤشرات النمو كارتفاع النبات.

الجدول 7. ارتفاع النبات (سم)

متوسط الموسمين	2024/2023	2023/2022	المعاملات
33.1 ± 4.69	32.2 ± 4.64	34.0 ± 5.57	T1 الري بمياه عذبة 100%
29.4 ± 2.27	28.5 ± 2.25	30.3 ± 2.31	T2 الري بخليط مياه عذبة: مالحة بنسبة 25%:75%
26.5 ± 7.76	26.0 ± 8.76	27.0 ± 8.54	T3 الري بخليط مياه عذبة: مالحة بنسبة 50%:50%
24.8 ± 2.11	23.9 ± 2.1	25.7 ± 2.08	T4 الري بخليط مياه عذبة: مالحة بنسبة 25%:75%
30.6 ± 2.01	29.5 ± 2.04	31.7 ± 1.53	T5 الري المتناوب 1 رية بمياه عذبة : 1 رية بمياه مالحة
25.7 ± 2.90	25.0 ± 3.24	26.3 ± 3.06	T6 الري المتناوب 1 رية بمياه عذبة : 2 رية بمياه مالحة
23.7 ± 1.96	23.1 ± 1.76	24.3 ± 2.31	T7 الري المتناوب 1 رية بمياه عذبة : 3 ريات بمياه مالحة
24.0 ± 9.80	23.2 ± 10.22	24.7 ± 11.59	T8 الري بمياه مالحة 100%
27.2 ± 5.68	26.4 ± 5.48	28.0 ± 5.88	المواسم
المواسم × المعاملات	المعاملات	المواسم	
9.56	6.76	3.38	L.S.D 5%

عدد الأزهار على النبات:

أوضحت نتائج التحليل الإحصائي (الجدول 8) عدم وجود فروق معنوية بين الموسمين، حيث بلغ متوسط عدد الأزهار لكل نبات 18.1 زهرة في الموسم الأول و17.1 زهرة في الموسم الثاني.

تحليل تأثير المعاملات

- أعلى عدد من الأزهار: سجلت المعاملات (T1) الري بمياه عذبة 100%، (T2) (75% عذبة: 25% مالحة)، و(T5) الري المتناوب 1:1 أعلى متوسط لعدد الأزهار، حيث بلغ 24.7، 22.6، و21.5 زهرة/نبات على التوالي. تفوقت هذه المعاملات بشكل واضح على المعاملات الأخرى، مما يدل على أن الري بالمياه العذبة أو التناوب المتوازن يحسن من تكوين الأزهار.

- أقل عدد من الأزهار: لوحظ أدنى متوسط لعدد الأزهار في المعاملات (T4) (25% عذبة: 75% مالحة)، (T7) الري المتناوب 3:1، و(T8) ري بمياه مالحة 100%، حيث بلغ 13.8، 13.0، و13.0 زهرة/نبات على التوالي. يشير ذلك إلى أن زيادة نسبة المياه المالحة تقلل بشكل كبير من عدد الأزهار نتيجة تأثيرها السلبي على النمو الفسيولوجي للنبات.

مقارنة بين المعاملات:

- تفوقت المعاملتان T1 و T2 على T3 (50% عذبة: 50% مالحة) و(T6) الري المتناوب 2:1 حيث بلغ متوسط الأزهار لهما 16.0 و16.3 زهرة/نبات على التوالي.

- لم تُسجل فروق معنوية أخرى بين بقية المعاملات.

نسبة الزيادة في عدد الأزهار مقارنة بالري بالمياه المالحة (T8)

- بلغت نسبة الزيادة في عدد الأزهار عند الري بالمياه العذبة 47.5% مقارنة بالري بالمياه المالحة.

- في معاملات خلط المياه العذبة مع المالحة، كانت الزيادة كالتالي:

• 42.6% عند نسبة 75% عذبة: 25% مالحة

• 19% عند نسبة 50% عذبة: 50% مالحة

• 6.4% عند نسبة 25% عذبة: 75% مالحة

- في معاملات الري المتناوب:

• 39.9% عند الري 1:1 رية بمياه عذبة ثم رية بمياه مالحة.

• 20.4% عند الري 2:1 ريتان بمياه مالحة ثم رية بمياه عذبة

إن تفوق معاملة الري المختلط يتوافق مع ما ذكره (Malash *et al.*, 2005) من أن الري المختلط أعطى نمواً وإنتاجية

أعلى من الري المتناوب لإنتاج البندورة.

الجدول 8. عدد الأزهار على النبات

متوسط الموسم	2024/2023	2023/2022	المعاملات	
24.7 ± 3.67	24.1 ± 3.88	25.3 ± 4.16	الري بمياه عذبة 100%	T1
22.6 ± 8.49	21.8 ± 9.01	23.3 ± 9.87	الري بخليط مياه عذبة: مالحة بنسبة 75%:25%	T2
16.0 ± 4.08	15.6 ± 4.35	16.3 ± 4.73	الري بخليط مياه عذبة: مالحة بنسبة 50%:50%	T3
13.8 ± 4.81	13.3 ± 5.17	14.3 ± 5.51	الري بخليط مياه عذبة: مالحة بنسبة 25%:75%	T4
21.5 ± 6.74	20.7 ± 7.16	22.3 ± 7.77	الري المتناوب 1 رية بمياه عذبة : 1 رية بمياه مالحة	T5
16.3 ± 4.88	15.9 ± 5.36	16.7 ± 5.51	الري المتناوب 1 رية بمياه عذبة : 2 رية بمياه مالحة	T6
13.0 ± 5.78	12.6 ± 6.22	13.3 ± 6.66	الري المتناوب 1 رية بمياه عذبة : 3 ريات بمياه مالحة	T7
13.0 ± 4.31	12.6 ± 4.45	13.3 ± 5.13	الري بمياه مالحة 100%	T8
17.6 ± 6.76	17.1 ± 6.56	18.1 ± 7.05	المواسم	
المواسم × المعاملات	المعاملات	المواسم		
9.229	6.526	3.263	L.S.D 5%	

عدد القرون على النبات

أوضحت نتائج التحليل الإحصائي (الجدول 9) عدم وجود فروق معنوية بين الموسمين، حيث بلغ متوسط عدد القرون لكل نبات 13.9 قرن في الموسم الأول و13.1 قرن في الموسم الثاني.

تحليل تأثير المعاملات

- أعلى عدد من القرون: سجلت المعاملات (T1) الري بمياه عذبة 100%، (T2) (75% عذبة: 25% مالحة)، و(T3) (50% عذبة: 50% مالحة) و(T5) الري المتناوب 1:1 أعلى متوسط لعدد القرون، حيث بلغ 19.5، 16.8، 17.4، 18.0 قرن/نبات على التوالي. تفوقت هذه المعاملات بشكل واضح على المعاملات الأخرى، مما يدل على أن الري بالمياه العذبة أو التناوب المتوازن يحسن من تكوين القرون.

- أقل عدد من القرون: لوحظ أدنى متوسط لعدد القرون في المعاملات: (T4) 25% عذبة: 75% مالحة، (T7) الري المتناوب 3:1، و(T8) ري بمياه مالحة 100%، حيث بلغ 9.7، 7.2، 7.5 قرن/نبات على التوالي. يشير ذلك إلى أن زيادة نسبة المياه المالحة تقلل بشكل كبير من عدد القرون نتيجة تأثيرها السلبي على النمو الفسيولوجي للنبات.

نسبة الزيادة في عدد القرون مقارنة بالري بالمياه المالحة (T8)

- بلغت نسبة الزيادة في عدد القرون عند الري بالمياه العذبة 61.6% مقارنة بالري بالمياه المالحة.

- في معاملات خلط المياه العذبة مع المالحة، كانت الزيادة كالتالي:

- 55.5% عند نسبة 75% عذبة: 25% مالحة.
- 57.0% عند نسبة 50% عذبة: 50% مالحة.
- 22.7% عند نسبة 25% عذبة: 75% مالحة.

- في معاملات الري المتناوب:

- 58.5% عند الري 1:1 رية بمياه عذبة ثم رية بمياه مالحة
- 37.9% عند الري 2:1 ريتان بمياه مالحة ثم رية بمياه عذبة

إن النتائج سالفه الذكر متطابقة مع نتائج العديد من الباحثين الذين أكدوا أن العدس حساس أو متوسط التحمل للإجهاد الملحي. وأن الوزن الجاف للقرون يظهر حساسية نباتات العدس للملوحة. وقد تم تسجيل انخفاض في الوزن الجاف للقرون من قبل (Gadalla *et al.*, 2007) حتى مع أدنى مستوى للملوحة (3 دسم.م⁻¹)، تبع زيادة الملوحة انخفاض الوزن الجاف للقرون مقارنة بمعاملة المياه العذبة. ولوحظ اتجاه مماثل مع الوزن الجاف للبراعم والجذور وإنتاج البذور لنباتات العدس. أشار مجموع الوزن الجاف للنبات (البراعم + الجذور + البذور) إلى انخفاض حاد مع زيادة الملوحة حتى (9 دسم.م⁻¹)، بنسبة 32% عن تلك المسجلة مع معاملة المياه العذبة، كما اتفقت هذه النتائج مع (Yasin and Zahid, 2000) اللذان وجدوا أن محصول العدس كان حساساً حتى عند مستوى منخفض من الملوحة.

الجدول 9. عدد القرون على النبات

متوسط الموسم	2024/2023	2023/2022	المعاملات	
19.5 ± 10.55	18.9 ± 11.41	20.0 ± 12.12	الري بمياه عذبة 100%	T1
16.8 ± 4.35	16.3 ± 4.59	17.3 ± 5.03	الري بخليط مياه عذبة: مالحة بنسبة 75%: 25%	T2
17.4 ± 5.16	17.0 ± 5.83	17.7 ± 5.69	الري بخليط مياه عذبة: مالحة بنسبة 50%: 50%	T3
9.7 ± 1.61	9.3 ± 1.77	10.0 ± 1.73	الري بخليط مياه عذبة: مالحة بنسبة 25%: 75%	T4
18.0 ± 7.46	17.3 ± 7.96	18.7 ± 8.62	الري المتناوب 1 رية بمياه عذبة : 1 رية بمياه مالحة	T5
12.0 ± 1.41	11.7 ± 1.54	12.3 ± 1.53	الري المتناوب 1 رية بمياه عذبة : 2 رية بمياه مالحة	T6
7.2 ± 1.03	7.0 ± 1.11	7.3 ± 1.15	الري المتناوب 1 رية بمياه عذبة : 3 ريات بمياه مالحة	T7
7.5 ± 7.11	7.3 ± 7.74	7.7 ± 8.14	الري بمياه مالحة 100%	T8
13.5 ± 7.13	13.1 ± 6.99	13.9 ± 7.40	المواسم	
المواسم × المعاملات	المعاملات	المواسم		
9.193	6.5	3.25	L.S.D 5%	

عدد البذور على النبات

بلغ متوسط عدد البذور 11.8 و11.1 بذرة/نبات¹ لكل من الموسمين الأول والثاني على التوالي دون تسجيل فروق معنوية فيما بينهما (الجدول 10).

مقارنة المعاملات

- تفوقت كل من المعاملات T1 (17.5 بذرة/نبات¹)، T2 (13.6 بذرة/نبات¹)، T3 (12.8 بذرة/نبات¹)، T5 (14.8 بذرة/نبات¹)، T6 (14.0 بذرة/نبات¹) على كل من المعاملات T4 (7.4 بذرة/نبات¹)، T7 (6.1 بذرة/نبات¹)، T8 (5.5 بذرة/نبات¹).

- كما تفوقت المعاملة T3 على كل من المعاملتين T7 وT8.

- لم تظهر فروق معنوية أخرى.

تدل النتائج السابقة إلى انخفاض مكونات الغلة مع الملوحة وقد أفاد (Arslan *et al.*, 2015) أن انخفاض إنتاج الحمص والعدس والفاصوليا بنسبة 50% حدث عند مستويات ملوحة 4.2 و 4.4 و 5.2 دسم.م¹ على التوالي. وكان الفول أكثر تحملاً للملوحة مياه الري مقارنة بالعدس والحمص.

الجدول 10. عدد البذور على النبات

متوسط الموسمين	2024/2023	2023/2022	المعاملات	
17.5 ± 4.61	17.1 ± 4.95	18.0 ± 5.29	الري بمياه عذبة 100%	T1
13.6 ± 4.68	13.2 ± 5.13	14.0 ± 5.29	الري بخليط مياه عذبة: مالحة بنسبة 75%: 25%	T2
12.8 ± 2.45	12.5 ± 2.81	13.0 ± 2.65	الري بخليط مياه عذبة: مالحة بنسبة 50%: 50%	T3
7.4 ± 2.83	7.2 ± 3.07	7.7 ± 3.21	الري بخليط مياه عذبة: مالحة بنسبة 25%: 75%	T4
14.8 ± 2.76	14.3 ± 2.98	15.3 ± 3.06	الري المتناوب 1 رية بمياه عذبة : 1 رية بمياه مالحة	T5
14.0 ± 3.61	13.6 ± 3.99	14.3 ± 4.04	الري المتناوب 1 رية بمياه عذبة : 2 رية بمياه مالحة	T6
6.1 ± 4.79	6.0 ± 5.19	6.3 ± 5.51	الري المتناوب 1 رية بمياه عذبة : 3 ريات بمياه مالحة	T7
5.5 ± 5.27	5.3 ± 5.74	5.7 ± 6.03	الري بمياه مالحة 100%	T8
11.5 ± 5.63	11.1 ± 5.55	11.8 ± 5.81	المواسم	
المواسم × المعاملات	المعاملات	المواسم		
7.655	5.413	2.706	L.S.D 5%	

وزن البذور على النبات (غ)

أوضحت النتائج الواردة في الجدول (11) عدم وجود فروق معنوية بين الموسمين، حيث بلغ متوسط وزن البذور لكل نبات 1.30 غرام في الموسم الأول و 1.23 غرام في الموسم الثاني، مما يشير إلى استقرار تأثير المعاملات بغض النظر عن التغيرات الموسمية.

تحليل تأثير المعاملات

- أعلى وزن للبذور:

- سجلت المعاملة (T1) 100% مياه عذبة أعلى متوسط وزن بذور، حيث بلغ 2.36 غرام.
 - تلتها المعاملة (T2) 75% عذبة: 25% مالحة بمتوسط وزن 2.17 غرام، التي تفوقت على معظم المعاملات الأخرى، باستثناء المعاملة (T5) الري المتناوب 1:1 التي بلغ متوسطها 1.87 غرام.
- يشير ذلك إلى أن خلط المياه المالحة بنسبة 25% لم يؤثر بشكل معنوي على وزن البذور، بينما أدى استخدام نسب أعلى من المياه المالحة أو الري المتناوب بأكثر من رية مالحة إلى انخفاض كبير في الوزن.

- أقل وزن للبذور:

سجلت أدنى القيم في المعاملات (T4) 25% عذبة: 75% مالحة، (T7) الري المتناوب 3:1، و(T8) 100% مياه مالحة بمتوسطات 0.35، 0.41، و0.43 غرام على التوالي. يعكس ذلك التأثير السلبي الواضح للري بالمياه المالحة أو استخدام نسب مرتفعة من الخلط مع المياه المالحة على وزن البذور.

مقارنة بين المعاملات:

- تفوقت المعاملات T1، T2، و T5 بشكل معنوي على بقية المعاملات، مما يشير إلى أن الري بالمياه العذبة أو الخلط المعتدل مع المالحة أو الري المتناوب بنسبة 1:1 يساهم في تحسين وزن البذور.

- سجلت المعاملات (T3) 50% عذبة: 50% مالحة و(T6) الري المتناوب 2:1 أوزاناً أفضل من T7 و T8 و T4، لكنها لا تزال أقل بكثير من القيم المسجلة في المعاملات ذات النسب الأعلى من المياه العذبة.

وقد أظهرت نتائج تجارب العدس التي أجريت في ظروف البيوت المحمية أن أصناف العدس يمكنها تحمل مستويات مختلفة من ملوحة التربة و/أو الماء من 0.63 إلى 6.0 دسم.م⁻¹ (IAEA، 1995).

الجدول 11. وزن البذور على النبات (غ)

متوسط الموسمين	2024/2023	2023/2022	المعاملات
2.36 ± 0.35	2.30 ± 0.39	2.41 ± 0.38	T1 الري بمياه عذبة 100%
2.17 ± 0.44	2.11 ± 0.49	2.23 ± 0.47	T2 الري بخليط مياه عذبة: مالحة بنسبة 75%: 25%
1.43 ± 0.43	1.41 ± 0.49	1.46 ± 0.48	T3 الري بخليط مياه عذبة: مالحة بنسبة 50%: 50%
0.35 ± 0.47	0.34 ± 0.51	0.36 ± 0.55	T4 الري بخليط مياه عذبة: مالحة بنسبة 25: 75%
1.87 ± 0.25	1.80 ± 0.28	1.93 ± 0.26	T5 الري المتناوب 1 رية بمياه عذبة : 1 رية بمياه مالحة
1.08 ± 0.26	1.05 ± 0.28	1.11 ± 0.30	T6 الري المتناوب 1 رية بمياه عذبة : 2 رية بمياه مالحة
0.41 ± 0.29	0.40 ± 0.32	0.42 ± 0.33	T7 الري المتناوب 1 رية بمياه عذبة : 3 ريات بمياه مالحة
0.43 ± 0.34	0.42 ± 0.37	0.45 ± 0.40	T8 الري بمياه مالحة 100%
1.26 ± 0.84	1.23 ± 0.83	1.30 ± 0.87	المواسم
المواسم × المعاملات	المعاملات	المواسم	
0.642	0.454	0.227	L.S.D 5%

الوزن الجاف للنبات (غ)

أظهرت النتائج الواردة في الجدول (12) عدم وجود فروق معنوية بين الموسمين، حيث تراوح متوسط الوزن الجاف للنبات بين 1.1 - 4.6 غ في الموسم الأول، و4.4 - 1.0 غ في الموسم الثاني، بمتوسط 2.5 غ و 2.3 غ على التوالي، مما يدل على استقرار تأثير المعاملات بغض النظر عن العوامل الموسمية.

تحليل تأثير المعاملات

- أعلى وزن جاف للنبات:

- سجلت المعاملة (T1) 100% مياه عذبة أعلى متوسط وزن جاف 4.5 غ، وتفوقت بفروق معنوية على جميع المعاملات باستثناء (T2) 75% عذبة: 25% مالحة التي سجلت 3.5 غ.
- تفوقت T2 على معظم المعاملات الأخرى، باستثناء (T5) الري المتناوب 1:1 الذي سجل 3.0 غ، مما يدل على تأثير الري بالمياه العذبة أو الخلط المعتدل مع المالحة في تحسين الوزن الجاف.

- أقل وزن جاف للنبات:

- سجلت أدنى القيم في المعاملات (T4) 25% عذبة: 75% مالحة، (T7) 3:1 مياه مالحة إلى عذبة، و(T8) 100% مياه مالحة، بمتوسطات 1.0، 1.1، و1.5 غ على التوالي، مما يشير إلى التأثير السلبي للري بالمياه المالحة.

- مقارنة بين المعاملات:

- تفوقت المعاملات (T5 (1:1)، (T6 (2:1) على T4، T7، وT8، حيث بلغ متوسط الوزن الجاف 3.0 غ و2.5 غ على التوالي.
- سجلت المعاملة (T3) 50% عذبة: 50% مالحة وزناً جافاً 2.1 غ، متفوقة على T4 وT7، لكن دون فروق معنوية واضحة مع المعاملات الأخرى.

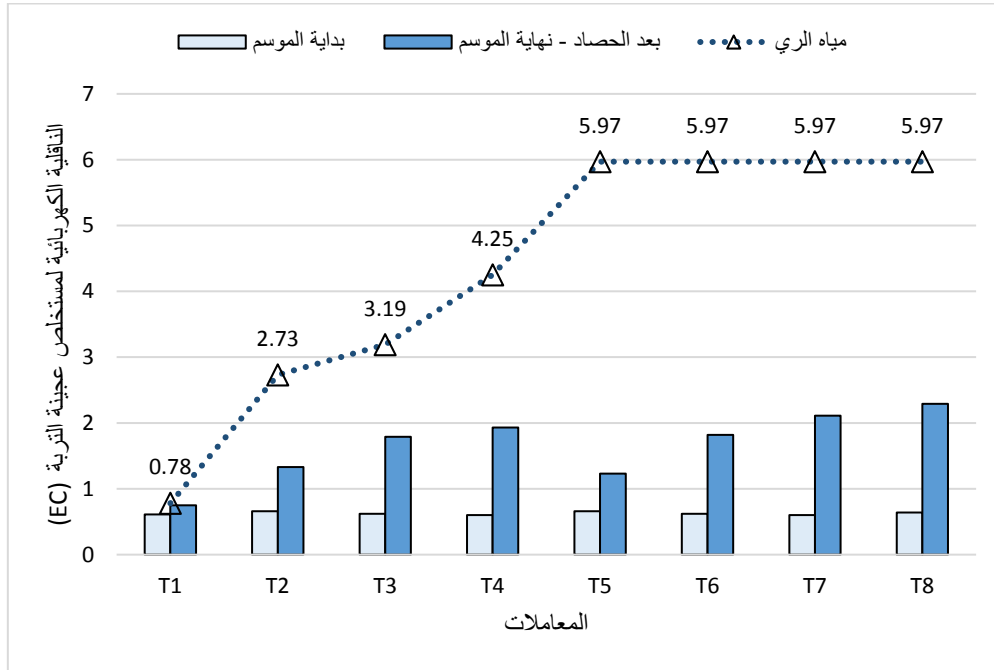
تشابهت النتائج السابقة مع نتائج (Hassanli and Ebrahimian, 2016) التي أكدت أن المعاملة 1:1 كانت الأفضل من حيث إنتاجية المحصول وكفاءة استخدام مياه الري، بالمقارنة مع المعاملات ذات نظام 3:1 أي ثلاثة ريات مالحة وواحدة عذبة، وكذلك 5:1 أي خمسة ريات بالمياه المالحة، حيث إنه في المعاملة 1:1، لم يتغير تركيز الملح في نهاية موسم النمو بشكل كبير مقارنة بحالته الأولية.

الجدول 12. الوزن الجاف للنبات (غ)

المعاملات	2024/2023	2023/2022	متوسط الموسمين
T1 الري بمياه عذبة 100%	4.4 ± 0.64	4.6 ± 0.64	4.5 ± 0.59
T2 الري بخليط مياه عذبة: مالحة بنسبة 75%: 25%	3.4 ± 1.19	3.6 ± 1.20	3.5 ± 1.08
T3 الري بخليط مياه عذبة: مالحة بنسبة 50%: 50%	2.1 ± 0.56	2.2 ± 0.54	2.1 ± 0.50
T4 الري بخليط مياه عذبة: مالحة بنسبة 25: 75%	1.0 ± 0.46	1.1 ± 0.48	1.0 ± 0.42
T5 الري المتناوب 1 رية بمياه عذبة : 1 رية بمياه مالحة	2.9 ± 0.88	3.1 ± 0.92	3.0 ± 0.81
T6 الري المتناوب 1 رية بمياه عذبة : 2 رية بمياه مالحة	2.4 ± 0.52	2.6 ± 0.51	2.5 ± 0.46
T7 الري المتناوب 1 رية بمياه عذبة : 3 ريات بمياه مالحة	1.1 ± 0.44	1.1 ± 0.44	1.1 ± 0.40
T8 الري بمياه مالحة 100%	1.4 ± 1.27	1.5 ± 1.32	1.5 ± 1.16
المواسم	2.3 ± 1.32	2.5 ± 1.39	2.4 ± 1.34
المواسم × المعاملات	المعاملات	المواسم	
	0.984	0.492	1.392
			L.S.D 5%

ملوحة مستخلص التربة في الموسم الثاني

يظهر الشكل (1) المحتوى الملحي لكل معاملة، والناقلية الكهربائية لكل من مياه الري ومستخلص العجينة للتربة، حيث تبين أن ملوحة مستخلص التربة تتغير بتغير محتواها من الأملاح الموجودة في مياه الري. وقد لوحظ زيادة ملوحة التربة بازدياد ملوحة مياه الري، مما يدل على أن التراكم الملحي هو نتيجة للري المتكرر بالمياه المالحة.



الشكل 1. الناقلية الكهربائية لكل من مياه الري ومستخلص العجينة للتربة في الموسم الثاني

تراوح ملوحة مستخلص العجينة التربة في بداية الموسم بين 0.60-0.66 دسم.م⁻¹، بينما اختلف بشكل واضح في نهاية الموسم بحسب المعاملات فبلغ: 0.75 دسم.م⁻¹ في المعاملة T1، و 1.33 دسم.م⁻¹ في المعاملة T2، و 1.79 دسم.م⁻¹ في المعاملة T3، و 1.93 دسم.م⁻¹ في المعاملة T4، أي ارتفعت ملوحة التربة بفارق 0.58، 1.04، 1.18 دسم.م⁻¹ وذلك لدى خلط المياه المالحة مع العذبة بنسبة 25%، 50%، 75% على التوالي. بينما بلغت ملوحة عجينة التربة 1.23 دسم.م⁻¹ في المعاملة T5، 1.82 دسم.م⁻¹ في المعاملة T6، 2.11 دسم.م⁻¹ في المعاملة T7، 2.29 دسم.م⁻¹ في المعاملة T8، أي أن الري بالتناوب يرفع نسبة الملوحة في مستخلص عجينة التربة بمقدار 0.48، 1.07، 1.36 دسم.م⁻¹ إذا كان عدد الريات المالحة 1، 2، 3 على التناوب مع الري العذبة، في حين أن الري بمياه مالحة بشكل مستمر يرفع نسبة الملوحة في مستخلص عجينة التربة بمقدار 1.54 دسم.م⁻¹ مقارنة بالري بمياه عذبة، وعلى الرغم من أن القيمة النهائية لمستخلص عجينة التربة (2.29 دسم.م⁻¹) لا تزال ضمن الحدود المقبولة لمعظم المحاصيل، إلا أنه بالمقارنة مع ملوحة مستخلص عجينة التربة عند الري بمياه عذبة (0.75 دسم.م⁻¹) فيمكن الاستنتاج أن ملوحة التربة تضاعفت بمقدار 3.05 مرة ضمن ظروف التجربة. وهذا يتفق مع نتائج التجربة التي قام بها (Sang *et al.*, 2020) والتي خلصت إلى أن أقل زيادة في ملوحة التربة كان عند الري بالتناوب بالمياه العذبة والمالحة مقارنة بالري بالمياه المالحة وحدها. بالإضافة إلى ذلك، أثرت تسلسلات مختلفة من الري بالتناوب بشكل كبير على تراكم ملوحة التربة.

الاستنتاجات والتوصيات

الاستنتاجات

- تأثرت معظم الصفات المحصولية سلباً بزيادة ملوحة مياه الري، ولا سيما خلال مرحلة الإنبات، بداية النمو، وزن البذور، والوزن الجاف للنبات.
- كان لعملية خلط المياه العذبة والمالحة بنسب منخفضة أثر إيجابي على بعض الصفات المحصولية، مثل زيادة وزن البذور والوزن الجاف، كما ساهمت في تحسين نسبة الإنبات عبر مختلف تراكيز الخلط.
- أظهر الري المتناوب بين المياه العذبة والمالحة تأثيراً إيجابياً على الصفات المحصولية المدروسة، لا سيما عند تقليل عدد الريات المالحة، مما يعزز فكرة أن تقليل التعرض المستمر للملوحة يخفف من أثارها الضارة.
- لوحظ تراكم ملحوظ للأملح في التربة في نهاية الموسم، لا سيما في المعاملات التي استخدمت الري بالمياه المالحة، الري المتناوب، أو خلط المياه المالحة بنسب مرتفعة، مما يشير إلى أهمية إجراءات الغسيل للحفاظ على خصوبة التربة.
- حدد البحث أن المراحل الأكثر حساسية للملوحة تشمل: مرحلة الإنبات، حيث يؤثر الإجهاد الملحي على امتصاص الماء ونمو الجذور؛ ومرحلة تشكل القرون وامتلاء البذور والنضج، حيث تؤدي الملوحة إلى ضعف تكوين المحصول وتقليل الإنتاجية.
- لم تكن بعض المعاملات فعالة، خاصة معاملة التناوب (3 × 1) ومعاملة الخلط (25% عذب: 75% مالح)، مما يشير إلى أن التعرض المتكرر للمياه المالحة أو ارتفاع نسبة الأملاح في مياه الري قد يؤدي إلى انخفاض الإنتاجية وعدم تحقيق فائدة زراعية واضحة.

التوصيات

- إمكانية تطبيق الري المتناوب (العذب مع المالح) في المناطق التي تعاني من ملوحة مياه الري، خاصة خلال المراحل الحساسة من عمر النبات مثل الإنبات، الإزهار، تشكل القرون، وامتلاء البذور، حيث ثبتت فعاليته في التقليل من الأثر السلبي للملوحة مع الحفاظ على إنتاجية مقبولة.
- إجراء دراسات إضافية لاختبار تأثير المياه المالحة في أنواع مختلفة من التربة الزراعية وفي مناطق مختلفة، بهدف تحديد عتبة الملوحة الملائمة، احتياجات الغسيل، والمعدلات المائية المثلى لكل تربة.
- إجراء تحاليل دورية لمتابعة ملوحة التربة لضمان عدم تجاوز الحدود الحرجة لنمو المحاصيل، والتدخل بطرق الغسيل عند الضرورة.
- دراسة تأثير الملوحة على العقد الجذرية للنباتات البقولية، من حيث عددها، حجمها، وقدرتها على تثبيت النيتروجين، وذلك لتحقيق فهم أفضل لدور الإجهاد الملحي في تقليل خصوبة التربة وتحسين استراتيجيات التسميد الحيوي

المراجع

- Abdel, G.G., A. Arslan, A. Gaihbe, F. Kadouri and R. Ragab. (2005). The effects of saline irrigation water management and salt tolerant tomato varieties on sustainable production of tomato in Syria (1999-2002). *Agric. Water Manag.*, 78:39–53.
- Arslan A., G.A. Majid, K. Abdallah, P. Rameshwaran, R. Ragab, M. Singh and M. Qadir. (2015). Evaluating the productivity potential of chickpea, lentil and faba bean under saline water irrigation systems. *Irrig. Drain*, 65 (1):19-28.
- Ashraf, M. (2004). Some important physiological selection criteria for salt tolerance in plants. *Flora*, 199:361-376.
- Chanduvi, F. (1997). Water management for salinity control. In: *Proceedings of the Regional Workshop on Management of Salt Affected Soils in the Arab Gulf States, Abu Dhabi, UAE 29 Oct. to 2 Nov. 1995*, FAO Regional Office for the North East, Cairo, P:63-65.
- Choudhary, O.P., B.S. Ghuman, A.S. Josan and M.S. Bajwa. (2006). Effect of alternating irrigation with sodic and non-sodic waters on soil properties and sunflower yield. *Agricultural Water Management*, 85(1-2):151-156.
- Dudley, L.M., A. Ben-Gal and U. Shani. (2008). Influence of plant, soil and water properties on the leaching fraction. *Vadose Zone J.* 7: 420-425.
- Fasakhodi A.A., S.H. Nouri and M. Amini. (2010). Water resources sustainability and optimal cropping pattern in farming systems; a multi-objective fractional goal programming approach. *Water Resour. Manag.*, 24(15):4639-4657.
- Gadalla, A.M., A. Hamdy and Y.G.M. Galal. (2007). Use of saline irrigation water for production of some legumes and tuber plants. In: Lamaddalena N. (ed.), Bogliotti C. (ed.), Todorovic M. (ed.), Scardigno A. (ed.). *Water saving in Mediterranean agriculture and future research needs [Vol. 2]*. Bari : CIHEAM, p. 85-97 (Options Méditerranéennes : Série B. Etudes et Recherché; n. 56 Vol. II)
- Grattan, S.R. and J.D. Rhoades. (1990). Irrigation with saline ground water and drainage water. In: Tanji KK. *Agricultural Salinity Assessment and Management*. ASCE Manual and Reports on Engineering Practices, 71:432-449.
- Hassanli, M. and H. Ebrahimian. (2016). Cyclic use of saline and non-saline water to increase water use efficiency and soil sustainability on drip irrigated maize. *Spanish Journal of Agricultural Research*, Volume 14, Issue 4, e1204.
- Huang, M., Z. Zhang, Z. Sheng, C. Zhu, Y. Zhai and P. Lu. (2019). Effect on Soil Properties and Maize Growth by Alternate Irrigation with Brackish Water. *Trans. ASABE*, 62:485-493.

- IAEA, (1995). Management strategies to utilize salt affected soil. Isotopic and conventional research methods. IAEA-TECDOC-814. Vienna, Austria.
- Kan, I. and M. Rapaport-Rom. (2012). Regional blending of fresh and saline irrigation water: Is it efficient?. Water Resour. Res., 48:1-14.
- Kaur, R., M. Paul and R. Malik. (2007). Impact assessment and recommendation of alternative conjunctive water use strategies for salt affected agricultural lands through a field scale decision support system-a case study. Environ Monit. Assess, 129: 257-270.
- Kulkarni, S. (2011). Innovative technologies for water saving in irrigated agriculture. Int. J. Water Resour. Arid Environ, 1(3): 226-231.
- Li, J., J. Chen, Z. Qu, S. Wang, P. He and N. Zhang. (2019a). Effects of alternating irrigation with fresh and saline water on the soil salt, soil nutrients, and yield of tomatoes. Water, 11 (8):1693.
- Li, J.S., Y.M. Gao, X.Y. Zhang, P. Tian, J. Li and Y.Q. Tian. (2019b). Comprehensive comparison of different saline water irrigation strategies for tomato production: Soil properties, plant growth, fruit yield and fruit quality. Agric. Water Manag., 213:521-533.
- Liaghat, A.M. and S.H. Esmaili. (2003). The effect of fresh and saline water conjunction on corn yield and salt concentration in the root zone. J. Agric. Sci. Nat. Resour., 10(2):159-170 [In Persian, Abstract in English].
- Malash, N., T.J. Flowers and R. Ragab. (2005). Effect of irrigation systems and water management practices using saline and non-saline water on tomato production. Agric. Water Manag., 78:25-38.
- Minhas, P.S., S.K. Dubey and D.R. Sharma. (2007). Comparative effects of blending, intra/inter-seasonal cyclic uses of alkali and good quality waters on soil properties and yields of paddy and wheat. Agricultural Water Management, 87(1):83-90.
- Murtaza, G., A. Ghafoor and M. Qadir. (2006). Irrigation and soil management strategies for using saline-sodic water in a cotton–wheat rotation. Agricultural Water Management, 81(1-2):98-114.
- Navarro, A., S. AÁlvarez, M. Castillo, S. Bañón and M.J. Sánchez-Blanco. (2009). Changes in tissue-water relations, photosynthetic activity, and growth of *Myrtus communis* plants in response to different conditions of water availability. J. Hortic. Sci. Biotechnol., 84 (5):541-547
- Qadir, M. and P. Drechsel. (2010). Managing salts while irrigating with wastewater. CAB Reviews: Perspectives in Agriculture, Veterinary Science, Nutrition and Natural Resources, 5(016): 1-11.
- Qureshi, A.S. (2014). Conjunctive water management in the fixed rotational canal system: A case study from Punjab Pakistan. Irrigation and Drainage Systems Engineering, 3, 122.

- Sang, H., W. Guo, Y. Gao, X. Jiao and X. Pan. (2020). Effects of Alternating Fresh and Saline Water Irrigation on Soil Salinity and Chlorophyll Fluorescence of Summer Maize. *Water*, 12, 3054;
- Schaan, C.M., D.A. Devitt, R.L. Morris and L. Clark. (2003). Cyclic irrigation of Turfgrass using a shallow saline aquifer. *Agronomy Journal*, 95(3):660-667.
- Singh, A. (2014). Conjunctive use of water resources for sustainable irrigated agriculture. *Journal of Hydrology*, 519:1688-1697.
- Vivaldi, G.A., S. Camposeo, C. Romero-Trigueros, F. Pedrero, G. Caponio, G. Lopriore and S. AÁlvarez. (2021). Physiological responses of almond trees under regulated deficit irrigation using saline and desalinated reclaimed water. *Agric. Water Manage*, 258, 107172.
- Yasin, M. and M. Ashraf Zahid. (2000). Genotypic behavior of lentil cultivars towards salinity. *Book of Abstract on ispsa*, April 10-12, 2000, Islamabad, Pakistan.
- Yohannes, D.F., C.J. Ritsema, S. Habtu, J.C. Van Dam and J. Froebrich. (2020). Effect of cyclic irrigation using moderately saline and non-saline water on onion (*Allium cepa* L.) yield and soil salinization in semi-arid areas of Northern Ethiopia. *Irrig. and Drain.*;1-13.
- Zarei, M.A., S.H. Tabatabai, H. Shayannejad and H. Beigi-Harchegani. (2007). Salinity distribution in soil profiles under three irrigation regime in basin irrigation in east of Isfahan. *J. Res. Agric. Sci.* 3(2):196-206 [In Persian, Abstract in English].
- Zhu, C.L., M.Y. Huang, Y.M. Zhai, Z.Y. Zhang, J.Y. Zheng and Z.X. Liu. (2017). Response of gas exchange and chlorophyll fluorescence of maize to alternate irrigation with fresh- and brackish water. *Acta Agric. Scand. Sect. B Plant Soil Sci.*, 67:474-484.

N° Ref: 1197



تطور كمية ونوعية حليب النوق الشامية خلال مواسم الإدرار وتأثيرها في نمو المواليد

Development of Milk Quantity and Quality of Syrian Camels (*Camelus dromedarius*) During The Lactation Seasons and Their Effects On the Growth of Newborn Calves

د. عدنان الأسعد⁽¹⁾ د. الياس الميّدع⁽¹⁾ د. صاموئيل موسى⁽¹⁾ د. رزان سمسمية⁽²⁾

د. طارق عبد الرحيم⁽²⁾ د. المعتصم بالله الدقر⁽²⁾ م. موفق عبد الرحيم⁽²⁾

Dr. Adnan Al-Asaad⁽¹⁾ Dr. Elias Al-Maidaa⁽¹⁾ Dr. Samouil Moussa⁽¹⁾ Dr. Razan Samsimiyeh⁽²⁾

Dr. Tariq Abdel Rahim⁽²⁾ Dr. Al-Moatasem Billah Al-Daqr⁽²⁾ Eng. Muafak Abd ALrahim⁽²⁾

eng.adnan.2010@gmail.com

<https://doi.org/10.66805/AAE-19.1.056075>

Received 05 November 2024; Accepted 30 July 2025

(1) المركز العربي لدراسات المناطق الجافة والأراضي القاحلة/ أكساد، دمشق، سورية.

(1) The Arab Center for the Studies of Arid Zones and Dry Lands/ACSAD, Damascus, Syria.

(2) إدارة بحوث الثروة الحيوانية، الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية، دمشق، سورية.

(2) Animal Wealth Research Administration, General Commission for Scientific Agricultural Research (GCSAR), Damascus, Syria.

المخلص

نُقد هذا البحث خلال عامي 2022 - 2023 في محطة بحوث الإبل بدير الحجر التابعة لإدارة بحوث الثروة الحيوانية في الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية السورية والمتعاونة مع المركز العربي/ أكساد، بهدف دراسة تأثير الموسم الإنتاجي في إنتاج الحليب وبعض مكوّناته، إضافة إلى متابعة نمو المواليد من الولادة حتى عمر 11 شهراً. استُخدم لهذا الغرض 30 ناقة حلب مع مواليدها لستة مواسم إنتاجية. جُمعت عينات الحليب شهرياً خلال موسم حلاية كامل. قُدّر إنتاج الحليب اليومي كل أسبوعين، بدءاً من اليوم 14 من الولادة حتى نهاية موسم الحلاية. جُمعت البيانات وحُللت إحصائياً باستخدام النموذج الخطي العام (GLM) وفق القياسات المتكررة Repeated Measures برنامج (SPSS, V.25)، وجرى تقدير المتوسطات بطريقة المربعات الصغرى Least Mean Squares، وحُسب أقل فرق معنوي عند مستوى ثقة (5%) وأظهرت النتائج من خلال المتوسط \pm الخطأ المعياري (SE). أشارت النتائج إلى وجود تأثير معنوي ($P < 0.01$) لموسم الحلاية في كمية إنتاج الحليب اليومي، إذ تفوق متوسط إنتاج الحليب اليومي خلال موسم الحلاية الخامس 58.97 ± 3553 غ/يوم على متوسطات المواسم الأخرى المدروسة. كذلك لموسم الإدرار تأثير في مركبات الحليب الأساسية من الدهن والبروتين واللاكتوز حيث كانت الفروقات معنوية اعتباراً من الموسم الرابع بالمقارنة مع المواسم الثلاثة الأولى. لوحظ وجود تأثير معنوي ($P < 0.05$) لجنس المولود في متوسط وزن الميلاد حيث تفوقت المواليد الذكور على المواليد الإناث، بينما لم يلاحظ وجود تأثير معنوي للجنس في وزن الفطام.

الكلمات المفتاحية: الإبل الشامية، موسم الإدرار، الحليب، مؤشرات النمو.

Abstract

This study was conducted during 2022-2023 at the Deir El-Hajar Camel Research Station, affiliated with the Animal Resources Research Department of the General Commission for Scientific Agricultural Research - (GCSA), Syria in collaboration with The Arab Center for the Studies of Arid Zones and Dry Lands (ACSAD). The study aimed to study the effect of the production season on milk production and some of its components, in addition to monitoring the growth of newborns from birth to 11 months of age. For this purpose, 30 dairy camels and their suckling calves were used from six production seasons. Milk samples were collected monthly during the entire lactation season. Daily milk production was calculated every two weeks, starting from day 14 after birth until the end of the lactation season. Data were collected and statistically analyzed using the General Linear Model (GLM) using repeated measures (SPSS v.25). Means were calculated using the least mean squares method, and the least significant difference was calculated at 5% confidence level. Results were presented as mean \pm standard error (SE). The results indicated a significant effect ($P < 0.01$) of the lactation season on daily milk production. The average daily milk production during the fifth lactation season (3553 ± 58.97 g/day) exceeded the averages of the other seasons studied. The effect of the lactation season was also reflected in the basic milk components of fat, protein, and lactose, with significant differences starting in the fourth season compared to the first three seasons. A significant effect ($P < 0.05$) was observed for the sex of the calf on the average birth weight, with male calves outperforming female calves. However, no significant effect was observed for weaning weight.

Key words: Shami Camels, Lactation Season, Milk Production, Growth Indicators.

المقدمة

أشارت كثيرٌ من الدّراسات إلى الأهميّة الاقتصادية للإبل بالنسبة لسكّان المناطق الصّحراوية، وذلك كونه مصدراً أساسياً للبروتين الحيواني، إضافة إلى القدرات الكبيرة لهذه الحيوانات على مقاومة الأمراض وتحمل العطش والاستفادة من المراعي الطبيعية، وإنتاج الحليب بكفاءة تفوق غالباً معظم الحيوانات الزراعية الأخرى في المناطق الجافة (Farah *et al.*, 2007). يبلغ تعداد الإبل في الدول العربية نحو 17.9 مليون رأس (المنظمة العربية للتنمية الزراعية، 2022). وشهدت بعض دول المنطقة العربية في الآونة الأخيرة تزايداً سنوياً في عدد الإبل لا سيما في سلطنة عمان والسعودية، بينما كانت سورية أحد الدول العربية التي تراجع فيها ذلك العدد تراجعاً متسارعاً خلال العقد الماضي (Faye, 2020). إذ بلغ عدد الإبل في القطر العربي السوري 55021 رأساً (المجموعة الإحصائية الزراعية السنوية، 2011). بينما لم يتجاوز هذا العدد 33480 رأساً في عام 2022 (المجموعة الإحصائية الزراعية السنوية، 2022).

نالت نوعية ومكونات حليب النوق اهتمامًا كبيرًا خلال العقد الأخير من قبل عديد من الباحثين، فقام الميّدع (2012) بدراسة الخصائص الفيزيائية والحسية والتكنولوجية لحليب الإبل ومجال استخدامه في صناعة بعض المنتجات اللبنية، كما وضّح بعض الباحثين مثل (Kaskous, 2016) أهمية حليب الإبل في معالجة الكثير من الأمراض.

إنّ المُعطيات المُتعلقة في إنتاج الحليب عديدة ولكنها تُبرزُ فروق مُتباينة، ووفقًا للمراجع المنشورة تتراوح مدة موسم الإدرار ما بين 11 إلى 18 شهرًا وبمردود مقداره يتراوح ما بين 2000-3600 كغ (Patel *et al.*, 2016)، كما يتراوح الإنتاج اليومي من الحليب ما بين 1.8 إلى 5.2 لتر ضمن نظام الرعاية السرحي مقابل 3.7 - 10 لتر ضمن نظام الرعاية المكثف (Bakheit *et al.*, 2008) ويمكن تفسير هذا التغيّر الكبير بوجود سلالات تمتاز بقدرتها العالية على إنتاج كمّيات مرتفعة من الحليب بسبب تحسن ظروف الرعاية وخاصة التغذية.

تبيّن أن للبيئة تأثيرًا في إنتاج الحليب وطول موسم الحلابة، ويختلف إنتاج الحليب عند الإبل تبعًا لمناطق وجودها في العالم، فهو مُرتبطٌ بجغرافية المنطقة وتوفر المرعى (Yagil and Etzion, 2005)، قُدّرت كمية الحليب الكلية الناتجة في الباكستان بنحو 4260 كغ خلال موسم حلابة بلغ طوله 360 يومًا (Iqbal, 2002)، وتراوحت كمية الحليب في سورية بين 2550 و2900 كغ خلال موسم بطول 300 يومًا (Wardeh, 2000)، أما في السودان بلغت كمية الحليب الناتجة 2400 لترًا خلال موسم طوله 324 يومًا (Faye, 2004).

يتأثر إنتاج حليب النوق بعدة عوامل أخرى، منها الإدارة، التغذية، وموسم الإدرار ومرحلة إنتاج الحليب (Omar and Abdurahman, 2004)، تختلف نتائج الأبحاث في تحديد تأثير نظام الإدارة والتغذية في كمية الحليب الناتجة خلال الموسم إذ لوحظ ارتفاع إنتاج الحليب اليومي في نظام الرعاية المكثف ليصل إلى 6.1 ± 2 كغ/يوم، فيما لم تتجاوز تلك الكميات 0.3 ± 5.6 كغ/يوم في نظام شبه الرعاية المكثف (Faraz *et al.*, 2021a)، بينما أشارت دراسات أخرى إلى أنه لا يوجد فرق معنوي ($P < 0.05$) بين النظامين المذكورين، فقد بلغت تلك الكميات الناتجة 3.15 و3.19 كغ/يوم على التوالي في نظام الرعاية المكثف وشبه المكثف (Chamekh *et al.*, 2020). كما كان للموسم الإنتاجي تأثيرًا معنويًا في إنتاج حليب الموسم، إذ بين (Zelege, 2007) أن النوق في شرق أثيوبيا تحقق أقصى إنتاجها في الموسم الإنتاجي الثالث وبواقع 0.19 ± 5.43 كغ/يوم، وأكد النتيجة نفسها (Raziq *et al.*, 2010) في الإبل الباكستانية، إذ ارتفع إنتاج الحليب مع التقدّم بالموسم الإنتاجية من 6 لتر/يوم في الموسم الأول إلى 11.7 لتر/يوم في الموسم الخامس.

تسهم مرحلة إنتاج الحليب ضمن الموسم إسهامًا مهمًا في تغيير كمية الحليب الناتجة إذ كان لمرحلة الإدرار في الموسم تأثير عالي المعنوية ($P < 0.001$) في إنتاج الحليب لدى الإبل في شمال كينيا، إذ بلغ إنتاج الحليب أعلى قيمة في الأسبوع الثاني من مرحلة الحلابة وبواقع 21 لتر/يوم، بعد ذلك انخفضت تلك الكمية الناتجة تدريجيًا مع التقدم في مرحلة الحلابة إلى 4.4 لتر/يوم في الأسبوع السادس عشر من مرحلة الحلابة (Wangoh *et al.*, 1998)، بينما تبين في دراسة أخرى أجريت على الإبل السعودية أن أعلى إنتاج حليب كان في المدة 101 - 200 يومًا من بداية مرحلة الحلابة وبواقع 0.11 ± 7.74 كغ/يوم بينما لم تتجاوز تلك الكمية 0.28 ± 7.11 كغ/يوم في الـ 100 يوم الأولى من الموسم (Al-Saiady *et al.*, 2012).

تؤثر التغيرات الفصلية بوضوح في هذا المجال، إذ تبين أن إنتاج الحليب اليومي يرتفع في الفصول الممطرة مقارنة مع الفصول المعتدلة الحارة والجافة، فقد بلغت تلك الكميات القيم 0.08 ± 8.38 ، 0.07 ± 8.06 و 0.05 ± 7.89 كغ/ يوم على التوالي (Ahmad *et al.*, 2015). يتميز حليب النوق بغناه بالبروتينات المناعية وانخفاض نسبة الدسم مقارنة مع الأغنام، ويبلغ المعدل الوسطي لمكونات حليب النوق من الماء 87% والدهن 3.5% والبروتين 3.4% واللاكتوز 4.5-5%، والكازئين 2.9%، والجوامد الصلبة اللادهنية 9.92% (Kanhah and Hamad, 2010). كما ترتفع فيه نسبة بروتينات المصل إلى الكازئين وتتراوح بين 0.9-1% مقارنة مع حليب الأبقار بين (0.7-0.8) %، وفضلاً عن ذلك يتصف بمحتواه المرتفع من بيتا كازئين ويشكل نسبة 65% من الكازئين الكلي بينما لا تتجاوز نسبة ألفا كازئين 21% ما يجعله يتميز بسهولة الهضم وقلة حدوث الحساسية الناجمة عن تناول حليب الأبقار والجاموس الذي يرتفع فيه الفا كازئين ليصل إلى 38.4 و 30.2% على التوالي (El-Agamy *et al.*, 2009)، وفضلاً عن ذلك فإن صغر قطر حبيبات الدهن في حليب الإبل (2.29) ميكرو متر مقارنة مع حليب الجاموس (8.7) ميكرو متر وحليب الماعز (3.19) ميكرو متر يسهل عمل أنزيم الليباز وبالتالي يسرع هضمه عند الإنسان (Durso *et al.*, 2008).

أشارَ (Elobied *et al.*, 2015) إلى وجود فروقات معنوية في مُركّبات الحليب الأساسية حتى ضمن السلالة الواحدة وذلك في دراسة أجريت على أربع سلالات مُختلفة من الإبل السودانية (Anafi، Kenana، Arabi و Daili). تسهم التغيرات الفصلية أيضاً إسهاماً مهماً في تباين نسب مكونات الحليب، إذ لاحظ (Nagy *et al.*, 2017) في الإمارات أن النسب المنوية لمكونات الحليب تتباين بين الفصول الرطبة والجافة ولا سيما فيما يتعلق بمحتواه من الدهن وبلغت نسبة ذلك التباين القيم 28.7، 19.9، 12.8 و 5.5% على التوالي لكل من الدهن، البروتين، المادة الجافة واللاكتوز.

بالإضافة إلى تأثير العوامل الوراثية والبيئية، فإن العوامل الفيزيولوجية المتمثلة بمرحلة إنتاج الحليب والموسم الإنتاجي تسهم إسهاماً مهماً في هذا المجال، إذ تبين من خلال نتائج دراسة قسقوقوص وزملاؤه (2012) على الإبل الشامية في سورية وجود تأثير معنوي ($P < 0.001$) لمرحلة إنتاج الحليب في تراجع مستوى نسب مركّبات الحليب الأساسية ولا سيما بالنسبة إلى محتواه من الدهن إذ بلغت نسبة الدهن في الشهر الأول 0.09 ± 4.24 % وفي الشهر الأخير 0.23 ± 2.43 %، بينما لم تتغير نسب الدهن والمادة الجافة الكلية تغيراً معنوياً في حليب النوق كلما تقدّم الحيوان بمواسم الإدرار من الأول حتى السادس وتراوحت القيم بين 3.50 و 4.19%.

في دراساتٍ أُخرى أُجريت على الإبل وحيد السنم في السودان (Ahmed *et al.*, 2014; Idrees *et al.*, 2016) لم يُلاحظ وجود تأثير معنوي لموسم الحلابة ومرحلة إنتاج الحليب في مُحتوى البروتين في الحليب، بينما أشارَ (Mustafa *et al.*, 2014) إلى تراجع نسب مركّبات الحليب الأساسية مع التقدّم بمواسم الإدرار من الموسم الأول حتى الخامس.

تعد المواليد الرضيعة الخطوة الأولى في مسار العملية الإنتاجية في مزارع الإبل، وبصورة عامة يتراوح وزن المولود عند الولادة بين 31-45 كغ (Al-Mutairi, 2000) والوزن بعمر 12 شهراً 159.7-221 كغ (Bakheit *et al.*, 2017)، أما معدل الزيادة الوزنية في السنة الأولى من عمر المولود يبلغ نحو 400 غ/ يوم (Tandon *et al.*, 1988) وقد يعود ذلك التباين في وزن المولود إلى تأثير مجموعة عوامل، مثل جنس المولود، عمر المولود، التوزيع الجغرافي، عمر الأم، رقم موسم الإدرار ونظام التغذية.

اختلفت نتائج الأبحاث حول تأثير جنس المولود في تغير الوزن في المراحل العمرية المختلفة من عمر المولود، فلاحظ (Faraz *et al.*, 2021b) في دراسة أُجريت في باكستان وجود تأثير معنوي لجنس المولود في مؤشرات النمو، إذ ارتفع متوسط الوزن عند الولادة والوزن عند الفطام ومعدل النمو بين الوزنين عند المواليد الذكور مقارنة مع المواليد الإناث، بلغت تلك المتوسطات في المواليد الذكور 37.96 كغ، و254.13 كغ و0.54 كغ/يوم مقابل 32.39 كغ، و214.7 كغ و0.46 كغ/يوم في المواليد الإناث على التوالي.

بلغ متوسط وزن المواليد في تونس نحو 25.8 كغ (Hertrampf, 2004) وضّحت نتائج دراسات أخرى بأن لعمر الأم تأثيراً معنوياً في وزن المولود عند الولادة، إذ بلغ متوسط وزن المولود عند الولادة 30.83 كغ لدى الأمات التي تراوحت أعمارها بين 5-6 سنة و35.82 كغ في الأمات بين 7-10 سنة و36.26 كغ في الأمات بين 11-15 سنة، أما النوق التي تجاوزت عمرها 15 سنة فقد بلغ متوسط أوزان مواليدها 35.46 كغ (Harmas *et al.*, 1990)، لم يتوقف تأثير الأم في العمر فحسب، إذ تبين في دراسة أخرى أن لموسم الإدرار تأثيراً في تغير معدل الزيادة الوزنية للمواليد في المدة 3-12 شهراً، إذ كانت معدل زيادة وزنية عند مواليد الموسم الرابع أعلى وبلغت 339 غ/يوم، بينما لم يتجاوز ذلك المعدل القيم 193، 269، 282 و182 غ/يوم في مواليد الموسم الأول، الثاني، الثالث والثامن على التوالي (Chibsa *et al.*, 2014).

يعد مستوى التغذية من العوامل المهمة في تحديد معدلات النمو عند المواليد ولا سيما في السنة الأولى من عمر المولود، إذ بين (Bakheit *et al.*, 2019) بأن تغذية المواليد على علائق تتصف بمحتواها المتوازن من البروتين الخام والطاقة كان له أثر مهم في زيادة الوزن الحي ومعدل الزيادة الوزنية مقارنةً مع تلك التي غُدّيت على علائق ذات محتوى مرتفع من البروتين الخام، فقد بلغت تلك القيم في مواليد المجموعة الأولى 9.8 ± 275.93 كغ و 28 ± 624 غ/يوم مقابل 8.5 ± 241.50 كغ و 19 ± 540 غ/يوم في مواليد المجموعة الثانية. بينما لاحظ Field (1979) في كينيا وتحت نظام الرعاية السرحي أن لفصل السنة التأثير الأكبر في معدل الزيادة الوزنية للمواليد إذ انخفض ذلك المعدل في المواليد أيضاً خلال الأشهر الستة الأولى إلى 222 غ/يوم في الفصول الحارة الجافة مقارنة مع 665 غ/يوم في الفصول المعتدلة الرطبة.

تأتي أهمية هذا البحث في توصيف حليب الإبل الشامية من حيث الإنتاج وبعض مكونات الحليب الأساسية خلال مواسم الحلابة، وكذلك معدل نمو المواليد للتنبؤ مستقبلاً عن الأداء الإنتاجي لدى الإبل الشامية وتحقيق الظروف المثالية لرعايتها وتكاثرها محلياً مما يساهم في تطوير تربيتها.

أهداف البحث

- تأثير موسم الحلابة في كمية الحليب اليومية والكلية.
- تأثير شهر الحلابة وموسم الإدرار في بعض مكوناته (مركبات الحليب الأساسية).
- تأثير موسم الحلابة ومرحلة إنتاج الحليب في تطور نمو المواليد من الولادة حتى عمر 11 شهراً.

مواد وطرائق البحث

مكان إجراء البحث

نفذت الدراسة في محطة بحوث الإبل بدير الحجر، التابعة لإدارة بحوث الثروة الحيوانية في الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية السورية المتعاونة مع المركز العربي/ أكساد، خلال المرحلة الممتدة بين عام 2022-2023.

حيوانات الدراسة

أُجريت الدراسة على 30 ناقة حلوب شامية مع مواليدها من ستة مواسم حلابة وبمعدل 5 نوق في كل موسم. وكانت النوق في نهاية مُدّة حملها، واختيرت اختياريًا عشوائيًا من القطيع الأصلي، وقسمت النوق إلى ست مجموعات لتكون متماثلة بالموسم والعمر والوزن تقريبًا.

نظام الرعاية وتغذية الحيوانات

أ- رعاية النوق

جرى إيواء الحيوانات في حظائر نصف مفتوحة، جرى تكملة الاحتياجات الغذائية من الطاقة والبروتين للنوق اعتمادًا على النظام الأمريكي (N.R.C.1985) بعد الرعي على محصول الشعير العلفي لمدة 5 ساعات يوميًا وجرى توفير الماء على مدى 24 ساعة في الحظائر، وقُدِّم العلف المُركَّز يوميًا على دفعتين، بينما قدم العلف المائي (التبن) على دفعة واحدة مساءً وفق ما هو مبين في الجدول (1).

أعطيت النوق لقاحات صحية دورية ضد الأمراض المعدية والسمية والمحددة من قبل مديرية الصحة الحيوانية في وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي في سورية ووفقًا للبرنامج الصحي المتبع في المحطة.

الجدول 1. تركيب الخلطة العلفية المركزة لإناث الإبل الشامية خلال موسم إنتاج الحليب

النسبة المئوية%	المادة العلفية
65	شعير
20	كسبة قطن مقشورة
13	نخالة
1	ملح طعام
1	ثنائي فوسفات الكالسيوم
0.1	فيتامينات ومعادن
هذه الخلطة العلفية تحوي بروتين خام 16.1%، TDN 76.2%، مادة جافة 90.6%	

ب- رعاية المواليد

بدأت رعاية المواليد بدءًا من المرحلة الأخيرة للحمل وهي آخر أربعة أشهر، وقدمت الاحتياجات الغذائية اللازمة من الطاقة والبروتين في هذه المرحلة لكل من الناقة والجنين اعتمادًا على (N.R.C.1985). أعطيت الإبل في هذه المرحلة جرعتين من فيتامين E مع السيلينيوم وبحسب تعليمات الشركة الصانعة. حُصنت النوق في هذه المرحلة ضد مرض التسمم المعوي والجرعة

بحسب تعليمات الشركة الصانعة وبإشراف الطبيب البيطري. كما حُفنت النوق الحوامل بعد ستة أشهر من حملها بجرعة فيتامين AD₃. وُفرت المكعبات الملحية أمام الحيوانات باستمرار. تُوبعت المواليد من بعد الولادة مباشرة حتى عمر أسبوع للتأكد من أنها حصلت على كمية كافية من اللبن يومياً ولا سيما خلال الساعات الأولى.

بعد وصول المواليد لعمر شهر قُدم لها كميات قليلة من العلف المركز مع حليب الرضاعة، وحُصنت في هذه المرحلة ضد مرض التسمم المعوي بجرعة بحسب تعليمات الشركة الصانعة، جرت زيادة كمية الأعلاف المقدمة للمواليد تدريجياً شهرياً حتى الشهر الثالث من العمر ثم عُزلت عن أماتها بدءاً من الشهر الرابع حتى عمر 11 شهراً، وقدمت لها الأعلاف وحُلبت النوق قبل أن ترضعها مواليدها.

تقدير كمّية الحليب اليوميّة

حُسبت كمية الحليب اليوميّة كلّ أسبوعين، بدءاً من اليوم 14 بعد الولادة حتى نهاية موسم الحلابة، بطريقة عزل المواليد عن الأمّات لمدة 12 ساعة، وبعدها جرى حلابة الأمّات ووزن الحليب الناتج من الحلابة الصباحية والمسائية طيلة المدة حتى وقت التجفيف، واستُخدم ميزان بدقّة 0.001 غ لوزن الحليب.

جمع عينات الحليب

أُخذت عينة حليب مقدارها 25 مل بمعدّل مرّة واحدة شهرياً من كلّ ناقة على حدة حتى الانتهاء من موسم الحلابة في الشهر الحادي عشر تقريباً وذلك لتحليل بعض مُركّبات الحليب الأساسيّة.

تقدير مركّبات الحليب الأساسيّة

قدّرت نسب مكونات الحليب الأساسيّة من الدهن، البروتين، اللاكتوز والمادة الجافة الكلية لكافة العينات التي تم جمعها بجهاز تحليل الحليب لآكتوسكان ماركة دلتا (Delta) هولندي الصنع، وذلك في مختبر الألبان بإدارة بحوث الثروة الحيوانية في قرحتا بريف دمشق.

نمو المواليد وصحتها

جرى وزن المواليد بمعدل مرة واحدة شهرياً من الولادة حتى الفطام في الشهر الحادي عشر قبل أن يُسمح لها برضاعة أماتها وذلك لمتابعة التطور الحاصل في نموها. إضافة إلى ذلك جرت متابعة حالة المواليد الصحية خلال مدة الدراسة.

التحليل الإحصائي

جرى تبويب المؤشرات المدروسة في جداول خاصة في برنامج إكسل (Excel) وحُللت النتائج إحصائياً باستخدام النموذج الخطي العام (GLM) وفق القياسات المتكررة (Repeated Measures) باستخدام برنامج SPSS الإصدار 25. وقدّر المتوسطات بطريقة المربعات الصغرى (Least Mean Squares) مع تقدير الخطأ القياسي (SE) وجرى الفصل بين المتوسطات بطريقة أقل فرق معنوي (LSD) عند مستوى 5%.

النتائج والمناقشة

1. تأثير موسم الإدرار في إنتاج الحليب

بينت النتائج الموضحة في الجدول (2) وجود تأثير معنوي ($P < 0.05$) لموسم إنتاج الحليب في كمية الحليب اليومية والكلية الناتجة في الموسم، حيث تفوق متوسط إنتاج الحليب اليومي والكلية في الموسم الخامس على متوسطات إنتاج الحليب اليومي والكلية لمواسم إنتاج الحليب الأخرى 58.97 ± 3553.09 غ/يوم و 19.46 ± 1172.52 كغ/موسم، 24.07 ± 2734.17 و 7.94 ± 902.28 كغ/موسم على التوالي.

الجدول 2. متوسط كمية إنتاج الحليب اليومي (غ/يوم) وإنتاج الحليب الكلي (كغ) خلال المواسم

كمية الحليب الكلية (كغ) (SE ± x ⁻)	كمية الحليب اليومية (غ) (SE ± x ⁻)	موسم الإدرار
19.46±677.99 ^a	58.97±2054.53 ^a	1
19.46±770.32 ^b	58.97 ±2334.31 ^b	2
19.46±967.79 ^d	58.97±2932.70 ^d	3
19.46±899.61 ^c	58.97±2726.09 ^c	4
19.46±1172.52 ^e	58.97 ±3553.09 ^e	5
19.46±925.42 ^{cd}	58.97 ±2804.31 ^{cd}	6
7.94±902.28	24.07 ± 2734.17	المتوسط العام
56.80	172.118	L.S.D _{0.05}

المتوسطات التي تتبع بأحرف مختلفة ضمن العمود نفسه تشير إلى وجود فروقات معنوية عند مستوى 5%.

يبين الجدول (2) أن المتوسط العام لإنتاج الحليب اليومي للنوق المدروسة بلغ 24.07 ± 2734.17 غ/يوم وهذه النتائج توافقت مع (Babiker and El-Zubeir, 2014) على الإبل وحيدة السنم (She-camel) في السودان، إذ لم يتجاوز متوسط إنتاج الحليب اليومي 1.24 ± 2.76 لتر/يوم تحت نظام الرعاية شبه المكثفة، بينما ارتفعت تلك الكميات إلى 0.89 ± 3.49 لتر/يوم في نظام الرعاية المكثفة. وتراوح متوسط إنتاج الحليب اليومي في سلالات مختلفة في السودان بين 3.93 و 5.92 كغ/يوم (Elobied *et al.*, 2015)، فيما بقي متوسط إنتاج الحليب الكلي الناتج في هذه الدراسة 902.28 كغ وهي أقل من تقديرات (Chamekh *et al.*, 2020) في تونس، إذ بلغت تلك الكميات تحت نظام الرعاية المكثفة نحو 550 ± 1388 لترًا خلال موسم حلاية بلغ طوله 11 شهرًا.

يُظهر الجدول (2) أعلى قيمة لمتوسط إنتاج الحليب اليومي 58.97 ± 3553.09 غ/يوم في الموسم الخامس لإدرار الحليب، وهذا يتوافق مع (Raziq *et al.*, 2010) في دراستهم في الباكستان، الذين بينوا أن ارتفاع إنتاج الحليب اليومي للنوق في الموسم الخامس، وقد يعزى السبب إلى اكتمال نموّ الحويصلات اللبنية المُفرزة للحليب في ذلك الموسم. كذلك بين (Bekele *et al.*, 2002) في دراستهم بجنوب أثيوبيا بأن أعلى إنتاجية كانت في الموسم الرابع، بينما تبين في دراسات أخرى

أُجريت على الإبل في كينيا (Zelek, 2007) أن إنتاج الحليب ارتفع معنوياً ($P < 0.05$) في الموسم الثالث مُقارنةً بمواسم الإدرار الأخرى.

2. تأثير شهر الحلابة في إنتاج الحليب

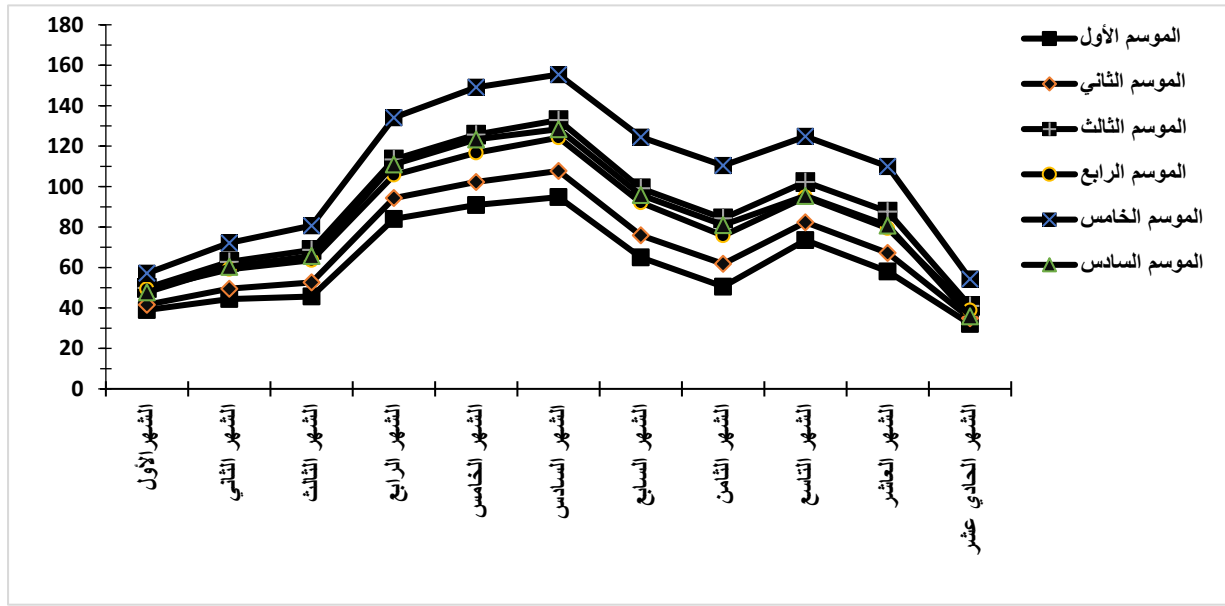
يتضح من الجدول (3) أن إنتاج الحليب اليومي يكون منخفضاً في الشهر الأول من موسم الحلابة، إذ لم يتجاوز 17.97 ± 1581.83 غ/يوم، ثم يزداد بشكل معنوي ليبلغ كميته العظمى في الشهر السادس الذي تفوق معنوياً على بقية الأشهر حيث بلغ متوسط الإنتاج اليومي 34.61 ± 4130.23 غ/يوم، ثم يعاود الانخفاض معنوياً اعتباراً من الشهر السابع ليصل لأقل إنتاج في الشهر الحادي عشر 20.25 ± 1317.70 غ/يوم.

الجدول 3. متوسط كمية إنتاج الحليب اليومي (غ/يوم) بحسب أشهر الحلابة

شهر الحلابة	كمية الحليب اليومية ($SE \pm x$)
1	17.97 ± 1581.83^b
2	18.31 ± 1935.33^c
3	19.19 ± 2094.67^d
4	35.53 ± 3570.00^i
5	35.45 ± 3933.57^j
6	34.61 ± 4130.23^k
7	40.60 ± 3069.00^g
8	40.08 ± 2576.63^e
9	32.21 ± 3184.33^h
10	29.48 ± 2682.57^f
11	264.1 ± 1317.70^a
المتوسط العام	24.07 ± 2734.17
	269.9
	L.S.D _{0.05}

المتوسطات التي تتبع بأحرف مختلفة ضمن العمود نفسه تشير إلى وجود فروقات معنوية عند مستوى 5%.

يلاحظ من الدراسة الشكل (1) أن أعلى كمية لإنتاج الحليب اليومي كانت خلال أشهر الربيع (الشهر الرابع حتى السادس) وذلك لتوفر الظروف البيئية الملائمة والمرعى الجيد، بالتالي فإن مرحلة إنتاج الحليب خلال الموسم تأثيراً في كمية إنتاج الحليب، وهو ما توافق مع (Farah *et al.*, 2007) في الصومال.



الشكل 1. متوسط إنتاج الحليب الكلي (كغ) خلال أشهر الحلابة للمواسم المدروسة

تظهر هذه الدراسة أيضًا الشكل (1) أن أعلى كمية لإنتاج للحليب الكلي تحقق في الموسم الخامس وخلال الأشهر من الرابع حتى السادس وهذا يتوافق مع (Abdalla *et al.*, 2015) في الإبل المغربية وذلك لأن إنتاج الحليب الكلي بلغ أعلى قيمة خلال الموسم الخامس وبمتوسط قدره 55 لتر/أسبوع.

3. مركبات الحليب الأساسية

- المتوسطات العامة لمركبات الحليب الأساسية

بين الجدول (4) المتوسط العام لمركبات الحليب الأساسية المدروسة من الدهن، البروتين، اللاكتوز والجوامد الكلية، فبلغت 0.02 ± 3.20 ، 0.01 ± 2.35 ، 0.01 ± 4.31 و 0.01 ± 11.23 % على التوالي، تعد هذه النسب متقاربة مع ما توصل إليه (Wafa and Zubeir, 2014) وبلغت القيم التالية 4.24، 3.18، 4.69 و 12.86% على التوالي، فيما بلغت النسب المئوية لكل من الدهن واللاكتوز والجوامد الكلية القيم التالية 3.5% و 4.4% و 11.9%، على التوالي في دراسة أجريت بالمملكة العربية السعودية (Al Haj and Kanhal, 2010). أما نسبة البروتين 2.35% فقد توافقت مع دراسة (Raghvendar *et al.*, 2004) في الهند، إذ بلغت تلك النسبة 2.30% بينما بقيت تلك المعدلات أقل بالمقارنة مع نتائج (Idrees *et al.*, 2016) التي بلغت 4.59، و 4.35 و 13.62% للدهن، البروتين والجوامد الكلية على التوالي، ويعزى ذلك لاختلاف نظام الرعاية، لا سيما الأعلاف المقدمّة. إذ بين (Elnasri *et al.*, 2016) في السودان أن نسب مركبات الحليب الأساسية ارتفعت معنوياً ($P < 0.05$) نتيجة تأمين الأعلاف المركزة ضمن نظام الرعاية المكثفة بالمقارنة مع نظام الرعاية السرحي.

- تأثير موسم الإدرار في نسب مركبات الحليب الأساسية

يُظهر الجدول (4) متوسطات المركبات الأساسية المدروسة في حليب النوق الشامية خلال مواسم إدرار الحليب المختلفة من الأول حتى السادس، سُجلت فروق معنوية ($P < 0.05$) في نسبة الدهن خلال مواسم الإدرار المدروسة وذلك بارتفاعها في المواسم الأول والخامس والسادس 0.05 ± 3.56 و 0.05 ± 3.40 و 0.05 ± 3.36 على التوالي مقارنة مع المواسم الأخرى.

الجدول 4. متوسط نسب الدهون والبروتين واللاكتوز والجوامد الكلية في حليب النوق خلال المواسم الإنتاجية

الجوامد الكلية (%) (SE ± x ⁻)	اللاكتوز (%) (SE ± x ⁻)	البروتين (%) (SE ± x ⁻)	الدهن (%) (SE ± x ⁻)	موسم الحلابة
0.026±11.16 ^a	0.023±4.13 ^a	0.021 ±2.19 ^a	0.05±3.56 ^d	1
0.026±11.18 ^{ab}	0.023±4.34 ^c	0.021±2.16 ^a	0.05±2.87 ^a	2
0.026±11.20 ^{ab}	0.023±4.26 ^b	0.021±2.17 ^a	0.05±2.97 ^{ab}	3
0.026±11.26 ^{bc}	0.023±4.21 ^b	0.021±2.54 ^b	0.05±3.04 ^b	4
0.026±11.29 ^c	0.023±4.49 ^d	0.021±2.53 ^b	0.05±3.40 ^c	5
0.026±11.30 ^c	0.023±4.45 ^d	0.021±2.52 ^b	0.05±3.36 ^c	6
0.011 ± 11.23	0.010±4.31	0.008±2.35	0.019±3.20	المتوسط العام
0.08	0.07	0.06	0.14	LSD _{0.05}

المتوسطات التي تتبع بأحرف مختلفة ضمن العمود نفسه تشير إلى وجود فروقات معنوية عند مستوى 5%.

ارتفعت نسبة البروتين معنوياً ($P<0.05$) لدى حليب النوق ذات المواسم المتقدمة (الموسم الرابع والخامس والسادس)، حيث وصلت إلى $0.02\pm 2.54\%$ في الموسم الرابع، بعد أن تراوحت بين $0.02\pm 2.16\%$ و $0.02\pm 2.19\%$ خلال مواسم الحلابة الثلاثة الأولى.

أظهرت نتائج نسبة اللاكتوز ارتفاعاً معنوياً ($P<0.05$) في الموسم الخامس والسادس 0.02 ± 4.49 و 0.02 ± 4.45 على التوالي مقارنةً مع مواسم الحلابة الأخرى المدروسة عدا الموسم الثاني. انعكس تركيز نسب مركبات الحليب السابقة على نسبة الجوامد الكلية وذلك بزيادة تركيزها تدريجياً بفروق معنوية مع التقدم بموسم الحلابة من الموسم الأول حتى الموسم السادس.

توافقت نتائج هذه الدراسة المبينة في الجدول (4) مع دراسة (Raziq *et al.*, 2011) في الباكستان ومع دراسة (Zelek, 2007) في أثيوبيا، بأن نسبة الدهون والبروتين ترتفع في موسم الحلابة الرابع معنوياً ($P<0.01$) مقارنة مع الموسمين الثاني والثالث وقد يعزى السبب إلى وصول النوق إلى مرحلة النضج الجسمي، وتأمين الاحتياج الغذائي الملائم لتعزيز النمو وإنتاج الحليب لديها.

- تأثير شهر إنتاج الحليب في نسب مركبات الحليب الأساسية

أظهرت الدراسة الجدول (5) وجود تأثير معنوي لأشهر الإدرار في صفة نسب مكونات الحليب المدروسة، حيث انخفضت معنوياً ($P<0.05$) مع تقدّم النوق بموسم الإدرار، وهذا توافق مع (Aljumaah *et al.*, 2012) حيث لوحظ انخفاض نسب مكونات الحليب (الدهن، البروتين واللاكتوز) بشكل معنوياً ($P<0.05$) خلال النصف الثاني من موسم الإدرار مقارنة بالنصف الأول.

الجدول 5. متوسط نسب الدهون والبروتين واللاكتوز والجوامد الكلية في حليب النوق بحسب أشهر الحلابة

شهر الحلابة	الدهن % (SE ± x ⁻)	البروتين % (SE ± x ⁻)	اللاكتوز % (SE ± x ⁻)	الجوامد الكلية % (SE ± x ⁻)
1	0.027±4.19 ⁱ	0.037±3.99 ^g	0.007±4.82 ^k	0.016±14.05 ^j
2	0.034±3.93 ^h	0.019±2.81 ^f	0.007±4.75 ^j	0.039±13.10 ⁱ
3	0.038±3.75 ^g	0.014±2.69 ^e	0.010±4.64 ⁱ	0.020±12.68 ^h
4	0.043±3.51 ^f	0.012±2.32 ^d	0.012±4.49 ^h	0.038±11.84 ^g
5	0.039±3.33 ^e	0.013±2.16 ^c	0.011±4.41 ^g	0.021±11.01 ^f
6	0.032±2.97 ^d	0.015±2.02 ^b	0.011±4.27 ^f	0.022±10.69 ^e
7	0.032±2.88 ^c	0.035±2.01 ^b	0.013±4.21 ^e	0.021±10.62 ^d
8	0.027±2.76 ^b	0.012±1.93 ^a	0.013±4.08 ^d	0.041±10.01 ^b
9	0.041±2.81 ^{bc}	0.020±1.99 ^b	0.014±3.99 ^c	0.032±10.09 ^c
10	0.045±2.82 ^{bc}	0.023±2.00 ^b	0.015±3.92 ^b	0.021±10.11 ^c
11	0.046±2.23 ^a	0.013±1.93 ^a	0.030±3.89 ^a	0.021±9.37 ^a
المتوسط العام	0.019±3.20	0.008±2.35	0.010±4.31	0.011 ± 11.23
LSD _{0.05}	0.28	0.18	0.12	0.14

المتوسطات التي تتبع بأحرف مختلفة ضمن العمود نفسه تشير إلى وجود فروقات معنوية عند مستوى 5%.

انخفضت نسبة الدهن بشكل معنويًا اعتبارًا من الشهر الثاني حيث وصلت أدنى نسبة للدهن في الشهر الأخير من موسم الإدرار 0.046 ± 2.23 %. كذلك تراجع نسبة البروتين في حليب النوق تراجعًا معنويًا ($P < 0.05$) اعتبارًا من الشهر الثالث حتى نهاية موسم الحلابة حيث بلغت القيم 0.01 ± 2.69 و 0.16 ± 1.93 % في الشهرين الثالث والحادي عشر على التوالي. تتوافق نتائج هذه الدراسة مع ما أوردته (Raziq *et al.*, 2011)، بأن ارتفاع نسبة البروتين خلال المرحلة الأولى من موسم الحلابة، يعود لكون الحليب المصدر الأساسي لإمداد المواليد الرضيعة من هذا المكون الغذائي المهم من أجل نمو المواليد في المرحلة العمرية الأولى.

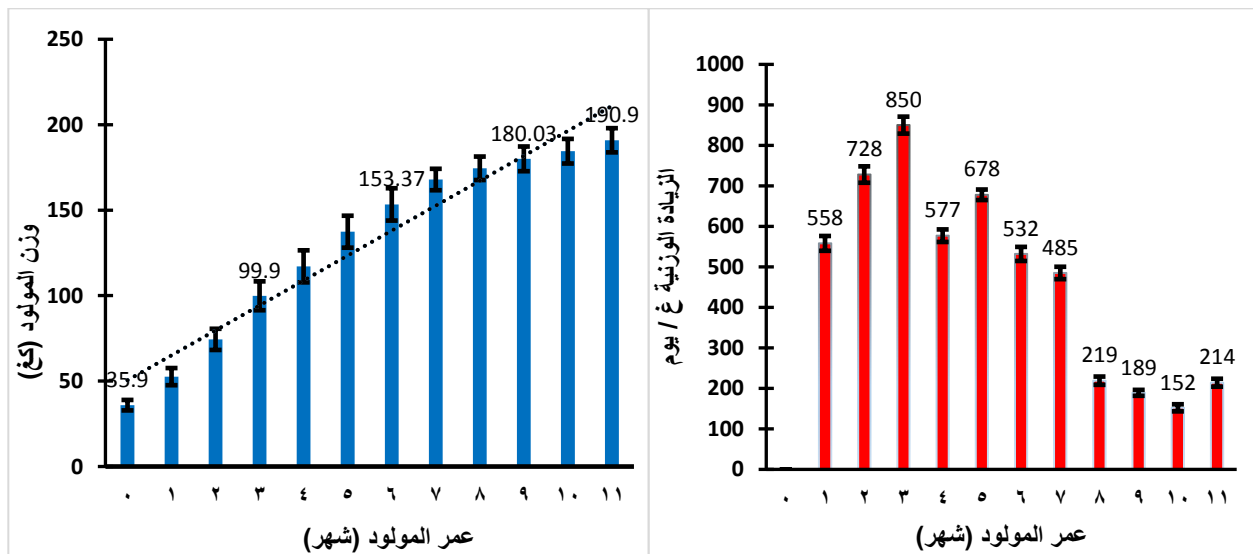
انخفضت نسبة اللاكتوز في حليب النوق معنويًا ($P < 0.05$)، وذلك كلما تقدمت النوق بموسم الإدرار من الشهر الثاني حتى الشهر الحادي عشر حيث بلغت القيم 0.01 ± 4.75 و 0.03 ± 3.89 % في شهري إنتاج الحليب الثالث والحادي عشر على التوالي. لم يلاحظ هذا التغير خلال أشهر إنتاج الحليب في دراسات أخرى (Zelek, 2007). فيما يتعلق بنسبة سكر اللاكتوز فإن نتائج هذه الدراسة طبيعية لأن نسبته ثابتة في معظم أشهر إنتاج الحليب ولم تتأثر بالظروف البيئية، إلا أنها تنخفض كلما تقدم الحيوان في موسم الحلابة مع انخفاض في كمية الحليب الناتجة، أما ارتفاعه الملاحظ في الأشهر الأولى من موسم الحلابة فقد يعود إلى الأثر المهم لسكر اللاكتوز في تأمين احتياجات المواليد الغذائية من الطاقة، وذلك لارتفاع معامل امتصاصه (Coombe and Smith, 1973).

تراجعت نسبة الجوامد الكلية بشكل معنوي مع تقدم النوق في موسم الإدرار من الشهر الأول وحتى الشهر الحادي عشر حيث انخفضت من $0.016 \pm 14.05\%$ في الشهر الأول إلى $0.021 \pm 9.37\%$ في الشهر الأخير من موسم الحلابة، وهذا يتوافق مع (Zelege, 2007) بأن نسبة الجوامد الكلية تنخفض خلال موسم الحلابة من 11.7 إلى 10.1%.

4. مؤشرات النمو

- المتوسط العام لمؤشرات النمو للمواليد من الولادة حتى عمر 11 شهراً

يُظهر الشكل (2) التطور في أوزان المولود ومعدل الزيادة الوزنية اليومية من الولادة حتى الفطام. حيث بلغ المتوسط العام لوزن مولود الإبل الشامية عند الولادة نحو 0.38 ± 35.90 كغ، وهذا يتوافق مع دراسة (Wilson *et al.*, 1978)، بينما أظهرت بعض الدراسات الأخرى اختلاف متوسط وزن المولود عند الولادة عن نتائج هذه الدراسة سواء بالنقصان (Ouda, 1995) أو بالزيادة (Bissa *et al.*, 1998). يعود ذلك التباين إلى تأثير مجموعة من العوامل مثل السلالة وجنس المولود والتغذية ونظام الرعاية وغيرها من العوامل الوراثية والبيئية (Bakheit *et al.*, 2017). تقاربت متوسطات وزن المولود بعمر ثلاثة وستة أشهر وتسعة أشهر والمبينة في الشكل (2) مع تقديرات (Bissa *et al.*, 1998)، إذ بلغت تلك المتوسطات 1.74 ± 98.34 ، 2.01 ± 150 و 2.52 ± 184.18 كغ على التوالي خلال المراحل الزمنية السابقة نفسها.



الشكل 2. متوسط وزن المولود (كغ) والزيادة الوزنية اليومية (غ/يوم) من الولادة وحتى الفطام بعمر 11 شهراً

بلغ متوسط الوزن الحي للمواليد عند الفطام في هذه الدراسة نحو 1.23 ± 190.90 كغ ويعد هذا الوزن متوافقاً مع معدل الوزن الحي لهذا النوع الحيواني عند عمر البلوغ الجنسي (عمر 5 سنوات) الذي يتراوح بالمتوسط بين 340-430 كغ (Kadim *et al.*, 2008).

لوحظ في هذه الدراسة أن مواليد الإبل الشامية فُطمت بعمر 11 شهراً وتباينت نتائج الأبحاث في تحديد العمر الملائم لفطام المواليد إذ لاحظ (Faraz *et al.*, 2021b) أن عمر الفطام تراوح بين 7-12 شهراً و12-16 شهراً على التوالي وذلك في المواليد التي خضعت لنظام الرضاعة المحدد مرتين باليوم والمواليد في نظام الرضاعة غير المحدد باليوم.

- تأثير جنس المولود في مؤشرات النمو من الولادة حتى عمر 11 شهراً

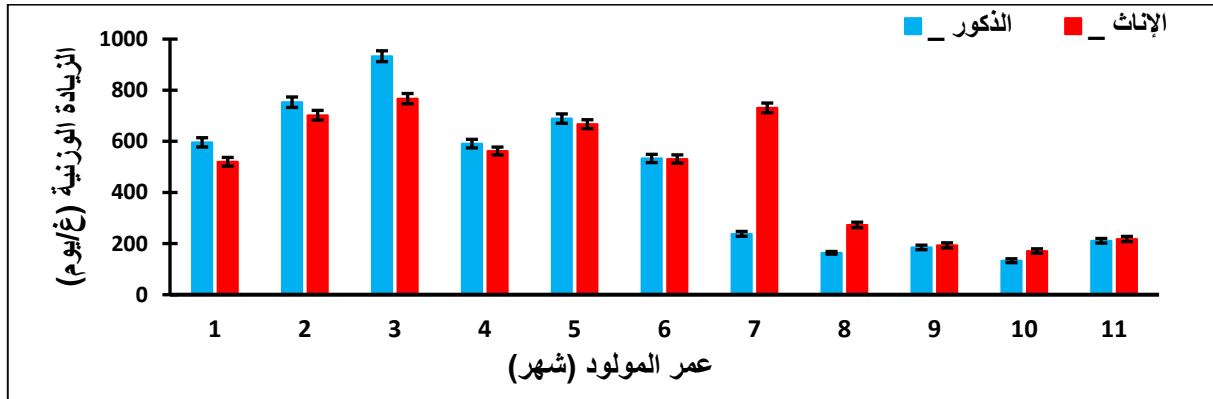
بينت النتائج في الجدول (6) ارتفاع الوزن الحي عند الولادة للمواليد الذكور ارتفاعاً معنوياً ($P < 0.01$) مقارنةً مع المواليد الإناث، وهذا ما وضحه (Faraz *et al.*, 2021b) في دراستهم لتأثير جنس المولود في مؤشرات النمو، إذ بلغت تلك الأوزان القيم التالية 0.54 ± 38.13 و 0.54 ± 33.67 كغ على التوالي بالنسبة إلى المواليد الذكور والإناث، وهذه النتائج تتشابه أيضاً مع دراسة (Khanna *et al.*, 2004) في مواليد الإبل الهندية (Bikaneri Dromedary Camel) ولكن بتقديرات أعلى من السابقة، إذ بلغ متوسط وزن الذكور عند الولادة نحو 0.77 ± 42.15 كغ، بينما لم يتجاوز ذلك المتوسط 0.64 ± 38.82 كغ في المواليد الإناث، وقد يعزى السبب إلى إفراز هرمون التستوستيرون عند الأجنة الذكرية في المرحلة الجنينية.

أوضحت النتائج المبينة في الشكل (3) انخفاضاً في معدل الزيادة الوزنية اليومية للمواليد الذكور مقارنةً مع المواليد الإناث بدءاً من الشهر السابع حتى الفطام، لينعكس ذلك الانخفاض على متوسط الوزن عند الفطام حيث بلغ متوسط وزن الفطام 1.74 ± 193.33 و 1.74 ± 188.47 كغ على التوالي لدى المواليد الإناث والمواليد الذكور. قد يعود ذلك وفقاً للشكل (4) إلى الانخفاض الواضح في إنتاج حليب الأمات المرضعة للمواليد الذكور مقارنةً مع تلك المرضعة للمواليد الإناث بدءاً من الشهر السابع بعد الولادة حتى الفطام. نتائج مشابهة حصل عليها (Zhao *et al.*, 2000).

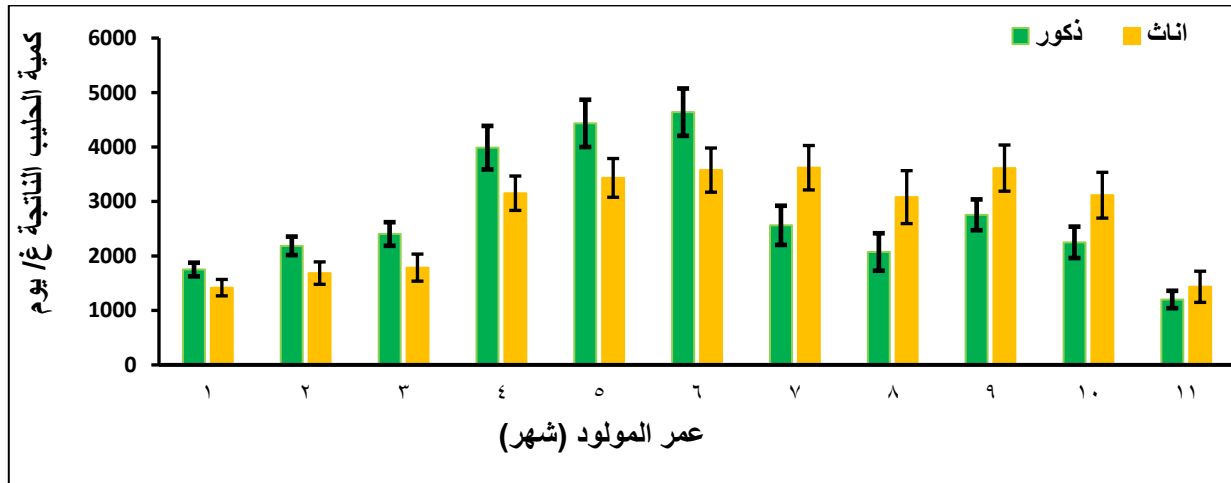
الجدول 6. متوسط أوزن المواليد الذكور والإناث (كغ) من الولادة حتى عمر 11 شهراً

LSD _{0.05}	وزن المولود (كغ) ($SE \pm x$)		عمر المولود (شهر)
	الإناث	الذكور	
1.57	0.54 ± 33.67^a	0.54 ± 38.13^b	عند الولادة
2.82	0.97 ± 49.27^a	0.97 ± 55.93^b	1
3.48	1.02 ± 70.33^a	1.02 ± 78.53^b	2
3.93	1.35 ± 93.33^a	1.35 ± 106.47^b	3
4.70	1.62 ± 110.20^a	1.62 ± 124.06^b	4
4.42	1.53 ± 130.20^a	1.53 ± 144.60^b	5
4.52	1.56 ± 146.13^a	1.56 ± 160.60^b	6
-	1.65 ± 168.07^a	1.65 ± 167.80^a	7
-	1.74 ± 176.27^a	1.74 ± 172.73^a	8
-	1.84 ± 181.80^a	1.84 ± 178.28^a	9
-	1.78 ± 186.87^a	1.78 ± 182.13^a	10
-	1.74 ± 193.33^a	1.74 ± 188.47^a	11

المتوسطات التي تتبع بأحرف مختلفة ضمن العمود نفسه تشير إلى وجود فروقات معنوية عند مستوى 5%.



الشكل 3. معدل الزيادة الوزنية (غ/يوم) من الولادة حتى الفطام تبعاً لجنس المولود



الشكل 4. متوسط إنتاج الحليب اليومي (غ/يوم) للنوق المرضعة حسب جنس المولود من الولادة حتى الفطام

الاستنتاجات والتوصيات

الاستنتاجات

- تفوق إنتاج الحليب الكلي واليومي للنوق الشامية في الموسم الخامس على بقية المواسم المدروسة.
- بلغ متوسط إنتاج الحليب اليومي في الشهرين الخامس والسادس أعلى قيم مقارنة مع بقية الأشهر.
- كانت نسبة الدسم في حليب نوق الموسم الأول والخامس مرتفعة ولكن نسبة البروتين ارتفعت في حليب الموسم الرابع والخامس والسادس، وأخذت نسبة اللاكتوز في الارتفاع في حليب الموسم الخامس والسادس.
- ارتفعت نسبة الجوامد الكلية في حليب النوق من الشهر الأول حتى الخامس ثم انخفضت.
- تفوقت المواليد الذكور بالوزن على المواليد الإناث حتى الشهر السابع من العمر، بينما تفوقت المواليد الإناث بالوزن على المواليد الذكور من الشهر السابع حتى الشهر الحادي عشر من العمر.
- كان وزن المواليد الذكور أعلى من وزن المواليد الإناث عند الولادة واستمرت الزيادة بنفس الوتيرة حتى الشهر السادس من العمر.

التوصيات

- فطام مواليد الإبل بعد الشهر السادس من موسم الإدرار بسبب انخفاض الزيادة الوزنية اليومية.
- تزويد مواليد الموسم الأول بحليب النوق ذات المواسم المتقدمة للحد من معدلات النفوق خلال المرحلة العمرية الأولى.
- يجب العناية بتغذية النوق الحلوب وخاصة في المرحلة الأولى من الإدرار لتحسين إنتاجها من الحليب كمًا ونوعًا مما يسهم في رفع الأداء الإنتاجي للمواليد.
- إجراء دراسات حول إمكانية الفطام المبكر للمواليد وإمدادها بالمكملات العلفية اللازمة لرفع وتيرة نموها من جهة ولتجنب النفوق من جهة أخرى.
- تعد النتائج مهمة ومفيدة لوضع برنامج لتطوير التغذية ونظام الرعاية بغية تحسين إنتاج وجودة الحليب.

المراجع

- قاصقوص شحادة، الأسعد عدنان، محمد عقبة، نوح عبد الله، زورفاين هيلكا، بروكماي روبرت. (2012). تركيز بروتين اللاكتوفيرين وبعض المركبات الأساسية في حليب الإبل الشامية خلال مواسم حلابة مختلفة. مجلة جامعة دمشق للعلوم الزراعية. العدد 2: 273-287.
- المجموعة الإحصائية الزراعية السنوية. (2011). قسم التخطيط، مديرية الإحصاء والتخطيط، وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي سورية.
- المجموعة الإحصائية الزراعية السنوية. (2022). قسم التخطيط، مديرية الإحصاء والتخطيط، وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي سورية.
- المنظمة العربية للتنمية الزراعية. (2022). الكتاب السنوي للإحصاءات الزراعية، مجلد (42)، الخرطوم – السودان.
- الميدع، الياس. (2012). خصائص واستخدامات حليب الإبل. الدليل العلمي لتحليل وتصنيع حليب النوق. أكساد.
- Abdalla, E. B, A. El.A. Ashmawya, M. H. Faroukb, O. A. El. Salama, F. A Khalila and A. F. Seioudy. (2015). Milk production potential in Maghrebi she-camels. Small Ruminant Research. Vol. (123), N (1), P: 129-135.
- Ahmad, S., M. Yaqoob, M. Q. Bilal, M. K. Khan, G. Muhammad, L. Yang and M. Tariq. (2012). Factors affecting yield and composition of camel milk kept under desert conditions of central Punjab, Pakistan. Trop. Anim. Health Prod. Vol. (44), P: 1403-1410.
- Ahmed, S. H., S. Eltahir, E. Ibtisam, M. El Zubier and H. Hassan. (2014). The Effect of Parity Number on Chemical Composition of Camel Milk Under Open Range System in South Darfur (Nyala). The Regional Conference of Camel Management and Production under Open Range System (RCCMPR), Khartoum-Sudan, 2nd -4th March.
- Al haj, O.A. and H.A. Al Kanhal. (2010). Compositional, technological and nutritional aspects of dromedary camel milk. International Dairy Journal. Vol. (20), P; 811-821.

- Al-Mutairi, S. E. (2000). Evaluation of Saudi Camel Calves Performance under improved management system. *Revue Elev. Med. Vet. Pays Trop.* Vol. (53), N (2), P: 219 - 222.
- Al-Saiady, M.Y., H. H. Mogawer, B. Faye, S. E. Al-Mutairi, M. Bengoumi, A. Musaad and A. Gar-Elnaby (2012). Some factors affecting dairy she-camel performance. *Emir. J. Food Agric.* Vol. 24, N (1), P: 85-91.
- Babiker, W. I. A. and I. E. M. El-Zubeir. (2014). Impact of husbandry, stages of lactation and parity number on milk yield and chemical composition of dromedary camel milk. *Emir. J. Food Agric.* Vol. (26), N (4), P: 333-341.
- Bakheit, S. A., A. M. Abu-Nikheila, C. Kijora and B. Faye. (2008). The impact of farming system on Sudanese Camel milk production', *Proceedings of WBC / ICAR. 2008, Satellit meeting on camelid reproduction, Budapest (Hungary), 12-13 July 2008*, P. Nagy and G. Huscencicza (Eds), P 88-90.
- Bakheit, S. A., B. Faye, I.E. Ibrahim and A.O. Idris. (2017). Effect of Management System on Camel Calves Growth Rate and Daily Gain. *Journal of Scientific and Engineering Research.* Vol. (4), N (2), P: 41-47.
- Bakheit, S.A., I.A. Idris, A. A. Hassabo and M.A. Ebrahiem. (2019). Comparative Growth Performance of Camel Calves Feeding on Natural Range Land and Supplementary Diet. *Journal of Veterinary Science and Research.* Vol. (4), N (1), P:
- Bekele. T., M. Zeleke and R.M.T. Baars. (2002). Milk production performance of the one humped camel (*Camelus dromedarius*) under pastoral management in semi-arid eastern Ethiopia. *Livestock Production Science (Livestock Science).* Vol. (76), P: 37-44.
- Bissa, U.K., S. B. S. Yadav, N. D. Khanna and K. P. Pant (1998). Growth Curves of Body Weight from Birth to Four Years in Bikaneri Breed of Indian Camel (*Camelus dromedarius*). *Proceedings of the Third Annual Meeting for Animal Production Under Arid Conditions. United Arab Emirates University.* Vol. (2), P: 15-24.
- Brookbanks, E. O. (1996). The correlation between California mastitis test results and the presence of mastitis pathogens in composite milk samples. *New Zealand Veterinary Journal*, Vol. (14), N (7), P; 89-91.
- Chamekh, L., T. Khorchani, M. Dbara, M. Hammadi and M. Yahyaoui. (2020). Factors affecting milk yield and composition of Tunisian camels (*Camelus dromedarius*) over complete lactation. *Tropical Animal Health and Production.* Vol. (52), P:3187-3194.
- Chibsa, M.B., Y. Y. Mummmed, M.Y. Kurtu and M. U Leta. (2014). Defining weaning age of camel calves in Eastern Ethiopia. *Springer Plus.* Vol. (3), N (313), P:1-5.
- Coombe, N.B and R. H. Smith. (1973). Absorption of glucose and galactose and digestion and absorption of lactose by the preruminant calf. *British Journal of Nutrition.* Vol. (30), N (2), P: 331-344.

- Durso, S., M. Cutrignelli, S. Calabr, F. Bovera, R. Tudisco, V. Piccolo and F. Olnfascelli. (2008): Influence of pasture on fatty acid profile of goat milk. J Anim Physiol Anim Nut. Vol. (92), P: 405-410.
- El-Agamy, E. I. (2009). Bioactive components in camel milk. In book: Bioactive Components in Milk and Dairy Products. Edition: 1. Chapter: Bioactive Components in Camel Milk Publisher: Wiley Blackwell. Editors: Young W. Park. P: 159-194.
- Elnasri, H.A., I. A. Osman, Y.A. Almofti and A.M. Salman. (2016). Physico-chemical properties of Sudanese Camel Milk. Annals of Biological Research. Vol. (7) N (5), P: 1-4.
- Elobied, A. A., A.M. Osman, S.M. Abu kashwa, A. S. Ali, M.T. Ibrahim and M.M Salih. (2015). Effect of parity and breed on some physico-chemical components of Sudanese camel milk. Res. Opin. Anim. Vet. Sci. Vol. (5), N (1), P: 20-24.
- Farah, Z., M. Mollet, M. Younan, and R. Dahir. (2007). Camel dairy in Somalia: limiting factors and development potential. Livest Sci. Vol. (110), P: 187-191.
- Faraz, A., A. Waheed, A. B. Mustafa, N. A. Tauqir, R. H. Mirza, H. M. Ishaq, R.M. Bilal and M.S. Nabee. (2021a). Milk Production Potential of Marecha Camel (*Camelus dromedarius*) in Extensive and Semi-Intensive Management Systems. Pakistan Journal of Zoolog. Vol. (53), N (1), P: 273-280.
- Faraz, A., M. Younas, A. Waheed, N.A. Tauqir, N. U. Khan, and M. Sh. Nabeel. (2021 b). Study of Production Parameters in Extensive kept Marecha Dromedary Camel at Desert Thal. Advances in Animal and Veterinary Sciences. Vol. (9), N (4), P: 576-580.
- Faye, B. (2004). Dairy productivity potential of camels. Proc.of the 34th meeting FAO /ICAR (International Committee for Animal Recording). Session on camelids. 28 May - 3 June.
- Faye, B. (2020). How many large camelids in the world? A synthetic analysis of the world camel demographic changes. Pastoralism: Research, Policy and Practice. Vol. (10), N (25), P: 1-20.
- Field, C. R. (1979). Camel growth and milk production in Marasabit district, Northern Kenya. International Foundation for Science, Provisional Report. (6), P: 215-240.
- Harmas, S., A. Shareha, A. Biala and H. Abu-Shawachi. (1990). Investigation on growth measures of Magrib camel (*Camelus dromedrius*). Camel Newsletter, Vol. (7), N (82) (abstract).
- Hertrampf, J. W. (2004). The ship of the desert as a meat supplier. Fleischwirtschaft. Vol. (84), P: 111-114.
- Idrees, M., A. Ibrahim, O. E, Ishag, and A. Mohamed (2016). Factors Affecting Chemical Properties of Camel Milk. Sci. Agri. Vol. (16), N (2), P: 49-53.
- Iqbal, A. (2002). A socioeconomic profile of camels in Pakistan with special emphasis on management and production aspects. Proc. Internat. Workshop on Camel Research and Development. Wad Medani, Gezira State, Sudan. P: 45-50.

- Kadim. I.T., O. Mahgoub, and R.W. Purchas. (2008). A review of the growth, and of the carcass and meat quality characteristics of the one-humped camel (*Camelus dromedarius*). Meat Sci. Vol. (80), P: 555 - 569.
- Kanhal, A. I., and A. Hamad. (2010). "Compositional, technological and nutritional aspects of dromedary camel milk." International Dairy Journal. Vol. (20), N (12), P: 811-821.
- Kaskous, S.h. (2016). Importance of camel milk for human health. Emirates Journal of Food and Agriculture. Vol. (28), N (3), P: 158-163.
- Khanna, N.D., A.K. Rai and S.N. Tandon. (2004). Camel breeds of India. The Camel Applied Research and Development. Network (CARDN). J. Camel Sci. Vol. (1), P: 8 - 15.
- Mustafa, A.B, E.H.A. Mohamed, E. Haroun, K.A. Attia, and M.A Nikhala. (2014). Effect of Parity on Camel Milk composition under Traditional Pastoral and Farmed Systems in Sudan. International Journal of Advances in Pharmacy, Biology and Chemistry (IJAPBC) – Vol. (3), N (2), P:266-272
- Nagy, P., N. Fábri, L. Varga, J. Reiczigel and J. Juhász. (2017). Effect of genetic and nongenetic factors on chemical composition of individual milk samples from dromedary camels (*Camelus dromedarius*) under intensive management J. Dairy Sci. Vol. (100), N (11), P: 8680-8693.
- Omar, A. and Sh. Abdurahman. (2004). Milk and Meat from the Camel: Handbook on Products and Processing. Z. Farah and Z. Fischer (Eds.), Swiss Federal Institute of Technology, Zurich.
- Ouda, J.O. (1995). Camel calf survival and performance under varying amounts of milk intake. Camel Newsletter. Vol. (11), P: 42-45.
- Patel, A.S., S. J. Patel, N. R. Patel and G. V. Chaudhary. (2016). Importance of camel milk - An alternative dairy food. J. Livestock Sci. Vol. (7), P: 19-25.
- Raghvendar, S., S.K. Shukla, M.S. Sahani and C. Bhakat. (2004). Chemical and physico- chemical properties of camel milk at different stages of lactation. In: International Conference, Saving the Camel and peoples' Livelihoods, Sadri, Rajasthan, India. P: 37.
- Raziq, A., K. Verdier, M. Younas, S. Khan, A. Iqbal and M. S. Khan. (2011). Milk composition in the Kohi camel of mountainous Balochistan. Pakistan Journal of Camelid Science. Vol. (4), P: 49–62.
- Raziq, A., M. Younas, M. S. Khan and A. Iqbal. (2010). Milk production potential as affected by parity and age in the Kohi Dromedary Camel. Journal of Camel Practice and Research. Vol. (17), N (2), P: 195-198
- Tandon, S.N., U.K. Bissa, and N.D. Khanna. (1988). Camel meat: Present status and future prospects. Annals of Arid Zone. Vol. (27), N (1), P:23-28

- Wafa I. A. B. and I. E. M. El-Zubeir. (2014). Impact of husbandry, stages of lactation and parity number on milk yield and chemical composition of dromedary camel milk. Emir. J. Food Agric. Vol. (26), N (4), P: 333-341.
- Wangoh, J., Z. Farah, and Z. Puhan. (1998). Composition of milk from three camel (*Camelus dromedarius*) breeds in Kenya during lactation. Milchwissenachaft -Milk Sci. Int. Vol. (53), P: 136-139.
- Wardeh, M.F. (2000). Dairy Camel Breeds in the Arab Countries. ACSAD / CARDN /P / 6, Damascus, Syria.
- Wilson, R. T. (1978). Studies on the livestock of Southern Darfur, Sudan. Notes on camels. Tropical Animal Health and Production. Vol. (10), P: 19-25.
- Yagil, R. and Z. Etzion. (2005). Lactation in drought areas. In: Shual. Development in Ecological and Environmental Quality. Vol. (11), P: 22-30.
- Zhao. X.X., H.W. Xue, Q.C. Nie and Y.K. Zhang. (2000). Postnatal growth and development pattern of camel calves. Revue d'élevage et de Médecine Vétérinaire des Pays Tropicaux. Vol. (53), N (2), P: 201-208.
- Zeleke, Z. M. (2007). Non genetic factors affecting milk yield and milk composition of traditionally managed camels (*Camelus dromedarius*) in Eastern Ethiopia, Livestock Research for Rural Development. Vol. (19), N (6), P: 85-101.

N° Ref: 1193



التحليل الطيفي لبيانات الصور الفضائية عالية الدقة في الإدارة المزرعية لتقدير إنتاج القمح في المناطق شبه الجافة/ريف دمشق

Spectral Analysis of High-Resolution Space Images Data in Farm Management to Estimate Wheat Production in Semi-Arid Areas/Damascus Countryside

د. ناصر طرّاف ابراهيم⁽¹⁾

Dr. Nasser Taraf Ibrahim⁽¹⁾

dr.nasseribrahem@gmail.com

<https://doi.org/10.66805/AE-19.1.076095>

Received 16 October 2024; Accepted 10 March 2025

(1) المركز العربي لدراسات المناطق الجافة والأراضي القاحلة/ أكساد، دمشق، سورية.

(1) The Arab Center for the Studies of Arid Zones and Dry Lands/ACSAD, Damascus, Syria.

الملخص

جرى التحليل الطيفي لبيانات الصور الفضائية عالية الدقة متعددة الأطياف/متعددة المراحل (Sentinel-2) التي تغطي جميع مراحل نمو القمح أثناء موسم 2022/2021 في منطقة ريف دمشق. حيث التُقطت الصور الفضائية (عدد 29 صورة فضائية) بفواصل زمني كل 5-10 أيام خلال الفترة من 2022/11/11 إلى 2022/6/24. لقد أظهرت بيانات التحليل الطيفي ومعالجة الصور الفضائية ما يلي: تحديد البصمة الطيفية لمحصول القمح في منطقة ريف دمشق الغربي موسم 2022/2021. التحليل الطيفي لمخططات النمو النباتي للقمح خلال موسم النمو وفق الأدلة الطيفية الخضرية NDVI، GNDVI، RVI، DVI والمائية NDWI، mNDWI في توصيف حالة المحصول الخضري الفيزيولوجية والمائية التي تمر بها النباتات خلال مراحل النمو. إعداد مخططات وخرائط نظم زراعة القمح بتوقيت موصى، مبكر، متأخر وفق تقويم الزراعة المتبع في المنطقة. تقدير مساحة وإنتاج القمح من بيانات الصور الفضائية بـ 1077 هكتار و4476 طن في المنطقة، على التوالي. بلغت دقة تقدير الانتاجية المقدرة من بيانات الصور الفضائية 88.8% مقارنة مع القياسات الحقلية لعدد من الحقول الاختبارية، حيث بلغ متوسط إنتاج حقول القمح المسجل بعملية الاعتيان 6.64 مقابل 6.46 طن/هكتار للمقدر من الصور الفضائية بانحراف قياسي قدره 2.5 و2.39 على التوالي، وبمعامل تحديد بلغ 0.71.

الكلمات المفتاحية: التحليل الطيفي، صور فضائية عالية الدقة، مراحل نمو القمح، الإنتاج، مناطق شبه جافة.

Abstract

Spectral analysis of high-resolution multispectral/multitemporal space images data (Sentinel-2) covering all stages of wheat growth during the 2021/2022 season in the Damascus countryside area was carried out. The space images (29 images) were taken at a time interval of every 5-10 days during the period from 11/11/2021 to 24/6/2022. The spectral analysis and space image processing data showed the following: Determining the spectral signature of the wheat crop in the western Damascus countryside area for the 2021/2022 season. Spectral analysis of wheat plant growth patterns during the growing season according to the vegetative spectral indices NDVI, GNDVI, RVI, DVI and the water spectral indices NDWI, mNDWI in describing the vegetative, physiological and water status of the crop during growth stages. Preparation diagram and maps of wheat cultivation systems with recommended timing, early, and late according to the agricultural calendar followed in the region. Estimation of wheat area and production from space image data at 1077 hectares and 4476 tons in the region, respectively. The accuracy of the estimated productivity from space image data reached 88.8% compared to field measurements for a number of test fields, where the average wheat field production recorded by the sampling process was 6.64 compared to 6.46 tons/hectare for the estimate from images with a standard deviation of 2.5 and 2.39, respectively, and a coefficient of determination of 0.71.

Key words: Spectral analysis, High-resolution space images, Wheat growth stages, Yield, Sime arid zones.

المقدمة

تُراقب تقانة الاستشعار عن بعد النمو النباتي طيفياً خلال حياة المحصول وترصد حركية الشواهد الفسيولوجية المحصولية خلال مراحل النمو المؤدية في مجموعها إلى الإنتاجية النهائية من بيانات الصورة الفضائية، كما تُمكن تلك التقانة من رصد وتسجيل العوامل المؤثرة على النمو من مناخية وزراعية. وبالتالي تشخيص عوامل ومكونات الإنتاج بدقة عالية بصورة رقمية في تقدير المساحة والإنتاج المحصولي خاصة عند تنفيذ ذلك لمساحات كبيرة وعلى نطاق جغرافي ممتد.

قام (Sehga *et al.*, 2002) ببناء نموذج أولي لنظام مراقبة المحاصيل (CGMS) مستعينا بنموذج المحاكاة المحصولي (WTGROWS) لتوليد خرائط النمو المحصولي اليومي وتوقع الإنتاجية الحبية على مستوى المحافظة. استخدم (Kalubarme *et al.*, 2003) مخططات نمو القمح وفق نماذج الإنتاجية المبنية على قيم الدليل النباتي NDVI المستنبط في الحقل والمطبق على بيانات NOAA-AVHRR لتقدير إنتاجية القمح في الهند. تعكس حركية الأطوار الفينولوجية المحصولية حركية النظم الزراعية وبالتالي فإن دراستها بالبيانات الاستشعارية التسلسلية تعدُّ وسيلة واعدة لدراسة تطور المحاصيل كما جرى تطبيقه من بيانات AVHRR و VEGETATION (Huang and Lu, 2009).

قدّر إبراهيم (2014-أ) إنتاج القمح في سوريا من بيانات المرئيات الفضائية متعددة المراحل بمقياس صغير لأهم مناطق الإنتاج الرئيسية في البلاد موسم 2009. قُدرت مساحة وإنتاج القمح من خلال مراحل النمو المبكرة للمحصول بتقانة

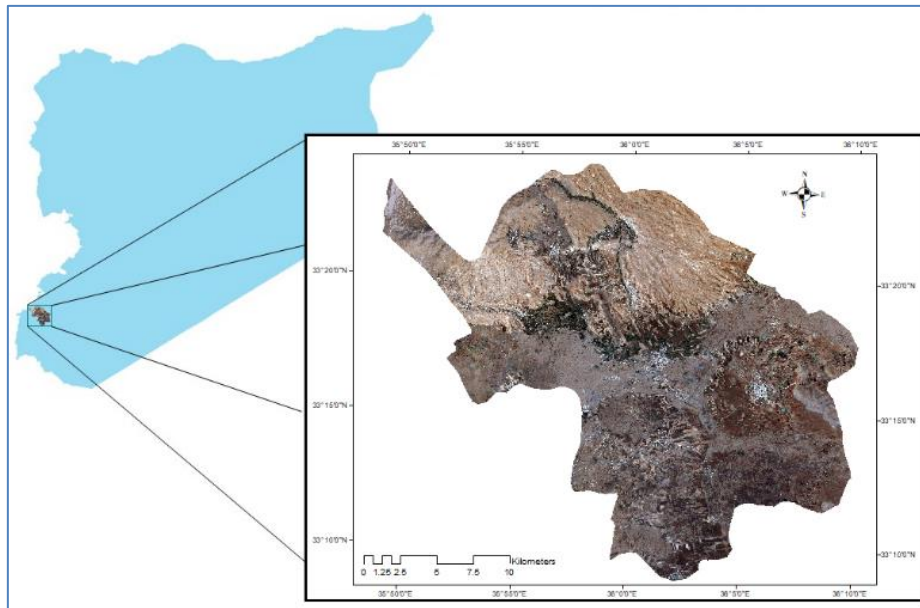
الاستشعار عن بعد في سورية تحت الظروف الاستثنائية الطبيعية (موسم جاف مطرياً 2014) والبشرية (محافظات متأثرة بالأزمة) ثم مقارنتهما مع المراحل التطورية للمساحة والإنتاج خلال فترة 24 عام (إبراهيم، 2018). جرت مراقبة أطوار النمو وتقدير مساحة وإنتاج القمح من مراحل النضج المبكر بحسب كل نطاق جغرافي ومناخي ونظم الزراعة في سورية وعلاقتها بموعد النضج والحصاد في كافة أنحاء البلاد بوسائل الاستشعار عن بعد الذي أظهرها ضمن علاقة الزمكاف (الزمان-مكان-الطيف) ثم توجيه وإدارة العملية الإنتاجية بمراحلها المختلفة بما يحقق الاستفادة القصوى تحت الظروف الجوية الحرجة وفق وضع وإدارة الخطط الاقتصادية بدقة وعلى مستوى الدولة، (إبراهيم، 2021). حديثاً، فقد طور (Ibrahem, 2023) استراتيجية طيفية-محصولية-مناخية لرفع قدرة إنتاجية القمح الفعلية من الكامنة عن طريق هندسة زيادة أقلمة نمو وإنتاجية القمح تحت ظروف المناطق الجافة وشبه الجافة.

يهدف هذا البحث إلى تطبيق منهجية طيفية في مراقبة نمو محصول القمح لعدد من الحقول المزروعة من بيانات الصور الفضائية خلال موسم النمو ضمن مفهوم إدارة مزرعية مبنية على معرفة الخدمة الزراعية لحقول شبكة من المزارعين من بيانات صور فضائية ترصد شواهد النمو الطيفية والفسولوجية المحصولية في حينها مع تقدير مساحة وإنتاج القمح من بيانات الصور الفضائية لمنطقة ريف دمشق الغربي موسم 2022/2021.

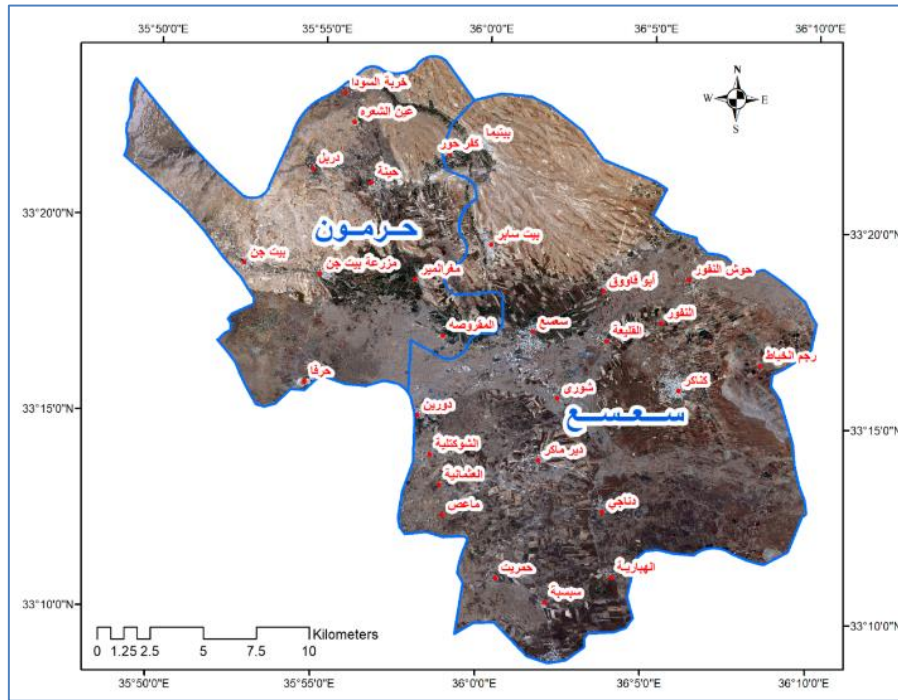
مواد وطرائق البحث

موقع منطقة الدراسة

تمثل منطقة الدراسة ريف دمشق الغربي التي تشكل جزءاً من امتداد السطح الشرقي لجبل الشيخ (الشكل 1) بمساحة 49089 هكتار. تقع سهولها الزراعية، إدارياً، ضمن أراضي ناحيتي الحرمون (15945 هكتار) وسعسع (33153 هكتار) على امتداد 29 قرية (الشكل 2).



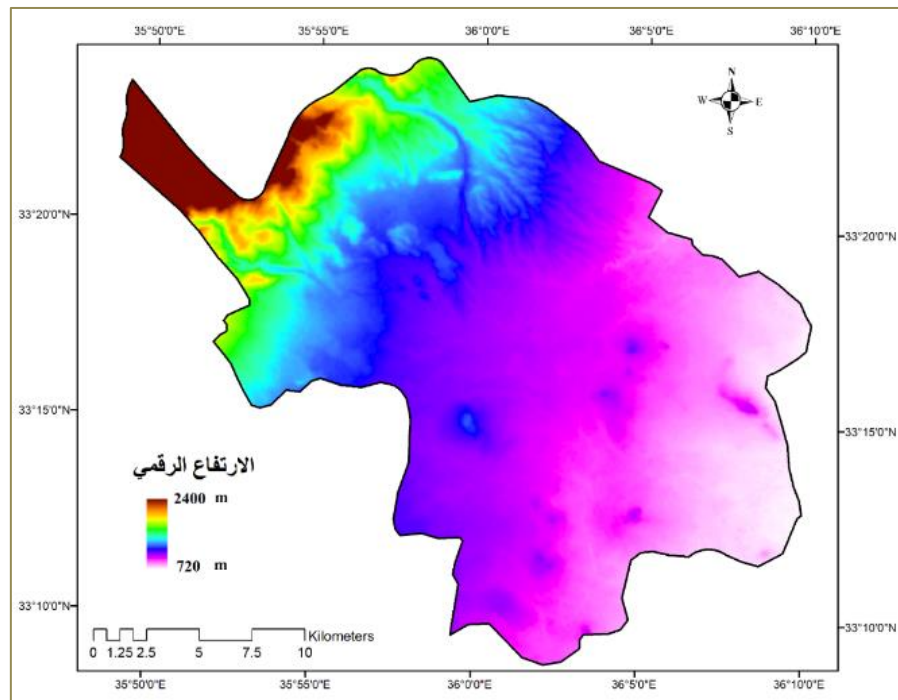
الشكل 1. موقع سهول ريف دمشق الغربي من سورية



الشكل 2. التابعة الإدارية لقرى ناحيتي سعسع والحرمون في ريف دمشق الغربي

طبوغرافية منطقة الدراسة

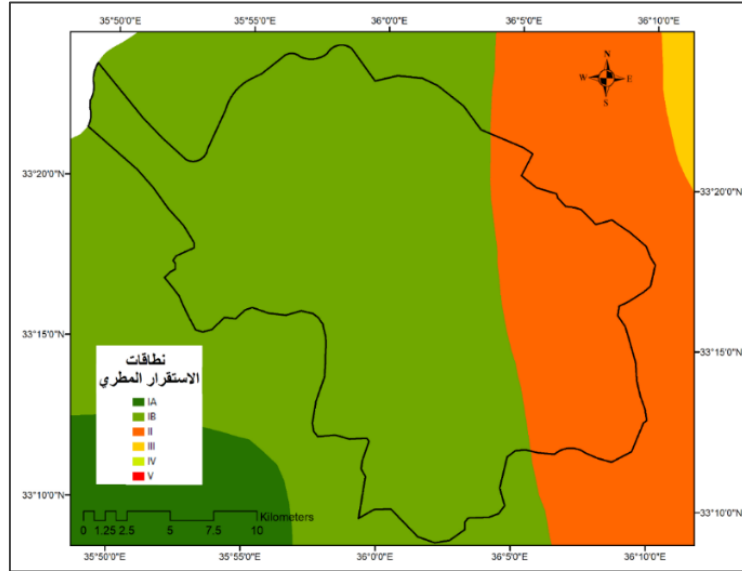
تمثل منطقة الدراسة في ريف دمشق الغربي لناحيتي حرمون وسعسع كمنطقة سهلية تمتد الى أطرافها الهضبية والجبلية بين ارتفاع 720 شرقاً إلى 2400 متر غرباً حيث يقع نطاق زراعة القمح فيها عند متوسط ارتفاع 1000 متر عن سطح البحر. يبين الشكل (3) خريطة الارتفاع الطبوغرافي لمنطقة الدراسة.



الشكل 3. خريطة الارتفاع الرقمي لمنطقة الدراسة في ريف دمشق الغربي

منطقة الاستقرار المطري

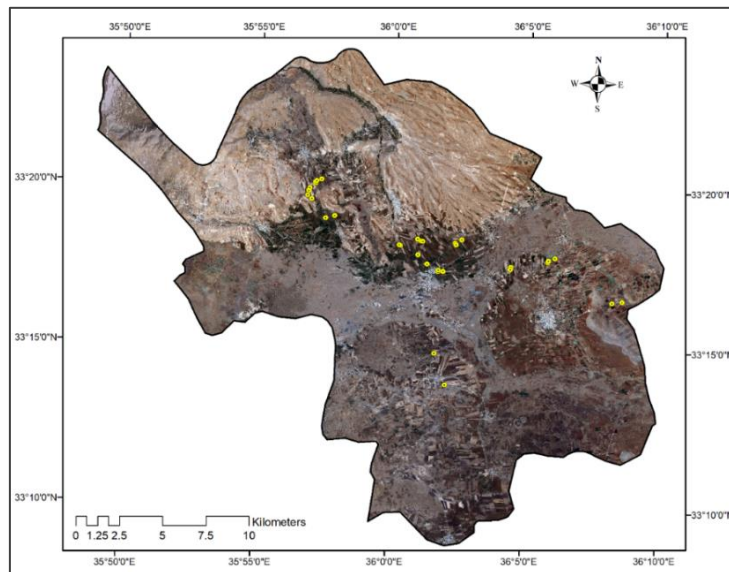
تقع منطقة الدراسة في ريف دمشق الغربي على امتداد نطاقي استقرار مطريين هما الاستقرار الأولي (IB) غرباً إلى الاستقرار الثانية (II) شرقاً. حيث يبين الشكل (4) موقع منطقة الدراسة على خارطة تصنيف أراضي الجمهورية العربية السورية المقسمة إلى خمس مناطق استقرار مطري.



الشكل 4. نطاقات الاستقرار المطري لمنطقة الدراسة في ريف دمشق الغربي

اختيار الحقول

جرى اختيار عدد من حقول القمح الاختبارية (36 حقل) خلال موسم النمو الزراعي 2022/2021 لتتبع مراحل النمو حتى الحصاد باستخدام جهاز Garmin etrex في تحديد الموقع الجغرافي (GPS). يبين الشكل (5) مواقع الحقول الـ 36 المختارة على خريطة منطقة الدراسة.



الشكل 5. مواقع الحقول الاختبارية في منطقة الدراسة في ريف دمشق الغربي

البيانات

1. البيانات الفضائية

يُسجل التابع الأوروبي Sentinel-2 (S-2) 13 مجال طيفي (Bands)، هي:

- أربع مجالات طيفية (بدقة مكانية 10 م) هي: الأزرق (490 nm)، والأخضر (560 nm)، والأحمر (665 nm)، وتحت الأحمر القريب (842 nm).
- ستة مجالات طيفية (بدقة مكانية 20 م) هي: 4 مجالات طيفية ضيقة في المجال الطيفي الأحمر (705 nm, 740 nm)، ومجالان طيفيان في المجال تحت الأحمر القصير (SWIR) (1610 nm, 2190 nm) لدراسة الغيوم، الجليد، والثلج. وتقييم إجهاد رطوبة النبات.
- ثلاثة مجالات طيفية (بدقة مكانية 60 م) لدراسة تصحيح الغلاف الجوي هي: (443 nm للغبار الجوي، 940 nm لتبخير المياه، و1380 nm لـ cirrus).

استُخدمت 29 صورة فضائية في عمليات التحليل الطيفي وتقدير مساحة وإنتاج القمح، بحيث تغطي تلك الصور كامل منطقة الدراسة وتشمل جميع مراحل النمو النباتي المحصولي من مرحلة تحضير التربة للزراعة حتى مرحلة الحصاد أثناء الموسم الزراعي 2022/2021 بالتواريخ المبينة في الجدول (1).

الجدول 1. تاريخ التقاط الصور الفضائية المستخدمة في تقدير مساحة وإنتاج القمح موسم 2022/2021 في منطقة ريف دمشق

رقم الصورة	1	2	3	4	5
تاريخ الصورة	11/11/2021	16/11/2021	6/12/2021	11/12/2021	26/12/2021
رقم الصورة	6	7	8	9	10
تاريخ الصورة	10/1/2022	30/1/2022	9/2/2022	24/2/2022	1/3/2022
رقم الصورة	11	12	13	14	15
تاريخ الصورة	16/3/2022	26/3/2022	31/3/2022	5/4/2022	10/4/2022
رقم الصورة	16	17	18	19	20
تاريخ الصورة	15/4/2022	20/4/2022	25/4/2022	30/4/2022	10/5/2022
رقم الصورة	21	22	23	24	25
تاريخ الصورة	15/5/2022	20/5/2022	25/5/2022	30/5/2022	4/6/2022
رقم الصورة	26	27	28	29	
تاريخ الصورة	9/6/2022	14/6/2022	19/6/2022	24/6/2022	

حساب الأدلة الطيفية النباتية

حسبت قيم الأدلة الطيفية التالية؛ الأدلة الطيفية الخضرية: Normalized Defference Vegetation Index (NDVI)،

Green Normalized Defference Vegetation Index (GNDVI)، Ratio Vegetation Index (RVI)، Defference (DVI)،

Vegetation Index، والأدلة الطيفية المائية: Normalized Defference Water Index (NDWI)، mid Normalized Defference،

Water Index (mNDWI)؛ وفق المعادلات الرياضية لكل منها:

$$NDVI = [NIR - Red] / [NIR + Red]$$

$$GNDVI = [Green - Red] / [Green + Red]$$

$$DVI = NIR - Red$$

$$RVI = Red / NIR/10$$

$$NDWI = [NIR - mNIR] / [NIR + mNIR]$$

$$mNDWI = [Green - mNIR] / [Green + mNIR] + 0.2$$

حيث: Red: قيم الانعكاس في المجال الأحمر، NIR: قيم الانعكاس في المجال تحت الأحمر القريب، mNIR: قيم الانعكاس في المجال المتوسط القريب، Green: قيم الانعكاس في المجال الأخضر.

2. البيانات المحصولية الحقلية

جُمعت عينات تقدير مكونات المحصول عند الحصاد لحساب الإنتاجية المحصولية في وحدة مساحة متر مربع من

الحقول المختارة (20 حقل) خلال جولة حقلية، وكذلك تسجيل الإنتاج من حقول المزارعين عند الحصاد مباشرة.

3. البيانات المناخية

يبين الجدول (2) توزع الهطول الموسمي خلال ست سنوات لبيانات محطتين مطريتين في منطقة الدراسة لريف

دمشق الغربي، الأولى تقع غرباً (حرمون) والأخرى تقع شرقاً (قطنا)، حيث تراوح معدل الهطول بين موسم هطول جيد (733

مم) عام 2020 إلى موسم هطول منخفض (390 مم) عام 2018 كمتوسط لمنطقة الدراسة. إذ بلغت كمية الهطول المطري

لموسم الدراسة 2022 بمعدل قدره 454 مم بقيمة تقارب المعدل السنوي المسجل (458 مم). حيث تمتد منطقة الدراسة

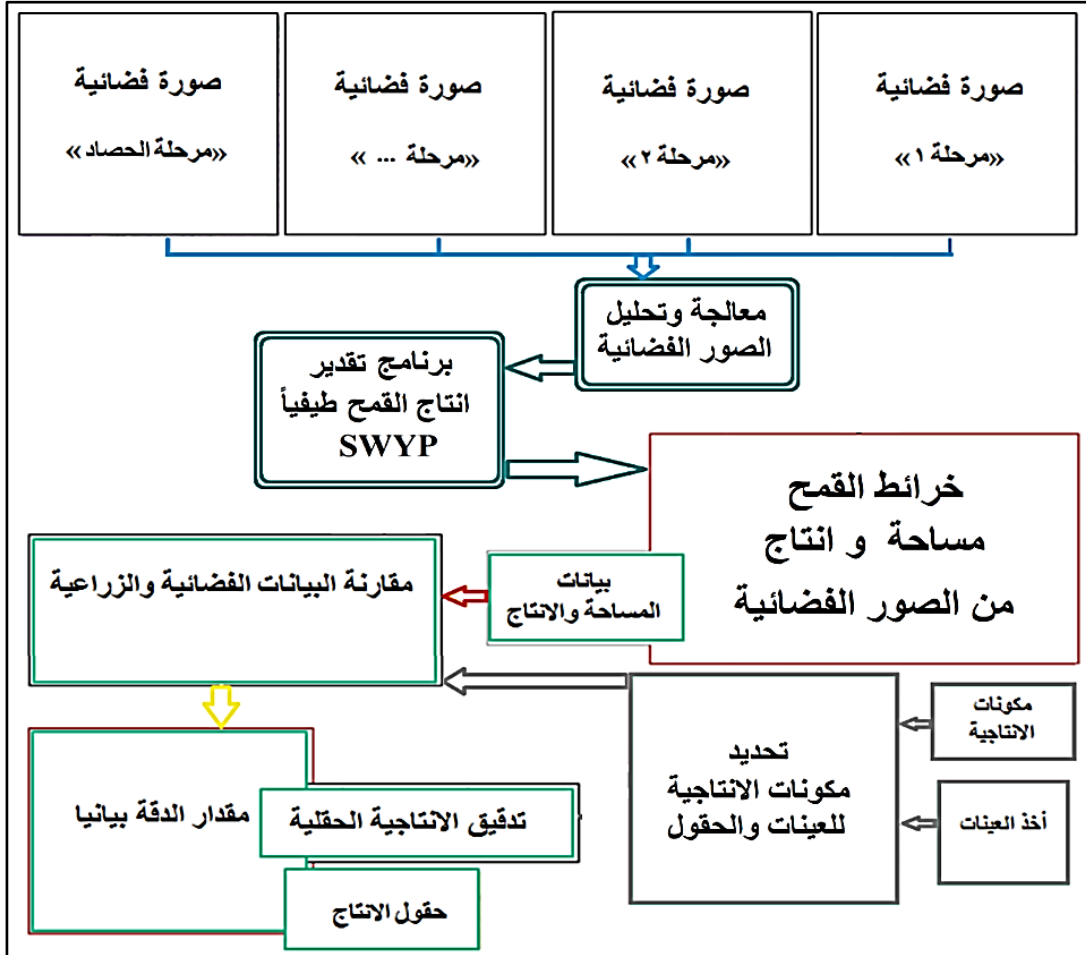
تحت ظروف نطاق منطقتي الاستقرار الأولى والثانية.

الجدول 2. الهطول الموسمي خلال ست سنوات لبيانات محطتين مطريتين في منطقة الدراسة لريف دمشق الغربي

منطقة الاستقرار	المعدل السنوي	موسم الهطول (مم)						اسم المركز
		2021/2022	2020/2021	2019/2020	2018/2019	2017/2018	2016/2017	
أولى	663	663	891	1026	860	555	284	حرمون
ثانية	253	244	271	440	450	225	173	قطنا
	458	454	581	733	655	390	228	منطقة الدراسة (متوسط)

منهجية البحث

يبين المخطط المنهجي التالي (الشكل 6) مراحل تنفيذ البحث لمراقبة إنتاجية حقول القمح من بيانات الصور الفضائية مع محاولة ربط ظروف وعوامل النمو بالإنتاجية.



الشكل 6. المخطط النهجي لتقدير إنتاج القمح من بيانات الصور الفضائية

يتم سير المخطط المنهجي وفق الخطوات التالية:

- تحميل الصور الفضائية وفق مراحل النمو المحصولي من توقيت تجهيز الأرض للزراعة حتى الحصاد.
- معالجة الصور الفضائية.
- استنباط الأدلة الطيفية من الصور الفضائية لتتبع صفات النمو النباتي المحصولي.
- تحليل النمو النباتي طيفياً.
- تحديد نظم زراعة القمح في المنطقة.
- تطبيق برنامج تقدير إنتاجية القمح طيفياً (SWYP) لتحديد المساحة وتقدير الإنتاجية من بيانات الصور الفضائية (إبراهيم، 2014-ب) بمنهجيات وخوارزميات مطور (Ibrahem, 2025).

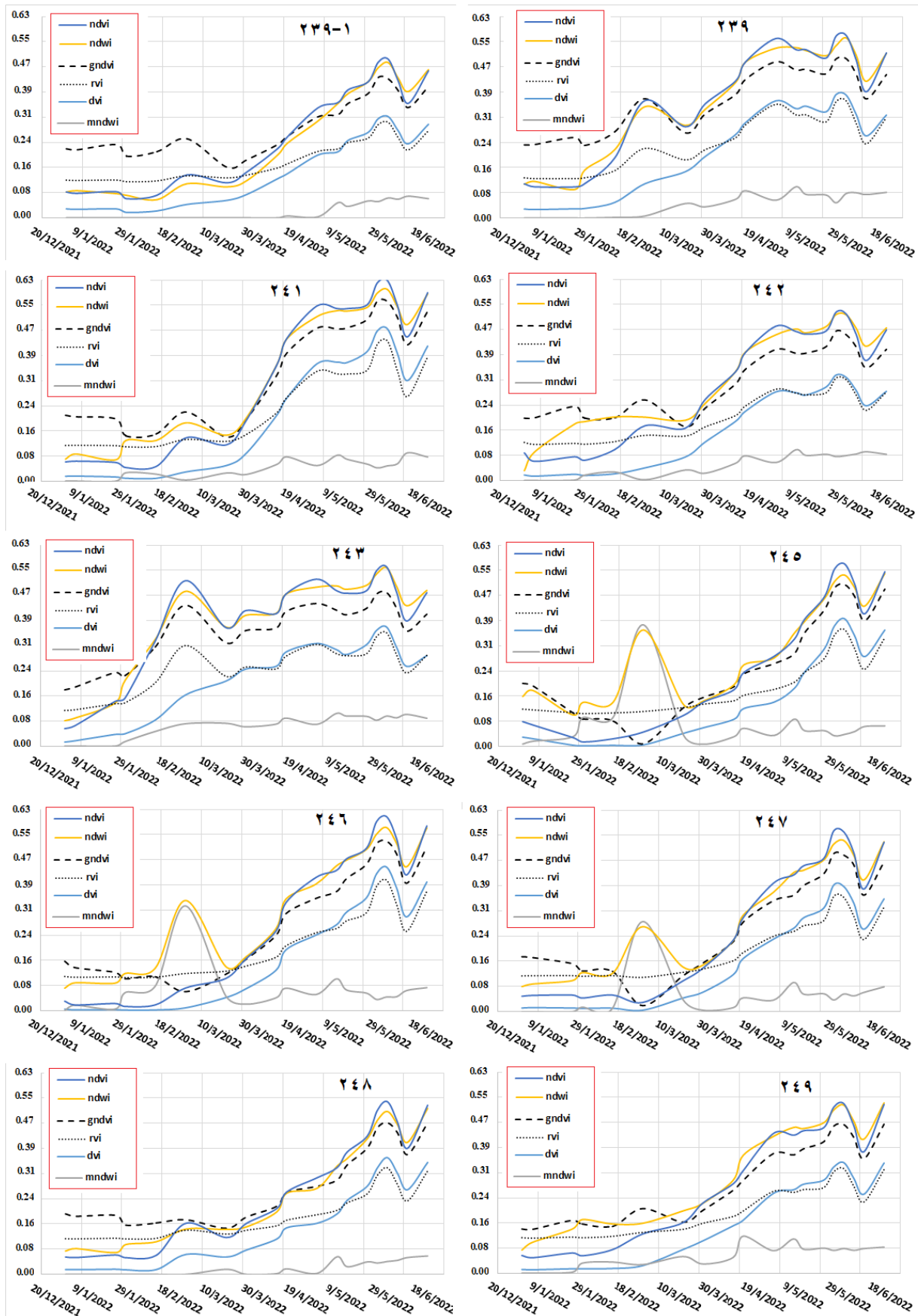
- تقدير إنتاج القمح.
 - تحديد مساحة القمح المزروع.
 - جمع عينات حقلية لتحديد مكونات المحصول من وحدة مساحة قدرها متر مربع (ضمن مشروع عمل نفذته أكساد).
 - تسجيل الإنتاجية الحقلية لعدد من الحقول أثناء عملية الحصاد (ضمن مشروع عمل نفذته أكساد).
 - تقدير الدقة باستخدام كل من عينات المكونات الحقلية والإنتاجية الحقلية المسجلة.
- نُفذت المنهجية باستخدام البرامج التالية:
- برنامج SNAP لمعالجة وتحليل الصور الفضائية.
 - برنامج ERDAS EMAGINE 2015 لمعالجة وتحليل الصور الفضائية.
 - برنامج SWYP بمنهجيات وخوارزميات مطورة لتقدير إنتاج ومساحة القمح من بيانات الصور الفضائية المصمم تحت البيئات الزراعية السورية.
 - برنامج ArcGIS 10.8 لتنضيد خرائط الصور الفضائية.
 - برنامج Excel 2016 لتحليل البيانات القمية الإحصائية والجدولية.

النتائج والمناقشة

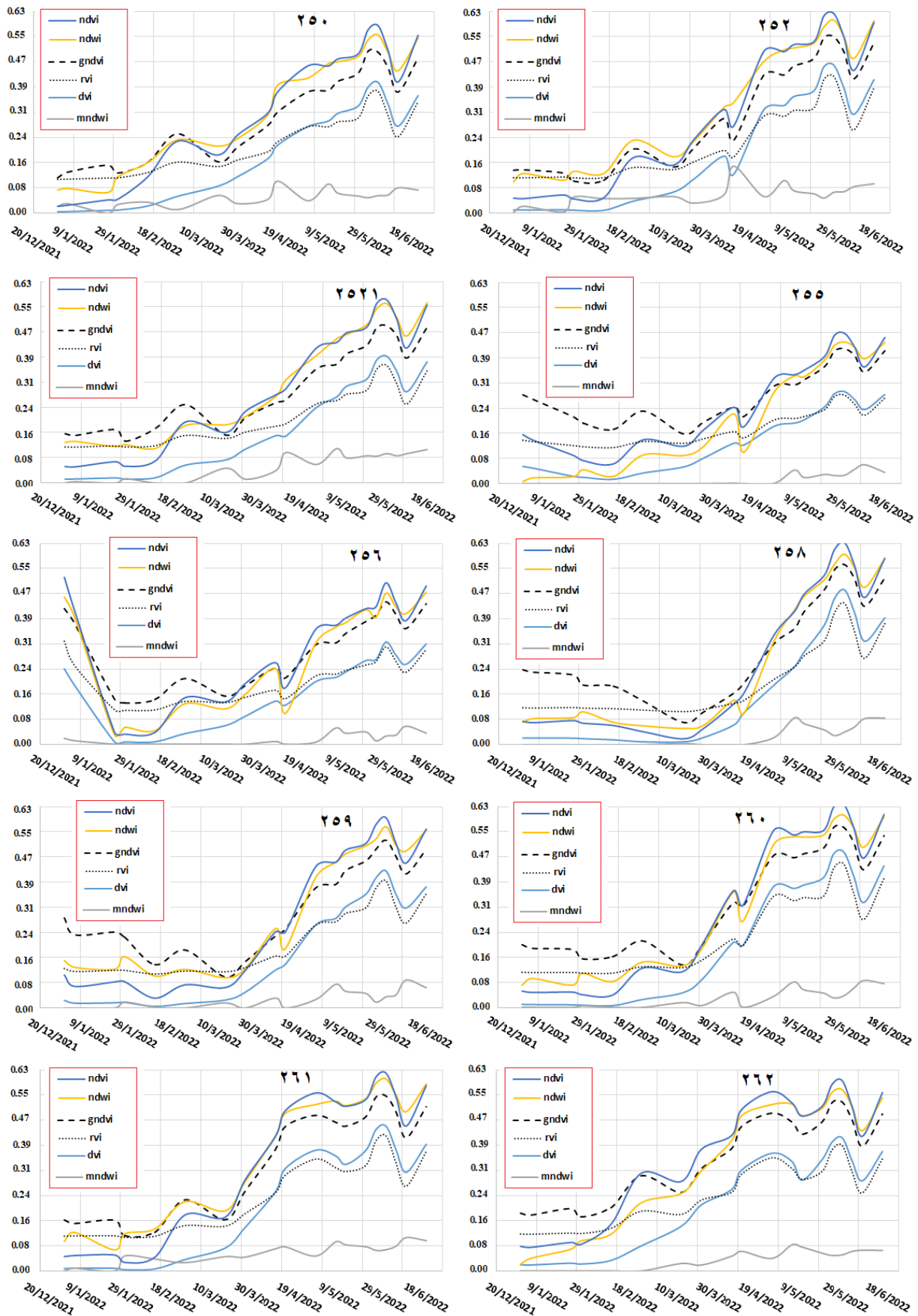
مخططات الأدلة الطيفية لحقول القمح

يبين الشكل (7) مخططات النمو النباتي طيفياً لحقول القمح المختارة في منطقة الدراسة موسم 2021/2022، وفق كل من الأدلة الطيفية الخضرية: (NDVI)، (GNDVI)، (RVI)، (DVI)، والأدلة الطيفية المائية: (NDWI)، (mNDWI). حيث توصف الأدلة الطيفية الخضرية تلك حالة المحصول الخضرية الفيزيولوجية بينما توصف الأدلة المائية الحالة المائية التي يمر بها النبات خلال مراحل نموه، وذلك بقيم مقاسة قابلة للتحليل تجعل من المقارنة بين الحقول عملية سهلة ودقيقة وجميعها تؤول بمعادلات رياضية إلى القياس الكمي لكل صفة نباتية مقرونة بها. إن العلاقة بين سلوك هذه الأدلة الطيفي في وحدة المساحة المحصولية (حقل) خلال مراحل النمو تحدد حالة المحصول اللحظية وبتكاملها خلال موسم النمو كاملاً تحدد الإنتاجية الحبية عند الحصاد وفق برامج طيفية تعمل على تحليل حالة النمو حتى الإنتاجية.

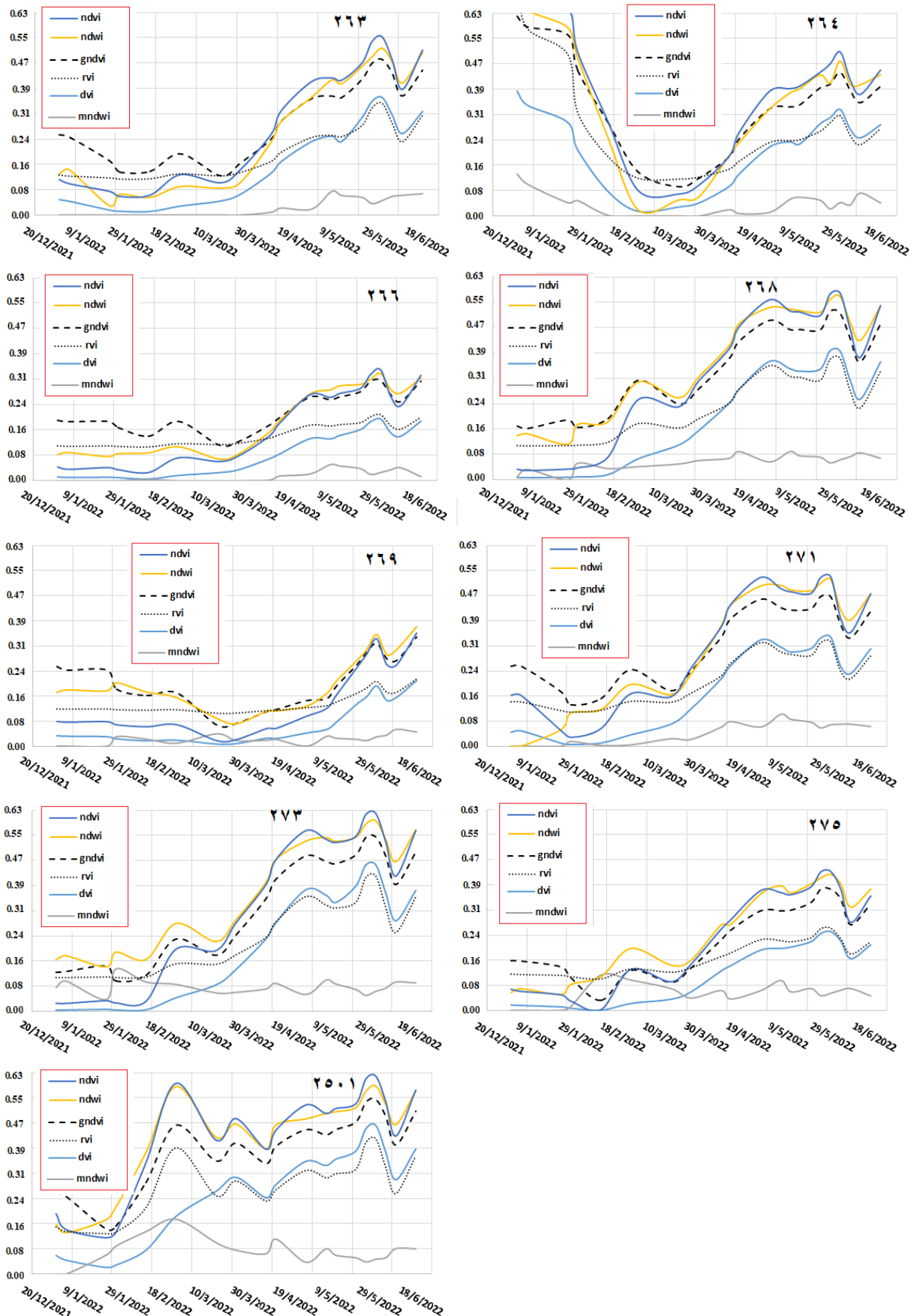
تُظهر هذه الأدلة الطيفية حالة وكمية التباينات النباتية بين حقول القمح المزروعة خلال جميع مراحل النمو، فكلما كانت بقيم عالية كانت الحقول بحالة صحية ونمو جيد كالحقل 239، 246، 261، بينما الحقول 266 و269 ضعيفة ومجهدة مائياً.



الشكل 7. البصمة الطيفية لعدد من حقول القمح في ريف دمشق الغربي خلال موسم النمو 2022/2021



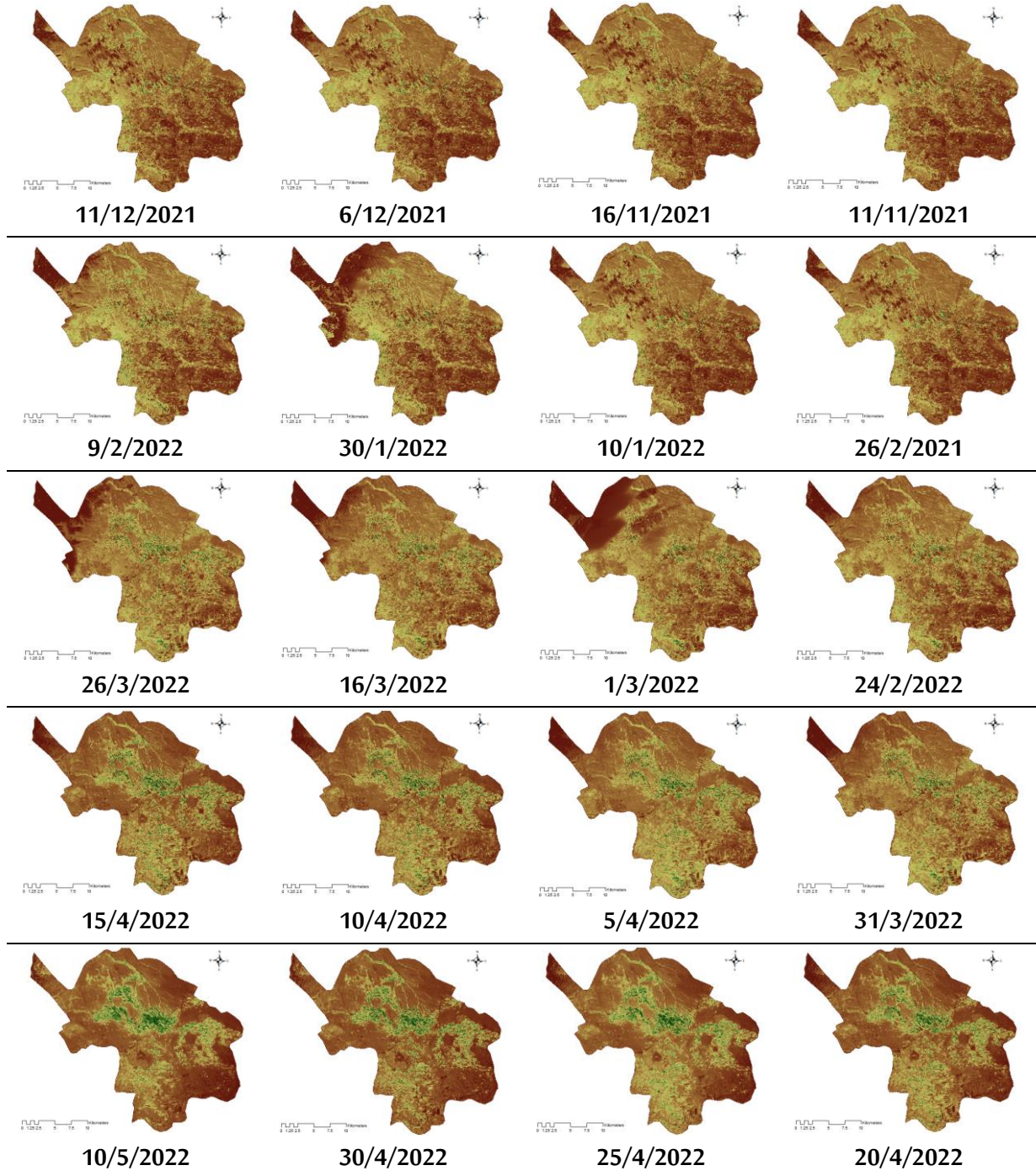
تابع- الشكل 7. البصمة الطيفية لعدد من حقول القمح في ريف دمشق الغربي خلال موسم النمو 2022/2021



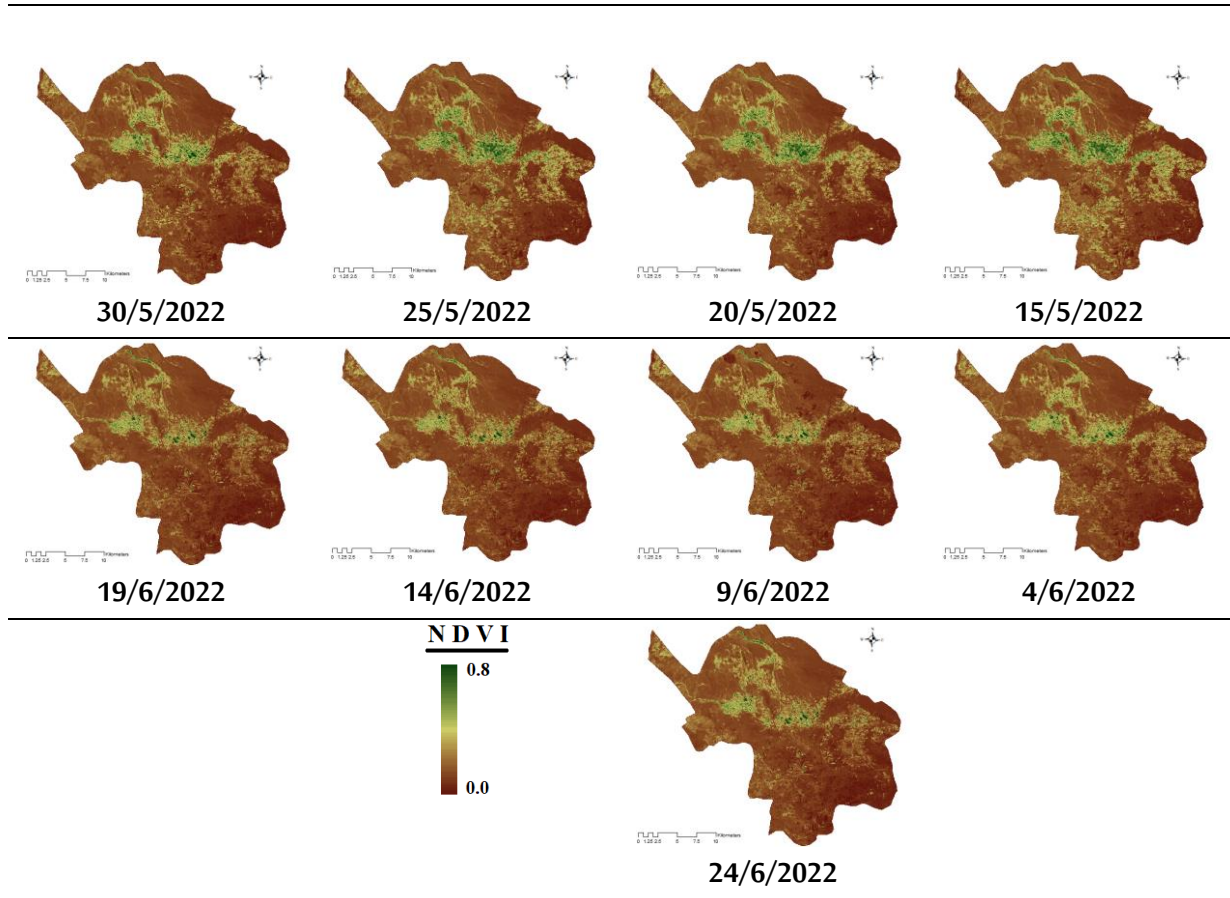
تابع- الشكل 7. البصمة الطيفية لعدد من حقول القمح في ريف دمشق الغربي خلال موسم النمو 2022/2021

خرائط الأدلة الطيفية لحقول القمح

جرى إنتاج خرائط الأدلة الطيفي النباتية التالية: (NDVI)، (GNDVI)، (RVI)، (DVI)، (NDWI)، (mNDWI) خلال جميع مراحل النمو النباتي في منطقة الدراسة. حيث يبين الشكل (8) خرائط النمو النباتي طيفياً وفق الدليل الطيفي الخضري (NDVI) من بيانات الصور الفضائية في تتبع النمو النباتي كل 5-10 أيام لجميع مراحل النمو، كمثال عن تلك الأدلة الطيفية النباتية المحسوبة وذلك اختصاراً لحجم عرض البيانات لمنطقة الدراسة موسم 2022/2021.



الشكل 8. خرائط الدليل الطيفي الخضري (NDVI) من بيانات الصور الفضائية أثناء مراحل نمو القمح في منطقة ريف دمشق الغربي موسم 2022/2021

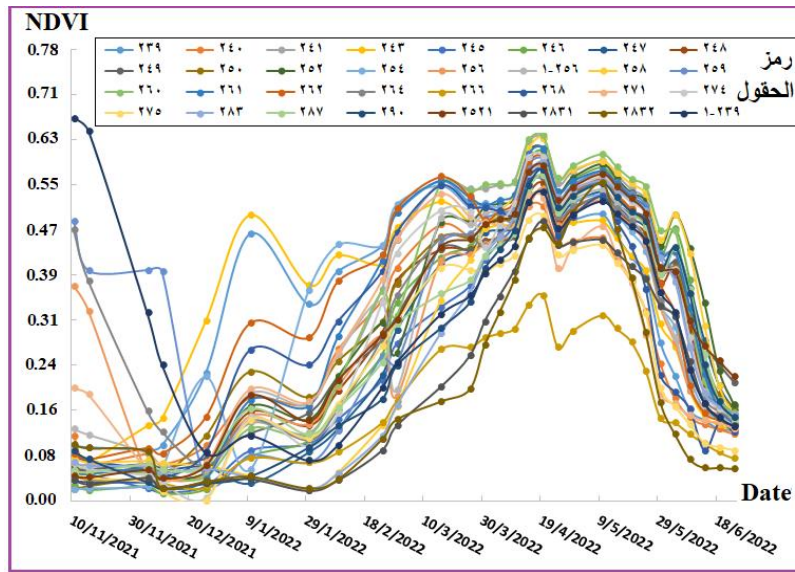


تابع- الشكل 8. خرائط الدليل الطيفي الخضري (NDVI) من بيانات الصور الفضائية أثناء مراحل نمو القمح في منطقة ريف دمشق الغربي موسم 2022/2021

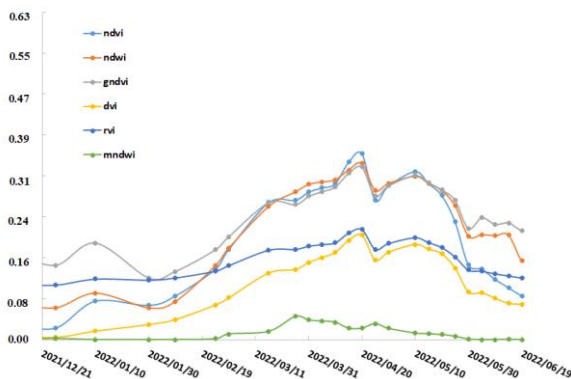
التحليل الطيفي للنمو النباتي

يبين المخطط البياني (الشكل 9) البصمة الطيفية لعدد من الحقول التي تمثل زراعة القمح في منطقة الدراسة خلال موسم النمو 2022/2021. حيث يُظهر ذلك المخطط تباين المنحنيات الطيفية بما يمثل تباين نمو نباتات القمح وفق متطلبات عوامل النمو الزراعية المطبقة لكل حقل عن الآخر في تلك المنطقة، بدءًا من الصنف، توقيت الزراعة، عمليات الخدمة من ري وتسميد وتعشيب والموفورات المناخية وحتى موعد الحصاد.

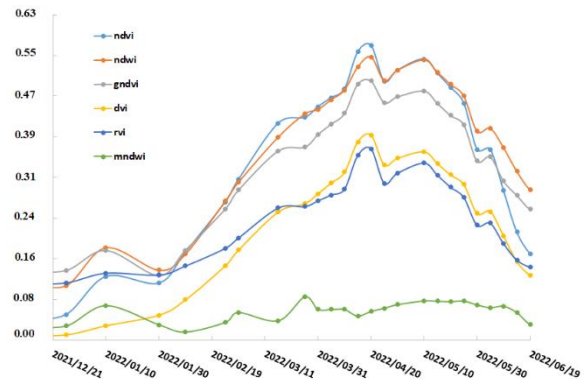
يُظهر تحليل النمو النباتي لتلك المخططات البيانية السابقة (الشكلين 7 و 9) وكذلك لبصمة القمح الطيفية في منطقة الدراسة مقابل المخطط الطيفي النموذجي المستنبط لمحصول القمح في سورية (إبراهيم، 2014-ب) إلى تواجد ثلاث نظم زراعة وفق تقويم الزراعة (الشكل 10) هي: نظام زراعة بتوقيت موصى وفق تقويم زراعة القمح المتبع في المنطقة ومروي بشكل جيد (الشكل 10-أ)، بتوقيت موصى ومروي بشكل تكميالي (الشكل 10-ب)، بتوقيت مبكر (الشكل 10-ج)، بتوقيت متأخر- بعد محصول سابق (الشوندر عادة) حيث يُجنى ثم يزرع القمح مباشرة (الشكل 10-د).



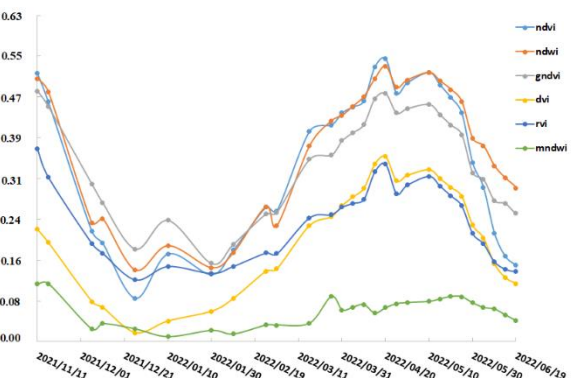
الشكل 9. البصمة الطيفية لعدد من حقول القمح في ريف دمشق الغربي خلال موسم النمو 2022/2021



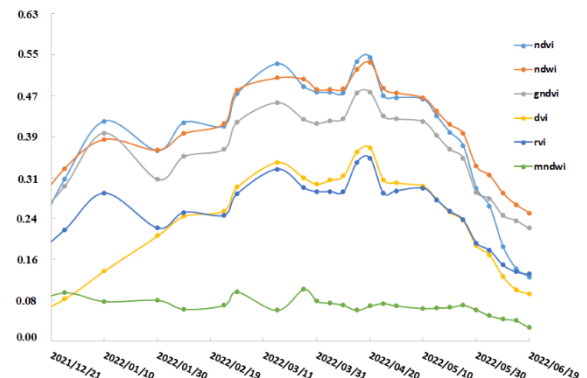
ب- بتوقيت موصى ومروري بشكل تكميلي



أ- بتوقيت موصى ومروري بشكل جيد



د- بتوقيت متأخر

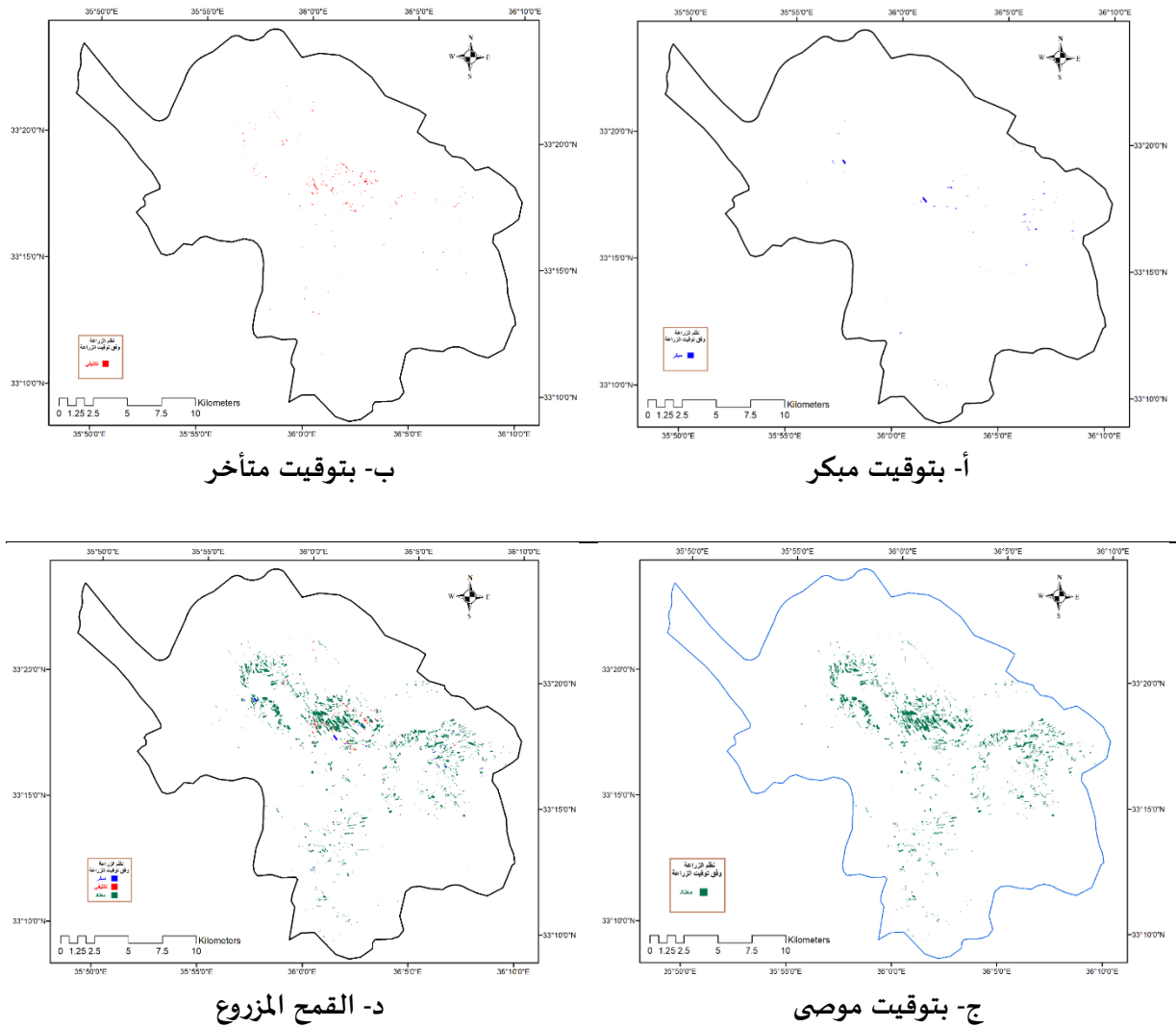


ج- بتوقيت مبكر

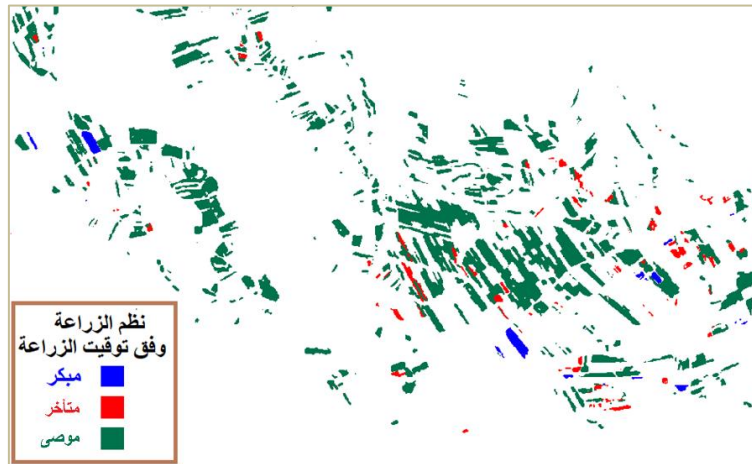
الشكل 10. الأدلة الطيفية لنظم زراعة القمح في ريف دمشق الغربي موسم 2022/2021

خرائط الصور الفضائية لنظم زراعة القمح

إن تطبيق منهجية تحليل النمو طيفياً على الصور الفضائية الملتقطة خلال جميع مراحل النمو لجميع الأدلة الطيفية يؤدي إلى التحديد النوعي والمكاني لكل سمة محددة في عملية التحليل الطيفية، فنجد أن بيانات الصور الفضائية خلال مراحل النمو (الشكل 11) تحدد: خرائط القمح المزروع بتوقيت مبكر (الشكل 11-أ)، متأخر (الشكل 11-ب) موسى (الشكل 11-ج)، على أن يبين الشكل (11-د) خريطة تجمع نظم زراعة القمح معاً موسم 2022/2021 في ريف دمشق الغربي، بينما يبين الشكل (12) نافذة توضيحية في سهل قرية بيت سابر من تلك المنطقة.



الشكل 11. خرائط القمح المزروع من بيانات الصور الفضائية موسم 2022 في ريف دمشق الغربي



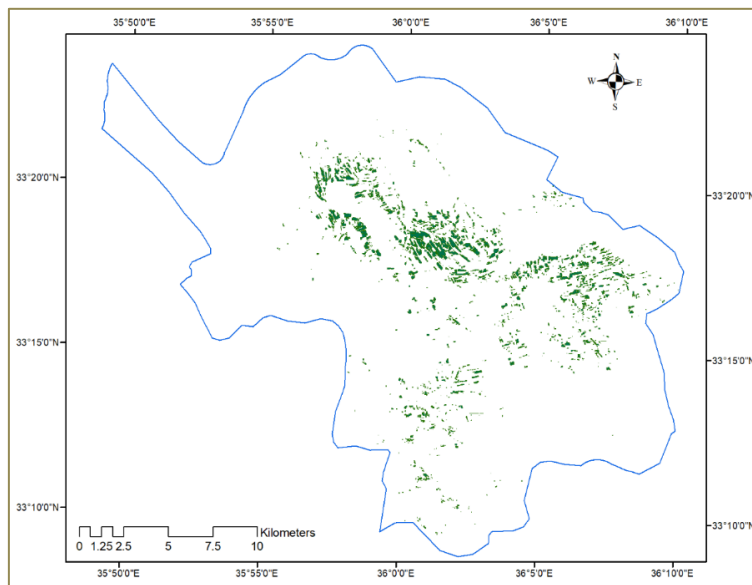
الشكل 12. نافذة فضائية لنظم زراعة القمح (وفق توقيت الزراعة) موسم 2022 في بعض حقول ريف دمشق الغربي

مساحة وخريطة انتشار زراعة القمح من بيانات الصور الفضائية

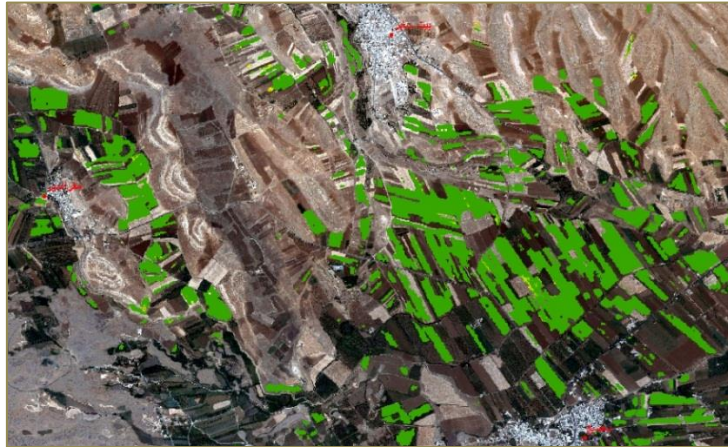
يؤدي تطبيق تحليل المخططات النمو النباتي على بيانات الصور الفضائية المجهزة إلى تحديد مساحة القمح المزروع ورسم خريطة التوزيع والانتشار الجغرافي. يبين الجدول (3) أن مساحة القمح المزروع تُقدَّر بـ 1077 هكتار، حيث يحدد الشكل (13) خريطة توزيع وانتشار القمح المزروع من بيانات الصور الفضائية في ريف دمشق الغربي موسم 2022، على أن الشكل (14) يبين نافذة توضيحية لانتشار حقول القمح في سهل قرية بيت سابر من تلك المنطقة.

الجدول 3. مساحة القمح المقدر فضائياً موسم 2022 في ريف دمشق الغربي

المساحة (هـ)	البيان
1077	المقدر من الصور الفضائية



الشكل 13. خريطة توزيع ومساحة القمح المقدر من الصور الفضائية موسم 2022 في ريف دمشق الغربي



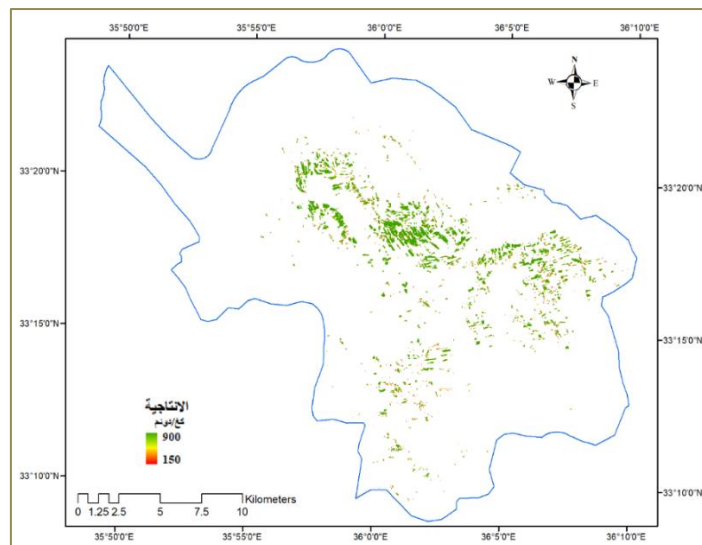
الشكل 14. نافذة من الصور الفضائية لانتشار حقول القمح موسم 2022 في سهل قرية بيت سابر

إنتاج وخريطة توزع إنتاجية القمح المقدرة من بيانات الصور الفضائية

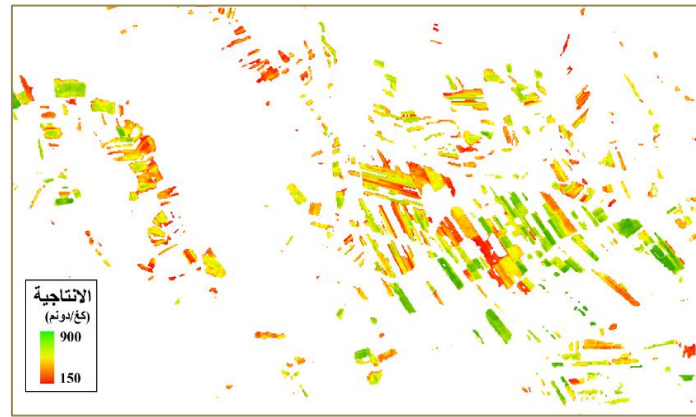
بالتطبيق البرمجي لمنهجية التقدير الطيفي للإنتاجية المحصولية على الصور الفضائية المجهزة يتولد لدينا كمية القمح المنتج وخريطة توزع وانتشار الإنتاجية في وحدة المساحة. يبين الجدول (4) كمية القمح المنتج من بيانات الصور الفضائية في ريف دمشق الغربي موسم 2022، حيث يحدد الشكل (15) خريطة توزع إنتاجية القمح المقدرة من بيانات الصور الفضائية في وحدة المساحة، على أن الشكل (16) يبين نافذة توضيحية لتوزع إنتاجية القمح في سهل قرية بيت سابر من تلك المنطقة، أيضاً. حيث قدر إنتاج القمح المزروع بـ 4476 طن وإنتاجية متوسطها 4.4 طن/هكتار لتتراوح حسب خدمة الحقول من حقول متدنية الإنتاجية (2 طن/هكتار) إلى أقصاها في أجزاء من الحقول المتفوقة إنتاجياً (9 طن/هكتار) في ريف دمشق الغربي موسم 2022 باستخدام بيانات الصور الفضائية.

الجدول 4. إنتاج القمح المقدر فضائياً موسم 2022 في ريف دمشق الغربي

الإنتاج (طن)	البيان
4476	المقدر من الصور الفضائية



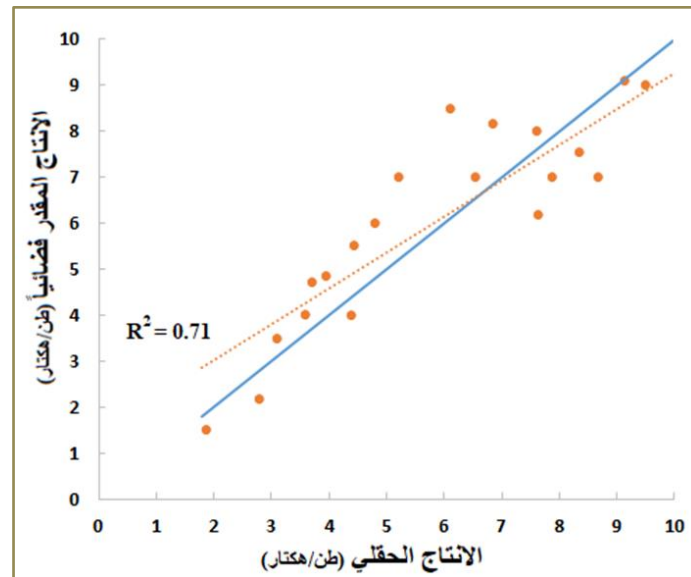
الشكل 15. خريطة توزع إنتاجية القمح المقدرة من الصور الفضائية موسم 2022 في ريف دمشق الغربي



الشكل 16. نافذة لتقدير إنتاج حقول القمح من الصور الفضائية موسم 2022 في سهل قرية بيت سابر

تقدر دقة إنتاج القمح المقدر من بيانات الصور الفضائية

جرت مقارنة نتائج بيانات الصور الفضائية في نقاط محددة ضمن الحقول التي جرى تجميع بيانات الإنتاجية لها بعملية الاعتيان الحقلية وبالغلة 20 حقل اختباري في ريف دمشق الغربي موسم 2022. حيث يوضح الشكل (17) والجدول (5) نتائج التحليل الإحصائي لاختبار دقة تقدير الإنتاجية من بيانات الصور الفضائية مقابل بيانات الإنتاجية لحقول القمح.



الشكل 17. إنتاج القمح المقدر من الصور الفضائية مقابل الحقلية المسجل

الجدول 5. التحليل الإحصائي لاختبار دقة تقدير الإنتاج من الصور الفضائية مقابل الإنتاج الحقلية

دقة المقدر إلى الفعلي %	إنتاج القمح (طن/هكتار)		الرقم
	فضائياً	حقلياً	
88.8	6.46	6.64	المتوسط
	2.39	2.50	الانحراف القياسي

معادلة تقدير الدقة:

$$acc = \frac{1}{n} * \sum_{i=1}^n \left(\frac{Si - Li}{Li} \right) * 100$$

حيث: دقة (acc) تقدير المادة العضوية المقدره فضائيا (Si) والمقدرة مخبريا (Li) للحقل (i) ولجميع الحقول (n).

يتضح من الشكل (17) والجدول (5) أن متوسط إنتاج حقول القمح المسجل بعملية الاعتيان قد بلغ 6.64 مقابل 6.46 طن/هكتار المقدر من الصور الفضائية لتلك الحقول نفسها بانحراف قياسي قدره 2.5 و2.39 على التوالي، وبمعامل تحديد بلغ 0.71 وبدقة تقدير نسبي للإنتاج المقدر إلى الفعلي قدرها 88.8%. مع التنويه إلى أن عملية الاعتيان كانت موجهة بشكل أكبر نحو الحقول ذات الإنتاجية المرتفعة عن تلك الحقول منخفضة الإنتاج.

المراجع

- إبراهيم، ناصر. (2014أ). التنبؤ بإنتاج القمح في سورية من بيانات المرئيات الفضائية متعددة المراحل بمقياس صغير. المجلة العربية للبيئات الجافة، 7(1-2).
- إبراهيم، ناصر. (2014ب). تصميم ونمذجة خوارزميات التنبؤ الطيفي بإنتاج القمح من بيانات الصور الفضائية متعددة الأطياف متعددة المراحل. الاستشعار عن بعد، (26).
- إبراهيم، ناصر. (2018). تقدير مساحة وإنتاج القمح في المواسم والمناطق تحت الأزمات في سوريا باستخدام تكنولوجيا الاستشعار عن بعد. في المؤتمر العلمي الدولي لتطبيقات الجيومورفومتري، نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد في علوم الأرض والبيئة (24-27 أبريل 2018). بيروت، لبنان.
- إبراهيم، ناصر. (2021). دور الاستشعار عن بعد في مراقبة أطوار القمح الفينولوجية لإدارة العملية الإنتاجية في سورية. المجلة العربية للبحث العلمي، 2(1).
- Huang, Y., & Lu, L. (2009). Monitoring winter wheat phenology using time series of remote sensing data. In Second International Conference on Information and Computing Science (pp. 135-138). Institute of Remote Sensing Applications, Chinese Academy of Sciences.
- Ibrahem, N. T. (2023). A climate-crop-spectral approach for wheat adaptation with climate changes in the arid and semi-arid regions. In R. O. Wanyera & M. Wamalwa (Eds.), *Wheat*. IntechOpen.
- Ibrahem, N. T. (2025). Crop yield prediction and spectral growth. In R. Abdalla (Ed.), *Exploring remote sensing: Methods and applications*. IntechOpen.
- Kalubarme, M. H., Potdar, M. B., Manjunath, K. R., Mahey, R. K., & Siddhu, S. S. (2003). Growth profile based crop yield models: A case study of large area wheat yield modeling and its extendibility using atmospheric corrected NOAA AVHRR data. *International Journal of Remote Sensing*, 24(10), 2037-2054.
- Sehgal, V. K., Rajak, D. R., Chaudhary, K. N., & Dadhwal, V. K. (2002). Improved regional yield prediction by crop growth monitoring system using remote sensing derived crop phenology. *IAPRS & SIS*, 34(7), 329-334.



دراسة أهم مؤشرات الجدوى المالية لإنتاج محصول الزيتون في محافظة اللاذقية A Study of the Most Important Financial Feasibility Indicators for Olive Production in Lattakia Governorate

د. زياد سرحيل (2-1)

Dr. Ziad Sarhil (1-2)

sarhilziadof@yahoo.com

<https://doi.org/10.66805/AE-19.1.096112>

Received 17 February 2025; Accepted 27 April 2025

(1) قسم الاقتصاد الزراعي، كلية الزراعة، جامعة اللاذقية، سورية.

(1) Department of Agricultural Economics, Faculty of Agriculture, University of Lattakia, Syria.

(2) مديرية الزراعة والإصلاح الزراعي، اللاذقية، سورية

(2) Directorate of Agriculture and Agrarian Reform, Lattakia, Syria.

الملخص

هدف البحث إلى التحليل المالي لتكاليف وإيرادات إنتاج محصول الزيتون في محافظة اللاذقية، ودراسة وتحليل المؤشرات الاقتصادية المتعلقة بالكفاءة الاقتصادية للموسمين الزراعيين (2022-2023) و(2023-2024)، جمعت البيانات الأولية من خلال استبيان استهدف عينة من مزارعي الزيتون بلغت 382 مزارعاً، جرى حساب حجمها وفق معادلة ستيفن- ثامبسون. حيث بينت النتائج أنّ متوسط صافي الربح السنوي المحقق من الدونم المزروع بالزيتون بلغ نحو 2585812 مليون ل.س/دونم، في حين بلغ معامل الربحية بالقياس إلى تكاليف الإنتاجية 66.1%، ويعدُّ مؤشرًا جيداً في مجال الاستثمار الزراعي إذ إنّ معدل الربحية يُعادل نحو 66 ل.س، لكل 100 ليرة سورية مستثمرة سنوياً، كما بينت النتائج أنّ مؤشر الكفاءة الاقتصادية بلغ 1.66 وهو أكبر من الواحد الصحيح، مما يدل على كفاءة استغلال رأس المال الثابت والمتغير، وجدوى إنتاج محصول الزيتون في محافظة اللاذقية. وخلص البحث إلى ضرورة زيادة الاهتمام بزراعة الزيتون مع تشجيع المزارعين وتحفيزهم على زيادة المساحات المزروعة بهذا المحصول، نظراً للوفورات الاقتصادية التي تحققها للأسر الريفية وتنوع مصادر الدخل، وتحسين مستوى المعيشة لديهم.

الكلمات المفتاحية: الزيتون، تكاليف الإنتاج، الكفاءة الاقتصادية، معامل الربحية، فترة استرداد رأس المال.

Abstract

The research primarily aims to conduct a financial analysis of the costs and revenues of olive production in Lattakia Governorate, and to study and analyze the economic indicators related to the economic efficiency of the two agricultural seasons (2022-2023) and (2023-2024). Initial data was collected through a questionnaire targeting a sample of 382 olive farmers, the size of which was calculated according to the Stephen-Thompson equation. The results showed that the average annual net profit achieved from a dunum planted with olives amounted to approximately 2,585,812 million Syrian pounds/dunum/year, while the profitability coefficient compared to production costs amounted to 66.1%, which is considered a very good indicator in the field of agricultural investment, as the profitability rate is equivalent to approximately 66 Syrian pounds for every 100 Syrian pounds invested annually. The results also showed that the economic efficiency index reached 1.66, which is greater than one, indicating the efficient exploitation of fixed and variable capital and the feasibility of olive production in Lattakia Governorate. The study concluded that increased attention should be given to olive cultivation, while encouraging and motivating farmers to increase the area planted with this crop, given the economic savings it generates for rural families, the diversification of income sources, and the improvement of their standard of living.

Key words: Olive, Production Costs, Economic Efficiency, Profitability Ratio, Capital Payback Period.

المقدمة

تعد زراعة شجرة الزيتون سمة مميزة لسكان منطقة حوض المتوسط، فالمناخ المتوسطي يوفر الشروط المثالية لنمو وإنتاج هذه الشجرة، ويُعد الشرق الأوسط بما فيه سورية الموطن الأصلي للزيتون، وتبعاً للأدلة الأثرية فإن الزيتون قد زرع في سورية وجزيرة كريت منذ 2500 سنة قبل الميلاد، حيث اكتشفت نوى زيتون تعود إلى نهاية العصر البرونزي في منطقة أوغاريت في محافظة اللاذقية، ثم انتقلت شجرة الزيتون من شرق المتوسط غرباً إلى اليونان وإيطاليا وإسبانيا والبرتغال وفرنسا، وفي عام 1560م نقل المستعمرون الإسبان عقل الزيتون والبذور إلى البيرو، ومن ثم ظهرت في المكسيك وانتقلت إلى كاليفورنيا (مهننا وزملاؤه، 2023).

بلغ إنتاج الزيتون عالمياً 20.4 مليون طن، وتتصدر إسبانيا المركز الأول عالمياً وتلها اليونان ومن ثم إيطاليا وتأتي سورية في المرتبة السادسة عالمياً من حيث الإنتاج ويقدر إنتاجها 4.4% من الإنتاج العالمي (FAO, 2016).

تُعد شجرة الزيتون إحدى أهم الأشجار المزروعة بعلماً في سورية، حيث بلغ عددها نحو 104 ألف شجرة، وشكل المثمر منها 92.5 ألف شجرة، وشغلت مساحة قدرها 696363 هكتاراً أي نحو 12% من إجمالي مساحة الأراضي الزراعية، وقدر إنتاج القطن نحو 844 ألف طن من الثمار، و138 ألف طن من الزيت (المجموعة الإحصائية الزراعية السنوية، 2021).

ينتمي الزيتون إلى العائلة الزيتونية Oleaceae والجنس Olea حيث تضم هذه العائلة 30 جنساً ويتبع لها 600 نوع، وقد سجل في سورية ما يزيد عن 50 صنفاً محلياً وأكثر من 40 صنفاً مدخلاً، ويعد جنس الزيتون من الأنواع دائمة الخضرة، بطيئة النمو، مقاوم للجفاف بشكل عام، ويعمر لفترة طويلة جداً (حافظ وزملاؤه، 2024).

ترجع الأهمية الاقتصادية للزيتون إلى كونه أحد محاصيل الأمن الغذائي، حيث تحتوي ثمار الزيتون على الزيت والكربوهيدرات والألياف وفيتامين A، بالإضافة إلى الأحماض الدهنية وحييدة الإشباع ولا سيما حمض الأوليك الذي يؤدي دوراً مهماً في منع حصول أمراض القلب والأوعية الدموية وأشكال مختلفة من السرطانات، وبالتالي الحفاظ على مستوى طبيعي لكوليسترول الدم، كما تمتلك أوراق الزيتون العديد من التأثيرات الصيدلانية فمستخلص الأوراق ذو فعالية مضادة للميكروبات والالتهابات والأكسدة وتجلط الدم، وذات خواص مدرة للبول، فضلاً عن دور محصول الزيتون كعامل مهم في الاقتصاد الوطني السوري، حيث تبلغ قيمة الدخل الإجمالي الناتج عن الزيتون نحو 25 مليار ل.س، والصافي 31 مليار ل.س، أي بما يعادل نحو 10% من قيمة الدخل الزراعي على مستوى سورية (بدور وزملاؤه، 2021).

بين حمامي وزملاؤه (2022) من خلال تحليل الدخل المزرعي لزراعة وإنتاج أشجار الزيتون في محافظة حلب كمتوسط للموسمين الزراعيين (2021/2020)، أن قيمة صافي الدخل المزرعي بلغت نحو 6286549 ل.س/هكتار، في حين بلغت قيمة الربح الاقتصادي 5885658 ل.س/هكتار، وهذا يعني أن قيمة هذا المؤشر موجبة، الأمر الذي انعكس إيجاباً على قيمة الكفاءة الاقتصادية الإجمالية المحققة والتي بلغت بدورها 2.8، وهذا يعد مقبولاً من وجهة النظر الاقتصادية، وبمعنى آخر فإن استثمار كل 100 ل.س في العملية الإنتاجية تدر إيرادا وقدره 280 ل.س، أو ربحاً وقدره 180.1 ل.س، وخلصت الدراسة إلى تشجيع المزارعين على التوسع بزراعة أشجار الزيتون نظراً لكفاءتها الاقتصادية والإنتاجية.

أوضح برهوم (2021) أنّ إجمالي التكاليف الإنتاجية لدونم الزيتون العضوي في المنطقة الغربية من محافظة حمص بلغت نحو 42.2 ألف ل.س/دونم، كما أظهرت مؤشرات الدخل المزرعي أنّ الاستثمار في إنتاج الزيتون العضوي من المشروعات الاقتصادية، حيث بلغ الدخل الصافي 15.1 ألف ل.س/دونم، في حين كانت قيمة معامل الربحية بالقياس إلى التكاليف 36%، والكفاءة الاقتصادية الإجمالية 1.36، مما يدل على أن كل 100 ل.س يجري استثمارها لإنتاج الزيتون العضوي تعطي 136 ل.س، وأوصت الدراسة بالاستمرار بهذه الزراعة وبتبنيها ولا سيما من قبل المزارعين الذين يبحثون عن بدائل مربحة لتلائم ظروفهم وإمكانياتهم.

أظهر عطية وأبو النجا (2021) أن متوسط إنتاجية الفدان من محصول الزيتون في محافظة مطروح بمصر لموسم إنتاج (2019-2020)، بلغ نحو 2.3 طن/فدان¹، كما بلغ الإيراد الكلي نحو 12800 جنيه/فدان، في حين بلغت قيمة صافي العائد لمزارع إنتاج الزيتون 5751.47 جنيه²، وتشير القيمة الموجبة إلى ارتفاع الإيراد الكلي للفدان عن كل من التكاليف الكلية والمتغيرة، كما بلغ معيار نسبة إجمالي الإيراد الكلي إلى التكاليف الكلية 1.82 جنيه، أي أن الجنيه المنفق على جميع بنود وعناصر التكاليف الكلية قد حقق عائداً إجمالياً بلغ حوالي 0.82 جنيه، وأوصت الدراسة بضرورة إنشاء محطات لفرز وتدريج وتعبئة ثمار الزيتون في المناطق الإنتاجية، وتشجيع المستثمرين والمنتجين على إقامة المعاصر ومعامل التخليل، وتكوين جمعيات أو اتحادات لتسويق محصول الدراسة.

¹ 1 فدان = 4200 متر مربع.

² 1 جنيه مصري = 215 ل.س لمتوسط عام 2024.

أشارت عبد المحسن (2020) إلى جدوى الاستثمار لمزارع الزيتون بمحافظة جنوب سيناء، حيث بلغت قيمة صافي القيمة الحالية للتدفقات النقدية نحو 12070 جنيه، ونسبة العائد الى التكاليف نحو 44.1 جنيه، في حين بلغ معدل العائد الداخلي نحو 29%، أي أكبر من تكلفة الفرصة البديلة لاستثمار رأس المال في المجتمع التي يمثلها سعر الخصم والبالغ 20%، كما بلغت فترة الاسترداد لرأس المال المستثمر نحو 3.4 سنة من بداية الإنتاج، وأوصت الدراسة إلى أهمية التوسع في زراعة الزيتون في محافظة جنوب سيناء نظرا للملائمة الظروف البيئية لزراعته، وما توفره من فرص العمل للسكان المحليين، والجدوى الاستثمارية المحققة. تجدر الإشارة إلى أن هذه الزراعة تنتشر بشكل رئيس في المناطق الشمالية والغربية (حلب، إدلب، اللاذقية، طرطوس) وتلقى انتشاراً واسعاً أيضاً في المناطق الجنوبية (درعا، السويداء، القنيطرة، ريف دمشق) كما يوجد عشرة مراكز حكومية لإنتاج غراس الزيتون، تنتج سنوياً نحو أربعة ملايين غرسة توزع على الفلاحين بأسعار تشجيعية، إضافة إلى تصدير بعض الأنواع إلى الأقطار العربية (إسماعيل، 2015).

المشكلة البحثية

على الرغم من أهمية محصول الزيتون في سورية بشكل عام ومحافظة اللاذقية بشكل خاص، إلا أن إنتاج الزيتون يواجه العديد من المشكلات التي تعيق تحقيق الكفاءة الاقتصادية لهذا المحصول، الأمر الذي يترتب عليه ارتفاع التكاليف الإنتاجية للوحدة المنتجة، حيث تراجعت قيم مؤشرات الإنتاجية بشكل ملفت بالرغم من امتلاك مزارعيه الخبرة الكافية في مجال زراعته وإنتاجه، إذ إن هناك توسعا كبيرا وغير مدروس في المساحات المزروعة بالزيتون في بعض المناطق وتراجع شديد في هذه المساحات في مناطق أخرى، وتزايد ملحوظ في كمية الزيتون المنتج دون وجود مستقبل واضح لهذه التغيرات، كما أنّ التحرك المستمر نحو تفتت الحيازات وضآلة حجم الحيازة يعدّ عائقاً أمام تطوير زراعة الزيتون، حيث تزداد صعوبة تحقيق العوائد المالية والوفورات الاقتصادية كلما تضائل حجم الحيازة الزراعية (محمد وزملاؤه، 2016)، بالإضافة إلى التقلبات الكبيرة والمستمرة في دخول المنتجين لا سيما مع ما تتميز به شجرة الزيتون من ظاهرة المعاومة في الإنتاج، وتفاوت الإنتاج حسب أعمار الأشجار المختلفة وفئات الحيازة (نقار والعواد، 2013). وهذا يشير إلى خلل واضح في عملية الإنتاج ناتجة عن عدم توفر مستلزمات الزراعة في المكان والزمان، والأسعار الملائمة.

أهمية البحث وأهدافه

إن دراسة وتحليل الموارد الاقتصادية المستخدمة في إنتاج محصول الزيتون وتقدير مدى كفاءته الإنتاجية من خلال التعرف على هيكل عناصر التكاليف سواء الثابتة أو المتغيرة، يساعد في اكتشاف مواضع الخلل في عملية الزراعة والإنتاج، وبالتالي العمل على وضع بعض المقترحات التي تفيد في ترسيخ زراعة هذا المحصول، بما يمكن من تحقيق الاكتفاء الذاتي من ثمار وزيت الزيتون وتلبية احتياجات الاقتصاد الوطني الداخلية منها والخارجية. وبناءً على ما تقدم، يهدف البحث بشكل رئيس إلى تحليل مالي لإنتاج محصول الزيتون في محافظة اللاذقية، الذي يتحقق من خلال الأهداف الفرعية التالية:

- تحليل بعض الخصائص الإنتاجية والاقتصادية والاجتماعية لمزارعي الزيتون في محافظة اللاذقية:
- إجراء تحليل لتكاليف وإيرادات إنتاج محصول الزيتون في محافظة اللاذقية.
- دراسة وتحليل مؤشرات التحليل المالي.

مواد وطرائق البحث

زمان ومكان تنفيذ البحث

نُفذ البحث في محافظة اللاذقية التي تضم أربع مناطق إدارية هي (جبلة، اللاذقية، القرداحة، الحفة) للموسمين الزراعيين (2022-2023) و(2023-2024).

البيانات ومصادرها

- بيانات أولية: جرى الحصول على البيانات الأولية من خلال استمارة استبيان صُممت خصيصًا للبحث، وملئت الاستثمارات من خلال المقابلات الشخصية مع عينة مع مزارعي الزيتون في محافظة اللاذقية.
- بيانات ثانوية: صادرة عن وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي، وبيانات منظمة FAO، الكتاب الصادر عن المنظمة العربية للتنمية الزراعية.

عينة البحث

بلغ عدد المزارعين الذين يعملون بإنتاج محصول الزيتون في محافظة اللاذقية والمسجلين لدى مديرية الزراعة والإصلاح الزراعي باللاذقية للموسمين الزراعيين (2022-2023) و(2023-2024)، (85525) مزارع (إحصائيات مديرية الزراعة والإصلاح الزراعي في اللاذقية، 2024)، وجرى الاعتماد على معادلة ستيفن- ثامبسون لتحديد حجم العينة المدروسة على النحو الآتي (Thompson, 2012).

$$n = \frac{N \times P(1 - P)}{\{N - 1 \times (d^2 \div Z^2)\} + P(1 - P)}$$

حيث أن:

n^* : حجم العينة P^* : القيمة الاحتمالية = 0.50

N^* : حجم المجتمع المدروس d^* : نسبة الخطأ = 0.05

Z^* : الدرجة المعيارية لمستوى المعنوية (0.05) ومستوى الثقة (0.95) = 1.96.

وبتطبيق المعادلة السابقة فإنَّ حجم العينة المأخوذ هو 382 مزارعًا، والجدول (1) يوضِّح توزيع عينة البحث على مزارعي محصول الزيتون في محافظة اللاذقية للموسمين (2022-2023) و(2023-2024). حيث جرى اختيار العينة في كل منطقة إدارية تبعًا لتوزيع أعداد المزارعين أي عينة عشوائية وزعت وفقًا للأهمية النسبية لثقل عدد المزارعين في المناطق الإدارية.

الجدول 1. توزيع عينة البحث من مزارعي الزيتون في محافظة اللاذقية

المنطقة	عدد مزارعي الزيتون	نسبة كل منطقة من الإجمالي (%)	حجم العينة في كل منطقة*
الحفة	10520	12.3	47
جبلة	31603	37	141
القرداحة	20570	24	92
اللاذقية	22832	26.70	102
المجموع	85525	100	382

* حجم العينة = حجم العينة الكلية (382) × النقل النسبي للمزارعين ÷ 100.

المصدر: بيانات مديرية الزراعة والإصلاح الزراعي في اللاذقية للموسم (2022-2023) و(2023-2024)

الأسلوب البحثي

اعتمد البحث بشكل رئيس على تحليل الإيرادات والتكاليف للبيانات الميدانية التي جرى الحصول عليها عن طريق المقابلة الشخصية للمزارعين الحائزين، وذلك بالاعتماد على استمارة استبيان موجهة إلى عينة الدراسة في محافظة اللاذقية، تمثلت في عرض الخصائص الإنتاجية والاقتصادية والاجتماعية لمزارعي الزيتون في محافظة اللاذقية وتحليلها بالاعتماد على المتوسطات الحسابية وحساب الانحراف المعياري، بالإضافة إلى عرض بنود التكاليف الإنتاجية المؤلفة من تكاليف استثمارية (ثابتة) وتكاليف متغيرة (مستلزمات سلعية + خدمية) وبيان أهميتها النسبية، حيث استُخدمت النسب المئوية والمتوسطات الحسابية، إضافةً إلى دراسة مؤشرات التحليل المالي، معتمدين في تحديد كلفة المواد والأجور أسعار السوق السائدة خلال الموسمين الزراعيين (2022-2023) و(2023-2024).

وتُعرّف تكاليف الإنتاج: بأنها إجمالي النفقات التي يتحملها المزارع، في سبيل الحصول على الموارد التي يستخدمها المزارع في عملية الإنتاج، وتتضمن تكاليف الإنتاج جميع الالتزامات المالية المنظورة وغير المنظورة اللازمة للحصول على الموارد اللازمة للعملية الإنتاجية.

كما تُعرّف إيرادات الإنتاج: بأنها مجموع القيم الصافية للمحاصيل الزراعية والخدمات التي يساهم بها القطاع الزراعي والمنتجة من قبل المزارعين خلال سنة وتتألف المحاصيل الزراعية من المنتجات النباتية والحيوانية (خضر، 1994).

أُخذت تكاليف سنوات ما قبل الإثمار عبر سؤال مزارعي العينة عن تكاليف إنشاء دونم بستان الزيتون في كلّ موسم من المواسم الزراعية السابقة؛ وجرى التوصل من خلال الأسئلة المطروحة إلى تكلفة إنتاج الشجرة الواحدة. وحُسبت التكاليف لخمس سنوات ما قبل الإثمار لأنه من المعلوم أنّ أشجار الزيتون تدخل في فترة الإثمار بعمر 5 سنوات (حامد والعيسى، 1990).

دُرست تكاليف الإنتاج لموسمين متتالين بسبب ظاهرة المعاومة في الزيتون حيثُ أُخذت تكاليف سنوات الإثمار للموسمين الزراعيين (2022-2023) و(2023-2024)، وفي الموسم الثاني أُجري المسح الميداني للمزارعين أنفسهم الذين أُجري لهم المسح في الموسم الأول ومن ثم أُخذ متوسط الموسمين وتضمنت الدراسة التحليل المالي للدونم الواحد المزروع بالزيتون.

المؤشرات والمعايير الاقتصادية

1- استخدام العلاقات الرياضية التي يجري من خلالها حساب التكاليف الإنتاجية (معروف، 2003):

- تكاليف الجهد الحي = عدد مرات إجراء العملية × عدد العمال اللازمين لتنفيذ العملية × عدد الأيام اللازمة لتنفيذ العملية × أجر العامل اليومية.

- التكاليف المادية لمستلزمات العمليات الزراعية = الكمية (أو العدد أو الحجم) من المادة المستخدمة في وحدة المساحة × عدد مرات الإضافة × سعر الوحدة من المادة (غ، كغ، لبيتر.. الخ).

- إجمالي التكاليف الإنتاجية للدونم الواحد = التكاليف الأولية (المادية + الجهد الحي) + فائدة رأس المال المستثمر + ريع الأرض للدونم الواحد.

- التكاليف الإنتاجية السنوية = الاهتلاك السنوي + التكاليف المتغيرة.

- كلفة إنتاج وحدة المنتج = مجموع التكاليف الإنتاجية السنوية ÷ كمية الإنتاج السنوية.

2- العلاقات الرياضية التي يجري من خلالها حساب العائد الاقتصادي، ومؤشرات التحليل المالي (العطوان، 2011):

- قيمة الناتج الإجمالي (متوسط الإيرادات السنوية) = كمية الإنتاج × متوسط السعر المزرعي.
- الهامش الإجمالي (الناتج الإجمالي الصافي) = الناتج الإجمالي - التكاليف المتغيرة.
- رأس المال المستثمر = التكاليف الاستثمارية الكلية + التكاليف المتغيرة.
- متوسط صافي الربح السنوي = قيمة الناتج الإجمالي السنوي (متوسط الإيرادات السنوية) - التكاليف الإنتاجية السنوية.
- نسبة الربح السنوي إلى الإيرادات السنوية = متوسط صافي الربح السنوي ÷ متوسط الإيرادات السنوية × 100.
- الكفاءة الاقتصادية الإجمالية = قيمة الناتج الإجمالي ÷ التكاليف الإنتاجية السنوية.
- معامل الربحية بالقياس إلى تكاليف الإنتاج = إجمالي الربح السنوي المحقق ÷ التكاليف الإنتاجية السنوية × 100.
- فترة استرداد رأس المال = رأس المال المستثمر / متوسط صافي الربح السنوي.
- معامل الربحية استناداً إلى تكاليف الإنتاج:

$$Em.l = \frac{N.P}{TC} 100 \times$$

Em.l: معامل الربحية استناداً لتكاليف الإنتاج. *N.P*: الناتج الإجمالي الصافي = (الربح + تكلفة الجهد الحي). *TC*: التكاليف الإنتاجية السنوية.

النتائج والمناقشة

أولاً: تحليل الخصائص الإنتاجية والاقتصادية والاجتماعية لمزارعي الزيتون في محافظة اللاذقية

• الإنتاجية

تراوح المدى الفعلي للإنتاجية من الزيتون خلال موسم (2022-2023) ما بين (275-427) كغ/دونم، وبمتوسط حسابي وقدره 360.3، وانحراف معياري 36.73، وبتقسيم المدى إلى ثلاث فئات متساوية الطول ومتدرجة تصاعدياً. حيث تبين أن 56% من إجمالي عينة الدراسة كانت ضمن الفئة الثالثة متوسطة الإنتاجية (326 - 376) كغ/دونم.

في حين تراوح المدى الفعلي للإنتاجية من الزيتون خلال موسم (2023-2024) ما بين (790-1242) كغ/دونم، وبمتوسط حسابي وقدره 1080.7، وانحراف معياري 47.31، وبتقسيم المدى إلى ثلاث فئات متساوية الطول ومتدرجة تصاعدياً. حيث تبين أن 59% من إجمالي المبحوثين كانوا ضمن الفئة الثالثة متوسطة الإنتاجية (941 - 1091) كغ/دونم.

الجدول 2. توزع أفراد العينة المدروسة حسب إنتاجية وحدة المساحة من الزيتون

موسم (2023-2024)			موسم (2023-2022)		
النسبة المئوية (%)	التكرار	الفئات	النسبة المئوية (%)	التكرار	الفئات
38	145	منخفضة (790 - 940)	35	133	منخفضة (275 - 325)
59	225	متوسطة (941 - 1091)	56	215	متوسطة (326 - 376)
3	12	عالية (1092 - 1242)	9	34	عالية (377 - 427)
100	382	المجموع	100	382	المجموع

المصدر: أعدَّ الجدول اعتماداً على بيانات المسح الميداني، لموسم (2022-2023)، وموسم (2023-2024)

• المساحة المزروعة بالزيتون

تراوح المدى الفعلي للمساحة المزروعة بالزيتون خلال موسم (2022-2023) وموسم (2023-2024) ما بين (1-33) دونم، وبمتوسط حسابي وقدره 14.60، وانحراف معياري 6.05، وبتقسيم المدى إلى ثلاث فئات متساوية الطول ومتدرجة تصاعدياً. تبين أن 52% من إجمالي العينة المدروسة كانوا ضمن الفئة الثالثة متوسطة المساحة حيث تراوحت حيازتهم ما بين (12 - 22) دونم.

الجدول 3. توزيع أفراد العينة المدروسة وفقاً للمساحة المزروعة بالزيتون

النسبة المئوية (%)	التكرار	الفئات (دونم)
45	173	منخفضة (1 - 11)
52	199	متوسطة (12 - 22)
3	10	عالية (23 - 33)
100	382	المجموع

المصدر: أعدَّ الجدول اعتماداً على بيانات المسح الميداني، لموسم (2022-2023)، وموسم (2023-2024)

• المستوى التعليمي للمبحوثين

تراوح المدى النظري والفعلي لهذا المتغير ما بين (1-3) درجة، وبمتوسط حسابي وقدره 2.22، وبمتوال وقدره 2، وبتقسيم المدى إلى ثلاث فئات متدرجة تصاعدياً، تبين أن 67% من المبحوثين يقرؤون ويكتبون.

الجدول 4. توزيع أفراد العينة المدروسة حسب درجة التعليم

النسبة المئوية (%)	التكرار	الفئات
7	25	أمي
67	256	يقرأ ويكتب
26	101	مؤهل
100	382	المجموع

المصدر: أعدَّ الجدول اعتماداً على بيانات المسح الميداني، لموسم (2022-2023)، وموسم (2023-2024)

• مقدار الدخل الزراعي لكل فرد يعمل بزراعة محصول الزيتون (ل.س/فرد/يوم)

تراوح المدى الفعلي لهذا المتغير خلال موسم (2022-2023) بين (45000-75002) ل.س/يوم/فرد، وبمتوسط حسابي وقدره 60000.2، وانحراف معياري 27270.53، وبتقسيم المدى إلى ثلاث فئات متساوية الطول ومتدرجة تصاعدياً. حيث تبين أن 56% من إجمالي عينة الدراسة كانت ضمن الفئة الثالثة متوسطي الدخل (55001 – 65001) ل.س/يوم/فرد. في حين تراوح المدى الفعلي لهذا المتغير خلال موسم (2023-2024) ما بين (55000-100002) ل.س/يوم/فرد، وبمتوسط حسابي وقدره 75000.4، وانحراف معياري 31835.65، وبتقسيم المدى إلى ثلاث فئات متساوية الطول ومتدرجة تصاعدياً. حيث تبين أن 65% من إجمالي المبحوثين كانوا ضمن الفئة الثالثة متوسطي الدخل (70001 - 85001) ل.س/يوم/فرد.

الجدول 5. توزع أفراد العينة المدروسة وفقا للدخل اليومي للفرد الذي يعمل بزراعة محصول الزيتون

موسم (2023-2024)			موسم (2023-2022)		
النسبة المئوية (%)	التكرار	الفئات (ل.س/اليوم)	النسبة المئوية (%)	التكرار	الفئات (ل.س/اليوم)
2	9	منخفض (70000 - 55000)	4	15	منخفض (55000 - 45000)
65	247	متوسط (85001 - 70001)	58	220	متوسط (65001 - 55001)
33	126	عالي (100002 - 85002)	38	147	عالي (75002 - 65002)
100	382	المجموع	100	382	المجموع

المصدر: أعدَّ الجدول اعتمادًا على بيانات المسح الميداني، لموسم (2023-2022)، وموسم (2024-2023)

• الاتصال بالمرشدين الزراعيين

تراوح المدى النظري والفعلي لهذا المتغير ما بين (1-4) درجة، وبمتوسط حسابي وقدره 3.1، وانحراف معياري قدره 0.41، وبتقسيم المدى إلى أربع فئات متدرجة تصاعديًا، تبين 339 مبحوثًا كانوا ضمن الفئة الثالثة وهو ما يعني أن 88.7% من إجمالي المبحوثين كان اتصالهم بالمرشدين أحيانًا.

الجدول 6. توزع أفراد العينة المدروسة وفقا لاتصالهم بالمرشدين الزراعيين

النسبة المئوية (%)	التكرار	الفئات
0.3	1	لا
3	11	نادرًا
88.7	339	أحيانًا
8	31	دائمًا
100	382	المجموع

المصدر: أعدَّ الجدول اعتمادًا على بيانات المسح الميداني، لموسم (2023-2022)، وموسم (2024-2023)

• نوع الحيازة

تراوح المدى النظري والفعلي لهذا المتغير خلال موسم (2022-2023) وموسم (2024-2023) ما بين (1-3) درجة، وبمتوسط وقدره 1 (ملاك)، وبتقسيم المدى إلى ثلاث فئات متدرجة تصاعديًا، تبين أن 84% من إجمالي عينة البحث كانت ضمن الفئة الأولى وهي فئة الملاك.

الجدول 7. توزع أفراد العينة المدروسة حسب شكل الحيازة

النسبة المئوية (%)	التكرار	الفئات
84	323	ملك
1	7	إيجار
15	52	مختلط
100	382	المجموع

المصدر: أعدَّ الجدول اعتمادًا على بيانات المسح الميداني، لموسم (2023-2022)، وموسم (2024-2023)

ثانياً: التحليل المالي لزراعة وإنتاج محصول الزيتون في محافظة اللاذقية
هيكل التكاليف الإنتاجية لزراعة وإنتاج محصول القمح الزيتون في محافظة اللاذقية
1. التكاليف الاستثمارية (الثابتة)

-تكاليف التأسيس

أشارت النتائج إلى أن متوسط تكاليف سنوات التأسيس للدونم المزروع بمحصول الزيتون خلال فترة الدراسة بلغت نحو 2721075 ل.س، وبما أن عمر الإنتاج الاقتصادي لشجرة الزيتون 50 سنة، فيكون نصيب السنة المالية من التكلفة الاستثمارية = 54422 ل.س/سنة.

-ريع الأرض

بالسؤال عن متوسط أجرة الدونم في عينة الدراسة خلال موسم (2022-2023) نجد أنه قد بلغ 200 ألف ل.س/سنة، في حين بلغ في موسم (2023-2024) نحو 250 ألف ل.س/سنة. ويبين الجدول (8) التكاليف الاستثمارية الكلية والسوية لموسم (2022-2023)، وموسم (2023-2024) والمتوسط العام للدونم الواحد المزروع بالزيتون في محافظة اللاذقية. الجدول 8. التكاليف الاستثمارية الكلية والسوية لكل موسم من المواسم المدروسة والمتوسط العام للدونم الواحد المزروع بالزيتون في محافظة اللاذقية

المتوسط العام		موسم (2023-2024)			موسم (2023-2022)			البيان
التكلفة السنوية	العمر الاقتصادي	التكلفة الكلية	التكلفة السنوية	العمر الاقتصادي	التكلفة الكلية	التكلفة السنوية	العمر الاقتصادي	
54422	50	2721075	-	-	-	-	-	تكاليف التأسيس
225000	-	225000	250000	-	250000	200000	-	ريع الأرض
279422	-	2946075	250000	-	250000	200000	-	1. المجموع
13971	-	147304	12500	-	12500	10000	-	2. نفقات نثرية (5%)
293393	-	3093379	262500	-	262500	210000	-	3. المجموع (2+1)
26405	-	278404	23625	-	23625	18900	-	4. فائدة رأس المال المستثمر (9%)
319798	-	3371783	286125	-	286125	228900	-	مجموع التكاليف الاستثمارية (4+3)

المصدر: أعدَّ الجدول اعتماداً على بيانات المسح الميداني، لموسم (2022-2023)، وموسم (2023-2024)

2. التكاليف المتغيرة

أ- المستلزمات السلعية

- التسميد العضوي: أشارت النتائج إلى أنَّ الدونم الواحد يحتاج إلى 4 م³ من السّماد العضوي، وقد بلغ متوسط تكلفته خلال موسم (2023-2022) نحو 500 ألف ل.س/سنة، في حين كان متوسط تكلفته خلال موسم (2023-2024)، نحو 650 ألف ل.س/سنة.

- التسميد المعدني: أوضحت النتائج أنَّ الدونم الواحد يحتاج إلى إضافة مجموعة من الأسمدة المعدنية خلال الموسم، حيث تجري إضافة السوبر فوسفات خلال شهر كانون الأول، في حين تُضاف خلطة مؤلفة (أزوت، متوازن، عناصر صغرى)، خلال شهر شباط، والجدول (9) يوضح كلفة التسميد خلال موسم (2022-2023) وموسم (2023-2024)، لكل نوع من الأسمدة الأرضية واحتياجات الدونم الواحد منها.

الجدول 9. كلفة التسميد خلال كل موسم من المواسم المدروسة، ولكل نوع من الأسمدة الأرضية واحتياجات الدونم الواحد منها

موسم (2023-2024)			موسم (2023-2022)			نوع السماد المضاف
كلفة التسميد ل.س/سنة	قيمة السماد ل.س/كغ	احتياجات الدونم الواحد كغ/ل.س	كلفة التسميد ل.س/سنة ³	قيمة السماد ل.س/كغ	احتياجات الدونم الواحد كغ/ل.س	
34560	2880	12	28800	2400	12	فوسفات
58320	4860	12	48600	4050	12	خلطة
92880	-	-	77400	-	-	المجموع

المصدر: أعدَّ الجدول اعتماداً على بيانات المسح الميداني، لموسم (2023-2022)، وموسم (2024-2023)

- المكافحة: أشارت النتائج إلى أنَّ دونم الزيتون يحتاج إلى إجراء نوعين من المكافحة فطرية وتتم خلال شهري تشرين الثاني وشباط، وحشيرية وتتم خلال أشهر (أيار، حزيران، تموز، آب)، والجدول (10) يوضح تكلفة المكافحة بنوعها خلال الموسمين. الجدول 10. كلفة المكافحة خلال كل موسم من المواسم المدروسة، ولكل نوع من المبيدات واحتياجات الدونم الواحد منها

موسم (2023-2024)				موسم (2023-2022)				نوع المبيد المستخدم	نوع المكافحة
كلفة المكافحة/ل.س	عدد مرات الإضافة/مرة	قيمة المبيد ل.س/سم ³	حاجة الدونم في كل مرة/كغ.سم ³	كلفة المكافحة/ل.س ⁴	عدد مرات الإضافة/مرة	قيمة المبيد ل.س/كغ.سم ³	حاجة الدونم في كل مرة/كغ.سم ³		
48000	1	48000	0.5 كغ	20000	1	40000	0.5 كغ	كبريتات النحاس	فطرية
18750	1	150	125 سم ³	15000	1	120	125 سم ³	برودر	
200000	4	200	250 سم ³	150000	4	150	250 سم ³	ديماتوات	حشيرية
266750	-	-	-	185000	-	-	-	-	المجموع

المصدر: أعدَّ الجدول اعتماداً على بيانات المسح الميداني، لموسم (2023-2022)، وموسم (2024-2023)

³ كلفة التسميد السنوية = احتياجات الدونم الواحد سنوياً × قيمة السماد.

⁴ تكلفة المكافحة خلال الموسم للدونم = حاجة الدونم في كل مرة × قيمة المبيد × عدد مرات الإضافة.

- العبوات: أوضحت النتائج أنّ الدونم الواحد خلال الموسم يحتاج إلى ثلاثة أنواع من العبوات منها عبوات فلين لتعبئة ثمار الزيتون ليجري نقلها إلى السوق وبيعها كزيتون مائدة، بالإضافة إلى أكياس الخيش لتعبئة محصول الزيتون ونقله إلى المعصرة لاستخراج الزيت، كما يحتاج الدونم الواحد أيضا إلى عبوات لتعبئة الزيت والجدول (11) يوضح حاجة الدونم الواحد من العبوات.

الجدول 11. حاجة الدونم الواحد من العبوات خلال كل موسم من المواسم المدروسة

موسم (2023-2024)			موسم (2023-2022)			سعة العبوة/ كغ	نوع العبوة
تكلفة العبوات	سعر العبوة/ ل.س	عدد العبوات التي يحتاجها الدونم/عبوة، أكياس خيش، عبوات زيت	تكلفة العبوات ⁵	سعر العبوة/ ل.س	عدد العبوات التي يحتاجها الدونم/عبوة، كيس خيش، عبوة زيت		
72000	4000	18	21000	3000	7	15	عبوات الفلين (السوق)
88000	8000	11	30000	7500	4	75	أكياس خيش (المعصرة)
252000	18000	14	75000	15000	5	18	عبوات الزيت (المعصرة)
412000	-	-	126000	-	-	-	المجموع

المصدر: أعدّ الجدول اعتماداً على بيانات المسح الميداني، لموسم (2022-2023)، وموسم (2023-2024)

ب- المستلزمات الخدمية

- حراثة الدونم: بيّنت عينة الدراسة أنّ الدونم يحتاج لحراثتين في الموسم الواحد، وتجري خلال شهرين الثاني وأيار، ويبلغ متوسط أجره الحراثة الواحدة خلال موسم (2022-2023) نحو 100000 ل.س، فتكون تكلفة الحراثة 200000 ل.س/سنة، في حين بلغ متوسط أجره الحراثة خلال موسم (2023-2024) نحو 125000 ل.س، وبالتالي فتكون تكلفة الحراثة 250000 ل.س/سنة.

- أجره استئجار صهريج المياه للري: أظهرت النتائج أنّ دونم الزيتون يتطلب ريتين تكميليتين خلال الموسم، وذلك في شهري حزيران وأب، ولمدة يوم كامل خلال الريّة الواحدة، ويقدر احتياج الدونم من الصهريج في كل رية 2 صهريج، ويبلغ متوسط أجره استئجار الصهريج الواحد في كل مرة خلال موسم (2022-2023) نحو 50000 ل.س، وبالتالي تكون التكلفة السنوية لاستئجار الصهريج 200000 ل.س/سنة، في حين بلغ متوسط استئجار الصهريج خلال موسم (2023-2024) نحو 75000 ل.س، وبالتالي تكون التكلفة السنوية لاستئجار الصهريج 300000 ل.س/سنة.

- الجهد العملي: أوضحت النتائج أنّ متوسط أجره العامل اليومية خلال موسم (2022-2023) نحو 60000 ل.س، علماً أنّ يوم العمل الكامل 8 ساعات، وبالتالي فإنّ متوسط أجره ساعة العمل الواحدة 7500 ل.س، كما بيّنت النتائج أنّ متوسط

⁵ تكلفة العبوات = عدد العبوات التي يحتاجها الدونم × سعر العبوة الواحدة.

أجرة العامل خلال موسم (2023-2024) 75000 ل.س، وبالتالي فإنَّ متوسط أجرة ساعة العمل الواحدة 9375 ل.س. والجدول (12) يبين تكلفة الجهد الحي في كل موسم من الموسم المدروسة ولكل نوع من العمليات.

الجدول 12. تكلفة الجهد الحي في كل موسم من الموسم المدروسة ولكل نوع من العمليات

موسم (2023-2024)					موسم (2023-2022)					نوع العملية
تكلفة للجهد الحي ل.س/سنة	متوسط أجرة يوم، ساعة العمل/ ل.س	عدد العمال اللازم لإنجازها في كل مرة/عامل	الزمن اللازم لإنجازها في كل مرة/يوم، ساعة	عدد مرات إجرائها/مرة	تكلفة للجهد الحي ل.س/سنة ⁶	متوسط أجرة يوم، ساعة العمل/ ل.س	عدد العمال اللازم لإنجازها في كل مرة/عامل	الزمن اللازم لإنجازها في كل مرة/يوم، ساعة	عدد مرات إجرائها/مرة	
75000	9375	2	4 ساعة	1	60000	7500	2	4 ساعة	1	التسميد العضوي
37500	9375	1	2 ساعة	2	30000	7500	1	2 ساعة	2	التسميد المعدني
75000	9375	2	4 ساعة	1	60000	7500	2	4 ساعة	1	ركش حول الأشجار
168750	9375	1	3 ساعة	6	135000	7500	1	3 ساعة	6	المكافحة
600000	75000	4	2 يوم	1	480000	60000	4	2 يوم	1	تربية والتقليم
150000	75000	1	يوم	2	120000	60000	1	يوم	2	الري
150000	75000	2	يوم	1	120000	60000	2	يوم	1	جمع الأحطاب
600000	75000	4	2 يوم	1	480000	60000	4	2 يوم	1	الجني
225000	75000	3	يوم	1	180000	60000	3	يوم	1	الفرز والتوضيب
37500	9375	2	2 ساعة	1	30000	7500	2	2 ساعة	1	تحميل وتزيل
2118750	-	-	-	-	1695000	-	-	-	-	المجموع

المصدر: أعدَّ الجدول اعتمادًا على بيانات المسح الميداني، لموسم (2022-2023)، وموسم (2023-2024)

- أجرة استئجار المرش للمكافحة: أشارت النتائج إلى أنَّ عدد المرات التي يجري فيها استئجار المرش لإجراء عملية المكافحة للدونم خلال موسم (2022-2023) نحو 6 مرة، ويبلغ متوسط أجرة المرش في كل مرة 25000 ل.س، وبالتالي تكون تكلفة استئجار المرش 150000 ل.س/سنة. في حين بلغ عدد المرات خلال موسم (2023-2024) نحو 6 مرات أيضًا وبمتوسط أجرة قدرها 30000 للمرة الواحدة، وبالتالي تكون تكلفة استئجار المرش 180000 ل.س/سنة. والجدول (13) يوضح مجموع التكاليف المتغيرة خلال الموسمين المدروسين والمتوسط العام للدونم الواحد المزروع بالزيتون في الساحل السوري.

⁶ تكلفة للجهد الحي = عدد مرات إجراء العملية × الزمن اللازم لإنجازها في كل مرة × عدد العمال اللازم لإنجازها في كل مرة × متوسط أجرة يوم، ساعة العمل.

الجدول 13. مجموع التكاليف المتغيرة خلال الموسمين المدروسين والمتوسط العام للدونم المزروع بالزيتون في محافظة اللاذقية

البيان	موسم(2022-2023)	موسم(2023-2024)	المتوسط العام	الأهمية النسبية%
تسميد عضوي	500000	650000	575000	16
تسميد معدني	77400	92880	85140	2.4
مكافحة	185000	266750	225875	6.3
عبوات	126000	412000	269000	7.5
1 مجموع تكاليف مستلزمات الإنتاج	888400	1421630	1155015	-
حراثة الدونم	100000	125000	112500	3.2
أجرة استئجار صهريج المياه للري	200000	300000	250000	7
تكاليف الجهد الحي (أجور العمال)	1695000	2118750	1906875	53
أجرة استئجار المارش للمكافحة	150000	180000	165000	4.6
2 مجموع المستلزمات الخدمية	2145000	2723750	2434375	-
مجموع التكاليف المتغيرة (1+2)	3033400	4145380	3589390	100

المصدر: أعدَّ الجدول اعتمادًا على بيانات المسح الميداني، لموسم (2022-2023)، وموسم (2023-2024)

تُشير معطيات الجدول (13) إلى أنَّ متوسط إجمالي التكاليف المتغيرة للدونم المزروع بالزيتون في عينة الدراسة للموسمين المدروسين، بلغت نحو 3589390 ل.س/سنة، وشكلت تكاليف الجهد الحي، والبالغة نحو 53% أكبر نسبة من التكاليف المتغيرة، تليها تكلفة التسميد العضوي والبالغة 16%، تليها تكلفة العبوات، والبالغة نحو 7.5%، ثم تكلفة أجرة استئجار صهريج المياه للري، والبالغة 7%، ثم تكلفة مكافحة الآفات والبالغة 6.3%.

الإيرادات من وجهة نظر التحليل المالي

أوضحت النتائج أنَّ متوسط إنتاج شجرة الزيتون خلال موسم (2022-2023)، بلغ نحو 15 كغ، وبالتالي فيكون متوسط إنتاج الدونم 360 كغ، يذهب منها 100 كغ إلى السوق لبيعه كزيتون مائدة، ويبلغ متوسط سعر 1 كغ زيتون المائدة نحو 8000 ل.س، بينما يذهب 260 كغ من الإنتاج إلى المعصرة لاستخراج الزيت، حيث بلغ متوسط إنتاج 1 كغ زيتون من الزيت نحو 0.32 كغ زيت، وبسعر 25000 ل.س/كغ، فيكون متوسط إنتاج الدونم من الزيت نحو 84 كغ، وبالتالي فإن:

$$\text{متوسط الإيرادات السنوية (قيمة الناتج الإجمالي)} = (8000 \times 100) + (25000 \times 84) = 2900000 \text{ ل.س/سنة.}$$

في حين بلغ متوسط إنتاج شجرة الزيتون خلال موسم (2023-2024)، نحو 45 كغ، وبالتالي فيكون متوسط إنتاج الدونم 1080 كغ، يذهب منها 260 كغ إلى السوق لبيعه كزيتون مائدة، ويبلغ متوسط سعر 1 كغ زيتون مائدة نحو 10000، بينما يذهب 820 كغ من الإنتاج إلى المعصرة لاستخراج الزيت، حيث بلغ متوسط إنتاج 1 كغ زيتون من الزيت نحو 0.26 كغ زيت، وبسعر 35000 ل.س/كغ، فيكون متوسط إنتاج الدونم من الزيت نحو 214 كغ، وبالتالي فإن:

$$\text{متوسط الإيرادات السنوية (قيمة الناتج الإجمالي)} = (10000 \times 260) + (35000 \times 214) = 10090000 \text{ ل.س/سنة.}$$

مما سبق نجد أنَّ: المتوسط العام للإيرادات السنوية (قيمة الناتج الإجمالي) للموسمين = 6495000 ل.س/سنة.

حساب بعض مؤشرات التحليل المالي لعملية إنتاج محصول الزيتون في محافظة اللاذقية

يوضح الجدول (14) ملخص مؤشرات التحليل المالي المدروسة لإنتاج الزيتون في محافظة اللاذقية. تُشير نتائج الجدول (14) إلى أنّ متوسط الإيرادات السنوية (الناتج الإجمالي) للدونم المزروع بالزيتون في الساحل السوري يعادل 6495000 ل.س/دونم/سنة، وهو يُعبر عن كفاءة استخدام عنصر العمل المزرعي، كما بلغ متوسط صافي الربح السنوي نحو 2585812 ل.س/دونم/سنة، وهو المبلغ الذي يحصل عليه المزارع بعد تغطية كافة التكاليف الإنتاجية بما فيها عنصر التنظيم، والفائدة على رأس المال.

الجدول 14. ملخص للمؤشرات الاقتصادية المدروسة لإنتاج الزيتون في محافظة اللاذقية

البيان	وحدة القياس	القيمة
متوسط الإيرادات السنوية (الناتج الإجمالي)	ل.س/دونم/سنة	6495000
متوسط صافي الربح السنوي	ل.س/دونم/سنة	2585812
نسبة الربح السنوي إلى الإيرادات السنوية	%	40
فترة استرداد رأس المال المستثمر	سنة	2.7
الكفاءة الاقتصادية الإجمالية	-	1.66
معامل الربحية بالقياس إلى تكاليف الإنتاج	%	66.1
معامل الربحية استناداً لتكاليف الإنتاج	%	114.9

المصدر: عينة البحث، ومن بيانات الجداول (6،2) لموسم (2022-2023)، وموسم (2023-2024)

بلغت نسبة الربح السنوي إلى الإيرادات السنوية نحو 40%، وهي نسبة جيدة في مجال الاستثمار الزراعي إذ أنّ كل 100 ليرة سورية من الإيرادات فيها نحو 40 ل.س ربح صافي، بينما بلغت فترة استرداد رأس المال المستثمر 2.7 سنة، أي ما يعادل نحو 35 شهراً وهي فترة زمنية قصيرة جداً قياساً إلى مثيلاتها في بقية القطاعات الاستثمارية الأخرى.

وتبيّن بأنّ مؤشر الكفاءة الاقتصادية الإجمالية لإنتاج الزيتون في الساحل السوري يعادل 1.66 وهو تجاوز الواحد الصحيح مما يدل على جدوى المشروع، ويُشير إلى كفاءة المزارعين في استعمال رأس المال الثابت والمتغير، أي أنّ كل 100 ليرة سورية مستثمرة في العوامل الإنتاجية تعود على المزارع بناتج إجمالي وقدره 166 ل.س، وبيع سنوي وقدره 66 ل.س، وهو دليل الكفاءة الفنية والاقتصادية للزيتون.

بلغ معامل الربحية بالقياس إلى تكاليف الإنتاج بلغ نحو 66.1% ويعد هذا المؤشر جيداً في مجال الاستثمار الزراعي إذ إنّ معدل الربحية (مُستوى الاقتصادية) يعادل نحو 66 ل.س، لكل 100 ليرة سورية مستثمرة سنوياً، وبمعنى آخر فإنّ كل مئة ليرة مستثمرة تعود على المنتج للزيتون بربح سنوي يعادل 66 ل.س/سنة.

كما يتضح من الجدول (7) الربحية الجيدة المتحققة من إنتاج الزيتون في الساحل السوري، إذ بلغ معامل الربحية بالعلاقة مع التكاليف الإنتاجية نحو 114.9% أي أنّ كل مئة ليرة تصرف سنوياً في إنتاج الزيتون في محافظة اللاذقية تعود على المزارع بناتج إجمالي صافي وقدره 114 ل.س/سنة.

الاستنتاجات والتوصيات

الاستنتاجات

- تعد زراعة محصول الزيتون إحدى أهم الزراعات في محافظة اللاذقية وذات الربحية الاقتصادية العالية إذ تبين نتيجة الدراسة أن صافي الربح السنوي المحقق من الدونم المزروع بالزيتون بلغ 2585812 ل.س/دونم/سنة.
- تبين من خلال دراسة مؤشرات الكفاءة الاقتصادية لزراعة محصول الزيتون في محافظة اللاذقية أن معامل الربحية لمحصول الزيتون قياساً إلى تكاليف الإنتاج 66.1% ويعد هذا المؤشر جيداً، وإن مؤشر فترة استرداد رأس المال بالنسبة إلى زراعة الزيتون بلغ 2.7 سنة، وهي فترة قصيرة جداً تُشجع على الاستثمار، ومؤشر الكفاءة الاقتصادية 1.66 وهو تجاوز الواحد مما يدل على جدوى المشروع.

التوصيات

- ضرورة توفير مستلزمات الإنتاج بأسعار ملائمة، ولا سيما أصناف الزيتون المتلائمة مع المتغيرات المناخية، لما لها من أثر ودور كبير في زيادة الإنتاج والربح.
- اعتماد المساحات الاقتصادية لزراعة أشجار الزيتون، والعمل على تجميع المزارع في حجوم اقتصادية ملائمة، نظراً للوفورات الاقتصادية التي تحققها للمستثمر الزراعي.
- تقديم المزيد من الدعم الإرشادي لمزارعي الزيتون بما يتفق مع تخفيض التكاليف، لما لهذه الشجرة من أهمية استراتيجية في سورية.
- العمل بشكل جدي للبحث عن حلول لتصريف إنتاج المزارعين وبأسعار مقبولة، وحمائتهم من جشع التجار والوسطاء، من خلال دراسة السوق المحلية، لتكون قادرة على استيعاب جزء كبير من الإنتاج، وفتح أسواق جديدة لزيت الزيتون والزيتون المخلل، وإقامة محطات لفرز وتدرج وتعبئة ثمار الزيتون وتصنيع العبوات الملائمة في المناطق الإنتاجية.

المراجع

- إحصائيات مديرية الزراعة والإصلاح الزراعي باللاذقية للموسمين الزراعيين (2022-2023)، (2023-2024). دائرة التخطيط والتعاون الدولي، اللاذقية، سورية.
- إسماعيل، سمر. (2015). دراسة القدرة التنافسية لصادرات زيت الزيتون السوري. مجلة جامعة دمشق للعلوم الزراعية، 31 (2): 264-265.
- بدور، غسان، غسان يعقوب ومحمود عليو. (2021). الكفاءة الاقتصادية لتسويق زيت الزيتون على مستوى المزارعين في المنطقة الساحلية من سورية. المجلة السورية للبحوث الزراعية، 8 (4): 213-214.
- برهوم، سائر عيسى. (2021). اقتصاديات إنتاج الزيتون العضوي في سورية (دراسة حالة المنطقة الغربية من محافظة حمص). مجلة جامعة دمشق للعلوم الزراعية، 37 (1): 9.
- حافظ، إبراهيم، عماد العيسى وأبهم أصبح. (2024). تأثير الرش الورقي بمستخلص الطحالب البحرية في نمو وإنتاجية شجرة الزيتون الصنف القيسي. المجلة السورية للبحوث الزراعية، 11 (2): 77-78.

- حامد، فيصل، وعماد العيسى. (1990). الفاكهة إنتاج وتخزين. مديرية الكتب والمطبوعات الجامعية بدمشق، الجمهورية العربية السورية. ص: 427.
- حمامي، محمد خير نحاس، عبد الغني عبد اللطيف ومصطفى حاج حميدي. (2022). اقتصاديات إنتاج وتسويق ثمار أشجار الزيتون في محافظة حلب. مجلة بحوث جامعة حلب، سلسلة العلوم الزراعية، العدد 154، 1-16.
- خدام، منذر، ومحسن ججاج. (2005). الاقتصاد الزراعي. قسم الاقتصاد الزراعي، كلية الزراعة، جامعة اللاذقية. ص: 420-423.
- خضر، علي، فيصل شلوف، وصالح شعيب. (1994). أسس دراسة الجدوى للمشروعات الاستثمارية الزراعية. منشورات جامعة عمر المختار، البيضاء، المغرب. ص: 456.
- ديوب، معمر، ختام ادريس ونسرين ادريس. (2017). اقتصاديات إنتاج الزيتون البعل في محافظة حمص. المجلة السورية للبحوث الزراعية، 4 (3): 38.
- عبد المحسن، نادية محمود مهدي. (2020). كفاءة الاستثمار لمحصول الزيتون في محافظة جنوب سيناء. المجلة المصرية للاقتصاد الزراعي، 30 (1): 145-158.
- العطوان، سمعان. (2011). تحليل وتقويم المشاريع الزراعية. منشورات جامعة دمشق، دمشق، سورية. ص: 163.
- عطية، محمود بيومي، ومحمد علي عواد أبو النجا. (2021). اقتصاديات إنتاج محصول الزيتون في محافظة مطروح. المجلة المصرية للاقتصاد الزراعي، 31 (1): 205-206-207.
- المجموعة الإحصائية الزراعية السنوية. (2021). الباب الرابع الأشجار المثمرة والحراجية. وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي، مديرية الإحصاء والتخطيط، قسم الإحصاء، دمشق، سورية. الجدول 78.
- محمد، لؤي إبراهيم، إياد الخالد وسمعان العطوان. 2016. اقتصاديات إنتاج الزيتون في محافظة طرطوس (منطقة الصفصافة) بمساعدة تقنيات الاستشعار عن بعد. رسالة ماجستير، كلية الزراعة، قسم الاقتصاد الزراعي، جامعة دمشق، ص: 4.
- معروف، هوشيار. (2003). دراسات الجدوى الاقتصادية وتقييم المشروعات. منشورات دار الصفاء، عمان، ص: 289.
- مهنا، محمد أحمد، فيصل وجيه دواي ومازن رجب. (2023). إنشاء خارطة توافق لعدد من أصناف الزيتون المحلية والمدخلة باستخدام طرق فيزيولوجية وجزيئية. رسالة دكتوراه، كلية الزراعة، قسم البساتين، جامعة تشرين. ص: 1-2.
- نقار، عثمان، ومنذر العواد. (2013). أسلوب مقترح للتنبؤ بالسلاسل الزمنية ذات الدور المنتظم (إنتاج الزيتون في سورية)، مجلة جامعة دمشق للعلوم الاقتصادية والقانونية، 29 (3): 309-338.
- FAO. (2016). Agricultural Statistics of the Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.
- Steven K. Thompson. (2012). Sampling. Third Edition, p:59-60.



تقييم الخصائص الفيزيوكيميائية والريولوجية والتصنيعية لبعض أصناف وسلالات أكساد من القمح

Evaluation of the Physicochemical, Rheological, and Technological Properties of Some ACSAD Varieties and Lines of Wheat

د. عبود الصالح⁽¹⁾

Dr. Abboud Alsaleh⁽¹⁾

dr.abboud.alsaleh@gmail.com

<https://doi.org/10.66805/AE-19.1.113129>

Received 27 February 2025; Accepted 12 May 2025

(1) المركز العربي لدراسات المناطق الجافة والأراضي القاحلة/ أكساد، دمشق، سورية.

(1) The Arab Center for the Studies of Arid Zones and Dry Lands/ACSAD, Damascus, Syria.

الملخص

يهدف إجراء دراسة مقارنة للخواص الفيزيوكيميائية والريولوجية والتصنيعية لبعض أصناف وسلالات أكساد من قمح الخبز والقمح الصلب تحت ظروف الزراعة المطرية اختُبرت عينات حبوب صنف قمح الخبز أكساد 1133 وأربع سلالات مبشرة، كما اختُبرت حبوب ثلاثة أصناف قمح صلب وسلالتين مبشرتين ناتجة عن الموسم الزراعي 2022 - 2023، تحت الظروف المطرية في محطة بحوث إزرع التابعة لمنظمة المركز العربي لدراسات المناطق الجافة والأراضي القاحلة (أكساد) في سورية. أظهرت النتائج تميّز المحتوى البروتيني لأصناف أكساد من القمح الصلب بالارتفاع، حيث تراوح بين 13 و15.3%، كما كان المحتوى البروتيني لأصناف أكساد مرتفعاً في قمح الخبز، وتراوح بين 13.2 و15.9%. كانت نسب استخراج الدقيق في أصناف أكساد المدروسة مرتفعة، إذ بلغت بالمتوسط 73% بالمقارنة مع المعايير العالمية التي تبدأ من النسبة 70%، كما كان تحبب ولون ورماد الدقيق في أصناف وسلالات أكساد من قمح الخبز منخفضاً للدقيق بالمقارنة مع الصفات نفسها لدى القمح الصلب ويضاهي معايير المواصفات العالمية. بيّنت الخصائص الفيزيوكيميائية لدقيق أصناف وسلالات القمح المدروسة ارتفاع رقم السقوط، كما لوحظ ارتفاع بروتين الدقيق وجودته من خلال نسب الغلوتين الرطب والجاف ودليل الغلوتين. وتميزت أصناف وسلالات أكساد من قمح الخبز بزمان ثبات عالي للعجين بلغ حتى 4.4 دقيقة، فيما كانت قيم هذه الخاصية أقل لدى أصناف وسلالات القمح الصلب. رغم جودة الخواص الريولوجية للأصناف والسلالات المدروسة من كلا نوعي القمح، لكن أظهرت نتائج الدراسة أن قيم مطاطية العجين وقدرته في أصناف وسلالات القمح الصلب كانت أقل بالمقارنة مع قيم المطاطية والقدرة أصناف وسلالات قمح الخبز، أما بالنسبة إلى مقاومة العجين، فقد كانت أكبر في القمح الصلب بالمقارنة مع قمح الخبز.

الكلمات المفتاحية: القمح، أصناف وسلالات أكساد، الصفات النوعية، الخواص الريولوجية.

Abstract

Grain samples of bread wheat variety ACSAD 1133 and four potential lines, in addition to three durum wheat varieties (ACSAD1105, ACSAD1469, and ACSAD65) and two promising lines were utilized to compare the physicochemical, rheological and technological characteristics under rain-fed conditions. The experiment was carried out during the 2022–2023 cropping season, at Izraa Research Station, which belongs to Arab Center for the Studies of Arid Zones and Dry Lands (ACSAD) in Syria. The protein content of ACSAD durum wheat varieties was slightly higher in the range from 13.2 to 15.9%, although it was still rather high, ranging from 13.3% to 15.3% in bread genotypes. When compared to worldwide norms, which start at 70%, the flour extraction rates in the ACSAD cultivars under study were found to be high at 73%. The ACSAD bread wheat varieties and lines were found to have flour with granulation, color, and ash content that were comparable to international features and lower than those of durum wheat. High starch quality is indicated by a high falling number in the physicochemical properties of the flour of the studied wheat varieties and lines, particularly in durum wheat genotypes. The gluten index and wet and dry gluten ratios also showed high flour protein and quality. Dough stability times of up to 4.4 minutes were high for ACSAD bread wheat types and lines, but they were lower for durum wheat. The results demonstrated that dough elasticity and strength were lower than those of bread wheat were both wheat species had high rheological characteristics. Compared to bread wheat, durum wheat has a stronger dough.

Key words: Wheat, ACSAD Varieties and Lines, Quality Characteristics, Rheological Properties.

المقدمة

إن أهم أنواع القمح المزروعة في مختلف أنحاء العالم هو قمح الخبز *Triticum aestivum*، وهو نوع سداسي الصبيغة الصبغية يُطلق عليه عادةً اسم قمح الخبز، والقمح الصلب *T. turgidum var. durum* الذي هو نوع رباعي الصبيغة الصبغية والمتكيف مع المناخ الجاف والحار. يُعد القمح ثالث أكثر أنواع الحبوب شيوعاً في جميع أنحاء العالم، حيث جرى حصاد أكثر من 800 مليون طن في عام 2023 (FAO, 2023). ومع ذلك، فإن القمح لا ينافس أي محصول حبي في نطاق زراعته الممتد من 67 درجة شمالاً في الدول الأسكندنافية وروسيا إلى 45 درجة جنوباً في الأرجنتين، بما في ذلك المناطق المرتفعة في المناطق الاستوائية وشبه الاستوائية (Feldman, 1995). وهناك طلب متزايد على القمح في أسواق جديدة خارج منطقة تكيفه المناخي، ويستند الطلب العالمي المتزايد للقمح إلى القدرة على صنع منتجات غذائية فريدة من نوعها والاستهلاك المتزايد لهذه المنتجات المصنعة منه، حيث تسمح الخصائص الفريدة للبروتين الغلوتيني بإنتاج الخبز وغيره من السلع المخبوزة والمعكرونة ومجموعة من الأغذية الأخرى (الصالح، 2025a).

يعد القمح الصلب و قمح الخبز نوعان من الحبوب يتكيفان جيداً مع البيئات المتوسطة، حيث يستخدم القمح الصلب بشكل أساسي لإنتاج السميد لصناعة المعكرونة، في حين أن الخبز هو المنتج النهائي الرئيس لدقيق قمح الخبز. يتحمل القمح الصلب إجهادات الحرارة والجفاف بصورة أكبر بالمقارنة مع قمح الخبز ومع إنتاجية أقل (Giunta *et al.*, 2019).

يمكن تحليل المحصول النهائي للحبوب لكل من قمح الخبز والقمح الصلب من حيث تطور ونمو كل من مكونات المحصول المختلفة (عدد السنابل في وحدة المساحة وعدد الحبوب في السنبل، التي تحدد عدد الحبوب في وحدة المساحة، ومتوسط وزن الحبوب) (Slafer and Rawson, 1994; Slafer *et al.*, 2009). يكون وزن الحبوب أعلى بشكل ثابت في القمح الصلب منه في قمح الخبز. في حين أن العكس صحيح بالنسبة إلى عدد الحبوب (Marti and Slafer, 2014) وهذا فرق مهم للتكيف لأن وزن الحبوب يحدده بشكل أساسي بعد الإزهار، في حين يتأثر عدد الحبوب بشكل أكبر بظروف ما قبل الإزهار.

يختلف قمح الخبز والقمح الصلب في نسبة بروتين الحبوب التي تكون أعلى عادةً في القمح الصلب منها في قمح الخبز. ترتبط نسبة البروتين ارتباطاً وثيقاً بالإنتاجية من خلال عدد الحبوب، لأن العدد الأعلى منها مسؤول عن إعطاء محصول مرتفع، والذي يمكن أن يخلق اختلالاً بين مصدر النيتروجين الذي يمثله كمية النيتروجين الممتصة أثناء الإزهار، والنيتروجين المصروف الذي يمثله عدد الحبوب الموضوعة (Acreche and Slafer, 2009). ويجري تأكيد ذلك من خلال المحدودية الكبيرة لمصدر تراكم النيتروجين في حبوب القمح في البيئات المتوسطة، مما يولد علاقة سلبية بين كمية النيتروجين بالملمغ لكل حبة وعدد الحبوب في وحدة المساحة (Martre *et al.*, 2003).

يوفر القمح عالمياً ما يقرب من 20% من إجمالي السعرات الحرارية الغذائية للبشرية و21% من استهلاك البروتين اليومي (Shiferaw *et al.*, 2013). مع زيادة عدد السكان والتحضر الحاصل، يتزايد الاستهلاك والطلب المرتبط بمنتجات الأغذية القائمة على القمح (Peña, 2007)؛ وبالتالي، فإن استدامة إنتاج القمح وجودته أمر مهم لضمان الأمن الغذائي. مع تغير المناخ المستمر والاحتباس الحراري العالمي، أصبحت الظروف المناخية غير المعتادة والضغوط اللاأحيائية أكثر حدة ولا يمكن التنبؤ بها (Le Gouis *et al.*, 2020). تؤثر التغيرات المناخية مثل الحرارة والجفاف والأمطار الغزيرة والتراكيز الجوية العالية لثاني أكسيد الكربون على إنتاج وجودة القمح (Yadav *et al.*, 2020).

تؤثر هذه العوامل سلباً على اقتصاد الغذاء العالمي وجودة القمح، وتعتمد مدى الخسائر على مرحلة نمو النبات المتأثرة وشدة الإجهاد (Wahid *et al.* 2007؛ Lan *et al.* 2022)، لذلك فإن تحديد الطرز الوراثية الأكثر تحملاً للإجهادات اللاأحيائية المختلفة أمر بالغ الأهمية للأمن الغذائي في ظل تغير المناخ المستمر.

من بين الإجهادات اللاأحيائية التي يفرضها تغير المناخ، يُعتقد أن إجهادات الحرارة والجفاف تسبب أكبر ضرر لنمو القمح وتطوره (Mamrutha *et al.*, 2020). لقد جرى تحديد الجفاف أثناء فترة استطالة الساق والإجهاد الحراري أثناء مرحلة ملء الحبوب كعوامل بيئية مهمة بشكل خاص تؤثر على مردود محصول القمح وجودته (Le Gouis *et al.* 2020). يرجع ذلك إلى أن الجفاف والحرارة يضعفان نمو وتطور أعضاء نبات القمح المختلفة ومعدل التمثيل الضوئي والخصوبة وعدد السنابل وملء الحبوب وامتصاص النبات للمغذيات (Hurkman and Wood, 2011; Lan *et al.*, 2022). لقد لوحظت خسائر في الغلة

بسبب الإجهادات الحرارية والجفاف منفردة أو مجتمعة في العديد من البلدان في أوروبا، بما في ذلك فنلندا والسويد وفرنسا وبلجيكا (Kumar *et al*,2020; Le Gouis *et al*, 2020; Lama *et al*, 2022).

تعاني مناطق مثل البحر الأبيض المتوسط وجنوب أوروبا من تأثيرات أعلى للإجهادات الحرارية والجفاف مقارنة بالمناطق الأخرى، مما يتسبب في خسائر اقتصادية وانخفاض في إنتاج الأغذية. يؤدي ارتفاع درجة حرارة الهواء العالمية المتوسطة بمقدار من 1 إلى 3 درجات مئوية إلى انخفاض إنتاج القمح بنسبة تصل إلى 28٪ (Shew *et al*, 2020; Zhang *et al*, 2022). كما لوحظ انخفاض في الغلة بنسبة تصل إلى 40٪ في ظل ظروف الحرارة والجفاف مجتمعة مقارنة بالظروف الممطرة والباردة (Lama *et al*, 2022). يحتاج مصنعو المنتجات الغذائية المختلفة القائمة على القمح، مثل الخبز والمعكرونة إلى دقيق قمح بجودة بروتينية محددة (Johansson *et al*, 2020). تتحدد جودة القمح بشكل أساسي من خلال بروتينه الرئيسي، الغلوتين، الذي غالبًا ما تتأثر كميته وجودته سلبًا بالحرارة والجفاف، فعلى سبيل المثال، يتأثر المحتوى المرتفع نسبيًا من البروتين والغلوتين القوي المطلوب في دقيق خبز القمح بالحرارة الشديدة والإجهادات الجافة (Kuktaite *et al*, 2004; Sattar *et al*, 2020; Lama *et al*, 2022).

هناك أعداد متزايدة من الدراسات حول تأثيرات تغير المناخ على إنتاجية المحاصيل، لكن تأثير نوعية هذه المحاصيل حظيت باهتمام أقل بكثير على الرغم من أن هذا جانب بالغ الأهمية من جوانب الأمن الغذائي. فنسبة بروتين الحبوب ونوعيته سمات مهمة تؤثر على الجودة الغذائية وعلى الاستخدام النهائي لها وكذلك على خصائص الخبز المصنع منها (الصالح، 2022؛ الصالح، 2025a).

يعتمد تركيز بروتين الحبوب والقمح بشكل خاص على مجموعة من العوامل مثل الطراز الوراثي للمحصول والتربة وإدارة المحصول وظروف الطقس (Triboi and Triboi-Blondel, 2001). يزداد تركيز بروتين الحبوب مع الإجهاد الناجم عن الجفاف وارتفاع درجات الحرارة بسبب انخفاض تراكم النشا (Triboi and Triboi-Blondel, 2006).

مبررات وأهداف البحث

نظراً لوقوع معظم أراضي زراعة القمح في منطقتنا العربية في المناطق الجافة وشبه الجافة لذا يتوجب التركيز على حالة المواصفات النوعية للحبوب في ظل ظروف الإجهادات اللاأحيائية كالجفاف والحرارة المرتفعة السائدة بالإضافة إلى الإجهادات الأخرى، لذا أُجريت الدراسة بهدف مقارنة الخصائص الفيزيائية والكيميائية والريولوجية لبعض أصناف وسلالات أكساد من قمح الخبز والقمح الصلب تحت ظروف الزراعة المطرية بهدف تقييم جودتها ومدى ملاءمتها لتصنيع المنتجات الغذائية القائمة على القمح.

مواد وطرائق البحث

استُخدمت عينات حبوب صنف قمح الخبز (*Triticum aestivum* L.) أكساد 1133 وأربع سلالات مباشرة (أكساد 1398 وأكساد 1470 وأكساد 1416 وأكساد 1544)، كما استُخدمت حبوب ثلاثة أصناف قمح صلب (*Triticum durum* L.) (أكساد 65، وأكساد 1469 وأكساد 1105) وسلالتين مبشرتين (أكساد 1675 وأكساد 1729) ناتجة عن الموسم الزراعي

2022 - 2023، تحت الظروف المطرية في محطة بحوث إزرع التابعة لمنظمة المركز العربي لدراسات المناطق الجافة والأراضي القاحلة (أكساد) في سورية، حيث يبلغ متوسط معدّل الهطل المطري السنوي فيها 289 مم، وذلك بهدف تقييم خواصها الفيزيوكيميائية والريولوجية.

طرائق البحث

تحضير العينات

قبل البدء بالاختبارات جرى تنظيف عينات حبوب القمح المستخدمة من الأجرام والشوائب باستخدام غربالين الأول فتحاته (20×2 ملم)، والثاني (1×20 مم)، كما جرى ترطيب الحبوب بعد تنظيفها لرفع المحتوى المائي لقمح الخبز إلى 15%، لمدة 48 ساعة بالنسبة لقمح الخبز، ورفع المحتوى المائي للقمح الصلب إلى 16% ولمدة 72 ساعة عند درجة حرارة الغرفة (20 درجة مئوية)، أضيف ماء الترطيب حسب طريقة جمعية كيميائي الحبوب الأمريكية American Association of Cereal Chemists (AACC) رقم 26-95 (AACC, 2000). ثم طُحنت الحبوب بعد انتهاء فترة التكييف باستعمال مطحنة بوهرل Buhler junior mill لإنتاج الدقيق. يجري حساب نسبة الاستخراج العادية المئوية للدقيق من خلال وزن كمية الدقيق الناتجة من طحن عينة القمح بعد التنظيف، أما فيما يتعلق بالاستخراج السكري فيضاف إلى الدقيق النخالة الناعمة والناتجة عن عملية الطحن مما يزيد من النسبة المئوية للاستخراج.

الاختبارات الفيزيائية للحبوب

1- الوزن النوعي: قدر الوزن النوعي لأصناف الحبوب المختبرة باستعمال جهاز Hectoliter Weight, Type 96007 ذي الحجم 250 سم³، بثلاثة مكررات لكل عينة.

2- وزن ألف حبة: تم تقدير وزن ألف حبة عن طريق عد 200 حبة من كل عينة بعد تنظيفها ووزنها ثم حساب وزن الألف حبة وتكرار ذلك لثلاث مرات وتسجيل النتائج كمتوسطات.

3- بللورية الحبوب: قدرت بللورية الحبوب باستخدام جهاز Farinotome de Pohl بستة مكررات (الصالح، 1995).

الاختبارات الكيميائية للحبوب

1- المحتوى المائي: جرى تقدير المحتوى المائي لعينات الدقيق وفقاً لطريقة AACC رقم 44-A15 (AACC, 2000).

2- تحبب الدقيق: نُخلت كمية محددة من الدقيق بواسطة منخل هزاز آلي يحتوي على عدة مناخل تفصل الدقيق إلى مجموعات حسب أقطار الحبيبات خلال فترة زمنية محددة، وجرى الاختبار باستخدام 50 غرام دقيق وضعت فوق المنخل العلوي مع وضع كرات مطاطية للتجانس، وتبلغ فتحات المنخل العلوي 265 ميكرونًا، أما السفلي 112 ميكرونًا، جرى النخل لمدة 5 دقائق ثم وُزن الدقيق المتبقي فوق المنخل العلوي (التحبب 1) والسفلي (التحبب 2) وحسبت نسبة التحبب (الصالح، 1995).

3- لون الدقيق: جرى قياس لون الدقيق باستخدام جهاز Satake Colour Grader PCGA Series 4 وفقاً لطريقة (Wang et al., 2017).

4- حموضة الدقيق: قدرت حموضة الدقيق بطريقة AACC ذات الرقم 02-02 (AACC, 2000).

5- المحتوى البروتيني: جرى تقدير المحتوى البروتيني بطريقة كلداهل Crude Protein Improved Kjeldahl بحسب طريقة AACC 46-10 وذلك باعتماد معامل التحويل $N \times 5.7$ (AACC, 2000).

6- نوعية وكمية الغلوتين: قُدرت النسبة المئوية للغلوتين الرطب والجاف ودليل الغلوتين حسب طريقة AACC رقم 12-38 A، (AACC, 2000) باستخدام جهاز غسيل الغلوتين Perten Glutomatic Chambers 2200. حيث تغسل عينة الدقيق من النشاء والبروتينات الذوابة بواسطة محلول كلوريد الصوديوم 2.5%، ثم تُؤخذ كتلة البروتين المتبقية ويُجمع الجزء المتبقي فوق المنخل ويوزن ويحسب دليل الغلوتين وفقا لما يلي:

$$\text{دليل الغلوتين} = \frac{\text{وزن الغلوتين المتبقي فوق المنخل}}{\text{وزن الغلوتين الكلي}} \times 100$$

أما نسبة الغلوتين الجاف فتحسب بعد عملية تجفيف العينة بمجفف خاص.

7- رقم السقوط: اختُبر رقم السقوط بحسب طريقة AACC رقم 56-81B (AACC, 2000) باستخدام جهاز Hagberg Falling Number (Perten Instruments AB, Sweden).

8- الرماد: قدرت نسبة الرماد بحسب طريقة AACC رقم 01-08 (AACC, 2000).

اختبارات الدقيق الريولوجية

1- الفارينوغراف: أُجريت الاختبارات على الدقيق باستخدام جهاز الفارينوغراف بحسب طريقة AACC رقم 54-21 (AACC, 2000)، ومن خلال مخططات الفارينوغرام لكل عينة سُجلت المعطيات التالية: نسبة امتصاص الماء وزمن تكون العجين وزمن ثبات العجين وضعف العجين من مخطط الفارينوغرام والرقم الفالوريمتري ويحسب بواسطة مسطرة خاصة Valorimeter مدرجة من صفر إلى مائة من شركة Brabender وقيم الفالوريمتري تعبر عن إجمالي القراءات السابقة كالثبات والضعف والقيم المرتفعة منه تدل على جودة العجين أما القيم المنخفضة فتدل على سوء العجين.

2- الأكستنسوغراف: جرى اختبار عينات الدقيق المختلفة باستخدام جهاز الأكستنسوغراف وذلك وفقاً لطريقة AACC رقم 54-10 (AACC, 2010)، ومن خلال مخططات الأكستنسوغرام سُجلت المعايير التالية: قدرة العجين ومقاومة العجين للشد ومقاومة العجين العظمى للشد بالإضافة إلى مرونة ومطاطية العجين.

التحليل الإحصائي

أُجريت جميع التحاليل على ثلاثة مكررات وحُللت إحصائياً باستخدام برنامج Genstat 12. أُجري اختبار تحليل التباين (ANOVA) باستخدام تحليل One way ANOVA، ثم تُبعت بحساب قيم أقل فرق معنوي LSD بين المتغيرات عند مستوى المعنوية 5%، ومعامل التباين (CV%) لكل صفة مدروسة.

النتائج والمناقشة

يظهر الجدول (1)، أن الوزن النوعي لأصناف وسلالات أكساد من القمح الصلب يتراوح بين 78 و81 كغ/هكتولتر وكان في المتوسط 79.8 كغ/هكتولتر، أما بالنسبة إلى الوزن النوعي لأصناف وسلالات أكساد من قمح الخبز فقد تراوح بين 79 و80 كغ/هكتولتر، باستثناء السلالة المباشرة أكساد 1544 التي بلغ وزنها النوعي 82 كغ/هكتولتر وبمتوسط قدره 80.3 كغ/هكتولتر، وبالنسبة إلى اختبار وزن الألف حبة، فقد تراوح بين 40 و43 غرام وبمتوسط 41.6 غرام لسلالات وأصناف من القمح الصلب باستثناء أكساد 65 الذي كان وزن ألف حبة له 39 غرام فقط، وهي بالمجمل متقاربة مع وزن ألف حبة لأصناف وسلالات أكساد من قمح الخبز التي كانت في المتوسط بحدود 41.8 غرام باستثناء السلالة المباشرة 1544 ذات وزن ألف حبة الأعلى (45 غرام). لقد كانت درجة البلورية لأصناف وسلالات أكساد من القمح الصلب عالية، حيث تراوحت بين 91 و99%، وبمتوسط قدره 95.4% وهي أعلى بالمقارنة بدرجات بلورية سلالات وأصناف أكساد من قمح الخبز رغم ارتفاعها التي تراوحت قيمها بين 79 و97%، وبلغ متوسطها 84%، وتعد الصفات الفيزيائية السابقة الذكر لأصناف أكساد من كلا نوعي القمح متميزة وتضاهي الكثير من أصناف القمح المزروعة في البيئات الجافة. فيما يتعلق بالمحتوى المائي لسلالات وأصناف أكساد من كلا نوعي القمح فقد كانت متقاربة بمتوسط قدره 10.6%، ويعزى ذلك لزراعتها تحت نفس الظروف البيئية (الصالح، 1995).

الجدول 1. الخصائص الفيزيوكيميائية لأصناف وسلالات قمح الخبز والقمح الصلب المدروسة

المحتوى البروتيني (%)	المحتوى المائي (%)	درجة البلورية (%)	وزن الألف حبة (غ)	الوزن النوعي (كغ.هـ.ل ⁻¹)	الصفة الطرز الوراثية
15.9 a	10.4 ab	79.0 f	40.0 a	80.0 abc	أكساد 1133
15.1 b	11.1 d	95.0 bcd	41.0 bcde	80.7 abc	أكساد 1398
13.2 e	10.5 bc	97.0 abc	41.0 bcde	79.0 bc	أكساد 1470
13.8 d	11.1d	94.0 cde	42.0 bcd	80.0 abc	أكساد 1416
12.2 f	10.7 c	91.0 e	45.0 a	82.0 a	أكساد 1544
14	10.8	84	41.8	80.3	المتوسط
14.4 c	10.2 a	98 ab	39.0 e	78 c	أكساد 65
13.9 d	10.5 bc	91 e	43.0 abcd	80 abc	أكساد 1469
15.3 b	10.5 bc	99 a	43.0 ab	80 abc	أكساد 1105
13.6 d	10.6 bc	95 bcd	40.0 de	81 ab	أكساد 1729
13.0 e	10.5 bc	94 de	43.0 abc	80 abc	أكساد 1675
14	10.5	95.4	41.6	79.8	المتوسط
0.20	0.15	1.69	1.61	1.44	L.S. D 5%
0.2	0.5	0.6	0.4	0.1	C.V مكررات

تظهر نتائج تحاليل المحتوى البروتيني لأصناف وسلالات أكساد من القمح الصلب ارتفاعاً، حيث تراوحت قيمه بين 13.0% و15.3% وبمتوسط مقداره 14%، أما بالنسبة إلى قمح الخبز فقد تراوحت نسبته بين 13.2% و15.9% باستثناء السلالة 1544 التي انخفض محتواها البروتيني إلى 12.2% فقط، وبمتوسط للعينات المدروسة قدره 14% أيضاً، ما يجعل

أصناف أكساد تضاوي من حيث المحتوى البروتيني أصناف القمح العالمية مما يؤهلها للاستخدام في كافة الصناعات الغذائية التي تعتمد على القمح، ويعود ذلك إلى ظروف البيئة الجافة التي تمت فيها الزراعة (الصالح، 2025b).

تبين نتائج الجدول (2)، أن نسبة الاستخراج لأصناف وسلالات أكساد المدروسة من قمح الخبز كانت مرتفعة بالمقارنة مع المعايير العالمية التي تبدأ من النسبة 70%، حيث بلغت في المتوسط 72.7% (Peterson *et al.*, 1983)، وكان أعلاها نسبة استخراج السلالتين أكساد 1398 وأكساد 1416 والتي بلغت 74%. أما بالنسبة إلى القمح الصلب فقد بلغ متوسط نسبة الاستخراج 72.4%، وكانت السلالة 1675 هي الأفضل من حيث نسبة الاستخراج (74%)، وفيما يتعلق بنسبة الاستخراج بعد إضافة النخالة السكرية فقد ارتفعت إلى 90% في المتوسط لكافة الأصناف والسلالات من نوعي القمح، وتميز كل من صنفَي أكساد 65 وأكساد 1469 وسلالة أكساد 1675 بنسبة استخراج عالية بلغت حوالي 92%.

الجدول 2. نتائج عملية طحن عينات أصناف وسلالات قمح الخبز والقمح الصلب المدروسة

الاستخراج مع السكرية %	الاستخراج العادي %	النخالة العادية (غ)	النخالة السكرية (غ)	وزن الدقيق (غ)	وزن القمح (غ)	الصفة / الطرز الوراثية
84 e	70 d	155 d	455 i	2340 h	3350 j	أكساد 1133
89 cd	74 a	140 f	600 h	2850 f	3880 f	أكساد 1398
90 bcd	72 bc	180 b	770 c	2990 d	4180 d	أكساد 1470
91 abc	74 a	105 i	810 b	3478 a	4700 b	أكساد 1416
90 bcd	73.3 ab	160 c	660 f	2930 e	4000 e	أكساد 1544
88.8	72.7	148	659	2916.6	3922	المتوسط
92.1 ab	72.1 bc	105 i	750 d	2700 g	3750 h	أكساد 65
92.1 ab	71.7 bcd	130 g	924 a	3250 g	4532 c	أكساد 1469
90.1 bcd	73.0 ab	120 h	620 g	2710 d	3700 i	أكساد 1105
88.1 d	71.0 cd	149 e	810 b	3400 b	4780 a	أكساد 1729
92.6 a	74.0 a	190 a	720 e	2850 f	3853 g	أكساد 1675
91	72.4	138.8	764.8	2982	4123	المتوسط
1.34	0.91	2.30	6.75	8.95	7.20	L.S. D 5%
0.3	0.6	0.3	0.3	0.1	0.1	CV مكررات

بينت الخصائص الفيزيوكيميائية لدقيق أصناف وسلالات أكساد من قمح الخبز والقمح الصلب (الجدول 3) ارتفاع نسبة التحبب على المنخل العلوي التي كان متوسطها 99.6% لقمح الخبز و99.4% للقمح الصلب، كما كان متوسطها على المنخل الثاني 50.4% لقمح الخبز و34.5% للقمح الصلب، مما يدل على جودة الدقيق الناتج من أصناف وسلالات أكساد. وفيما يتعلق برماد دقيق أصناف وسلالات القمح الصلب فقد كان متوسطها 1.25%، وهو أعلى من متوسط الرماد في أصناف وسلالات قمح الخبز الذي كان متوسطه 1.06%، أي أن رماد دقيق القمح الصلب يكون مرتفعاً بالمقارنة مع رماد دقيق قمح الخبز وهذه النتائج تتماشى مع ما توصل إليه (Ciudad-Mulero *et al.*, 2021).

كان لون الدقيق الناتج عن عمليات الطحن ممتازاً لكلا نوعي القمح، وبلغ في المتوسط لسلاسل وأصناف أكساد من قمح الخبز 2.02 درجة، و2.67 درجة للقمح الصلب، ومع ذلك فقد كان لون الدقيق لأصناف سلاسل أكساد من قمح الخبز أكثر ابيضاضاً منه في القمح الصلب لاحتواء الأخير على نسبة أعلى من أصبغة الكاروتين والكارانثوفيل، وهذا يتوافق مع نتائج العديد من الدراسات السابقة (Ficco Donatella *et al.*, 2014; Colasuonno *et al.*, 2019). بلغ متوسط حموضة دقيق قمح الخبز 1.82 درجة ولدقيق القمح الصلب 1.94 درجة، وهي متقاربة وتقع ضمن المعدل الطبيعي لدى نوعي القمح ولا تُعبر عن نشاط أنزيمي عالي (Kechkin *et al.*, 2020).

الجدول 3. الخصائص الفيزيوكيميائية لدقيق أصناف وسلاسل قمح الخبز والقمح الصلب المدروسة

الحموضة	اللون	الرماد	التحيب 2	التحيب 1%	الصفة الطرز الوراثية
2.0 ab	3.3 a	1.08 de	63.0 a	99.3 a	أكساد 1133
1.5 c	2.0 cd	1.04 e	43.0 d	99.6 a	أكساد 1398
2.0 ab	2.1 c	1.09 cde	49.0 bc	99.7 a	أكساد 1470
1.7 bc	1.4 de	1.02 e	49.6 b	99.7 a	أكساد 1416
1.9 ab	1.3 e	1.05 de	47.5 c	99.8 a	أكساد 1544
1.82	2.02	1.06	50.4	99.6	المتوسط
1.90 ab	2.77 ab	1.17 bc	33.0 fg	99.3 a	أكساد 65
2.10 a	2.00 cd	1.13 bcd	34.5 ef	99.5 a	أكساد 1469
2.00 ab	3.37 a	1.33 a	31.3 gh	99.3 a	أكساد 1105
1.70 bc	2.40 bc	1.40 a	30.6 h	99.5 a	أكساد 1729
2.00 ab	2.80 ab	1.20 b	34.8 e	99.3 a	أكساد 1675
1.94	2.67	1.25	34.5	99.4	المتوسط
0.17	0.36	0.04	1.0	0.39	L.S. D 5%
1.9	5.2	1.0	0.5	0.1	CV مكررات

بينت دراسة خصائص بروتين وغلوتين الدقيق لأصناف وسلاسل أكساد من قمح الخبز والقمح الصلب (الجدول 4) ارتفاع المحتوى البروتيني للدقيق الناتج، ويعود ذلك لارتفاع نسبة البروتين في القمح المستخدم في الطحن، حيث بلغ متوسطه 13% لقمح الخبز و13.6% للقمح الصلب، أما بالنسبة إلى الغلوتين الرطب فقد كان متوسطه 32.7% لأصناف وسلاسل قمح الخبز و34.3% للقمح الصلب، وهو أعلى من سابقه للارتباط الوثيق بين نسب الغلوتين الرطب مع نسب بروتين الدقيق المستخرج منه، وتميزت سلالة أكساد 1398 من قمح الخبز بنسبة غلوتين مرتفعة بلغت 44%، كما تميز الصنف أكساد 1105 من القمح الصلب بارتفاع نسبة الغلوتين الرطب، حيث بلغت 40%، أما بالنسبة إلى الغلوتين الجاف فقد تماشت نتائجه مع نتائج الغلوتين الرطب نظراً لأنه ناتج عن عملية تجفيف الغلوتين الرطب فقط.

يعبر مصطلح دليل الغلوتين Gluten Index عن جودة الغلوتين، حيث إن ارتفاعه يدل على نوعية مميزة لخواصه الكيميائية، وهو مؤشر هام لنوعية العجين وخصائصه الريولوجية، وقد بلغ متوسط دليل الغلوتين للعينات المدروسة من قمح الخبز 64.7%، وتميزت السلالة أكساد 1416 من قمح الخبز بدليل غلوتين عالٍ بلغ 87%، كما تميزت السلالة 1729 من

القمح الصلب بارتفاع دليل الغلوتين ليصل 92.7%، أما متوسط دليل الغلوتين للقمح الصلب المدروسة فكان 70.5%، وهو أعلى من دليل الغلوتين لدى قمح الخبز (64.7%)، وهذا يتوافق مع (Maria Ciudad-Mulero *et al.*, 2021). أما فيما يتعلق برقم السقوط فقد كان متوسطه للعينات المدروسة من قمح الخبز 458 ثانية، وللقمح الصلب 421 ثانية، وهذا يدل أن النشاط الأميليزي في كافة السلالات والأصناف المدروسة كان منخفضاً، ويعود ذلك إلى الجفاف السائد أثناء فترة الحصاد، كما كان رقم السقوط لبعض السلالات مرتفعاً جداً، حيث بلغ 545 ثانية لدى سلالة أكساد 1544 من قمح الخبز، وكذلك للسلالة أكساد 1675 حيث بلغ 510 ثانية وذلك نتيجة الجفاف أثناء فترة الحصاد.

الجدول 4. خصائص بروتين وغلوتين دقيق أصناف وسلالات قمح الخبز والقمح الصلب المدروسة

رقم السقوط (ثا)	دليل الغلوتين	الغلوتين الجاف %	الغلوتين الرطب %	بروتين الدقيق %	الصفة الطرز الوراثية
369 ef	48.0 g	11.5 cd	33.0 cd	14.4 ab	أكساد 1133
438 d	56.1 f	15.1 a	44.1 a	14.2 abc	أكساد 1398
495 b	54.5 f	11.3 de	32.1 d	12.6 d	أكساد 1470
444 d	87.0 b	10.3 fg	28.5 e	12.6 d	أكساد 1416
545 a	77.7 cd	9.5 g	26.0 f	11.1 e	أكساد 1544
458	64.7	11.5	32.7	13	المتوسط
382.7 e	64.5 e	13.0 b	35.0 c	13.6 abcd	أكساد 65
365.0 f	74.3 d	12.4 bc	34.5 c	13.5 bcd	أكساد 1469
384.3 e	39.6 h	12.5 b	39.5 b	14.7 a	أكساد 1105
461.7 c	92.7 a	12.2 bc	33.6 cd	13.1 cd	أكساد 1729
510.0 b	81.1 c	10.5 ef	29.0 e	13.1 cd	أكساد 1675
421	70.5	12.2	34.3	13.6	المتوسط
8.7	2.1	0.48	1.17	0.64	L.S. D 5%
0.3	0.2	0.8	0.3	0.9	مكررات CV

يظهر الجدول (5) نتائج الخواص الريولوجية لدقيق أصناف وسلالات قمح الخبز والقمح الصلب المدروسة باستخدام الفارينوغراف، والتي تبين أن متوسط امتصاص الماء لكل من الأصناف والسلالات المدروسة من قمح الخبز بلغ 62%، بينما كان متوسط امتصاص الماء لأصناف وسلالات أكساد من القمح الصلب مرتفعاً حيث بلغ 67.3%، ويعزى ذلك لكمية ونوعية بروتين القمح الصلب (Lindahl and Eliasson, 1992) (الصالح، 2025b). بلغ متوسط زمن تكون العجين لأصناف وسلالات قمح الخبز 4.3 دقيقة، وهو أعلى بالمقارنة مع متوسط زمن التكون للقمح الصلب (3.2 دقيقة) وكان زمن التكون لدى السلالة أكساد 1398 من قمح الخبز عالياً جداً حيث وصل إلى 6 دقائق.

أما بالنسبة إلى زمن ثبات العجين فقد كان في المتوسط لعينات قمح الخبز المدروسة 3.75 دقيقة، وتميزت السلالة 1470 من بين أصناف وسلالات أكساد من قمح الخبز، حيث بلغ زمن ثباتها 4.4 دقيقة، أما أصناف وسلالات القمح الصلب فقد كان الصنف أكساد 1105 هو الأفضل من حيث ثبات العجين الذي بلغ 3.4 دقيقة، وكان متوسط الثبات 2.7 دقيقة.

أظهرت النتائج أن ضعف العجين لدى أصناف وسلالات القمح الصلب قد بلغ 85.8 BU وكان أكبر من ضعف العجين لدى سلالات وأصناف قمح الخبز الذي بلغ متوسطه 61 BU فقط.

لقد كان متوسط قيم الفالوريمتري للعينات المدروسة من قمح الخبز 56.5، وقد تميزت السلالتين أكساد 1398 وأكساد 1544 بقيمه مرتفعة بلغت 62.3 لكليهما، أما بالنسبة لأصناف وسلالات أكساد من القمح الصلب فقد كان أفضلها أكساد 65، حيث بلغت قيمة الفالوريمتري له 52، أما متوسط قيم الفالوريمتري لعينات القمح الصلب فقد كان 49.

الجدول 5. نتائج الخواص الريولوجية لدقيق أصناف وسلالات قمح الخبز والقمح الصلب المدروسة باستخدام الفارينوغراف

الفالوريمتري	الضعف (BU)	زمن الثبات (د)	زمن التكون (د)	امتصاص الماء (%)	الصفة / الطرز الوراثية
52.0 bc	59.7 d	3.0 cd	3.9 c	58.8 e	أكساد 1133
62.3 a	59.0 d	3.2 bc	6.0 a	64.0 cd	أكساد 1398
55.0 b	59.0 d	4.4 a	4.4 b	62.1 d	أكساد 1470
51.0 bcd	68.3 c	4.1 a	4.2 bc	62.0 d	أكساد 1416
62.3 a	58.7 d	4.1 a	3.0 d	62.7 d	أكساد 1544
56.5	61	3.75	4.3	62	المتوسط
52.0 bc	78.3 b	3.0 bcd	4.2 d	66.0 bc	أكساد 65
51.0 bcd	78.0 b	2.6 de	3.2 d	66.5 ab	أكساد 1469
49.0 cde	78.0 b	3.4 b	3.1 d	68.5 a	أكساد 1105
45.3 e	95.0 a	2.1 f	2.6 e	67.8 ab	أكساد 1729
47.7 de	100.0 a	2.2 ef	2.5 e	67.7 ab	أكساد 1675
49	85.8	2.7	3.2	67.3	المتوسط
2.3	4.5	0.25	0.2	1.3	L.S. D 5%
0.9	2.1	1.1	1.0	0.7	مكررات CV

أظهرت نتائج دراسة الخواص الريولوجية لدقيق أصناف وسلالات قمح الخبز المدروسة باستخدام الأكستنسوغراف (الجدول 6)، أن متوسط مطاطية العجين لهذه العينات 137.5 مم، وكانت قيمة المطاطية الأعلى لسلالة أكساد 1398 التي بلغت 162 مم، وبالنسبة لأصناف وسلالات القمح الصلب فقد كان متوسط مطاطيتها 127 مم، وهو أقل بالمقارنة مع قيم المطاطية لقمح الخبز، وهذا يتوافق مع (Ji-chun *et al.*, 2007) (الصالح، 2025a).

وفيما يتعلق بنتائج مقاومة العجين للشد لعينات قمح الخبز، فقد بلغ متوسطه 342.4 BU، وقد أظهرت السلالة أكساد 1544 المقاومة الأكبر حيث بلغت 408 BU، أما بالنسبة إلى أصناف وسلالات أكساد من القمح الصلب فقد كان الصنف أكساد 65 ذو القيمة الأعلى (375 BU)، وبمتوسط للعينات المدروسة قدره 273 BU، تواءمت قيم المقاومة العظمى للشد في كافة العينات مع مقاومة الشد لكل عينة سواء كان ارتفاعاً أو انخفاضاً.

من خلال الرقم النسبي الذي ينتج عن قسمة قيمة مطاطية العجين على قيمة مقاومته للشد، يظهر لنا قيم جيدة بالنسبة إلى عينات قمح الخبز الملائمة لتصنيع الخبز بكافة أنواعه وكانت في المتوسط 2.8، أما بالنسبة إلى قيم الرقم النسبي

للقمح الصلب فقد كانت أقل (1.6)، ولكنها تنسجم مع استخدامات القمح الصلب في الصناعة الغذائية كالمعكرونة (Cecchini *et al.*, 2021).

تظهر قدرة العجين لأصناف وسلالات قمح الخبز (63 سم²) قيمًا أعلى بالمقارنة مع قدرة سلالات وأصناف القمح الصلب (47 سم²) وهذا يعود إلى ارتفاع مطاطية العجين لدى عينات قمح الخبز بدرجة أكبر من عينات القمح الصلب. الجدول 6. نتائج الخواص الريولوجية لدقيق أصناف وسلالات قمح الخبز المدروسة والقمح الصلب باستخدام الأكستنسوغراف

القدرة (سم ²)	الرقم النسبي	المقاومة العظمى (BU)	مقاومة الشد (BU)	المطاطية (ملم)	الصفة / الطرز الوراثية
77 a	3.5 a	333 de	331 c	131.7 cd	أكساد 1133
73 b	2.1 ef	377 c	326 cd	162.0 a	أكساد 1398
57 d	2.4 de	343 d	322 d	141.0 b	أكساد 1470
46 f	2.7 cd	329 e	325 cd	121.7 e	أكساد 1416
62 c	3.2 ab	428 a	408 a	131.0 cd	أكساد 1544
63	2.8	362	342.4	137.5	المتوسط
63 c	2.9 bc	405 b	375 b	131.7 cd	أكساد 65
40 g	2.3 e	292 f	292 e	128.0 d	أكساد 1469
52 e	2.2 e	245 g	244 f	113.3 f	أكساد 1105
35 h	1.6 g	230 h	222 h	136.0 bc	أكساد 1729
46 f	1.8 fg	231 h	232 g	127.0 d	أكساد 1675
47	1.6	281	273	127	المتوسط
1.8	0.2	7.0	3.8	2.9	L.S. D 5%
0.8	2.2	0.2	0.6	0.4	مكررات CV

الاستنتاجات

- تميزت أصناف وسلالات أكساد المدروسة في صفاتها الفيزيائية بشكل عام، لكن الوزن النوعي ووزن ألف حبة والبللورية لأصناف وسلالات أكساد من القمح الصلب كانت أعلى في هذه الصفات منها لدى أصناف وسلالات أكساد من قمح الخبز.
- تميز المحتوى البروتيني لأصناف أكساد من القمح الصلب بالارتفاع حيث تراوح بين 13 و15.3%، كما كان المحتوى البروتيني لأصناف أكساد مرتفعًا في قمح الخبز وتراوح بين 13.2 و15.9% مما يؤهلها للاستعمال في الصناعات الغذائية التي تعتمد على القمح.
- كانت نسب الاستخراج في أصناف أكساد المدروسة سواءً بدون النخالة السكرية أو بعد إضافتها إلى الدقيق مرتفعة، أما بالنسبة إلى نسبة الاستخراج بعد إضافة النخالة السكرية لكافة الأصناف والسلالات ولكنها كانت أعلى لدى أصناف وسلالات قمح الخبز بالمقارنة مع القمح الصلب، كما كان تحبب ولون ورماد الدقيق لكافة أصناف وسلالات أكساد منخفضًا ويضاهي معايير المواصفات العالمية للدقيق وكانت مواصفات دقيق قمح الخبز أفضل من القمح الصلب.

- إن نسبة رماد الدقيق في كلا نوعي القمح منخفضة وقد بلغ بالمتوسط 1.15% وكانت نسبة الرماد في أصناف وسلالات القمح الصلب أعلى منه بالمقارنة مع أصناف وسلالات قمح الخبز.
- بينت الخصائص الفيزيوكيميائية لدقيق أصناف وسلالات القمح المدروسة ارتفاع رقم السقوط، الذي يدل على ضعف النشاط الأنزيمي الأميليزي، وهذا يدل على ارتفاع جودة النشاء وعدم تضرره، وهي صفة مرغوبة عند تصنيع الخبز، حيث يجب أن يتجاوز رقم السقوط 250 ثانية، وقد تحقق ذلك في جميع الأصناف المدروسة التي تميزت بمتوسط قدره 440 ثانية، كما لوحظ ارتفاع بروتين الدقيق وجودته من خلال نسب الغلوتين الرطب والجاف ودليل الغلوتين.
- تميزت أصناف وسلالات أكساد من قمح الخبز بزمن ثبات عالي للعجين بلغ حتى 4.4 دقيقة، فيما كانت قيم هذه الخاصية أقل لدى أصناف وسلالات القمح الصلب.
- رغم جودة الخواص الريولوجية للأصناف والسلالات المدروسة من كلا نوعي القمح، لكن نتائج الدراسة أظهرت أن قيم مطاطية العجين وقدرته أقل بالمقارنة مع قيم المطاطية والقدرة لقمح الخبز، أما بالنسبة إلى مقاومة العجين فقد كانت أكبر في القمح الصلب مقارنة مع قمح الخبز.

شكر وتقدير

أتوجه بالشكر الجزيل للمركز العربي لدراسات المناطق الجافة والأراضي القاحلة (أكساد)، وللسورية للحبوب لتوفير الإمكانيات والتجهيزات التي ساهمت في تنفيذ البحث.

المراجع

- الصالح، عبود. (1995). تكنولوجيا الحبوب، منشورات جامعة حلب، ص 13-37.
- الصالح، عبود. (2022). دراسة الخواص الفيزيوكيميائية والريولوجية لبعض أصناف أكساد من القمح الطري والقاسي تحت ظروف الزراعة المطرية. المجلة العربية للبيئات الجافة. المركز العربي لدراسات المناطق الجافة والأراضي القاحلة (أكساد)، 15(1-2) 10-1.
- الصالح، عبود. (2025a). دراسة الخواص الفيزيوكيميائية والريولوجية والتكنولوجية لبعض أصناف وسلالات أكساد من القمح الصلب تحت ظروف الزراعة المطرية. المجلة العربية للبيئات الجافة. المركز العربي لدراسات المناطق الجافة والأراضي القاحلة (أكساد)، 18(1)، 99-119.
- الصالح، عبود. (2025b). دراسة الخواص الفيزيوكيميائية والريولوجية والتكنولوجية لبعض أصناف وسلالات أكساد من قمح الخبز تحت ظروف الزراعة المطرية. المجلة العربية للبيئات الجافة. المركز العربي لدراسات المناطق الجافة والأراضي القاحلة (أكساد)، 18 (2)، 60-81.
- AACC. (2000). Approved Methods of the AACC, 10th edn. Methods 44-15A, 08-01, 46-10, 38-12A, 54-21, 54-10. St Paul, MN. AACC.

- AACC. (2010). Approved Methods of the American Association of Cereal Chemists. AACCI Method 26-95.01, 38-12.02, 44-15.02, 46-10.01 and 55-10.01. Approved Methods of Analyses 11th Edition, The Association: St. Paul, MN.
- Acreche, M.M., Slafer, G.A. (2009). Variation of grain nitrogen content in relation with grain yield in old and modern Spanish wheats grown under a wide range of agronomic conditions in a Mediterranean region. *J. Agric. Sci.* 147, 657-667.
- Al-Saleh and C. S. Brennan. (2012). "Bread wheat quality: some physical, chemical and rheological characteristics of Syrian and English bread wheat samples," *Foods*, vol. 1, pp. 3-17.
- Brankovic, G., Dodig, D., Pajic, V., Kandic, V., Knezevic, D., Đuric, N., Zivanovic, T. (2018). Genetic parameters of *Triticum aestivum* and *Triticum durum* for technological quality properties in Serbia. *Zemdirbyste Agric.* 105, 39-48.
- Cecchini, C., Bresciani, A., Menesatti, P., Pagani, M. A., & Marti, A. (2021). Assessing the Rheological Properties of Durum Wheat Semolina: A Review. *Foods*. 10 (12): 2947.
- Ciudad-Mulero, M., Matallana-González, M. C., Callejo, M. J., Carrillo, J. M., Morales, P., & Fernandez-Ruiz, V. 2021. Durum and Bread Wheat Flours. Preliminary Mineral Characterization and Its Potential Health Claims. *Agronomy*, 11(1), 108.
- Colasuonno P, Marcotuli I, Blanco A, Maccaferri M, Condorelli GE, Tuberosa R, Parada R, de Camargo AC, Schwember AR, Gadaleta A. (2019). Carotenoid Pigment Content in Durum Wheat (*Triticum turgidum* L. var *durum*): An Overview of Quantitative Trait Loci and Candidate Genes. *Front Plant Sci.* 7; 10:1347.
- FAO. (2023). FAOSTAT statistical database. Available at: <https://www.fao.org/faostat>
- Ficco Donatella B. M., Mastrangelo Anna M., Trono Daniela, Borrelli Grazia M., De Vita Pasquale, Fares Clara, Beleggia Romina, Platani Cristiano, Papa Roberto. (2014). The colors of durum wheat: a review. *Crop and Pasture Science* 65, 1-15.
- Feldman, M. (1995). Wheats. In J. Smartt, N. W. Simmonds, eds. *Evolution of crop plants*. Longman Scientific and Technical, Harlow, UK. Pp. 185-192.
- Giunta, F., Pruneddu, G., & Motzo, R. (2019). Grain yield and grain protein of old and modern durum wheat cultivars grown under different cropping systems. *Field Crops Research*, 230, 107-120.
- Hare, R. (2017). Durum wheat: Grain-quality characteristics and management of quality requirements. In C. Wrigley, I. Batey, & D. Miskelly (Eds.), *Cereal grains: Assessing and managing quality*. Elsevier Ltd. Second Ed, pp. 135-151,

- Hurkman W. J. and D.F. Wood. (2011). High temperature during grain fill alters the morphology of protein and starch deposits in the starchy endosperm cells of developing wheat (*Triticum aestivum* L.) grain, Journal of agricultural and food chemistry, 59(9),4938-4946.
- Johansson, E., Branlard, G., Cuniberti, M., Flagella, Z., Hüskén, A., Nurit, E., *et al.* (2020). "Genotypic and environmental effects on wheat technological and nutritional quality," in Wheat quality for improving processing and human health (Springer), 171- 204.
- Ji-chun, T. I. A. N., Rui-Bo, H. U., Zhi-ying, D. E. N. G., & Yan-Xun, W. (2007). The variation and stability analysis of wheat dough stability time. Agricultural Sciences in China, 6(2), 143-149.
- Kechkin, V. A. Ermolaev, M. V. Ivanov, A. I. Romanenko E.A.Gurkovskaya. (2020). Dependence of fat acidity value on wheat grain storage conditions. BIO Web Conf. 17 00107
- Kumar, D., Kushwaha, S., Delvento, C., Liatukas, Z., Vivekanand, V., Svensson, J. T., Henriksson, T., Brazauskas, G., & Chawade, A. (2020). Affordable Phenotyping of Winter Wheat under Field and Controlled Conditions for Drought Tolerance. Agronomy, 10(6), 882.
- Kuktaite, R., Larsson, H., and Johansson, E. (2004). Variation in protein composition of wheat flour and its relationship to dough mixing behavior. J. Cereal Sci. 40 (1), 31- 39.
- Lama, S.; Kuzmenkova, M.; Vallenback, P.; Kuktaite, R. (2022). Striving for Stability in the Dough Mixing Quality of Spring Wheat under the Influence of Prolonged Heat and Drought. Plants, 11, 2662-2677.
- Le Gouis, J., Oury, F. X., & Charmet, G. (2020). How changes in climate and agricultural practices influenced wheat production in Western Europe. Journal of Cereal Science, 93, 102960.
- Lan, Y., Chawade, A., Kuktaite, R., & Johansson, E. (2022). Climate change impact on wheat performance effects on vigor, plant traits and yield from early and late drought stress in diverse lines. International journal of molecular sciences, 23(6), 3333.
- Lindahl L. and A. C. Eliasson. (1992). A Comparison of Some Rheological Properties of Durum and Wheat Flour Doughs. Cereal Chem. 69:30-34
- Martre, P., Porter, J.R., Jamieson, P.D., Triboi, E. (2003). Modeling grain nitrogen accumulation and protein composition to understand the Sink/Source regulations of nitrogen remobilization for wheat. Plant Physiol. 133, 1959-1967.
- Marti, J., & Slafer, G. A. (2014). Bread and durum wheat yields under a wide range of environmental conditions. Field Crops Research, 156, 258-271.
- Mamrutha, H. M., Rinki, K., Venkatesh, K., Gopalareddy, K., Khan, H., Mishra, C. N., & Singh, G. P. (2020). Impact of high night temperature stress on different growth stages of wheat. Plant Physiology Reports, 25, 707-715.

- Maria Ciudad-Mulero 1 , Maria Cruz Matallana-Gonzalez 1 , Maria Jesus Callejo , José M. Carrillo, Patricia Morales 1, and Virginia Fernandez-Ruiz. (2021). Durum and Bread Wheat Flours. Preliminary Mineral Characterization and Its Potential Health Claims. *Agronomy*, 11, 108. <https://doi.org/10.3390/agronomy11010108>
- Mis, Antoni, and E. Klockiewicz-Kamińska. (2002). Technological significance of evaluation of physical properties of wheat single-kernels and their heterogeneity". *Acta Agroph.* 78: 185-197.
- Peña, R. J. (2007). Current and future trends of wheat quality needs. In *Wheat Production in Stressed Environments: Proceedings of the seventh International Wheat Conference, 27 November–2 December 2005, Mar del Plata, Argentina* (pp. 411-424). Springer Netherlands.
- Peterson, C. J., Johnson, V. A., and Mattern, P. J. (1983). Evaluation of variation in mineral element concentrations in wheat flour, *Cereal Chem.* 60:450-455.
- 34. Pomeranz Y., Bolling H., Zwingelberg H. (1984). Wheat hardness and baking properties of wheat flour. 1. *Cereal Sci.*, 2, 137-143.
- 35. Sattar, A., Sher, A., Ijaz, M., Ullah, M. S., Ahmad, N., and Umar, U. U.-D. (2020). Individual and combined effect of terminal drought and heat stress on allometric growth, grain yield and quality of bread wheat. *Pak. J. Bot.* 52 (2), 405-412.
- Shew, A. M., Tack, J. B., Nalley, L. L., and Chaminuka, P. (2020). Yield reduction under climate warming varies among wheat cultivars in South Africa. *Nat. Commun.* 11 (1), 4408.
- Shewry, P. R., Tatham, A. S., and Lazzeri, P. (1997). Biotechnology of Wheat Quality. *J. Sci. Food Agric.* 73 (4), 397–406.
- Shiferaw, B., Smale, M., Braun, H. J., Duveiller, E., Reynolds, M., & Muricho, G. (2013). Crops that feed the world 10. Past successes and future challenges to the role played by wheat in global food security. *Food security*, 5, 291-317.
- Slafer, G.A., Savin, R. (1994). Source-sink relationships and grain mass at different positions within the spike in wheat. *Field Crops Res.* 37, 39-49
- Slafer, G., Kantolic, A., Appendino, M., Miralles, D., Savin, R. (2009). Crop development: genetic control, environmental modulation and relevance for genetic improvement of crop yield. In: Sadras, V.O., Calderini, D.F. (Eds.), *Crop Physiology: Applications for Genetic Improvement and Agronomy*. Academic Press, San Diego, pp. 277-308.
- Triboi, E., and A.M. Triboi-Blondel. (2001). Environmental effect on wheat grain growth and composition. Symposium "Wheat quality", Reading (UK). 17-19 Sep. 2001. *Aspect Appl. Biol.* 64: 91-101.

- Triboi, E., and A.M. Triboi-Blondel. (2006). Productivity and Seed Composition, *European Journal of Agronomy* 16: 163-186
- Wahid, A., Gelani, S., Ashraf, M., & Foolad, M. R. (2007). Heat tolerance in plants: an overview. *Environmental and experimental botany*, 61(3), 199-223.
- Wang, H., Liu, C., & Wen, J. (2017). Comparison of unheated and heated bran on flour quality: effects of particle size and addition levels. *Journal of Food Processing and Preservation*, 41(4), e12992.
- Yadav, G., Luthra, S., Jakhar, S. K., Mangla, S. K., & Rai, D. P. (2020). A framework to overcome sustainable supply chain challenges through solution measures of industry 4.0 and circular economy: An automotive case. *Journal of Cleaner Production*, 254, 120112.
- Zhang, T., He, Y., DePauw, R., Jin, Z., Garvin, D., Yue, X. (2022). Climate change may outpace current wheat breeding yield improvements in North America. *Nat. Commun.* 13 (1), 5591.

N° Ref: 1200



تأثير التسميد الحيوي في الإنتاجية العلفية لمخاليط البرسيم المصري والشعير

Effect of Biofertilizer in Forage Productivity of Berseem Clover and Barley Mixtures

د. عواد محمود الأسود (2-1)

Dr. Awad M. Al-Aswad (1-2)

dr.awadalswad@gmail.com

<https://doi.org/10.66805/AEE-19.1.130145>

Received 13 November 2024; Accepted 10 March 2025

(1) المركز العربي لدراسات المناطق الجافة والأراضي القاحلة/ أكساد، دمشق، سورية.

(1) The Arab Center for the Studies of Arid Zones and Dry Lands/ACSAD, Damascus, Syria.

(2) قسم الحراج والبيئة، كلية الهندسة الزراعية، جامعة الفرات، دير الزور، سورية.

(2) Department of Ecology and Forestry, Faculty of Agriculture, Al-Furat University, Deir Ezzor, Syria.

الملخص

نفذت تجربتان حقليتان في محطة بحوث إزرع التابعة للمركز العربي لدراسات المناطق الجافة والأراضي القاحلة (أكساد) بمحافظة درعا خلال موسمي الدراسة 2018/2017 و 2019/2018 لدراسة تأثير التسميد الحيوي في نمو وإنتاجية البرسيم المصري والشعير ومخاليطهما، والأنواع المدروسة هي البرسيم المصري *Trifolium alexandrinum* والشعير *Hordium vulgare* صنف أكساد 176، تضمنت التجربة خمس معاملات للمخاليط العلفية (برسيم منفرد 100%، برسيم 75% + شعير 25%، برسيم 50% + شعير 50%، برسيم 25% + شعير 75%، شعير منفرد 100%) وثلاثة أنواع من المخصبات الحيوية (البيوجين، الرايزوباكثيرين، والروسي) إضافة إلى معاملة الشاهد. نفذت التجربة وفق تصميم القطاعات الكاملة العشوائية وبثلاثة مكررات. وأظهرت النتائج ما يلي: تفوق المخصب الحيوي (البيوجين) معنوياً على بقية المخصبات الحيوية وسجل أعلى القيم في محصول العلف الغض المتراكم الذي بلغت قيمته (43.35، 66.68 طن.هكتار⁻¹) في موسمي الدراسة 2018/2017 و 2019/2018 على التوالي، كما بينت النتائج تفوق المخلوط (75% برسيم + 25% شعير) معنوياً على بقية المخاليط العلفية في محصول العلف الغض المتراكم بلغت قيمته (54.25، 74.49 طن.هكتار⁻¹) في موسمي الدراسة الأول والثاني على التوالي، وفي محصول العلف الجاف المتراكم بقيمة (7.20 طن.هكتار⁻¹) في الموسم الأول 2018/2017، في حين حقق المخلوط (50% برسيم + 50% شعير) أعلى القيم وتجاوز معنوي في محصول العلف الجاف المتراكم في موسم 2019/2018، وفيما يتعلق بتأثير التفاعل بين المخاليط العلفية والمخصبات الحيوية، فقد تفوق المخلوط (75% برسيم + 25% شعير) مع المخصب الحيوي

(الببوجين) معنوياً على بقية المعاملات، وسجل أعلى القيم في محصول العلف الغض المتراكم (59.03، 80.50 طن.هكتار⁻¹) في موسمي الدراسة الأول والثاني على التوالي، أما فيما يتعلق بصفة المحصول العلفي الجاف المتراكم، فقد سجل المخلوط (75% برسيم +25% شعير) مع معاملة الشاهد أعلى قيمة في هذه الصفة بلغت (8.02 طن.هكتار⁻¹) في الموسم الأول، ومخلوط (50% برسيم +50% شعير) مع معاملة الشاهد في الموسم الثاني بلغت قيمته (14.43 طن.هكتار⁻¹).

الكلمات المفتاحية: البرسيم المصري، الشعير، التسميد الحيوي، المخالط العلفية، الإنتاجية الغضة والجافة.

Abstract

Two field experiments were conducted at Izraa Research Station, The Arab Center for the Studies of Arid zones and Dry lands (ACSAD) located at Izraa, Daraa Governorate, Syria during the growing seasons of 2017/2018 and 2018/2019 to study the effect of biofertilizer on the growth and productivity of berseem clover (*Trifolium alexandrinum*) and barley (*Hordium vulgare*) variety ACSAD 176 and their mixtures. The experiment included five treatments of forage mixtures (100% berseem clover, 75% berseem clover + 25% barley, 50 berseem clover + 50% barley, 25% berseem clover + 75% barley, and 100% barley) and three types of biofertilizers (Biogeen, Raziobactreen, and Russian) in addition to the control treatment. The experiments were implemented in a randomized complete block design in three replicates. The results indicated that the Biogeen biofertilizer superior the other biofertilizers treatments significantly and recorded the highest values in the accumulated fresh forage yield of 43.35 and 66.68 ton/ha in the growing seasons of 2017/2018 and 2018/2019, respectively. Results also showed that forage mixture of 75% berseem clover + 25% barley superior the other forage mixtures treatments significantly and recorded the highest values in the accumulated fresh forage yield of 54.25 and 74.49 ton/ha in the growing seasons of 2017/2018 and 2018/2019, respectively, it also achieved the highest accumulated dry forage yield of 7.2 ton/ha in the first growing season. However, the forage mixture of 50% berseem clover + 50% barley superior the other forage mixtures treatments significantly and obtained the highest values of dry forage yield in the second growing season. Regarding the interaction between the biofertilizers and forage mixtures, the treatment of forage mixture of 75% berseem clover + 25% barley and Biogeen biofertilizer superior the other treatments significantly and achieved the highest values of accumulated fresh forage yield of 59.03 and 80.50 ton/ha in the first and second growing seasons, respectively. While, the treatment of forage mixture of 75% berseem clover + 25% barley and control recorded the highest value in the accumulated dry forage yield of 8.02 ton/ha in the first growing season, and the forage mixture of 50% berseem clover + 50% barley and control obtain the highest value of 14.43 ton/ha in the second season.

Key words: Berseem Clover, Barley, Forage Mixtures, Biofertilizer, Fresh and Dry Forage Productivity.

المقدمة

تعاني معظم دول العالم من نقص كبير في الإنتاج الزراعي وصعوبة في تأمين الاحتياجات الغذائية الضرورية ولا سيّما محاصيل الحبوب الاستراتيجية والمحاصيل العلفية والمنتجات الحيوانية، ونتيجة للانفجار السكاني الكبير وزيادة الطلب لسد احتياجات هذا التزايد على الغذاء، ازداد الضغط على الموارد الطبيعية التي تسد احتياجات الثروة الحيوانية التي بدورها ستؤمن جزءًا كبيرًا من احتياجات السكان المتزايدة من الغذاء، والجزء الآخر يجري تأمينه من خلال محاصيل العلف التي تستخدم مباشرة في الرعي أو يجري حشها وتقديمها للحيوان أو تُحفظ على صورة دريس أو سيلاج.

ومن هنا تبرز أهمية المحاصيل العلفية والأعلاف الخضراء والمحفوظة كمصدر أساسي لتغذية قطعان الحيوانات والماشية، وتحويل هذه الأعلاف غير المستساغة من الإنسان إلى منتجات حيوانية متنوعة مفيدة وضرورية لحياته (رزق، 2002). تعدُّ المراعي الطبيعية وزراعة الأعلاف جزءًا لا يتجزأ من الخطوات المثلى لتنمية القطاع الزراعي نظرًا للدور الرئيسي الذي تؤديه هذه الموارد في توفير العلف الحيواني وفي صيانة التربة وموارد المياه (Nor El-Din *et al.*, 1992).

يشكل البرسيم المصري *Trifolium alexandrinum* L. أحد المصادر المهمة في تغذية الثروة الحيوانية، وهو محصول بقولي حولي شتوي، ويعدُّ من أهم محاصيل العلف الأخضر لغناه بالبروتين حيث تصل نسبة البروتين الخام في النמות الحديثة إلى (22%) والكربوهيدرات الذائبة (40%) والألياف الخام (23%) والدهون (4%) والمعادن (12%) (Belal *et al.*, 1998)، وقد يزرع البرسيم المصري إما منفردًا كمحصول شتوي أو على صورة مخلوط مع غيره من النجيليات ومن المخاليط المشهورة مخلوط البرسيم مع الشعير أو مع حشيشة الراي جراس *Ray grass Loulium multiflorum* كمحاصيل نجيلية (Mousa and El-Nabawi, 1995). وتكمن أهمية زراعة المخاليط العلفية في أنها تعمل على زيادة كمية الناتج العلفي وهذا يعتمد على مدى توافق الأنواع الخليطة بعضها بعضًا، كما تحسن المخاليط من نمو النباتات حيث تقلل النجيليات من الآثار الضارة للصقيع أو البرودة في الشتاء على البقوليات (James *et al.*, 1998; Hamdollah *et al.*, 2009). ولذلك ينصح دائمًا بخلط البرسيم مع النجيليات كالشعير أو الشوفان لوقايتها من برد الشتاء الذي يؤثر عليه، وكذلك لها القدرة على منافسة الحشائش أكثر من المحاصيل العلفية البقولية المنفردة، كما يحسن من القيمة الغذائية للعلف المنتج (Al-Aswad, 2005; Rizk *et al.*, 2007).

في دراسة لبحث تأثير التسميد الحيوي والتسميد المعدني والتسميد العضوي على مخاليط البرسيم المصري وحشيشة الراي، تبين تفوق نسبة الخلط (75% برسيم مصري و25% حشيشة الراي) مع خليط من التسميد الحيوي والعضوي والمعدني في صفات الإنتاجية الغضة والجافة على باقي المعاملات (Thalooth *et al.*, 2015). كما بينت نتائج الدراسة التي قام بها (Bakhoum *et al.*, 2016) أن معاملة التسميد الحيوي مع التسميد العضوي والمعدني قد حققت أفضل النتائج من حيث المحصول الغض والجاف للبرسيم المصري، كما أظهرت دراسة (El-Maaz and Ismail, 2016) لبحث تأثير التسميد الحيوي وحمض الهيومك وشاي الكمبوست على خصائص التربة وإنتاجية البرسيم المصري، أن البرسيم المصري قد تأثر بمعاملات التسميد المختلفة وقد حقق حمض الهيومك (حمض الدبال) أفضل النتائج، ثم جاء بعده شاي الكومبوست ثم التسميد الحيوي من حيث الإنتاجية العلفية للبرسيم المصري.

وفي دراسة قام بها (Chaichi and Shabani, 2015) لتقييم تأثير مصادر مختلفة من التسميد شملت التسميد الحيوي على صفات النمو والمحصول العلفي وجودة العلف للبرسيم المصري، أوضحت النتائج أن أعلى قيمة محصول علفي (172.1 غ/م²) جرى الحصول عليها من معاملة المخلوط مع التسميد المعدني والتسميد الحيوي (mycorrhiza)، كما قام (Tufail *et al.*, 2018) بتنفيذ تجربة حقلية بأستراليا لدراسة تأثير التسميد الحيوي في الإنتاجية العلفية وإنتاج البذور وجودة العلف للبرسيم المصري، وأظهرت نتائج الدراسة أن تلقيح البذور بالبكتريا أثر معنوياً في صفات النمو والحاصل العلفي للبرسيم المصري، حيث بلغ كل من عدد السيقان في المتر المربع 348.2 وارتفاع النبات 24.4 سم والعلف الأخضر 39.9 طن. هكتار⁻¹ والحاصل العلفي من المادة الجافة 5.54 طن. هكتار⁻¹. كما أسهم استخدام التسميد الحيوي في تحسين النمو والإنتاجية العلفية الغضة والجافة وكانت كذلك أقل تكلفة اقتصادية عند استخدام التسميد الحيوي مقارنة بأنواع أخرى من التسميد (Ismail and Hassanen, 2019). أظهرت نتائج التجارب الحقلية لتقييم تأثير التسميد الحيوي على مخاليط الشعير والبرسيم المصري في تربة رملية بمصر، تحسن في جودة المادة العلفية المنتجة، حيث تفوقت المخاليط العلفية مع التسميد الحيوي مقارنة بالشعير منفرداً بمعدل 187.2% في المادة العلفية الجافة (Badawi, 2019).

ونتيجة لندرة الدراسات التي تناولت دراسة تأثير التسميد الحيوي على البرسيم المصري والشعير ومخاليطها في سورية تم تنفيذ هذا البحث بهدف تحسين النمو والإنتاجية للبرسيم المصري والشعير ومخاليطهما تحت تأثير أنواع مختلفة من الأسمدة الحيوية.

مواد وطرق البحث

نفذت تجربتان حقليتان خلال موسمي 2017/2018، 2018/2019 بمحطة بحوث إزرع التابعة للمركز العربي لدراسات المناطق الجافة والأراضي القاحلة (أكساد) محافظة درعا، بهدف دراسة تأثير التسميد الحيوي في إنتاجية البرسيم المصري والشعير ومخاليطهما، والأنواع العلفية المدروسة هي: البرسيم المصري *Trifolium alexandrinum* الشعير *Hordeum vulgare* صنف أكساد 176.

تضمنت التجربة 20 معاملة اشتملت التوافق بين خمس معاملات للمخاليط العلفية (100% برسيم مصري منفرد بمعدل بذر 5 كغ/دونم، 100% شعير صنف "أكساد 176" بمعدل بذر 15 كغ / دونم، 75% برسيم مصري + 25% شعير، 50% برسيم مصري + 50% شعير، 25% برسيم مصري + 75% شعير)، وأربعة أنواع من التسميد الحيوي تضمنت: معاملة الشاهد (بدون إضافة)، البيوجين، الرايزوباكترين، الروسي. جرت زراعة التجربة في تربة رملية لومية ذات قلوية خفيفة (pH = 8.25) وفقيرة بالمادة العضوية وغنية بكل من الفوسفور والبوتاس المتاحين، وجرى حراثة الأرض وتسميدها قبل الزراعة بسماد السوبر فوسفات الأحادي بمعدل 35 كغ/دونم والسماد الأزوتي كجرعة تنشيطية (يوريا 46%) بمعدل 3 كغ/ دونم نروجين. لُقحت بذور البرسيم والشعير بأنواع السماد الحيوي عن طريق البذر بالماء. وزرعت البذور في قطع تجريبية بأبعاد 3x3 م بحيث اشتملت التجربة 60 قطعة تجريبية في كل موسم تضم خمس معاملات من المخاليط العلفية وأربعة أنواع من السماد الحيوي وبثلاثة مكررات. رويت التجارب بطريقة الري الرذاذي بالإضافة إلى كميات الأمطار الهائلة خلال موسمي النمو التي بلغت (242.5، 266.86 مم سنوياً) في موسمي النمو 2017/2018 و2018/2019، على التوالي، أخذت ثلاث حشات من التجربة في

الموسم الأول 2018/2017 وأربع حشات من الموسم الثاني 2019/2018 ويوضح الجدول (1) مواعيد الزراعة ومواعيد أخذ الحشات في موسمي الزراعة 2018/2017 و2019/2018.

الجدول 1. مواعيد الزراعة وأخذ الحشات خلال موسمي الدراسة 2018 / 2017 و2019/2018

المواعيد	موسم 2018/2017	موسم 2019/2018
تاريخ الزراعة	2017/11/25	2018/10/18
الحشة الأولى	2018/2/15	2018/12/28
الحشة الثانية	2018/4/10	2019/2/14
الحشة الثالثة	2018/5/13	2019/3/28
الحشة الرابعة	-----	2019/5/15

القراءات المدروسة

أخذت القراءات الخضرية والإنتاجية التالية في كل حشة وفي موسمي الدراسة:

- ارتفاع النبات (سم)
- الإنتاجية العلفية الغضة (علف أخضر) طن. هكتار¹
- الإنتاجية العلفية الجافة (علف جاف) طن. هكتار¹
- المحصول العلفي الغض المتراكم /موسم (طن. هكتار¹)
- المحصول العلفي الجاف المتراكم/موسم (طن. هكتار¹)

التصميم التجريبي

نفذت التجربة باستخدام تصميم القطاعات الكاملة العشوائية (RCBD) واحتوت على 60 قطعة تجريبية متضمنة خمسة مخاليط علفية وأربعة أنواع للتسميد الحيوي وبنثلاثة مكررات. حلت البيانات إحصائيًا باستخدام برنامج التحليل الإحصائي MSTAT-C وتمت المقارنة بين المتوسطات باستخدام اختبار أقل مدى معنوي لدانكن (Duncan, 1995) وإجراء تحليل التباين بطريقة (Snedecor and Corchan, 1980) واختبرت المتوسطات عند مستوى معنوية 0.05.

النتائج والمناقشة

تشير النتائج المدونة في الجدول (2) إلى تأثير ارتفاع النبات معنويًا بأنواع التسميد الحيوي المدروسة في كل الحشات باستثناء الحشة الأولى التي لم يسجل فيها فروق معنوية بين أنواع الأسمدة الحيوية في كلا الموسمين. تفوق السماد الحيوي (الروسي) معنويًا على أنواع الأسمدة الحيوية الأخرى وسجل أعلى القيم عند الحشة الثانية (54.52، 58 سم) في موسمي الدراسة 2018/2017 و2019/2018، على التوالي، ولم تسجل فروق معنوية بين معاملة الشاهد والبيوجين والرايزوباكترين في الحشة الثالثة من موسم 2018/2017 في حين أعطت معاملة الشاهد والرايزوباكترين أعلى قيمة في ارتفاع النبات في موسم 2019/2018. في الحشة الرابعة من موسم 2019/2018 تراجع السماد الحيوي (الروسي) عن بقية الأنواع وسجل أقل القيم في ارتفاع النبات (52.40 سم) ولم تكن هناك فروق معنوية بين بقية الأسمدة الحيوية المدروسة.

الجدول 2. تأثير نوع المخصب الحيوي في ارتفاع النبات والإنتاجية الغضة والجافة ومحصول العلف الغض والجاف المتراكم في موسمي النمو 2018/2017 و 2019/2018

أنواع التسميد الحيوي				الحشات
روسي	رايزوباكترين	بيوجين	الشاهد (بدون اضافة)	
ارتفاع النبات (سم) موسم 2018/2017				
56.60 a	57.58 a	57.49 a	55.63 a	الحشة الأولى
54.52 a	53.30 b	52.36 b	49.82 c	الحشة الثانية
42.97 b	49.20 a	49.28 a	49.12 a	الحشة الثالثة
ارتفاع النبات (سم) موسم 2019/2018				
63.60 a	64.70 a	64.60 a	62.50 a	الحشة الأولى
58.00 a	56.70 b	55.70 b	53.00 c	الحشة الثانية
56.80 b	59.40 a	57.00 b	59.70 a	الحشة الثالثة
52.40 b	60.00 a	60.10 a	59.90 a	الحشة الرابعة
الإنتاجية الغضة (طن. هكتار ⁻¹) موسم 2018/2017				
10.52 c	12.86 a	11.99 b	10.39 d	الحشة الأولى
7.57 c	9.33 b	10.03 a	10.03 a	الحشة الثانية
18.31 d	20.53 c	21.33 b	22.18 a	الحشة الثالثة
الإنتاجية الغضة (طن. هكتار ⁻¹) موسم 2019/2018				
12.40 d	14.78 a	14.28 b	12.84 c	الحشة الأولى
9.31 c	11.67 b	12.43 a	12.39 a	الحشة الثانية
25.13 d	29.01 c	29.39 b	29.64 a	الحشة الثالثة
9.68 c	9.98 b	10.78 a	8.60 d	الحشة الرابعة
الإنتاجية الجافة (طن. هكتار ⁻¹) موسم 2018/2017				
1.22 d	1.51 a	1.46 b	1.25 c	الحشة الأولى
1.67 b	2.14 a	2.33 a	2.11 a	الحشة الثانية
2.48 b	2.46 b	2.10 c	3.13 a	الحشة الثالثة
الإنتاجية الجافة (طن. هكتار ⁻¹) موسم 2019/2018				
1.50 b	1.73 a	1.73 a	1.55 b	الحشة الأولى
2.14 d	2.62 b	2.75 a	2.46 c	الحشة الثانية
3.68 b	3.59 b	2.98 c	4.15 a	الحشة الثالثة
3.09 d	3.75 c	3.96 b	4.06 a	الحشة الرابعة
المحصول العلفي الغض المتراكم (طن. هكتار ⁻¹) موسم 2018/2017				
36.40 c	42.64 b	43.35 a	42.61 b	
المحصول العلفي الغض المتراكم (طن. هكتار ⁻¹) موسم 2019/2018				
56.29 d	65.13 b	66.68 a	63.24 c	
المحصول العلفي الجاف المتراكم (طن. هكتار ⁻¹) موسم 2018/2017				
5.60 c	6.11 ab	5.88 bc	6.49 a	
المحصول العلفي الجاف المتراكم (طن. هكتار ⁻¹) موسم 2019/2018				
9.99 c	11.39 b	11.22 b	12.07 a	

بالنسبة إلى صفة الإنتاجية الغضة (طن/ه)، توضح النتائج المبينة في الجدول (2) أن الرايزوباكترين قد تفوق معنوياً على بقية الأسمدة الحيوية مسجلاً أعلى القيم في الحشة الأولى (12.86، 14.78) طن.هكتار⁻¹ في موسم 2018/2017

و2019/2018، على التوالي. في حين أعطى البيوجين أعلى قيمة في الإنتاجية العلفية الغضة وتبفوق معنوي في الحشة الثانية (10.03، 12.43) طن. هكتار⁻¹ في موسم 2018/2017 وموسم 2019/2018 على التوالي، وفي الحشة الثالثة حققت معاملة الشاهد تفوقاً معنوياً على بقية الأسمدة الحيوية، وسجلت أعلى القيم في الإنتاجية الغضة (22.18، 29.64) طن. هكتار⁻¹ في موسمي النمو الأول والثاني، على التوالي، أما في الحشة الرابعة فقد تفوق البيوجين على الأنواع الأخرى من المخصبات الحيوية وأعطى أعلى إنتاجية غضة بلغت (10.78 طن.هكتار⁻¹) في الموسم الثاني 2019/2018.

من استقراء النتائج المدونة في الجدول (2) يتضح اختلاف تأثير الأسمدة الحيوية في الإنتاجية الجافة تبعاً للحشات في موسمي الدراسة، حيث تفوق المخصب الحيوي الرايزوباكترين معنوياً في الحشة الأولى على بقية الأسمدة الحيوية (1.51، 1.73 طن. هكتار⁻¹) في الموسم الأول والثاني، على التوالي، في حين سجل المخصب الحيوي (البيوجين) أعلى القيم في الحشة الثانية (2.33، 2.75 طن.هكتار⁻¹) في الموسم الأول والثاني، على التوالي، كما سجلت معاملة الشاهد أعلى القيم في الإنتاجية الجافة (3.113، 4.15 طن.هكتار⁻¹) في الحشة الثالثة من موسم 2018/2017 وفي الحشة الرابعة (4.06 طن.هكتار⁻¹) من موسم 2019/2018.

أظهرت صفة محصول العلف الغض المتراكم تأثيراً معنوياً بأنواع الأسمدة الحيوية المدروسة، حيث تفوق البيوجين على بقية الأسمدة الحيوية وسجل أعلى القيم في هذه الصفة (43.35، 66.68 طن. هكتار⁻¹) في موسمي الدراسة الأول والثاني، على التوالي، يليه مباشرة المخصب الحيوي الرايزوباكترين مسجلاً كمية من العلف الغض المتراكم بلغت (42.64، 65.13 طن.هكتار⁻¹) في الموسمين الأول والثاني، على التوالي. كما تفوقت معاملة الشاهد معنوياً على المخصبات الحيوية الأخرى في كلا الموسمين في محصول العلف الجاف المتراكم مسجلة أعلى قيمة، بلغت (12.07، 6.49 طن. هكتار⁻¹)، يليها المخصب الحيوي الرايزوباكترين (11.39، 6.11 طن. هكتار⁻¹) في الموسم الأول والثاني، على التوالي. هذه النتائج مشابهة للنتائج التي توصل إليها (Bakhroum *et al.*, 2016) الذين أظهروا أن معاملة التسميد الحيوي مع التسميد العضوي والمعدني قد حققت أفضل النتائج من حيث المحصول العلفي الغض والجاف للبرسيم المصري.

كما تشير النتائج في الجدول (3) إلى تأثير صفة ارتفاع النبات معنوياً بالمخاليط العلفية في كل الحشات وفي كلا الموسمين، إذ تفوق الشعير منفرداً على البرسيم منفرداً ومخاليطه مع الشعير، وسجل أعلى القيم في ارتفاع النبات (60.62، 68 سم) في الموسم الأول والثاني، على التوالي، أما بالنسبة إلى المخاليط العلفية فيما بينها، فقد تفوق مخلوط (البرسيم 25% + الشعير 75%) على بقية المخاليط العلفية في الحشة الأولى (59.63، 67 سم) في الموسم الأول والثاني، على التوالي، أما في الحشة الثانية فلم تكن هناك فروق معنوية واضحة بين المخاليط العلفية في موسمي النمو باستثناء مخلوط (البرسيم 25% + الشعير 75%) الذي سجل أقل القيم في ارتفاع النبات مقارنة مع بقية المخاليط العلفية، ومن ناحية أخرى، أعطى المخلوط (البرسيم 50% + الشعير 50%) أعلى القيم في ارتفاع النبات في الحشة الثالثة (61.81 سم) من الموسم الأول وفي الحشة الرابعة من الموسم الثاني (75.33 سم)، يلاحظ من النتائج غياب كامل للشعير منفرداً في الحشة الأخيرة من كل موسم وهذا يتزامن مع موعد أخذ الحشة الأخيرة حيث يكون الشعير قد أنهى دورة حياته.

الجدول 3. تأثير المخاليط العلفية في ارتفاع النبات والإنتاجية الغضة والجافة ومحصول العلف التراكمي الغض والجاف في موسمي النمو 2018/2017 و 2019/2018

المخاليط العلفية					الحشات
شعير منفرد %100	25% برسيم + 75% شعير	50% برسيم + 50% شعير	75% برسيم + 25% شعير	برسيم منفرد %100	
ارتفاع النبات (سم) موسم 2018/2017					
60.62 a	59.63 a	59.19 a	55.18 b	49.62 c	الحشة الأولى
53.35 a	51.11 b	52.17 ab	52.88 a	52.99 a	الحشة الثانية
-----	56.38 c	61.81 a	61.09 a	58.12 b	الحشة الثالثة
ارتفاع النبات (سم) موسم 2019/2018					
68.00 a	67.00 a	66.50 a	62.00 b	55.75 c	الحشة الأولى
56.75 a	54.38 b	55.50 ab	56.25 a	56.38 a	الحشة الثانية
50.50 d	59.00 c	60.38 b	59.50 bc	61.75 a	الحشة الثالثة
-----	68.75 c	75.38 a	74.50 a	70.88 b	الحشة الرابعة
الإنتاجية الغضة (طن. هكتار ⁻¹) موسم 2018/2017					
11.91 c	13.71 a	12.27 b	9.78 d	9.55 e	الحشة الأولى
2.91 e	6.27 d	10.40 c	12.34 b	14.29 a	الحشة الثانية
-----	20.44 d	23.84 c	29.65 a	28.01 b	الحشة الثالثة
الإنتاجية الغضة (طن. هكتار ⁻¹) موسم 2019/2018					
13.89 c	16.06 a	14.37 b	11.67 e	11.89 d	الحشة الأولى
3.60 e	7.88 d	12.88 c	15.30 b	17.69 a	الحشة الثانية
17.39 e	24.81 d	29.04 c	36.08 a	34.15 b	الحشة الثالثة
-----	12.25 b	13.63 a	11.45 c	10.48 d	الحشة الرابعة
الإنتاجية الجافة (طن. هكتار ⁻¹) موسم 2018/2017					
1.41 b	1.70 a	1.28 c	1.40 b	1.01 d	الحشة الأولى
0.92 e	1.59 d	2.18 c	2.64 b	2.98 a	الحشة الثانية
-----	2.71 d	3.03 b	3.16 a	2.82 c	الحشة الثالثة
الإنتاجية الجافة (طن. هكتار ⁻¹) موسم 2019/2018					
1.73 b	2.00 a	1.66 b	1.53 c	1.24 d	الحشة الأولى
1.14 e	1.83 d	2.81 c	3.01 b	3.67 a	الحشة الثانية
3.39 a	3.31 a	3.67 a	3.84 a	3.78 a	الحشة الثالثة
-----	4.41 b	4.87 a	4.32 c	3.98 d	الحشة الرابعة
المحصول العلفي الغض المتراكم (طن. هكتار ⁻¹) موسم 2018/2017					
15.83 e	40.33 d	43.99 c	54.25 a	51.85 b	
المحصول العلفي الغض المتراكم (طن. هكتار ⁻¹) موسم 2019/2018					
34.84 e	60.77 d	69.91 c	74.49 a	74.16 b	
المحصول العلفي الجاف المتراكم (طن. هكتار ⁻¹) موسم 2018/2017					
3.33 c	6.00 b	6.48 b	7.20 a	7.10 a	
المحصول العلفي الجاف المتراكم (طن. هكتار ⁻¹) موسم 2019/2018					
6.26 e	11.66 d	13.01 a	12.57 b	12.33 c	

وجد المبارك ويوسف (2011) في دراستهما على تأثير نسب الخلط بين البرسيم المصري والشعير وحامض الجبرليك أن نسب الخلط بين البرسيم والشعير كان له الأثر الواضح في صفات النمو كارتفاع النبات وأن استخدام منظم النمو مع مخلوط البرسيم والشعير قد زاد من معدل ارتفاع النبات. سجل المخلوط العلفي (البرسيم 25% + الشعير 75%) أعلى قيمة ويتفوق معنوي في الإنتاجية الغضة (13.71، 16.06 طن.هكتار⁻¹) على بقية المخاليط في الحشة الأولى من الموسم الأول والثاني، على التوالي، بينما أعطى البرسيم منفردًا أعلى القيم في هذه الصفة في الحشة الثانية وفي كلا الموسمين، بينما سجل المخلوط (البرسيم 75% + الشعير 25%) أعلى القيم في الإنتاجية الغضة (29.65، 36.08 طن.هكتار⁻¹) في الحشة الثالثة من الموسم الأول والثاني، على التوالي، أما المخلوط (البرسيم 50% + الشعير 50%) فقد سجل أعلى القيم في هذه الصفة في الحشة الرابعة من الموسم الثاني 2019/2018 بلغت قيمتها (13.63 طن.هكتار⁻¹)، وهذه النتائج التي توضح تفوق المخاليط العلفية على المحاصيل منفردة جاءت متوافقة مع النتائج التي توصل إليها (Rizk *et al.*, 2007; Al-Aswad, 2005) التي تفيد أن مخلوط البرسيم المصري مع الشعير وحشيشة الراي قد أعطى كمية أكبر من محصول العلف الغض والجاف مقارنة مع محصول البرسيم المصري منفردًا.

كما سلكت صفة الإنتاجية الجافة (طن. هكتار⁻¹) نفس الاتجاه تقريبًا الذي لوحظ بصفة الإنتاجية الغضة، حيث تفوق المخلوط (البرسيم 25% + الشعير 75%) على أقرانه من المخاليط العلفية وسجل أعلى القيم في الحشة الأولى حيث بلغت الإنتاجية الجافة (1.7، 2.00 طن. هكتار⁻¹) في الموسم الأول والثاني على التوالي، كما تفوق البرسيم منفردًا بهذه الصفة وسجل أعلى القيم في الحشة الثانية (2.98، 3.67 طن. هكتار⁻¹) في الموسم الأول والثاني، على التوالي، وبالمقابل أعطى المخلوط (البرسيم 50% + الشعير 50%) أعلى إنتاجية جافة بلغت (3.16 طن.هكتار⁻¹) في الحشة الثالثة من الموسم الأول، وفي الحشة الرابعة من الموسم الثاني (4.87 طن.هكتار⁻¹).

كما تبين النتائج الموضحة في الجدول (3)، أن المخلوط (البرسيم 75% + الشعير 25%) قد تفوق معنويًا على بقية المخاليط العلفية المدروسة في محصول العلف الغض المتراكم وسجل أعلى القيم (54.25، 74.49 طن. هكتار⁻¹) في الموسم الأول والثاني، على التوالي، أما بالنسبة إلى صفة محصول العلف الجاف المتراكم، فتشير النتائج إلى تفوق المخلوط (البرسيم 75% + الشعير 25%) على بقية المخاليط في الموسم الأول حيث بلغت قيمته (7.20 طن. هكتار⁻¹)، في حين سجل المخلوط (البرسيم 50% + الشعير 50%) أعلى القيم (13.01 طن. هكتار⁻¹) في الموسم الثاني من الدراسة. هذه النتائج مشابهة للنتائج التي توصل إليها (Rizk *et al.*, 2007; Al-Aswad, 2005). فيما يتعلق بمحصول العلف الغض والجاف المتراكم حيث تفوقت المخاليط العلفية على المحاصيل منفردة في الناتج الكلي من العلف الغض والجاف خلال مواسم الدراسة. كما وجد المبارك ويوسف، (2011) أن مخلوط 50% شعير + 100% برسيم أعطى أعلى معدل في حاصل العلف الأخضر ولجميع الحشات المأخوذة، في دراستهم عن تأثير المخلوط العلفي للبرسيم المصري والشعير وحامض الجبرليك في صفات النمو والإنتاجية لمخاليط البرسيم المصري والشعير.

يوضح الجدول (4) تأثير التفاعل الثنائي بين المخاليط العلفية وأنواع التسميد الحيوي في ارتفاع النبات في كل الحشات المأخوذة في موسمي الدراسة 2018/2017 و2019/2018.

الجدول 4. تأثير التفاعل بين المخاليط العلفية ونوع المخصب الحيوي في ارتفاع النبات (سم) في موسمي النمو 2018/2017 و2019/2018

المخاليط العلفية					نوع التسميد الحيوي
شعير منفرد %100	+ 25% برسيم + 75% شعير	+ 50% برسيم + 50% شعير	+ 75% برسيم + 25% شعير	برسيم منفرد %100	
الحشة الأولى موسم 2018/2017					
57.85 b-f	57.85 b-f	60.07 a-d	53.40 fgh	48.95 hi	الشاهد
60.52 a-d	62.74 a	60.08 a-d	56.07 def	48.06 i	بيوجين
62.30 ab	58.74 a-e	58.74 a-e	56.96 c-f	51.17 ghi	رايزوباكتين
61.41 abc	59.19 a-d	57.85 b-f	54.29 efg	50.28 ghi	روسي
الحشة الأولى موسم 2019/2018					
65.00 b-f	65.00 b-f	67.50 a-d	60.00 fgh	55.00 hi	الشاهد
68.00 a-d	70.50 a	67.50 a-d	63.00 def	54.00 i	بيوجين
70.00 ab	66.00 a-e	66.00 a-e	64.00 c-f	57.50 ghi	رايزوباكتين
69.00 abc	66.50 a-d	65.00 b-f	61.00 efg	56.50 ghi	روسي
الحشة الثانية موسم 2018/2017					
51.70 bc	48.41 d	49.35 cd	48.88 d	50.76 cd	الشاهد
51.70 bc	50.29 cd	50.76 cd	54.99 a	54.05 ab	بيوجين
55.93 a	50.76 cd	54.52 a	51.70 bc	53.58 ab	رايزوباكتين
54.05 ab	54.99 a	54.05 ab	55.93 a	53.58 ab	روسي
الحشة الثانية موسم 2019/2018					
55.00 bc	51.50 d	52.50 cd	52.00 d	54.00 cd	الشاهد
55.00 bc	53.50 cd	54.00 cd	58.50 a	57.50 ab	بيوجين
59.50 a	54.00 cd	58.00 a	55.00 bc	57.00 ab	رايزوباكتين
57.50 ab	58.50 a	57.50 ab	59.50 a	57.00 ab	روسي
الحشة الثالثة موسم 2018/2017					
-----	55.35 e	64.37 ab	63.96 ab	61.09 c	الشاهد
-----	53.71 f	64.37 ab	64.78 a	62.73 b	بيوجين
-----	58.63 d	63.14 ab	63.14 ab	60.27 c	رايزوباكتين
-----	57.81 d	55.35 e	52.48 f	48.38 g	روسي
الحشة الثالثة موسم 2019/2018					
50.50 d	64.00 a	63.50 a	61.50 ab	59.00 bc	الشاهد
51.50 d	56.50 c	56.50 c	57.50 c	63.00 a	بيوجين
50.50 d	59.00 bc	62.50 a	61.50 ab	63.50 a	رايزوباكتين
49.50 d	56.50 c	59.00 bc	57.50 c	61.50 ab	روسي
الحشة الرابعة موسم 2019/2018					
-----	67.50 e	78.50 ab	78.00 ab	74.50 c	الشاهد
-----	65.50 f	78.50 ab	79.00 a	76.50 b	بيوجين
-----	71.50 d	77.00 ab	77.00 ab	73.50 c	رايزوباكتين
-----	70.50 d	67.50 e	64.00 f	59.00 g	روسي

تظهر البيانات المسجلة في الجدول (4)، تأثير ارتفاع النبات معنوياً بالتفاعل الثنائي في كل الحشات وفي كلا موسمي الدراسة، سجلت أعلى القيم في ارتفاع النبات في الحشة الأولى عند المخلوط (البرسيم 25% + الشعير 75%) مع السماد الحيوي

بيوجين (62.74، 70.50 سم) في الموسم الأول والثاني على التوالي. أما في الحشة الثانية فقد تفوق مخلوط (البرسيم 75% + الشعير 25%) مع البيوجين (54.99 سم) في موسم 2018/2017 ومع الروسي والبيوجين (59.50، 54.99 سم)، على التوالي، في موسم 2019/2018، ونفس المخلوط حقق مع البيوجين والرايزوباكتين على القيم في ارتفاع النبات في الحشة الثالثة في كلا الموسمين وفي الحشة الرابعة من موسم 2019/2018.

بالنسبة للإنتاجية الغضة، تشير النتائج الموضحة بالجدول (5) إلى أن التفاعل الثنائي بين المخاليط العلفية وأنواع التسميد الحيوي قد أثر معنوياً في هذه الصفة في كل الحشات المأخوذة وفي كلا الموسمين. اختلفت الأسمدة الحيوية وتفاعلاتها مع المخاليط في تأثيرها على الإنتاجية الغضة للنباتات باختلاف الحشات المأخوذة خلال موسمي الدراسة، ففي الحشة الأولى تفوق مخلوط (البرسيم 75% + الشعير 25%) مع المخصب الحيوي (الرايزوباكتين)

وسجل أعلى القيم في الإنتاجية الغضة التي بلغت (16.19، 18.06 طن. هكتار⁻¹) في موسمي الدراسة الأول والثاني على التوالي، أما في الحشة الثانية، فأظهر البرسيم منفرداً مع الرايزوباكتين تفوقاً معنوياً على باقي المخاليط مسجلاً أعلى قيمة في الإنتاجية الغضة (15.11، 18.89 طن. هكتار⁻¹) في موسم 2018/2017 و2019/2018، على التوالي، وقد يكون ذلك ناتج عن زيادة تفرع البرسيم في الحشة الثانية وإعطائه كمية أعلى من العلف الأخضر مقارنة بالحشة الأولى كما هو واضح في الجدول (5). حقق المخلوط (البرسيم 75% + الشعير 25%) مع معاملة الشاهد أعلى إنتاجية غضة في الحشة الثالثة بلغت (39.25، 33.36 طن. هكتار⁻¹) في كلا الموسمين على التوالي، أما أعلى إنتاجية غضة في الحشة الرابعة فقد حققها المخلوط (البرسيم 50% + الشعير 50%) مع المخصب الحيوي (بيوجين) بلغت (14.80 طن. هكتار⁻¹) في موسم 2019/2018. هذه النتيجة جاءت متوافقة مع النتائج التي توصل إليها (Thalouth *et al.*, 2015) في دراسته عن تأثير التسميد الحيوي والتسميد المعدني والعضوي على مخاليط البرسيم المصري وحشيشة الراي إلى تفوق نسبة الخلط (75% برسيم مصري + 25% حشيشة الراي) في صفات الإنتاجية الغضة والجافة. كما وجد (Badawy, 2019) أن مخلوط البرسيم المصري والشعير مع التسميد الحيوي قد تفوق معنوياً في الإنتاجية الغضة على زراعة الشعير منفرداً.

فيما يتعلق بتأثير التفاعل بين المخاليط العلفية ونوع المخصبات الحيوية في الإنتاجية الجافة (طن.هكتار⁻¹) خلال موسمي الدراسة 2018/2017 و2019/2018، تشير النتائج الموضحة في الجدول (6) إلى تأثير هذه الصفة معنوياً بالتفاعل الثنائي في كل الحشات المأخوذة وفي كلا الموسمين، حيث تفوق المخلوط (البرسيم 25% + الشعير 75%) مع البيوجين معنوياً وسجل أعلى قيمة في الإنتاجية الجافة في الحشة الأولى وبلغت (1.90، 2.22 طن.هكتار⁻¹) من موسمي الدراسة الأول والثاني، على التوالي، بينما سجل البرسيم منفرداً مع المخصب الحيوي (الرايزوباكتين) أعلى القيم في هذه الصفة في الحشة الثانية (3.22، 3.92 طن.هكتار⁻¹) في موسمي النمو 2018/2017 و2019/2018 على التوالي، كما اختلفت المخاليط العلفية وتفاعلاتها مع المخصبات الحيوية في تأثيرها على الإنتاجية الجافة في الحشة الثالثة من موسمي الدراسة، ففي موسم 2018/2017، حقق مخلوط (البرسيم 50% + الشعير 50%) مع معاملة الشاهد أعلى القيم في هذه الصفة وبلغت (4.07 طن.هكتار⁻¹)، بينما سجل البرسيم منفرداً مع المخصب الحيوي (الروسي) أعلى القيم وبلغت الإنتاجية الجافة (5.16 طن/ه) في موسم 2019/2018، أما في الحشة الرابعة من موسم 2019/2018 فقد حقق مخلوط (البرسيم 25% + الشعير 75%) مع معاملة الشاهد أعلى قيمة في الإنتاجية الجافة (5.56 طن.هكتار⁻¹) في موسم 2019/2018 (الجدول 6).

الجدول 5. تأثير التفاعل بين المخاليط العلفية ونوع المخصب الحيوي في الإنتاجية الغضة (طن. هكتار⁻¹) خلال موسمي النمو 2018/2017 و2019/2018

المخاليط العلفية					نوع التسميد الحيوي
شعير منفرد %100	25% برسيم + 75% شعير	50% برسيم + 50% شعير	75% برسيم + 25% شعير	برسيم منفرد %100	
الحشة الأولى موسم 2018/2017					
11.33 j	12.75 e	12.07 g	8.02 p	7.79 q	الشاهد
10.50 m	14.09 c	13.51 d	11.12 k	10.74 l	بيوجين
15.70 b	16.19 a	11.13 k	9.68 o	11.61 i	رايزوباكترين
10.12 n	11.81 h	12.36 f	10.22 n	8.07 p	روسي
الحشة الأولى موسم 2019/2018					
13.33 i	15.09 e	14.20 g	10.44 o	11.16 n	الشاهد
12.50 k	16.77 c	16.11 d	13.24 i	12.78 j	بيوجين
18.06 b	18.61 a	12.78 j	11.11 n	13.33 i	رايزوباكترين
11.68 m	13.75 h	14.38 f	11.88 l	10.31 o	روسي
الحشة الثانية موسم 2018/2017					
3.83 n	6.76 l	11.47 g	13.49 c	14.61 b	الشاهد
3.61 o	6.71 l	12.21 f	13.02 d	14.61 b	بيوجين
2.45 p	7.34 k	9.55 i	12.21 f	15.11 a	رايزوباكترين
1.76 q	4.30 m	8.36 j	10.63 h	12.81 e	روسي
الحشة الثانية موسم 2019/2018					
4.72 p	8.33 n	14.17 i	16.67 d	18.06 c	الشاهد
4.44 q	8.29 n	15.09 h	16.11 e	18.20 b	بيوجين
3.06 r	9.17 m	11.94 k	15.28 g	18.89 a	رايزوباكترين
2.19 s	5.31 o	10.31 l	13.12 j	15.63 f	روسي
الحشة الثالثة موسم 2018/2017					
-----	21.30 l	27.42 f	33.36 a	27.84 e	الشاهد
-----	19.67 m	22.74 k	32.50 b	30.71 c	بيوجين
-----	24.80 i	19.60 m	29.60 d	27.94 ef	رايزوباكترين
-----	16.00 n	25.60 h	23.13 j	25.84 g	روسي
الحشة الثالثة موسم 2019/2018					
18.90 m	25.05 i	32.25 de	39.25 a	32.75 d	الشاهد
19.70 l	23.70 k	27.40 h	39.15 a	37.00 b	بيوجين
18.50 m	30.50 f	24.50 j	37.00 b	34.55 c	رايزوباكترين
12.45 n	20.00 l	32.00 e	28.91 g	32.30 de	روسي
الحشة الرابعة موسم 2019/2018					
-----	9.50 f	12.40 cd	12.10 d	8.00 g	الشاهد
-----	14.00 b	14.80 a	12.00 d	12.10 d	بيوجين
-----	12.80 c	12.50 cd	11.00 e	12.60 c	رايزوباكترين
-----	12.70 c	14.80 a	10.70 e	9.20 f	روسي

الجدول 6. تأثير التفاعل بين المخاليط العلفية ونوع المخصب الحيوي في الإنتاجية الجافة (طن. هكتار⁻¹) خلال موسمي النمو 2018/2017 و2019/2018

المخاليط العلفية					نوع التسميد الحيوي
شعير منفرد %100	25% برسيم + 75% شعير	50% برسيم + 50% شعير	75% برسيم + 25% شعير	برسيم منفرد %100	
الحشة الأولى موسم 2018/2017					
1.30 fg	1.63 d	1.32 fg	1.13 h	0.89 i	الشاهد
1.28 fg	1.90 a	1.32 fg	1.66 cd	1.13 h	بيوجين
1.82 b	1.72 c	1.50 e	1.35 f	1.14 h	رايزوباكترين
1.25 g	1.55 e	1.16 h	1.28 fg	0.87 i	روسي
الحشة الأولى موسم 2019/2018					
1.57 efg	1.93 bc	1.56 efg	1.46 ghi	1.26 j	الشاهد
1.52 fgh	2.22 a	1.98 bc	1.57 efg	1.34 hij	بيوجين
2.09 ab	1.98 bc	1.57 efg	1.70 def	1.31 ij	رايزوباكترين
1.73 de	1.86 cd	1.52 fgh	1.38 g-j	1.04 k	روسي
الحشة الثانية موسم 2018/2017					
1.10 ij	1.44 hi	2.36 cde	2.63 bcd	3.04 ab	الشاهد
1.13 ij	2.06 efg	2.60 b-e	2.84 abc	3.00 ab	بيوجين
0.86 j	1.73 fgh	2.16 def	2.75 abc	3.22 a	رايزوباكترين
0.60 j	1.14 ij	1.59 ghi	2.34 cde	2.66 bcd	روسي
الحشة الثانية موسم 2019/2018					
1.37 j	1.88 i	2.95 e	2.28 g	3.81 ab	الشاهد
1.38 j	1.93 i	3.25 d	3.51 c	3.70 b	بيوجين
1.05 k	2.11 h	2.64 f	3.37 cd	3.92 a	رايزوباكترين
0.77 l	1.41 j	2.42 g	2.86 e	3.26 d	روسي
الحشة الثالثة موسم 2018/2017					
-----	3.23 e	3.97 b	4.07 a	3.38 d	الشاهد
-----	1.88 m	3.04 f	2.45 j	2.15 k	بيوجين
-----	2.96 g	2.02 l	3.49 c	2.780 h	رايزوباكترين
-----	2.78 h	3.05 f	2.63 i	2.96 g	روسي
الحشة الثالثة موسم 2019/2018					
3.51 c-f	3.80 b-e	4.67 ab	4.79 ab	3.98 bcd	الشاهد
3.46 c-f	2.27 g	3.66 b-f	2.95 d-g	2.55 fg	بيوجين
3.95 bcd	3.70 b-f	2.56 fg	4.36 abc	3.41 c-f	رايزوباكترين
2.65 efg	3.47 c-f	3.81 b-e	3.29 c-g	5.16 a	روسي
الحشة الرابعة موسم 2019/2018					
-----	5.56 a	5.26 c	4.91 d	3.57 l	الشاهد
-----	4.27 hi	5.35 b	4.83 e	4.36 g	بيوجين
-----	4.32 gh	4.66 f	3.86 j	4.92 d	رايزوباكترين
-----	3.47 m	4.22 i	3.67 k	3.08 n	روسي

تشير النتائج المبينة في الجدول (7) إلى تأثير محصول العلف الغض والجاف المتراكم في موسمي 2018/2017 و2019/2018 معنوياً بالتفاعل بين المخاليط العلفية والمخصبات الحيوية. يتضح من البيانات المدرجة في الجدول أن مخلوط (البرسيم 75% + الشعير 25%) مع البيوجين تفوق معنوياً وسجل أعلى القيم في محصول العلف الغض المتراكم والذي بلغت كميته (59.0، 80.50 طن. هكتار⁻¹) في موسم 2018/2017 و2019/2018 على التوالي، في حين سجلت أقل القيم في هذه الصفة مع الشعير منفرداً مع المخصب الحيوي (بيوجين) وبلغت (12.90، 26.31 طن. هكتار⁻¹). في موسمي الدراسة الأول والثاني على التوالي.

أما فيما يتعلق بمحصول العلف الجاف المتراكم، فتشير البيانات في الجدول (7) إلى أن هذه الصفة لم تسلك سلوك محصول العلف الغض المتراكم نفسه، فقد تفوق مخلوط (البرسيم 50% + الشعير 50%) مع معاملة الشاهد معنوياً على باقي المعاملات، وسجلت أعلى القيم (8.02 طن. هكتار⁻¹). في موسم 2018/2017، وأقل القيم لوحظت عند الشعير منفرداً مع المخصب الحيوي (روسي) وبلغت قيمته (2.85 طن. هكتار⁻¹). أما في الموسم الثاني 2019/2018، فقد حقق مخلوط (البرسيم 50% + الشعير 50%) مع معاملة الشاهد أعلى القيم في هذه الصفة (14.43 طن. هكتار⁻¹). وأقل القيم لوحظت عند الشعير منفرداً مع المخصب الحيوي (الروسي) وبلغت قيمته (5.15 طن. هكتار⁻¹).

الجدول 7. تأثير التفاعل بين المخاليط العلفية ونوع المخصب الحيوي في المحصول العلفي الغض والجاف المتراكم (طن. هكتار⁻¹) خلال موسمي الدراسة

المخاليط العلفية					نوع التسميد الحيوي
شعير منفرد %100	25% برسيم + 75% شعير	50% برسيم + 50% شعير	75% برسيم + 25% شعير	برسيم منفرد %100	
المحصول العلفي الغض المتراكم (طن. هكتار ⁻¹) في موسم 2018/2017					
16.16 n	40.81 j	46.90 g	58.92 a	50.24 e	الشاهد
15.11 o	40.47 j	46.08 h	59.03 a	56.06 b	بيوجين
19.15 m	47.92 f	38.83 k	52.94 d	54.36 c	رايزوباكتين
12.90 p	32.11 l	44.18 i	46.11 h	46.72 g	روسي
المحصول العلفي الغض المتراكم (طن. هكتار ⁻¹) في موسم 2019/2018					
36.80 o	57.97 l	73.02 e	78.46 c	69.97 g	الشاهد
36.64 o	62.76 j	73.40 e	80.50 a	80.08 a	بيوجين
39.62 n	70.58 g	61.72 k	74.39 d	79.32 b	رايزوباكتين
26.31 p	51.76 m	71.49 f	64.60 i	67.29 h	روسي
المحصول العلفي الجاف المتراكم (طن. هكتار ⁻¹) في موسم 2018/2017					
3.40 e	6.30 cd	7.46 ab	8.02 a	7.31 abc	الشاهد
3.41 e	5.84 d	6.96 abc	6.95 abc	6.28 cd	بيوجين
3.68 e	6.41 bcd	5.71 d	7.59 a	7.14 abc	رايزوباكتين
2.85 e	5.47 d	5.80 d	6.25 cd	7.66 a	روسي
المحصول العلفي الجاف المتراكم (طن. هكتار ⁻¹) في موسم 2019/2018					
6.44 h	13.24 bc	14.43 a	13.44 b	12.78 c	الشاهد
6.36 h	10.68 f	14.24 a	12.85 c	11.95 d	بيوجين
7.09 g	12.11 d	11.43 e	12.79 c	13.56 b	رايزوباكتين
5.15 i	10.60 f	11.97 d	11.19 e	11.03 ef	روسي

الاستنتاجات والتوصيات

- أدى استخدام الأسمدة الحيوية إلى زيادة في الإنتاجية الغضة والجافة والمحصول الكلي المتراكم الغض والجاف لمخاليط البرسيم المصري مع الشعير مقارنة بإنتاجية هذه المحاصيل العلفية منفردة، حيث تفوق المخصب الحيوي (الرايزوباكترين) على بقية المخصبات الحيوية وحقق أفضل إنتاجية غضة وجافة خلال موسمي الدراسة.
- أعطت المخاليط العلفية (البرسيم مع الشعير) نتيجة أفضل من حيث الإنتاجية الغضة والجافة مقارنة مع الزراعات للمحاصيل العلفية منفردة، حيث تفوق مخلوط (البرسيم 75%+ الشعير 25%) في محصول العلف الغض المتراكم وبلغت قيمته (54.25، 74.49 طن/هـ) في موسمي الدراسة على التوالي، وبالتالي يمكن الاعتماد على هذه المخاليط في زيادة الغلة العلفية وتوفير جزء هام من احتياجات الثروة الحيوانية.

المراجع

- المبارك، علي نادر فليح ويوسف، عدنان يعقوب. (2011). تأثير المخلوط العلفي وحامض الجبرليك في صفات النمو وحاصل العلف الأخضر لمحصولي البرسيم والشعير. مجلة دىالى للعلوم الزراعية، 3 (2): 231 - 240.
- رزق، توكل يونس. (2002). المراعي ومحاصيل العلف المصرية - زراعة - رعاية - إدارة - إنتاج. كلية الزراعة، جامعة عين شمس. مصر.
- Al-Aswad, A.M. (2005). Fodder production and nutritive value of some pasture plants under different levels of water supply. M.Sc. Thesis, Fac. Agric., Ain Shams Univ., Egypt.
- Badawi, M. H. (2019). Intercropped canopies of berseem clover and barley ameliorate the forage quantity and quality beside N-transfer to the neighboured cereal. Int. J. Environ., 8(1): 1⁻15.
- Bakhroum, Gehan H., M.O. Kabesh, M.F. ElKramany, Alice T. Thalooth and M.M. Tawfik. (2016). Utilization of Bio fertilizers in field crop production. 17-Effect of organic manuring. mineral and bio fertilizers on forage yield and nutritive value of Egyptian clover (berseem) grown in new reclaimed sandy soil. International Journal of Chem. Tech. Research, 9 (3): 34-41.
- Belal, A.H.; F.M. Abd El-Tawab; Eman M. Fahmy and Wafaa M. Sharawy. (1998). Effect of water stress on photosynthetic rate, osmotic potential and yield of Egyptian clover (*Trifolium alexandrinum*, L). J. Agric. Sci. Mansoura Univ., 23(2): 679 - 690.
- Chaichi MR, Shabani G, Noori F. (2015). Response of berseem clover (*Trifolium alexandrinum* L.) to chemical, biological and integrated use of fertilizers. Cercetari Agronomice în Moldova. 1(161):77-87.
- Duncan, D.B. (1995). Multiple range and multiple " F. test." Biometrics, 11:1-42.
- El-Maaz, E. I. M., and F. S.H Ismail. (2016). Impact of bio-fertilizer, humic acid and compost Tea applications on Soil Properties and Egyptian Clover productivity under saline soil conditions. J. Soil Sci. and Agric. Eng., Mansoura Univ., 7 (9):611 - 622.

- Hamdollah, E., Ahmad, G. and Abdollah, J. (2009) Intercropping of Cereals and Legumes for Forage Production. *Notulae Scientia Biologicae*, 1, 7⁻¹³.
- Ismail F. Sh., and S. A. A. Hassanen (2019). Improvement of Egyptian Clover Yield and Quality by Using Bio and Organic Fertilizers in Newly Cultivated Saline Soil. *J. Soil Sci. and Agric. Eng., Mansoura Univ.*, Vol. 10 (3): 147 - 155.
- James J., Beth, W. and Joan, Mc.K. (1998) Forage Production from Spring Cereals and Cereal-Pea Mixtures. Ministry of Agriculture Food & Rural Affairs C.F., Ontario.
- Mousa, M. and El-Nabawi, E.S. (1995). Effect of Bacterial Inoculation on Forage Yield of Berseem-Ryegrass Mixture. *Zagazig Journal of Agricultural Research*, 22, 367-376.
- Nor El-Din, M.A.; M.A. Nasr; A.A. Younis and G.S. Mikhiel. (1992). Effect of forage grass-legume mixtures on yield and chemical composition under dry condition at North West coast of Egypt. *J. Agric. Sci. Mansoura Univ.*, 17(1):19-24.
- Rizk, T.Y., El-Agroudy, M.H. and Al-Aswad, A.M. (2007) Effect of Irrigation Regimes on Forage Quality and Nutritive Values of Berseem in Binary Mixtures with Barley and Annual Ryegrass. *African Crop Science Society Conference*, Vol. 8, El-Minia, 27-31 October 2007, 195⁻¹⁹⁹.
- Snedecor, G.W., and W.G. Cochran. (1969). *Statistical methods*. 6th ed. Iowa State Univ., press, Ames, Iowa; USA.
- Thaloath AT, Sary GAL, El-Nagar HM, El-Kramary MF, Kabesh MO, Bakhoum GSH. (2015). Yield and quality response of ryegrass, Egyptian clover and their mixtures to different sources of fertilizers. *Agric. Sci.* 6:137⁻¹⁴⁵.
- Tufail M.S., G.L. Krebs, J. Ahmad, A. Southwell, J.W. Piltz, and P.C. Wynn. (2018). The effect of *Rhizobium* seed inoculation on yields and quality of forage and seed of berseem clover (*Trifolium alexandrinum* L.) and its impact on soil fertility and smallholder farmer's income. *The J. Anim. Plant Sci.* 28(5): 1493 - 1500.

N° Ref: 1194



تأثير الرش بحمض الهيومك ومستخلص الأعشاب البحرية عند مستويات ري وتسميد معدني مختلفة في بعض صفات النمو والإنتاجية لصنف الكينوا Titicaca (*Chenopodium quinoa* Willd.) في محافظة ريف دمشق

Effect of Spraying with Humic Acid and Seaweed Extract at Different Irrigation and Mineral Fertilization Levels on Some Growth and Productivity Traits of Titicaca Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) in Damascus Countryside Governorate

م. أماني عبدالله الحيجي⁽¹⁾ د. حسين علي المحاسنة⁽²⁾ د. روعة سنان الشيخ عطية⁽³⁾

Eng. Amani Abdullah Alhaiji⁽¹⁾

Dr. Hussain Ali Almahasneh⁽²⁾

Dr. Raua Senan Alshek ateah⁽³⁾

amani2.alhaiji@damascusuniversity.edu.sy

<https://doi.org/10.66805/AE-19.1.146158>

Received 12 January 2025; Accepted 25 March 2025

(1) طالبة دكتوراه، قسم المحاصيل الحقلية، كلية الزراعة، جامعة دمشق، سورية.

(1) Ph.D. Student, Department of Field Crops, Faculty of Agriculture, Damascus University, Syria.

(2) قسم المحاصيل الحقلية، كلية الزراعة، جامعة دمشق، سورية.

(2) Department of Field Crops, Faculty of Agriculture, Damascus University, Syria.

(3) الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية، إدارة بحوث المحاصيل، مركز بحوث ريف دمشق، سورية.

(3) General Commission for Scientific Agricultural Research (GCSAR), Crops Research Administration, Rural Damascus Research Center, Syria.

الملخص

نُفذت التجربة في محطة البحوث العلمية الزراعية في بيت تيمنا في محافظة ريف دمشق خلال موسم الزراعة 2022-2023، لدراسة تأثير أربع معاملات ري (10 زراعة مطرية، 11 تقديم مرتين، 12 ثلاث ريات، 13 ري كامل) وفق خمس معاملات سمادية: F1: NPK التوصية السمادية (120 وحدة أزوت نقي/هكتار، 50 وحدة فوسفات نقي/هكتار، 50 وحدة بوتاس نقي/هكتار)؛ F2: نصف التوصية السمادية NPK + رش مستخلص الأعشاب بمعدل 1.5 كغ/هكتار¹ + رش حمض الهيومك بمعدل 2 كغ/هكتار¹؛ F3: نصف التوصية السمادية NPK + رش مستخلص الأعشاب بمعدل 1.5 كغ/هكتار¹؛ F4: NPK 1/2 + رش حمض الهيومك بمعدل 2 كغ/هكتار¹؛ F5: رش حمض الهيومك بمعدل 2 كغ/هكتار¹ ومستخلص الأعشاب بمعدل 1.5 كغ/هكتار¹ في بعض صفات النمو والإنتاجية لصنف الكينوا Titicaca. نفذت التجربة وفق تصميم القطاعات العشوائية الكاملة (RCBD) بترتيب القطع المنشقة، بواقع 3 مكررات. أظهرت النتائج وجود فروقات معنوية بين المعاملات المدروسة

والتفاعلات المتبادلة بينها، فقد أعطت معاملة الري الكامل مع تطبيق التسميد بالمستوى الثاني تفوقاً معنوياً في عرض العتقول الرئيسي في النبات (4.33 سم)، متوسط عدد البذور في النبات (9232 بذرة.نبات⁻¹)، الغلة البذرية (2578 كغ.هكتار⁻¹)، الغلة الحيوية (6800 كغ.هكتار⁻¹)، وكانت معاملة الزراعة المطرية الأدنى معنوياً مع تطبيق التسميد وفق المعاملة السمادية الخامسة في صفة عدد العتاكيل في النبات (10.00 عتقول.نبات⁻¹)، وزن الألف بذرة (2.20 غ)، عدد البذور في النبات (6670 بذرة.نبات⁻¹)، الغلة البذرية (1409 كغ.هكتار⁻¹)، الغلة الحيوية (3740 كغ.هكتار⁻¹) وتفوقت معاملة الري الثالثة على معاملة الري الثانية عند جميع معاملات التسميد المدروسة في صفتي الغلة البذرية والغلة الحيوية على التوالي. خلصت الدراسة إلى بيان مقدرة الصنف Titicaca على إعطاء غلة بذرية وحيوية في ظروف الزراعة المطرية وأهمية الري التكميلي والتسميد المعدني والعضوي المضافين معاً في معاملة التسميد الثانية في تحسين مقدرة الصنف المدروس على النمو والإنتاج في ظروف منطقة الدراسة.

الكلمات المفتاحية: حمض الهيومك، مستخلص الأعشاب البحرية، التسميد المعدني، معاملات الري، الكينوا.

Abstract

An experiment was conducted in the Agricultural scientific research center in Petima, Damascus countryside Governorate, during the growing season 2022-2023, to study the effect of four irrigation levels (rain fed Two irrigations, three flag, full irrigation) and five inorganic fertilization treatments (F1; NPK mineral fertilizer recommendation 120 units of pure nitrogen, 50 units of pure phosphate, 50 units of pure potash per hectare; F2: half the Recommended dosage F1+ spray algae fertilizer 1.5 kg. ha⁻¹ + spray humic acid 2 kg. ha⁻¹; F3: half the recommended dosage F1+ spray humic acid 2 kg. ha⁻¹; F4: half the recommended dosage F1, F5: spray algae fertilizer 1.5 kg. ha⁻¹, spray algae fertilizer 1.5 kg. ha⁻¹ and humic acid 1.5 kg. ha⁻¹) in some growth and productivity traits for Quinoa Titicaca variety. There is a repetition was laid according to a randomized complete block design (RCBD) With the arrangement of split-split design, with 3 replications. The results showed significant differences between the studied treatments and their interactions, level gave a significant superiority in the width of the main panicle in the plant (4.33 cm), the average number of seeds per plant (9232 seeds. plant⁻¹), seed yield (2578 kg. ha⁻¹), and biological yield (6800 kg. ha⁻¹), while the rain-fed cultivation treatment was the lowest significantly with the application of fertilization according to the fifth fertilizer treatment in the trait of the number of panicles per plant (10.00 panicles. plant⁻¹), the weight of a thousand seeds (2.20 g), the number of seeds per plant (6670 seeds. plant⁻¹), seed yield (1409 kg. ha⁻¹), and biological yield (3740 kg. ha⁻¹). The third supplementary irrigation treatment outperformed the second supplementary irrigation treatment at all the studied fertilization treatments in traits of seed yield and biological yield, respectively. The study concluded by demonstrating the ability of the Titicaca variety to give seed and vital yield under rainfed agriculture conditions and the importance of supplementary irrigation and mineral and organic fertilization added together in the second fertilization treatment in improving the ability of the studied variety to grow and produce under the conditions of the study area.

Key words: Humic Acid, Seaweeds, Mineral Fertilizer, Irrigation Treatment, Quinoa.

المقدمة

في ظل الظروف الاقتصادية الحالية التي تعاني منها البلاد والتزايد السكاني المستمر والضغط الكبيرة على الموارد الزراعية المتوفرة (التربة والمياه) لابد من إيجاد محاصيل إستراتيجية جديدة تتكامل مع المحاصيل الموجودة وتحمل التغيرات المناخية (الجفاف)، وإيجاد وسائل حديثة وصديقة للبيئة لتقليل الآثار السلبية للعوامل البيئية والاقتصادية. وقد غدا نبات الكينوا في السنوات الأخيرة حللاً أساسياً في النظام الغذائي، فمحتواه الغذائي الاستثنائي جعل منه أحد أكثر الحبوب فائدة (عبدالله وزملاؤه، 2016)، وتستعمل أوراقه الخضراء الغنية بالمواد الغذائية مطهوه كالسبانخ وتستخدم علفاً للحيوانات، وتطحن حبوب الكينوا وتصنع منها أنواع مختلفة من المعجنات والخبز، ويضاف مطحون الكينوا متمماً غذائياً إلى خلطات طحين القمح لزيادة قيمته الغذائية ورفع محتواه من الأحماض الأمينية الأساسية، وتطهى الحبوب وتضاف إلى الشوربات المحلية، وتدخل في مكونات السلطات بأنواعها (Jellen *et al.*, 2013).

ينتمي محصول الكينوا (*Chenopodium quinoa* Willd) إلى الرتبة Caryophyllales، من الفصيلة السرمقية (المرامية) Chenopodiaceae، والجنس *Chenopodium*. والنوع *quinoa* Willd. وهو نبات عشبي حولي ذاتي التلقيح، تُشكل جبال الأنديز في أمريكا الجنوبية الموطن الأصلي له (Choukrallah *et al.*, 2016).

تمتلك الكينوا تنوعاً وراثياً فريداً ناهيك عن مرونتها وتأقلمها مع ظروف البيئات القاسية، في الوقت الذي يتواصل فيه عجز المحاصيل الأساسية مثل القمح والأرز والذرة عن تحمل ملوحة التربة والمياه ودرجات الحرارة المرتفعة والجفاف (Eisa *et al.*, 2017)، وهنا تبرز الكينوا بديلاً ممتازاً في المناطق التي تفرض فيها هذه المشاكل مخاطر متزايدة على الزراعة والأمن الغذائي (Erazzú *et al.*, 2016).

تتجه الدراسات الحديثة نحو رفع كفاءة الإنتاج الزراعي بإدخال معاملات جديدة في خدمة المحصول تؤدي إلى زيادة معنوية في معايير النمو وزيادة الإنتاجية كمّاً ونوعاً، ومن المعاملات المدخلة في هذا المجال الرش بمستخلصات الأعشاب البحرية التي تعدّ مصدرًا من مصادر المادة العضوية والعناصر السمدية، وتستخدم كمكملات غذائية نشطة في برامج التسميد لأن لها دوراً مهماً في زيادة مقاومة النبات لبعض الأمراض. كما تحتوي على منشطات ومحفزات نمو وأحماض أمينية، وتساعد على رفع الجهد الحلولي داخل الخلايا النباتية، وتزيد من قدرة النباتات على تحمل الإجهادات، وقد انتشر استعمالها على نطاق واسع في مختلف مجالات الحياة وتُحضر بشكل مساحيق أو سائل (الببيلي، 2020).

أوضح (Zurita *et al.*, 2014) أن محصول الكينوا قد يكون بديلاً لمحاصيل الحبوب في المناطق الجافة وشبه الجافة، حيث تنتج المحاصيل الأخرى حبوباً رديئة النوعية وذات حيوية متدنية لا يمكن الاعتماد عليها بذراً للزراعة. وقد بين (Algozaibi *et al.*, 2017) بدراسة الاحتياج المائي لمحصول الكينوا أنّ نمو المحصول لا يتأثر كثيراً بنقص مياه الري، وهو متحمل للإجهاد المائي.

وبين (Fghire *et al.*, 2017) في دراسة أجريت لبيان تأثير نقص المياه في الصفات الفيزيولوجية ومؤشرات النمو للكينوا وجود تراجع في ارتفاع النبات وعدد البذور في النبات والغلة البذرية، وسُجلت فروق معنوية في نمو المجموع الجذري.

وتوصل (Hassan *et al.*, 2017) في دراسة أجراها على تأثير التسميد باستخدام الأسمدة العضوية والأسمدة الأوتية والرشي الورقي باستخدام حمض الهيومك وأحماض الأسكوربيك في مؤشرات النمو والإنتاجية لصنف الكينوا يوتسايا في مصر إلى أنّ معاملة التسميد العضوي مع الرشي بمحلول حمض الهيومك ومحلول حمض الأسكوربيك حققت أعلى قيمة معنوية لارتفاع النبات، وعدد الفروع لكل نبات، ووزن 1000 بذرة ووزن البذور لكل نبات والغلة من البذور.

وأكد (Maryam *et al.*, 2022) في دراسة أُجريت لمعرفة تأثير أنظمة الري الكامل والري الناقص وتطبيق معدلات التسميد الأوتية المختلفة على الكينوا في إيران أن زيادة معدلات التسميد الأوتية عند معاملات الري الناقص المختلفة لم تسجل فروقاً معنوية في غلة البذور والمادة الجافة الكلية من الكينوا مقارنة بالتسميد الأوتية المقدم بالري الكامل، واقترح تطبيق الري الكامل للوصول إلى أعلى كفاءة في استخدام المياه.

وبين العلاف (2020) أنّ استخدام مستخلصات الأعشاب البحرية مع محاصيل الخضار أدى إلى زيادة معنوية في محتوى الأوراق من الكلوروفيل وفي جميع صفات النمو الخضري التي درست.

ويهدف هذا البحث إلى تحديد أفضل مستوى تسميد معدني مع الرشي بمستخلصات الأعشاب البحرية وأحماض الهيومك في زيادة إنتاجية نبات الكينوا وزيادة تحمله للجفاف في ظروف محافظة ريف دمشق.

مواد وطرائق البحث

المادة النباتية

نُفذت الدراسة على صنف الكينوا Titicaca (*Chenopodium quinoa* Willd.)، وجرى الحصول على بذار الصنف من الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية بسورية، إدارة بحوث المحاصيل الحقلية.

مكان تنفيذ البحث وزمانه

نُفذ البحث في محطة بحوث بيت تيمما التابعة للهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية في محافظة ريف دمشق، في الموسم الزراعي 2022-2023، وتقع محطة بحوث بيت تيمما على بعد قرابة 27 كم غرب مدينة دمشق، وترتفع قرابة 620 م عن سطح البحر، ويبلغ معدل الهطل المطري السنوي فيها 300-350 مم الجدول (1)، التربة رملية طينية جيدة الصرف الجدول (2).

الجدول 1. جدول الهطولات المطرية في منطقة بيت تيمما في ريف دمشق في موسم الزراعة (مم)

كانون الأول	كانون الثاني	شباط	أذار	نيسان	أيار	المجموع التراكمي
35	50	222	72.1	38	-	417.1

المصدر: الهيئة العامة للبحوث الزراعية- مركز البحوث العلمية الزراعية في ريف دمشق 2023

الجدول 2. نتائج تحليل التربة في محطة بحوث بيت تيمما

التحليل الميكانيكي (%)			التحليل الكيميائي						
طين	سلت	رمل	IP المتاح (mg.kg ⁻¹)	K المتاح (mg.kg ⁻¹)	N الكلي (%)	الكثافة الظاهرية غ/سم ³	المادة العضوية (%)	pH	ECe (dS.m ⁻¹)
38	26	36	29	313.70	0.035	1.18	1.06	8.29	0.217

المصدر: الهيئة العامة للبحوث الزراعية- إدارة الموارد الطبيعية (2023)

تجهيز الأرض وطريقة العمل

فُلحت التربة فلاحاً أولى خريفية عميقة (بعمق 25 سم) باستعمال المحراث المطرحي، ثمّ تلتها فلاحاً على عمق 20 سم باستعمال المحراث القرصي، نُعمت التربة باستعمال الكالتفاتور، ثمّ زُرعت في منتصف شباط يدوياً وعمق البذار من 5-2 في سطور بواقع أربعة سطور لكل قطعة تجريبية بمعدل بذار 10 كغ.هكتار⁻¹، طول السطر 3 م، المسافة بين السطر والآخر 50 سم، وبين النبات والآخر على نفس السطر 25 سم، وكانت مساحة القطعة التجريبية 6 م²، وسجلت كل القراءات المطلوبة على النباتات الموجودة ضمن الخطين الداخليين من كل قطعة تجريبية، وأضيف السماد المعدني (يوريا 46%) على ثلاث دفعات متساوية الدفعة الأولى عند الزراعة، والدفعة الثانية بعد التفريد، والدفعة الثالثة عند تشكل العناكيل، وأما الأسمدة الفوسفورية (سوبر فوسفات ثلاثي 46%) والأسمدة البوتاسية (سلفات البوتاسيوم 50%) فأضيفت دفعة واحدة عند الزراعة، وجرى الرش بمستخلص الأعشاب البحرية وحمض الهيومك في فترة نمو المحصول عند بدء تشكل البراعم الزهرية (تم الرش مرتين وبين الرش والآخرى 20 يوماً).

المعاملات المدروسة

1- معاملات الري

- 10: معاملة الشاهد بدون ري (الهطول المطري خلال موسم الزراعة).
- 11: تقديم ريتين فقط خلال مرحلتي النمو الخضري والإزهار، (إضافة إلى رية الإنبات، 124 متر مكعب للدونم).
- 12: تقديم ثلاث ريات خلال مراحل النمو الخضري والإزهار والنضج الفيزيولوجي. (إضافة إلى رية الإنبات، 186 متر مكعب للدونم).
- 13: تقديم الري المنتظم طوال فترة نمو النبات/ ثمان ريات/ (شاهد مروي، 500 متر مكعب للدونم). مع الأخذ بالحسبان الظروف الجوية السائدة في منطقة الدراسة والمرحلة التطورية للنبات.

2- معاملات التسميد

- F1: سماد معدني (NPK1) (120 وحدة أزوت نقي/هكتار، 50 وحدة فوسفات نقي/هكتار، 50 وحدة بوتاس نقي/هكتار) وفق توصية (الزعي و زملاؤه، 2018).
- F2: سماد معدني (NPK2) (2/1NPK1) + حمض الهيومك بمعدل 2 كغ.هكتار⁻¹ + مستخلص الأعشاب البحرية Algea بمعدل 1.5 كغ.هكتار⁻¹.
- F3: سماد معدني (NPK2) + حمض الهيومك بمعدل 2 كغ.هكتار⁻¹.

- F4: سماد معدني (NPK2) + مستخلص الأعشاب البحرية Algea بمعدل 1.5 كغ.هكتار⁻¹.
 F5: حمض الهيومك بمعدل 2 كغ.هكتار⁻¹ + مستخلص الأعشاب البحرية Algea بمعدل 1.5 كغ. هكتار⁻¹.

الجدول 3. تركيب مستخلص الأعشاب البحرية وفق ما ورد على عبوة المنتج

النسبة (%)	المكونات
55%	مادة عضوية
20%	كربون عضوي
0.5%	أزوت N
4%	فوسفور P2O5
19%	بوتاس K2O

تركيب الهيومات المضافة: /كربون عضوي + حمض الهيومك (مادة عضوية دبالية)/ وفق ما ورد على عبوة المنتج.

المؤشرات المدروسة

- متوسط عدد العتاكيل في النبات (عتكول. نبات⁻¹):
 جرى حسابه من خلال عدّ العتاكيل المتشكلة على عشرة نباتات معلمة عشوائياً عند حصادها في كل قطعة تجريبية ثم حساب متوسط عدد العتاكيل في النبات الواحد.
- متوسط عرض العتكول الرئيس (سم): يقاس من منتصف طول العتكول (أعرض منطقة في العتكول).
 - متوسط عدد البذور في النبات (بذرة. نبات⁻¹):
 جرى حسابه من خلال عدّ بذور عشرة نباتات مأخوذة عشوائياً ثم حساب متوسط عدد البذور في النبات الواحد.
- متوسط وزن الألف بذرة (غ):
 حُسب بعد خلط بذور النباتات المحصودة في كل قطعة تجريبية وأخذت ألف بذرة بصورة عشوائية ثم وُزنت.
- الغلة البذرية Seed yield (كغ. هكتار⁻¹):
 حُسبت الغلة البذرية للنبات الواحد بعد حصاد نباتات الخطوط الوسطى ووزن بذورها، ثم ضُربت بعدد النباتات في وحدة المساحة.
- الغلة الحيوية Biological yield (كغ. هكتار⁻¹):
 حُسبت بحساب الوزن الجاف الكلي للنباتات في مساحة 1 م² من الأرض (غ)، ثم التحويل إلى كغ.هكتار⁻¹.

تصميم التجربة والتحليل الإحصائي

نفذت التجربة وفق تصميم القطاعات العشوائية الكاملة (RCBD) بترتيب القطع تحت المنشقة، وشغلت معاملات الري القطع الرئيسية ومعاملات التسميد القطع المنشقة، بثلاثة مكررات، ووزعت هذه المعاملات عشوائياً. وحُللت البيانات إحصائياً بعد تبويبها باستخدام برنامج التحليل الإحصائي GENSTAT.12 لحساب قيمة أقل فرق معنوي (L.S.D_{0.05}) لمقارنة الفروقات بين المعاملات والتفاعل المتبادل بينهما لجميع الصفات المدروسة. كما جرى حساب معامل التباين (%C.V). (Steel *et al.*, 1997).

النتائج والمناقشة

متوسط عدد العثاكيل في النبات

أظهرت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقاتٍ معنوية ($P \leq 0.05$) في متوسط عدد العثاكيل بين المعاملات المدروسة، والتفاعل المتبادل بينهما. ولُوحظَ أن متوسط عدد العثاكيل في النبات كان الأعلى معنوياً عند معاملة الري الثالثة (التكميلي) I2 (12.73)، والأدنى معنوياً (10.73) تحت ظروف الزراعة المطرية. وسجلت معاملة التسميد الثانية F2 (12.50) أعلى متوسط لعدد العثاكيل بين معاملات التسميد المطبقة، وكانت الأدنى معنوياً عند معاملة التسميد الخامسة F4 (10.25)، أما بالنسبة إلى التفاعل بين المعاملات المدروسة، فقد كان متوسط عدد العثاكيل الأعلى معنوياً عند معاملة الري الثالثة I2 (13.67) ومعاملة التسميد الثالثة F3، والأدنى معنوياً تحت ظروف الزراعة المطرية I0 (10.00) وتطبيق مستوى التسميد الخامس (رش مستخلص الأعشاب البحرية وحمض الهيومك) F5 وبدون فروق معنوية مع معاملة الري الثانية ومستوى التسميد نفسه، الجدول (3). يُعزى التفوق المعنوي لصفة عدد العثاكيل على النبات إلى دور كل من الري المقدم والتسميد المعدني المضاف المترافق مع الرش بمستخلص الأعشاب البحرية في زيادة عدد الأفرع على النبات لارتفاع محتوى التربة المائي، وكمية المياه الممتصة ومعدل الاستفادة من التسميد المعدني والعضوي اللذين يؤثران إيجابياً في نمو الخلايا النباتية ويؤديان إلى زيادة النمو والتفرع، وزيادة عدد العثاكيل المتشكلة على النبات الواحد وهذا يتفق مع ما ذكره (Hassan *et al.*, 2017).

الجدول 4. تأثير معاملات الري والتسميد في متوسط عدد العثاكيل في النبات لصنف الكينوا Titicaca

متوسط الري	معاملات التسميد					معاملات الري
	F5	F4	F3	F2	F1	
10.73 ^c	10.00	10.67	11.00	11.67	10.33	I0: بدون ري (مطرية)
10.93 ^b	10.00	10.33	10.33	12.67	11.33	I1: تقديم ريتين
12.73 ^a	12.33	12.00	13.67	13.33	12.33	I2: تقديم ثلاث ريات
10.93 ^b	8.67	11.00	11.67	12.33	11.00	I3: الري الكامل
	10.25 ^e	11.00 ^d	11.67 ^b	12.50 ^a	11.25 ^c	متوسط التسميد
						المتغير الإحصائي
	التفاعل	التسميد	الري			L.S.D _{0.05}
	1.346	0.673*	0.602*			CV%
		7.2				

تُشير الأحرف المتماثلة على مستوى الأعمدة والسطور إلى عدم وجود فروقاتٍ معنوية عند مستوى معنوية 0.05

متوسط عرض العثكول الرئيس (سم)

أظهرت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقاتٍ معنوية ($P \leq 0.05$) في متوسط عرض العثكول بين معاملات الري ومعاملات التسميد، والتفاعل المتبادل بينهما. ولُوحظَ أن متوسط عرض العثكول الرئيس كان الأعلى معنوياً (3.83 سم) عند معاملة الري الرابعة I3 والأدنى معنوياً عند معاملة الري الأولى I0 (2.73 سم). وسجلت معاملة التسميد الثانية F2 (3.90 سم) أعلى متوسط لعرض العثكول الرئيس بين معاملات التسميد المطبقة، وكانت الأدنى معنوياً عند معاملة التسميد الأولى F1 (2.99 سم). أما بالنسبة إلى التفاعل بين معاملات الري ومعاملات التسميد فقد كان متوسط عرض العثكول الأعلى معنوياً عند معاملة الري الرابعة (4.33 سم) ومعاملة التسميد الثاني، ودون فروقاتٍ معنوية مع معاملة الري الثانية ومستوى

التسميد نفسه، والأدنى معنوياً عند معاملة الري الأولى (2.30 سم) وتطبيق معدل التسميد الأول F1 الجدول (4). ويُعزى تفوق صفة عرض العثكول في معاملة الري الكامل ومعدل التسميد الثاني إلى دور المياه المضافة في رفع محتوى التربة المائي وكمية الماء الحر المتاح في منطقة انتشار جذور النباتات، وهذا أثر إيجابياً في كمية المياه الممتصة والقدرة على الاستفادة من التسميد المعدني والعضوي المضافين معاً اللذين يؤثران تأثيراً إيجابياً في نمو الخلايا النباتية وفي زيادة النمو العرضي للعناكيل في النبات، وهذا يتفق مع (Basim *et al.*, 2021).

الجدول 4. تأثير معاملات الري والتسميد في متوسط عرض العثكول الرئيس لمحصول الكينوا (سم)

متوسط الري	معاملات التسميد					معاملات الري
	F5	F4	F3	F2	F1	
2.73 ^d	2.83	2.50	2.50	3.50	2.30	10: بدون ري (مطرية)
3.40 ^b	3.00	3.50	3.17	4.33	3.00	11: تقديم ريتين
3.06 ^c	3.13	2.87	2.83	3.44	3.00	12: تقديم ثلاث ريات
3.83 ^a	3.83	3.67	3.67	4.33	3.67	13: الري الكامل
	3.20 ^b	3.13 ^c	3.04 ^d	3.90 ^a	2.99 ^e	متوسط التسميد
	التفاعل		التسميد	الري		المتغير الإحصائي
	0.755		0.377*	0.337*		L.S.D _{0.05}
	14.0					CV%

تُشير الأحرف المتماثلة على مستوى الأعمدة والسطور إلى عدم وجود فروقاتٍ معنوية عند مستوى معنوية 0.05

متوسط وزن الألف بذرة (غ)

أظهرت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقاتٍ معنوية ($P \leq 0.05$) في متوسط وزن الألف بذرة بين معاملات الري، ومعاملات التسميد المطبقة والتفاعل المتبادل بينهما. ويُلاحظ بالنسبة إلى معاملات الري أنّ متوسط وزن الألف بذرة كان الأعلى معنوياً (2.35 غ) عند معاملة الري الثانية 11 وبدون فروق معنوية مع معاملة الري الرابعة (2.33 غ) 12، والأدنى معنوياً (2.24 غ) عند معاملة الري الثالثة، وبدون فروق معنوية مع معاملة الري الأولى 10 (2.28)، وبالنسبة إلى معاملات التسميد، كان متوسط وزن الألف بذرة الأعلى معنوياً (2.45 غ) عند تطبيق معاملة التسميد الثانية F2، والأدنى معنوياً (2.21 غ) عند تطبيق معاملة التسميد الخامسة F5. أمّا من حيث التفاعل بين المعاملات المدروسة، فكان متوسط وزن الألف بذرة الأعلى معنوياً عند تطبيق معاملة التسميد الثانية (2.51 غ) ومعدل الري الثاني 11، والأدنى معنوياً (2.20 غ) عند معاملة الري الأولى (10) وتطبيق معدلي التسميد الرابع F4 والخامس F5 على التوالي (الجدول 5). وتُعزى الزيادة المعنوية في وزن الألف بذرة إلى تطبيق الرش بحمض الهيومك ومستخلص الأعشاب البحرية (إضافة إلى نصف جرعة الأسمدة NPK) ما زاد في وزن 1000 بذرة زيادة معنوية لاحتوائها على منشطات ومحفزات نمو وأحماض أمينية تعمل على حماية بعض الأنزيمات الداخلية في الخلايا النباتية من التلف، وتساعد على رفع الجهد الحلوئي داخل الخلايا، وتحافظ على جهد الامتلاء داخل الخلايا الذي يؤدي إلى استمرار النمو وتحسين كفاءة عملية التمثيل الضوئي لزيادة المسطح الأخضر الفعال، وزيادة تدفق المواد الغذائية من المصدر إلى المصب (البذور) الذي يؤدي إلى زيادة كمية المادة الجافة المصنعة وتراكمها ويزيد معدل امتلاء البذور في العناكيل، وهذا يتفق مع (Hassan *et al.*, 2017; Ghobad *et al.*, 2021).

الجدول 5. تأثير معاملات الري والتسميد في متوسط وزن الألف بذرة من الكينوا (غ)

متوسط الري	معاملات التسميد					معاملات الري
	F5	F4	F3	F2	F1	
2.28 ^c	2.20	2.20	2.30	2.40	2.30	10: بدون ري (مطرية)
2.35 ^a	2.36	2.31	2.31	2.51	2.29	11: تقديم ريتين
2.24 ^d	2.10	2.10	2.30	2.40	2.30	12: تقديم ثلاث ريات
2.33 ^b	2.27	2.25	2.27	2.47	2.40	13: الري الكامل
	2.22 ^d	2.21 ^e	2.29 ^c	2.45 ^a	2.32 ^b	متوسط التسميد
التفاعل		التسميد		الري		المتغير الإحصائي
0.064*		0.032*		0.028*		L.S.D _{0.05}
1.7						CV%

تُشير الأحرف المتماثلة على مستوى الأعمدة والسطور إلى عدم وجود فروقاتٍ معنوية عند مستوى معنوية 0.05

متوسط عدد البذور في النبات

أظهرت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقاتٍ معنوية ($P \leq 0.05$) في متوسط عدد البذور في النبات بين المعاملات المدروسة، والتفاعل المتبادل بينهما. ولُوحظ أن متوسط عدد البذور كان الأعلى معنوياً عند معاملة الري الرابعة (8487 بذرة.نبات⁻¹)، والأدنى معنوياً (7153 بذرة.نبات⁻¹) عند معاملة الري الأولى، وسجلت معاملة التسميد الثانية F2 (8161) أعلى متوسط لعدد البذور في النبات بين معاملات التسميد المطبقة، وكانت الأدنى معنوياً عند معاملة التسميد الأولى F1 (7134 بذرة.نبات⁻¹)، أما بالنسبة إلى التفاعل بين المعاملات المدروسة، فقد كان متوسط عدد البذور في النبات الأعلى معنوياً عند معاملة الري الكامل I3 (9232 غ) وعند مستوى التسميد الثاني F2، والأدنى معنوياً عند معاملة الري الأولى (6670 بذرة.نبات⁻¹) وتطبيق مستوى التسميد الخامس F5 (الجدول 6).

الجدول 6. تأثير الري والتسميد في متوسط عدد البذور في نبات الكينوا Titicaca (بذرة.نبات⁻¹)

متوسط الري	معاملات التسميد					معاملات الري
	F5	F4	F3	F2	F1	
7153 ^d	6670	7539.	7264.	7540.	6752.	10: بدون ري (مطرية)
7389 ^c	7273	7261	7559	7757	7094	11: تقديم ريتين
8014 ^b	8322	8562	7736	8114	7336	12: تقديم ثلاث ريات
8487 ^a	8068	8898	8883	9232	7354	13: الري الكامل
	7583 ^d	8065b	7860 ^c	8161 ^a	7134 ^e	متوسط التسميد
التفاعل		التسميد		الري		المتغير الإحصائي
888.2*		444.1*		397.2*		L.S.D _{0.05}
6.9						CV%

تُشير الأحرف المتماثلة على مستوى الأعمدة والسطور إلى عدم وجود فروقاتٍ معنوية عند مستوى معنوية 0.05

يُعزى تفوق صفة عدد البذور في النبات عند معدلات التسميد والري إلى تفوق صفة عدد العثاكيل في النبات وعرض العثكول الرئيس عند المعاملات المدروسة نفسها من جهة، وإلى دور كل من الري المقدم والتسميد العضوي (حمض الهيومك ومستخلص الأعشاب البحرية) مع التسميد المعدني بالتأثير في زيادة معدل الإزهار والإخصاب لأنها تؤثر في المرحلة التطورية في النبات لاحتوائها على منشطات ومحفزات نمو في ظروف توفر الماء في التربة الزراعية وزيادة عدد البذور المتشكلة في النبات من جهة أخرى. وهذا يتفق مع (Azza *et al.*, 2021).

متوسط الغلة البذرية (كغ. هكتار⁻¹)

بينت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقاتٍ معنوية ($P \leq 0.05$) في متوسط الغلة البذرية بين معاملات الري ومعاملات التسميد المطبقة، والتفاعل المتبادل بينهما. ولوحظ بالنسبة إلى معاملات الري أن متوسط الغلة البذرية كان الأعلى معنويًا (2155 كغ. هكتار⁻¹) عند معاملة الري الرابعة (I3)، والأدنى معنويًا (1644 كغ. هكتار⁻¹) عند معاملة الري الأولى (I0). وبالنسبة لمعاملات التسميد كان متوسط الغلة البذرية الأعلى معنويًا (2185 كغ. هكتار⁻¹) عند معاملة التسميد الثانية F2، والأدنى معنويًا (1743 كغ. هكتار⁻¹) عند معاملة التسميد الخامسة F5. أما بالنسبة إلى التفاعل بين المعاملات المدروسة، فقد كان متوسط الغلة البذرية الأعلى معنويًا (2578 كغ. هكتار⁻¹) عند تطبيق الري الكامل (I3) وتطبيق التسميد وفق المعاملة السمادية الثانية F2، والأدنى معنويًا (1409 كغ. هكتار⁻¹) عند معاملة الري الأولى (I0) وتطبيق التسميد وفق المعاملة F5. (الجدول 7). وتُعزى زيادة الغلة البذرية عند معاملة الري الكامل (I3) وتطبيق التسميد وفق المعاملة السمادية (F2) إلى التفوق المعنوي لمكونات الغلة البذرية (عدد العثاكيل في النبات، وزن الألف بذرة، عدد البذور في النبات) عند تطبيق هذه المعاملات، وهذا يتفق مع ما توصل إليه (Hassan *et al.*, 2017; Azza *et al.*, 2021).

الجدول 7. تأثير الري والتسميد في متوسط الغلة البذرية للكينوا (كغ. هكتار⁻¹)

متوسط الري	معاملات التسميد					معاملات الري
	F5	F4	F3	F2	F1	
1644 ^d	1409	1659.	1726.	1876.	1553.	I0: بدون ري (مطرية)
1855 ^c	1748	1789.	1866.	2142.	1730.	I1: تقديم ريتين
1960 ^b	1866	1978.	1957.	2142.	1856.	I2: تقديم ثلاث ريات
2155 ^a	1951	2187.	2116.	2578	1942.	I3: الري الكامل
	1743 ^e	1903 ^c	1916 ^b	2185 ^a	1770 ^d	متوسط التسميد
						المتغير الإحصائي
	التفاعل	التسميد	الري			L.S.D _{0.05}
	198.9*	99.5*	89.0*			
		6.3				CV%

تُشير الأحرف المتماثلة على مستوى الأعمدة والسطور إلى عدم وجود فروقاتٍ معنوية عند مستوى معنوية 0.05.

متوسط الغلة الحيوية (كغ. هكتار⁻¹)

بينت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقاتٍ معنوية ($P \leq 0.05$) في متوسط الغلة الحيوية بين معاملات الري، ومعاملات التسميد المطبقة، والتفاعل المتبادل بينهما. فبالنسبة إلى معاملات الري كان متوسط الغلة الحيوية الأعلى معنويًا

(6067 كغ.هكتار⁻¹) عند معاملة الري الرابعة 13، والأدنى معنوياً (4135 كغ. هكتار⁻¹) عند معاملة الري الأولى (10). وبالنسبة إلى معاملات التسميد كان متوسط الغلة الحيوية الأعلى معنوياً (6292 كغ.هكتار⁻¹) عند معاملة التسميد الثانية F2، والأدنى معنوياً (5027 كغ.هكتار⁻¹) عند معاملة التسميد الخامسة F5. أما التفاعل بين المعاملات المدروسة، فقد كان متوسط الغلة الحيوية الأعلى معنوياً (6800 كغ. هكتار⁻¹) عند تطبيق معاملة الري الكامل (13)، وتطبيق التسميد وفق التوليفة السمادية الثانية F2، والأدنى معنوياً (3740 كغ. هكتار⁻¹) عند معاملة الري الأولى (10) وتطبيق التسميد وفق المعاملة الخامسة F5 (الجدول 8). وتُعزى زيادة الغلة الحيوية عند معاملات الري المدروسة وتطبيق التسميد وفق التوليفة (F2) إلى الفروق المعنوية التي سجلت في عدد العناكيل على النبات من جهة، والدور الفعال لإضافة سماد الطحالب البحرية وحمض الهيومك (بالإضافة للسماد المعدني) بالتأثير في استمرار النمو الخضري للنبات خلال فترة نقص المياه، لأنها تمتلك تأثيراً منظماً لنمو النبات وتؤثر في عمليات الاستقلاب في الخلية النباتية محفزة النبات على استمرار النمو والتفرع وإعطاء غلة حيوية مرتفعة من جهة أخرى. وهذا يتفق مع (Hassan *et al.*, 2017; Ghobad *et al.*, 2021).

الجدول 8. تأثير الري والتسميد في متوسط الغلة الحيوية للكينوا (كغ.هكتار⁻¹)

متوسط الري	معاملات التسميد					معاملات الري
	F5	F4	F3	F2	F1	
4135 ^d	3740	3800	3967	5167	4000	10: بدون ري (مطرية)
5767 ^c	5167	5867	5867	6600	5333	11: تقديم ريتين
5907 ^b	5333	6050	6050.	6600	5500	12: تقديم ثلاث ريات
6067 ^a	5867	6050	6120	6800	5500	13: الري الكامل
	5027 ^e	5442 ^c	5501 ^b	6292 ^a	5083 ^d	متوسط التسميد
	التفاعل	التسميد	الري			المتغير الإحصائي
	448.8	224.4*	200.7*			L.S.D _{0.05}
		5.0				CV%

تُشير الأحرف المتماثلة على مستوى الأعمدة والسطور إلى عدم وجود فروقاتٍ معنوية عند مستوى معنوية 0.05

الاستنتاجات والتوصيات

الاستنتاجات

- أدت الزراعة المطرية إلى خفض جميع المؤشرات المدروسة في ظروف منطقة الدراسة.
- أدى الرش بحمض الهيومك مع مستخلص الأعشاب البحرية في معاملات التسميد المعدني إلى تحسين المؤشرات المدروسة.
- تحققت أفضل غلة بذرية لصنف الكينوا Titicaca عند زراعته بظروف الري الكامل ورشه بحمض الهيومك مع مستخلص الأعشاب البحرية مع تقديم التسميد المعدني الذي جرى تقليبه إلى نصف الكمية المقدمة في التوصية السمادية. وهذا عائد لزيادة المؤشرات الإنتاجية (عدد البذور في النبات، وزن الألف بذرة) المؤثرة في الغلة البذرية عند هذا التداخل بين المعاملات المدروسة.

التوصيات

- تشجيع زراعة محصول الكينوا في المناطق الجافة وشبه الجافة في القطر التي تعاني من ظروف تدهور التربة ونقص الموارد المائية ولا سيما في مناطق الزراعة المطرية، حيث تشكل المنطقة الرئيسية في زراعة هذا المحصول الغذائي المهم.
- إجراء المزيد من الأبحاث والدراسات لدراسة تأثير هذه العوامل في الصفات النوعية لبذور الكينوا، والتركيز على العوامل الأخرى التي تؤثر في صفات النمو والإنتاجية للكينوا.
- زيادة مستوى الوعي والمعرفة بهذا المحصول لدى جميع المهتمين، ولا سيما المزارعين، من خلال الأيام الحقلية، والندوات العلمية والنشرات الإرشادية.

التمويل

معلومات التمويل: هذا البحث ممول من قبل جامعة دمشق وفق رقم الممول 501100020595.

المراجع

- الببيلي، روعة، العبدالله، أسامة، قسوات، باسمة. (2020). استجابة نباتات البصل *Allium cepa* L. للرش الورقي بمستخلص الأعشاب البحرية (الغارين)، مجلة الجامعة العربية الأمريكية للبحوث، 6(2)، 54-74.
- الزعبي، محمد منهل، عيد، هيثم، حقون، محمد، داوود، برهوم، محمد، قرفول، رزان، ميوس، محمد، أسعد، محمود، خطار، درويش، الجردي، نوار، أحمد، يامن. (2018). تأثير مياه الصرف الزراعي في بعض خواص التربة وإنتاجية محصول الكينوا وتحديد احتياجاته المائية والسماذية. المجلة السورية للبحوث الزراعية، 6(3).
- العلاف، إياد هاني. (2020). استخدام مستخلصات الأعشاب والطحالب البحرية كبديل عن الأسمدة الكيماوية في تغذية محاصيل الخضار، كلية الزراعة والغابات، جامعة الموصل. 300 صفحة.
- عبد الله، عبد المجيد بجاش، فضل، جلال أحمد، وعساج، خالد محمد. (2016). خصائص الدقيق وجودة الخبز الناتج من خلط دقيق الكينوا بدقيق القمح. مجلة العلوم الزراعية، 47(5)، 95-106.
- Algosaiibi, M.; E.A. Badran; A.M. Almadini; and M.M. El-Garaway. (2017). The effect of irrigation intervals on the growth and yield of quinoa crop and its components. Journal of Agricultural Science. 9(9): 182-191.
- Azza, M. A., Seleem, A.E., Ahmed, R. and A. El-Salam. (2021). Response of Quinoa plant grown under Drought Stress to Foliar Application with Salicylic Acid, Paclobutrazol and Algae Extract. Scientific Journal of Agricultural Sciences., 3: (2): 87-104.
- Basim. K. Hasan T. Al-Jayashi. and Hayder R. L. (2021). Effect of Seaweed and Micro nutrient Nano-Fertilizes on growth and yield of Quinoa plant grown under Soil conditions of Al-Gharraf, 17, No, 347-352, 2021.

- Choukr-allah, R.; N.K. Rao; A. Hirich; M. Shahid; A. Alshankiti; K. Toderich; S. Gill; and K.R. Butt. (2016). Quinoa for marginal environments toward future food and nutritional security in MENA and central Asia regions. *Front. Plant Sci.*,7: 346.
- Eisa, S.; M.A. Eid; E.H. Abd El-Samad; S.A. Hussin; A.A. Abdel-Ati; N.E. El-Bordeny; S.H. Ali; M.A. Al-Sayed; Hanan, M.E. Lotfy; A.M. Masoud; A.M. El-Naggar; and M. Ebrahim. (2017). *Chenopodium quinoa* Willd. A new cash crop halophyte for saline regions of Egypt. *Aust. J. Crop Sci.*, 11: 343-351.
- Erazzú, L.E.; J.A. González; S.E. Buedo; F.E. Prado. (2016). Effects of sowing density on *Chenopodium quinoa* (quinoa), Incidence on morphological aspects and grain yield in Var. CICA growing in Amaicha del Valle, Tucumán, Argentina. *Lilloa*. 53 (1): 12-22.
- Fghire R, Anaya F, Issa OA, Wahbi S. (2017). Physiological and growth response traits to water deficit as indicators of tolerance criteria between quinoa genotypes. *Journal of Materials and Environmental*.
- Ghobad, M.S. Farzaneh, S.K. and Raouf, S.S. (2021). Effect of application of humic acid and seaweed extract on the growth and yield of Quinoa under drought stress. *10, 246-312.Sciences.*,8:(6):2084-2093.
- Hassan A. F., Moharam F. Attia and R. H. Hagab. (2017). Effect of Nitrogen Fertilization and Organic Acids on grains productivity and biochemical contents of quinoa plant grown under soil conditions of Ras Sader Sinai under soil. *Egyptian J. Desert Res.*, 67, No. 1:171-185.
- Jellen, E.; P. Maughan; D. Bertero; and H.Munir. (2013). Prospects for Quinoa (*Chenopodium Quinoa* Willd.) improvement through biotechnology. In *Biotechnology of Neglected and Underutilized Crops*; Mohan, S., Gupta, D., Eds.; Springer: Berlin/Heidelberg, Germany; pp. 173-203.
- Maryam, B. Rezvan, T. Ali, Reza Sepaskhah and Didier Bazile. (2022). Irrigation Regimes and Nitrogen Rates as the Contributing Factors in Quinoa Yield to Increase Water and Nitrogen Efficiencies. *Plants* 2022, 11, 2048, pp 1-20.
- Steel, R.G.; Torrie, J.H. and Dickey, D.A. (1997). *Principles and Procedures of Statistics. A Biometrical Approach*. 3rd ed. Mc. Graw Hill Book co. Inc. New York: 400-428.
- Zurita-Silva A, Fuentes F, Zamora P, Jacobsen S, Schwember AR(2014) Breeding quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.): potential and perspectives. *Mol. Breeding*.;34:13-30.



تأثير أنواع وتراكيز هرمون الأوكسين في تجذير عقل الحور الفراتي باستخدام تقانة زراعة الأنسجة النباتية

Effect of Different Types and Connections of Auxins on in Vitara Rooting Formation of Populus (*Populus Euphratica Olive*)

م. أحمد النقشبندي⁽¹⁾ د. زياد الحسين⁽²⁾ د. عبد الرحمن الشيخ⁽²⁾ د. عامر مجيد آغا⁽³⁾

Eng. Ahmad Alnakshbandi⁽¹⁾ Dr. Ziad Alhussin⁽²⁾ Dr. Abdulrahman chikh⁽²⁾ Dr. Amer Majid Agha⁽³⁾

ahmadal3ze@gmail.com

<https://doi.org/10.66805/AAE-19.1.159169>

Received 25 May 2025; Accepted 15 July 2025

(1) طالب دكتوراه، قسم البساتين، كلية الزراعة، جامعة الفرات، سورية.

(1) Ph.D. student, Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Al-Furat University, Syria.

(2) قسم البساتين، كلية الزراعة، جامعة الفرات، سورية.

(2) Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Al-Furat University, Syria.

(3) قسم البيئة والحراج، كلية الزراعة، جامعة الفرات، سورية.

(3) Department of Environment and Forestry, Faculty of Agriculture, Al-Furat University, Syria.

الملخص

نفذ البحث في مختبر زراعة الأنسجة النباتية التابع لكلية الزراعة في جامعة الفرات بدير الزور، خلال الفترة الواقعة بين عام 2022 حتى عام 2024. بهدف دراسة تقييم تأثير أنواع وتراكيز مختلفة من الأوكسينات (أندول حمض البيوتريك IBA - أندول حمض الخليك IAA - نفتالين حمض الخليك NAA) في تحفيز التجذير لنبات الحور الفراتي. استُخدم وسط (MS) مُدعم بتراكيز مختلفة من الأوكسينات (0.1 و 1 ملغ/ليتر) من الأوكسينات (IBA، NAA، IAA). أظهرت النتائج أن المعاملة بـ IBA بتراكيز 1 ملغ/ليتر كانت الأكثر كفاءة في تحفيز تكوين الجذور (43.3%) مقارنةً بـ NAA و IAA. كما سُجل أعلى متوسط لعدد الجذور وطولها عند استخدام IBA أو NAA بتراكيز 1 ملغ/ليتر. وعند اختبار تراكيز مختلفة من IBA، تبين أن التركيز 2.0 ملغ/ليتر حقق أعلى نسبة لتكوين الجذور حيث بلغت 59.9%. كما أدت التراكيز 2 و 3 ملغ/ليتر من IBA إلى زيادات معنوية في عدد الجذور وطولها. إلا أن زيادة التركيز إلى أكثر من 3 ملغ/ليتر أسفر عن تأثير سلبي، حيث لم تُسجل فروق معنوية في نمو الجذور، مما يشير إلى حدوث تثبيط ناتج عن التراكيز العالية من الأوكسين.

الكلمات المفتاحية: الحور، التجذير، الأوكسينات.

Abstract

The experimental study was conducted in the Plant Tissue Culture Laboratory at the Faculty of Agriculture, Euphrates University, Deir ez-Zor, during the period from 2022 to 2024. The primary objective was to investigate the effects of different types and concentrations of auxins (IBA, NAA, and IAA) on root induction in *Populus euphratica*. Murashige and Skoog (MS) medium supplemented with two concentrations (0.1 and 1 mg/L) of IBA, NAA, and IAA was employed. The results demonstrated that IBA at 1 mg/L was the most effective treatment, inducing the highest rooting percentage (43.3%) compared to NAA and IAA. Moreover, the maximum mean values for root number and root length were obtained with 1.0 mg/L of either IBA or NAA. Further analysis with higher concentrations of IBA revealed that MS medium supplemented with 2 mg/L IBA resulted in the highest rooting percentage (59.9%). Additionally, 2 and 3 mg/L IBA treatments significantly enhanced both root number and length. However, concentrations exceeding 3.0 mg/L exhibited an inhibitory effect, with no significant improvements in root growth, indicating potential auxin toxicity at elevated levels.

Key words: *Populus*, Rooting, Culture Media, Auxins.

المقدمة

تنتمي أشجار الحور الفراتي (*Populus euphratica* Oliv.) إلى العائلة الصفصافية (Salicaceae)، وهي شجرة شديدة محبة جداً للضوء من أجل النمو الطبيعي، ويعدُّ الحور الفراتي من أكثر أنواع الحور المتحملة للاجهادات اللاحيوية. فالشجرة يمكن أن تنمو في الظروف القاسية مثل الفيضانات، الظروف الجافة، درجات الحرارة القارية حيث تتحمل حتى (+54 م) وانخفاض درجات الحرارة حتى (-54 م)، وتتحمل العواصف الرملية. وتتطلب الشجرة للنمو الملائم تربة طميية عميقة جيدة التهوية وجيدة الصرف وتربة زائدة الرطوبة، وعالية الملوحة (2-5%) ولا تتحمل التربة الثقيلة سيئة الصرف (Gu and Pei, 2005). تمتاز شجرة الحور الفراتي بسرعة النمو والإنتاج المرتفع من الخشب والكتلة الحيوية ويسمح نوع خشب الحور المميز بطيف واسع من الاستعمالات في صناعة الورق وإنتاج أنواع مختلفة من الخشب، بالإضافة لاستخدامه كمصدر للطاقة (Luo and Zhou, 2002).

تأثرت غابات الحور الفراتي في سورية بالتقطيع والتحول إلى أراضي زراعية، وهي تعتبر مهددة حالياً من الأنظمة الحراجية. وزراعة الحور في سورية معروفة منذ القدم لا سيما على ضفاف الأنهار في الفرات والخابور والعاصي وبردو وغيرها. وكانت تنظم غابات الحور الفراتي ضمن طرز الغابات الكثيفة شبه النقية (مجيد آغا، 2002). تشير المراجع إلى أن المساحات التي تغطيها غابات الحور الفراتي في سورية أكبر بكثير مما هي عليه الآن. ويعزى ذلك لأسباب مختلفة أهمها القطع العشوائي وغير المنتظم للأشجار، وتحويل هذه الغابات إلى أراضي زراعية مروية. وبحسب التقرير القطري عن حالة التنوع الحيوي في سورية (2016).

يعد الإكثار الخضري للحوار هو الطريقة الشائعة حيث يمكن الإنتاج غالبًا من خلال السرطانات أو العقل الساقية، ولكن المشكلة في هذه الوسائل هو أن نسبة تجذير الحوار منخفضة وتختلف من نوع لآخر (Xi yang *et al.*, 2014)، وفي هذا الخصوص يؤكد (Fatemeh *et al.*, 2018) أن الحوار الفراتي يتميز بنسب تجذير منخفضة بالرغم من جميع المعاملات لتحسين وتشجيع تجذير العقل. وتبعًا لصعوبات ومشاكل طرق الإكثار الخضري التقليدية يمكن لتقنية الإكثار بزراعة الأنسجة أن تفتح آفاق واسعة في إنتاج الحوار الفراتي ليتلاءم مع الحاجة الماسة لهذا النوع في سورية. في العقود الأخيرة، أصبحت تقنية إكثار الأنسجة من الطرق الشائعة والعملية لإكثار العديد من الأنواع الخشبية، وذلك لما تتميز به من سرعة في الإنتاج وإمكانية الحصول على نباتات خالية من الأمراض ولا تحتاج لمساحات كبيرة (بك، 2024).

تُعد مرحلة تجذير الأجزاء النباتية التي تلي مرحلة التضاعف مرحلة حساسة وصعبة في معظم النباتات الخشبية، حيث تؤدي دورًا حاسمًا في تحديد كفاءة بقاء النباتات وقدرتها على التأقلم لاحقًا في ظروف النمو الخارجي. ويعتمد نجاح هذه المرحلة بدرجة كبيرة على القدرة على تكوين الجذور العرضية وتطورها، حيث تُعد هذه الخطوة ضرورية وتختلف إمكانية تكوينها باختلاف الأنواع النباتية، وتتأثر بعدة عوامل داخلية وخارجية، أبرزها: المصدر الوراثي، وتركيب البيئة الغذائية، وتركيزات هرمونات النمو (Saida, 2005).

تُعد الأوكسينات من أهم الهرمونات المستخدمة في زراعة الأنسجة، حيث تؤدي دورًا رئيسيًا في تنظيم التكوين الحيوي للأعضاء النباتية، لا سيما الجذور. ومن أكثر الأوكسينات استخدامًا في هذا السياق: NAA، IBA، IAA، وD-2,4، ويعتمد تأثيرها على نوع النبات، وتركيز الأوكسين، وآلية توزيعه داخل الأنسجة (Khalil *et al.*, 2019).

يستخدم لتجذير أجزاء من نبات التوت (Fouad *et al.*, 2023) عدة أنواع من الأوكسينات في بيئة MS (1962)، وأكدت نتائج الدراسات أن إضافة الأوكسين كانت ضرورية لعملية التجذير، ولكن الأنواع اختلفت في تأثيرها، فقد أظهرت الأوكسينات نسبة تجذير متساوية، ولكن إضافة IBA بتركيز 1 ملغ /ليتر أعطت أفضل متوسط لطول الجذور بينما إضافة NAA بتركيز 1 ملغ /ليتر شكلت أعلى متوسط لعدد الجذور. كما استخدم (Rout *et al.*, 2008) أن استخدام عدة أنواع من الأوكسينات وبتراكيز مختلفة في بيئة MS لتجذير أجزاء من الأكاسيا وتوصل الباحث إلى أن أفضل نسبة تجذير كانت عند إضافة IBA أو IAA بتركيز 1 ملغ / ليتر مقارنة بـ NAA بالتركيز نفسه 1 ملغ /ليتر. كذلك في تجذير الحوار الأبيض اختبر (Abo-Elfadi, 2022) ثلاثة أنواع من الأوكسين ووجد أن أفضل نسبة تجذير كانت مع إضافة IBA أو IAA ولكن أفضل نوعية (متوسط- طول- عدد الجذور) كانت مع وجود IBA. النتيجة نفسها توصل إليها (De-klerk, 2002) حيث وجد أن استخدام IBA بتركيز 1 ملغ/ليتر أعطى أفضل مؤشرات التجذير من حيث النسبة والنوعية وتكوين الجذور الجانبية مقارنة ببقية الأوكسينات الأخرى. كما يشير (Badar-Elden, 2013) بأن أفضل مؤشرات التجذير كانت عند إضافة IBA (0.5 ملغ /ليتر) لبيئة MS مقارنة ببقية الأوكسينات عند التركيز نفسه. من ناحية أخرى يؤكد (Li *et al.*, 2023) في تجذير الحوار الرمادي أن إضافة الأوكسينات للبيئة الغذائية كانت مهمة وضرورية وأن أفضل مؤشرات التجذير كانت مع إضافة NAA بتركيز 1 ملغ/ليتر مقارنة ببقية الأوكسينات. كذلك يشير (Selvaraj *et al.*, 2022) إلى أن إضافة NAA 1 ملغ /ليتر أعطت أفضل مؤشرات التجذير وبفروق معنوية مقارنة بـ IBA

وبجميع التراكيز المستخدمة (0.5 و 1 و 2 ملغ/ليتر) في نبات إكليل الجبل بينما توصل (Garcia *et al.*, 2024) أن أفضل تجذير (نسبة ونوعية) في صنفين من الكرمة (Pinot Noir و Cabernet Franc)، كانت عند إضافة 1 ملغ/ليتر من IAA. أكدت الدراسات المنشورة أن عملية التجذير بزراعة الأنسجة لا تتأثر فقط بنوع الأوكسين وإنما بالتراكيز المستخدمة، حيث بين (Nand *et al.*, 2004) أن تكون الجذور وتطورها مختلفة باختلاف الأنواع (IBA- NAA-IAA) والتراكيز المستخدمة (0.5، 1، 1.5، 2 ملغ/ليتر) في نبات البرقوق. ويؤكد (Towfik and Ahmad, 2022) أن إضافة IBA أو NAA كانت فعالة في حث وتطور الجذور ولكن تأثيرها في نسبة ونوعية الجذور عند نبات الحور الأبيض اختلف باختلاف التراكيز المستخدمة (0.5، 1، 2 ملغ/ليتر). وبخصوص تراكيز الأوكسينات في عملية التجذير، كما توصل (Cai *et al.*, 2015) في تجذير الحور الفراتي إلى أن أفضل مؤشرات التجذير كانت عند إضافة (1.5 ملغ/ليتر) من IBA، ومع زيادة التراكيز انخفضت نسبة التجذير ونوعية الجذور. كما أكد (Selvaskanth and Eswara, 2024) أن استخدام IBA أو NAA بالتراكيز المنخفضة (1-0.5 ملغ/ليتر) أعطت أفضل النتائج للتجذير ومع زيادة التركيز (2-3 ملغ/ليتر) تكونت جذور قصيرة وسميكة ومع زيادة التركيز إلى 4 ملغ/ليتر توقفت تشكل الجذور في نبات العود السيلاني. كما توصل (Modgil *et al.*, 2010) إلى أن استخدام IBA أو NAA بالتراكيز المنخفضة 0.5 ملغ/ليتر أعطت أعلى نسبة تجذير لنبات التفاح، ولكن مع زيادة التركيز إلى 4 ملغ/ليتر و2-5 ملغ/ليتر انخفضت نسبة التجذير وزادت كميته الكالوس في قاعدة العقلة.

يهدف البحث إلى دراسة تأثير ثلاثة أنواع من الأوكسينات (أندول حمض البيوتريك IBA - أندول حمض الخليك IAA - نفتالين حمض الخليك NAA) بتركيزين مختلفين (0.1 و 1.0 ملغ/ليتر) على تجذير الحور الفراتي مخبريًا في بيئة MS. يشمل ذلك تقييم نسبة التجذير، وعدد الجذور، وطولها. كما يهدف إلى تحديد النوع والتركيز الأمثل لتحقيق أفضل تجذير.

مواد وطرائق البحث

مكان إجراء البحث وتاريخه

نُفذ البحث في مخبر زراعة الأنسجة بكلية الزراعة بدير الزور - جامعة الفرات وذلك خلال الأعوام (2022-2024).

المادة النباتية

جرى تأمين المادة النباتية للزراعة التأسيسية من أشجار الحور الفراتي الموجودة على ضفاف نهر الفرات بعمر (5 سنوات).

طريقة العمل

أخذت عينات نباتية من مرحلة التضاعف (الإكثار) وزرعت ضمن شروط البيئة الغذائية نفسها ولكن خالية من منظمات النمو لمدة أسبوعين. بعدها تم فصل عقل من العينات النباتية بطول (7-10 سم) وتحتوي على الأقل زوج من البراعم الجانبية. أخذت هذه العقل وزرعت في بيئات غذائية مختلفة (حسب الاختبارات)، وتركت تحت ظروف التحضين في غرفة النمو (حاضنات الاستنبات) على درجة حرارة (25 ± 2 م°) وإضاءة بشدة (3000 لوكس) لمدة (16) ساعة والظلام لمدة (8) ساعة ورطوبة نسبية (50-70%) (الحسين وبدران، 2017).

البيئة الغذائية

استُخدمت بيئة غذائية أساسية في جميع اختبارات المرحلة التأسيسية والإكثار والتجذير وهي البيئة التي تتكون من العناصر المعدنية لبيئة Murashige and Skoog (MS) لعام (1962) ويضاف إليها:

- myo-Inositol ($C_6H_{12}O_6$) (100mg/L).
- Biotin ($C_{10}H_{16}N_2O_3S$) (0.2 mg/L).
- Thiamine hydrochloride ($C_{12}H_{17}ClN_4OS \cdot HCl$) (0.5 mg/L).
- Calcium pantothenate ($C_{18}H_{32}CaN_2O_{10}$) (0.4 mg/L).
- Glutamine ($C_5H_{10}N_2O_3$) (2mg/L).
- Sucrose ($C_{12}H_{22}O_{11}$) (30g/L)
- Pyridoxine hydrochloride ($C_8H_{11}NO_3 \cdot HCl$) (0.5 mg/L).
- Agar ($C_{12}H_{18}O_9$)_n (7 g/L).

ثم أُضيفت منظمات النمو للوسط المغذي (حسب الاختبارات) وضُبطت الحموضة (pH) على درجة (5.6) قبل التعقيم بالأوتوغلاف على درجة حرارة (121 م) وضغط (4.1 كغ/سم²) ولمدة (15) دقيقة.

اختبارات البحث

تضمن البحث في مرحلة التجذير دراسة تأثير العوامل التالية:

- أنواع مختلفة من الأوكسينات (أندول حمض البيوتريك IBA، أندول حمض الخليك IAA، نفتالين حمض الخليك NAA) بتركيزين (1-0.1 ملغ/ليتر).

- تأثير تراكيز مختلفة من الأوكسين الأفضل في مرحلة تجذير الحور الفراتي في بيئة MS.

القراءات والملاحظات

بعد زراعة الجزء النباتي لمدة 30 يومًا في بيئة التجذير الملائمة ضمن شروط البحث جرى تدوين الملاحظات والقياسات

التالية (الحسين وبدران، 2017):

1. نسبة التجذير: عدد العقل المجذرة / العدد الكلي للعقل المزروعة * 100.

2. متوسط عدد الجذور في العقلة الواحدة.

3. متوسط طول الجذور في العقلة الواحدة (سم).

تصميم التجارب والتحليل الإحصائي

نفذت التجربة على مرحلتين:

أولاً: تأثير أنواع مختلفة من الأوكسينات في تجذير الحور الفراتي في بيئة MS، جرى تطبيق سبع معاملات مختلفة، بحيث بلغ إجمالي الأجزاء النباتية ($7 \times 30 = 210$ جزءًا نباتيًا) بواقع (10) أجزاء لكل مكرر.

ثانياً: تأثير تراكيز مختلفة من IBA في مرحلة تجذير الحور الفراتي في بيئة MS، نفذت خمس معاملات مختلفة، بحيث بلغ إجمالي الأجزاء النباتية ($5 \times 30 = 150$ جزءًا نباتيًا) بواقع (10) أجزاء لكل مكرر.

أجريت جميع المعاملات تحت ظروف مخبرية باستخدام تصميم القطاعات العشوائية الكاملة (RDBC) لكل عامل

على حدا. ونظرًا لإمكانية ضبط الظروف البيئية نسبيًا في المختبر وتقليل التباين غير المرغوب فيه الناتج عن المعاملات: تم

استخدام تحليل التباين الثنائي (Two-Way ANOVA) لقياس تأثير المعاملات، مع اعتبار التكرارات كمصدر ثانٍ للتباين. ولتحديد اتجاه الفروق بين المعاملات، استُخدم اختبار أقل فرق معنوي (LSD) عند مستوى معنوية 5%. (الحسين وبدران، 2017). وقد أُجري التحليل الإحصائي باستخدام برنامج SPSS.

النتائج والمناقشة

أولاً: تأثير أنواع الأوكسينات

تعدُّ مرحلة التجذير من أصعب مراحل إكثار النباتات الخشبية بزراعة الأنسجة، وفي الغالب تحتاج إلى وسائل مساعدة لتحسين تكوين الجذور على الأجزاء النباتية. وتبين نتائج البحث العمل أن إضافة الأوكسين كانت ضرورية لحث وتشجيع تكوين وتطور الجذور على أجزاء الحور الفراتي، ولكن مؤشرات التجذير اختلفت باختلاف نوع وتركيز الأوكسين المضاف للبيئة الغذائية MS (1962).

تُظهر البيانات الواردة في الجدول (1) أن إضافة الأوكسينات بأنواعها المختلفة (IBA، NAA، IAA) إلى الوسط الغذائي MS كانت ضرورية لتحفيز عملية التجذير في عقل الحور الفراتي، حيث لم تُسجل أية مؤشرات تجذير في معاملة الشاهد (بدون أوكسين). ومع ذلك، اختلفت فعالية التجذير باختلاف نوع وتركيز الأوكسين، كما هو موضح فيما يلي:

نسبة التجذير (%)

سجلت أعلى نسبة تجذير عند استخدام IBA بتركيز 1 ملغ/ليتر (43.27%)، متفوقة معنوياً على جميع المعاملات الأخرى. تلتها معاملة NAA بتركيز 0.1 ملغ/ليتر (41.33%). بينما كانت أقل نسبة تجذير عند استخدام IAA بتركيز 0.1 ملغ/ليتر (7.04%)، ثم IAA بتركيز 1 ملغ/ليتر (14.93%) (Rani *et al.*, 2021; Kaviani *et al.*, 2024; Lakho *et al.*, 2023). من ناحية أخرى، فإن IAA، رغم كونه أوكسيناً طبيعياً، يتعرض لتفكك سريع عبر الأكسدة، مما يقلل من تأثيره في عملية التجذير (Harahap *et al.*, 2021). هذه النتائج تتفق مع ما ورد في دراسات (Khalil *et al.*, 2019; Soni *et al.*, 2011) (نصور وزملاؤه، 2020).

عدد الجذور/عقلة

سُجل أعلى متوسط لعدد الجذور عند NAA بتركيز 1 ملغ/ليتر (عقلة/عقلة)، تلاه IBA بتركيز 1 ملغ/ليتر (1.77 جذر/عقلة). ولم تكن هناك فروق معنوية بينهما. أما أقل عدد جذور فكان مع IAA بتركيز 0.1 ملغ/ليتر (1.01 جذر/عقلة). تشير هذه النتائج إلى أن كلاً من IBA وNAA فعّالان في تحفيز تكوّن عدد أكبر من الجذور مقارنة بـ IAA، لكن NAA أظهرت تفوقاً طفيفاً من حيث الكمية. قد يكون هذا مرتبطاً بقدرة NAA على تنشيط الانقسام الخلوي في منطقة قاعدة العقل بشكل فعال، مما يعزز من عدد المواقع الجذرية. ومع ذلك، لا بد من ملاحظة أن الزيادة في عدد الجذور لا تترافق دائماً مع زيادة في الطول أو الجودة.

متوسط طول الجذر (سم)

أطول جذور تشكّلت في المعاملات التي تحتوي على NAA بتركيز 1 ملغ/ليتر (2.12 سم) و IBA بتركيز 1 ملغ/ليتر (1.93 سم)، مع فروق معنوية لصالح المعاملتين. بينما سجلت أقل أطوال للجذور مع IAA بتركيز 0.1 ملغ/ليتر (1.17 سم) و IAA بتركيز

1 ملغ/ليتر (1.46 سم). طول الجذور يُعد مؤشراً على جودة التجذير واستطالة الخلايا الجذرية، ويبدو أن كل من IBA و NAA ساعدا على تحفيز نشاط الخلايا المرستيمية واستطالة الأنسجة بشكل فعال. أما انخفاض الأطوال مع IAA فقد يُعزى إلى ضعف تأثيره في تنشيط استطالة الخلايا الجذرية، وربما أيضاً إلى عدم استقراره داخل الوسط أو سرعة تفككه.

وبشكل عام يمكن أن نلاحظ أن زيادة تركيز IBA من 0.1 إلى 1 ملغ/ليتر زادت من نسبة التجذير وطول الجذور، لكنها لم تؤثر بشكل ملحوظ على عدد الجذور. بينما في NAA كانت النتيجة على العكس، لوحظ أن زيادة تركيز NAA أدت إلى تحسين عدد الجذور وطولها، ولكنها خفضت نسبة التجذير. في المقابل IAA أظهر أضعف النتائج في كل المؤشرات، سواء عند التركيز المنخفض أو العالي. وإن تفوق IBA و NAA في التجذير يعود إلى بطء تحللها الحيوي داخل الأنسجة النباتية مقارنة بـ IAA، مما يسمح بتأثير أطول وأقوى على الانقسام والاستطالة الخلوية (Sosnowski *et al.*, 2023). والأوكسينات الصناعية (IBA و NAA) تظهر عادة فعالية أعلى من الطبيعية، وهذا ما أكدته العديد من الدراسات (Kaviani *et al.*, 2024; Li *et al.*, 2023; Bader-Elden, 2013).

الجدول 1. تأثير أنواع مختلفة من الأوكسينات في تجذير الحور الفراتي في بيئة MS

الأوكسينات (ملغ/ليتر)	نسبة التجذير %	عدد الجذور في العقلة (جذر/عقلة)	متوسط طول الجذر في العقلة (سم)
الشاهد	0 g	0 c	0 f
IBA (0.1)	30.3000 d	1.3400 b	1.7600 c
IBA (1)	43.2700 a	1.7700 b	1.9300 a
NAA (0.1)	41.33 b	1.4600 b	1.9120 b
NAA (1)	32.000 c	1.9300 a	2.1200 a
IAA (0.1)	7.0400 f	1.0100 b	1.1730 e
IAA (1)	14.3900 e	1.1700 b	1.4590 d
LSD _{0.05}	1.3237	0.2386	0.1986
C.V%	3.54%	12.36%	8.63%

ثانياً: تأثير تركيز الأوكسين

تتوافق نتائج البحث مع دراسات أكدت أن نوع الأوكسين يُعد عاملاً حاسماً في نجاح مرحلة التجذير لدى النباتات الخشبية، لا سيما في أنظمة زراعة الأنسجة. حيث أظهرت النتائج الواردة في الجدول (2) أن استجابة عقل الحور الفراتي لتراكيز مختلفة من IBA كانت متفاوتة بشكل واضح، مما يؤكد أن تركيز الأوكسين يُعد عاملاً حاسماً في نجاح التجذير.

نسبة التجذير %

تأثرت نسبة التجذير بشكل واضح بتراكيز أندول حمض البيوتيريك IBA المختلفة. حيث لوحظ أن أعلى نسبة تجذير سجلت عند 2 ملغ/ليتر (56.91%)، وكانت متفوقة معنوياً على باقي التراكيز. وبزيادة التركيز إلى 3 ملغ/ليتر، انخفضت النسبة إلى (40.59%)، بينما سجل التركيز 4 ملغ/ليتر أدنى نسبة تجذير (17.7%). بينما في معاملة الشاهد (بدون IBA) لم تسجل أي تجذير.

إن زيادة تركيز IBA حتى 2 ملغ/ليتر أدى إلى تحفيز تكوّن البداءات الجذرية، إلا أن زيادة التركيز بعد هذا الحد أدت إلى تثبيطها. وقد يُعزى هذا الانخفاض إلى تراكم الإيثيلين في الأنسجة، الذي يُعرف بدوره المثبط لتكوين الجذور وهذا ما أكدته (Gianguzzi *et al.*, 2020). وأكدت نتيجة البحث بأن زيادة التراكيز أكثر من المطلوب أدت تخفيض نسبة التجذير وسوء نوعيه الجذور وزيادة تشكل الكالوس وهذا ما أكدته نتائج دراسات مختلفة (Farhan and Sekhi, 2024) عند نبات القبار، و (Adak *et al.*, 2009) عند نبات الفريز، و (Cai *et al.*, 2015) عند نبات الحور الفراتي.

عدد الجذور/عقلة

أكدت نتائج بحثنا أن أعلى متوسط لعدد الجذور سُجل عند تركيزي 2 ملغ/ليتر (2.42 جذر/عقلة) و 3 ملغ/ليتر (2.02 جذر/عقلة)، مع عدم وجود فروق معنوية بينهما. بينما انخفض عدد الجذور بشكل واضح عند التركيز 4 ملغ/ليتر (1.16). كما لم تُسجل أية جذور في معاملة الشاهد (0 ملغ/ليتر). كما تُشير النتائج إلى أن التراكيز (1-2 ملغ/ليتر) كانت فعالة في تحفيز انقسام الخلايا وتكوين عدد جيد من الجذور، بينما أدت التركيزات العالية (4 ملغ/ليتر) إلى تأثير سلبي نتيجة الإجهاد الفسيولوجي أو التأثيرات السمية. وقد لاحظ (Harugade *et al.*, 2014; Nand *et al.*, 2004) تأثيرات مماثلة على نباتات خشبية أخرى عند استخدام تراكيز مرتفعة من IBA.

متوسط طول الجذور (سم)

سُجل أعلى متوسط لطول الجذور عند تركيز 3 ملغ/ليتر (3.83 سم)، متفوقاً معنوياً على باقي التراكيز. تلاه تركيز 1 ملغ/ليتر (3.10 سم)، ثم 1 ملغ/ليتر (1.83 سم). وانخفض المتوسط إلى 2.8 سم عند التركيز 4 ملغ/ليتر. أما في معاملة الشاهد، فلم يُلاحظ أي نمو جذري. حيث تشير النتائج إلى أن زيادة تركيز IBA حتى 3 ملغ/ليتر كان له تأثير إيجابي على استطالة الجذور، وذلك بسبب تعزيز نشاط الأوكسين في تنشيط استطالة الخلايا الجذرية. لكن عند التركيز 4 ملغ/ليتر، لوحظ انخفاض في الطول وظهور أعراض سمية كاصفرار الأوراق وتكوّن الكالوس، مما ينعكس سلبيًا على جودة ونمو الجذور. التأثير المثبط للتراكيز العالية يؤكد ضرورة ضبط التركيز بدقة لتفادي التأثيرات السمية وتقليل تراكم الإيثيلين. هذه النتائج تتفق مع ما أورده (Harugade *et al.*, 2014) بأن التأثير الإيجابي للأوكسين له حد معين، وبعده تنعكس الآثار بشكل مثبط.

الجدول 2. تأثير تراكيز مختلفة من IBA في مرحلة تجذير الحور الفراتي في بيئة MS

تركيز الأوكسين (ملغ/ليتر)	نسبة التجذير %	عدد الجذور في العقلة (جذر/عقلة)	متوسط طول الجذر في العقلة (سم)
0	0 e	0 c	0 d
1	45.5000 b	1.8560 a	1.8300 c
2	56.9100 a	2.4200 a	3.1030 b
3	40.5910 c	2.0200 a	3.8290 a
4	17.701 d	1.1600 b	2.8000 b
LSD 0.05	1.6269	0.7186	0.3543
C.V%	3.80%	36.14%	11.49%

الاستنتاجات والتوصيات

- أهمية الأوكسينات في عملية تجذير الحور الفراتي، وأن IBA أعطى أعلى نسبة للتجذير، بينما أعطى IBA أو NAA أعلى متوسط لعدد الجذور وطولها.
- أن أفضل تركيز من IBA لتجذير الحور الفراتي عند (2 ملغ /ليتر)، بينما أعلى متوسط لعدد الجذور وطولها كان بوجود (3-2 ملغ /ليتر)، ولكن مع زيادة التركيز انخفضت المؤشرات.
- ومما سبق توصي الدراسة بإجراء المزيد من الاختبارات مثل دراسة تأثير منظمات نمو أخرى ومصدر وتركيز الكربوهيدرات ومواصفات الجزء النباتي المستخدم بغرض الوصول إلى معدل تجذير ونوعية جذور أفضل.

المراجع

- التقرير القطري عن حالة التنوع الحيوي في سورية. (2016).
- بك، رشا الأحمد، الحسين، زياد، العيسى، أسعد؛ وجراد، علاء الدين. (2024). تأثير الموسم ومصدر النبات وطريقة التعقيم واستخدام مضادات الأكسدة في إكثار الزيتون صنف صوراني بزراعة الأنسجة، مجلة جامعة حمص، سلسلة العلوم الزراعية والتقانة الحيوية، 46(13): 43-72.
- آغا، عامر مجيد. (2002). غابات الحور الفراتي في منطقة حوض الفرات الأدنى - نظام بيئي متكامل بحاجة إلى حماية، 1-6 أيلول، جامعة الفرات حلب - المؤتمر العربي للبيولوجيين.
- الحسين، زياد، بدران، رداح. (2017). تأثير منظمات النمو في نمو صنف التفاح الديري بظروف زراعة الأنسجة - المجلة العربية للبيئات الجافة (أكساد).
- نصور، مازن، محفوض، حافظ، رضوان، ثروت. (2020). الإكثار الخضري الدقيق لبعض طرز الوردة الدمشقية. *Damascena Rosa Mill* المنتشرة في اللاذقية. مجلة جامعة تشرين. المجلة البيولوجية للعلوم. 42(3): 85-97.
- Abo El-Fadl, R. (2022). Factors affecting micropropagation of white poplar (*Populus alba* L.). Journal of Agriculture and Veterinary Science. Volume 15, Issue 6 Ser. I (June 2022), PP 24-36.
- Adak, A., L. Kaynak, M. Pekmezci and H. Gubbuk. (2009). The Effect of Various Hormone Types on In Vitro Propagation of Strawberry. Acta Hort. 829, ISHS 2009: 305-308.
- Badr-Elden, A.M. (2013). An effective protocol for in vitro storage and ex vitro re-growth of strawberry capsules. Atlas J. Chem. and Biochem., 1: 30 - 38.
- Cai, Z., X. Jing, X.Tian, J. Jiang, F. Liu, and X. Wang. (2015). Direct and indirect in vitro plant regeneration and the effect of brassinolide on callus differentiation of *Populus euphratica* Oliv. South African Journal of Botany 97 (2015) 143-144.
- De Klerk, G.J. (2002). Rooting of micro cuttings: theory and practice. In Vitro Cell Dev Plant 38: 415-422.
- Farhan, T.F. and Y. S. Sekhi. (2024). Effect Of Plant Growth Regulators And Explants On The Micropropagation Of *Capparis Spinosa* L.. Anbar J. Agric. Sci., Vol. (22) No. (1), 2024: 750-762.

- Fatemeh Ahmadloo., Mohsen Calagari, Azadeh Salehi, Gholam Reza Goodarzi. (2018). Investigation of rooting and growth characteristics of poplar clones in hydroponic and soil cultures. *Journal of Forest Science*, 64, 2018 (5): 207-215.
- Fouad H. Mohamed, F. and M. Saif. (2023). Influence of Plant Growth Regulators and Dark Pretreatment on Shoot Proliferation, Rooting and Acclimatization of Thorny Blackberry. *Egypt. J. Hort.* Vol. 50, No. 2, pp. 135-148.
- García, Y., E. A. González, M. Gutiérrez, E. Fernández, A. Quiroga and H. Pedranzani. (2024). Micropropagation of Two Varieties of *Vitis vinifera* Cabernet Franc and Pinot Noir, Comparison of Physiological and Production Parameters. *Asian J. Microb. Biotech*, vol. 9, no. 2, pp. 29-37.
- Gu Ruisheng and Pei Dong. (2005). *Populus euphratica*, a Tolerant Model but Endangered Arborescent Species. *SCIENCE FOUNDATION IN CHINA* Vol. 13, No. 1, 2005: 51-54.
- Gianguzzi, AND., Barone, E., and Sottile, F. (2020). In vitro rooting of *Capparis Spinosa* L. as affected by genotype and by the proliferation method adopted during the multiplication phase. *Plants*, 9(3): 2-11.
- Harahap, F., Afva, A., Jannah, M. and Prasetya, E. (2021). ISSR based analysis of genetic variability of plantlets culture of pineapple (*Ananas comosus* L.) from Sipahutar, North Sumatera, Indonesia. *Biog. J. Ilm. Biol.* 9, 35-41.
- Harugade, S., R.H. Tabe and S. Chaphalkar. (2014). Micropropagation of Strawberry (*Fragaria X ananassa* Duch.). *Int. J. Curr. Microbiol. Appl. Sci.*, 3: 344 - 347.
- Kaviani, B., Deltalab, B., D.Kulus , , A. Khoddamzadeh and C. Roque-Borda. (2024). In Vitro Shoot Multiplication and Rooting of 'Kashan' and 'Hervy Azerbaijan' Damask Rose (*Rosa damascena* Mill.) Genotypes for Cosmetic and Ornamental Applications. *Plants* 2024, 13, 1364:1-24.
- Khalil, H-A., M.A.I. Khalil, H. Arisha and M.E. El-Denary. (2019). effect of cultivars, auxins and activated charcoal on in vitro roots formation of strawberry plantlets. *zagazig J. Agric. Res.*, Vol. 46 No. (3) 2019 609.
- Lakho, M., M. Jatoi, N. Solangi, A. Abul-Soad, M. Qazi and Gh. Abdi. (2023). Optimizing in vitro nutrient and ex vitro soil mediums-driven responses for multiplication, rooting, and acclimatization of pineapple. *Scientific Reports* | (2023) 13:1275: 10 P.
- Li, H., H. Wang, L. Guan, Z. Li, H. Wang and J. Luo (2023). Optimization of High-Efficiency Tissue Culture Regeneration Systems in Gray Poplar. *Life* 2023, 13, 1896: 1-12.
- Luo, J.; Zhou, J.-J. (2002). Growth performance, photosynthesis, and root characteristics are associated with nitrogen use efficiency in six poplar species. *Environ. Exp. Bot.* 2019, 164, 40-51.
- Modgil, M., R. Gupta and M. Thakur (2010). In Vitro Rooting and Hardening in Apple Rootstock EMLA111- Influence of Some Factors. *Acta Hort.* 865, ISHS 2010: 339-345.

- Murashige, T. and Skoog, F. (1962). A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures. *Physiol. Plant.* 15:473-.794.
- Nand, N.; Drew, R.A.; Ashmore, S. (2004). Micropropagation of two Australian native fruit species, *Davidsonia pruriens* and *Davidsonia jerseyana* G. Harden and J.B. Williams. *Plant Cell Tiss. Org. Cult.* 2004, 77, 193-201.
- Rani, K.; Groach, R.; Sharma, J. and Singh, N. (2021). In vitro direct multiplication of *Viola canescens* Wall. ex Roxb.: An important medicinal plant. *Ann. Phytomed.*, 10(2):200-207.
- Rout, G.R., S. K. Senapati, S. Aparajeta. (2008). Micropropagation of *Acacia chundra* (Roxb.) DC. *Hort. Sci. (Prague)*, 35, 2008 (1): 22-26.
- Saida, S., P. Chatelet, O. Noureddine, F. Dosba and B. Ilham. (2005). Micropropagation of eight Moroccan and French olive cultivars. *J. Hort. Sci.*, 40(1): 193-196.
- Selvaraj, K.V.; Sivakumar, P.; Shalom, S.V.; Bharathi, A.; Velayutham, A. and Prabha, T. (2022). A review on the in vitro regeneration of the timeless panacean medicinal and aromatic herb: *Rosmarinus officinalis* (L.). *Ann. Phytomed.*, 11(1):247-252.
- Selvaskanthan, S. and J.P. Eeswara. (2024). In vitro rooting of *Gyrinops walla* in activated charcoal-containing semi-solid culture and filter paper-bridged liquid culture systems. *Tropical Agricultural Research*, 35(4):332-342.
- Soni, M., Thanker, M. and m. modgil. (2011). In vitro multiplication of MORTON 1-713-An apple rootstock suitable for replantation, *Indian J. Biotech.* 10:362-368.
- Sosnowski, J.; Truba, M.; Vasileva, V. (2023). The Impact of Auxin and Cytokinin on the Growth and Development of Selected Crops. *Agriculture* 2023, 13, 724.
- Tawfik, E. and M. Ahmed. (2022). Genetic Stability Assessment of in Vitro Rooted *Populus Alba* L. Micro-Shoots in Different Media compositions. *Plant Biol Crop Res.* 2022; 5(1): 1061: 1-6.
- Xi yang, Zhao., Huiquan Zheng., Shanwen Li, Chuanping Yang. , Jing Jiang. (2014). The rooting of poplar cuttings: a review. *New Forests* (2014) 45:21-43.

N° Ref: 1203



تأثير الوسط المغذي والفحم النشط والإظلام في تجذير عقل الحور الفراتي باستخدام تقانة زراعة الأنسجة النباتية

Effect of Nutrient Medium Composition, Activated Charcoal, and Dark Incubation on Root Induction in Euphrates Poplar (*Populus Euphratica Olive*) Cuttings Using Plant Tissue Culture Techniques

م. أحمد النقشبندي⁽¹⁾ أ. د. زياد الحسين⁽²⁾ أ. د. عبد الرحمن الشيخ⁽²⁾ أ. د. عامر آغا⁽³⁾

Eng. Ahmad Alnakshbandi⁽¹⁾ Dr. Ziad Alhussin⁽²⁾ Dr. Abdulrahman chikh⁽²⁾ Dr. Amer Majid Agha⁽³⁾

ahmadal3ze@gmail.com

<https://doi.org/10.66805/AAE-19.1.170182>

Received 25 May 2025; Accepted 15 July 2025

(1) طالب دكتوراه، قسم البساتين، كلية الزراعة، جامعة الفرات، سورية.

(1) Ph.D. student, Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Al-Furat University, Syria.

(2) قسم البساتين، كلية الزراعة، جامعة الفرات، سورية.

(2) Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Al-Furat University, Syria.

(3) قسم البيئة والحراج، كلية الزراعة، جامعة الفرات، سورية.

(3) Department of Environment and Forestry, Faculty of Agriculture, Al-Furat University, Syria.

الملخص

نفذ البحث ضمن مختبر زراعة الأنسجة النباتية بكلية الزراعة - جامعة الفرات (دير الزور) خلال الفترة الممتدة من عام 2022 حتى عام 2024. بهدف تقييم تأثير تراكيز من العناصر المعدنية الكبرى ضمن الوسط الغذائي (MS) Murashige and Skoog (MS)، شملت التركيز MS (كامل)، $MS^{1/2}$ ، $MS^{3/4}$ ، بالإضافة إلى وسط MS كامل باستثناء تقليل تركيز نترات الأمونيوم NH_4NO_3 إلى النصف)، وذلك بهدف دراسة تجذير الحور الفراتي (*Populus Euphratica Olive*) بتقنية زراعة الأنسجة. وقد جرت المعاملة بالأوكسين IBA أندول حمض البيوتريك بتركيز 1 ملغ/لتر في جميع هذه الأوساط. بالإضافة إلى دراسة تأثير إضافة الفحم المنشط بتركيز 0.2 غ/ل، وظروف الإظلام لمدة أسبوع، على عملية التجذير عند استخدام الأوكسينات (أندول حمض البيوتريك IBA - نفتالين حمض الخليك NAA) كل على حدة بتركيز 1 ملغ/لتر، وذلك ضمن أوساط غذائية MS. أظهرت النتائج أن الوسط MS بتركيز نصف العناصر المعدنية أعطى أعلى نسبة تجذير للعقل (61.1%). كما تفوقت معاملة نترات الأمونيوم بنصف التركيز (54.4%) على التركيز الكامل (50.2%)، والربع (42.9%). أما بالنسبة إلى تأثير الفحم النشط والإظلام، فقد تبين

أن تطبيق ظروف الإظلام مع الوسط المحتوي على IBA بتركيز 1 ملغ/ليتر أعطى أعلى نسبة تجذير (54.6%)، تليها معاملة NAA تحت ظروف مماثلة (41.1%). كما ارتبطت ظروف الإظلام بزيادة عدد الجذور، بينما سجل أطول متوسط لطول الجذور عند استخدام الفحم النشط في الوسط الغذائي المحتوي على IBA (2.44 سم) و NAA (2.9 سم) مقارنةً مع بقية المعاملات. الكلمات المفتاحية: الحور، التجذير، زراعة الأنسجة، الفحم النشط.

Abstract

This study was conducted in the Plant Tissue Culture Laboratory of the Faculty of Agriculture at Al-Furat University (Deir ez-Zor) between 2022 and 2024. The objective was to assess the effects of varying macronutrient concentrations in the Murashige and Skoog (MS) basal medium on in vitro rooting of *Populus euphratica* cuttings. The treatments included full-strength MS medium, half-strength MS ($\frac{1}{2}$ MS), quarter-strength MS ($\frac{1}{4}$ MS), and full-strength MS with the ammonium nitrate (NH_4NO_3) concentration reduced by 50%. All media were supplemented with 1 mg/L indole-3-butyric acid (IBA). In addition, the study investigated the impact of incorporating activated charcoal at 0.2 g/L and applying a one-week dark incubation period on root formation when cuttings were treated separately with IBA or naphthalene acetic acid (NAA), each at 1 mg/L, in MS-based media. The results demonstrated that the half-strength MS medium achieved the highest rooting percentage (61.1%). The treatment with reduced ammonium nitrate concentration also outperformed the full-strength (50.2%) and quarter-strength (42.9%) media. Regarding the influence of activated charcoal and dark incubation, dark conditions combined with IBA yielded the highest rooting percentage (54.6%), followed by NAA under the same conditions (41.1%). Dark incubation was associated with an increased number of roots, whereas the longest mean root lengths were recorded in media containing activated charcoal supplemented with IBA (2.44 cm) and NAA (2.9 cm), compared to the other treatments.

Key word: *Populus*, Rooting, Activated Charcoal, Tissue Culture

المقدمة

تنتمي أشجار الحور الفراتي (*Populus euphratica* olive) إلى العائلة الصفصافية (Salicaceae)، وتنتشر في نصف الكرة الشمالي من خط عرض 45 شمالاً وحتى خط الاستواء. توجد في أوروبا وآسيا وشمال أفريقيا وبعض المناطق تحت المدارية (Karrenberg *et al.*, 2002). ويعد الحور من أهم الأنواع الشجرية التي تمتاز بسرعة النمو والإنتاج المرتفع من الخشب والكتلة الحيوية ويسمح خشب الحور المميز بطيف واسع من الاستعمالات كصناعة الورق وإنتاج أنواع مختلفة من الخشب، بالإضافة إلى استخدامه كمصدر للطاقة (Luo and Zhou, 2002).

يزرع الحور في سورية منذ العصور القديمة، لاسيما على ضفاف الأنهار الكبرى مثل الفرات، الخابور، العاصي، بردى وغيرها، حيث كانت غابات الحور الفراتي تشكل نظامًا بيئيًا كثيفة شبه نقية (آغا، 2002). ويجري إكثار أنواع الحور بوسيلتين:

الإكثار الجنسي أو الإكثار الخضري، يتصف الإكثار الجنسي بحدوث انعزالات وراثية، كما يتطلب الإنبات ظروفًا محددة، إذ يتأثر بقصر فترة النشاط الحيوي للبذور، والحاجة الفورية بعد النضج إلى تربة رطبة وإضاءة كافية (Gonzalez *et al.*, 2010). أما الإكثار الخضري فيمكن تنفيذه باستخدام العقل الساقية أو النموات القاعدية، إلا أن هذه الطرائق غالبًا ما تكون غير مجدية اقتصاديًا نتيجة صعوبة عملية التجذير (Ahmadloo *et al.*, 2018). وتبقى طريقة استخدام السرطانات محدودة الفعالية بسبب قلة توفر المصدر. في حين يُعد إكثار الحور بالعقل الساقية الطريقة الأكثر شيوعًا في المشاتل لإنتاج الشتول، غير أن هذه الطريقة تواجه تحديات في بعض الأنواع التي تتميز بانخفاض أو تدني القدرة على تكوين الجذور (Polle *et al.*, 1989; Hall *et al.*, 2013). في هذا الخصوص يؤكد (Confalonieri *et al.*, 2003) أن إكثار عدة أنواع وهجن باستخدام العقل الساقية كانت وسيلة سهلة ولكن تحتاج إلى جهد ووقت ونتائج بعض الأنواع والهجن غير مرضية. ويرجع سبب اختلاف تجذير الأنواع لسببين: الأول هو التباين الوراثي القوي بين الأنواع وما ينعكس على صفات العقل (خارجية - فسيولوجية)، والثاني العلاقة بين العوامل البيئية والوراثية وتأثيرها في إمكانية التجذير. وبالمقابل استخدمت تقنية إكثار الأنسجة كأحد الطرائق الخضرية وذلك لما تتميز به من السرعة والحصول على نباتات خالية من الأمراض ولا تحتاج لمساحات كبيرة (بك، 2024).

أصبحت تقانة إكثار الأنسجة في الوقت الحاضر من أهم الطرق الشائعة والعملية لإكثار العديد من الأنواع الخشبية والمخروطيات ومن ضمنها أنواع وطرز مختلفة من الحور، التي تجري بأساليب وطرق مختلفة بهذه التقنية (Aggarwall *et al.*, 2012; Shahrazad and Eman, 2015) ويعتمد نجاحها على عدد من العوامل في مقدمتها النوع النباتي وصفات الجزء النباتي المستخدم ونوع وتركيب البيئة الغذائية، ونوع وتركيز منظمات النمو، ونوع وتركيز السكر والظروف الفيزيائية في غرفة النمو (Martonfi *et al.*, 2010).

يعدُّ نوع وتركيب البيئة الغذائية من العوامل ذات الأهمية في تكوين وتطور الأعضاء النباتية الخضرية والجذرية لأن الأملاح المعدنية في البيئة يمكن أن تؤثر في توازن وحركة الأيونات والضغط الأسموزي وبالتالي التأثير في العمليات الاستقلابية للخلية، لذلك تستخدم زراعة الأنسجة عدة أنواع من البيئات الغذائية، ولكن الأكثر شيوعًا هي بيئة (Murashige and Skoog, 1962) وذلك لتوازن عناصرها وتلائمها لطيف واسع من الأنواع النباتية (Aggarwal *et al.*, 2015). إلا أن التراكيز المرتفعة من الأملاح يمكن أن تزيد من تدهور نمو الخلايا نتيجة أكسدة المواد الفينولية المثبطة، وبالتالي عرقلة نمو الأنسجة وموتها، ويؤكد (Han *et al.*, 2010) أن الحاجة لأنواع وتراكيز العناصر المعدنية في البيئة الغذائية تختلف باختلاف الأنواع والأصناف النباتية وصفات الجزء النباتي ومراحل تطوره لذلك يساعد أحيانًا تخفيض تركيز الأملاح المعدنية الكبرى في البيئة الغذائية في دعم نمو وتطور الجذور (Al-Amery and Salman, 2016).

بين (Chalak and Elbitar, 2006) أن تخفيض تراكيز الأملاح المعدنية في بيئة التجذير يساعد في تطور البداءات الجذرية نتيجةً لتحسين امتصاص المواد الغذائية. حيث توصل (Garcia *et al.*, 2024) إلى أن تخفيض تراكيز العناصر الكبرى في بيئة (MS) إلى النصف أعطت أفضل مؤشرات تجذير في صنفين من العنب مقارنة بالتركيز الكامل.

استخدم (Tawfik and Ahmad, 2022) خمسة تراكيز للأملاح المعدنية الكبرى في بيئة (MS)، فوجد أن أفضل مؤشرات التجذير كانت عند تخفيض الأملاح إلى (2/1، 4/1، 8/1)، ولكن أهمية تأثير كل تركيز في تكوين البداءات الجذرية

يتعلق بنوع وتركيز الأوكسين. وأهمية تخفيض العناصر المعدنية في بيئة MS لتشجيع تكوين البداءات الجذرية أكدها كل من (Farhan and Sekhi, 2024) في القبار (*Capparis spinosa*)، و(النائب وزملاؤه، 2022) عند خف الجمل (*Bauhinia purpurea*)، بينما توصل (Donmez *et al.*, 2022) في تجذير (*Spathiphyllum*) إلى أن استخدام تراكيز مختلفة من الأملاح المعدنية الكبرى (كامل، 2/1، 4/1) في بيئة (MS) لم تظهر أي فروق معنوية في نسبة التجذير بين التراكيز الثلاثة. كما لاحظ (Ruzic and Gerovic, 2008) عند استخدام أربعة تراكيز من العناصر الكبرى لبيئة MS (مضاعف، كامل، 2/1، 4/1) أن تأثير التراكيز المختلفة في النمو والتطور ارتبط بنوع الطراز من الكرز الحلو. من ناحية أخرى تبين بعض الدراسات أن استخدام التركيز الكامل للأملاح المعدنية الكبرى لبيئة (MS) باستثناء تخفيض (NH_4NO_3) إلى (4/1) شجع وحسن تجذير بعض أصناف التفاح (Sriskandarjah *et al.*, 1990). ويؤكد (Wojtania *et al.*, 2015) أن تخفيض تراكيز الأزوت فقط من الأملاح الكبرى أثر معنوياً في تحسين تجذير المغنوليا وخفض المحتوى من الفينولات.

تعدُّ مرحلة تجذير الأجزاء النباتية بعد مرحلة التضاعف مرحلة حساسة وصعبة في أغلب النباتات الخشبية ولا سيما في تحديد قدرة النبات على الحياة والتأقلم فيما بعد. ويتوقف نجاح هذه المرحلة أساساً على إمكانية تكوين الجذور العرضية وتطورها، وتكون الجذور العرضية هي خطوة ضرورية وتختلف إمكانية تكوينها باختلاف الأنواع النباتية. وتتأثر بعوامل داخلية وخارجية أهمها المصدر الوراثي وتركيب البيئة الغذائية، ومنظمات النمو وغيرها. بينت الدراسات دور منظمات النمو في تنظيم إجراءات وخطوات تكون الأعضاء النباتية والجذور، وهناك العديد من منظمات النمو التي تستخدم بشكل واسع في مرحلة التجذير بتقنية زراعة الأنسجة التي تشمل أنواع مختلفة من الأوكسينات (2,4-Dichlorophenoxyacetic acid - أندول حمض البيوتريك IBA - أندول حمض الخليك IAA - نفتالين حمض الخليك NAA)، التي يرتبط تأثيرها بنوع وتركيز الأوكسين وآلية انتقاله في الجزء النباتي (Khalil *et al.*, 2019)، وكذلك بالأنواع النباتية والأصناف (Saida, 2005).

هناك مجموعة من المعاملات التي يمكن أن تحسن عملية التجذير في تقانة زراعة الأنسجة النباتية كالإظلام أو إضافة الفحم النشط للبيئة الغذائية لتخفيف إجهادات الأكسدة وذلك لقدرة الفحم على امتصاص المركبات المثبطة والسامة مما يحسن من نمو الخلايا وتطورها (Mao *et al.*, 2018). وقد توصل (Khalil *et al.*, 2019) إلى أن إضافة الفحم النشط لبيئة تجذير الفريز (0.5 مغ/ل) نشط حسن من تكوين الجذور ونوعيتها. هذا ويرتبط التأثير الملائم للفحم النشط بتركيزه وتركيز منظمات النمو والعناصر العضوية والفيتامينات والعناصر المعدنية بالبيئة ولا سيما النحاس والزنك (Van Winkle *et al.*, 2003). والفحم النشط عبارة عن حبيبات ناعمة بمساحة سطح داخلي كبيرة تمتص مواد عديدة وتؤدي دوراً جوهرياً في التجذير من خلال توفير ظروف مظلمة تشابه ظروف التربة (Dumas and Monteuis, 1995)، كما يمكن أن تشجع بعض العمليات الفيسيولوجية كاستقلاب هدم الأوكسينات بحيث يصبح أقل وأبطأ مقارنة بالضوء (Norton and Boe, 1982).

يؤكد (Adak *et al.*, 2009) أن تأثير الفحم النشط في تشجيع تكون التجذير يختلف بحسب التراكيز المستخدمة. فمع زيادة التركيز (1-5 غ/ل) تحسنت نوعية جذور الفريز بشكل فعال ومعنوي. ويجد (النائب وزملاؤه، 2022) أن إضافة الفحم النشط (3 غ/ل) بجميع تراكيز الأوكسين أعطت نتائج أفضل في تجذير خف الجمل وبشكل معنوي بالمقارنة بالشاهد. تُظهر الدراسات أن تعريض الأجزاء النباتية للإظلام لمدة أسبوع خلال مرحلة التجذير يعزز بشكل فعال تكون الجذور وتطورها،

ويساعد في تجنب تشوهات الجذور. فقد أكد (Charri-Rkhis, 2011; Dirlik *et al.*, 2022) على أن هذه الفترة من الإضرار في بداية مرحلة التجذير تشجع بشكل معنوي على تكوين البداءات الجذرية، سواء في الجوز أو في نباتات أخرى. كما أظهرت دراسة (Mohamed and Saif, 2023) أن التداخل بين تأثير الإضرار والأوكسينات بتركيز منخفضة يؤدي إلى تحسين مؤشرات التجذير، مما يعزز أهمية تطبيق الإضرار كعامل محفز في عملية التجذير النباتي.

أهداف البحث

- دراسة قابلية الحور الفراتي للتجذير باستخدام تقانة زراعة الأنسجة النباتية.
- تحديد تركيز العناصر المعدنية الملائمة للتجذير في البيئة الغذائية.
- تأثير الفحم النشط والإضرار في نجاح تجذير الحور الفراتي بالأنسجة.

مواد وطرائق البحث

مكان إجراء البحث

نفذ البحث في مخبر زراعة الأنسجة في كلية الزراعة بدير الزور - جامعة الفرات وذلك خلال الأعوام (2022-2024).

المادة النباتية

جرى تأمين المادة النباتية للزراعة التأسيسية من أشجار الحور الفراتي الموجودة على ضفاف نهر الفرات بعمر (5 سنوات).

طريقة العمل

أخذت نموات مخبرية نسيجية ناتجة عن مرحلة التضاعف (الإكثار) وزرعت على البيئة الغذائية نفسها ولكن بدون منظمات النمو لمدة أسبوعين. بعدها تم فصل نموات بطول (7-10 سم) تحتوي على الأقل زوج من البراعم الجانبية حيث زرعت في بيئات غذائية مختلفة (حسب الاختبارات)، وتُركت تحت ظروف التحضين في غرفة النمو (حاضنات الاستنبات) على درجة حرارة (25 ± 2 م°) وإضاءة بشدة (3000 لوكس) لمدة 16 ساعة والظلام لمدة 8 ساعات ورطوبة نسبية (50-70%) (الحسين وبدران، 2017).

البيئة الغذائية

استخدمت بيئة غذائية أساسية في جميع اختبارات المرحلة التأسيسية والإكثار والتجذير التي تتكون من العناصر

المعدنية لبيئة (MS) لعام (1962) مضافاً إليها:

- | | |
|--|--|
| - myo-Inositol (C ₆ H ₁₂ O ₆) (100mg/L). | - Biotin (C ₁₀ H ₁₆ N ₂ O ₃ S) (0.2 mg/L). |
| - Thiamine hydrochloride (C ₁₂ H ₁₇ ClN ₄ OS·HCl) (0.5 mg/L). | - Calcium pantothenate (C ₁₈ H ₃₂ CaN ₂ O ₁₀) (0.4 mg/L). |
| - Glutamine (C ₅ H ₁₀ N ₂ O ₃) (2mg/L). | - Sucrose.(C ₁₂ H ₂₂ O ₁₁) (30g/L) |
| - Pyridoxine hydrochloride (C ₈ H ₁₁ NO ₃ ·HCl) (0.5 mg/L). | - Agar (C ₁₂ H ₁₈ O ₉) _n (7 g/L). |

بالإضافة إلى منظمات النمو وضبط الرقم الهيدروجيني (pH) على (5.6) قبل التعقيم بالأوتوغلاف على درجة حرارة (121 م) وضغط (1.4 كغ/سم²) ولمدة (15) دقيقة. (الحسين وبدران، 2017).

المعاملات

- تراكيز مختلفة من العناصر المعدنية الكبرى لبيئة MS (100% - 50% - 25% - 50% نترات الأمونيوم). بوجود 1 مغ/ل (IBA).

- تأثير الفحم النشط (0.2 غ/ل) والإظلام لمدة أسبوع بوجود 1 مغ/ل من IBA أو NAA في أفضل تركيز من العناصر المعدنية الكبرى لبيئة MS.

المؤشرات المدروسة

بعد 30 يوم من الزراعة في بيئة التجدير جرى تدوين المؤشرات والقياسات التالية (الحسين وبدران، 2017):

- نسبة التجدير: عدد النموات المجذرة / العدد الكلي المزروع × 100

- متوسط عدد الجذور في النمو الواحد.

- متوسط طول الجذور (مم).

التحليل الإحصائي

نفذت التجربة على مرحلتين:

أولاً: دراسة تأثير تراكيز مختلفة من العناصر المعدنية الكبرى لبيئة MS في تجدير عقل الحور الفراتي، حيث جرى تطبيق أربع معاملات مختلفة، بحيث بلغ إجمالي الأجزاء النباتية (4*30=120 جزءاً نباتياً) بواقع (10) أجزاء لكل مكرر.

ثانياً: دراسة تأثير إضافة الفحم النشط، والإظلام، وتحفيز التجدير، حيث نفذت 9 معاملات مختلفة، بلغ إجمالي الأجزاء النباتية (9*30=270 جزءاً نباتياً) بواقع (10) أجزاء لكل مكرر.

أجريت جميع المعاملات تحت ظروف مخبرية باستخدام تصميم القطاعات العشوائية الكاملة (RCBD) لكل عامل على حدا. ونظراً لإمكانية ضبط الظروف البيئية نسبياً في المختبر وتقليل التباين غير المرغوب فيه الناتج عن المعاملات. استخدم تحليل التباين الثنائي (Two-Way ANOVA) لقياس تأثير المعاملات، مع اعتبار التكرارات كمصدر ثانٍ للتباين. ولتحديد اتجاه الفروق بين المعاملات، استخدم اختبار أقل فرق معنوي (LSD) عند مستوى معنوية 5%. وقد أُجري التحليل الإحصائي باستخدام برنامج SPSS.

النتائج والمناقشة

أولاً: تأثير تراكيز الأملاح المعدنية

نسبة التجدير (%)

أظهرت النتائج أن تخفيض تركيز الأملاح المعدنية الكبرى في بيئة MS إلى النصف أدى إلى تحقيق أعلى نسبة تجدير بلغت 61.11% (الجدول 1)، وقد تفوقت هذه المعاملة معنوياً على جميع التراكيز الأخرى. في المقابل سجلت المعاملة التي حُفّضت

فيها التراكيز إلى الربع أقل نسبة تجذير بلغت 42.98%، ما يشير إلى التأثير السلبي لتقليل الأملاح المعدنية إلى مستويات منخفضة جداً على النسبة الكلية للتجذير. وتتوافق هذه النتائج مع ما توصلت إليه دراسات سابقة، حيث أكد (Lee and Paek, 2012; Garcia *et al.*, 2024) أن خفض تركيز العناصر الكبرى للنصف يسهم بشكل واضح في زيادة نسبة التجذير مقارنة بالتراكيز الكاملة أو المنخفضة جداً.

عدد الجذور في العقلة (جذر/عقلة)

فيما يخص عدد الجذور المتكونة في العقلة، فقد بينت النتائج أن أعلى متوسط عدد للجذور بلغ 3.621 جذر/عقلة في بيئة تحتوي على نصف تركيز الأملاح المعدنية الكبرى (MS 2/1)، تلتها باقي المعاملات بقيم متقاربة تراوحت بين 3.0 و3.21 جذر/عقلة. ومع ذلك، لم تسجل فروق معنوية واضحة بين التراكيز المختلفة في هذا المؤشر. وتتفق هذه النتائج مع ما أشار إليه (Donmez *et al.*, 2022; Li *et al.*, 2023) من أن خفض تركيز الأملاح المعدنية الكبرى في بيئة MS لا يؤدي بالضرورة إلى تأثير معنوي معتبر في عدد الجذور المتكونة لدى أنواع الحور.

متوسط طول الجذور (سم)

فيما يتعلق بمتوسط طول الجذور المتكونة، فقد أظهرت النتائج أن القيم تراوحت بين 2.87 سم في بيئة الأملاح الكاملة و2.412 سم في بيئة التراكيز المنخفضة (MS 4/1)، من دون تسجيل فروق معنوية بين المعاملات المختلفة. يشير ذلك إلى أن خفض تركيز الأملاح لم يكن له تأثير معنوي في طول الجذور المتكونة. وقد أرجع (حسام، 2011) ذلك إلى أن التوازن بين تركيز الأزوت والكربوهيدرات (C/N) في أنسجة العقل يؤدي دوراً أكبر في تحديد طول الجذور، إضافة إلى تداخل تأثير نوع وتركيز الأوكسين المضاف (Tawfik and Ahmed, 2022). يفسر (Al-Amery and Salman, 2016) تأثير تخفيض الأملاح المعدنية الكبرى في عملية التجذير على أن تخفيض تركيز الأملاح يساعد في دعم التأثير القوي للكربوهيدرات وبالتالي دعم تكوين ونمو الجذور. كما أكدت نتائج البحث أن تخفيض تراكيز الأملاح المعدنية الكبرى لبيئة MS لم تؤثر معنوياً في متوسط عدد الجذور أو طولها.

الجدول 1. تأثير تركيز العناصر المعدنية الكبرى لبيئة MS في تجذير الحور الفراتي بوجود 1مغ/ل من IBA في البيئة

تركيز العناصر المعدنية (MS, 1962)	نسبة التجذير (%)	متوسط عدد الجذور	متوسط طول الجذر (سم)
كامل (100%)	50.2100 ^c	3.2100 ^a	2.8700 ^a
النصف (50%)	61.1100 ^a	3.62100 ^a	2.4380 ^a
الربع (25%)	42.9800 ^d	3.000 ^a	2.4120 ^a
كامل عدا نترات الأمونيوم (50%)	54.4000 ^b	3.0800 ^a	2.6600 ^a
L.S.D. (0.05)	1.8826	1.6969	0.5169
%C.V	2.03	%29.57	%11.20

ثانيًا- تأثير الإظلام والفحم النشط

نسبة التجذير (%)

تشير النتائج إلى أن الإظلام لمدة أسبوع في بداية التجذير أدى الدور الأكبر في زيادة نسبة التجذير بشكل معنوي. فقد بلغت أعلى نسبة تجذير عند معاملة الإظلام بوجود IBA، حيث وصلت إلى 54.6% التي تفوقت على معاملة الإضاءة بفروق معنوية، وتلتها معاملة إضافة الفحم النشط بوجود IBA أيضًا بنسبة 49.1% (الجدول 2).

أما في وجود NAA، فقد أعطت معاملة الإظلام أيضًا أعلى نسبة تجذير بلغت 41.1%، تلتها معاملة الفحم النشط بنسبة 38.5%، مقارنة بمعاملة الإضاءة التي سجلت النسبة الأدنى وهي 28.7%. توضح هذه النتائج أن الإظلام، يليه الفحم النشط، قد حسّن بشكل ملحوظ كفاءة التجذير بالمقارنة مع الإضاءة المستمرة.

عدد الجذور في العقلة (جذر/عقلة)

أظهرت النتائج كذلك أن متوسط عدد الجذور المتكونة في العقلة ارتفع بوجود الإظلام أو الفحم النشط مقارنةً بالإضاءة فقط. في وجود IBA، كان أعلى متوسط لعدد الجذور قد تحقق عند معاملة الإظلام، حيث بلغ 2.84 جذر/عقلة، تلاها معاملة الفحم النشط التي بلغ متوسط عدد الجذور فيها 2.10 جذر/عقلة. أما في وجود NAA، فقد أظهرت معاملة الإظلام والفحم النشط نتائج متقاربة ومتفوقة على الإضاءة، حيث بلغ متوسط عدد الجذور 2.44 جذر/عقلة للإظلام و2.36 جذر/عقلة للفحم النشط، مقابل قيم أقل للإضاءة. تبين هذه النتائج الدور التحفيزي للإظلام والفحم النشط في زيادة عدد الجذور على العقلة مقارنة بالإضاءة المستمرة.

ثالثًا – متوسط طول الجذور (سم)

فيما يخص متوسط طول الجذور، فقد ساهمت كل من معاملة الإظلام ومعاملة الفحم النشط في زيادة طول الجذور المتكونة مقارنةً بالإضاءة فقط. في وجود IBA، أعطت معاملة الفحم النشط أعلى متوسط لطول الجذور بلغ 2.44 سم، تلتها معاملة الإظلام بمتوسط 2.44 سم أيضًا مع تفوق معنوي على الإضاءة، التي سجلت أطولاً أقل. بينما في وجود NAA، تفوقت معاملة الفحم النشط بوضوح، حيث بلغ متوسط طول الجذور 2.92 سم وهو أعلى المتوسطات المسجلة على الإطلاق في هذا الجانب، وتلتها معاملة الإظلام بمتوسط 2.481 سم، في حين أعطت الإضاءة أقل متوسط طول للجذور.

تؤكد هذه النتائج الدور الإيجابي للإظلام وإضافة الفحم النشط في زيادة متوسط طول الجذور، مما يعكس أثرهما في تحسين جودة وكفاءة التجذير في عقل الحور الفراتي. وهذه الملاحظة بتأثير الإظلام في تحسين مؤشرات التجذير تتفق مع (Chaari-Rkhis, 2002; Dirlik *et al.*, 2002)، ودور الإظلام في بداية التجذير في تحسين تكون وتطور البداءات الجذرية يمكن أن يرجع لدوره في زيادة امتصاص الأوكسين الصناعي المضاف، بالإضافة إلى الحفاظ على تركيز الأوكسين الطبيعي (IAA) بالشكل الحر أو المرتبط، ومنع أكسدته (Caboni and Damiano, 2006) ويضيف (Deklerk *et al.*, 1999) أن الإضاءة في بداية التجذير تحسّن تركيب المركبات الفينولية التي تقود لتثبيط نقل الأوكسين أو تغيير في نشاط أنزيمات الأكسدة أو تركيب الأوكسين. كما تشير نتائج البحث لأهمية إضافة الفحم النشط في تحسين مؤشرات التجذير، ولا سيما طول الجذور. وهذه النتيجة تتفق مع نتائج عدة دراسات (Kaviani *et al.*, 2024; Selvaskanthan and Eeswara, 2024). ويمكن أن يرجع تأثير

الفحم النشط في نمو وتطور الجذور لأكسدة الفينولات، وامتصاص المواد المثبطة من بيئة التجذير (Teixeria *et al.*, 1994) وإمكانية تغيير الرقم الهيدروجيني (PH) في البيئة لمستوى مثالي لتكون وتطور الأعضاء خلال فترة تكوّن البداءات الجذرية (Owen *et al.*, 1991). ويعتقد (Fridborg *et al.*, 1978) أن تأثير الفحم في التجذير يرجع لتأثيره في نشاط وثبات منظمات النمو من خلال حجب الإضاءة عن بيئة التجذير، وتثبيت المواد الفينولية التي تحزرها الأنسجة نفسها في الوسط، كمركبات الفينول والميلانين والمواد السامة الأخرى.

الجدول 2. تأثير الفحم النشط والإظلام في تجذير الحور الفراتي بوجود 1مغ/ل IBA أو NAA

متوسط طول الجذور (سم)	متوسط عدد الجذور في العقلة	نسبة التجذير %	فحم	إظلام	إضاءة	الأوكسين
0	0	0	-	-	+	الشاهد
0	0	0	-	+	-	الشاهد
0	0	0	+	-	-	الشاهد
1.7680 ^c	1.9300 ^b	47.7000 ^b	-	-	+	IBA
2.1920 ^{bc}	2.8400 ^a	54.6000 ^a	-	+	-	IBA
2.4400 ^{ab}	2.1000 ^{ab}	49.1020 ^b	+	-	+	IBA
2.1110 ^{bc}	1.9200 ^b	28.7200 ^e	-	-	+	NAA
2.4810 ^{ab}	2.4400 ^{ab}	41.1300 ^c	-	+	-	NAA
2.9290 ^a	2.3600 ^{ab}	38.5200 ^d	+	-	+	NAA
0.3625	0.4239	1.6212	L.S.D. (0.05)			
%7.05	%8.53	%1.71	%C.V			

الاستنتاجات والتوصيات

- إن الوسط المحضّر بتركيز نصف الأملاح الكبرى في بيئة MS حقق أعلى نسبة تجذير، تلاه الوسط الذي يحتوي على نصف تركيز نترات الأمونيوم فقط.
- إن إظلام البيئة بداية التجذير يساعد في الحصول على أفضل نسب التجذير ومتوسط عدد الجذور، بينما إضافة الفحم النشط يحسن من متوسط طول الجذور.
- توصي الدراسة باختبار تركيز منظمات نمو أخرى ومصدر وتركيز الكربوهيدرات للوصول إلى معدل تجذير ونوعية جذور أفضل.

المراجع

- آغا، عامر مجيد. (2002). غابات الحور الفراتي في منطقة حوض الفرات الأدنى - نظام بيئي متكامل بحاجة إلى حماية، 6-1 أيلول، جامعة الفرات حلب - المؤتمر العربي للبيولوجيين.
- بك، رشا الأحمد، الحسين، زياد، العيسى، أسعد؛ وجراد، علاء الدين. (2024). تأثير الموسم ومصدر النبات وطريقة التعقيم واستخدام مضادات الأكسدة في إكثار الزيتون صنف صوراني بزراعة الأنسجة، مجلة جامعة حمص، سلسلة العلوم الزراعية والتقانة الحيوية، المجلد (46) العدد (13): 43-72.
- الحسين، زياد، بدران، رداح. (2017). تأثير منظمات النمو في نمو صنف التفاح الديري بظروف زراعة الأنسجة - المجلة العربية للبيئات الجافة (أكساد).
- النائب، عبد الكريم جمعة، نعيمة، محمد بن خليفة، زهير مصطفى بن سعد. (2022). تأثير نوع الوسط الغذائي ومنظمات النمو على الإكثار الدقيق لنبات خف الجمل *Bauhinia purpurea* L.، المجلة الليبية للعلوم الزراعية، المجلد (27)، العدد (2): 12-20.
- Adak, A., Kaynak, L., Pekmezci, M., & Gubbuk, H. (2009). The effect of various hormone types on in vitro propagation of strawberry. *Acta Horticulturae*, 829, 305-308.
- Aggarwal, G., Gaur, A., & Srivastava, D. K. (2015). Establishment of high frequency shoot regeneration system in Himalayan poplar (*Populus ciliata* Wall. ex Royle) from petiole explants using thidiazuron cytokinin as plant growth regulator. *Journal of Forestry Research*, 26 (3), 651-656.
- Ahmadloo, F., Calagari, M., Salehi, A., & Goodarzi, G. R. (2018). Investigation of rooting and growth characteristics of poplar clones in hydroponic and soil cultures. *Journal of Forest Science*, 64 (5), 207-215.
- Al-Amery, L. K. J., & Salman, B. I. (2016). Study the effect of cytokinins and auxins in the composition and production of in vitro plantlets *Hippeastrum hybridum*. *Iraqi Journal of Agricultural Sciences*, 47 (6), 1392-1403.
- Caboni, E., & Damiano, C. (2006). In vitro propagation of walnut (*Juglans regia* L.): Critical factors for the induction of the rooting response. *Acta Horticulturae*, 705, 329-333.
- Chaari-Rkhis, A., Chelly-Chaabouni, A., Maalej, M., & Drira, N. (2002). Meski olive variety propagated by tissue culture. *Acta Horticulturae*, 586, 871-874.
- Chaari-Rkhis, A., Maalej, M., Drira, N., & Standardi, A. (2011). Micropropagation of olive tree *Olea europaea* L. Oueslati. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 35 (4), 403-412.
- Chalak, L., & Elbitar, N. (2006). Micropropagation of *Capparis spinosa* L. subsp. *rupestris* Sibth. & Sm. by nodal cuttings. *Indian Journal of Biotechnology*, 5 (4), 555-558.

- Confalonieri, M., Balestrazzi, A., Bisoffi, S., & Carbonera, D. (2003). In vitro culture and genetic engineering of *Populus* spp.: Synergy for forest tree improvement. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*, 72(2), 109-138.
- De Klerk, G.-J., van der Krieken, W., & de Jong, J. (1999). The formation of adventitious roots: New concepts, new possibilities. *In Vitro Cellular & Developmental Biology - Plant*, 35 (3), 189-199.
- Dirlik, C. H., Kandemir, N., Çetin, S., Şen, B., Guler, B., & Gurel, A. (2022). Effects of different culture media compositions on in vitro micropropagation from Paradox walnut rootstock nodes. *GU Journal of Science Part A*, 9 (4), 500-515.
- Donmez, D., Erol, M. H., Biçen, B., Simsek, O., & Kacar, Y. (2022). The effects of different strength of MS media on in vitro propagation and rooting of *Spathiphyllum*. *Anadolu Journal of Agricultural Sciences*, 37 (3), 583-592.
- Dumas, E., & Monteouis, O. (1995). In vitro rooting of micropropagated shoots from juvenile and mature *Pinus pinaster* explants: Influence of activated charcoal. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*, 40 (3), 231-235.
- Farhan, T. F., & Sekhi, Y. S. (2024). Effect of plant growth regulators and explants on the micropropagation of *Capparis spinosa* L. *Anbar Journal of Agricultural Sciences*, 22 (1), 750-762.
- Fridborg, G., Pedersen, M., Landstrom, L.-E., & Eriksson, T. (1978). The effect of activated charcoal on tissue cultures: Adsorption of metabolites inhibiting morphogenesis. *Physiologia Plantarum*, 43 (1), 104-106.
- García, Y., González, E. A., Gutiérrez, M., Fernández, E., Quiroga, A., & Pedranzani, H. (2024). Micropropagation of two varieties of *Vitis vinifera* Cabernet Franc and Pinot Noir: Comparison of physiological and production parameters. *Asian Journal of Microbiology and Biotechnology*, 9 (2), 29-37.
- González, E., Comín, F. A., & Muller, E. (2010). Seed dispersal, germination and early seedling establishment of *Populus alba* L. under simulated water table declines in different substrates. *Trees*, 24 (1), 151-163.
- Hall, R. B., Colletti, J. P., Schultz, R. C., Faltonson, R. R., Kolison, S. H., Hanna, R. D., Hillson, T. D., & Morrison, J. W. (1989). Commercial-scale vegetative propagation of aspens. In *Proceedings of the Aspen Symposium* (pp. 211-219). USDA Forest Service, North Central Forest Experiment Station.
- Han, M.-L., Gleave, A. P., & Wang, T.-C. (2010). Efficient transformation of *Actinidia arguta* by reducing the strength of basal salts in the medium to alleviate callus browning. *Plant Biotechnology Reports*, 4 (2), 129-138.

- Karrenberg, S., Edwards, P. J., & Kollmann, J. (2002). The life history of Salicaceae living in the active zone of floodplains. *Freshwater Biology*, 47 (4), 733-748.
- Kaviani, B., Deltalab, B., Kulus, D., Khoddamzadeh, A., & Roque-Borda, C. A. (2024). In vitro shoot multiplication and rooting of Kashan and Hervy Azerbaijan Damask rose (*Rosa damascena* Mill.) genotypes for cosmetic and ornamental applications. *Plants*, 13 (10), 1364.
- Khalil, H.-A., Khalil, M. A. I., Arisha, H., & El-Denary, M. E. (2019). Effect of cultivars, auxins and activated charcoal on in vitro roots formation of strawberry plantlets. *Zagazig Journal of Agricultural Research*, 46 (3), 609-616.
- Lee, E.-J., & Paek, K.-Y. (2012). Enhanced productivity of biomass and bioactive compounds through bioreactor cultures of *Eleutherococcus koreanum* Nakai adventitious roots affected by medium salt strength. *Industrial Crops and Products*, 36 (1), 460-465.
- Luo, J., & Zhou, J. (2002). Growth performance, photosynthesis, and root characteristics are associated with nitrogen use efficiency in six poplar species. *Environmental and Experimental Botany*, 164, 40-51.
- Mártonfi, K., Dobránszki, J., Teixeira da Silva, J. A., Bulley, S. M., & Hudák, I. (2010). The role of cytokinins in shoot organogenesis in apple. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*, 101 (3), 251-267.
- Mohamed, F. H., & Saif, M. (2023). Influence of plant growth regulators and dark pretreatment on shoot proliferation, rooting and acclimatization of thorny blackberry. *Egyptian Journal of Horticulture*, 50 (2), 135-148.
- Murashige, T., & Skoog, F. (1962). A revised medium for rapid growth and bio assays with tobacco tissue cultures. *Physiologia Plantarum*, 15 (3), 473-497.
- Norton, M. E., & Boe, A. A. (1982). In vitro propagation of ornamental Rosaceous plants. *HortScience*, 17 (2), 190-191.
- Owen, H. R., Wengerd, D., & Miller, A. R. (1991). Culture medium pH is influenced by basal medium, carbohydrate source, gelling agent, activated charcoal, and medium storage method. *Plant Cell Reports*, 10 (11), 583-586.
- Polle, A., Janz, D., Teichmann, T., & Lipka, V. (2013). Poplar genetic engineering: Promoting desirable wood characteristics and pest resistance. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 97 (13), 5669-5679.
- Ruzic, D. V., & Vujovic, T. I. (2008). The effects of cytokinin types and their concentration on in vitro multiplication of sweet cherry cv. Lapins (*Prunus avium* L.). *Horticultural Science*, 35 (1), 12-21.
- Selvaskanthan, S., & Eeswara, J. P. (2024). In vitro rooting of *Gyrinops walla* in activated charcoal-containing semi-solid culture and filter paper-bridged liquid culture systems. *Tropical Agricultural Research*, 35 (4), 332-342.

- Shahrzad, S., & Eman, M. (2012). Micropropagation of *Populus euphratica* and *P. alba* hybrids by tissue culture. Iranian Journal of Range and Forest Plant Breeding and Genetic Research, 19 (2), 327-633.
- Sriskandarajah, S., Skirvin, R. M., & Abu-Qaoud, H. (1990). The effect of some macronutrients on adventitious root development on scion apple cultivars in vitro. Plant Cell, Tissue and Organ Culture, 21(3), 185-189.
- Tawfik, E., & Ahmed, M. (2022). Genetic stability assessment of in vitro rooted *Populus alba* L. micro-shoots in different media compositions. Plant Biology and Crop Research, 5(1), 1-6.
- Teixeira, J. B., Sondahl, M. R., & Kirby, E. G. (1994). Somatic embryogenesis from immature inflorescences of oil palm. Plant Cell Reports, 13(5), 247-250.
- Van Winkle, S. C., Johnson, S., & Pullman, G. S. (2003). The impact of gelrite and activated carbon on the elemental composition of two conifer tissue culture media. Plant Cell Reports, 21(12), 1175-1182.
- Wojtania, A., Skrzypek, E., & Gabryszewska, E. (2015). Effect of cytokinin, sucrose and nitrogen salts concentrations on the growth and development and phenolics content in *Magnolia × soulangiana* 'Coates' shoots in vitro. Acta Scientiarum Polonorum Hortorum Cultus, 14 (3), 51-62.

N° Ref: 1204

English Section



Phytoremediation of Lead and Cadmium Contaminated Soil Using Arugula *Eruca sativa* L.

المعالجة النباتية لتربة ملوثة بالرصاص والكاديوم باستخدام نبات الجرجير *Eruca sativa* L.

Dr. Mohammad Dikkeh ⁽¹⁾

Dr. Vienna Hammoud ⁽²⁾

Eng. Maissoun Ziadeh ⁽³⁾

م. ميسون زياده ⁽³⁾

د. فينا حمود ⁽²⁾

د. محمد دكة ⁽¹⁾

maissounziadeh4@hotmail.com

<https://doi.org/10.66805/AAE-19.1.183202>

Received 18 April 2024; Accepted 22 September 2024

(1) Department of Soil and Water Sciences, Faculty of Agricultural Engineering, Latakia University, Syria.

(1) قسم علوم التربة والمياه، كلية الهندسة الزراعية، جامعة اللاذقية، سورية.

(2) Department of Biology, Faculty of Science, University of Tartous, Syria.

(2) قسم علم الحياة، كلية العلوم، جامعة طرطوس، سورية.

(3) Ph.D. student, Department of Soil and Water Sciences, Faculty of Agricultural Engineering, Latakia University, Syria.

(3) طالبة دكتوراه، قسم علوم التربة والمياه، كلية الهندسة الزراعية، جامعة اللاذقية، سورية.

Abstract

This study evaluates the uptake and accumulation of cadmium and lead in Arugula *Eruca sativa* to determine its efficiency for use in phytoremediation of lead-and-cadmium-contaminated soil, based on a pot-experiment. The results of the study showed that there was a significant effect of the concentration of lead and cadmium in the soil on the decrease in the wet and dry weight of roots in all treatments compared to the control sample, as well as on the cadmium and lead concentration in the arugula. Meanwhile, there was no significant effect of these concentrations on the germination percentage or the wet and dry weight of the shoots. The arugula plant was able to accumulate cadmium when exposed to soil contaminated with cadmium and lead to a greater extent than being exposed to cadmium contamination only, which indicates the synergy between the two metals. *Eruca sativa* can be relied upon to extract cadmium from soils contaminated with it because it has values of (Bio-Concentration Factor) $BCF > 1$, (Bio-Accumulation Coefficient) $BAC > 1$, and (Transfer Factor) $TF > 1$, despite the fact that it did not behave as a

hyperaccumulating plant under the conditions of the current research and the characteristics of the soil used in it. The specific extraction yield percentage SEY% for cadmium was low, and we may need more than 144 plantings of arugula for two months to clean the soil with a total cadmium concentration of 3 mg cadmium/kg of soil. *Eruca sativa* did not show efficiency in extracting lead, as all coefficients of phytoremediation were less than one, and the specific extraction yield percentage SEY% for lead was very low.

Key words: Phytoextraction, Brassicaceae family, Heavy metals, Bioconcentration factor, Bioaccumulation factor, Transfer factor.

الملخص

تناولت هذه الدراسة تقييم مقدرة نبات الجرجير على مراكمة الكاديوم والرصاص، لتحديد كفاءته للاستخدام بالمعالجة النباتية لترب ملوثة بالرصاص والكاديوم، بالاعتماد على تجربة أصص عُوملت تربتها بنترات الكاديوم بتركيز 3-15-30 مغ كاديوم /كغ تربة ونترات الرصاص بتركيز 100-300-700 مغ رصاص/كغ تربة، وبنترات الكاديوم ونترات الرصاص معاً بتركيز $30Cd + 700Pb + 15Cd + 300Pb - Cd + 100Pb$ مغ/كغ تربة. أوضحت نتائج الدراسة وجود أثر معنوي لتركيز الرصاص والكاديوم في التربة على انخفاض الوزن الرطب والجاف للجذور في جميع المعاملات مقارنةً بالشاهد، في حين لم يتأثر معنوياً نسبة إنبات بذور الجرجير والوزن الرطب والجاف للمجموع الخضري، كما كان هناك أثر معنوي لتركيز الرصاص والكاديوم في التربة على محتوى الجذور والمجموع الخضري لنبات الجرجير من كلا المعدنين، واستطاع نبات الجرجير مراكمة الكاديوم في جذوره وفي مجموعته الخضري عند تعرضه لتربة ملوثة بالكاديوم والرصاص بشكل أكبر مما لو تعرض للتلوث بالكاديوم فقط، مما يدل على التأزر بين المعدنين. يمكن الاعتماد على نبات الجرجير باستخلاص الكاديوم من التربة الملوثة به، لامتلاكه قيم معامل تركيز حيوي $BCF < 1$ ، ومعامل تراكم حيوي $BAC < 1$ ، ومعامل انتقال $TF < 1$ ، على الرغم من كونه لم يتصرف كنبات فائق المراكمة ضمن شروط البحث الحالي وخصائص التربة المستخدمة فيه، وكانت قيم عائدية الاستخلاص للكاديوم (The specific extraction yield percentage SEY%) منخفضة، وقد نحتاج لأكثر من 144 زراعة للجرجير لمدة شهرين لتنظيف تربة تركيز الكاديوم الكلي فيها 3 مغ كاديوم/كغ تربة. لم يُظهر نبات الجرجير كفاءة باستخلاص الرصاص حيث كانت كل معاملات كفاءة المعالجة النباتية أقل من الواحد، وقيم عائدية الاستخلاص للرصاص SEY% منخفضة جداً. الكلمات المفتاحية: الاستخلاص النباتي، الفصيلة الصليبية، المعادن الثقيلة، معامل التركيز الحيوي BCF، معامل التراكم الحيوي BAC، معامل الانتقال TF.

Introduction

Rapid growth in population and industrialization have added large amounts of toxic waste to the environment, which affects human health around the world.

Metals, metalloids, radionuclides, and other inorganic substances are the most widespread forms of environmental pollutants and treating them in soil and sediments is a difficult task. Concerns about the toxicity of these substances led to a focus on developing effective techniques to evaluate the presence and

mobility of metals in soil, water, and sewage (Dar *et al.*, 2015). In recent decades, attention has turned to studying dangerous heavy metals in soil, such as cadmium (Cd), chromium (Cr), mercury (Hg), arsenic (As), lead (Pb), and zinc (Zn), because they are not biodegradable. They persist in the environment for long periods, making the soil unsuitable for agriculture. Some of these metals are highly toxic to humans, even in low concentrations, such as cadmium and lead (Bortoloti and Baron, 2022). Phytoremediation is considered an affordable and an environmentally friendly technique for removing or reducing toxic pollutants from various components of the environment. In phytoremediation technology, accumulating plants are used to extract, isolate, and detoxify pollutants. The term phytoremediation comes from the Ancient Greek word "phyto" meaning "plant" and the word "remedium" meaning "to treat or remove evil." The unique and selective absorption capabilities of plant roots systems, effective transport, bioaccumulation and decomposition of pollutants by hyper-accumulating plants are used in phytoremediation technology. One method of plant treatment is known as phytoextraction technology, and it can be used to remove heavy metals from the soil that is found within the biomass of the plants grown in it. After removing these metal-rich-plants from the site and disposing of them, it is necessary to recover the metals accumulated in the plants and recycle them if possible (Dar *et al.*, 2015, Raz *et al.*, 2020).

The harvested biomass can be safely processed through drying, incineration, storage in a landfill, anaerobic digestion, or through microbial, physical, or other chemical techniques. (Ginneken *et al.*, 2007). It is essential that the plants selected for phytoremediation are suitable for agricultural practices and able to produce sufficient biomass with maximum uptake of mineral compounds for them to be effective. Hyperaccumulator plantae can accumulate at least 0.1% of the dry weight of their leaves of any heavy metal (Bortoloti and Baron, 2022). Plants are considered hyperaccumulators when minerals are accumulated in the leaves in concentrations greater than the following: 100 ppm Cd, 1000 ppm Co, Cu, Ni, Pb, 10000 ppm Mn, Zn (Kabata-Pendias and Pendias, 2001).

Many species of the Brassicaceae (cruciferous) family could accumulate heavy metals such as cadmium, arsenic, lead, and zinc, making them a potential source for expanding research into them in the future. (Roy *et al.*, 2020), More than 500 plant species belonging to 101 families have been classified as hyperaccumulators of heavy metals, most of which belong to the following families: Compositae, Brassicaceae, Leguminous, Lamiaceous, and Poaceae. (Sarma, 2011). Many plant species belonging to the genus Brassica tolerate the toxic effects of heavy metals (HMs), and are, therefore, important for use in phytoremediation. Cruciferous species can perform phytoremediation of heavy metals through several physiological mechanisms, such as: Phytovolatilization, phytostabilization, and phytoextraction (Bortoloti

and Baron., 2022). The phytoremediation process is successful in slightly to moderately polluted sites and is not suitable for highly polluted sites (Thangavel and Subbhuraam., 2014).

Arugula Eruca sativa L. is a plant of the Brassicaceae family. It is native to the Mediterranean basin, and it spreads from southern Europe to North Africa, Iran, India and Pakistan. It is an annual winter (spring) herb. Its height ranges between 10-100 cm, and it has a slender, upright taproot with a highly branched root system. The leaves are simple and pinnate; the lower ones are petiolate, and the upper leaves are sessile with an elongated terminal lobe that is fully ovate or discrete and is rarely shiny and slightly fleshy with a distinctive pungent odor. It has multiple medical uses and has been known since ancient times in folk medicine in areas where it is found naturally (Garg and Sharma., 2014).

E. sativa is a species used to remediate contaminated soils because it absorbs zinc, lead, and cadmium (especially zinc) and produces high biomass yields. (Ghaderian and Nosouhi., 2015). The importance of this study comes from the increase in environmental pollution with heavy metals as a result of human activities, and because soil is the primary entrance for heavy metals into the food chain, it must be rid of pollution in an effective and economical way, such as phytoremediation, and this study is a continuation of previous studies in Syria that proved the existence of several areas that exceed the permissible limits, reaching the warning limits for some heavy metals in the soil, such as agricultural lands close to industrial facilities as paint and battery factories and tanneries, which are considered industries that add a lot of metals to the surrounding environment.

The *Arugula Eruca Sativa* L., was chosen for its ability to accumulate minerals and edibility. Therefore, we can benefit from this research in two directions: the first is to use arugula in phytoremediation, and the second is to warn against planting it in contaminated areas for the purpose of human consumption in case its efficiency in biological extraction of one of the heavy metals studied is proven. In addition to the high biomass that it produces, which is a desirable characteristic in crops used in phytoremediation. The seeds of the arugula plant are also available to farmers in the Mediterranean regions that are its original habitat. If they are advised to use it for phytoremediation, there will be no obstacle in securing seeds.

The current research aims to study the accumulation and distribution of lead and cadmium in plant parts (roots - shoots) of arugula plants that grow in contaminated soil to determine which plant parts are most effective in accumulating the pollutants. Then, the efficiency of the arugula plant in phytoremediation will be evaluated.

Materials and Methods

1. Pot-Experiment and Laboratory Work

This research was conducted during the period between September 2021 - October 2022 in Tartous. Soil tests and analysis were conducted in the laboratories of the Faculty of Agriculture, Latakia University, and the laboratories of the Faculty of Science, University of Tartous, and the Higher Institute for Environmental Research, Latakia University.

1-1. Preparing Pots and Taking Samples

The soil was collected from the surface layer of an agricultural land at a depth of 0 - 10 cm in which the total concentration of lead 0.48 mg kg^{-1} and the total concentration of cadmium 0.035 mg kg^{-1} (Table 1). The soil was collected from the suburbs of the City of Tartus away from the highroad, on September 9, 2021 AD. It was left to air-dry for two days, after which the soil to be studied was sieved with a 2-mm sieve then mixed well, and about 1 kg was taken and placed in a closed plastic container for standard soil analysis.

Every 2 kg (the capacity of the pot used is 2 kg of soil) was treated with a solution containing lead nitrate, cadmium nitrate, or both, as shown:

3 pots for the control sample Cd0 + Pb0: without treatment, 2 kg of soil for each pot.

3 pots of Cd1: with a concentration of 3 mg kg^{-1} cadmium.

3 pots of Cd2: 15 mg kg^{-1} cadmium.

3 pots of Cd3: with a concentration of 30 mg kg^{-1} cadmium.

3 pots of Pb1: with a concentration of 100 mg kg^{-1} lead.

3 pots of Pb2: with a concentration of 300 mg kg^{-1} lead.

3 pots of Pb3: with a concentration of 700 mg kg^{-1} lead.

3 pots of Cd1 + Pb1: 3 mg kg^{-1} cadmium + 100 mg kg^{-1} lead.

3 pots of Cd2 + Pb2: 15 mg kg^{-1} cadmium + 300 mg kg^{-1} lead.

3 pots of Cd3 + Pb3: 30 mg kg^{-1} cadmium + 700 mg kg^{-1} lead.

The number of treatments was ten, with three replicates per treatment, making a total of 30 pots.

The incubation process continued for 15 days. On the first day, the pots were irrigated in accordance with the field capacity (about 700 ml of water for each pot), then irrigation was done at a rate of one day of watering and one or two days without, with approximately 200 ml of water. When leaching occurred, the leached water was returned to the pot again.

All three pots representing the same replicate were mixed well on the ninth and tenth days of incubation, meaning, 6 kilograms were mixed from three pots bearing the same name of the treatment (Cd1 treatment, replicate 1, 2, 3, for example) and then redistributed among the three pots with the aim of giving the soil of the replicates a uniform texture.

Twenty seeds of arugula were planted in each pot on 15/11/2021, and after germination, the plants were reduced to two in each pot. Planting continued for two months, and harvesting took place on 15/1/2022 AD.

1-2. Soil properties

Table No. (1) shows some of the physical and chemical properties of the studied soil. The soil texture was determined using the Hydrometer Method, Bouyoucos (1962). The organic matter is estimated using the wet digestion method, Walkly and Black (1934). The cation exchange capacity is estimated using the ammonium acetate, Chapman (1965). Estimating the total calcium carbonate is achieved through the volumetric method Gupta (2000), The degree of acidity and electrical conductivity within a 1:5 extract (soil: distilled water), and estimation of field capacity by Gravimetric Method with Oven Drying after 24 hours of saturating the soil with water.

Table 1. Some properties of the soil used in the pot experiment

Soil Properties	
Soil texture	Sandy Clay
Clay percentage (%)	40
Silt percentage (%)	14
Sand percentage (%)	46
CEC (cmol ₍₊₎ /kg)	36.85
OM (%)	2.72
pH _(1:5)	7.11
EC _(1:5) (dS/m)	0.35
Total calcium carbonate (%)	8.41
Total soil lead concentration (mg kg ⁻¹)	0.48
Total soil cadmium concentration (mg kg ⁻¹)	0.035

1-3. Preparation of Plant Samples

Immediately after harvesting, the plants were washed with running water several times. The roots were separated from the shoots. The plants were washed with distilled water three times in the laboratory and left to air-dry. The wet weight was measured. Then the samples were dried with an electric dryer at a temperature of 80°C for 7-8 hours and more, until the weight was stable. The dry weight was measured, then the dried samples of the roots and shoots were ground with an electric grinder, sieved with a 1 mm sieve and kept in tightly sealed plastic containers.

The plant samples were digested using high-purity nitric acid, by placing 0.5 g of the ground and dried plant sample in a test tube, adding 5 ml of HNO₃ 65% to it, and leaving it until the next day, then placing it in a water bath for two hours. After it cooled, it was transferred to an Erlenmeyer flask. The volume was completed to 50 ml with distilled water, then cadmium and lead were estimated in the extracts using a Shimadzu AA-6800 Atomic Absorption Spectrophotometer. (Gupta, 2000)

2. Determining the Tolerance Index (TI)

The tolerance index (TI) is the ratio between growth parameters (root length, length of shoots or leaves, wet and dry weight of roots, wet and dry weight of leaves) of plants in contaminated soil to the growth ratio of plants in uncontaminated soil, according to (Chen *et al.*, 2011)

$$(1) \text{ Tolerance index} = \frac{(\text{Growth parameter}) \text{ Plant in contaminated pots}}{(\text{Growth parameter}) \text{ Plant in control pots}}$$

3. Phytoremediation efficiency

3-1. Parameters that determine the efficiency of the plant in extracting each mineral

The translocation factor (TF) of Cd and Pb from root to shoot, bioconcentration factor (BCF), and accumulation in tissues (BAC) were calculated as follows (Amin *et al.*, 2018, Malik *et al.*, 2010, Yoon *et al.*, 2006).

$$(2) \quad \text{BCF} = \frac{\text{concentration of the element in the plant roots}}{\text{concentration of the element in the soil}}$$

$$(3) \quad \text{BAC} = \frac{\text{concentration of the element in the plant shoots}}{\text{concentration of the element in the soil}}$$

$$(4) \quad \text{TF} = \frac{\text{element concentration in the plant shoot}}{\text{element concentration in the plant roots}}$$

3-2. The Specific Extraction Yield Percentage SEY (%)

The SEY% is calculated through the equation (Audet and Charest, 2006, Audet and Charest, 2007):

$$(5) \text{ SEY}(\%) = \frac{\text{metal content in roots} + \text{metal content in the shoot}}{\text{Total metal concentration in soil}} \times 100$$

Metal content in roots = metal concentration in roots (mg g^{-1}) \times dry weight of roots.

Metal content in shoot = metal concentration in shoot (mg g^{-1}) \times dry weight of the shoot

4. Statistical Analysis

Statistical analysis was done using the software Statistical Program for Social Science (SPSS), The experimental design was Randomized Complete Block Design. One -way-ANOVA was applied, and the differences between means were studied using Duncan, and were significant at $P \leq 0.05$. The regression equations and R-squared (determination coefficient) was calculated using Excel.

Results and Discussion

1. Bioindicators of Arugula

1-1. Germination percentage

Germination percentage values ranged between 87.5% and 100%, and the lowest germination values were observed in the two treatments containing lead with the highest value (700 mg kg^{-1} soil) whether lead was present alone in the soil, or if lead was present with cadmium as it was 87.5% and 90% respectively. This indicates a decrease in the germination rate with increasing lead, although this decrease did not reach the level of statistical significance, with $p \text{ value} > 0.05$ (Table 2).

This is consistent with what was mentioned about the contribution of the cruciferous species to the phytoremediation process, that lead is found in the soil as salts in soluble and insoluble forms, and it is known that contamination of the soil with lead hinders seed germination. (Anjum *et al.*, 2012).

1-2. The Wet and dry weight of the shoots

The wet weight values of the shoots ranged between 22.11 and 16.19 g/plant. These were the corresponding values to the control sample and the highest treatment for both lead and cadmium respectively.

While the dry weight values of the shoots ranged between 2.2 and 1.33 g/plant, and these values were consistent with the control and the highest cadmium treatment (30 mg kg^{-1}) respectively.

It was observed that both the wet weight and the dry weight of the shoots were significantly reduced in all treatments compared to the control, although the dry and wet weights of the shoots were not significantly affected by the increased concentrations of lead and cadmium in the soil, as the value was ($p > 0.05$). (Table 2). This may be since the arugula plant is moderately tolerant of copper, mercury, chromium, and cadmium, and very tolerant of lead, nickel, and zinc. (Yildirim *et al*, 2019)

1-3. Wet and dry weight of roots

Root wet weight values ranged between 2.71 and 0.56 g/plant, and these were the corresponding values to the control sample and Cd2 treatment (15 mg kg^{-1}) respectively. While the dry weight values of arugula roots ranged between 0.375 and 0.095 g/plant, and these values were consistent with the control and the Cd2 treatment (15 mg kg^{-1}), respectively.

A decrease in both the wet weight and the dry weight of the roots was observed in all treatments compared to the control, more clearly than the decrease in the same treatments in the shoot. The concentrations of lead and cadmium in the soil had a significant effect on both the dry weight and the wet weight of the roots, with a P value < 0.01 . (Table 2)

Table 2. Effect of Lead and Cadmium pollution on Arugula plant bioindicators

	Germination percentage (%)	Wet weight of shoots (g)	Dry weight of shoots (g)	Wet weight of roots (g)	Dry weight of roots (g)
Control sample	97.50±3.53	22.11±3.27	2.20±0.24	2.71±0.29 ^a	0.38±0.02 ^a
Cd1	100±0.0	21.78±3.36	1.9±0.15	1.08±0.33 ^{bc}	0.18±0.04 ^{bc}
Cd2	97.50±3.53	17.80±4.38	1.69±0.84	0.57±0.05 ^c	0.1±0.02 ^c
Cd3	100±0.0	17.27±3.38	1.29±0.44	0.72±0.13 ^c	0.13±0.07 ^{bc}
Pb1	100±0.0	19.20±0.007	1.63±0.056	1.74±0.55 ^b	0.2±0.04 ^b
Pb2	95.0±7.07	17.24±3.8	1.66±0.42	1.59±0.59 ^b	0.17±0.06 ^{bc}
Pb3	87.5±3.53	17.67±5.96	1.72±0.57	0.68±0.21 ^c	0.15±0.06 ^{bc}
Cd1+Pb1	100±0.0	17.48±3.92	1.33±0.3	0.59±0.11 ^c	0.10±0.01 ^c
Cd2+Pb2	97.5±3.53	18.60±4.78	1.5±0.46	0.84±0.21 ^c	0.18±0.03 ^{bc}
Cd3+Pb3	90.0±7.07	16.19±0.3	1.52±0.1	0.81±0.13 ^c	0.17±0.04 ^{bc}
P value	0.074	0.808	0.629	0.001	0.001

2. Determining the Tolerance Index (TI).

According to Audet and Charest (2007), if TI values are less than 1, it indicates that the plant has suffered stress due to metal pollution with a net reduction in biomass. In contrast, if TI values are greater than 1, it means that the plants have developed tolerance with a net increase in biomass (hyperaccumulation). If TI values are equal to 1, it means that the plant is not affected by metal contamination.

It is clear from Table (3) that there was a decrease in the biomass of the arugula plant as all values of the tolerance index were less than one, which indicates that the arugula plant was exposed to stress. The roots were more affected than the shoot when exposed to different concentrations of both metals (lead and cadmium). Whether exposed to each mineral alone or both minerals together, we notice a decrease in the wet weight of the shoots between 1-27%, and a decrease in the wet weight of the roots between 68-90%, while the decrease in dry weight for the shoots ranged between 14-41%. As for the roots, it ranged between 52-75%, when compared to the control. (Table 3)

In general, we notice a decrease in the biomass of plants when exposed to contamination with cadmium, lead, or both, compared to control treatments, and this is consistent with many studies (Anjum *et al.*, 2012). A study on hydroponic cultivation of arugula in a nutrient solution demonstrated an increase in dry weight at low concentrations of cadmium and lead. However, the dry weight decreased after a certain limit that was considered the toxicity threshold (Cannata *et al.*, 2013)

Table 3. Tolerance Index (TI) for Growth Indicators in Arugula

Pot treatment	Wet weight /g per plant		Dry weight /g per plant	
	shoots	Roots	shoots	Roots
Cd1	0.99	0.2	0.86	0.48
Cd2	0.81	0.1	0.85	0.25
Cd3	0.78	0.13	0.59	0.33
Pb1	0.87	0.32	0.82	0.42
Pb2	0.78	0.29	0.75	0.45
Pb3	0.8	0.13	0.78	0.39
Cd1 + Pb1	0.79	0.11	0.6	0.27
Cd2 + Pb2	0.84	0.15	0.68	0.48
Cd3 + Pb3	0.73	0.15	0.69	0.44

3. The Efficiency of Cadmium phytoremediation

3-1. Cadmium Concentrations in Arugula

Concentrations of cadmium in the roots ranged from 3 to 47.67 mg kg⁻¹ dry weight, Higher than the normal range in plants 0.1-2.4 mg kg⁻¹ in all treatments (Qunshan *et al.*, 2020), and by comparing pots that contained only cadmium and pots that contained cadmium and lead, it was noted that the arugula plant was able to accumulate larger amounts of cadmium in its roots in the presence of lead contamination and cadmium together, compared to the presence of cadmium alone in the soil.

In contrast, cadmium concentrations in the shoots ranged from 6.75-69.96 mg kg⁻¹ dry weight in all treatments, meaning that the arugula plant was able to retain a greater amount of cadmium in its shoots than in its roots, which is a characteristic of the smaller percentage of plant, which makes it a candidate for use in phytoremediation. Although cadmium is retained in most plants in the roots and its concentrations decrease in the following order: roots, stem, leaves, fruits, seeds, its mobility is different within plant species, as it can penetrate the roots of some plants through the cortical tissue to the above-ground tissues. (Benavides *et al.*, 2005). A study conducted by Waheed *et al.*, (2022), showed a significant accumulation of cadmium in the leaves of the Arugula sativa in soils with high cadmium concentrations.

By comparing pots that contained only cadmium and pots that contained cadmium and lead, it was noted that the arugula plant was able to accumulate larger amounts of cadmium in its vegetative system in the presence of both lead and cadmium contamination, compared to the presence of cadmium alone in the soil, consistent with the accumulation of cadmium in the roots. This may be attributed to the synergistic effect between the minerals lead and cadmium. (Kabata Pendias and Pendias, 2001), with the exception of treatment with the minimum amount of cadmium, where it was observed that the shoot was able to retain larger amounts of cadmium when the pollutant was alone in the soil than it was able to retain when it was combined with lead, noting that this difference did not have statistical significance when comparing the average values. values due to the high percentage of clay, and the high percentage of organic matter as well This is explained by the possibility of lead precipitation when it is present within low. (Dede *et al.*, 2012 (Table 4)

The arugula plant did not behave as a hyperaccumulating plant of cadmium under the conditions of the current research and the characteristics of the soil used in it, as the cadmium values did not exceed 100 mg cadmium/kg dry weight of the plant under any of the treatments. (Kabata Pendias and Pendias, 2001)

The strong correlation coefficient between cadmium concentrations in the soil and its concentrations in arugula plants in all treatments, which was R=0.93 for the relation between shoots and soil-cadmium concentrations, and R= 0.91 for the relation between roots and soil-cadmium concentrations, when pots treated with cadmium only. and R=0.95 for the relation between shoots and soil-cadmium concentrations, and R= 0.96 for the relation between roots and soil-cadmium concentrations. when pots treated with cadmium and lead together. confirmed the major role played by the total metal concentration in the soil in the accumulation process. (Yildirim *et al*, 2019), (Figures 1,2).

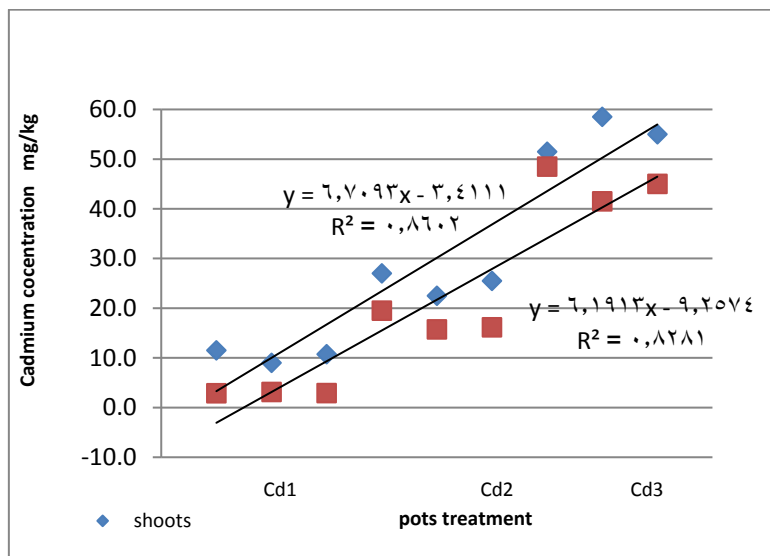


Fig 1. The regression equations and R-squared (determination coefficient) for cadmium concentration in the roots and shoots of arugula plants related to cadmium concentration in the soil/pots treated with cadmium only

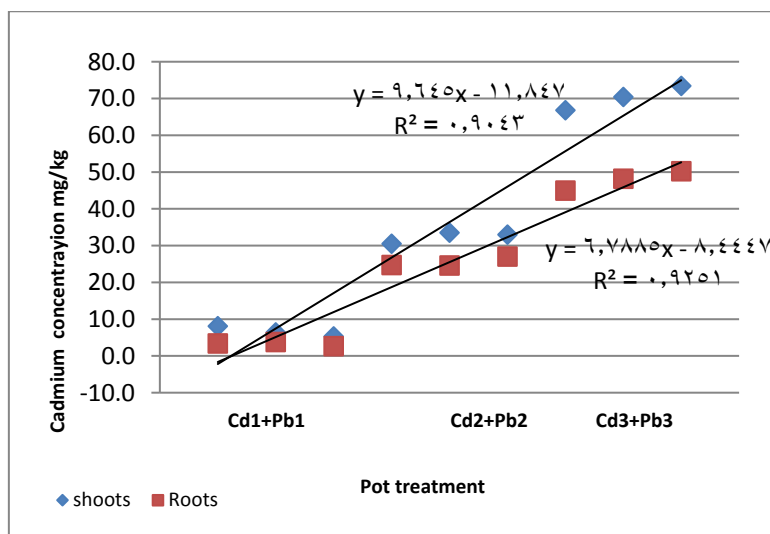


Fig. 2. The regression equations and R-squared (determination coefficient) for the concentration of cadmium in the roots and shoots of arugula plants in related to the concentration of cadmium in the soil/pots treated with cadmium and lead together.

3-2. Transfer Factor, Bioaccumulation and Bioconcentration of Cadmium in Arugula Plants

When calculating the transfer factor (TF), it was found that the ability of arugula to transfer cadmium from the roots to the leaves is high, as the values of the transfer factor in all treatments were greater than one, and the pots which soil was exposed to cadmium contamination with the minimum (3 mg kg^{-1} cadmium in the soil) measured high in the values of the transfer factor (TF). Transplanted onto those exposed to high levels of cadmium soil contamination (15 mg kg^{-1} cadmium in soil and 30 mg kg^{-1} cadmium in soil), which indicates the plant may be exposed to stress.

When conducting a statistical study on the SPSS software on the effect of the concentrations of metals added to the soil (pot treatments) on the accumulation of these metals in the roots and shoots of the studied plants and the biomarkers (bioconcentration factor BCF, bioaccumulation factor BAC, transfer factor TF), it was found that the treatments of the pots significantly affected the concentration of cadmium in both the roots and the shoots, and the plant efficiency parameters, where the values of $P < 0.01$. When comparing the average concentrations of cadmium in the roots and the shoots of the arugula plant and the three treatments studied using the Duncan method, for the shoots, there was no significant effect of adding lead to the soil on the concentrations of cadmium in the shoots when treated with the minimum level only. Lead has a significant effect on increasing the cadmium content of shoots in treatments with higher concentrations. (Table 4).

Therefore, arugula can accumulate cadmium in its shoots, which is consistent with the study of Akoumianakis *et al.*, (2008) which states that cadmium accumulates in the edible parts of arugula, and according to Waheed *et al.*, (2022) the significant increase in cadmium accumulation in the leaves is associated with an increase in cadmium stress and indicates that *E.sativa* is a good candidate for phytoremediation of cadmium-contaminated soil.

SEY% decreases when cadmium concentrations increase, as the highest recorded value of SEY% reached 0.69% with the lowest concentration of cadmium at 3 mg kg^{-1} , which indicates that the decrease in dry weight of the Arugula plant under the cadmium stress does not compensate for the increase of the concentration of cadmium in Arugula by increasing its concentration in the soil Hence, SEY% was the best when the cadmium concentration was $3 \text{ mg cadmium/kg soil}$, which is about 0.69%, a low percentage, because it indicates that we need to plant arugula more than 144 times, each time for two months, to completely clean the soil of cadmium, and here it is necessary to draw Given that the extraction yield is estimated relative to the total concentration of the metal in the spiked soil, that we added as cadmium nitrate, and since the cadmium available to the plant is the most important part when treating the soil, it is

possible that the studied soil will need a much smaller number of times to plant arugula when the goal of the treatment is to get rid of only the available cadmium.

Table 4. The effect of lead and cadmium contamination in the soil on the cadmium concentrations of the roots and shoots of arugula plants, and on the efficiency of phytoremediation.

Cd	Cadmium concentration in roots (mg kg ⁻¹) D.W	Cadmium concentration in shoots (mg kg ⁻¹) D.W	BCF	BAC	TF	SEY%
Cd1	3±0.18 ^d	10.5±1.41 ^e	1.0±0.059 ^b	3.5±0.47 ^a	3.5±0.68 ^a	0.69±0.14 ^a
Cd2	17.22±1.81 ^c	25.0±0.00 ^d	1.15±0.12 ^b	1.67±0.0 ^c	1.46±0.15 ^b	0.29±0.14 ^b
Cd3	45.0±3.54 ^a	55.0±4.95 ^b	1.50±0.12 ^a	1.83±0.16 ^{bc}	1.23±0.21 ^b	0.25±0.062 ^b
Cd1+Pb1	3.42±0.028 ^d	6.75±0.49 ^e	1.14±0.01 ^b	2.25±0.17 ^b	1.97±0.16 ^b	0.31±0.09 ^b
Cd2+Pb2	25.25±0.78 ^b	32.0±2.12 ^c	1.68±0.05 ^a	2.13±0.14 ^{bc}	1.27±0.05 ^b	0.38±0.08 ^b
Cd3+Pb3	47.67±1.02 ^a	69.6±2.55 ^a	1.59±0.034 ^a	2.32±0.085 ^b	1.46±0.02 ^b	0.38±0.17 ^b
P value	P<0.001	P<0.001	0.001	0.002	0.002	0.036

4. Efficiency of Lead phytoremediation

4-1. Lead concentrations in Arugula Plants

The values of lead concentrations in the roots ranged between 2.675-87.33 mg kg⁻¹ dry matter in all treatments, when lead in soil is more than 100 mg kg⁻¹, the root lead concentration has exceeded the natural range of lead in plants 0.2 - 20 mg kg⁻¹ (Qunshan *et al.*, 2020). By comparing the pots that contained only lead and the pots that contained cadmium and lead, it was noted that the arugula plant was able to accumulate larger amounts of lead in its roots in the presence of contamination with lead and cadmium together, compared to the presence of lead alone in the soil. (Figure 4)

In contrast, the values of lead concentrations in the shoots ranged between 0.55 - 3.6 mg/kg dry matter in all treatments, within the natural range of lead in plants 0.2 - 20 mg kg⁻¹ (Qunshan *et al.*, 2020). and by comparing the pots that contained only lead and the pots that contained both cadmium and lead, it was noted that the arugula plant was able to accumulate larger amounts of lead in its shoots in the presence of both lead and cadmium contamination, compared to the presence of lead alone in the soil, consistent with the accumulation of lead in the plant roots (Table 5). the low bioaccumulation of lead is due to it being highly insoluble and generally unavailable for plant uptake in the normal range of soil pH (Szczygłowska *et al.*, 2011)

It was found that there is a clear correlation between the concentrations of lead in the roots and shoots of arugula and the total concentration of the metal in the soil, whether in the presence of lead alone, with $R=0.97$ for the relation between shoots and soil-lead concentrations, and $R=0.88$ for the relation between roots and soil-lead concentrations, Yildirim *et al.*, (2019) or in the case of its presence with cadmium, with $R=0.95$ for either the relation between shoots or roots and soil-lead concentrations, (Figures 3, 4).

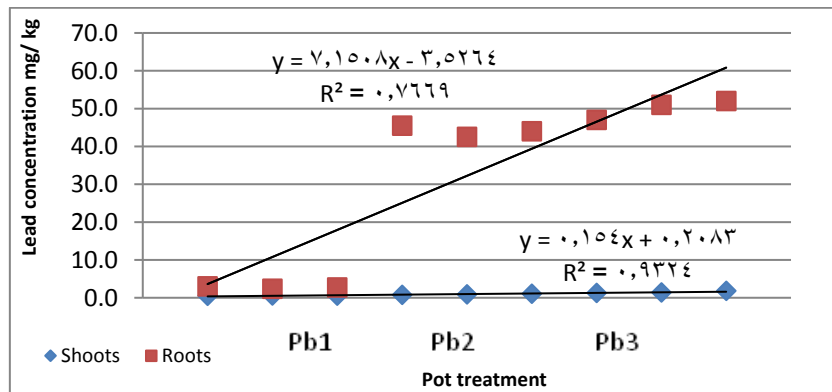


Fig. 3. The regression equations and R-squared (determination coefficient) for the concentration of lead in the roots and shoots of arugula plants and the concentration of lead in the soil/pots treated with lead only

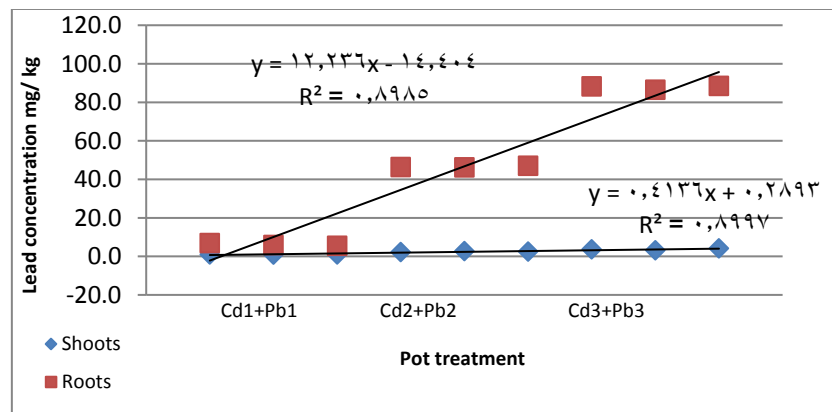


Fig. 4. The regression equations and R-squared (determination coefficient) for the concentration of lead in the roots and shoots of arugula plants and the concentration of lead in the soil/pots treated with lead and cadmium together.

4-2. Transfer Factor, Bioaccumulation and Bioconcentration of Lead in Arugula Plants,

We note from Table (5) that there is no significant concentration of lead in the root tissues compared to the soil content, and that it does not accumulate within the vegetative tissues above the soil surface. Even the values that accumulated within the roots were retained in them and not transferred to the vegetative system, which is attributed to the low mobility of lead in comparison with cadmium

(KabataPendias *et al.*, 2001) in addition to the soil characteristics that encouraged the deposition of both metals (relatively high clay content and high organic matter percentage). Shah *et al.*, (2010)

Even when lead is absorbed by plants, due to its relatively low mobility in plants, most of the lead absorbed by plants is confined to the roots, and only a small amount is transported to the shoots. (Gupta *et al.*, 2013)

When conducting a statistical study on the SPSS software on the effect of the concentrations of minerals added to the soil (potting treatments) on the accumulation of these metals in the roots and shoots of the studied plants and the biomarkers (bioconcentration factor BCF, bioaccumulation factor BAC, transfer factor TF), it was found that there was a significant effect of the treatments of the pots on the concentration of lead in both the roots and the shoots, and the plant efficiency parameters, with P values <0.01. When comparing the average concentrations of lead in the roots and the shoots of the arugula plant and the three treatments studied using Duncan method, adding cadmium to the soil led to an increase in the lead concentration. Significantly in the roots of arugula plants in all treatments, this was accompanied by a significant increase in the concentration of lead in the shoots. (Table 5)

Table 5. The effect of lead and cadmium contamination in soil on the lead concentrations of roots and shoots of arugula plants, and on the efficiency of phytoremediation.

Pb	lead concentration in roots (mg kg ⁻¹) D.W	lead concentration in shoots (mg kg ⁻¹) D.W	BCF	BAC	TF	SEY%
Pb1	2.67±0.5 ^e	0.55±0.07 ^d	0.027±0.005 ^d	0.0055±0.0007 ^b	0.21±0.06 ^a	0.0014±0.00009 ^b
Pb2	44.0±2.12 ^c	0.89±0.01 ^d	0.15±0.07 ^a	0.003±0.00004 ^c	0.02±0.0007 ^b	0.003±0.0011 ^{ab}
Pb3	49.5±2.12 ^{bc}	1.47±0.12 ^c	0.07±0.003 ^c	0.002±0.0001 ^c	0.03±0.0002 ^b	0.0014±0.0006 ^b
Cd1+Pb1	6.25±0.49 ^d	0.94±0.08 ^d	0.06±0.005 ^c	0.0094±0.0008 ^a	0.15±0.001 ^a	0.0019±0.0005 ^b
Cd2+Pb2	46.25±0.14 ^b	2.47±0.38 ^b	0.15±0.0005 ^a	0.008±0.001 ^a	0.053±0.053 ^b	0.0039±0.0006 ^a
Cd3+Pb3	87.33±1.23 ^a	3.6±0.07 ^a	0.13±0.0018 ^b	0.005±0.0001 ^b	0.041±0.0002 ^b	0.0028±0.0011 ^{ab}
P value	P<0.001	P<0.001	P<0.001	P<0.001	0.001	0.034

Plants with BCF, BAC, and TF > 1 are considered a promising plant extract suitable for the extraction and stabilization of heavy metals, while plants with bioconcentration factor and transfer factor of <1 are not suitable for plant extraction or plant stabilization, while plants with values of BCF > 1 and TF <1 are suitable for stabilization only (Amin *et al.*, 2018).

Plants that have a ratio of metal concentration in the shoots to the total metal concentration in the soil greater than one, or a transfer factor greater than one, are considered potential candidates for use in phytoremediation using the bioextraction method (Mendez and Maier, 2008, Cruzado-Tafur *et al*, 2021).

By applying the above to the results of this study, we find that it is possible to use the arugula plant as a plant extract for cadmium, due to its BCF, BAC, and TF values being greater than one, while it did not show efficiency in extracting lead. and the specific extraction yield percentage SEY% for lead was very low, did not exceed 0.0039% (Table5).

Conclusions and Recommendations

No significant effect was observed of the concentration of lead and cadmium in the soil on the germination rate of arugula plants, nor was the dry or wet weight of the shoots significantly affected by increasing concentrations of lead and cadmium in the soil, while the dry weight and wet weight of the roots were significantly affected, The biomass of arugula plants decreases when exposed to increasing concentrations of lead and cadmium, as all values of the tolerance index (TI) were less than one, , and the roots were affected more than the shoots, and it was able to concentrate quantities of lead in its roots, but it was unable to transfer the metal to the shoots in significant quantities, and to concentrate cadmium in its roots, accumulate it in its shoots, and transfer cadmium from the roots to the shoots as all phytoremediation efficiency factors (BCF, BAC, TF) were greater than one.

The arugula plant did not exhibition ability to concentrate lead in the roots, accumulate it in the shoots, or transfer it from the roots to the shoots, as all phytoremediation efficiency factors were less than one It is possible that the arugula plant is considered a promising plant extract suitable for extracting cadmium from soils contaminated with it, because it possesses a BCF, BAC, and $TF > 1$, We recommend continuing the study on the ability of the arugula plant to carry out the bio-extraction process in soils with properties that encourage the transfer of heavy metals, such as a lower percentage of clay, a lower percentage of organic matter, and even on other heavy metals, because the arugula plant demonstrated a good ability to extract cadmium under the conditions of this research.

References

- Akoumianakis, K.A., H.C. Passam, P.E. Barouchas, and N.K. Moustakas. (2008). Effect of cadmium on yield and cadmium concentration in the edible tissues of endive (*Cichorium endivia* L.) and rocket (*Eruca sativa*). Journal of Food, Agriculture and Environment, 6 (3-4): 206 - 209.

- Amin, H., B.A. Arain, T.M. Jahangir, M. S. Abbasi, and F. Amin. (2018). Accumulation and distribution of lead (Pb) in plant tissues of guar (*Cyamopsis tetragonoloba* L.) and sesame (*Sesamum indicum* L.): profitable phytoremediation with biofuel crops, *Geology, Ecology, and Landscapes*, 2(1): 51-60.
- Anjum, N.A., S. G. Sarvajeet, I. Ahmad, M.E. Pereira, M. Pacheco, A.C. Duarte, Sh. Umar, and N.A. Khan. (2012). The Plant Family *Brassicaceae* - Contribution Towards Phytoremediation, *Environmental Pollution*, 21(1):1-33.
- Audet, P., and C. Charest. (2006). Effects of AM colonization on "wild tobacco" plants grown in zinc contaminated soil. *Mycorrhiza*, 16: 277-283.
- Audet, P., and C. Charest .2007. Heavy metal phytoremediation from a meta-analytical perspective, *Environmental Pollution*, 147(1): 231-237.
- Benavides, M.P, S.M. Gallego, and M.L. Tomaro. (2005). Cadmium toxicity in plants, *Brazilian Journal of Plant Physiology*, 17(1): 21-34.
- Bortoloti, G. A., and D. Baron. (2022). Phytoremediation of toxic heavy metals by Brassica plants: A biochemical and physiological approach, *Environmental Advances*, 8.
- Bouyoucos, G. J. (1962). Hydrometer method improved for making particle size analyses of soils. *Agronomy journal*, 54(5): 464-465.
- Cannata, M.G., R. Carvalho, A.C. Bertoli, A.S. Augusto, R.R. Bastos, J.G. Carvalho, and M.P. Freitas. (2013). Effects of cadmium and lead on plant growth and content of heavy metals in Arugula cultivated in nutritive solution, *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 44(5): 952-961.
- Chapman, H.D. (1965). Cation exchange. In: C. A. Black (Ed.) *Methods of soil analysis - Chemical and microbiological properties*. *Agronomy*, 9(2): 891-901.
- Chen, L., X.H. Long, Z.H. Zhang, X.T. Zheng, Z. Rengel, and Z.P. Liu. (2011). Cadmium accumulation and translocation in two Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus* L.) cultivars, *Pedosphere*, 21(5): 573-580.
- Cruzado-Tafur, E., K. Bierla, L. Torr o, and J. Szpunar .(2021). Accumulation of as, Ag, Cd, Cu, Pb, and Zn by Native Plants Growing in Soils Contaminated by Mining Environmental Liabilities in the Peruvian Andes, *Journal Plants*, 10(241): 1-23.
- Dar, M.I., F.A. Khan, F. Rehman, A. Masoodi, A.A. Ansari, D. Varshney, F. Naushin, and M.I. Naikoo .(2015). Roles of Brassicaceae in Phytoremediation of Metals and Metalloids, *Phytoremediation: Management of Environmental Contaminants*, 1: 201 - 213.

- Dede, G., S. Ozdimir, and O.H. Dede. (2012). Effect of soil amendments on phytoextraction potential of Brassica juncea growing on sewage sludge, *International Journal of Environmental Science and Technology*, 9: 559-564.
- Garg, G., and V. Sharma. (2014). *Eruca sativa* (L.): Botanical Description, Crop Improvement, and Medicinal Properties, *Journal of Herbs Spices Plants and Medicinal*, 20(2): 171-182.
- Ghaderian, M., and S. Nosouhi. (2015). The capability of uptake and removal of toxic heavy metals from the industrial discharge of Mobarakeh Steel Complex by some metal accumulating plants, *Journal of Plant Process and Function Iranin Society Of Plant Physiology*, 4(12): 43- 49.
- Ginneken, L. V., E. Meers, R. Guisson, A. Ruttens, K. Elst, F.M.G. Tack, and W. Dejonghe. (2007). Phytoremediation for heavy metal contaminated soils combined with energy production. *Journal of Environmental Engineering and Landscape Management*, 15(4): 227-236.
- Gupta, D. K., H. G. Huang, and F. J. Corpas. (2013). Lead tolerance in plants: Strategies for phytoremediation, *Environmental Science and Pollution Research*, 20: 2150-2161.
- Gupta, P.K. (2000). Soil, plant, water and fertilizer analysis, Agrobios, Second Edition, New Dehli, India, 438.
- Kabata-Pendias, A., Pendias, H. (2001). *Trace Elements in Soils and Plant*, Third Edition, London: CRC Press.
- Malik, R. N., S. Z. Husain, and I. Nazir. (2010). Heavy metal contamination and accumulation in soil and wild plant species from industrial area of Islamabad, *Pakistan Journal of Botany*, 42(1), 291-301.
- Mendez, M.O., and R.M. Maier. (2008). Phytostabilization of mine tailings in arid and semiarid environments-an emerging remediation technology, *Environment Health Perspective*, 116(3): 278-283.
- Qunshan, W.B., Noman, M, Shen, Z, Saba A. K, Ullah, S, Khan, F, Panhwar, K, Emily, H, Tasleem, R, Ahmad, J, Ul Haq, I, Subh Hanullah, M, and Ullah, Z. (2020). Phytoremediation of contaminated soil Lead and Cadmium by Brassica juncea (L.) Czern plant, *Journal of Earth Sciences and Environmental Studies*, 5(4): 110-120.
- Raz, A, M. Habib, Sh. Kakavand, Z. Zahid, N. Zahr, R. Sharif, and M. Hasanuzzaman. (2020). Phytoremediation of Cadmium: Physiological, Biochemical, and Molecular Mechanisms, *Biology*, 9(177).
- Sarma, H. (2011). Metal Hyperaccumulation in Plants: A Review Focusing on Phytoremediation Technology, *Journal of Environmental Science and Technology*, 4(2): 118-138.
- Shah, F.U.R., N. Ahmad, Kh. R. Masood, J.R. Peralta-Videa, and F.U.D. Ahmad, 2010. Heavy Metal Toxicity in Plants, Ch: 4, Springer.
- Roy, Sh., and S. Mondal. (2020). *Brassicaceae plants response and tolerance to metal/metalloid toxicity- The Plant Family Brassicaceae*, Hasanuzzaman, Singapore: Springer.

- Szczygowska, M., A. Piekarska, p. konieczka, and J. Namiesnik. (2011). Use of Brassica Plants in the Phytoremediation and Biofumigation Processes, *International Journal of Molecular Sciences*, (12): 7760-7771.
- Thangavel, P., and C.V. Subbhuraam .(2004). Phytoextraction: Role of the Hyperaccumulator in Metal Contaminated Soils, *Indian natn.Sci. Acad*,70(1): 109-130.
- Waheed, A., Y. Haxim, W. Islam, M. Ahmad, S. Ali, X. Wen, Kh. Ali Khan, H.A. Ghramh, Z. Zhang, and D. Zhang. (2022). Impact of Cadmium Stress on Growth and Physio-Biochemical Attributes of *Eruca sativa* Mill, *Plants*, 11(2981).
- Walkley, A. and I. A. Black. (1934). An examination of degtjareff method for determination soil organic matter and a propsed modification of the chromic acid titration method. *Soil Science*, 37(1): 29-38.
- Yildirim ,E., M. Ekinci, M. Turan, G. Agar, S. Örs, A. Dursun, R. Kul, and T. Balci. (2019). Impact of Cadmium and Lead Heavy Metal Stress on Plant Growth and Physiology of Rocket (*Eruca sativa* L.), *KSUJ. Agric Nat*, 22(6): 843-850.
- Yoon, J., X. Cao, Q. Zhou, and L.Q. Ma. (2006). Accumulation of Pb, Cu, and Zn in Native Plants Growing on a Contaminated Florida Site. *Science of The Total Environment*, 368(2-3): 456-464.

N° Ref: 1188



Volume 19 (1), June, 2026

ISSN: 2305 - 5243

EISSN: 3005 - 6438

The Arab Journal for Arid Environments

Scientific, Refereed, Journal

Published by

The Arab Center for the Studies of Arid Zones and Dry Lands (ACSAD)

ACSAD