



ISSN: 2305 - 5243

EISSN: 3005 - 6438

المجلد الثامن عشر (1) حزيران، 2025

المجلة العربية للبيئات الجافة

مجلة دورية علمية محكمة

يصدرها المركز العربي

لدراسات المناطق الجافة والأراضي القاحلة - أكساد

المجلد العزيمته
للبيئات الجافته

* 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. وتقبل 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 وتقويمها، 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. ياسر السلامة
أمين التحرير
م. علاء محمد

هيئة التحرير

السودان	د. عبد المجيد المبارك	المركز العربي/أكساد	د. إيهاب كاسر جناد
تونس	د. سرور العيادي	المركز العربي/أكساد	د. أكرم محمد البلخي
مصر	د. محمد السيد أحمد	المركز العربي/أكساد	د. محمد جابر عبد الله
مصر	د. محمد عبد المعبود عبد الشافي	المركز العربي/أكساد	د. محمد فواز محمد بشير العظمة
لبنان	د. عصام بشور	العراق	د. عبد الباسط عودة إبراهيم
سورية	د. وفاء شومان	الإمارات	د. هندة محمودي
مصر	د. إيهاب زغلول حسن حمودة	السودان	د. صلاح الدين عبد الله أحمد عبدون
مصر	د. أحمد سيد أحمد سيد	موريتانيا	د. سيدي ولد أعلي منعم
السودان	د. لطفي محمد أحمد موسى يوسف	السودان	د. حامد عقب

الهيئة الاستشارية

فلسطين	وقاية النبات	د. عز الدين أبو عرقوب
العراق	زراعة وفيسيولوجي نخيل التمر	د. عبد الباسط عودة ابراهيم
الامارات	فسيولوجيا نبات	د. هندة محمودي
سورية	محاصيل حقلية	د. أيمن الشحاذة العودة
سورية	تقانات حيوية	د. فواز كرد علي
سورية	صحة حيوان	د. عبد المنعم ياسين
سورية	اقتصاد زراعي	د. إبراهيم صقر

تتم جميع المراسلات الخاصة بالمجلة عبر مدير تحرير المجلة العربية للبيئات 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 والأصيلة 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 وتقويمها، فإنها لا تعبر بالضرورة عن وجهة نظر هيئة تحرير المجلة أو سياسة المركز العربي/أكساد.

- يُعطى الباحث (الباحثون) مدة 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.

- لا تعاد البحوث التي لا تقبل للنشر في المجلة إلى أصحابها.

- 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

- 1.....دراسة درجة القرابة الوراثية بين الماعز الشامى والنوبي باستعمال تقانة ISSR
عبد المنعم الياسين، علي ابو عفيفة، لطفي موسى، سلام لاوند، غادة سلام، محمد نصري، هناء حسن
- 15.....التباين الوراثي في الجاموس السوري في منطقة الغاب باستخدام تقنية ISSR
أنس المحيميد، أحمد الشيخ، لطفي موسى
- 24.....تأثير إضافة الأسمدة النانوية في نمو وإنتاجية الباذنجان المزروع تحت ظروف الزراعة المحمية
أحمد جرجنازي، ياسر السلامة، عبد الرحمن الراشد، محمد معلا
- 37.....تقييم نوعية الكومبوست المنتج بطرائق مختلفة من مخلفات روث الخيل والأغنام ومخلفات الزيتون
محمد سعيد الشاطر، أكرم البلخي، حسان درغام
- 45.....توصيف الأحماض الهيومية والفولفية المستخلصة من أنواع مختلفة من كومبوست المخلفات العضوية
محمد سعيد الشاطر، أكرم البلخي، حسان درغام
- 56.....تأثير التسميد الأزوتي في معايير الإنتاجية لعدة أصناف من الأقماح الطرية السورية (*Triticum aestivum* L.) تحت ظروف المنطقة الساحلية
آلاء ديب، هزار حبيب، غياث أحمد علوش
- 74.....تقدير التفاعلات الوراثية البينية وتحليل ثباتية طرز وراثية من القمح الطري باستخدام طريقة GGE Biplot
هبة محمد منصور، بولص إسكندر خوري
- 89.....قدرة الجسيمات النانوية على إحداث الطفرات في القمح
وليد الطويل، ياسر السلامة، إبراهيم الغريبي، أيمن العوده، رياض بليش، زينب حسين
- 99.....دراسة الخواص الفيزيوكيميائية والريولوجية والتكنولوجية لبعض أصناف وسلالات أكساد من القمح الصلب تحت ظروف الزراعة المطرية
عبود الصالح
- 120.....التمكين الاجتماعي والاقتصادي للأسر الريفية ودوره في الحد من الفقر الريفي في محافظة طرطوس، سورية
لين المقدم، رنا حسين، مرجح شاهين
- 132.....أثر التغيرات المناخية في إنتاجية القمح في سورية
ليلى سمير الضحاك، السعيد محمد شعبان أحمد

الجزء الإنكليزي

English Section

The Use of Information Communication Technologies (ICT) by Arab Researchers and Agricultural Extension Agents149

Mohammad Abdullah, Talal Razzok

أمانة السر

حميدة سليمان

التدقيق اللغوي

د. محمد عناد سليمان

التنضيد والإخراج الفني

م. علاء محمد



الافتتاحية

يلحظ المتتبع للأعداد المتلاحقة من "المجلة العربية للبيئات الجافة" الصادرة عن المركز العربي (أكساد) تطوُّراً نوعياً في الأبحاث المنشورة، وتنوعاً في المشارب العلمية، يبعث على السعادة واليقين بأن طموح المركز العربي (أكساد) في جعل المجلة حاضنة مناسبة، وبيئة تنافسية علمية راقية بين البَحَّاثَة من مختلف الجامعات ومراكز الأبحاث العلمية، ولا سيما تلك الأبحاث التي تأخذ منحىً تطبيقياً يُسهم بصورة مباشرة في إيجاد الحلول لمشاكل حقلية قائمة، وهذا جوهر البحث العلمي، الذي ينبغي أن يسهم في بناء المجتمعات، ويجد الحلول الناجعة للصعوبات التي تعترضها وتؤرق تقدمها.

ولقد كان المركز العربي لدراسات المناطق الجافة والأراضي القاحلة (أكساد)، ولا يزال، وسيبقى إن شاء الله، في طليعة الجهات البحثية الحريصة على الإسهام في تنمية مستدامة في المنطقة العربية، من خلال حرصه الدائم على تشجيع الحالة البحثية واستثمار نتائجها بالصورة المثلى، وستظل "المجلة العربية للبيئات الجافة" الصادرة عن المركز، منبراً لكل البَحَّاثَة والدارسين على اختلاف تخصصاتهم وتوجهاتهم البحثية، تعتمد منهجاً واضحاً في التحكيم والقبول وفقاً لروائز عالمية جعلتها تحتل مكانة متقدمة بين المجالات العلمية المتخصصة.

ويأتي العدد الأول من المجلد الثامن عشر من المجلة، مكتظاً بطيف واسع من الموضوعات التي ترسّخ ما سبقت الإشارة إليه، ونُشير هنا إلى بعضها، على سبيل المثال لا الحصر: تقدير التفاعلات الوراثية البيئية وتحليل ثباتية طرز وراثية من القمح الطري باستخدام طريقة GGE Biplot، قدرة الجسيمات النانوية على إحداث الطفرات في القمح، استخدام تكنولوجيا المعلومات والاتصالات من قبل الباحثين والمرشدين الزراعيين العرب، دراسة درجة القرابة الوراثية بين الماعز الشامي والنوبي باستعمال تقانة ISSR، توصيف الأحماض الهيوميّة والفولفية المستخلصة من أنواع مختلفة من كومبوست المخلفات العضوية، دراسة الخواص الفيزيوكيميائية والريولوجية والتصنيعية لبعض أصناف وسلالات أكساد من القمح الصلب تحت ظروف الزراعة المطرية، التباين الوراثي في الجاموس السوري في منطقة الغاب باستخدام تقنية ISSR، وغيرها من الموضوعات البحثية الهامة.

ونجِدُ التأكيد هنا، على أن باب المجلة مفتوح على مصراعيه، للأبحاث النوعية والدراسات العلمية المتميزة، وللبَحَّاثَة والدارسين على اختلاف مشاربهم، لتظلّ النافذة التي يطلُّ منها العلم، وينثر بذور الخير في الأصقاع، نحصد غلاله نمواً وتقدماً وازدهاراً لمجتمعاتنا، ورؤى واسعة للتقدم والتطوير.

والله ولي التوفيق

رئيس التحرير

الدكتور نصر الدين العبيد



دراسة درجة القرابة الوراثية بين الماعز الشامي والنوبي باستعمال تقانة ISSR

Genetic Relationship Between Shami and Nubian Goats Using ISSR Technique

د. عبد المنعم الياسين⁽¹⁾ د. علي أبو عفيفة⁽¹⁾ د. لطفي موسى⁽¹⁾ د. سلام لاوند⁽²⁻¹⁾
م. غادة سلام⁽¹⁾ د. محمد نصري⁽¹⁾ د. هناء حسن⁽¹⁾

Dr. Abdel Moneim Al-Yassin⁽¹⁾ Dr. Ali Abu Afifa⁽¹⁾ Dr. Lotfy Musa⁽¹⁾ Dr. Salam Lawnd⁽¹⁻²⁾
Eng. Ghada Salam⁽¹⁾ Dr. Muhammad Nasry⁽¹⁾ Dr. Hanaa Hasan⁽¹⁾

musalutfimusa@gmail.com

Received 12 February 2024; Accepted 05 June 2024

(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 المحاصيل الحقلية، كلية الزراعة، جامعة دمشق، سورية.

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

الملخص

أُجريت هذه الدراسة لتقدير التباين الوراثي داخل وبين سلالاتي الماعز الشامي والماعز النوبي وتحديد درجة القرابة بينهما، باستخدام تقنية التكرارات المترادفة البسيطة الداخلية ISSR وذلك على 90 عينة و96 عينة من السلالتين على التوالي. تضمنت الدراسة اختبار 30 بادئة، لم تُعطَ 10 بادئات منها نتائج، في حين اتضح بالنتائج فعالية 20 منها في إعطاء تعددية شكلية بين العينات المدروسة. أظهرت نتائج الماعز النوبي ما مجموعه 102 حزمة بمتوسط 5.1 حزمة لكل بادئ، وبلغ عدد الحزم المتباينة شكلياً 98 حزمة بمتوسط 4.9 حزمة لكل بادئ، وتراوح قيم معامل التعددية الشكلية (PIC) من 0.40 كأعلى قيمة، إلى 0.10 كأقل قيمة، وبلغ المتوسط العام 0.28. بينما أظهرت الدراسة ما مجموعه 90 حزمة بمتوسط 4.5 حزمة لكل بادئ للماعز الشامي، وبلغ عدد الحزم المتباينة شكلياً 83 حزمة بمتوسط 4.15 حزمة لكل بادئ، وتراوح قيم معامل التعددية الشكلية (PIC) من 0.08 إلى 0.36، وبلغ المتوسط العام 0.24، مما يشير إلى قدرة البادئات المستخدمة على التمييز بين العينات المدروسة وبنسبة أقل مما عليه بالماعز النوبي. أوضح التحليل العنقودي ورسم شجرة القرابة الوراثية بين السلالتين التباعد الوراثي بينهما.

الكلمات المفتاحية: الماعز الشامي، الماعز النوبي، تقنية ISSR، القرابة الوراثية.

Abstract

This study was conducted to estimate within and between genetic variation for Shami (N = 90) and Nubian (N = 96) goats using ISSR technique. Thirty primers were tested, however, 20 primers of them are functioned, and polymorphic in both breeds. The Nubian goats' results revealed a total of 102 alleles with an average of 5.1 alleles per locus, 98 of them are polymorphic and averaged 4.9 alleles per primer. The values of the polymorphism information content (PIC) ranged from 0.10 to 0.40. Regarding the Shami goats' analysis, the results showed a total of 90 alleles with an average of 4.5 alleles per primer, 83 of them are polymorphic and averaged 4.15 alleles per primer. The values of PIC ranged from 0.08 to 0.36, which indicates the power of the used primers to distinguish between the studied samples of Sami goats but at lower rate than in the Nubian goats. Phylogenetic analysis revealed the genetic divergence between Shami and Nubian goats' breeds.

Key words: Shami goats, Nubian goats, ISSR, genetic relationship.

المقدمة

تعدُّ المنطقة العربية موطنًا لعدد كبير من سلالات الماعز التي تتميز بتنوع وراثي كبير، وتعدُّ هذه السلالات جيدة التكيف مع بيئاتها التي يسود فيها الجفاف وارتفاع درجات الحرارة. وتتخذ الصفات التأقلمية لهذه السلالات أهمية متزايدة بالنظر إلى تغيرات المناخ وتزايد الطلب على المنتجات الحيوانية مع ارتفاع الدخل وزيادة أعداد السكان إلا أن كثيرًا من هذه السلالات مهددة بالانقراض أو التلوث الوراثي نتيجة تغير اتجاهات الطلب والخلط العشوائي مع السلالات الأجنبية وعدم وجود برامج تربية تهدف إلى تحسين الكفاءة الإنتاجية. أصبح المحافظة على التباين الحيوي همًا عالميًا باعتباره الأساس للأمن الغذائي والتنمية الزراعية (SCBD, 2001) حيث إن فقدان الموارد الوراثية الحيوانية كبير الأثر مقارنة بالنباتية. حاليًا نجد أن 82% من مشاركة الموارد الوراثية الحيوانية في الغذاء تأتي فقط من 14 نوع من الحيوانات. حتى نهاية القرن السابق يعتقد أن 16% من السلالات المتأقلمة مع بيئاتها فقدت وأن 32% منها في مرحلة الخطر (Hall and Ruane, 1993). للتأكد من أن إنتاج الحيوانات المزرعية أصبح أكثر كفاءة ومستدامًا ومستجيبًا للضغوطات الاقتصادية أنشأت منظمة الأغذية والزراعة العالمية (FAO) خطة العمل العالمية للموارد الوراثية الحيوانية (Global Plan of Action for Animal Genetic Resources) تهدف للمحافظة على هذه الموارد من خلال تنميتها واستخدامها بصورة مثلى. اشتملت خطة العمل العالمية على 23 أولوية استراتيجية للعمل، مقسمة على أربعة مجالات ذات أولوية استراتيجية، (1) توصيف وجرد ورصد الاتجاهات والمخاطر المرتبطة بها؛ (2) الاستخدام والتنمية المستدامين؛ (3) الحفظ؛ (4) السياسات والمؤسسات وبناء القدرات.

تناغمًا مع الخطة العالمية للموارد الوراثية الحيوانية أنشأ المركز العربي لدراسات المناطق الجافة والأراضي القاحلة/أكساد برنامج يُعنى بالمحافظة وتحسين سلالات المجترات الصغيرة في الوطن العربي، وخاصة الواعدة منها، مثل الماعز الشامي وأغنام العواس وغيرها من السلالات المتميزة في المنطقة العربية.

ينتمي الماعز الشامي أو الدمشقي إلى مجموعة الماعز كبيرة الحجم ويعد من أشهر سلالات الماعز العربية، ويمتاز بالتأقلم مع بيئة الإنتاج ومقاومة الأمراض وبقدرة وراثية عالية لإنتاج الحليب واللحم، إضافة للخصوبة العالية حيث تصل ولاداته التوأمية نحو 80%. تزداد شهرة الماعز الشامي لكونه من المصادر الوراثية المهمة والمرغوبة محلياً وعربياً وعالمياً، حيث يُستخدم في برامج التحسين الوراثي للعروق الأخرى، ولا سيما في المناطق الجافة وشبه الجافة بهدف تحسين إنتاجيتها من الحليب واللحم. فإنتاج المعزة الشامية يتراوح بين 4-6 كغ/يوم، ووصل إنتاجها في موسم طولته 7 أشهر نحو 497 كغ في قطاع المركز العربي/ أكساد في محطة بحوث أزرع.

يشكل الماعز النوبي في السودان نحو 46% من التعداد الكلي للماعز في السودان، وتتواجد حول مجرى النيل والمناطق الريفية والمدن في شمال السودان. ومن أهم أنواع الماعز المنتجة للألبان في السودان وتعد واحدة من مجموعة الماعز المتشابهة مظهرياً مع الحظائر في مصر والشكري في إريتريا والماعز الدمشقي في بلاد الشام (Devendra and McIeroy, 1982). وهو نوع كبير الحجم (70-75 سم) وتزن الذكور 50-70 كجم والإناث 40-60 كجم وله قرون متوسطة الحجم ويسود بينها اللون الأسود ماعدا الأذنين فهي رمادية أو رمادية مع نقاط بيضاء، وتتصف الجبهة بأنها بارزة وتوجد عليها خصل من الشعر ومقطع الوجه محدب في الذكور. وقد يصل إنتاجها من اللبن إلى 2.5 لتر يومياً.

اتجهت الأبحاث الحديثة حالياً لدراسة كافة الكائنات الحية على المستوى الجزيئي وتحديد المورثات المسؤولة عن مواصفات الإنتاجية العالية بالإضافة إلى مقاومة الأمراض ومخاطر البيئة. تقدم المؤشرات الجزيئية معلومات مفيدة عن تركيب الجماعة وعلاقات القرابة بالإضافة إلى التحقق من الأنساب (Feral, 2002) وتساعد في تطبيق الانتخاب (Bünger, 2008) من خلال مقدرتها على توصيف مواقع الصفات الكمية المرتبطة بالمؤشر. كما أنها تسمح بدراسة التكوين الوراثي للأفراد على مستوى الـ DNA (Naqvi, 2007) وتزود بمعلومات عن تنوع القرائن لموقع وراثي معين وبالتالي تحدد التنوع الوراثي وتكشف عن المورثات التي تؤثر في الصفات المهمة اقتصادياً (Erhardt and Weimann, 2007)، يضاف إلى ذلك أهميتها في تحديد مواقع الصفات الكمية Quantitative trait Loci (Simianer, 2005) ورسم خرائط الارتباط الوراثية (Diez-Tascon *et al.*, 2000; Moazami-Goudarzi *et al.*, 1997). إحدى هذه التقنيات المتبعة في هذا المجال هي تقنية (Inter Simple Sequence Repeats) التكرارات الترادفية البسيطة الداخلية، التي استخدمت لدراسة التنوع الوراثي في أغلب الكائنات الحية حقيقة النوى. (Zietkiewicz *et al.*, 1994).

انطلاقاً من أهمية التنوع الوراثي وتحديد درجات القرابة في برامج التربية وتحسين قطاع الماشية، ركزنا في هذا البحث على دراسة درجات القرابة الوراثية بين الماعز الشامي والنوبي المعروفين على مستوى المنطقة العربية لما لهما من أهمية في إنتاج الحليب واللحم وتحمل الظروف المناخية السائدة والمساهمة في سد الفجوة الغذائية. تهدف هذه الدراسة لتقدير التباين الوراثي داخل وبين سلالات الماعز الشامي والماعز النوبي وتحديد درجة القرابة بينهما؛ باستخدام التقانات الحيوية الحديثة مثل الـ SSR و الـ ISSR.

مواد وطرائق البحث

المادة الوراثية

جمعت 96 عينة دم من الماعز النوبي من ثلاثة مواقع مختلفة في السودان (الخرطوم - بحري - ولاية نهر النيل). كما جمعت 90 عينة دم من الماعز الشامي من محطة أبحاث أكساد/ إزرع، (ذكور وإناث من كلا النوعين)، حيث سُحبت عينة الدم من الوريد الوداجي ضمن أنابيب مفرغة تحوي مانع تخثر EDTA anti-coagulant (Ethylenediaminetetra-acetic acid). جرى استخلاص الحمض النووي الريبي منقوص الأوكسجين DNA للعينات وحفظها في درجة حرارة -30 درجة مئوية، وذلك باعتماد الطريقة المسجلة من قبل الشركة المنتجة لمواد الاستخلاص iNtRON biotechnology. جرى تقدير النوعي وجودة الحمض النووي ال DNA في العينات المدروسة على هلامة الأغاروز 8% وتحت الأشعة فوق البنفسجية.

تطبيق تقنية التكرارات الترادفية البسيطة الداخلية (ISSR) Inter Simple Sequence Repeat

استُخدم 30 بادئة من بادئات ال ISSR، وبين الجدول (1) البادئات المستخدمة وتسلسلها النيكلوتيدي.

الجدول 1. البادئات المستخدمة في تقنية ISSR وتسلسلها النيكلوتيدي، ودرجة حرارة الالتحام

اسم البادئة	التسلسل النيكلوتيدي للبادئة	درجة حرارة الالتحام °C	اسم البادئ	التسلسل النيكلوتيدي للبادئة	درجة حرارة الالتحام °C
P1	(TC)8A	50.4	P2	(GT)8C	52.8
P3	(GACA)4	49.2	P4	(AC)8TC	53.7
P5	CCAG(GT)7	56.0	P6	(TC)8AG	53.7
P7	(TC)8GA	53.7	P8	(GA)8CG	56.0
P9	(AC)8T	50.4	P10	(CA)8A	50.4
P11	(AACC)4	49.2	P12	GA(8)YC	54.8
P13	(GGAC)3A	44.0	P14	(GGAC)4	42.0
P15	(AC)8C	52.8	P16	(GATA)4	38.9
P17	(ATG)6	46.9	P18	(AG)8T	50.4
P19	(CA)8G	52.8	P20	(GGAC)3C	46.0
P21	AG(8)CTG	56.7	P22	(AG)9C	56.7
P23	(GACAC)4	61.4	P24	(AG)8TT	51.4
P25	(AC)9T	54.5	P26	(CA)9T	54.5
P27	(AC)8GG	56.0	P28	CCAG(GT)7	56.0
P29	(GT)4(GA)5	53.7	P30	(AC)7(AT)3	51.1

جرى تضخيم قطع DNA في محلول نهائي μl 25، مكون من: μl 12.5 Master mix من شركة INTRON 2X PCR Master Mix Solution، μl 2 من البادئ بتركيز 10 بيكومول، μl 2 من المادة الوراثية DNA، وتم إكمال الحجم بالماء المقطر والمعقم.

تمت مضاعفة DNA في جهاز التدوير الحراري PCR من شركة Eppendorf وفق البرنامج التالي:

1- الانفصال: عند درجة حرارة 94°C ، مدة 5 دقائق ليجري انفصال سلسلي الحمض النووي الريبي منقوص الأوكسجين (DNA).

2- عمل 40 دورة تتضمن كل منها المراحل التالية:

- مرحلة التحطيم الحراري Denaturation: جرى في هذه المرحلة رفع درجة الحرارة حتى 94°C ليتم انفصال سلسلي الحمض النووي (DNA) عن بعضهما البعض، لتُصبحا في حالة سلسلة مفردة.
- مرحلة الالتحام Annealing: جرى خفض درجة الحرارة وفق الجدول المذكور سابقاً، وذلك تبعاً لطول البادئة، وعدد النيكليوتيدات المكونة لها ونوعها، ليجري التحام البادئة بالقطعة المكملية لها من الحمض النووي الريبي منقوص الأوكسجين (DNA)، وتُعد هذه المرحلة الأهم خلال التفاعل لكي تجري مضاعفة سلسلة (DNA) بشكل صحيح.

- مرحلة الاستطالة Extension: جرى رفع درجة الحرارة لتصل إلى 72°C ، ليجري إكمال تكوين السلاسل الجديدة بوجود أنزيم Taq-Polymerase، والنيكليوزيدات ثلاثية الفوسفات، وبعد انتهاء هذا التفاعل جرى الحصول على عدد كبير من سلاسل الحمض النووي الريبي منقوص الأوكسجين DNA بدءاً من قطعة واحدة.

3- اكتمال التفاعل عند حرارة 72°C لمدة عشر دقائق.

ثم حُفظت العينات في درجة حرارة 4°C ، لتفصل الحزم بعدها بالترحيل على هلامه الأغاروز.

الرحلان الكهربائي والتصوير

جرى الترحيل على هلامه الأغاروز 2% المكونة من المحلول المنظم 1X TBE buffer: (10.8 g Tris borate + 5.5 g Boric acid + 0.92 g EDTA)، ويُضبط درجة الحموضة عند $\text{pH}=8$ ، ثم يُضاف إليه صبغة الإيثيديوم برومايد (10 ميكروغرام/ميكروليتر) بنسبة $5 \mu\text{l}/100 \text{ ml}$.

كما جرى حقن مؤشر Marker من الحمض النووي (DNA) 100 pb من شركة (Intron)، لتحديد أطوال الحزم الناتجة، ليجري بعد ذلك الترحيل بواسطة حقل كهربائي قدره 80 فولت، لفصل حزم DNA الناتجة عن عملية التضخيم، وصُورت الهلامة بجهاز تصوير هلامة الأغاروز (G: BOX SYNGENE).

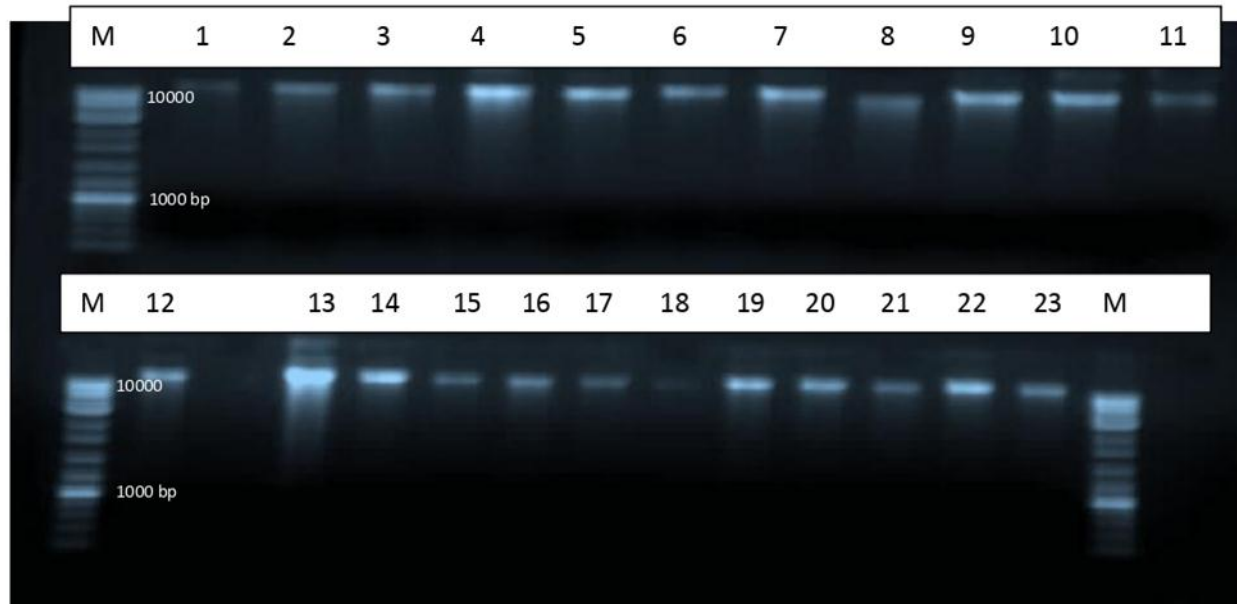
التحليل الإحصائي

استُخدم في تحليل البيانات الجزيئية لهذه الدراسة البرامج الإحصائية الخاصة بالتقانات الحيوية Bioinformatics، فجمعت نتائج عملية الرحلان الكهربائي في جداول مخصصة، اعتماداً على مقارنة وجود أو غياب حزم الحمض النووي الريبي منقوص الأوكسجين DNA بين العينات، حيث أُعطي الرقم (1) عند وجود حزمة DNA، والرقم (0) عند غيابها، ونُظمت

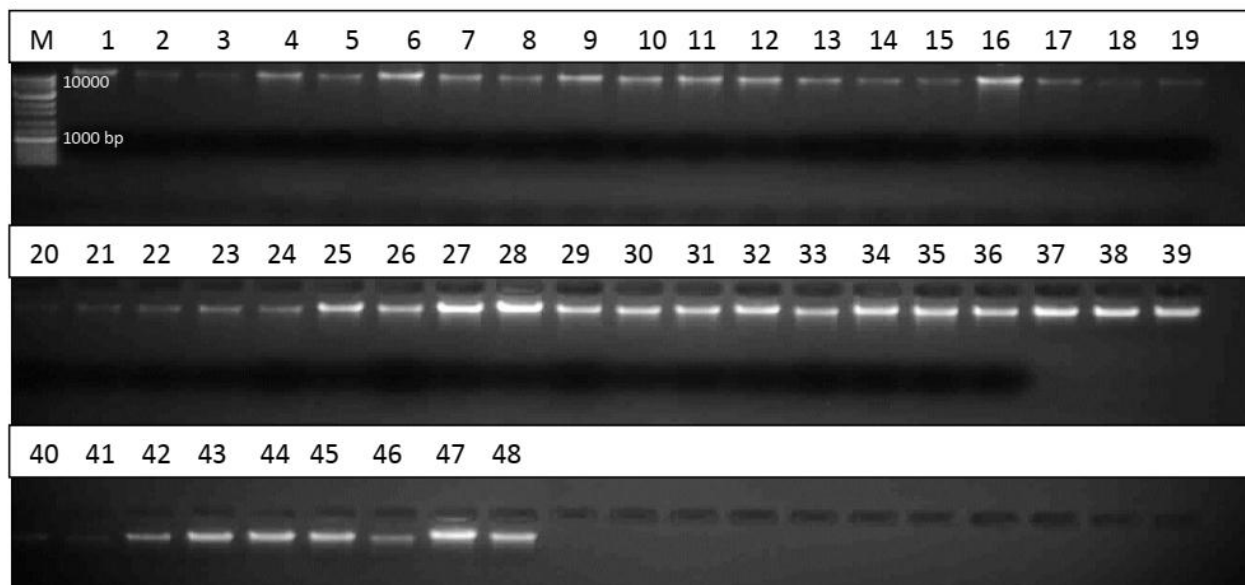
الجدول لكل بادئة على حده. حُدِّت مصفوفة درجة القرابة الوراثية بين العينات المدروسة (PAV) Percent Agreement Values، ورُسمت شجرة القرابة الوراثية Dendrogram بتطبيق طريقة التحليل العنقودي Cluster Analysis باستخدام البرنامج الإحصائي Ntsys وحددت المجموعات الزوجية غير المزنة Unweighted Pair Group Method with Arithmetic Averaging (UPGMA) حسب (Rohll, 1998). حيث يسمح التحليل العنقودي بتقسيم العينات المدروسة إلى مجموعات تعكس درجة القرابة الوراثية فيما بينها، فمن الممكن أن تتجمع العينات ضمن مجموعة واحدة بناءً على موطنها الأصلي، أو بناءً على أصلها ونسبها، وحُسبت قيم معامل التعددية الشكلية (PIC) Polymorphism Information Content (PIC) للبادئات المستخدمة وفق المعادلة: $PIC = \{\sum 2P_i (1-P_i)\}$ ، حيث P_i تكرارية الحزم الناتجة عن استخدام البادئة من جميع العينات المدروسة (Botstein *et al.*, 1980).

النتائج والمناقشة

بينت نتائج تحميل كمية قليلة من الـ DNA على (2 µl) هلامة الأغاروز (0.8%) وتحت الأشعة فوق البنفسجية جودة نوعية المادة الوراثية المستخلصة (DNA) موضوع الدراسة، وضحت عدم تكسرها وتحللها. إذ ظهر الـ DNA على شكل عصابات عالية الوزن الجزيئي في هلامة الأغاروز، وعليه جرى تمديد تركيز الـ DNA للوصول إلى التركيز 40 ng/µl وهو التركيز المستخدم في التجارب اللاحقة (الشكل 2.1).



الشكل 1. هلامة الأغاروز 0.8% لتحديد جودة الـ DNA المستخلص من بعض عينات الماعز النوبي
(M: مؤشر قياسي لتحديد أطوال حزم الحمض النووي DNA)



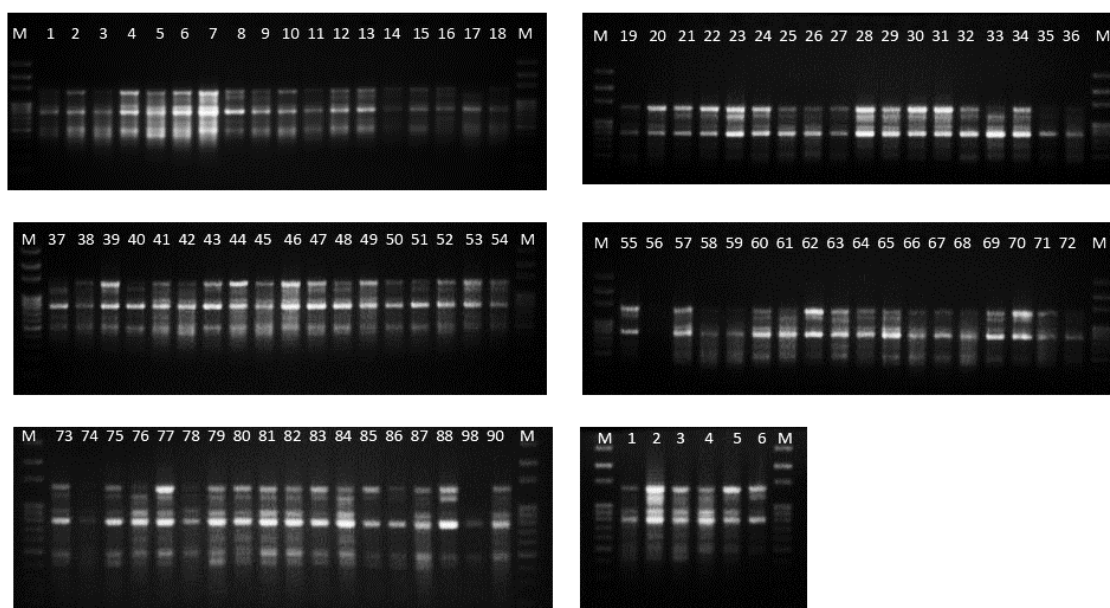
الشكل 2. هلامة الأغاروز 0.8% لتحديد جودة الـ DNA المستخلص من بعض عينات الماعز الشامي (M: مؤشر قياسي لتحديد أطوال حزم الحمض النووي DNA)

تطبيق تقنية التكرارات المترادفة البسيطة الداخلية (ISSR) على الماعز النوبي

تضمنت الدراسة اختبار 30 بادئ، 10 بادئات منها لم تعط نتائج، في حين اتضح بالنتائج فعالية 20 منها في إعطاء تعددية شكلية بين العينات المدروسة وذلك بوساطة التفاعل التسلسلي للبولىميراز الـ PCR، ونجم عن استخدام هذه البادئات ما مجموعه 102 حزمة بمتوسط 5.1 حزمة لكل بادئة، وبلغ عدد الحزم المتباينة شكلياً 98 حزمة بمتوسط 4.9 حزمة لكل بادئة حيث تراوح عدد الحزم لكل بادئ من 2 حزم كأقل عدد مع البادئة (P19)، و 10 حزم كأعلى عدد مع البادئ (P12)، وكانت النسبة المئوية للتعددية الشكلية 96.7% مع جميع البادئات المدروسة، حيث تراوحت النسبة المئوية للتعددية الشكلية 67% مع البادئتين (P11، P16) و 100% مع بقية البادئات المدروسة، كما في الجدول (2) والشكل (3). حُسب معامل التعددية الشكلية (PIC) لكل بادئة على حده حسب معادلة خاصة وباستخدام برنامج Ntsys، ويعد معامل التعددية الشكلية معيار يدل على قدرة وكفاءة البادئة في تمييز التباينات الوراثية وإظهارها بين العينات المختلفة، إذ كلما اقتربت قيمة PIC من (1) كانت المقدرة على تمييز التباينات الوراثية وإظهارها أكبر، ويمكن أن يعطي PIC قيمة (0) عندما يُظهر البادئة حزمة وحيدة ثابتة عند العينات كلها، لذلك يمكن اعتبار هذا البادئ ليس له أهمية في تمييز العينات المدروسة عن بعضها، حيث إنها لم تُظهر أي تعددية شكلية. تراوحت قيم معامل التعددية الشكلية (PIC) من 0.40 عند البادئة (ISSR-2) كأعلى قيمة، إلى 0.10 عند البادئة ISSR-12 كأقل قيمة، وبلغ المتوسط العام 0.28، مما يشير إلى قدرة البادئات المستخدمة على التمييز بين العينات المدروسة كما يوضح الجدول (2).

الجدول 2. عدد الحزم المتباينة - عدد الحزم المتباينة شكلياً - النسبة المئوية للتعددية الشكلية - قيمة معامل التعددية الشكلية للماعز النوبي

اسم البادئة	عدد الحزم الكلية	عدد الحزم المتباينة شكلياً	النسبة المئوية للتعددية الشكلية %	قيمة معامل التعددية الشكلية PIC
P1	7	7	100	0.32
P2	5	5	100	0.40
P3	5	5	100	0.41
P4	3	3	100	0.22
P5	3	3	100	0.46
P6	7	7	100	0.35
P7	7	7	100	0.30
P8	6	6	100	0.16
P9	4	4	100	0.27
P10	3	3	100	0.26
P11	6	4	67	0.12
P12	10	10	100	0.10
P13	4	4	100	0.21
P14	4	4	100	0.30
P15	4	4	100	0.42
P16	6	4	67	0.18
P17	5	5	100	0.36
P18	6	6	100	0.27
P19	2	2	100	0.32
P20	5	5	100	0.25
المجموع	102	98		
المتوسط	5.1	4.9	96.7	0.28

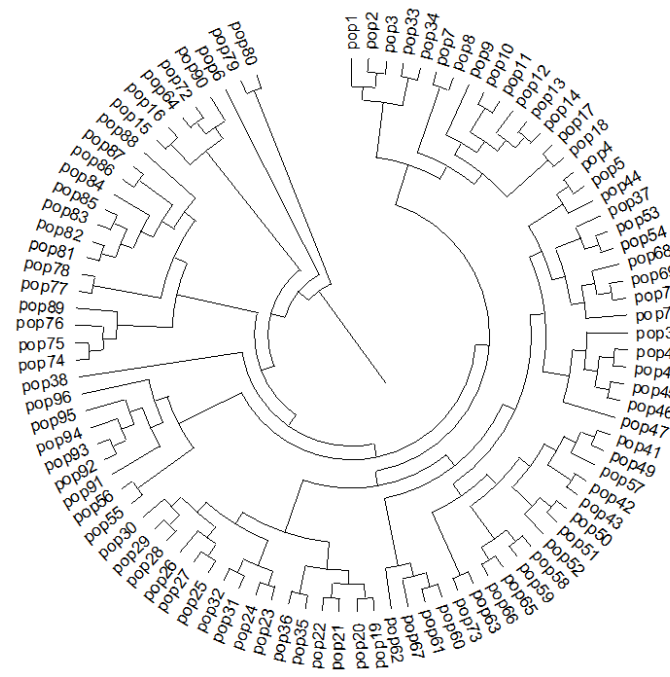


الشكل 3. التعددية الشكلية الناتجة عن استخدام البادئة (1) في العينات المدروسة من الماعز النوبي على هلامية الأغاروز 2%. (M): مؤشر قياسي لتحديد أطوال حزم الحمض النووي (DNA)

التحليل العنقودي للعينات المدروسة باستخدام تقنية ISSR

أجري التحليل العنقودي للنتائج التي جرى الحصول عليها باستخدام برنامج التحليل الاحصائي الحيوي Ntsys وجرى رسم شجرة القرابة الوراثية للأفراد المدروسة وتحديد درجة القرابة الوراثية فيما بينها، وقد لوحظ من الشجرة أن الأفراد المدروسة انفصلت إلى مجموعات تعكس درجة القرابة الوراثية. حيث من المعروف عادة تتجمع العينات ضمن مجموعة واحدة بناءً على موطنها الأصلي، أو بناءً على أصلها ونسبها.

انفصلت الأفراد المدروسة إلى عدة عناوين تبعاً لتقنية ISSR وذلك حسب مؤشرات مختلفة كموقع وجودها الجغرافي، وجنسها حيث انفصلت الأفراد وراثياً وتميزت بين ذكور وإناث. وأشارت النتائج أن الماعز النوبي متماثل وراثياً بنسبة تتراوح بين 68-95% ضمن القطيع، أي أن القطيع يعد نقي ولم يحدث فيه خلط يذكر من سلالات أخرى (الشكل 4).



الشكل 4. شجرة القرابة الوراثية لعدد 96 عينة من الماعز النوبي

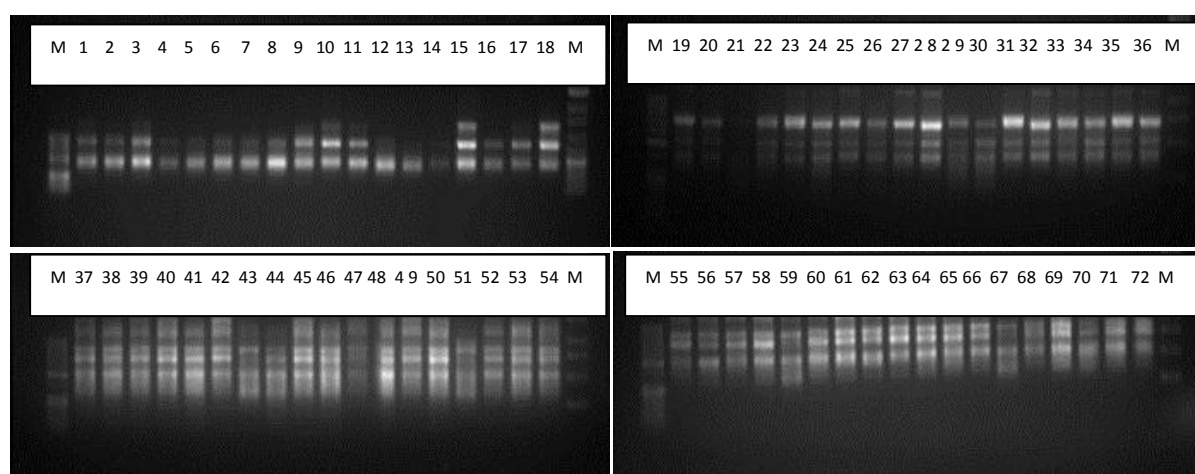
تطبيق تقنية التكرارات الترادفية البسيطة الداخلية (ISSR) على الماعز الشامي

طبقت تقنية ISSR على عينات الماعز الشامي حيث استخدمت البادئات نفسها السابقة (الجدول 1) التي استخدمت مع عينات الماعز النوبي وبالشروط نفسها. فتضمنت الدراسة اختبار 30 بادئة، 10 بادئات منها لم تعط نتائج، في حين أكدت النتائج فعالية 20 بادئة منها في توضيح التعددية الشكلية بين العينات المدروسة الممثلة للأفراد موضوع الدراسة وذلك بوساطة التفاعل التسلسلي للبولىميراز، ونجم عن استخدام هذه البادئات ما مجموعه 90 حزمة بمتوسط 4.5 حزمة لكل بادئة، وبلغ عدد الحزم المتباينة شكلياً 83 حزمة بمتوسط 4.15 حزمة لكل بادئة حيث تراوح عدد الحزم لكل بادئة من 2 حزم كأقل عدد مع البادئات (P4، P9)، و12 حزمة كأعلى عدد مع البادئة (P12)، وكانت النسبة المئوية للتعددية الشكلية 91.1% مع جميع البادئات المدروسة حيث تراوحت النسبة المئوية للتعددية الشكلية 50% مع البادئة (P4) و100% مع أغلب البادئات المدروسة

كما في الجدول (3). تراوحت قيم معامل التعددية الشكلية (PIC) من 0.08 عند البادئة (P10) كأقل قيمة، إلى 0.36 عند البادئة (P19) كأعلى قيمة، وبلغ المتوسط العام 0.24، مما يشير إلى قدرة البادئات المستخدمة على التمييز بين العينات المدروسة وبنسبة أقل مما عليه بالمعز النوبي (الجدول 3).

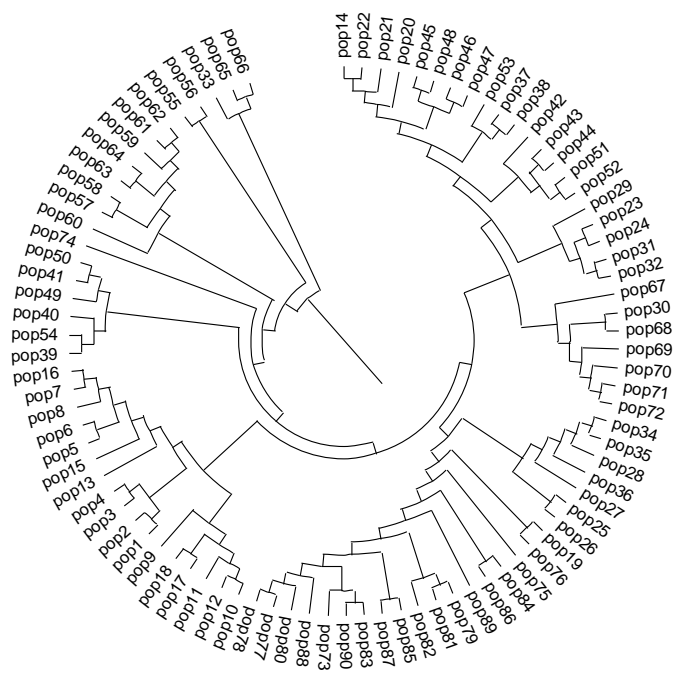
الجدول 3. عدد الحزم المتباينة - عدد الحزم المتباينة شكلياً - النسبة المئوية للتعددية الشكلية - قيمة معامل التعددية الشكلية في المعز الشامي

اسم البادئة	عدد الحزم الكلية	عدد الحزم المتباينة شكلياً	النسبة المئوية للتعددية الشكلية %	قيمة معامل التعددية الشكلية PIC
P1	3	3	100	0.34
P2	3	3	100	0.24
P3	3	3	100	0.43
P4	2	1	50	0.19
P5	5	5	100	0.34
P6	7	7	100	0.32
P7	6	6	100	0.15
P8	5	4	80	0.15
P9	2	2	100	0.29
P10	3	3	100	0.08
P11	5	5	100	0.25
P12	4	4	100	0.13
P13	4	3	75	0.20
P14	4	3	75	0.19
P15	3	3	100	0.22
P16	3	3	100	0.21
P17	6	4	67	0.14
P18	6	6	100	0.34
P19	4	3	75	0.36
P20	12	12	100	0.22
المجموع	90	83		
المتوسط	4.5	4.15	91.1	0.24



الشكل 5. هلامة الأغاروز 2% لملاحظة التعددية الشكلية الناتجة عن استخدام البادئة (5) في العينات المدروسة من المعز الشامي، (M: مؤشر قياسي لتحديد أطوال حزم الحمض النووي DNA)

تمايزت العينات المدروسة وانفصلت إلى عناقيد تبعا لنتائج تقنية ISSR كما أمكن تمييز الذكور عن الإناث. وأشارت معطيات الشجرة الوراثية إلى أن الماعز الشامي متماثل وراثيًا بنسبة تتراوح بين 70-90%، أي أن القطيع نقي ولم يتعرض للخلط الوراثي الملحوظ، ويعود ذلك إلى أن جميع العينات جمعت من محطة إزرع ويطبق عليها برنامج التربية الداخلية منذ فترة طويلة (الشكل 6).



دراسة درجة القرابة الوراثية بين الماعز الشامي والنوبى

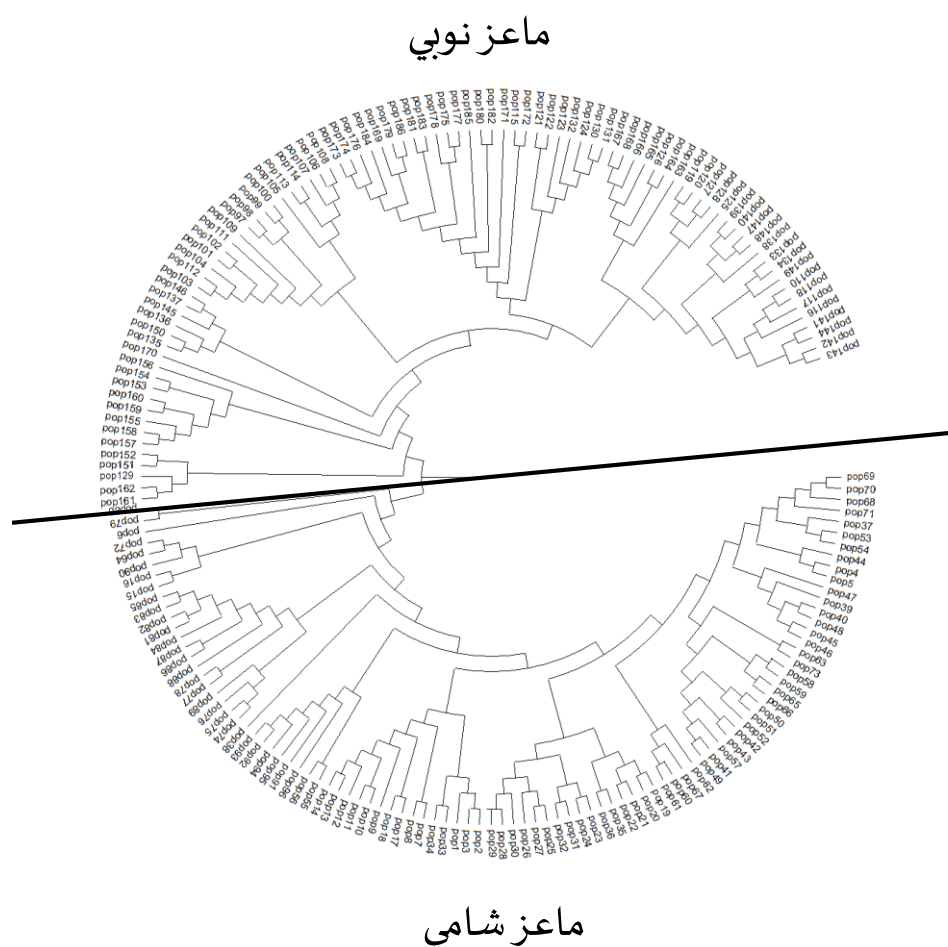
11

الجدول 4. عدد الحزم المتباينة - عدد الحزم المتباينة شكلياً - النسبة المئوية للتعددية الشكلية - قيمة معامل التعددية الشكلية في الماعز الشامي

اسم البادئة	عدد الحزم الكلية	عدد الحزم المتباينة شكلياً	النسبة المئوية للتعددية الشكلية %	قيمة معامل التعددية الشكلية PIC
P1	7	7	100	0.43
P2	5	5	100	0.35
P3	5	5	100	0.36
P4	3	3	100	0.34
P5	3	3	100	0.34
P6	7	7	100	0.42
P7	7	7	100	0.26
P8	6	6	100	0.15
P9	4	4	100	0.41
P10	3	3	100	0.40
P11	6	6	100	0.42
P12	10	10	100	0.16
P13	4	4	100	0.23
P14	4	4	100	0.37
P15	4	4	100	0.37
P16	6	6	100	0.30
P17	6	6	100	0.26
P18	6	6	100	0.31
P19	4	4	100	0.37
P20	12	12	100	0.17
المجموع	112	112		4.64
المتوسط	5.6	5.6	100	0.331

نتائج التحليل العنقودي للعينات المدروسة باستخدام تقنية ISSR لكلا القطيعين النوبي والشامي

- انفصل كل قطيع على حده في شجرة القرابة الوراثية تماماً، حيث بلغت نسبة البعد الوراثي بين القطيعين 67%، وهذا ينفي فرضية أن سلالة الماعز الشامي تنحدر من الماعز النوبي أو العكس.
- تضمنت العينات الخاصة بالماعز النوبي عينتين هجين بين الماعز النوبي والماعز الشامي (جيل ثاني F2) إلا أنها من خلال نتائج شجرة القرابة الوراثية انفصلت مع عينات الماعز النوبي وكانت بعيدة كل البعد عن الماعز الشامي (الشكل 7).
- توثيق البيانات الوراثية للماعز النوبي والشامي (البصمة الوراثية) في قاعدة البيانات الوراثية الخاصة بأكساد ACSAD Biotechnology Database، حيث يمكن الاستفادة منها في مجالات عديدة مستقبلاً مثل اختبارات كشف نقاوة السلالات المجهولة من الماعز، ووضع أسس مهمة يُعتمد عليها في برامج التربية والتحسين الوراثي.



الشكل 7. شجرة القرابة الوراثية للماعز النوبي والشامي حسب تقنية ISSR

المراجع

- Bünger L. 2008. New technologies in sheep breeding from molecular genetic tools to computed tomography and video image analysis, Conference on The Animal Wealth in Syria Current Status and prospects for Future Development, 17-20 November, Aleppo, Syria.
- Devendra, C. and McLeroy, G.B. 1982. Goat and Sheep Production in the Tropics. Longman, Harlow, Essex, UK.
- Diez-Tascon C., Littlejohn R.P., Almeida P.A.R., Crawford A.M. 2000. Genetic Variation within the Merino sheep breed: analysis of closely related populations using microsatellites, Animal Genetics, Vol. (31), pp.243-251.
- Erhardt G., Weimann C. 2007. Use of molecular markers for evaluation of genetic diversity and in animal production, Arch. Latinoam. Prod. Anim, vol. 15(1) 63-66.

- Hall, S.J.G. and Ruane, J. 1993. Livestock breeds and their conservation. global review. *Conserv. Biol.* 7 (4), 815 - 825.
- Feral J.P. 2002. How useful are the genetic markers in attempts to understand and manage marine biodiversity, *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 268:121-145.
- Moazami-Goudarzi K., Laloë D., Furet J.P., Grosclaude F. 1997. Analysis of genetic relationships between 10 cattle breeds with 17 microsatellites. *Animal Genetics* 28:338-345.
- Secretariat of the Convention on Biological Diversity (Ed.). 2001. *Handbook of The Convention on Biological Diversity*. London and Sterling, UK and USA, 690 pp.
- Simianer H., (2005). Use of molecular markers and other information for sampling germplasm to create an animal gene bank, *The Role of Biotechnology*, pp: 37-42, 5-7 March, Villa Gualino, Turin, Italy.
- Zietkiewicz E, Rafalski A, Labuda D. 1994. Genome fingerprinting by simple sequence repeat (SSR)-anchored polymerase chain reaction amplification. *Genomics* 20: 176-183.

N° Ref: 1167



التباين الوراثي في الجاموس السوري في منطقة الغاب باستخدام تقنية ISSR

Genetic Variability in Syrian Buffaloes in Al-Ghab Area Using ISSR Technique

د. لطفي موسى⁽³⁾

د. أحمد الشيخ⁽³⁻²⁾

م. أنس المحيميد⁽³⁻¹⁾

Eng. Anas Almhemed⁽¹⁻³⁾

Dr. Ahmed Alshikh⁽²⁻³⁾

Dr. Lutfi Musa⁽³⁾

anasmhemed1990@gmail.com

Received 01 April 2024; Accepted 20 August 2024

(1) طالب دكتوراه، قسم الإنتاج الحيواني، كلية الزراعة، جامعة دمشق، سورية.

(1) Ph.D. student, Department of Animal Production, Faculty of Agriculture, Damascus University, Syria.

(2) قسم الإنتاج الحيواني، كلية الزراعة، جامعة دمشق، سورية.

(2) Department of Animal Production, Faculty of Agriculture, Damascus University, Syria.

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

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

الملخص

تشهد البحوث العلمية تزايداً مطرداً في استخدام الواسمات الجزيئية، ومن أبرزها واسمات التكرارات الترادفية البسيطة الداخلية (ISSR)، حيث تتميز هذه التقنية بقدرتها على تحليل الجينوم دون الحاجة إلى معرفة مسبقة بالتسلسل النيوكليوتيدي له، وذلك باعتمادها على بادئات عشوائية. هدفت هذه الدراسة إلى تقدير التباين الوراثي داخل وبين مجموعتين من الجاموس بمنطقة الغاب باستخدام واسمات بُغية المساهمة في الحفاظ على هذا المصدر الوراثي المهم. ضمت العينات المستخدمة مجموعة من محطة بحوث وتطوير الجاموس (شطحة - الغاب) (20 عينة)، بالإضافة لـ (10) عينات من جواميس المربين في منطقة الدراسة (الغاب). أجريت الاختبارات الجزيئية باستخدام (9) واسمات ISSR، وحُللت البيانات الجزيئية المتحصل عليها بواسطة برنامج الحزم الإحصائية PopGene إصدار 1.31. بلغ العدد الكلي للأليلات الناتجة لكل المواقع الوراثية نحو (46) أليل، وبلغت النسبة المئوية للمواقع الوراثية متعددة المظاهر 100%. أظهرت النتائج أن متوسط عدد الأليلات المُشاهد كان نحو 5.11، في حين كان متوسط عدد الأليلات المؤثرة 2.68 أليل. كما بينت النتائج مستوى متوسط من حيث وجود التراكيب الوراثية المتباينة، وقد بينت النتائج أن متوسط التراكيب المتباينة المُشاهدة والمتوقعة 0.44 و 0.53، على التوالي. بلغت القيمة المتوسطة للاختلاف بين مجموعتي الجواميس F_{st} لكل المواقع الوراثية 0.080 وهذا يشير إلى وجود تباين ضئيل بين مجموعتي

جواميس المحطة والمربين، وهذا أيضًا أثبتته صُغر قيمة البعد الوراثي (0.1523) وارتفاع قيمة التماثل الوراثي (0.8588) بين المجموعتين. تمثل النتائج التي حصلنا عليها في هذه الدراسة باستخدام واسمات ISSR في تقييم التباين الوراثي في الجاموس، والمستوى المتوسط لتعدد المظاهر للواسمات المستخدمة، والبيانات الأخرى، إضافة يمكن استخدامها في تطوير استراتيجيات للتربية وفي اتخاذ قرارات الحفاظ على الجاموس المحلي.

الكلمات المفتاحية: واسمات ISSR، الجاموس، سورية، التراكيب المتباينة، التباعد الوراثي.

Abstract

The utilization of molecular markers has increased in molecular research, recently Inter-simple sequence repeat (ISSR) markers allow the analysis of genomes without preliminary sequence information, since random primers are used. The objective of the present study was to determine the genetic diversity of indigenous Buffaloes reared in Al-Ghab area using ISSR markers with a view to conservation of this important genetic resource. Two groups of Al-Ghab buffaloes were included in this study, twenty samples from the buffalo herd at Shatha Buffaloes Research Station and ten samples from smallholder farmers in the area were selected. Molecular analyses were performed using (9) ISSR markers, and PopGene software package version 1.31 was used to analyze the obtained data. Thirty- two alleles were observed for all the loci, and the percentage of polymorphic loci was 100%. The average number of alleles was 5.11 and the effective average number of alleles was 2.68 The results revealed a moderate level of mean heterozygosity, where the mean values of observed and expected heterozygosity were 0.44 and 0.53, respectively. The F_{ST} value for the total loci was 0.0800, indicating a very low level of genetic variance between the research station buffaloes group and the farmer's buffaloes group, this is also confirmed by the low genetic distance obtained (0.1523) and high genetic similarity (0.8588) between them. The obtained results indicated to some extent the usefulness of ISSR makers in evaluation of the genetic variability due to moderate polymorphism, informativeness of these markers which can be used to develop further breeding strategies and conservation decisions on the indigenous buffaloes.

Key words: ISSR markers, Buffalo, Syria, heterozygosity, genetic distance.

المقدمة

يعدُّ توصيف سلالات الحيوانات الزراعية (مظهري، وراثي، جزيئي) شاملاً بيئات إنتاجها هو الخطوة الأساسية لوضع استراتيجيات التحسين والإدارة المستدامة لها. بالرغم من أن جاموس الغاب في سورية من الحيوانات الزراعية التي تؤدي دورًا مهمًا لكسب سبل العيش في المنطقة؛ إلا أن أعدادها في تناقص والدراسات والبحوث حولها قليلة في مجال تقدير المؤشرات المظهرية والوراثية للصفات الإنتاجية والتناسلية، أما فيما يتعلق بمجال التوصيف الجزيئي فتعدُّ هذه الدراسة الأولى التي تتناول الجاموس في سورية.

تقدم المؤشرات الجزيئية معلومات مفيدة عن تركيب الجماعة وعلاقات القرابة بالإضافة إلى التحقق من الأنساب (Feral, 2002) وتساعد في تطبيق الانتخاب (Bünger, 2008) من خلال مقدرتها على توصيف مواقع الصفات الكمية المرتبطة بالمؤشر. كما أنها تسمح بدراسة التركيب الوراثي للأفراد على مستوى الـ DNA (Nagvi, 2007) وتزود بمعلومات عن تنوع القرائن لموقع وراثي معين وبالتالي تكشف عن التنوع الوراثي وتحدد المورثات ذات التأثير في الصفات المهمة اقتصادياً (Erhardt and Weimann, 2007)، إضافة إلى أهمية المؤشرات الوراثية في تحديد مواقع الصفات الكمية Quantitative trait Loci (Simianer, 2005)، ورسم خرائط الارتباطات الوراثية (Diez-Tascon *et al.*, 2000; Moazami-Goudarzi, 1997).

من أهم التقنيات المتبعة في هذا المجال هي تقنية التكرارات المترادفة البسيطة الداخلية (Inter Simple Sequence Repeats) التي تعتمد على تضخيم المواقع بين التتابع الدقيقة المتقاربة، والمتموضعة بشكل متعاكس، باستعمال بادئات وحيدة طولها (16-18bp) ومؤلفة من نكليوتيدات متكررة.

وما يميز هذه التقنية هي أنها لا تتطلب وقتاً طويلاً لبناء المكتبة الوراثية، وعلى الرغم من حقيقة أن ISSR تورث كمعلومات سائدة وأحياناً غير سائدة، إلا أنها معلمات ذات طبيعة عشوائية، فهي ملائمة بشكل خاص لدراسات علم الوراثة العرقي وتقييم التنوع الوراثي وتحديد الأصناف، كما أن بساطة معلمات ISSR تزيد من إمكانية استعمالها في الوبس الجيني.

توصف تقنية ISSR بأنها أكثر ثباتية للنتائج عند تكرار التجربة من تقنية RAPD بسبب طول البادئ المستعمل، كما تتميز بوفرته وتواجدها في جينومات حقيقيات النواة، ولا تحتاج إلى معلومات مسبقة عن التسلسل الجيني المدروس، كما أنها تتطلب كمية قليلة من الحمض النووي DNA، ويمكن أتمتها Automation، حيث يمكن نشر البادئات وتبادلها بسهولة بين المخابر بمجرد معرفة التسلسل النيكليوتيدي لها. وتكشف نسب متوسطة من التعددية الشكلية Polymorphism واستخدمت لدراسة التنوع الوراثي في أغلب الكائنات الحية حقيقية النوى (Nesteruk *et al.*, 2015; Nesteruk *et al.*, 2016; Mohammad *et al.*, 2017; Bekmanov *et al.*, 2015; Askavi *et al.*, 2011).

تهدف الدراسة لتقدير التباين الوراثي على المستوى الجزيئي داخل وبين مجموعتين من الجاموس في منطقة الغاب (قطيع الجاموس في محطة شطحة وقطيع المربين)، والاستفادة من المؤشرات لوضع لبنة يعتمد عليها في برامج الحفظ والتحسين الوراثي لهذا الحيوان.

مواد وطرائق البحث

مكان تنفيذ البحث

نفذت الدراسة في عام 2022-2023 في مخبر التقانات الحيوية التابع لقسم التقانات الحيوية والمخابر في المركز العربي لدراسات المناطق الجافة والأراضي القاحلة (أكساد).

مادة الدراسة: جرى الحصول على 30 عينة من عينات دم الجاموس (عدد 10 عينات من مزارع المربين بمنطقة الغاب و20 عينة من محطة تطوير وتربية الجاموس في الغاب - شطحة) وأخذت العينة من الوريد الذيلي ضمن أنابيب تحوي مانع تخثر anti-coagulant EDTA (Ethylenediaminetetra-acetic acid).

استخلاص الـ DNA وتقدير كميته وجودته

تم استخلاص الحمض النووي الريبي منقوص الاوكسجين (DNA) باستخدام الكيت G-Spin -Total DNA Extraction Kit من شركة Intron، وذلك وفقاً للبروتوكول المرفق من الشركة.

وقد قُدرت كمية ونوعية الـ DNA باستخدام جهاز الرحلان الكهربائي الأفقي (Bio-Rad) وذلك بتحميل عينات الـ DNA المستخلصة على هلامه آغاروز بتركيز 1%، حيث إنَّ عينات الـ DNA ذات الوزن الجزيئي العالي والجيدة تبدو كعصاة واضحة band (حزمة مضئية) باستخدام الأشعة فوق البنفسجية.

تحليل الـ DNA باستخدام بادئات الـ ISSR

استخدمت (10) بادئات ISSR في الدراسة بهدف تقدير التباينات داخل وبين المجموعات، أعطت (9) منها نتائج (الجدول 1). حيث ضُخِّم الحمض النووي الريبي باستخدام تقانة التفاعل التسلسلي للبولىميراز Polymerase Chain Reaction (PCR) حيث جرت عملية حل الحمض النووي الريبي DNA للوصول إلى تركيز 50 ng/μl وتضخيم الـ DNA في محلول نهائي μl 12.5 Master mix من شركة INTRON 2X PCR Master Mix Solution وجرت مضاعفة الـ DNA في جهاز المدور الحراري من شركة Eppendorf وفق البرنامج التالي:

- دورة تحطيم حراري واحدة لمدة 5 دقائق على درجة حرارة 95 م°.
- سلسلة من 40 دورة يشمل كلاً منها المراحل التالية:
 - مرحلة تحطيم حراري لمدة 30 ثانية بدرجة حرارة 95 م°.
 - مرحلة التهام البادئات لمدة 30 ثانية بدرجة حرارة حسب الجدول (1).
 - مرحلة استطالة لمدة دقيقة واحدة وبدرجة حرارة 72 م°، تركت العينات بعد ذلك في الجهاز لمدة 10 دقائق على درجة حرارة 72 م° لإتمام التفاعلات.
- حفظت العينات في درجة حرارة -20 م° ومن ثم فُصلت باستعمال الرحلان الكهربائي على هلامه الأغاروز 2%.

الجدول 1. التسلسل النيكلوتيدي لبادئات ISSR ودرجة حرارة الالتحام لكل منها

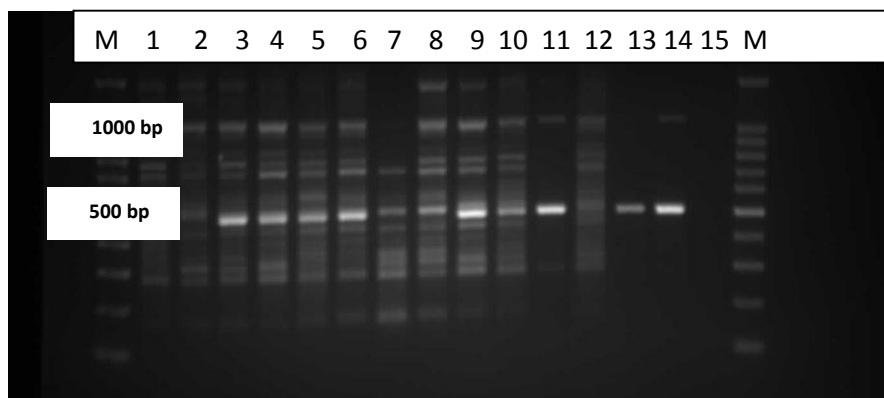
التسلسل	رقم البادئ	التسلسل النيوكليوتيدي للبادئ	درجة حرارة الالتحام (م°)
1	P8	(GA)8CG	56
2	P9	(AC)8T	50.4
3	P11	(AACC)4	49.2
4	P22	(GA)9C	59.7
5	P37	(GAA)6	46.9
6	P38	(ACTG)4	49.2
7	P42	CT(8)RG	52.5
8	P44	(GA)9GC	59.4
9	A1	(GA)9C	56.7

التحليل الإحصائي

حُلَّت النتائج باستخدام برنامج الحزم الإحصائية PopGene إصدار 1.31 (Yeh *et al.*, 1999) الخاص بالتحليل الوراثي للعشائر لتحليل البيانات الجزيئية المتحصل عليها. حيث جرى حساب عدد الأليلات المشاهدة (N_a)، وعدد الأليلات المؤثرة (N_e)، وتباين التراكيب الوراثية المشاهد (H_o)، وتباين التراكيب الوراثية المتوقع (H_e)، وتوازن هاردي-واينبرغ (HWE)، ومؤشري التربية الداخلية (F_{is} F_{it})، بالإضافة إلى التباين بين المجموعتين (F_{st}). بالإضافة إلى حساب البعد الوراثي (Genetic distance) والتماثل الوراثي (Genetic identity)، وذلك حسب (Nei, 1978).

النتائج والمناقشة

كما ذكر سابقاً جرى تجريب (10) بادئات أعطت (9) منها نتائج وأُجريت لها عملية الرحلان الكهربائي واستخلاص النتائج (الصورة 1 كنموذج). شمل تحليل النتائج تقدير مؤشرات التباين الوراثي التي تضمنت عدد الأليلات المشاهدة (N_a)، وعدد الأليلات المؤثرة (N_e)، ونسبة التراكيب الوراثية المتباينة المشاهدة (H_o)، ونسبة التراكيب الوراثية المتباينة المتوقعة (H_e)، وتوازن هاردي-واينبرغ (HWE)، ومؤشري التربية الداخلية (F_{is} F_{it})، بالإضافة إلى التباين بين المجموعتين (F_{st}) وهي مضمنة في الجدول (2).



الصورة 1. نموذج لهلامات الرحلان الكهربائي لنتائج الـ PCR للبادئات المستخدمة (44P)

بلغت النسبة المئوية للمواقع الوراثية متعددة المظاهر 100%، أما عدد الأليلات المشاهدة (N_a) فقد تفاوتت بين 4 (PA1, P42) و6 (P9, P22, P37). وكان عدد الأليلات الإجمالي 46 أليلاً مشاهد بمتوسط بلغ نحو 5.11 أليل. أما عدد الأليلات المؤثرة فهو أقل من عدد الأليلات المشاهدة لكل المواقع الوراثية وتراوح بين 1.57 و4.12 للموقعين الوراثيين (P42) و(P37)، على التوالي وبمتوسط 2.68 أليل مؤثر. وهذا يرجع إلى أن التكرارات منخفضة لأغلب الأليلات في كل موقع وراثي وأن عدد قليل من الأليلات تساهم بالنسبة الأكبر في تكرار الأليلات في كل موقع وراثي (Aminafshar *et al.*, 2008).

أظهرت نتائج التحليل الوراثي لجاموس الغاب وجود مستوى متوسط من التباين الوراثي كما عكسته القيم الوسطى لمتوسط التراكيب الوراثية المتباينة (Heterozygosity). حيث تراوحت نسبة التراكيب الوراثية المتباينة المشاهدة (H_o) والمتوقعة (H_e) بين 0.13 (P42) إلى 0.84 (P9)، و0.33 (P42) إلى 0.79 (P37)، وبمتوسط 0.44 و0.53، على التوالي. حيث كانت التراكيب الوراثية المتباينة المشاهدة أقل من المتوقعة في أغلب المواقع الوراثية (P44, P42, P37, P22, PA1).

بينت النتائج أن متوسط تكرار التراكيب الوراثية المتباينة المتوقع الذي جرى الحصول عليه في هذه الدراسة مساوي تقريبًا لما جرى تقديره بواسطة (Barker *et al.*, 1997) للجاموس الآسيوي النهري (0.58). في حين أنه أدنى مما وجد عند الجاموس الإيراني (0.71) (Mirhoseinie *et al.*, 2005)، وعند جاموس الأناضول (0.81) (Soysal *et al.*, 2010)، والجاموس الأفريقي (0.76) (Van Hooft *et al.*, 2000)، ولكنها أعلى مما وجد عند الجاموس الصيني (0.40) (Yang *et al.*, 2011)، والجاموس الإيطالي (0.17) واليوناني (0.18) (Moioli *et al.*, 2001).

بينت نتائج تحليل توازن هاري-واينبرج (HWE) الانحراف المعنوي عن هذا التوازن في خمسة من المواقع الوراثية (PA1، P9، P37، P42، P44)، بينما لم يكن معنويًا في المواقع الأربعة الأخرى (P8، P11، P22، P38). قد يعود وجود انحراف معنوي عن توازن هاردي-واينبرج في بعض المواقع الوراثية المدروسة عوضًا عن أخرى إلى ارتباط بعض هذه المواقع الوراثية مع جينات بعض الصفات الاقتصادية في الجاموس وعدم ارتباط الأخريات بهذه الصفات الاقتصادية.

حُسب متوسط القيم لمؤشرات التربية الداخلية لكل المواقع الوراثية (F_{is}) و (F_{it}) لمجموعي جاموس الغاب بنحو 0.40 و0.37، على التوالي. متوسط القيم المنخفضة لمؤشري التربية الداخلية بالرغم من صغر حجم قطيعي المحطة والمربين قد يعود لحجم العينات أو الانحراف الوراثي Genetic drift. كذلك كان متوسط التباين/الاختلاف بين قطيع المحطة وقطيع المربين منخفض حيث بلغ نحو 0.080، وغياب الاختلاف بين المجموعتين متوقع نتيجة للتربية الداخلية في كل منهما، إضافة إلى أن قطيع المحطة مستمد من نفس أصول قطيع المربين منذ عشرات السنين.

الجدول 2. مؤشرات التباين الوراثي في المواقع الوراثية لـ (9 واسمات ISSR) في جاموس الغاب

اسم الموقع الوراثي (البادئات)	N_a عدد الأليلات المشاهدة	N_e عدد الأليلات المؤثرة	H_o التراكيب الوراثية المتباينة المشاهدة	H_e التراكيب الوراثية المتباينة المتوقعة	HWE توازن هاردي- واينبرج	F_{is} التربية الداخلية	F_{it} التربية الداخلية	F_{st} معامل الاختلاف الوراثي
PA1	4	3.14	0.36	0.71	0.002**	0.37	0.40	0.06
P8	5	2.46	0.68	0.61	0.479 ^{ns}	0.21	0.17	0.03
P9	6	3.89	0.84	0.76	0.000**	0.32	0.18	0.11
P11	5	1.70	0.58	0.43	0.192 ^{ns}	0.71	0.57	0.08
P22	6	1.56	0.35	0.37	0.940 ^{ns}	0.02	0.02	0.004
P37	6	4.12	0.31	0.79	0.004**	0.67	0.72	0.16
P38	5	1.68	0.50	0.41	0.49 ^{ns}	0.42	0.27	0.11
P42	4	1.47	0.13	0.33	0.000**	0.60	0.65	0.13
P44	5	1.52	0.23	0.35	0.016*	0.29	0.32	0.04
المتوسط	5.11	2.68	0.44	0.53		0.040	0.37	0.080

ns = غير معنوي، ** = معنوي عند ($P > 0.01$)

بينت النتائج درجة التشابه/التماثل الوراثي والتباين الوراثي بين المجموعتين، حيث إنه كما هو متوقع فإن درجة التشابه الوراثي بين المجموعتين كان كبيراً حيث بلغ نحو 0.8588، في حين أن قيمة البعد الوراثي منخفضة وهي 0.1523 (الجدول 3). وهذا يرجع كما ذكر سابقاً إلى أن قطيع المحطة مُستمد من نفس أصول قطيع المربين كما أن لصغر حجم القطيعين تأثير على التربية الداخلية.

الجدول 3. قيم التشابه/التماثل الوراثي والتباين الوراثي بين قطيع المحطة وقطيع المربين (Nei, 1978)

مجموعة الجاموس	قطيع المحطة	قطيع المربين
قطيع المحطة	-	0.8588
قطيع المربين	0.1523	-

التماثل الوراثي أعلى القطر والتباين الوراثي أدناه

أشارت نتائج هذه الدراسة أهمية وفائدة استخدام واسمات ISSR في تقييم التباين الوراثي في الجاموس، وذلك للمستوى المتوسط لتعدد المظاهر للواسمات المستخدمة، والمعلومات المفيدة التي أمكن الحصول عليها، التي يمكن استخدامها في تطوير استراتيجيات للتربية وفي اتخاذ قرارات المحافظة على الجاموس المحلي. درجة التشابه الوراثي الكبيرة بين قطيعي محطة بحوث الجاموس في شطحة والمربين في المنطقة، مع صغر حجم القطيعين وبالتالي مستوى عالي من التربية الداخلية يستوجب إدخال دماء جديدة على القطيعين من خارجهما.

شكرو تقدير

يتقدم الباحثون بجزيل الشكر والامتنان لسيادة المدير العام للمركز العربي لدراسات المناطق الجافة والأراضي القاحلة/أكساد الدكتور نصرالدين العبيد والذي لولاه لما أنجز وتمويل هذا البحث ولاهتمامه الكبير بإدخال دراسة الجاموس السوري في برامج التربية للمركز العربي /أكساد ويمتد شكرنا للدكتورة هناء حسن رئيسة قسم المخابر بأكساد على إشرافها لإنجاز هذا العمل. وكذلك الدكتورة سلام لاوند على مساهمتها في إنجاز التحاليل المخبرية والشكر موصول للمهندسة غادة سلام.

المراجع

- Aminafshar, M., C., Amirinia, R.V., Torshizi. 2008. Genetic diversity in buffalo population of guilan using microsatellite markers. J. Anim. Vet. Adv., 7:1499-1502.
- Askavi, N., M. Mohammad Abadi., A, Baghizadeh. 2011. ISSR Marker for assessing DNA polymorphism and genetic characterization of cattle, goat and sheeb populations. Iranian journal of Biotechnology. vol 9w3.
- Barker, J., S., Moore, D., Hetzel, D., Evans, S., Tan, K., Byrne. 1997. Genetic diversity of Asian water buffalo (Bubalus bubalis): microsatellite variation and a comparison with protein-coding loci. Animal genetics, 28(2): 103-115.

- Bekmanov,B.O., A.S. Amirgaliva., A.S.Massayeva., Nd.Tulekei., Dosibayer,k.zh., orasimbetova,z.s., khussain ova,E.m., zhapbusov,R.zh.,Zhonartov,A.m. 2015. Molecule Genetic Analysis of EDILBAY SHEEB Breeds serues of Biological and medical. Vol 3 w.309
- Bünger L. 2008. New technologies in sheep breeding from molecular genetic tools to computed tomography and video image analysis, Conference on The Animal Wealth in Syria Current Status and prospects for Future Development,17-20 November, Aleppo, Syria.
- Diez-Tascon C., Littlejohn R.P., Almeida P.A.R., Crawford A.M. 2000. Genetic Variation within the Merino sheep breed: analysis of closely related populations using microsatellites, Animal Genetics, Vol. (31), pp.243-251.
- Erhardt G., Weimann C. 2007. Use of molecular markers for evaluation of genetic diversity and in animal production, Arch. Latinoam. Prod. Anim, vol. 15(1), pp:63-66.
- Moazami-Goudarzi K., Laloë D., Furet J.P., Grosclaude F. 1997. Analysis of genetic relationships between 10 cattle breeds with 17 microsatellites. Anim. Genet. 28:338-345.
- Mirhoseinie, S-Z., S-M.F., Vahidie, B., Gharehyazie. 2005. Survey of efficiency of six microsatellite loci in Iranian indigenous cattle and buffalo populations. Iranian J. Biotech., 3: 41-47.
- Mohammad abadi M, Esfandyarpoor E and Mousapour A. 2017. Using Inter Simple Sequence Repeat Multi-Loci Markers for Studying Genetic Diversity in Kermani Sheep Journal of Research and Development, 5:2.
- Moioli, B., A., Georgoudis, F., Napolitango, G., Catillo, E., Giubilei, C., Ligda, M., Hassanane. 2001. Genetic diversity between Italian, Greek and Egyptian buffalo populations. Livestock Production Sci., 70: 203-211.
- Mohammad abadi M, Esfandyarpoor E and Mousapour A. 2017. Using Inter Simple Sequence Repeat Multi-Loci Markers for Studying Genetic Diversity in Kermani Sheep Journal of Research and Development, 5:2.
- Nagvi A.N. 2007. Application of Molecular Genetic Technologies in Livestock Production: Potentials for Developing Countries, Advances in Biological Research ,1(3-4): 72-84.
- Nei M. 1978. Estimation of average heterozygosity and genetic distance from small number of individuals. Genetics 89: 583 - 590.
- Nesteruk, L.V, Makarova, N. N, Svishchra, G. R., Stolrovsky, u. A. 2015. Estimation of Genetic diversity of Romanov sheep by the coefficient of Genetic originality based on ISSR linger printiny data -Russian Jouranal of Genetics. 51,725-729.

- Nesteruk L. V. . Makarova N. N . Evsyukov A. N . Svishcheva, G. R . Lhasaranov B. B . Stolpovsky Yu. A. 2016. Comparative Estimate of the sheep breed gene pools using ISSR-analysis Russian Journal of Genetics volume 52, pages304-313(2016
- Nesteruk, L.V, Makarova, N.N.,Svishchra, G. R., Stolrovsky, u. A. 2015. Estimation of Genetic diversity of Romanov sheep by the coefficient of Genetic originality based on ISSR linger printiny data -Russian Jouranal of Genetics. 51,725-729.
- Soysal, M., E., Ozkan, S., Kok, M., Occidente, Y., Tuna, E., Gurcan, D., Matassino. 2010. Genetic characterization of indigenous anatolian water buffalo breed using microsatellite DNA markers. Italian J.Animal Sci., 6: 409412.
- Simianer H. 2005. Use of molecular markers and other information for sampling germplasm to create an animal genebank, The Role of Biotechnology, pp: 37-42, 5-7 March, Villa Gualino, Turin, Italy.
- Van Hooft, W., A., Groen, H., Prins. 2000. Microsatellite analysis of genetic diversity in African buffalo (*Syncerus caffer*) populations throughout Africa. Molecular Ecology, 9:2017-2025.
- Weising, K, H. Nybon,k. wolff and w meyeu. 1995. DNA fingerprinting in plants and fungi,CRC press,Inc.,London.
- Yang, W., K., Tang, J., Mei, W., Zeng, L., Yang. 2011. Genetic diversity analysis of an indigenous Chinese buffalo breed and hybrids based on microsatellite data. Genetics and molecular research, GMR, 10: 342.1
- Yeh, F.C., R.C., Yang, T., Boyle. 1999. POPGENE version 1.31. Microsoft Window-based freeware for population genetic analysis. University of Alberta. Alberta, Canada.
- Zamani.P, Akhondi.M, Mohammadabadi.MR, Saki. AA, Ershadi. A, Zietkiewicz E, Rafalski A, Labuda D. 1994. Genome fingerprinting by simple sequence repeat (SSR)-anchored polymerase chain reaction amplification. Genomics 20: 176-183.

N° Ref: 1174



تأثير إضافة الأسمدة النانوية في نمو وإنتاجية الباذنجان المزروع تحت ظروف الزراعة المحمية

Growth and Productivity of Eggplants Grown Under Greenhouse Conditions as Affected by Nano-Fertilizer Applications

أ.د. أحمد جرجنازي⁽¹⁾ أ.د. ياسر السلامة⁽²⁻¹⁾ م. عبد الرحمن الراشد⁽¹⁾ م. محمد معلا⁽¹⁾

Dr. Ahmad Jarjanazi⁽¹⁾ Dr. Yasser Al-salama⁽¹⁻²⁾ Eng. Mohammed Maala⁽¹⁾ Eng. Abdulrahman Al-rashed⁽¹⁾

Yassersalama1970@gmail.com

Received 7 February 2024; Accepted 9 July 2024

(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 التربة واستصلاح الأراضي، كلية الزراعة، جامعة الفرات، سورية.

(2) Department of Soil and Land Reclamation, Faculty of Agriculture, Al-furat University, Syria.

الملخص

نفذت تجربة حقلية في محطة بحوث السن التابعة للمركز العربي (أكساد) لدراسة تأثير إضافة محسن التربة النانوي Ultra D.R.C بنوعيه المحلول كإضافة أرضية بأربعة معدلات (0، 20، 30، 40) كغ/هـ، والورقي رشاً بأربعة تراكيز (0، 2، 3، 4) كغ/هـ على نمو وإنتاجية الباذنجان. أظهرت النتائج أن إضافة محلول Ultra D.R.C للتربة بمعدل 20 كغ/هـ مع الرش الورقي أدت إلى أعلى قيم لكل من ارتفاع النبات وعدد الأفرع وعدد الثمار (138.2 سم، 6.94 فرع/نبات و45.4 ثمرة/م² على التوالي). كما إن استخدام Ultra D.R.C Foliar بمعدل 2 كغ/هـ (تحت جميع مستويات الإضافة الأرضية قد أعطى أعلى متوسط لكل من طول النبات وعدد الأفرع (136.9 سم، 6.83 فرع/نبات) في حين أعطى أعلى عدد من الثمار (44.4 ثمرة/م²) عند معدل 3 كغ/هـ، وأظهرت النتائج أن أفضل إنتاجية كانت عند إضافة محلول Ultra D.R.C الى التربة بمفرده بمعدل 20 كغ/هـ (9586 غ/م²) وعند إضافة Ultra D.R.C Foliar بمفرده بمعدل 2 كغ/هـ (9460 غ/م²)، بينما أعلى قيمة سجلت عند الإضافة المختلطة (20 كغ/هـ محلول أرضي و3 كغ/هـ ورقي) حيث أعطت 12442 غ/م². من ناحية أخرى فإن إضافة سماد Ultra D.R.C Solution إلى التربة أدى إلى زيادة نسبة الفوسفور المتاح في التربة بعد الزراعة.

الكلمات المفتاحية: الباذنجان، الأسمدة النانوية Ultra D.R.C، النمو، الإنتاجية، الرش الورقي، الإضافة الأرضية.

Abstract

A field experiment was conducted at the Alsen Research Station of the Arab Center (ACSAD) to study the impact of soil amendment with “Ultra D.R.C Nano-fertilizer with two types solution and foliar” at four rates (0, 20, 30, 40) kg/ha. of solution. Moreover, foliar spraying with Ultra D.R.C was also achieved at four concentrations (0, 2, 3, 4) kg/ha on growth and productivity of eggplant. The results showed that soil amendments with Ultra D.R.C Solution at a rate of 20 kg/ha combination with foliar spraying resulted in the highest values of plant height, number of branches, number of fruits (138.2 cm, 6.94 branches/plant and 45.4 fruits/m², respectively). However, using Ultra D.R.C Foliar at a rate of 2 kg/ha (under all levels of Ultra D.R.C Solution) gave the highest average for both plant length and number of branches (136.9 cm, 6.83 branches/plant) and the highest number of fruits were when used at a rate of 3 kg/ha (44.4 fruits/m²). The best productivity values were recorded when using Ultra D.R.C Solution alone at a rate of 20 kg/ha (9586 g/m²) and when adding Ultra D.R.C Foliar alone at a rate of 2 kg/ha (9460 g/m²), while the highest value was recorded with the mixed addition (20 kg/ha Solution and 3 kg/ha Foliar) gave 12442 g/m². On the other hand, adding Ultra D.R.C Solution fertilizer to the soil increased the available phosphorus in the soil after planting.

Keywords: Nano-Fertilizer, Eggplant, Ultra D.R.C, Growth, Productivity, Foliar Spray, Ground application.

المقدمة

من التطبيقات المهمة للتقانة النانوية في المجال الزراعي هو استعمال الأسمدة النانوية التي تسهم في الإطلاق البطيء والتدريجي للأسمدة نظراً لقدرة الحبيبات النانوية على الاحتفاظ بالمادة السمادية فترة أطول بسبب ارتفاع التوتر السطحي لهذه الحبيبات مقارنة بالسطوح التقليدية، وأسهم هذا الإطلاق البطيء في زيادة فعالية امتصاص المغذيات من قبل النبات (Mukhopadhyay, 2014). وتقوم الأسمدة النانوية بموازنة إطلاق السماد المغلف فيها مع امتصاص النبات، وبالتالي تحول دون خسارة المغذيات، وتمنع تفاعل هذه المغذيات مع الكائنات الحية في التربة (Duhan *et.al.*, 2017).

يمكن القول بأن استخدام المواد النانوية في برامج التسميد يعدّ إلى حدٍ ما بديلاً فعالاً للأسمدة التقليدية، إذ يحقق العديد من المزايا نظراً لاستعمالها بكميات أقل وثباتها العالي تحت الظروف المختلفة مما يزيد القدرة على تخزينها لفترات أطول، وبالتالي تحقيق العديد من الفوائد للنبات والبيئة، كونها ذات حجم صغير جداً فلا تحتاج إلى مساحات كبيرة، ويحتاجها النبات بكميات قليلة مقارنة بالأسمدة التقليدية ويمكن استخدامها رشاً على المجموع الخضري، فيستفيد منها النبات بصورة أسرع، علاوة على دورها في الحفاظ على البيئة (Abobatta, 2016).

ومن أجل استمرارية طبيعة دورة حياة النبات، تلزم مجموعة محددة من العناصر الغذائية التي لا تستطيع أي عناصر كيميائية أخرى القيام بها أو بمهامها في النبات، ويدخل في هذه المجموعة 19 عنصراً، يعد 16 عنصراً منها فقط معدنياً؛ لأن العناصر الثلاثة C, O, H تدخل النبات بشكل رئيسي كـ CO_2 , O_2 , H_2O ، يندرج بعضها تحت العناصر الكبرى وتوجد في أنسجة النبات بتركيز (غ/100غ) وهي الكربون (C)، والأوكسجين (O)، والآزوت (N)، والفسفور (P)، والبوتاسيوم (K)، والكالسيوم (Ca)، والمغنيزيوم (Mg)، والكبريت (S)، والحديد (Fe)، ويندرج بعضها الآخر تحت العناصر الضرورية الصغرى وتوجد في أنسجة النبات بتركيز (100ملغ/غ) يؤدي بعضها دوراً مهماً في تبادل المواد وهي الزنك (Zn)، والمنغنيز (Mn)، والنحاس (Cu)، والمولبيديوم (Mo)، والبورون (B)، والكلور (Cl)؛ وهناك عناصر تندرج تحت العناصر غير الضرورية لحياة النبات وأن أهميتها غير معروفة تماماً وهي الصوديوم (Na)، والسيليكون (Si)، والكوبالت (Co)، (تلي وزملاؤه، 2004). تقسم النباتات بحسب مستوى عنصر السيليكون في أنسجتها بشكل عام إلى:

- نباتات مراكمة لعنصر السيليكون: تحتوي على نسبة 10-15% سيليكون من الوزن الجاف، وتشمل الحشائش النامية في التربة الرطبة مثل الأرز وحشائش الحلفا.
- نباتات متوسطة المحتوى من السيليكون: تحتوي 1-3% سيليكون من وزنها الجاف، وتشمل حشائش الأراضي الجافة مثل القمح.
- نباتات غير مراكمة للسيليكون: تحتوي على نسبة أقل من 1% من عنصر السيليكون من الوزن الجاف، وتشمل جميع نباتات ثنائية الفلقة مثل جميع نباتات الخضر وأشجار الفاكهة والمحاصيل البقولية.

يجري امتصاص عنصر السيليكون على صورة أيون السيليكات إلى داخل خلايا الجذور، وينتقل عبر الخيوط السيتوبلازمية إلى الخشب حيث ينتقل إلى المجموع الخضري، وعندما يصل تركيز حمض المونوسيليك إلى حوالي 100 جزء في المليون في درجة الحموضة الفسيولوجية للسيتوبلازم، يتحول السيليكون إلى بوليميرات تعرف بالـ *phytoliths* التي تدخل في تركيب الجدار الخلوي؛ ويختلف نوع هذه البوليميرات السيليكونية وحجمها من نبات إلى آخر، كما وجد أنها ترتبط مع العديد من المركبات الحيوية الأخرى مثل: اللجنين والبكتين والسيليلوز. ويؤدي عنصر السيليكون دورًا رئيسيًا في زيادة إنتاج العديد من النباتات حيث يعمل على زيادة كمية المحصول وتحسين الخصائص الفيزيائية للتربة (Hafaz and EL-Azizy, 2019).

تستخدم تقنية النانو للتحكم في تحرير العناصر الكيميائية في التربة مما يؤدي إلى إعاقة النمو الطبيعي لتطور المسببات المرضية (EL-Argawy *et al.*, 2017; EL-Saadony *et al.*, 2021a)، ويؤدي الجسيمات النانوية المناسبة دورًا مهمًا في التطبيقات البيولوجية اللازمة لإعطاء مواصفات إنتاجية فريدة (EL-Saadony *et al.*, 2020; Abd EL-Hack *et al.*, 2021; EL-Saadony *et al.*, 2021c; EL-Sadony *et al.*, 2021d).

وجد (Bakhat *et al.*, 2023)، أنه لدى معاملة نباتات الباذنجان بمصادر مختلفة من السيليكون (إضافة سيليكا الصوديوم إلى التربة بمعدل 65 غ/كغ تربة، رش النباتات بمحلول السيليكون تركيز 2 ملي مول، قش الأرز، قش الأرز المتخمر حيويًا)، أن المعاملات حققت زيادة في امتصاص الفسفور وانخفاض تركيز الكالسيوم في أوراق النبات، كما انخفضت نسبة إصابة النباتات الحشرات مثل الجاسيد والذبابة البيضاء والحفار، وأن إضافة السيليكون إلى التربة حقق أفضل النتائج. كما وجد (EL- Ashry *et al.*, 2022)، أنه باستخدام مزيج جزيئات السيليكون النانوية بتركيز 100 p.p.m مع 0.5 معدل (مبيد

النيماتودا المصنع)، قد أدى إلى انخفاض تكاثر الديدان الخيطية وتكوّن كتل البيض على الجذور، والتعداد النهائي لصغار المرحلة الثانية من الديدان، مما أدى إلى تحسين مواصفات نمو نباتات الباذنجان عن طريق تقليل أفراد النيماتودا في التربة. وفي دراسة (EL-Sayed *et al.*, 2015)، استخدمت أنواع مختلفة من المخصبات رشاً على أوراق الباذنجان (مستخلص الخميرة 20 مول/ل، البرولين 100 جزء في المليون، السيليكون 200 جزء في المليون، حمض الاسكوريك 250 جزء في المليون، حمض الساليسليك 250 جزء في المليون، السيلينيوم 50 جزء في المليون)، فحققت جميع المعاملات عدداً أكبر من الأزهار المتشكلة على النبات، إضافة إلى زيادة في المواد الصلبة الذائبة (TSS)، وفيتامين C، وزيادة في مستوى N,P,K في الأوراق، وN,P,K,Fe والبروتين في الثمار، كما حققت نتائج إيجابية في الصفات الإنتاجية مقارنة بالشاهد، وكان الدور الأكبر لاستخدام البرولين ثم مستخلص الخميرة والسيليكون.

وقد وجد كل من (Hafaz and EL-Azizy, 2019) في دراسة قاما بها أنه عند رش نباتات الباذنجان صنف (Blackr king F1) بثلاثة تراكيز من البورن (0، 10، 20 p.p.m)، وإضافة البوتاسيوم إلى التربة بمعدل (100 و 200) كغ، K_2SO_4 /فدان والمغنيزيوم بمستويين (50 و 100) كغ، $MgSO_4$ /فدان تم الحصول على أفضل نتائج من حيث طول النبات، وعدد الأفرع، والوزن الرطب/نبات، ومحتوى الكلورفيل، والإنتاجية عند المعاملة (200 كغ K_2SO_4 /فدان + 50 كغ $MgSO_4$ /فدان + 20 p.p.m بورون).

رغم أن السيليكون (Si) لا يندرج ضمن العناصر الأساسية للنباتات لكنه يعتبر من أكثر العناصر المفيدة للحياة النباتية (Karimi and Mohsenzadeh, 2016). وذكرت العديد من الدراسات أنه مهم لأنواع نباتية مختلفة مثل القمح والأرز والذرة (Imtiaz *et al.*, 2016). وقد وجد أن إضافة Si أدى إلى تحسين النمو والإنتاج من خلال تحسين حالة الماء في النبات، وتعديل بنية الأوراق، وتفعيل أنظمة الدفاع عن النبات، وتخفيف الجذور الحرة (Parveen and Ashraf, 2010).

تُظهر جسيمات السيليكون النانوية (Si NPs) مزايا رائعة وإمكانية تطبيقها في الزراعة التي تعزز من مقاومة إجهاد النبات وضمان إنتاجية مستقرة للمحاصيل (Dhakate *et al.*, 2022).

مبررات البحث وهدفه

تعد الزراعة المحمية نشاطاً أساسياً ومرتكزاً اقتصادياً مهماً في المنطقة الساحلية في سورية، فهي مصدر دخل للفلاحين والمزارعين في الشريط الساحلي، وتوفر فرص عمل كثيرة كما أنها توفر الخضار (بما فيها الباذنجان) على مدار العام للأسواق السورية، وأنها سوق تصدير مهم تؤمن القطع الأجنبي، وتحتاج هذه الزراعة باستمرار إلى إدخال تقانات حديثة تتيح خفض تكاليف الإنتاج المرتفعة لا سيما في الفترة الأخيرة وتزيد من الإنتاج، وفي ضوء الارتفاع الحاد لأسعار الأسمدة وصعوبة الحصول عليها، قد تكون المنتجات الخصوبية لمجموعة العناصر (مجموعة الترا) أحد الحلول لهذه المشكلة بالإضافة إلى كونها أسمدة طبيعية تحقق منتجاً مأموناً من قبل المستهلك لذا هدف البحث إلى دراسة تأثير السماد النانوي Ultra D.R.C Solution Ultra إضافةً إلى التربة وسماد Ultra D.R.C Foliar رشاً على الأوراق في تحسين نمو وإنتاجية الباذنجان ضمن ظروف الزراعة المحمية.

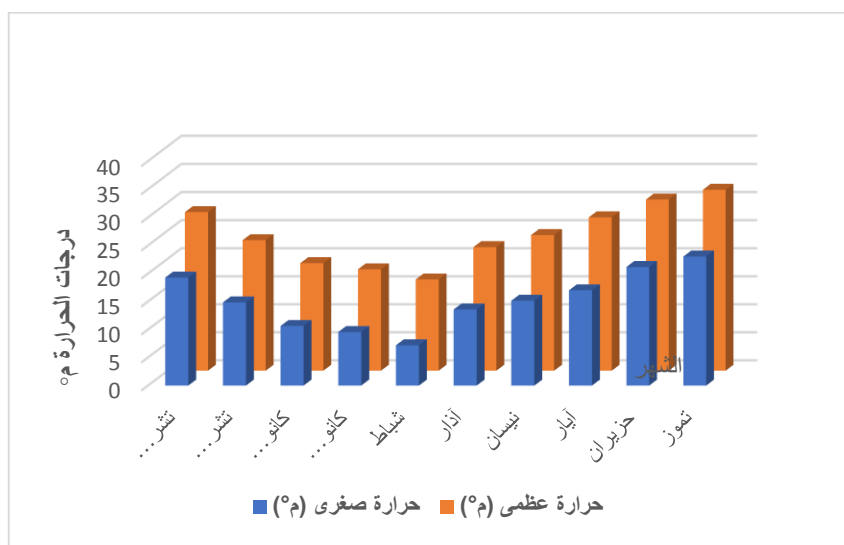
مواد وطرائق البحث

مكان تنفيذ البحث

نُفذ البحث في محطة بحوث السن التابعة للمركز العربي لدراسات المناطق الجافة والأراضي القاحلة (أكساد)، محافظة اللاذقية، سورية، خلال خريف عام 2022، ضمن بيوت محمية، وهي ترتفع 7 كم عن سطح البحر.

الظروف المناخية السائدة خلال فترة تنفيذ البحث

سُجّلت درجات الحرارة العظمى والصغرى، وجرى حساب متوسط هذه الدرجات شهرياً خلال فترة تنفيذ البحث (بحسب محطة الارصاد الجوية في المحطة) كما هو مبين في الشكل (1).



الشكل 1. متوسط درجات الحرارة العظمى والصغرى خلال فترة السائدة أثناء إجراء البحث في محطة السن

المادة النباتية

استخدم في البحث صنف الباذنجان الهجين كرم، ويعد صنف كرم باذنجان هجين قوي النمو ثماره سوداء كبيرة الحجم مطعم على الأصل البري.

المواد المستخدمة في البحث

استخدم في تسميد النباتات المخصب أو المُحسّن النانوي Ultra من إنتاج مجموعة المناشير الأردنية الذي جرى توصيف حبيباته من قبل الشركة على أنها ضمن الحجم النانوية ولا تزيد عن 10 ميكرون وذلك ضمن الشكّلين:

أ-الأرضي Ultra D.R.C Solution: الذي يتكون من العناصر التالية:

SiO₂ (40%), CaO (10.5%), Fe₂O₃ (10.5%), MgO (6%), K₂O (1%) بتراكيز (0، 20، 30، 40) كغ/هـ أي بمعدل

(0، 96، 144، 192) غ/خط زراعة، وخط الزراعة هنا يعادل مكرر. ونظرًا لصغر كمية المادة جرت إذابتها في مقطورة

المرش في 200 لتر ماء، وضغط الماء في أنبوب الري بالتنقيط مما يساهم بتوزيع المادة بشكل منتظم.

ب- الورقي Ultra D.R.C Foliar الذي يتكون من العناصر التالية:

(44%)، SiO_2 (10%)، CaO (11%)، Fe_2O_3 (7%)، MgO (1%)، K_2O بتركيز (0، 2، 3، 4) كغ/هـ. أي بمعدل (0، 1.73،

2.59، 3.46) غ/وحدة التجربة، إذ جرى إذابة المادة في 20 لتر ماء ورشها بمرش الظهر على النباتات حتى تمام البلل

وكررت عملية الرش ثلاث مرات خلال الموسم.

الزراعة

زُرعت الشتول بتاريخ 2022/10/18، على خطوط تبعد عن بعضها 1.2 م، وتحتوي القطعة على 12 نباتًا، بمسافة

60 سم بين النباتات، حيث بلغت مساحة القطعة التجربة الواحدة 8.64 م²، وذلك بعد إجراء عمليات التقليم اللازمة وإضافة

الأسمدة العضوية والمعدنية، وجرى ري النباتات بالتنقيط، وإجراء عمليات مكافحة والتربية والتعشيب وغيرها عند الحاجة.

المعاملات

بلغ عدد معاملات التجربة 16/ معاملة توزعت كالتالي:

I_0F_0	$I_{40}F_0$	$I_{30}F_0$	$I_{20}F_0$
I_0F_2	$I_{40}F_2$	$I_{30}F_2$	$I_{20}F_2$
I_0F_3	$I_{40}F_3$	$I_{30}F_3$	$I_{20}F_3$
I_0F_4	$I_{40}F_4$	$I_{30}F_4$	$I_{20}F_4$

حيث:

ا: تسميد ارضي بسماد Solution Ultra D.R.C مع مياه الري.

ف: رش النباتات بسماد Ultra D.R.C Foliar (ورقي).

(0، 2، 3، 4، 20، 30، 40) التراكيز المستخدمة (كغ/هـ).

تصميم التجربة والتحليل الاحصائي

صُمِّمت التجربة وفق القطاعات المنشقة، العامل الرئيسي إضافة سماد Solution Ultra D.R.C مع مياه الري (سقاية)

بأربعة تراكيز (0، 20، 30، 40) كغ/هـ، والعامل المنشق رش النباتات ورقياً بسماد Ultra D.R.C Foliar بأربعة تراكيز (0، 2، 3،

4) كغ/هـ، ضمت التجربة 16 معاملة بواقع ثلاثة مكررات لكل معاملة وكل مكرر يضم 4 نباتات تبعد عن بعضها 0.6 م على

خطوط متباعدة بمقدار 1.2 م أي: مساحة كل قطعة تجريبية $12 \times 1.2 \times 0.6 = 8.64$ م²، وبالتالي مساحة التجربة

$8.64 \times 16 \times 3 = 414.72$ م²، والعدد الكلي للنباتات 192 نباتًا. حُلَّت النتائج بواسطة برنامج Genstat 12 واختبار تحليل التباين

ANOVA، وحساب قيمة LSD عند مستوى معنوية 5%.

القراءات المأخوذة

1- ارتفاع النبات (سم): المسافة من سطح التربة حتى أعلى نقطة يصل إليها النبات في نهاية الموسم، تحسب لـ 5 نباتات في

كل معاملة ويؤخذ المتوسط.

2- عدد الأفرع (فرع/نبات): عدد الأفرع المتشكلة على النبات في نهاية الموسم، تعد لـ 5 نباتات في كل معاملة ويؤخذ المتوسط.

3- عدد الثمار (ثمرة/م²): عدد الثمار المقطوفة من كل معاملة/مساحة القطعة التجريبية.

4- متوسط وزن الثمرة (غ/ثمرة).

5- الإنتاجية (غ/م²): إنتاجية كل وحدة تجريبية/مساحة القطعة التجريبية.

النتائج والمناقشة

تأثير استخدام سماد Ultra D.R.C على طول نبات الباذنجان ضمن ظروف البيوت المحمية

بمتابعة معطيات الجدول (1)، تظهر النتائج بأن تقديم السماد D.R.C Solution Ultra إلى التربة بتركيز 20 كغ/هـ وتحت جميع مستويات الرش من سماد Ultra D.R.C Foliar (0، 2، 3، 4) كغ/هـ، قد حققت أعلى قيم لمتوسط ارتفاع النبات وبلغت 138.2 سم، بزيادة غير معنوية عن النباتات المزروعة في أرض مسمدة بتركيز 40 و30 كغ/هـ (133.5، 129.5) سم على الترتيب، وتفوقت جميع معاملات التسميد معنوياً على الشاهد (118.3) سم.

الجدول 1. تأثير استخدام تراكيز مختلفة من سماد Ultra D.R.C (Solution and Foliar) (رشاً وإضافة أرضية) على طول نبات الباذنجان (سم) ضمن ظروف البيوت المحمية

متوسط ري	Ultra D.R.C Foliar رش كغ/هـ				ري كغ/هـ Ultra D.R.C Solution
	4	3	2	0	
118.3 ^b	116.1 ^{cd}	115.8 ^{cd}	127 ^{abcd}	113.3 ^d	0
138.2 ^a	131.1 ^{abcd}	147.6 ^a	144 ^{ab}	130 ^{abcd}	20
129.5 ^a	119.8 ^{cd}	132.4 ^{abcd}	133.2 ^{abcd}	132.7 ^{abcd}	30
133.5 ^a	129.8 ^{abcd}	136.4 ^{abc}	142.7 ^{ab}	126.2 ^{bcd}	40
	124.2 ^b	133.1 ^a	136.9 ^a	125.3 ^b	متوسط رش

C.V%=9.7% ، 20.97=ري*رش ، 10.5=رش ، 10.5=ري : L.S.D 0.05

كما تشير النتائج إلى تحقيق أعلى قيم لمتوسط ارتفاع النبات 136.9 سم عند النباتات المرشوشة بتركيز 2 كغ/هـ سماد Ultra D.R.C Foliar، وتحت جميع مستويات الإضافة الأرضية من سماد Ultra D.R.C Solution (0، 20، 30، 40) كغ/هـ، بزيادة غير معنوية على النباتات المرشوشة بتركيز 3 كغ/هـ (133.1) سم التي تفوقت بدورها معنوياً على النباتات المرشوشة بتركيز 4 كغ/هـ والشاهد على الترتيب (124.2، 125.3) سم وبدون فروق معنوية بين المعاملتين الأخيرتين. أما بالنسبة إلى التفاعل بين تقديم السماد عن طريق التربة أو الرش الورقي، فقد تحقق أعلى ارتفاع نبات (147.6) سم في معاملة النباتات المسمدة بـ 20 كغ/هـ ومرشوشة بـ 3 كغ/هـ، أما أدنى ارتفاع كان (113.3) سم عند نباتات الشاهد. وقد يعزى ذلك إلى دور السماد Ultra في تأمين حاجة النبات من العناصر الغذائية (سيلكون، بوتاسيوم، مغنيزيوم، حديد، كالسيوم)، أو تسهيل امتصاص عناصر مغذية أخرى والتي تساهم في عملية التركيب الضوئي بشكل مباشر أو غير مباشر وبالتالي تنشيط نمو النبات وزيادة طوله، وهذا يتفق مع (Hafez and EL-Azizy, 2019; Bakhat et al., 2023; EL-Ashry et al., 2022; EL- Sayed et al., 2015)، وقد أعطت التراكيز العالية للسماد نتائج سلبية في طول النبات.

تأثير استخدام سماد Ultra D.R.C (رشاً وإضافة أرضية) على عدد الأفرع المتشكلة على نبات الباذنجان ضمن ظروف البيوت المحمية

تشير معطيات الجدول (2) إلى الحصول على أعلى قيم لمتوسط عدد فروع متشكلة على النبات (6.94) فرع/نبات عند النباتات المروية بـ 20 كغ/هـ سماد Ultra D.R.C Solution وتحت جميع مستويات الرش المستخدمة، بزيادة معنوية على النباتات المروية بـ (40 و30) كغ/هـ (6.2، 6.21) فرع/نبات على الترتيب، وتفوقت جميع معاملات التسميد الأرضي على الشاهد (5) فرع/نبات.

الجدول 2. تأثير استخدام تراكيز مختلفة من نوعي السماد Ultra D.R.C (Solution and Foliar) (رشاً وسقاية) على عدد الأفرع المتشكلة على نبات الباذنجان (فرع/نبات) ضمن ظروف البيوت المحمية

متوسط ري	Ultra D.R.C Foliar رش كغ/هـ				ري كغ/هـ Ultra D.R.C Solution
	4	3	2	0	
5 ^e	4.89 ^{ed}	4.56 ^e	6.22 ^{bc}	4.33 ^e	0
6.94 ^a	5.89 ^{bcd}	7.44 ^a	7.67 ^a	6.78 ^{ab}	20
6.21 ^b	5.11 ^{ed}	6.83 ^{ab}	6.78 ^{ab}	6.11 ^{bc}	30
6.2 ^b	6.78 ^{ab}	6.67 ^{ab}	6.67 ^{ab}	4.78 ^{ed}	40
	5.67 ^b	6.38 ^a	6.83 ^a	5.5 ^b	متوسط رش

L.S.D: 0.05 ري = 0.56، رش = 0.56، ري*رش = 1.12، C.V% = 11.1%

كما تشير معطيات الجدول (2) إلى تحقيق أعلى قيم لمتوسط عدد فروع متشكلة على النبات (6.83) فرع/نبات، عند النباتات المرشوشة بتركيز 2 كغ/هـ سماد Ultra D.R.C Foliar وتحت جميع مستويات الإضافة الأرضية المستخدمة، بزيادة غير معنوية على النباتات المرشوشة بـ 3 كغ/هـ (6.38) فرع/نبات التي تفوقت بدورها معنوياً على النباتات المرشوشة بـ 4 كغ/هـ والشاهد (5.5، 5.67) فرع/نبات على الترتيب ولا توجد فروق معنوية بين المعاملتين الأخيرتين. أما بالنسبة إلى التفاعل بين إضافة السماد عن طريق الري أو رشاً على النبات، فقد تحقق أعلى عدد للفروع المتشكلة على النبات (7.67) فرع/نبات عند إضافة السماد بتركيز 20 كغ/هـ ورش النباتات بتركيز 2 كغ / هـ، أما أدنى عدد (4.33) عند نباتات الشاهد. وقد يعزى ذلك إلى الدور المهم لمكونات السماد Ultra في العمليات الحيوية داخل الخلية النباتية التي تمثلت في نشاط نمو النبات وهذا يتفق مع (Hafez and EL-Azizy, 2019).

تأثير استخدام سماد Ultra D.R.C (رشاً وإضافة أرضية) على عدد ثمار الباذنجان في وحدة المساحة ضمن ظروف البيوت المحمية

تظهر النتائج الواردة بالجدول (3)، بأنه عند تقديم السماد Ultra D.R.C Solution للنبات عن طريق التربة قد حقق تفوقاً معنوياً على نباتات الشاهد من حيث المتشكلة على النبات في وحدة المساحة وقد بلغت (32) ثمرة/م² وكانت أعلى قيم لمتوسط عدد الثمار (45.4) ثمرة/م² عند التركيز 20 كغ/هـ وتحت جميع مستويات الرش المستخدمة، بزيادة غير معنوية على المستويين 40 و30 كغ/هـ على الترتيب (44.5، 40.6) ثمرة/م².

الجدول 3. تأثير استخدام تراكيز مختلفة من نوعي سماد Ultra D.R.C (رشاً وإضافة أرضية) على عدد ثمار نباتات الباذنجان في وحدة المساحة (ثمرة/م²) ضمن ظروف البيوت المحمية

متوسط	Ultra D.R.C Foliar رش كغ/هـ				ري كغ/هـ Ultra D.R.C Solution
	4	3	2	0	
32 ^b	31 ^{cde}	30.4 ^{de}	28.1 ^{abcd}	28.5 ^e	0
45.4 ^a	40 ^{abce}	49.9 ^{ab}	52.7 ^a	39.1 ^{abcde}	20
40.6 ^a	36 ^{abcde}	48.4 ^{abc}	37.8 ^{abcde}	39.5 ^{abce}	30
44.5 ^a	49 ^{ab}	48.7 ^{ab}	45.7 ^{abcde}	34.3 ^{bcde}	40
	39.3 ^{ab}	44.4 ^a	43.6 ^a	35.4 ^b	متوسط

L.S.D: 0.05 أرضي = 6.75، رش = 6.75، أرضي* رش = 17.5، C.V% = 14.6%

كما تشير معطيات الجدول (3)، إلى أن رش نباتات الباذنجان بسماذ Ultra D.R.C Foliar قد ساهم بشكل إيجابي في زيادة عدد الثمار حيث حققت معاملة الرش بتركيز (3) كغ/هـ تحت جميع مستويات الإضافة الأرضية المستخدمة أعلى قيم لمتوسط عدد الثمار (44.4) ثمرة/م² بزيادة غير معنوية على معاملة الرش بتركيز (2) كغ/هـ (43.6) ثمرة/م² التي حققت بدورها زيادة غير معنوية عن معاملة الرش بتركيز (4) كغ/هـ، ومعنوية على معاملة الشاهد على الترتيب (39.3، 35.4) ثمرة/م²، ولا توجد فروق معنوية بين المعاملتين الأخيرتين. أما بالنسبة إلى التفاعل بين تقديم السماذ للنباتات عن طريق التربة والرش فقد تحقق أعلى عدد للثمار عند مستوى تسميد أرضي 20 كغ/هـ والرش بالتركيزين (2 و 3) كغ/هـ على الترتيب (52.7 و 49.9) ثمرة/م²، وأن أدنى عدد للثمار (28.5) ثمرة/م² كان في معاملة الشاهد. وربما يعزى ذلك إلى الزيادة في طول النبات وعدد الأفرع التي حققها السماذ Ultra وبالتالي زيادة عدد العقد التي تتكون عليها الثمار.

تأثير استخدام سماذ Ultra D.R.C (رشاً وإضافة أرضية) على وزن ثمار الباذنجان ضمن ظروف البيوت المحمية تشير معطيات الجدول (4) بأن أعلى قيم لمتوسط وزن الثمرة (247.9) غ/ثمرة تحقق في معاملة النباتات غير المسمدة بسماذ Ultra D.R.C Solution (الشاهد) وتحت جميع مستويات الرش المستخدمة، وبزيادة غير معنوية على مستوى تسميد 20 كغ/هـ، وزيادة معنوية على مستوى التسميد (30، 40) كغ/هـ (228.4، 225.6) غ/ثمرة على الترتيب بدون فروق معنوية بين المعاملات الثلاثة الأخيرة. وربما يعزى ذلك إلى جني الثمار في طورها الاستهلاكي بما يتوافق وذوق المستهلك.

الجدول 4. تأثير استخدام تراكيز مختلفة من نوعي سماذ Ultra D.R.C (رشاً وإضافة أرضية) على متوسط وزن ثمرة الباذنجان (غ) ضمن ظروف البيوت المحمية

متوسط	Ultra D.R.C Foliar رش كغ / هـ				أرضي كغ/ هـ Ultra D.R.C Solution
	4	3	2	0	
247.9 ^a	254.3 ^{ab}	248.3 ^{abc}	249 ^{abc}	240 ^{abcd}	0
238.4 ^{ab}	230.3 ^{bcd}	249 ^{abc}	231.7 ^{bcd}	242.7 ^{abcd}	20
228.4 ^b	219.3 ^{cd}	216.3 ^d	364.7 ^a	213.7 ^{bcd}	30
225.6 ^b	231 ^{bcd}	238.7 ^{abcd}	217.7 ^d	215 ^d	40
	233.8 ^a	238.1 ^a	240.8 ^a	227.8 ^a	متوسط

L.S.D: 0.05: أرضي = 14.99، رش = 14.99، أرضي * رش = 29.97، C.V% = 2.1%

وبمتابعة نتائج الجدول (4)، يتبين عدم وجود فروق معنوية في صفة وزن ثمار الباذنجان عند اختلاف تراكيز السماذ Ultra D.R.C Foliar عند رش النباتات، إذ بلغت (227.8، 240.8، 238.1، 233.8) غ/ثمرة على الترتيب للتراكيز (0، 2، 3، 4) كغ/هـ تحت جميع مستويات الإضافة الأرضية المستخدمة.

وربما يعزى ذلك إلى قطف الثمار في الطور الاستهلاكي بما يتناسب وذوق المستهلك. أما بالنسبة إلى التفاعل بين مستويات سماذ Ultra المضافة للتربة وتراكيز الرش، فقد تحقق أعلى متوسط وزن ثمرة (254.3، 249) غ/ثمرة في المعاملات التي لم يضاف لها سماذ Ultra عن طريق التربة ورُشت بتركيز 4 كغ/هـ، ونباتات مسمدة بـ 20 كغ/هـ ومرشوشة بـ 3 كغ/هـ على التوالي، في حين كانت أدنى قيمة لوزن الثمرة (213.7) غ/ثمرة عند إضافة (30) كغ/هـ سماذ Ultra للتربة وعدم رشها ورقياً.

تأثير استخدام سماد Ultra D.R.C (رشاً وإضافة أرضية) على إنتاجية الباذنجان في وحدة المساحة ضمن ظروف البيوت المحمية

تشير معطيات الجدول (5) إلى أن تقديم السماد Solution Ultra D.R.C عن طريق التربة بمستوى 20 كغ/هـ قد حقق أعلى إنتاجية من ثمار الباذنجان في وحدة المساحة (9586 غ/م²) بزيادة غير معنوية على المستوى (30) كغ/هـ (8485 غ/م²)، وزيادة معنوية على المستوى (40) كغ/هـ (7206 غ/م²)، ومعاملة الشاهد (6819 غ/م²)، ولم يكن هناك فرق معنوي بين معاملي (40) كغ/هـ والشاهد.

الجدول 5. تأثير استخدام تراكيز مختلفة من نوعي السماد Ultra D.R.C (رشاً وإضافة أرضية) على إنتاجية نباتات الباذنجان في وحدة المساحة (غ/م²) ضمن ظروف البيوت المحمية

متوسط رش ورقي	Ultra D.R.C Foliar رش كغ/هـ				أرضي كغ/هـ Ultra D.R.C Solution
	4	3	2	0	
7943 ^b	7931 ^{bcd}	7661 ^{cd}	9460 ^{abcd}	6819 ^d	0
10850 ^a	9206 ^{abcd}	12442 ^a	12167 ^{ab}	9586 ^{abcd}	20
9244 ^{ab}	8038 ^{bcd}	10453 ^{abcd}	10000 ^{abcd}	8485 ^{abcd}	30
10074 ^{ab}	11566 ^{ab}	11490 ^{abc}	10033 ^{abcd}	7206 ^d	40
	9185 ^{ab}	10486 ^a	10415 ^a	8024 ^b	متوسط إضافة أرضية

L.S.D: 0.05: أرضي = 2133.7، رش = 2133.7، أرضي * رش = 4267.4، C.V%=17.4%

كما تشير النتائج في الجدول (5) إلى أن تقديم السماد Ultra D.R.C Foliar رشاً على أوراق الباذنجان بتركيز 2 كغ/هـ قد حققت أعلى إنتاجية (9460 غ/م²) بزيادة غير معنوية على التركيزين (3 و 4) كغ/هـ على الترتيب (7661، 7931 غ/م²) كما تفوقت المعاملة (2) كغ/هـ معنوياً على معاملة الشاهد (6819 غ/م²)، كانت الفروق ظاهرية بين المعاملتين (3 و 4) كغ/هـ والشاهد. بينما تحققت أعلى إنتاجية لمعاملات الرش المختلفة (10850 غ/م²) عند التسميد الأرضي بمعدل 20 كغ/هـ وأعلى إنتاجية لمعاملات الإضافات الأرضية المختلفة عند الرش بـ (3 و 2) كغ/هـ (10486 و 10415 غ/م²)، على الترتيب. أما بالنسبة إلى التفاعل بين مستوى سماد Ultra D.R.C Solution المضاف عن طريق التربة وتركيز سماد Ultra D.R.C Foliar المستخدم رشاً على الأوراق، فقد تحققت أدنى إنتاجية في معاملة الشاهد (6819 غ/م²)، بينما أعلى إنتاجية (12442 غ/م²) كانت عند تقديم سماد Ultra D.R.C Solution عن طريق التربة بمستوى 20 كغ/هـ ورش النباتات ورقياً بسماد Ultra D.R.C Foliar بتركيز (3) كغ/هـ.

تأثير استخدام سماد Ultra D.R.C (رشاً وإضافة أرضية) على نسبة N.P.K في التربة ضمن ظروف البيوت المحمية

تشير معطيات الجدول (6)، إلى أن نسبة الآزوت بعد الزراعة قد انخفضت مقارنةً مع نسبتها قبل الزراعة، ولكن هذه النسب اختلفت باختلاف مستوى سماد Ultra حيث بلغت أعلى قيمة لها 29.27 ملغ/كغ عند مستوى سماد 30 كغ/هـ، تلتها معاملة التسميد بـ 40 كغ/هـ بلغت 26.47 ملغ/كغ، ثم معاملة التسميد بـ 20 كغ/هـ حيث بلغت 15.83 ملغ/كغ، في حين كانت أقل قيمة لها 11.47 ملغ/كغ في معاملة الشاهد. أما بالنسبة إلى الفسفور فقد انخفضت بعد الزراعة في معاملة الشاهد 18.87 ملغ/كغ، بينما حققت ارتفاعاً طفيفاً في معاملة 20 كغ/هـ فبلغت 21.8 ملغ/كغ، لتستمر بارتفاعها لتحقيق أعلى قيمة لها 32.9 ملغ/كغ عند المعاملة 30 كغ/هـ، في حين انخفضت عند المعاملة 40 كغ/هـ لتبلغ 25.37 ملغ/كغ. أما بالنسبة إلى

البوتاس المتاح فقد كان محتوى التربة منه قبل الزراعة 161 ملغ/كغ، وقد انخفضت هذه النسبة بعد الزراعة في كافة المعاملات، وقد بلغت أعلى قيمة لها 106.3 ملغ/كغ في معاملة الشاهد، وأدنى قيمة 83.67 ملغ/كغ عند معاملة التسميد بـ 40 كغ/هـ.

الجدول 6. تأثير مستوى سماد Ultra D.R.C Solution المضاف إلى التربة على نسبة N.P.K في التربة المزروعة بالباذنجان ضمن ظروف البيوت المحمية

موعد أخذ العينة						أرضي كغ/ هـ Ultra D.R.C Solution
بعد الزراعة			قبل الزراعة			
K متاح mg/kg	P متاح mg/kg	N-NO ₃ mg/kg	K متاح mg/kg	P متاح mg/kg	N-NO ₃ mg/kg	
106.3	18.87	11.47	161 متوسطة المحتوى من البوتاس	21.2 غنية بالأزوت المعدني	52.6 غنية بالأزوت المعدني	
86	21.8	15.83				
89.67	32.9	29.27				
83.67	25.37	26.47				

الاستنتاجات والمقترحات

- ساهم السماد Solution Ultra D.R.C في زيادة طول النبات، عدد الأفرع، عدد الثمار، والإنتاجية، وكانت أفضل النتائج عند التسميد بمستوى 20 كغ/هـ، بينما كان أعلى وزن للثمرة في معاملة الشاهد.
- ساهم السماد Ultra D.R.C Foliar في زيادة طول النبات، عدد الأفرع، عدد الثمار ووزنها، والإنتاجية، وكانت أفضل النتائج عند التركيزين (2، 4) كغ/هـ.
- تحققت أفضل إنتاجية عند إضافة سماد Solution Ultra D.R.C إلى التربة بمستوى 20 كغ/هـ، ورش النباتات ورقياً بسماد Ultra D.R.C Foliar بتركيز (2، 3) كغ/هـ.
- حققت إضافة السماد Solution Ultra D.R.C إلى التربة زيادة في نسبة الفسفور المتاح في التربة بعد الزراعة، بينما انخفضت نسبتها في الشاهد، أما نسبة الأزوت والبوتاسيوم فقد انخفضت بعد الزراعة.
- بناء على ما سبق يمكن أن نقترح على مُزارعي الباذنجان ضمن الأنفاق الكبيرة في منطقة الساحل السوري إضافة السماد Ultra D.R.C Solution إلى التربة بمستوى 20 كغ/هـ، ورش النباتات بسماد Ultra D.R.C Foliar بتركيز 2 كغ/هـ.

المراجع

- تلي، غسان، نضال صوفان، وبديع ريا. 2004. أساسيات الفاكهة والخضار - الجزء النظري - مديرية الكتب والمطبوعات - جامعة حمص، صفحة 417.
- Abd EL-Hack. M. E., B. A. Alaidaroos., R.M. Farsi., D. E. Abou-Kassem., M. T. EL-saadony., and E. A. Ashour. 2021. Impacts of Supplementing Broiler Diets with Biological Curcumin, Zinc Nanoparticles and *Bacillus licheniformis* on Growth, Carcass Traits, Blood Indices, Meat Quality and Cecal Microbial Load. *Animals* 2021, 11(7):1878.

- Abobatta, W. F. 2016. Role of nanotechnology in horticulture production Enhancement. (Conference Paper, Egypt).
- Bakhat HF, Bibi N, Hammad HM, Shah GM, Abbas S, Rafique HM, Mohamed AKSH, Maqbool MM. 2023. Effect of silicon ferti-lization on eggplant growth and insect population dynamics. SILICON. <https://doi.org/10.1007/s12633-022-02279-1>
- Dhakate P, Kandhol N, Raturi G, Ray P, Bhardwaj A, Srivastava A, Kaushal L, Singh A, Pandey S, Chauhan DK. 2022. Silicon nanoforms in crop improvement and stress management. Chemosphere 305:135165. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2022.135165>
- Duhan, JS , Kumar R , Kumar N , Kaur P, Nehra K and Duhan S. 2017. Nanotechnology: The new perspective in precision agriculture. Biotechnol Rep (Amst), 15: 11-23.
- El-Argawy.E., M.M.H., Rahhal., A. EL-korany., E.M. Elshaberawy., and R.M. ELtahan. 2017. Efficacy of some Nanoparticles to Control Damping-off and Root Rot of Sugar Beet in EL-Behiera Governorate. Asian Journal of plant pathology, 11(1): 35-47.
- EL-Ashry, M. R., M. T. EL-saadony., A. E.A. EL-sonki., A. M. EL-Tahan., S. AL-otaibi., A. M. EL-shehaw., A. M. Saad and N. Elshear. 2022. Biological Silicon nanoparticles maximize the efficiency of nematicides against biotic stress induced by *Meloidogyne incognita* in eggplant. Saudi journal of Biological sciences, 29 (2): 920-932.
- EL-saadony. M. T., A. M. saad., A. A. Najjar., S. O. alzhairani., F. M. Alkhatib., M. E. sharfi., and M. A. Hassan. 2021c. The use of biological selenium nanoparticles to suppress *Triticum aestivum* L. crown and root rot diseases induced by *fusarium* species and improve yield under drought and heat stress. Saudi. J. Bio. Sci, 28(8)4461-4471.
- EL-saadony. M. T., S. M. Desoky., A. M. saad., R. S. M. Eid., E. selem., and A. S. Elrys. 2021b. Biological silicon nanoparticles improve *Phaseolus vulgaris* L. yield and minimize its contaminant contents on a heavy Metals-Contaminated saline soil. J. Environ. Sci, 106:1-14.
- EL-saadony. M.T., A. S. Almoshadak., M. shafi., A. M. saad., A. M. EL-Tahan., and A. M. helmy. 2021a. Vital roles of sustainable nano-fertilizers in improving plant quality and quantity-an updated review. Saudi. J.Biol.sci, 28(12):7349-7359.
- EL-sayed, A. H., A.E.M. Iata and A.k.A., Khater. 2015. physiological studies on eggplant (*solanum melongena* L.): Decreasing the effect of salinity by some foliar application substances on eggplant, plant production. Mansoura univ, 6 (7):1153-1168.
- Hafaz. M.R. and F.A. EL-Azizy. 2019. Effect of Potassium, Magnesium and Boron on Yield and its Components of Eggplant in Siwa Oasis. American- Eurasian j. Agric. and Environ.Sci, 19(2):106-115.

- Hafiz, B. F., N. Bibi., H. M. Hammad., G. M. shah., S. Abbas., H. M. Rafique., A. K. S. H. Mohamed and M. M. Magbool. 2023. Effect of Silicon Fertilization on Eggplant Growth and Insect Population Dynamics. *Silicon*, vol 15, p: 3515-3523.
- Imtiaz, M., Rizwan, M. S., Mushtaq, M. A., Ashraf, M., Shahzad, S. M., Yousaf, B., Tu, S. 2016. Silicon occurrence, uptake, transport and mechanisms of heavy metals, minerals and salinity enhanced tolerance in plants with future prospects: A review. *Journal of Environmental Management*, 183, 521529.
- Karimi, J., and Mohsenzadeh, S. 2016. Effects of silicon oxide nanoparticles on growth and physiology of wheat seedlings. *Russian Journal of Plant Physiology*, 63(1):119-123.
- Mukhopadhyay , S.S. 2014. Nanotechnology in agriculture: prospects and constraints. *Nanotechnology, Science and Applications* , 7: 63-71.
- Parveen, N., and Ashraf, M. 2010. Role of silicon in mitigating the adverse effects of salt stress on growth and photosynthetic attributes of two maize (*Zea mays* L.) cultivars grown hydroponically. *Pakistan Journal of Botany*, 42(3): 1675-1684.
- Sheiha. A. A., S. A. Abdelnour., M. E. Abd EL-Hack., E. Mohamed., A. F. Khafage., K. A. Metwally., J.S. Ajarem., S. N. Maodaa., A. A. Allam., and M.T. EL-saadony. 2020. Effects of Dietary Biological or Chemical- + Synthesized Nano-Selenium Supplementation on Growing Rabbits exposed to Thermal Strees. *Animals*, 10 (3):430.

N° Ref: 1166



تقييم نوعية الكومبوست المنتج بطرائق مختلفة من مخلفات روث الخيل والأغنام ومخلفات الزيتون

Evaluation of Compost Produced Using Different Methods from Horse Manure, Sheep Manure, and Olive Pruning Wastes.

أ.د. محمد سعيد الشاطر (2-1) أ.د. أكرم البلخي (2-1) د. حسان درغام (2)

Prof. Mohammad said Al - Shater (1-2)

Prof. Akram Al Balkhi (1-2)

Dr. Hassan Dergham (2)

balkhiakram@yahoo.com

Received 13 February 2024; Accepted 21 May 2024

(1) قسم علوم التربة، كلية الزراعة، جامعة دمشق، سورية.

(1) Department of Soil sciences, Faculty of Agriculture, Damascus University, Syria.

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

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

الملخص

نفذ هذا البحث في محطتي بحوث إزرع والصبورة التابعة للمركز العربي لدراسات المناطق الجافة والأراضي القاحلة (أكساد) خلال العام 2022. يهدف البحث إلى تقييم نوعية الكومبوست المنتج بطرائق علي مختلفة من ثلاثة أنواع من المخلفات العضوية الطازجة (روث الخيل، روث الأغنام ومخلفات تقليم أشجار الزيتون)، وجرى إنتاج ثلاثة أنواع مختلفة من الكومبوست خلال أربعة أشهر من زمن التخمر. بينت النتائج أن pH المخلفات العضوية قبل التخمر تراوح ما بين 7.14 و 7.80، بينما قيم الناقلية الكهربائية تراوحت ما بين 1.5 و 3.6 ديسيمنز/م، وتعد هذه القيم ملائمة لنشاط الأحياء الدقيقة لتقوم بعمليات التحلل والتخمر للمخلفات العضوية. تراوحت قيم النسبة المئوية للمادة العضوية الطازجة ما بين 61 و 92.5%) وكانت الأعلى في مخلفات تقليم الزيتون. تتصف الخصائص المدروسة عمومًا، وقيم كل من الفسفور الكلي، البوتاسيوم والأزوت في المخلفات العضوية قبل التخمر بأنها ضمن الحدود الطبيعية لضمان إنتاج أنواع جيدة من الكومبوست. تراوحت قيم الـ pH في الأنواع المختلفة للكومبوست المنتج ما بين (7.86 و 8.44)، وأن قيم الـ EC تراوحت ما بين (1.31 و 5.52 ديسيمنز/م)، بينما تراوحت قيم الكثافة ما بين (0.36 و 0.52 غ/سم³)، وأن هذه القيم مقبولة وضمن المعدلات الطبيعية التي تسمح بالاستخدام الزراعي لأنواع الكومبوست المنتج. تراوحت قيم المادة العضوية ما بين (47.09 و 65.60%) كوزن جاف في أنواع الكومبوست المختلفة، وكانت قيم الأزوت في كومبوست مخلفات روث الأغنام أعلى من باقي أنواع الكومبوست، حيث بلغت النسبة المئوية للعناصر الخصبية الكبرى كما يلي: الأزوت، الفسفور والبوتاسيوم 1.79، 0.50 و 0.70% على التوالي.

الكلمات المفتاحية: الكومبوست، روث الخيل، روث الأغنام، مخلفات التقليم.

Abstract

This research was carried out at the Izraa and Al-Saboura research stations during 2022. The study aimed to evaluate compost produced using different scientific methods from three types of fresh organic waste (horse manure, sheep manure, and olive tree pruning waste). Three different types of compost were produced during four months of composting. The results showed that the pH of the organic waste before composting ranged between 7.14 and 7.80, while the electrical conductivity values ranged between 1.5 and 3.6 dS/m. These values are considered appropriate for the activity of microorganisms to carry out the processes of decomposition and composting of the organic waste. The percentage values of fresh organic matter ranged between (61 and 92.5%), and it was highest in olive pruning waste. The generally studied properties and values of total phosphorus, potassium and nitrogen in organic waste before fermentation are within normal limits to ensure the production of good types of compost. The pH values of the different types of compost produced ranged between (7.86 and 8.44), and the EC values ranged between (1.31 and 5.52 dS /m), while the density values ranged between (0.36 and 0.52 g/cm³), and these values Acceptable and within the normal rates that allow agricultural use of the types of compost produced. The values of organic matter ranged between (47.09 and 65.60%) as dry weight of the different types of compost. N concentration was higher in the sheep compost compared to other types of composts, the percentage of N, P, and K were: 1.79, 0.50 and 0.70%, respectively.

Key words: Compost, horse manure, sheep manure, pruning waste.

المقدمة

يتسبب الاستغلال المفرط للموارد الأرضية في انخفاض خصوبة التربة وتدهور خصائصها الفيزيائية، الكيميائية والحيوية لا سيما تحت ظروف المناطق الجافة والأراضي القاحلة، ولضمان استعمالات مثلى، وتحسين إنتاجية الأراضي في المناطق الجافة وشبه الجافة يتوجب توفير مياه لري الأراضي وأنواع مختلفة من الأسمدة الضرورية للإنتاج الزراعي، واعتماد أصناف نباتية ملائمة للتغيرات المناخية بالمنطقة، ونظرًا لارتفاع تكلفة الأسمدة الكيميائية أصبح استعمال الكومبوست المنتج من بقايا المخلفات العضوية ضرورة حتمية لتوفير احتياجات المزارع العربي من السماد الطبيعي، والتقليل من استعمال الأسمدة الكيميائية للمحافظة على سلامة البيئة الزراعية والمحيط العام.

ينجم عن الاستخدام المفرط للأسمدة الكيميائية انخفاض في خصائص التربة المختلفة ونسبة المادة العضوية (الشاطر والقصيبي، 1997)، ويتجه العالم حاليًا نحو تقانات الزراعة النظيفة، وذلك باستخدام الأسمدة العضوية ذات المصدر الحيواني أو النباتي، للتقليل من معدلات الأسمدة الكيميائية عالية التكاليف (الشاطر وزملاؤه، 2004؛ سربوخ وزملاؤه، 2020).

وتكمن أهمية البحث في إدارة سليمة للتخلص من المخلفات العضوية الزراعية، وإعادة تدويرها، وإنتاج سماد عضوي طبيعي مخمر عالي الجودة، ويساهم في تحسين خصائص التربة الفيزيائية والكيميائية، ورفع إنتاجية المحاصيل الزراعية

بتحسين خصوبة الترب والرفع من قدرتها على الاحتفاظ بالماء والعناصر الغذائية، كما يمكن استعمال الكومبوست المنتج في تثبيت الكثبان الرملية ومقاومة التصحر في المناطق الصحراوية في سورية والدول العربية. أشارت دراسات عديدة: (أحمد، 2007؛ كريدي) (Magdich and Ben Rouina, 2022; Farag *et al*, 2009) إلى أهمية كومبوست المخلفات العضوية في تحسين خصائص التربة المختلفة وزيادة الإنتاج الزراعي كمًّا ونوعًا، وللتخلص الآمن من المخلفات الزراعية المتراكمة في المزارع والمحطات البحثية، التي قد تكون ملجأ للحشرات، الجرذان والطفيليات، انتشار الأمراض، ومصدر لتلوث التربة والمياه والنباتات الزراعية، يعدُّ تحويلها إلى كومبوست طريقة عملية، اقتصادية، وأمنة بيئيًّا تحد من استعمال الأسمدة المعدنية في ظل ندرتها وارتفاع أسعارها المتزايد في بعض الأسواق المحلية والعربية في ضوء الأزمات التي يعيشها العالم كالحرب الروسية الأوكرانية. يتطلب التوجه الجديد لتحقيق ونشر مفهوم التسميد المتكامل الاعتماد على استعمال أنواع مختلفة من الأسمدة العضوية، الحيوية والمعدنية، ولتحقيق هذا الهدف الرئيس والمهم يجب تبني، وتطوير الطرائق السليمة لتحويل تلك الفضلات إلى أنواع مختلفة من الكومبوست، ويهدف البحث إلى:

- وضع آلية جيدة لإدارة المخلفات النباتية والحيوانية المتوفرة في محطات أكساد البحثية.
- تقييم الكومبوست المنتج من المخلفات الطازجة لروث الخيل، روث الأغنام ومخلفات الزيتون في محطتي بحوث إزرع والصبورة، بتقدير بعض الخصائص الكيميائية والخصوبية للأنواع المنتجة.
- التقليل من التلوث البيئي الناتج عن إضافة مختلف الأسمدة المعدنية، والاستفادة من المخلفات العضوية بتحويلها إلى أنواع جيدة من الكومبوست.
- نشر مفاهيم التحسين المستمر للخصائص الفيزيائية، الكيميائية والحيوية لترب محطات أكساد البحثية باستعمال الأنواع المختلفة لكومبوست المخلفات العضوية.

مواد وطرائق البحث

مواد البحث

- روث خيل ونشارة خشب: استدرجت كميات كافية من روث الخيل مع الفرشة (نشارة الخشب) من حظائر التربية في نادي الفروسية (الديماس - محافظة ريف دمشق).
- مخلفات تقليم الزيتون: جمعت كميات كافية من مخلفات تقليم الزيتون من محطة بحوث أكساد (الصبورة- محافظة ريف دمشق).
- روث أغنام: جمعت كميات كافية من روث الأغنام مع الفرشة المكونة من قش القمح من حظائر تربية الأغنام في محطة بحوث أكساد (إزرع - محافظة درعا). يوضح الجدول (1) نتائج تحاليل المخلفات العضوية قبل التخمير.

الجدول 1. صفات المخلفات العضوية قبل التخمير

المخلفات العضوية	PH 10:1	EC dS/m	الكثافة غ/سم ³	C %	O.M %	N %	C/N	P %	K %
روث خيل + نشارة خشب	7.80	1.50	0.41	44.24	76.10	0.50	88.44	0.13	0.10
مخلفات تقليم زيتون	7.14	2.00	0.52	53.77	92.50	0.80	67.21	0.14	0.21
روث أغنام	7.70	3.60	0.36	35.46	61.00	0.55	64.48	0.30	0.50

يتبين من الجدول السابق أن pH المخلفات العضوية تراوح ما بين 7.14 و7.80، بينما قيم الناقلية الكهربائية EC تراوحت ما بين 1.5 و3.6 ديسيسمنس/م، وتعدُّ هذه القيم ملائمة لنشاط الأحياء الدقيقة كي تقوم بعمليات التخمير للمخلفات العضوية. تراوحت قيم النسبة المئوية للمادة العضوية ما بين (61 و92.5%) وكانت الأعلى في مخلفات تقليم الزيتون، مما اقتضى التدخل بإضافة اليوريا لخفض نسبة C/N من 92.5 إلى ما يعادل 30% قبل التخمير لدفع وتحسين النشاط الحيوي في كومة التخمير لمخلفات تقليم الزيتون، وروث الغنم. تتصف قيم النسبة المئوية لكل من الفسفور الكلي، البوتاسيوم والآزوت في المخلفات العضوية المحضرة مسبقاً للتخمير ضمن الحدود الطبيعية المقبولة لإنتاج الكومبوست.

طرائق التحليل

استعملت الطرائق المذكورة في كل من Jones (2001)، الشاطر وزملاؤه (2010) والزعبي وزملاؤه (2013). أخذت 3 عينات بمقدار 5 كغ من الكومبوست من جوانب كل كومة بعد خلطها جيداً من الكومات الثلاثة تمثل 3 مكررات بالنسبة إلى مخلفات التقليم، وكذلك الأمر ذاته للمصاطب (المصفوفات) بالنسبة إلى زبل الأغنام، والأمر ذاته لأحواض روث الخيل مع نشارة الخشب، وبمجموع 9 مكررات. جففت العينات هوائياً بجو المخبر، ثم جفف قسمٌ منها على درجة 80 درجة مئوية حتى ثبات الوزن، وطحنت ونخلت بمنخل أقطار فتحاته 1 مم وحفظت لإجراء التحاليل التالية:

- جرى قياس درجة pH المخلفات العضوية بمعلق 1:10، ال EC باستعمال جهاز الناقلية الكهربائية، وقدرت المادة العضوية بالترميز على درجة حرارة 550 مئوية.

- قدر الآزوت الكلي باستعمال طريقة كلداهل بعد هضم العينات بمزيج من حمض الكبريت المركز وحمض السالسيك ثم التقطير بماءات الصوديوم والمعايرة بحمض كلور الماء 0.1N، وتقدير الفسفور والبوتاسيوم الكلي بطريقة الهضم الرطب بمزيج من حمض البيروكلوريك وحمض الآزوت المركزين، وقدر الفسفور باستخدام جهاز سبيكتروفوتومتر (مقياس مطيافية اللون) والبوتاسيوم باستخدام جهاز (مقياس مطيافية اللهب).

التحليل الاحصائي

استخدم برنامج SPSS لحساب أقل فرق معنوي LSD، وفق تصميم القطاعات العشوائية البسيطة، بثلاث معاملات وثلاثة مكررات لكل عينة.

طرائق تحضير الكومبوست من المخلفات العضوية

1. تحضير كومبوست مخلفات تربية الخيول بطريقة الأحواض

- نُفذت عملية التخمير باستخدام ثلاثة أحواض، كل حوض مصنوع من البلوك الأسمنتي بأبعاد مقدارها 3 متر طولاً، 2 متر عرضاً، 1 متر عمقاً مع تخصيص فتحات في جميع جدران الحوض للتهوية ورش الماء.
- مُلئ الحوض بروث الخيول المخلوط بنشارة الخشب مع الترطيب، وأضيف سماد اليوريا بمعدل 0.15% من المادة الجافة لتعديل نسبة C/N لتصبح أقل من 30 في الكومة المحضرة للتخمير.
- أضيفت طبقة من التراب المنخول بمنخل أقطار فتحاته 5 مم على سطح الكومة في الحوض بسماكة 10 سم للحماية وتقليل الفقد.
- استمرت عملية التخمير لمدة أربع أشهر مع المحافظة على رطوبة الحوض بما لا يزيد عن 50% بواسطة رش الماء من خلال الفتحات الجانبية في الجدران، وأيضاً جرت مراقبة التغيرات في درجة الحرارة باستخدام ميزان الحرارة الرقعي المزود بقضيب معدني.
- استدل على اكتمال عملية التخمير ونضج الكومبوست بانخفاض درجة حرارة كومة الكومبوست عن 55 درجة مئوية إلى درجة حرارة الجو المحيط، واختفاء رائحة الأمونيا، وظهور رائحة التراب المرشوش بالماء، تحول لون كومة السماد في نهاية التخمير والنضج إلى البني الغامق، وعدم تلوث الأيدي عند مسكه بقبضة اليد.

2. تحضير كومبوست مخلفات تقليم الزيتون بطريقة الكومة

- اختير مكان ملائم للتخمير بحيث يكون محميًا من التيارات الهوائية، المسيلات المائية، غير معرض لأشعة الشمس المباشرة وقريبًا من مصدر مائي عذب، ثم حضرت ثلاث كومات للتخمير، وكل كومة بحجم متر مكعب واحد محتوية على مخلفات تقليم الزيتون المفرومة بطول 5 سم وقطر 1 سم، باستعمال فرامة المخلفات العضوية، وروث الأغنام غير المخمر وفق الخطوات والشروط الآتية:
- فرش شريحة بولي أيتلين بلاستيكية على أرض مستوية ومدكوكة جيدًا بعد تعبئة الفراغات بالتربة لتكون غير منفذة لنواتج التخمير، وتستوعب شريحة البولي أيتلين كومة التخمير بالكامل.
- حضرت بقايا التقليم بطول 5 سم وقطر 1 سم، حيث يساعد التقطيع في سهولة الترطيب، التقليب وتسهيل عملية التخمير، ووضع روث الأغنام على شكل طبقات متعاقبة مع مخلفات التلقيم بارتفاع (10 سم) لكل نوع من المخلفات، وحددت نسبة كلٍّ من المكونات الداخلة في الخلطة بحيث تكون نسبة C/N لا تزيد عن 1/30 للحصول على نشاط حيوي جيد، وذلك بعد حساب كثافة كل من المواد الداخلة ومحتواها من الكربون العضوي والآزوت الكلي والمحتوى الرطوبي.
- جرى ترطيب الكومة بما يعادل 50% حجمًا، وغطيت باستعمال شرائح البولي أيتلين البلاستيكية للتقليل من فقد الآزوت بالتطاير.

- التقليب: جرت مراقبة درجة الحرارة باستخدام ميزان الحرارة الرقمي المزود بقضيب معدني خلال أربعة أسابيع من التخمر، وبعد ارتفاع درجة الحرارة إلى 65 درجة مئوية جرت عملية خلط المكونات بشكل جيد باستعمال الأدوات المتوفرة في المزرعة.

- ترطيب الكومة بشكل أسبوعي وذلك عندما ينخفض المحتوى الرطوبي عن 20% للمحافظة على الرطوبة دون 50% ودرجة الحرارة لا تزيد عن 70 درجة مئوية، ويجري التحكم بعامل الرطوبة والحرارة بإجراء القياسات وعمليات الري والتقليب عند الضرورة.

- استمرت عملية التخمر لمدة 120 يومًا حتى تمام عملية التخمر ونضج الكومبوست.

3. كومبوست مخلفات تربية الأغنام والماعز مع الفرشة

خُصِرَ هذا الكومبوست في محطة بحوث إزرع باستخدام مخلفات تربية الأغنام والماعز (بما يعادل 400 متر مكعب سنويًا)، ونُشرت هذه المخلفات على شكل مصاطب (مصفوفات) بطول 50 متر وعرض 3 متر وارتفاع 1 متر، وجرى ترطيبها بصورة مستمرة حتى تصل رطوبتها إلى 20% وبما لا يزيد عن 50% حجمًا لضمان نشاط الكائنات الحية والبدء بعمليات التحلل اللاهوائي، أُجري التقليب باستخدام تركس صغير متوفر بالمحطة. استمرت عملية التخمر حتى أصبح لون الكومبوست الناتج بنيًا غامقًا، وصول درجة الحرارة إلى درجة حرارة الوسط المحيط، غياب البنية الأساسية للمخلفات، اختفاء رائحة المخلفات العضوية واستبدالها برائحة التراب الرطب.

النتائج والمناقشة

الصفات الكيميائية والخصوبة للمخلفات العضوية بعد تمام التخمر والنضج لأنواع الكومبوست المختلفة

1. ال pH و EC والكثافة

تبين نتائج الجدول (2) إن قيمة ال pH الأعلى كانت في مخلفات تقليم الزيتون حيث بلغت (8.44)، بينما القيمة الأخفض في مخلفات روث الخيل ونشارة الخشب حيث بلغت (7.78)، بينما بلغت قيمة ال pH في روث الأغنام (7.86)، وتعد هذه القيم طبيعية وتتفق مع ما أورده (Magdich and Ben Rouina, 2022).

تراوحت قيم EC ما بين (0.94 و 5.52 ديسيمنس/م)، وكانت القيمة الأعلى في مخلفات روث الأغنام حيث بلغت (5.52) ديسيمنس/م وبفروقات معنوية مقارنة بالنوعين الآخرين، وتعد هذه القيمة لروث الأغنام مرتفعة قليلاً عما أورده (Farag *et al.*, 2009). ويمكن أن يعود ذلك إلى إضافة الأملاح إلى عليقة الأغنام مما يتطلب عدم إضافته بكميات كبيرة، وينصح بإضافته بمعدل 5 متر مكعب للدم كل عامين للاحتياط وعدم رفع ال pH التربة.

تراوحت قيم الكثافة ما بين (0.36-0.52 غ/سم³) وكانت أعلى قيمة في مخلفات روث الخيل ونشارة الخشب حيث بلغت (0.52 غ / سم³) وبفروقات معنوية مع كل من مخلفات التقليم وروث الأغنام، وأن هذه القيم المختلفة السابقة مقبولة وضمن المعدلات الطبيعية التي تسمح بالاستخدام الزراعي لأنواع الكومبوست المنتج.

2. المادة العضوية OM

تراوحت قيم المادة العضوية ما بين (47.09 و 65.60%)، حيث كانت القيمة الأعلى في معاملة روث الخيل ونشارة الخشب حيث بلغت (65.60%) وبفروقات معنوية مقارنة بالنوعين الآخرين، بينما كانت القيمة الأدنى في معاملة روث الأغنام حيث بلغت (47.09%)، وتعود نسب المادة العضوية المرتفعة في روث الخيل إلى وجود نشارة الخشب كفرشة مستعملة في مرابض الخيول، وتعد هذه القيم ملائمة لإغناء التربة بالمركبات الدبالية التي يمكن أن تحسن بناء وقوام التربة، مما ينعكس إيجابياً في تحسين الخصائص المائية والهوائية للتربة (كريدي، 2011؛ سريوخ وزملاؤه، 2020)، كما أن المادة العضوية تعد مصدراً مهماً للكربون العضوي الذي يعد مفيداً ومهماً لاستمرار النشاط الحيوي في التربة.

3. الآزوت والفوسفور والبوتاسيوم ونسبة C/N

يتبين من الجدول (2) أن قيم الآزوت والفوسفور والبوتاسيوم كانت الأعلى في مخلفات روث الأغنام حيث بلغت نسبة N و P و K (1.79 و 0.5 و 0.70%) على التوالي وكانت الفروقات معنوية مقارنة بالنوعين الآخرين (روث الخيل مع النشارة ومخلفات تقليم الزيتون). وتعود هذه القيم المرتفعة من العناصر الخصوبية في كومبوست روث الأغنام المخمر إلى طبيعة المركبات الداخلة في تكوينه وسرعة تحليلها.

أما بالنسبة إلى نسبة الكربون إلى الآزوت (C/N) فقد انعكس المحتوى المرتفع للأزوت في روث الأغنام في انخفاض نسبة الـ C/N فيها، حيث بلغت (15.28) وهذا يعود إلى طبيعة المخلفات سريعة التفكك فيها، مقارنة بمخلفات روث الخيل والتي تحتوي نسبة كبيرة من نشارة الخشب بطيئة التحلل وكذلك الأمر ذاته بالنسبة لمخلفات التقليم صعبة التفكك في الزيتون، وتتفق هذه النتائج مع ما أورده (Farag *et al.*, 2009).

الجدول 2. نتائج تحاليل الأنواع المختلفة للكومبوست الناضج بعد تمام التخمر

K %	P %	C/N	N %	O.M %	C %	الكثافة غ/سم ³	EC dS/m	PH 10:1	المخلفات العضوية
0.15c	0.19c	25.09a	1.52b	65.60a	38.14a	0.52a	1.31b	7.78b	روث خيل + نشارة خشب
0.36b	0.38a	23.18a	1.48b	59.04b	34.37b	0.36c	0.94c	8.44a	مخلفات تقليم زيتون
0.70a	0.50b	15.28b	1.79a	47.09c	27.36c	0.45b	5.52a	7.86b	روث أغنام
0.051	0.037	3.242	0.202	6.882	6.976	0.047	0.346	0.130	LSD 5%

الاستنتاجات والتوصيات

الاستنتاجات

- إمكانية استعمال أنواع الكومبوست المنتج في تسميد جميع الأراضي عمومًا ولا سيما الأراضي الطينية والرمليّة.
- تفوق كومبوست مخلفات روث الأغنام على النوعين الآخرين في محتواه من العناصر الخصوبية الرئيسة، وبلغت نسبتها كما يلي: الآزوت، الفوسفور والبوتاسيوم 1.79، 0.50 و 0.70%.

التوصيات

- اعتماد طريقتي الكومة والخطوط مقارنة بطريقة الأحواض كونهما من الطرائق البسيطة والسهلة في إنتاج الأنواع المختلفة للكمبوست، واقتراح تعميمها على الفنيين والمزارعين كوسيلة آمنة لتدوير المخلفات العضوية.
- يوصى باستعمال كومبوست روث الأغنام كدرجة أولى مقارنة بالنوعين الآخرين، كونه أظهر تفوقاً في محتواه من العناصر الخصوبة.

المراجع

- أحمد، عبد الحكيم. 2007. تأثير الأسمدة العضوية في تحسين خصائص التربة وإنتاج محصول البطاطا (زراعة عضوية)، أطروحة ماجستير - كلية الزراعة - جامعة حلب.
- سربوخ، سعود، سليمان، سليم، ومحمد سعيد، الشاطر. 2020. أثر السماد البلدي للماعز في بعض الخصائص الفيزيائية والمائية للتربة القلابة (Vertisol) في سورية. مجلة جامعة دمشق للعلوم الزراعية، المجلد 36. العدد 1.
- الشاطر، محمد سعيد، فاروق، فارس وأكرم، البلخي. 2004. مقارنة تأثير السماد العضوي المتخلف عن إنتاج البيوغاز والسماد البلدي والكمبوست في تخصيب نوعين من الترب السورية. المؤتمر الاوربي العربي للبيئة في تونس من 29 وحتى 31 اذار-2004.
- الشاطر، محمد سعيد، القصبي، عبدالله. 1997. فعالية امتصاص البرسيم للفوسفور المضاف بصورة سوبر فوسفات الثلاثي أو فرشة الغنم. مجلة باسل الأسد للعلوم الزراعية. العدد الثالث 19.
- كريدي، نبيلة. 2011. دراسة أنواع مختلفة من كومبوست المخلفات الزراعية، ومعرفة تأثيرها في بعض خصائص التربة وإنتاجية النبات، أطروحة ماجستير - كلية الزراعة - جامعة دمشق.
- Magdich, S and Ben Rouina, B. 2022. Impact of compost agronomic application on soil chemical properties and olive trees (*Olea europaea L.*) growth parameters. Journal of Arid Arboriculture and Olive Growing Volume 1(1): 42–54, 2022 ISSN (Print): 2811-6311.
- Farrag, Amal M.; A. H. Hanafy-Ahmed and Hanaa F. Ahmed. 2009. Effect of Sheep Manure, Phosphorus Levels and Chemical Fertilizers as Well as Biofertilizers on Growth, Yield, Nitrate Accumulation and Chemical Components of Broccoli (*Brassica oleracea var italica*). J. Agric. Sci. Mansoura Univ., 34 (4): 3239 - 3261.



توصيف الأحماض الهيومية والفولفية المستخلصة من أنواع مختلفة من كومبوست المخلفات العضوية

Characterization of Humic and Fulvic Acids Extracted from Different Types of Compost

أ.د. محمد سعيد الشاطر⁽²⁻¹⁾ أ.د. أكرم البلخي⁽²⁻¹⁾ د. حسان درغام⁽²⁾

Prof. Mohammad said Al - Shater⁽¹⁻²⁾

Prof. Akram Al Balkhi⁽¹⁻²⁾

Dr. Hassan Dergham⁽²⁾

balkhiakram@yahoo.com

Received 13 February 2024; Accepted 29 May 2024

(1) قسم علوم التربة، كلية الزراعة، جامعة دمشق، سورية.

(1) Department of Soil sciences, Faculty of Agriculture, Damascus University, Syria.

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

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

الملخص

جرى استخلاص الأحماض الهيومية، والفولفية من أنواع الكومبوست (روث الخيل، الأغنام ومخلفات الزيتون) المحضر في قسم التقانات الحيوية والمخابر في المركز العربي لدراسات المناطق الجافة والأراضي القاحلة (أكساد) بهدف تحديد نسبة الاستخلاص الأفضل (كومبوست/ ماءات البوتاسيوم) باستخدام ماءات البوتاسيوم بتركيز 0.2 نظامي. بينت النتائج إن كمية الأحماض الهيومية والفولفية المستخلصة تزداد بزيادة نسبة الاستخلاص لكل نوع من الأنواع المختلفة للكومبوست، وكان حجم الأحماض الهيومية والفولفية المستخلصة من كومبوست الزيتون الأقل كمية عند نسبة الاستخلاص 1:5، تراوحت قيم الرطوبة للمستخلصات المدروسة ما بين 96.30 و 97.80% كمتوسط من الوزن الجاف لأنواع الكومبوست، وال pH ما بين 7.99 و 11.72 وال EC ما بين 8.40 و 18.54 ديسيمنس/م كمتوسط للمستخلصات المختلفة لأنواع الكومبوست، ويتبين أن قيم درجة القلوية والأملاح مرتفعة، مما يتطلب تعديل درجة حموضة هذه المستخلصات بحمض الكبريت وتمديدتها بالماء عند رشها على المجموع الخضري، وتبين النتائج أن مستخلصات روث الأغنام تفوقت بمحتواها من الأزوت والبوتاسيوم في كلا المستخلصين 5:1 و 10:1 حيث بلغت النسبة المئوية للأزوت والبوتاسيوم (0.090 و 0.565%، 0.087 و 0.554%) ولكلا نسبي الاستخلاص وبالترتيب السابق، وهي ضمن الحدود الطبيعية التي تسمح برش مستخلصات الأحماض الهيومية والفولفية على المجموع الخضري للحاصلات الزراعية.

الكلمات المفتاحية: أحماض هيومية وفولفية، كومبوست، الرش الورقي، المجموع الخضري.

Abstract

Humic and fulphic acids were extracted from compost types (horse manure, sheep manure, and olive waste) prepared in the Department of Biotechnology and Laboratories at the Arab Center for the Studies of Arid Zones and Drylands (ACSAD) with the aim of determining the best extraction ratio (compost / potassium water) using potassium water at a concentration of 0.2 N. The results showed that the amount of humic and fulvic acids extracted increases with increasing the extraction ratio for each of the different types of compost, and the volume of humic and fulvic acids extracted from olive compost was the lowest quantity at the extraction ratio of 1:5, the moisture values of the studied extracts ranged between 96.30 and 97.80% as an average dry weight for compost types, pH between 7.99 and 11.72 and EC between 8.40 and 18.54 ds / m as an average for different extracts for compost types. It is found that the values of the degree of alkalinity and salts are high, which requires adjusting the pH of these extracts with sulfuric acid and extending them with water when sprayed on the vegetative system, and the results show extracted sheep manure was higher in its content of nitrogen and potassium in two extractions 1:5, 1:10, that were (0.090, 0.565% and 0.087, 0.554%) of two extractions ratio with same order, and also "concentrations of iron, manganese, zinc, and copper are within the natural limits that allow spraying extracts of humic and fulvic acids on the vegetative system of agricultural crops.

Key words: Humic and fulvic acids, compost, foliar spraying, vegetative system

المقدمة

تعد الأحماض الهيومية المكون الأساسي للذبال، وتؤدي الأحماض الدبالية دوراً مهماً في تحديد خصائص المادة العضوية وتأثيراتها الفيزيائية والكيميائية، وتتكون المركبات الدبالية من هيكل أساسي من مجاميع فينولية مبلمرة ومؤكسدة، وأن الأحماض الأمينية والببتيدات وبعض المواد العضوية الأخرى مرتبطة بهذه الوحدات الفينولية (البليخي وزملاؤه، 2006)، ولأن اللغنين يتكون من وحدات فينولية وتشكل جزءاً كبيراً من تركيب النبات وهي مقاومة للتحلل لذلك عدت بأنها المصدر الرئيسي للوحدات الفينولية، التي منها تتخلق الأحماض الدبالية (أبو نقطة والشاطر، 2010). تتكون المواد الدبالية من عدد من المركبات ذات الأوزان الجزيئية الكبيرة، وقسم كبير من تلك المواد يرتبط بمختلف الروابط مع الجزء العضوي أو المعدني لذا، فإن فصلها وتجزئتها يتطلب المذيبات اللازمة لتحطيم هذه الروابط، وقد شاع استخدام الحموض المعدنية مثل حمض كلور الماء وحمض الكبريت والقلويات مثل ماءات الصوديوم، وماءات البوتاسيوم إلخ، وبتركيز مركزة لإتمام التحطيم والإذابة (أبو نقطة والشاطر، 2010)، بينما استخدمت تراكيز مخففة للحصول على الأحماض الهيومية وبعض المركبات الدبالية الذائبة. نتج عن الاستخدام المفرط للأسمدة الكيميائية انخفاض وتدهور في خصائص التربة المختلفة وانخفاض نسبة المادة العضوية، مما انعكس سلباً على الإنتاجية. (الشاطر والقصبي، 1997)، ويتجه العالم حالياً نحو تقانات الزراعة النظيفة، وذلك باستخدام الكومبوست ذات المصدر الحيواني أو النباتي أو الخليط بينهما، للتقليل من معدلات الأسمدة الكيميائية عالية التكاليف (الشاطر وزملاؤه، 2004؛ سربوخ وزملاؤه، 2020)، وتكمن أهمية البحث في إدارة سليمة للأنواع

المختلفة للكومبوست المنتج في المزارع المنتشرة في البلدان العربية، والمحطات البحثية للمركز العربي لدراسات المناطق الجافة والأراضي القاحلة (أكساد)، وإعطاء الأنواع المختلفة للكومبوست المنتج قيمة إضافية مهمة عند استخلاص الأحماض الهيومية والفولفية، ومركبات عضوية أخرى (كالأحماض الأمينية والهرمونات ومحفزات النمو..... إلخ) بماءات البوتاسيوم التي تغني المنتج بكميات مهمة من البوتاسيوم الموجود بصورة ذائبة ومتاحة لامتصاص المجموع الخضري للحاصلات الزراعية (موسى، 2012)، وإنتاج سماد عضوي طبيعي قابل للرش على المجموع الخضري بفاعلية وجودة عالية، ويساهم في تحسين خصائص النمو والإنتاجية من ناحية الكمية والتنوعية، كما يمكن استعمال المزيج المنتج (أحماض هيومية وفولفية.... إلخ) كمحلل للرش لمقاومة إجهادات الجفاف والملوحة (الشاطر، 2023). تركز الاهتمام في السنوات الأخيرة حول إدخال بعض التقانات الحديثة في الزراعة، ومنها التغذية الورقية باستعمال أنظمة الري الحديث، فقد أكدت الأبحاث أن من 60 إلى 85% من حاجة النبات يمكن إعطاؤها عن طريق التغذية الورقية، (العامري ومطلوب، 2012؛ محسن وزملاؤه، 2014؛ معلا وزملاؤه، 2015؛ مهنا وزملاؤه، 2015؛ الشمري والزبيدي، 2017)، كما أكدت الأبحاث السابقة أيضاً على أهمية إضافة المخضبات العضوية مثل (أحماض الهيومك) بتركيزات منخفضة لتحسين تغذية النبات، خصائص التربة، الإسراع في النمو وزيادة الإنتاج، وبين كل من (أبو نقطة والشاطر، 2010؛ مغول وزملاؤه، 2019؛ الشاطر والبلخي، 2021) و (Afifi and Al gharib, 2014; Magdich and Ben Rouina, 2022) أن الأحماض الهيومية هي مواد معقدة مشتقة من تحليل المادة العضوية.

أوضح العامري ومطلوب (2012) أن رش النباتات بهيومات البوتاسيوم بتركيز 20 مل/لتر (عدة مرات) زاد الوزن الجاف للمجموع الخضري والجذري ووزن الثمرة وحاصل الثمار ونسبة المواد الصلبة الذائبة الكلية في عصير ثمار البندورة، وحصل مهنا وزملاؤه (2015) على أعلى معدل لمكونات محصول الذرة الصفراء عند رش الأحماض الهيومية، كما أن الأحماض الهيومية تعزز مقاومة النبات للإجهادات البيئية (كانخفاض معدل الهطل المطري وتذبذبه، ارتفاع في معدل الحرارة والجو، التأثير بالأملاح والجفاف (الشاطر، 2023)، لذا جرى في هذا البحث التركيز على استخلاص الأحماض الهيومية من أنواع مختلفة من كومبوست المخلفات العضوية، الناتجة في المحطات البحثية للمركز العربي لدراسات المناطق الجافة والأراضي القاحلة، وتأثير اختلاف نسبة الاستخلاص بماءات البوتاسيوم في كمية ومكونات الأحماض الهيومية من العناصر الخصوبية الضرورية للنمو النباتي. ويهدف هذا البحث إلى:

- توصيف الكومبوست المحضر من مخلفات عضوية مختلفة.
- استخلاص الأحماض الهيومية من أنواع الكومبوست المحضر بطرائق مختلفة في محطات أكساد البحثية.
- اختيار نسبة الاستخلاص المثلى من ماءات البوتاسيوم للحصول على أعلى نسبة جيدة من الأحماض الهيومية والفولفية.
- توصيف الأحماض الهيومية والفولفية من الناحية الكمية، وتحديد مكوناتها من العناصر المغذية.
- إعطاء قيمة إضافية لأنواع الكومبوست المنتج باستخلاص الأحماض الهيومية والفولفية بماءات البوتاسيوم، وكون المنتج قابل للرش، ويحتوي على العناصر المغذية للنبات.

مواد وطرائق البحث

مواد البحث

استُخدمت كميات كافية من أنواع الكومبوست المختلفة والمحضرة في محطتي بحوث إزرع والصبورة بطرائق علمية مختلفة باستخدام ثلاثة أنواع من المخلفات العضوية الطازجة (روث الخيل، روث الأغنام ومخلفات تقليم أشجار الزيتون).

1. كومبوست مخلفات تربية الخيول بطريقة الأحواض (الطريقة الهندية)

- نُفذت طريقة التخمير في محطة بحوث الصبورة التابعة للمركز العربي /أكساد/ باستخدام حوض مصنوع من البلوك الأسمنتي بأبعاد مقدارها 3 متر طولاً، 2 متر عرضاً، 1 متر عمقاً مع تخصيص فتحات في جميع جدران الحوض للتهوية، ورش الماء.

- مُلئ الحوض بروث الخيول المخلوط بنشارة الخشب مع الترتيب وإضافة سماد اليوريا بمعدل 0.15% من المادة الجافة لتعديل نسبة C/N لتصبح أقل من 30 في الكومة المحضرة للتخمير.

2. كومبوست مخلفات تقليم الزيتون بطريقة الكومة

اختير مكان ملائم للتخمير بحيث يكون محمياً من التيارات الهوائية، المسيلات المائية، وغير معرض لأشعة الشمس المباشرة، وقريب من مصدر مائي عذب، ثم حضرت كومة التخمير بحجم متر مكعب واحد محتوية على مخلفات تقليم الزيتون المفرومة بطول أقل من 5 سم، وقطر أقل من 1 سم، باستعمال فرامة المخلفات العضوية، وروث الأغنام غير المخمر، وحددت المكونات الداخلة في الخلطة بحيث تكون نسبة C/N لا تزيد عن 30/1 للحصول على نشاط حيوي جيد. رطبت الكومة بما يعادل 50% حجماً، وغطيت باستخدام شرائح البولي إيثيلين البلاستيكية للتقليل من فقد الأروث بالتطاير.

3. كومبوست مخلفات تربية الأغنام والماعز مع فرشاة القش

خُصِّصَ هذا الكومبوست في محطة بحوث أكساد (إزرع - محافظة درعا) باستخدام مخلفات تربية الأغنام والماعز (بما يعادل 400 متر مكعب سنوياً)، ونُشرت هذه المخلفات على شكل مصاطب (مصفوفات) بطول 50 متر وعرض 3 متر وارتفاع 1 متر، وجرى ترطيبها بشكل مستمر لتصل رطوبتها إلى 20%، وبما لا يزيد عن 50% حجماً لضمان نشاط الكائنات الحية. ويبين الجدول (1) الصفات الكيميائية والخصوبية للمخلفات العضوية بعد تمام التخمير والنضج لأنواع الكومبوست المختلفة

الجدول 1. الصفات الكيميائية والخصوبية لأنواع المختلفة للكومبوست الناضج بعد تمام التخمير

المخلفات العضوية	PH 10:1	EC dS/m	الكثافة غ/سم ³	OC %	%O.M	N %	C/N	P %	K %
روث خيل + نشارة خشب	7.78 ^b	1.31 ^b	0.52 ^a	38.14 ^a	65.60 ^a	1.52 ^b	25.09 ^a	0.19 ^c	0.15 ^c
مخلفات تقليم زيتون	8.44 ^a	0.94 ^c	0.36 ^c	34.37 ^b	59.04 ^b	1.48 ^b	23.18 ^a	0.38 ^a	0.21 ^b
روث أغنام	7.86 ^b	5.52 ^a	0.45 ^b	27.36 ^c	47.09 ^c	1.79 ^a	15.28 ^b	0.50 ^b	0.50 ^a
LSD 5%	0.130	0.346	0.047	6.976	6.882	0.202	3.242	0.037	0.051

يتبين من الجدول السابق أن قيمة الـ pH الأعلى كانت في مخلفات تقليم الزيتون حيث بلغت (8.44)، بينما القيمة الأقل في مخلفات روث الخيل ونشارة الخشب حيث بلغت (7.78)، بينما بلغت قيمة الـ pH في روث الأغنام (7.86)، وتعد هذه القيم طبيعية وتتفق مع (Magdich and Ben Rouina, 2022)، أما بالنسبة لـ EC، فقد تراوحت ما بين 1.31 و 5.52 ديسيمنس/م)، وكانت القيمة الأعلى في مخلفات روث الأغنام حيث بلغت 5.52 ديسيمنس/م وبفروقات معنوية مقارنة بالنوعين الآخرين، وتعد هذه القيمة لروث الأغنام مرتفعة قليلاً، أما بالنسبة إلى مادة العضوية فقد تراوحت قيمها ما بين (47.09 و 65.60%)، حيث كانت القيمة الأعلى في معاملة روث الخيل ونشارة الخشب حيث بلغت (65.60%) وبفروقات معنوية مقارنة بالنوعين الآخرين، بينما كانت القيمة الأدنى في معاملة روث الأغنام حيث بلغت (47.09%)، وتعود نسب المادة العضوية المرتفعة في روث الخيل إلى وجود نشارة الخشب كفرشة مستعملة في مرايض الخيول. يتبين من الجدول السابق بأن قيم الآزوت والفوسفور والبوتاسيوم كانت الأعلى في مخلفات روث الأغنام حيث بلغت نسبة N و P و K (1.79 و 0.50 و 0.50%) على التوالي. وتعود هذه القيم المرتفعة من العناصر الخصوبة في كومبوست روث الأغنام المخمر إلى طبيعة المركبات الداخلة في تكوين عليقتها وسرعة تحليلها، وتتفق مع ما ذكره (كريدي، 2011) و (Farag *et al.*, 2009).

العلاقة بين نسبة الاستخلاص، وحجم مستخلص الأحماض الهيومية والفولفية لأنواع الكومبوست المختلفة

توضح نتائج الجدول (2) أن كمية الأحماض الهيومية المستخلصة تزداد بزيادة نسبة الاستخلاص لكل نوع من الأنواع المختلفة للكومبوست، وكان حجم الأحماض الهيومية والفولفية المستخلصة من كومبوست الزيتون الأقل عند نسبة الاستخلاص 1:5، مما قد يعزى إلى الطبيعة المختلفة لمخلفات تقليم الزيتون، وإلى طريقة تحضيرها للتخمير (التقطيع بالفرامة)، بينما كانت كمية الأحماض الهيومية والفولفية المستخلصة من كومبوست روث الأغنام هي الأكبر في نسب الاستخلاص المختلفة، ويمكن أن يعود ذلك لطبيعتها ومكوناتها وسرعة تخمرها.

الجدول 2. العلاقة بين نسبة الاستخلاص، وحجم مستخلص الأحماض الهيومية والفولفية لأنواع الكومبوست المختلفة

أنواع الكومبوست	نسبة الاستخلاص	حجم مستخلص الأحماض الهيومية مل
كومبوست الخيل	5:1	131
كومبوست تقليم زيتون	5:1	126
كومبوست روث الأغنام	5:1	142
كومبوست الخيل	10:1	396
كومبوست تقليم زيتون	10:1	380
كومبوست روث الأغنام	10:1	399
كومبوست الخيل	20:1	716
كومبوست تقليم زيتون	20:1	770
كومبوست روث الأغنام	20:1	820

وتبين معطيات الجدول (2) إمكانية الحصول على مستخلص الأحماض الهيومية والفولفية الكلية في المحطات البحثية للمركز العربي لدراسات المناطق الجافة والأراضي القاحلة (أكساد) من جميع أنواع الكومبوست المنتج وبنسب الاستخلاص

المختلفة (1:5، 1:10، 1:20)، ومن المفيد في هذا المقام التنويه إلى أنه جرى استبعاد مستخلصات الأحماض الهيومية والفولفية المستخلصة بنسبة (1:20) من التوصيف الكيميائي والخصوبي، نظرًا للتمديد الكبير لتلك المستخلصات، مما يتطلب توفير عبوات كبيرة، مناسبة الحجم، مكان واسع للتخزين والتداول، وإن هذه العبوات تكون عادة ذات سعر مرتفع نسبيًا حتى تسطيع استيعاب الكميات المنتجة في حال تسويقها.

طرائق البحث

استعملت الطرائق المذكورة في Jones (2001)، ونفذت التحاليل في مخابر قسم التقانات الحيوية والمخابر التابعة للمركز العربي (أكساد)، وقيس الـ pH في مستخلصات الحموض الهيومية بجهاز الـ pH، بينما الـ EC باستعمال جهاز الناقلية الكهربائية، وقدرت المادة العضوية بتقدير الكربون العضوي في مستخلصات الأحماض الهيومية والفولفية، وتحسب المادة العضوية باستخدام معامل تحويل ملائم؟، حيث جرت أكسدة الكربون العضوي بأيون الديكرومات في وسط شديد الحموضة من حمض الكبريت المركز، وإضافة دليل الفروئين، ثم المعايرة بكبريت الحديدي النشادرية.

قدر الآزوت الكلي بطريقة كلداهل، وأخذ ثلاث عينات بحجم متساوٍ من مستخلصات الأحماض الهيومية، وهضمها بمزيج من حمض الكبريت المركز وحمض السالسليلك، ثم التقطير والمعايرة بحمض الكبريت الممدد، وأخذت ثلاث عينات متساوية الحجم من مستخلصات الأحماض الهيومية لتقدير الفسفور والبوتاسيوم الكلي بطريقة الهضم الرطب بمزيج من حمض البيروكلوريك، وحمض الآزوت المركزين، وقدر الفسفور باستخدام جهاز سبيكتروفوتومتر (مقياس مطيافية اللون)، والبوتاسيوم باستخدام جهاز (مقياس مطيافية اللهب). قدرت العناصر الصغرى بثلاث عينات متساوية الحجم من مستخلصات الأحماض الهيومية، وهضمها بمزيج من حمض البيروكلوريك وحمض الآزوت المركزين، واستخدم جهاز الامتصاص الذري لمعرفة تركيزها.

● استخلاص الأحماض الهيومية والفولفية

جرى استخلاص الأحماض الهيومية، والفولفية من أنواع الكومبوست المحضر بهدف تحديد نسبة الاستخلاص الأفضل (كومبوست/ ماءات بوتاسيوم) باستخدام ماءات بوتاسيوم بتركيز 0.2 نظامي، التي تستطيع استخلاص أكبر كمية من الأحماض الهيومية والفولفية، حيث أخذت ثلاثة عينات من كل نوع من أنواع الكومبوست المحضر بطرائق مختلفة بوزن 50 غرام (حسبت على أساس وزن جاف)، ووضعت في دورق مخروطي سعة لتر، وأضيفت للأولى 250 مل من ماءات البوتاسيوم 0.2 نظامي في حين أضيف للثانية 500 مل وللثالثة 1000 مل أي (ثلاث نسب للاستخلاص 5:1، 10:1، 20:1)، ثم اتبعت الخطوات التالية:

- جرى الرج لمدة نصف ساعة وترك المعلق لمدة 48 ساعة ليترقد.
- جرت إبانة المستخلص مع محاولة عدم انتقال أي جزء من الكومبوست للمستخلص.
- جففت المستخلصات لأنواع الكومبوست المختلفة في الفرن على درجة حرارة 55 درجة مئوية، ثم وزن راسب الأحماض الهيومية.

- يجب التنويه إلى أهمية تعديل درجة حموضة المستخلصات المختلفة لأنواع الكومبوست قبل الرش على المجموع الخضري بحمض الكبريت المركز التجاري لتصبح قيمتها 7.
 - ينصح بتمديد مستخلصات الأحماض الهيومية والفولفية بماء الري قبل رش المجموع الخضري للحاصلات الزراعية.
- التحليل الاحصائي: استخدم برنامج SPSS لحساب أقل فرق معنوي LSD.

النتائج والمناقشة

الصفات الفيزيوكيميائية والخصوبية للأحماض الهيومية والفولفية الكلية المستخلصة من الأنواع المختلفة للكومبوست

1. نسبة الرطوبة والمادة الجافة

بينت معطيات الجدول (3) أن قيم الرطوبة للمستخلصات المدروسة تراوحت ما بين 96.30 و 97.80% كمتوسط من الوزن الجاف لأنواع الكومبوست، كما يتبين من الجدول (3) أن نسبة المادة الجافة الأعلى كانت في مخلفات الأغنام للمستخلص 5:1 حيث بلغت (3.7%) وبفروقات معنوية مقارنة بالمعاملات الأخرى، تلتها المعاملة مخلفات الأغنام للمستخلص 10:1 حيث بلغت (3.2%) بينما كانت القيمة الأخفض في مخلفات تقليم الزيتون حيث بلغت (2.0%)، وربما يعود ارتفاع نسبة المادة الجافة في مخلفات الأغنام إلى طبيعة مكوناتها وسرعة تخمرها وتبدلها وارتفاع محتواها من العناصر المعدنية وتتفق مع ما أورده (محسن وزملاؤه، 2014).

2. الـ pH و EC

تبين نتائج الجدول (3) أن قيمة الـ pH الأعلى كانت في مستخلص كومبوست مخلفات تقليم الزيتون حيث بلغت (11.44)، بينما القيمة الأخفض في مخلفات الخيل ونشارة الخشب حيث بلغت (7.78)، بينما بلغت قيمة الـ pH في روث الأغنام (7.86)، ويعود ارتفاع الـ pH عموماً في المستخلصات كافة نتيجة الاستخلاص بمحلول هيدروكسيد البوتاسيوم القلوي، أما بالنسبة إلى EC، فقد تراوحت ما بين (8.49 و 18.54 ديسيمنس/م)، وكانت هذه القيم مرتفعة نتيجة استخلاصها بمحلول هيدروكسيد البوتاسيوم وكانت القيمة الأعلى في مخلفات روث الأغنام حيث بلغت (18.54 ديسيمنس/م) وبفروقات معنوية مقارنة بالنوعين الآخرين، ويعود ارتفاع EC في مستخلص روث الأغنام إلى ارتفاعها في روث الأغنام قبل الاستخلاص حيث بلغت (5.52 ديسيمنس/م) إضافة إلى الارتفاع نتيجة الاستخلاص بمحلول قلوي، ومن الملاحظ أن جميع هذه القيم عموماً مرتفعة ولا سيما درجة القلوية، والأملاح هذا ما دعى الباحثين للنصح بإضافة كميات من حمض الكبريت التجاري لخفض الـ pH، وبتمديد مستخلصات هذه الأحماض الهيومية والفولفية بالماء العذب ولمرتين أو أكثر عند الرش على المجموع الخضري، ويفضل الرش على عدة مرات خلال مراحل النمو كلما كان ذلك متاحاً، وبحسب حاجة المحصول (العامري ومطلوب، 2012؛ محسن وزملاؤه، 2014؛ مهنا وزملاؤه، 2015؛ الشمري والزيدي، 2017؛ الشاطر، 2023)، لأن رش (أحماض الهيومك) بتركيز مخففة يحسن تغذية الحاصلات الزراعية والإسراع في النمو وزيادة الإنتاج.

3. المادة العضوية OM

تراوحت قيم المادة العضوية ما بين (0.92 و 2.05%) وزناً رطباً وتعادل (46 و 55%) وزناً جافاً، حيث كانت القيمة الأعلى في معاملة مستخلص روث الأغنام 5:1 حيث بلغت (2.05%) وبفروقات معنوية مقارنة بالنوعين الآخرين، بينما كانت القيمة الأدنى في معاملة كومبوست تقليم الزيتون حيث بلغت (0.92% W/V)، وتعود ارتفاع هذه النسبة في روث الأغنام إلى

طبيعة المواد الداخلة في تركيب عليقة الأغنام وسرعة تحليلها وتبدلها وانخفاض نسبة الـ C/N فيها، حيث بلغت (15.28)، مقارنة بمخلفات روث الخيل التي تحتوي نسبة كبيرة من نشارة الخشب بطيئة التحلل وكذلك الأمر ذاته بالنسبة لمخلفات التقليل صعبة التفكك في الزيتون. وتتفق هذه النتائج مع (Afifi and Al gharib, 2014).

الجدول 3. الصفات الكيميائية للأحماض الهيومية والفولفية الكلية المستخلصة من الأنواع المختلفة للكومبوست

المستخلص	الرطوبة %	نسبة المادة الجافة %	PH معلق 10:1	EC dS/m	كربون عضوي % W/V	مادة عضوية % W/V
كومبوست الخيل 5:1	97.6 ^b	2.4 ^d	8.05 ^d	8.49 ^d	0.78 ^b	1.35 ^{b c}
كومبوست تقليل الزيتون 5:1	97.2 ^c	2.8 ^c	7.99 ^d	10.03 ^d	0.93 ^b	1.60 ^b
كومبوست روث الأغنام 5:1	96.3 ^e	3.7 ^a	7.88 ^c	18.54 ^a	1.19 ^a	2.05 ^a
كومبوست الخيل 10:1	97.6 ^b	2.4 ^d	9.73 ^c	9.33 ^d	0.80 ^b	1.38 ^b
كومبوست تقليل الزيتون 10:1	98.0 ^a	2.0 ^e	11.72 ^a	12.51 ^c	0.55 ^c	0.96 ^c
كومبوست روث الأغنام 10:1	96.8 ^d	3.2 ^b	10.83 ^b	16.22 ^b	0.89 ^b	1.53 ^b
LSD5%	0.09	0.11	0.160	2.23	0.155	0.395

4. الأزوت والفوسفور والبوتاسيوم

يتبين من الجدول (4) أن قيم الأزوت والفوسفور والبوتاسيوم كانت عمومًا الأعلى في كومبوست روث الأغنام، حيث بلغت نسبة N (0.087 و 0.090) وزناً رطباً وتعادل 2.35 و 2.43% وزناً جافاً في كل من المستخلصين 5:1 و 10:1 على الترتيب وبفروقات غير معنوية بين المستخلصين، أما بالنسبة إلى الفوسفور فقد بلغت أعلى قيمة له في المعاملتين كومبوست تقليل الزيتون 10:1 و كومبوست روث الأغنام 5:1 حيث بلغت (0.07 و 0.019) وزناً رطباً وتعادل 3.50 و 0.51% وزناً جافاً على الترتيب. أما بالنسبة إلى البوتاسيوم فقد بلغت أعلى قيمة في معاملة مستخلص روث الأغنام حيث بلغت (0.56 و 0.55) وزناً رطباً وتعادل 15.10 و 17.18% وزناً جافاً في المستخلصين 5:1 و 10:1 على الترتيب وبفروقات غير معنوية بين المستخلصين، بينما بلغت أدنى قيمة في كومبوست الخيل 5:1 حيث بلغت 0.265% وزناً رطباً وتعادل 11.04% وزناً جافاً، وتتفق هذه النتائج مع (Afifi and Al gharib, 2014).

ويعود تفوق معاملة مستخلصات كومبوست روث الأغنام عمومًا في محتواه من العناصر الخصوبة الكبرى لاسيما الأزوت والبوتاسيوم، إلى طبيعة المخلفات سريعة التفكك فيها، مقارنة بمخلفات روث الخيل التي تحتوي نسبة كبيرة من نشارة الخشب بطيئة التحلل وكذلك الأمر ذاته بالنسبة إلى مخلفات التقليل صعبة التفكك في الزيتون. وتتفق هذه النتائج مع ما أورده (Frag *et al*, 2009).

5. العناصر الصغرى Fe, Mn, Zn, Cu.

يظهر الجدول (4) محتوى مستخلصات روث الخيل وتقليم الزيتون وروث الأغنام من العناصر الصغرى Fe, Mn, Zn, Cu، حيث يلاحظ تفوق معاملة كومبوست روث الأغنام في محتوى الحديد Fe حيث بلغت قيمته (160.5 و 133.9 ppm في كل من المستخلصين 5:1 و 10:1 على الترتيب)، بينما كانت القيمة الأدنى في معاملة كومبوست تقليم الزيتون 10:1 حيث بلغت (55.7 ppm)، أما بالنسبة إلى المنغنيز Mn، فقد بلغت أعلى قيمة له في معاملة روث الأغنام حيث بلغت قيمته (7.31 و 4.89 ppm في كل من المستخلصين 5:1 و 10:1 على الترتيب)، بينما كانت القيمة الأدنى في معاملة كومبوست تقليم الزيتون 10:1 حيث بلغت (1.96 ppm)، أما بالنسبة للزنك Zn فقد تفوقت معاملة روث الأغنام وبفروقات معنوية على النوعين الآخرين من الكومبوست حيث بلغت قيمته (9.01 و 5.59 ppm في كل من المستخلصين 5:1 و 10:1 على الترتيب)، بينما بلغت أدنى قيمة في كومبوست الخيل 5:1 حيث بلغت في (3.26 ppm). إضافة لذلك فقد سلك عنصر النحاس سلوكاً مشابهاً المحتوى للعناصر الصغرى الثلاثة السابقة من حيث المحتوى، حيث تفوقت معاملة كومبوست روث الأغنام في محتوى الحديد Fe حيث بلغت قيمته (2.55 و 138 ppm في كل من المستخلصين 5:1 و 10:1 على الترتيب)، بينما كانت القيمة الأدنى في معاملة كومبوست الخيل 5:1 حيث بلغت (1.06 ppm). وقد جرت الإشارة سابقاً إلى طبيعة مكونات روث الأغنام سهلة التفكك والتخمر والتدبل مما انعكس في ارتفاع محتواها من العناصر الخصوبة سواء الكبرى أو الصغرى.

وبينت نتائج الجدول السابق أن كمية الآزوت، الفسفور، والبوتاسيوم محسوبة كنسبة مئوية من الوزن الجاف لمستخلصات الأحماض الهيومية والفولفية، وأيضاً تراكيز الحديد، المنغنيز، الزنك، والنحاس بالجزء بالمليون هي ضمن الحدود الطبيعية التي تسمح برش مستخلصات الأحماض الهيومية والفولفية على المجموع الخضري للحاصلات الزراعية ويمكن أن تؤمن كميات مهمة من عناصر النمو، وتتفق هذه النتائج مع (العامري ومطلوب، 2012؛ مهنا وزملاؤه، 2015؛ الشمري والزبيدي، 2017).

الجدول 4. محتوى العناصر الخصوبة الكبرى والصغرى في الأحماض الهيومية والفولفية الكلية المستخلصة من الأنواع المختلفة للكومبوست

المستخلص	N% W / V	P% W / V	K% W / V	Fe ppm	Mn ppm	Zn ppm	Cu ppm
كومبوست الخيل 5:1	0.075 ^{bc}	0.015 ^c	0.265 ^d	71.32 ^c	3.47 ^b	3.26 ^c	1.06 ^c
كومبوست تقليم الزيتون 5:1	0.069 ^c	0.015 ^c	0.356 ^c	129.2 ^b	4.66 ^b	4.59 ^{bc}	1.5 ^b
كومبوست روث الأغنام 5:1	0.090 ^a	0.019 ^b	0.565 ^a	169.5 ^a	7.31 ^a	5.59 ^b	1.38 ^{bc}
كومبوست الخيل 10:1	0.070 ^c	0.013 ^c	0.37 ^c	76.5 ^c	3.43 ^b	3.72 ^c	1.17 ^c
كومبوست تقليم الزيتون 10:1	0.046 ^d	0.070 ^a	0.404 ^b	55.7 ^c	1.96 ^c	4.02 ^c	1.77 ^b
كومبوست روث الأغنام 10:1	0.087 ^{ab}	0.013 ^c	0.554 ^a	133.9 ^b	4.89 ^b	9.01 ^a	2.55 ^a
LSD%	0.013	0.012	0.045	28	1.51	1.50	0.38

الاستنتاجات والتوصيات

الاستنتاجات

- يمكن استخدام الأنواع المختلفة للكومبوست المنتج في المحطات البحثية للمركز العربي لدراسات المناطق الجافة والأراضي القاحلة في إستخلاص الأحماض الهيومية والفولفية وبكفاءة عالية.
- تزداد كمية الأحماض الهيومية والفولفية المستخلصة بزيادة نسبة الاستخلاص لكل نوع من الأنواع المختلفة للكومبوست.
- كانت كمية الأحماض الهيومية والفولفية المستخلصة من كومبوست روث الأغنام هي الأكبر في نسب الاستخلاص المختلفة.

التوصيات

- - يوصى بإضافة كميات من حمض الكبريت التجاري لخفض الـ pH في مستخلصات الأحماض الهيومية والفولفية عند استخلاصها بماءات البوتاسيوم بتركز 0.2 نظامي.
- - يوصى بتمديد مستخلصات الأحماض الهيومية والفولفية بماء الري ولمرتين أو أكثر عند الرش على المجموع الخضري، ويفضل الرش على عدة مرات خلال مراحل النمو كلما كان ذلك متاحًا.

المراجع

- أبو نقطة، فلاح ومحمد سعيد الشاطر. 2010. خصوبة التربة والتسميد. (الجزء النظري). منشورات جامعة دمشق - كلية الزراعة - سورية.
- البلخي، أكرم، أبو نقطة، فلاح، ومحمد سعيد الشاطر. 2006. الحموض الهيومية المستخلصة من مواد متنوعة ودراسة معقداتها مع المونتموريللونيت. مجلة جامعة دمشق للعلوم الزراعية المجلد (22)- العدد الثاني.
- الشاطر، محمد سعيد، فارس، فاروق، وأكرم البلخي. 2004. مقارنة تأثير السماد العضوي المتخلف عن إنتاج البيوغاز والسماد البلدي والكومبوست في تخصيب نوعين من الترب السورية. المؤتمر الأوروبي العربي للبيئة في تونس من 29 وحتى 31 آذار-2004.
- الشاطر، محمد سعيد، وأكرم البلخي. 2010. تأثير الأسمدة العضوية في إتاحة بعض العناصر الصغرى في التربة وإنتاجية السبانخ. مجلة جامعة دمشق للعلوم الزراعية. المجلد 26. العدد(2).
- الشاطر، محمد سعيد، وأكرم البلخي. 2021. خصوبة التربة والتسميد (الجزء النظري) - كلية الزراعة - منشورات جامعة دمشق.
- الشاطر، محمد سعيد. 2023. أثر المعاملات الزراعية على تحمل الحاصلات الزراعية لإجهادات الجفاف والملوحة. المؤتمر العربي الأول الخاص بالتأزر بين اتفاقيات ريو الثلاث. أكساد - دمشق - سورية 20 / 7 / 2023. p11.
- الشمري، علي، مطشر، مرزة، وعبد الله الزبيدي. 2017. تأثير التغذية الورقية بحامض الهيوميك في بعض خصائص النمو والحاصل لنبات زهرة الشمس. مجلة العلوم الزراعية والبيئية والبيطرية. المجلد 1، العدد 4: 8-1.
- العامري، نبيل، وناصر مطلوب. 2012. تأثير الأسمدة العضوية في نمو وإنتاج الطماطة تحت ظروف البيوت البلاستيكية المدفأة. مجلة الفرات للعلوم الزراعية. 4 (3): 21-38.
- محسن، كريم، الأسدي، جابر، وخلف العبودي. 2014. تأثير التغذية الورقية بالعناصر الكبرى والصغرى في الحاصل ومكونات الحنطة تحت ظروف المنطقة الجنوبية. مجلة المثني للعلوم الزراعية. المجلد 41. العدد 5.

- مخول، جرجس، نداد، محمد، زيدان، علي، وربي أبو الشملات. 2019. تأثير التغذية بالبورون، الزنك وحمض الهيوميك في نمو وإزهار شجرة الزيتون صنف الخضير. مجلة العلوم البيولوجية - المجلد 41 - عدد 5 - جامعة تشرين - سورية.
- معلا، غانية، صفاء، علا، وبديع سمرة. 2015. أثر التغذية بطرائق وتراكيز مختلفة من المخصب العضوي هيوماكس في نمو نبات الفاصولياء وإنتاجيته. مجلة جامعة دمشق للعلوم الزراعية. المجلد (31). العدد 2. ص 39 - 50.
- مهنا، أحمد، سليمان، ماجد، وفاء خضر. 2015. تأثير حمض الهيوميك والتسميد الأزوتي على بعض صفات مكونات محصول الذرة الصفراء وإنتاجيتها. المجلة الأردنية في العلوم الزراعية المجلد 11. العدد 1.
- موسى، كاظم، وميسون الساعدي. 2012. تأثير الرش بسماد هيومات البوتاسيوم في نمو وحاصل نبات الطماطة. مجلة الكوفة للعلوم الزراعية. المجلد 4. العدد (2).
- Afifi, S, and Algharib, M. 2014. Assessing the effect of humic substances extracted from compost and biogas manure on yield and quality of lettuce (*Lactuca sativa* L.). *Am. Eurasian J. Agric. Environ. Sci.*, 4, 996–1009.
- Magdich, S and Ben Rouina, B. 2022. Impact of compost agronomic application on soil chemical properties and olive trees (*Olea europaea* L.) growth parameters. *Journal of Arid Arboriculture and Olive Growing* Volume 1(1): 42–54, 2022 ISSN (Print): 2811-6311.
- Farrag, Amal M.; A. H. Hanafy-Ahmed and Hanaa F. Ahmed.. 2009. Effect of Sheep Manure, Phosphorus Levels and Chemical Fertilizers as Well as Biofertilizers on Growth, Yield, Nitrate Accumulation and Chemical Components of Broccoli (*Brassica oleracea* var *italica*). *J. Agric. Sci. Mansoura Univ.*, 34 (4): 3239 - 3261.



تأثير التسميد الآزوتي في معايير الإنتاجية لعدة أصناف من الأقماح الطرية السورية (*Triticum aestivum* L.) تحت ظروف المنطقة الساحلية

The Effect of Nitrogen Fertilization on the Productivity Traits of Several Syrian Soft Wheat Cultivars (*Triticum aestivum* L.) Under The Syrian Costal Conditions

م. آلاء ديب⁽¹⁾ د. هزاز حبيب⁽²⁾ د. غياث أحمد علوش⁽³⁾

Eng. Alaa Deeb⁽¹⁾

Dr. Hazzar Habbib⁽²⁾

Dr. Ghiath A. Alloush⁽³⁾

hazzar.habbib@yahoo.com

Received 28 March 2024; Accepted 05 June 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) الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية، مركز بحوث اللاذقية، سورية.

(2) The General Authority for Scientific Agricultural Research, Latakia Research Center, Syria.

(3) قسم علوم التربة والمياه، كلية الزراعة، جامعة اللاذقية، سورية.

(3) Department of Soil and water sciences, Faculty of Agriculture, Latakia University, Syria.

الملخص

نفذت تجربة حقلية في محطة بحوث ستخيرس - موقع دبا، خلال الموسم الزراعي 2022/2021، بهدف دراسة استجابة محصول القمح الطري (*Triticum aestivum*) لأصناف (شام 4، شام 6، شام 8، وشام 10)، للتسميد بمستويات مختلفة من السماد الآزوتي على صورة يوريا (46% N). تضمنت التجربة أربع مستويات آزوتية (0=N0، 100=N1، 200=N2، 300=N3) كغ/هـ، وبثلاث مكررات لكل معاملة وفق تصميم القطاعات العشوائية الكاملة ضمن كل صنف (RCBD)، وتمت دراسة معايير الإنتاجية. أدت الزيادة في معدلات التسميد الآزوتي لدى جميع الأصناف المدروسة إلى زيادة معنوية في عدد الإشتاءات المنتجة حيث ازدادت إلى 4 إشتاء/نبات في معاملة التسميد الآزوتي 300 كغ/هـ، وازداد عدد الحبوب ووزنها في السنابل بشكل مضطرب مع زيادة معدلات التسميد الآزوتي مما انعكس على الإنتاجية من القش والتي بلغت 12.8 طن/هـ عند مستوى التسميد الآزوتي 300 كغ/هـ للصنف شام 4، وبلغت الإنتاجية الحبية 7736 و7268 كغ/هـ للصنفين شام 4 وشام 10 في معاملة الـ 300 كغ/هـ، مقارنة بالصنفين شام 6 وشام 8 اللذين سجلا إنتاجية وقدرها 5215 و5599 كغ/هـ عند ذات المستوى من التسميد الآزوتي.

الكلمات المفتاحية: القمح الطري (*Triticum aestivum*)، إشتاء منتج، عدد الحبوب، الإنتاجية الحبية، معدل التسميد الآزوتي.

Abstract

A field experiment was conducted at the Stikheers Research Station in Dibba site during the agricultural season 2021/2022, with the aim of studying the response of soft wheat (*Triticum aestivum*) cultivars (Sham 4, Sham 6, Sham 8, and Sham 10) to different levels of nitrogen fertilizer (urea, 46% N). The experiment included four nitrogen levels (N0=0, N1=100, N2=200, N3=300 kg N/ha) and three replications for each treatment, using a randomized complete block design for each cultivar (RCBD). The productivity traits were investigated. The increased nitrogen fertilizer rates resulted in a significant increase in number of productive tillers for all cultivars. The number of tillers reached approximately 4 tillers/plant at nitrogen rate of application 300 kg N/ha. The results also showed a gradual increase in the number and weight of grains in the spikes with increasing level of nitrogen application rates. The increase in these productivity traits was reflected in the straw yield, which reached 12.8 tons/ha at the nitrogen fertilizer rate of 300 kg N/ha for the Sham 4 cultivar, and grain yield which reached 7736 and 7268 kg/ha for the Sham 4 and Sham 10 cultivars, respectively, in the 300 kg N/ha treatment. In comparison, the Sham 6 and Sham 8 cultivars had a grain yield of 5215 and 5599 kg/ha at the same nitrogen application rate.

Key words: Soft wheat (*Triticum aestivum*), productive tiller, Grain Number, Grain yield, Nitrogen Fertilization rate.

المقدمة

يتطلب زيادة الإنتاج الزراعي العالمي زيادة في كميات الأسمدة المعدنية المضافة ولا سيما الأسمدة الآزوتية (Fageria and Baligar, 2003)، وتحديداً في الترب السورية باعتبار محتواها من المادة العضوية منخفض وبالتالي تعاني من نقص في الآزوت المتاح (Ryan *et al.*, 2009) إذ يعد من أحد العناصر الغذائية التي يحتاجها النبات بكميات كبيرة نسبياً (Carrillo *et al.*, 2022) والضرورية من أجل نموه وتطوره (Kaur *et al.*, 2016) فتصل نسبته إلى حوالي 7% من المادة الجافة (Ortiz-Monasterio, 1999) إضافة إلى كونه أساس الكثير من المركبات الخلوية النباتية كالأحماض الأمينية والبروتينات والأنزيمات والكلوروفيل (Krapp, 2015) الذي يستخدمه النبات عن طريق التقاط الأشعة الشمسية خلال عملية التمثيل الضوئي وذلك لتصنيع المادة الجافة (Bojovic and Stojanovic, 2005) لذلك يزيد التسميد الآزوتي من إنتاجية المحاصيل وبشكل خاص محصول القمح (Cassman *et al.*, 2002)، حيث يضيف المزارعون معدلات عالية منه على أمل الحصول على الغلة الحبية لكن تبين وجود علاقة غير خطية تربط بين تلك المعدلات العالية والغلة الحبية (Liang *et al.*, 2013)، إذ إن حوالي 107.6 مليون طن من الأسمدة الآزوتية قد استهلك في العام 2013 (Lu and Tian, 2017)، مما يساهم ذلك في زيادة انبعاث غازات الدفيئة وتلويث البيئة (Raun and Johnson, 1999) كنتيجة تعرض الآزوت المعدني للفقد من خلال عمليات الانغسال والتطاير (Ippc, 2007)، إذ تعتبر نسبة استفادة محصول القمح من الأسمدة المضافة حوالي 30-35% والباقي غير متاح (Gaju *et al.*, 2011)، عدا عن الكلفة العالية للسماد الآزوتي كل ذلك يؤكد أهمية الإدارة السليمة لعنصر الآزوت وتحسين كفاءة الإضافات السماكية من خلال معدل الإضافة الأمثل (Hawkesford, 2014). بالنسبة إلى محصول القمح فإن الآزوت

يؤثر على الغلة الحبية من خلال تأثيره في عدد الإسطوانات المنتجة وعدد السنبيلات في السنبلة وعدد الحبوب في السنبلة (Ullah *et al.*, 2018).

أكدت العديد من الدراسات التأثير الإيجابي للإضافات الآزوتية في نمو وإنتاجية محصول القمح، إذ أظهرت دراسة حول أثر المعدل الآزوتي في مكونات الغلة، أن عنصر الآزوت قد زاد من عدد السنبال/م²، عدد الحبوب في السنبلة ووزن الألف حبة (Hussain *et al.*, 2006). وفي دراسة أخرى أوضح Khan وزملاؤه (2017) أن زيادة التسميد الآزوتي تؤدي إلى زيادة إنتاجية القمح من القش والحبوب بالإضافة إلى المحصول البيولوجي. قام Chaturvedi (2006) بتجربة جرى فيها استخدام خمس مستويات من التسميد (0 - 25 - 50 - 75 - 125 كغ N/هـ) وخلصت إلى زيادة معنوية في عدد الإسطوانات وعدد الحبوب في السنبلة ووزن الألف حبة مع زيادة التسميد الآزوتي حتى معدل إضافة 125 كغ N/هـ وباستخدام معدلات أعلى في تربة كلدية (75 - 150 - 225 - 300 كغ N/هـ) تبين أن زيادة مستوى الآزوت المضاف إلى 225 كغ N/هـ يحقق أعلى إنتاجية حبية 6182.1 كغ N/هـ ويؤدي لأعلى زيادة معنوية في معايير النمو والإنتاجية من عدد السنبال بالقطعة التجريبية، وعدد الحبوب في السنبلة، وزن الألف حبة لتتخفض تلك المعايير بعد هذا المستوى (Kubar *et al.*, 2021).

وجد Zheng وزملاؤه (2021) أن الغلة الحبية ارتفعت بشكل موافق لزيادة معدل الآزوت المستخدم وذلك ضمن المجال (0-180 كغ N/هـ) بزيادة حتى 23% مع عدم وجود أية فروق معنوية عند إضافة معدل 240 كغ N/هـ. بين Abedi وزملاؤه (2011) عند استخدام معدلات التسميد (0-120-240-360 كغ N/هـ) أن أعلى غلة حبية جرى الحصول عليها هي عند المعاملة التي تلقت معدل 240 كغ N/هـ التي بلغت 8230 كغ N/هـ مقارنة بمعاملة الشاهد الذي حقق 3930 كغ N/هـ بزيادة قدرها 109%. كما أكد Marino وزملاؤه (2009) أن زيادة معدل التسميد الآزوتي تسهم في زيادة إنتاجية القمح من الحبوب، عدد الحبوب/م² وانخفاض في قيمة وزن الألف حبة. أجريت دراسة بهدف معرفة تأثير المعدل الآزوتي في إنتاجية القمح الشتوي باستخدام مستويات التسميد (0-75-100-150-200-225-300 كغ N/هـ)، وبينت الدراسة أن التسميد بمعدل 225 كغ N/هـ يؤدي إلى تحقيق أعلى غلة حبية فبلغت 6404.5 كغ N/هـ بنسبة زيادة 28% ووصل عدد الحبوب في السنبلة عند هذا المعدل إلى 42.2 حبة بزيادة تعادل 26% عن معاملة الشاهد وهي أعلى قيمة بين المعاملات (Kubar *et al.*, 2020). لاحظ (Lui and Shi, 2013) أن عدد الحبوب في السنبلة قد ارتفع مع زيادة الآزوت المضاف لتكون أعلى القيم عند معدل 225 كغ N/هـ الذي حقق 39.4 حبة/سنبلة. وفي تجربة أخرى على القمح بتطبيق معدلات تسميد من 40-320 كغ N/هـ فقد تبين وجود زيادة معنوية في غلة الحبوب بزيادة الآزوت المضاف وبلغت أقصى إنتاجية حبية 8389 كغ N/هـ وذلك عند معدل إضافة 260 كغ N/هـ (Mohamed *et al.*, 2022). وجد Zhou وزملاؤه (2018) أن الحد الأقصى لإنتاج القمح يكون عند إضافة مستوى آزوتي بين 247-292 كغ N/هـ.

مبررات وأهداف البحث

يعدُّ محصول القمح من أهم المحاصيل الاستراتيجية المزروعة في سورية كونه يغطي متطلبات الأمن الغذائي للسكان، لكنه يتأثر سلبًا بالكمية غير الملائمة من الأسمدة الآزوتية، ولا سيما الأصناف الطرية منه التي تستخدم في صناعة الخبز بشكل أساسي وتحتاج لإضافات كبيرة ومنظمة من الآزوت باعتبارها عالية الإنتاجية، وهي أصناف غير معتمدة في المنطقة الساحلية.

ومنه برزت أهمية هذه الدراسة التي تهدف إلى معرفة مدى استجابة بعض أصناف القمح الطري لمعدلات مختلفة من الآزوت المضاف من حيث معايير الإنتاجية في منطقة الساحل السوري (منطقة استقرار أولى)، وتحديد الاحتياج السمادي الأمثل لهذه الأصناف.

مواد وطرائق البحث

المادة النباتية

استُخدمت 4 أصناف من القمح الطري وهي شام 4، شام 6، شام 8، شام 10، جرى الحصول عليها من الهيئة العامة للبحوث الزراعية.

مكان تنفيذ التجربة

نفذت التجربة الحقلية خلال الموسم الزراعي 2022/2021، في موقع بحوث دبا التابع لمركز البحوث العلمية الزراعية في اللاذقية بارتفاع 12 م عن سطح البحر.

التربة

جمعت عينتين مركبتين من تربة الموقع قبل الزراعة على عمق (0-30) سم، جففت هوائياً ثم طحنت ونخلت من خلال منخل ذي فتحات 2 ملم. وأجريت التحاليل المخبرية عليها بهدف تحديد خواصها الفيزيائية والكيميائية (Ryan *et al.*, 2001) والتي يوضحها الجدول (1).

الجدول 1. بعض الخصائص الفيزيائية والكيميائية والخصوبية لتربة الدراسة (0-30 سم) قبل الزراعة.

P مغ/كغ		CaCO ₃ (%)		N-كلي (%)	OM (%)	EC dS/m	pH (1:2.5)	التوزع الحبيبي (%)		
متاح	ذائب	فعالة	كلية					رمل	سلت	طين
6.0	1.5	23	67	0.1	1.5	0.5	7.4	20	35	45
الكاتيونات (مغ/كغ تربة)										CEC م.م/100 غ
Mg ⁺				Ca ⁺		K ⁺			NH ₄ ⁺	
متاح		ذائب		متاح	ذائب	متاح	ذائب		متاح	
684		92		3000	128	79	19		6.8	
										22

تجهيز الأرض

أُجريت عمليات الفلاحة قبل شهر من موعد الزراعة وأُضيف كل من السوبر فوسفات المركز (46% P₂O₅) وسلفات البوتاسيوم (50% K₂O) على كامل مربع التجربة مع الممرات (627 م²). بلغت الكمية الواجب إضافتها من سماد السوبر فوسفات المركز 11.4 كغ وكمية 21.0 كغ من سماد سلفات البوتاسيوم بهدف رفع تركيز الفوسفور المتاح في التربة لـ 20 مغ/كغ والبوتاسيوم المتاح إلى 125 مغ/كغ. حُسبت هذه الكميات من الأسمدة باعتبار أن عمق الطبقة الزراعية 20 سم للقمح والكثافة الظاهرية 1.3 غ/سم³. قُسم الحقل إلى قطع تجريبية بحسب عدد المعاملات مساحة كل منها 6 م² (3×2)، وتركت مسافة 1 م

بين القطع التجريبية من جميع الجهات لتكون ممرات خدمة بالإضافة إلى نطاق حماية حول التجربة. جرت الزراعة بتاريخ 30/11/2021 على خطوط بمعدل بذار 120 كغ/هـ (كمية 72 غ/قطعة تجريبية) والمسافة ما بين الخط والآخر 20 سم، وبالتالي لدينا 10 خطوط في كل قطعة تجريبية.

تصميم التجربة والمعاملات التجريبية

أُجريت التجربة العاملية وفق تصميم القطاعات العشوائية الكاملة تضمنت استخدام 4 مستويات من التسميد الآزوتي لكل صنف (0، 100، 200، 300 كغ N/هـ)، وزّعت على 3 دفعات بشكل يوريا (46%) بنسبة 50% من المعدل السمادي عند الزراعة، 25% من المعدل السمادي عند مرحلة الإشتاء، 25% من المعدل السمادي عند مرحلة طرد السنابل، وبذلك نتج لدينا 16 معاملة وبواقع 3 مكررات لكل معاملة بالتالي يكون لدينا عدد القطع التجريبية 48 قطعة.

العناية بالتجربة

- الري: كانت كمية الهطولات المطرية وتوزيعها بشكل جيد لذلك لم يكن هناك حاجة لعملية الري.
- الترقيع: جرى بعد شهر من الزراعة للمحافظة على الكثافة النباتية.
- العزيق: أُجريت عمليات التعشيب بشكل يدوي في المراحل الأولى من نمو النبات واستُخدمت مبيدات الأعشاب في مكافحة النباتات الضارة الرفيعة والعريضة الأوراق وذلك قبل دخول النباتات في مرحلة طرد السنابل وتم متابعة إزالة الأعشاب يدوياً كلما اقتضت الحاجة.
- المكافحة: جرى خلال التجربة رش النباتات مرتين بمبيد فطري (بايدون بمعدل 7 سم³/20 ل) بسبب ظهور علائم الإصابة بالصدأ الأصفر على بعض النباتات تحديداً في أصناف شام 4، شام 6، شام 8، واستُخدم مبيد التوبسين وهو فطري وقائي علاجي إضافة إلى إجراء رشتين وقائياً من الإصابة الحشرية وخاصة حشرة السونة والدودة القارضة والمن وذلك بمبيدات (دلتا مثرين والزيتيت).
- التسميد: جرى رش النباتات بمحلول ملح $K_2H_2PO_4$ بسبب ظهور علائم نقص الفوسفور وبمحلول يحوي العناصر الصغرى بمعدل (1 مل/ل) لكل منهما وذلك كون التربة كلسية جداً.

الصفات والخصائص المدروسة

جرى اختيار عشر نباتات بشكل عشوائي من كل قطعة تجريبية وتم فصل السوق الرئيسية وسوق الإشتاءات المنتجة وأخذ البيانات التالية: عدد الإشتاءات المنتجة، عدد ووزن الحبوب في السنبلة ووزن الألف حبة. عند النضج، جرت عملية الحصاد باستخدام إطار خشبي بمساحة 0.5 م² وحصد كل النباتات الموجودة داخل الإطار وذلك بقص هذه النباتات عند مستوى سطح التربة وأخذ الوزن الجاف لكل من القش والحبوب بهدف تقدير غلة الحبوب والقش بوحدة المساحة.

الحسابات والتحليل الإحصائي

خضعت معطيات التجربة لتحليل التباين العام (ANOVA) بحسب مصادر التباين: الآزوت (N) والصنف (VAR) والتداخل بينهما (N*VAR)، وجرى فصل المتوسطات وتحديد قيمة أقل فرق معنوي (LSD) عند مستوى معنوية 5%، وذلك باستخدام البرنامج الإحصائي (SAS Institute, 1999).

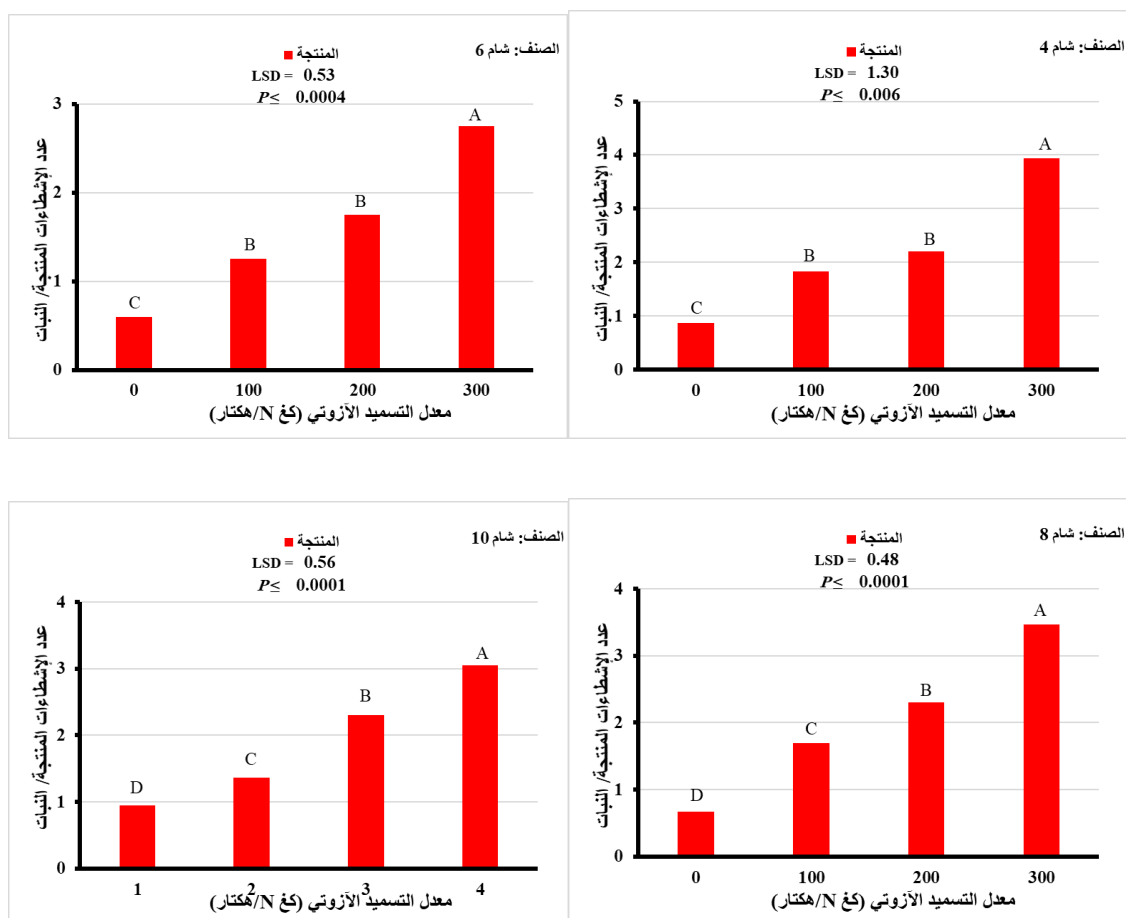
حُلَّت المكونات الرئيسية (PCA: Principal Component Analysis) باستخدام حزمة (ade4 package) وتحليل الارتباط بين المعاملات المدروسة باستخدام اختبار (Pearson) عند درجة معنوية 95% (Hmisc package) باستخدام البرنامج الإحصائي (R © software version 4.0.5, 2021).

النتائج والمناقشة

أولاً: تأثير التسميد الآزوتي في معايير الإنتاجية لأصناف القمح المدروسة

1. عدد الإسطوانات المنتجة

بينت النتائج أن إضافة الآزوت بشكل متزايد تؤثر إيجابياً ($P=0.0001$) في عدد الإسطوانات المنتجة والتي تحدد عدد السنبال المتشكلة في وحدة المساحة ومنه تحديد القدرة الإنتاجية للمحصول (Naruoka *et al.*, 2011) وذلك في كل الأصناف المدروسة. سجلت القيم في معاملة التسميد الآزوتي 300 كغ N/هـ\ التي بلغت (3.9، 2.7، 3.4، 3.9 شطء/نبات) زيادة عالية المعنوية في عدد الإسطوانات المنتجة بنسبة قدرها (78، 78.1، 80.6، 70.4%) مقارنة بمعاملة الشاهد التي بلغت القيم عندها (0.87، 0.60، 0.67، 0.90 شطء/نبات) في الأصناف شام 4، شام 6، شام 8، شام 10 على التوالي. (الشكل 1).



* تبين قيم ال LSD الفروقات المعنوية للإسطوانات المنتجة مع معدل الإضافة من التسميد الآزوتي

الشكل 1. عدد الإسطوانات المنتجة

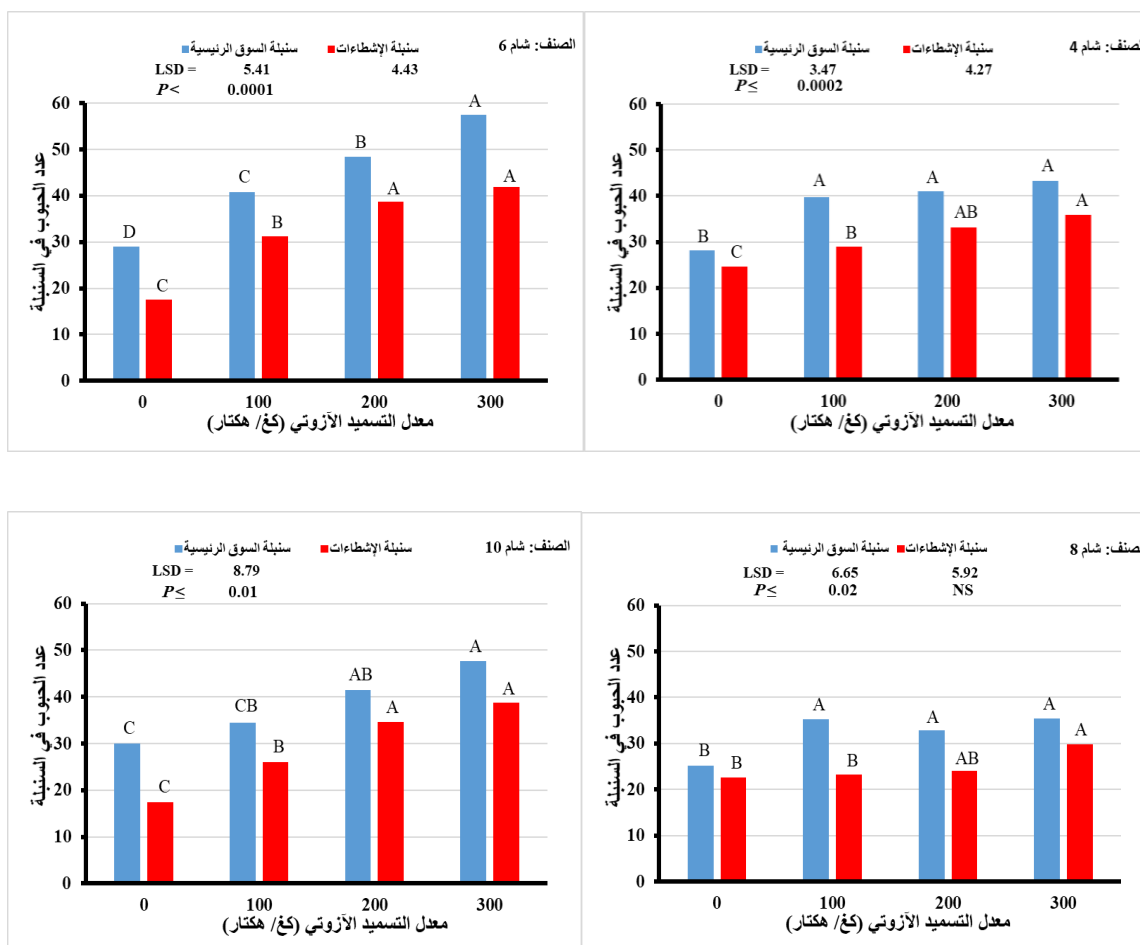
تتحكم بعملية تشكل الإشطاعات ووصولها لمرحلة تشكيل السنابل مجموعة عوامل هرمونية وبيئية، ومن بينها تواجد عنصر الآزوت (Shang *et al.*, 2021)، حيث يعمل الآزوت على تشجيع إفراز الجذور لهرمون السيتوكينين النباتي الذي بدوره يساعد على انقسام الخلايا وبالتالي نمو تلك الإشطاعات (Sakakibara, 2006)، إضافة إلى أن زيادة توافر الآزوت تعمل على منع تشكل مركبات Strigolactones، التي تعد هرمونات نباتية مفرزة من الجذور تعمل على تثبيط نمو الإشطاعات وذلك عند نقص الآزوت في التربة (Luo *et al.*, 2020)، كما أن المواد الكربوهيدراتية تؤدي دورًا محددًا لتحويل الإشطاعات إلى النوع المنتج كنتيجة للمنافسة الحاصلة ما بين الإشطاعات المتشكلة (Assuero *et al.*, 2012). تفوقت نباتات المعاملة بأعلى معدل تسميدي 300 كغ N/هـ معنويًا عن باقي المعاملات في جميع الأصناف، ونلاحظ أن الصنف شام 4 قد تفوق بمعنوية عالية بعدد الإشطاعات المنتجة 3.9 على باقي الأصناف عند أعلى إضافة آزوتية؛ إذ يظهر الصنف شام 4 قدرة أكبر على إدارة الموارد المتاحة في تشكيل إشطاعات منتجة.

2. عدد الحبوب في السنبل (الرئيسية - الإشطاعات)

أثرت معدلات التسميد الآزوتي المتزايدة بشكل عالي المعنوية في عدد حبوب سنبل السوق الرئيسية والإشطاعات ($P=0.0001$, $P=0.0001$). فقد تفوق عدد الحبوب في سنابل السوق الرئيسية مقارنة بسنابل الإشطاعات في جميع الأصناف المدروسة (الشكل 2). لكن نسبة الزيادة تنخفض مع زيادة مستوى الآزوت في الصنفين شام 6 وشام 10 أما في الصنفين شام 4 وشام 8 فإن الفارق بين سنبل السوق الرئيسية وسنبل الإشطاعات في عدد الحبوب يزداد مع معدل الآزوت المضاف. ربما يعود ذلك إلى القدرة على استثمار الموارد المتاحة في تشكيل إشطاعات منتجة لدى الصنفين شام 4 وشام 8 على حساب طول السنبل مما ينعكس على عدد الحبوب في السنبل الواحدة.

أظهرت سنابل الإشطاعات استجابة لمعدلات التسميد الآزوتي فإزداد عدد الحبوب المتشكلة بمعنوية عالية حتى مستوى التسميد 200 كغ N/هـ لتصبح بعدها هذه الزيادة ظاهرية حيث بلغ عدد الحبوب (24.5، 17.4، 17.4 حبة/سنبل) لمعاملة الشاهد وارتفع إلى (35.8، 41.8، 38.8 حبة/سنبل) للمعاملة التي تلقت 300 كغ N/هـ في الأصناف شام 4، شام 6، شام 10 على التوالي بنسبة زيادة (46.1، 140.2، 122.9%). أما في الصنف شام 8 فلم يكن لإضافة الآزوت أي أثر معنوي في عدد حبوب سنبل الإشطاعات حتى مستوى الإضافة 300 كغ N/هـ حيث بلغت (29.8 حبة/سنبل).

إن زيادة عدد الحبوب في السنبل تعود إلى أن زيادة عنصر الآزوت تعمل على زيادة تركيز صباغ الكلوروفيل ونسبة البروتينات الذائبة والضرورية لعملية التمثيل الضوئي في الأوراق (Li *et al.*, 2013)، وزيادة المسطح الورقي، الأمر الذي يؤدي إلى تعزيز عملية إنتاج المركبات الكربوهيدراتية (Xu *et al.*, 2013)، لتنعكس هذه الزيادة بشكل إيجابي على عدد السنبيلات المتكونة على السنبل (Peltonen-Sainio and Peltonen, 1995)، والأزهار الواسلة لمرحلة العقد من خلال زيادة معدل بقاء الأزهار حية أو تقليل معدل إجهاضها (Gonzalez-Navarro *et al.*, 2015)؛ إذ وجد ارتباط إيجابي عالي بين عدد الأزهار الخصبة وتراكم الكربون في نبات القمح (Zhang *et al.*, 2021)، ومنه أظهرت عدد الأزهار الخصبة ارتباطًا إيجابيًا مهمًا مع عدد الحبوب في السنبل (Zhu *et al.*, 2019).



* تبين قيم الـ LSD الفروقات المعنوية لكل نوع من السنابل مع معدل الإضافة من التسميد الأزوتي

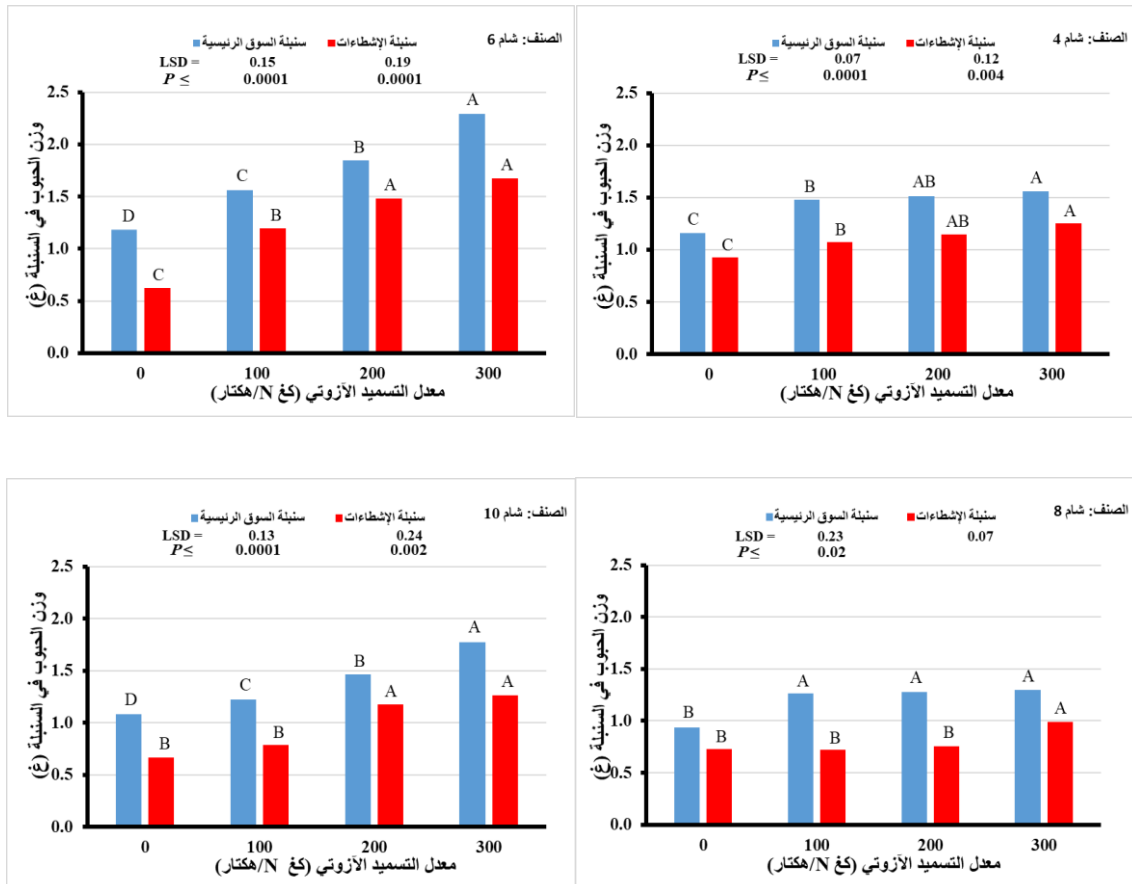
الشكل 2. عدد الحبوب في السنبلّة (الرئيسية - الإشتاءات)

لقد تفوق الصف 6 شام على بقية الأصناف بالنسبة إلى عدد الحبوب في سنابل السوق الرئيسية وسنابل الإشتاءات مما يعكس ميل الصف لزيادة عدد الحبوب في السنبلّة عوضاً عن زيادة عدد الإشتاءات المنتجة، لذلك يتأثر عدد الحبوب في السنبلّة بالعوامل الوراثية بشكل كبير (Bustos *et al.*, 2013).

3. وزن الحبوب في السنبلّة (الرئيسية - الإشتاءات، غ/سنبلّة)

أدى التسميد الأزوتي إلى تأثير عالي المعنوية في وزن الحبوب في السنبلّة (الرئيسية - الإشتاءات) في جميع الأصناف (الشكل 3)، حيث ازداد وزن الحبوب في سنبلّة السوق الرئيسية بزيادة الآزوت لتبلغ (1.5، 2.2، 1.3، 1.7 غ/سنبلّة) لسنابل نباتات المعاملة 300 كغ/هـ مقارنة بـ (1.1، 1.1، 0.9، 1 غ/سنبلّة) في معاملة الشاهد للأصناف 4، شام 6، شام 8، شام 10 على التوالي. بينما ارتفع وزن الحبوب في سنبلّة الإشتاءات بشكل معنوي حتى معدل إضافة 200 كغ/هـ في أصناف شام 4، شام 6، وشام 10 ثم لا زيادة معنوية، أما في الصف 8 شام يبقى وزن الحبوب متقارباً عند مستويي الآزوت 100 و 200 كغ/هـ لتظهر الزيادة المعنوية عند مستوى 300 كغ/هـ حيث بلغت القيم (0.9، 0.6، 0.7، 0.6 غ/سنبلّة) لمعاملة الشاهد وارتفعت إلى (1.2، 1.6، 0.9، 1.2 غ/سنبلّة) لمعاملة 300 كغ/هـ بزيادة تعادل (33.3، 166.6، 28.5، %100).

تميز الصنف شام 6 بأعلى وزن للحبوب في السنبلة وربما يكون السبب في ميل الصنف في تقليل عدد الإشطاءات المنتجة لينعكس بالإيجاب على طول السنبلة، وبالتالي عدد الحبوب ووزنها.



* تبين قيم ال LSD الفروقات المعنوية لكل نوع من السنايل مع معدل الإضافة من التسميد الأزوتي

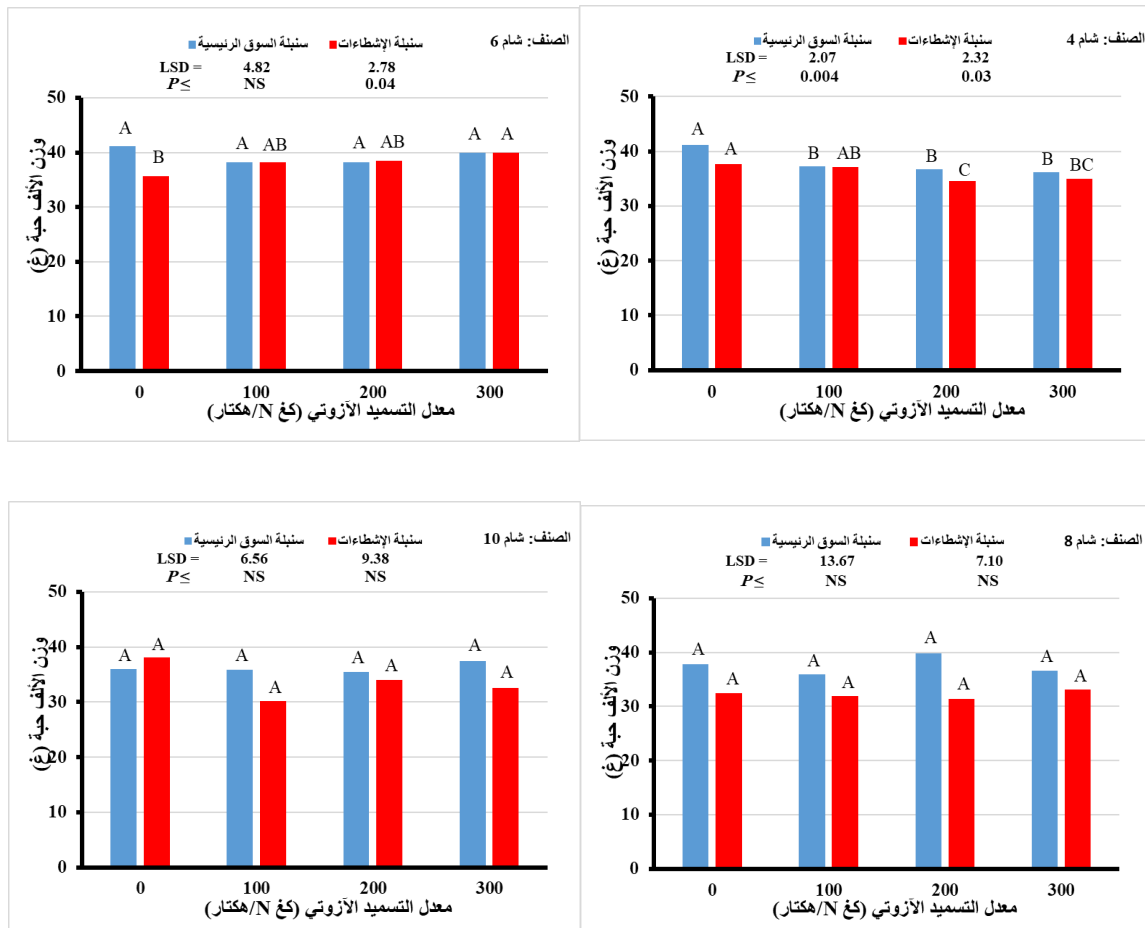
الشكل 3. وزن الحبوب في السنبلة (الرئيسية - الإشطاءات)

إن تراكم المادة الجافة في الحبوب خلال مرحلة امتلاءها ترتبط بشكل أساسي بمدة ومعدل التمثيل الضوئي (Makino, 2011)، وهنا يكمن دور الآزوت، حيث وجد Zheng وزملاؤه (2021) أن إضافة الآزوت تسهم في زيادة كفاءة عملية إنتاج الكربوهيدرات وإطالة عمر النبات، وبالتالي زيادة فترة امتلاء الحبوب، وينعكس ذلك إيجاباً على كفاءة التعبئة، فضلاً عن دوره في التخليق الحيوي للنشا عبر زيادة نشاط أنزيمات تصنيع النشا (Nowotna *et al.*, 2007) الذي يمثل ما يقارب 70% من وزن الحبوب.

4. وزن الألف حبة (غ/1000 حبة)

اختلفت استجابة الأصناف المدروسة لزيادة الآزوت المضاف من حيث وزن الألف حبة (الشكل 4)، حيث لم يُلاحظ أي تأثير معنوي للتسميد الأزوتي على وزن الألف حبة بالنسبة إلى سنايل السوق الرئيسية. أما بالنسبة إلى سنايل الإشطاءات فقد برز انخفاض معنوي في قيم وزن الألف حبة مع زيادة المستوى السمادي لدى الصنف شام 4، بينما استجابة الصنف شام 6 أخذت منحى مختلف ليكون التأثير المعنوي إيجابياً بزيادة الآزوت، أما في الصنفين شام 8 وشام 10 فلم تُسجل أية

فروق معنوية بين نباتات الشاهد وبقية المعاملات. هذا يدل على التباين بين الأصناف فيما يتعلق بقدرتها على التأثير في وزن الألف حبة.



* تبين قيم ال LSD الفروقات المعنوية لكل نوع من السنابل مع معدل الإضافة من التسميد الأزوتي

الشكل 4. وزن الألف حبة في السنبله (الرئيسية - الإثطاءات)

تنخفض قيمة وزن الألف حبة في الصنف شام 4 بزيادة الآزوت بسبب انخفاض وزن الحبة المفردة نتيجة التنافس على المواد الكربوهيدراتية خلال فترة الامتلاء مما ينتج زيادة في نسبة الحبوب غير الممتلئة وهذا ما أكدته (الحافي وعلوش، 2017)، بالمقابل في الصنف شام 6 وعلى الرغم من زيادة عدد الحبوب في السنبله مع زيادة مستوى الآزوت؛ إلا أن وزن الألف حبة قد ازداد معنوياً ووصل إلى 40 غ لمعاملة 300 كغ/هـ، ربما يعود ذلك إلى أن زيادة التسميد الأزوتي تؤدي لزيادة عدد الحبوب في السنبله وزيادة حصة الحبة المفردة، ولا سيما أن هذا الصنف يشكل أقل عدد من الإثطاءات المنتجة فيميل لاستثمار موارده في تشكيل مكونات السنبله ومنه زيادة نسبة الحبوب ذات الامتلاء الجيد، مما ينعكس على وزن الألف حبة، لذلك تختلف استجابة هذه الصفة للمعدل الأزوتي كونها صفة تخضع لتفاعل عوامل عديدة أهمها العامل الوراثي.

ثانيًا: تأثير التسميد الآزوتي في إنتاجية أصناف القمح الطري

1. محصول القش (كغ/هكتار)

أثرت معدلات الآزوت المضافة على محصول القش للأصناف المدروسة بشكل عالي المعنوية ($P=0.0001$) (الجدول 1). حيث ارتفعت غلة القش معنويًا بدءًا من المستوى التسميدي 100 كغ N/ه في أصناف شام 6، شام 8، شام 10 بمعدل (71، 36.4، 47.7%) عن الشاهد على التوالي. واستمرت بالارتفاع بشكل معنوي حتى مستوى 200 كغ N/ه في الصنف شام 10 لتصبح بعدها الزيادة ظاهرية، بينما في الصنفين شام 6 وشام 8 فإن إنتاجية القش كانت مستمرة بالارتفاع معنويًا مع كل معدل آزوتي مضاف. أما في الصنف شام 4 فازدادت غلة القش بشكل معنوي بدءًا من المعدل 200 كغ N/ه وصولًا للمعدل الأعلى 300 كغ N/ه بلغت إنتاجية القش في المعاملة التي تلقت 300 كغ N/ه (12.7، 11.1، 9.3، 10.8 طن/ه) وهي زيادة نسبية بمقدار (32.8، 145.5، 117.7، 91.6%) عن الشاهد للأصناف شام 4، شام 6، شام 8، شام 10 على التوالي. تميز الصنفان شام 10 وشام 6 بأعلى محصول قش عند معدلي التسميد 100 و200 كغ N/ه، بينما عند معدل التسميد 300 كغ N/ه تفوق الصنف شام 4 ليحقق أعلى غلة قش منتجة بين معاملات التجربة.

الجدول 1. تأثير التسميد الآزوتي في غلة القش لأصناف القمح الأربعة (كغ/هكتار)

*LSD _{0.05}	الصنف المدروس				معدل التسميد (كغ N/هكتار)
	شام 10	شام 8	شام 6	شام 4	
2313.4	5666.6 ^C	4280 ^D	4520 ^D	5480 ^C	0
1467.5	8373.3 ^B	5840 ^C	7733.3 ^C	6920 ^C	100
957.53	11060 ^A	8060 ^B	9260 ^B	8740 ^B	200
1511.5	10860 ^A	9320 ^A	11100 ^A	12760 ^A	300
	2213.2	669.12	692.76	1501.3	LSD _{0.05}
		$P \leq F$			
	LSD الكلية	N*VAR	VAR	N	
	1284.6	0.004	0.0001	0.0001	

المتوسطات ذات الأحرف المتشابهة عموديًا غير مختلفة معنويًا تبعًا لقيمة LSD_{0.05}.

* قيم ال LSD في كل صف هي لمقارنة الأصناف عند كل مستوى آزوتي.

2. الغلة الحبية (كغ/هكتار)

برز تأثير زيادة الآزوت بشكل عالي المعنوية جدًا على إنتاج أصناف القمح من الحبوب ($P=0.0001$) (الجدول 2). فقد كانت الغلة الحبية متزايدة بازدياد معدل إضافة الآزوت ليسجل أول فارق معنوي بدءًا من المعدل السمادي الأول 100 كغ N/ه بزيادة عن الشاهد تقدر بـ (19.6، 45.8، 60.3، 48.7%) وذلك للأصناف شام 4، شام 6، شام 8، شام على التوالي. استجابت أصناف شام 4، شام 6 مع زيادة الآزوت بشكل معنوي وطردي حيث ارتفعت غلة الحبوب معنويًا مع كل مستوى آزوتي فبلغت (7.7، 5.2 طن/ه) عند التسميد بـ 300 كغ N/ه بزيادة قدرها (113، 117.1%) عن المعاملة التي لم تتلق أي تسميد آزوتي. بينما اختلفت استجابة الصنفين شام 8، وشام 10 إذ كان الارتفاع في الإنتاجية الحبية معنويًا حتى معدل إضافة 200 كغ N/ه ثم أصبح الزيادة غير معنوية لتبلغ عند مستوى التسميد 300 كغ N/ه (5.2، 7.2 طن/ه) تعادل زيادة في الإنتاج (125.6، 115.5%). لوحظ وجود تباين واضح بين الأصناف فيما يتعلق بالغلة الحبية عند كل مستوى من الآزوت

حيث تميز الصنفين شام 10 وشام 4 بإنتاجية أعلى من الصنفين شام 8 وشام 6 حتى معدل 200 كغ N/هـ ومع الوصول للمستوى التسميدي 300 كغ N/هـ قد تميز الصنف شام 4 بأعلى غلة حبية منتجة وهي أعلى إنتاجية حبية بين جميع المعاملات.

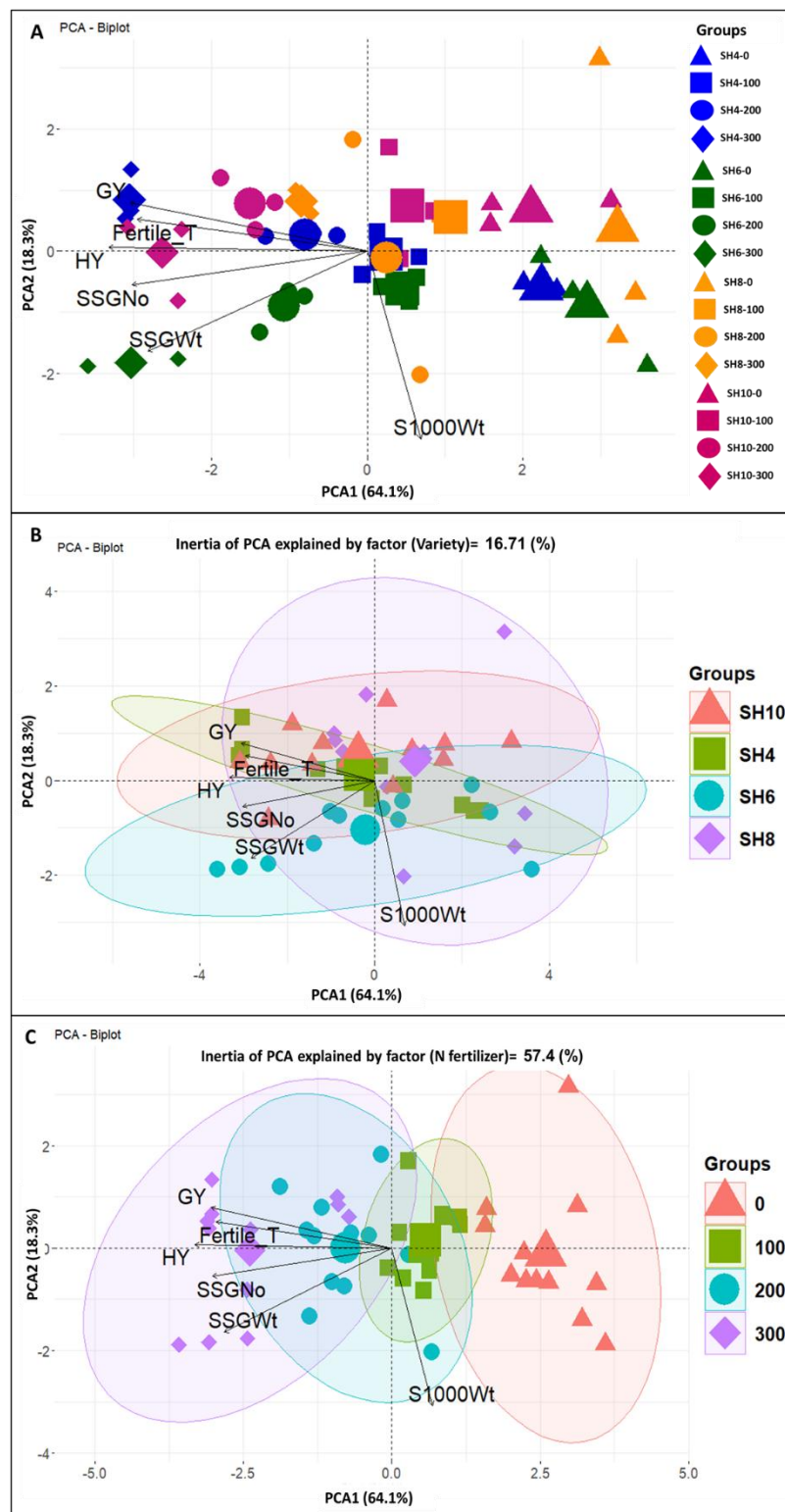
الجدول 2. تأثير التسميد الآزوتي في الغلة الحبية لأصناف القمح الأربعة (كغ/هكتار)

معدل التسميد (كغ N/هكتار)	الصنف المدروس				LSD _{0.05} *
	شام 10	شام 8	شام 6	شام 4	
0	3372 ^C	2481.7 ^C	2401.4 ^D	3630.5 ^D	1192.8
100	5017.3 ^B	3979.9 ^B	3503.2 ^C	4344.9 ^C	487.27
200	6566.7 ^A	5198 ^A	4434.3 ^B	5793.15 ^B	798.66
300	7268.3 ^A	5599.3 ^A	5215.2 ^A	7735.7 ^A	178.95
LSD _{0.05}	1250.9	489.4	617.77	198.42	
	$P \leq F$				
	LSD الكلية	N*VAR	VAR	N	
	665.2	0.007	0.0001	0.0001	

المتوسطات ذات الأحرف المتشابهة عمودياً غير مختلفة معنوياً تبعاً لقيمة LSD_{0.05}
* قيم ال LSD في كل صف هي لمقارنة الأصناف عند كل مستوى آزوتي.

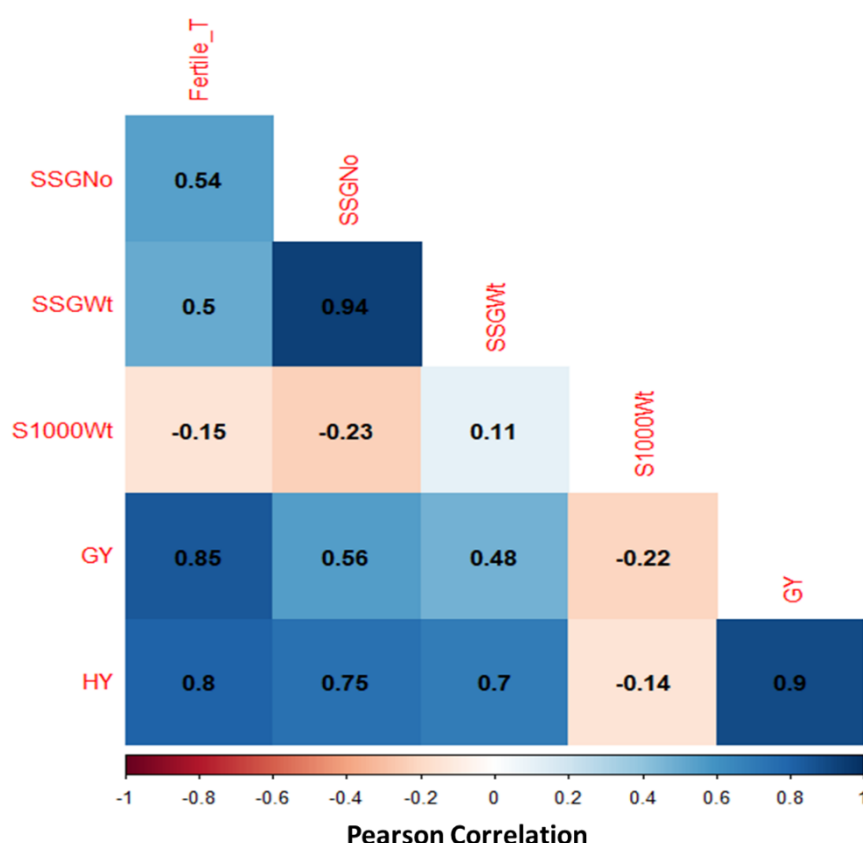
ثالثاً: تحليل المكونات الرئيسية ودراسة الارتباط بين متغيرات الدراسة

طُبِّق تحليل المكونات الرئيسية PC بهدف الحصول على أكبر قدر من المعلومات الموجودة في مجموعة البيانات وتلخيص أكبر قدر ممكن من التباينات بين مجموعة المؤشرات المدروسة، وإجراء دراسة عميقة للارتباط بين كل من معايير النمو (عدد الإسطوانات المنتجة، عدد حبوب السنبلة الرئيسية، وزن حبوب السنبلة الرئيسية، وزن الألف حبة) والإنتاجية من القش والحبوب لأصناف القمح الأربعة تبعاً لمستوى التسميد النتروجيني (الشكل 5A). حيث حُصر أكبر قدر من التباينات ضمن المكون الرئيسي الأول والثاني (Axis 1 + Axis 2) اللذين يشرحان أكبر نسبة من التباين في مجموعة البيانات (64.1% + 18.3% = 82.4%) وهي نسبة جيدة وفقاً لهذا النوع من التحليل. تمثل الأسهم المؤشرات المدروسة (المحسوبة) وفقاً لمتغيرات الدراسة الصنف ومعدلات التسميد النتروجيني التي تمثل النقاط الموجودة على امتداد الأسهم. وفقاً لهذا التحليل قسمت متغيرات الدراسة إلى 16 مجموعة تبعاً للصنف المدروس (شام 4، 6، 8، 10) ومستوى التسميد النتروجيني (N0, N100, N200, N300). نلاحظ من الشكل أن المحور الأول Axis1 قد فصل المعاملات التي لم تتلق التسميد الآزوتي N0 ومعاملات التسميد المنخفض N100 (إلى يمين المحور) عن معاملات التسميد الآزوتي المرتفع N200 وN300 (إلى يسار المحور) مع ميل معظم المؤشرات المدروسة باتجاه معاملات التسميد الآزوتي. كما نلاحظ أن المحور الثاني Axis2 قد فصل الأصناف الأربعة بشكل أقل وضوح نتيجة تداخل المؤشرات المدروسة حسب الصنف المدروس. وهذا ما جرى تأكيده باستخدام تحليل Between Class Analysis الذي بين وجود نسبة تأثير منخفضة للصنف على مؤشرات الدراسة تعادل 16.71% (الشكل 5B) مقابل نسبة تأثير عالية للتسميد الآزوتي على متغيرات الدراسة تعادل 57.4% (الشكل 5C) مما يؤكد أن التسميد الآزوتي كان عاملاً محدداً لنمو وإنتاجية الأصناف الأربعة من القمح.



الشكل 5. A: تحليل المكونات الرئيسية (Principal Component Analysis: PCA) وفقاً لصنف القمح (SH4, SH6, SH8, SH10) ومعدل التسميد الأزوتي (N0, N100, N200, N300) بين معايير الإنتاجية (عدد الإشتاءات المنتجة_Fertile_T، عدد حبوب السنبل الرئيسية_SSGNo، وزن حبوب السنبل الرئيسية_SSGWt، وزن الألف حبة_S1000Wt) وإنتاجية من القش_HY والحبوب_GY: تحليل (Between Class Analysis: BCA) تبعاً للصنف (SH4, SH6, SH8, SH10)، C: تحليل (Between Class Analysis: BCA) تبعاً لمعدل التسميد الأزوتي (N0, N100, N200, N300).

وبالنظر إلى مؤشرات الدراسة (الأسهم)، نلاحظ من الزاوية بين الأسهم أن هناك علاقة ارتباط بين كل من الإنتاجية من الحبوب والقش ومعايير الإنتاجية (عدد الإشتاءات المنتجة، عدد حبوب السنبل الرئيسية SSGNo، وزن حبوب السنبل الرئيسية SSGWt (زاوية حادة) وعلاقة ارتباط عكسية مع وزن الألف حبة (زاوية منفرجة). جرى تأكيد علاقات الارتباط عند إجراء تحليل الارتباط (Pearson correlation) (الشكل 6) والذي بين وجود علاقة ارتباط موجبة للإنتاجية من حبوب القمح مع عدد الإشتاءات المنتجة ($r = 0.85$) وعدد الحبوب في السنبل الرئيسية ($r = 0.56$) ووزن حبوب السنبل الرئيسية ($r = 0.48$)، وعلاقة ارتباط سلبية مع وزن الألف حبة ($r = -0.22$)



الشكل 6. تحليل الارتباط (Pearson correlation) بين معايير الإنتاجية (عدد الإشتاءات المنتجة Fertile_T، عدد حبوب السنبل الرئيسية SSGNo، وزن حبوب السنبل الرئيسية SSGWt، وزن الألف حبة S1000Wt) والإنتاجية من القش HY والحبوب GY

الاستنتاجات والتوصيات

الاستنتاجات

- أدت زيادة الإضافات الآزوتية في كل صنف من الأصناف المدروسة إلى زيادة معنوية في جميع معايير الإنتاجية لنبات القمح باستثناء وزن الألف حبة. مع تفوق معدل التسميد الآزوتي 300 كغ/هـ على جميع معاملات التجربة.

- أدت زيادة الآزوت المضاف إلى زيادة معنوية في الغلة الحبية في جميع الأصناف المدروسة، وكان الصنف شام 4 أكثر الأصناف استجابة للتسميد الآزوتي نظرًا للكفاءة التي يتمتع بها هذا الصنف.

التوصيات

- يمكن اقتراح زراعة الصنف شام 4 في ظروف المنطقة الساحلية مع استخدام معدل إضافة 300 كغ N/هـ.
- إجراء المزيد من التجارب الحقلية لدراسة تجاوب أصناف القمح الطرية في المنطقة الساحلية في ترب مختلفة بالخواص الفيزيائية والكيميائية.

المراجع

- الحافي، علاء، وغيث علوش. 2017. كفاءة التسميد الآزوتي لأهم أصناف القمح الطرية (Bread wheat). أطروحة ماجستير. جامعة تشرين، 69 صفحة.
- Abedi, T., A. Alezadeh, and S.A. Kazemeini. 2011. Wheat yield and grain protein response to nitrogen amount and timing. Australian Journal of Crop Science, 5: 330-336.
- Assuero, S.G., M, Lorenzo., N.M, Perez Ramirez., L.M, Velazquez., J.A, Tognetti. 2012. Tillering promotion by paclobutrazol in wheat and its relationship with plant carbohydrate status. New Zealand Journal of Agricultural Research, 55(4), 347-358.
- Bojovic, B.; J, Stojanovic. 2005. Chlorophyll and carotenoid content in wheat cultivars as a function of mineral nutrition. Arch. Biol. Sci, 57, 283-290.
- Bustos, D.V., Hasan, A.K., Reynolds, M.P., Calderin, D.F. 2013. Combining high grain number and weight through a DH-population to improve grain yield potential of wheat in high-yielding environments. Field Crops Res, 145, 106-115.
- Carrillo, F.F.; T.P, Chiamolerah and M, URRESTARAZU. 2022. Effect of ammonium nitrogen on pepper grown under soilless culture. Journal of Plant Nutrition, 45(1): 113-122.
- Cassman, K.G., A, Dobermann., D.T, Walters. 2002. Agroecosystems, nitrogen-use efficiency, and nitrogen management. Ambio, 31, 132-140.
- Chaturvedi, I. 2006. Effects of different nitrogen levels on growth, yield and nutrient uptake of wheat (Triticum aestivum L.). International journal of Agricultural science, 2:372-4.
- Fageria, N.K., And V.C, Baligar. 2003. Methodology for evaluation of lowland rice genotypes for nitrogen use efficiency. J. Plant Nutr, 26, 1315-1333.
- Gaju, O., V, Allard., P, Martre., J.W, Snape., E, Heumez., J, Legouis., D, Moreau. et al. 2011. Identification of traits to improve the nitrogen-use efficiency of wheat genotypes. Field Crops Res, 123, 139-152.

- Gonzalez_ Navarro, O.E., G, Simon., G, Molero., M.P, Reynolds., G.A, Slafer. 2015. Dynamics of floret development determining differences in spike fertility in an elite population of wheat. *Field Crops Research*, 172, 21-31.
- Hawkesford, M.J. 2014. Reducing the reliance on nitrogen fertilizer for wheat production. *J. Cereal Sci*, 59, 276-283.
- Hussain, I., M.A, Khan., and E.A., Khanh. 2006. Bread wheat varieties as influenced by different nitrogen levels. *J. Zhejiang. Univ.Sci.* 7(1), 70-78.
- Ipcc. (2007). Climate change. In: Synthesis Report of the Fourth Assessment Report of IPCC (p. 49). (Chapter 3).
- Kaur, S., N, Kaur., K.H.M, Siddique and H, Nayyar. 2016. Beneficial elements for agricultural crops and their functional relevance in defence against stresses. *Arch. Agron. Soil Sci*, 62, 905-920
- Khan, A., A, Khan., J, Li., M, Ahmad., A, Sher., A, Rashid., W, Ali. 2017. Evaluation of wheat varietal performance under different Nitrogen Sources. *American Journal of Plant Sciences*, 8, 561-573.
- Krapp, A. 2015. Nitrogen assimilation and its regulation: a complex puzzle with missing pieces. *Curr Op Plant Biol*, 25, 115-122.
- Kubar, M.S., M, Feng., S, Sayed., A.H, Shar., N.A, Rind., H, Ullah., S.A, Kalhoro., Y, Xie et al. 2021. Agronomical traits associated with yield and yield components of winter as affected by nitrogen managements. *Saudi journal of biological sciences*, 28(9), 4852-4858.
- Kubar, M.S., C, Wang., M, Feng., H, Gao., C, Zhao., A, Gujar., K, Kubar., et al. 2020. Nitrogen APplication improved nitrogen use efficiency, photosynthetic characteristics and yield components of field grown winter wheat. *FEB*, 29(4), 2166-2177.
- Luo, L., Y, ZHANG., G, XU. 2020. How does nitrogen shape plant architecture? *J. Exp. Bot*, 71, 4415–4427.
- Liang, B.; X, Yang.; D.V, Murphy.; X., He.; J, Zhou. 2013. Fate of 15 N-labeled fertilizer in soils under dryland agriculture after 19 years of different fertilizations. *Biol. Fertil. Soils*, 49, 977-986.
- Li, D., M, Tian., J, Cai., D, Jiang., W, Cao., T, Dai. 2013. Effects of low nitrogen supply on relationships between photosynthesis and nitrogen status at different leaf position in wheat seedlings. *Plant Growth Regulation*, 70, 257-263.
- Lu, C., H, Tian. 2017. Global nitrogen and phosphorus fertilizer use for agriculture production in the past half century: shifted hot spots and nutrient imbalance. *Earth Syst. Sci. Data*, 9, 181-192.
- Lui, D.D and Y, Shi. 2013. Effects of different nitrogen fertilizers on quality and yield in winter wheat. *Advance journal of food Science and Technology*, 5, 646-649.

- Makino, A. 2011. Photosynthesis, grain yield, and nitrogen utilization in rice and wheat. *Plant Physiology*, 155, 125-129.
- Marino, S., R. Tognetti., And A. Alvino. 2009. Crop yield and grain quality of emmer population grown in central Italy as affected by nitrogen fertilization. *European Journal of Agronomy*, 31, 233-240.
- Mohamed, A., S.M, Ibrahim., E.M, Salem, et al. 2022. In-Season Estimation of wheat Response to Nitrogen Using Normalized Difference Vegetation index. *Int. J. Plant Prod*, 16, 681-689.
- Naruoka, Y., L.E, Talbert., S.P, Lanning., N.K, Blake., J.M, Martin., J.D, Sherman. 2011. Identification of quantitative trait loci for productive tiller number and its relationship to agronomic traits in spring wheat. *Theoretical and Applied Genetics*, 123(6), 1043-1053.
- Nowotna, A.; H, Gambus.; G, Kratsch.; J, Krawontka.; F, Gambus.; R, Sabot.; R, Ziobro. 2007. Effect of nitrogen fertilization on the physico-chemical properties of starch isolated from German Triticale cultivars. *Stärke*, 59, 397-399.
- Ortiz-Monasterio. 1999. Nitrogen management in irrigated spring wheat. Bread wheat: improvement and production.
- Peltonen-Sainio, P., J, Peltonen, J. 1995. Floret set and abortion in oat and wheat under high and low nitrogen regimes. *Eur. J. Agron.* 4, 253-262.
- Raun, W.R. And G.V, Johnson. 1999. Improving nitrogen use efficiency for cereal production. *Agron. J*, 91, 357-363.
- Ryan, J., G. Estefan and A. Rashid. 2001. Soil and plant analysis: Laboratory Manual. ICARDA, NARC, 172 pp.
- Ryan, J., H, Ibrikci., R, Sommer and A, McNeill. 2009. Nitrogen in rainfed and irrigated cropping systems in the Mediterranean region. *Advances in Agronomy*, 104:53-136.
- Sakakibara, H. 2006. Cytokinins: activity, biosynthesis, and translocation. *Annu. Rev. Plant Biol.* 57.
- Sas Institute. 1999. SAS user's guide: Statistics. SAS Inst., Cary, NC.
- Shang, Q., Y, Wang., H, Tang., N, Sui., X, Zhang., F, Wang. 2021. Genetic, hormonal, and environmental control of tillering in wheat, *The Crop Journal*, 9(5), 986-991.
- Ullah, I., N, Ali., S, Durrani., M.A, Shabaz., A, Hafeez., H, Ameer., et al. 2018. effect of different nitrogen levels on growth, yield and yield contributing attributes of wheat. *Int. J. Sci. and Eng. Res.* 9, 595-602.
- Wei, W., M, Bao-Luo., F, Jin-Juan., S, Min., Y, Yuan., G, Wen-Shan., D, Harvey. 2019. Voldeng, Management of nitrogen fertilization to balance reducing lodging risk and increasing yield and protein content in spring wheat, *Field Crops Research*, 241, 107584, ISSN 0378-4290.

- Xu, H.C., X.L, Dai., J.P, Chu et al. 2018. Integrated management strategy for improving the grain yield and nitrogen-use efficiency of winter wheat. *J. Integ. Agr*, 17, 315-327.
- Zhang, Z., J, Li., N.Y, Hu., W, Li., W.L, Qin., J.P, Li., Y.M, Gao., Y, Liu., Z.C, Sun., K, Yu., Z.M, Wang., Y.H, Zhang. 2021. Spike growth affects spike fertility through the number of florets with green anthers before floret abortion in wheat. *Field Crops Research*, 260, 108007.
- Zheng, X.J., Z, Yu., Y.W, Zhang., Y.L, Zhang., Y, Shi. 2021. Effect of nitrogen rates on wheat photosynthesis anatomical parameters and photoassimilate partitioning in North China. *Int. J. Plant Prod*, 15, 161-172.
- Zhou, B., M.D, Serret., J, Pie et al. 2018. Relative contribution of nitrogen absorption, remobilization, and partitioning to the ear during grain filling in Chinese winter wheat. *Front. Plant. Sci*, 9, 1351.
- Zhu, Y., J, Chu., X, Dai., M, He. 2019. Delayed sowing increases grain number by enhancing spike competition capacity for assimilates in winter wheat. *European Journal of Agronomy*, 104, 49-62.

N° Ref: 1173



تقدير التفاعلات الوراثية البيئية وتحليل ثباتية طرز وراثية من القمح الطري باستخدام طريقة GGE Biplot

Assessment of Genotype x Environment Interactions and Stability Analysis of Bread Wheat Genotypes by Using GGE Biplot Method

د. بولص اسكندر خوري⁽²⁾

م. هبة محمد منصور⁽¹⁾

Eng. Hiba Mohammad Mansour⁽¹⁾

Dr. Boulos Iskander Khoury⁽²⁾

hibamuhammedmansour@gmail.com

Received 07 January 2024; Accepted 12 March 2024

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

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

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

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

الملخص

أُختبر 15 طرازًا وراثيًا من القمح الطري (*Triticum aestivum* L.) في أربعة مواقع بيئية متباينة في سورية خلال موسم 2021-2020؛ بهدف تقدير التفاعلات الوراثية x البيئية، تحديد الطرز الوراثية التي تجمع بين الغلة المرتفعة والتكيف الواسع، بالإضافة إلى تحديد الموقع المثالي، وعلاقات الارتباط بين المواقع المختبرة. نُفذت التجربة في المواقع الأربعة وفق تصميم القطاعات العشوائية الكاملة (R.C.B.D)، وحُلَّت البيانات إحصائيًا باستخدام برنامج Genstat. بيّنت نتائج تحليل التباين التجميعي وجود فروق معنوية بين كل من: الطرز الوراثية المدروسة (G)، المواقع البيئية المختبرة (E)، والتفاعل بينهما (GxE). أُجري تحليل الثباتية وفق طريقة GGE Biplot باستخدام برنامج GGE Biplot المُعتمد على تحليل المكونات الرئيسية (PCA)، حيث فسّر المكونات الرئيسة الأول والثاني ما يقارب 87% من التباين الكلي، مما يدلُّ على كفاءة هذه الطريقة في تمثيل وتفسير التفاعلات الوراثية x البيئية. أشارت النتائج إلى تفوّق السلالة المبشّرة دوما 66981 وتمثيلها للطراز الوراثي المثالي الأعلى غلةً والأكثر ثباتيةً، كما أشارت النتائج إلى أن موقع الغاب هو الأقرب للموقع البيئي المثالي الممثل لباقي المواقع والأكثر تصنيفاً للطرز الوراثية المدروسة، وإلى التشابه الكبير بين موقعي حمين وحريصون. تفيد هذه النتائج بإمكانية تحسين عملية الانتخاب واعتماد الأصناف الجديدة في المراحل الأخيرة من برامج التربية باستخدام نموذج GGE Biplot.

الكلمات المفتاحية: قمح طري، تحليل الثباتية، تفاعل وراثي x بيئي، المكونات الرئيسية، GGE Biplot.

Abstract

Fifteen genotypes of bread wheat (*Triticum aestivum* L.) were tested at four diverse locations in Syria during the 2020-2021 season, to estimate genotypes x environments interactions, determine genotypes combine high yield and wide adaptation, in addition, identify the ideal location and the relationships among the tested locations. The experiment was done in the four locations according to the randomized complete block design (R.C.B.D.), and the data were analyzed statistically using GenStat Program. The results of the combined analysis of variance showed that there were significant differences between: the studied genotypes (G), the tested locations (E), and the interaction between them (GxE). Stability analysis was conducted according to the GGE Biplot method using the GGE Biplot Program based on principal components analysis (PCA), where the first and the second principal components explained approximately 87% of the total variances; This indicates the efficiency of this method in representing and interpreting genotype x environment interactions. The results showed that the promising line Douma 66981 was significantly excelled and represented the ideal genotype with highest yield and most stability. The results also indicated: the location of Al-Ghab is the closest to the ideal location due to its ability to represent the tested sites and the discriminating ability among genotypes, the great similarity between two locations: Himmin and Hraison. These results are useful in improving the selection process and releasing new varieties in the final phases of plant breeding programs using the GGE Biplot.

Keywords: Bread Wheat, Stability Analysis, Genotype x Environment Interaction, Principal Components, GGE Biplot.

المقدمة

يُعدُّ القمح المحصول الحَبِّي الأول في العالم، ويشكِّل الدعامة الأساسية للإمدادات الغذائية لأكثر من 45% من سكان مختلف البلدان، وهو أحد أهم المنتجات الزراعية نظرًا لقيمته الغذائية وتنوع منتجاته، فضلاً عن أهميته في تحقيق الأمن الغذائي والاستقرار السياسي لأي بلد (Omrani *et al.*, 2022).

من المتوقع أن تسبب التغيرات المناخية خسارة أكثر من 20% من الإنتاج الزراعي بحلول عام 2050، وستكون هناك حاجة ماسة لزيادة إنتاج القمح العالمي بنسبة 60% لتأمين الاحتياجات الغذائية المتزايدة باستمرار؛ لذلك فإنَّ ضمان الحصول على إنتاج عالٍ ومستقر من القمح هو أمر بالغ الأهمية، وتربية طرز وراثية ذات مدى واسع من التأقلم مع مختلف الظروف البيئية كان وما يزال أحد أصعب التحديات التي تواجه مربِّي النبات (Dehghani *et al.*, 2008).

تهدف معظم برامج التربية إلى انتخاب الطرز الوراثية المتفوقة والمتميزة بثباتية عالية ضمن ظروف بيئية متباينة، وغالبًا ما يكون انتخابها صعبًا بسبب التفاعلات الوراثية x البيئية التي تقلِّل من فعالية وكفاءة الانتخاب وتحقيق التقدم الوراثي المنشود؛ لذلك فإنَّ تقدير وتقييم هذه التفاعلات في غاية الأهمية بالنسبة لتحسين وتطوير الأصناف النباتية، من

خلال تجارب البيئات المتعددة Multi-Environment Trails ولاسيما في الدورات الانتخابية الأخيرة في برنامج التربية، وبالتالي تحديد الطرز الوراثية المتفوقة التي يعتمد نجاحها على مقدار ما تعطي من غلال، وعلى مدى تأقلمها وتكيفها مع طيف واسع من التباينات البيئية (Kaya *et al.*, 2006).

إنَّ تقدير الثباتية المظهرية وتعزيز فهم التفاعلات الوراثية x البيئية المعقدة حفَّز الباحثين على استمرار العمل وإيجاد الطرق والمؤشرات الإحصائية التي تخدم هذا الهدف، لا سيما في منطقة حوض البحر المتوسط التي تتميز بتذبذب الهطولات المطرية والتغيرات في درجات الحرارة غير المتوقعة والتي ينتج عنها تفاعلات وراثية x بيئية عالية (Mohammadi *et al.*, 2011). أصبحت الآن العديد من المقاييس والطرق الإحصائية متاحةً لاختبار ثباتية الطرز الوراثية عبر البيئات، وتعدُّ طريقة GGE Biplot أهمَّ هذه الطرق وأكثرها استخدامًا في السنوات العشر الأخيرة، وهي أداة فعّالة في تحليل بيانات البيئات المتعددة وتفسير التفاعلات الوراثية x البيئية المعقدة وتمثيلها بيانياً (Yan and Tinker, 2006).

استخدمت طريقة GGE Biplot لتحليل الثباتية وتوصيف التفاعلات الوراثية x البيئية في تجارب البيئات المتعددة، ولفهم ووصف العلاقات بين الطرز الوراثية والمواقع المدروسة، وقد جرى ذلك من قبل العديد من الباحثين حول العالم (Mohammadi *et al.*, 2023; Singh *et al.*, 2019; Kader *et al.*, 2018; Alam *et al.*, 2017; Jeberson *et al.*, 2017; Rad *et al.*, 2013; Purchase *et al.*, 2000)، الذين أكدوا أنَّ تقييم الطرز الوراثية وتوصيف استجابتها مع مدًى واسع من البيئات وتحديد الموقع المثالي للانتخاب يعدُّ ضروريًا جدًّا في استراتيجيات برامج التربية وعند اعتماد الأصناف المحسَّنة الجديدة. مع استمرار الأزمة في سورية لعامها الثالث عشر، وصل انعدام الأمن الغذائي إلى مستويات غير مسبوقة، حيث يُقدَّر أن 60% من السوريين يعانون من انعدام الأمن الغذائي تبعًا لبرنامج الغذاء العالمي (WFP, 2023)، لاسيما بعد خروج مساحات واسعة من مناطق إنتاج القمح في سورية عن السيطرة وصعوبة إيصال مستلزمات الإنتاج إليها. في عام 2021 انخفض إنتاج القمح إلى نحو مليون طن بعد أن كان 2.8 مليون طن في العام الذي سبقه، وما يزيد عن 4 مليون طن سنويًا في أعوام ما قبل الأزمة (FAO, 2021)، تزامن ذلك مع التغيُّر المناخي وتزايد موجات الجفاف شدةً وتواترًا، ولم تعد تفي الأصناف المحسَّنة منذ عقود باحتياجات المزارعين الذين يكافحون في ظل ظروف ارتفاع أسعار مدخلات العملية الإنتاجية وانخفاض معدلات الأمطار؛ مما يتطلب ضرورة العمل على تطوير طرز وراثية تتميز بإنتاجية عالية وتكيف مع مدًى واسع من التغيرات البيئية، وذلك باستخدام طرق وراثية إحصائية متطورة خاصة بتحليل الثباتية.

هدف البحث إلى:

- تحديد وانتخاب الطرز الوراثية التي تجمع بين الغلة المتفوقة والثباتية العالية المختبرة في مواقع بيئية متباينة، بالإضافة إلى تحديد الطراز الملائم لكل موقع.
- تحديد الموقع البيئي الأمثل الأكثر قدرةً على تصنيف الطرز الوراثية المدروسة.

مواد البحث وطرائقه

المادة النباتية

اختبر خمسة عشر طرازًا وراثيًا من القمح الطري (*Triticum aestivum* L.)، منها إحدى عشرة سلالة مبشّرة وأربعة أصناف معتمدة، جرى الحصول عليها من الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية (GCSAR) دمشق - سورية، ومن المركز العربي لدراسات المناطق الجافة والأراضي القاحلة (ACSAD)، الواردة في الجدول (1).

الجدول 1. الطرز الوراثية المدروسة، نسبها وبعض صفاتها

الرمز	الطرز الوراثي	النسب وبعض المواصفات
G1	السلالة دوما 66233	4WON-IR-257/5/YMH/HYS//HYS/TUR3055/3/DGA/4/VPM/MOS
G2	السلالة دوما 68010	VEE/PJN//2*KAUZ/3/SHUHA-4/FOW-2
G3	السلالة دوما 66241	ATTILA 50Y//ATTILA/BCN/3/PFAU/MILAN
G4	السلالة دوما 66981	SERI.1B*2/3/KAUZ*2/BOW//KAUZ/4/TEVEE'S'/BOBWHITE #1
G5	السلالة دوما 68467	ATTILA*2/PBW65//PFAU/MILAN
G6	السلالة دوما 68498	P1.861/RDWG//DAJAJ-10
G7	السلالة أكساد 1300	ACSAD 901/3/NAC/VEE'S'//TEMU196.74/TITO'S' ACS - W - 10472 (2007) - 5IZ - 11Z-11Z-01Z
G8	السلالة أكساد 1302	ACSAD 901/3/NAC/VEE'S'//TEMU196.74/TITO'S' ACS - W - 10472 (2007) - 5IZ - 11Z-21Z-01Z
G9	السلالة أكساد 1304	ACSAD 901/3/NAC/VEE'S'//TEMU196.74/TITO'S' ACS - W - 10472 (2007) - 5IZ - 11Z-31Z-01Z
G10	السلالة أكساد 1115	W3918A/JUP//NS732/Her/3/Florkwa -3 ACS – W -9523- 6IZ -1IZ- 0IZ
G11	السلالة أكساد 1147	Chat's' //KVZ/cgn/3/BAU's' /4/Karawan2 ACS - W -9669- 15IZ -1IZ - 1IZ- 0IZ
G12	الصنف بحوث 6	صنف معتمد من GCSAR ، اعتمد عام 1991، غلته 3.785 طن/هـ
G13	الصنف دوما 4	ACSAD 529/4/C182-24/C168.3/3/Con*2/7C//Cc/Tob ACS - W -8024 - 14IZ - 1IZ - 3IZ -0IZ اعتمد عام 2007، غلته 2.375 طن/هـ في منطقة الاستقرار الثانية في سورية.
G14	الصنف دوما 6	Snb's' //shi # 4414/crow's' /crow's' ACS - W -9678- 23IZ -2IZ -0IZ اعتمد عام 2014، غلته 4.2 طن/هـ، منطقة الاستقرار الأولى.
G15	الصنف شام 6	صنف معتمد من ICARDA، اعتمد عام 1991، غلته 3.320 طن/هـ

موقع تنفيذ البحث

نُفِّذَ البحث في أربعة مواقع بيئية متباينة في سورية هي:

- الموقع الأول: قرية حريصون الواقعة بين منطقتي (بانياس - محافظة طرطوس) و(جبلة - محافظة اللاذقية)، إحداثياتها ($35^{\circ}N, 35^{\circ}E$)، معدل الهطول المطري السنوي (934) مم، وترتفع حوالي 10 م فوق سطح البحر.
- الموقع الثاني: في قرية درميني التابعة لمحافظة اللاذقية، تبعد 20 كم عن مدينة جبلة، إحداثياتها ($35^{\circ}N, 36^{\circ}E$)، معدل الهطول المطري السنوي (1115) مم، وترتفع 750 م فوق سطح البحر.
- الموقع الثالث: في قرية حمين التابعة لمحافظة طرطوس، تبعد عنها 25 كم، إحداثياتها ($34^{\circ}N, 36^{\circ}E$)، معدل الهطول المطري السنوي (1018) مم، وترتفع 400 م فوق سطح البحر.
- الموقع الرابع: منطقة الغاب - محافظة حماة، تبعد عن مركز المحافظة 8 كم، إحداثياتها ($35^{\circ}N, 36^{\circ}E$)، معدل الهطول المطري السنوي (697) مم، وترتفع 190 م عن سطح البحر.

طريقة الزراعة

زُرعت التجارب في المواقع الأربعة خلال موسم 2020-2021 في بداية شهر كانون أول، بثلاثة مكررات، فُلحت الأرض عميقاً من أجل التخلص من الأعشاب الضارة وبقياء المحصول السابق. قسّمت الأرض إلى قطع تجريبية، وكانت مساحة القطعة التجريبية الواحدة (1) م²، تضمنت كل قطعة 4 أسطر، طول السطر 1 متر، والمسافة بين سطر وآخر 25 سم، وبين نبات وآخر 3 سم، وبين كل قطعة تجريبية وأخرى 50 سم.

التحليل الإحصائي

تحليل التباين التجميقي: نُفِّذَت التجربة في المواقع البيئية الأربعة وفق تصميم القطاعات العشوائية الكاملة (R.C.B.D)، لحساب أقل فرق معنوي (L.S.D) عند مستوى 5% بين الطرز الوراثية والمواقع والتفاعل بينهما، وأُجري تحليل التباين التجميقي لصفة الغلة الحبية عبر المواقع البيئية المختبرة باستخدام برنامج GenStat 12th edition للتأكد من وجود فروق معنوية بين كلٍّ من الطرز الوراثية (G)، المواقع البيئية المختبرة (L)، والتفاعل بينهما (GxL).

تحليل الثباتية وفق طريقة GGE Biplot: أُقترحت تقانة Biplot من قبل (Gabriel, 1971) ثم طوّر العالم (Yan *et al.*, 2000) تقانة "Genotype Main Effect (G) plus Genotype by Environment Interaction (GE)" GGE Biplot، وهي حزمة برمجية إحصائية تفيد في تقدير حجم ونمط التفاعلات الوراثية x البيئية وتمثيلها بيانياً بشكل مخططات ثنائية الأبعاد من خلال تحليل التباين متبوعاً بتحليل المكونات الرئيسية PCA (Principal Components Analysis)، حيث تدمج التأثيرات الوراثية (G) مع تأثيرات التفاعلات الوراثية x البيئية (G.E)؛ ومن هنا جاءت التسمية GGE، لكنها تُهمل الأثر البيئي (E) (Yan *et al.*, 2001)، (2007).

استُخدِمَ برنامج GGE Biplot Version 7.1 المصنّف من قبل العالم (Weikai Yan) لتحليل الثباتية، وفُسِّرَت النتائج تبعاً لشرح العالمين (Yan and Kang, 2003) تبعاً لطريقة GGE Biplot.

النتائج والمناقشة

تحليل التباين التجميحي

أظهرت نتائج تحليل التباين التجميحي لصفة الغلة الحبية (طن/هـ) في الجدول (2) وجود فروق معنوية بين كل من الطرز الوراثية المدروسة (G) والمواقع البيئية المختبرة (E) والتفاعل بينهما (GxE)، وتدل معنوية التفاعل الوراثي x البيئي على عدم ثباتية الغلة وتذبذبها مع تغير الظروف البيئية وبالتالي فاعلية تحليل الثباتية (Eberhart and Russell, 1966)، كما أشارت النتائج إلى أن صفة الغلة الحبية قد تأثرت معنوياً باختلاف الطرز الوراثية المدروسة وتباين البيئات المختبرة والتفاعلات الوراثية x البيئية بنسبة 45%، 40%، و 15% على التوالي.

الجدول 2. تحليل التباين التجميحي Combined AN.O.VA لصفة الغلة الحبية (طن/هـ) عبر المواقع البيئية المختبرة

Prob	F	MS	SS	DF	S.O.V
0.00001	27.100	0.896	12.541	14	الطرز الوراثية (Geno.)
0.00001	24.200	0.798	2.393	3	المواقع البيئية (Env.)
0.2509	1.300	0.042	0.337	8	المكررات (Rep\ Env.)
0.00001	6.900	0.228	9.592	42	التفاعل الوراثي x البيئي (GxE)
-	-	0.033	3.700	112	الخطأ التجريبي (Error)
-	-	-	28.563	179	الكلية (Total)

تحليل GGE Biplot

بيّنت نتائج تحليل الـ GGE Biplot في الجدول (3) أن المكونين الأساسيين الأول والثاني (PCA_1 ، PCA_2) كانا معنويين، وفُسِّرا معاً ما يقارب 87% من التباين الكلي، وبالتالي فإنَّ تحليل GGE Biplot كان فعالاً في تمثيل وتفسير التباينات الموجودة بكل موثوقية وفعالية (Yang *et al.*, 2009; Yan and Holland, 2010).

يُستخدَم تحليل المكونات الرئيسية (Principal Components Analysis (PCA) من قبل الباحثين ومرّبي النبات في تفسير وتحليل بيانات التجارب التي يجري فيها جمع قدر كبير من البيانات وللعديد من المتغيرات كما في تجارب البيئات المتعددة؛ لذا يحتاج مربو النبات إلى أسلوب إحصائي يساعد في اختصار البيانات والمتغيرات، ومن هنا تبرز أهمية تحليل المكونات الرئيسية لاختزال وتلخيص أكبر قدر ممكن من البيانات وتحويلها إلى مجموعة أصغر بكثير من المتحولات المستقلة تدعى بالمكونات الرئيسية (Smith, 2002).

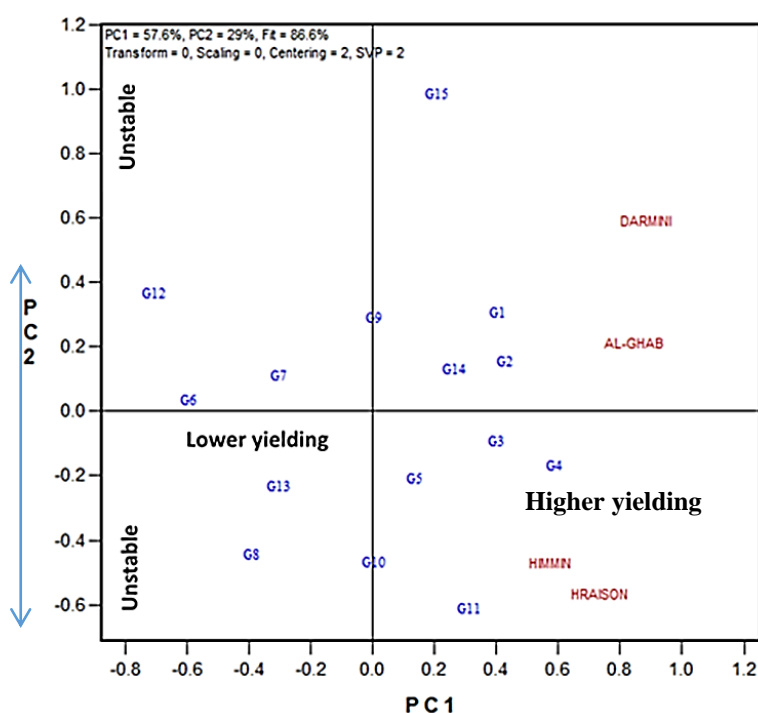
الجدول 3. تحليل GGE Biplot لصفة الغلة الحبية طن/هـ.

Accumulate of Total SS	% of Total SS	Singular Value	PCA
57.6	57.6	2.061	1
86.6	29	1.462	2
95	8.4	0.787	3
100	5	0.608	4

GGE Biplot للطرز الوراثية المدروسة والمواقع البيئية المختبرة

جرى تمثيل بيانات GGE Biplot بيانياً في الشكل (1) لتقييم الطرز الوراثية المدروسة، وتظهر قيم PCA_1 و PCA_2 لكل طراز وراثي مدروس، حيث تُعرّف الطرز الوراثية التي تمتلك قيم $PCA_1 > 0$ (أكبر من الصفر) بأنها عالية الغلة، والطرز التي تمتلك قيم $PCA_1 < 0$ (أصغر من الصفر) بأنها منخفضة الغلة؛ بينما تشير قيم PCA_2 المنخفضة (بالقيمة المطلقة) إلى ثباتية واستقرار الطراز الوراثي، وبذلك قُسمت الطرز الوراثية المدروسة إلى مجموعات اعتماداً على قيم PCA_1 و PCA_2 :

المجموعة الأولى: تضم الطرز الوراثية ذات قيم $PCA_1 > 0$ وقيم PCA_2 القريبة من الصفر وهي (G1، G2، G3، G4، G5، G14) وتمثل الطرز الوراثية المرغوبة من قبل مربيّ النبات كونها تجمع بين الغلة المرتفعة والثباتية العالية، أما المجموعة الثانية ضمت الطرز منخفضة الغلة ($PCA_1 < 0$) ومنخفضة الثباتية ($PCA_2 > 0$) وهي: (G8، G9، G10، G12، G13)، المجموعة الثالثة: الطرز الوراثية عالية الغلة (أعلى من المتوسط العام) لكنها منخفضة الثباتية (G11، G15)، المجموعة الرابعة: الطرز الوراثية منخفضة الغلة عالية الثباتية (G6، G7) كما يظهر في الشكل (1) أن قيم PCA_1 للمواقع البيئية المختبرة كانت جميعها موجبة ($PCA_1 > 0$)، مما يشير إلى أن المكون الرئيس الأول PCA_1 يمثل التباينات الوراثية النسبية للغلة الحبية عبر البيئات، ويدلّ على أن التفاعل بين هذه المواقع كان من النمط Non-crossover، بمعنى أن الطرز الوراثية الأعلى غلةً تباينت من بيئة إلى أخرى إلى حدٍ ما.



الشكل 1. مخطط GGE Biplot للطرز الوراثية المدروسة والمواقع البيئية المختبرة

التركيبة المفضّلة لكل بيئة: "Which Won Where or Which is Best for What"

تعد ميزة "Which Won Where" (الشكل 2) واحدة من أهم مزايا وسمات التمثيل البياني وفق تقانة الـ GGE Biplot التي تعالج وتوضح بيانياً الطرز الوراثية الأكثر تكيّفاً مع بيئة معينة (التكيف الخاص)، بالإضافة إلى إمكانية تقسيم المنطقة المستهدفة

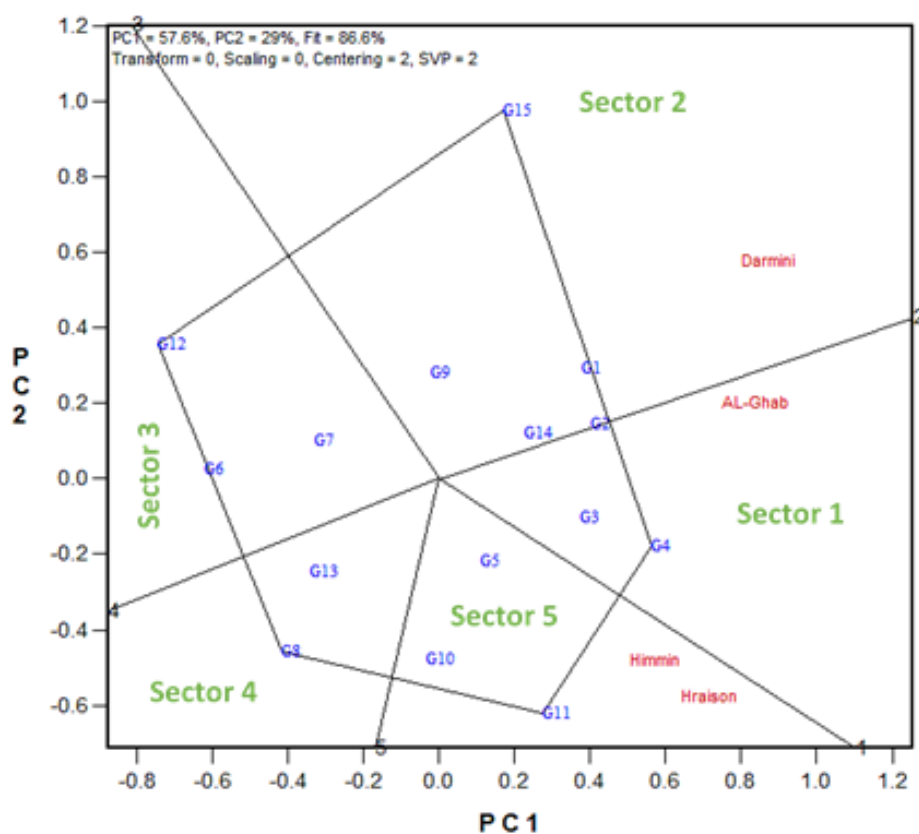
إلى بيانات كبرى. من خلال الوصل بين النقاط الأبعد عن نقطة الأصل في مخطط GGE Biplot (مواقع الطرز الوراثية الأبعد عن مركز الـ Biplot) يجري رسم مضلع (Polygon) بحيث تصبح نقاط جميع الطرز الوراثية الأخرى متضمنة داخل المضلع، والخطوط المارة من نقطة الأصل (مركز المخطط) والعمودية على كل ضلع من أضلاع الـ Polygon تقسمه إلى عدة قطاعات Sectors، وبالتالي هو مخطط مهم جداً للكشف عن احتمال وجود بيانات كبرى مختلفة في منطقة معينة (Yan *et al.*, 2007).

قسّمت الأشعة المارة من نقطة الأصل والعمودية على أضلاع المخطط Polygon إلى 5 قطاعات Sectors، والمواقع البيئية المختبرة في هذا البحث وقعت ضمن 3 قطاعات منها فقط كما يظهر في الشكل (2)؛ القطاع الأول (Sector 1) ضمّ موقع الغاب فقط، القطاع الثاني (Sector 2) ضمّ موقع درميني، القطاعين الثالث والرابع (Sector 3+4) لم يتضمن أي موقع، وأخيراً القطاع الخامس (Sector 5) ضمّ موقعي حمين وحريصون (Himmin + Hraison)، وجود المواقع البيئية المختبرة ضمن قطاعات مختلفة يدل ويؤكد على تباين واختلاف هذه المواقع بيئياً، لكنّ هذا التقسيم يحتاج إلى المزيد من التحقق والتمحيص من خلال تجارب متعددة السنوات والمواقع في المنطقة المستهدفة (Kaya *et al.*, 2006).

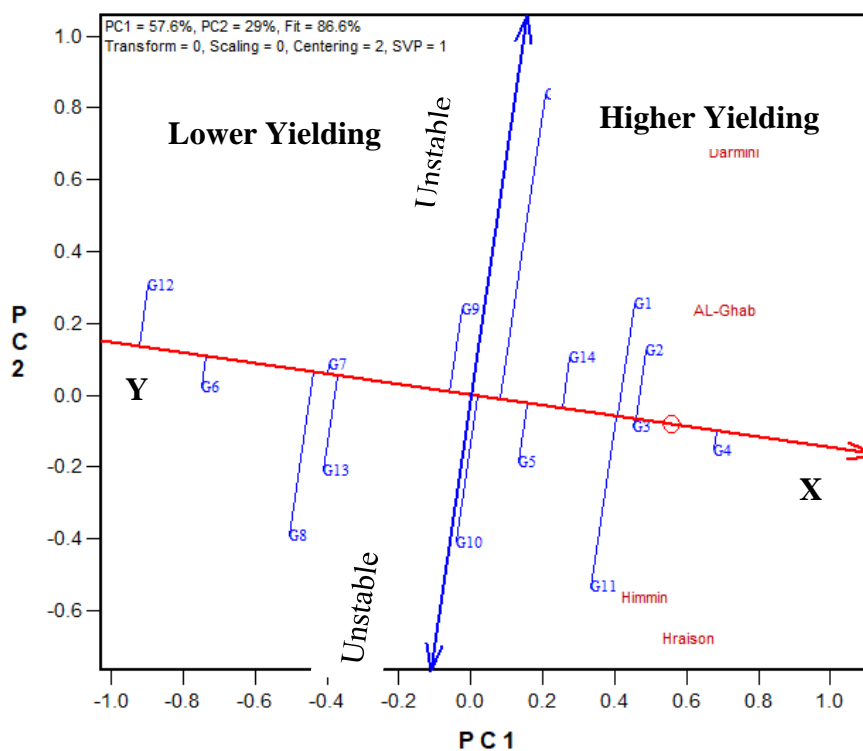
بالإضافة إلى ذلك توجد ميزة أساسية لهذا المخطط هي أن رؤوس المضلع (Polygon Vertex) تمثّل الطرز الوراثية المتفوقة (الأعلى غلةً) أو الأدنى غلةً في جميع المواقع البيئية الواقعة ضمن هذا القطاع (إما الأفضل على الإطلاق أو الأدنى) (Yan and Kang, 2003; Yan, 2002)، بناءً على ذلك يُلاحظ من المخطط تفوّق الطراز الوراثي G15 (الصنف شام 6) في موقع درميني، الطراز G4 (السلالة دوما 66981) في موقع الغاب، وG11 (السلالة أكساد 1147) في كل من حريصون وحمين؛ لوقوع هذه الطرز على قمم أو رؤوس المضلع، وهي الطرز الأعلى غلةً بين الطرز الوراثية الواقعة في القطاع نفسه، بينما كانت الطرز الوراثية G12، G6، وG8 غير ملائمة لأي موقع من المواقع البيئية المختبرة كونها تقع في منطقة من المخطط خالية من أي بيئة، كما يدل ذلك على أن هذه الطرز هي الأفقر والأدنى غلةً.

ترتيب الطرز الوراثية تبعاً لمتوسط الغلة الحبية والثباتية

رتّبت الطرز الوراثية تبعاً لمتوسط غلتها الحبية وثباتية أدائها عبر المواقع البيئية المختبرة وفق طريقة محور متوسط البيئة (Average Environment Coordination = AEC) حسب (Yan, 2002). وفق هذه الطريقة يعرف متوسط البيئة بأنه متوسط قيم PCA_1 و PCA_2 لجميع البيانات المختبرة، ويُمثّل في المخطط بدائرة صغيرة (الشكل 3)، والخط الواصل بين نقطة الأصل وهذه الدائرة يسمّى محور متوسط البيئة ويُعتبر ممثلاً لمحور X-السينات (AEC abscissa)، أما الخط المار من نقطة الأصل والعمودي على محور السينات (AEC abscissa) يمثّل المحور الصادي أو محور Y-العينات (AEC ordinate)، وهو على عكس محور السينات له اتجاهان وكل منهما يشير إلى انخفاض الثباتية ومساهمة أكبر للطراز الوراثي في التفاعلات الوراثية x البيئية (بعيداً عن نقطة الأصل). بالنسبة إلى الطرز الوراثية المدروسة كلما كان مسقط الطراز الوراثي على محور AEC abscissa أطول أي أبعد عن نقطة الأصل باتجاه السهم دلّ ذلك على متوسط غلة حبية أعلى، وكلما كان مسقط الطراز الوراثي على محور AEC ordinate أقصر (أي أقرب إلى نقطة الأصل) دلّ ذلك على ثباتية أعلى، وبالتالي فإن أفضل الطرز الوراثية المدروسة هو G4 يليه G3، G2، G1، G11، G14، G5 كما يظهر في الشكل (3)، ويجري استبعاد جميع الطرز الوراثية الواقعة في القسم الأيسر من المخطط كونها منخفضة الغلة الحبية (G13، G7، G8، G6، G12).



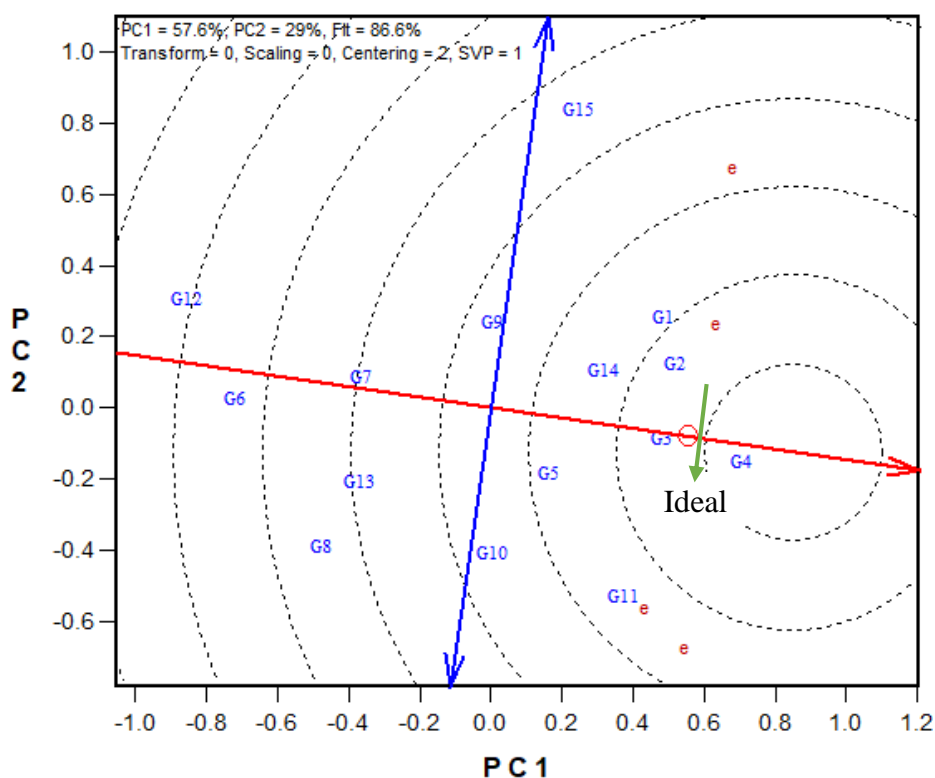
الشكل 2. الطرز الوراثية المفضلة لكل موقع بيئي مختبر



الشكل 3. ترتيب الطرز الوراثية تبعاً لمتوسط غلتها الحبية وثباتية أداؤها

ترتيب الطرز الوراثية تبعاً لقرئها من موقع الطراز الوراثي المثالي

يوضح الشكل (4) بُعد الطرز الوراثية المدروسة عن موقع الطراز الوراثي المثالي في مركز الدوائر متحد المركز، الطراز الوراثي المثالي "ideal entry = ideal genotype" لابد أن يكون الأعلى غلةً بين الطرز الوراثية المدروسة وبكل تأكيد الأكثر ثباتيةً واستقراراً (Yan and Tinker, 2006)، مثل هذا الطراز نادراً ما يكون موجوداً في الواقع؛ إلا أنه يمكن أن يستخدم كمرجع أو كمعيار (قيمة معيارية افتراضية) لتقييم الطرز الوراثية المدروسة بناءً على بعدها عنه، ويساعد في تمثيل وإظهار المسافات بين الطرز الوراثية المدروسة والطراز المثالي، وبالتالي تحديد الطراز الوراثي المرغوب من قبل مربي النبات وهو الطراز الأكثر قرباً من هذا الموقع، بناءً على فإن الطراز الوراثي G4 هو الطراز المرغوب كونه الأقرب إلى موقع الطراز الوراثي المثالي، بينما يعدُّ الطراز G12 الأبعد عن المثالية.



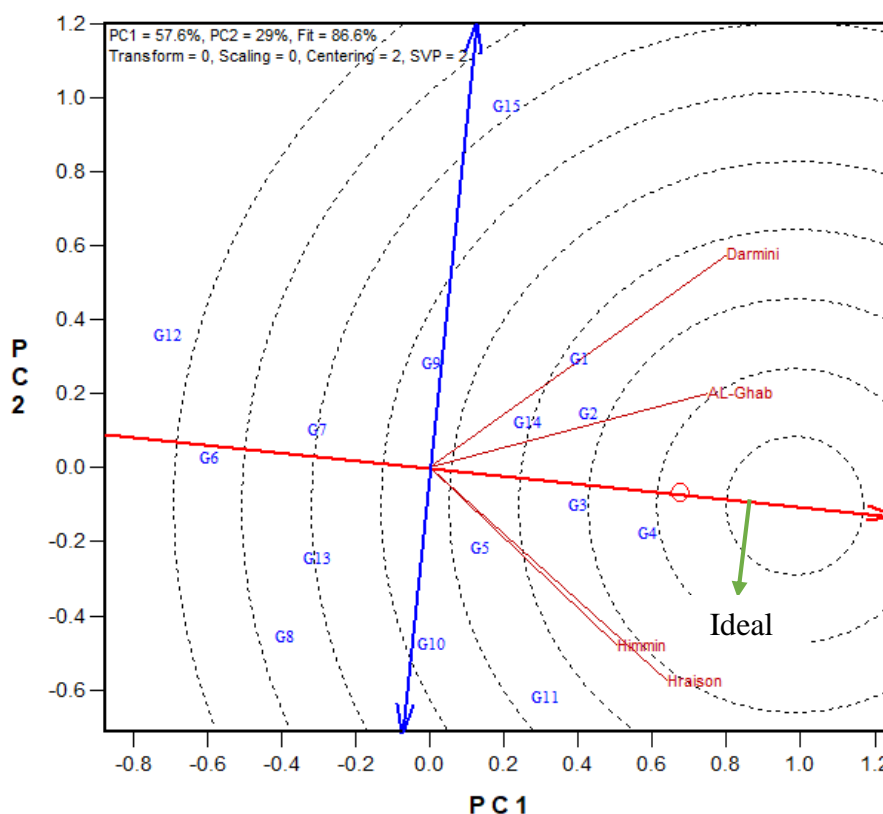
الشكل 4. بُعد الطرز الوراثية المدروسة عن موقع الطراز الوراثي المثالي

تقييم المواقع البيئية المختبرة تبعاً للقدرة التصنيفية والتمثيلية

يمكن من خلال تحليل GGE Biplot تحديد خصائص وميزات المواقع البيئية المختبرة، حيث يفيد في تحديد البيئة الأكثر تصنيفاً وتمييزاً للطرز الوراثية المدروسة (discriminating ability = informative) وهي البيئة التي يكون شعاعها Environment's Vector (الخط الواصل بين موقع البيئة على المخطط ونقطة الأصل) أطول ما يمكن، أي أن طول شعاع البيئة يعدُّ مقياساً لقدرة البيئة على تصنيف الطرز الوراثية المدروسة وتزويدنا بمعلومات أكثر عنها والتباينات فيما بينها، وبذلك يعدُّ موقع درميني الأكثر تمييزاً بين المواقع المختبرة؛ لأن شعاعه هو الأبعد عن مركز المخطط، وموقع حمين أقلها كما يظهر في الشكل (5)، مما يدلُّ على أن خصائص موقع درميني (البيئية والمناخية) كانت مفيدة في الكشف عن كامل صفات

وخصائص الطرز المدروسة وغربلتها، ويؤود بمعلومات كافية ودقيقة عن أداء كل طراز وراثي وبالتالي يساعد في الانتخاب للتكيف الخاص (Yan and Rajcan, 2002).

يفيد تحليل GGE Biplot أيضًا في تحديد البيئة الأكثر تمثيلاً (Representativeness Ability) للمواقع المختبرة، وهي البيئة التي يكون متوسط الغلة الحبية فيها مساوياً تقريباً للمتوسط العام عبر البيئات، وتحدد هذه البيئة من خلال مقدار الزاوية المحصورة بين شعاع البيئة ومحور متوسط البيئة AEC abscissa، كلما صغرت هذه الزاوية زادت قدرة البيئة على تمثيل باقي البيئات المختبرة في المنطقة المستهدفة والعكس صحيح، وبهذا فإن موقع الغاب هو الموقع الأكثر تمثيلاً للمواقع المختبرة (الشكل 5)، أما الموقع البيئي المثالي (Ideal Location = Ideal Tester) يجب أن يكون الأكثر تمييزاً والأكثر تمثيلاً، ويُمثل على المخطط بمركز الدوائر المتحدة المركز (Yan and Kang, 2003)، والموقع البيئي المختبر المفضل هو الأقرب لهذا المركز؛ لذلك يعدّ موقع الغاب الموقع الأفضل والأقرب للمثالية بين المواقع المختبرة في هذا البحث؛ كونه الأقرب لمركز هذه الدوائر كما يظهر في الشكل (5).



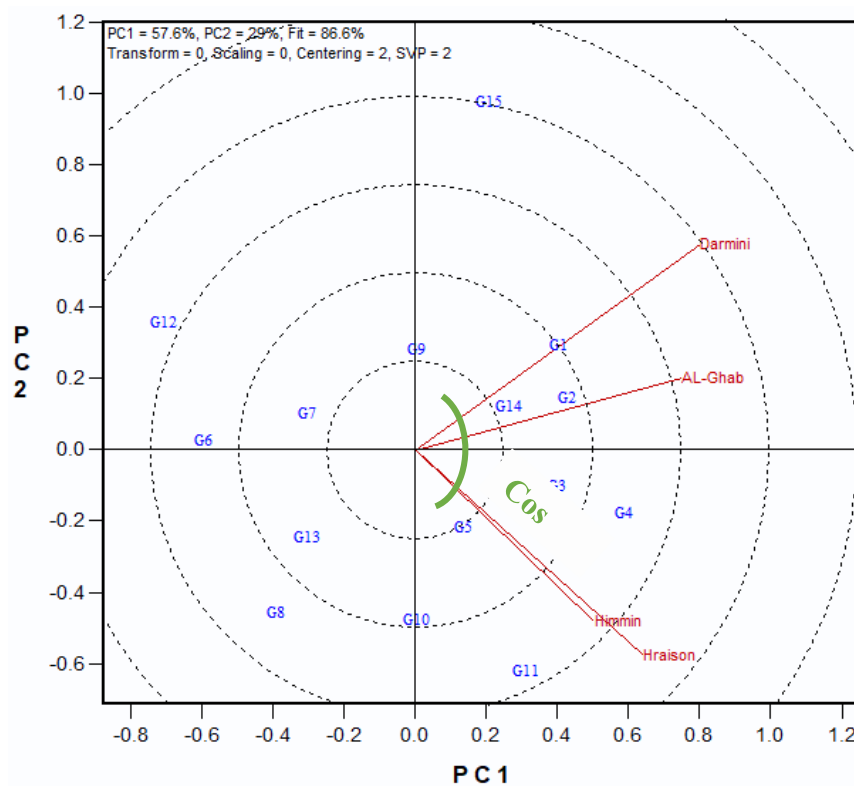
الشكل 5. ترتيب المواقع البيئية المختبرة

العلاقات بين المواقع البيئية المختبرة

يوضح الشكل (6) العلاقات بين المواقع البيئية المختبرة من خلال قياس Cosine الزاوية المحصورة بين الشعاعين الممثلين لأي موقعين، لأن Cosine الزاوية بين شعاعَي أي بيئتين يقابل قيمة الارتباط بينهما (Yan et al., 2000).

إنَّ تحديد العلاقات بين البيئات يفيد في إمكانية الانتخاب غير المباشر؛ أي: الانتخاب على أساس الأداء المظهري للطرز الوراثية في إحدى البيئتين المرتبطتين وتعميم النتائج على البيئة الأخرى، وبالتالي إمكانية حذف بعض المواقع المختبرة، لا سيما إذا كان التشابه أو الارتباط بينهما متكررًا خلال السنوات؛ مما يفيد في تقليل النفقات والتكاليف وزيادة كفاءة وجدوى برامج التربية (Kaya *et al.*, 2006).

يُلاحظ من الشكل (6) أنَّ الزاوية بين شعاعَي درميني وحريصون هي الأكبر (90°)، وبالتالي التشابه بينهما صفر، بينما كان موقعًا حمين وحريصون الأكثر ارتباطًا، والزاوية المحصورة بين شعاعَهما تكاد تكون معدومة، وبالتالي يمكن الاستغناء عن أحد هذين الموقعين والاكتفاء بالآخر في عمليات تقييم الطرز الوراثية واعتمادها في المراحل الأخيرة من برامج التربية.



الشكل 6. العلاقات بين المواقع البيئية المختبرة

الاستنتاجات والتوصيات

الاستنتاجات

- وجود تفاعلات وراثية \times بيئية ذات تأثيرات معنوية على أداء الطرز الوراثية المدروسة واختلاف ترتيبها عبر المواقع البيئية المختبرة.
- فاعلية تحليل الثباتية وفق طريقة GGE Biplot وأهميتها في تمثيل وتفسير التفاعلات الوراثية \times البيئية.
- تفوق الطراز الوراثي G4 (السلالة المبشّرة دوما 66981) على جميع الطرز الوراثية المدروسة، وهو الأقرب للطراز المثالي، الذي يجمع بين الغلة المتفوقة والثباتية العالية عبر جميع المواقع المختبرة.

- اعتبار موقع الغاب يليه موقع درميبي مواقع مثلى للانتخاب لصفة الغلة الحبية والتكيف مع الظروف البيئية المتباينة.
- الارتباط والتشابه الكبير بين موقعي حريصون وحمين يتيح إمكانية الاستغناء عن أحدهما في تجارب المراحل الأخيرة من برامج تربية واعتماد الأصناف المحسنة الجديدة.

التوصيات

زراعة الطرز الوراثية المدروسة في المواقع البيئية المختبرة لعدة مواسم؛ للتأكد من نمط التفاعلات الوراثية x البيئية وتكراره عبر السنوات، وبالتالي إمكانية تقسيم المنطقة المستهدفة إلى عدة قطاعات بيئية متباينة.

المراجع

- Alam, M. A., M. Farhad., M.A. Hakim., N.C.D. Barma., P.K. Malaker., M.M.A. Reza., M. Hossain. and M. Li. 2017. AMMI and GGE biplot analysis for yield stability of promising bread wheat genotypes in Bangladesh. Pakistan Journal of Botany, 49(3), 1049-1056.
- Dehghani, H., H. Omid. and N. Sabaghnia. 2008. Graphic analysis of trait relations of rapeseed using the biplot method. Agronomy Journal, 100(5), 1443-1449.
- Eberhart S.A. and W.A. Russell. 1966. Stability parameters for comparing varieties. Crop Science, 6(n/a), 36-40.
- FAO. 2021. Special report: 2021 FAO Crop and Food Supply Assessment Mission to the Syrian Arab Republic - December 2021. Rome. <https://doi.org/10.4060/cb8039en>. (Accessed on 26/5/2023).
- Gabriel, K.R. 1971. The biplot graphic display of matrices with application to principal component analysis. Biometrika, 58(3), 453-467.
- Jeberson, M. S., L. Kant., N. Kishore., V. Rana., D.P. Walia. and D. Singh. 2017. AMMI and GGE biplot analysis of yield stability and adaptability of elite genotypes of bread wheat (*Triticum aestivum* L.) for Northern Hill Zone of India. International Journal of Bio-resource and Stress Management, 8(5), 635-641.
- Kadir, M., Y. Musa., A. Nur., R. Efendi. and K. Syahrudin. 2018. GGE-biplot analysis of yield stability in environment trial of tropical wheat (*Triticum aestivum* L.) genotype under dry season in Indonesia. Research on Crops, 19(4), n/a.
- Kaya Y. M., M. Akcurra. and S. Taner. 2006. GGE-biplot analysis of multi-environment yield trials in bread wheat. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 30(5), 325-337.
- Mohammadi R., D. Sadeghzadeh., M. Armion. and A. Amri. 2011. Evaluation of durum wheat experimental lines under different climate and water regime conditions of Iran. Crop and Pasture Science, 62(2), 137-151.

- Mohammadi, R., J. Jafarzadeh., M. Armion., H. Hatamzadeh. and E. Roohi. 2023. Clustering stability methods towards selecting best performing and stable durum wheat genotypes. *Euphytica*, 219(10), 109.
- Omrani, A., S. Omrani., M. Khodarahmi., S.H. Shojaei., A. Illés., C. Bojtor., S.M.N. Mousavi. and J. Nagy. 2022. Evaluation of grain yield stability in some selected wheat genotypes using AMMI and GGE biplot methods. *Agronomy Journal*, 12(5), 1130.
- Purchase, J. L., H. Hatting. and C.S. Van Deventer. 2000. Genotype \times environment interaction of winter wheat (*Triticum aestivum* L.) in South Africa: II. Stability analysis of yield performance. *South African Journal of Plant and Soil*, 17(3), 101-107.
- Rad, M.N., M.A. Kadir., M.Y. Rafii., H.Z. Jaafar., M.R. Naghavi. and F. Ahmadi. 2013. Genotype environment interaction by AMMI and GGE biplot analysis in three consecutive generations of wheat (*Triticum aestivum* L.) under normal and drought stress conditions. *Australian Journal of Crop Science*, 7(7), 956-961.
- Singh, C., A. Gupta., V. Gupta., P. Kumar., R. Sendhil., B.S. Tyagi., G. Singh., R. Chatrath. and G.P. Singh. 2019. Genotype \times environment interaction analysis of multi-environment wheat trials in India using AMMI and GGE biplot models. *Crop Breeding and Applied Biotechnology*, 19(30), 309-318.
- Smith, L. I. 2002. A Tutorial on Principal Components Analysis.
- WFP. 2023. WFP Syrian Arab Republic External Situation Report, Report #3, March 2023. Available at: <https://www.wfp.org/publications/Syria>. (Accessed on 12/12/2023).
- Yan, W. 2002. Singular value partitioning for biplot analysis of multi-environment trial data. *Agronomy Journal*, 94(5), 990-996.
- Yan, W. and J.B. Holland. 2010. A heritability-adjusted GGE biplot for test environment evaluation. *Euphytica*, 171(3), 355-369.
- Yan, W. and M.S. Kang. 2003. *GGE Biplot Analysis: A Graphical Tool for Breeders, Geneticists, and Agronomists*. CRC Press, Boca Raton.
- Yan, W. and I. Rajcan. 2002. Biplot analysis of test sites and trait relations of soybean in Ontario. *Crop Science*, 42(1), 11-20.
- Yan, W. and N.A. Tinker. 2006. Biplot analysis of multi-environment trial data: Principals and applications. *Canadian Journal of Plant Science*, 86(3), 623-645.
- Yan, W., L.A. Hunt., Q. Sheng. and Z. Szlavncs. 2000. Cultivar evaluation and mega-environment investigation based on GGE biplot. *Crop Science*, 40(3), 597-605.

- Yan, W., M.S. Kang., B. Ma., S. Woods. and P.L. Cornelius. 2007. GGE biplot vs. AMMI analysis of genotype-by-environment data. Crop Science, 47(2), 643-653.
- Yang, R.C., J. Crossa., P.L. Cornelius. and J. Burgueno. 2009. Biplot analysis of genotype 9 environment interaction: proceed with caution. Crop Science, 49(5), 1564-1576.

N° Ref: 1162



قدرة الجسيمات النانوية على إحداث الطفرات في القمح

The Ability of Nanoparticles to Induce Mutations in Wheat

وليد الطويل⁽¹⁾ ياسر السلامة⁽²⁻¹⁾ إبراهيم الغربي⁽³⁾ أيمن العوده⁽¹⁾ رياض بليش⁽¹⁾ زينب حسين⁽¹⁾

Tawil W.⁽¹⁾ Salama Y.⁽¹⁻²⁾ Alghoraibi I.⁽³⁾ AL-Ouda A.⁽¹⁾ Ballish R.⁽¹⁾ Zienab H.⁽¹⁾

Yassersalama1970@gmail.com

Received 4 February 2024; Accepted 24 Jun 2024

(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 التربة واستصلاح الأراضي، كلية الزراعة، جامعة الفرات، سورية.

(2) Department of Soil and Land Reclamation, Faculty of Agriculture, Al-Furat University, Syria.

(3) قسم الفيزياء، كلية العلوم، جامعة دمشق، سورية.

(3) Department of physic, Faculty of Science, Damascus University, Syria.

الملخص

نفذ البحث في مخابر وحقول التجارب التابعة للمركز العربي لدراسات المناطق الجافة والأراضي القاحلة "أكساد" خلال الفترة 2021-2023 بهدف دراسة تأثير جسيمات الفضة وأكسيد الزنك النانوية في المادة الوراثية للقمح، والتأكد من الأمان الحيوي لهذه المواد لأنها تدخل في تصنيع الأسمدة النانوية التي بدئ باستخدامها في الزراعة مؤخراً. بينت النتائج أن معاملة بذور صنف القمح القاسي "أكساد 1105" بهذه الجسيمات النانوية أدت إلى حدوث طفرات كروموسومية بنسبة قليلة بلغت 2% في خلايا القمح الميرستيمية أثناء انقسامها الجسعي، وطفرات لونية (كلوروفيلية) في بادرات القمح بنسب ضعيفة تراوحت بين 1-2% وطفرات شكلية (مورفولوجية) وفسيولوجية في نباتات القمح بنسب معتدلة تراوحت بين 3.9-8% في عائلات الجيل الثاني (M2)، لا يمكن تجاهل هذه النسب الضعيفة، وتستوجب توخي الحذر عند اعتماد تقنية التسميد النانوي، وتؤكد أهمية استكمال البحوث الضرورية لفهم جوانب التأثيرات البيولوجية والوراثية في الكائنات الحية الناتجة عن استخدام هذا النوع الجديد من الأسمدة.

الكلمات المفتاحية: قمح، طفرات كروموسومية، طفرات كلوروفيلية، طفرات شكلية، فضة نانوية، أكسيد الزنك النانوي.

Abstract

This research was carried out in the laboratories and experimental fields of the Arab Center for the Studies of Arid Zones and Dry Lands "ACSAD" during 2021-2023 with the aim of studying the effect of zinc oxide and silver nanoparticles on the genetic material of wheat, and ensuring the biological safety of these materials, because they are used in the manufacturing of nano-fertilizers, which have recently been used in agriculture. The results indicate that the treatment of seeds of the durum wheat variety "ACSAD 1105" with nanoparticles of Ag and ZnO led to a low rate of chromosomal mutations, affecting 2% of the studied meristematic cells during mitotic division, and a small amount of chlorophyll mutations in wheat early seedlings, as well as a moderate percentage of morphological and physiological mutations in wheat plants, with an average of 1-2% and 3.9-8% respectively, in the second generation (M2) rows. Despite these low percentages, they cannot be ignored. Therefore, it is necessary to be careful when adopting nano-fertilizer technology, and this emphasizes the need for further complementary research to understand the various biological and genetic effects of this new type of fertilizer on living organisms.

Keywords: Wheat, Chromosome mutations, Chlorophyll and morphological mutations, Ag NPs - ZnO NPs.

المقدمة

تعد الأسمدة من أهم مدخلات الإنتاج الزراعي، لأنها تسهم في تحقيق زيادات كبيرة في الإنتاج، إلا أن الكثير من المزارعين حتى في البلاد الغنية يواجهون صعوبات في تسميد محاصيلهم بالشكل الملائم نتيجة الارتفاع الكبير في أسعارها، وصعوبة الحصول عليها، بسبب الأزمات والنزاعات في مناطق شتى في العالم، مما جعل الحاجة ماسة للبحث عن بدائل ملائمة. تشير الدراسات والبحوث الحديثة إلى أن تقنية الأسمدة النانوية إحدى الخيارات المحتملة (Shang *et al.*, 2019; Gade *et al.*, 2023)؛ لأن كميات السماد النانوي اللازم إضافتها للتربة الزراعية في وحدة المساحة أقل بكثير وبكلفة أدنى، وتخفض مستويات تلوث التربة والمياه مقارنة بالأسمدة التقليدية، مما جعل الاهتمام يتزايد بهذا النوع الجديد من الأسمدة (Tarafdar *et al.*, 2015; Su *et al.*, 2022). يصل حجم السوق العالمي للأسمدة النانوية إلى نحو 3 مليارات دولار سنوياً حالياً مع توقع نمو سنوي عالٍ، مقابل 193 مليار دولار للأسمدة التقليدية (Statista, 2023; Skyquest, 2024).

تعد تقنية التسميد النانوي حديثة نسبياً لما تستكمل دراسة جوانبها كافة بعد، لا سيما فيما يتعلق بالأمان البيولوجي والوراثي وتأثيرها في النبات، فالجسيمات المكونة للأسمدة النانوية متناهية الصغر، تقل أبعادها عن 100 نانو (1 nm = 10⁻⁹ m)، في حين أن أقطار فتحات الثغور التنفسية في أوراق النبات أكبر من 30 ميكروناً، تسمح بنفاذ هذه الجسيمات إلى داخل النباتات في حالة التسميد الورقي، وتعبّر من خلال المسامات الجذرية في التسميد الأرضي، وتتابع حركتها عبر الأنسجة وتخرق الجدر الخلوية والأغشية النووية، لتصل إلى الكروموسومات والحمض النووي DNA، وتحدث تغيرات مختلفة في البنى الفيزيائية والكيميائية فيهما (Chen and von Mikecz, 2005; Wu and Li, 2022)، تعدّ هذه التغيرات ضارة في معظمها ولها آثار صحية سيئة (Jampilek and Kralova, 2015).

وبالرغم من مزايا الأسمدة النانوية، إلى أنَّ الكثير من البحوث المنشورة في المجالات العلمية المتخصصة أشارت إلى ضرورة إجراء المزيد من البحوث والتجارب للتوصل إلى فهم أفضل لتأثيرات الأسمدة النانوية في البيئة والنظم البيولوجية (Mirbakhsh, 2023; kumar *et al.*, 2023; Abhigna *et al.*, 2021).

إن إجراء الدراسات المتعلقة بأنواع ونسب حدوث الطفرات التي تستطيع مادة كيميائية ما إحداثها في النبات له أهمية كبيرة من منظور الأمان الحيوي؛ لأن المواد الكيميائية القادرة على تغيير التراكيب الوراثية في الكائنات الحية تعدّ خطراً على النظم البيئية والكائنات الحية، وتقيّد استخدامها وتداولها بروتوكولات خاصة.

هدف البحث: تحديد قدرة جسيمات الفضة وأكسيد الزنك النانويين (وهي مواد تدخل في صناعة الأسمدة النانوية) على إحداث طفرات في القمح القاسي *Triticum durum*.

مواد وطرائق البحث

مكان تنفيذ البحث

أجريت الدراسات السيتولوجية الخاصة بالطفرات الكروموسومية في مخبر المركز العربي - أكساد بدمشق، والطفرات الحقلية في حقول محطة أكساد للبحوث الزراعية في منطقة إزرع بمحافظة درعا - جنوبي سورية، وهي تمثل المناطق الزراعية شبه الجافة، يبلغ معدل الهطول المطري فيها نحو 300 مم/سنة.

فترة تنفيذ البحث: 2021-2023.

تحضير الجسيمات النانوية

حُضِرَت جسيمات الفضة النانوية في مخبر النانو في قسم الفيزياء - كلية العلوم في جامعة دمشق باستخدام مستخلص مائي من نبات الأوكالبتوس *Eucalyptus camaldulensis*. جرى توصيف الفضة المحضرة بتقنيات المطيافية في المجال المرئي وفوق البنفسجي، والمجهر الإلكتروني الماسح، ومنظومة تشتت الضوء الديناميكي، وتبين أن أبعادها تتراوح بين 10-15 نانومتر، وحُضِرَت جسيمات أكسيد الزنك النانوي باستخدام خلاّت الزنك المائية $\{Zn(CH_3COO)_2 \cdot 2H_2O\}$ ، وكانت أبعادها في نطاق 40-80 نانومتر (Zein *et al.*, 2020).

المادة النباتية: صنف القمح القاسي "أكساد 1105"

المواد النانوية وغير النانوية المدروسة (*) مواد غير نانوية درست للمقارنة)

- جسيمات الفضة النانوية (تركيز 40 ppm).
- جسيمات أكسيد الزنك النانوي (تركيز 50 ppm).
- * مادة أزيد الصوديوم $NaNO_3$ (تركيز 0.003 مولر).
- * سماد ورقي تقليدي يحوي عناصر معدنية كبرى (تركيز 0.1 و 0.2%).
- * سماد ورقي تقليدي يحوي عناصر معدنية صغرى (تركيز 0.1 و 0.2%).
- ماء مقطر (شاهد).

إحداث الطفرات (Mutation induction)

يهدف تحديد مستوى الأمان الحيوي للجسيمات النانوية. اتُّبعت المنهجية المتعارف عليها دوليًا لتقييم مقدرتها على إحداث أنواع محددة من الطفرات، لذلك نقتت كمية من بذور صنف القمح المدروس مدة 4 ساعات في محاليل الجسيمات النانوية والمواد الكيميائية غير النانوية بالتراكيز المذكورة (بمعدل 1000 بذرة لكل معاملة من المعاملات الست المذكورة) لدراسة مدى تأثيرها في المادة الوراثية للقمح واحداث الطفرات.

أنواع الطفرات المحدثة (Induced mutations)

- الطفرات الخلوية الكروموسومية في خلايا القمح في الأنسجة الميرستيمية.
- الطفرات الحقلية الكلوروفيلية في بادرات القمح الفتية في خطوط الجيل الثاني M2.
- الطفرات الحقلية الشكلية والفسولوجية في نباتات القمح في خطوط الجيل الثاني M2.

دراسة الطفرات الكروموسومية (Chromosomal mutations)

بغية دراسة استطاعة الجسيمات النانوية والأسمدة الورقية غير النانوية (المدروسة في هذا البحث للمقارنة) إحداث طفرات (تغيرات) بنيوية في كروموسومات خلايا القمح الميرستيمية أثناء ذروة انقسامها الجسسي، تم استنبات 100 بذرة من المعاملات المدروسة في أطباق بتري على درجة حرارة 25 م°، وبعد وصول طول الجذيرات الرئيسية في البذور المنتشة في كل معاملة إلى 5-7 ملم قطعت نهاياتها المكونة من نسج ميرستيمية خلاياها في طور الانقسام الجسسي (الميتوزي) النشط، ثم وضعت في محلول مثبت (Fixative solution) مكون من 3 حجوم كحول إيتيلي كثيف و1 حجم حمض خل مركّز مدة 24 ساعة لتثبيت أجزاء ومكونات الخلايا بما في ذلك الكروموسومات والتغيرات البنيوية التي حصلت نتيجة تأثير الجسيمات والمواد المدروسة، ونقلت بعد ذلك إلى محلول حافظ (Conservative solution) مكون من 70% كحول إيتيلي، وحفظت فيه لحين فحصها بالمجهر الضوئي.

قبيل إجراء الفحص السيتولوجي لخلايا القمح المنقسمة مجهرًا، جرى تليين نسج القمم النامية الميرستيمية للجذيرات المحفوظة في المحلول الكحولي بمعاملتها بمحلول 1 عياري من حمض الكلور على درجة حرارة 60±1 م° لمدة 7 دقائق، وتلوينها بصبغة كارمن بعد ذلك مدة ساعة، ثم حضّرت شرائح زجاجية مضغوطة بطريقة هرس الجذيرات، وفحصت الخلايا المنقسمة لدراسة أنواع ونسب حدوث الطفرات الكروموسومية التي يمكن ملاحظتها عادة في سيتوبلاسم الخلايا ابتداءً من طور هجرة الكروموسومات Anaphase وحتى بداية تكوين نواتي الخلية المنقسمة في طور Telophase، وأهم أنواع هذه الطفرات: (Acentric - Dicentric - Lagging chromosome - Chromatin - Nucleolus).

دراسة الطفرات الحقلية الكلوروفيلية والشكلية والفسولوجية (Chlorophyll, morphological and physiological mutations)

ولتحديد قدرة وفاعلية الجسيمات النانوية في إحداث التغيرات والطفرات الحقلية الكلوروفيلية والشكلية والفسولوجية في نباتات القمح بشكل أفضل، جرت مقارنتها مع مادة أزيد الصوديوم NaN3، وهي مادة معروفة بكفاءتها العالية في إحداث الطفرات في القمح.

في الموسم الأول 2022/2021 زرعت البذور المتبقية من كل معاملة من المعاملات المدروسة وعددها 900 بذرة في محطة البحوث الزراعية في إزرع للحصول على نباتات الجيل الأول M1، وفي نهاية الموسم حصدت من كل معاملة نحو 100 سنبلة رئيسية، ثم فرطت كل سنبلة على حدة، وحفظت بذورها بشكل مستقل لحين زراعتها في الموسم القادم جيلاً ثانياً M2. في الموسم الثاني 2023/2022 زُرعت بذور كل سنبلة من السنبال المحصودة في الموسم السابق على حدة في خط مستقل طوله 1 متر (عائلة الجيل الثاني M2) في محطة البحوث نفسها، وسجلت بادرات القمح الفتية الحاوية على طفرات كلوروفيلية من أنواع: (Viridis - Xantha - Striata - Tigrina - Maculata - Albino - Chlorina).

وسُجِّلَت كذلك في عائلات الجيل الثاني أنواع مختلفة من الطفرات (التغيرات) الشكلية والفيزيولوجية المتعلقة بالصفات التالية: قوة النبات وشكله وطوله، وشكل السنبلة وحجمها، ووجود السفا وشكله ولونه، وقوة الساق، وشكل الأوراق ولونها وتوضعها، وكثافة الإسطوانات، ووجود الطبقة الشمعية على الأوراق، ومقاومة الأمراض، وتحمل الجفاف، والتبكير في النضج، وإنتاجية النبات، وشكل الحبوب ولونها.

التحليل الإحصائي

حُلِّلت البيانات المخبرية والحقلية إحصائياً بحساب المتوسطات للعينات المدروسة والخطأ القياسي، وحسبت معنوية الفروقات بين المتوسطات بطريقة Student - Test.

النتائج والمناقشة

تأثير جسيمات الفضة وأكسيد الزنك النانوية في إحداث الطفرات الكروموسومية

تشير النتائج الواردة في الجدول (1) إلى أن نقع بذور صنف القمح "أكساد 1105" في جسيمات الفضة النانوية وأكسيد الزنك النانوي أدى إلى حدوث نسبة ضعيفة من الطفرات الكروموسومية بلغت نحو 2% من خلايا النسيج الميرستيمي في مراحل الإنقسام الجسعي (Mitosis)، في حين أن هذه النسبة كانت في الشاهد 0.54%، أي أن جسيمات Ag و ZnO النانوية رفعت النسبة الطبيعية لحدوث الطفرات الكروموسومية بنحو 4 مرات، وهذا يتوافق مع نتائج (AL-Ahmadi, 2013; Raskar and Laware, 2014; Abdelsalam *et.al.*, 2022)، التي تبين أن الجسيمات النانوية تستطيع إحداث نسبٍ منخفضةٍ من الطفرات الكروموسومية، وهذا عائد لأنها من معادن التي لا تمكثها طاقتها الضعيفة بالتراكيز المدروسة من إحداث نسبة عالية من الكسور في بنية الكروموسومات والحمض النووي DNA.

الجدول 1. تأثير نقع بذور القمح بجسيمات الفضة وأكسيد الزنك النانوية في إحداث طفرات كروموسومية

المعاملة	التركيز	عدد الخلايا المدروسة	نسبة الخلايا المنقسمة الحاوية على طفرات كروموسومية (%)
أكسيد الزنك النانوي ZnO	50 PPM	554	2.16 ± 0.62
الفضة النانوية Ag	40 PPM	446	2.14 ± 0.66
شاهد (ماء مقطر)	-	367	0.54 ± 0.37

تأثير الأسمدة الورقية التقليدية غير النانوية في إحداث الطفرات الكروموسومية

نظراً لكون معظم الأسمدة النانوية الحالية تستخدم رشاً على الأوراق، كان من المفيد مقارنة فاعليتها في إحداث الطفرات الكروموسومية مع الأسمدة الورقية المعدنية غير النانوية.

تبين نتائج الجدول (2) أن الأسمدة التقليدية الورقية أمكنها أن تحدث نسبة قليلة من الطفرات الكروموسومية، تراوحت بين 1.7-2.4% للأسمدة الحاوية على العناصر الكبرى، و2.9-3.3% لأسمدة العناصر الصغرى، في حين أنها تبلغ في الشاهد 0.8%، أي أن الأسمدة الورقية التقليدية كانت أكثر فاعلية من الشاهد (غير المعامل) بنحو 2-4 مرات، وهي نسبة أعلى بقليل مقارنة مع النسب التي أحدثتها جسيمات الفضة وأكسيد الزنك النانويان، ولأن الأسمدة الورقية المستخدمة في البحث مكونة من عناصر معدنية لا تتفاعل بسهولة مع المكونات الكيميائية للمواد الوراثية، فمن المتوقع أن يكون تأثيرها الفيزيائي في بنى الكروموسومات ضعيفاً فهي تحتاج إلى طاقة كافية لحدوثها، وهذا ما يفسر انخفاض نسبة حدوث هذا النوع من الطفرات بتأثير السماد الورقي.

الجدول 2. تأثير نقع بذور القمح بأسمدة ورقية تقليدية غير نانوية في إحداث طفرات كروموسومية

المعاملة	التركيز %	عدد الخلايا المدروسة	نسبة الخلايا المنقسمة الحاوية على طفرات كروموسومية %
سماد ورقي تقليدي (عناصر كبرى)	0.1	287	1.74 ± 0.77
سماد ورقي تقليدي (عناصر كبرى)	0.2	331	2.41 ± 0.84
سماد ورقي تقليدي (عناصر صغرى)	0.1	204	2.94 ± 1.18
سماد ورقي تقليدي (عناصر صغرى)	0.2	241	3.31 ± 1.15
شاهد (ماء مقطر)	--	239	0.83 ± 0.58

وبناءً عليه يمكن الاستنتاج أن قدرة الأسمدة النانوية على إحداث الطفرات الكروموسومية ضعيفة ولا تختلف في ذلك كثيراً عن قدرة الأسمدة الورقية المعدنية التقليدية ويمكن وضعهما في المستوى نفسه. ولأن اختبار تحديد نسب حدوث الطفرات الكروموسومية يعد أحد المؤشرات المهمة الدالة على درجة الأمان الوراثي للمواد المدروسة (Debnath *et al.*, 2018)، وباعتبار أن بعض الدول بدأت باستخدام الأسمدة النانوية على نطاق تجاري ضيق بالرغم من عدم استكمال البحوث الضرورية للتأكد من الأمان الحيوي لها، كان من الضروري دراسة قدرة الجسيمات النانوية على إحداث الطفرات الحقلية الكلوروفيلية والشكلية والفسولوجية (Kumari *et al.*, 2023).

تأثير جسيمات الفضة وأكسيد الزنك النانوية في إحداث الطفرات الكلوروفيلية

تشير نتائج الجدول (3) إلى أن جسيمات الفضة النانوية وأكسيد الزنك النانوي أحدثت في بادرات القمح الفتية نسبة ضعيفة من الطفرات الكلوروفيلية تراوحت من 1-2% في عائلات الجيل الثاني M2، وهذا يشير بوضوح إلى الفعالية الضعيفة لجسيمات الفضة وأكسيد الزنك النانويان، ويتوافق مع النتائج المتعلقة بالطفرات الكروموسومية في هذا البحث.

ولأن مادة أزيد الصوديوم NaN_3 معروفة بكفاءتها العالية في إحداث الطفرات الحقلية في النبات عمومًا والقمح على وجه الخصوص (Tai *et al.*, 2016, Srivastava *et al.*, 2019)، ولكونها مستخدمة على نطاق واسع في برامج إحداث الطفرات اصطناعياً في القمح، جرت مقارنة فاعليتها مع جسيمات الفضة وأكسيد الزنك النانوية.

يبين الجدول (3) أن مادة أزيد الصوديوم أحدثت نسبة عالية نسبياً من الطفرات الكلوروفيلية بلغت 5.36% في عائلات الجيل الثاني، وهي أعلى بنحو 2.7-4.7 مرات مقارنة بالنسب التي أحدثتها الجسيمات النانوية المدروسة، وهذه النتيجة مرتبطة بحقيقة أن أزيد الصوديوم مادة نشطة كيميائياً يمكنها التفاعل مع الحمض النووي DNA وإحداث طفرات جينية (Gene mutations)، ومن المعروف أن الطفرات الكلوروفيلية تظهر نتيجة حدوث طفرات جينية وظهور أليلات جديدة (Alleles) مختلفة في تأثيرها عن الجينات الأصلية.

الجدول 3. تأثير الفضة النانوية وأكسيد الزنك النانوي ومادة أزيد الصوديوم في إحداث طفرات كلوروفيلية

المعاملة	التركيز	عدد عائلات الجيل الثاني المدروسة (M2)	عدد عائلات الجيل الثاني الحاوية على طفرات كلوروفيلية	%
الفضة النانوية Ag	40 ppm	102	2	1.96 ± 1.37
أكسيد الزنك النانوي ZnO	50 ppm	87	1	1.15 ± 1.14
أزيد الصوديوم NaN_3	0.003 Molar	56	3	5.36 ± 3.00

تأثير جسيمات الفضة وأكسيد الزنك النانوية في إحداث الطفرات الشكلية والفسولوجية

ولكي تكتمل دراسة تأثير الجسيمات النانوية في المادة الوراثية والحمض النووي DNA لابد من دراسة وتحديد قدرتها على إحداث الطفرات المورفولوجية والفسولوجية في نباتات القمح حقلًا.

تشير النتائج الواردة في الجدول (4) إلى أن جسيمات الفضة النانوية وأكسيد الزنك النانوي تمكنت من إحداث نسباً ضعيفة - معتدلة من الطفرات الحقلية الشكلية والفسولوجية بلغت 3.9 و8% على التوالي في عائلات الجيل الثاني M2، ويعود سبب ارتفاع هاتين النسبتين رغم ضعف تأثير الجسيمات النانوية إلى أن العدد الكبير من الجينات (Genes) التي تتحكم في الصفات الشكلية والفسولوجية المدروسة. وبالمقابل أحدثت مادة أزيد الصوديوم نسبة متوسطة من الطفرات الشكلية والفسولوجية بلغت 12.5% أي أعلى مما أحدثته الجسيمات النانوية بنحو 1.5-3 مرات، ويلاحظ أن هذه النتيجة تنسجم مع سياق النتائج السابقة، وتمكن من الاستنتاج أن المواد النانوية بالتراكيز المدروسة لا تتمتع بقدرة معتبرة على إحداث الطفرات الشكلية والفسولوجية في الحقل، ومع ذلك لا يمكن التغافل عن هذه النسب القليلة التي تحدثها من الناحية الوراثية، ومن الملائم النظر في تصنيف الجسيمات النانوية في قائمة المواد الكيميائية ذات القدرة الضعيفة في إحداث الطفرات في القمح.

الجدول 4. تأثير الفضة النانوية وأكسيد الزنك النانوي وأزيد الصوديوم في إحداث طفرات شكلية وفسولوجية

المعاملة	التركيز	عدد عائلات الجيل الثاني المدروسة (M2)	عدد عائلات الجيل الثاني الحاوية على طفرات مورفولوجية وفسولوجية	%
أزيد الصوديوم	0.003 Molar	56	7	12.50 ± 4.41
الفضة النانوية	40 ppm	102	4	3.92 ± 1.92
أكسيد الزنك النانوي	50 ppm	87	7	8.05 ± 2.92

إن تأكيد فاعلية الجسيمات النانوية في إحداث طفرات حقلية شكلية وفيزيولوجية في القمح حتى وإن كانت ضعيفة يعدُّ نتيجة مهمة؛ لأن هذا يعني أن الأسمدة المصنَّعة من المواد النانوية قادرة على إحداث تغيرات في المواد الوراثية، ما يجعلها مصدر خطر بيولوجي محتمل على البيئة والكائنات الحية وصحة الإنسان. لذلك، ينبغي التأكيد على ضرورة إجراء المزيد من الدراسات والبحوث حول الموضوع، وهذا مع ما أشار إليه (Bhardwaj *et al.*, 2022; Haliloglu *et al.*, 2022; Kumari *et al.*, 2023).

الاستنتاجات والتوصيات

أدت معاملة بذور القمح بجسيمات الفضة النانوية وأكسيد الزنك النانوي إلى إحداث نسبة قليلة من الطفرات الكروموسومية والكلوروفيلية، ونسبة معتدلة من الطفرات الشكلية والفسولوجية، وهذا يدل على القدرة المحدودة لهذه الجسيمات في التأثير في المادة الوراثية للقمح.

لذلك، حتى وإن بدئ باستخدام الأسمدة النانوية على نطاق ضيق في بعض الدول، وبغض النظر عن مزايا هذه الأسمدة، وتأثيرها البيولوجي الضعيف في القمح، فلا ينبغي اعتمادها في الزراعة إلا بعد استكمال كافة الاختبارات والبحوث اللازمة للتأكد من الأمان البيولوجي والوراثي لها، وضمان عدم تضرر الأنظمة البيئية والكائنات الحية من جرّاء استخدامها، وأن يكون تداولها بموجب بروتوكول خاص.

المراجع

- Abdelsalam, N. R. A. Abdel-Mageed, R.Y. Ghareeb, H.M. Ali, M.Z.M. Salem, M. Akrami, M.F.A. AL-Hayalif, E.S.M. Desoky. 2022. Genotoxicity assessment of amino zinc nanoparticles in wheat (*triticum aestivum* L.) as cytogenetical perspective. Saudi Journal of Biological Sciences, 29(4), PP. 2306-2313.
- Abhigna, D., K. lakshman, and P.N. Siva Prasad. 2021. Nano-fertilizers for Sustainable Agriculture. Chronicle of Bioresource Management, 5(2), pp.37-40

- AL-Ahmadi, M. S. 2013. Cytogenetic and molecular assessment of some nanoparticles using *Allium sativus* assay. African Journal of Biotechnology, Vol. 18(29), PP. 783-796.
- Bhardwaj, A. K., G. Arya, R. Kumar, L. Hamed, H. Pirasteh-Anosheh, P. Jasrotia, P. L. Kashyap and G. P. Singh. 2022. Switching to nanonutrients for sustaining agroecosystems and environment: the challenges and benefits in moving up from ionic to particle feeding. Journal of Nanobiotechnology 20, no.19.
- Chen, M., A.von Mikecz. 2005. Formation on nucleoplasmic protein aggregates impairs nuclear function in response to SiO₂ Nanoparticles. Experimental Cell Research, 305(1), pp. 51-62.
- 6- Debnath, P., A. Mondal, A. Hajra, C. Das, N. K. Mondal. 2018. Cytogenetic effects of silver and gold nanoparticles on *Allium cepa* roots. Journal of Genetic Engineering and Biotechnology, V.16, Issue 2, PP. 519-526.
- Gade, A.K., P. Ingle, U. Nimbalkar, M. Rai, R. Raut, M. Vedpathak, P. Jagtap, and K. A. Abd-Elsalam. June 2023. Nanofertilizers: The Next Generation of Agrochemicals for Long-Term Impact on Sustainability in Farming Systems. Agrochemicals, 2 (2), PP. 257-278.
- Haliloglu, K. A. Turkoglu, O. Balpinar, H. Nadaroglu, A. Alayli. and P. Pocza. 2022. Effects of Zinc, Copper and Iron Oxide Nanoparticles on Induced DNA Methylation, Genomic Instability and LTR Retrotransposon Polymorphism in Wheat (*Triticum aestivum* L.). Plant, 11(17): 2193.
- Jampilek, J., K. Kralova. 2015. Applications of Nanoformulations in Agriculture Production and Their Impact on Food and Human Health. Proceeding of ECOpole, 9(2), pp. 465-472.
- kumar, N. S.R. Samota, K. Venkatesh, S.C. Tripathi. 2023. Global trends in use of nano-fertilizers for crop production: Advantages and constraints - A review. Soil and Tillage Research, V.228. 105645.
- Kumari, R. K. Suman, S. Karmakar, V. Mishra, S.G. Lakra, G.K. Saurav, and B.K. Mahto. June 2023. Regulation and safety measures for nanotechnology-based agri- products. Front. Genome- Ed., 5: 1200987.
- Mirbakhsh. M. 2023. Role of Nano - fertilizer in Plants Nutrient Use Efficiency (NUE). J. Gene. Eng. Bio. Res., 5(2), PP. 75-81.
- 13- Raskar, S.V. and S.L. Laware. 2014. Effect of zinc oxide nanoparticles on cytology and seed germination in onion. Int. J. Curr. Microbiol. App. Sci., 3(2): 467-473.
- Shang, Y., M.K. Hasan, G. J. Ahammed, M. Li, H. Yin and J. Zhou. 2019. Application of Nanotechnology in Plant Growth and Crop Protection: A Review. Molecules, 24(14), 2558.
- Skyquest. 2024. Global Nano Fertilizer Market, Size, Growth and Trends Report. P.184.

- Srivastava, R., J. Agarwal, M. Pareek, and A.Verma. 2019. Mutagenic Effect of Sodium Azide (NaN₃) on Seed Germination and Chlorophyll Content of Spinach oleracea, Ind. J. Pure App. Biosci. 7(4), PP. 366-370.
- Statista. 2023. Global fertilizer market size in 2020 and 2021.
- 18- Su,Y., X. Zhou, H. Meng, T. Xia, H. Liu, P. Rolshausen, C. Roper, J. McLean, Y. Zhang, A.A. Keller, D. Jassby. 2022. Cost–benefit analysis of nanofertilizers and nanopesticides emphasizes the need to improve the efficiency of nanoformulations for widescale adoption. *Nature Food*, 3(12), pp.1020-1030.
- Tai, T., A. Chum, I. M. Henry, K. J. Ngo, D.Burkart-Waco. 2016. Effectiveness of Sodium Azide Alone Compared to Sodium Azide in Combination with Methyl Nitrosurea for Rice Mutagenesis. *Plant Breed. Biotech.* 4(4), PP. 453-461.
- Tarafdar, J.C., I. Rathore and E. Thomas. 2015. Enhancing Nutrient Use Efficiency through Nano Technology Interventions. *Indian J. Fert.*, Vol.11 (12), PP.46-51.
- Wu, H. and Z. Li. 2022. Nano-enabled agriculture: How do nanoparticles cross barriers in plants?. *Plant Communications*, 3, 100346.
- Zein, R., I. Alghoraibi, Ch. Soukkaie, A. Salman and A. Alahmad. 2020. In-Vitro Anticancer Activity against Caco-2 Cell Line of Colloidal Nano Silver Synthesized Using Aqueous Extract of *Eucalyptus camaldulensis* Leaves. *Heliyon* 6 (8):e04594.

N° Ref: 1165



دراسة الخواص الفيزيوكيميائية والريولوجية والتكنولوجية لبعض أصناف وسلالات أكساد من القمح الصلب تحت ظروف الزراعة المطرية

Study of The Physicochemical, Rheological and Technological Properties of Some Acsad Genotypes and Varieties of Durum Wheat Cultivated Under Rain-Fed Conditions

د. عبود الصالح⁽¹⁾

Dr. Abboud Alsaleh⁽¹⁾

dr.abboud.alsaleh@gmail.com

Received 21 February 2024; Accepted 28 April 2024

(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 البحث إلى دراسة الخصائص الفيزيوكيميائية والريولوجية والتكنولوجية لثلاثة أصناف من القمح الصلب (*Triticum durum* L.) (أكساد 65، وأكساد 1469 وأكساد 1105) وسلالتين مبشرتين (أكساد 1675 وأكساد 1729) من حصاد الموسم الزراعي 2022-2023، تحت الظروف المطرية في محطة بحوث إزرع. أظهرت نتائج الاختبارات الفيزيائية أن الوزن النوعي لسلالات وأصناف قمح أكساد بلغ بالمتوسط 80 كغ/هكتولتر، وتفاوتت سلالة أكساد 1729 وبشكل معنوي على باقي السلالات والأصناف، في حين لم يكن هناك فروق معنوية في وزن ألف حبة بين السلالة المبشرة أكساد 1675 والصنفين أكساد 1105 وأكساد 1469 ووصل بالمتوسط وزن الألف حبة إلى 41.4 غرام. كما تميزت أصناف وسلالات أكساد المدروسة بالبلورية العالية (99%) والمحتوى البروتيني المميز والذي تراوح بين 13.6 و15.3%، مما يؤهلها للاستعمال في الصناعات الغذائية التي يعتمد تصنيعها على القمح الصلب، بلغت نسبة الاستخراج في سلالة أكساد 1675 مقدار 74% وكانت أعلى بشكل معنوي من باقي السلالات والأصناف المدروسة. كان تحبب ولون ورماد الدقيق لكافة أصناف وسلالات أكساد منخفضاً ويتوافق مع معايير الدقيق المعتمدة عالمياً، كما كان رقم السقوط للدقيق مرتفعاً (بالمتوسط 421 ثانية)، مما يدل على جودة النشاء وعدم تضرره، ولوحظ ارتفاع بروتين الدقيق وجودته من خلال نسب الغلوتين الرطب والجاف ودليل الغلوتين، وكذلك ارتفاع ثبات العجين للسلالات والأصناف المدروسة ولا سيما الصنف 1105. كما كانت مطاطية ومقاومة وقدرة العجين جيدة بشكل عام لدى كافة الأصناف المدروسة ولا سيما الصنف أكساد 65. بينت التحاليل الإحصائية العلاقة الوثيقة بين كل من المحتوى

البروتيني للحبوب والوزن النوعي والبللورية ووزن ألف حبة من جهة والمواصفات الجيدة للعجين من حيث الثباتية والمقاومة والقدرة من جهة أخرى، وبالتالي جودة كافة أنواع الخبز المصنع منه. تتمتع السلالتان المبشرتان من القمح الصلب أكساد 1729 و1675 بمواصفات نوعية تؤهلانها للاعتماد في الدول العربية. الكلمات المفتاحية: سلالات وأصناف القمح الصلب أكساد، الخواص الفيزيوكيميائية، الخواص الريولوجية، جهاز الاكستنسوغراف، جهاز الفارينوغراف.

Abstract

The research aims to study the physical, chemical, rheological, and technological characteristics of three varieties of durum wheat (*Triticum durum* L.) (Acsad 65, Acsad 1469, and Acsad 1105) and two promising lines (Acsad 1675 and Acsad 1729) harvested during the agricultural season 2022 - 2023, under rainfed conditions at the Izraa Research Station, Syria. The results of the physical tests showed that the test weight of Acsad wheat varieties and lines averaged 80 kg/hectoliter, with Acsad 1729 line significantly outperforming the other lines and varieties. There were no significant differences in the thousand-kernel weight between the promising line Acsad 1675 and the varieties Acsad 1105 and Acsad 1469, with an average thousand-grain weight of 41.4 grams. The studied Acsad varieties and lines were characterized by high vitreousness (99%) and distinctive protein content ranging between 13.6 and 15.3%, qualifying them for use in food industries based on durum wheat. The extraction rate in Acsad 1675 line was 74%, significantly higher than the other studied lines and varieties. The flour granulation, color, and ash content for all Acsad varieties and lines were low and compatible with internationally approved flour standards. The flour falling number was high (average 421 seconds), indicating good starch quality. The flour protein content and quality were observed through wet and dry gluten ratios, gluten index, and dough stability, especially in variety 1105. The dough elasticity, resistance, and overall dough strength were good in all studied varieties, especially in variety Acsad 65. Statistical analysis revealed a strong correlation between the protein content of grains, test weight, vitreousness, thousand-kernel weight on one hand, and the desirable properties of dough in terms of consistency, resistance, and strength on the other hand, thus ensuring the quality of all types of bread made from it. The two promising lines of durum wheat Acsad 1729 and 1675 possess quality traits that qualify them for certification in Arab countries.

Keywords: Acsad wheat Genotypes and varieties, physical- chemical- rheological properties, extensograph, farinograph.

المقدمة

يعد القمح المحصول الرئيس في العالم، وهو المصدر الأهم للطاقة (الكربوهيدرات) والبروتين والألياف في النظام الغذائي للإنسان (Al-Saleh, 1995; Khalid *et al.*, 2023). تتكون حبوب القمح من (8-18)% من البروتين والكربوهيدرات (Subedi *et al.*, 2023; Al-Saleh, 2023)، ويحتوي القمح الصلب على الغلوتين بنسبة مرتفعة الذي يتكون من بروتيني التخزين، الغليادين والغلوتينين، اللذين يُشكّلان من خلال ارتباطهما مع النشاء والليبيدات أثناء عملية العجن الشبكة الغلوتينية ذات الخواص الفريدة في حجز فقاعات الغاز أثناء عملية التخمير معطية نواتج الخبز ذات الوزن النوعي المنخفض (Shewry *et al.*, 2015; Hare, 2017; Nigro *et al.*, 2019). بالإضافة إلى اكتسابه خواص أخرى كالإسفنجية والمطاطية Extensibility والمقاومة للشد Resistance (Al-Saleh and Brenan, 2012; Yazar, 2023)، لذلك يعتمد الأمن الغذائي في العالم على كمية ونوعية القمح الذي يُنتج في جميع أنحاء العالم. ويزداد الطلب على القمح بسبب الزيادة السكانية الكبيرة في العالم سنوياً وهناك حاجة ملحة لزيادة إنتاج الغذاء بنسبة 60% تقريباً لإطعام عدد السكان المتوقع أن يصل إلى 9 مليارات بحلول عام 2050 (Zhang *et al.*, 2021). تعترض سبل زيادة إنتاج الغذاء تحديات كبيرة تتمثل في صعوبة إمكانية زيادة مساحة الأراضي الزراعية والموارد المائية المحدودة وتأثيرات تغير المناخ. كما تواجه برامج تربية القمح في العالم تحدياً مشتركاً للحفاظ على الإنتاج الزراعي وزيادته مع تحسين صفات الجودة في الوقت نفسه لتلبية احتياجات السوق الدولية المتنوعة وشركات المطاحن والمخابز والمستهلكين (Echeverry-Solarte *et al.*, 2015; Sharma *et al.*, 2020).

لزيادة إنتاج القمح، ركز الباحثون على مكونات الغلة المختلفة (وزن الحبة، طول الحبة، طول السنبل، عدد الحبوب في السنبل، عدد السنابل في وحدة المساحة.... الخ) والصفات المرتبطة بها (ارتفاع النبات ومحتوى الكلوروفيل.... الخ) ومقاومة الإجهادات الأحيائية واللاأحيائية (Sun *et al.*, 2017; Pradhan *et al.*, 2020; Ghimire *et al.*, 2022; Subedi *et al.*, 2023)، ونتيجة لذلك جرى تحقيق تقدم كبير في الخمسين عاماً الماضية حيث زادت إنتاجية القمح في العالم من 1.4 طن للهكتار في عام 1970 إلى 3.5 طن للهكتار في عام 2019 (FAO, 2021). يعد تحسين مواصفات حبوب القمح بهدف رفع جودة المنتجات المصنعة End-Use Quality of Wheat هدفاً معقداً بطبيعته لبرامج تربية الحبوب؛ لأن صفات الجودة تتحدد من خلال مزيج من العديد من المورثات التي تركز عليها مسارات استقلابية متنوعة (Mann *et al.*, 2009)، كما ترتبط العديد من هذه الصفات أيضاً ببعضها البعض مما يزيد الأمور تعقيداً (Prasad *et al.*, 2003; Mann *et al.*, 2009; Li and yang, 2017)، إلى جانب ذلك، غالباً ما تكون صفات جودة مثلى لمجموعة مستهلكين لا تلائم مجموعات أخرى من المستهلكين (Echeverry-Solarte *et al.*, 2015, Sherman *et al.*, 2018)، ففي أمريكا الشمالية وأوروبا الغربية، يُصنع الخبز من أصناف القمح التي تنتج عجينة شديدة المرنة Strongly elastic dough مع قليل من المطاطية Extensibility، وقد لا تكون هذه الأصناف ملائمة لصنع منتجات القمح الأخرى مثل الكوكيز والبسكويت الذي يُصنع من عجينة شديدة المطاطية Highly extensible dough (Payne, 1983). وبالمثل، يصنع النودلز المستهلك في جنوب آسيا من أصناف القمح ذات الخصائص المتوسطة بين الطرفين السابقين، أما الخبز والبيتزا فتصنع من القمح ذي الغلوتين القوي High gluten strength (Lindgren and Simsek, 2016)، لذلك يتعين على مربّي القمح أن يسعوا إلى تطوير أصناف من القمح بمعايير جودة تلي المتطلبات الخاصة لصناعة الطحن وللمستهلكين (Prasad *et al.*, 2003; Mann *et al.*, 2009). خلال العصور السابقة، كانت جودة القمح تعني بشكل أساسي للناس جودة الخبز

(Kiszonas and Morris, 2017)، لكن في العقود القليلة الماضية، أصبح الناس أكثر وعيًا بعاداتهم الغذائية وطوروا تفضيلاً لمنتجات القمح المختلفة ذات صفات جودة محددة. كان تطوير هذه المجموعة الواسعة من المنتجات ممكناً بفضل الدراسات التي أجريت على الأساس الوراثي الوظيفي والجزيئي لجودة حبوب القمح ولا سيما لبروتيناته ووحداتها الفرعية (Payne, 1987; Shewry *et al.*, 1997; Khalid *et al.*, 2017). الأمر الذي أدى إلى تنوع المنتجات المصنعة من القمح حالياً إلى إيجاد مجموعة واسعة من المواصفات المتباينة للحبوب المطلوبة لجودة المنتجات النهائية. أُجريت الأبحاث المرتبطة بنوعية الحبوب بما في ذلك رسم خرائط وتوضيح الصفات النوعية (Quantitative Trait Loci (QTL) ورسم خرائط الارتباط والانتخاب بمساعدة الواسمات الجزيئية (Patil *et al.*, 2009; Reif *et al.*, 2011; Brasier *et al.*, 2020).

تعود نوعية حبوب القمح، بشكل عام، إلى مزيج من بعض الخصائص الفيزيائية والكيميائية لهذه الحبوب، وتعتمد على خواصها الوراثية وتأثير البيئة والتفاعل فيما بينها. يُعبر عن جودة الحبوب من خلال مجموعة معقدة من الصفات بما في ذلك خواصها الفيزيائية وتركيبها الكيميائي وخواصها البيوكيميائية. تتأثر جودة الحبوب بالظروف البيئية السائدة أثناء موسم النمو ولا سيما الإجهاد المائي والحراري ولا سيما إذا ما تزامن ذلك مع مرحلة امتلاء الحبوب حيث يؤثر بشكل كبير على جودة حبوب القمح وإنتاجيتها (Lama *et al.*, 2023).

يعدُّ الرماد أحد المؤشرات الرئيسة لجودة دقيق القمح واستخداماته. يتكون الرماد الناتج من الدقيق من الفوسفور والبوتاسيوم والكالسيوم بشكل رئيس والمغنيسيوم والحديد والزنك والنحاس بشكل ثانوي، وتحتوي حبوب القمح الكاملة على 1.17-2.96% من المكونات المعدنية (Carson and Edwards, 2009)، توزع العناصر المعدنية في الحبة بشكل غير متساو، حيث تحتوي طبقة الأليرون والأغلفة على حوالي 68%، والأندوسبرم 20%، والجنين 12% من إجمالي العناصر المعدنية (Al-Saleh, 1995). يعدُّ عادة الدقيق الحاوي على نسبة رماد عالية أقل نقاوة، ويحتوي على جزيئات نخالة أكثر نعومة ولذلك فإن نسبة الرماد تدل على نقاوة الدقيق ومعدل استخراجه أثناء الطحن. يحتوي القمح الصلب بشكل طبيعي على مستوى أعلى من الرماد في الأندوسبرم بالمقارنة مع قمح الخبز، وتترافق زيادة محتوى الرماد في الدقيق مع زيادة في محتوى الألياف الغذائية والفيتامينات والبروتينات غير الغلوتينية وهذا أمر مرغوب فيه. وتعد جودة الدقيق عالي الرماد أقل لأنه يتميز بلون أغمق ونشاط أكبر للإنزيمات المحللة للبروتين.

تعد بللورية الحبوب عاملاً مهماً في جودة الاستخدام النهائي للقمح الصلب، الذي يستخدم في تحضير المعكرونة بأنواعها والمصنعة من السميد الذي يتكون من أجزاء كبيرة من الأندوسبرم التي مردها صلابة أندوسبرم الحبة، وكذلك بالنسبة إلى الشعيرية والبرغل والكسكس والفريكة واللازانيا التي تحتاج إلى حبوب صلبة أو متوسطة الصلابة، كما يُفضل استخدام الحبوب الصلبة أو متوسطة الصلابة لتصنيع خبز القمح الصلب المخمر والمسطح؛ لأن مستويات النشاء المتضررة في الدقيق الناتج تكون عالية نتيجة للضغط العالي الذي تعرضت له الحبوب أثناء الطحن نظراً لصلابتها، مما يؤدي إلى تضرر قسم لا بأس به من حبيبات النشاء مؤدياً لزيادة امتصاص الماء للعجين الذي يرغب به الخبازون (Araya *et al.*, 2019; Al-Saleh, 2023). عادة عندما يجري غسل النشا والبروتينات القابلة للذوبان في الماء من العجين، فإن الكتلة اللزجة المتبقية تحتوي بشكل أساسي على أجزاء بروتينية غير قابلة للذوبان في الماء تسمى "الغلوتين". يعد تكوين الأجزاء "الغلوتينية" من حبوب القمح

أمرًا ضروريًا للجودة التصنيعية. يشير مصطلح "الغلوتين" إلى البروتينات، لأنها تؤدي دورًا رئيسيًا في تحديد جودة الخبز الفريدة للقمح من خلال منح العجين القدرة على امتصاص الماء والتماسك واللزوجة والمرونة (Edwards *et al.*, 2007). يعرف الغلوتين بأنه مجموعة من البروتينات في الحبوب وخاصة القمح والمسؤولة عن البنية القوية للعجين، لذا يعدُّ الغلوتين مؤشرًا مهمًا لجودة خبز القمح وتحديد استخداماته التصنيعية، وبالتالي فإن قوة الغلوتين هي أحد المعايير المستخدمة في تصنيف القمح. يؤدي الدقيق الذي يحتوي على نسبة عالية من الغلوتين إلى نتائج أفضل نظرًا لأنه يتمتع بإمكانية كبيرة في زيادة حجم الرغيف مع امتصاص أعلى للماء (Chopf and Scherf, 2021)، تتحدد نسب ونوعية الغلوتين بحسب العوامل الوراثية للصنف كما يتأثر بالظروف المناخية وبالتفاعلات المعقدة بين هذه العوامل (Koga *et al.*, 2019).

يشكل القمح الصلب *Triticum durum* حوالي 6% من المساحة المزروعة بالقمح في العالم ويتراوح إنتاجه السنوي بين 37-40 مليون طن (FAO, 2023)، وتعد البلدان ذات المناخ المتوسطي وكندا أكبر منتجي القمح الصلب ومستهلكي منتجاته (Martinez-Moreno *et al.*, 2022)، يتكيف القمح الصلب بشكل جيد مع المناطق الجافة ذات معدلات هطول الأمطار المتغيرة والإجهاد الحراري كحوض البحر المتوسط، التي تزرع دوله ما يقرب من 50% من المساحة المزروعة وتنتج نصف الانتاج العالمي. يتميز القمح الصلب بمحتوى عال من البروتين والمعادن والفيتامينات والكاروتينات بالمقارنة مع قمح الخبز (Colasuonno *et al.*, 2019).

يعد نوع القمح الصلب ذا قساوة عالية، حيث تعني كلمة Durum باللاتينية "الصلب"، وهذا يجعل حبوبه الصلبة جدًا ملائمة لإنتاج السميد، إذ يتكسر الأندوسبرم فيه إلى أجزاء خشنة، ويوفر مردودًا عاليًا من السميد عند الطحن مقارنة بأنواع القمح الأخرى التي تعطي غالبيتها أجزاء أكثر نعومة مشكلة الدقيق (Al-Saleh *et al.*, 1986). يستخدم السميد الذي يحتوي على نسبة عالية من بروتين الغلوتين القوي المتميز باللون الأصفر اللامع والمكسر الزجاجي في صنع المعكرونة الفاخرة والشعيرية والبرغل والكسكس والفريكة ومجموعة واسعة من المنتجات التقليدية الأخرى. تُصنع المعكرونة عالية الجودة في الدول الصناعية في مصانع البثق الكبيرة، حيث يجري ترطيب السميد بالماء ثم خلطه للحصول على قوام عجينة متماسك تحت التفريغ، ثم يجري بثقه من خلال قوالب ذات أشكال مختلفة تحت ضغط كبير، وفي النهاية تُجفف قبل التعبئة (Dexter *et al.*, 1989). تتميز المعكرونة وغيرها من المنتجات المصنعة من القمح الصلب بعمليات تصنيع بسيطة نسبيًا وتتضمن إضافة القليل من المكونات الأخرى، إن وجدت (Padalino *et al.*, 2014)، إن خصائص جودة الحبوب لها تأثير كبير جدًا على جودة المنتج النهائي. تبذل برامج التربية الحديثة للقمح الصلب جهدًا لتحسين جودة الحبوب، كما تطبق المنشآت الصناعية الحديثة اختبارات باستخدام أدوات تحليلية متطورة لمراقبة جودة الحبوب المستخدمة لضمان جودة المنتجات النهائية التي تصنعها (Hare, 2017; Giri and Sakhale, 2022).

أُجريت الدراسة بهدف تقييم الخصائص الفيزيائية والكيميائية والريولوجية لثلاثة من أصناف أكساد من القمح الصلب وسلالتين مبشرتين من القمح الصلب أيضًا، بهدف تقييم جودتها ومدى ملاءمتها لتصنيع المنتجات الغذائية القائمة على دقيق القمح.

مواد وطرائق البحث

مواد البحث

استُخدمت حبوب ثلاثة أصناف من القمح الصلب (*Triticum durum* L.) (أكساد 65، وأكساد 1469 وأكساد 1105) وسلالتين مبشرتين (أكساد 1675 وأكساد 1729) من حصاد الموسم الزراعي 2022 - 2023، تحت الظروف المطرية في محطة بحوث إزرع التابعة للمركز العربي لدراسات المناطق الجافة والأراضي القاحلة (أكساد) في سورية، حيث يبلغ متوسط معدل الهطل المطري السنوي فيها 289 مم.

طرائق البحث

تحضير العينات

قبل البدء بالاختبارات جرى تنظيف عينات القمح المستخدمة من الأجرام والشوائب باستخدام غربالين الأول فتحاته (20×2 ملم)، والثاني (20×1 مم)، كما جرى ترطيب الحبوب بعد تنظيفها لرفع المحتوى المائي إلى 15.5%، لمدة 48 ساعة عند درجة حرارة الغرفة (20 درجة مئوية). أضيف ماء الترطيب حسب طريقة جمعية كيميائي الحبوب الأمريكية (AACC) American Association of Cereal Chemists رقم 26-95 (AACC, 2000)، ثم طُحنت الحبوب بعد انتهاء فترة التكييف باستعمال مطحنة بوهلر Buhler junior mill لإنتاج الدقيق، التي تحتاج إلى عينة 2 كغ كحد أدنى وطاقمها الطحنية 6 كغ قمح/ساعة، بهدف إجراء الاختبارات عليه. تحسب نسبة الاستخراج العادية المئوية للدقيق من خلال وزن كمية الدقيق الناتجة من طحن عينة القمح بعد التنظيف، أما بالنسبة إلى الاستخراج السكري فيضاف إلى الدقيق النخالة الناعمة والناتجة عن عملية الطحن مما يزيد من النسبة المئوية للاستخراج.

الاختبارات الفيزيائية للحبوب

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

- وزن ألف حبة: جرى 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.

- بللورية الحبوب: جرى تقدير شفافية الحبوب باستخدام جهاز Farinotome de Pohl بستة مكررات.

الاختبارات الكيميائية للحبوب

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

- تحبب الدقيق: جرى نخل كمية محددة من الدقيق بواسطة منخل هزاز آلي يحتوي على عدة مناخل تفصل الدقيق إلى مجموعات حسب أقطار الجسيمات وذلك 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 تم وزن الدقيق المتبقي فوق المنخل العلوي والسفلي وحسبت نسبة التحبب (Al Saleh, 1995).

- اللون: قدر لون الدقيق باستخدام جهاز Satake Colour Grader PCGA Series 4 وفقاً لطريقة (Wang *et al.*, 2016).
- حموضة الدقيق: قدرت حموضة الدقيق بطريقة AACC ذات الرقم 02-02 (AACC, 2000).
- المحتوى البروتيني: جرى تقدير المحتوى البروتيني بطريقة كداهل Crude Protein Improved Kjeldahl حسب طريقة AACC 46-10 وذلك باعتماد معامل التحويل $N \times 5.7$ (AACC, 2000).
- نوعية وكمية الغلوتين: قُدرت النسبة المئوية للغلوتين الرطب والجاف ودليل الغلوتين حسب طريقة AACC رقم A12-38 (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 تؤخذ كتلة البروتين المتبقية ويُجمع الجزء المتبقي فوق المنخل ويوزن ويحسب دليل الغلوتين وفقاً 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.

- رقم السقوط: اختُبر رقم السقوط بحسب طريقة AACC رقم 56-81B (AACC, 2000). باستخدام جهاز Hagberg Falling Number (Perten Instruments AB, Sweden).
- الرماد: قدرت نسبة الرماد بحسب طريقة AACC رقم 01-08 (AACC, 2000).

اختبارات الدقيق الريولوجية

- الفارينوغراف: أجريت الاختبارات على الدقيق باستخدام جهاز الفارينوغراف بحسب طريقة AACC رقم 54-21 (AACC, 2000). ومن خلال مخططات الفارينوغرام لكل عينة تمّ تسجيل المعطيات التالية: نسبة امتصاص الماء وزمن تكون العجين وزمن ثبات العجين وضعف العجين والرقم الفالوريمتري.
- الإكستنسوغراف: جرى اختبار عينات الدقيق المختلفة باستخدام جهاز الإكستنسوغراف وذلك وفقاً لطريقة AACC رقم 54-10 (AACC, 2000). ومن خلال مخططات الإكستنسوغرام جرى تسجيل المعايير التالية: قدرة العجين، مقاومة العجين للشد ومقاومة العجين العظمى للشد بالإضافة إلى مرونة ومطاطية العجين.

التحليل الإحصائي

أُجريت جميع التحاليل على ثلاثة مكررات وجرى تحليلها 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، كما حُسبت قيم معامل الارتباط البسيط Correlation Simple بين الصفات المدروسة لعينات القمح.

النتائج والمناقشة

الصفات الفيزيوكيميائية لأصناف القمح

يبين الجدول (1) أنَّ متوسط نسبة الأجرام في العينات المدروسة منخفضة وتراوح بين 0.05 و 0.32% بمتوسط 0.14%، بينما تراوحت نسبة الشوائب بين 1.1 و 2.1% وبمتوسط 0.22%، مما يدل على ملائمتها لإجراء الاختبارات المختلفة عليها وذلك لانخفاض نسبها.

يعد الوزن النوعي أحد العوامل التي تعتمد في تصنيف جودة القمح، فكلما زاد الوزن النوعي زادت كمية المادة الجافة وبالتالي يزداد استخراج الدقيق (Wang and Fu, 2020)، يعتمد الوزن النوعي على التركيب الوراثي والظروف البيئية والممارسات الزراعية، وقد وجد أنَّ متوسط الوزن النوعي لأصناف وسلالات أكساد قد تراوح من 78 إلى 81 كغ/هكتولتر مما يضعها في مصاف الاقماح الجيدة جداً، حيث يجري عالمياً توصيف أصناف القمح التي يزيد وزنها النوعي عن 78 كغ/هكتولتر على أنها قمح من الدرجة الأولى (Manley *et al.*, 2009)، ولقد تفوقت سلالة أكساد 1729 وبشكل معنوي على باقي السلالات والأصناف حيث بلغ وزنها النوعي 81 كغ/هكتولتر (الجدول 1).

يعدُّ وزن ألف حبة أداة مفيدة لتقييم مردود عملية طحن الحبوب، ويسهم حجم الحبة بشكل مباشر في تحسين نسبة استخراج السميد أو الدقيق من الحبوب (Wang and Fu, 2020). تراوحت قيم وزن ألف حبة للأصناف المختبرة بين 39.0 و 43.0 غرام بمتوسط 41.4 غرام، وسجل صنف القمح أكساد 1105 و 1469 وسلالة أكساد 1675 أعلى قيمة حيث بلغت 43 غرام (الجدول 1). إن الاختلافات في وزن ألف حبة بين أصناف القمح ناجمة عن الاختلافات في التركيب الوراثي للأصناف والسلالات باعتبار أنها قد تعرضت لنفس الظروف البيئية.

الجدول 1. الصفات الفيزيوكيميائية لأصناف وسلالات القمح الصلب المدروسة

الصفة	الأجرام (%)	الشوائب (%)	الوزن. النوعي (كغ/ه.ل ⁻¹)	وزن ألف حبة (غ)	البلورية (%)	المحتوى المائي (%)	المحتوى البروتيني (%)
أكساد 65	0.05 ^a	1.9 ^{bc}	78 ^c	39.0 ^b	98 ^a	10.2 ^b	14.4 ^b
أكساد 1469	0.12 ^b	1.6 ^b	80 ^b	43.0 ^a	91 ^c	10.5 ^{ab}	13.9 ^c
أكساد 1105	0.02 ^a	1.1 ^a	80 ^b	43.0 ^a	99 ^a	10.5 ^{ab}	15.3 ^a
أكساد 1729	0.18 ^b	1.1 ^a	81 ^a	40.0 ^b	95 ^b	10.6 ^a	13.6 ^d
أكساد 1675	0.32 ^c	2.1 ^c	80 ^b	43.0 ^a	94 ^b	10.5 ^{ab}	13.0 ^e
المتوسط	0.14	1.57	80	41.4	95.3	10.5	14.1
L.S.D	0.04	0.22	0.27	1.3	1.5	0.2	0.2
C.V	16.0	7.3	0.2	1.6	0.8	1.0	0.7

* تدل الأحرف المتشابهة في العمود الواحد على عدم وجود فروقات معنوية على مستوى دلالة إحصائية $P \leq 0.05$.

لقد كان متوسط البلورية في الأصناف والسلالات المدروسة 95.3% الذي يعدُّ قيمة عالية تجعلها صالحة للاستخدام لكافة أنواع المنتجات التي تعتمد على القمح الصلب، وسجل صنف أكساد 1105 وأكساد 65 أعلى درجة من البلورية حيث بلغا 99% و 98% على التوالي (الجدول 1).

يعد المحتوى المائي للحبوب في القمح أمراً ذا أهمية كبيرة بعد الحصاد، حيث يؤدي ارتفاع المحتوى المائي لزيادة نشاط الكائنات الحية الدقيقة ولا سيما الفطريات، ويزيد من التفاعلات الحيوية مسبباً تضرر الحبوب وضعف حيويتها مما يقلل من إمكانية تخزينها وقابليتها للطحن والتصنيع، ويعد المحتوى المائي 11% الأكثر ملاءمة لظروف التخزين والتصنيع (Al-Saleh, 1995; Nithya *et al.*, 2011). تراوح المحتوى المائي للحبوب في عينات القمح من سلالات وأصناف أكساد بين 10.2 إلى 10.6% وبمتوسط 10.5% وبذلك تكون جميع الأصناف صالحة للتخزين والتصنيع بأن واحد (الجدول 1).

يعد محتوى بروتين الحبوب في القمح عاملاً حاسماً في صناعة الخبز وإنتاج السميد ويؤدي المحتوى العالي من البروتين في القمح إلى الحصول على الخبز بأنواعه المختلفة بمواصفات جيدة، كما يؤدي إلى إنتاج سميد فاخر يسمح بإنتاج معكرونة بمواصفات عالية. تعتمد جودة المنتجات المصنعة من القمح الصلب بشكل كبير على كمية ونوعية البروتين الموجود في حبوب أصناف القمح المختلفة. من المعروف أن محتوى بروتين القمح الصلب يتراوح بين 12 و20% تقريباً (Alisa *et al.*, 2015)، ويعتمد ذلك بشكل أساسي على الصنف، ولكنه يتأثر أيضاً بالظروف المناخية ولا سيما تعرض النبات للإجهاد المائي في أثناء فترة امتلاء ونضج الحبوب، وكذلك بمعدل الأسمدة النيتروجينية ووقت إضافتها ونيتروجين التربة المتبقي (Ames *et al.*, 2003). تراوحت نسبة البروتين في الأصناف والسلالات المدروسة بين 13.0 و15.3% بمتوسط مقداره 14.1% الذي يعدّ عالياً ويحقق متطلبات صناعة الأغذية المعتمدة على القمح الصلب، وكان الصنف 1105 الأعلى من حيث المحتوى البروتيني من بين الأصناف المدروسة (الجدول 1).

خصائص عملية الطحن وخواص الدقيق

يهدف طحن القمح إلى فصل أكبر قدر ممكن من الأندوسبرم عن الأغلفة والجنين وتحويله إلى دقيق أو سميد حسب الحالة. يجري التعبير تقليدياً عن نقاوة دقيق القمح بمحتوى الرماد الذي تزداد كميته من المركز باتجاه الطبقات الخارجية لحبة القمح (Kim and Flores, 1999). أخذت عينات الحبوب بوزن 5 كغ تقريباً من الحبوب الجافة والنظيفة من أصناف وسلالات قمح أكساد الخمسة المدروسة، حيث تمّ ترطيبها إلى المحتوى المائي الملائم لكل صنف كما ذكر آنفاً، وجرى طحنها إلى دقيق عالي الجودة، ومن ثمّ جرى قياس أداء الطحن للحبوب Milling Performance من خلال كمية الدقيق الناتج وكمية النخالة العادية والسكرية ونسبة استخراج الدقيق (الجدول 2).

الجدول 2. نتائج خصائص الطحن ومواصفات الدقيق لعينات أصناف وسلالات القمح الصلب المدروسة

الصفة	وزن القمح (غ)	وزن الدقيق (غ)	النخالة السكرية (غ)	النخالة العادية (غ)	الاستخراج العادي %	الاستخراج السكري %
أكساد 65	3750 ^d	2700 ^d	750 ^c	105 ^e	72.1 ^c	92.1 ^b
أكساد 1469	4532 ^b	3250 ^b	924 ^a	130 ^c	71.7 ^{cd}	92.1 ^b
أكساد 1105	3700 ^e	2710 ^d	620 ^e	120 ^d	73.0 ^b	90.1 ^c
أكساد 1729	4780 ^a	3400 ^a	810 ^b	149 ^b	71.0 ^d	88.1 ^d
أكساد 1675	3853 ^c	2850 ^c	720 ^d	190 ^a	74.0 ^a	92.6 ^a
المتوسط	4123.1	2982	764.8	139	72.4	91.0
L.S. D	7.8	7.6	5.5	2.6	0.5	0.21
CV	0.1	0.1	0.4	1.0	0.4	0.1

* تدل الأحرف المشابهة في العمود الواحد على عدم وجود فروقات معنوية على مستوى دلالة إحصائية $P \leq 0.05$

يوضح الجدول (2) كمية الدقيق الناتجة عن طحن كل صنف أو سلالة، التي تراوحت بين 2.700 كغ للصنف أكساد 65 و 3.400 كغ لسلالة أكساد 1729، أما كمية النخالة العادية، فقد تراوحت بين 0.105 كغ لصنف القمح أكساد 65 إلى 0.190 كغ لدى سلالة أكساد 1675، بينما تراوحت كمية النخالة السكرية بين 0.924 كغ لدى صنف أكساد 1469 و 0.620 كغ في صنف أكساد 1105. كانت هناك فروقات معنوية بين جميع الأصناف المدروسة في كميات الدقيق ومشتقاته (الجدول 2).

كان متوسط نسبة الاستخراج للأصناف المدروسة مرتفعاً في جميع الأصناف حيث بلغ بالمتوسط 72.4%، وتراوحت نسبة الاستخراج بدون النخالة العادي بين 72.1% لدى صنف أكساد 65 إلى 74% لدى سلالة أكساد 1675، أما عند إضافة النخالة السكرية إلى الدقيق، فقد ارتفع متوسط نسبة الاستخراج إلى 91% وتراوحت قيمها بين 90.1% لدى صنف أكساد 1105 و 92.6% لدى سلالة أكساد 1675 وبفروقات معنوية بين الأصناف المدروسة.

تصنف الأقماع الصلبة التي تتجاوز فيها نسبة استخراج الدقيق والسميد 70% على أنها أقماع ذات نوعية ممتازة (Dexter *et al.*, 2004)، لذا تعدُّ أصناف وسلالات أكساد صالحة لتصنيع جميع المنتجات التي يعتمد إنتاجها على دقيق أو سميد القمح الصلب كما تعطي هذه الأصناف نسب استخراج عالية بعد إضافة النخالة السكرية وبذلك تحقق مردوداً عالياً من الدقيق الذي يستخدم في إنتاج الخبز الخاص بالتغذية العلاجية (Marc, 2017).

الصفات الفيزيوكيميائية للدقيق

بيّنت نتائج اختبار تحبب الدقيق نعومة الدقيق، حيث كانت كمية الدقيق النازل من المنخل الأول أكبر من 99% وبمتوسط 99.4% كما كان متوسط الدقيق الباقي على المنخل السفلي 32.8%، وتدل القيم المتحصل عليها على تجانس حبيبات الدقيق وصلاحيتهما لتصنيع الخبز، حيث إن ذلك عامل أساسي في تحديد نوعية المنتج النهائي (Al-Saleh, 1995).

كان متوسط الرماد في العينات المدروسة 1.20%، حيث تراوحت قيمها بين 1.13% للصنف أكساد 1469 و 1.40% لسلالة أكساد 1729 وهذا يدل على جودة عملية فصل النخالة عن السميد والطحين أثناء عملية الطحن، وترافق ذلك مع درجات لون منخفضة للدقيق فقد كان متوسط درجة اللون للعينات المدروسة 2.67 درجة مع تباين بين لون العينات الذي تراوح بين 2 درجة للصنف أكساد 1469 و 3.37 درجة للصنف أكساد 1105 (الجدول 3)، ومن المعلوم أن تزايد نسبة الرماد في الدقيق أو السميد يرفع من درجة اللون. (Kim and Flores, 1999)

بيّنت العديد من الدراسات وجود علاقة خطية بين محتوى الدقيق من الرماد ودرجة لونه (Kim and Flores, 1999; Al-Saleh, 2023) وذلك لتوضع معظم العناصر المعدنية في الأغلفة فارتفاع نسبة الأغلفة في الدقيق يزيد من درجة اللون، لذلك فمتوسط درجات اللون للعينات المدروسة (2.67 درجة لونية) يجعله دقيق متميز وفق التصنيف العالمي (Williams, 1988).

تباين متوسط درجة حموضة عينات الدقيق بين 1.7 و 2.0 درجة وبمتوسط 1.94، وتُعد هذه النتائج ضمن القيم الطبيعية للحموضة في الدقيق وهذا دليل عدم تعرض القمح أو الدقيق الناتج عنه لتغيرات كيميائية أو كيميائية حيوية قبل الطحن أو بعده وعدم وجود لنشاط ملموس لأنزيم الليباز (Al-Saleh, 1995; Salman and Copeland, 2007) (الجدول 3).

الجدول 3. الصفات الفيزيوكيميائية لدقيق أصناف وسلالات القمح الصلب المدروسة

الصفة	الطحرز الوراثية	التحبيب 1%	التحبيب 2%	الرماد%	اللون	حموضة الدقيق
أكساد 65		99.3 ^a	33.0 ^b	1.17 ^c	2.77 ^{ab}	1.90 ^{ab}
أكساد 1469		99.5 ^a	34.5 ^a	1.13 ^d	2.00 ^b	2.10 ^a
أكساد 1105		99.3 ^a	31.3 ^c	1.33 ^b	3.37 ^a	2.00 ^{ab}
أكساد 1729		99.5 ^a	30.6 ^d	1.40 ^a	2.40 ^b	1.70 ^b
أكساد 1675		99.3 ^a	34.8 ^a	1.20 ^c	2.80 ^{ab}	2.00 ^{ab}
المتوسط		99.4	32.8	1.25	2.67	1.94
L.S.D		0.5	0.4	0.02	0.52	0.19
CV		0.3	0.7	0.9	10.3	5.3

* تدل الأحرف المشابهة في العمود الواحد على عدم وجود فروقات معنوية على مستوى دلالة إحصائية $P \leq 0.05$.

يلاحظ من الجدول (4) ارتفاع المحتوى البروتيني للدقيق الذي تراوح بين 13.1 و 14.7% وبمتوسط 13.6%، وبالتالي فهي ملائمة لصناعة الخبز وكافة المخبوزات الأخرى المصنعة منه.

أظهرت نتائج تقدير نسبة الغلوتين الرطب لأصناف وسلالات أكساد في الدراسة إلى تقارب في قيمها وبمتوسط قدره 34.3%، وقد تراوحت بين 29% للسلالة 1675 و 40% للصنف 1105 (الجدول 4). إن قيم الغلوتين الرطب التي تم الحصول عليها في هذه الدراسة من الناحية الكمية تعد بأنها جيدة جداً في مجملها وهذا يتوافق مع ما ذكره Williams وزملاؤه الذين أكدوا أن كمية الغلوتين الرطب التي تزيد عن 35% في القمح هي نسبة عالية، وما بين 28 و 35% جيدة، وما بين 20-27% فهي متوسطة المحتوى الغلوتيني، وأقل من 20% فهي ضعيفة المحتوى الغلوتيني (Williams *et al.*, 1988). فقد بين Pratt (1971) و Pomeranz (1988) بأن غلوتين القمح يتمتع بقدرة ثابتة نسبياً على امتصاص الماء وهي حوالي 2.8 مرة من محتوى الغلوتين الجاف، لذلك جاءت النتائج متوافقة مع هذا الاستنتاج حيث تراوحت نسبة الغلوتين الجاف في العينات بين 10.5% و 13% وبمتوسط مقداره 12.1%.

الجدول 4. صفات بروتين وغلوتين دقيق أصناف وسلالات القمح الصلب المدروسة

الصفة	بروتين الدقيق %	الغلوتين الرطب %	الغلوتين الجاف %	معامل الغلوتين %	رقم السقوط ثانية
أكساد 65	13.6 ^b	35 ^b	13.0 ^a	65 ^d	383 ^{cd}
أكساد 1469	13.5 ^b	35 ^b	12.4 ^a	75 ^c	365 ^d
أكساد 1105	14.7 ^a	40 ^a	12.5 ^a	40 ^e	384 ^c
أكساد 1729	13.1 ^b	34 ^b	12.2 ^a	93 ^a	462 ^b
أكساد 1675	13.1 ^b	29 ^c	10.5 ^b	81 ^b	510 ^a
المتوسط	13.6	34.3	12.1	71	421
L.S.D	1.0	1.6	0.54	1.3	11.5
CV	4.0	2.4	2.3	1.0	1.5

* تدل الأحرف المشابهة في العمود الواحد على عدم وجود فروقات معنوية على مستوى دلالة إحصائية $P \leq 0.05$.

يحتوي القمح على خليط معقد من البروتينات التي لها خاصية فريدة تتمثل في قدرتها على تكوين عجينة لزجة مرنة عندما يخلط الدقيق مع الماء. ويعد معامل الغلوتين (GI) مقياساً لجودة غلوتين القمح، ويُستخدم لتحديد فيما إذا كانت بنية الغلوتين قوية أم ضعيفة (AACCI, 2010). يعدّ معامل الغلوتين (GI) معيار لجودته فتكون ضعيفة ($GI < 30\%$) أو جيدة ($GI = 30-80\%$) أو قوية ($GI > 80\%$) (Oikonomou *et al.*, 2015). أظهرت النتائج أن قيم معامل الغلوتين قد تراوحت بين 40% للصنف أكساد 1105 و93% للسلالة 1729 وبمتوسط مقداره 71% (الجدول 4). وتبين هذه النتائج إلى أن غلوتين القمح لأصناف وسلالات أكساد هي بين متوسطة إلى جيدة. وبالنظر إلى النتائج المذكورة أعلاه، سيتمكن منتج الدقيق من أصناف أكساد من إنتاج دقيق بجودة ممتازة تسمح بإنتاج كل أنواع الخبز المطلوبة. يعبر رقم السقوط عن حالة النشاط الأميليزي وتأثيره على نشاء أندوسبرم الحبوب وبالتالي إمكانية تضرر الحبوب أثناء التخزين في حال كان مرتفعاً، كما يمكن أن يعطي رقم السقوط فكرة عن نوعية وحجم الخبز الناتج، وعادة يجب أن يكون رقم السقوط بحدود 250 ثانية لكي يعطي خبزاً جيد الحجم والقوام (Al-Saleh, 1995) وفيما يتعلق بنشاط الأنزيم ألفا أميليز α -amylase في الدقيق، فقد كان منخفضاً في كافة أصناف القمح المدروسة (الجدول 4)، حيث تراوح رقم السقوط بين 365 ثانية عند صنف القمح الصلب أكساد 1469، و510 ثانية في سلالة القمح الصلب أكساد 1675، وبمتوسط 421 ثانية، وهذا يدل على الجفاف الذي ساد أثناء موسم النمو، وتُعد هذه القيم المتدنية من النشاط الأنزيمي ملائمة جداً لإنتاج الخبز بكافة أنواعه (Al Saleh, 2023).

الخصائص الريولوجية للدقيق

دُرست الخصائص الريولوجية لدقيق أصناف أكساد باستخدام تقنيتي الفارينوغراف والأكستنسوغراف (الجدولين 5 و6). كان متوسط امتصاص الدقيق للماء مرتفعاً، حيث بلغ 67% وتراوحت قيمه بين 66% للصنف أكساد 65 و69% للصنف أكساد 1105، ويُعزى ارتفاع نسبة امتصاص الماء إلى نعومة الدقيق المختبر. لقد كان متوسط زمن تكون العجين 3.1 دقيقة وهي تعدّ قيمة جيدة وقد كان زمن التكون لعجينة الصنف أكساد 65 الأطول وبلغ 4.2 دقيقة، وكان متوسط زمن ثبات العجين 2.7 دقيقة، وتراوح بين 2.1 لسلالة أكساد 1729 و3.4 دقيقة لدى صنف القمح الصلب أكساد 1105، ويدل ذلك على جودة غلوتين ملائمة لتصنيع الخبز. بلغ متوسط درجة ضعف العجين 86 وحدة برايندر (BU) وهو ضمن المعدل الطبيعي لأقماع المنطقة العربية، كما تراوحت قيم الفالوريمتري بين 45 و52 بمتوسط قدره 49 (الجدول 5).

الجدول 5. نتائج الخواص الريولوجية لدقيق أصناف وسلالات القمح الصلب باستخدام الفارينوغراف

الصفة	امتصاص الماء (%)	زمن التكون (د)	زمن الثبات (د)	الضعف (BU)	الفالوريمتري
أكساد 65	66 ^b	4.2 ^a	3.0 ^{ab}	78.3 ^b	52.0 ^a
أكساد 1469	67 ^b	3.2 ^b	2.6 ^b	78.0 ^b	51.0 ^{ab}
أكساد 1105	69 ^a	3.1 ^b	3.4 ^a	78.0 ^b	49.0 ^{ab}
أكساد 1729	68 ^{ab}	2.6 ^c	2.1 ^c	95.0 ^a	45.3 ^c
أكساد 1675	68 ^{ab}	2.5 ^c	2.2 ^c	100.0 ^a	47.7 ^{bc}
المتوسط	67	3.1	2.7	86.0	49.0
L.S. D	1.14	0.25	0.3	5.9	2.1
CV	0.9	4.3	4.9	3.7	2.3

* تدل الأحرف المشابهة في العمود الواحد على عدم وجود فروقات معنوية على مستوى دلالة إحصائية $P \leq 0.05$

يبين الجدول (6) وجود فروقات معنوية بين الأصناف المدروسة بالنسبة إلى مطاطية العجين، حيث تدرجت من 113 مم للصنف أكساد 1105 إلى 136 مم لسلالة أكساد 1729 مع وجود فروقاتٍ معنوية فيما بينها، بمتوسط 127 مم، كما تباين متوسط مقاومة العجين للشد عند إجراء اختبار الأكستنسوغراف بين Brabender Unit 222 (BU) لدى سلالة أكساد 1729 و BU 375 لدى الصنف أكساد 65 وبمتوسط مقاومة قدره 273 BU، وكانت المقاومة العظمى للشد الأعلى 405 BU لدى الصنف أكساد 65، وتراوح متوسط قدرة العجين قرابة 47.3 سم² وكانت القدرة العظمى 63 سم² لدى صنف أكساد 65 مع وجود فروقاتٍ معنوية بين الأصناف والسلالات المدروسة.

الجدول 6. نتائج الخواص الريولوجية لدقيق أصناف وسلالات القمح الصلب باستخدام الأكستنسوغراف

الصفة الطرز الوراثية	المطاطية (مم)	مقاومة الشد (BU)	المقاومة العظمى للشد (BU)	الرقم النسبي	قدرة العجين (سم ²)
أكساد 65	132 ^{ab}	375 ^a	405 ^a	2.9 ^a	63 ^a
أكساد 1469	128 ^b	292 ^b	292 ^b	2.3 ^b	40 ^d
أكساد 1105	113 ^c	244 ^c	245 ^c	2.2 ^{bc}	52 ^b
أكساد 1729	136 ^a	222 ^e	230 ^d	1.6 ^d	35 ^e
أكساد 1675	127 ^b	231 ^d	231 ^d	1.8 ^{cd}	46 ^c
المتوسط	127	273	281	2.2	47.3
L.S.D	3.4	4.3	6.2	0.2	2.4
CV	1.4	0.8	1.2	5.6	2.6

* تدل الأحرف المشابهة في العمود الواحد على عدم وجود فروقات معنوية على مستوى دلالة إحصائية $P \leq 0.05$

علاقات الارتباط للصفات المدروسة

تبين النتائج في الجدول (7) أن للوزن النوعي ارتباطاً إيجابياً مع امتصاص الدقيق للماء ($r=0.926$) وكذلك مع تَكُون العجين وبشكل معنوي ($r=0.904$) وثباتيته ($r=0.518$) وضعفه ($r=0.514$)، وارتباط سلبي مع مقاومة العجين ($r=-0.922$) وقدرته ($r=0.917$) وبشكل معنوي لكليهما. كما كان هناك ارتباط سلبي بين وزن الألف حبة والغلوتين الجاف ($r=-0.506$) وكذلك مع مقاومة العجين ($r=-0.518$)، وهذه النتائج تتوافق مع ما وجدته (Mis and Kaminski, 2002). كما وجد أن هناك ارتباطاً إيجابياً بين بللورية حبوب القمح وكل من قدرة العجين ($r=0.690$) وثباتيته ($r=0.667$) وكذلك ارتباطاً إيجابياً للبللورية مع كل من بروتين القمح ($r=0.693$) وبروتين الدقيق ($r=0.629$) وكذلك أيضاً مع لون الدقيق ($r=0.864$)، ويعود ذلك إلى أن ارتفاع نسبة البللورية في حبوب القمح عائد لارتفاع نسبة البروتين فيها والذي يؤثر إيجاباً على قدرة وثباتيه العجين (Al-Saleh and Brennan, 2012).

وبينت الدراسة وجود ارتباط بين المحتوى البروتيني للقمح وقدرة العجين الناتج عنه ($r=0.511$) وكذلك مع مطاطيته ($r=0.663$) ومع زمن تكونه ($r=0.522$) وثباتيته بشكل معنوي ($r=0.943$) وعلى ارتباط سلبي بين المحتوى البروتيني للقمح مع ضعف العجين ($r=-0.809$)، أما بالنسبة إلى الغلوتين الرطب والجاف فقد كان ارتباط المحتوى البروتيني معهما إيجابياً وبشكل معنوي ($r=0.968$ ، $r=0.727$ على التوالي) وكذلك تزايد المحتوى البروتيني للدقيق بزيادة بروتين القمح بارتباط معنوي r قدره 0.940، وهذا يتوافق مع ما أثبتته الدراسات السابقة (Pomeranz *et al.*, 1984).

كما ارتبطت نسبة استخراج الدقيق بشكل إيجابي مع درجة لون الدقيق ($r=0.607$) ويعود ذلك إلى أن زيادة نسبة الاستخراج تزيد من نسبة الأغلفة ذات اللون الغامق التي تذهب مع الدقيق مما يزيد من درجة لون الدقيق (Al Saleh, 1955)، وارتبط تحبب الدقيق سلباً مع لونه ($r=-0.838$) وكذلك صفة قدرة العجين مع التحبب ($r=-0.812$). كما ارتبط لون الدقيق مع مطاطية العجين الناتج عنه وارتبط اللون إيجاباً مع نسبة البروتين فيه ($r=0.678$). بينت النتائج ارتباط نسبة البروتين في الدقيق مع مطاطية العجين الناتج عنه، كما ارتبط بروتين الدقيق إيجاباً مع نسبة الغلوتين الرطب ($r=0.885$) وبشكل معنوي وكذلك مع الغلوتين الجاف ($r=0.464$).

ارتبطت نسبة الغلوتين الجاف إيجاباً مع كل من المقاومة ($r=0.612$) ومدة تكون العجين ($r=0.748$) وثباتية العجين ($r=0.607$) وسلباً مع ضعف العجين ($r=-0.828$)، كما ارتبط امتصاص العجين للماء مع مقاومة العجين الناتج وبشكل سلبي ($r=-0.870$)، وارتبط زمن تكون العجين مع قدرة العجين ومقاومته وثباتيته بشكل إيجابي ($r=0.797$, 0.964 , 0.626 على التوالي) وسلباً مع ضعفه ($r=-0.760$)، وتنسجم هذه النتائج مع دراسات سابقة (Shewry *et al.*, 1997; Hare, 2017; Al-Saleh, 2023). ارتبطت ثباتية العجين مع قدرته ($r=0.703$) وبشكل إيجابي، أما مع ضعف العجين فقد كان ارتباطه سلبياً مع الثباتية ($r=-0.731$). بينت النتائج علاقة كل من مقاومة العجين ($r=-0.643$) وقدرة العجين ($r=-0.487$) بضعفه حيث كان الارتباط سلبياً مع كليهما، كما بينت النتائج ارتباط مقاومة العجين مع قدرته بشكل إيجابي ($r=0.730$).

الجدول 7. نتائج علاقات الارتباط بين الصفات المدروسة في سلالات وأصناف أكساد من القمح الصلب

القدرة	الوزن النوعي	1000 حبة	البللورية	بروتين القمح	استخراج 1	استخراج 2	تحبب 1	تحبب 2	الرماذ	اللون	بروتين دقيق
القدرة	*0.917-	0.313-	0.690	0.511	0.360	0.470	0.812-	0.100	0.359-	0.581	0.444
المقاومة	*0.922-	0.518-	0.192	0.289	0.190-	0.506	0.230-	0.265	0.636-	0.111-	0.076
المطاطية	0.005	0.666-	0.411	0.663-	0.574	0.116-	0.513	0.052	0.061	0.702-	*0.878-
فالورميري	0.831-	0.043-	0.067	0.408	0.064	0.704	0.291-	0.478	0.797-	0.038-	0.329
الضعف	0.514	0.033	0.266-	0.809-	0.256	0.169-	0.054	0.063	0.321	0.073-	0.690-
الثباتية	0.518	0.075	0.667	*0.943	0.169	0.128	0.518-	0.203-	0.087-	0.614	0.928
التكون	0.904	0.523-	0.398	0.522	0.207-	0.355	0.297-	0.056	0.468-	0.072	0.304
الامتصاص	0.692	0.464	0.281	0.146	0.337	0.545-	0.133-	0.486-	0.752	0.558	0.354
رقم سقوط	0.432	0.063	0.159-	0.752-	0.391	0.100-	0.106-	0.086	0.300	0.066	0.608-
دليل. غ	0.388	0.275-	0.649-	*0.896-	0.357-	0.145-	0.594	0.159	0.038	0.718-	**0.964-
غ. الجاف	0.402-	0.506-	0.381	0.727	0.660	0.263	0.172	0.467-	0.044	0.033-	0.464
غ. الرطب	0.126-	0.019-	0.568	**0.968	0.270-	0.359-	0.065-	0.584-	0.290	0.402	*0.885
بروتين. د	0.174-	0.293	0.629	*0.940	0.205	0.091-	0.417-	0.350-	0.167	0.678	
اللون	0.211	0.099	0.864	0.562	0.607	0.069-	0.838-	0.344-	0.349		
الرماذ	0.611	0.177-	0.421	0.188	0.252-	*0.938-	0.151	*0.900-			
التحبب 2	0.312-	0.416	0.594-	0.487-	0.473	*0.923	0.141-				
التحبب 1	0.583	0.046-	0.682-	0.305-	0.789-	0.436-					
استخراج 2	0.617	0.292	0.260-	0.195-	0.566						
استخراج 1	0.164-	0.562	0.185	0.074-							
بروتين ق	0.305	0.017	0.693								
البللورية	0.398	0.367-									
1000 حبة	0.421										

تتمة الجدول 7. نتائج علاقات الارتباط بين الصفات المدروسة

المقاومة	المطاطية	فالوريمتري	الضعف	الثباتية	التكون	الامتصاص	رقم السقوط	دليل الغلوتين	غلوتين جاف	غلوتين رطب	
0.730	0.291-	0.686	0.487-	0.703	0.797	0.350-	0.364-	0.633-	0.353	0.303	القدرة
	0.201	0.873	0.643-	0.434	0.964	0.870-	0.619-	0.241-	0.612	0.191	المقاومة
		0.189-	0.398	0.731-	0.032	0.539-	0.295	0.873	0.002-	0.578-	المطاطية
			0.789-	0.613	0.851	0.722-	0.744-	0.497-	0.493	0.300	فالوريمتري
				0.830-	0.760-	0.383	0.986	0.706	0.828-	0.799-	الضعف
					0.626	0.013	0.739-	**0.968-	0.607	0.843	الثباتية
						0.725-	0.724-	0.436-	0.748	0.426	التكون
							0.420	0.207-	0.390-	0.176	الامتصاص
								0.599	0.861-	0.779-	رقم السقوط
									0.410-	0.784-	د. الغلوتين
										0.783	غ. الجاف

*, **: الفروق معنوية على مستوى دلالة إحصائية 5 و1%، على التوالي.
د. الغلوتين: دليل الغلوتين؛ بروتين د: بروتين الدقيق؛ بروتين ق: بروتين القمح؛ د. الغلوتين: دليل الغلوتين؛ غ. الجاف: الغلوتين الجاف.

الاستنتاجات والتوصيات

- تميزت أصناف أكساد المعتمدة في صفاتها الفيزيائية بارتفاع الوزن النوعي وتفوق لسلالة أكساد 1729 معنويًا على باقي الأصناف والسلالات أما في وزن ألف حبة فقد تساوت السلالة أكساد 1675 مع الصنفين أكساد 1105 وأكساد 1469، وتميزت أصناف وسلالات أكساد بالبللورية العالية، وتميزت بالمحتوى البروتيني العالي مما يؤهلها للاستعمال في الصناعات الغذائية التي تعتمد على القمح الصلب.
- ارتفعت نسب الاستخراج في أصناف أكساد المدروسة سواءً بدون النخالة السكرية أو بعد إضافتها إلى الدقيق، وتميزت سلالة أكساد 1675 بارتفاع نسبة استخراجها معنويًا والذي بلغ 74%، كما كان تحبب ولون ورماد الدقيق لكافة أصناف وسلالات أكساد منخفضًا ويضاهي معايير المواصفات العالمية للدقيق.
- 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، مما يُعد مرغوبًا به عند تصنيع الخبز، حيث يجب أن يتجاوز رقم السقوط 250 ثانية، وقد تحقق ذلك في جميع الأصناف المدروسة التي تميزت بمتوسط قدره 421 ثانية، كما لوحظ ارتفاع بروتين الدقيق وجودته من خلال نسب الغلوتين الرطب والجاف ودليل الغلوتين.
- تبين من دراسة نتائج الفارينوغرام ارتفاع ثبات العجين ولكافة الأصناف والسلالات المدروسة ولا سيما الصنف 1105، كما كان ضعف العجين محدودًا في جميعها.
- أظهرت نتائج الأكستنسوغرام مطاطية ومقاومة وقدرة عجينة جيدة بشكل عام لدى كافة الأصناف المدروسة، ولا سيما الصنف أكساد 65.
- بينت معاملات الارتباط العلاقة الوثيقة للمحتوى البروتيني للحبوب ووزنها النوعي وشفافيتها ووزن ألف حبة مع المواصفات الجيدة للعجين المصنع منه من حيث ثباتيته ومقاومته وقدرته وبالتالي جودة الخبز وكافة المنتجات المصنعة منه.

- تتمتع السلالتان المبشرتان من القمح الصلب أكساد 1729 و 1675 بمواصفات نوعية جيدة تؤهلانهما للاعتماد في الدول العربية.

شكرو تقدير

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

المراجع

- 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.
- AACCI. 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.
- Alisa-N. Sieber, Tobias Würschum, and Friedrich H. Longin. 2015. Vitreosity, its stability and relationship to protein content in durum wheat. Journal of Cereal Science, Volume 61, 2015, pp 71-77.
- AL-Saleh Abboud. 1995. Cereal technology. Aleppo University Publication, Pp.13-37.
- Al-Saleh, A., Marion, D., and Gallant, D. J. 1986. Microstructure of mealy and vitreous wheat endosperms (*Triticum durum* L.) with special emphasis on location and polymorphic behavior of lipids, Food Microstruct., 5, 131.
- 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.
- Al-Saleh Abboud. 2023. Study of the physicochemical and rheological properties of some Acsad bread and durum wheat cultivars grown under rainfed conditions. The Arab Journal for Arid Environments, ACSAD. 16 (3) pp 101-116.
- Ames N.P., Clarke J.M., Dexter J.E., Woods S.M., Selles F. and B. Marchylo. 2003. Effects of nitrogen fertilizer on protein quantity and gluten strength parameters in durum wheat (*Triticum turgidum* L. var. *durum*) cultivars of variable gluten strength. *Cereal Chem.*, 80, 113-243.
- Arya, S., Sadawarte, P., and Ashish, W. 2015. Importance of damaged starch in bakery products-a review. *Starch*, 1, 2019.
- Brasier K, Ward B, Smith J, Seago J, Oakes J, and Balota M. 2020. Identification of quantitative trait loci associated with nitrogen use efficiency in winter wheat. PLOS ONE 15(2): e0228775. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0228775>

- Carson, G.R.; Edwards, N.M. 2009. Criteria of Wheat and Flour Quality. In WHEAT: Chemistry and Technology, American Association of Cereal Chemists: St Paul, MN, USA; pp. 97-118, doi:10.1094/9781891127557.004.
- Chopf, Marina, and Katharina Anne Scherf. 2021. Water absorption capacity determines the functionality of vital gluten related to specific bread volume. *Foods* 10, no. 2): 228.
- Colasuonno P, Marcotuli I, Blanco A, Maccaferri M, Condorelli GE, Tuberosa R, Parada R, de Camargo AC, Schwember AR and A. Gadaleta. 2019. Carotenoid Pigment Content in Durum Wheat (*Triticum turgidum* L. var *durum*): An Overview of Quantitative Trait Loci and Candidate Genes. *Front. Plant Sci.* 10:1347.
- Dexter, J. E., R. R. Matsuo, and D. G. Martin. 1989. The relationship of durum wheat test weight to milling performance and spaghetti quality. *Tecnica Molitoria* (Italy).
- Dexter, J. E., Doust, M. A., Raciti, C. N., Lombardo, G. M., Clarke, F. R., Clarke, J. M., and D. W Hatcher. 2004. Effect of durum wheat (*Triticum turgidum* L. var. *durum*) semolina extraction rate on semolina refinement, strength indicators and pasta properties. *Canadian journal of plant science*, 84(4), 1001-1013.
- Echeverry-Solarte, M., Kumar, A., Kianian, S., Simsek, S., Alamri, M. S., and Mantovani, E. E. 2015. New QTL alleles for quality-related traits in spring wheat revealed by RIL population derived from supernumerary \times non-supernumerary spikelet genotypes. *Theor. Appl. Genet.* 128 (5), 893-912.
- Echeverry-Solarte, M., Kumar, A., Kianian, S., Simsek, S., Alamri, M. S., and Mantovani, E. E. 2015. New QTL alleles for quality-related traits in spring wheat revealed by RIL population derived from supernumerary \times non-supernumerary spikelet genotypes. *Theor. Appl. Genet.* 128 (5), 893-912.
- Edwards, N.M.; Gianibelli, M.C.; McCaig, T.N.; Clarke, J.M.; Ames, N.P.; Larroque, O.R.; and J.E. Dexter. 2007. Relationships between dough strength, polymeric protein quantity and composition for diverse durum wheat genotypes. *Journal of Cereal Science*, 45 (2), 140-149.
- FAO. 2021. FAOSTAT statistical database. Available at: <https://search.library.wisc.edu/catalog/999890171702121>.
- FAO. 2023. World Food and Agriculture - Statistical Yearbook 2023. Rome. <https://doi.org/10.4060/cc8166en>.
- Hare, R. 2017. Durum wheat: Grain-quality characteristics and management of quality requirements. In C. Wrigley, I. Batey, and D. Miskelly (Eds.), *Cereal grains: Assessing and managing quality*. Elsevier Ltd. Second ed, pp. 135-151.

- Ghimire, B., Mergoum, M., Martinez-Espinoza, A. D., Sapkota, S., Pradhan, S., and Babar, M. A. 2022. Genetics of Fusarium head blight resistance in soft red winter wheat using a genome-wide association study. *Plant Genome* 15, e20222.
- Giri, N.A., and Sakhale, B.K. 2022. Effect of protein enrichment on quality characteristics and glycemic index of gluten free sweet potato (*Ipomoea batatas* L.) spaghetti. *J Food Sci Technol*, 59, 2410-2419.
- Khalid KH, Ohm JB, Simsek S. 2017. Whole wheat bread: effect of bran fractions on dough and end-product quality. *J Cereal Sci* 78:48-56
- Khalid A, Hameed A and Tahir MF. 2023. Wheat quality: A review on chemical composition, nutritional attributes, grain anatomy, types, classification, and function of seed storage proteins in bread making quality. *Front. Nutr.* 10:1053196.
- Kim, Y. S., and R. A. Flores. 1999. Determination of bran contamination in wheat flours using ash content, color, and bran speck counts. *Cereal chemistry* (76) 6: 957-961.
- Kiszonas, A. M., and Morris, C. F. 2017. Wheat breeding for quality: A historical review. *Cereal Chem. J.* 95 17-34. CCHEM-05-17-0103-FI.
- Lama S, Leiva F, Vallenback P, Chawade A and Kuktaite R. 2023. Impacts of heat, drought, and combined heat-drought stress on yield, phenotypic traits, and gluten protein traits: capturing stability of spring wheat in excessive environments. *Front. Plant Sci.* 14:1179701.
- Li, W., and Yang, B. 2017. Translational genomics of grain size regulation in wheat. *Theor. Appl. Genet.* 130 (9), 1765-1771.
- Lindgren, A., and Simsek, S. 2016. Evaluation of hard red spring wheat mill stream fractions using solvent retention capacity test: Solvent retention capacity of mill fractions. *J. Food Process. Preserv.* 40 (2), 131-139.
- Manley, M.G., Engelbrecht, M.L., Williams, P.C. and Kidd, M. 2009. Assessment of variance in the measurement of hectoliter mass of wheat, using equipment from different grain producing and exporting countries. *Biosystems Engineering*, 103(2), 176-186.
- Mann, G., Diffey, S., Cullis, B., Azanza, F., Martin, D. and Kelly, A. 2009. Genetic control of wheat quality: Interactions between chromosomal regions determining protein content and composition, dough rheology, and sponge and dough baking properties. *Theor. Appl. Genet.* 118 (8), 1519-1537.
- Marc P. McRae. 2017. Health Benefits of Dietary Whole Grains: An Umbrella Review of Meta-Analyses *Journal of Chiropractic Medicine*, 16(1), pp10-18.

- Martínez-Moreno, F.; Ammar, K.; Solís, I. 2022. Global Changes in Cultivated Area and Breeding Activities of Durum Wheat from 1800 to Date: A Historical Review. *Agronomy* 2022, 12, 1135. <https://doi.org/10.3390/agronomy12051135>.
- 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.
- Nigro, D., Gadaleta, A., Mangini, G., Colasuonno, P., Marcotuli, I. and A. Giancaspro. 2019. Candidate genes and genome-wide association study of grain protein content and protein deviation in durum wheat. *Planta* 249 (4), 1157-1175.
- Nithya U, Chelladurai V., Jayas D.S and N.D.G White. 2011. Safe storage guide genotypes for durum wheat, *Journal of Stored Products Research*, Volume 47, Issue 4, 2011, pp 328-333
- Oikonomou N. A., Bakalis S., Rahman M. S. and M. K. Krokida. 2015. Gluten Index for Wheat Products: Main Variables in Affecting the Value and Nonlinear Regression Model, *International Journal of Food Properties*, 18(1) pp 1-11.
- Padalino L, Mastromatteo M, Lecce L, Spinelli S, Contò F, and Del Nobile MA. 2014. Effect of durum wheat cultivars on physico-chemical and sensory properties of spaghetti. *J Sci Food Agric.*; 94(11):2196-204.
- Pomeranz Y., Bolling H., Zwingelberg H. 1984. Wheat hardness and baking properties of wheat f1 our. 1. *Cereal Sci.*, 2, 137-143.
- Pomeranz Y. 1988. *Wheat chemistry and technology* (3rd ed.) St. Paul, AACC.
- Pratt, D. B. 1971. Criteria of flour quality. In Y. Pomeranz (Ed.). *Wheat: Chemistry and Technology* St. Paul: AACC, pp.201-226.
- Patil, R. M., Oak, M. D., Tamhankar, S. A., and Rao, V. S. 2009. Molecular mapping of QTLs for gluten strength as measured by sedimentation volume and mixograph in durum wheat (*Triticum turgidum* L. ssp *durum*). *J. Cereal Sci.* 49 (3), 378-386.
- Payne, P. I. 1983. Breeding for protein quantity and protein quality in seed crops, in *Seed proteins. Annual proceedings of the phytochemical society of Europe held at versailles, september 1981.* 223-253.
- Payne, P. I. 1987. Genetics of wheat storage proteins and the effect of allelic variation on bread-making quality. *Plant Physiol.* 38, 13.
- Pradhan, S., Babar, M. A., Bai, G., Khan, J., Shahi, D. and Avci, M. 2020. Genetic dissection of heat-responsive physiological traits to improve adaptation and increase yield potential in soft winter wheat. *BMC Genomics* 21 (1), 315.

- Prasad, M., Kumar, N., Kulwal, P., Röder, M., Balyan, H. and Dhaliwal, H. 2003. QTL analysis for grain protein content using SSR markers and validation studies using NILs in bread wheat. *Theor. Appl. Genet.* 106 (4), 659-667.
- Reif, J. C., Gowda, M., Maurer, H. P., Longin, C. F. H., Korzun, V. and Ebmeyer, E. 2011. Association mapping for quality traits in soft winter wheat. *Theor. Appl. Genet.* 122 (5), 961-970.
- Salman, H., and Copeland, L. 2007. Effect of storage on fat acidity and pasting characteristics of wheat flour. *Cereal Chemistry*, 84(6), 600-606.
- Sharma A, Garg S, Sheikh I, Vyas P and Dhaliwal HS. 2020. Effect of wheat grain protein composition on end-use quality, *J Food Sci Technol.*; 57(8): 2771-2785
- Sherman JD, Varella AC, Lanning SP, Martin JM, Heo HY, Nash D, Talbert LE. 2018 Effect of a gene for high dough strength on whole wheat baking parameters of hard white spring wheat. *Cereal Chem* 95(3):411-417
- Shewry, P. R., Tatham, A. S., and Lazzeri, P. 1997. Biotechnology of Wheat Quality. *J. Sci. Food Agric.* 73 (4), 397-406.
- Shewry, Peter R., and Hey S. J. 2015. The contribution of wheat to human diet and health. *Food Energy Secur.* 4 (3), 178-202.
- Shiori Koga, Anne Rieder, Simon Ballance, Anne Kjersti Uhlen and Eva Veiseth-Kent. 2019. Gluten-Degrading Proteases in Wheat Infected by *Fusarium graminearum*, Protease Identification and Effects on Gluten and Dough Properties. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 67:40, pp 11025-11034.
- Subedi M, Ghimire B, Bagwell JW, Buck JW and Mergoum M. 2023. Wheat end-use quality: State of art, genetics, genomics-assisted improvement, future challenges, and opportunities. *Front. Genet.* 13:1032601.
- Wang, H., Liu, C. and Wen, J. 2016. Comparison of unheated and heated bran on flour quality: Effects of particle size and addition levels. *Journal of Food Processing and Preservation*, 41, e12992.
- Wang, K.; Fu, B.X. 2020. Inter-Relationships between Test Weight, Thousand-Kernel Weight, Kernel Size Distribution and Their Effects on Durum Wheat Milling, Semolina Composition and Pasta Processing Quality. *Foods*, 9, 1308.
- WHO. 2018. Accelerating the end of hunger and malnutrition global event. Bangkok, Thailand: WHO. Available at: <https://www.who.int/news-room/events/detail/2018/11/29/default-calendar/accelerating-the-end-of-hunger-and-malnutrition-global-event>.
- Williams, P., El-Haramein, F. J., Hani, N., and Safouh, R. 1988. Crop quality evaluation methods and guidelines, (14, Ed. 2).

- Yazar, G. 2023. Wheat Flour Quality Assessment by Fundamental Non-Linear Rheological Methods: A Critical Review. Foods, 12, 3353.
- Zhang-Biehn, S., Fritz, A. K., Zhang, G., Evers, B., Regan, R., and Poland, J. 2021. Accelerating wheat breeding for end-use quality through association mapping and multivariate genomic prediction. Plant Genome 14 (3), e20164.

N° Ref: 1170



التمكين الاجتماعي والاقتصادي للأسر الريفية ودوره في الحد من الفقر الريفي في محافظة طرطوس، سورية

Socio-Economic Empowerment of Rural Households and its Role in Reducing Rural Poverty in Tartous Government, Syria

م. مرح شاهين⁽¹⁾

م. رنا حسين⁽¹⁾

د. لين المقدم⁽¹⁾

Dr. Leen Almukaddem⁽¹⁾

Eng. Rana Hussain⁽¹⁾

Eng. Marah Shaheen⁽¹⁾

marwasosh@gmail.com

Received 15 August 2022; Accepted 28 March 2023

(1) الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية، مركز بحوث طرطوس، سورية.

(1) General Commission for Scientific Agricultural Research (GCSAR), Tartous Research Center, Syria.

الملخص

هدف البحث إلى تطوير وبناء مؤشر يقيس خصائص التمكين الاجتماعي والاقتصادي للأسر الريفية في محافظة طرطوس ودراسة علاقتها بحالة الفقر لهذه الأسر. اعتمد البحث على البيانات الأولية الميدانية التي جمعت باستخدام استبيان استهدفت 96 أسرة خلال الربع الأول من عام 2021. تم استخدام تحليل المكون الأساسي لتخصيص أوزان المؤشرات الفرعية لمؤشر التمكين الاجتماعي والاقتصادي. واستخدم اختبار كاي مربع لدراسة العلاقة بين حالة الفقر للأسر ومؤشر التمكين الاجتماعي والاقتصادي للأسر. أظهرت النتائج أن مؤشرات التمكين الاقتصادية يساهم بنسبة 54.37% في القيمة الكلية للمؤشر، وأهمها الممتلكات ومستلزمات المنزل التي تدل على الحالة الاقتصادية الجيدة للأسرة، مقارنة بنسبة مساهمة مؤشر التمكين الاجتماعي البالغة 45.63% وأهمها مشاركة الأسرة في قضايا المجتمع والقدرة على الحصول على المساعدة من غير أفراد الأسرة في حالات الشدة، وعند دراسة العلاقة بين مؤشر التمكين الاجتماعي والاقتصادي للأسرة بحالة الفقر لدى الأسرة أظهرت النتائج أن الأسر ذات المستوى المنخفض لمؤشر التمكين سجلت نسباً أعلى لحالة الفقر مقارنة بين المستوى المتوسط والعالي، وهذا يبين أهمية توفر هذه الإمكانيات لدى الأسرة لتحسين حالتها المعيشية وحمايتها من الفقر. الكلمات المفتاحية: التمكين الاجتماعي والاقتصادي، الفقر، سلة الحد الأدنى من الإنفاق، الأسر الريفية.

Abstract

The research aimed at developing and building an index that measure the economic and social potentials of rural households in Tartus province, and their relationship with the poverty status of the households. The research relied on primary field data collected using a questionnaire form targeting 96 Rural Households during the first quarter of 2021. Principal component analysis was used to assign weights to the sub-indicators of the Economic and Social Empowerment Index. The Chi-Square test was used to study the relationship between the poverty status and the social and economic empowerment index of the households. Results showed that economic empowerment variables contribute 54.37% to the overall value of the index, the most important of which is property and household supplies, which demonstrate the household's good wealth status, compared with the social empowerment index contribution of 45.63%, the most important of which is family participation in community issues and the ability to obtain assistance from non-family members in times of distress. When studying the relationship between the economic and social empowerment index and the poverty status of the household, the results showed that households with a low level of the empowerment index recorded higher rates of poverty compared to low and high levels, this shows the importance of the household having these capabilities to improve their living condition and protect them from poverty.

Keywords: Socio-Economic empowerment, poverty, minimum expenditure basket, rural households.

المقدمة

للفقر أوجه متعددة الأبعاد، وبأبسط تعريف: يعبر الفقر عن نقص دخل أو استهلاك الأسرة، إلا أنه لا ينتج عن نقص في جانب واحد فقط، ولكن بأبعاد اجتماعية غير نقدية أخرى. حيث يمكن تمييزه بعدم كفاية الغذاء والسعرات الحرارية ونقص الوصول إلى الصحة والتغذية والتعليم وإمدادات المياه المنزلية والصرف الصحي، وبالتالي يمكن تعريف الفقر بشكل عام على أنه يشمل جميع أبعاد المشقة التي يواجهها الناس في مختلف فئات الدخل والعمالة (World Bank, 2011).

قبل عام 2011 كانت سورية تعد من البلدان سريعة النمو ومن بلدان الشريحة الدنيا ذات الدخل المتوسط، حيث شهد الاقتصاد السوري تحسناً خلال الفترة 2000-2010، سجل إجمالي الناتج المحلي نمواً بمعدل 5.2% سنوياً، وبلغ معدل التضخم نسبة معقولة بلغت وسطياً 4.9% (البنك الدولي، 2023). كان للأزمة والاضطرابات التي حصلت منذ عام 2011 التي استمرت لأكثر من عقد من الزمان عواقب اجتماعية واقتصادية مدمرة، حيث أدى تدمير رأس المال المادي والخسائر والتهجير القسري وانهارت الشبكات الاقتصادية إلى خفض حجم الاقتصاد إلى النصف مقارنة بعام 2010، وقد أدى هذا الانخفاض

الكبير في نصيب الفرد من الدخل القومي الإجمالي إلى إعادة تصنيف سورية من قبل البنك الدولي إلى دولة منخفضة الدخل منذ عام 2018 (World Bank, 2022).

يمكن للتمكين أن يعزز من قدرة الفقراء على التغلب على الفقر، حيث يشير مفهوم التمكين Empowerment إلى التفكير الذي يمكن الفقراء من النظر إلى ما وراء تلبية احتياجاتهم اليومية الضرورية للبقاء على قيد الحياة، حتى تكون لديهم القدرة على التحكم بمواردهم وقراراتهم بشكل أكبر (Abrar ul haq *et al.*, 2018). ومن وجهة نظر العمل الاجتماعي، يعني التمكين مساعدة الأفراد أو المجموعات على استعادة قدرتها على الأداء الاجتماعي، من أجل حل مشاكلهم الخاصة وخلق الظروف الاجتماعية المواتية لذلك (Ali and Hatta, 2012).

وفقاً لسلطان وزملاؤه (2019) هناك عدد من المجالات يستدل من خلالها على مستوى تمكين الأسرة، أولها مجال التمكين الاقتصادي، يجري التركيز فيه على تمكين أفراد الأسرة ليكون لهم سيطرة أكبر على مواردهم وخيارات حياتهم، ثانياً: مجال التمكين الاجتماعي الذي يُعرف بأنه المشاركة المجتمعية لأفراد الأسر في المشروعات التنموية وعضويتها في المنظمات الاجتماعية، ثالثاً: مجال التمكين السياسي الذي يعرف بمدى مشاركة أفراد الأسرة في الانتخابات المختلفة ودرجة مناقشتهم للقضايا السياسية وحضورهم الاجتماعات ودرجة متابعة الأخبار في وسائل الإعلام.

وهذا ما أكدته (Abrar ul haq *et al.*, 2016) الذي وضع كيف تؤثر أصول الفرد (أي الثروة الحيوانية، والادخار، والأرض، والسكن، وما إلى ذلك) والقدرات النفسية (أي التطلع إلى مستقبل أفضل، والقدرة على التصور، والثقة، واحترام الذات)، والإنسانية (أي الصحة الجيدة، والتعليم، والعمل) والقدرات الاجتماعية (أي علاقات القيادة، والانتماء الاجتماعي، والشعور بالهوية، وما إلى ذلك) تأثيراً كبيراً على قدرة الفقراء وتمكينهم من مساءلة الآخرين. علاوة على ذلك، فإن الأصول الجماعية للشعوب إلى جانب قدراتها (أي الهوية والتمثيل والتنظيم والصوت) تعدّ ضرورية.

أهمية الدراسة وأهدافها

تعاني الأسر السورية عامّة والأسر الريفية خاصّة من انخفاض الدخل، نتيجة لمجموعة من أشد الظروف المعاكسة التي أثرت في سورية، منها العقوبات التجارية الدولية، التي أدت إلى زيادة الضغط على الاقتصاد السوري، أضف لذلك جائحة كورونا وتداعياتها في تدهور الوضع الاقتصادي والاجتماعي في المجتمعات السورية بشكل عام، والمجتمعات الريفية الهشة بشكل خاص، مما أدى إلى تضخم الأسعار وانخفاض القدرة الشرائية، وهذا ما تسبب في زيادة أعداد الأسر الفقيرة. وفي ظل جميع هذه الظروف الخارجية تحتاج الأسر الفقيرة إلى أن يكون لها سيطرة أكبر على ظروفها الاقتصادية والاجتماعية التي تقيد فرص تحسين معيشتهم، لذلك فإن تقوية هذه الأسر في التحكم بشكل أكبر بممتلكاتهم وأصولهم وتعزيز قدراتهم على الإدارة الاقتصادية يحسن من شروط دخولهم على الأسواق وبالتالي تحسين دخلهم ومعيشتهم. هذا النوع من التمكين الاقتصادي إلى جانب التمكين الاجتماعي يجعل النمو الاقتصادي أكثر فعالية في الحد من الفقر. ومن هذا المنطلق تهدف هذه الدراسة إلى معرفة وتقييم أهم الخصائص الاجتماعية والاقتصادية للأسر من خلال بناء مؤشر يجمع هذه المؤشرات ويقاس مدى مساهمتها في حماية الأسرة من الفقر، بغض النظر عن العوامل الخارجية الأخرى. للمساعدة كمعلومات أساسية لتعزيز

هذه الخصائص في منطقة الدراسة وتعميمها على المناطق ذات الخصائص المماثلة، وتقديم مقترحات تفيد المخططين وصناع القرار والبرامج التنموية ذات الصلة لتوجيه جهودهم في الحد من الفقر.

تهدف الدراسة بشكل عام إلى بناء مؤشر يقيس خصائص التمكين الاجتماعي والاقتصادي للأسر الريفية في محافظة طرطوس ودراسة علاقتها بحالة الفقر لهذه الأسر

منهجية البحث: أُجري البحث في المناطق والقرى الريفية التابعة لمحافظة طرطوس، جُمعت البيانات الأولية للبحث خلال الربع الأول (كانون الثاني وشباط وأذار) من عام 2021.

عينة البحث: وحدة المعاينة هي الأسرة الريفية، وهي مجموعة من الأشخاص الذين يتشاركون مكان الإقامة والدخل المخصص للاستهلاك، ويعتمدون على الزراعة كمصدر رزق بشكل كلي أو جزئي.

حُدّد حجم العينة باستخدام معادلة كوكران والتي لا تعتمد على حجم المجتمع؛ بل تعتمد بالدرجة الأولى على خطأ التقدير والتباين المقدر للمجتمع (مشعل، 2018) وفق المعادلة التالية:

$$n = \frac{pq(z^2)}{e^2}$$

حيث:

n حجم العينة، p نسبة المجتمع المراد دراسته وفي حال عدم المعرفة تستخدم نسبة 50%

q النسبة المكملة، Z الدرجة المعيارية عند درجة ثقة 95% تأخذ قيمة 1.96، e الخطأ المعياري وقيمته 0.1

أُخذت عينة بشكل عشوائي من الأسر الريفية ضمت 96 أسرة توزعت على عدة قرى في 4 مناطق توزعت بالشكل التالي:

الجدول 1. أسماء مناطق وقرى العينة

المنطقة	طرطوس	صافيتا	الشيخ بدر	بانياس
العدد	32	30	18	16
القرى المدروسة	الدكيكة، السودا، دير الحجر، اليازدية، الرادار، كرم بيرم، زاهد، عين بشرتي، المويسة، الخربة			

(المصدر: جمعت وحسبت من خلال بيانات ميدانية، 2021)

جرى التأكد من الصدق الظاهري للاستبيان قبل توزيعه على عينة الدراسة، حيث عرضت الاستبانة على مجموعة من المحكمين، أما فيما يتعلق بثبات المقياس فقد استخدم اختبار (ألفا كرونباخ) لقياس مدى ثبات أداة القياس حيث بلغت قيمة معامل الاستبيان ككل 0.88 مما يعكس ثبات أداة القياس.

اعتمد البحث على استخدام البيانات الأولية الميدانية باستخدام استمارة استبيان ضمت أسئلة حول الإنفاق الشهري الغذائي وغير الغذائي للأسرة الريفية، بالإضافة إلى مجموعة من الأسئلة حول الخصائص الاقتصادية والاجتماعية للأسرة بغية التعرف على الممكّنات التي تمتلكها الأسرة.

حُللت البيانات باستخدام البرنامج الإحصائي SPSS، واعتمدت أساليب التحليل الإحصائية باستخدام طريقة (Principle Component Analysis) واختبار كاي مربع Chi-Square لدراسة العلاقة بين حالة الفقر للأسر ومؤشر التمكين الاجتماعي والاقتصادي للأسر.

ولتحديد نسبة انتشار الفقر في المنطقة المدروسة لابد من تحديد خط الفقر:

خط الفقر

يمكن تعريف خط الفقر بأنه المال الذي يحتاجه الفرد لتحقيق الحد الأدنى من "الرفاهية" حتى لا يعتبر فقيرًا، ووفقًا للبنك الدولي فإن مفهوم الرفاهية تركز على مدى قدرة الأسر أو الأفراد لتلبية احتياجاتهم الأساسية (World Bank, 2005).

يمثل خط الفقر عادة الحد الأدنى من مستوى الدخل الذي يعدُّ ملائمًا في بلد معين، الذي يلبي الحد الأدنى من معايير الاستهلاك للسلع والخدمات الأساسية، ولكن في البلدان التي تمر بأزمات معينة غالبًا ما ينحرف الحد الأدنى من إنفاق السكان المتأثرين بالأزمات عن الأشخاص الذين يعيشون في ظل ظروف طبيعية.

ونظرًا للظروف الاقتصادية التي تمر على سورية التي جعلت من الصعب تحديد قيمة ثابتة لخط الفقر، نتيجة للتضخم المستمر وانخفاض القدرة الشرائية للسكان والتقلبات الكبيرة الحاصلة في أسعار السلع الغذائية وغير الغذائية، اعتمدت هذه الدراسة في تحديد خط الفقر على مفهوم سلة الحد الأدنى من الإنفاق Minimum Expenditure Basket MEB الذي يعرف على أنه ما تتطلب الأسرة من أجل تلبية احتياجاتهم الأساسية بشكل منتظم أو موسمي وتكلفتها (WFP, 2020).

ولحساب سلة الحد الأدنى من الإنفاق، جرى تحديد المتطلبات الدنيا من المواد والخدمات التي تحتاجها الأسرة، حيث جرى تحديد سلة غذائية بناء على معايير سفير (sphere standards, 2018) التي تؤمن احتياجات الفرد من 2100 سعرة حرارية في اليوم وحساب تكلفتها بناء على متوسط أسعار المواد الغذائية في أسواق القرى المدروسة.

أما السلة غير الغذائية فجرى حساب قيمتها باستخدام متوسط نسبة الإنفاق غير الغذائي للأسر المدروسة من إجمالي النفقات، جرى الحصول عليها من بيانات الاستبيان الخاص بالدراسة وهي تعكس أنماط الاستهلاك لعينة الأسر المدروسة في الفترة التي أُجري الاستبيان فيها.

مؤشر التمكين الاجتماعي والاقتصادي للأسرة

تأتي أهمية دراسة مؤشر التمكين الاجتماعي الاقتصادي من كونه يعطي دلالة على الوضع الاجتماعي والاقتصادي للأسر على المدى الطويل وقلة تأثيره بالتغيرات الاقتصادية والاجتماعية التي تصيب الأسرة على المدى القصير (Abrar ul haq, 2018).

يضم مؤشر التمكين الاجتماعي والاقتصادي مجموعة من المتغيرات التي تقيس الخصائص الاقتصادية والاجتماعية للأسرة، وللوصول إلى مؤشر التمكين الاجتماعي والاقتصادي، لابد من اتباع عدة خطوات، أولها تحديد المتغيرات المكونة لهذا المؤشر، حيث يجب أن تكون هذه المؤشرات قادرة على التمييز بين الأسر الغنية نسبيًا والأسر الفقيرة نسبيًا، فإذا كان المتغير أو الملكية مملوكة عند أكثر من 95% أو أقل من 5% من الأسر عينة الدراسة، فيجب استبعاده من التحليل (WFP, 2017).

قبل بناء مؤشر التمكين الاجتماعي والاقتصادي يجري تحويل جميع المتغيرات إلى متغيرات ثنائية التفرع (أي متغيرات تأخذ القيمة 0 أو 1)، حيث أغلب الأسئلة تحتمل إجابة نعم أو لا، أما المتغيرات التي تحوي على أكثر من فئتين فيتم تحويلها إلى متغيرات ثنائية الفئة.

جرى بناء المؤشر على أساس ثمانية عوامل فرعية وهي: المأوى، التعليم، الأصول والممتلكات، الثروة الحيوانية، صحة أفراد الأسرة، جنس رب الأسرة، مستلزمات المنزل والمجموعات والشبكات، هذه المتغيرات تضم 36 عاملاً موضحة في الجدول (2) ووفقاً للمنهجية المتبعة كما في دراسة (Abrar ul haq *et al.*, 2016) ومؤشر الثروة Wealth Index المتبع من قبل برنامج الغذاء العالمي (WFP, 2017).

يجري دمج هذه المتغيرات ضمن مؤشر واحد باستخدام تحليل المكون الأساسي Principle Component Analysis ويجري تخصيص أوزان المؤشرات. حيث تقوم هذه الطريقة أولاً بتوحيد متغيرات المؤشر باستخدام الدرجات المعيارية z scores، ثم تُحسب قيم العوامل المحملة Factor Loading، وفي النهاية تُضرب قيم المؤشر لكل أسرة في عوامل التحميل وتُجمع لتوليد مؤشر التمكين الاجتماعي والاقتصادي.

الجدول 2. هيكل مؤشر التمكين الاجتماعي والاقتصادي للأسرة

المتغيرات	المتغيرات الفرعية	المؤشرات	طريقة القياس
التمكين الاجتماعي	التعليم	إمكانية الوصول إلى المدارس	أخذت الإجابة نعم قيمة 1 ولا قيمة 0
		معدل التعليم في الأسرة	يعطى القيمة 0 إذا كان معدل التعليم اعدادي فما دون والقيمة 1 إذا كان مستوى التعليم ثانوية فما فوق
		تعليم رب الأسرة	يعطى القيمة 0 إذا كان التعليم اعدادي فما دون والقيمة 1 غير ذلك
	جنس رب الأسرة	جنس رب الأسرة (ذكر أو أنثى)	يعطى القيمة 1 إذا كان رب الأسرة ذكر والقيمة 0 إذا كانت أنثى
		العضوية في المنظمات أو الجمعيات الرسمية أو غير الرسمية	يعطى القيمة 1 إذا كان منتسب لجمعيات والقيمة 0 لغير ذلك
	المجموعات والشبكات	القدرة على الحصول على المساعدة من غير أفراد العائلة أو الأقارب في حالات الشدة	يعطى القيمة 1 إذا حصل على المساعدة والقيمة 0 لغير ذلك
		القدرة على اقتراض المال من العائلة والأصدقاء في حالات الشدة	يعطى القيمة 1 إذا كان قادراً على الحصول على القروض والقيمة 0 لغير ذلك
		المشاركة في قضايا المجتمع	تأخذ الإجابة نعم القيمة 1 والقيمة 0 لغير ذلك
	المأوى	موقع المنزل	يأخذ القيمة 1 إذا كان المنزل ضمن القرية والقيمة 0 لغير ذلك
		ملكية المنزل (ملك أو استئجار)	يعطى القيمة 1 إذا كان المنزل ملك والقيمة 0 لغير ذلك
		وجود الصرف الصحي	تأخذ الإجابة نعم القيمة 1 والقيمة 0 لغير ذلك
		توفر الكهرباء	تأخذ الإجابة نعم القيمة 1 والقيمة 0 لغير ذلك
التمكين الاقتصادي	صحة العائلة	نوع البناء (مادة البناء)	يعطى القيمة 1 إذا كانت مادة البناء هي الاسمنت والقيمة 0 لغير ذلك
		أمراض مزمنة	تأخذ الإجابة نعم القيمة 0 والقيمة 1 لغير ذلك
	الأصول والملكية	توفر مراكز الرعاية الصحية	تأخذ الإجابة نعم القيمة 1 والقيمة 0 لغير ذلك
		الأرض المملوكة	تأخذ الإجابة نعم القيمة 1 والقيمة 0 لغير ذلك
		الأرض المستأجرة	تأخذ الإجابة نعم القيمة 1 والقيمة 0 لغير ذلك
		تراكتور	تأخذ الإجابة نعم القيمة 1 والقيمة 0 لغير ذلك
		معدات زراعية	تأخذ الإجابة نعم القيمة 1 والقيمة 0 لغير ذلك

الثروة الحيوانية	بئر	تأخذ الإجابة نعم القيمة 1 والقيمة 0 لغير ذلك
	أغنام وماعز	تأخذ الإجابة نعم القيمة 1 والقيمة 0 لغير ذلك
مستلزمات المنزل	أبقار	تأخذ الإجابة نعم القيمة 1 والقيمة 0 لغير ذلك
	مطبخ منفصل	تأخذ الإجابة نعم القيمة 1 والقيمة 0 لغير ذلك
	دراجة نارية	تأخذ الإجابة نعم القيمة 1 والقيمة 0 لغير ذلك
	آلة خياطة	تأخذ الإجابة نعم القيمة 1 والقيمة 0 لغير ذلك
	سيارة	تأخذ الإجابة نعم القيمة 1 والقيمة 0 لغير ذلك
	كومبيوتر أو لابتوب	تأخذ الإجابة نعم القيمة 1 والقيمة 0 لغير ذلك
	مضخة مياه	تأخذ الإجابة نعم القيمة 1 والقيمة 0 لغير ذلك
	غسالة	تأخذ الإجابة نعم القيمة 1 والقيمة 0 لغير ذلك
	مكيف هواء	تأخذ الإجابة نعم القيمة 1 والقيمة 0 لغير ذلك
	مروحة أو مدفئة	تأخذ الإجابة نعم القيمة 1 والقيمة 0 لغير ذلك
	براد	تأخذ الإجابة نعم القيمة 1 والقيمة 0 لغير ذلك
	هاتف جوال	تأخذ الإجابة نعم القيمة 1 والقيمة 0 لغير ذلك
	تلفزيون	تأخذ الإجابة نعم القيمة 1 والقيمة 0 لغير ذلك
	راديو	تأخذ الإجابة نعم القيمة 1 والقيمة 0 لغير ذلك
	ذهب/ فضة/ سندات	تأخذ الإجابة نعم القيمة 1 والقيمة 0 لغير ذلك
التمكين الاقتصادي		

المصدر: (Abrar al huq *et al*, 2016; WFP, 2017)

النتائج والمناقشة

دُرست نسب التكرار في عينة الدراسة للمتغيرات التي يبني عليها المؤشر، وعليه استُبعدت المتغيرات التالية:

- ملكية المسكن: تبين أن 97% من عينة الدراسة يملكون منازلهم.
- مادة البناء: تبين أن 100% من المساكن اسمنتية الصنع.
- ملكية الأرض: تبين أن 98% من الأسر تملك الأرض التي تقوم بزراعتها سواء شراء أو وراثة، و2% فقط تقوم باستئجار الأرض.
- غنم وماعز: 3% فقط من عينة الدراسة تقوم بتربية الأغنام والماعز.
- غسالة وبراد: تملك جميع الأسر المدروسة غسالة وبراد.
- جوال: 3% فقط من الأسر لا تملك جوال.
- تلفزيون: 4% فقط من الأسر لا تملك شاشة تلفزيون.

أُجري التحليل العاملي للمتغيرات المختارة للتوصل إلى مؤشر التمكين الاجتماعي والاقتصادي، استخدمت فيه قيم العوامل المحملة Factor loading لإنشاء المؤشر، حيث يعطى كل مؤشر وزناً يتراوح بين 0 و1، ويشير المؤشر الذي يملك قيمة أكبر من العامل المحمل إلى مساهمة أكبر في تعزيز مؤشر التمكين الاجتماعي والاقتصادي.

جرى التأكد من جودة القياس واختبار كفاية وملاءمة البيانات لتنفيذ اختبار التحليل العاملي باستخدام اختبار KMO and Bartlett's test of sphericity) فُتبن أن قيمة KMO بلغت 0.87 وهي أكبر من 0.5 وهي قيمة مقبولة وتعني أن البيانات ملائمة لتنفيذ التحليل العاملي، أما اختبار Bartlett كان معنوياً بدرجة 0.002 وهو أصغر من المستوى المعنوي 0.05 مما يشير إلى أن التحليل العاملي يعد مفيداً مع بيانات البحث، تشير نتائج التحليل العاملي للمتغيرات المدروسة وكما هو موضح

في الجدول (3) أن عامل المشاركة في قضايا المجتمع ($\text{Factor loading} = 0.662$) والقدرة على الحصول على المساعدة من غير أفراد الأسرة في حالات الشدة ($\text{Factor loading} = 0.521$)، كانت من أهم العوامل التي ساهمت في تكوين مؤشر التمكين الاجتماعي وهذا يدل على أن قدرة هذه الأسر على التأثير في المجتمع المحلي من خلال المشاركة في الاجتماعات والفعاليات والقرارات التي تخص القرية، أما بالنسبة إلى مؤشر التمكين الاقتصادي فشكل بند امتلاك سيارة ($\text{Factor loading} = 0.654$) ووجود بئر للري ضمن المزرعة ($\text{Factor loading} = 0.613$) أهم العوامل المكونة للمؤشر التي تعدّ من مؤشرات الثروة لدى الأسرة.

الجدول 3. نتائج التحليل العاملي لمتغيرات مؤشر التمكين الاجتماعي والاقتصادي

العوامل الرئيسية	العوامل الفرعية	المؤشرات	Factor loading	النسبة المئوية %
التمكين الاجتماعي (%45.63)	التعليم (%5.32)	معدل التعليم في الأسرة	0.125	1.32
		تعليم رب الأسرة	0.378	4.00
	جنس رب الأسرة (%4.13)	جنس رب الأسرة (ذكر أو أنثى)	0.391	4.13
	المجموعات والشبكات (%20.1)	العضوية في المنظمات أو الجمعيات الرسمية أو غير الرسمية	0.239	2.53
		القدرة على الحصول على المساعدة من غير أفراد العائلة أو الأقارب في حالات الشدة	0.521	5.51
		القدرة على اقتراض المال من العائلة والأصدقاء في حالات الشدة	0.479	5.06
		المشاركة في قضايا المجتمع	0.662	7.00
	المأوى (%11.19)	موقع المنزل	0.445	4.70
		وجود الصرف الصحي	0.324	3.43
		توفر الكهرباء	0.289	3.06
التمكين الاقتصادي (%54.37)	صحة العائلة (%4.89)	توفر مراكز الرعاية الصحية	0.463	4.89
	الأصول والملكية (%17.51)	تراكتور	0.585	6.18
		معدات زراعية	0.459	4.85
		بئر	0.613	6.48
	الثروة الحيوانية (%5.82)	أبقار	0.551	5.82
	مستلزمات المنزل (%31.04)	دراجة نارية	0.479	5.06
		سيارة	0.654	6.91
		كومبيوتر أو لابتوب	0.386	4.08
		مضخة مياه	0.291	3.08
		مكيف هواء	0.539	5.70
		ذهب/ فضة/ سندات	0.587	6.21
المجموع	100		9.46	100

(المصدر: جمعت وحسبت من خلال بيانات ميدانية، 2021)

وتشير النتائج إلى أن مؤشر التمكين الاقتصادي يساهم بنسبة 54.37% في القيمة الكلية لمؤشر التمكين الاجتماعي والاقتصادي مقارنة بنسبة مساهمة مؤشر التمكين الاجتماعي البالغة 45.63%.

ومن أجل فهم أفضل لمؤشر التمكين الاجتماعي والاقتصادي وهو متغير مستمر، جرى إعادة ترميز المؤشر إلى متغير فئوي، من خلال ترتيب المتغير الأول الذي جرى إنشاؤه من خلال PCA تصاعدياً باستخدام (Rank Cases) و تم تقسيم الأسر إلى 3 مجموعات متساوية وفقاً للترتبة المئوية وهي: منخفض التمكين (تقع ضمن الفئة الأقل من 33% من قيم المتغير) ومتوسط التمكين (تقع ضمن الفئة بين 33-66% من قيم المتغير) ومرتفع التمكين (تقع ضمن الفئة الأعلى من 66% من قيم المتغير). أظهرت النتائج المبينة في الجدول (4) وجود نسب متقاربة بين المستويات الثلاث، أعلاها المستوى المتوسط يليه المنخفض ثم المرتفع.

الجدول 4. توزيع الأسر وفقاً لمستويات مؤشر التمكين الاجتماعي والاقتصادي

فئات المؤشر	العدد	النسبة
منخفض	35	35
متوسط	37	37
مرتفع	28	28

(المصدر: جمعت وحسبت من خلال بيانات ميدانية، 2021)

حالة الفقر في عينة الدراسة

حُدثت قيمة خط الفقر وفقاً لقيمة سلة الحد الأدنى من الإنفاق، والتي تتألف من قيمة السلة الغذائية والسلة غير الغذائية كالآتي:

السلة الغذائية Food Basket: جرى اختيار المواد الغذائية التي تلي المتطلبات اليومية من الطاقة وهي 2100 سعرة حرارية/الشخص/اليوم، بناء على كميات الغذاء المخصصة لأسرة مكونة من 6 أشخاص في الشهر جرى اختيارها بناء على دراسة لـ (CALP network, 2014) في شمال سورية وتتضمن المواد الغذائية الموضحة بالجدول، وجرى حساب تكلفتها بناء على متوسط سعر هذه المواد في أسواق منطقة الدراسة، وبناء عليه بلغت قيمة السلة الغذائية 1873 ل.س./للشخص/اليوم.

الجدول 5. قيم المواد في السلة الغذائية

المادة الغذائية	الكمية كغ/الأسرة/الشهر	الحصة اليومية غرام/الشخص/اليوم	الطاقة كيلو كالوري	متوسط السعر ل.س
البرغل	15	80	274	160
الرز	19	100	360	150
الخبز	37	200	540	30
بقول مجففة (فاصولياء)	19	100	340	250
دهون (سمن وزيت)	7	40	350	236
سكر	5	25	97	425
ملح	1	5	0	0
لحوم (فروج ولحوم)	4	30	65	222
بيض	6	30	43	250
خضار (بندورة)	6	30	5	60
أطعمة متنوعة (رب بندورة)	6	30	25	90
اجمالي الحصص		670	2.098	1873

(المصدر: (CALP network, 2014)، جمعت وحسبت من خلال بيانات ميدانية، 2021)

السلة غير الغذائية Non-food basket: حُسبت قيمة السلة غير الغذائية باستخدام متوسط نسبة الإنفاق غير الغذائي من إجمالي النفقات للأسر في عينة الدراسة، التي تتضمن (نفقات صحية، أدوات مطبخ وتنظيف، مواصلات، اتصالات، خدمات، محروقات، تعليم، وغيرها) جرى الحصول عليها من بيانات الاستبيان الخاص بالدراسة وهي تعكس أنماط الاستهلاك لعينة الأسر المدروسة في الفترة التي أُجري الاستبيان فيها. وبناء على هذه النسب جرى التوصل إلى قيم بنود السلة غير الغذائية وعليه بلغت قيمة السلة غير الغذائية 1207 ل.س/الشخص/اليوم.

وعليه بلغ خط الفقر وفقًا لنتائج الدراسة وبالاعتماد على منهجية سلة الحد الأدنى للإنفاق والبالغ 3080 ل.س/الفرد/اليوم، كمقياس للقرى المدروسة ضمن محافظة طرطوس، الذي يمثل مستوى الإنفاق اللازم لتأمين الحد الأدنى من الاحتياجات الأساسية الغذائية وغير الغذائية، وبناء عليه فإن الأسر التي تبلغ نفقاتها الاستهلاكية مقدارًا أقل من خط الفقر عُدَّت فقيرة ضمن سياق نتائج الدراسة.

بلغ متوسط الإنفاق اليومي للفرد ضمن الأسر عينة الدراسة 3637 ل.س، صُنِّفت الأسر وفقًا لإنفاقها (فقيرة - غير فقيرة)، فتبين أن نسبة الأسر التي لا تستطيع تغطية نفقاتها الأساسية في منطقة الدراسة بلغ 64% كما هو موضح في الجدول (6).

الجدول 6. تصنيف الحالة المعيشية للأسر المدروسة وفقًا لخط الفقر

النسبة المئوية%	تصنيف الأسر
64%	فقيرة (انفاق أقل من 3080 ل.س/ الشخص/اليوم)
36%	غير فقيرة (انفاق أكثر من 3080 ل.س/ الشخص/اليوم)

(المصدر: جمعت وحسبت من خلال بيانات ميدانية، 2021)

العلاقة بين مؤشر التمكين الاجتماعي والاقتصادي وحالة الفقر للأسر الريفية

دُرست العلاقة بين مؤشر التمكين الاجتماعي والاقتصادي وحالة الفقر للأسر الريفية لبيان أهمية دور هذا المؤشر في الحالة المعيشية للأسرة، وأجري تحليل Cross-Classification بين مؤشر التمكين الاجتماعي والاقتصادي وحالة الفقر للذين جرت دراستهما سابقًا. أظهرت النتائج كما هو موضح في الجدول رقم (7) أن الأسر ذات المستوى المنخفض لمؤشر التمكين سجلت نسبًا أعلى لحالة الفقر مقارنة بين المستوى المتوسط والعالي، بينما تبين أن 64.3% من الأسر ذات المستوى العالي لمؤشر التمكين كانت غير فقيرة.

وتظهر نتائج اختبار كاي مربع وجود علاقة معنوية إحصائية على مستوى 5% بين مؤشر التمكين الاجتماعي والاقتصادي وحالة الفقر للأسر الريفية.

الجدول 7. حالة الفقر للأسر الريفية وتوزعها على مستويات مؤشر التمكين الاجتماعي والاقتصادي

حالة الفقر للأسر الريفية				فئات المؤشر
غير فقيرة		فقيرة		
%	التكرار	%	التكرار	
17.1	6	82.9	29	منخفض
32.4	12	67.6	25	متوسط
64.3	18	35.7	10	مرتفع
7.465				χ^2
0.024				P-value

(المصدر: جمعت وحسبت من خلال بيانات ميدانية، 2021)

الاستنتاجات والتوصيات

الاستنتاجات

بُني مؤشر التمكين الاجتماعي والاقتصادي بالاعتماد على مجموعة من المتغيرات الاقتصادية والاجتماعية التي يمكن أن تساعد على حماية الأسرة من الفقر، حيث تبين أن الممكّنات الاقتصادية وأهمها الممتلكات ومستلزمات المنزل كان لها الدور الأكبر في بناء هذا المؤشر، التي تدل على الحالة المعيشية الجيدة للأسرة، أما أهم الممكّنات الاجتماعية فكانت مشاركة الأسرة في قضايا المجتمع والقدرة على الحصول على المساعدة من غير أفراد الأسرة في حالات الشدة، وهذا يدل على أن تمكن الأسرة يكمن في قدرتها على التأثير في المجتمع المحلي من خلال المشاركة في صنع القرارات على مستوى القرية والمجتمع وقدرتهم على مناقشة القرارات الخاطئة، وقد أظهرت النتائج وجود ارتباط عكسي بين مؤشر التمكين الاجتماعي والاقتصادي وحالة الفقر للأسر الريفية، وهذا يبين أهمية توفر هذه الإمكانيات لدى الأسرة لتحسين حالتها المعيشية وحمايتها من الفقر.

التوصيات

- تحسين قدرة المجتمعات الريفية على تنظيم وإدارة تنميتها بنفسها من خلال تعزيز مفهوم المنظمات المجتمعية المحلية كالتعاونيات الزراعية، وتزويد أفراد المجتمع بالقدرة الفنية والإدارية لتحسين مستواهم المعيشي.
- تعزيز قدرة المزارعين على الوصول للخدمات والوسائل التكنولوجية التي من شأنها زيادة إنتاجيتهم وبالتالي زيادة دخلهم.
- التوجيه والتدريب على الأنشطة المدرة للدخل، وتقديم الدعم لتنمية المشاريع الصغيرة والمتناهية الصغر، وتشجيع أنشطة سبل العيش ذات العلاقة بالمجتمع الريفي، والاعتماد على تدريب الأفراد على الحرف والمهن التي تتناسب واهتمامات أفراد الأسرة، من خلال برامج التنمية الريفية التي تقدم تسهيلات في التمويل والدورات التدريبية.
- إجراء دراسات مشابهة في مناطق أخرى للتأكد من أهمية العوامل المدروسة والكشف عن غيرها من العوامل المؤثرة في الحد من انتشار الفقر.

- إجراء دراسات دورية لحالة الفقر والعوامل المؤثرة فيه تماشيًا مع التغيرات المفروضة. وكون هذه الدراسة مبنية على إطار محدد من المتغيرات لبناء مؤشر التمكين الاجتماعي والاقتصادي، يمكن من خلال الدراسات المستقبلية دراسة أثر هذا المؤشر باستخدام مؤشرات رئيسية وفرعية أكثر شمولاً وتراعي المناطق الجغرافية كافة.

المراجع

- البنك الدولي. 2023. بيانات الحسابات القومية للبنك الدولي، وبيانات الحسابات القومية لمنظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي، مجموعة البنك الدولي، واشنطن، الولايات المتحدة الأمريكية.
- سلطان، نور حسين ومحمد سمير أسعد دركزلي وأمل خليل كابوس. 2019. تمكين الأسرة في المجتمع والنتائج المرجوة منه (بعض التجارب العالمية)، مجلة جامعة القدس المفتوحة للبحوث الإنسانية والاجتماعية. (1)50: 56-67.
- مشعل، أحمد عبد اللطيف. 2018، دراسة تحليلية لحساب حجم العينة الأمثل في البحوث الميدانية الزراعية، المجلة المصرية للاقتصاد الزراعي، القاهرة، جمهورية مصر العربية، المجلد (28)، العدد (2). 485-502.
- Abrar ul haq, M., Jali, M.R.M. and Islam, G.M.N. 2018. Assessment of the role of household empowerment in alleviating participatory poverty among rural household of Pakistan, Quality and Quantity International Journal of Methodology, Vol (52):6, pp 2795-2814.
- Abrar ul haq M, Jali MRM. and Islam G.M.N. 2016. Measuring the Socio-Economic Empowerment of Rural Households in Pakistan, Business and Economics Journal, vol(7) 3.
- Ali, I., and Hatta, Z. A. 2012. Women's empowerment or disempowerment through microfinance: Evidence from Bangladesh. Asian Social Work and Policy, Review, 6(2), 111-121.
- CALP network. 2014. Northern Syria Survival Minimum Expenditure Basket: Guidance Document, Cash Based Responses - Technical Working Group.DC, USA.
- Sphere Association. 2018. The Sphere Handbook: Humanitarian Charter and Minimum Standards in Humanitarian Response, fourth edition, Geneva, Switzerland. www.spherestandards.org/handbook
- WFP. 2017. Creation of a wealth index, VAM Guidance paper, Rome, Italy.
- WFP. 2020. Minimum Expenditure Baskets, Guidance Note, VAM food security analysis, Rome, Italy.
- World bank. 2005 World Development Report on Poverty, Washington D.C., USA.
- World Bank. 2011. Introduction to Poverty Analysis. Institute of World Bank, Washington, USA.
- World Bank. 2022. Update to the Poverty and Inequality Platform (PIP): What's New (English). Global Poverty Monitoring Technical Note Washington, D.C. USA.: World Bank Group



أثر التغيرات المناخية في إنتاجية القمح في سورية

Impact of Climate Changes on Wheat Productivity in Syria

أ.د. السعيد محمد شعبان احمد (2)

د. ليلي سمير الضحاك (3-1)

Dr. Laila Samir Aldahak⁽¹⁾

Prof. Al said Mohamed Shaban Ahmed⁽²⁾

laila.dahak@gmail.com

Received 16 April 2024; Accepted 15 October 2024

(1) قسم الإنتاج النباتي، كلية الزراعة، جامعة حماة، سورية.

(1) Department of Plant Production, Faculty of Agriculture, Hama University, Syria.

(2) قسم الاقتصاد الزراعي، كلية الزراعة، جامعة الأزهر، القاهرة، مصر.

(2) Department of Agricultural Economics, Faculty of Agriculture, Al-Azhar University, Cairo, Egypt

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

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

الملخص

نفذت الدراسة في الجمهورية العربية السورية لتقييم تأثير التغيرات المناخية في إنتاجية محصول القمح في الجمهورية العربية السورية، خلال الفترة (2000-2022). وتمثلت مشكلة الدراسة في تذبذب وانخفاض مساحة وإنتاجية وإنتاج القمح، وتباينها في مناطق زراعته نتيجة التغيرات المناخية السائدة، التي من شأنها تؤدي إلى زيادة الفجوتين الإنتاجية والغذائية، وانخفاض متوسط نصيب الفرد من الحبوب، مما يهدد الأمن الغذائي الوطني ويضطر الحكومة إلى زيادة حجم الاستيراد لسد العجز الغذائي وتأمين احتياجات السكان الغذائية من تلك السلعة الغذائية المهمة، الأمر الذي يؤدي إلى زيادة العجز في الميزان التجاري، وميزان المدفوعات. تهدف الدراسة إلى التعرف على تأثير التغيرات المناخية (درجات الحرارة العظمى، والصغرى، ومعدل الهطل المطري، والرطوبة النسبية الجوية، وسرعة الرياح)، في إنتاجية محاصيل الحبوب عامة ومحصول القمح خاصة. توصلت الدراسة إلى أن الإنتاج الكلي من القمح، وإنتاجية الهكتار المزروع، قد انخفضت بشكلٍ معنوي إحصائياً بنحو 164.7 ألف طن، 0.071 طن. هكتار⁻¹، بمعدل تغير سنوي بلغ 5.10%، 3.39% على التوالي، كما أن هناك تناقصاً سنوياً معنوياً إحصائياً بالنسبة إلى استهلاكه، ومتوسط نصيب الفرد السنوي، ونسبة الاكتفاء الذاتي تُقدّر بنحو 92.3 ألف طن، 0.007 كغ. سنة⁻¹، ونحو 1.07% على التوالي، وبمعدل تغير سنوي بلغ 2.43%، 4.93%، 0.54% منهم على الترتيب خلال فترة الدراسة. تميزت معظم محافظات سورية بالمناخ شديد القارية، ماعدا محافظة حلب التي تميزت بمناخ قاري؛ نظراً لوجودها بأقصى الشمال السوري،

مما أكسبها هذه الجغرافية. وتميز عام 2019 بمعدل هطل مطري منخفض بالمقارنة مع عام 2018 بلغ نحو 377.38 ملم، مما تسبب في انخفاض مساحة، وإنتاج القمح قدر بحوالي 1.10 مليون هكتار، أعطت إنتاج بلغ حوالي 1.22 مليون طن، وتمثلت أهم العوامل المؤثرة في إنتاجية القمح بمعدل الهطول المطري، والرطوبة النسبية الجوية. الكلمات المفتاحية: إنتاجية القمح، التغيرات المناخية، المناخ القاري، الآثار الاقتصادية، محاصيل الحبوب.

Abstract

The research was conducted in the Syrian Arab Republic to study the impact of climate change on wheat productivity in Syria during the period (2000-2022). The main issue was the fluctuation and decline in wheat cultivation area and productivity, as well as their variation across different regions due to prevailing climate changes. These fluctuations could lead to an increase in the food gap and a reduction in the average per capita share, thus threatening food security in the country. This situation may force an increase in imports to fill the gap, consequently worsening the trade balance and balance of payments deficit. The research aimed to identify the impact of climate changes, including maximum and minimum temperatures, rainfall rates, relative humidity, and wind speed, and to measure their effects on wheat productivity. The study found that total wheat production and the productivity per cultivated hectare showed a statistically significant decreasing trend, estimated at approximately 164.7 thousand tons and 0.071 tons/ha, with annual change rates of 5.10% and 3.39%, respectively. There was also a statistically significant annual decline in wheat consumption, the average yearly per capita share, and the self-sufficiency rate, amounting to approximately 92.3 thousand tons, 0.007 kg/year, and 1.07%, with annual rates of change of 2.43%, 4.93%, and 0.54%, respectively, during the study period. Most of Syria's governorates are characterized by a very continental climate, except for Aleppo Governorate, which has a continental climate due to its location in the far north of Syria. In 2019, the rainfall rate was significantly lower than in 2018, amounting to about 377.38 mm, which led to a reduction in cultivated area, with wheat production estimated at 1.10 million hectares, yielding approximately 1.22 million tons. The most important factors affecting wheat productivity were the rainfall rate and relative humidity during the study period.

Keywords: Wheat Productivity, Climate Changes, Continental Climate, Economic impacts.

المقدمة

تؤثر العديد من العوامل الطبيعية في التغيرات المناخية التي من أهمها الانجراف القاري، والبراكين، وميل الأرض، والتيارات المائية في المحيطات، التي تُعد أحد أهم العوامل الرئيسية التي تؤدي إلى إحداث تلك التغيرات (صيام وفياض، 2009)، بالإضافة إلى عوامل أخرى غير طبيعية قد تسبب تلك التغيرات، من أهمها العوامل الناتجة عن الممارسات البشرية مع النظام البيئي (عبد الظاهر، 2015).

وتتميز معظم محافظات سورية بمناخ شديد القارية، ماعدا محافظة حلب التي تميزت بمناخ قاري، نظراً لوجودها بأقصى الشمال السوري، مما أكسبها هذه الجغرافية، فضلاً عن موقع سورية المتميز الذي يمكنها من المساهمة في إمداد العالم ولا سيّما الأسواق الأوروبية، والعربية بحاجتها من المحاصيل الاستراتيجية، وعندما يُنظر إلى الخريطة السورية بهدف وضع برامج للتنمية، فإنّ تحديد الظروف المناخية، والبيئية التي سوف تنمو بها تلك المحاصيل تعدّ غاية في الأهمية لتخطيط جيد لعمليات الاستصلاح والاستزراع لاختيار نوعية تلك المحاصيل.

وبلغت المساحة المزروعة من القمح حوالي 1.4 مليون هكتار، تمثل نسبة 53.25%، أعطت كمية إنتاج بلغت حوالي 2.16 مليون طن، وهي تمثل قرابة 70.35% وذلك من إجمالي مساحة، وإنتاج محاصيل الحبوب في سورية، وبمتوسط غلة نحو 1.56 طن. هكتار⁻¹، كمتوسط للفترة (2018-2022) (المجموعة الإحصائية لوزارة الزراعة والإصلاح الزراعي، سورية، 2022). وباعتبار محصول القمح من المحاصيل الاستراتيجية المهمة، مما يستلزم محاولة تقليل تأثير التغيرات المناخية في إنتاجية وإنتاجه والمحافظة على استقرار الإنتاج الزراعي لتأمين الاحتياجات الغذائية وتحقيق الأمن الغذائي الوطني، لذلك لا بدّ من وضع الحلول والسيناريوهات لمواجهة تلك التأثيرات السلبية الناجمة عن التغيرات المناخية، لتقليل الفجوتين الإنتاجية والغذائية. تؤدي التغيرات المناخية دوراً مهماً في تحديد نوعية، وإنتاجية المحاصيل الزراعية سواء من خلال التأثير المباشر، أو غير المباشر، فالبينة التي ينمو فيها النبات تتأثر بعوامل الطقس المختلفة والتي من أهمها درجات الحرارة، والأمطار، والرياح (عبد الظاهر وزملاؤه، 2019). كما أن زيادة نسبة انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون، وبعض الغازات الأخرى في سورية التي بلغت نحو 1.4% من إجمالي انبعاثات هذه الغازات في العالم (IPCC, 2007)، الأمر الذي جعل سورية من أكثر الدول تعرضاً للتغيرات المناخية السائدة، وأثر بدوره في إنتاجية الكثير من المحاصيل الاستراتيجية، ولاسيّما القمح، الذي انخفضت إنتاجيته بمعدل 42-85 كغ. هكتار⁻¹، فضلاً عن أن التغيرات المناخية السائدة والممارسات البشرية السلبية سوف تؤدي إلى انخفاض القدرة الإنتاجية للأراضي الجافة، وشبه الجافة (الحداد وزملاؤه، 2010).

مشكلة الدراسة

تتمثل مشكلة الدراسة في تذبذب وانخفاض مساحة أهم المحاصيل الاستراتيجية (القمح)، وتباينها في مناطق إنتاجها، وانخفاض إنتاجيتها، نتيجة التغيرات المناخية السائدة، الأمر الذي أدى إلى زيادة الفجوة الغذائية، وانخفاض متوسط نصيب الفرد من حبوب القمح، مما يهدد الأمن الغذائي في سورية، ويضطرها إلى زيادة الاستيراد لسد تلك الفجوة، وبالتالي زيادة العجز في الميزان التجاري، وميزان المدفوعات.

هدف الدراسة

التعرف على تأثير التغيرات المناخية (درجات الحرارة العظمى، والصغرى، ومعدلات هطل الأمطار، والرطوبة النسبية الجوية، وسرعة الرياح) في إنتاجية محصول القمح.

مواد وطرائق البحث

الطريقة البحثية ومصادر البيانات

اعتمد البحث على أسلوب التحليل الإحصائي الوصفي، والاستنباطي وذلك لتوصيف المشكلة البحثية، فمن خلال استخدام أسلوب التحليل الإحصائي الوصفي قُدرت بعض المؤشرات كالنسب المئوية، والمتوسطات الحسابية، ومن خلال التحليل الاستنباطي قُدرت معادلات الاتجاه الزمني العام، وتحليل الانحدار القياسي البسيط، والمتعدد، بجانب بعض المؤشرات الأخرى. واقتصرت الدراسة على البيانات الثانوية المنشورة، وغير المنشورة التي تصدر من الجهات المتخصصة مثل النشرات الإحصائية التي يصدرها البنك الدولي، والمنظمة العربية للتنمية الزراعية، ونشرات منظمة الأغذية والزراعة (FAO)، والمجموعة الإحصائية الصادرة عن وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي السورية، وهيئة الأرصاد الجوية، وتقارير ونشرات الأرصاد الجوية الزراعية من مركز المناخ الزراعي. بالإضافة إلى المراجع العلمية، والأبحاث، والدراسات وثيقة الصلة بموضوع البحث.

النتائج والمناقشة

أولاً: المؤشرات الإنتاجية لمحاصيل الحبوب والقمح خلال الفترة (2000-2022)

1. المؤشرات الإنتاجية لمحاصيل الحبوب

تتبع المؤشرات الإنتاجية لمحاصيل الحبوب خلال الفترة (2000-2022) كما في الجدول (1)، يتضح أن المساحة المزروعة بمحاصيل الحبوب تذبذبت من عام لآخر خلال فترة الدراسة، حيث تزايدت من حوالي (3.1-3.34) مليون هكتار خلال الفترة (2000-2005)، انخفضت بعدها لتصل إلى حوالي 2.41 مليون هكتار عام 2022. نظراً لظروف الأزمة بالبلاد، وخروج العديد من المساحات من الاستثمار الزراعي. كما تذبذب الإنتاج الكلي من الحبوب خلال الفترة (2000-2022)، حيث زاد من حوالي 3.51 مليون طن، بإنتاجية بلغت حوالي 1.15 طن/هكتار عام 2000، إلى حوالي 6.30 مليون طن، بإنتاجية بلغت 2.0 طن/هكتار عام 2006، ثم انخفض بعدها ليصل إلى حوالي 1.73 مليون طن، بإنتاجية بلغت 0.750 طن/هكتار عام 2018. زاد بعدها ليبلغ حوالي 2.27 مليون طن، بإنتاجية بلغت حوالي 0.950 طن/هكتار عام 2022، نتيجة عدم توفر ودعم مستلزمات الإنتاج التي تتوافق مع الظروف المناخية المواتية.

وبتقدير معادلات الاتجاه الزمني العام لبعض المؤشرات الإنتاجية لمحاصيل الحبوب خلال الفترة (2000-2022) كما في الجدول (2)، حيث يتضح تناقص المساحة المزروعة بمقدار يبلغ حوالي 37.65 ألف هكتار، وبمعدل تغير سنوي بلغ 1.31%، وهو ما ترتب عليه تناقص الإنتاج من الحبوب بمقدار بلغ حوالي 225.8 ألف طن، وبمعدل تغير سنوي بلغ 5.25%. كما تناقصت الإنتاجية بمقدار بلغ حوالي 0.027 طن/هكتار، وبمعدل تغير سنوي بلغ 1.82%. ويرجع ذلك لعدم التوازن بين المساحة المزروعة من الحبوب، والإنتاج الكلي منها في سورية وكذلك الإنتاجية المقابلة، نتيجة للتذبذب في المساحة المزروعة والإنتاجية بالمقارنة مع معدل التغير السنوي في الإنتاج.

2. المؤشرات الإنتاجية لمحصول القمح

تشير بيانات الجدول (1) إلى وجود تذبذب واضح في المساحة المزروعة، وكذلك الإنتاج الكلي، وإنتاجية القمح، حيث زادت المساحة المزروعة من حوالي (1.67-1.9) مليون هكتار، أعطت إنتاجاً كلياً تراوح بين (3.10-4.66) مليون طن، بإنتاجية

تراوحت ما بين (1.85-2.45) طن/هكتار، وذلك خلال الفترة (2000-2005)، انخفضت بعد ذلك من (1.78-1.0) مليون هكتار، أعطت إنتاجًا كليًا انخفض من (1.70-4.93) مليون طن، بإنتاجية انخفضت من (1.95-2.76) طن/هكتار وذلك خلال الفترة (2006-2022)، كما اتضح من بيانات الجدول نفسه أن الإنتاج الكلي من القمح يمثل نحو 74.95% من إنتاج الحبوب كمتوسط للفترة (2000-2022)، وكانت أهم سنوات ارتفاع معدل الإنتاج للقمح على مستوى الفترة المدروسة في عام 2001، حيث بلغت الأهمية النسبية للإنتاج نحو 91.91%، تمثل نسبة المساحة المزروعة منه 53.92% من إجمالي المساحة المزروعة بالحبوب. وبتقدير معادلات الاتجاه الزمني العام لبعض المؤشرات الإنتاجية لمحصول القمح يتضح من بيانات الجدول (2) أن المساحة المزروعة من القمح أخذت اتجاهًا تناقصيًا معنويًا قدر بنحو 32.95 ألف هكتار، وبمعدل تغير سنوي بلغ نحو 2.17% من إجمالي مساحة القمح خلال الفترة (2000-2022)، كما أخذ الإنتاج من القمح اتجاهًا تناقصيًا معنويًا قدر بحوالي 164.7 ألف طن، وبمعدل تغير سنوي بلغ 5.10%، كما تناقصت الإنتاجية بمقدار بلغ 0.071 طن. هكتار⁻¹، وبمعدل تغير سنوي قدر بنحو 3.39%.

الجدول 1. أهم المؤشرات الإنتاجية لمحاصيل الحبوب والقمح في سورية خلال الفترة (2000-2022)

السنوات	إجمالي محاصيل الحبوب			محصول القمح			الأهمية النسبية للقمح من الحبوب (%)	
	المساحة المزروعة (ألف هكتار)	الإنتاج الكلي (ألف طن)	الإنتاجية (طن.هكتار ⁻¹)	المساحة المزروعة (ألف هكتار)	الإنتاج الكلي (ألف طن)	الإنتاجية (طن.هكتار ⁻¹)	المساحة المزروعة	الإنتاج الكلي
2000	3083.30	3512.79	1.14	1678.10	3105.50	1.85	54.42	88.40
2001	3095.95	5161.23	1.67	1684.20	4744.10	2.82	54.40	91.91
2002	3114.21	5932.43	1.90	1679.35	4775.44	2.84	53.92	80.49
2003	3198.23	6227.32	1.95	1796.02	4913.10	2.74	56.15	78.89
2004	3242.04	5281.25	1.63	1831.23	4537.46	2.48	56.48	85.91
2005	3344.42	5631.26	1.68	1903.83	4668.75	2.45	56.92	82.90
2006	3202.81	6302.29	1.97	1786.66	4931.53	2.76	55.78	78.24
2007	3154.27	5010.86	1.59	1667.73	4041.10	2.42	52.87	80.64
2008	3070.71	2684.69	0.874	1486.0	2139.31	1.44	48.39	79.68
2009	2832.55	4738.67	1.67	1437.38	3701.78	2.58	50.74	78.11
2010	3233.33	3900.87	1.21	1599.11	3083.10	1.93	49.45	79.03
2011	2873.68	4826.26	1.68	1521.04	3858.33	2.54	52.93	79.94
2012	2798.13	4597.67	1.64	1602.81	3609.10	2.25	57.28	78.49
2013	2923.90	4205.16	1.44	1374.10	3182.11	2.32	46.99	75.67
2014	2571.17	2694.21	1.05	1287.89	2024.33	1.57	50.08	75.13
2015	2352.62	4383.80	1.86	1197.20	2677.16	2.24	50.88	61.06
2016	2441.19	2661.61	1.10	1178.51	1626.59	1.38	48.27	61.11
2017	2402.38	2934.76	1.22	1170.10	1850.74	1.58	48.70	63.06
2018	2313.56	1733.92	0.75	1096.82	1223.10	1.12	47.40	70.53
2019	2885.95	6356.14	2.20	1345.61	3085.10	2.29	46.62	48.53
2020	2904.80	5322.40	1.83	1350.54	2848.47	2.11	46.49	53.51
2021	2554.28	2514.78	0.984	1567.10	1951.81	1.25	61.35	77.61
2022	2412.11	2276.24	0.944	1600.21	1702.11	1.06	66.34	74.77
المتوسط	2869.81	4299.59	1.48	1514.85	3229.57	2.09	52.74	74.95

(المصدر: المرجع رقم 9، 10، 11، 18، 23، 24)

الجدول 2. معادلات الاتجاه الزمني العام لأهم المؤشرات الإنتاجية لمحاصيل الحبوب والقمح في سورية خلال الفترة (2022-2000)

الظاهرة	معادلة الاتجاه الزمني العام	T	R ²	F	متوسط الظاهرة	معدل التغير السنوي %
محاصيل الحبوب						
المساحة المزروعة (ألف هكتار)	ص ^ا = 3321.6 – 37.65 س هـ	*(5.64-)**	60.25	*(31.83)**	2869.81	1.31
الإنتاج الكلي (ألف طن)	ص ^ا = 6521.0 – 225.8 س هـ	*(8.39-)**	80.53	*(70.32)**	4299.59	5.25
الإنتاجية (طن/هكتار)	ص ^ا = 1.757 – 0.027 س هـ	*(2.37-)*	21.92	*(5.61)*	1.48	1.82
محصول القمح						
المساحة المزروعة (ألف هكتار)	ص ^ا = 1870.80 – 32.95 س هـ	*(6.94-)**	71.74	*(48.22)**	1514.85	2.17
الإنتاج الكلي (ألف طن)	ص ^ا = 5373.0 – 164.70 س هـ	*(8.46-)**	79.01	*(71.52)**	3229.57	5.10
الإنتاجية (طن/هكتار)	ص ^ا = 3.028 – 0.071 س هـ	*(6.04-)**	65.73	*(36.44)**	2.09	3.39

(-) معدل التغير متناقص، (***) معنوي عند مستوى (0.01)، (*) معنوي عند مستوى (0.05)

(المصدر: حسب من بيانات الجدول 1)

$$\text{معدل التغير السنوي} = \frac{\text{معامل الإندثار}}{\text{متوسط الظاهرة}} \times 100$$

(ص^ا) القيمة التقديرية لمساحة الحبوب، والقمح بالألف هكتار/ سنة هـ(ص^ا) القيمة التقديرية لإنتاج الحبوب، والقمح بالألف طن/ سنة هـ(ص^ا) القيمة التقديرية للإنتاجية من الحبوب، والقمح طن/ هكتار/ سنة هـ

(س) عامل الزمن حيث هـ السنوات للحبوب، والقمح (1، 2،، 23)

ثانيًا: المؤشرات الاقتصادية لمحاصيل الحبوب والقمح خلال الفترة (2022-2000)

1. المؤشرات الاقتصادية لمحاصيل الحبوب

استهلاك الحبوب

تشير البيانات الواردة في الجدول (3) إلى تذبذب الكمية المستهلكة من الحبوب سنوياً، حيث بلغت أقصى كمية لها عام 2009 بحوالي 9.17 مليون طن، انخفضت بعدها لتصل إلى حوالي 2.6 مليون طن عام 2018، زادت بعدها لتصل إلى حوالي 3.22 مليون طن عام 2022. وبتقدير معادلة الاتجاه الزمني العام اتضح أن هناك تناقص سنوي معنوي إحصائياً قدر بحوالي 162.7 ألف طن، وبمعدل تغير سنوي بلغ 2.66%، من متوسط استهلاك الحبوب والبالغ حوالي 6.10 مليون طن. ويبين معامل التحديد أن نحو 35.39% من التغيرات الكلية الحادثة في استهلاك الحبوب إنما ترجع إلى تأثير العوامل التي يعكسها عامل الزمن، وثبتت معنوية النموذج المقدر عند المستوى الاحتمالي (0.01) وذلك خلال الفترة (2022-2000).

الاكتفاء الذاتي

تراوحت نسبة الاكتفاء الذاتي لمحاصيل الحبوب بين حد أقصى بلغ نحو 97.24% عام 2003 وحد أدنى بلغ حوالي 47.87% عام 2014 بمتوسط بلغ حوالي 71.58% خلال فترة الدراسة، كما هو مبين في الجدول (3). وبتقدير معادلة الاتجاه الزمني العام للاكتفاء الذاتي من الحبوب اتضح أن هناك زيادة سنوية غير معنوية إحصائياً وفقاً للنموذج المقدر.

متوسط نصيب الفرد من الحبوب (كغ/سنة)

تذبذب متوسط نصيب الفرد من الحبوب خلال فترة الدراسة، حيث زاد من حوالي 0.215 كغ عام 2000 إلى حوالي 0.346 كغ عام 2002، انخفض بعدها ليبلغ حوالي 0.102 كغ عام 2022. وبتقدير معادلة الاتجاه الزمني العام اتضح أن هناك

تناقص سنوي قُدرت نسبته بحوالي 7.0 كغ/سنة، وبمعدل تغير سنوي بلغ 2.76%، من متوسط نصيب الفرد من الحبوب والبالغ حوالي 0.217 كغ/سنة، ويبين معامل التحديد أن نحو 41.08% من التغيرات الكلية الحادثة في متوسط نصيب الفرد من الحبوب إنما ترجع إلى تأثير العوامل التي يعكسها عامل الزمن، وثبتت معنوية النموذج المقدر عند المستوى الاحتمالي (0.01) وذلك خلال الفترة (2000-2022).

2. المؤشرات الاقتصادية لمحصول القمح

استهلاك القمح

تشير البيانات الواردة في الجدول (3) إلى تذبذب الكمية المستهلكة من القمح سنوياً، حيث بلغت أقصى كمية لها عام 2009 بحوالي 5.36 مليون طن، انخفضت بعدها لتصل إلى حوالي 1.79 مليون طن عام 2016، زادت بعدها لتصل إلى حوالي 1.92 مليون طن عام 2022. وبتقدير معادلة الاتجاه الزمني العام اتضح أن هناك تناقص سنوي إحصائياً قدر بحوالي 92.30 ألف طن، يمثل نسبة 2.27% من المتوسط السنوي لاستهلاك القمح، وبمعدل تغير سنوي بلغ 2.43%، ويبين معامل التحديد أن نحو 42.09% من التغيرات الكلية الحادثة في استهلاك القمح إنما ترجع إلى تأثير العوامل التي يعكسها عامل الزمن، وثبتت معنوية النموذج المقدر عند المستوى الاحتمالي (0.01) وذلك خلال الفترة (2000-2022).

الاكتفاء الذاتي

تذبذبت نسبة الاكتفاء الذاتي لمحصول القمح بين حد أدنى وحد أقصى خلال فترة الدراسة، حيث زادت من نحو 81.23% عام 2000 إلى حوالي 146.39% عام 2004، انخفضت بعدها لتصل إلى نحو 88.45% عام 2022، بمتوسط بلغ حوالي 97.86% خلال فترة الدراسة كما هو مبين في الجدول (3). وبتقدير معادلة الاتجاه الزمني العام للاكتفاء الذاتي من القمح اتضح أن هناك انخفاضاً سنوياً ملحوظاً لنسبة الاكتفاء الذاتي من القمح بلغت حوالي 1.07%، وبمعدل تغير سنوي بلغ 0.54%، ويبين معامل التحديد أن نحو 17.50% من التغيرات الكلية الحادثة في نسبة الاكتفاء الذاتي من القمح إنما ترجع إلى تأثير العوامل التي يعكسها عامل الزمن، وثبتت معنوية النموذج المقدر عند المستوى الاحتمالي (0.05) وذلك خلال الفترة (2000-2022).

متوسط نصيب الفرد من القمح (كغ/سنة)

تذبذب متوسط نصيب الفرد بين حد أدنى وحد أقصى خلال فترة الدراسة، حيث بلغ حوالي 190 كغ/سنة عام 2000 زاد بعدها ليصل إلى حوالي 234 كغ/سنة عام 2006، انخفض بعدها ليصل إلى حوالي 76 كغ/سنة عام 2022. وبتقدير معادلة الاتجاه الزمني العام لمتوسط نصيب الفرد من القمح، كما هو مبين في الجدول (3). اتضح أن هناك انخفاضاً سنوياً قدر بحوالي 7 كغ/سنة، وبمعدل تغير سنوي بلغ 4.93%، ويبين معامل التحديد أن نحو 60.17% من التغيرات الكلية الحادثة في متوسط نصيب الفرد من القمح إنما ترجع إلى تأثير العوامل التي يعكسها عامل الزمن، وثبتت معنوية النموذج المقدر عند المستوى الاحتمالي (0.01) وذلك خلال الفترة (2000-2022).

يتضح مما سبق، أن جميع المؤشرات الإنتاجية، والاقتصادية للقمح تأثرت بالعديد من الأسباب منها الظروف الجوية مثل الجفاف، وارتفاع أسعار وتكاليف المدخلات الزراعية والنزاعات والحروب الأهلية التي أدت إلى انخفاض المساحات المزروعة منه بسبب تدمير البنية التحتية وفقدان الأمن. بالإضافة للتغيرات في السياسات الزراعية، والتي منها عدم تقديم دعم للمزارعين مما أثر في رغبة المزارعين في زراعته، وأدى إلى انخفاض المساحات المزروعة منه. فضلاً عن زيادة عدد السكان الذي يؤدي إلى

زيادة استهلاك الحبوب بصفة عامة، والقمح بصفة خاصة، حيث زاد السكان من حوالي 16.320 مليون نسمة عام 2000، إلى حوالي 25.677 مليون نسمة عام 2012 تذبذب بعدها ثم انخفض ليصل إلى حوالي 22.130 مليون نسمة عام 2022.

الجدول 3. أهم المؤشرات الاقتصادية لمحاصيل الحبوب والقمح في سورية خلال الفترة (2000-2022)

السنوات	عدد السكان (ألف نسمة)	كمية الإنتاج (ألف طن)		المتاح للاستهلاك (ألف طن)		نسبة الاكتفاء الذاتي $100 \times (3 \div 2)$ (%)		متوسط نصيب الفرد كغ/السنة (2 ÷ 1)	
		القمح	الحبوب	القمح	الحبوب	القمح	الحبوب	القمح	الحبوب
2000	16320	3105.50	3512.79	3822.84	6913.87	81.23	50.80	0.190	0.215
2001	16720	4744.10	5161.23	4765.66	8492.98	99.54	60.77	0.283	0.308
2002	17130	4775.44	5932.43	4224.10	6839.18	113.05	86.74	0.278	0.346
2003	19396	4913.10	6227.32	3955.42	6403.47	124.21	97.24	0.253	0.321
2004	19936	4537.46	5281.25	3099.54	6246.37	146.39	84.54	0.227	0.264
2005	20479	4668.75	5631.26	4099.74	7653.41	113.87	73.57	0.228	0.274
2006	21061	4931.53	6302.29	3816.42	7124.63	129.21	88.45	0.234	0.299
2007	21660	4041.10	5010.86	3032.04	5809.78	133.27	86.24	0.186	0.231
2008	23027	2139.31	2684.69	2071.92	5083.12	103.25	52.81	0.092	0.116
2009	23695	3701.78	4738.67	5363.24	9179.41	69.02	51.62	0.156	0.199
2010	24504	3083.10	3900.87	4161.78	7443.42	74.08	52.40	0.125	0.159
2011	25083	3858.33	4826.26	4354.0	7806.0	88.61	61.82	0.153	0.192
2012	25677	3609.10	4597.67	4105.0	7586.0	87.91	60.61	0.140	0.179
2013	19323	3182.11	4205.16	3563.72	7538.66	89.29	55.78	0.164	0.217
2014	18772	2024.33	2694.21	2520.45	5627.08	80.31	47.87	0.107	0.143
2015	18735	2677.16	4383.80	3375.0	5443.10	79.32	80.53	0.142	0.233
2016	18430	1626.59	2661.61	1793.10	3218.80	90.71	82.68	0.088	0.144
2017	18270	1850.74	2934.76	2103.40	3567.10	87.98	82.27	0.101	0.160
2018	16906	1223.10	1733.92	1273.0	2600.10	96.08	66.68	0.072	0.102
2019	17070	3085.10	6356.14	3361.30	7517.60	91.78	84.55	0.180	0.372
2020	17501	2848.47	5322.40	3001.80	5487.80	94.89	96.98	0.162	0.304
2021	21324	1951.81	2514.78	2206.47	3558.19	88.46	70.67	0.091	0.117
2022	22130	1702.11	2276.24	1924.19	3221.10	88.45	70.66	0.076	0.102
المتوسط	20137	3229.57	4299.59	3304.10	6102.66	97.86	71.58	0.162	0.217

(المصدر: المرجع رقم 9، 10، 11، 18، 23، 24)

الجدول 4. معادلات الاتجاه الزمني العام لأهم المؤشرات الاقتصادية لمحاصيل الحبوب والقمح في سورية خلال الفترة (2000-2022)

الظاهرة	معادلة الاتجاه الزمني العام	T	R ²	F	متوسط الظاهرة	معدل التغير السنوي %
محاصيل الحبوب						
المتاح للاستهلاك (ألف طن)	ص [^] = 8046.0 - 162.70 س هـ	-(3.31)**	35.39	10.95**	6102.66	2.27
متوسط نصيب الفرد (كغ/سنة)	ص [^] = 0.0073 - 0.294 س هـ	-(3.73)**	41.08	13.94**	0.217	2.76
نسبة الاكتفاء الذاتي (%)	ص [^] = 0.183 + 69.38 س هـ	(0.36)	0.63	(0.13)	71.58	0.57
محصول القمح						
المتاح للاستهلاك (ألف طن)	ص [^] = 4320.0 - 92.30 س هـ	-(3.72)**	42.09	13.81**	3304.10	2.43
متوسط نصيب الفرد (كغ/سنة)	ص [^] = 0.0074 - 0.251 س هـ	-(5.63)**	60.17	31.72**	0.162	2.76
نسبة الاكتفاء الذاتي (%)	ص [^] = 108.86 - 1.071 س هـ	-(2.63)*	17.50	(4.24)*	97.86	0.54

(-) معدل التغير متناقص. (**) معنوي عند مستوى (0.01) (*) معنوي عند مستوى (0.05)

(المصدر: حسب من: بيانات الجدول 3)

$$\text{معدل التغير السنوي} = \frac{\text{معامل الانحدار}}{\text{متوسط الظاهرة}} \times 100$$

- (ص^١) القيمة التقديرية لإنتاج الحبوب، والقمح بالألف طن/ سنة هـ
 (ص^٢) القيمة التقديرية للمتاح للاستهلاك من الحبوب، والقمح ألف طن/ سنة هـ
 (ص^٣) القيمة التقديرية لمتوسط نصيب الفرد من الحبوب، والقمح كغ/ سنة هـ
 (ص^٤) القيمة التقديرية لنسبة الاكتفاء الذاتي من الحبوب، والقمح كغ/ سنة هـ
 (س) عامل الزمن حيث هـ السنوات للحبوب، والقمح (1)، 2، (23)

ثالثاً: تقدير التغير المناخي في قارية مناخ بعض الأقاليم السورية

تعرض أكثر مناطق سورية لفرق كبير بين المعدلات اليومية لدرجات الحرارة العظمى، والصغرى، حيث سجلت أعلى درجات حرارة في المناطق الداخلية بحوالي 23 درجة، وفي المناطق الساحلية سجلت حوالي 13 درجة، ويعدّ كلٌّ من شهري (كانون الأول، والثاني) من أبرد أشهر السنة، بينما يعدّ كل من شهري (تموز، وأب) من أشدها حرارة، وتنخفض درجة الحرارة في فصل الشتاء دون الصفر، إلا أنها نادراً ما تنخفض عن عشر درجات مئوية دون الصفر باستثناء المناطق الجبلية، بينما ترتفع درجات الحرارة العظمى خلال فصل الصيف حتى تصل لحوالي 48 درجة مئوية (وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي، الخارطة الاستثمارية الزراعية في سورية، دمشق 2021). وتقسم سورية من حيث المناخ إلى خمس مناطق استقرار زراعية تتطابق مع مناطقها الجغرافية، ويمكن توضيح مناطق الاستقرار هذه كما في الجدول (5).

الجدول 5. مناطق الاستقرار الزراعي السوري وما تتميز به هذه المناطق وأهم المحافظات والمدن الموجودة بها هذه المناطق

منطقة الاستقرار الزراعي	ما تتميز به المنطقة	أهم المحافظات والمدن الموجودة بها
الأولى	تشكل حوالي 2.70 مليون هكتار، تمثل نسبة 14.6% من إجمالي مساحة سورية - تنتشر فيها الزراعة المطرية للمحاصيل الحقلية الشتوية، والبيعية، والأشجار المثمرة - والغابات الطبيعية على نطاق واسع - يبلغ معدل الهطول المطري فيها أكثر من 350 ملم سنوياً - تغطي هذه المنطقة السهول، والجبال، والمرتفعات الساحلية، ومنطقة المالكية في شمال شرق سورية، إضافة إلى سلسلة جبال المحرمون، وجبل العرب في الجنوب. ويمكن تقسيم هذه المنطقة إلى قسمين: <u>منطقة أ:</u> معدل أمطارها ما فوق 600/ مم سنوياً وتكون الزراعات البعلية مضمونة فيها سنوياً. <u>منطقة ب:</u> معدل أمطارها بين 350-600/ مم سنوياً ولا يقل عن 300/ مم في ثلثي السنوات المرصودة، ومحاصيلها الرئيسية (القمح، والبقوليات، والمحاصيل البعلية).	الزبداني حمص-ادلب طرطوس القنيطرة اللاذقية
الثانية	تشكل حوالي 2.47 مليون هكتار، تمثل نسبة 13.4% من إجمالي مساحة سورية - تنتشر فيها زراعة الشعير، والقمح، والبقول، والمحاصيل البعلية، إضافة إلى الأشجار المثمرة بعلًا، وسقيًا - وتشمل هذه المنطقة السهول الداخلية المجاورة لمنطقة الاستقرار الأولى - يتراوح معدل الهطول المطري فيها بين 250-350 ملم سنوياً.	الحسكة السويداء درعا-حماة حلب
الثالثة	تشكل حوالي 1.31 مليون هكتار، تمثل نسبة 7.1% من إجمالي مساحة سورية - تنتشر فيها زراعات الشعير، والقمح، والبقول العلفية، وترتفع فيها درجة عدم الاستقرار الزراعي بسبب قلة الأمطار، ودورة الجفاف التي تصيبها وتتقارب هذه المنطقة من شرق وجنوب منطقة الاستقرار الثانية - يزيد معدل الأمطار فيها عن 250 ملم/سنوياً.	حلب-حماة السويداء
الرابعة (الهامشية)	تشكل حوالي 1.82 مليون هكتار تمثل نسبة 9.8% من إجمالي مساحة سورية - تنتشر فيها زراعة الشعير، أو تستخدم المراع الطبيعية للثروة الحيوانية - وهي منطقة جافة، يتراوح معدل الهطول المطري فيها بين 200-250 ملم/سنوياً.	الحسكة الرقبة دمشق-المزة
الخامسة (البادية والسهوب)	تشكل حوالي 10.22 مليون هكتار تمثل نسبة 55.1% من إجمالي مساحة سورية - وتستغل هذه المنطقة كمراع دائمة أو محميات طبيعية. أمطارها السنوية غير مستقرة وأقل من 200 مم/سنة.	دير الزور حمص دمشق وريفها

(المصدر: وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي، الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية، دليل أصناف القمح بسورية، 2021)

وتشير بيانات الجدول (6) أن المعدل السنوي لدرجات الحرارة المحسوب في بعض محافظات الجمهورية خلال الفترة (2000-2022) يتصف بالاعتدال، وقد بلغ 20.61 م° في محافظة دير الزور، وقارب من 20 م° في كل من الحسكة، والرققة، ليسجل 19.91 م°، 19.39 م° أما في محافظة ريف دمشق فبلغت حوالي 17.5 م°. كما لوحظ أيضاً تذبذب في درجات الحرارة بين عام وآخر، ويتضح ذلك من خلال أعلى القيم وأدناها، حيث شهد عام 2010 أعلى متوسط حراري بمعظم المحافظات بلغ 20.03 م°، في حين شهد عام 2011 أقل متوسط حراري بلغ 17.95 م°.

الجدول 6. متوسط المدى الحراري لبعض المحافظات السورية خلال الفترة (2000-2022)

السنوات	حلب	دمشق	حمص	اللاذقية	حماة	الحسكة	الرققة	دير الزور	درعا	طرطوس	السويداء	ادلب	القنيطرة	المتوسط
2000	18.2	16.81	18.15	17.95	17.85	19.54	18.90	20.16	17.62	18.20	16.88	17.81	17.64	18.13
2001	19.07	17.65	18.93	18.86	18.70	20.25	19.71	20.87	18.49	19.07	17.78	18.72	18.48	18.96
2002	18.17	17.25	18.37	18.10	18.03	19.36	18.86	20.14	18.10	18.53	17.38	17.91	18.10	18.33
2003	18.33	17.29	18.39	18.22	18.06	19.51	18.97	20.22	18.15	18.56	17.41	18.02	18.15	18.40
2004	18.12	17.08	18.25	18.03	17.90	19.29	18.78	20.05	18.01	18.33	17.24	17.85	18.0	18.22
2005	18.22	17.01	18.20	17.99	17.84	19.52	18.94	20.22	17.90	18.22	17.15	17.81	17.90	18.22
2006	18.21	16.91	18.15	17.93	17.82	19.60	18.92	20.19	17.74	18.17	17.02	17.75	17.75	18.17
2007	18.44	17.25	18.41	18.28	18.16	19.43	19.09	20.31	18.11	18.48	17.37	18.10	18.13	18.42
2008	18.55	17.37	18.53	18.39	18.24	19.61	19.19	20.44	18.26	18.60	17.51	18.21	18.28	18.55
2009	18.46	17.44	18.49	18.30	18.18	19.51	19.13	20.31	18.32	18.57	17.55	18.13	18.34	18.51
2010	19.92	18.89	20.01	19.77	19.65	21.21	20.60	21.94	19.85	20.03	19.14	19.59	19.82	20.03
2011	17.93	16.80	17.86	17.70	17.59	19.01	18.60	19.80	17.74	18.09	16.98	17.53	17.74	17.95
2012	18.78	17.62	18.81	18.71	18.55	19.88	19.43	20.62	18.53	18.96	17.77	18.48	18.55	18.82
2013	18.60	17.49	18.76	18.72	18.52	19.46	19.14	20.36	18.34	18.88	17.59	18.49	18.34	18.66
2014	19.21	17.56	18.96	18.89	18.82	20.37	19.82	20.93	18.48	19.05	17.71	18.82	18.50	19.01
2015	18.64	17.38	18.71	18.45	18.34	20.07	19.41	20.73	18.27	18.61	17.56	18.28	18.27	18.67
2016	18.90	17.65	18.94	18.92	18.70	19.75	19.43	20.59	18.64	19.07	17.84	18.69	18.66	18.91
2017	18.80	17.47	18.84	18.65	18.55	19.91	19.49	20.67	18.44	18.82	17.66	18.51	18.45	18.78
2018	19.76	18.13	19.59	19.51	19.41	21.14	20.43	21.59	19.02	19.65	18.27	19.44	19.05	19.61
2019	18.98	17.54	18.95	18.83	18.67	20.26	19.63	20.81	18.46	18.99	17.67	18.67	18.51	18.92
2020	19.27	17.70	19.10	19.17	18.95	20.23	19.83	20.90	18.52	19.27	17.75	19.01	18.56	19.09
2021	19.36	18.37	19.43	19.25	19.09	20.75	20.10	21.39	18.93	19.41	18.18	19.08	18.08	19.34
2022	18.87	17.84	18.91	18.70	18.56	20.34	19.63	20.91	18.34	18.87	17.60	18.54	17.83	18.84
المتوسط	18.73	17.50	18.72	18.57	18.44	19.91	19.39	20.61	18.35	18.80	17.60	18.41	18.31	18.72

(المصدر: المرجع رقم 18، 19، 23)

ولتقدير التغير المناخي في قارية مناخ بعض الأقاليم المناخية فقد تسابق الكثير من الباحثين في مجال علوم الغلاف الجوي في وضع معادلات وقوانين لحساب القارية، وتصنيف شدتها، معتمدين على حساب المدى الحراري منها ومعادلة جونسون المعدلة 1926م، ومعادلة جروزنسكي 1921م، ومعادلة يوهانسن 1931م، ومعادلة كونراد Conrad 1946م، ومعادلة ايفانوف Ivanov 1959م ومعادلة باري وشورلي Barry and Shorley 1972م، ومعادلة لاكسونين Laconin 1977م، ومعادلة بوريسوف Poresof، وغيرها. وقد اعتمد الباحث على معادلة بوروسوف لاستخراج القارية المناخية، حيث

وضع بوريسوف حدوداً في ضوء النسب المئوية من نتائج تطبيق المعادلة يتحدد من خلالها نوعية المناخ السائد سواء كان قارياً أم بحرياً. وتتمثل معادلة بوريسوف كالتالي:

$$K = (A/L) \times 100$$

حيث:

K معامل القارية.

A المدى الحرارى السنوي.

L دائرة عرض الإقليم.

ونتيجة هذه المعادلة يمكن تفسيرها كما في الجدول التالي:

نتيجة معامل القارية	الدلالة وفقاً لمعادلة بوريسوف
30%	المنطقة ذات مناخ بحري
31-40%	المنطقة ذات مناخ انتقالي
41-50%	المنطقة ذات مناخ قاري
51-80%	المنطقة ذات مناخ شديد القارية
أكثر من 81%	المنطقة ذات مناخ شديد القارية جداً

(المصدر: الدزبي، 2014)

ويوضح الجدول (7) تميز معظم المحافظات الرئيسية في سورية بالمناخ شديد القارية، والدلالة طبقاً لمعادلة بوريسوف ماعدا محافظة حلب التي تميزت بالمناخ القاري، وذلك لوقوعها بأقصى الشمال الغربي من الهضبة الواقعة في سورية الشمالية على خط طول 38-68.5 درجة شرقاً، وخط عرض 12-40 شمالاً وترتفع عن سطح البحر بحوالي 390 متراً. كما يتخللها الأنهار، والمنخفضات الخصبة، والسهول المتسعة، إلى جانب الموقع الاستراتيجي الهام الذي يُعد حلقة اتصال بين الغرب، والشرق، والشمال، والجنوب.

الجدول 7. المدى الحراري السنوي والقارية في أهم المحافظات السورية خلال متوسط الفترة (2018-2022)

المحافظة	متوسط المدى الحرارى	دائرة العرض	درجة القارية	الدلالة طبقاً لبوريسوف
حلب	18.73	36.21	51.72	مناخ قاري
ريف دمشق	17.5	33.51	52.22	مناخ شديد القارية
حمص	18.72	34.73	53.90	مناخ شديد القارية
اللاذقية	18.57	35.53	52.26	مناخ شديد القارية
حماة	18.44	35.13	52.49	مناخ شديد القارية
الحسكة	19.91	37.05	53.73	مناخ شديد القارية
الرقبة	19.39	35.96	53.92	مناخ شديد القارية
دير الزور	20.61	35.33	58.33	مناخ شديد القارية
درعا	18.35	32.62	56.25	مناخ شديد القارية
طرطوس	18.80	34.88	53.90	مناخ شديد القارية
السويداء	17.60	32.70	53.82	مناخ شديد القارية
إدلب	18.41	34.56	53.27	مناخ شديد القارية
القنيطرة	18.31	35.18	52.04	مناخ شديد القارية

(المصدر: جمعت وحسبت من بيانات الجدول 6)

كما تشير بيانات الجدول (8) إلى أن متوسط المعدل السنوي لدرجات الحرارة العظمى، والصغرى المقدرة بلغ حوالي 25.91 م°، وحوالي 12.21 م°، وذلك خلال فترة الدراسة. وشهد عام 2010 وهو العام الأكثر حرارة خلال فترة الدراسة، حيث بلغ بمعدل درجة الحرارة العظمى فيه حوالي 27.35 م°، وأدنى درجة حرارة بلغت 13.33 م° أما عام 2011 فكان هو العام الأكثر برودة حيث بلغت درجة الحرارة الصغرى فيه إلى حوالي 11.49 م°.

الجدول 8. درجات الحرارة العظمى والصغرى وكمية الأمطار في سورية خلال الفترة (2000-2022)

السنوات	درجات الحرارة العظمى	درجات الحرارة الصغرى	كمية تساقط الأمطار (مم)	الرطوبة النسبية (%)	سرعة الرياح (كم/ساعة) ^(*)
2000	25.36	11.63	287.83	83.27	16.47
2001	26.05	12.54	329.78	86.05	18.36
2002	25.41	11.83	306.90	88.43	17.96
2003	25.24	12.15	368.27	88.73	22.73
2004	25.29	11.74	293.74	89.06	24.28
2005	25.31	11.80	254.20	88.35	22.53
2006	25.37	11.68	282.80	90.10	12.67
2007	25.63	11.82	257.51	88.91	28.52
2008	25.92	11.77	183.01	83.42	17.71
2009	25.54	12.05	291.40	89.41	13.16
2010	27.35	13.33	221.27	89.15	13.96
2011	24.97	11.49	302.80	90.24	15.97
2012	25.81	12.40	358.77	90.11	26.54
2013	25.75	12.11	269.77	89.56	13.82
2014	26.18	12.52	261.85	85.46	15.50
2015	25.90	12.17	281.09	87.95	22.38
2016	26.16	12.16	296.62	90.21	21.66
2017	26.18	12.04	195.54	87.20	18.01
2018	26.74	13.21	366.92	86.64	26.28
2019	25.98	12.53	377.38	86.25	20.28
2020	26.30	12.51	327.76	81.67	17.28
2021	26.73	12.77	232.68	89.84	21.12
2022	26.83	12.66	338.60	73.69	20.95
المتوسط	25.91	12.21	290.72	87.12	19.48

(*) متوسط سرعة الرياح: تتضمن شدة السرعة بالميجار من (10، 80، 900)، واتجاهها، بجانب العواصف.

(المصدر: المرجع رقم 21، 22)

كما اتضح أيضًا أن متوسط الهطول المطري خلال فترة الدراسة، بلغ حوالي 290.72 ملم، كما تميز عام 2019 بمعدل هطول مطري بلغ حوالي 377.38 ملم، في حين كان عام 2018 الأقل هطولاً بحوالي 183.01 ملم، مما تسبب في انخفاض مساحة وإنتاج وإنتاجية القمح بسورية.

مما سبق يتضح أن المناخ القاري، وشديد القارية يمثل أكثر من 90% من مساحة مناطق الزراعة السورية، بسبب البعد عن المسطحات المائية، وانخفاض الرطوبة النسبية، وخلو السماء من السحب معظم شهور السنة، وفقر الغطاء النباتي في معظم هذه المناطق، وقلة تساقط الأمطار التي غالبًا ما تكون بصوره متواصلة، أو متقطعة، وكثيرًا ما تحدث عواصف

رعديه وأمطار غزيرة خلال فصل الشتاء تبلغ غزارتها أحيانا إلى حوالي 75 ملم، وتعدُّ المناطق الجبلية، والساحلية من المناطق ذات المعدلات المطرية العالية، تليها المناطق الشمالية، أما المناطق الجنوبية الشرقية، والصحراوية فتكون فيها الأمطار قليلة. كما اتضح أيضاً من خلال حساب درجة قارية مناطق الجمهورية أن قارية سورية تتزايد كلما اتجهنا جنوباً، وتقل باتجاه الشمال، وعلى سواحل البحر الأبيض المتوسط، نظراً للتأثر بالقرب أو البعد من المسطحات المائية، مما يؤدي إلى أن تكون معظم مناطق الزراعة من المناطق شديدة القارية التي تتأثر فيها إنتاجية المحاصيل بشدة لتغير الظروف المناخية، ولا سيما القمح.

التغيرات المناخية وأثرها على إنتاجية القمح

لدراسة أثر التغيرات المناخية (درجات الحرارة العظمى - والصغرى - كمية الأمطار - الرطوبة النسبية - سرعة الرياح) على إنتاجية القمح خلال الفترة (2000-2022) فقد جرى عمل الخطوات التالية:

- عمل مصفوفة الارتباط الجزئي Correlation Matrix بين المتغير التابع (الإنتاجية) والمتغيرات المستقلة المتمثلة في (درجات الحرارة العظمى - والصغرى - كمية الأمطار - الرطوبة النسبية - سرعة الرياح) وذلك لعدم الوقوع في مشكلة الازدواج الخطي بين المتغيرات المستقلة Multicollinearty.
- ولكي يحقق البحث أهدافه فقد طُبِّق أسلوب تحليل الانحدار المتعدد القياسي (4) Standard Multiple Regression (Enter) باستخدام برنامج SPSS وفيه يجري إدخال جميع المتغيرات المستقلة داخل النموذج بشكل مستقل لتحديد أي المتغيرات له أثر ذو دلالة إحصائية على المتغير التابع. ولتقدير درجة تأثير المتغيرات المستقلة على المتغير التابع فقد عُرِّعَها بالنموذج الرياضي التالي:

$$\hat{y}_i = \alpha_0 + \beta_1 X_{1i} + \beta_2 X_{2i} + \beta_3 X_{3i} + \beta_4 X_{4i} + \beta_5 X_{5i} + \alpha_1 Du_1$$

حيث:

\hat{y}_i تعبر عن الإنتاجية (طن/هكتار).

X_{1i} درجات الحرارة العظمى (مئوي)، X_{2i} درجات الحرارة الصغرى (مئوي).

X_{3i} معدل تساقط الأمطار (ملم)، X_{4i} الرطوبة النسبية (percentage).

X_{5i} سرعة الرياح (كم/ ساعة). Du متغير انتقالي يعكس تأثير الزمن على إنتاجية المحصول، حيث تأخذ الفترة الأولى القيمة (صفر) خلال الفترة (2000-2010) وتأخذ الفترة الثانية القيمة واحد خلال الفترة (2011-2022).

وكانت النتائج كما يلي:

$$\text{Ln}y = 3.114 - 0.053 \ln x_1 + 0.0003 \ln x_3 - 0.0037 \ln x_5 - 0.251 \text{ DU}_1$$

$$(-4.80)^{**} (3.73)^{**} (-2.42)^{**} (-5.83)^{**}$$

$$R^2 = 84.08 \text{ D.W.} = 1.90 \text{ F} = (27.42)^{**} \text{ N} = 23$$

$$\text{V.I.F: } X_{1i} = 1.20, X_{3i} = 1.17, X_{5i} = 1.11, \text{ DU}_1 = 1.19$$

يتضح من النموذج أن أهم العوامل التي أثرت على إنتاجية القمح خلال الفترة (2000-2022) هي درجة الحرارة العظمى خلال فترة طرد السنابل والنضج، ومعدل تساقط الأمطار، وسرعة الرياح، حيث بلغت قيمة معامل التحديد المعدل نحو 84.08 مما يعني أن 84.08% من التغيرات الحادثة في إنتاجية القمح إنما ترجع إلى التغير في المتغيرات المستقلة التي تضمها

النموذج، حيث ثبت وجود أثر طردي لمعدل تساقط الأمطار على إنتاجية القمح فزيادة معدل تساقط الأمطار ولا سيما في مرحلة النمو بمقدار 1% تزيد إنتاجية القمح بحوالي 0.0003 طن/هكتار، بينما جاءت العلاقة عكسية مع متغير (درجة الحرارة العظمى، وسرعة الرياح، والمتغير الانتقالي) الذي يعكس تأثير الزمن خلال فترة الدراسة، فكلما حدثت زيادة بمقدار 1% لهذه المتغيرات أدى إلى تناقص إنتاجية القمح بحوالي 0.053%، 0.0037%، 0.251%، على الترتيب، كما تشير نتائج القياس الموضحة لعدم وجود مشكلة ارتباط ذاتي، حيث بلغت قيمة دربن واتسون (D.W) 1.90، كما ثبت أيضاً عدم وجود مشكلة ارتباط خطي بين المتغيرات المستقلة حيث بلغت قيمة (V.I.F) 4.67، مع جميع المتغيرات المفسرة بالنموذج، كما ثبتت معنوية النموذج ككل عند المستوى الاحتمالي 0.01.

رابعاً: التحديات التي تحول دون تحقيق الاكتفاء الذاتي من القمح في ظل التغيرات المناخية الحالية

- بات التغير المناخي، وقلة هطول الأمطار يهدد الزراعة السورية ولا سيما القمح الذي يُعد ركيزة للاقتصاد، ومصدراً رئيسياً للدخل، وشبكة أمان اقتصادية للأسر الفقيرة ولا سيما شمال شرق البلاد.
- انخفاض المساحات المزروعة بالحبوب ولا سيما في المنطقتين الشمالية، والشرقية السورية واللذان تشكلان أكثر من 70% من إجمالي مساحات الحبوب المزروعة في سورية، بجانب حرق الأراضي الزراعية، واتلاف المحاصيل، وتعطيل السدود المخصصة لري الأراضي، كتأثير مباشر لزيادة درجات الحرارة ولا سيما في الفترة الأخيرة.
- تراجع مستوى الإنتاج الزراعي بشكل واضح الذي يشكل الدور الأبرز في تحديد سبل العيش وتأمين فرص العمل له، نتيجة الانحباس الحراري والتغيرات المناخية الحالية، مما ساهم في ارتفاع الأسعار بشكل عام، وأسعار الغذاء بشكل خاص.
- ارتفاع أسعار مستلزمات الإنتاج والذي أثر بشكل ملحوظ على ضعف النشاط الاقتصادي والإنتاجي ما أدى إلى ارتفاع نسبة السكان الذين يعانون من الفقر بفعل الإجراءات الاقتصاديةية القسرية.
- استمرار أزمة أسعار الحبوب نظراً للتغيرات المناخية، والبيئية علي الدولة. مما يدفع بأرصدة الحبوب إلى الهبوط والأسعار بطبيعة الحال إلى الارتفاع.
- زيادة نسبة الجفاف والتصحر نتيجة انحباس الأمطار، وتراجعها إلى مستويات قياسية، ما أدى إلى تدهور التربة والاستخدام المفرط للموارد المائية ولا سيما في المناطق التي كانت خارج سيطرة الحكومة السورية.
- رغم الاهتمام الكبير في الوقت الراهن بالقطاع الزراعي، إذ ارتفعت نسبة الإنفاق على قطاع الزراعة من نحو 5.10% خلال عام 2018، ليصل إلى نحو 7.2% في عام 2021، كمساهمة في عودة الاكتفاء الذاتي إلى الاقتصاد السوري، كما شهد إنتاج الحبوب ارتفاعاً ملحوظاً نتيجة لعودة الاستقرار في العديد من مناطق إنتاج الحبوب، وتمكن المزارعون من الوصول إلى أراضيهم لزراعتها. إلا أن الاكتفاء الذاتي ما زال غير مستقر.

الاستنتاجات والتوصيات

الاستنتاجات

- تناقصت مساحة القمح بمقدار 32.95 ألف هكتار، بمعدل تغير سنوي قرابة 2.17%، وأخذ الإنتاج منه اتجاها تناقصياً معنوياً قدر بحوالي 164.7 ألف طن، وبمعدل تغير سنوي 5.10%، كما تناقصت الإنتاجية بمقدار 0.071 طن/هكتار، وبمعدل تغير سنوي 3.39%.
- تراجع استهلاك القمح بحوالي 92.30 ألف طن سنوياً، بمعدل 2.27% من متوسط استهلاك القمح، وبمعدل تغير سنوي 2.43%، وبلغ معامل التحديد 42.09%، وثبتت معنوية النموذج المقدر عند المستوى الاحتمالي (0.01).
- انخفض الاكتفاء الذاتي من القمح بنحو 1.07%، وبمعدل تغير سنوي بلغ 0.54%، وبلغ معامل التحديد 17.50%، وثبتت معنوية النموذج المقدر عند المستوى الاحتمالي (0.05).
- انخفض متوسط نصيب الفرد من القمح، بنحو 7 كغ/سنة، بمعدل تغير سنوي 4.93%، وبلغ معامل التحديد 60.17%، وثبتت معنوية النموذج المقدر عند المستوى الاحتمالي (0.01).
- بلغ متوسط المعدل السنوي لدرجات الحرارة العظمى، والصغرى المقدرة بلغ حوالي 25.91م°، وحوالي 12.21م°، وذلك خلال فترة الدراسة. وشهد عام 2010 وهو العام الأكثر حرارة خلال فترة الدراسة، حيث بلغ معدل درجة الحرارة العظمى فيه 27.35م°، وأدنى درجة حرارة بلغت 13.33م° أما عام 2011 فكان هو العام الأكثر برودة حيث بلغت درجة الحرارة الصغرى فيه 11.49م°.
- بلغ متوسط الهطول المطري حوالي 290.72 ملم، كما تميز عام 2019 بمعدل هطول مطري بلغ حوالي 377.38 ملم، في حين كان عام 2018 الأقل هطولاً بحوالي 183.01 ملم، مما تسبب في انخفاض مساحة، وإنتاج القمح بسورية خلال فترة الدراسة.
- تميزت معظم المحافظات السورية بالمناخ شديد القارية، عدا محافظة حلب التي تميزت بالمناخ القاري، لوقوعها بأقصى الشمال الغربي من الهضبة الواقعة في سورية الشمالية على خط طول 38-68.5 درجة شرقاً، وخط عرض 12-40 شمالاً وترتفع عن سطح البحر بحوالي 390 متراً.
- اتضح أن محافظات ريف دمشق، اللاذقية، حماة، القنيطرة، حمص، الحسكة، الرقة، طرطوس، السويداء، إدلب، درعا، دير الزور، تقع ضمن الإقليم شديد القارية والذي تتراوح درجة القارية فيه ما بين 51%-80% وذلك لبعدهم عن المسطحات المائية.
- تمثلت أهم العوامل المؤثرة على إنتاجية القمح في درجة الحرارة العظمى ولا سيما خلال فترة طرد السنابل والنضج، ومعدل تساقط الأمطار، وسرعة الرياح، حيث بلغت قيمة معامل التحديد المعدل 84.08%، وثبت وجود أثر طردي لمعدل تساقط الأمطار على إنتاجية القمح، فزيادتها بمقدار 1% تزيد إنتاجية القمح بحوالي 0.0003 طن/هكتار، بينما جاءت العلاقة عكسية مع متغير (درجة الحرارة العظمى، وسرعة الرياح، والمتغير الانتقالي)، فكلما حدثت زيادة بمقدار 1% لهذه العوامل تؤدي إلى تناقص إنتاجية القمح بحوالي 0.053%، 0.0037%، 0.251%، على الترتيب، كما تشير نتائج القياس إلى عدم وجود مشكلة ارتباط ذاتي، حيث بلغت قيمة دربن واتسون (D.W) 1.90، وعدم وجود مشكلة ارتباط خطي بين المتغيرات المستقلة،

حيث بلغت قيمة (V.I.F) 4.67، مع جميع المتغيرات المفسرة بالنموذج، كما ثبتت معنوية النموذج ككل عند المستوى الاحتمالي 0.01. خلال الفترة (2000-2022)

التوصيات

- استنباط أصناف جديدة من القمح ذات إنتاجية أعلى ومبكرة النضج، أكثر تحملاً للجفاف والحرارة العالية.
- التوسع في تطبيق مختلف البرامج والأساليب التكنولوجية والمتمثلة في تحسين التربة، وأساليب الري، ومعدلات التسميد، وغيرهم التي من شأنها زيادة الإنتاجية من القمح لتعويض تأثير التغيرات المناخية في إنتاجيته.
- تنفيذ بعض البرامج الزراعية والتي من شأنها تقليل انبعاثات الغازات الدفيئة في الغلاف الجوي مثل تدوير المخلفات الزراعية والزراعة العضوية لتقليل أثر التغيرات المناخية على القطاع الزراعي.
- استكمال النقص الشديد في البيانات والمعلومات المتاحة عن الآثار السلبية لتغير المناخ على القطاعات المختلفة للتنمية في سورية مع إنشاء قاعدة بيانات كاملة تُحدث باستمرار.
- إجراء المزيد من الدراسات التطبيقية لرصد العلاقة بين تزايد درجة القارية والنشاط الزراعي، مع وضع خطط لمكافحة التصحر، التي قد يخلق ظروفًا أكثر جفافاً في عناصر المناخ مما يؤثر في اتساع المدى الحراري السنوي وبالتالي زيادة درجة القارية.

المراجع

- الحداد، محرم، عبد المنعم، عبد الرحمن، بسمة، الحداد. 2010. ظاهرة التغير المناخي العالمي، الاحتباس الحراري (الأهمية-أساسيات الاختلاف-نماذج المحاكاة وتقييمها الفني). المجلة المصرية للتنمية والتخطيط. 18(1): 110-165.
- الدزبي، سالار على خضر. 2014. التغيرات في درجة قارية مناخ العراق، مجلة كلية التربية للبنات، المجلد 25 (2) 349-360.
- شعبان، السعيد محمد 2018. دراسة اقتصادية لإمكانية تحقيق الاكتفاء الذاتي من أهم المحاصيل الزراعية في مصر. مجلة الاقتصاد الزراعي والعلوم الاجتماعية. جامعة المنصورة 9 (12).
- عبد الباقي، عادل فاروق. 2014. الإحصاء الاقتصادي وتطبيقاته في العلوم الاقتصادية والاجتماعية. دار الفاروق للنشر والتوزيع، القاهرة، مصر.
- عبد الظاهر، بسمة كمال، رجب، مسعد السعيد، وزملاؤه. 2019. أثر التغيرات المناخية على إنتاج بعض المحاصيل الحقلية. مجلة اتحاد الجامعات العربية للعلوم الزراعية، جامعة عين شمس. المجلد 27(5): 2417-2427.
- جويلى، وائل عبد الفتاح عبد المجيد. 2023. تقدير آثار بعض التغيرات المناخية على إنتاجية بعض المحاصيل الزراعية في مصر، المجلة المصرية للاقتصاد الزراعي، مجلد 33، العدد 1، 111-123.
- المنظمة العربية للتنمية الزراعية. 2010. تأثير المناخ والتقلبات المناخية على البلدان العربية، الخرطوم.
- منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة FAO. 2018. حالة أسواق السلع الزراعية "تجارة المنتجات الزراعية وتغير المناخ والأمن الغذائي"، روما، 110-111.
- جامعة الدول العربية، المركز العربي لدراسات المناطق الجافة والأراضي القاحلة (أكساد)، التقرير الفني السنوي، إصدارات مختلفة.
- وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي، دليل أصناف القمح في سورية، مديرية الارشاد الزراعي، إصدارات مختلفة.

- المكتب المركزي للإحصاء، الكتاب الإحصائي السنوي، المجموعة الإحصائية، سورية، سنوات مختلفة.

- Coughlan, M.J. and B.S. Nyenzi, 1990. Climate trends and variability. In Climate Change, Science, Impacts and Policy, Proceedings of the Second World Climate Conference, Geneva, Cambridge University Press p71-82.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAOSTAT). 2022. Data, Trade, Crops and Livestock Products. Import Quantity, Import value. Export Quantity, export value.
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC): "New Assessment Methods and the Characterization of Future Conditions", Fourth Assessment Report, Chapter draft IPCC, Fourth Assessment Report. Chapter draft, 2007.
- Fayyad, Sherif M.S. 2009. Impact of Population and Climate Changes on Food Crisis in Egypt. Afro-Asian Journal of Rural Development vol. XXXXII No. 1, January- June.
- Manabe, S. and Wetherald, R. 1967. Thermal equilibrium of the atmosphere with a given distribution of relative humidity. Journ. of Atmosph. Sciences, 24, No. 3.
- World Development Indicators databank. 2022. World bank.org, Last Updated, 2022.
- <https://climateknowledgeportal.worldbank.org/country/syrian-arab-republic>.
- <https://climateknowledgeportal.worldbank.org/country/climate.datahistorical>.
- http://www.eeaa.gov.eg/arabic/main/env_ozone_ecc_neg.asp 21-
- <https://www.meteoblue.com/ar/historyplus>
- <https://www.meteoblue.com/ar/weather/historyclimate/climatemodelled>.
- www.fao.org/climatechange/unfccc-bonn-2021. 20-
- <https://data.albankaldawli.org/indicator/AG.PRD.crel.MT?locations=sy>-

N° Ref: 1175

English Section



The Use of Information Communication Technologies (ICT) by Arab Researchers and Agricultural Extension Agents

استخدام تكنولوجيا المعلومات والاتصالات من قبل الباحثين والمرشدين الزراعيين العرب

Mohammad Abdullah ⁽¹⁻³⁾

Talal Razzok ⁽²⁻³⁾

طلال رزوق ⁽³⁻²⁾

محمد العبد الله ⁽³⁻¹⁾

abdulmj18@hotmail.com

Received 24 January 2024; Accepted 20 October 2024

(1) Department of Economy, Faculty of Agriculture, Damascus University, Syria.

(1) قسم الاقتصاد الزراعي، كلية الزراعة، دمشق، سورية.

(2) Department of Economy, Faculty of Agriculture, Homs University, Syria.

(2) قسم الاقتصاد الزراعي، كلية الزراعة، جامعة حمص، سورية.

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

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

Abstract

The objective of this research was to know the actual use of information and communication technology (ICT) by Arab researchers and agricultural extension workers, and to identify the most important factors that limit the possibility of its use by them. To achieve this objective, a questionnaire was designed and sent through e-mail to be answered and completed by a random sample of Arab researchers and agricultural extension agents who participated in conferences organized by ACSAD over the course of five years. The total number of the randomized sample was 100 researchers and agricultural extension agents (50 agricultural researchers and 50 agricultural extension agents) from 11 different Arab countries including Syria. The most important finding of this research is that the level of capability of researchers and agricultural extension workers to use ICT was found to be 86% and 76%, respectively. As for the level of the actual use of ICT, it reached 40% and 34% for both researchers and agricultural extension agents, respectively. In addition, the degree of dependence of both researchers and agricultural extension workers on ICT in diffusing agricultural technologies to a large extent was found to be only 18% and 38%,

respectively. It was also found that the most important determinants of the use of ICT were; the lack of communication networks between farmers and extension workers, as it ranked first among these determinants with a rate of 56%, followed by limit Internet speed, lack of the necessary infrastructure, and little financial support to provide the necessary means for the use of ICT, at a rate of 54%.

Key words: communication, Information, Technology, Researchers, Extension workers.

الملخص

هدف البحث إلى معرفة الاستخدام الفعلي لتكنولوجيا المعلومات والاتصالات من قبل الباحثين والمرشدين الزراعيين العرب، والتعرف على أهم العوامل التي تحد من إمكانية استخدامها من قبلهم. ولتحقيق هذا الهدف جرى تصميم استبيان وإرساله عبر البريد الإلكتروني لتجري الإجابة عليه وتعبئته من قبل عينة عشوائية من الباحثين والمرشدين الزراعيين العرب الذين شاركوا في المؤتمرات التي نظمها أكساد على مدى خمس سنوات. وبلغ العدد الإجمالي للعينة العشوائية 100 باحث ومرشد زراعي (50 باحثاً زراعياً و50 مرشداً زراعياً) من 11 دولة عربية مختلفة بما فيها سورية. أهم ما توصل إليه هذا البحث هو أن مستوى قدرة الباحثين والمرشدين الزراعيين على استخدام تكنولوجيا المعلومات والاتصالات بلغ 86% و76% على التوالي. أما مستوى الاستخدام الفعلي لتكنولوجيا المعلومات والاتصالات فقد بلغ 40% و34% لكل من الباحثين والمرشدين الزراعيين على التوالي. بالإضافة إلى ذلك، تبين أن درجة اعتماد كل من الباحثين والمرشدين الزراعيين على تكنولوجيا المعلومات والاتصالات في نشر التقانات الزراعية لا تتجاوز 18% و38% على التوالي، ولم يكن للخصائص الشخصية والمؤهلات الأكاديمية للباحثين والمرشدين أي دور في الاختلاف في القدرة أو الاستخدام الفعلي لتكنولوجيا المعلومات والاتصالات، باستثناء عمر الباحثين والمرشدين، والتخصص الجامعي للمرشدين الذين ارتبطوا بشكل كبير بالقدرة على استخدام تكنولوجيا المعلومات والاتصالات. كما تبين أن أهم محددات استخدام تكنولوجيا المعلومات والاتصالات هي: قلة شبكات الاتصال بين المزارعين والمرشدين، (56%)، يليها محدودية سرعة الإنترنت، ونقص البنية التحتية اللازمة، وقلة الدعم المالي لتوفير الوسائل اللازمة لاستخدام المرشدين الزراعيين تكنولوجيا المعلومات والاتصالات بنسبة 54% لكل منهم.

الكلمات المفتاحية: الاتصالات، المعلومات، التكنولوجيا، الباحثون، المرشدون.

Introduction

The Academy for Educational Development and Win Rock International (2003) defines information and communication technologies as the combination of hardware, software, and the means of production that enable the exchange, processing, and management of information and knowledge.

Information communication technologies thus include technologies and methods for storing, managing, and processing information (e.g., computers, soft wares, digital and non- digital libraries) and for communicating information such as mail and email, radio and television, telephones, cell phones, pagers, instant messaging and "the web."

Information Communication Technologies have unique features that provide opportunities to harness them in ways that are different from how the traditional media have been used for development. According to Michiels and Van Crowder (2001), in comparison with traditional media, ICTs can offer opportunities for two-way and horizontal communication and for opening up new communication channels for rural communities and the intermediaries and development organizations that support them.

Information Communication Technology (ICT) has inspired a revolution in scientific engineering, educational and economic approaches. It has created a digital divide among nations and people of the world today. ICT and agriculture are not fields that people would easily connect with each other as ICT involves computers, networks and information (Maximo and Braun, 2006), while the other involves man and animal, power, chemical and crops. However, the advancement in ICT can be utilized for providing accurate, timely, relevant information and services to farmers, thereby facilitating an environment for more remunerative agriculture (Meera, 2004).

Our current era is the era of communication and media technology, as it has provided us with enormous potential and high capabilities of means and methods of communication that achieve communication and interaction between people, as change agents seek to exploit the energies and capabilities of these means in the fields of development, education, and social change on the broadest scale, (Makki, 2010). As a result of the revolution that the world is experiencing in the field of information and communications technology (ICT), no country can witness this development without the field of ICT being one of its pillars.

The world has witnessed a significant increase in the number of Internet users. This is due to the rapid development witnessed by ICT, and consequently there has been a tendency to employ electronic Extension communication methods to overcome the difficulties facing traditional Extension methods, increase their effectiveness and spread Electronic Agricultural Extension, (Al-Jamal and Abdel-Rahiem, 2015). In order for the extension system to succeed in performing its educational tasks and transferring technology, it must have sound and constantly developing information, and this comes from scientific research agencies. This technology will not be useful unless it is widely used by the masses of farmers and their families, as the technology can be only diffused and applied on a large scale unless farmers are convinced of it and meet their needs, (Hamdi and Al-Jamal, 2011).

ICT plays three major roles in enhancing agriculture by providing up-to-date information and services for increased production; improving market access, capacity building and empowerment and information for improvement of agricultural practices and methods emanating from extension education

(Goldman, 2004; Rockwood, 2001). In education, ICT creates enabling learning process through multimedia approaches and multiple intelligence training which is active learning through all human senses (Greenidge, 2003). In other words, it facilitates the training of human senses as it involves visual and manipulative skills reasoning and calculation (Mueller, 2000).

Taking the above into consideration, it is clear that using information and communication technology (ICT) by agricultural extension workers and researchers will help them in performing their tasks and reach farmers faster compared to traditional extension methods. Thus convince farmers to adopt what is new in the world of agriculture, which will reflect positively in increasing their production and agricultural productivity. This will be reflected in increasing their income and thus raising their standard of living. However, the use of ICT in the Arab world in general is still limited, and therefore research into the situation of the use of ICT by Arab agricultural researchers and extension workers and identifying the reasons for limited use and obstacles is extremely important on the way to accelerating the adoption of information and communication technology. We hope that this research will help us identify these determinants and obstacles that must be overcome and addressed, which will reflect positively in accelerating the adoption of ICT especially by Agricultural Extension workers.

Review of Research on the Use of ICT

In the West Bank of Palestine, Sadaqa's study (2008) showed a low percentage of agricultural extension workers who use computers as a means of communicating with farmers (33.2%). There is also a lack of knowledge among farmers regarding programmes specialized in agricultural extension, and a low percentage of extension workers who use digital extension methods (40.8%). This was consistent with the farmers' answers, as it was found that 76.4% of the farmers surveyed preferred community extension visits.

In Iraq, Salim and Al-Harbawi (2012) reported that 41.11% of agricultural extension workers use a mobile phone for sometimes, 25.56% use it always, while 33.33% of them use it rarely.

In Egypt, Abdel Wahed (2015) stated that the high use of computers, the Internet, and the agricultural research and extension communication network (VerCon) was observed by 29%, 22%, and 32% of agricultural extension workers, respectively. One of the most notable obstacles to use the Vercon network was that the Extension data on the network was not updated, it was mentioned by 98%.

In Egypt also, Al-Shafai and Hosien (2013) stated that 60% of agricultural extension workers do not have the capability to use ICT well, about 37% only use computers, and 34% browse the internet. Also, Gad and Shair (2021) found that the most important results of their research were: the lack of the capabilities required to use ICT in extension work in Menoufia Governorate, and the low level of training

among extension workers in this field. While in terms of factors limiting the use of ICT they found that the most important problems that impede the use of ICT in extension work was lack of financial allocations for training in this field and lack of motivation for workers to use information technology and communication.

In Syria, Al-Helou and Al-Abdullah (2018) showed that the capability of extension workers to use ICT was found to be weak to medium. This was reported by 59% of extension workers, and that the use of ICT by them is still low. About 38% of the extension workers expressed their high use of it, while 15% still use it weakly, despite this, 50% of extension workers rely on it as a good source of agricultural information.

Mugwisi; Mostert and Ocholla (2014) carried out a study in Zimbabwe to investigate the levels of ICT access and utilization by researchers and extension workers within the Ministry of Agriculture, ... and how this affected the generation and dissemination of agricultural information among researchers and extension workers. They concluded that the role of ICTs in work and as an information channel was considered inadequate despite the indications by the majority of extension workers and researchers that they had access to ICTs.

In 2022, Owolabi and Yekinni did a study that investigate the use of ICT for specified extension delivery functions among practitioners in southwestern Nigeria. The study concluded that the use of ICT was significantly influenced by respondents' M. Sc. educational qualification and years of professional experience in public Extension organizations and non-public Extension organizations. Significant difference existed in the use of technologies between public organizations and non-public organizations.

In Rivers State, Albert and Onwubuya (2013) conducted a study on the prospect of ICT application in agricultural extension delivery. The study revealed that the major ICT tool used for agricultural extension delivery was GSM phones (75%), television (55%) and CD/DVD player (53%). The approaches to the use of ICT in extension delivery were: mobile telephone (77%), illustrated printed materials (70%) and DVD/CD based books. The approaches to the use of ICT in extension delivery were: mobile telephone (77%), illustrated printed materials (70%) and DVD/CD based books.

Agwu; Uche-Mba and Akinagbe (2008) carried out a study on the "Use of Information Communication Technologies (ICTs) among Researchers, Extension Workers and Farmers in Abia and Enugu States-Nigeria, they found that 52.5%, 57.5% and 56.7% of researchers; extension workers and farmers had high, moderate and low knowledge levels of available ICTs, respectively. Out of 24 information communication technologies in use among the respondents, 11 were frequently utilized by researchers, while only 4 and 3 of the facilities were frequently utilized by extension workers and farmers, respectively. The study revealed major constraints to the use of ICTs to include lack of sufficiently trained

computer personnel, lack of confidence in operating modern ICTs, erratic and fluctuating power supply, poor finance, lack of internet access in the rural areas and high cost of ICTs hard and soft wares, among others.

Ahsan *et al.* (2023) studied barriers, challenges, and requirements for ICT usage among sub-assistant agricultural officers in Bangladesh, they found in general term that 73.2% of all extension officers had basic knowledge of ICT. Also, 56.25% of extension officers in Gazipur district reported a shortage of computers was an essential barrier to ICT usage for extension services. A major challenge in using ICT applications in Dhaka district was inadequate training support (64.51%). Mobile devices, internet connectivity, updated ICT applications, and a farmers' database were the most important supports needed for the sub-assistant agricultural officers' skilled advisory activities.

Mustapha; Man; Shah; Kamarulzaman, and Tafida (2022) studied "Factors influencing the adoption of ICT'S in extension service delivery among the extension agents in North-East, Nigeria" they concluded that GSM, radio, television, camera, internet, computer, CD/DVD player and VHS video are the most commonly used ICT components in various aspect of extension work. The multiple regression results reveal that gender, age, level of education and working experience has no significant contribution to ICT adoption while marital status, awareness, accessibility and motivation are the most influential factors influencing the adoption of ICT's in extension service delivery.

A study on factors encouraging ICT usage by agricultural extension scientists in north India was conducted by Sepideh Khamoushi and Jancy Gupta (2014), they found that provision of grants to buy ICTs, availability of sufficient number of ICT tools, sufficient ICT familiarity and expertise and in-service training facilitation for using/producing ICTs were observed as serious factors in the effective usage of ICTs. The Duncan's Multiple Range Test (DMRT) result showed that in usage of ICT there was a significant difference between economic factors with facilitating factors and social and psychological factors.

In Bangladesh, Islam; Haque; Afrad; Abdullah and Hoque (2017) carried out a study to explore the extent of ICT's utilization by the field level extension personnel. They found that a total of 52.7% and 97.27% of respondents used mobile phone regularly for collecting information and providing services, respectively. ICT was the most utilized for collecting information followed by providing service by the respondents. Among different ICT tools, mobile phone was highly used by the respondents both for official (93.64%) and personal purpose (100%). In general term, utilization of ICT was very low. Only 12.7% and 5.5% of respondents highly utilized ICTs for collecting information and providing services respectively. A total of 48.2% and 79% of respondents had low level of

utilization of ICTs for collecting information and providing service respectively. Positive and significant relationship was found between training exposure, source of information use by the respondent, job satisfaction and perception on ICT, with their utilization of ICT in agricultural extension services.

Rahman and Bashir (2021) conducted study on the “use of ICT in agricultural extension services, Gedarif State-Sudan. They found that the 72.3% of the respondents used the ICT in their extension services and 93.6% of them reported that there are many constraints facing the use of ICT in agricultural extension services in the State. Also, they found that there was no significant association between ICT and constraints facing the use of them in the delivery of agriculture extension services to the targeted audience in the State.

Uahomo, C. E. (2022) carried out a study on the use of ICT in Agricultural Extension Service in Nigeria. The aim of this study was to investigate the awareness, roles, benefits and challenges of using ICTs among office-based and field-level agricultural extension personnel employed by the ESADP. The results indicated that 98% of field-level and 94% office-based respondents were aware of using ICTs for agricultural extension service delivery. Ease of use and access to timely and accurate information were the main reasons of why extension workers use ICTs. However, the study observed that the challenges encountered were erratic power supply, delayed response from the service providers, and discrepancies between the desire to use and the provision/maintenance of the resources needed for access.

The Importance of the Research and Its Objectives

The importance of this study is to highlight the extent to which ICT is used by researchers and agricultural extension agents in obtaining agricultural information and in conveying this information to farmers, and exposing the most important problems that they encounter and limit the use of this technology. Thus, providing specialists in this field with the results that will be obtained in order to take the necessary measures to develop them and make them closer to the needs of farmers, thus achieving the desired goal that contributes to developing the work of the extension system.

Based on the above, the general goal of the research is to know the situation of the use of ICT by Arab agricultural researchers and extension agents, and this can be achieved by studying the following sub-objectives:

- Studying some of the personal characteristics and academic qualifications characteristics of Arab agricultural researchers and extension workers.
- Identify the level of the capability of agricultural researchers and extension workers in using ICT.

- Study the extent of using ICT by agricultural researchers and extension workers.
- Determining the relationship between “the capability of Arab agricultural researchers and extension workers to use ICT” and “the extent to which ICT is actually used by them on the one hand, and “some of their personal characteristics and academic qualifications” on the other hand.
- Identify the most important obstacles of using ICT by researchers and agricultural extension workers and how to overcoming them.

Research Methodology

The research was carried out at the Arab Center for Studies of Dry Zones and Dry Lands (ACSAD) in 2021. The research sample included all Arab agricultural researchers and extension workers (150 respondents) who participated in conferences and workshops organized by ACSAD during 2015-2020. A copy of the research questionnaire was developed by the researchers and sent by e-mail to about 150 researchers and extension workers that represented 14 Arab countries.

One hundred and seven responses (questionnaires) were received from 11 Arab countries, namely: Egypt, Tunisia, Morocco, Algeria, Sudan, Iraq, Saudi Arabia, Sultanate of Oman, Syria, Palestine, and Yemen. After reviewing the received questionnaires, some of them were excluded due to lack of information, and as a result, 50 questionnaires were obtained for agricultural researchers and 50 questionnaires for agricultural extension workers.

Two types of data were used: primary data and secondary data. Secondary data:

- These data were obtained from several sources: scientific journals published on the Internet, books and references that are related to this research topic.
- Primary data: as for the primary data, it was collected by using a questionnaire designed to meet the objectives of the research. It was (the questionnaire) pre-tested to see whether the questions were clear and well understood by the sample members, and then it was modified in the light of the observations obtained and became ready for use.

Through this questionnaire, data was collected on the personal characteristics and academic qualifications of agricultural researchers and extension workers, such as (age, gender, academic qualification, university specialism, years spent in extension work). In addition to measuring the capability of the respondents to ICT and the degree of reliance on it in research and extension work.

A three-point Likert scale was used to determine the capability and extent of using ICT by agricultural researchers and extension workers. Chi-square test was also used to measure the relation

between the independent variables represented by age, sex, qualification and specialization, and capability and the extent of actual use of ICT by respondents.

Results and Discussion

AGE

The analysis of data showed that the majority of the sample's researchers (66%) fall into the age group over 47 years. This may mean that they have great experience in their field of work, and this may help them to adopt and use ICT in a more effective way than others. Compared to agricultural extension workers, this group amounted to only about a third of the sample (Table 1).

Table 1. The distribution of researchers and Agricultural Extension agents by their Age

Age	Researchers%	Agricultural Extension agents%
< 35	6	22
35- 47	28	46
> 47	66	32
Total	100	100

Source: research data.

SEX

The analysis showed that the vast majority of the members of the studied sample of researchers (78%) are male, compared to 74% of the agricultural extension workers, (Table 2). This gives an indication that the percentage of females working in the research and extension field is still small, especially with regard to agricultural extension, as the extension organization needs female agricultural extension workers just as it needs male extension workers to play their role in convincing farmers (both male and female) to adopt agricultural innovations.

Table 2. The distribution of researchers and Agricultural Extension agents by their sex

Sex	Researchers%	Agricultural Extension agents%
Male	78	74
Female	22	26
Total	100	100

Source: research data.

Academic Qualifications

Data analysis showed that 60% of researchers hold Ph.D. degrees, compared to only 16% of extension workers, while slightly more than half of extension workers hold university degrees (54%), compared to about a quarter of researchers (24%), (Table 3). This indicates that academic qualifications of researchers are higher than extension workers. This could be due to the nature of the work carried out by both extension workers and researchers, as the nature of work in agricultural research may require advanced specializations and greater experience, especially in the field of breeding and hybridization, and this can only be achieved through higher and more specialized education degrees.

Table 3. The distribution of researchers and Agricultural Extension agents by their qualifications

Qualification	Researchers%	Agricultural Extension agents%
B.Sc.	24	54
MSc.	16	30
Ph.D.	60	16
Total	100	100

Source: research data.

University Specialism

The analysis showed that more than half of the agricultural researchers and the extension workers had university specialisms (majors) in either plant or animal production (58% for each major), limited percentages were the agricultural economics, agricultural extension, soil science, plant protection, and water. Only one fifth of the agricultural extension workers had a university specialism in agricultural extension, and the rest were distributed among the specializations mentioned above, (Table 4). In this case, it has to be beard in mind that for the extension organization has to train newly appointed extension workers on different extension subjects such as extension communication methods, communication theories, planning extension programmes, follow-up and evaluation, community participation, digital extension, expert systems, adopting innovations and adoption decisions process, adopter categories, social system, norms and value, adult education theories, body language, psychological factors, local leadership, rural institutions, world extension systems, etc. .It is also necessary to hold training courses for agricultural researchers covering the various specializations in which they work.

Table 4. The distribution of researchers and Agricultural Extension workers by their academic specialism

Specialism	Researchers%	Agricultural Extension agents%
Agricultural Economics	8	10
Agricultural Extension	8	20
Agricultural production	38	36
Animal production	20	22
Soil science	10	2
Water resources	8	2
Plant protection	8	8
Total	100	100

Source: research data.

Possession of A Computer and Availability of Internet Service

As a result of analyzing the study data, it was found that almost all agricultural researchers and extension workers have computers in their workplaces (96% and 100% for agricultural researchers and extension workers, respectively), and that the vast majority of researchers and extension workers have computers in their homes (98% and 92% for researchers and agricultural extension workers, respectively) (Table 5). This is a good indicator of the availability of work infrastructure, whether in the workplace or at home.

As for the availability of Internet service in the workplace for agricultural researchers and extension workers, it was found to be available for 92% and 48% for both agricultural researchers and extension workers, respectively. This gives an indication that more emphasis is given to agricultural scientific research by Arab governments rather than what is given to agricultural extension. This could be related to that fact, governments consider an extension organization as a non-profit service, unlike the Agricultural Scientific Research institution.

As for the availability of Internet service at home, it was available to 90% of researchers, compared to 78% for agricultural extension workers. This gives a good indication that both the researcher and the extension worker believe of the importance of access to the Internet to communicate with the outside world, especially with regard to the world of agriculture.

Table 5. The distribution of researchers and Agricultural Extension agents by the availability of computers internet

Computer and internet availability	Researchers%	Agricultural Extension agents%
Computer availability at work	96	100
Computer availability at home	98	92
internet availability at work	92	48
internet availability at home	90	78

Source: research data.

The Most Visited Websites by Agricultural Researchers and Extension Workers

Data analysis showed that the visits of both researchers and agricultural extension workers to the websites presented in Table 6 are fairly similar, although the frequency of visit by researchers to the mentioned websites in general is better than the frequency of visit by agricultural extension workers, except for their visit to research journal websites. The frequency of visit to research journal website by agricultural extension workers is better than researchers.

It was also found that the three websites that ranked first, second, and third in visits by both researchers and agricultural extension workers were ACSAD in first place, the Arab Organization for Agricultural Development (AOAD) in second place, and ICARDA in third place (80%, 76%, 72% for researchers respectively), (74%, 68%, 64% for extension workers respectively), (Table 6).

Table 6. The distribution of researchers and Agricultural Extension agents by their most visited internet site

Site	Researchers		Agricultural Extension agents	
	%	Rank	%	Rank
ACSAD	80	1	74	1
Arab Organization for Agricultural Development	76	2	68	2
ICARDA	72	3	64	3
FAO	32	4	20	4
Research Journals	6	5	20	4

Source: research data.

Capability of Using ICT by Researchers and Extension Workers

As a result of analyzing the study data, it was found that all agricultural researchers and extension workers have the capability to use ICT. It also was found that the vast majority of agricultural researchers and extension workers are able to use ICT well, while the rest were distributed between medium and low

use (Table 7). This result is not in line with Al-Shafai and Hosien (2013), this may be due to the vast spread of ICT in all over the world year after year.

Table 7. The distribution of researchers and Agricultural Extension agents by their capability of using ICT

Level	Researchers%	Agricultural Extension agents%
Low	6	8
Medium	8	16
Good	86	76
Total	100	100

Source: research data.

The Extent of the Actual Use of ICT

The analysis showed that (Table 8) only 40% of researchers and 34% of agricultural extension workers use ICT well (actually), that is, within their field of work, and the rest use it to some extent or to a low extent. This result is in line with Salim and Al-Harbawi (2012) in Iraq and Abdel Wahed (2015) in Egypt, and Al-Helou and Al-Abdullah (2018)

although the vast majority of agricultural researchers and extension workers stated that their capability to use ICT is good, as mentioned before. We do not know whether this is due to the lack of Internet service at work for extension workers, but the service is available for researchers, or whether it is due to other matters that must be researched and identified.

Table 8. The distribution of researchers and Agricultural Extension agents by their using of ICT

Use	Researchers%	Agricultural Extension agents%
Low	10	12
Medium	50	54
Good	40	34
Total	100	100

Source: research data.

Degree of Reliance on ICT in Transferring Agricultural Technologies

The analysis showed that only 18% of researchers depend heavily on ICT to transfer agricultural technologies, compared to 38% of agricultural extension workers (Table 9). This result is in line with Al-Helou and Al-Abdullah (2018).

This may be due to the nature of the work required of agricultural researchers and extension workers, as the process of transferring new agricultural technologies is primarily the responsibility of agricultural extension workers, rather than the task of researchers.

Table 9. The distribution of researchers and Agricultural Extension agents by their level of dependency on ICT for agricultural technologies transfer

Level of dependence	Researchers%	Agricultural Extension agents%
Low	58	8
Medium	24	54
High	18	38
Total	100	100

Source: research data.

The Relationship Between the Capability to Use ICT by Researchers and Extension Workers and Some of Their Personal Characteristics and Academic Qualifications

Since the data are nominal, Chi-Square was used to determine the relationship between the capability of agricultural researchers and extension workers to use ICT on the one hand, and some of their personal characteristics and academic qualifications, on the other hand. The Chi-Square value calculated for the researchers was found to be: 9.5, 1.85, 0.90, and 7.48, respectively, and the P Value was: 0.05, 0.40, 0.93, and 0.82, respectively, as all of them are not significant except for the age (P value = 0.05), that mean there is a relationship between age of researchers and the capability of use of ICT. While the Chi-Square value for the extension workers was found to be: 11.14, 0.66, 0.51, and 24.32, respectively, and the P Value was: 0.025, 0.72, 0.97, and 0.02, respectively, as all of them are not significant except for the age (P value = 0.025) and the last value (P value = 0.02), and related to university specialization, (Table 10), that mean there is a relationship between the capability to use ICT by extension workers and their age and university specialization. While Mustapha *et al.* (2022) found that gender, age, level of education and working experience of extension workers has no significant contribution to ICT adoption.

Table 10. The relationship between the capability of researchers and Agricultural Extension agents of using ICT and their personal characteristics and academic qualifications

Personal and Socio-economic characteristics	Researchers		Agricultural Extension Agents		df
	Chi-Square	P Value	Chi-Square	P Value	
Age	9.50	0.05	11.14	0.025	4
Sex	1.85	0.40	0.66	0.72	2
Qualifications	0.90	0.93	0.51	0.97	4
Specialism	7.48	0.82	24.32	0.02	12

Source: research data.

The Relationship Between the Extent of the Actual Use of ICT by Researchers and Extension Workers and Some of Their Personal Characteristics and Academic Qualifications

Since the nature of the data is nominal, Chi-Square was also used to determine the relationship between the extent of the actual use of ICT by researchers and agricultural extension workers on the one hand, and some of their personal characteristics and academic qualifications on the other hand. The Chi-Square value calculated by the researchers was found to be: 13.2, 0.88, 3.20, and 10.86, respectively, and the P Value was: 0.01, 0.65, 0.52, and 0.54, respectively, as all of them are not significant except for the age (P value = 0.01). While the Chi-Square value for the Extension advisors was: 10.84, 2.41, 6.06, and 13.34, respectively, and the P Value was: 0.05, 0.30, 0.19, and 0.34, respectively, as all of them are also not significant, except for the age (P value = 0.05). (Table 11). It was concluded that there is a relationship between the actual use of ICT and the age of researchers and extension workers.

However, Mustapha; *et al.* (2022) found that marital status, awareness, accessibility and motivation are the most influential factors influencing the adoption of ICT by extension agents.

Table 11. The relationship between the actual use of ICT by researchers and extension workers and some of their personal characteristics and academic qualifications

Personal and Socio-economic characteristics	Researchers		Agricultural Extension Agents		df
	Chi-Square	P Value	Chi-Square	P Value	
Age	13.2	0.01	10.84	0.05	4
Sex	0.88	0.65	2.41	0.30	2
Qualifications	3.20	0.52	6.06	0.19	4
Specialism	10.86	0.54	13.34	0.34	12

Source: research data.

The Relationship Between the Extent of the Actual Use of ICT by Researchers and Extension Workers in Transferring Agricultural Technologies and Some of Their Personal Characteristics and Academic Qualifications

A Chi-Square was also used to determine the relationship between the extent of the actual use of ICT in transferring agricultural technologies by researchers and agricultural extension workers on the one hand, and some of their personal characteristics and academic qualifications on the other hand.

The Chi-Square value calculated by the researchers was found to be: 6.17, 0.76, 4.47, and 22.10, respectively, and the P Value was: 0.02, 0.68, 0.35, and 0.07, respectively, as all of them are not significant except for the specialism (P value = 0.02). This means that there is a relationship between age of researchers and the actual use of ICT in transferring of technologies. While the Chi-Square value for the Extension workers was: 1.92, 2.41, 4.89, and 9.00, respectively, and the P Value was: 0.75, 0.30, 0.30, and 0.70, respectively, as all of them are also insignificant (Table 12).

Perhaps the non-significant relationship between the studied variables for both researchers and agricultural extension workers is due to the similarity of extension work conditions among the studied countries.

Table 12. The relationship between the extent of the actual use of ICT in transferring agricultural technologies and some of their personal characteristics and academic qualifications

Personal and Socio-economic characteristics	Researchers		Agricultural Extension Agents		df
	Chi-Square	P Value	Chi-Square	P Value	
Age	6.17	0.19	1.92	0.75	4
Sex	0.76	0.68	2.41	0.30	2
Qualifications	4.47	0.35	4.89	0.30	4
Specialism	22.10	0.02	9.00	0.70	12

Source: research data.

The Most Important Obstacles to Use the ICT

The results of the analysis showed that lack of communication networks between farmers and extension workers ranked first among the obstacles to using ICT, with a frequency of 56%, followed in second place by “poor Internet speed, lack of necessary infrastructure, and Weak financial capabilities to provide the devices and means necessary to use ICT, with a frequency of 54% for each of them. In third place was blocking some agricultural sites, and if they exist, most of them are not credible, and in the last place was unavailability of electricity,” with a frequency of only 10% (Table 13).

Table 13. The most important obstacles to the use of ICT

No.	Obstacle	Frequency	Rank
1	Lack of communication networks between farmers and extension workers	56%	1
2	Weak internet speed	54%	2
3	Lack of necessary infrastructure	54%	2
4	Weak financial capabilities for providing means necessary to use ICT	54%	2
5	Blocking some agricultural websites, and if they exist, most of them are not credible	4%	3
6	Lack of professional trainers in the field of ICT	28%	4
7	Lack of specialized training courses on ICT for workers in the agricultural field	28%	4
8	Lack of awareness of the use and misuse of social media	16%	5
9	Lack of electricity	10%	6

Source: research data.

The Most Important Procedures to Overcome Obstacles to The Use of ICT

An analysis of the study's data showed that “making websites available for free, especially in the field of research and scientific articles,” ranked first among procedures to overcome obstacles to the use of

ICT, with a frequency of 30%. It was followed in second place by “improving the Internet service and provide it free of charge for scientific research services,” with a frequency of 27%. The procedure to “provide advanced and specialized means of communication” came in fifth and last place, with a frequency of 18%, (Table 14).

Table 14. The most important procedures to overcome obstacles for using ICT

No.	Procedure	%	Rank
1	Making websites available for free, especially in the field of research and scientific articles	30	1
2	Improving the Internet network service and providing it free of charge for scientific research services	27	2
3	Connecting research centers with stakeholders and Extension agents for diffusing research results in an easier and more reliable way	24	3
4	Develop specialized Arab programmes for improving the capacity of researchers	20	4
5	Providing advanced and specialized means of communication	18	5

Source: research data.

Conclusions

The most important findings of this study are:

- The level of capability of Arab agricultural researchers and extension workers to use ICT well is much better than their actual use of it.
- The lack of actual use of ICT indicates that there are limitations that must be identified and worked on to overcome.
- The degree to which both researchers and agricultural extension workers depend on ICT to transfer agricultural technologies is very limited, although the performance of agricultural extension workers is better than researchers.
- The personal characteristics and academic qualifications of researchers and extension workers had no role in the difference in the capability or the actual use of ICT, except for the university specialization of extension workers, which was significantly associated with the capability of using ICT.
- The most important determinants of the use of ICT are the lack of communication networks between farmers and extension workers, poor Internet speed, lack of the necessary infrastructure, and weak financial capabilities to provide the devices and means necessary to use ICT.

Recommendations

- Equip the agricultural extension working centers with computers and internet source.
- Providing specialized trainers in the field of ICT and conducting training courses for agricultural extension workers in the field of using ICT in extension units and various agricultural extension centers.
- Teaching ICT in extension work for university and agricultural institute students.
- Creating a special section for modern extension methods within the Agricultural Extension Directorate and equipping it with all modern technological means.
- Identify the problems and obstacles that agricultural extension workers suffer from in the field of using ICT and work to address them.

References

- Ahsan, M. B.; Leifeng, G.; Azam, F. M. S.; Xu, B.; Rayhan, S. J.; Kaium, A. and Wensheng, W. 2023. Barriers, Challenges, and Requirements for ICT Usage among Sub-Assistant Agricultural Officers in Bangladesh: Toward Sustainability in Agriculture. *Sustainability* 2023, 15 (1), 782.
- Abdel Wahed, Mansour Ahmed. 2015. Agricultural extension workers use ICT in extension work in Sohag Governorate. *Jordanian Journal of Agricultural Sciences*, Volume (11), Issue (2).
- Albert, C.O. and Onwubuya, E. A. 2013. ICT Application in Agricultural Extension Delivery in Rivers State: The Prospect. *Agriculture-Science and Practice Issue: Vol. 87 No. 3-4*.
- Agwu, A. E; Uche-Mba; U. C. and Akinagbe, O. M. 2008. Use of Information Communication Technologies (ICTs) among Researchers, Extension Workers and Farmers in Abia and Enugu States: Implications for a National Agricultural Extension Policy on ICTs. *Journal of Agricultural Extension*, Vol. 12 (1). DOI: 10.4314/jae.v12i1.47025.
- Al-Holo, Alaa, Abdullah, Mohammad, Salloum, Afraa. 2020. The situation and prospects of using information and communications technology in extension work in the central region of the Syrian Arab Republic. Unpublished Ph.D. thesis, Department of Agricultural Economics, Faculty of Agriculture, Damascus University.
- Al-Shafai, Abdl Aliem and Hosien, Ali Hajras. 2013. The capability of agricultural Extension workers of using ICT in Extension work in some governorates of Central Delta. *Agricultural Extension and Rural Development Research Institute, Agricultural Research Centre*.
- Al-Jamal, Muhammad Farouk and Abdel-Rahiem, Marwa. 2015. Electronic agricultural extension applications in the Arab Republic of Egypt. slide share website: www.slideshare.net/drfarou.

- Gad Moamer Gaber and Shair Samar Gamal. 2021. The Use of Information and Communication Technology (ICT) by Extension Agents in Agricultural Extension Work in Menoufia Governorate. 10.21608/ASEJAIQJSAE.2021.213431.
- Greenidge, C. B. 2003. ICTs and the rural sector in ACP State: Mirage or Marriage? Address delivered at the CTA's ICT observatory U.S.A.
- Goldman, S. 2004. ICT for Agricultural Research Management. The Hague International service for National Agricultural Research.
- Hamdi, Rafi'; and Al-Jamal, Muhammad Farouk. 2011. The impact of the use of information technology on the performance of agricultural media professionals Agricultural Extension and Rural Development Research Institute, Agricultural Research Center, Kenana Portal website, <http://kenanaonline.Com/users/AgriculturalInformation>. (Retrieved: 21/04/2024)
- Islam, M. S.; Haque, M. E.; Afrad, M. S. I.; Abdullah, H. M. and Hoque, M. Z. 2017. Utilization of ICTs in Agricultural Extension Services of Bangladesh". Asian Journal of Agricultural Extension, Economics and Sociology, 16(1): 1-11.
- Makki, Tharwat, 2010. Modern means of communication and cultural communication Radio Art Magazine, Issue (198), Cairo. p. 200.
- Khamoushi, S. and Gupta, J. 2014. Factors encouraging ICT usage by agricultural extension scientists in north India. Academic Journal, Vol. 6(4), pp. 132-137.
- Maximo, T. and Von Braun, J. 2006. Information and Communication Technologies for Development and Poverty Reduction: The Potential of Telecommunications. Johns Hopkins University Press, New York.
- Meera, M. 2004. Introduction to ICT and its issues". Comstock Publication Association, England.
- Michiels, S. and Van Crowder, L. 2001. Discovering the Magic Box Local Appropriation of Information and Communication Technologies (ICTs) FAO, Rome. http://www.fao.org/sd/2001/KN060_2a_en.htm
- Mustapha, S.; Man, N.; Shah, J.A.; Kamarulzaman, N. H.; Tafida, A. A. 2022. Factors influencing the adoption of ICT'S in extension service delivery among the extension agents in North-East, Nigeria. Sarhad Journal of Agriculture, 38(1): 149-159.
- Mugwisi,T; Mostert, J. and Ocholla, D. N. 2014. Access to and Utilization of Information and Communication Technologies by Agricultural Researchers and Extension Workers in Zimbabwe. Pages 67-84. Published online: 13 Feb 2014, <https://doi.org/10.1080/02681102.2013.874317>.
- Mueller, R. A. 2000. E-Agriculture: A definition and profile of its Application. Goldman Sachs New Jersey.

- Owolabi, A. O. and Yekinni, O. T. 2022. Utilization of information and communication technologies for agricultural extension service delivery in public and non-public organizations in southwestern Nigeria. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e10676>. (Retrieved 15/03/2024).
- Rockwood, F. 2001. ICT and its Profit. Second Edition: Houghton Press New York.
- Rahman, A. M. A. and Bashir, H. E. E. 2021. Use of ICT in agricultural extension services, Gedarif State, Sudan. IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. 458 012029. doi: 10.1088/1755-13/15/458/1/012029.
- Saliem, Najm al-Din Abdullah; and Al-Harbawi, Tariq Muhammad Saleh. 2012. Fields of using mobile phones in agricultural extension work in Nineveh Governorate from the perspective of those working in it. Tikrit University Journal of Agricultural Sciences, Volume (12), Issue (3) University of Mosul, Faculty of Agriculture and Forestry.
- Sadaqa, Amjad Muhammad Masoud. 2008. The situation and prospects of developing the use of modern agricultural extension methods in Palestine. a study prepared for obtaining a master's degree in sustainable rural development, Al-Quds University, Palestine.
- The Academy for Educational Development and Win Rock International. 2003. Future directions in agriculture and information and communication technology (ICTs) at USAID. Version 4.
- Uahomo, C. E. 2022. ICT Use in Agricultural Extension Service Delivery: A Case Study of the Edo State Agricultural Development Program (ESADP), Benin-City, Edo State, Nigeria. Unpublished MSc. Dissertation, Agricultural Extension and Rural Resource Management, School of Agricultural, Earth and Environmental Sciences, College of Agriculture, Engineering and Science, University of KwaZulu-Natal.

N° Ref: 1164



Volume 18 (1), June, 2025

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