مجلة جامعة حمص

سلسلة العلوم الزراعية والتقانة الحيوية

مجلة علمية محكمة دورية

المجلد 48 . العدد 8

1448 هـ - 2026 م

الأستاذ الدكتور طارق حسام الدين رئيس جامعة حمص **المدير المسؤول عن المجلة**

أ. د. وليد حمادة	**رئيس تحرير مجلة جامعة حمص للعلوم الإنسانية**
د.نعيمة عجيب	**رئيس تحرير مجلة جامعة حمص للعلوم الطبية والهندسية والأساسية والتطبيقية**

د.محمد فراس رمضان	عضو هيئة التحرير
د. مضر سعود	عضو هيئة التحرير
د. ممدوح عبارة	عضو هيئة التحرير
د. موفق تلاوي	عضو هيئة التحرير
د. طلال رزوق	عضو هيئة التحرير
د. أحمد الجاعور	عضو هيئة التحرير
د. الياس خلف	عضو هيئة التحرير
د. روعة الفقس	عضو هيئة التحرير
د. محمد الجاسم	عضو هيئة التحرير
د. خليل الحسن	عضو هيئة التحرير
د. هيثم حسن	عضو هيئة التحرير
د. أحمد حاج موسى	عضو هيئة التحرير

تهدف المجلة إلى نشر البحوث العلمية الأصيلة، ويمكن للراغبين في طلبها الاتصال بالعنوان التالي:

رئيس تحرير مجلة جامعة حمص

سورية . حمص . جامعة حمص . الإدارة المركزية . ص . ب (77)

. هاتف / فاكس : 2138071 31 963 ++

. موقع الإنترنت : www.homs-univ.edu.sy

. البريد الالكتروني : journal.homs-univ.edu.sy

ISSN: 1022-467X

شروط النشر في مجلة جامعة حمص

الأوراق المطلوبة:

- 2 نسخة ورقية من البحث بدون اسم الباحث / الكلية / الجامعة) + CD / word من البحث منسق حسب شروط المجلة.
- طابع بحث علمي + طابع نقابة معلمين.
- **اذا كان الباحث طالب دراسات عليا:**

يجب إرفاق قرار تسجيل الدكتوراه / ماجستير + كتاب من الدكتور المشرف بموافقته على النشر في المجلة.

- **اذا كان الباحث عضو هيئة تدريسية:**

يجب إرفاق قرار المجلس المختص بإنجاز البحث أو قرار قسم بالموافقة على اعتماده حسب الحال.

- **اذا كان الباحث عضو هيئة تدريسية من خارج جامعة البعث :**

يجب إحضار كتاب من عمادة كليته تثبت أنه عضو بالهيئة التدريسية و على رأس عمله حتى تاريخه.

- **اذا كان الباحث عضواً في الهيئة الفنية :**

يجب إرفاق كتاب يحدد فيه مكان و زمان إجراء البحث ، وما يثبت صفته وأنه على رأس عمله.

- **يتم ترتيب البحث على النحو الآتي بالنسبة لكليات (العلوم الطبية والهندسية والأساسية والتطبيقية):**

عنوان البحث . . ملخص عربي و إنكليزي (كلمات مفتاحية في نهاية الملخصين).

1- مقدمة

2- هدف البحث

3- مواد وطرق البحث

4- النتائج ومناقشتها .

5- الاستنتاجات والتوصيات .

6- المراجع.

- **يتم ترتيب البحث على النحو الآتي بالنسبة لكليات (الآداب – الاقتصاد– التربية – الحقوق – السياحة – التربية الموسيقية وجميع العلوم الإنسانية):**
- عنوان البحث . . ملخص عربي و إنكليزي (كلمات مفتاحية في نهاية الملخصين).

1. مقدمة.
2. مشكلة البحث وأهميته والجديد فيه.
3. أهداف البحث و أسئلته.
4. فرضيات البحث و حدوده.
5. مصطلحات البحث و تعريفاته الإجرائية.
6. الإطار النظري و الدراسات السابقة.
7. منهج البحث و إجراءاته.
8. عرض البحث و المناقشة والتحليل
9. نتائج البحث.
10. مقترحات البحث إن وجدت.
11. قائمة المصادر والمراجع.

7- يجب اعتماد الإعدادات الآتية أثناء طباعة البحث على الكمبيوتر:

أ- قياس الورق 17.5×25 B5.

ب- هوامش الصفحة: أعلى 2.54- أسفل 2.54 – يمين 2.5- يسار 2.5 سم

ت- رأس الصفحة 1.6 / تذييل الصفحة 1.8

ث- نوع الخط وقياسه: العنوان . Monotype Koufi قياس 20

ـ كتابة النص Simplified Arabic قياس 13 عادي ـ العناوين الفرعية Simplified Arabic قياس 13 عريض.

ج . يجب مراعاة أن يكون قياس الصور والجداول المدرجة في البحث لا يتعدى 12سم.

8- في حال عدم إجراء البحث وفقاً لما ورد أعلاه من إشارات فإن البحث سيهمل ولا يرد البحث إلى صاحبه.

9- تقديم أي بحث للنشر في المجلة يدل ضمناً على عدم نشره في أي مكان آخر، وفي حال قبول البحث للنشر في مجلة جامعة البعث يجب عدم نشره في أي مجلة أخرى.

10- الناشر غير مسؤول عن محتوى ما ينشر من مادة الموضوعات التي تنشر في المجلة

11- تكتب المراجع ضمن النص على الشكل التالي: [1] ثم رقم الصفحة ويفضل استخدام التهميش الإلكتروني المعمول به في نظام وورد WORD حيث يشير الرقم إلى رقم المرجع الوارد في قائمة المراجع.

تكتب جميع المراجع باللغة الانكليزية (الأحرف الرومانية) وفق التالي:

آ . إذا كان المرجع أجنبياً:

الكنية بالأحرف الكبيرة ـ الحرف الأول من الاسم تتبعه فاصلة ـ سنة النشر ـ وتتبعها معترضة (–) عنوان الكتاب ويوضع تحته خط وتتبعه نقطة ـ دار النشر وتتبعها فاصلة ـ الطبعة (ثانية . ثالثة) . بلد النشر وتتبعها فاصلة . عدد صفحات الكتاب وتتبعها نقطة.

وفيما يلي مثال على ذلك:

–MAVRODEANUS, R1986– **Flame Spectroscopy**. Willy, New York, 373p.

ب . إذا كان المرجع بحثاً منشوراً في مجلة باللغة الأجنبية:

ـــ بعد الكنية والاسم وسنة النشر يضاف عنوان البحث وتتبعه فاصلة، اسم المجلد ويوضع تحته خط وتتبعه فاصلة ـــ المجلد والعدد (كتابة مختزلة) وبعدها فاصلة ـــ أرقام الصفحات الخاصة بالبحث ضمن المجلة.

مثال على ذلك:

BUSSE,E 1980 Organic Brain Diseases **Clinical Psychiatry News** , Vol. 4. 20 – 60

ج. إذا كان المرجع أو البحث منشوراً باللغة العربية فيجب تحويله إلى اللغة الإنكليزية و التقيد بالبنود (أ و ب) ويكتب في نهاية المراجع العربية: (المراجع In Arabic)

رسوم النشر في مجلة جامعة حمص

1. **دفع رسم نشر (50000) ل.س أربعون ألف ليرة سورية عن كل بحث لكل باحث يريد نشره في مجلة جامعة البعث.**
2. **دفع رسم نشر (200000) ل.س مئة الف ليرة سورية عن كل بحث للباحثين من الجامعة الخاصة والافتراضية .**
3. **دفع رسم نشر (200) مئتا دولار أمريكي فقط للباحثين من خارج القطر العربي السوري .**
4. **دفع مبلغ (15000) ل.س ستة آلاف ليرة سورية رسم موافقة على النشر من كافة الباحثين.**

المحتوى

اسم البحث	اسم الباحث	الصفحة
دراسة تأثير مستخلصات القرفة والزعتر البري وقشور الرمان في تثبيط نمو البكتريا الممرضة	د.ناريمان نعمة	32-11
دراسة التكامل بين التسميد الكيميائي وخل الخشب في تحسين نمو وإنتاجية محصول البطاطا *Solanum tuberosum* L.	د. روعة البيلي + د. فؤاد وسوف + د. أسامة العبد الله + د. نوفل الرضوان + د. بسام البستاني	58-33
أثر التحديات متعددة الأبعاد على استدامة الزراعة الأسرية: دراسة تحليلية باستخدام نموذج المعادلات الهيكلية(SEM)	د.يسرى حسن	84-59
دراسة تأثير الري الناقص والتسميد الآزوتي في بعض المؤشرات الإنتاجية لنبات الذرة الصفراء وتحديد العامل الأكثر تأثيراً بالإنتاجية باستخدام أسلوب تحليل المسار	م. جوليانا حسن أ.د. أحمد الجردي د. أيمن حجازي	109-85

دراسة تأثير مستخلصات القرفة والزعتر البري وقشور الرمان في تثبيط نمو البكتريا الممرضة

د. ناريمان نعمة

الملخص

تم في هذا البحث دراسة تأثير تراكيز مختلفة (50- 75- 100 %) من المستخلص الإيتانولي والأسيتوني لنباتات القرفة والزعتر البري وقشور الرمان في نمو البكتريا الممرضة *Escherichia coli*، *Listeria*، *Salmonella*، *Staphylococcus*.

حقق التركيز 75% للمستخلصات النباتية المستخدمة فعالية تثبيطية عالية ضد نمو البكتريا المدروسة، فقد كان للمستخلص الإيثانولي لنبات القرفة عند التركيز 75% فعالية عالية ضد *E.coli*، قاومت جميع بكتريا الإختبار زيادة التركيز إلى 100% باستثناء *Staphylococcus*. أما المستخلص الأسيتوني 75% فقد أثر بشكل كبير في *Salmonella*، وبلغ قطر منطقة التثبيط 3 سم. كما أثبت كل من المستخلص الإيثانولي والأسيتوني للزعتر البري عند التركيز 75% فعاليته ضد *E.coli* بأقطار 2.6 و3.4 سم على التوالي، ومع زيادة تركيز المستخلص الأسيتوني أظهرت *Listeria* حساسية واضحة. كذلك أثر المستخلص الإيثانولي لقشور الرمان تركيز 75% بشكل واضح في *E.coli*. وأبدت *Staphylococcus* حساسية عالية عند استخدام المستخلص الأسيتوني 75% بقطر 2.8 سم، تلتها *E.coli* و*Salmonella*.

الكلمات المفتاحية: الفعالية التثبيطية، *Salmonella* ، *Staphylococcus* ، المستخلصات النباتية.

Studying the effect of cinnamon, wild thyme, and pomegranate peel extracts in inhibiting the growth of pathogenic bacteria

Abstract:

In this paper the effect of different concentrations (50-75-100%) of ethanol and acetone extracts of cinnamon, wild thyme and pomegranate peels was studied on the growth of pathogenic bacteria *Escherichia coli, Listeria, Salmonella and Staphylococcus*.

The concentration of 75% of the plant extracts used achieved a high inhibition activity against the growth of the studied bacteria, the ethanol extract of cinnamon plant at a concentration of 75% had a high activity against *E. coli*, all the test bacteria resisted the increase in concentration to 100% except for *Staphylococcus*. As for the 75% acetone extract, it had a significant effect on *Salmonella*, and the diameter of the inhibition zone was 3 cm. The ethanol and acetone extracts of wild thyme at a concentration of 75% proved effective against *E. coli* with diameters of 2.6 and 3.4 cm, respectively. With an increase in the concentration of the acetone extract, Listeria showed clear sensitivity. Also, the ethanol extract of pomegranate peels at a concentration of 75% had a significant effect on *E. coli*. *Staphylococcus* showed high sensitivity when using acetone extract 75% with a diameter of 2.8 cm, followed by *E. coli* and *Salmonella*.

Keywords: inhibitory activity, cinnamon, plant extracts.

1. المقدمة:

توجد العديد من المركبات الكيميائية الدوائية المضادة للأحياء المجهرية، ولكن الكثير من هذه المركبات له آثار جانبية على صحة الإنسان كالحساسية والتسمم، فضلاً على أن الاستعمال الكثيف والطويل لهذه الأدوية الصناعية أفقدها فعاليتها وأدى إلى اكتساب المكروبات المسببة للأمراض مناعة بسبب تكوينها لطفرات ضدها [2,1]. لذلك اتجه الإنسان إلى استخدام بدائل عن هذه الأدوية لتفادي تأثيرها الضار على صحته، وازداد الاهتمام في العقدين الأخيرين بالمستخلصات النباتية لأنها تمتلك فعالية مضادة للعديد من الممرضات وتتميز بسرعة تحللها [3].

أكدت الدراسات المرجعية أن للنباتات الطبية العديد من التطبيقات العلاجية ضد أمراض عديدة سببها إما البكتريا أو الأعفان أو الفيروسات [4] .

ينتمي نبات القرفة Cinnamomum verum للعائلة الغارية، ويعد من مجموعة التوابل شائعة الاستخدام عالمياً وذلك لإعطائه النكهة المميزة للمنتج، بالإضافة لقدرته التثبيطية ضد الأحياء الدقيقة. وجد الباحثون أن مادة سينناميك الديهايد الزيتية هي مركب النكهة الرئيسة في القرفة وهي أقوى المواد الطبية [5]، ويلعب هذا النبات دوراً كمضاد للفطريات ومضاد أكسدة ومضاد للالتهابات. أثبت المستخلص الكحولي للقرفة فعالية عالية ضد الـ *Staphylococcus*، يعود ذلك إلى كمية المواد الفعالة في المستخلص مقارنةً مع غيره من المستخلصات الأخرى (المائي والأسيتوني)، حيث أنه للتانينات والمركبات الفينولية فعالية عالية ضد الأحياء المجهرية [6].

إن نبات الزعتر البري هو نبات عشبي معمر ينتمي إلى العائلة الشفوية Lamiaceae، يستعمل طبياً في علاج الأمراض التنفسية والإسهال والالتهاب المعوي المزمن وفقدان الشهية [7]. ويمتلك فعالية مضادة للطفيليات والفيروسات وله تأثير على أنواع مختلفة من البكتريا

والفطريات المنتجة للسموم، ترجع القدرة التثبيطية لزيت الزعتر البري الطيار إلى المواد الفينولية التي يعزى إليها المفعول الطبي، إضافةً إلى الراتنجات والفلافونات [9,8].

تحتوي الأجزاء المختلفة للنبات على الفينولات وكرفاكرول والثايمول وزيوت أساسية مثل الفينولات سيمين ولينالول وسنيول، بالإضافة إلى التانينات والصابونيات والفلافونويدات [10].

يستعمل منقوع قشور الرمان كمضاد للسرطان والبكتيريا والفطريات وكمضاد للإسهال والقرحة المعدية، كما استعملت قشور الرمان كأدوية قابضة في حالات الإسهال والزحار الأميبي. اختلفت نتائج الدراسات التي استخدمت مسحوق قشور الرمان والمستخلصات (الإيثانول والأسيتون، الكلوروفيل) لقشور الرمان، فقد تبين أن المركبات الفعالة القابلة للذوبان في المذيبات العضوية دوراً في فعالية المستخلص ضد البكتريا المدروسة، فإن للإيثانول قدرة على اختراق الغشاء الخلوي بشكل فعال مما يتيح استخراج المركبات النشطة بسهولة من داخل الخلية [12,11].

تحتوي قشور الرمان على الأنثوسيانيدات مثل Cyanidin و Delphinidin، وتعتبر المكون الكيميائي الأساسي للب هذا النبات وقشوره وهو المادة الطبيعية المضادة للأكسدة الفعالة الموجودة في بقايا الثمار إضافة إلى القلويدات والجليكوزيدات [13]

نظراً لأهمية مركبات الأيض الثانوية التي تنتجها النباتات الطبية، ولدورها الكبير في مقاومة العديد من البكتريا الممرضة دون ترك أي آثار جانبية كتلك الناجمة عن استعمال العقاقير الكيميائية، بالإضافة إلى أن استخدامها أو استخدام مخلفاتها أمن وغير مكلف، لذلك هدف هذا البحث إلى دراسة الأثر التثبيطي للمستخلصات الإيثانولية والأسيتونية لنباتات الزعتر البري والقرفة وقشور الرمان في بعض الأجناس البكتيرية الممرضة *Escherichia coli*، *Listeria*، *Salmonella*، *Staphylococcus*، والتي قد تساهم في إيجاد بدائل للمواد المثبطة للأحياء المجهرية والتي قد أصبحت مقاومة لها بفعل الاستخدام الواسع للمضادات الحيوية.

2. المواد وطرائق العمل

أ) العينات النباتية:

شملت الدراسة نباتات القرفة والزعتر البري والرمان، إذ تم استخدام القلف بالنسبة لنبات القرفة وأوراق الزعتر البري وقشور الرمان، وقد تم الحصول عليها جافة من السوق المحلية في محافظة حمص ونقلت إلى المختبر، تم طحنها بواسطة مطحنة كهربائية مخبرية للحصول على مسحوق، وحفظت بعدها في أكياس بولي إثيلين في البراد لحين الاستخدام.

ب) تحضير المستخلصات النباتية:

استخدم الإيثانول والأسيتون بتركيز 70%

حضرت المستخلصات (الإيتانولي، الأسيتوني) النباتية بتراكيز (50%،75%،100%) وفق الطريقة المتبعة [14] بأخذ وزن 50 غ من المسحوق النباتي في دورق عاتم سعة 250 مل، أضيف 50 مل من المذيب (نحصل على المحلول الأساسي 100%) ومنه حضرت التراكيز (50%، 75%) باستخدام قانون التخفيف. غطيت الدوارق بورق السولوفان ووضعت في خزانة مظلمة لمدة 15 يوم، تم التخلص من المواد الصلبة بترشيح المستخلصات النباتية باستخدام ورق الترشيح نوع Whatman No 1، ثم أخذ الراشح إلى المبخر الدوراني من أجل تبخير المذيب والحصول على مسحوق، أخذ 0.5 غ من المسحوق وأضيف إلى 5 مل من محلول التمديد دي ميتيل سيلفوكسيد DMSO، وضع في زجاجات نظيفة ومعقمة وحفظ في البراد لحين الاستعمال.

ج) الكشف النوعي لأهم المكونات الكيميائية للمستخلصات الخام المدروسة:

تم الكشف عن الأحماض الدهنية، التربينات، الفينولات التانينات، الفلافونيدات في الزعتر، وعن الغلايكوزيدات، القلويدات، التانينات، الراتنجات، الصابونين، الفلافونات، الفينولات في القرفة، وعن التانينات، القلويدات، الستيرولات، الفلافونيدات، الغلايكوزيدات، الصابونين، التربينات في قشور الرمان نذكر بعضها [15]

كشف الفلافونيدات: حيث يتم بإضافة 1 مل من الكاشف هيدروكسيد البوتاسيوم الكحولي إلى 1 مل من المستخلص، فإذا تكون راسب أصفر كان دلالة على وجود الفلافونيدات.

كشف التانينات: حيث يتم بإضافة 1 مل من خلات الرصاص المائية (1%) إلى 1 مل من المستخلص، وعند تكون راسب أبيض تعتبر النتيجة موجبة (وجود التانينات).

كشف الفينولات: يتم بإضافة (1-2) قطرة من محمول كوريد الحديد (FeCl3 1%)، وعند ظهور اللون الأزرق أو الأخضر تعتبر النتيجة موجبة (وجود الفينولات).

بكتريا الاختبار:

تم الحصول على البكتريا الممرضة من مخبر علوم الأغذية في كلية الزراعة، جامعة حمص. جرى تنشيط البكتريا من خلال زراعتها على أوساط انتخابية أو تفريقية وفق الجدول 1، تم التحضين عند درجة حرارة 37°م لمدة 48 ساعة لجميع بكتريا الاختبار تم تنقية المستعمرات النامية ودرست بعض الخصائص المزرعية والمجهرية للتأكد من هويتها.

جدول (1). الأوساط المغذية المستخدمة لتنمية بكتريا الاختبار.

البكتريا	الوسط المغذي المستخدم
Listeria	Listeria identification agar
Salmonella	Salmonella shigella agar
E.coli	Macconkey agar
Staphylococcus	Mannitol Salt agar

هـ) دراسة الفعالية التثبيطية للمستخلصات النباتية ضد بكتريا الاختبار:

استخدمت طريقة الانتشار بالحفر (Well diffusion) بحسب المرجع [16]، فقد تم زرع بكتريا الاختبار بطريقة التخطيط على الأوساط المغذية المناسبة بمعدل مكررين لكل عزلة، وباستخدام ثاقب الفلين (قطر 5 ملم) أنشأت حفرة في وسط كل طبق، وضع فيها 50 ميكروليتر من المستخلص النباتي (الأسيتوني، الإيتانولي) بالتراكيز المختلفة (50، 75، 100%) لكل نوع على حدا، تركت الأطباق لمدة نصف ساعة ثم حضنت عند الدرجة 37°م لمدة 48 ساعة، سجلت النتائج بقياس قطر منطقة التثبيط بواسطة المسطرة المدرجة.

3. النتائج والمناقشة

نتائج الكشف النوعي عن أهم المكونات الكيميائية

يبين الجدول التالي نتائج الكشف النوعي لأهم المكونات الكيميائية في **القرفة**، إن احتواء المستخلص الخام للقرفة على الغلايكوزيدات والفينولات والتانينات والراتنجات والقلويدات والصابونين والفلافونات يجعله يمتلك فعالية تثبيطية عالية ضد العديد من البكتريا الممرضة.

الجدول (2) نتائج الكشف النوعي لأهم المكونات الكيميائية في **القرفة**

تسلسل	المجاميع الفعالة	نوع الكاشف	نتيجة الكشف
1	الغلايكوزيدات	فهلنغ	راسب أحمر +
2	الفينولات	كلوريد الحديديك	اللون الأخضر المزرق +
3	التانينات	خلات الرصاص	راسب أبيض +
4	الراتنجات	الإيثانول 95% مع حمض كلور الماء 4%	ظهور عكارة +
5	القلويدات	كاشف ماير	راسب أبيض +
6	الصابونين	عملية رج	ظهور رغوة +

7	الفلافونيدات	الإيثانول 95%	راسب أصفر +

كما يبين الجدول (3) نتائج الكشف النوعي لأهم المكونات الكيميائية في **الزعتر**، حيث تشير الإشارة + إلى أن الاختبار موجب بنسبة قليلة، والإشارة ++ إلى أن الاختبار موجب بنسبة متوسطة.

الجدول (3) نتائج الكشف النوعي لأهم المكونات الكيميائية في **الزعتر**

المجاميع الفعالة	النتيجة
الفينولات	+
التانينات	+
التربينات	++
الأحماض الدهنية	++

بينما يبين الجدول (4) نتائج الكشف النوعي لأهم المكونات الكيميائية في **قشور الرمان**، الذي يوضح احتواء المستخلص على الفينولات والتانينات والقلويدات والصابونين والفلافونيدات والتي تعد مواد مثبطة لنمو البكتريا، إذ تعمل التانينات والقلويدات على تثبيط البكتريا المعزولة من إصابات مرضية من أماكن متعددة من الجسم [17].

الجدول (4) نتائج الكشف النوعي لأهم المكونات الكيميائية في **قشور الرمان**

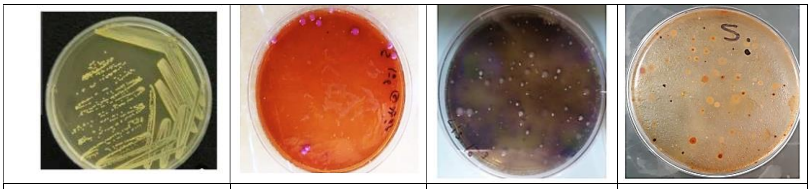
المجاميع الفعالة	النتيجة
الفينولات	+
الغلايكوزيدات	–
التانينات	+
القلويدات	+
الصابونين	+
الفلافونيدات	+

الستيرويدات	–

ترجع فعالية الأعشاب الطبية إلى احتوائها على المكونات الفعالة والتي استخدمها العديد من الباحثين بعد استخلاصها وتنقيتها في المجال الطبي والعلاجي ضد العديد من الأحياء المجهرية الممرضة

بكتريا الاختبار:

يبين الشكل (1) أطباق بتري تحتوي على مزارع نقية لبكتريا الاختبار المدروسة، حيث ظهرت مستعمرات السالمونيلا على الوسط Salmonella shigella Agar شفافة بمركز عاتم، ومستعمرات رمادية زيتية لامعة تتبع لل *Listeria* كما تحول لون الوسط Listeria identification agar إلى اللون الأسود نتيجة تحلل الاسكولين، وظهرت مستعمرات وردية صغيرة على Macconkey agar تتبع لل *E.coli*، ومستعمرات صفراء ذهبية على وسط Mannitol Salt agar تتبع للجنس *Staphylococcus*



الشكل (1) المزارع النقية لبكتريا الاختبار المدروسة

فعالية المستخلص الإيتانولي والأسيتوني لنبات القرفة ضد البكتريا الممرضة:

أظهرت النتائج في الجدول 2 تباين تأثير المستخلص الإيثانولي لنبات القرفة ضد جميع الأجناس البكتيرية المدروسة، لوحظ ازدياد الفعالية التثبيطية للمستخلص الإيثانولي للقرفة ضد بكتريا الاختبار عند رفع التركيز من 50 % إلى 75 %، وعند التركيز 100 % لم تتأثر بكتريا الاختبار باستثناء الـ *Staphylococcus*. كان للتركيز 75 % تأثير كبير في كل من *E.coli*، *Salmonella*، *Staphylococcus*، حيث بلغ متوسط قطر منطقة التثبيط (الهالة) 2.8، 2.5، 2.2 سم على التوالي.

كما لوحظ أيضاً ازدياد الفعالية التثبيطية للمستخلص الأسيتوني للقرفة ضد بكتريا الاختبار عند رفع التركيز من 50 % إلى 75 %، بينت النتائج أن المستخلص الأسيتوني لنبات القرفة كان أقل فعالية من المستخلص الايثانولي ضد جميع بكتريا الاختبار، باستثناء التأثير الواضح للتركيز 75% ضد الـ *Salmonella* فقد بلغ متوسط قطر الهالة 3 سم، بينما لم يكن له أي تأثير ضد الـ *Staphylococcus* والـ *E.coli* عند جميع التراكيز، في حين أظهرت الـ *Listeria*حساسية متوسطة عند جميع التراكيز.

الجدول (2) متوسط أقطار الهالات (ملم) عند استخدام تراكيز مختلفة من المستخلص الإيتانولي والأسيتوني لنبات القرفة.

المستخلص	التركيز	*Listeria*	*E.coli*	*Staphylococcus*	*Salmonella*
إيثانول	%50	-	13	-	18
	%75	13	28	22	25
	%100	-	-	24	-
أسيتون	%50	12	-	-	15
	%75	14	-	-	30
	%100	17	-	-	-

إن لقلف القرفة تأثير واضح على البكتريا يختلف بحسب نوع المستخلص والتركيز المستخدم ونوع البكتريا المدروسة، فإن وجود القلويدات في مستخلصات نبات القرفة تسبب في تثبيط نمو البكتريا بسبب تفاعلها مع DAN الخلية، كما تعمل الفلافونات على تمزيق الأغشية الخلوية عن طريق تكوين معقدات مع البروتينات الخارجية وهذا يتفق مع ما ذكره [18].

بينت الدراسات المرجعية مقاومة عالية للـ *Salmonella* عند استخدام المستخلص الإيثانولي (25%) لنبات القرفة، بينما كان له تأثير ضد الـ *E.coli* و*Staphylococcus* حيث بلغ قطر منطقة التثبيط 9.67 و15.67 ملم على التوالي، في حين اختلف تأثير المستخلص الإيثانولي للقرفة ضد الـ *E.coli* و*Staphylococcus* مع ارتفاع التركيز (50%) وتراوح قطر منطقة التثبيط ما بين 13.3 و28.3 ملم، يعود السبب إلى حمض السينناميل في القرفة الذي يمنع نمو البكتريا [19].

فعالية مستخلصات نبات الزعتر البري ضد البكتريا الممرضة:

يبين الجدول (3) عدم تأثر بكتريا الاختبار بالمستخلص الإيثانولي (50%) لنبات الزعتر البري باستثناء الـ *Salmonella* فقد بلغ قطر منطقة التثبيط 1.5 سم. وعند رفع التركيز إلى 75% ازداد الأثر التثبيطي ضد *E.coli*، *Staphylococcus*، *Salmonella* وكانت الـ *E.coli* أكثر حساسية بقطر هالة بلغ 2.6 سم، كما تأثرت البكتريا الموجبة لغرام فقط عند استخدام التركيز 100% من المستخلص الإيثانولي وبلغ قطر منطقة التثبيط 2.2 سم بالنسبة للـ *Staphylococcus*.

أما بالنسبة للمستخلص الأسيتوني للزعتر البري، فقد ازداد قطر منطقة التثبيط بالنسبة للـ *Listeria* مع ازدياد تركيز المستخلص، حيث بلغ 2 سم عند التركيز 100%. بينما أبدت الـ

E.coli حساسية عالية عند التركيز 75% وبلغ قطر منطقة التثبيط 3.4 سم. في حين لم تتأثر الـ *Staphylococcus* و *Salmonella* عند التراكيز الثلاثة للمستخلص الأسيتوني.

وجد في الدراسات أن للمستخلص الإيثانولي لنبات الزعتر البري تأثير على كل من *E.coli* و *Staphylococcus* بأقطار 10 ملم و6 ملم على التوالي [20]. كما وجد أن مستخلص الزيوت الأساسية للزعتر البري بتركيز 1000 µg أثر على *E.coli* و *Staphylococcus* وبغلت الأقطار 12 ملم و6 ملم على التوالي [21].

الجدول (3) متوسط أقطار الهالات (ملم) عند استخدام تراكيز مختلفة من المستخلص الإيثانولي والأسيتوني لنبات الزعتر البري.

المستخلص	التركيز	*Listeria*	*E.coli*	*Staphylococcus*	*Salmonella*
إيثانول	%50	-	-	-	15
	%75	-	26	18	18
	%100	12	-	22	-
أسيتون	%50	15	17	-	-
	%75	17	34	-	-
	%100	20	-	-	-

ج) فعالية المستخلص الإيثانولي والأسيتوني لقشور الرمان ضد البكتريا المدروسة:

تشير النتائج في الجدول 4 إلى تأثير مستخلصات قشور الرمان في بكتريا الاختبار، فعند استخدام المستخلص الإيثانولي لقشور الرمان (75%) بلغ أكبر متوسط لقطر الهالة 2.8 سم ضد الجنس *E.coli*، أذ تلعب التربينات دوراً كبيراً في تخريب الأغشية الخلوية للبكتريا (21) في حين لم تظهر الأجناس *Listeria*، *Salmonella* أي حساسية عند جميع التركيز الإيثانولية المستخدمة. بينما ازداد تأثر *Staphylococcus* مع زيادة تركيز المستخلص الإيثانولي لقشور الرمان إلى 100%.

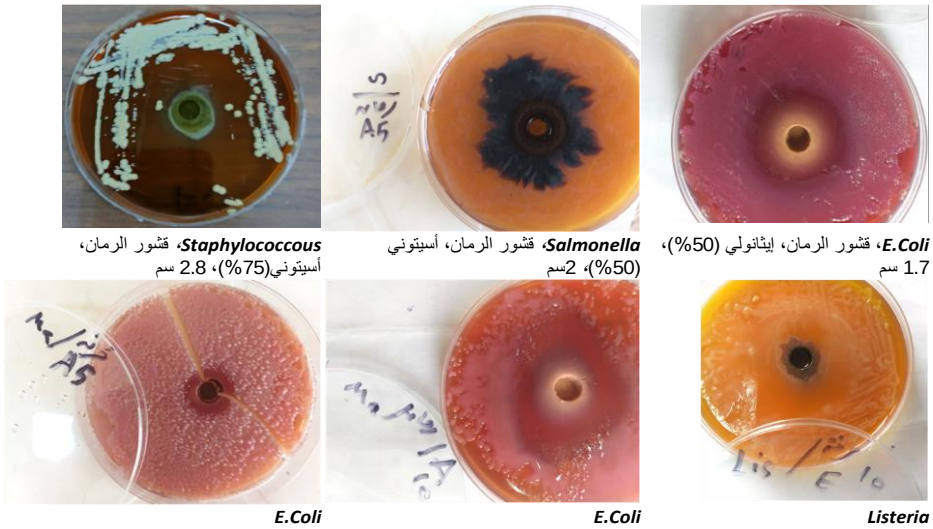
أما بالنسبة للمستخلص الأسيتوني لقشور الرمان فلم تتأثر بكتريا الاختبار باستخدام التركيز 50% للمستخلص الأسيتوني لقشور الرمان، قد يرجع السبب إلى المستخلصات النباتية ذاتها فقد تحتوي على مركبات مانعة أو مثبطة لنمو بعض الأحياء المجهرية، ولكن قسماً منها قد يفقد قدرته التثبيطية خلال عملية الاستخلاص أو التخزين [22]. وقد كانت أعلى درجة تثبيط عند استخدام التركيز 75% ضد بكتريا *Staphylococcus* حيث بلغ قطر منطقة التثبيط 2.8 سم تلتها

E.coli و *Salmonella* بقطر 18 سم. أما بالنسبة للجنس *Listeria* فقد تأثرت فقط عند استخدام المستخلص الأسيتوني بتركيز 100%. وجد في الدراسات أن استخدام تركيز 15% من المستخلص الكحولي لقشور الرمان أثر على نمو كل من *E.coli* و *Salmonella* وبلغت أقطار منطقة التثبيط 2.2-2 سم على التوالي، وكان تأثيره أكبر من المستخلص الكلوروفيلي [23].

الجدول (4) متوسط أقطار الهالات (ملم) عند استخدام تراكيز مختلفة من المستخلص الإيثانولي والأسيتوني لقشور الرمان.

المستخلص	التركيز	*Listeria*	*E.coli*	*Staphylococcus*	*Salmonella*
إيثانول	%50	-	17	18	-
	%75	-	28	18	-
	%100	-	–	20	-
أسيتون	%50	-	-	-	-
	%75	-	18	28	18
	%100	15	22	-	-

ويبين الشكل (2) صور لبعض الأطباق تُظهر الهالات حول الحفر



E.Coli، قشور الرمان، إيثانولي (50%)، 1.7 سم

Salmonella، قشور الرمان، أسيتوني (50%)، 2سم

Staphylococcous، قشور الرمان، أسيتوني(75%)، 2.8 سم

Listeria ***E.Coli*** ***E.Coli***

الشكل (2): صور لبعض الأطباق تُظهر الهالات حول الحفر.

يعزى سبب عدم تأثير بعض المستخلصات النباتية بتراكيز معينة في أنواع من الأحياء المجهرية إلى طفرات ينتج عنها مجموعة من الأنزيمات تكسب البكتريا خاصية المقاومة [24].

تعود فعالية المستخلصات النباتية للنباتات الطبية والعطرية لاحتوائها على مواد فعالة تؤثر في نمو البكتريا المسببة للأمراض، وهذه المركبات الفعالة ناتجة عن عملية التمثيل الضوئي ومنها التانينات والجلايكوسيدات والتربينات والفينولات والفلافونويدات والقلويدات وغيرها من المواد الفعالة، والتي لها تأثير على جدار الخلية البكتيرية من خلال إذابة دهون جدار الخلية والتي تؤثر في ألية عمل الغشاء الخلوي للأحياء المجهرية وبالتالي تثبط نمو الكائن المجهري [26,25].

إن ارتفاع كمية التانينات في الزعتر البري يعمل على تحفيز الخلايا البلعمية، كما أن للتانينات فعالية في تحطيم البروتينات والتراكيب الأخرى المتواجدة على جدار الخلايا البكتيرية التي تستخدمها الخلية للالتصاق، أثبتت الدراسات أن الأحماض الدهنية في الزعتر البري هي مضادات بكتيرية طبيعية [28,27].

تعمل المركبات الفينولية الموجودة في قشور الرمان على تثبيط نمو عدد كبير من الأجناس البكتيرية لأن لها دور في تخريب الأنزيمات المسؤولة عن التفاعلات الأيضية الأساسية بتداخلها غير المتخصص مع البروتينات مما يؤدي إلى مسخ البروتينات ومن ثم عدم قدرة البكتريا على النمو [29]. كما أن القطبية العالية للمذيب تسهم في سحب كمية أكبر من الفينولات من العينة النباتية وتزيد من كفاءة المستخلص في تثبيط البكتريا الممرضة [30].

إن الفعالية التثبيطية للبكتريا تعود إلى نوع المستخلص واحتوائه على مركبات الفلافونات وهي مواد مضادة للأكسدة، لذلك أظهرت النتائج تبايناً في تأثير مستخلصات القرفة في عزلات البكتريا المختبرة، وإن اختلاف قطبية المذيب المستخدم أدت إلى الاختلاف بالمحتوى من المجاميع الفعالة. مما يؤكد أن اختلاف فعالية المستخلصات النباتية ضد الأحياء الدقيقة يعتمد على نوع النبات والكائن الحي الدقيق [13].

الاستنتاجات:

- ازداد تأثر بكتريا الاختبار المدروسة مع ازدياد تركيز المستخلصات الكحولية (للقرفة، الزعتر، الرمان) من 50% إلى 75%.
- ازدادت حساسية *Listeria* مع ازدياد تركيز المستخلص الأسيتوني للقرفة، وكان له تأثير كبير في *Salmonella* عند تركيز 75%، وظهر تأثير واضح للمستخلص الإيثانولي (75%) ضد *E.coli*، تلاها *Salmonella*، *Staphylococcus*.
- لم تتأثر *Salmonella* و*Staphylococcus* بالمستخلص الأسيتوني للزعتر البري عند جميع التراكيز، بعكس *E.coli* التي تأثرت بشكل كبير باستخدام التركيز 75%. كان للمستخلص الإيثانولي عند نفس التركيز تأثير واضح في *E.coli*، وفي *Staphylococcus* و*Salmonella* بنفس الدرجة.
- وعند استخدام المستخلص الأسيتوني لقشور الرمان (75%) تحسست *Staphylococcus* تلاها *E.coli* و*Salmonella*. وعند رفع التركيز إلى 100% ازداد تأثر *E.coli* و*Listeria*، في حين لم يؤثر المستخلص الإيثانولي عند جميع

التراكيز المستخدمة في *Listeria*، و*Salmonella*، وكانت أعلى درجة تثبيط للمستخلص الإيثانولي (75%) ضد *E.coli*.

- تم التوصل إلى أن المستخلص الإيثانولي لكل من القرفة والزعتر البري (75%) أثر على جميع بكتريا الاختبار المدروسة.
- أثر المستخلص الأسيتوني لقشور الرمان (75%) على جميع بكتريا الاختبار باستثناء *Listeria*.

التوصيات:

نوصي بمتابعة العمل على هذه النباتات، وتحديد التركيب الكيميائي للمواد الفعالة، ودراسة تأثير هذه المستخلصات على أنواع أخرى من البكتريا والفطريات الممرضة، ودراسة إمكانية إضافة هذه المستخلصات لحفظ المواد الغذائية أثناء التخزين.

المراجع العلمية

[1] CHAN, E.D, and ISERMAN, M.D, 2008, Multidrug-resstant and extensively drug resistant tuberculosis: A review, **Curr. Opin. Infect. Dis.**, Vol. 21. 577-595.

[2] GANDHI, N.R., MOIL, A., STURM, A.W., PAWINSKI, R., GOVENDER, T., LALLOO, U., ZELLER, K., ANDREWS, J., FRIEDLAND, G., 2006. Extensively drug resistant tuberculosis a cause of death in patients co-infected with tuberculosis and HIV in a rural area of South Africa. **Lancet**, Vol. 368. 1575-1580.

[3] NEHAL S.E., MOKHTAR M. A., 2007. Antifungal effect of powdered spices and their extracts on growth and activity of some fungi in relation to damping-off disease control. **Journal of Plant Protection Research**, Vol. 47(3) 267-278.

[4] ELl-ASTAL, Z.Y., ASHOUR, A., KERRIT, A.A.M., 2005. Antimicrobial activity of some medicinal plant extract in Palestine. **Pak J .Med. Sci.**, Vol. 21(2) 187-193.

[5] PATERSON, W. 1990. **A fountain of Gardens, Plants and Herbs from the Bible**. Edinburgh. Hardcover – September 1

[6] CHEN, S.S., LIU, J., HUANG, C.G., HSUI, Y.R., CHEN, W.J. CHANG S. T., 2009. Insecticidal activities of leaf essential oils from *Cinnamomum osmophloeum* against three mosquito species. **Bioresource Technology**, Vol. 100 (1), 457–464.

[7] LEUNG, A.Y., FOSTER, S., 1996. **Encyclopedia of Common Natural Ingredients Used in Food, Drugs, and Cosmetics**. 2nd ed. New York, USA John Wiley & Sons.

[8] ABE, S., SATO, Y., INOUE, S., ISHIBASHI, H., MARUZAMA, N., TAKIZAWA, T., OSHIMA, H. and YAMAGUCHI, H., 2003. Anti- Candida albicans activity of essential oils including Lemongrass (Cymbopogon citratus) oil and its component, **Citral. J. Nippon Ishinkin Gakkai Zasshi**., Vol. 44(4). 285-291.

[9] StAHL-BISKUP, E., SAEZ, F., 2002. **Thyme**. Taylor and Francis, London.

[10] AZAZ, A.D., IRTEM, H.A., KURKCUOGLU, M. BASER, K.H., 2004. Composition and the in vitro antimicrobial activities of the essential oils of some Thymus species. **J. Z. Naturforsch**.Vol. 59(1-2) 75-80.

[11] MAHMOUD, A., NAWWAR, M., SAHAR, A., HUSSEIN, M., MERFORT, I., 1994. NMR spectral analysis of polyphenols from Punica granatum. **Phytochemistry**, Vol. 36, 793-798.

[12] HUSSEIN, S.A.M., BARAKAT, H.H., MERFORT, I., NAWWAR, M.A.M., 1997. Tannins from the leaves of Punica granatum. **Phytochemistry**, Vol. 45 819-823.

[13] PRASHANTH, D., ASHA, MK., AMIT, A., 2001. Antibacterial activity of Punica granatum. **Fitoterapia**, Vol. 72(2) 171-173.

[14] YAZIJI, M., AL-AWAD, D., GREKOS, B., 2014. Study of the inhibitory activity of extracts of the mint plant (Mentha longifolia) against an isolate of the fungus Drechslera dematioidea. **Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Biological Sciences Series**, Vol. 73 113-124, in Arabic.

[15] EDEOGA, H.O., OKWU, D.E. MBAEBILE, B.O., 2005. Photochemical constituents of some Nigerian medicinal plants. **African. J. Biotech.** Vol. 4(7) 605- 644.

[16] NASCIMENTO, G.F.G., LOCATELLI, J., FREITAS, P.C., SILVA, G.L., 2000. Antibacterial activity of plant extracts and phytochemicals on antibiotic –resistant bacteria. **Braz. J. Microbiol.**, Vol. 31(4) 247-256.

[17] BUWA L.V., STADEN J.V., 2006. Antibacterial and antifungal activity of traditional medicinal plants used against venereal diseases in South Africa. **Journal of Ethnopharmacology**, Vol/. 103 139-142.

[18] GIESE, J. 1994. Antimicrobials assuring food safety. **Food Technology**, June, 102-110.

[19] ALI, N.A.H., AL-QAISI, M.D., AL-ZUBAIDI, L.A., 2007. Inhibitory effect of extracts of Chinese cinnamon bark on some microorganisms. **Iraqi J. Biotech.**, Vol. 6 (1) 71-78, in Araboc.

[20] ABD, H.H., 2016. Extraction and identification of active compounds in thyme (Thymus vulgaris) and study of its antibacterial activity against bacteria isolated from the urinary tract, **Al-Muthanna Journal of Agricultural Sciences**, Vol. 2 (3) 12-17, in Arabic.

[21] AL-MALIKI, A.D.M. 2006. Studying the biological activity of protein and essential oil extracts from the seeds of the thyme plant (Thymus vulgaris). **Journal of Vision Research (Scientific)**. Vol. 32 (1) 54-61, in Arabic.

[22] PAPADOPOULOU, K., MELTON, RE., LEGGETT, M., DANIELS, MJ., OSBOUM, AE., 1999. Compromised disease resistance in saponin-deficient. **Plant Biol.**, Vol. 96(22),12923-12928.

[23] HAMID, A.T, FARHAN, H.N., TURKI, A.M., 2009. Inhibitory activity of pomegranate peel extracts (Punica granatum) against pathogenic bacteria isolated from the human intestine and stomach. **Anbar University Journal of Pure Sciences**, Vol. 2(3), 52-56, in Arabic.

[24] AL-SALEH, D.S., 1990. **Microbiology**. Dar Al-Hikma. University of Baghdad. Iraq, in Arabic.

[25] EL-KAMALI, H.H., EL-AMIR M.Y., 2010. Antibacterial activity and phytochemical screening of ethanolic extracts obtained from selected Sudanese medicinal plants. **Current Research Journal of Biological Sciences**, Vol. 2, 143-146.

[26] COWAN, M.M., 1999. Plant products as antimicrobial agents. **Clinical Microbiology Review**, Vol. 12 564–582.

[27] RODRIGUES, A. C., ALENCAR, A. A., MEDEIROS, J. P., DE SOUZA, L. D. G., DE FARIAS,J. H. A., DE SOUZA, J. A., & DE OLIVEIRA FILHO, A. A. 2022 Aspectos botânicos,fitoquímicos e antimicrobianos de Thymus vulgaris: **uma breve revisão de literatura.Diversitas Journal**, Vol 7(4)

[28] AZIZ, D, TOURIYA, Z. 2022. Correlation between the chemical composition and the antimicrobial properties of seven samples of essential oils of endemic *Thymus* in Morocco against multi-resistant

bacteria and pathogenic fungi .**Saudi Pharmaceutical Journal**. Vol 30. Issue 8.

[29] GULLON, P.; ASTRAY, G.; GULLON, B.; TOMASEVIC, I. & LORENZO, J.M. 2020. Pomegranate Peel as Suitable Source of High-Added Value Bioactives: Tailored Functionalized Meat Products.
Molecules Journal, Vol 25 (2): 1-18.

[30] KASLIWAL, A. & QUADRi, F. 2016. Evaluation of ntibacterial activity of punica granatum. **Journal of Global Biosciences**. Vol 5 (1): 3534-3538.

دراسة التكامل بين التسميد الكيميائي وخل الخشب في تحسين نمو وإنتاجية محصول البطاطا *Solanum tuberosum* L.

1 د. روعة البيبلي 2 *د. فؤاد وسوف 3 د. أسامة العبد الله 4 د. نوفل الرضوان 5 د. بسام البستاني

الملخص

نفذ البحث في مركز بحوث حمص خلال الموسمين الزراعيين 2022-2023 بهدف دراسة تأثير التسميد بتراكيز مختلفة من التسميد الكيميائي NPK (0-50 و100% من التوصية السمادية) وخل الخشب (0، 3، 6%) في نمو وإنتاجية البطاطا، صممت التجربة كتجربة عاملية وفق القطاعات العشوائية الكاملة وبثلاث مكررات لكل معاملة.

بينت النتائج ان التسميد بنسبة 100% من التوصية السمادية الموصى بها من الأسمدة الكيميائية أدى إلى تفوق معنوي في زيادة (عدد الأفرع على النبات، عدد الدرنات متوسطة الحجم، عدد الدرنات كبيرة الحجم، النسبة المئوية للمادة الجافة، النسبة المئوية للنشاء). وقد بلغت (3.77 فرع/نبات، 2.66 درنة/نبات، 2.05 درنة/نبات، 18.24%، 8.12%) على الترتيب، ولم يكن بينها وبين التسميد بمعدل 50% من التوصية السمادية أي فروق معنوية تذكر. بينما حققت معاملة التسميد 50% من التوصية السمادية أعلى القيم من حيث ارتفاع النبات (55.56 سم) والإنتاجية (6.21 كغ/م^2)، وأقل قيمة لعدد الدرنات صغيرة الحجم (1.44 درنة/البنات).

أما فيما يتعلق بالتسميد بخل الخشب فقد كان له دور إيجابي في جميع الصفات المدروسة فقد أعطى التركيز 6% أعلى القيم في كل من (ارتفاع النبات، عدد الأفرع، عدد الدرنات متوسطة الحجم، عدد الدرنات كبيرة الحجم، الإنتاجية، النسبة المئوية للنشاء). وكانت على الترتيب (56.50 سم، 3.50 فرع/النبات، 2.66 درنة/النبات، 2.05 درنة/النبات، 5.97 كغ/م2، 8.04%) ولم يكن بينها وبين التركيز 3% أي فروق معنوية تذكر باستثناء صفة ارتفاع النبات. بينما انخفضت جميع القيم في معاملة الشاهد غير المسمد باستثناء عدد الدرنات صغيرة الحجم التي حققت أعلى القيم. فيما يتعلق بالتفاعل بين معاملات المدروسة كان معنوياً في كل المؤشرات

ولوحظ أن معاملة التسميد بـ 50% من التوصية مع خل الخشب بتركيز 100: 6 ساهم في زيادة معنوية واضحة لمؤشر الإنتاجية 6.89 كغ/م^2.

الكلمات المفتاحية: بطاطا، خل الخشب، أسمدة كيميائية، تسميد، إنتاجية.

---

1 3 باحث–إدارة بحوث البستنة–الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية–دمشق

2 * باحث–مركز بحوث حمص–الهيئة الهامة للبحوث العلمية الزراعية (التواصل لنشر البحث)

4.5 باحث–مركز بحوث حمص–الهيئة الهامة للبحوث العلمية الزراعية

A Study of the Integration of Chemical Fertilization and Wood Vinegar in Improving the Growth and Yield of Potatoes (*Solanum tuberosum* L.)

[1]Dr. Rawa Al–Babilie [2*]Dr. Fouad Wassouf [3] Dr. Ossama Al–Abdullah
[4] Dr. Nawfal Al–Radwan [5]Dr.Bass am albwstany

Abstract:

This research was conducted at the Homs Research Center during the 2022–2023 growing seasons to study the effect of fertilization with different concentrations of NPK chemical fertilizer (0–50% and 100% of the recommended fertilizer) and wood vinegar (0%, 3%, and 6%) on

potato growth and yield. The experiment was designed as a factorial experiment using a completely randomized block design with three replicates for each treatment. The results showed that fertilizing at 100% of the recommended amount of chemical fertilizer resulted in a significant increase in (number of branches per plant, number of medium-sized tubers, number of large-sized tubers, percentage of dry matter, and percentage of starch). These figures were (3.77 branches/plant, 2.66 tubers/plant, 2.05 tubers/plant,18.24%, and 8.12%), respectively. No significant differences were found between these figures and those of fertilizing at 50% of the recommended amount. However, the 50% fertilization treatment achieved the highest values in terms of plant height (55.56 cm) and yield (6.21 kg/m²), and the lowest value for the number of small tubers (1.44 tubers/plant). Regarding fertilization with wood vinegar, it had a positive effect on all studied traits. The 6% concentration yielded the highest values for plant height, number of branches, number of medium-sized tubers, number of large tubers, yield, and starch percentage. These values were, respectively, 56.50 cm, 3.50 branches/plant, 2.66 tubers/plant, 2.05 tubers/plant, 5.97 kg/m², and 8.04%. There were no significant differences between these values and the 3% concentration, except for plant height. In contrast, all values decreased in the unfertilized control treatment, except for the number of small tubers, which achieved the highest values. The interaction between the studied treatments was significant across all indicators. It was observed that the fertilization treatment using 50% of the recommended

amount with 100:6 wood vinegar significantly increased the yield index to 6.89 kg/m².

Keywords: potatoes, wood vinegar, chemical fertilizers, fertilization, yield.

---

1 3 Researcher – Horticulture Research Department – General Commission for Agricultural Scientific Research – Damascus
*2 Researcher – Homs Research Center – General Commission for Agricultural Scientific Research (Contact for research publication)
4,5 Researcher – Homs Research Center – General Commission for Agricultural Scientific Research

مقدمة:

تُعد البطاطا (*Solanum tuberosum* L.) ثالث أهم محصول غذائي في العالم بعد الأرز والقمح، إذ تلعب دوراً محورياً في الأمن الغذائي العالمي بفضل إنتاجها الكبير وقيمتها الغذائية العالية [18] فهي مصدر رئيسي للنشا عالي الجودة، والبروتينات، والألياف الغذائية، إضافة إلى الفيتامينات (B1، B6، C، E) والمعادن مثل البوتاسيوم والمغنيسيوم والحديد والزنك، فضلاً عن المركبات الفعالة بيولوجياً كالأنثوسيانينات والفلافونويدات [25].

وفي سورية، تُعد البطاطا ثاني أهم محصول خضري بعد البندورة، وتلعب دوراً أساسياً في الأمن الغذائي والمعيشة الريفية، وقد بلغ إنتاج البطاطا عام 2023 حوالي 619,568 طن وفق بيانات منظمة الأغذية والزراعة [9] ونبات البطاطا نبات حولي من الفصيلة الباذنجانية، ويتميز بساق قائمة، أوراق مركبة، وأزهار بيضاء أو بنفسجية، هذا وتجود زراعته في التربة الرملية الخفيفة

أو المزيجية، جيدة الصرف والغنية بالمادة العضوية ويحتاج لمناخ معتدل ومائل للبرودة، يزرع درنياً لإنتاج درنات نشوية تحت الأرض والتي تعد مصدراً غنياً بالكربوهيدرات (النشا) لتوفير الطاقة، وتحتوي على فيتامينC، والبوتاسيوم، وفيتامين B6 وتكمن قيمتها الاقتصادية في كونها غذاء أساسياً، مادة خام للصناعات الغذائية، ومصدراً للتصدير مما يجعل زراعة البطاطا مربحة اقتصادياً رغم أن السياسات الزراعية الحالية لا تدعم المنتجين بشكل كاف [19].

هذا ويعد محصول البطاطا من محاصيل الخضر المجهدة للتربة لاحتياجاتها العالية من المغذيات، لذا فإن استعمال الأسمدة الآزوتية والفوسفاتية والبوتاسية أصبحت ضرورة ملحة لتأمين احتياج هذا المحصول، ولما لها من دور هام في زيادة الانتاج الزراعي [6]، وقد أدى الاستخدام المكثف للأسمدة والمواد الكيميائية الزراعية إلى مخاطر بيئية وصحية واسعة النطاق [3، 23]، لذلك، تزايد الاهتمام بالمنتجات الطبيعية ذات الخصائص المحفزة للنمو، ومنها خل الخشب، هذا ويُعرف تقطير الخشب أيضاً باسم Pyroligneous acid أو Wood vinegar، وخل الخشب عبارة عن ناتج ثانوي من عملية التحلل الحراري للكتلة الحيوية النباتية، وهو غني polyphenols والأحماض العضوية والكحوليات، ويُستخدم تقليدياً فوائده الزراعية مثل الحد من مسببات الأمراض، وزيادة الإنتاجية، وزيادة نمو المجموع الخضري، وعدد الثمار، وحجمها [5، 20، 17، 21]، بالإضافة إلى تحسين محتوى الكلوروفيل، ومعدل التمثيل الضوئي، كما يساهم في مقاومة مسببات الأمراض [7، 16] وبالتالي تعزيز عمليات التمثيل الغذائي والبناء البروتيني وزيادة محتوى النشاء والبروتينات مما يعكس حالة فيزيولوجية جيدة للنبات [11،26].

أشارت نتائج [11] أن المعاملة بالأسمدة الكيميائية بمعدل (240، 120، 400 كغ/هـ من NPK ساهم في تحسين إنتاجية البطاطا (50.98 طن/هـ) وزيادة معنوية في محتوى الأوراق من عناصر الآزوت والفوسفور والبوتاس (2.07، 0.34، 2.66% على التوالي)، ومحتوى الدرنات من المادة الجافة والنشاء (18.34%، 12.35% على التوالي). وأوضح [1] أن إضافة 32 طن /هـ من

السماد العضوي + 100% من الأسمدة الكيميائية الموصى بها أعطى أعلى نسبة من إنبات درنات البطاطا (96.88%) وعدد الأوراق على البنات، ما ساهمت في تقليل النسبة المئوية للدرنات غير الصالحة للتسويق (2.75%) مقارنة مع معاملة الشاهد. وبيّن [24] أن معاملة التسميد بنسبة 50% من التوصية السمادية على محصول البطاطا تحقق نتائج أفضل من حيث الإنتاجية والجودة مقارنةً بالشاهد (بدون تسميد) ومعاملة 100% من التوصية.

أثبتت الدراسة [21] أن الرش الورقي بخل خشب الكستناء الحلو بتركيز (1: 500) على نباتات الخس، سواء منفرداً أو مع ليسيثين الصويا 3% (مادة دهنية طبيعية مستخرجة من فول الصويا)، يعزز محتوى الكلوروفيل والكتلة الحيوية بشكل ملحوظ (حوالي 50%) مقارنةً مع الشاهد.

قام [17] بتسميد التربة بخل الخشب بتركيز 1: 300 و1: 800 وبينت النتائج أن التركيز 1: 300 ساهم في زيادة إنتاجية البندورة بنسبة 40% أم التركيز 1: 800 أعطى زيادة أقل بحوالي 20% مقارنةً مع الشاهد.

وجد [15] أن إضافة خل الخشب إلى مياه الري بتركيز 1:200 ساهم في زيادة امتصاص المنغنيز والبوتاسيوم، وتحسّين النمو الخضري. وأوضح [13] أن إضافة خل الخشب بتركيز 1:200 إلى التربة، مع أنواع مختلفة من البيوچار (نباتي وحيواني)، ساهم بشكل معنوي في زيادة الكتلة الحيوية للبندورة بنسبة تفوق 30%، بالإضافة إلى تحسّن امتصاص الأزوت والفوسفور مقارنةً مع الشاهد.

أهمية البحث وأهدافه:

مع ازدياد توصيات المعنيين بالقطاع الزراعي بتقنين الإضافات الكيميائية إلى التربة، والاتجاه نحو غذاء أمن وصحي خالي من الأثر المتبقي للمواد الكيميائية، ونظراً لأهمية محصول البطاطا، ولكونه محصول مجهد يحتاج إلى توفر جيد للعناصر الغذائية لزيادة إنتاجيته، فقد هدف هذا

البحث إلى دراسة حالة التكامل بين التسميد الكيميائي والتسميد العضوي بخل الخشب في نمو وإنتاج البطاطا (صنف سبونتا) في العروة الربيعية وإمكانية تقليل التسميد الكيميائي باستعمال رديف من الاسمدة العضوية.

مواد البحث وطرائقه:

-**المادة النباتية:** استخدم في التجربة صنف البطاطا سبونتا وهو صنف هولندي متأخر (100-110 أيام من الزراعة)، درناته بيضاوية متطاولة الشكل ومرغوبة في الأسواق، لون القشرة أصفر واللب أصفر فاتح، العيون نصف غائرة، حجم الدرنات الناتجة من النبات الواحد كبيرة، وإنتاجه كبير في العروة الربيعية.

خل الخشب سيك التجاري المطبق:

سائل عضوي 100 ٪، عالي الكثافة وتكاليفه التجارية والاقتصادية معقولة. يحتوي على 80 – 90٪ من الماء مع مجموعة كبيرة من المواد العضوية الطبيعية تصل إلى 200 مركب مثل حمض الخليك 426.5 ppm والميثانول 1174 ppm، الفينول 1.1%، الأسيتون 247.4 ppm، حمض الفورميك 410.6 ppm، حمض البوتريك 49.5 ppm، حمض البروبونيك 257 ppm.

-**موقع التنفيذ:** نفذت التجربة في مقر مركز بحوث حمص خلال الموسمين الزراعيين 2022-2023، تربة مركز بحوث حمص بنية محمرة طينية، خفيفة القلوية إلى متعادلة، فقيرة بالمادة العضوية، وجيدة المحتوى بالآزوت والبوتاسيوم والفوسفور (جدول 1).

جدول(1) : بعض خصائص تربة موقع تنفيذ البحث

مادة عضوية%	آزوت معدني PPM	بوتاسيوم متاح PPM	فوسفور متاح PPM	التحليل الميكانيكي			pH
				رمل%	سلت%	طين%	
1.6	19.1	350	20.8	16	20	64	7.8

-المعاملات المدروسة:

-المعاملة 1: التسميد بخل الخشب تركيز 3:100 وبدون تسميد (NPK).

-المعاملة 2: التسميد بخل الخشب تركيز 3:100 مع 100% من كمية السماد الكيميائي الموصى به (NPK).

-المعاملة 3: التمسيد بخل الخشب تركيز 3:100 مع 50% من كمية السماد الكيميائي الموصى به (NPK).

-المعاملة 4: التسميد بخل الخشب تركيز 6:100 وبدون تسميد كيميائي (NPK).

-المعاملة 5: التسميد بخل الخشب تركيز 6:100 مع 100% من كمية السماد الكيميائي الموصى به (NPK).

-المعاملة 6: التسميد بخل الخشب تركيز 6:100 مع50% من كمية السماد الكيميائي الموصى به (NPK).

-المعاملة 7: 100% من كمية السماد الكيميائي الموصى به (NPK).

-المعاملة 8: 50% من كمية السماد الكيميائي الموصى به (NPK).

-المعاملة 9: بدون تسميد.

خطوات تنفيذ البحث:

تم إعداد الأرض وتجهيزها للزراعة بحراثتها حراثتين متعامدتين على عمق 30–35 سم وقبل الفلاحة الأخيرة أضيف السماد الكيميائي (حسب المعادلة السمادية الموصى بها من قبل وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي (180N، 90P، 90K كغ/هـ)) وتم إضافة الأسمدة التالية بعد تحليل التربة (5.85غ/نبات يوريا 46%، 8.5 غ/نبات سوبر فوسفات ثلاثي 46%، 6.5 غ /نبات سلفات البوتاسيوم 50%)) عند المستوى 100% ونصفها عند المستوى 50% من الكمية الموصى بها وحسب المعاملات المدروسة، ومن ثم تم تخطيط الحقل إلى قطع تجريبية تضم كل قطعة 3 خطوط بطول 105 سم ويضم الخط 3 نباتات وعلى بعد 35 سم بين النباتات والمسافة بين الخطوط 75 سم (كل قطعة تضم 9 نباتات) وتمت عملية الزراعة في بداية شهر آذار لكلا الموسمين، أما خل الخشب فقط تم التسميد به على 3 دفعات بمقدار 1 ليتر من المستخلص لكل نبات (وذلك بمزج 3 مل من خل الخشب مع 1 ليتر من الماء) وذلك بعد الري (الطريقة المتبعة هي الري السطحي):

–الدفعة الأولى: بعد اكتمال الإنبات بفترة 10 أيام وبتركيزين 3:100 و6:100.

–الدفعة الثانية: بعد أسبوعين من الدفعة الأولى وبتركيزين 3:100 و6:100.

–الدفعة الثالثة: في مرحلة الإباضة (وضع الدرنات) بعد أسبوعين من الدفعة الثانية وبتركيزين 3 و .%

الحصاد: تمت عملية الفطام قبل عشرة أيام من الجني عند ظهور علامات النضج (جفاف واصفرار المجموع الخضري) وتم الحصاد لكلا الموسمين في بداية شهر 7، وتم جمع إنتاج كل مكرر وكل معاملة على حدة، وحُسبت الإنتاجية، وفرزت الدرنات.

– طريقة العمل:

تم إعداد الأرض وتجهيزها للزراعة بحراثتها حراثتين متعامدتين على عمق 30–35 سم، وقبل الفلاحة الأخيرة أضيف السماد الكيميائي (وذلك بعد تحليل التربة وحسب المعادلة السمادية الموصى بها من قبل وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي (180N، 90P، 90K كغ/هـ)) وتم إضافة الأسمدة التالية:

(5.85غ/نبات يوريا 46%، 8.5 غ/نبات سوبر فوسفات ثلاثي 46%، 6.5 غ /نبات سلفات البوتاسيوم 50%)) عند مستوى 100% من التوصية ونصف الكمية عند مستوى 50% من التوصية السمادية.

- **المؤشرات المدروسة:**

مؤشرات المجموع الخضري: تم حسابها عند مرحلة اكتمال النمو الأعظمي (مرحلة الازهار) (5 نباتات في كل مكرر):

- متوسط ارتفاع النبات (سم): تم قياس ارتفاع النبات ابتداء من سطح التربة (منطقة اتصال الساق مع الجذور) وصولاً إلى القمة.
- متوسط عدد السوق عند النبات الواحد (ساق/ نبات).

مؤشرات الإنتاجية:

-**متوسط عدد الدرنات/النبات:** بعد قلع الدرنات تم فرزها الى ثلاث مجموعات وفقاً لوزنها: درنات صغيرة الحجم (يقل وزنها عن 35 غ، درنات متوسطة الحجم يتراوح وزنها بين 35 و80 غ، درنات كبيرة الحجم يزيد وزنها عن 80 غ)

-**الإنتاجية (كغ/ م^2):** حسبت إنتاجية القطعة التجريبية من الدرنات بعد الانتهاء من عملية العلاج التجفيفي.

-**التحاليل الكيميائية:**

-تقدير المادة الجافة%: يتم من خلال تقطيع الدرنات إلى شرائح يؤخذ منها 100غ وتجفف في فرن كهربائي على درجة حرارة 70مْ، ثم يقدر الوزن وتحسب النسبة المئوية للمادة الجافة.

-تقدير نسبة النشاء%: حسب الطريقة الواردة في A.O.A.C من خلال المعاملة التالية:

النسبة المئوية للنشاء% = 17,55 + 0.891(المادة الجافة% – 24.18).

-**تصميم التجربة والتحليل الاحصائي:**

نُفذت التجربة كتجربة عاملية بعاملين وفق التصميم العشوائي الكامل، العامل الأول هو مستويات التسميد الكيميائي (0، 50، 100% من التوصية السمادية) والعامل الثاني معاملات التسميد بخل الخشب (0، 3، 6%) وبثلاثة مكررات لكل معاملة، وتم تحليل البيانات وحساب معنوية الفروق والمقارنة بين متوسطات المعاملات المدروسة باستخدام قيمة أقل فرق معنوي L.S.D عند مستوى ثقة 5% للقراءات الحقلية والمخبرية باستخدام برنامج GenStat 12th.

النتائج والمناقشة:

1-تأثير التسميد الكيميائي وخل الخشب في مؤشرات النمو الخضري لصنف البطاطا سبونتا:

1-1-متوسط ارتفاع النبات/سم:

تبين المعطيات الواردة في الجدول (2) أن معاملات التسميد الكيميائي وبغض النظر عن معاملات التسميد خل الخشب ساهمت بشكل إيجابي في زيادة ارتفاع نباتات البطاطا، فقد تفوقت معاملة التسميد بـ50% من التوصية السمادية بمتوسط ارتفاع نباتاتها (55.56 سم) وبفروق معنوية على معاملتي التسميد 100% والشاهد بدون تسميد (51.06، 47.56 سم، على التوالي) ولم يلاحظ أي فروق معنوية بينهما.

كما تبين نتائج التسميد بخل الخشب تفوق المعاملة بالتركيز 6:100 بارتفاع نباتاتها (56.50 سم) وبفروق معنوية على معاملتي التسميد بالتركيز 3% والشاهد 0% (49.11، 48.56 سم، على التوالي) ولا يوجد أي فروق معنوية بين هاتين المعاملتين.

أما فيما يتعلق بالتفاعل بين معاملات التسميد الكيميائي ومعاملات التسميد بخل الخشب فتبين النتائج أن المعاملة 0% تسميد كيميائي مع التركيز 6:100 من خل الخشب تفوقت معنوياً بارتفاع نباتاتها (59.00 سم) على كل من المعاملات التسميد 100 و50% من الكمية الموصى بها من الأسمدة الكيميائية وبدون إضافة خل الخشب (47.00، 51.67 سم) ومعاملة الشاهد غير المسمد بالأسمدة

الكيمائية مع إضافة خل الخشب بتركيز 3:100 (40.83 سم) ومعاملة التسميد 100% من الأسمدة الكيميائية مع تركيز 6:100 (42.83 سم) بينما لم تكن الفروق معنوية مع باقي المعاملات.

جدول (2) : تأثير التسميد بخل الخشب في صفة ارتفاع النبات لصنف البطاطا سبونتا تحت مستويات مختلفة من التسميد الكيميائي/سم:

م	التسميد الكيميائي حسب التوصية السمادية	التسميد بخل الخشب			المتوسط
		%0	%3	%6	
1	%100	47.00 cd	55.83 ab	42.83 d	51.06 b
2	%50	51.67 bc	54.83 ab	56.00 ab	55.56 a
3	%0	54.50 ab	40.83 d	59.00 a	47.56 b
المتوسط		48.56 b	49.11 b	56.50 a	
CV		11.8			
LSD 5%		التفاعل	خل الخشب	التسميد	
		7.084	4.090	4.090	

الأحرف اللاتينية المختلفة تعني وجود فروق معنوية على مستوى ثقة 5% (P<0.05).

1-2-متوسط عدد الأفرع/النبات:

تشير المعطيات الواردة في الجدول (3) أن خفض التسميد الكيميائي من 100 إلى 50% من التوصية السمادية وشاهد بدون تسميد ساهم معنوياً في خفض عدد الأفرع على النبات من 3.78 فرع/النبات إلى (3.56 ،2.44 فرع/النبات، على التوالي)، بالمقابل التسميد بخل الخشب بالتركيز 3:100 و6:100 ساهم في زيادة معنوية في عدد الأفرع على النبات (3.50، 3.50 فرع/النبات، على التوالي) مقارنةً مع الشاهد غير المسمد (2.78 فرع/النبات)، أما التداخل بين التسميد الكيميائي والتسميد بخل الخشب تبين النتائج تفوق معنوي لمعاملات التسميد بالمستوين 50 و100% من

التوصية السمادية مع إضافة خل الخشب بتركيز 6:100 (4.00، 4.333 فرع/النبات على التوالي) ومعاملة التسميد 100% من كامل التوصية بالأسمدة الكيميائية مع خل الخشب بتركيز 3:100 (4.500 فرع/النبات) معنوياً على باقي المعاملات المدروسة باستثناء معاملة التسميد 50% أسمدة كيميائية مع خل الخشب 3:100 (3.667 فرع/النبات) حيث لم يكن هناك فروق معنوية بينها.

جدول (3): تأثير التسميد بخل الخشب في صفة عدد الأفرع لصنف البطاطا سبونتا تحت مستويات مختلفة من التسميد الكيميائي فرع/النبات:

م	التسميد الكيميائي حسب التوصية السمادية	تركيز خل الخشب			المتوسط
		%0	%3	%6	
1	%100	2.833 bc	4.500 a	4.000 a	3.778 a
2	%50	2.667 c	3.667 ab	4.333 a	3.556 a
3	%0	2.833 bc	2.333 c	2.167 c	2.444 b
المتوسط		2.778 b	3.500 a	3.500 a	
CV		9.9			
LSD 5%		التفاعل	خل الخشب	التسميد	
		0.914	0.527	0.527	

الأحرف اللاتينية المختلفة تعني وجود فروق معنوية على مستوى ثقة 5% (P<0.05).

2-تأثير التسميد بخل الخشب في مؤشرات الإنتاجية لصنف البطاطا سبونتا تحت مستويات مختلفة من التسميد الكيميائي:

2-1-عدد الدرنات الصغيرة على النبات:

لعبت معاملات التسميد الكيميائي دوراً في تقليل عدد الدرنات الصغيرة على النبات حيث تفوقت المعاملتين 100 و50% من التوصية السمادية معنوياً بهذه الصفة (1.89، 1.44 درنة/النبات) على معاملة الشاهد بدون تسميد (3.17 درنة/النبات) وبدون أي فروق معنوية بينهما.

كما ساهمت التراكيز المطبقة من خل الخشب 6:100 و 3:100 في تقليل عدد الدرنات صغيرة الحجم (1.78، 1.56 درنة/النبات، على التوالي) معنوياً مقارنةً مع الشاهد (3.17 درنة/النبات) الذي أعطى العدد الأكبر، أما بالنسبة للتفاعل بين معاملات التسميد الكيميائي وخل الخشب يلاحظ من الجدول أن معاملة التسميد 50% من التوصية السمادية مع التركيز 6:100 من خل الخشب أعطت العدد الأقل من الدرنات 0.833 درنة/النبات (جدول 4) وبفروق معنوية مع المعاملات التالية: 0% تسميد كيميائي وبدون إضافة خل الخشب (2.833 درنة/النبات) ومعاملات 100 و50 و0% تسميد كيميائي عند التركيز 3:100 (3.500، 2.167، 3.833 درنة/النبات، على التوالي) ومعاملة 0% تسميد كيميائي مع إضافة خل الخشب بتركيز 3:100 (2.833 درنة/النبات) وبدون أي فروق معنوية مع بقية المعاملات المدروسة.

جدول (4): تأثير التسميد بخل الخشب في عدد الدرنات صغيرة الحجم لصنف البطاطا سبونتا تحت مستويات مختلفة من التسميد الكيميائي درنة/النبات:

م	التسميد الكيميائي حسب التوصية السمادية	تركيز خل الخشب			المتوسط
		%0	%3	%6	
1	%100	1.167 cd	3.500 a	1.000 d	1.889 b
2	%50	1.333 cd	2.167 bc	0.833 d	1.444 b
3	%0	2.833 ab	3.833 a	2.833 ab	3.167 a
المتوسط		3.167 a	1.556 b	1.778 b	
CV		11.4			

	التسميد	خل الخشب	التفاعل	
	0.289	0.289	0.501	LSD 5%

الأحرف اللاتينية المختلفة تعني وجود فروق معنوية على مستوى ثقة 5% (P<0.05).

2-2-عدد الدرنات متوسطة الحجم على النبات:

توضح المعطيات في الجدول (5) أن التسميد الكيميائي بمستوى 100 و50% من التوصية السمادية أدى إلى زيادة معنوية في عدد الدرنات متوسطة الحجم (2.67، 2.50 درنة/النبات، على التوالي) مقارنة مع الشاهد غير المسمد (1.83 درنة/النبات).

كما تفوقت معاملة التركيز 6:100 من خل الخشب بمتوسط عدد الدرنات متوسطة الحجم (2.67 درنة/النبات) معنوياً على الشاهد (2.06 درنة/النبات) وبدون أي فروق معنوية مع التركيز 3% (2.28 درنة/النبات)، أما بالنسبة للتفاعل بين عاملي التسميد فتشير البيانات أن معاملة التسميد 100% من التوصية السمادية مع التركيز 6:100 من خل الخشب أعطى العدد الأكبر من الدرنات متوسطة الحجم (2.833 درنة/النبات) وبفروق معنوية فقط على معاملة 0% تسميد كيميائي وبدون إضافة خل الخشب (1.167 درنة/النبات) ومعاملة 0% تسميد كيميائي مع خل الخشب بتركيز 3:100 (1.833 درنة/النبات).

جدول (5): تأثير التسميد بخل الخشب في عدد الدرنات متوسطة الحجم لصنف البطاطا سبونتا تحت مستويات مختلفة من التسميد الكيميائي:

م	التسميد الكيميائي حسب التوصية السمادية	تركيز خل الخشب			المتوسط
		%0	%3	%6	
1	%100	2.500 ab	2.667 a	2.833 a	2.667 a
2	%50	2.500 ab	2.333 ab	2.667 a	2.500 a
3	%0	1.167 c	1.833 bc	2.500 ab	1.833 b
	المتوسط	2.056 b	2.278 ab	2.667 a	

CV%	15.4			
LSD 5%	التفاعل	خل الخشب	التسميد	
	0.6821	0.3938	0.3938	

الأحرف اللاتينية المختلفة تعني وجود فروق معنوية على مستوى ثقة 5% (P<0.05).

2-3-عدد الدرنات كبيرة الحجم على النبات:

تشير النتائج المتحصل عليها من الجدول (6) إلى تفوق معنوي لمعاملة التسميد 100% من التوصية السمادية في صفة عدد الدرنات كبيرة الحجم (2.07 درنة/النبات) على كل من المعاملتين 50% (1.56 درنة/النبات) ومعاملة الشاهد بدون تسميد (1.50 درنة/النبات).

كما انخفض عدد الدرنات كبيرة الحجم معنوياً من 2.06 درنة/النبات عند التركيز 6:100 من خل الخشب إلى 1.22 درنة /النبات عند الشاهد غير المسمد ولم يلاحظ أي فروق معنوية في هذا المؤشر عند التسميد بالتركيزين 6 و3% من خل الخشب، ويبين التداخل بين معاملات التسميد كافة وجود تفاعل معنوي في هذه الصفة حيث تفوقت معاملة التسميد 100% من التوصية السمادية مع التركيز 6:100 من خل الخشب في هذه الصفة وأعطت العدد الأكبر من الدرنات كبيرة الحجم (2.33 درنة/النبات) وبفروق معنوية فقط على كل من المعاملة 50 و0% من التوصية السمادية وبدون إضافة خل الخشب (0.833، 1.000 درنة/النبات، على التوالي).

جدول 6: تأثير التسميد بخل الخشب في عدد الدرنات كبيرة الحجم لصنف البطاطا سبونتا تحت مستويات مختلفة من التسميد الكيميائي درنة/النبات:

م	التسميد الكيميائي حسب التوصية السمادية	تركيز خل الخشب			المتوسط
		%0	%3	%6	
1	%100	1.833 a	2.000 a	2.333 a	2.056 a
2	%50	0.833 c	1.833 a	2.000 a	1.556 b
3	%0	1.000 bc	1.667 ab	1.833 a	1.500 b
المتوسط		1.222 b	1.833 a	2.056 a	
CV		17.5			
LSD 5%		التفاعل	خل الخشب	التسميد	
		0.7346	0.4241	0.4241	

الأحرف اللاتينية المختلفة تعني وجود فروق معنوية على مستوى ثقة 5% (P<0.05).

2-4الإنتاجية كغ/م^2:

تعكس الإنتاجية في وحدة المساحة الدور الهام لمستويات التسميد الكيميائي المطبقة فقد أشارت النتائج (جدول 7) إلى وجود زيادة معنوية في متوسط الإنتاجية من الدرنات عند تطبيق المعاملة 50% من التوصية السمادية (6.21 كغ/م^2) مقارنةً مع المعاملة 100% (5.31 كغ/م^2) والتي تفوقت بدورها معنوياً على الشاهد بدون تسميد (4.98 كغ/م^2).

أما معاملات التسميد بخل الخشب فقد بينت النتائج تفوق التركيز 6:100 في الإنتاجية بمتوسط بلغ (5.98 كغ/م^2) معنوياً على الشاهد (4.71 كغ/م^2) ولم يلاحظ أي فروق معنوية بين التركيزين 6:100 و3:100.

أما فيما يتعلق بالتفاعل بين معاملات التسميد فتبين المعطيات أنه كان معنوياً حيث تفوقت المعاملة 50% من التوصية السمادية مع التركيز 6:100 من خل الخشب معنوياً (6.889 كغ/م^2) على

كافة المعاملات، بينما أعطت معاملة الشاهد (بدون تسميد كيميائي أو إضافة خل الخشب) الإنتاجية الأقل (4.296 كغ/م^2).

جدول 7: تأثير التسميد بخل الخشب في متوسط الإنتاجية لصنف البطاطا سبونتا تحت مستويات مختلفة من التسميد الكيميائي كغ/م^2:

م	التسميد الكيميائي حسب التوصية السمادية	تركيز خل الخشب			المتوسط
		%0	%3	%6	
1	%100	4.459 f	5.807 c	5.674 cd	5.314 b
2	%50	5.363 de	6.385 b	6.889 a	6.212 a
3	%0	4.296 f	5.274 e	5.363 de	4.978 c
المتوسط		4.706 b	5.822 a	5.975 a	
CV		6.1			
LSD 5%		التفاعل	خل الخشب	التسميد	
		0.3889	0.2245	0.2245	

الأحرف اللاتينية المختلفة تعني وجود فروق معنوية على مستوى ثقة 5% (P<0.05).

3-تأثير التسميد بخل الخشب في نسبة المواد الصلبة الذائبة والنشاء لدرنات صنف البطاطا سبونتا تحت مستويات مختلفة من التسميد الكيميائي:

3-1-النسبة المئوية للمادة الجافة:

تشير البيانات في الجدول (8) إلى تفوق نباتات المعاملة 100% من التوصية السمادية بمتوسط نسبة المادة الجافة في درناتها (18.24%) وبفروق معنوية على الشاهد (15.47%) ولم يلاحظ أي فروق معنوية بين المعاملة 50% والشاهد.

كما ازداد محتوى الدرنات من المادة الجافة عند التسميد بخل الخشب تركيز 3:100 (18.25%) وبفروق معنوية على الشاهد (15.46%). أما فيما يتعلق بالتداخل بين معاملات التسميد فتشير البيانات أنه كان معنوياً في هذه الصفة حيث تفوقت معاملة التسميد الكيميائي 100% من التوصية السمادية وبدون إضافة خل الخشب (19.70%) معنوياً على كل من معاملة التسميد 50 و0% تسميد كيميائي وبدون إضافة خل الخشب (15.47، 11.22%، على التوالي)، ومعاملة 0% تسميد كيميائي مع التركيز 3:100 (15.53%) ومعاملة 100 و50% من التوصية السمادية مع التركيز 6:100 (15.40، 15.64%، على التوالي) وبدون أي فروق معنوية مع بقية المعاملات المدروسة.

جدول 8: تأثير التسميد بخل الخشب في نسبة المادة الجافة لدرنات صنف البطاطا سبونتا تحت مستويات مختلفة من التسميد الكيميائي %:

م	التسميد الكيميائي حسب التوصية السمادية	تركيز خل الخشب			المتوسط
		%0	%3	%6	
1	%100	19.70 a	19.63 a	15.40 b	18.24 a
2	%50	15.47 b	19.58 a	15.64 b	16.90 ab
3	%0	11.22 c	15.53 b	19.65 a	15.47 b
المتوسط		15.46 b	18.25 a	16.90 ab	
CV		16.4			
LSD 1%		التفاعل	خل الخشب	التسميد	
		3.704	2.138	2.138	

الأحرف اللاتينية المختلفة تعني وجود فروق معنوية على مستوى ثقة 5% (P<0.05).

3-2-النسبة المئوية للنشاء:

محتوى درنات البطاطا من النشاء سلك سلوكاً مشابهاً لنسبة المادة الجافة فقد تفوق نباتات المعاملة 100% من التوصية السمادية بمتوسط نسبة النشاء في درناتها (8.13%) وبفروق معنوية على الشاهد (7.69%) ولم يلاحظ أي فروق معنوية بين المعاملة 50% والشاهد.

كما ازداد محتوى الدرنات من النشاء عند التسميد بخل الخشب تركيز 6% (8.05%) وبفروق معنوية على الشاهد (7.61%).

أما فيما يتعلق بالتداخل بين معاملات التسميد فتشير البيانات أنه كان معنوياً وتفوقت نباتات المعاملة 100% من التوصية السمادية مع التركيز 6:100 في محتواها من النشاء (8.978%) وبفروق معنوية على كافة المعاملات المطبقة باستثناء المعاملة 50% والتركيز 6:100 (8.500%) حيث لم تكن الفروق بينهما معنوية (جدول 9).

جدول 9: تأثير التسميد بخل الخشب في نسبة النشاء لدرنات صنف البطاطا سبونتا تحت مستويات مختلفة من التسميد الكيميائي %:

م	التسميد الكيميائي حسب التوصية السمادية	تركيز خل الخشب			المتوسط
		%0	%3	%6	
1	%100	7.233 c	8.167 b	8.978 a	8.126 a
2	%50	7.333 c	7.333 c	8.500 ab	7.722 ab
3	%0	7.917 bc	7.333 c	7.833 bc	7.694 b
المتوسط		7.611 b	7.883 ab	8.048 a	
CV		7.8			
LSD 5%		التفاعل	خل الخشب	التسميد	
		0.7165	0.4137	0.4137	

الأحرف اللاتينية المختلفة تعني وجود فروق معنوية على مستوى ثقة 5% (P<0.05).

المناقشة:

بالمحصلة مما سبق فقد تحسنت مؤشرات النمو الخضري لنباتات البطاطا عند تطبيق التسميد الكيميائي NPK والذي انعكس ايجاباً على الإنتاجية والصفات النوعية لدرنات البطاطا وتتوافق هذه النتيجة مع ما بينه كل من [11، 1] على نبات البطاطا، وبالمقارنة بين المعاملات المطبقة (كامل الكمية الموصى بها أو النصف) لوحظ عدم وجود فروق معنوية بينهما في كثير من المؤشرات ومنها عدد الدرنات الصغيرة والمتوسطة الحجم على النبات والنسبة المئوية للمادة الجافة والنشاء مع تفوق الإنتاجية عند المستوى 50% من التوصية السمادية، تتوافق هذه النتيجة مع ما بينه [24] الذي أوضح أن معاملة التسميد بنسبة 50% من التوصية السمادية تحقق نتائج أفضل من حيث الإنتاجية والجودة مقارنة بالشاهد (بدون تسميد) ومعاملة 100% من التوصية، ويعزى ذلك إلى أن نباتات البطاطا تمتلك قدرة محدودة على امتصاص العناصر الغذائية، وعند زيادة الكمية المضافة (100%) يحدث فقدان بالغسل أو تثبيت في التربة أما عند إضافة 50% من التوصية فتكون الكمية أقرب إلى قدرة الامتصاص الفعلية للنبات، مما يزيد من كفاءة النمو الخضري ويعطي إنتاجية أعلى لكل وحدة سماد مضافة مما ينسجم مع مبادئ الزراعة المستدامة [14].

وبالمقابل كان لخل الخشب دور هام في تحسين النمو والإنتاجية وخاصة عند التسميد بالتركيز 6:100 وتتوافق النتائج المتحصل عليها مع دراسات سابقة على محاصيل أخرى، حيث أدت المعاملة بخل الخشب إلى تعزيز عمليات التمثيل الغذائي والبناء البروتيني وزيادة محتوى النشاء والبروتينات مما يعكس حالة فيزيولوجية جيدة للنبات [11،26].

ويمكن أن يعزى ذلك إلى التركيب الكيميائي لخل الخشب الغني بمضادات الأكسدة التي تحفّز بعض الإنزيمات النباتية كما أنه غني بالبولي فينولات، وهي مرتبطة بزيادة الكلوروفيل والنمو عبر تعزيز الانقسام الخلوي [8، 4]

وبالمقابل إن تطبيق التسميد الكيميائي بنسبة 50% من التوصية بالاشتراك مع خل الخشب تركيز 6% يساهم ايجاباً في زيادة كفاءة الامتصاص حيث يجعل خل الخشب العناصر المعدنية أكثر جاهزية، وبالتالي تصبح نصف الكمية من السماد الكيميائي أكثر فاعلية [22] بالإضافة إلى تحفيز نمو الجذور والميكروبات النافعة مما يحسن امتصاص الماء والعناصر ويزيد من إنتاجية الدرنات [12] وتحسين جودة الدرنات حيث ترتفع نسبة المادة الجافة والكربوهيدرات، مع انخفاض تراكم النترات مقارنة بالتسميد الكامل بنسبة 100% [10].

الاستنتاجات:

1-بينت النتائج ان التسميد بنسبة 100% من التوصية السمادية الموصى بها من الأسمدة الكيميائية أدى إلى تفوق معنوي في زيادة العديد من المؤشرات المدروسة على البطاطا ولم يكن بينها وبين التسميد بمعدل 50% من التوصية السمادية أي فروق معنوية تذكر.

2-أما التسميد بخل الخشب فقد أعطى التركيز 6:100 أعلى القيم في بعض المؤشرات المدروسة ولم يكن بينها وبين التركيز 3:100 أي فروق معنوية تذكر.

3- لوحظ أن معاملة التسميد بـ 50% من التوصية مع خل الخشب بتركيز 6% ساهم في زيادة معنوية لمؤشر الإنتاجية 6.89 كغ/م^2.

التوصيات:

تطبيق التسميد بخل الخشب تركيز 6:100 بثلاث دفعات مع نصف الكمية الموصى بها من الأسمدة المعدنية NPK لتحسين نمو وإنتاجية البطاطا الربيعية صنف سبونتا.

المراجع:

1. عباس، سلمان جمال أحمد، حسين، السيد محمد جابر. (2016). تأثير التسميد العضوي والمعدني في بعض صفات النمو والحاصل لنبات البطاطا صنف سفران. مجلة الفرات للعلوم الزراعية. 8(2): 75-81.
2. الفضيلي، جواد طه محمود. (2011). تأثير السماد العضوي والمعدني في نمو وحاصل البطاطا. أطروحة دكتوراه. جامعة بغداد كلية الزراعة، قسم علوم التربة والموارد المائية.
3. ALEWU, B., NOSIRI, C.(2011) –Health Effects of Pesticide Residues in Food. Int. J. Chem. Environ. Eng. Syst. 2(1): 1–7.
4. BECAGLI, M., ARDUINI, I., CANTINI, V., CARDELLI, R. (2023) . Soil and Foliar Applications of Wood Distillate Differently Affect Soil Properties and Field Bean Traits in Preliminary Field Tests. Plants 12: 121.
5. BELOCh, P. A., ABRO, B. A., CHANDIO, A. S., DEPAR, N., & Ansari, M. A .(2015) Growth and Yield Response of Maize to Integrated Use of Gliricidia sepium, Farm Manure and NPK Fertilizers. Pakistan Journal of Agriculture, Agricultural Engineering and Veterinary Sciences, Vol. 31 No. 1,
6. BOWEN, J. (2003). Pyroligneous Acid – Evaluation of Impacts on Aquatic and Terrestrial Biota. Northside Industries Pty Ltd.
7. CHEN, C. (2016). Evaluation on Efficiency of Pyroligneous Acid From Palm Kernel Shell As Antifungal and Plant Growth Promoter. Sains Malaysiana., 45(10): 1423–1434.

8. ESSA, R. E., AFIFI, A. A., THALOOTH, A. T., EL-ASHRY, S. M. (2023). Maximizing Productivity of Some Faba Bean Varieties by Foliar of Wood Vinegar and Algae Under Sandy Soil Conditions. J. Plant Prod., Mansoura Univ. 14(11): 309–316.
9. FAO DATA VIA POTATOPRO. (2023). Potato Production in Syrian Arab Republic. https://www.potatopro.com/potato-markets/syrian-arab-republic.
10. FAO. (2019). Potato Production and Management Guide. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
11. FEDELI, R., VANNINI, A., Celletti, S., MARESCA. V., MUNZI, S., Cruz, C., ALEXANDROV, D., GUARNIERI, M., LOPPI, S (2022).Foliar application of wood distillate boosts plant yield and nutritional parameters of chickpea. Ann. Appl. Biol. https://doi.org/10.1111/aab.12794.
12. HAGNER, M., PENTTINEN, O. (2011). Effects of wood vinegar on soil properties and plant growth. Agric. Food Sci. 20(3): 215–226.
13. IDOWU, O., NDEDE, E. O., KUREBITO, S., TOKUNARI, T., JINDO, K. (2023). Effect of the interaction between wood vinegar and biochar feedstock on tomato plants. J. Soil Sci. Plant Nutr. 23: 1599–1610.
14. IERNA, A., PANDINO, G., MAUROMICALE, G. (2011). Tuber yield, water and fertilizer use efficiency in early potato as affected by nitrogen fertilization. Agric. Water Manag. 98(6): 1009–1016.

15. MIRSOLEIMANI, A., NAJAFI-GHIRI, M., BOOSTANI, H. R., HEYDARI, H. (2024). Effect of wood vinegar on vegetative growth and nutrient uptake in two citrus rootstocks. J. Hort. Postharvest Res. 7(4): 301–316.

16. MOURANT, D., YANG, D. Q., LU, X., ROY, C. (2005). Anti-fungal properties of the pyroligneous liquors from the pyrolysis of softwood bark. Wood Fiber Sci. 37(3): 542–548.

17. MUNGKUNKAMCHAO, T., KESMALA, T., PIMRATCH, S., TOOMSAN, B., JOTHITYANGKOON, D. (2013). Wood vinegar and fermented bioextracts: Natural products to enhance growth and yield of tomato (*Solanum lycopersicum* L.). Sci. Hortic. 154: 66–72.

18. QU, L., HUANG, X., SU, X., ZHU, G., ZHENG, L., LIN, J., WANG, J., XUE, H. (2024). Potato: from functional genomics to genetic improvement. Mol. Hortic. 4(34). https://doi.org/10.1186/s43897-024-00105-3

19. SAFFAF, M. J. N., SULEIMAN, H. (2025). Analysis of the impact of agricultural policy on potato production in Syria using the Agricultural Policy Analysis Matrix (PAM). Tishreen Univ. J. Res. Sci. Stud. – Biol. Sci. Ser.

20. THEERAKULPISUT, P., KANAWAPEE, N., PANWONG, B. (2016). Seed priming alleviated salt stress effects on rice seedlings by improving Na+/K+ and maintaining membrane integrity. Int. J. Plant Biol. 7(1): 53–58.

21. VANNINI, A., MORATELLI, F., MONACI, F., LOPPI, S. (2021). Effects of wood distillate and soy lecithin on the photosynthetic performance and growth of lettuce (*Lactuca sativa* L.). SN Appl. Sci. 3(113). https://doi.org/10.1007/s42452-020-04028-8

22. WESTERMANN, D. T. (2005). Nutritional requirements of potatoes. Am. J. Potato Res. 82(4): 301–307.

23. WORLD HEALTH ORGANIZATION. (1990). Safe use of pesticides. WHO Tech. Rep. Ser. No. 813. Geneva: WHO.

24. ZEBARTH, B. J., ROSEN, C. J. (2007). Nitrogen management for potato: Current practices and future challenges. Am. J. Potato Res. 84(1): 3–18.

25. ZHENG, X., LI, M., ZHANG, X., CHEN, J., GE, X., LI, S., TIAN, J., TIAN, S. (2024). Unraveling the mechanism of potato (*Solanum tuberosum* L.) tuber sprouting using transcriptome and metabolome analyses. Front. Plant Sci. 14: 1300067. https://doi.org/10.3389/fpls.2023.1300067

26. ZHU, K., GU, S., LIU, J., LUO, T., KHAN, Z., ZHANG, K., HU, L. (2021). Wood vinegar as a complex growth regulator promotes the growth, yield, and quality of rapeseed (*Brassica napu*s L.). Agronomy 11(3): 510. https://doi.org/10.3390/agronomy11030510

The Impact of Multidimensional Challenges on Family Farm Sustainability: An Analytical Study Using Structural Equation Modeling (SEM)

Abstract

This study aimed to analyze the impact of multidimensional challenges (economic, technical, and socio-cultural) on family farm sustainability under increasing economic pressures and limited institutional support. The study adopted a descriptive-analytical approach using a questionnaire administered to a sample of 325 farmers. Data were analyzed using SPSS and AMOS, applying CB-SEM to model structural relationships. The results revealed that multidimensional challenges explain 76.8% of the variance in family farm sustainability ($R^2 = 0.768$). The economic dimension had the strongest effect ($\beta = 0.71$), followed by the technical dimension ($\beta = 0.68$) and the socio-cultural dimension ($\beta = 0.66$). Additionally, agricultural production efficiency was found to partially mediate the relationship between these challenges and sustainability, reducing their negative impacts. The findings confirm that family farm sustainability is shaped by the integrated interaction of multiple dimensions rather than a single factor. The study recommends adopting integrated

policies that include financial support, technological capacity building, and socio-cultural awareness to enhance production efficiency and sustainability.

Keywords: Family farm sustainability, Economic challenges, Technical challenges, Socio-cultural challenges, Production efficiency, CB-SEM.

أثر التحديات متعددة الأبعاد على استدامة الزراعة الأسرية: دراسة تحليلية باستخدام نموذج المعادلات الهيكلية(SEM)

اعداد : د.يسرى حسن

الملخص

هدفت هذه الدراسة إلى تحليل أثر التحديات متعددة الأبعاد) اقتصادية، تقنية، ثقافية (على استدامة الزراعة الأسرية ودورها في تحقيق الأمن الغذائي، في ظل تزايد الضغوط الاقتصادية وضعف الدعم المؤسسي .اعتمدت الدراسة على المنهج الوصفي التحليلي، مع استبانة مكونة من 325 مزارعاً، وتم تحليل البيانات باستخدام SPSS و AMOSمع استخدام CB-SEM لنمذجة العلاقات الهيكلية .أظهرت النتائج أن المتغيرات المستقلة تفسر 76.8 % من التباين في استدامة الزراعة الأسرية($R^2 = 0.768$) ، حيث جاء البعد الاقتصادي كأقوى العوامل تأثيراً($\beta = 0.71$) ، يليه البعد التقني($\beta = 0.68$) ، ثم البعد الثقافي .($\beta = 0.66$) كما أظهرت النتائج أن الكفاءة الإنتاجية الزراعية تلعب دوراً وسيطاً جزئياً في العلاقة بين التحديات والاستدامة، مما يساهم في تقليل التأثيرات السلبية لهذه التحديات. تؤكد الدراسة أن استدامة الزراعة الأسرية ناتجة عن تفاعل تكاملي بين الأبعاد المختلفة، وليس نتيجة عامل منفرد .وتوصي الدراسة بتبني سياسات متكاملة تشمل الدعم المالي، تطوير القدرات التقنية، وتعزيز الوعي الثقافي الزراعي لتحسين الكفاءة الإنتاجية وتعزيز الاستدامة.

الكلمات المفتاحية: استدامة الزراعة الأسرية، التحديات الاقتصادية، التحديات التقنية، التحديات الثقافية والاجتماعية، الكفاءة الإنتاجية،CB-SEM .

المقدمة

تؤدي الزراعة الأسرية دوراً محورياً في دعم الاقتصاد الريفي، حيث تمثل المصدر الرئيسي للدخل وفرص العمل للمزارعين الصغار، كما تسهم في استقرار المجتمعات الريفية. ومع ذلك، تواجه هذه الزراعة تحديات متعددة الأبعاد تشمل الجوانب الاقتصادية، التقنية، والثقافية/الاجتماعية، التي تتداخل مع تحول الزراعة التقليدية نحو نظم أكثر اعتماداً على الابتكار المعرفي والتكنولوجي(Yuan & Sun, 2024; Sithole & Olorunfemi, 2024)). وتشير الدراسات الحديثة إلى أن القيود المالية مثل صعوبة الوصول إلى التمويل وارتفاع تكاليف المدخلات تمثل عائقاً أمام تبني الممارسات المستدامة، لا سيما تلك ذات الموارد المحدود، (Barrett, Christiaensen, Sheahan, & Shimeles, 2021; Carter, Laajaj, & Yang, 2020).

كما تؤثر التحديات التقنية، مثل ضعف الإرشاد ونقل التكنولوجيا، بشكل مباشر على اعتماد الابتكار الزراعي وتحسين الإنتاجية (;Fuglie, Gautam, Goyal, & Maloney, 2020) . Yuan & Sun, 2024

وتشير العوامل الثقافية والاجتماعية إلى أن المعتقدات المتوارثة وتحولات القيم تؤثر على قرارات المزارعين نحو تبني الممارسات المستدامة (Saleh & Ehlers, 2023; Sithole & Olorunfemi, 2024). ورغم أهمية هذه الأبعاد، فإن معظم الدراسات تناولتها بشكل منفصل، دون تقديم نموذج متكامل يوضح التفاعل بينها. كما أن دور الكفاءة الإنتاجية كمتغير وسيط لم يُدرس بشكل كافٍ. لذلك، تهدف هذه الدراسة إلى تقديم نموذج تحليلي متكامل باستخدام SEM لتحليل هذه العلاقات.

الإطار النظري

تُعد استدامة الزراعة الأسرية مفهوماً ديناميكياً يعكس قدرة النظام الزراعي على الاستمرار في الإنتاج بكفاءة على المدى الطويل، من خلال الاستخدام الأمثل للموارد المتاحة والتكيف مع التحديات المختلفة .وتشير الأدبيات الحديثة إلى أن تحقيق الاستدامة لا يعتمد على عامل واحد، بل هو ناتج عن تفاعل متداخل بين الأبعاد الاقتصادية، التقنية، والثقافية/الاجتماعية، حيث يتطلب التحليل المعاصر اعتبارات نظامية (Darnhofer, Gibbon, & Dedieu, 2020; Tittonell, 2014). في هذا السياق نذكر تفصيلات هذه التحديات:

1. التحديات الاقتصادية: تشير الأدبيات إلى أن القيود المالية وتقلبات الدخل تشكل عوائق أمام تبني الحلول المستدامة، مما يحد من قدرة المزارعين على التكيف مع التغيرات الخارجية، كما أن ضعف البنية التمويلية يؤدي إلى انخفاض القدرة على التكيف مع التحديات والتوجه نحو تحسين قرارات الاستثمار الزراعي (Barrett et al., 2021).

2. التحديات التقنية: تشير دراسة الصندوق الدولي للتنمية الزراعية (2020) إلى أن محدودية الوصول إلى التكنولوجيا الحديثة والإرشاد الزراعي تقلل من الإنتاجية وتحد من قدرة المزارعين على الابتكار .كما أظهرت منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية (2021) أن ضعف التدريب والمعلومات التقنية يزيد من المخاطر المرتبطة بالاستدامة الزراعية.

3. التحديات الثقافية والاجتماعية: تشير الدراسات إلى أن العوامل الثقافية قد تعمل كحاجز أو محفز لتبني الابتكار، بحسب السياق المحلي للمزارعين (Saleh & Ehlers, 2023; Kiptot, Franzel, & Degrande, 2020). وتشير هذه الدراسات إلى أن البعد الثقافي والاجتماعي لا يقل أهمية عن الأبعاد الاقتصادية والتقنية، خصوصاً في المجتمعات التي تتمسك بالعادات الزراعية التقليدية. كما تشير دراسة (Mendoza & Castillo, 2024) إلى أن الشبكات الاجتماعية تسهم في تعزيز تبادل المعرفة، مما يحسن الكفاءة الإنتاجية ويزيد من فرص تحقيق الاستدامة.

مشكلة الدراسة

تشير الدراسات الحديثة إلى أن تحليل كل بعد بشكل منفصل لا يعكس الواقع المعقد للزراعة الأسرية، حيث أكدت (Smith et al., 2024) أن الاستدامة تتشكل من تفاعل الأبعاد الاقتصادية والتقنية والاجتماعية. كما بينت الدراسات أن تحليل العلاقات المعقدة بين العوامل الاقتصادية والتقنية والثقافية يستفيد من نماذج مثل SEM لربط التأثيرات المباشرة وغير المباشرة ضمن إطار واحد(Hair, Black, Babin, & Anderson, 2019). فاستخدام SEMيساعد في تحليل هذه العلاقات المعقدة، خاصة عند وجود متغيرات وسيطة مثل الكفاءة الإنتاجية، إلا أن هذه الدراسات لم تقدم اختباراً متكاملاً للأبعاد ضمن نموذج شامل بل ركزت التركيز على تحليلها بشكل منفصل دون دمجها في نموذج تكاملي. كما كان هناك ضعف الاهتمام بدور الكفاءة الإنتاجية كمتغير وسيط. لذلك، تأتي هذه الدراسة لتقديم نموذج تحليلي متكامل يربط بين هذه الأبعاد، ويختبر الوساطة باستخدامSEM ، مما يمثل إضافة علمية مقارنة بالدراسات السابقة.

منهجية البحث

تصميم الدراسة: اعتمدت الدراسة على المنهج الوصفي التحليلي، الذي يسمح بدراسة الظواهر القائمة وتحليل العلاقات بين المتغيرات المختلفة .يركز المنهج على قياس أثر التحديات الاقتصادية، التقنية، والثقافية على استدامة الزراعة الأسرية، مع دمج التحليل الإحصائي والتفسير العلمي للنتائج، بما يعزز موثوقية الاستنتاجات.

مجتمع الدراسة وعينتها: تكون مجتمع الدراسة من المزارعين العاملين في الزراعة الأسرية في مناطق محددة من ريف حمص. وتم اختيار عينة عشوائية طبقية لضمان تمثيل جميع الفئات العمرية، مستويات التعليم، وخبرة الزراعة. بلغ حجم العينة 325 مزارعاً، وهو

مناسب لتحليل الانحدار ونموذج CB-SEM مع الحفاظ على قوة إحصائية عالية (Hair et al., 2019).

أداة جمع البيانات: تم تصميم استبانة مكونة من 32 عبارة موزعة على أربعة محاور:

البعد الاقتصادي (8 عبارات)

البعد التقني (8 عبارات)

البعد الثقافي والاجتماعي (8 عبارات)

الاستدامة الزراعية (8 عبارات)

استخدم مقياس Likert من 5 درجات (1= ضعيف جداً، = 5 ممتاز جداً) لقياس الاتجاهات والتصورات بدقة.

إجراءات جمع البيانات

تم توزيع الاستبانات شخصياً بعد شرح أهداف الدراسة والحصول على موافقة المزارعين .بعد جمع البيانات، تمت مراجعتها للتأكد من اكتمالها وخلوها من الإجابات المفقودة أو المتناقضة.

الثبات(Reliability)

لقياس درجة الاتساق الداخلي لأداة الدراسة، تم استخدام معامل كرونباخ ألفا (Cronbach's Alpha)، كما هو موضح في الجدول (1) .

جدول 1: اختبار الثبات (Cronbach's Alpha)

المحور	عدد العبارات	Alpha
البعد الاقتصادي	8	0.87
البعد التقني	8	0.85
البعد الثقافي	8	0.86

الاستدامة	8	0.88
الإجمالي	32	0.94

المصدر: بيانات الدراسة 2024

تشير النتائج في الجدول (1) أن جميع قيم (0.70<) Cronbach's Alpha إلى أن الاستبانة موثوقة داخلياً وأن العبارات مترابطة جيداً داخل كل محور .معامل Alpha الإجمالي (0.94) يعكس اتساق الاستبانة ككل، مما يدعم مصداقية النتائج المستخلصة لاحقاً.

صدق الأداة (Validity) تم التحقق من صدق الاستبانة بعدة طرق:

الصدق الظاهري: (Face Validity) مراجعة الاستبانة من قبل خبراء لضمان وضوح العبارات وسهولة فهمها.

الصدق المحتوى: (Content Validity) التأكد من تغطية جميع المحاور الأربعة بشكل كامل ودقيق.

الصدق البنيوي: (Construct Validity) باستخدام تحليل العوامل الاستكشافي(EFA) ، حيث أظهرت النتائج أن جميع العبارات مرتبطة بالعوامل المقصودة بقيم تحميلية 0.50< ، وللتحقق من جودة نموذج القياس، تم استخدام التحليل العاملي التوكيد Confirmatory Factor) Analysis) CFA كما هو موضح في الجدول 2.

جدول 2: قيم التحليل العاملي التوكيديCFA

المؤشر	القيمة	الحد المقبول
CFI	0,93	> 0.90
TLI	0,91	> 0.90
RMSEA	0,05	< 0.08
SRMR	0.04	< 0.08

المصدر: بيانات الدراسة 2024

تشير نتائج الجدول (2) إلى أن جميع مؤشرات جودة المطابقة تقع ضمن الحدود المقبولة، بما في ذلك مؤشر SRMR مما يدل على ملاءمة نموذج القياس للبيانات.

صدق التمايز: (Discriminant Validity) تم التحقق من صدق التمايز باستخدام معيار فورنل–لاركر(Fornell–Larcker criterion) ، وذلك من خلال مقارنة الجذر التربيعي لمتوسط التباين المستخرج (AVE) لكل متغير كامن مع معاملات الارتباط بينه وبين المتغيرات الأخرى، وتم حساب AVE لكل متغير كامن بالاعتماد على معاملات التحميل العاملية الناتجة عن التحليل التوكيدي (CFA) وذلك باستخدام معادلة متوسط مربعات التحليل العاملية. ويعد AVE مؤشراً على الصدق التقاربي، حيث تشير القيم التي تتجاوز (0.50) إلى أن المتغير الكامن يفسر أكثر من 50% من التباين في مؤشراته (Hair et al., 2019) كما هو موضح في الجدول (3).

جدول 3: صدق التمايز (Discriminant Validity)

المتغير	AVE	الجذر التربيعي لـ AVE	ارتباطات مع المتغيرات الأخرى
الاقتصادي	0.62	0.79	0.65 تقني/ 0.60 ثقافي
التقني	0.61	0.78	0.65 اقتصادي/ 0.62 ثقافي
الثقافي	0.58	0.76	0.60 اقتصادي/ 0.62 تقني
الاستدامة	0.60	0.80	0.71 اقتصادي/ 0.66 تقني/ 0.66 ثقافي

المصدر: بيانات الدراسة 2024

تشير النتائج في الجدول(3) إن الجذر التربيعي لـ AVE لكل عامل أكبر من ارتباطه مع العوامل الأخرى، مما يؤكد أن كل بعد يمثل بنية مستقلة .هذا يعزز مصداقية النموذج ويدعم صلاحية نتائج SEM .

أدوات التحليل تم استخدام SPSS لتحليل البيانات الوصفية، وحساب المتوسطات والانحرافات المعيارية، واختبارات الثبات. واستخدام AMOS لإجراء تحليلSEM ، واختبار التأثيرات المباشرة وغير المباشرة، بالإضافة إلى اختبار الوساطة عبر الكفاءة الإنتاجية الزراعي.

تحليل النتائج ومناقشتها

التحليل الوصفي للمتغيرات(Descriptive Analysis)

يوضح الجدول (4) الإحصاءات الوصفية للمتغيرات الرئيسية في الدراسة من حيث المتوسط والانحراف المعياري، التباين لتقديم صورة أولية عن تقييم المزارعين لأبعاد التحديات المختلفة والاستدامة الزراعية.

جدول 4: الإحصاءات الوصفية للمتغيرات (Descriptive Statistics)

المتغير	المتوسط	الانحراف المعياري	التباين
الاقتصادي	3.91	0.82	0.67
التقني	3.75	0.79	0.62
الثقافي	3.68	0.81	0.65
الاستدامة	3.72	0.76	0.58

المصدر: بيانات الدراسة 2024

تشير نتائج الجدول(4) أن تقييم المزارعين لمختلف أبعاد الدراسة .يلاحظ أن البعد الاقتصادي حصل على أعلى متوسط، مما يشير إلى أن التحديات الاقتصادية تعتبر الأعلى تقييماً في إدراك المزارعين للتحديات المؤثرة على الاستدامة، تتفق هذه النتيجة مع (Pretty, J., 2011, Toulmin, C., & Williams, S.) الذي أشار إلى ان القيود الاقتصادية تمثل أحد أبرز العوامل في تحقيق التكثيف الزراعي المستدام. أما البعدين التقني والثقافي فقد حصل كل

منهما على تقييم متوسط، مما يدل على أن التحديات التقنية والثقافية لا تقل أهمية، لكنها أقل وضوحاً من التحديات الاقتصادية.

تحليل الانحدار(Regression Analysis)

تم استخدام تحليل الانحدار الخطي المتعدد لدراسة أثر التحديات الاقتصادية والتقنية والثقافية على استدامة الزراعة الأسرية .يوضح الجدول (5) ملخص مؤشرات تفسير النموذج الاحصائي، حيث تفسر المتغيرات المستقلة

76.8%من التباين في الاستدامة($R^2 = 0.768$) ، مما يعكس قوة النموذج في تفسير العلاقة بين المتغيرات.

جدول 5: ملخص مؤشرات تفسير النموذج الاحصائي

Std. Error	Adjusted R^2	R^2	R
0.29	0.762	0.768	0.876

المصدر: بيانات الدراسة 2024

تشير نتائج الجدول (5) أن القيمة $R^2 = 0.768$ تعني أن 76.8 % من التباين في استدامة الزراعة الأسرية مفسر بواسطة التحديات الثلاثة. قيمة R العالية (0.876) تشير إلى قوة ارتباط قوية بين المتغيرات المستقلة والمتغير التابع. الخطأ المعياري الصغير (0.29) يعكس دقة النموذج في التنبؤ بالاستدامة.

كما يوضح الجدول (6) معاملات الانحدار لكل بعد من أبعاد التحديات على الاستدامة الزراعية. حيث تبين أن جميع الأبعاد الثلاثة لها تأثير إيجابي ودال إحصائياً، مع تفوق البعد الاقتصادي على البعدين التقني والثقافي.

جدول 6: معاملات الانحدار(Regression Coefficients)

المتغير	Beta	t	Sig
الاقتصادي	0.71	12.5	0.000
التقني	0.68	10.9	0.000
الثقافي	0.66	9.8	0.000

المصدر: بيانات الدراسة 2024

تشير النتائج في الجدول أعلاه أن كل الأبعاد الثلاثة لها تأثير إيجابي ودال إحصائياً ($p < 0.001$) على استدامة الزراعة الأسرية. البعد الاقتصادي هو الأقوى تأثيراً ($\beta = 0.71$). يليه البعد التقني ($\beta = 0.68$). ثم البعد الثقافي ($\beta = 0.66$). النتائج تؤكد أن استدامة الزراعة الأسرية تتشكل من تفاعل متعدد الأبعاد وليس من عامل واحد فقط. ونظراً لارتفاع قيم معاملات الانحدار، تم التحقق من عدم وجود مشكلة التعدد الخطي (Mulicollinearty) بين المتغيرات المستقلة باستخدام مؤشري ال VIF و Tolerance ، وذلك لضمان استقلالية المتغيرات ودقة النموذج الجدول (7).

جدول 7: اختبار التعدد الخطي(VIF& Tolerance)

المتغير	Tolerance	VIF
الاقتصادي	0.72	1.39
التقني	0.70	1.43
الثقافي	0.69	1.45

المصدر: بيانات الدراسة 2024

تشير نتائج الجدول (7) أن جميع قيم VIF أقل من (5)، كما ان قيم Tolerance أكبر من (0.20) مما يدل على عدم وجود مشكلة تعدد خطي بين المتغيرات المستقلة، وعليه فإن ارتفاع معاملات الانحدار يعكس قوة العلاقة الحقيقة بين المتغيرات، وليس نتيجة تداخل خطي فيما بينها، مما يعزز موثوقية نتائج التحليل.

نموذج تحليل المسار SEM (Structural Equation Modeling)

تم استخدام نموذج المعادلات الهيكلية (SEM) لتحليل العلاقات بين التحديات متعددة الأبعاد واستدامة الزراعة الأسرية. ولتسهيل العرض والشرح، تم استبدال الرسم التخطيطي بجدول يوضح المسارات المباشرة لكل بعد وتأثيرها على الاستدامة.

جدول 8: المسارات المباشرة في نموذج SEM

المسار	Beta	t	Sig
التحديات الاقتصادية ← الاستدامة	0.71	12.5	0.000
التحديات التقنية ← الاستدامة	0.68	10.9	0.000
التحديات الثقافية ← الاستدامة	0.66	9.8	0.000

المصدر: بيانات الدراسة 2024

من الملاحظ في الجدول السابق أن جميع المسارات الثلاثة إيجابية ودالة إحصائياً ($p < 0.001$)، مما يؤكد أن كل بعد يؤثر بشكل مباشر على الاستدامة. البعد الاقتصادي هو الأقوى تأثيراً($\beta = 0.71$) ، يليه البعد التقني($\beta = 0.68$) ، ثم الثقافي($\beta = 0.66$) . الخلاصة إن استدامة الزراعة الأسرية تتشكل من تفاعل متعدد الأبعاد، ويمكن استخدام هذه البيانات لتفسير التأثيرات غير المباشرة والوساطة لاحقاً.

لتقييم ملاءمة نموذج المعادلات الهيكلية SEM ، تم الاعتماد على مؤشرات جودة النموذج كما هو موضح في الجدول (9) وتشمل مؤشر المطابقة المقارن (CFI) ومؤشر تاكر لويس (TLI) ومتوسط مربع الخطأ التقريبي (RMSEA) بالإضافة إلى مؤشر الجذر التربيعي لمتوسط البواقي (SRMR) CFI, TLI, RMSEA, SRMR ونسبة كاي سكوير إلى درجات الحرية (Chi–square/df) .

جدول 9: مؤشرات جودة النموذج(Model Fit)

المؤشر	القيمة	الحد المقبول
CFI	0.93	>0.90
TLI	0.91	>0.90
RMSEA	0.05	<0.08
SRMR	0.06	<0.08
Chi–square/df	2.3	<3

المصدر: بيانات الدراسة 2024

تشير النتائج في الجدول (9) أن جميع مؤشرات جودة النموذج ضمن الحدود المقبولة، حيث تجاوزت قيم ال CFIو TLI الحد الأدنى المقبول (0.90) ، كما جاءت قيمة RMSEA أقل من (0.08)، مما يدل على ملاءمة جيدة للنموذج، بالإضافة لذلك بلغت قيمة SRMR (0.06) وهي ضمن الحد المقبول (<0.08) مما يعزز من دقة تقدير النموذج ويؤكد جودة المطابقة بين النموذج والبيانات. يتيح هذا النموذج استخدام تحليل التأثيرات المباشرة وغير المباشرة واختبار الوساطة بثقة كبيرة في النتائج.

التأثيرات غير المباشرة (Indirect Effects) وتحليل الوساطة(Mediation Analysis)

لتعميق فهم العلاقات بين التحديات واستدامة الزراعة الأسرية، تم اختبار التأثيرات غير المباشرة باستخدام الكفاءة الإنتاجية الزراعية كمتغير وسيط، وذلك بالاعتماد على أسلوب Bootstrapping باستخدام (5000) عينة معاد سحبها، مما يسمح بتقدير أكثر دقة للتأثيرات غير المباشرة ودلالتها الإحصائية، يوضح الجدول (10) التأثيرات المباشرة وغير المباشرة لكل بعد.

جدول 10: التأثيرات المباشرة وغير المباشرة

المسار	التأثير المباشر	التأثير غير المباشر	التأثير الكلي
التحديات الاقتصادية← الاستدامة	0.71	0.18	0.89
التحديات التقنية ← الاستدامة	0.68	0.22	0.90
التحديات الثقافية ← الاستدامة	0.66	0.15	0.81

المصدر: بيانات الدراسة 2024

يظهر الجدول (10) أن كل بعد له تأثير مباشر مهم على الاستدامة، بالإضافة إلى تأثير غير مباشر عبر الكفاءة الإنتاجية الزراعية. أعلى تأثير غير مباشر كان للبُعد التقني(0.22) ، مما يشير إلى أن تحسين الكفاءة الإنتاجية يعزز من أثر التكنولوجيا على الاستدامة. التأثير الكلي يجمع المباشر وغير المباشر ويعطي صورة أوضح عن أهمية كل بعد في تعزيز الاستدامة.

كما يوضح الجدول (11) نتائج اختبار الوساطة باستخدام Bootstrapping . حيث أظهرت النتائج أن جميع التأثيرات غير المباشرة دالة إحصائياً($p < 0.01$) ، مما يؤكد دور الكفاءة الإنتاجية كمتغير وسيط جزئي، يخفف أثر التحديات على الاستدامة.

جدول 11: نتائج اختبار الوساطة

المسار	التأثير غير المباشر (β)	Sig	نوع الوساطة
الاقتصادي ← الكفاءة الاستدامة	0.18	0.000	جزئية
التقني ← الكفاءة الاستدامة	0.22	0.000	جزئية
الثقافي ← الكفاءة الاستدامة	0.15	0.000	جزئية

المصدر: بيانات الدراسة 2024

تشير نتائج الجدول (11) أن جميع المسارات غير المباشرة دالة إحصائياً($p < 0.01$) ، مما يؤكد وجود وساطة جزئية للكفاءة الإنتاجية الزراعية بين التحديات والاستدامة. يعني ذلك أن

تحسين الكفاءة الإنتاجية يمكن أن يقلل من أثر التحديات السلبية على الاستدامة، خصوصاً البعدين الاقتصادي والتقني.

المناقشة

التحديات الاقتصادية واستدامة الزراعة الأسرية

أظهرت نتائج الدراسة أن التحديات الاقتصادية هي العامل الأكثر تأثيراً على استدامة الزراعة الأسرية، سواء بشكل مباشر ($\beta = 0.71$) أو غير مباشر عبر الكفاءة الإنتاجية الزراعية ($\beta = 0.18$) . يتفق هذا مع تقرير FAO (2023) الذي أكد أن القيود المالية وعدم استقرار الدخل الزراعي تحد من قدرة المزارعين على تبني ممارسات مستدامة. كما يتوافق مع دراسة البنك الدولي (World Bank, 2022) التي أشارت إلى أن الدعم المالي المستمر والاستقرار الاقتصادي من العوامل الرئيسة لتعزيز استدامة الزراعة الأسرية. هذه النتائج تؤكد أن الدعم المالي المباشر يمثل استراتيجية رئيسية لتخفيف آثار التحديات الاقتصادية على الاستدامة.

التحديات التقنية وتأثيرها على الاستدامة

أثبتت نتائج الدراسة أن البعد التقني له تأثير مباشر قوي ($\beta = 0.68$) وأعلى تأثير غير مباشر عبر الكفاءة الإنتاجية($\beta = 0.22$) . تتسق النتائج مع الأدبيات التي تؤكد أن نقص الإرشاد والتدريب والتقنيات الحديثة يمثل عائقاً أمام الاستدامة، بينما يمكن أن تُحدث التكنولوجيا الذكية تأثيراً إيجابياً في رفع مستوى الكفاءة والإنتاجية (Fuglie et al., 2020; Harvesting a sustainable future, 2024).

التحديات الثقافية والاجتماعية

البعد الثقافي أظهر تأثيراً مباشراً ($\beta = 0.66$) وتأثيراً غير مباشر ($\beta = 0.15$) على الاستدامة. وتدعم النتائج الأدلة السابقة التي تشير إلى أن الثقافة والمعرفة المجتمعية تشكل عاملاً محفزاً أو معيقاً لتبني الممارسات المستدامة، وتؤثر على قدرة المزارعين على التعلم والتكيف (Saleh & Ehlers, 2023; Sithole & Olorunfemi, 2024).

تعزز هذه النتائج ما توصلت إليه الدراسات الحديثة مثل (Darnhofer et al., 2020) التي ترى أن تعزيز بنية العلاقات بين العوامل الاقتصادية والتقنية والاجتماعية يسهم في فهم أعمق للاستدامة كمفهوم نظامي بدلاً من تفسيره أحادي البعد. فالدراسة الحالية أثبتت أن استدامة الزراعة الأسرية لا تعتمد على عامل واحد، بل على تفاعل متعدد الأبعاد :اقتصادي، تقني، وثقافي. إن استخدام SEM مع اختبار الوساطة وفر رؤية أكثر تفصيلاً، حيث أظهر التحليل أن الكفاءة الإنتاجية الزراعية تعمل كحلقة وصل مهمة لتعظيم أثر العوامل المختلفة على الاستدامة وهذا الأمر لم يتم التحقق منه بشكل كمي في الدراسات السابقة. هذه النقطة تمثل إضافة نوعية مقارنة بالدراسات السابقة التي ركزت غالباً على تحليل كل بعد منفصلاً.

الفجوة البحثية التي تم تجاوزها في هذه الدراسة

رغم كثرة الدراسات السابقة، إلا أن معظمها لم يقدم نموذجاً تكاملياً متعدد الأبعاد يوضح العلاقات بين التحديات الاقتصادية والتقنية والثقافية وتأثيرها المشترك على استدامة الزراعة الأسرية .كما أن هذه الدراسات ركزت في الغالب على تحليل كل بعد بشكل منفصل، دون تفسير التفاعل المتبادل بين هذه الأبعاد. بالإضافة إلى ذلك، لم يتم التطرق بشكل كافٍ إلى تحليل الآليات التي تنتقل من خلالها تأثيرات هذه التحديات، خصوصاً فيما يتعلق بالدور الوسيط للكفاءة الإنتاجية الزراعية في تفسير العلاقة بين التحديات والاستدامة. وعليه، تسهم هذه الدراسة في سد هذه الفجوة من خلال:

- ✓ تقديم نموذج تكاملي متعدد الأبعاد يربط بين الأبعاد الاقتصادية والتقنية والثقافية.
- ✓ تحليل العلاقات المباشرة وغير المباشرة ضمن إطار تكاملي يوضح تفاعل المتغيرات، بدلاً من دراستها بشكل منفصل.
- ✓ توضيح الدور الوسيط للكفاءة الإنتاجية الزراعية في تفسير تأثير التحديات على الاستدامة".

الاستنتاجات

الاستدامة الزراعية ناتجة عن تفاعل متعدد الأبعاد: النتائج أكدت أن استدامة الزراعة الأسرية لا تعتمد على بعد واحد، بل على تفاعل اقتصادي وتقني وثقافي متكامل، حيث كل بعد يعزز الآخر.

1. تؤكد نتائج الدراسة أن استدامة الزراعة الأسرية لا يمكن تفسيرها من خلال بعد منفرد، بل تمثل نتاجاً لتفاعل ديناميكي بين الأبعاد الاقتصادية والتقنية والثقافية .ويعكس ذلك طبيعة الاستدامة كمنظومة معقدة تتشكل من علاقات متداخلة، مما يدعم الاتجاهات الحديثة التي تنظر إلى النظم الزراعية بوصفها نظماً تكاملية وليست خطية.

2. أظهرت النتائج أن البعد الاقتصادي يمثل العامل الأكثر تأثيراً في الاستدامة، إلا أن أهميته لا تقتصر على تأثيره المباشر، بل تمتد ليشكل بيئة تمكينية لباقي الأبعاد .وهذا يشير إلى أن فعالية التدخلات التقنية والسلوكية تبقى مرتبطة بمدى توفر الموارد والاستقرار الاقتصادي، مما يجعل البعد الاقتصادي عاملاً مهيكلاً داخل النموذج.

3. إن البعد التقني لا يقتصر على تأثير مباشر، بل يلعب دوراً غير مباشر مهماً من خلال تحسين الكفاءة الإنتاجية الزراعية، ما يعكس دوره كآلية تحويل داخل النظام الزراعي .وهذا يدل

على أن التكنولوجيا تسهم في إعادة تشكيل العلاقة بين الموارد والاستدامة. وليس فقط تحسين الإنتاج بشكل مباشر.

4. أظهرت النتائج أن العوامل الثقافية والاجتماعية، رغم تأثيرها النسبي الأقل، تلعب دوراً مهماً في توجيه سلوك المزارعين نحو تبني الممارسات المستدامة .وهذا يؤكد أن الاستدامة لا تعتمد فقط على الموارد والتكنولوجيا، بل تتأثر أيضاً بالبنية القيمية والاجتماعية، مما يجعل الثقافة عاملاً موجهاً ضمن الإطار العام للنموذج.

5. أثبتت الدراسة أن الكفاءة الإنتاجية الزراعية تمثل حلقة وصل تفسيرية بين التحديات متعددة الأبعاد والاستدامة، حيث تعمل كقناة تنتقل من خلالها التأثيرات المختلفة .ويشير ذلك إلى أن تحسين الكفاءة الإنتاجية لا يعد هدفاً بحد ذاته، بل أداة استراتيجية لتعظيم أثر التدخلات الاقتصادية والتقنية والتقليل من الآثار السلبية للعوامل الأخرى.

الخلاصة: تدعم النتائج الاتجاهات الحديثة التي تنظر للاستدامة كنظام معقد متداخل (Darnhofer et al., 2020; Tittonell, 2014). كما تتمثل الإضافة العلمية للدراسة في تقديم نموذج تكاملي يفسر العلاقات المتداخلة بين الأبعاد الاقتصادية والتقنية والثقافية، مع إبراز الدور الوسيط للكفاءة الإنتاجية الزراعية .وبذلك، تسهم الدراسة في تعزيز الفهم النظري للاستدامة الزراعية بوصفها عملية ديناميكية ناتجة عن تفاعل متعدد المستويات، وليس مجرد استجابة لعوامل منفردة.

التوصيات

استناداً إلى نتائج الدراسة، التي أكدت الطبيعة متعددة الأبعاد لاستدامة الزراعة الأسرية لابد من الاهتمام بتبني نهج تكاملي يجمع بين الدعم الاقتصادي، والتطوير التقني، والتدخلات

الثقافية، بما يعكس الطبيعة المتداخلة للعوامل المؤثرة في استدامة الزراعة الأسرية، ويعزز من فاعلية السياسات الزراعية على المدى الطويل وبعبارة أخرى توصي هذه الدراسة ب:

1. تبني سياسات تمويل زراعي تشمل تقديم قروض ميسّرة منخفضة الفائدة، وتوفير برامج دعم مالي مباشر، إلى جانب تطوير أنظمة تأمين زراعي للحد من المخاطر. ويمكن تنفيذ ذلك من خلال وزارات الزراعة والمؤسسات المالية، بما يعزز قدرة المزارعين على الاستثمار في الممارسات المستدامة.

2. في ضوء الأهمية الكبيرة للبعد التقني، لابد من إنشاء مراكز إرشاد زراعي محلية، وتفعيل برامج تدريبية مستمرة للمزارعين، بالإضافة إلى تعزيز نقل التكنولوجيا عبر شبكات ومدارس فلاحية مدعومة بالدراسات المعاصرة حول الزراعة الذكية (Harvesting a sustainable future, 2024) ويتطلب ذلك تعاوناً بين الجامعات، ومراكز البحوث، والجهات الحكومية لضمان نقل المعرفة بشكل فعال .

3. نظراً لدورها الوسيط في تعزيز الاستدامة، يُوصى بتطبيق برامج تهدف إلى تحسين إدارة الموارد الزراعية، مثل المياه والتربة، ودعم استخدام المدخلات الإنتاجية المحسّنة، إلى جانب اعتماد مؤشرات قياس دورية لمتابعة مستوى الإنتاجية والكفاءة.

4. ينصح بتنفيذ برامج توعية تستهدف تغيير السلوكيات الزراعية التقليدية وتعزيز تقبل الابتكار، مع مراعاة الخصوصية الثقافية للمجتمعات الريفية. كما يُنصح بإشراك القادة المحليين والمزارعين ذوي الخبرة في نشر الممارسات المستدامة، لضمان تحقيق تأثير مجتمعي أوسع.

5. نظراً لتفاعل الأبعاد الاقتصادية والتقنية والثقافية، من الضروري تطوير استراتيجيات زراعية شاملة تدمج هذه الأبعاد ضمن إطار واحد، مع تعزيز التنسيق بين السياسات الزراعية والاقتصادية والتعليمية، بما يدعم تحقيق استدامة طويلة الأجل للزراعة الأسرية.

6. لضمان فعالية التدخلات، يُوصى بتطوير نظام متكامل لمتابعة استدامة الزراعة الأسرية، يعتمد على مؤشرات أداء واضحة، مع إجراء تقييمات دورية لقياس أثر السياسات والبرامج الزراعية وتحسينها بشكل مستمر.

7. توصي الدراسة بتفعيل الشراكات بين القطاع الحكومي والخاص، ودعم دور المنظمات المحلية والدولية في تطوير الزراعة الأسرية، إضافة إلى تشجيع الاستثمارات في هذا القطاع بما يسهم في تعزيز الاستدامة وتحسين الإنتاجية.

8. المقترحات المستقبلية

1. تطبيق النموذج على مناطق ودول أخرى: للتحقق من قابلية تعميم النتائج على سياقات جغرافية وثقافية مختلفة.

2. استكشاف أبعاد إضافية مؤثرة: مثل العوامل البيئية أو السياسات الحكومية لتعميق فهم تأثيرها على استدامة الزراعة الأسرية.

3. تعزيز الدقة في قياس الكفاءة والإنتاجية: عبر استخدام مؤشرات كمية دقيقة للإنتاجية والكفاءة في الدراسات المستقبلية لتحسين قوة التحليل الإحصائي.

References

Barrett, C. B., Christiaensen, L., Sheahan, M., & Shimeles, A. (2021). On the structural transformation of rural Africa. Journal of African Economies, 26(suppl_1), i11–i35. https://doi.org/10.1093/jae/ejab016.

Carter, M. R., Laajaj, R., & Yang, D. (2020). Subsidies and the persistence of technology adoption: Field experimental evidence from Mozambique. American Economic Journal: Applied Economics, 12(3), 76–105. https://doi.org/10.1257/app.20180580.

Darnhofer, I., Gibbon, D., & Dedieu, B. (2020). Farming systems research: Into the 21st century. Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-39284-5.

FAO. (2023). The state of food and agriculture 2023: Revealing the true cost of food to transform agrifood systems. Rome, Italy: Food and Agriculture Organization of the United Nations.

IFAD. (2020). Rural development report 2020: Transforming food systems for rural prosperity. Rome, Italy: International Fund for Agricultural Development.

OECD. (2021). Innovation, productivity and sustainability in food and agriculture: Main findings from country reviews and policy lessons. Paris, France: Organisation for Economic Co-operation and Development.

Fuglie, K., Gautam, M., Goyal, A., & Maloney, W. (2020). Harvesting prosperity: Technology and productivity growth in agriculture. World Bank. https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/33699.

Hair, J. F., Black, W. C., Babin, B. J., & Anderson, R. E. (2019). Multivariate data analysis (8th ed.). Cengage Learning.

Kiptot, E., Franzel, S., & Degrande, A. (2020). Gender, agroforestry, and food security in Africa. Current Opinion in Environmental Sustainability, 6, 104–109. https://doi.org/10.1016/j.cosust.2013.10.004.

Saleh, R., & Ehlers, M. (2023). Exploring farmers' perceptions of social sustainability. Environment, Development and Sustainability. https://doi.org/10.1007/s10668-023-03123-8.

Sithole, A., & Olorunfemi, O. D. (2024). Sustainable agricultural practices in sub‐Saharan Africa: Adoption trends and challenges. Sustainability, 16(22), 9766. https://doi.org/10.3390/su16229766.

Pretty, J., Toulmin, C., & Williams, S. (2011). Sustainable intensification in African agriculture. International Journal of Agricultural Sustainability, 9(1), 5–24. https://doi.org/10.1080/14735903.2010.484402

Tittonell, P. (2014). Ecological intensification of agriculture—Sustainable by nature. Current Opinion in Environmental Sustainability, 8, 53–61. https://doi.org/10.1016/j.cosust.2014.08.006.

Yuan, Y., & Sun, Y. (2024). Practices, challenges, and future of digital transformation in smallholder agriculture: Insights from a literature review. Agriculture, 14(12), 2193. https://doi.org/10.3390/agriculture14122193.

Harvesting a sustainable future: An overview of smart agriculture's role in social, economic, and environmental sustainability. (2024). Journal of Cleaner Production. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2024.138765.

Strategic sustainability practices in intercropping-based family farming systems. (2023). Scientific Reports. https://doi.org/10.1038/s41598-023-31245-7.

World Bank. (2022). Agricultural productivity growth for poverty reduction and food security. Washington, DC: World Bank Publications.

دراسة تأثير الري الناقص والتسميد الآزوتي في بعض المؤشرات الإنتاجية لنبات الذرة الصفراء وتحديد العامل الأكثر تأثيراً بالإنتاجية باستخدام أسلوب تحليل المسار

م. جوليانا حسن[1] أ.د. أحمد الجردي[2] د. أيمن حجازي[3]

(1). طالبة دكتوراه في قسم التربة واستصلاح الأراضي، كلية الهندسة الزراعية، جامعة حمص.

(2). أستاذ دكتور في قسم التربة واستصلاح الأراضي، كلية الهندسة الزراعية، جامعة حمص.

(3). باحث في الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية، إدارة بحوث الموارد الطبيعية، دمشق.

الملخص

أجري البحث في دائرة بحوث الموارد الطبيعية /مركز بحوث حمص/ في المدخل الشمالي لمدينة حمص خلال الموسم الزراعي 2023 –2024، بهدف دراسة تأثير معاملات الري (الري الناقص) والتسميد الآزوتي في بعض المؤشرات الإنتاجية للذرة الصفراء صنف (غوطة 82)، في منطقة حمص، وتحديد أكثر عامل يؤثر بالإنتاجية.

تم تطبيق أربع معاملات ري: الشاهد100%(I_1) من السعة الحقلية، بالإضافة إلى 80% (I_2) ،70% (I_3) ،60% (I_4)) من الشاهد. وإضافة أربع معدلات من السماد الآزوتي الشاهد، (50% (N3) ،75% (N2) ،100% (N1)) من كمية السماد الأزوتي المحسوبة حسب تحليل التربة والتوصية السمادية، والمعاملة (N4) بدون أي كمية مضافة من السماد الأزوتي.

بينت النتائج أن المعاملة I1N1 أعطت أعلى إنتاجية حبية بالمقارنة بين بقية المعاملات، وبفروق معنوية حيث أعطت (4.817) طن/هـ، في حين أعطت المعاملة I4N4 أقل إنتاجية بالمقارنة بين كافة المعاملات بإنتاجية قدرها (1.89) طن/هـ، وانخفضت الإنتاجية بانخفاض

معدلات الري والتسميد. كما وجد أنه بتطبيق المعاملة I2N1 يمكن توفير 20% من كمية مياه الري مع إعطائها إنتاجية (4.37) طن/هـ، وبتطبيق المعاملة I1N2 يمكن توفير 25% من السماد الآزوتي مع إعطاء إنتاجية (4.107) طن/هـ.

كما تم حساب معامل المسار بين المتغيرات المستقلة (الصفات المدروسة) مع المتغير التابع (الغلة الحبية)، ووجد أن أعلى معامل مسار كان لصفتي عدد الحبوب بالصف ووزن مئة حبة، بقيم مقدارها (0.473 و 0.383) على التوالي، أي أن هاتين الصفتين الأكثر تأثيراً بالغلة. كما وجد أن حجم التأثير (f^2) لصفتي عدد الحبوب بالصف ووزن مئة حبة بالغلة كان قوياً، بقيم قدرها (36.3 و42.7%) على التوالي.

كلمات مفتاحية: الري الناقص، التسميد الآزوتي، الذرة الصفراء، المؤشرات الإنتاجية، تحليل المسار.

A study of the effect of deficit irrigation and nitrogen fertilization on some productivity indicators of maize crop and identifying the most influential factor on productivity using path analysis.

Abstract

The research was conducted at the Natural Resources Research Department /Homs Research Center/ at the northern entrance to the city of Homs during the 2023-2024 agricultural season, with the aim of studying the effect of irrigation treatments (deficient irrigation) and nitrogen fertilization on some productivity indicators of yellow corn variety (Ghouta 82), in the Homs region, and identifying the most influential factor on productivity.

Four irrigation treatments were applied: control (100% I1) of field capacity, plus 80% I2, 70% I3, and 60% I4 of the control. Four rates of nitrogen fertilizer were added: control (50% N3), 75% N2, and 100% N1 of the nitrogen fertilizer quantity calculated according to soil analysis and fertilizer recommendation, and treatment (N4) without any added nitrogen fertilizer.

The results showed that treatment I1N1 yielded the highest grain productivity compared to the other treatments, with a significant difference of 4.817 tons/ha. Treatment I4N4 yielded the lowest productivity compared to all treatments, at 1.89 tons/ha. Productivity decreased with decreasing irrigation and fertilization rates. It was also found that applying treatment I2N1 could save 20% of irrigation water while yielding 4.37 tons/ha, and applying treatment I1N2 could save 25% of nitrogen fertilizer while yielding 4.107 tons/ha.

The path coefficient was also calculated between the independent variables (the studied traits) and the dependent variable (grain yield). The highest path coefficients were found for the traits of number of grains per row and hundred-grain weight, with values of 0.473 and 0.383, respectively, indicating that these two traits had the greatest impact on yield. The effect size (f^2) for the traits of number of grains per row and hundred-grain weight on yield was also found to be strong, with values of 36.3% and 42.7%, respectively.

Key words: Deficit irrigation, Nitrogen fertilization, maize, productivity indicators, path analysis.

مقدمة:

يُعد الماء من أهم عناصر الإنتاج الزراعي، ويمثل عنصر التحدي الأكبر في المناطق الجافة وشبه الجافة، حيث تتسم هذه المناطق بندرة الأمطار وارتفاع معدلات التبخر، مما يقلل من فرص الزراعة التقليدية، ويستدعي البحث عن استراتيجيات ذكية وفعّالة لإدارة المياه . في هذا الإطار، يُعتبر نظام الري الناقص (Deficit Irrigation) إحدى الاستراتيجيات الهامة التي تهدف إلى زيادة كفاءة استخدام المياه، من خلال تزويد النباتات بكميات أقل من احتياجاتها من المياه خلال مراحل نموها المختلفة، بحيث تتعرض هذه النباتات إلى درجة بسيطة من الإجهاد المائي، يكون تأثيره في المردود ونوعية الناتج الزراعي في حدود مقبولة، أي القبول بانخفاض معين في المردود، مقابل الحفاظ على الموارد المائية المتاحة (حسن وآخرون،2022). وقد أظهرت العديد من الدراسات أن تطبيق الري الناقص بشكل مدروس، يمكن أن يحافظ على إنتاجية مقبولة للمحاصيل، ويوفر كميات كبيرة من المياه، يمكن استخدامها في ري محاصيل إضافية أو في مواسم جفاف لاحقة (Geerts & Raes, 2009 ؛ Sadras & Angus, 2006).

تتعلق الاحتياجات المائية للمحصول بعدة عوامل، منها الظروف المناخية السائدة، وطبيعة المحصول، والصنف ونوع التربة وقابلية التربة على مسك الماء وخصائصها الأخرى، وتؤثر رطوبة التربة ضمن المنطقة الجذرية في مقدار التبخر- نتح، فنظراً لأهمية الماء القصوى في الإنتاج الزراعي، فإنه لاستمرار الزراعة المنتظمة لابد من المحافظة على مستوى الرطوبة الأرضية داخل منطقة الانتشار الجذري عند الحدود الملائمة لنمو وإنتاج المحصول (عبد المنعم، 2001).

يعد محصول الذرة الصفراء مناسباً لتطبيق الري الناقص، إما خلال موسم النمو أو في مراحل نمو محددة مسبقاً، كونه محصول صيفي يتطلب كمية زائدة من مياه الري، وتختلف استجابة الغلة اعتماداً على حساسية المحصول في مرحلة النمو المحددة تلك، لذلك فإن توقيت تطبيق الري الناقص بشكل مناسب، هو أداة لجدولة الري عندما تكون إمدادات المياه محدودة (FAO.2002).

وبالإضافة لإدارة المياه، لا يقل عنصر التسميد، وتحديدًا التسميد الأزوتي، أهمية عن الماء في تحديد إنتاجية المحاصيل. فالنيتروجين يُعد عنصرًا أساسياً في بناء الأحماض الأمينية

والبروتينات، ويلعب دورًا مركزيًا في نمو النبات وتطوره. إلا أن الكفاءة المنخفضة لاستخدام النيتروجين في الأنظمة الزراعية التقليدية، قد تؤدي إلى خسائر كبيرة، سواء من الناحية الاقتصادية أو البيئية، حيث يؤدي الإفراط في التسميد إلى تسرب النترات إلى المياه الجوفية، وتزايد انبعاثات غازات الاحتباس الحراري (Hatfield and Prueger, 2004 ؛ Zhang *et al.*, 2023 ؛ Li *et al.*, 2021). لذلك، فإن تحسين كفاءة استخدام النيتروجين من خلال التسميد المتوازن والمناسب للظروف البيئية، يعتبر من الإجراءات الأساسية في الإدارة المستدامة للزراعة.

يعد نبات الذرة الصفراء من المحاصيل المهمة، وهو ينتمي إلى العائلة الفصيلة النجيلية Poaceae التي تضم عدداً من الأجناس أكثرها أهمية الجنس *zea* الذي يضم نوعاً مزروعاً هو الذرة الصفراء *Zea mays L.* (OECD,2003)، وتعد أمريكا الجنوبية والوسطى الموطن الأصلي لهذا النبات (Rhodes,2006). يحتل محصول الذرة الصفراء المرتبة الثالثة على مستوى العالم بعد القمح والأرز من حيث المساحة المزروعة والانتاج، حيث قدرت المساحة المزروعة عالمياً عام 2012 بنحو 177 مليون هكتار بإنتاج بلغ 875 مليون طن، وبغلة بنحو4.944 طن/هكتار (نمر والحصري،2015).

وتحتل الذرة الصفراء في سوريا المركز الثالث بعد القمح والشعير من حيث المساحة المزروعة، ومن حيث الإنتاج حيث بلغت عام 2023 نحو(78) ألف هكتار بإنتاج بلغ(562) ألف طن والإنتاجية نحو(7.1) طن/هكتار (المجموعة الاحصائية الزراعية،2023).

بين (Igbadun *et al.*,2008) إن تطبيق الري الناقص على محصول الذرة (قطع الري في بعض مراحل النمو للمحصول) في أي مرحلة من مراحل النمو، أثر على إنتاج الحبوب ولم يظهر تأثيراً كبيراً على إنتاج الكتلة الحيوية، حيث تراوحت غلة المادة الجافة بين 6966 و 12672 كغ/ هكتار. في حين أثر الري الناقص الذي امتد عبر مرحلتين أو أكثر من مراحل النمو، على كل من الكتلة الحيوية وإنتاج الحبوب بشكل كبير، حيث أدى إلى انخفاض الكتلة الحيوية والإنتاجية، لم تلاحظ فروق معنوية في إنتاجية المادة الجافة، حيث تراوحت القيم بين (11939.2 و10361.2 كغ/ هـ مادة جافة) وبدون فروق معنوية في المعاملات (الشاهد بدون قطع ريات

وإيقاف الري كل أسبوعين في المرحلة الخضرية، وإيقاف الري كل أسبوعين في مرحلة الإزهار، و إيقاف الري كل أسبوعين في مرحلة امتلاء الحبوب)، بينما وجدت فروق معنوية بين كافة المعاملات في متوسط إنتاجية الحبوب، حيث تراوحت القيم بين (3831.7 و1709.5 كغ/هـ إنتاجية حبوب). كما أن كفاءة استخدام مياه الري تأثرت بشدة بعدد مراحل النمو التي تم فيها تطبيق الري الناقص، وقد تحسنت كفاءة استخدام مياه الري في مرحلة النمو الخضري.

بينت نتائج (زينو وآخرون،2007) في بحث أجري في سورية في منطقة حمص، لدراسة تأثير مستويات مختلفة من الري(100 و75 و 50 و25% من الاحتياج المائي) في الغلة الحبية ودليل المسطح الورقي لبعض الطرز الوراثية من الذرة الصفراء، أن أعلى قيمة لدليل المسطح الورقي كانت لمعاملة الري 100% بقيمة (5.474)، وتناقصت القيمة بانخفاض مستوى الري، حيث في المعاملة 75% كان دليل المسطح الورقي فيها(4.796) وبقية المعاملات أعطت (3.798 و 3.048) للمعاملات (50% و 25%) على التوالي وكانت الفروق معنوية بين كافة المعاملات، وتبين أن إعطاء محصول الذرة الصفراء 75% من احتياجه المائي، يوفر كمية من المياه يمكن استخدامها في أغراض التوسع الزراعي.

أظهرت نتائج (شعبان ومهنا،2016) بحث أجري في محافظة طرطوس بمنطقة الشيخ بدر، لدراسة تأثير الكثافة النباتية والتسميد الأزوتي في نمو وإنتاجية طرز من الذرة الصفراء، زيادة الغلة الحبية مع زيادة معدلات التسميد الأزوتي، حيث بلغت عند الشاهد 5.73 طن/هـ وارتفعت إلى 7.26 طن/هـ، كما وجد أن ارتفاع النبات اختلف تبعاً لمعدلات التسميد الأزوتي، إذ لوحظ ازدياد الارتفاع مع تزايد معدلات التسميد الأزوتي.

وجد باحثون (Li *et al.*,2022) عند تطبيق مستويات مختلفة من الري والتسميد الأزوتي، أن الري بـ 300 مم والتسميد الأزوتي 150 كغN/هـ، يعتبر نهجاً واعداً لتقليل كميات المياه والأزوت المضافة والحصول على إنتاجية مقبولة.

كما أظهرت نتائج (Ran *et al.*,2023) عند قياس إنتاجية المياه والنتروجين للذرة الصفراء تحت ظروف الإجهاد المائي والأزوتي، أن الإجهاد المائي كان تأثيره أكبر من الإجهاد الآزوتي على نمو وإنتاجية الذرة الصفراء.

أظهر (Hatfield and Dold, 2018) أن تحليل العوامل التي تسبب فجوة الغلة، يمكن أن تكون أداة قيمة لتقييم العوامل المؤثرة على الإنتاجية، وتحسين استراتيجيات الإدارة لزيادة الغلة على مستوى الحقل.

مبررات البحث وأهدافه:

يعد نبات الذرة الصفراء من المحاصيل المحبة للماء ويحتاج لكميات كبيرة من المياه، ونتيجة أزمة المياه التي تمر بها المنطقة، لابد من تبني تقانات الري الحديث والري الناقص الذي يعد أمراً ضرورياً لعملية التنمية الزراعية المستدامة، كما ويعد السماد الآزوتي من أكثر الأسمدة استخداماً في الزراعة لزيادة إنتاج المحاصيل. على الرغم من ارتباط الإضافات الكبيرة بتلوث التربة والمياه والبيئة، فاستعمال الأسمدة يجب أن يخضع لمعايير علمية محسوبة، فلكل محصول حاجة معينة من العناصر المغذية، ويعتبر الري والتسميد الآزوتي من أهم عمليات الإدارة التي تؤثر في إنتاجية محصول الذرة الصفراء، إلا أن سوء الإدارة يؤدي إلى انخفاض الكفاءة الإنتاجية وزيادة الهدر في الموارد.

يهدف البحث إلى دراسة تأثير معاملات الري والتسميد الآزوتي في إنتاجية محصول الذرة الصفراء باستخدام تحليل المسار، لتحديد العوامل الأكثر تأثيراً في الغلة، وبالتالي تقليص فجوة الغلة.

مواد البحث وطرائقه:

نفذ البحث في الموسم الزراعي 2023 في دائرة بحوث الموارد الطبيعية /مركز بحوث حمص/، التي تقع في المدخل الشمالي لمدينة حمص، على ارتفاع 490 متر عن سطح البحر، وعلى خط طول 36:43 شرقاً وخط عرض 34:45 شمالاً، ويبلغ معدل الأمطار فيها بحدود 470 مم سنوياً، وتبلـغ مساحتها الإجمالية 42 دونماً، ويعرض الجدول رقم(1) بعض العناصر المناخية السائدة خلال موسم الدراسة.

الجدول (1): المعطيات المناخية خلال موسم الدراسة.

الشهر	درجة الحرارة العظمى مْ	درجة الحرارة الدنيا مْ	الرطوبة النسبية العظمى%	الرطوبة النسبية الدنيا%
تموز	34.70	22.20	77.77	30.90
آب	34.97	23.00	87.03	37.84
أيلول	32.70	20.36	88.20	30.93
تشرين الأول	28.29	16.73	87.29	41.13

مديرية الأرصاد في محطة الدوير بحمص (2023).

تتصف تربة موقع الدراسة بأنها طينية، وذات pH قلوي، غير مالحة ومتوسطة المحتوى من الكربونات الكلية، وجيدة المحتوى من المادة العضوية، وذات محتوى متوسط– جيد من الأزوت المعدني والبوتاسيوم المتاح وغنية بالفوسفور والجدول رقم (2) يبين بعض الخصائص الفيزيائية والكيميائية للتربة.

الجدول (2): يبين بعض الخصائص الفيزيائية والكيميائية لتربة الموقع العمق (0–30 سم).

التركيب الميكانيكي %			قوام التربة	pH (1:5)	EC (dS/m)	كربونات الكالسيوم%	مادة عضوية%	أزوت معدني مغ/كغ	فوسفور متاح مغ/كغ	بوتاسيوم متاح مغ/كغ
رمل	سلت	طين								
27.6	13.2	59.2	طيني	8.37	0.2	20.34	2.45	17.71	17.4	222.25

المعاملات المدروسة:

تم تنفيذ التجربة وفق تصميم قطع منشقة بثلاثة مكررات، تكون فيها معاملات الري (مستويات الري الأربع) الشريط الرئيسي للتصميم وتتوزع ضمن كل شريط من شرائط الري معاملات السماد وفق أربعة مستويات من السماد الآزوتي كمايلي:

(I1) معامل الري الكامل(100%) بدون إجهاد مائي حيث تم تعويض كامل الرطوبة المستنزفة من التربة عند انخفاض رطوبة السعة الحقلية إلى 80% .

(I2) معامل الري الناقص حيث تم تعويض(80%) من قيمة الرية الكاملة.

(I3) معامل الري الناقص حيث تم تعويض(70%) من قيمة الرية الكاملة.

(I4) معامل الري الناقص حيث تم تعويض(60%) من قيمة الرية الكاملة.

(N1) 100% والتي تمثل كامل كمية السماد الأزوتي المحسوبة حسب تحليل التربة والتوصية السمادية.

(N2) 75% من كمية السماد الأزوتي المحسوبة من المعاملة الأولى.

(N3) 50% من كمية السماد الأزوتي المحسوبة من المعاملة الأولى.

(N4) تبقى بدون أي كمية مضافة من السماد الأزوتي.

حيث تم دراسة التداخل بين عاملي الري والتسميد، وتمثل معاملة الشاهد (الري الكامل مع كمية السماد الموصي بها) حالة النمو بدون أي إجهاد مائي أو آزوتي، وهي المعاملة التي تعطي معايير النمو لمحصول الذرة غير المقيد بأي إجهاد.

تم زراعة صنف الذرة الصفراء المحلي (غوطة82)، وهو صنف تركيبي متوسط التبكير في النضج يصلح للزراعة التكثيفية، عمر النبات الكامل 115–125 يوم للحصول على انتاج حبي (عويل، 2008).

تم زراعة البذور بتاريخ 2023/7/4، وتم تقسيم المساحة المخصصة للتجربة والمحضرة تحضيراً جيداً للزراعة إلى (48) قطعة تجريبية، حيث كانت مساحة القطعة التجريبية (3.5x4) م2، تم زراعة الذرة الصفراء بواقع خمسة خطوط لكل قطعة تجريبية والمسافة بين الخط والآخر 70 سم والمسافة بين النباتات 30 سم، تم ترك مسافات حماية 3 م بين القطع التجريبية وترك نطاق خارجي حول التجربة 3 م.

كما تم القيام بالعمليات الزراعية الأساسية من حراثة الأرض وتخطيطها ثم زراعة البذار يدوياً وتم ري رية إنبات، وبعد انبات البذور تم القيام بترقيع النباتات غير النابتة، ومن بعدها تم القيام بعملية العزيق والتعشيب والتحضين، وتم مكافحة الآفات والتسميد حسب التوصية السمادية، وتم الحصاد بتاريخ 2023/10/17.

تم ري المعاملات من مياه بئر موجود بمكان تنفيذ التجربة، وتم تقدير رطوبة التربة بالطريقة الوزنية وتم جدولة الري على أساس حوض التبخر كلاس A حيث تم تتبع التبخر بشكل يومي، وعند وصول الرطوبة في معاملة الشاهد لمستوى أدنى مقداره 80% من السعة الحقلية تم ري كافة المعاملات المائية بوقت واحد وكل منها حسب النسبة المقررة.

طريقة الري: تم تركيب شبكة تنقيط من النموذج GR من البولي إيتيلين قطره 16 مم، والمصمم بنقاطات داخلية تصريف الواحدة منها نظرياً 4 ل/سا، وبتباعد 40 سم بين النقاطة والأخرى، حيث تم تركيب على كل صف من النباتات خط ري واحد، وتم فصل المعاملات المائية عن بعضها بصمامات بولي إيتيلين من قياس الشبكة تفتح وتغلق عند الحاجة، حيث يتم فتح الصمامات الخاصة لكل معاملة حسب المدة المقررة للري والتي يتم حسابها بالشكل التالي:

حساب كمية المياه اللازمة:

تم حساب كمية مياه الري اللازمة لري الشاهد (100%) من العلاقة:

$$\boldsymbol{m = 100 \times h \times \alpha \times (w_1 - w_2)}$$

حيث:

$\boldsymbol{m}$: كمية مياه السقاية مقدرة ($م^3/هـ$)

$\boldsymbol{h}$: العمق الفعال لجذور النبات (م)(العمق 45 سم بداية عمر النبات ثم بعد شهر للعمق 75 سم)

$\boldsymbol{\alpha}$: الكثافة الظاهرية للعمق المطلوب

$\boldsymbol{w_1}$: رطوبة السعة الحقلية (% وزناً)

$\boldsymbol{w_2}$: الرطوبة الحالية للتربة (رطوبة الحد الأدنى للشاهد) (% وزناً)

وتحسب كميات مياه الري اللازمة لري باقي المعاملات بضرب كمية الري اللازمة للشاهد بالنسبة المئوية المقررة لكل معاملة (0.8 – 0.7 – 0.6).

القراءات والمؤشرات المدروسة:

- دليل المسطح الورقي: تم حسابها وفق المعادلة التالية (بله،1996):

$$\text{دليل المسطح الورقي} = \frac{\text{طول الورقة} \times \text{عرض الورقة} \times \text{عدد الأوراق} \times 0.75}{\text{المساحة التي يشغلها النبات}}$$

علماً أن 0.75 ثابت تحويل ورقة الذرة الصفراء، وقد أخذت القراءة لمتوسط خمس نباتات عدا النباتات الطرفية وذلك بقياس العرض الأعظمي للورقة وقياس طول الورقة من الساق حتى قمة الورقة.

- ارتفاع النبات (سم): قياس ارتفاع النبات من قاعدة النبات عند سطح التربة وحتى بداية قاعدة النورة المذكرة، وأخذ متوسط خمسة نباتات بالقطعة مع استبعاد النباتات الطرفية.

- طول العرنوس (سم): حسب طول العرنوس من قاعدته حتى قمته.

- قطر العرنوس (سم): حسب باستخدام جهاز (البيكوليس) وأخذ القياس على الثلث السفلي من العرنوس (من جهة القاعدة).

- وزن 100 حبة (غ): تم وزن مئة حبة لثلاثة مكررات من كل معاملة وحساب المتوسط.

- الغلة الحبية (طن/هكتار): تم حصاد النباتات الناضجة باليد عندما ظهرت علامات نضج المحصول، وذلك عند اصفرار الأوراق والساق، وجفاف الحبوب وتصلبها ومقاومتها للضغط بالظفر، وظهور طبقة سوداء عند اتصال قمة الحبوب بالقولحة، من ثم تم تقشير العرانيس وتجفيفها بأشعة الشمس، ثم فرطت الحبوب يدوياً وتم غربلتها وتنقيتها، ووزنت الحبوب النظيفة، بعدها قدرت الغلة الحبية بـ (طن/هكتار).

تحليل النتائج:

تم تحليل التجربة إحصائياً باستخدام برنامج التحليل الإحصائي (12th Edition Genstat) في تحليل التباين للبيانات ومقارنة المتوسطات باختبار أقل فرق معنوي L.S.D 5%، كما تم استخدام أسلوب تحليل المسار Path analysis باستخدام البرنامجين الإحصائيين Smart–PLS و Amos، والذي يعتمد فيهما أسلوب تحليل المسار على وجود نماذج سببية، ويفترض كل منهما وجود علاقة خطية بين السبب والنتيجة من خلال تحليل معاملات الارتباط بين أي متغيرين، إلى تأثيرات مباشرة وغير مباشرة يبينان التأثير الكلي المشترك للصفات المستقلة على الغلة الحبية، مما يمكن من إعطاء تفسيرات أكثر وضوحاً وأهمية من خلال نتائجه. حيث تم فحص فرضيات العلاقات بين الصفات المستقلة المكونة للغلة الحبية، مع الغلة الحبية عن طريق حساب معامل المسار وفق تقنية بوتستراب Hypotheses Test of Path Analysis لحساب: معامل التحديد Coefficient of determiniation(R^2) ، وحساب حجم التأثير Effect size (f^2) ، قدرة موديل معامل المسار على التنبؤ في قياس الغلة الحبية Predictive Relevance(Q^2).

وتعتبر تقنية بوتستراب أسلوب إحصائي لإعادة أخذ العينات (مثل التأثيرات المباشرة وغير المباشرة)، دون افتراض التوزيع الطبيعي للبيانات، مما يعطي فترات ثقة أكثر دقة (Confindence Intervals)، وطور هذه التقنية العالم (Efron) عام (1979)، كما تم استخدام هذه التقنية في عدة أبحاث حيث وجد (Dalposso *et al.*,2016) أنه عند استخدامها في مجال تحليل إنتاجية المحاصيل لتحسين نماذج الانحدار الإحصائي، ساعدت في اختيار المتغيرات الأكثر تأثيراً في الإنتاجية، بالإضافة إلى تقدير فترات الثقة بشكل أدق.

النتائج ومناقشتها:

1- تأثير معاملات الري والتسميد في إنتاجية الذرة الصفراء:

يبين الجدول (3) أن المعاملة I1N1 أعطت أعلى إنتاجية حبية بالمقارنة بين بقية المعاملات وبفروق معنوية حيث أعطت (4.817) طن/هـ، في حين أعطت المعاملة I2N1 إنتاجية وقدرها (4.37) طن/هـ وبفروق معنوية مع بقية المعاملات، أما المعاملة I4N4 فقد أعطت أقل إنتاجية بالمقارنة بين كافة المعاملات. كما لوحظ أن الإنتاجية تنخفض بانخفاض معدل التسميد الآزوتي وذلك لكل مستوى من الري.

الجدول (3): تأثير معاملات الري والتسميد في الإنتاجية.

المعاملات		الإنتاجية (طن/هـ)
الري الناقص	التسميد الآزوتي	
I100	N100	4.817^{a}
	N75	4.107^{c}
	N50	3.85^{d}
	N0	3.24^{h}
I80	N100	4.37^{b}
	N75	3.70^{de}
	N50	3.483^{fg}
	N0	2.91^{i}
I70	N100	4.18^{c}
	N75	3.55^{ef}
	N50	3.34^{gh}
	N0	2.79^{i}
I60	N100	2.837^{i}
	N75	2.397^{j}
	N50	2.277^{j}
	N0	1.89^{k}
L.S.D 5%		**0.1849**
C.V		**3.3**

2- علاقة الصفات المكونة للغلة بتغير مستويات الري والتسميد الآزوتي:

يبين الجدول (4) تأثير الري الناقص ومستويات من التسميد الآزوتي في المؤشرات الإنتاجية المكونة للغلة، حيث وجد أنه بزيادة كميات الري تزداد الغلة، حيث يعتبر الري من أهم العوامل المحددة للإنتاج، كما أن زيادة معدل التسميد الآزوتي المضاف يلعب دوراً أيضاً في زيادة الغلة، حيث لوحظ انخفاض الإنتاجية بانخفاض معدلات الري والتسميد الآزوتي، وكانت استجابة النبات لمعدلات التسميد الآزوتي المضاف أعلى عند مستويات الري العالية، وذلك مقارنة مع مستويات الري المنخفضة.

الجدول (4): تأثير مستويات الري والتسميد الآزوتي في الصفات المكونة للغلة.

المعاملات		دليل المسطح الورقي	ارتفاع النبات (سم)	طول العرنو س (سم)	عرض العرنو س (سم)	عدد الصفوف	عدد الحبوب بالصف	وزن مئة حبة (غ)
الري الناقص	التسميد الآزوتي							
I100	N100	3.50^{a}	179^{a}	22^{a}	4.170^{a}	18.3^{a}	41.3^{a}	29.1^{a}
	N75	3.21^{bc}	178.7^{a}	21^{ab}	4.173^{a}	17.7^{a}	40.3^{a}	26.2^{bc}
	N50	2.87^{efg}	172.7^{ab}	20.3^{b}	4.170^{a}	16.7^{b}	40.7^{a}	24.2^{de}
	N0	2.78^{fgh}	170.7^{ab}	20^{bc}	3.7^{b}	16.3^{b}	40.3^{a}	19.5^{ij}
I80	N100	3.36^{ab}	172.5^{ab}	22^{a}	4.003^{a}	16.5^{b}	40^{a}	27.6^{b}
	N75	3.077^{cd}	171^{ab}	20^{bc}	4^{a}	16^{b}	38^{b}	25.2^{cd}
	N50	2.75^{gh}	166.2^{bcd}	20^{bc}	3.2^{c}	15^{c}	37^{bc}	23.4^{ef}
	N0	2.65^{hi}	164.5^{bcd}	19^{cd}	3^{cd}	14^{d}	34^{ef}	19^{ij}
I70	N100	3.20^{bc}	168^{bc}	22^{a}	4^{a}	16^{b}	38^{b}	27.2^{b}
	N75	2.937^{def}	165^{bcd}	21^{ab}	4^{a}	15^{c}	36^{cd}	24^{de}
	N50	2.61^{hij}	160^{cde}	20^{bc}	3^{cd}	14^{d}	35^{de}	23^{ef}
	N0	2.52^{ij}	158^{def}	18.8^{d}	3^{cd}	14^{d}	33^{fg}	18.1^{j}
I60	N100	3.00^{de}	158^{def}	20^{bc}	3.5^{b}	14^{d}	32^{gh}	22^{fg}
	N75	2.75^{gh}	155^{efg}	19^{cd}	3.5^{b}	14^{d}	31^{h}	21.3^{gh}
	N50	2.45^{jk}	150^{fg}	16^{e}	2.997^{cd}	13^{e}	29^{i}	20^{hi}
	N0	2.30^{k}	148^{g}	15^{e}	2.803^{d}	12^{f}	28^{i}	15^{k}
L.S.D 5%		**0.1716**	**9.102**	**1.1087**	**0.2214**	**0.8512**	**1.911**	**1.436**
C.V		**3.6**	**3.3**	**3.4**	**3.7**	**3.4**	**3.2**	**3.8**

3- تحليل مسار غلة الذرة الصفراء (غوطة 82):

تقوم فكرة معامل المسار على حساب نسبة التباين في المتغير التابع (الغلة الحبية)، الذي قامت بتفسيره الصفات المستقلة عن طريق قياس الأثر المباشر للصفة المستقلة، بجزء الانحراف المعياري للمتغير التابع والذي يعود للصفة المستقلة، يقوم البرنامج الاحصائي Amos بحساب معامل المسار وفق مخطط المسار الموضح بالشكل رقم (1)، الذي يمثل العلاقات السببية بين الصفات المستقلة مع المتغير التابع، وكذلك علاقات الارتباط بين الصفات المستقلة بعضها ببعض، في نموذج افتراضي يمثل حالة من حالات نمذجة المعادلات الهيكلية بصورة رسم بياني.

الشكل (1): يبين شكل معامل المسار بين مكونات الغلة والانتاج الحبي ببرنامج Amos.

حيث الإنتاجية Y، دليل المسطح الورقي FB، ارتفاع النبات H، طول العرنوس LC، عرض العرنوس WC، عدد الصفوف NOR، عدد الحبوب بالصف NOP، وزن مئة حبة W.

على الرغم من أن نتائج اختبار الفرضية الصفرية الواردة في الجدول رقم (4) أشارت إلى وجود فروق ذات دلالة إحصائية بين متوسطات الصفات المدروسة، وهذه الفروق لا تعزى الى الصدفة أو خطأ المعاينة، أي أن المتغيرات المستقلة (الصفات المدروسة) لها أثر في المتغير التابع (الغلة الحبية)، لكن و بسبب علاقة الدلالة الإحصائية بحجم العينة من جهة وارتباط الصفات المستقلة ارتباطاً خطياً ببعضها mulicollinerity، فإن اختبار الدلالة الإحصائية ليس مقياساً كافياً لقياس مدى تأثير الصفات المستقلة بالصفة التابع (الغلة الحبية)، وبالتالي قد تكون تلك الفروقات دالة من الناحية الإحصائية لكنها غير دالة من الناحية العملية، مم استوجب بالضرورة استخدام مفهوم آخر وهو الدلالة العملية للنتائج أو ما يسمى بحجم الأثر، حيث تم فحص الدلالة العملية من خلال أساليب إحصائية معينة بالبرنامج الاحصائي (Smart–PLS) لفحص الدلالة العملية للنتائج، بحيث تكون مكملة لتلك النتائج التي تم الحصول عليها من الاختبارات الإحصائية، في البداية تم حساب أوزان الانحدار القياسية لتلك الصفات بعد عزل الارتباط الخطي بين الصفات المستقلة، عن طريق حساب معامل المسار باستخدام البرنامج الاحصائي (Amos)، وقد بينت نتائج تحليل المسار في الجدول رقم (5) قبول الفرضيات H1 و H4 و H7 والتي تؤكد وجود علاقات معنوية بين صفة كل من عدد الحبوب بالصف و وزن مئة حبة مع الغلة الحبية. وعدم وجود علاقة معنوية بين بقية الصفات مع الغلة الحبية، رغم كون الفرق بين المتوسطات دال إحصائيا، حيث أظهرت نتائج نموذج المعادلات الهيكلية (SEM) أن متغير عدد الحبوب بالصف، سجل أعلى معامل تأثير معياري موجب على الغلة، حيث بلغ (ß=0.473) مما يشير إلى دوره المحوري في تفسير التباين في الإنتاجية. كما أظهر متغير وزن مئة حبة تأثيراً إيجابياً قوياً نسبياً (ß=0.383).

في المقابل لوحظ أن متغيري ارتفاع النبات وعدد صفوف العرنوس سجلا أقل معامل تأثير، مما يدل على أن تأثيرهما على الغلة يصبح ثانوياً عند إدراجهما ضمن نموذج متعدد المتغيرات يحتوي على خصائص فيزيولوجية وبنيوية أكثر ارتباطاً مباشرة بالإنتاج.

الجدول (5): معامل المسار لفرضيات الدراسة التي تبين علاقة الصفات المستقلة وتأثيرها على الغلة الحبية.

الفرضية	العلاقات بين الصفات المستقلة والغلة الحبية	معامل المسار STD ß	الانحراف المعياري STD dev	Tالجدولية T value	الاحتمالية P value	النتيجة
H1	دليل المسطح الورقي	0.217	0.12	1.806	0.071	رفض
H2	ارتفاع النبات (سم)	0.018	0.085	0.206	0.837	رفض
H3	طول العرنوس (سم)	0.069	0.093	0.743	0.457	رفض
H4	عدد الحبوب بالصف	0.473	0.137	3.461	0.001	قبول
H5	عدد صفوف العرنوس	0.03	0.154	0.196	0.844	رفض
H6	عرض العرنوس (سم)	−0.146	0.088	1.669	0.095	رفض
H7	وزن مئة حبة (غ)	0.383	0.09	4.241	0	قبول

ومن ثم تم حساب معامل التحديد Coefficient of determination (R^2)، والمبين في الجدول رقم (6) من خلال برنامج Smart–PLS، حيث قام بقياس قدرة النموذج المعبر عن تفسير معنوية الصفات السابقة في تباين المتغير التابع (الغلة الحبية)، وفق تقنية بوتستراب Bootstrapping وبلغت قيمة معامل التحديد (92.3%)، وهي قيمة عالية حسب Chin (1998).

الجدول (6): قيمة معامل التحديد Coefficient of Determination (R^2).

بناء العلاقات	معامل التحديد R^2	النتيجة
الغلة الحبية (طن/هـ)	0.923	عال

Chin (1998)

R^2 > 0.67: عال / 0.67>R^2 >0.33 متوسط / 0.33> R^2>0.19 ضعيف / 0.19>R^2 غير مقبول

ولحساب حجم تأثير هذه الصفات في تفسير تباين الغلة الحبية، تم حساب حجم التأثير Effect size(f^2) والمبين في الجدول رقم (7)، والذي بين أن حجم الأثر لصفة عدد الحبوب بالصف ووزن مئة حبة، كان الأعلى في تفسير تباين الغلة الحبية ضمن ظروف التجربة نتيجة الاجهاد الرطوبي والخصوبي لصنف الذرة الصفراء (غوطة 82) خلال موسم التجربة، وبلغ حجم تأثيرهما (36.3 و 42.7 %) على التوالي، وكان حجم التأثير لهاتين الصفتين قوياً حسب Cohen (1981).

الجدول (7): قيمة حجم تأثير كل صفة مستقلة على حده مع الغلة.

الفرضية	الصفات المستقلة	حجم التأثير(f^2)	النتيجة
H4	عدد الحبوب بالصف	0.363	قوي
H7	وزن مئة حبة	0.427	قوي

Cohen (1981):

f^2 > 0.35: تأثير قوي / 0.35>f^2>0.15 متوسط / 0.15>f^2>0.02 ضعيف / 0.02>f^2 غير مقبول

وقد بلغت قدرة هذا النموذج والذي يعتبر الغلة الحبية كمتغير تابع تفسره المكونات الإنتاجية (عدد الحبوب بالصف، وزن مئة حبة)، على التنبؤ في قياس التغير في الغلة الحبية وتكرار الصدق لهذا النموذج Goodness of Fit حسب تحليل Blind–folding في Smart–PLS (90.8%)، وهذا ما يتفق مع نتائج أبحاث سابقة (Tollenaar and lee,2002) التي أكدت أن عدد الحبوب بالصف أهم المكونات الإنتاجية المساهمة في تكوين الغلة، وتتفق مع نتائج (Tejaswini *et al*.,2022) الذي وجد ارتباطاً وتأثيراً مباشراً لعدد الحبوب بالصف ووزن مئة حبة بالغلة، مع الإشارة إلى الأهمية الكبيرة لهذه الصفات كمكونات إنتاجية أساسية في الذرة الصفراء.

الاستنتاجات:

1- انخفاض الإنتاجية للذرة الصفراء بانحفاض معدلات الري والتسميد الآزوتي.
2- وجود علاقات ارتباط معنوية بين صفة كل من عدد الحبوب بالصف، وزن مئة حبة مع الغلة الحبية.
3- كانت قدرة النموذج المعبر عن تفسير معنوية صفات عدد الحبوب بالصف، وزن مئة حبة في تباين المتغير التابع (الغلة الحبية) وفق تقنية بوتستراب Bootstrapping عالية بقيمة معامل التحديد وقدرها (92.3%).
4- وجد أن حجم الأثر f^2 لصفة عدد الحبوب بالصف ووزن مئة حبة كان الأعلى في تفسير تباين الغلة الحبية ضمن ظروف التجربة نتيجة الاجهاد الرطوبي والخصوبي لصنف الذرة الصفراء (غوطة 82) بقيم قدرها (36.3 و 42.7 %) على التوالي وكان حجم التأثير لهاتين الصفتين قوياً.

المقترحات:

تحسين صفة عدد الحبوب بالصف ووزن مئة حبة باعتبارهما أكثر مكونات الغلة تأثيراً لمحصول الذرة الصفراء، وذلك من خلال إدارة مثلى للري والتسميد الآزوتي بما يضمن تقليل الإجهاد خلال مرحلتي الإزهار وامتلاء الحبوب.

المراجع:

1- بله، عدنان 1996. فيزيولوجيا نباتات المحاصيل الحقلية – منشورات جامعة تشرين – كلية الزراعة.

2 – حسن، جوليانا والجردي، أحمد وخزام، بشرى 2022. تأثير الري الناقص في بعض المؤشرات الإنتاجية للذرة الصفراء العلفية في منطقة حمص- مجلة جامعة حمص-المجلد44 العدد21-ص102.

3 – المجموعة الاحصائية الزراعية،2023. منشورات وزارة الزراعة والاصلاح الزراعي.

4 – عبد المنعم، محمد عامر 2001. حركة الماء في الأراضي ومقننات الري- كلية الزراعة – جامعة المنوفية – 473 صفحة.

5- عويل، الياس 2008. دليل زراعة محصول الذرة الصفراء، ادارة بحوث المحاصيل، الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية.

6 – شعبان، رزان، ومهنا، أحمد 2016. تأثير الكثافة النباتية والتسميد الآزوتي في نمو وإنتاجية طرز من الذرة الصفراء. رسالة أعدت لنيل درجة الماجستير في الهندسة الزراعية. جامعة حمص. سورية.

7 – زينو، ريم وبكور، فيصل وخوري، عصام 2007. تأثير مستويات مختلفة من الري في الغلة الحبية ودليل المسطح الورقي لبعض الطرز الوراثية من الذرة الصفراء–مجلة جامعة حمص– المجلد29–العدد13–ص115–144.

8 – نمر، يوسف والحصري، يمامة 2015. تأثير الكثافة النباتية في بعض الصفات الإنتاجية والنوعية لصنف الذرة الصفراء غوطة1– مجلة جامعة دمشق للعلوم الزراعية –المجلد31 – العدد2 – ص 85.

References:

9- Dalposso, G. H., Uribe-Opazo, M. A., & Johann, J. A. (2016). Soybean yield modeling using bootstrap methods for small samples. Spanish Journal of Agricultural Research, 14(3), e0207. https://doi.org/10.5424/sjar/2016143-8635

10 -FAO.2002.DEFICIT IRRIGATION PRACTICES. Water reports. ISSN 1020-1203. .Food and Agriculture Organization of the United Nation Rome,2002.

11- Geerts, S., and Raes, D. (2009). Deficit irrigation as an on-farm strategy to maximize crop water productivity in dry areas. Agricultural Water Management, 96(9), 1275-1284.

12- Hatfield, J. L., & Prueger, J. H. (2004). Nitrogen over-use, under-use, and efficiency. *Agronomy Journal*, 96(1), 1–2.

13- Hatfield, J.L., Dold, C. (2018). Agroclimatology and wheat production: coping with climate change. Frontiers in plant science, 9, 224. Doi:10.3389/fpls.2018.00224.

14- Igbadun, H. E., Salim, B. A., Tarimo, A. K., &Mahoo, H. F. (2008). Effects of deficit irrigation scheduling on yields and soil water balance of irrigated maize. Irrigation Science, 27(1), 11-23.

15- Li, C., Zhao, L., & Liu, Y. (2021). Effects of nitrogen application on water use efficiency and crop yield: A meta-analysis. Environmental Research and Public Health, 18(12), 1230.

16- Li, C. Feng, H. Luo, Xiaoqi. Li,Y. Wang, N. Wu ,W. Zhang ,T. Dong,Q. and Siddique,K (2022). Limited irrigation and fertilization in sand-layered soil increases nitrogen use efficiency and economic benefits under film mulched ridge-furrow irrigation in arid areas. Agricultural Water Management. Volume 262, 31 March 2022, 107406. https://www.sciencedirect.com.

17-OECD،2003. Organization for Economic Cooperation and Development. 2003. Series on harmonization of regulatory oversight in biotechnology. Consensus document on the biology of *Zea mays* subsp. *Mays* (maize).

18- Ran, J. Ran, H. Ma, L. Jennings, S. Yu, T. Deng, X. Yao, N and Hu, X (2023). Quantifying water productivity and nitrogen uptake of maize under water and nitrogen stress in arid Northwest China. Agricultural Water Management Volume 285, 1 July 2023, 108370. https://www.sciencedirect.com.

19- Rhodes،2006. Hort 410, Vegetable Crops, Corn Notes, Department of Horticulture & Landscape Architecture, Purdue University.U.S.A.

20− Sadras, V. O., and Angus, J. F. (2006). Benchmarking water-use efficiency of grain crops in Australia. *Australian Journal of Agricultural Research*, 57(8), 847-856.

21- Tejaswini, N., Kumar, G. P., Reddy, M. S., & Kumar, B. (2022). Correlation and path coefficient analysis in maize (*Zea mays L.*). *International Journal of Environment and Climate Change*, 12(10), 780–787. https://doi.org/10.9734/ijecc/2022/v12i1030864.

22- Tollenaar, M., and Lee, E. A. (2002). Yield potential, yield stability and stress tolerance in maize. Field Crops Research. https://doi.org/10.1016/S0378-4290(02)00024-2

23- Zhang, Q., Yang, X., & Liu, H. (2023). The impact of nitrogen fertilization rate on crop yield under different irrigation regimes. *Journal of Hydrology*, 620, 129263.