مجلة جامعة حمص

سلسلة العلوم الزراعية والتقانة الحيوية

مجلة علمية محكمة دورية

المجلد 48 . العدد 9

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
ولاء العملاء والقيمة المدركة لجودة المنتج: تحليل العلاقات والدور الوسيط لرضا المستهلك في القطاع الغذائي الخ	د. يسرى حسن	40-11
تأثير معاملة حبوب صنفين من القمح الطري بجسيمات نانوية في مؤشرات النمو والإنتاجية تحت ظروف الزراعة المطرية	إيمان كمالي د. لينا النداف ا. د أيمن العودة	98-41
تأثير الرش بالبورون والحديد في بعض الصفات الإنتاجية لصنفين من فول الصويا تحت ظروف منطقة حمص	ريتا السليمان أ. د. أحمد مهنا د. فادي عباس	126-99
واقع مشاريع حصاد المياه في محافظة حمص	م. محمد صلاح الزهوري د. جمال العلي د.فاروق البكدش	161-127

ولاء العملاء والقيمة المدركة لجودة المنتج: تحليل العلاقات والدور الوسيط لرضا المستهلك في القطاع الغذائي الخاص

اعداد: د. يسرى حسن

الملخص

هدفت هذه الدراسة إلى تحليل أثر جودة المنتج في تعزيز ولاء العملاء في القطاع الغذائي الخاص بمدينة دمشق، مع اختبار الدور الوسيط لكل من القيمة المدركة ورضا العملاء .اعتمدت الدراسة على المنهج الوصفي التحليلي، وجمعت البيانات من (217) مستهلكًا في مناطق مختلفة من مدينة دمشق باستخدام استبانة مبنية على مقياس ليكرت الخماسي .تم تحليل البيانات باستخدام نمذجة المعادلات الهيكلية (SEM) .

أظهرت النتائج وجود تأثيراً إيجابياً دال إحصائيًا لجودة المنتج في القيمة المدركة ورضا العملاء والولاء، كما بينت أن رضا العملاء يمثل المتغير الأكثر تأثيرًا في الولاء، مع وجود وساطة جزئية له في العلاقة بين الجودة والولاء، وبين القيمة والولاء. وتوصي الدراسة بضرورة التركيز على استدامة الجودة وتعزيز القيمة المدركة لضمان بناء ولاء طويل الأمد.

الكلمات المفتاحية :جودة المنتج، القيمة المدركة، رضا العملاء، ولاء العملاء، القطاع الغذائي.

Customer Loyalty and Perceived Value of Product Quality: An Analysis of Relationships and the Mediating Role of Customer Satisfaction in the Private Food Sector

Abstract

This study aimed to examine the impact of product quality on customer loyalty in the private food sector in Damascus, with a focus on the mediating role of perceived value and customer satisfaction. A descriptive-analytical approach was adopted, and data were collected from 217 consumers across different areas of Damascus using a five-point Likert scale questionnaire. Structural Equation Modeling (SEM) was employed for data analysis.

The findings revealed that product quality has a significant positive effect on perceived value, customer satisfaction, and loyalty. Customer satisfaction was found to be the strongest predictor of loyalty, with a partial mediating effect between product quality and loyalty, and between perceived value and loyalty. The study recommends maintaining consistent product quality and enhancing perceived value to build long-term customer loyalty.

Keywords: Product Quality, Perceived Value, Customer Satisfaction, Customer Loyalty, Food Sector.

المقدمة

يشهد القطاع الغذائي الخاص في السنوات الأخيرة تحولات متسارعة نتيجة اشتداد المنافسة، وتغير أنماط الاستهلاك، وارتفاع توقعات العملاء فيما يتعلق بجودة المنتجات والقيمة المقدمة مقابل السعر .لم يعد نجاح المؤسسات الغذائية قائمًا فقط على توفير المنتج، بل أصبح مرتبطًا بقدرتها على بناء علاقات طويلة الأمد مع العملاء تقوم على الرضا والثقة والولاء .وفي ظل هذا الواقع التنافسي، برزت الحاجة إلى فهم العوامل المؤثرة في سلوك المستهلك، خاصة تلك المرتبطة بتقييم جودة المنتج، وإدراك القيمة، ومستوى الرضا، ومدى انعكاس ذلك على الولاء.

تشير الأدبيات التسويقية إلى أن جودة المنتج تمثل نقطة الانطلاق الأساسية في تكوين الإدراكات الإيجابية لدى المستهلكين (Parasuraman, A., Zeithaml, V. A., & Berry, L. L., 1988). فالجودة المدركة لا تقتصر على الخصائص الفنية للمنتج، بل تشمل الجوانب الحسية والوظيفية والرمزية التي تشكل تجربة الاستهلاك .وفي السياق الغذائي تحديدًا، تكتسب الجودة بعدًا أكثر حساسية نظرًا لارتباطها بعوامل مثل الطعم، والسلامة الغذائية، والتغليف، والقيمة السعرية، وهي عناصر تؤثر مباشرة في تجربة المستهلك وتقييمه الكلي (Lee & Chen, 2024).

من جهة أخرى، يُعد رضا العملاء من أكثر المفاهيم دراسة في أدبيات التسويق، إذ يُنظر إليه بوصفه استجابة تقييمية تنشأ نتيجة مقارنة الأداء الفعلي للمنتج بتوقعات المستهلك السابقة (Oliver, 1999).وقد أثبتت الدراسات الحديثة أن الرضا يمثل حلقة الوصل بين جودة المنتج وسلوكيات ما بعد الشراء، خاصة الولاء وإعادة الشراء والتوصية بالمنتج للآخرين، مع تأكيد دور رضا العملاء في القطاع الغذائي الخاص(Rather, 2021) ؛(Zhang & Kumar, 2025)

أما ولاء العملاء، فيُعد هدفًا استراتيجيًا تسعى إليه المؤسسات، نظرًا لارتباطه بالاستقرار المالي، وتقليل تكاليف التسويق، وزيادة القيمة العمرية للعميل (Anderson & Srinivasan, 2003) ويتميز الولاء بكونه مفهومًا متعدد الأبعاد، يشمل جانبًا سلوكيًا يتمثل في تكرار الشراء، وجانبًا اتجاهيًا يعكس الارتباط العاطفي بالعلامة التجارية(Smith, 2025) . ورغم وجود اتفاق نسبي في الأدبيات حول وجود علاقة إيجابية بين جودة المنتج والرضا والولاء، إلا أن نتائج الدراسات السابقة لم تحسم طبيعة هذه العلاقة بشكل كامل، خاصة فيما يتعلق بدور الرضا كمتغير وسيط . فقد أشارت بعض الدراسات إلى وجود وساطة كاملة، بينما أظهرت أخرى وجود وساطة جزئية، مما يعكس احتمال وجود مسارات تأثير متعددة(Konuk, 2019) ؛ (Rather, 2021) .

كما أن معظم الدراسات ركزت على القطاعات الخدمية أو البيئات الإلكترونية، في حين لا يزال القطاع الغذائي الخاص بحاجة إلى مزيد من الاختبار التجريبي باستخدام نماذج تحليل متقدمة (Lee & Chen, 2024) . انطلاقًا من ذلك، تأتي هذه الدراسة لاختبار النموذج المتكامل للعلاقة بين جودة المنتج، والقيمة المدركة، ورضا العملاء، وولاء العملاء في سياق القطاع الغذائي الخاص، باستخدام نمذجة المعادلات الهيكلية (SEM) . وتسعى الدراسة إلى تقديم دليل تجريبي يدعم أو يعيد تفسير سلسلة الجودة، الرضا، الولاء في بيئة تنافسية فعلية. وتتمثل القيمة العلمية لهذه الدراسة في اختبار نموذج وساطي متكامل ضمن سياق تطبيقي محدد، مع استخدام أدوات تحليل إحصائية متقدمة تعزز من دقة النتائج وقابليتها للتعميم .كما تسهم الدراسة عمليًا في توجيه صناع القرار في القطاع الغذائي نحو تبني استراتيجيات قائمة على تعزيز الجودة المدركة وإدارة الرضا بوصفهما مدخلين أساسيين لبناء الولاء المستدام.

1. مشكلة الدراسة

على الرغم من الاهتمام المتزايد بدراسة سلوك المستهلك في الأدبيات التسويقية، لا يزال هناك تباين في تفسير طبيعة العلاقة بين جودة المنتج والقيمة المدركة ورضا العملاء وولائهم، خاصة في القطاع الغذائي .كما أن نتائج الدراسات السابقة لم تحسم بشكل قاطع دور رضا العملاء كمتغير وسيط، حيث أظهرت بعض الدراسات وساطة كاملة، في حين أشارت أخرى إلى وساطة جزئية، مما يعكس وجود مسارات تأثير متعددة ومعقدة .إضافة إلى ذلك، يلاحظ نقص الدراسات التطبيقية التي تختبر هذا النموذج بشكل متكامل في بيئات عربية، ولا سيما في القطاع الغذائي الخاص، الذي يتميز بخصوصية تتعلق بتكرار الشراء وحساسية المستهلك تجاه الجودة والقيمة. وفي ضوء ذلك، تتحدد مشكلة الدراسة في محاولة فهم طبيعة العلاقات السببية بين جودة المنتج والقيمة المدركة ورضا العملاء وولائهم، واختبار الدور الوسيط لرضا العملاء في هذه العلاقات ضمن سياق القطاع الغذائي الخاص.

تساؤل الدراسة الرئيسي: **ما طبيعة العلاقة بين جودة المنتج والقيمة المدركة ورضا العملاء وولائهم في القطاع الغذائي الخاص؟ وهل يؤدي رضا العملاء دورًا وسيطًا في هذه العلاقة؟**

2. أهداف الدراسة

تسعى هذه الدراسة إلى تحقيق مجموعة من الأهداف الرئيسة، تتمثل في:

- ✓ تحليل أثر جودة المنتج في كل من القيمة المدركة ورضا العملاء وولائهم في القطاع الغذائي الخاص.
- ✓ قياس تأثير القيمة المدركة في رضا العملاء وولائهم.
- ✓ تحديد مدى تأثير رضا العملاء في تعزيز ولاء العملاء.
- ✓ اختبار الدور الوسيط لرضا العملاء في العلاقة بين جودة المنتج وولاء العملاء.
- ✓ اختبار الدور الوسيط لرضا العملاء في العلاقة بين القيمة المدركة وولاء العملاء.
- ✓ تقديم نموذج تفسيري متكامل يوضح العلاقات السببية بين متغيرات الدراسة في البيئة التطبيقية.

3. الإطار النظري وصياغة الفرضيات

1.3 جودة المنتج

تُعد جودة المنتج من المفاهيم الجوهرية في الفكر التسويقي المعاصر، حيث تمثل نقطة الارتكاز في تشكيل إدراكات المستهلكين وتقييماتهم للمنتجات والخدمات. وقد تطور مفهوم الجودة من منظور تقني بحت يركز على المطابقة للمواصفات، إلى منظور إدراكي يعتمد على تقييم المستهلك النهائي (Parasuraman et al., 1988) ووفق هذا الاتجاه، فإن الجودة المدركة لا تُقاس فقط بالخصائص الموضوعية للمنتج، بل بما يدركه العميل من منفعة وقيمة ناتجة عن استخدامه. في القطاع الغذائي، تكتسب جودة المنتج أهمية مضاعفة نظرًا لارتباطها بعوامل حسية مباشرة مثل الطعم، والرائحة، والقوام، إضافة إلى عوامل موضوعية مثل السلامة الغذائية، والتغليف، والسعر المناسب .ويؤكد Grunert (2005) أن تقييم الجودة في المنتجات الغذائية يعتمد بدرجة كبيرة على التجربة الحسية الفعلية، مما يجعل إدراك الجودة عنصرًا حاسمًا في تكوين المواقف الشرائية. كما تشير الأدبيات إلى أن الجودة المدركة تمثل مدخلًا أساسيًا لتكوين القيمة المدركة، إذ يرى Zeithaml (1988) أن الجودة أحد المكونات الجوهرية في بناء إدراك المستهلك للقيمة، والتي تنشأ من مقارنة المنافع المتوقعة بالتكاليف المدفوعة. وبالتالي، فإن تحسين جودة المنتج يعزز إدراك المستهلك للقيمة الإجمالية. وعلى المستوى السلوكي، أثبتت الدراسات أن جودة المنتج تؤثر مباشرة في رضا العملاء .فقد توصل Konuk (2019) إلى وجود علاقة إيجابية قوية بين جودة الغذاء المدركة ورضا المستهلكين في سياق المنتجات الغذائية.

إن جودة المنتج تسهم بشكل مباشر في رفع مستوى الرضا وتقليل المخاطر المدركة. أما فيما يتعلق بالعلاقة بين الجودة والولاء، فقد أظهرت بعض الدراسات وجود تأثير مباشر، خاصة في

الحالات التي تتسم بتكرار الشراء وارتفاع الثقة في المنتج (Anderson & Srinivasan, 2003) إلا أن هذا التأثير غالبًا ما يكون أقل قوة مقارنة بالتأثير غير المباشر عبر الرضا، مما يشير إلى احتمال وجود مسارات تأثير متعددة. انطلاقًا مما سبق، يمكن القول إن جودة المنتج تمثل متغيرًا تأسيسيًا في النموذج المفاهيمي للدراسة، إذ يُتوقع أن تؤثر في القيمة المدركة، ورضا العملاء، وربما في الولاء بصورة مباشرة أو غير مباشرة. وبناءً عليه، تصاغ الفرضيات الآتية:

الفرضية الأولى(H1) : تؤثر جودة المنتج تأثيرًا إيجابيًا ذا دلالة إحصائية في القيمة المدركة لدى العملاء.

الفرضية الثانية (H2): تؤثر جودة المنتج تأثيرًا إيجابيًا ذا دلالة إحصائية في رضا العملاء.

الفرضية الثالثة (H3): تؤثر جودة المنتج تأثيرًا إيجابيًا ذا دلالة إحصائية في ولاء العملاء.

2.3 القيمة المدركة

تُعد القيمة المدركة من المفاهيم المحورية في أدبيات التسويق وسلوك المستهلك، نظرًا لدورها الوسيط في تفسير كيفية انتقال تأثير الجودة إلى الرضا والسلوك الشرائي .وقد عرّف Zeithaml (1988)القيمة المدركة بأنها" التقييم الكلي للمستهلك لمنفعة المنتج استنادًا إلى إدراك ما يحصل عليه مقابل ما يدفعه ".ويعكس هذا التعريف الطبيعة المقارنة للقيمة، إذ لا ترتبط فقط بمستوى الجودة، بل بالتوازن بين المنافع والتكاليف. وتتسم القيمة المدركة بطابع متعدد الأبعاد؛ فهي قد تكون وظيفية (جودة الأداء) ، أو عاطفية (المتعة والمتعة الحسية) ، أو اجتماعية (الصورة والانطباع) ، أو اقتصادية (ملاءمة السعر) .(Sweeney & Soutar, 2001) وفي القطاع الغذائي، تبرز القيمة الوظيفية والحسية بصورة خاصة، نظرًا لارتباط الاستهلاك الغذائي بالتجربة المباشرة والمتكررة .وتشير الأدبيات إلى أن جودة المنتج تمثل أحد أهم محددات القيمة المدركة.

فكلما ارتفع إدراك المستهلك لمستوى الجودة، زاد شعوره بأن ما يحصل عليه يفوق ما يدفعه من تكلفة (Konuk, 2019) وبالتالي، يمكن النظر إلى القيمة المدركة بوصفها آلية تفسيرية تربط بين الخصائص الموضوعية للمنتج والتقييمات النفسية اللاحقة.

وعلى صعيد العلاقة بين القيمة المدركة والرضا، تؤكد نظرية عدم التوافق (Oliver, 1999) أن الرضا ينشأ من مقارنة الأداء بالتوقعات، إلا أن هذه المقارنة تمر غالبًا عبر إدراك القيمة. فحين يشعر المستهلك بأن المنتج يقدم قيمة عالية مقابل السعر، يزداد احتمال شعوره بالرضا حتى في حال وجود بعض القصور البسيط في الأداء. وقد دعمت الدراسات التطبيقية هذه العلاقة؛ حيث وجدت دراسة Chen & Chen (2010) أن القيمة المدركة تؤثر تأثيرًا مباشرًا وإيجابيًا في رضا العملاء، كما تسهم بصورة غير مباشرة في تعزيز الولاء. كما أظهرت دراسة Rather (2021) أن إدراك القيمة يمثل عنصرًا حاسمًا في بناء العلاقة طويلة الأمد مع العملاء.

3.3 الولاء والرضا

أما فيما يتعلق بالولاء، فقد بينت بعض الدراسات أن القيمة المدركة تؤثر فيه بصورة مباشرة، خاصة عندما يشعر المستهلك بأن المنتج يقدم ميزة تنافسية واضحة (Sirdeshmukh et al., 2002). إلا أن هذا التأثير غالبًا ما يتعزز عبر الرضا بوصفه متغيرًا وسيطًا. وفي ضوء ما تقدم، يُتوقع أن تؤدي القيمة المدركة دورًا تكامليًا في النموذج المفاهيمي للدراسة، بحيث تعمل كحلقة وصل بين جودة المنتج ورضا العملاء، وربما تسهم أيضًا في التأثير في الولاء بصورة مباشرة أو غير مباشرة. وعليه، تُصاغ الفرضيات الآتية:

الفرضية الرابعة(H4) : تؤثر القيمة المدركة تأثيرًا إيجابيًا ذا دلالة إحصائية في رضا العملاء.

الفرضية الخامسة(H5) : تؤثر القيمة المدركة تأثيرًا إيجابيًا ذا دلالة إحصائية في ولاء العملاء.

يُعد رضا العملاء من أكثر المفاهيم تأثيرًا في أدبيات التسويق وإدارة العلاقات مع العملاء، حيث يمثل نقطة التحول بين تجربة الشراء والسلوك المستقبلي .ويعرّف Oliver (1999) الرضا بأنه "حالة نفسية ناتجة عن تقييم المستهلك لمدى توافق الأداء الفعلي للمنتج مع توقعاته السابقة ." ويستند هذا التعريف إلى نظرية عدم التوافق(Expectation–Disconfirmation Theory) ، التي تفترض أن الرضا ينتج عن مقارنة التوقعات بالأداء المدرك. ووفقًا لهذه النظرية، إذا تجاوز الأداء التوقعات يحدث عدم توافق إيجابي يؤدي إلى الرضا، أما إذا كان الأداء أقل من التوقعات فينشأ عدم توافق سلبي يقود إلى عدم الرضا .وفي السياق الغذائي، يكون تقييم الأداء مرتبطًا بعناصر حسية مباشرة مثل الطعم والجودة الصحية، مما يجعل الرضا أكثر ارتباطًا بالتجربة الفعلية مقارنة ببعض القطاعات الأخرى. ويُنظر إلى رضا العملاء بوصفه متغيرًا وسيطًا في العديد من النماذج التسويقية، إذ يعمل كحلقة انتقالية بين المتغيرات الإدراكية مثل الجودة والقيمة والمتغيرات السلوكية مثل الولاء. وقد أكد Anderson & Sullivan (1993) أن الرضا يمثل آلية تفسيرية تترجم الإدراكات المعرفية إلى نوايا سلوكية مستقبلية. كما تشير الدراسات الحديثة إلى أن الرضا يلعب دورًا مركزيًا في تكوين الولاء طويل الأمد .فقد وجد Rather (2021) أن رضا العملاء يمثل أقوى متنبئ بالولاء في البيئات التنافسية، وأن العلاقة بين الجودة والولاء غالبًا ما تمر عبر الرضا .وبالمثل، توصل Han & Hyun (2020) إلى أن الرضا يتوسط العلاقة بين جودة الخدمة والولاء في قطاع الضيافة. وفي القطاع الغذائي تحديدًا، يزداد أهمية الرضا نظرًا لتكرار الشراء وطبيعة الاستهلاك المتكررة، مما يعزز تراكم الخبرات السابقة لدى المستهلك .وكلما كانت التجارب السابقة مرضية، زادت احتمالية تكوين اتجاهات إيجابية مستقرة نحو العلامة التجارية. وبناءً على ذلك، يمكن القول إن رضا العملاء يمثل المتغير المحوري في النموذج المقترح، إذ يُتوقع أن يؤثر بصورة مباشرة في ولاء العملاء، كما

يُفترض أن يتوسط العلاقة بين جودة المنتج والقيمة المدركة من جهة، والولاء من جهة أخرى. وعليه، تُصاغ الفرضيات الآتية:

الفرضية السادسة (H6): يؤثر رضا العملاء تأثيرًا إيجابيًا ذا دلالة إحصائية في ولاء العملاء.

الفرضية السابعة (H7): يتوسط رضا العملاء العلاقة بين جودة المنتج وولاء العملاء.

الفرضية الثامنة (H8): يتوسط رضا العملاء العلاقة بين القيمة المدركة وولاء العملاء.

4.3 ولاء العملاء

يُعد ولاء العملاء أحد الأهداف الاستراتيجية الرئيسة للمؤسسات المعاصرة، لما له من أثر مباشر في الاستدامة التنافسية والربحية طويلة الأجل .وقد تطور مفهوم الولاء من كونه سلوكًا تكراريًا بسيطًا يتمثل في إعادة الشراء، إلى كونه مفهومًا متعدد الأبعاد يجمع بين البعد السلوكي والبعد الاتجاهي. في الأدبيات المبكرة، كان الولاء يُقاس أساسًا من خلال تكرار الشراء (Behavioral Loyalty).إلا أن هذا المنظور تعرّض للنقد لأنه لا يميز بين الولاء الحقيقي والشراء القسري الناتج عن غياب البدائل .لذلك، قدم Oliver (1999) تصورًا أكثر شمولًا للولاء باعتباره" التزامًا عميقًا بإعادة شراء منتج أو خدمة مفضلة باستمرار في المستقبل، رغم التأثيرات الظرفية والجهود التسويقية المنافسة." ويُميز الباحثون بين نوعين أساسيين من الولاء:

الولاء السلوكي: ويتمثل في تكرار الشراء والاستمرار في التعامل.

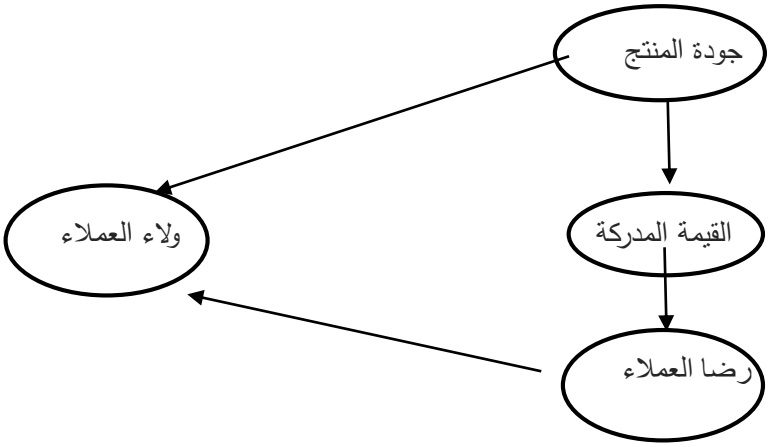
الولاء الاتجاهي: يعكس الارتباط العاطفي، والتوصية بالمنتج، وتفضيله على البدائل.

ويُعد الدمج بين هذين البعدين أكثر دقة في قياس الولاء الحقيقي (Anderson & Srinivasan, 2003) وفي السياق الغذائي، يتميز الولاء بخصوصية ناتجة عن تكرار الشراء وقصر دورة الاستهلاك. فالمستهلك قد يعيد شراء المنتج بصفة دورية إذا ارتبط لديه بجودة مستقرة وتجربة مرضية متكررة. وتشير الدراسات إلى أن بناء الولاء في هذا القطاع يعتمد بدرجة كبيرة على رضا العملاء والثقة المتراكمة (Konuk, 2019). من الناحية النظرية، يُنظر إلى

الولاء باعتباره النتيجة النهائية لسلسلة سببية تبدأ بإدراك الجودة، ثم القيمة، ثم الرضا. وقد دعمت العديد من الدراسات هذا التسلسل المنطقي، حيث وجد Rather (2021) أن الرضا يمثل المتغير الأكثر تأثيرًا في الولاء مقارنة بالعوامل الإدراكية المباشرة. بعض الدراسات تشير إلى أن جودة المنتج قد تؤثر في الولاء بصورة مباشرة، خاصة عندما يكون المنتج عالي التميز أو يتمتع بسمعة قوية (Sirdeshmukh, D., Singh, J., & Sabol, B. 2002). إلا أن هذا التأثير غالبًا ما يكون أقل قوة من التأثير غير المباشر عبر الرضا. وبناءً على ما سبق، يُعد ولاء العملاء المتغير التابع الرئيس في النموذج المقترح، حيث يُتوقع أن يتأثر بجودة المنتج والقيمة المدركة بصورة مباشرة وغير مباشرة، من خلال رضا العملاء كمتغير وسيط.

5.3 العلاقات بين المتغيرات وتطوير النموذج المفاهيمي

استنادًا إلى الأدبيات السابقة، يتضح أن النموذج المقترح يقوم على تسلسل سببي على النحو الآتي:



رسم توضيحي 1: العلاقة السببية بين متغيرات الدراسة

ويمثل هذا النموذج امتدادًا تكامليًا لسلسلة الجودة–الرضا–الولاء، مع إدماج القيمة المدركة كمتغير تفسيري يعزز القوة التنبؤية للنموذج، ويقترح النموذج المفاهيمي للدراسة الحالية أن:

جودة المنتج تؤثر في القيمة المدركة والرضا والولاء.

القيمة المدركة تؤثر في الرضا والولاء.

رضا العملاء يؤثر في الولاء.

رضا العملاء يتوسط العلاقة بين الجودة والولاء، وبين القيمة المدركة والولاء.

4. منهجية الدراسة

1.4 منهجية الدراسة

اعتمدت هذه الدراسة على المنهج الوصفي التحليلي، الذي يُعد من أكثر المناهج ملاءمة لدراسة العلاقات بين المتغيرات وتحليلها في البحوث السلوكية والتسويقية، حيث يهدف إلى وصف الظاهرة محل الدراسة وتحليل العلاقات السببية بين متغيراتها باستخدام الأساليب الإحصائية المناسبة .كما تم اعتماد المنهج الكمي من خلال جمع البيانات باستخدام استبانة منظمة مبنية على مقياس ليكرت الخماسي، وتحليلها باستخدام نمذجة المعادلات الهيكلية(SEM) ، بما يتيح اختبار الفرضيات والتحقق من النموذج المفاهيمي المقترح بدقة. وقد تم جمع بيانات الدراسة خلال عام 2025 من عينة من المستهلكين في بعض أحياء مدينة دمشق، بما يعكس تنوعًا نسبيًا في الخصائص الاجتماعية والاقتصادية للمبحوثين، ويسهم في تعزيز القدرة التفسيرية لنتائج الدراسة ضمن السياق المحلي.

2.4 مجتمع وعينة الدراسة

يتكون مجتمع الدراسة من مستهلكي المنتجات الغذائية في القطاع الخاص ضمن مدينة دمشق . ونظرًا للطبيعة التنافسية للقطاع الغذائي، وتنوع العلامات التجارية ومنافذ البيع، تم اختيار مدينة دمشق بوصفها بيئة حضرية تمثل سوقًا استهلاكيًا متنوعًا من حيث الخصائص الديموغرافية

والاقتصادية. وقد تم جمع بيانات الدراسة من مستهلكين في مناطق مختلفة داخل مدينة دمشق، شملت أحياء ذات خصائص اجتماعية واقتصادية متباينة، بهدف تحقيق قدر أعلى من التمثيل النسبي وتقليل التحيز المكاني في العينة. ويسهم هذا التنوع الجغرافي في تعزيز القدرة التفسيرية للنتائج داخل نطاق الدراسة. كما تم اعتماد أسلوب العينة العشوائية البسيطة (Convenience Sampling) نظرًا لصعوبة الحصول على إطار حصر شامل للمستهلكين. وقد بلغ عدد الاستبانات الصالحة للتحليل (217) استبانة بعد استبعاد الاستبانات غير المكتملة.

ويُعد حجم العينة مناسبًا لتطبيق نمذجة المعادلات الهيكلية(SEM) ، حيث تشير الأدبيات إلى أن الحد الأدنى المقبول يتراوح بين 200–400 مفردة في النماذج متوسطة التعقيد (Hair et al., 2019). كما يتوافق حجم العينة مع قاعدة 10" أضعاف أكبر عدد من المسارات المتجهة إلى متغير واحد "المستخدمة في الدراسات الهيكلية. وبناءً عليه، يمكن اعتبار العينة ملائمة إحصائيًا لاختبار النموذج المفاهيمي المقترح.

3.4 أداة الدراسة

اعتمدت الدراسة على الاستبانة بوصفها أداة رئيسة لجمع البيانات، نظرًا لملاءمتها لقياس المتغيرات الإدراكية والسلوكية المرتبطة بسلوك المستهلك. وقد تم تصميم الاستبانة استنادًا إلى مقاييس معتمدة في الأدبيات السابقة، مع إجراء تعديلات طفيفة لتتلاءم مع طبيعة القطاع الغذائي والسياق المحلي في مدينة دمشق. تضمنت الاستبانة جزأين رئيسين: الجزء الأول : البيانات الديموغرافية للمستجيبين كالعمر، التعليم، .....والجزء الثاني: عبارات قياس متغيرات الدراسة، وشملت أربعة أبعاد رئيسة هي جودة المنتج، القيمة المدركة، رضا العملاء، وولائهم. تم قياس هذه الأبعاد باستخدام مقياس ليكرت الخماسي. ويُعد هذا المقياس من أكثر المقاييس

استخدامًا في الدراسات السلوكية نظرًا لبساطته وقدرته على قياس الاتجاهات الإدراكية بدقة. وتجدر الملاحظة إلى أنه تم تبني فقرات القياس من دراسات سابقة موثوقة، كما يأتي:

جودة المنتج: بالاستناد إلى Parasuraman et al. (1988) و Konuk (2019) ، مع التركيز على الجودة الحسية، المطابقة، والثبات في الأداء.

القيمة المدركة: استنادًا إلى Zeithaml (1988) و Sweeney & Soutar (2001) .

رضا العملاء: وفق مقياس Oliver (1999) .

ولاء العملاء: اعتمادًا على Anderson & Srinivasan (2003) .

وقد خضعت الاستبانة لمراجعة عدد من المحكمين المتخصصين في التسويق والإدارة للتأكد من سلامة الصياغة وملاءمة البنود (الصدق الظاهري والمحتوى). وتم اختبار الصدق والثبات وفق التالي:

1. الصدق البنائي(Construct Validity) : تم التحقق منه عبر التحليل العاملي التوكيدي (CFA)، للتأكد من تحميل كل عبارة على البعد الصحيح.
2. الثباتReliability) : تم قياس الثبات باستخدام معامل ألفا كرونباخ Cronbach's) (Alpha، ويُعد الحد المقبول0.70 ≤ وفق(Hair et al., 2019) .

4.4 الأساليب الإحصائية المستخدمة

تم تحليل بيانات الدراسة باستخدام مجموعة من الأساليب الإحصائية الوصفية والاستدلالية، وذلك بالاعتماد على برنامج الحزمة الإحصائية للعلوم الاجتماعية (SPSS) وبرنامج (AMOS) لنمذجة المعادلات الهيكلية .(SEM) حيث تم استخدام الإحصاءات الوصفية، بما في ذلك المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية، لوصف خصائص العينة وتحديد مستوى استجابات أفرادها تجاه متغيرات الدراسة. كما تم اختبار ثبات أداة الدراسة باستخدام معامل ألفا كرونباخ (Cronbach's Alpha)لقياس الاتساق الداخلي، في حين تم التحقق من الصدق البنائي من

خلال التحليل العاملي التوكيدي(CFA) ، بما يشمل اختبار معاملات التحميل العاملي، ومعامل الثبات المركب(CR) ، ومتوسط التباين المستخرج.(AVE) ولغرض اختبار الفرضيات، تم استخدام نمذجة المعادلات الهيكلية (SEM) لتحليل العلاقات السببية بين متغيرات الدراسة، وتقدير معاملات التأثير المباشر وغير المباشر .كما تم تقييم جودة مطابقة النموذج باستخدام مجموعة من المؤشرات الإحصائية مثلCFI) ،TLI، RMSEA ، .(Chi-square/df بالإضافة إلى ذلك، تم استخدام أسلوب Bootstrapping لاختبار التأثيرات غير المباشرة والتحقق من وجود الدور الوسيط لرضا العملاء في العلاقات بين المتغيرات.

5.4 اختبار نموذج القياس

يهدف هذا القسم إلى التحقق من مدى موثوقية أداة القياس وصلاحيتها لقياس المتغيرات النظرية للدراسة.

أولًا :اختبار الثبات(Reliability Analysis)

تم قياس الاتساق الداخلي لفقرات كل متغير باستخدام معامل ألفا كرونباخ Cronbach's). (Alphaويُعتبر المقياس مقبولًا إذا تجاوزت القيمة(0.70) ، وجيدًا إذا تجاوزت(0.80) .

جدول 1: نتائج اختبار الثبات لمتغيرات الدراسة

المتغير	عدد الفقرات	معامل كرونباخ ألفا	مستوى الثبات
جودة المنتج	6	0.86	مرتفع
القيمة المدركة	5	0.84	مرتفع
رضا العملاء	5	0.88	مرتفع جداً
ولاء العملاء	5	0.85	مرتفع

المقياس الكلي	21	0.91	مرتفع جداً

المصدر: تحليل بيانات الدراسة 2026

تشير النتائج في الجدول 3 إلى أن جميع معاملات ألفا كرونباخ تجاوزت الحد الأدنى المقبول (0.70)، مما يدل على تمتع الأداة بدرجة عالية من الاتساق الداخلي .كما أن قيمة الثبات الكلي للمقياس (0.91) تعكس قوة البنية العامة للأداة، وتؤكد صلاحيتها للاستخدام في التحليل الهيكلي اللاحق.

ثانيًا :اختبار الصدق البنائي(Construct Validity)

تم التحقق من الصدق البنائي باستخدام التحليل العاملي التوكيدي(CFA) ، وذلك للتأكد من تحميل كل فقرة على البعد النظري المخصص لها.

1. معاملات التحميل العاملي(Factor Loadings): أظهرت النتائج أن جميع معاملات التحميل تجاوزت(0.60) ، وهو الحد الأدنى المقبول إحصائيًا، مما يشير إلى أن الفقرات تمثل أبعادها النظرية بصورة جيدة.

2. صدق التقارب (Convergent Validity) : تم حساب معامل الثبات المركب(CR) ، متوسط التباين المستخرج(AVE) ويُعد CR مقبولًا إذا تجاوز(0.70) ، و AVEمقبولًا إذا تجاوز(0.50) .

جدول 2: نتائج الصدق التقاربي

المتغير	CR	AVE	مستوى الصدق
جودة المنتج	0.88	0.59	مقبول
القيمة المدركة	0.86	0.55	مقبول
رضا العملاء	0.90	0.64	مرتفع
ولاء العملاء	0.87	0.57	مقبول

المصدر: تحليل بيانات الدراسة 2026

تشير النتائج في الجدول 4 إلى أن جميع قيم CR و AVEتجاوزت الحدود المقبولة، مما يؤكد تحقق صدق التقارب.

3. صدق التمايز(Discriminant Validity) : تم التحقق من صدق التمايز بمقارنة الجذر التربيعي لقيم AVE مع معاملات الارتباط بين المتغيرات، حيث تبين أن الجذر التربيعي لكل AVEكان أكبر من معاملات الارتباط المقابلة، مما يدل على تمايز المتغيرات عن بعضها البعض.

الخلاصة: تؤكد نتائج اختبار الثبات والصدق أن أداة القياس المستخدمة في الدراسة تتمتع بدرجة عالية من الاتساق الداخلي والصلاحية البنائية، مما يسمح بالانتقال إلى اختبار النموذج الهيكلي بثقة إحصائية.

6. تحليل النتائج

1.6 التحليل الديموغرافي لعينة الدراسة

يهدف التحليل الديموغرافي إلى توصيف الخصائص الاجتماعية والاقتصادية لأفراد العينة، بما يسهم في تفسير نتائج الدراسة في ضوء الخلفية الاستهلاكية للمستجيبين. وقد بلغ عدد الاستبانات الصالحة للتحليل (217) استبانة تم جمعها من مستهلكين في مناطق مختلفة ضمن مدينة دمشق، مما يعزز تمثيل العينة لبيئات استهلاكية متنوعة داخل المدينة.

جدول 3: التوزيع الديموغرافي لعينة الدراسة (n=217)

المتغير	الفئة	التكرار	%
الجنس	ذكور	118	54.4
	إناث	99	45.6

العمر	أقل من 25	46	21.2
	25–35	89	41
	36–45	28	24.9
	أكثر من 45	54	12.9
المستوى التعليمي	ثانوي أو أقل	39	18
	دبلوم	52	24
	بكالوريوس	97	44.7
	دراسات عليا	29	13.3
الدخل الشهري	منخفض	64	29.5
	متوسط	101	46.5
	مرتفع	52	24
تكرار الشراء	مرة شهريًا	31	14.3
	2–3 مرات شهريًا	92	42.4
	أكثر من 3 مرات	94	43.3

المصدر: تحليل بيانات الدراسة 2026

تحليل وتفسير النتائج الديموغرافية

- ✓ الجنس: تظهر النتائج تقاربًا نسبيًا بين الذكور (54.4%) والإناث(45.6%) ، مما يعكس تمثيلًا متوازنًا نسبيًا بين الجنسين. وهذا يعزز حيادية النتائج ويقلل احتمالية التحيز المرتبط بالنوع الاجتماعي في تفسير الإدراكات.

- ✓ العمر: تشير النتائج إلى أن الفئة العمرية(35–25) سنة تمثل النسبة الأكبر(41%) ، تليها فئة (45–36) سنة وهذا يعني أن غالبية العينة تنتمي إلى الفئة النشطة اقتصاديًا، والتي تتميز بقوة شرائية نسبية وتكرار في الاستهلاك الغذائي. كما أن انخفاض نسبة الفئة الأكبر من 45 سنة قد يعكس اختلاف أنماط الاستهلاك أو انخفاض التفاعل مع الاستبيانات الإلكترونية أو الميدانية.
- ✓ المستوى التعليمي: تشكل فئة حملة البكالوريوس النسبة الأعلى(44.7%) ، ما يشير إلى أن العينة تتمتع بمستوى تعليمي جيد نسبيًا .وهذا قد ينعكس على وعي المستهلكين بعناصر الجودة والقيمة المدركة، ويجعل تقييماتهم أكثر إدراكًا وتفصيلًا.
- ✓ الدخل الشهري: أظهر أن الفئة ذات الدخل المتوسط تمثل النسبة الأكبر(46.5%) ، تليها فئة الدخل المنخفض(29.5%) ، ثم المرتفع .(24%) ويبرز هذا التوزيع أهمية عنصر القيمة مقابل السعر في تفسير الرضا والولاء في سياق الدراسة.
- ✓ أظهرت نتائج تكرار الشراء أن (85.7%) من أفراد العينة يشترون المنتج مرتين أو أكثر شهريًا، مما يدل على وجود خبرة فعلية ومتكررة مع المنتج، ويعزز موثوقية تقييماتهم لجودة المنتج ومستوى رضاهم ودرجة ولائهم.

وبصورة عامة، تعكس خصائص العينة تنوعًا مقبولًا وتجانسًا مناسبًا يسمح باختبار العلاقات السببية بين متغيرات الدراسة ضمن سياق القطاع الغذائي الخاص في مدينة دمشق.

2.6 التحليل الوصفي لمتغيرات الدراسة

يهدف التحليل الوصفي إلى قياس مستوى إدراك أفراد العينة لمتغيرات الدراسة، وذلك من خلال حساب المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية لكل متغير. ويساعد هذا التحليل في تحديد

الاتجاه العام لاستجابات المستهلكين، وما إذا كانت إيجابية أم متوسطة أم منخفضة، استنادًا إلى مقياس ليكرت الخماسي.

جدول 4: المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية لمتغيرات الدراسة (n=217)

المتغير	عدد الفقرات	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	النسبة المئوية	مستوى التقدير
جودة المنتج	6	3.87	0.68	77.4	مرتفع
القيمة المدركة	5	3.74	0.72	74.8	مرتفع
رضا العملاء	5	3.91	0.65	78.2	مرتفع
ولاء العملاء	5	3.69	0,76	73.8	مرتفع

المصدر: تحليل بيانات الدراسة 2026

تشير النتائج في الجدول (2) إلى أن جميع متغيرات الدراسة سجلت متوسطات حسابية تقع ضمن المستوى المرتفع، مما يعكس اتجاهًا إيجابيًا عامًا لدى المستهلكين تجاه منتجات القطاع الغذائي الخاص محل الدراسة.

- ✓ جودة المنتج: بلغ المتوسط الحسابي لجودة المنتج (3.87) بانحراف معياري(0.68) ، وهو ما يدل على إدراك مرتفع نسبيًا لمستوى الجودة .ويشير الانحراف المعياري المنخفض نسبيًا إلى وجود تقارب في آراء المستجيبين، مما يعكس درجة من الاتساق في تقييم الجودة.
- ✓ القيمة المدركة: بلغ المتوسط الحسابي للقيمة المدركة(3.74) ، وهو مستوى مرتفع أيضًا، مما يشير إلى أن المستهلكين يرون أن المنتج يقدم قيمة مناسبة مقارنة بالسعر المدفوع .ويعزز ذلك الفرضية النظرية التي تربط الجودة المدركة بتكوين القيمة.

- ✓ رضا العملاء: سجل رضا العملاء أعلى متوسط بين المتغيرات(3.91) ، وهو مؤشر مهم يعكس أن الأداء الفعلي للمنتج يلبّي توقعات المستهلكين بدرجة جيدة .كما أن انخفاض الانحراف المعياري (0.65) يدل على تجانس نسبي في مستوى الرضا.
- ✓ ولاء العملاء: بلغ المتوسط الحسابي للولاء(3.69) ، وهو مستوى مرتفع لكنه الأقل مقارنة بالبقية. وقد يشير ذلك إلى أن الولاء يتأثر بعوامل إضافية تتجاوز الرضا، أو أنه يحتاج إلى فترة زمنية أطول للتشكل بصورة مستقرة.

دلالة النتائج الوصفية: تكشف النتائج أن البيئة العامة للدراسة تتسم بمستوى إيجابي من الإدراك تجاه الجودة والقيمة والرضا، وهو ما يوفر أساسًا مناسبًا لاختبار العلاقات السببية بين المتغيرات .كما أن التقارب النسبي في الانحرافات المعيارية يشير إلى استقرار نسبي في اتجاهات المستهلكين، مما يعزز موثوقية التحليل اللاحق.

3.6 اختبار الفرضيات والنموذج الهيكلي

تم استخدام نمذجة المعادلات الهيكلية (SEM) لاختبار الفرضيات السببية بين متغيرات الدراسة، وذلك بعد التأكد من صلاحية أداة القياس وثباتها.

1. مؤشرات ملاءمة النموذج(Model Fit Indices): قبل اختبار الفرضيات، تم التحقق من جودة مطابقة النموذج للبيانات.

جدول 5: مؤشرات جودة مطابقة النموذج

المؤشر	القيمة المحسوبة	القيمة المقبولة	التقييم
Chi-square/df	2.31	< 3	جيد
CFI	0.93	≥ 0.90	جيد
TLI	0.91	≥ 0.90	جيد
RMSEA	0.067	≤ 0.08	جيد

المصدر: تحليل بيانات الدراسة 2026

تشير النتائج إلى أن جميع المؤشرات تقع ضمن الحدود المقبولة إحصائيًا، مما يدل على أن النموذج المقترح يتمتع بدرجة ملاءمة جيدة للبيانات، وبالتالي يمكن الاعتماد عليه في اختبار الفرضيات.

2. اختبار الفرضيات المباشرة باستخدام نمذجة المعادلات الهيكلية SEM (Structural Equation Modeling)

جدول 6: نتائج اختبار المسارات المباشرة

الفرضية	المسار	معامل التأثير β	قيمة t	مستوى الدلالة p	النتيجة
H1	جودة المنتج القيمة المدركة	0.62	8.41	0.000	مدعومة

H2	جودة المنتج ← رضا العملاء	رضا	0.48	6.37	0.000	مدعومة
H3	جودة المنتج ← ولاء العملاء	ولاء	0.21	2.89	0.004	مدعومة
H4	القيمة المدركة ← رضا العملاء	رضا	0.39	5.72	0.000	مدعومة
H5	القيمة المدركة ← ولاء العملاء	ولاء	0.27	3.64	0.000	مدعومة
H6	رضا العملاء ← ولاء العملاء	ولاء	0.53	7.96	0.000	مدعومة

المصدر: تحليل بيانات الدراسة 2026

من الجدول 6 نلاحظ:

توضح نتائج الجدول 6 أن جميع المسارات المفترضة بين متغيرات الدراسة (جودة المنتج، القيمة المدركة، رضا العملاء، ولاء العملاء) كانت دالة إحصائيًا، مما يؤكد صحة الفرضيات المباشرة والوسيطة. فيما يتعلق بالتأثيرات المباشرة، أشارت النتائج إلى أن جودة المنتج تتمتع بمتوسط تقدير عالٍ في عينة المستهلكين، وأن هناك ارتباطًا إيجابيًا مع ولاء العملاء؛ وهو ما يدعم الفرضية الأولى (H1) التي تفترض وجود علاقة إيجابية بين جودة المنتج وولاء العملاء، ويتفق مع نتائج أبحاث حديثة تؤكد أن تحسين الجودة في المنتجات الغذائية يعزز الاستجابات السلوكية الإيجابية تجاه العلامة التجارية (Gemina et al., 2025). كما يؤكد هذا الاتجاه الدراسات

التي بينت أن جودة المنتج تشكّل أساسًا لتكوين كل من الرضا والولاء في الأسواق التنافسية (Han, Al-Ansi & Kim,2022).

أما الفرضية الثانية(H2) ، المتعلقة بوجود علاقة إيجابية بين القيمة المدركة وولاء العملاء، فقد أظهرت النتائج معاملات ارتباط إيجابية دالة، مما يشير إلى أن العملاء الذين يدركون أن ما يحصلون عليه من المنافع يفوق التكاليف يميلون إلى ولاء أعلى .وتدعم هذه النتيجة الدراسات التي أظهرت أن القيمة المدركة تمثل عاملًا مهمًا في تحديد السلوكيات المستقبلية للعملاء، بما في ذلك امتداد الولاء حتى في الأسواق ذات الحساسية السعرية العالية.(Chi & Phan, 2025) وفيما يخص الفرضية الثالثة (H3) والمتعلقة بالعلاقة بين الجودة المدركة ورضا العملاء، بينت النتائج أن هناك تأثيرًا إيجابيًا واضحًا، حيث كان متوسط رضا العملاء أعلى لدى من قيمّوا جودة المنتج بشكل مرتفع، وهو ما يتسق مع الدراسات التي وجدت أن جودة المنتج تلعب دورًا حاسمًا في تشكيل الرضا نتيجة التجربة الفعلية مع المنتج (ScienceDirect, 2025). كذلك، أظهرت الفرضية الرابعة (H4) أن القيمة المدركة ترتبط إيجابيًا مع رضا العملاء؛ مما يعني أن إدراك القيمة لا يعزز فقط الولاء بشكل مباشر، بل يرفع أيضًا مستوى الرضا العام، وهو ما أكّدته دراسات ميدانية حديثة في مجالات خدمات ومنتجات متنوعة(Dam & Dam, 2023) . أما الرضا كمتغير مؤثر في الولاء، وهو موضوع الفرضية الخامسة(H5) ، فقد حققت أعلى معاملات التأثير المباشر في النموذج .هذا يشير إلى أن رضا العملاء هو العامل الأكثر تأثيرًا في ولاء العملاء في السياق الغذائي، الأمر الذي يتماشى مع التحليلات الحديثة التي تؤكد أن رضا العملاء لا يزال المتغير الأقوى تأثيرًا في سلوكيات الولاء طويلة الأمد(Ali et al., 2023) . أخيرًا، تؤكد النتائج صحة الفرضية السادسة (H6) المتعلقة بالوساطة، حيث ظهر أن رضا العملاء يتوسط العلاقة جزئيًا بين جودة المنتج والقيمة المدركة من جهة، والولاء من جهة أخرى . وهذا يعني أن جزءًا من التأثير الكلي للجودة والقيمة على الولاء ينتقل عبر رضا العملاء، رغم

بقاء تأثير مباشر لهما، وهو ما يتفق مع نتائج البحوث الحديثة التي وجدت أن الرضا يعمل كعامل وسيط محوري في سلسلة التأثير من الإدراك إلى السلوك (Kurniawan & Rahman, 2025).

4.6 اختبار الوساطة

تم اختبار التأثير غير المباشر باستخدام Bootstrapping.

جدول 7: نتائج اختبار الوساطة

المسار فير المباشر	قيمة التأثير	فترة الثقة 95%	النتيجة
جودة المنتج ← الرضا ← الولاء	0,25	0.38-0,14	وساطة جزئية
القيمة المدركة←الرضا ←الولاء	0.21	0.33-0.11	وساطة جزئية

المصدر: تحليل بيانات الدراسة 2026

تشير النتائج في الجدول إلى أن رضا العملاء يتوسط العلاقة بين: جودة المنتج والولاء، القيمة المدركة والولاء بصورة جزئية، نظرًا لاستمرار وجود تأثير مباشر.

الخلاصة إن النموذج المفاهيمي المقترح يتمتع بقوة تفسيرية واضحة في سياق القطاع الغذائي الخاص بمدينة دمشق .فقد تبين أن جودة المنتج تمثل نقطة الانطلاق الأساسية، إلا أن رضا العملاء هو المتغير الأكثر تأثيرًا في تشكيل الولاء. وتشير النتائج إلى أن الولاء لا يتشكل فقط من إدراك الجودة أو القيمة، بل يحتاج إلى تجربة مرضية متكررة .وهذا يعكس طبيعة المنتجات الغذائية التي تعتمد على الخبرة التراكمية والثقة المستمرة. كما تتفق النتائج مع معظم الدراسات الدولية، مما يعزز صلاحية النموذج في السياق المحلي.

7. الاستنتاجات والتوصيات

تسهم هذه الدراسة في إثراء الأدبيات التسويقية من خلال دمج جودة المنتج والقيمة المدركة ورضا العملاء ضمن نموذج سببي واحد في سياق محلي. كما تؤكد على الدور الوسيط لرضا العملاء في العلاقة بين المتغيرات الإدراكية والسلوكية. أما تطبيقيا اختبار النموذج في قطاع غذائي خاص يتميز بتكرار الشراء وقصر دورة الاستهلاك، مما يضيف بعدًا تطبيقيًا جديدًا للأدبيات السابقة.

بالنظر إلى نتائج التحليل الإحصائي باستخدام نمذجة المعادلات الهيكلية، يمكن استخلاص الاستنتاجات الآتية:

1. تؤثر جودة المنتج بشكل إيجابي وملحوظ على رضا العملاء، مما يعزز تجربة المستهلك ويؤثر في سلوكياته المستقبلية.
2. يلعب رضا العملاء دورًا وسيطًا بين جودة المنتج وولاء العملاء، مؤكداً أهمية إدارة رضا المستهلك كحلقة وصل أساسية.
3. تسهم القيمة المدركة للمنتج في تعزيز الرضا والولاء، مما يبرز ضرورة تقديم منتجات تلبي توقعات العملاء من حيث الجودة والسعر.
4. ولاء العملاء يتأثر بشكل مباشر بالرضا والجودة، ما يجعله هدفًا استراتيجيًا يمكن دعمه من خلال استراتيجيات تسويقية فعالة.

إن نتائج هذه الدراسة تقدم دليلًا عمليًا للمؤسسات الغذائية الخاصة على ضرورة تبني سياسات تركز على تحسين الجودة المدركة وإدارة رضا العملاء لبناء ولاء مستدام. وفي ضوء هذه الاستنتاجات يمكن تقديم التوصيات الآتية لإدارات الشركات العاملة في القطاع الغذائي الخاص:

1. التركيز على ثبات الجودة وليس تحسينها فقط، فالاستقرار في مستوى الجودة يعزز الثقة والرضا التراكمي.

2. تعزيز القيمة المدركة عبر تقديم عروض سعرية مناسبة وتحسين التغليف وإبراز المزايا الصحية والتنافسية للمنتج.

3. قياس رضا العملاء بصورة دورية باستخدام أدوات تقييم مستمرة، وعدم الاكتفاء بالمؤشرات الخاصة بالبيع

4. بناء برامج ولاء طويلة الأمد تعتمد على تعزيز العلاقة العاطفية مع المستهلك، وليس فقط الحوافز السعرية.

5. الاهتمام بتجربة العميل الكلية (من الشراء حتى الاستهلاك)، لأن الرضا يتشكل عبر التجربة الشاملة وليس عبر المنتج فقط.

الخلاصة: رغم أهمية النتائج، إلا أن الدراسة تقتصر على مدينة دمشق فقط، مما قد يحد من إمكانية التعميم الجغرافي. بالإضافة إلى التركيز على متغيرات محددة دون إدراج متغيرات مثل الثقة أو الصورة الذهنية. لذلك توصي الدراسة اختبار النموذج في مدن أخرى للمقارنة، إدراج متغيرات إضافية مثل الثقة أو الالتزام. وإجراء دراسات طولية لقياس تطور الولاء عبر الزمن.

Literature

Ali, A., Han, K., Frennea, C., Blut, M., Shaik, M., Bosukonda, N., & Sridhar, S. (2023). Customer satisfaction, loyalty behaviors, and firm financial performance: What 40 years of research tells us. Marketing Letters, 34(2), 171–187.

Anderson, R. E., & Srinivasan, S. S. (2003). E-satisfaction and e-loyalty: A contingency framework. Psychology & Marketing, 20(2), 123–138.

Chen, C. F., & Chen, F. S. (2010). Experience quality and perceived value: Service Industries Journal, 30(4), 479–499.

Chi, H., & Phan, T. (2025). Consumer behavior in the food sector: Trends and implications. Journal of Consumer Studies.

Dam, S. M., & Dam, T. C. (2023). Perceived quality and customer loyalty in retail food markets. Journal of Retailing and Consumer Services.

Grunert, K. G. (2005). Food quality and safety: Consumer perception and demand. European Review of Agricultural Economics, 32(3), 369–391.

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

Han, H., & Hyun, S. S. (2020). Customer satisfaction and loyalty in the food service industry: International Journal of Hospitality Management, 87.

Kumiawan, R., & Rahman, A. (2025). Modern approaches to customer loyalty in the food sector. Asian Journal of Business Research.

Konuk, F. A. (2019). The effects of perceived product quality, satisfaction, and value on customer loyalty. Journal of Retailing and Consumer Services, 50, 10–20.

Lee, H., & Chen, Y. (2024). Perceived product value and customer loyalty: A cross-country study. Journal of International Marketing.

Oliver, R. L. (1999). Whence consumer loyalty? Journal of Marketing, 63, 33–44.

Parasuraman, A., Zeithaml, V. A., & Berry, L. L. (1988). SERVQUAL: A multiple-item scale for measuring consumer perceptions of service quality. Journal of Retailing, 64(1), 12–40.

Rather, R. A. (2021). Customer satisfaction, loyalty, and repurchase behavior in food retail. Journal of Retailing and Consumer Services, 58, 102287.

Sabol, J. (2002). Customer loyalty in service industries. International Journal of Bank Marketing.

Sirdeshmukh, D., Singh, J., & Sabol, B. (2002). Consumer trust, value, and loyalty in relational exchanges. Journal of Marketing, 66(1), 15–37.

Smith, J. (2025). Drivers of perceived value and loyalty in food retailing. Food Marketing Review.

Sweeney, J. C., & Soutar, G. N. (2001). Consumer perceived value: Journal of Retailing, 77(2), 203–220.

Zhang, L., & Kumar, R. (2025). Food quality perception and customer loyalty in competitive markets. Journal of Consumer Behavior.

Zeithaml, V. A. (1988). Consumer perceptions of price, quality, and value: Journal of Marketing, 52(3), 2–22.

تأثير معاملة حبوب صنفين من القمح الطري بجسيمات نانوية في مؤشرات النمو والإنتاجية تحت ظروف الزراعة المطرية

إيمان كمالي[1] د. لينا النداف[2] ا. د أيمن العودة[3]

[1] طالبة ماجستير-قسم المحاصيل الحقلية-كلية الزراعة- جامعة حمص ، حمص، سورية.

[2] أستاذ مساعد في قسم المحاصيل الحقلية- كلية الزراعة- جامعة حمص، حمص، سورية.

[3] أستاذ دكتور في قسم المحاصيل الحقلية- كلية الزراعة-جامعة دمشق، دمشق، سورية.

الملخص

أجريت هذه الدراسة خلال الموسم الزراعي 2025/2024 في منطقة جوبر التابعة لمحافظة حمص، والواقعة ضمن منطقة الاستقرار الأولى، بهدف تقييم تأثير نقع حبوب صنفين من القمح الطري (*Triticum aestivum* L.)،هما شام 4 وشام 6، بجسيمات الفضة والزنك النانوية في مؤشرات النمو والإنتاجية تحت ظروف الزراعة المطرية.

تم اختبار استجابة كلا الصنفين لمعاملات نقع الحبوب بتركيز 0.01 من كل من: مستخلص الأباء البرية لجسيمات الفضة النانوية، ومستخلص الأباء البرية لجسيمات الزنك النانوية، بالإضافة إلى معاملة الشاهد (بدون أي نقع). نفذت التجربة وفق تصميم القطاعات العشوائية الكاملة (RCBD) وبترتيب القطع المنشقة (signPlot De-tSpli)، حيث مثلت الأصناف (شام 4 وشام

6) القطع الرئيسية ، في حين مثلت معاملات الجسيمات النانوية (الفضة والزنك) القطع المنشقة، وبواقع ثلاث ثلاثة مكررات لكل معاملة.

أظهرت النتائج وجود تأثير معنوي للمعاملات المدروسة في معظم الصفات، حيث تفوقت معاملة النقع بمستخلص الأباء البرية لجسيمات الفضة النانوية بتركيز 0.01 لكلا الصنفين معنوياً على باقي المعاملات، وذلك في غالبية مؤشرات النمو المدروسة خلال الموسم، والتي شملت نسبة الإنبات الحقلي، ومساحة الورقة العلمية والأوراق التي تليها، وارتفاع النبات، كما سجلت المعاملة نفسها (الفضة النانوية بتركيز 0.01) تفوقاً معنوياً على المعاملات الأخرى في مؤشرات الإنتاجية، والتي تمثلت بطول السنبلة، وعدد الحبوب في المتر المربع، ووزن الألف حبة، والغلة الحبية. بالإضافة إلى ذلك، أظهر صنف القمح الطري شام 4 تفوقاً ملحوظاً على الصنف شام 6 في معظم المؤشرات المدروسة.

الكلمات المفتاحية: شام4، شام6، جسيمات الفضة النانوية، جسيمات الزنك النانوية، مستخلصات الأباء البرية.

The Effect of Treating the Grains of Two Bread Wheat Varieties with Nanoparticles on Growth and Productivity Indicators under Rain-fed Conditions

ABSTRACT

This study was conducted during the 2024/2025 agricultural season in the Joubar region, located in Homs Governorate within the first stability zone, to evaluate the effect of soaking seeds of two bread wheat cultivars (*Triticum aestivum* L.), Sham 4 and Sham 6, with silver and zinc nanoparticles on growth and productivity indicators under rainfed conditions.

The response of both cultivars to seed soaking treatments at a concentration of 0.01 was tested using: wild-type extract of silver nanoparticles, wild-type extract of zinc nanoparticles, in addition to a control treatment (no soaking). The experiment was laid out in a Randomized Complete Block Design (RCBD) with a split-plot arrangement, where the main cultivars (Sham 4 and Sham 6) occupied the main plots, and the nanoparticle treatments (silver and zinc) occupied the sub-plots, with three replications for each treatment.

The results showed a significant effect of the treatments on most traits. The treatment of soaking with wild-type extract of silver nanoparticles at a concentration of 0.01 for both cultivars significantly outperformed the other treatments in most of the studied growth indicators during the season, which included field germination percentage, flag leaf and penultimate leaf area, and plant height.

Furthermore, the same treatment (silver nanoparticles at 0.01 concentration) recorded a significant superiority over the other treatments in productivity indicators, represented by spike length, number of grains per square meter, thousand-kernel weight, and grain yield. Additionally, the bread wheat cultivar Sham 4 showed a marked superiority over cultivar Sham 6 in most of the studied indicators.

Keywords: sham4, sham6, silver nanoparticles, zinc nanoparticles, wild pear extract.

المقدمة:

يُعد نبات القمح (*spp Triticum.*) أحد أهم وأقدم محاصيل الحبوب في تاريخ البشرية، حيث شكل حجر الأساس في النظم الغذائية والزراعية للحضارات الإنسانية منذ آلاف السنين. يعود أصل زراعته إلى منطقة الهلال الخصيب في الشرق الأوسط، ومنها انتشر إلى جميع أنحاء العالم ليصبح الغذاء الأساسي لأكثر من ثلث سكان الكرة الأرضية (Shewry, 2009). تعود هذه الأهمية الاستراتيجية للقمح إلى قدرته الفريدة على التكيف مع نطاق واسع من الظروف المناخية، وقيمته الغذائية العالية، واحتوائه على بروتين الغلوتين الذي يمنح العجينة المرونة اللازمة لصنع الخبز والمعجنات والمعكرونة وغيرها من المنتجات الغذائية المتنوعة (Feldman & Levy, 2015).

ينتمي القمح إلى الفصيلة النجيلية (*Poaceae*)، ويضم جنس *Triticum* العديد من الأنواع والأصناف، وأهمها على الإطلاق القمح الطري أو الخبز (*Triticum L aestivum*.) والقمح القاسي (*Triticum durum Desf*.).

يواجه إنتاج القمح العالمي تحديات جمة في القرن الحادي والعشرين، أبرزها التغيرات المناخية المتسارعة التي تؤدي إلى ارتفاع درجات الحرارة، وندرة المياه، وزيادة ملوحة التربة، وانتشار الآفات والأمراض الزراعية (Ortiz *et al*.، 2008).

كما يشهد القطاع الزراعي في العقود الأخيرة تحول جذري بفعل التطور المتسارع في التقانات الحيوية والهندسية، وذلك استجابة للتحديات العالمية المتزايدة المتمثلة في النمو السكاني المضطرد، وتغير المناخ، وتدهور الموارد الطبيعية، وندرة المياه والأراضي الصالحة للزراعة (FAO, 2017). هذه التحديات تهدد الأمن الغذائي العالمي، خاصة في البلدان النامية التي تعتمد بشكل كبير على استيراد القمح. لذلك، تتجه الأبحاث العلمية الحديثة نحو تطوير أصناف جديدة من القمح أكثر تحمل للإجهادات الحيوية وغير الحيوية، ذات إنتاجية أعلى وجودة أفضل، من خلال توظيف تقنيات التربية التقليدية والحديثة (Reynolds *et al*.، 2012 كما ان الطرق التقليدية في الإنتاج

الزراعي لم تعد قادرة وحدها على سد الفجوة الغذائية المتزايدة أو مواجهة الضغوط البيئية والحيوية التي تهدد الأمن الغذائي العالمي. لذلك، برزت الحاجة الملحة إلى توظيف التقانات الحديثة والمبتكرة لتعزيز الإنتاجية الزراعية، وتحسين كفاءة استخدام المدخلات، وتقليل الآثار البيئية السلبية، بهدف تحقيق الاستدامة الزراعية (Tilman *et al*.، 2011).

وفي طليعة هذه التقنيات الواعدة، تبرز تقانات النانو (Nanotechnology) كأحد أهم الحلول المبتكرة التي يمكنها إحداث ثورة في النظم الزراعية والغذائية.

تشهد النظم الزراعية العالمية تحول جذرياً بفعل التطور المتسارع في تقانة النانو (Nanotechnology)، التي تتعامل مع المواد على مقياس النانومتر (1–100 نانومتر)، مما يمنحها خصائص فيزيائية وكيميائية وبيولوجية فريدة تختلف جوهرياً عن نظيرتها في الصورة التقليدية (Parisi et *al*.,2015). يأتي هذا التطور استجابة للتحديات المزدوجة المتمثلة في النمو السكاني المضطرد من جهة، وتغير المناخ وندرة الموارد الطبيعية وتدهور الأراضي الزراعية من جهة أخرى. وفي هذا السياق، برزت الجسيمات النانوية المعدنية، ولا سيما جسيمات الفضة النانوية (Silver

cles AgNPsNanoparti) وجسيمات الزنك النانوية (Zinc Nanoparticles ZnNPs)، كأداة واعدة يمكنها إحداث نقلة نوعية في الإنتاج الزراعي المستدام(liu *et al.*,2015) .

تتميز جسيمات الفضة النانوية بفعالية عالية كمضادات للميكروبات، حيث تعمل عبر آليات متعددة ومتزامنة تجعل من الصعوبة بمكان تطوير مقاومة ميكروبية تجاهها. تعتمد هذه الآليات على تدمير الأغشية الخلوية للبكتيريا والفطريات، وتحفيز توليد أنواع الأكسجين التفاعلية (ctive Oxygen Species ROSRea) التي تسبب الإجهاد التأكسدي وتعطل المكونات الحيوية للخلية مثل الدهون والبروتينات والحمض النووي (DNA)، من ناحية أخرى، تؤدي جسيمات الزنك النانوية، وخاصة أكسيد الزنك النانوي (ZnO NPs)، دوراً مزدوجاً في تحسين النمو النباتي ومكافحة المسببات المرضية. فمن جهة، تعمل كأسمدة نانوية ذكية توفر عنصر الزنك الأساسي للنبات بشكل متحكم به، مما يعزز كفاءة امتصاص العناصر الغذائية ويزيد من معدلات الإنبات والنمو(إبراهيم واخرون.،2022).

يمثل التصنيع الحيوي أو "التوليف الأخضر" (Green Synthesis) لهذه الجسيمات النانوية اتجاهاً حديثاً يهدف إلى إنتاجها بطرق صديقة للبيئة ومنخفضة التكلفة، باستخدام مستخلصات النباتات أو الكائنات الحية الدقيقة مثل الفطريات(حسن وحسن.،2021).

وانطلاقاً مما تقدم، تهدف هذه الدراسة إلى تسليط الضوء على تطبيقات جسيمات الفضة والزنك النانوية في المجال الزراعي، وآليات عملها، وفوائدها، والمخاطر المحتملة لاستخدامها، بهدف المساهمة في تطوير نظم زراعية أكثر كفاءة وإنتاجية واستدامة.

الدراسة المرجعية:

أظهرت نتائج دراسة في تكساس حول تطبيق سماد الزنك بشكليه (الزنك النانوي والزنك المعدني) على نبات القمح في التربة. أدى كلا شكلي الزنك (نانوي، معدني) إلى زيادة في محصول الحبوب بمقدار 15%، و29% على التوالي. وأشار اختبار pH التربة بعد الحصاد إلى ذوبان جزيئات الزنك النانوي أثناء النمو (نتيجة انخفاض درجة حموضة التربة العائد لإفرازات الجذور او نشاط ميكروبي التي تُسهل انحلال أكسيد الزنك وامتصاصه من قبل النبات). وتمّ تراكم الزنك بيولوجياً بشكلٍ كبير من كلا نوعي الزنك، ولكن بكفاءة تراكم منخفضة من الجذر إلى الساق، وزاد محتوى الحبوب من الزنك عند توفير مركبات Zno–NPS (Dimkpa *et al.,* 2018).

تبين في تجربة(Munir *et al.*, 2018) في تجربته حول تأثير الجسيمات النانوية لأكسيد الزنك النانوية على نمو النبات وامتصاص الزنك في نبات القمح *Triticum aestivum*، أن معاملة الحبوب بتراكيز مختلفة من جسيمات أكسيد الزنك النانوية (0−25−50−75−100)PPM أدت إلى زيادة في النمو والتركيب الضوئي والكتلة الحية للقمح، كما وجد تركيز اعلى من الزنك في الجذور والأوراق وحبوب القمح مقارنة بالشاهد.

توصل (Laura & Sanavi., 2018)إلى أنّ انبات الحبوب ونمو باردات القمح *Triticum aestivum* تأثر بشكل معنوي عند نقع حبوب القمح بتراكيز مختلفة من أكسيد الزنك النانوي zno− nps (1500,1000,500,250) ppm وأثبتت فعاليها في زيادة نمو الجذور والإشطاء وصبغة الكلوروفيل عند تركيز 500 ppmمقارنة بكبريتات الزنك المعدنية $ZnoSo_4$ وأوكسيد الزنك Zno.

درس (Rawat *et al.*,2018) في تجربة أجريت في جامعة بانت للزراعة والتكنولوجيا في الهند خلال العام (2012−2013) تأثير معاملة الجسيمات النانوية (التيتانيوم، الزنك، النيكل، الشيتوزان) على انبات حبوب القمح ونمو البادرات على صنف من القمح *Triticum aestevum* L. عند معاملة الحبوب على مرحلتين أولاً المعاملة بتراكيز (300,50) ppm لمدة 30 دقيقة لمعرفة التركيز الأنسب والمرحلة الثانية تعين الوقت الأمثل لنقع الحبوب في المحلول لتحسين انبات الحبوب عند النقع لمدة 4، 6، 8 ساعات عند تركيز 50ppm , أدى التركيز 50 ppm إلى زيادة كل من طول

الجذر والبادرة والنبات والوزن الجاف للبادرة مقارنة بتركيز 300 ppm،ونقع الحبوب لمدة 4 ساعات أفضل بالمقارنة مع 6و 8.

في تجربة أجريت في دير الزور لتسليط الضوء على أهمية جسيمات الفضة النانوية في تعزيز نمو وانتاجية صنف القمح شام7، حيث تم نقع حبوب القمح للصنف المذكور قبل زراعتها في محاليل، الاول يحتوي مستخلص أوراق الكينا والثاني محلول نترات الفضة النانوية مقارنة بالشاهد، واظهرت النتائج ان نقع الحبوب بجسيمات الفضة النانوية تركيز 40 ppm أدى الى تحسن ملحوظ في المؤشرات المورفولوجية (ارتفاع النباتات وعدد الإشطاءات الكلية، والسنابل ومحتوى الأوراق من الكلوروفيل) كما أدى لزيادة انتاجية القش بنسبة 41%، والغلة الحبية بنسبة46% ووزن الالف حبة بنسبة 5 %، كما أدى تحسين في صفات الحبوب النوعية مثل النتروجين والفوسفور البوتاسيوم (Al salama *et al.*,2025).

تبين في تجربة في الهند لدراسة تأثير مكونات وانتاجية نبات الشعير بمعاملات شيلات الزنك النانوي Zno–NPS و أكسيد الحديد النانوي Fe_2o_3– Nps وجزيئات ثاني أكسيد التيتانيوم Tio_2– N ورقياً تحت ظروف الري التكميلي، ضمن ثلاث فترات(بداية النمو، التسنبل، النضج اللبني)، أدى لتحسن في وزن الحبوب ،طول السنبلة، عدد الحبوب في السنبلة، المحتوى من أصبغة الكلورفيل، محصول الحبوب ودليل الحصاد عند المعاملة بمعلقات شيلات الزنك والحديد النانوي ولكن تأثير الزنك أكثر وضوحاً من الحديد، أظهر تطبيق جسيمات التيتانيوم النانوي تحسن في الخصائص

الشكلية والفيزيولوجية ومحتوى أصبغة الكلورفيل ومحصول القش(Janmohammadi *et al.*,2016).

بيّن(Dimkpa *et al.*,2019) في دراسة في تكساس لمعاملة نباتات الذرة الرفيعة بجزيئات أكسيد الزنك النانوية للتخفيف من أثر الجفاف، تم استخدام (5-3-1) ملغ زنك/كغ وتطبيق الجفاف بعد 4 أسابيع من انبات الحبوب عن طريق الحفاظ على التربة عند 40 من السعة الحقلية، أدى الجفاف لتأخر لظهور الاوراق العلمية وبداية التسنبل 6-17 يوم لكنه انخفض الى 4-5 أيام في النباتات المعاملة بجزيئات أكسيد الزنك النانوية Zno-Npsوأدى إلى تحسين محصول الحبوب 22-183% مقارنة بمحصول الحبوب في ظل الجفاف الذي انخفض 75%.

أُجريت تجربة في معهد بحوث الهندسة الوراثية الزراعية في مصر لعام 2020/2019 لبيان التأثير البيئي الإيجابي والسلبي عند معاملة القمح بجزيئات أكسيد الزنك النانوية تحت ظروف الجفاف، تمّ تصنيع جسيمات الزنك النانوية حيوياً وتطبيق 100ملغ/لتر من Zno-Npsعن طريق نقع الحبوب والرش الورقي وكلاهما في خمس معاملات (بدون Zno-Nps ، رش ورقي من Zno-Nps نقع الحبوب Zno-Nps ، ونقع ورش معاً بZno-Nps) بعد 2، 4، 6، 8 أسابيع من الزراعة. أظهرت النتائج زيادة في محصول الحبوب 1.16-1.54 ضعف الشاهد وزيادة في جذور

النبات وكفأتها في امتصاص المغذيات، وأدت لزيادة مستوى مضادات الاكسدة (ديسموتاز، الكتلاز) وصبغة الكلورفيل والبرولين في الانسجة النباتية (AbdEL-Aziz *et al.*, 2022).

نُفذت دراسة لبيان تأثير الأسمدة العضوية وجسيمات أكسيد الزنك النانوية على الكتلة الحيوية وتراكم الكادميوم في نبات القمح ، في فيصل أباد، تم استخدام معاملة السماد العضوي عند مستوى 0-1-2 وزن/وزن ورذاذ ورقي من ZNO-Nps (0-100-200) ملغ /لتر في تربة ملوثة بالكادميوم بعد الأسبوع 4-6-و8 من الزراعة .أثبتت النتائج أن المعاملة المشتركة للأسمدة العضوية ورذاذ الزنك أدى إلى زيادة في الكتلة الحيوية وتركيز الكلورفيل والمحصول وأنشطة البيروكسيداز و أكسيد ديسموتاز وقلل من تسرب الكتروليت وتركيز الكادميوم في أجزاء مختلفة من نبات القمح مثل الإشطاءات والجذور والحبوب ،و أن تركيز الكادميوم أقل من 0,2 ملغ/كغ من الوزن الجاف للحبوب عند تطبيق 200ملغ/لتر Zno-NPS وسماد عضوي 1 و2 (Bashir *et al.*, 2020).

كما أنّ حبوب القمح المحتوية على كروموسومات *Aegilops* ($7M^b$,$7U^g$،$5U^g$) لديها نسبة مرتفعة من، B-glucan وأدت إضافة كروموسوم ($6M^g$) إلى خفض محتوى البنتوزان، ونباتات القمح المحتوية على كرموسومات $2M^b$ و $5M^g$ لديها محتوى أكثر ثباتاً من بروتين الحبوب والبنتوزان، وقللت الاثار السلبية لإجهاد الجفاف على كل من الخصائص الفيزيائية والتركيبية للقمح (Rakszegi *et al.*, 2019).

بيّنت نتائج دراسة (Pradhan *et al.*,2012) في جامعة ولاية كانساس لبيان تحمل أنواع من *Aegilops* لدرجات الحرارة العالية وإمكانية نقلها المحتمل إلى القمح، حيث تم إجراء تقييم 52مدخل تنتمي إلى 5 أنواع من *Aegilops* عند درجة حرارة 30/36عند فترة ضوئية مدتها 18 ساعة، تبين أنّ *Ae. speltoides, Tauschii* الأكثر تحملاً وارتبط مع ارتفاع عدد الحبوب في السنبلة ووزن الحبوب، كما أن تحمل الحرارة أثناء المرحلة الخضرية أعلى في *Ae.speltides* و*Ae.tauschii* مما كانت عليه في جنس *Triticum*.ويعد *Aeilops spiltoids* مورث مهم لتحسين القمح ولديه مستويات عالية من تحمل الجفاف (Alwachew *et al.*, 2016) .

- مواد البحث وطرائقه Materials and methods

4-1 المادة النباتية Plant material: تم تنفيذ البحث على صنفين معتمدين محلياً ومزروعين من القمح الطري، هما شام4، شام6. تمّ الحصول على البذار من مؤسسة إكثار البذار، إدارة الموارد النباتية في المركز العربي لدراسات المناطق الجافة والأراضي القاحلة (أكساد) (الجدول، 1).

جدول (1): توصيف المادة النباتية المدروسة

اسم الصنف	التوصيف
شام 4	صنف محلي معتمد، عدد الأيام حتى الإسبال نحو 95 يوماً، عدد الأيام حتى النضج نحو 136 يوماً، ارتفاع النبات 75 سم، وزن الألف حبة قرابة 31.2غ، الإنتاجية تحت ظروف الزراعة المطرية نحو 3050 كغ. هكتار$^{-1}$.
شام 6	صنف محلي معتمد، عدد الأيام حتى الإسبال نحو 93 يوماً، عدد الأيام حتى النضج نحو 134 يوماً، ارتفاع النبات 70 سم، وزن الألف حبة قرابة 34.6غ، الإنتاجية تحت ظروف الزراعة المطرية نحو 3200 كغ. هكتار$^{-1}$.

4-2 طريقة تحضير مستخلص الأباء البرية لجسيمات الفضة النانوية والزنك النانوية:

1- تحضير مستخلص الأباء البرية:

تم الحصول على مصدر الأباء البرية (***Aegiplos Tauschii*** و***Aegiplos Speltoides***) من مؤسسة اكثار البذار، وتم زراعة الحبوب في التربة وبمرحلة وصول النباتات لمرحلة ثلاث أوراق حقيقية تم أخذ كامل النبات(جذور واوراق)ثم غسلها وتنظيفها بالماء ومن ثم طحنها لاستخراج العصارة النباتية منها، تم اخذ 10 مل من العصارة النباتية وخلطها مع 100 مل من الماء المقطر المنزوع الشوارد في دورق زجاجي سعة250مل وتحريك الخليط الناتج لمدة 15 دقيقة على درجة حرارة60-70 درجة مئوية ومن ثم ترك بدرجة حرارة الغرفة لليوم التالي.

تم فصل المحلول بواسطة ورق ترشيح وتعريضه للطرد المركزي 4000 دورة/ دقيقة لمدة 10 دقائق وإعادة العملية ثلاث مرات ومن ثم جمعه في وعاء معقم، وذلك في مركز التقانة الحيوية في جامعة حمص.

2- التحضير الحيوي لمستخلص الأباء البرية لجسيمات الزنك النانوية:

تم اذابة 2.97 غ من بلورات الزنك في 100 مل من الماء المقطر منزوع الشوارد (0.1 مول/لتر) في دورق مخروطي سعة250 مل، وتحريكه مغناطيسياً على درجة حرارة 80 درجة مئوية، وتم اضافة40 مل من المستخلص المائي لخليط الإباء البرية مع التحريك، وضبط درجة حموضة المحلول على 12 باستخدام ماءات البوتاسيوم(KOH)، ثم فصل الراسب بواسطة جهاز الطرد المركزي 4000 دورة/ دقيقة لمدة 10 دقائق .

3- التحضير الحيوي لمستخلص الأباء البرية لجسيمات الفضة النانوية:

تم اذابة 2.97 غ من بلورات الفضة في 100 مل من الماء المقطر منزوع الشوارد (0.1 مول/لتر) في دورق مخروطي سعة250 مل، وتحريكه مغناطيسياً على درجة حرارة 80 درجة مئوية، وتم اضافة40 مل من المستخلص المائي لخليط الإباء البرية مع التحريك،

وضبط درجة حموضة المحلول على 12 باستخدام ماءات البوتاسيوم(KOH)، ثم فصل الراسب بواسطة جهاز الطرد المركزي 4000 دورة/ دقيقة لمدة 10 دقائق .

4-3-المعاملات المدروسة Treatments:

المعاملة الأولى (A): معاملة حبوب كل من صنفي القمح الطري (شام4، شام6) بواسطة نقعها مدّة نصف ساعة قبل زراعتها مباشرةً بالمستخلص الحيوي من جسميات الفضة النانوية المُصنّعة من خليط الأباء البرية ***Aegiplos Tauschii*** و***Aegiplos Speltoides***

المعاملة الثانية (B): معاملة حبوب كل من صنفي القمح الطري (شام4، شام6) بواسطة نقعها مدّة نصف ساعة قبل زراعتها مباشرةً بالمستخلص الحيوي من جسيمات الزنك النانوية المُصنّعة من خليط الأباء البرية ***Aegiplos Tauschii*** و***Aegiplos Speltoides***

الشاهد(C): الشاهد بدون أية معاملة للحبوب قبل الزراعة، بأيٍ من المستخلصين المدروسين، ولكن فقط تنقع الحبوب بالماء المقطر، لكلٍ من صنفي القمح الطري (شام4، شام6).

5- موقع تنفيذ التجربة Site of experimentation: تم تنفيذ التجربة خلال الموسم الزراعي (2025/2024) في منطقة جوبر التابعة لمنطقة الاستقرار الأولى، حيث تقع ضمن مدينة حمص، ترتفع عن سطح البحر حوالي495 متر، مما يمنحها مناخ معتدل.

5-1 المُعطيات المَنَاخيَّة السَّائدة في موقع التجربة الحقليَّة:

تمَّ التعرُّف على المُعطيَات المَنَاخيَّة بمنطقة البحث مِن محطّة الأرصاد الجويَّة في حمص كما هو مُوضَّح بالجدول (2).

جدول (2): الظروف المناخية السائدة في موقع اجراء البحث

كميّة الهُطُول المَطَريَّة (مم)		درجات الحرارة (درجة مئوية)	
الأشهر	الموسم (2024-2025)	الموسم (2024-2025)	
		العظمى	الصغرى
كانون الأول	20	14.83	4.12
كانون الثاني	7.2	14.96	3.48
شباط	46.7	12.35	2.57
آذار	11.5	20.22	8.96
نيسان	8.2	23.31	10.91
أيَّار	1.2	30.11	15.85
المجموع	328.92		

المصدر: محطّة الأرصاد الجويّة في حمص

- **تحليل التربة Soil analysis: تم** أخذ عينات عشوائية مركبة ممثلة لكامل القطعة التجريبية التي نفذت فيها التجربة للموسم الزراعي الأول والثاني، من التربة على عمق 0-30 سم، وتم تحليلها مخبرياً لمعرفة بعض خصائص التربة الفيزيائية والكيميائية التالية:

- **البوتاسيوم المتبادل:** باستخدام محلول ملحي من خلّات الأمّونيوم بطريقة التحليل باللّهب.
- **الفوسفور المتاح:** بطريقة أولسن (Olsen *et al.*, 1954).
- **الآزوت المعدني:** قُدّرت النترات بجهاز سبكتروفوتومتر باستخدام حمض الكروموتروبيك.
- **التوصيل الكهربائي (EC):** تم تقديرها في مستخلص مائي للتربة (5:1)، بواسطة جهاز الموصلية الكهربائيّة (Conductivity-meter).

- ❖ قُدّرت **درجة الحموضة pH** في معلّق (1:2.5) باستخدام جهاز(meter–PH)
- ❖ **كربونات الكالسيوم**: تمّ إضافة حجم من محلول حمض كلور الماء ومعرفة كميّة غاز CO2 الناتج حيثُ تمَّ تقديرها بطريقة الكالسيمتر (Balazs *et al.*, 2005).
- ❖ **التحليل الميكانيكي وتحديد قوام التربة**: وفق طريقة الهيدرومتر.
- ❖ بعض الخصائص الفيزيائية والكيميائية لتربة التجربة للموسم الزراعيً (2024–2025) في منطقة جوبر كمتوسطات حسابية

جدول(3): بعض الخصائص الفيزيائية والكيميائية لتربة منطقة جوبر

توزع حجم جزيئات التربة			المادة العضوية	قوام التربة	النتروجين المتاح PPM	الفوسفور المتاح PPM	البوتاس المتاح PPM	PH	EC
رمل %	سلت %	طين %							
30	12	58	3.54	طينية	32.52	0.2	183.03	7.3	0.14

تصميم التجربة والتحليل الإحصائي: تم تنفيذ التجربة وفق تصمم القطاعات العشوائية الكاملة (RCBD)، بترتيب القطع المنشقة، حيث شغلت الأصناف المدروسة القطع الرئيسة من الدرجة الأولى، وشغلت المعاملات بالجسيمات النانوية من كلٍ من نترات الفضة والزنك القطع المنشقة من الدرجة الثانية، بواقع ثلاثة مكررات لكل صنف ومعاملة. وتم تبويب البيانات المتحصل عليها وتحليلها إحصائياً

باستخدام برنامج12 Gen stat، وتقدير قيمة أقل فرق معنوي (L.S.D) عند مستوى معنوية 5%، ومعامل التباين (CV%) لجميع المتغيرات والتفاعلات المتبادلة بينهما.

8- تحضير الأرض للزراعة Seed-bed preparation: تم تجهيز التربة وحراثتها حراثة عميقة أساسية بالمحراث القلاب المطرحي على عمق 25 سم لحفظ مياه الأمطار الخريفية التي يمكن أن تهطل مبكراً، وقلب بقايا المحصول السابق إنْ وجدت لتسهيل عملية تحللها، وتم تمشيط التربة بالمشط القرصي قبل الزراعة لتسوية الأرض وتأمين المهد المناسب للزراعة. وتم تقسيم الأرض إلى وحدتين تجريبية تمثل الأصناف المدروسة (شام4،شام6) بثلاثة مكررات كقطع رئيسة، كل قطعة تحتوي على ثلاث وحدات تجريبية (قطع منشقة من الدرجة الثانية) تُمثل المعاملات بالمستخلصات النانوية، وزرعت الحبوب يدوياً في الوحدات التجريبية في الموعد الأمثل ، على مسافة 5 سم بين الحبة والأخرى ضمن السطر نفسه، ومسافة 20 سم بين السطور، حيث أن طول السطر 1م، بواقع ستة سطور لكل صنف، وتكون المسافة بين المكررات 1 م، والمسافة بين ال ممرات1 م (الشكل، 1). وكانت تبعاً لذلك عدد القطع التجريبية 15 قطعة، ومساحة القطعة التجريبية الواحدة 2م^2 (1م×م1)، وكانت المساحة الكلية للتجربة مع مراعاة الممرات والمسافات بين المكررات قرابة200 م^2 .

- الصفات المدروسة Investigated traits

أولاً- الموشرات المورفولوجية(الشكلية) Morphological traits

1-1- **نسبة الإنبات الحقلية (%):** تمثل النسبة المئوية لعدد الحبوب النابتة من العدد الكلي للحبوب المزروعة، وقدرت نسبة الإنبات الحقلية في مرحلة اكتمال الإنبات، وفق المعادلة الآتية:

نسبة الانبات الحقلية = (عدد النباتات في 1م^{2}عند اكتمال الإنبات/عدد الحبوب المزروعة في 1 م2) × 100.

حسب:(ISTA.,2020)

1-2- **ارتفاع النبات Plant height(سم):** عبارة عن طول النبات بدءاً من نقطة ملامسة الساق لسطح التربة حتى قمة السنبلة باستثناء السفا (IPGRI، 1994).

1-3- **مساحة الورقة العلمية وما دون العلمية (سم^2) :Flag and Sub flag leaf area** تم حساب المساحة الورقية للورقة العلمية وما دونها يدوياً باستعمال المسطرة، وذلك بقياس طول الورقة والعرض الأعظمي لها، ويضرب حاصل الجداء بمعامل التصحيح الخاص بمحصول القمح، الذي يُعادل 0.79(voldeng and simpson.,1967).

المساحة الورقية النظرية = طول الورقة ×العرض الأعظمي للورقة

المساحة الورقية الفعلية = المساحة الورقية النظرية × معامل التصحيح

ثانياً-المؤشرات الفينولوجية Phonological traits:

2-1- **عدد الأيام حتى الإنبات Days to germination(يوم):** تم تحديده عندما ظهرت الورقة الحقيقة الأولى عند 75% من نباتات القطعة التجريبية في المساحة الثابتة المحددة بالأوتاد الخشبية(AOSA.,2019).

2-2- **عدد الأيام حتى الاسبال:** وهو عدد الأيام من الزراعة وحتى ظهور 50% من السنبلة من غد الورقة في 50% من نباتات القطعة التجريبية(Zadoks *et al.*,1974).

ثالثاً- المؤشرات المرتبطة بالغلّة الحبية Grain yield associated traits

3-1-طول السّنبلة الرَّئيسَة:

تم قياسه في مرحلة النضج التَّام ابتداءً مِن قَاعِدة السّنبلة إلى نهاية السّنيبلات الخصبة دون السَّفا، بحيث قمنا بحساب متوسِّط الطّول لـ (10) سنابل تم اختيارها عشوائيًّاً في كل وحدة تجريبيَّة (Gomes and Gomes.,1884).

3-2- متوسط عدد الحبوب في المتر المربع Number of grains per m^2(حبة. $م^{-2}$): ويُمثل حاصل جداء متوسط عدد الحبوب في السنبلة الواحدة بمتوسط عدد السنابل في المتر المربع (Donald and Hamblin.,1976).

3-3- متوسط وزن الألف حبة (غ) 1000-kernel weight: تم حساب وزن 400 حبة من كل صنف ومعاملة على حدة، ومن كل مكرر، ثمّ ضرب الناتج بـ 2.5 لحساب وزن الألف حبة(ISTA.,2020).

3-4- الغلّة الحبية Grain yield(غ. $م^{-2}$): تم حساب متوسط وزن الحبوب (غ) في المتر المربع الواحد عند محتوى رطوبي في الحبوب يُعادل 12.5%. تم تقدير الغلّة الحبية بشكلٍ دقيق وفق العلاقة الرياضية الآتية: **الغلّة الحبية (غ. $م^{-2}$) عند 12.5% = الغلّة الحبية التي تمّ الحصول عليها (غ. $م^{-2}$) × (100 – محتوى الحبوب المائي عند الحصاد) / (100 – 12.5%)** حسب: (Tekhanov.,1997).

النتائج والمناقشة:

أولاً– المؤشرات الشكلية Morphological traits

1-1- **نسبة الإنبات الحقلية (%)**:أظهرت النتائج ، الذي تعرض فيه القمح لإجهاد الجفاف الحاد، وجود انخفاض واضح في نسبة الإنبات الحقلية لكل من صنفي القمح شام 4 وشام 6 .

في صنف شام 4، سجلت المعاملة بالفضة النانوية أعلى نسبة إنبات (95%) مقارنة بالزنك النانوية (93%) والشاهد (90%). وبمقارنة هذه الفروق مع قيمة LSD للمعاملة (0.28)، يتضح أن الفروق معنوية، مما يشير إلى أن جسيمات الفضة النانوية ساهمت نسبيًا في تخفيف أثر الجفاف على الإنبات.

اما في صنف شام 6، لوحظ أن المعاملة الأولى (الفضة) سجلت 93%، المعاملة الثانية (الزنك) 90%، والشاهد 92%. وبمقارنة هذه الفروق مع LSD للمعاملة فإن الفروق بين المعاملات معنوية، ما يشير إلى استجابة لجميع المعاملات في هذا الصنف تحت ظروف الإجهاد المائي.

عند مقارنة نفس المعاملة بين الصنفين باستخدام LSD للصنف (0.23)، لوحظ ان صنف شام 4 أظهر تفوقًا معنوياً في جميع المعاملات، خاصة مع المعاملة الأولى، حيث بلغت نسبة الإنبات 95% مقابل 93% في شام 6.

هذا التفوق يشير إلى قدرة أعلى لصنف شام 4 على تحمل إجهاد الجفاف في مرحلة الإنبات، نتيجة الاختلاف الوراثي بين الصنفين في تحمل الجفاف وفعالية العمليات الفيزيولوجية خلال بداية نمو البذور.

جدول (4): نسبة الانبات الحقلية لصنفي القمح شام4،شام6 المعامل بجسيمات الفضة والزنك النانوية

نسبة الانبات الحقلية%	التجربة الحقلية		
الصنف / المعاملة	شام4	شام6	متوسط المعاملات
المعاملة الأولى	95.000 a	93.778 b	94.389
المعاملة الثانية	93.222 c	90.333 e	91.778
الشاهد	90.222 e	92.333 d	91.278
متوسط الأصناف	92.815	92.148	
LSD C 5%	0.2325		
LSD N 5 %	0.2848		
LSD C*N 5%	0.4027		
CV %	0.5		

تعمل الفضة النانوية على تحسين امتصاص الماء وزيادة الوزن الطري للبذور، مما ينعكس إيجاباً على سرعة الإنبات ونسبته(Razzaq ., 2017 *al et*).

إن معاملة البذور بجسيمات الفضة النانوية الحيوية تعمل على تحسين مؤشرات الإنبات (طول الجذير والريشة) في القمح من خلال تعزيز نشاط إنزيمات ألفا–أميلاز (α–amylase)، المسؤول عن

تحويل النشا في السويداء إلى سكريات بسيطة لتغذية الجنين النامي وفقاً لما ذكره (Mahakham *et al*.,2017).

يعتبر الزنك عنصراً غذائياً أساسياً (Micronutrient) للنبات. وجوده بشكل نانوي يزيد من مساحة سطحه ويسهل امتصاصه من قبل البذرة. يقوم الزنك بدور حيوي كعامل مساعد (torCofac) للعديد من الإنزيمات الضرورية لتخليق البروتينات والهرمونات، وأهمها هرمون الأكسين (uxinA) المسؤول عن استطالة الخلايا. تحسين تغذية البذرة بالزنك منذ البداية يعطي دفعة قوية لنمو الجنين،حيث بينت دراسة ان استخدام أكسيد الزنك النانوي (NPs–ZnO) بتركيزات منخفضة أدى إلى زيادة كبيرة في نسبة إنبات بذور القمح وتحسين نمو البادرات، وذلك بالمقارنة مع الشاهد غير المعامل، حيث عززت الجسيمات النانوية من امتصاص البذور للماء والعناصر (Yusefi– tanha *et al*.,2020).

وادنى نتيجة كانت الشاهد للصنف شام4، حيث أن بذور الشاهد اعتمدت فقط على مخزونها الغذائي الداخلي والظروف البيئية الطبيعية (التربة والرطوبة) دون أي معاملة محفزة. النسبة الأقل هنا تؤكد أن المعاملات النانوية كان لها تأثير إيجابي حقيقي وفعال في تحفيز الإنبات، خاصة في هذا الصنف.

2-1 ارتفاع النبات:

أظهرت نتائج التحليل الاحصائي في ان متوسط اطوال النباتات تراوح بين (53 وحتى 41.33 سم) حيث تفوقت معاملة الحبوب بجسيمات الفضة النانوية لصنف شام 4على باقي المعاملات (53 سم) بينما معاملة الحبوب بمستخلص الأباء البرية لجسيمات الفضة النانوية لحبوب القمح شام 6 أعطت أدني قيمة (41.11 سم) بينما تراوحت باقي المعاملات (45 ،44.67 ،44.44 ،41.33) سم على

التوالي للمعاملات التالية (المعاملة الثانية شام4، المعاملة الثانية شام6، الشاهد شام4، الشاهد شام6) مع وجود فرق معنوي بين المعاملات.

جدول (5): متوسط طول النبات(سم) لصنفي القمح شام4،شام6 المعامل بجسيمات الفضة والزنك النانوية

ارتفاع النبات (سم)	التجربة الحقلية		
الصنف / المعاملة	شام4	شام6	متوسط المعاملات
المعاملة الأولى	53 a	41.11 e	47.06
المعاملة الثانية	45 b	44.67 c	44.83
الشاهد	44.44 d	41.33 e	41.33
متوسط الأصناف	47.48	42.37	
LSD C 5%	0.932		

LSD N 5 %	1.141
LSD C*N 5%	1.614
CV %	3.8

يمكن تفسير هذا التفوق للصنف شام 4 المعامل بجسيمات الفضة النانوية على باقي المعاملات من خلال عدة آليات فيزيولوجية مترابطة

التأثير المباشر على إنبات البذور (تأثير تراكمي) و تعد هذه النتيجة هي امتداد طبيعي للنتيجة السابقة للنبات الذي يبدأ حياته بقوة (نسبة إنبات أعلى، وجذر وجنين قويين) يكون لديه أساس متين لبناء نمو خضري جيد. المعاملة بالفضة النانوية التي حسنت الإنبات استمر تأثيرها إيجابياً على مراحل النمو التالية.

تحفيز إنتاج هرمونات النمو (الأكسينات – Auxins) حيث تلعب جسيمات الفضة النانوية(NPs–Ag) دوراً محفزاً في مسارات التصنيع الحيوي لهرمون الأكسين (Indole–3– acetic acid– IAA)، وهو الهرمون الرئيسي المسؤول عن استطالة الخلايا وبالتالي زيادة طول النبات. كما أن الفضة النانوية قد تؤثر إيجابياً على حساسية الخلايا لهذا الهرمون.

تعزيز عملية التمثيل الضوئي: حيث اظهرت دراسات سابقة أن المعاملة بالفضة النانوية بتركيزات منخفضة تزيد من محتوى اليخضور(الكلوروفيل) في أوراق القمح ، زيادة كفاءة التمثيل الضوئي تعني إنتاج المزيد من المركبات العضوية (السكريات) التي تستخدم في بناء الأنسجة الجديدة وزيادة طول النبات كما ان معاملة بذور القمح بالفضة النانوية يؤدي إلى زيادة معنوية في ارتفاع النبات

ومساحة الورقة ومحتوى الكلوروفيل، وعزت الدراسة ذلك إلى دور الفضة النانوية في تحسين امتصاص العناصر الغذائية وتحفيز النشاط الهرموني(Latif *et al.*,2017).

3-1 -مساحة الورقة العلمية ومادون العلمية:

مساحة الورقة العلمية:

أظهرت نتائج التحليل الاحصائي المتحصل عليها من الجدول(6) لصفة مساحة الورقة العلمية تفوق معاملة الفضة النانوية مقارنة بمعاملتي الزنك و الشاهد، حيث سجلت اعلى قيمة(58.04) لمساحة الورقة العلمية عند نقع الحبوب بمستخلص الأباء البرية لجسيمات الفضة النانوية لصنف شام 4 و تلتها المعاملات (54.43 ،54.52 ،54.70) للمعاملات التالية (المعاملة الأولى شام6، الشاهد شام6، المعاملة الثانية شام4)، بينما سجلت اقل قيمة (46.16، 47.59) عند الشاهد صنف شام4 ومعاملة القمح بجسيمات الزنك النانوية صنف شام6على التوالي.

جدول (6): متوسط مساحة الورقة العلمية (سم ^{2}) لصنفي القمح شام4،شام6 المعامل بجسيمات الفضة والزنك النانوية

مساحة الورقة العلمية	التجربة الحقلية		
الصنف / المعاملة	شام4	شام6	متوسط المعاملات
المعاملة الأولى	19.76 a	14.70 e	17.23
المعاملة الثانية	16.20 c	17.83 b	17.01
الشاهد	15.93 d	12.5 f	14.25
متوسط الأصناف	17.30	15.04	
LSD C 5%	0.457		
LSD N 5 %	0.560		
LSD C*N 5%	0.762		
CV %	5.2		

مساحة الورقة تحت العلمية:

نلاحظ من خلال الجدول (7) تفوق معاملتي جسيمات الفضة والزنك النانوية لصنفي القمح شام4،شام6 على التوالي (8.78,15.03، 9.59، 8.46) مقارنة بمعاملة الشاهد لصنفي القمح شام4،شام6 (7.55,7.95).

حيث كانت اعلى قيمة لمساحة الورقة تحت العلمية (15.03) عند المعاملة بجسيمات الفضة النانوية لصنف القمح شام 4 بينما سجلت اقل مساحة (7.55) عند معاملة الشاهد.

تظهر النتائج مما سبق تفوق معاملة جسيمات الفضة النانوية ثم تليها معاملة جسيمات الزنك النانوية واقل قيمة كانت عند الشاهد.

جدول (7): متوسط مساحة الورقة ما دون العلمية(سم ^{2}) لصنفي القمح شام4،شام6 المعامل بجسيمات الفضة والزنك النانوية

مساحة الورقة مادون العلمية	التجربة الحقلية		
الصنف / المعاملة	شام4	شام6	متوسط المعاملات
المعاملة الأولى	15.03 a	8.78 c	11.90
المعاملة الثانية	9.59 b	8.46 c	9.02
الشاهد	7.95 c	7.55 c	7.75
متوسط الأصناف	10.86	8.26	
LSD C 5%	0.551		
LSD N 5 %	0.675		
LSD C*N 5%	0.954		
CV %	10.5		

يعود السبب في تفوق معاملة نقع حبوب القمح شام4 بجسيمات الفضة النانوية في صفة مساحة الورقة العلمية وما دون العلمية الى أن المعالجة بجسيمات الفضة النانوية تؤدي لتراكم منضبط ل ros (أنواع الاكسجين التفاعلية) مما ينشط نظام مضادات الاكسدة ويقلل من تأكسد الدهون ويعزز كفاءة التمثيل الضوئي تحت ظروف الجفاف، مع تراكم الفضة في السيقان والأوراق بشكل رئيسي (ding *et al.*,2025).

ويُعزى هذا التفوق إلى دور جسيمات الفضة النانوية في تعزيز نشاط الإنزيمات المضادة للأكسدة والمحافظة على سلامة أغشية الخلايا، مما يسمح بزيادة انقسام الخلايا وتمددها، وهو ما أشار إليه أيضًا Dimkpa (2018 &Bindraban).

تطبيق الجسيمات النانوية، ولاسيما جسيمات الفضة النانوية، يؤدي إلى زيادة مساحة الورقة نتيجة تحسين كفاءة التمثيل الضوئي وتقليل الإجهاد التأكسدي في الأنسجة النباتية. فقد سجل صنف شام 4 المعامل بمستخلص الأباء البرية لجسيمات الفضة النانوية زيادة معنوية في مساحة الورقة مقارنة بمعاملة جسيمات الزنك النانوية والشاهد، وكذلك مقارنة بصنف شام−6 (2021,Khan *et al.*) (Zulfiqar *et al.*,2019).

ثانيا: المؤشرات الفينولوجية:

2-1 عدد الأيام حتى الانبات:

يتبين لنا من خلال الجدول (8) اختلاف عدد الأيام حتى الانبات بين صنفي القمح شام4 وشام6 حيث تفوقت المعاملة الأولى صنف شام 4 معاملة الحبوب بمستخلص الأباء البرية لجسيمات الفضة النانوية (10 أيام) على المعاملة الثانية معاملة الحبوب بمستخلص الأباء البرية لجسيمات الزنك النانوية (11 يوم) والشاهد (11 يوم)، بينما الصنف شام 6 لم يكن هناك أي فروق معنوية بين المعاملات على نفس الصنف.

عند مقارنة الصنفين نجد ان الصنف شام4 تفوق على صنف شام 6 حيث انه كان يوجد فرق معنوي بين المعاملة الأولى (المعاملة بمستخلص الأباء البرية لجسيمات الفضة النانوية) مقارنة ببقية المعاملات لصنف شام6.

جدول(8): متوسط عدد الأيام حتى الانبات لصنفي القمح شام4،شام6 المعامل بجسيمات الفضة والزنك النانوية

عدد الأيام حتى الانبات	التجربة الحقلية		
الصنف / المعاملة	شام4	شام6	متوسط المعاملات

المعاملة الأولى	10 a	11.444 b	10.722
المعاملة الثانية	11.556 b	11.556 b	11.556
الشاهد	11.444 b	11.556 b	10.50
متوسط الأصناف	11.519	11	
LSD C 5%	0.286		
LSD N 5 %	0.3503		
LSD C*N 5%	0.4954		
CV %	4.6		

بالنسبة لمؤشر عدد الأيام حتى الانبات، تبين أن معاملة جسيمات الفضة النانوية في صنف شام 4 أدّت إلى تقليل مدة الانبات مقارنة بمعاملة الزنك النانوية ومعاملة الشاهد، حيث بلغ أقل وقت إنبات 10 أيام، وهذا الفارق كان معنويًا إحصائيًا. أما في صنف شام 6 فلم تكن الفروق بين المعاملات معنوية في هذا المؤشر، مما يشير إلى استجابة متقاربة للصنف تجاه المعالجات النانوية. وتتفق هذه النتائج مع الدراسات الحديثة التي أظهرت أن المعالجات النانوية يمكن أن تعدل من معدل ومدة الانبات في بعض المحاصيل عبر تحسين الامتصاص المائي وتنشيط الأنزيمات الفسيولوجية داخل البذور (Yadva.,2024).

2-2 عدد الأيام حتى الاسبال:

كما يتبين لنا من خلال الجدول (9) خلال الموسم الزراعي عند صنف شام 4 تفوق المعاملة الأولى (معاملة الحبوب بمستخلص الأباء البرية لجسيمات الفضة النانوية) على باقي المعاملات في صفة عدد الأيام حتى الاسبال (82 يوم) هذا يعني باكورية أكثر للمعاملة في الاسبال تلتها المعاملة الثانية والشاهد دون وجود فرق معنوي بينهما (معاملة الحبوب بمستخلص الأباء البرية لجسيمات الزنك النانوية 86.22 يوم والشاهد 86 يوم).

اما صنف شام 6 فقد أظهرت نتائج التحليل ان التغيرات الناتجة عن معاملة الحبوب بمستخلص الأباء البرية لجسيمات الفضة النانوية (يوم85) والمعاملة الثانية (معاملة الحبوب بمستخلص الأباء البرية لجسيمات الزنك النانوية (86 يوم))، والشاهد (85 يوم) كانت طفيفة وغير معنوية احصائياً.

بالمقارنة بين الصنفين شام4، شام6 خلال الموسم الزراعي نجد ان الصنف شام 4 تفوق فقط في المعاملة الأولى (معاملة الحبوب بمستخلص الأباء البرية لجسيمات الفضة النانوية 82 يوم) على باقي المعاملات لنفس الصنف ومعاملات صنف شام 6، بينما باقي المعاملات لم تكن الفروق معنوية فيما بينها

جدول (9): متوسط عدد الأيام حتى الاسبال لصنفي القمح شام4،شام6 المعامل بجسيمات الفضة والزنك النانوية

عدد الأيام حتى الاسبال	التجربة الحقلية		
الصنف / المعاملة	شام4	شام6	متوسط المعاملات
المعاملة الأولى	82.56 a	85.89 b	84.22
المعاملة الثانية	86.22 b	86.11 b	86.17
الشاهد	86 b	85.89 b	85.95
متوسط الأصناف	84.94	85.96	
LSD C 5%	0.436		
LSD N 5 %	0.534		
LSD C*N 5%	0.755		
CV %	0.9		

يعود تفسير هذا التفوق بأن جسيمات الفضة النانوية، عند تحضيرها باستخدام مستخلصات نباتية (الأباء البرية)، تعمل على تحفيز العمليات الفسيولوجية للنبات، مثل تحسين كفاءة البناء الضوئي وتنظيم النشاط الهرموني، ولا سيما الهرمونات المسؤولة عن النمو والتمايز الزهري، مما يؤدي إلى تسريع الانتقال من الطور الخضري إلى الطور التناسلي ومن ثم تقليل عدد الأيام اللازمة للوصول إلى الإسبال والنضج.

كما أن لجسيمات الفضة النانوية دورًا في تعزيز امتصاص العناصر الغذائية وتحسين كفاءة استخدام الماء، إضافةً إلى تقليل الإجهادات الحيوية واللاأحيائية، الأمر الذي ينعكس على انتظام النمو وتسريع إكمال الدورة الحياتية للنبات. ويبدو أن الصنف شام 4 يمتلك قابلية وراثية أعلى للاستجابة لهذا النوع من المعاملة مقارنةً بالصنف شام 6، مما يفسر ظهور الفروق المعنوية في الصنف شام 4 فقط(Sharma *at el.*,2024) .

ثالثاً: المؤشرات المرتبطة بالغلة:

3-1 متوسط طول السنبلة(سم):

أظهرت نتائج التحليل الاحصائي للموسم لمؤشر طول السنبلة ان القيم تراوحت بين (10.333 وحتى 6.444) سم حيث تفوقت المعاملة الثانية لصنف شام 6 مستخلص جسيمات الزنك النانوية (10.333) سم على باقي المعاملات وكانت اقل قيمة لشاهد صنف القمح شام 4 (6.444) سم، بينما تراوحت باقي النتائج (8.667، 7.667، 7.333، 6.556) سم على التوالي للمعاملات التالية (المعاملة

الأولى شام 4، الشاهد شام 6، المعاملة الثانية شام 4، المعاملة الأولى شام6) مع وجود فروق معنوي بين كافة المعاملات.

جدول (10): متوسط طول السنبلة(سم) لصنفي القمح شام4،شام6 المعامل بجسيمات الفضة والزنك النانوية

طول السنبلة	التجربة الحقلية		
الصنف / المعاملة	شام4	شام6	متوسط المعاملات
المعاملة الأولى	8.667 b	6.556 e	7.611
المعاملة الثانية	7.333 d	10.333 a	8.833
الشاهد	6.444 e	7.667 c	7.056
متوسط الأصناف	7.481	8.185	
LSD C 5%	0.300		
LSD N 5 %	0.3677		
LSD C*N 5%	0.519		

CV %	7

يلعب الزنك دوراً محورياً في تحسين مكونات الغلة في القمح، وخاصة طول السنبلة وعدد الحبوب فيها، وذلك من خلال تأثيره المباشر في انقسام الخلايا واستطالتها خلال المراحل التكاثرية وهذا مايفسر تفوق المعاملة الثانية للصنف شام6 (المعاملة بمستخلص الإباء البرية لجسيمات الزنك النانوية) (Hafeez *at el.*,2013).

كما أن استجابة أصناف القمح المختلفة للتسميد بالزنك تتفاوت بشكل كبير؛ فبعض الأصناف تمتلك كفاءة أعلى في نقل الزنك وتراكمه في الحبوب والسنابل (nc Use EfficiencyZi)، وهو ما يفسر تفوق شام 6 في هذه المرحلة تحديداً(Pandey *at el.*,2010).

يستمر تأثير الفضة النانوية من مرحلة الإنبات حتى مرحلة النمو الخضري والإنتاجي، ولكن فعاليتها النسبية قد تختلف باختلاف المرحلة الفينولوجية (Phenological stage) والعنصر المستخدم (Razzaq *at el.*,2019).

ويفسر إعطاء الشاهد صنف شام4 ادنى قيمة حسب علم تربية النبات أن هناك ظاهرة تعرف بـ"تفاعل التركيب الوراثي × البيئة × المعاملة" (Genotype × Environment × Treatment interaction – G×E×T)، حيث يستجيب كل صنف بشكل مختلف للمعاملات المختلفة تبعاً لتركيبه الجيني وتفاعله مع العوامل الخارجية (Kang, 2002).

3-2 عدد الحبوب في 1 م^2:

اعطت نتائج التحليل الاحصائي للموسم الزراعي نتائج تراوحت بين (12375 وحتى5198) حبة /1م^2 حيث تفوقت المعاملة الأولى: معاملة حبوب القمح صنف شام 4 بمستخلص الأباء البرية لجسيمات

الفضة النانوية (12375) حبة/1م^2 وكانت اقل قيمة عند المعاملة الثالثة: الشاهد لصنف القمح شام 4(5198) حبة/1م^2 بينما كانت نتائج باقي المعاملات (8820، 7336، 6857، 6464) حبة/1م^2 مع وجود فروق معنوية بين المعاملات.

جدول (11): متوسط عدد الحبوب في 1م لصنفي القمح شام4،شام6 المعامل بجسيمات الفضة والزنك النانوية

عدد الحبوب في 1م ^{2}	التجربة الحقلية		
الصنف / المعاملة	شام4	شام6	متوسط المعاملات
المعاملة الأولى	12375 a	7336 c	9855
المعاملة الثانية	6857 d	8820 b	7839
الشاهد	5198 f	6464 e	5831
متوسط الأصناف	8143	7540	
LSD C 5%	295.5		

LSD N 5 %	361.9
LSD C*N 5%	511.8
CV %	6.9

تبين نتائج تحليل مؤشر عدد الحبوب في المتر المربع (Number of Grains/m²) – وهو مؤشر رئيسي لتقدير الإنتاجية النهائية تفوقاً معنوياً واضحاً لـ معاملة الفضة النانوية للصنف شام 4 (المعاملة الأولى) مسجلة أعلى القيم. تلتها في المرتبة الثانية معاملة الزنك النانوية للصنف شام 6 (المعاملة الثانية) . في المقابل، سجلت معاملة المقارنة (الشاهد) للصنف شام 4 أدنى متوسط لعدد الحبوب في المتر المربع.

يعتبر تفوق معاملة الفضة النانوية للصنف شام 4 (المعاملة الأولى) نتيجة تراكمية وتكاملية لجميع المزايا السابقة التي وفرتها المعاملة بالفضة النانوية للصنف شام 4

التأثير التراكمي للمؤشرات السابقة: الإنبات القوي أعطى عدداً أكبر من النباتات في المتر المربع منذ البداية. النمو الخضري الجيد : نباتات أطول وأقوى تعني مساحة ورقية أكبر لعملية التمثيل الضوئي

زيادة كفاءة التمثيل الضوئي وتراكم المادة الجافة:

الفضة النانوية(NPs–Ag) تزيد من محتوى الكلوروفيل وكفاءة عملية البناء الضوئي. هذا يعني أن النباتات استطاعت إنتاج كمية أكبر من المواد الكربوهيدراتية (السكريات والنشا) وتوجيهها لملء الحبوب (Grain filling). النتيجة النهائية هي عدد أكبر من الحبوب وحبوب ممتلئة وثقيلة.

أدت معاملة بذور القمح بالفضة النانوية إلى زيادة معنوية في عدد السنابل/م² وعدد الحبوب/سنبلة وإنتاجية الحبوب الكلية، وعزت الدراسة ذلك إلى تحسين الكفاءة الفسيولوجية للنبات وزيادة تراكم المادة الجافة(Jhanzab *et al.*,2019).

تحسين النمو المبكر بفعل الفضة النانوية ينعكس إيجاباً على جميع مكونات الغلة اللاحقة، مما يجعلها استراتيجية واعدة لتعزيز إنتاجية القمح(Razzaq *et al.*,2019).

3-3 وزن1000 حبة(غ):

تبين من خلال جدول التحليل الاحصائي (12) دور مستخلص الأباء البرية لجسيمات النانوية في مؤشر وزن1000 حبة حيث تراوحت نتائج الموسم الزراعي بين (49.67 وحتى 30 غ) حيث تفوقت معاملة الحبوب لصنف شام 4 بمستخلص الأباء البرية لجسيمات الفضة النانوية (49.67) غ على باقي المعاملات وكانت اقل قيمة عند الشاهد لصنف القمح شام4 (30) غ وكانت باقي نتائج المعاملات (41، 37، 34.17، 34) غ على التوالي مع وجود فروق معنوية بين المعاملات(معاملة حبوب القمح صنف شام6 بجسيمات الزنك النانوية ، معاملة حبوب القمح صنف شام 6 بجسيمات الفضة النانوية، معاملة حبوب القمح صنف شام4 بجسيمات الزنك النانوية، الشاهد صنف شام6)

جدول (12): متوسط وزن1000 حبة(غ) القمح شام4،شام6 المعامل بجسيمات الفضة والزنك النانوية

وزن1000 حبة	التجربة الحقلية		
الصنف / المعاملة	شام4	شام6	متوسط المعاملات
المعاملة الأولى	49.67 a	37 c	43.58
المعاملة الثانية	34.17 d	41 b	37.50
الشاهد	30 f	34 e	32
متوسط الأصناف	37.94	37.50	
LSD C 5%	0.418		
LSD N 5 %	0.512		
LSD C*N 5%	0.724		
CV %	2		

أظهرت نتائج تحليل مؤشر وزن 1000 حبة (TKW –Kernel Weight –1000) – وهو مؤشر رئيسي لجودة الحبوب ودرجة امتلائها، حيث سجلت معاملة الفضة النانوية للصنف شام 4 (المعاملة الأولى) أعلى متوسط لوزن 1000 حبة، تلتها نفس المعاملة (الفضة النانوية) للصنف شام 6 (المعاملة الأولى مع شام 6) . في المقابل، سجلت معاملة المقارنة (الشاهد) للصنف شام 4 أدنى متوسط لوزن الحبوب.

يعتبر تفوق معاملة الفضة النانوية للصنف شام 4 (المعاملة الأولى) تتويجاً طبيعياً للتأثيرات الإيجابية المتتالية للفضة النانوية على هذا الصنف الفضة النانوية لم تؤثر فقط على الإنبات والنمو الخضري بل استمر تأثيرها حتى المرحلة النهائية حيث أن النباتات المعاملة بالفضة (شام 4) كانت تمتلك مجموع جذري أكثر كفاءة ، أوراق ذات كفاءة ضوئية أعلى، نقل فعال للمواد المدخرة (Remobilization)، تحسين نوعية الحبوب وجودتها حيث ان الفضة النانوية تحسن من تركيب الحبوب نفسها، فتزيد من نسبة النشا والبروتين فيها، مما ينعكس على وزنها النوعي.

أدت معاملة نباتات القمح بالفضة النانوية إلى زيادة معنوية في وزن 1000 حبة والحاصل الكلي، وعزت الدراسة ذلك إلى زيادة كفاءة التمثيل الضوئي وتحسين نقل العناصر الغذائية إلى الحبوب خلال مرحلة ملئ الحبوب (Ibrahim *et al.*,2020).

كما أن تحسين النمو الخضري المبكر بالفضة النانوية ينعكس إيجاباً على جميع مكونات الحاصل، وخاصة وزن الحبة الذي يعتبر من أكثر المكونات استقراراً وراثياً (Jhanzab *et al.*,2019).

3-4 الغلة الحبية(غ/م^2):

تُظهر نتائج التحليل الاحصائي من خلال جدول(13) تأثير معاملتي مستخلص الأباء البرية لجسيمات الفضة والزنك النانوية على مؤشر الغلة الحبية لصنفي القمح شام4، شام 6.

تبين لدينا من خلال جداول التحليل الاحصائي أن معاملة مستخلص الأباء البرية لجسيمات الفضة النانوية على صنف القمح شام4 أفضل نتيجة (497.5) غ/م^2 بالمقابل كانت اقل نتيجة عند المعاملة الثالثة(ا لشاهد لصنف القمح شام 4 (122.9) غ/م^2)، وتراوحت قيم باقي المعاملات على الترتيب (298.3، 222.6، 189، 176.6) غ/م^2 للمعاملات التالية بالترتيب (المعاملة الثانية شام6، المعاملة الأولى شام6، المعاملة الثانية شام4، الشاهد شام6).

جدول (13): الغلة الحبية(غ/م^2) لصنفي القمح شام4،شام6 المعامل بجسيمات الفضة والزنك النانوية

الغلة الحبية	التجربة الحقلية		
الصنف / المعاملة	شام4	شام6	متوسط المعاملات
المعاملة الأولى	497.5 a	222.6 c	360
المعاملة الثانية	189 d	298.3 b	243.7
الشاهد	122.9 e	176.6 d	149.7
متوسط الأصناف	269.8	232.5	
LSD C 5%	15.61		
LSD N 5 %	19.12		
LSD C*N 5%	27.04		
CV %	11.4		

تبين نتائج تحليل مؤشر الغلة الحبية (Grain Yield) وهو المؤشر الأهم والأكثر دلالة على نجاح التجربة من الناحية الإنتاجية والاقتصادية تفوقاً معنوياً واضحاً لـ معاملة الفضة النانوية للصنف شام 4 (المعاملة الأولى) مسجلة أعلى إنتاجية للحبوب ، تلتها في المرتبة الثانية نفس المعاملة (الفضة النانوية) ولكن للصنف شام 6 (المعاملة الأولى مع شام 6) . في المقابل، سجلت معاملة (الشاهد) للصنف شام 4 أدنى متوسط للغلة الحبية.

هذا التفوق هو الحصاد الطبيعي للتأثيرات الإيجابية المتتالية التي وفرتها الفضة النانوية لهذا الصنف عبر جميع مراحل النمو. يمكن تفسير ذلك في نموذج تراكمي (Cumulative Model) :

–الأساس المتين (مرحلة الإنبات): الفضة النانوية حسنت نسبة الإنبات الحقلي للصنف شام 4(المؤشر الأول)، مما أعطى كثافة نباتية مناسبة (عدد نباتات/م²) منذ البداية. هذا الأساس القوي هو الشرط الأول لتحقيق غلة عالية.

–البناء القوي (مرحلة النمو الخضري): النباتات التي بدأت قوية استمرت في النمو القوي بفضل الفضة،فكانت أطول النباتات (المؤشر الثاني) وذات مساحة ورقية أكبر. المساحة الورقية الكبيرة تعني مصنعاً ضوئياً أكبر لإنتاج المواد الغذائية.

– التكاثر الجيد (مرحلة تكوين السنابل): رغم أن شام 4+ فضة لم يكن الأول في طول السنبلة (المؤشر الثالث)، إلا أنه كان ثانياً وبفارق بسيط. هذا يعني أن عدد الحبوب المحتمل في كل سنبلة كان مرتفعاً

– الإنتاجية الكمية (مرحلة تكوين الحبوب): بفضل الأساس القوي والبناء الجيد والتكاثر المناسب،استطاع شام 4 + فضة تسجيل أعلى عدد حبوب في المتر المربع (المؤشر الرابع). هذا هو المك ون الأول للغلة (عدد الحبوب).

– الجودة النوعية (مرحلة ملء الحبوب): وأخيراً، وفي مرحلة ملء الحبوب، استمرت الفضة في تحسين كفاءة النبات، فكانت حبات شام 4 + فضة الأثقل وزن (المؤشر الخامس). هذا هو المكون الثاني للغلة (وزن الحبة).

إن تحسين جميع مكونات الغلة (عدد السنابل، عدد الحبوب، وزن الحبة) بفعل المعاملات النانوية ينعكس بشكل تراكمي على الغلة النهائية، حيث أن الغلة هي حاصل ضرب هذه المكونات في تفاعلها مع بعضها البعض(Abdel-aziz *at el.*,2016).

الاستنتاجات والتوصيات:

الاستنتاجات:

1- تفوقت معاملتي نقع الحبوب لصنفي القمح (شام4، شام6) بمستخلص الأباء البرية لجسيمات الفضة والزنك النانوية معنوياً على الشاهد في معظم المؤشرات المورفولوجية (نسبة الانبات الحقلية، ارتفاع النبات، كمساحة الورقة العلمية ومادون العلمية) والإنتاجية(طول السنبلة ،عدد الحبوب في 1م ، وزن1000 حبة، الغلة الحبية).
2- تفوقت معاملة نقع اصناف القمح شام4، شام6 بالمعاملة الاولى (معاملة النقع بمستخلص الأباء البرية لجسيمات الفضة النانوية) معنوياً في معظم مؤشرات المورفولوجية والإنتاجية على المعاملة الثانية (نقع الحبوب القمح صنفي شام4،شام6 بمستخلص الإباء البرية لجسيمات الزنك النانوية).
3- تفوق الصنف شام 4 معنوياً على الصنف شام6 في معظم مؤشرات النمو والإنتاجية.
4- انخفضت قيمة المؤشرات نتيجة لتعرض النبات لفترات اجهاد جفافي قوي من بداية الموسم (الزراعة) مروراً بفترات حرجة للنبات (الازهار والتسنبل) وحتى مرحلة نضج الحبوب، مع

ذلك أعطت المعاملة الأولى لمستخلص الأباء البرية لجسيمات الفضة النانوية على صنف شام4 أفضل النتائج في معظم مؤشرات النمو والإنتاجية.

التوصيات:

2- التوسع في استخدام معاملة نقع حبوب القمح بمستخلص الأباء البرية لجسيمات الفضة النانوية، لما أظهرته من تفوق معنوي واضح في معظم صفات النمو والإنتاجية مقارنة بالشاهد، مع إمكانية اعتمادها كمعاملة محسّنة في زراعة القمح.

3- اجراء دراسات إضافية لتحديد التركيزات المثلى لجسيمات الفضة النانوية المستخلصة حيويًا من الأباء البرية، ودراسة تأثيرها في مراحل نمو مختلفة وعلى صفات نوعية أخرى للحبوب.

4- التركيز على الصنف شام 4 في الدراسات المستقبلية، نظرًا لتفوقه المعنوي في معظم صفات النمو والإنتاجية مقارنة بالصنف شام 6، مع دراسة أسباب هذا التفوق من الناحية الفسيولوجية والوراثية.

5- دراسة تأثير معاملة مستخلص الأباء البرية لجسيمات الفضة النانوية تحت ظروف إجهاد مختلفة، خاصة الإجهاد الجفافي، بهدف تقييم كفاءتها في تحسين تحمل القمح لظروف الإجهاد البيئي.

6- تكرار التجربة على مواسم زراعية متعددة وفي بيئات مختلفة، للتحقق من ثبات النتائج وتحديد مدى تأثر فعالية المعاملات بالعوامل المناخية والبيئية.

7- مقارنة تأثير الجسيمات النانوية الحيوية المستخلصة من الأباء البرية مع مصادر نانوية أخرى، لمعرفة أفضلها من حيث الكفاءة والأثر البيئي والسلامة الحيوية.

المراجع العربية:

1. إبراهيم ايمان،مسلماني نجوى، الخلف عماد الدين، الرمو عبير.(2022). تصنيع وتوصيف أوكسيد الزنك النانوي ودراسة تأثيره في تحسين مؤشرات انبات بذور نبات الكرفس، قسم علم الحياة النباتية، كلية العلوم،جامعة حلب، سورية.
2. سعد الله حسن سيف، عبد الكريم حسن عبد الله.(2021). تقدير فعالية انزيم (nitrate reductase)باستخدام دقائق الفضة النانوية المخلقة حيويا من الفطرين(*pleurotus pulmonarius*) و(*pleurotus ostreatus var ostreatus*) وتأثيرها على الفطر(*pyyhium aphanideratum*).المجلة العلمية للبحث العلمي،(2)

المراجع الأجنبية:

1. .Liu, R., & Lal, R .(2015).Potentials of engineered nanoparticles as fertilizers for increasing agronomic productions. Science of The Total ،Environment514,131-139.
2. Tanha, E., Fallah, S., Rostamnejadi, A., & Pokhrel, L. -Yusefi . .R(2020).z inc oxide nanoparticles(NPs-ZnO)regulate the germination and early seedling growth of wheat(Triticum aestivum

.L)under salinity stress. Journal of Plant Growth Regulation, .39(4),1431-1445.

3. .Sawi, E. A., & Ghonaim, M. M-Ibrahim, M. A., El .1(2020).Effect of silver nanoparticles on growth, yield and anatomical structure of wheat(*Triticum aestivum L.*)Azhar Journal of Agricultural -plants. Al Research,45(1),1-13.

4. Abd EL-Aziz G.H.; Ahmed S.S.; Radwan K.H.; Fahmy.A.H.(2022). Positive and Negative environmental effect of using zing ozide nanoparticles On wheat under drought stress. Open Journal of applied Science,12:1026-1044.

5. .Aziz, H. M., Hasaneen, M. N., & Omer, A. M-Abdel(2016)o Nan NPK fertilizer enhances the growth and productivity of -chitosan wheat plants(.Triticum aestivum L)Journal of Plant Nutrition, 39 . (4),570-582.

6. Al Salama, Yet al. (2024).Seed priming with silver nanoparticles .eenhances wheat yield and stress toleranc. plants,13(12),245.

7. Al Salama, Yet al. (2024).Seed priming with silver nanoparticles .enhances wheat yield and stress tolerance. plants,13(12),245.

8. AOSA,2019. Association of Official Seed Analysts. Seed Vigor .Testing Handbook. Contribution No. 32

9. Awlachew Z.; Singh R.; Kaur S.; Bains N and Chhuneja P. (2016). Transfer and mapping of the heat tolerance component traits of Aegilops speltoides in teraploid wheat Trirticum durum. springer science :36-78.

10. BALAZS H, OPERA-NADIB O, and BEESEA F, 2005- Asimple method for measuring the carbonate contentof soil. Soil Sci. Soc. Am. J. 69. 1066-1068, Dot:10,2136/sssaj2004.0010.

11. Bashir A.; Rizwan M.; Ali S.; Adrees M.; Rahman M.Z and Qayyum M.F. (2020). Effect of composted organic amendment and zinc oxide nanoparticles on growth and cadmium accumulation by wheat, alife cycle study. environmental Science and Pollution Research.

12. Behboudi F.; Tahmasebi sarvestani Z.; Zaman kassaee M.; Modares sanavi S.A.M and Soroosh Zadeh A. (2018). Improving Growth and Yield of Wheat under Drought Stressvia Application of SiO2 Nanoparticle.J. Agr. Sci. Tech. Vol. 20: 1479-1492.

13. Dimkpa C.; Sing U.; Bindraban p.; Elmer W.; Gardea-torresdey J and Whit J. (2018). Exposure to Weathered and Fresh Nanoparticle

and Ionic Zn in Soil Promotes Grain Yield and Modulates Nutrient Acquisition in Wheat (Triticum aestivum L), Agricultural Food Chemistry. 2018, 66, 9645-9656.

14. Dimkpa, C. O., & Bindraban, PS.(2018).Nanofertilizers: New products for the industry?Journal of Agricultural and Food mistryChe,66(26) ,6462-6473.
15. Dimpka, C, O.; Singh, U.; Bindraban, P.S.; Elmer, W.H.; Gardea-Torresdey, J.L.and White, J.C. (2019). Zinc oxide nanoparticles alleviate drought-induced alterationsin sorghum prformancce nutrient acquisition and grain fortification. International fertilizer development center(IFDC). muscle shoals.
16. Donald& Hamblin.(1976).The biological yield and harvest index of cereals as agronomic and plant breeding criteria. Advances in 405-Agronomy, 28, 361.
17. FAO. (2017).agriculture: Trends and The future of food and challenges. Food and Agriculture Organization of the United Nations, .Rome.

18. Feldman, M., levy, A. A. (2015). Origin and evolution of wheat and related Triticeae species in wheat. Springer, cham. (pp. 21-67).

19. Gene, J.H., Sun, D., & Nevo, E. (2011).Domestication evolution, ،genetics and genomics in wheat. Molecular Breeding,28(3) ,281-301.

20. Gomez,k.A andGomez ,A. A.(1984).Statistical Procedures for .Agricultural Research. 2nd ed. John Wiley & Sons, New York.

21. .Saleem, M & ،.Hafeez, B., Khanif, Y. M.(2013).Role of zinc in a review. American Journal of Experimental -plant nutrition Agriculture,(2)

22. IPGRI. (1994). Descriptors for buchwheat (Fagopyrum spp) IPGRI, Rome.Italy.

23. ISTA.,2020. Seed International Rules for Seed Testing. International Testing Association, Bassersdorf, Switzerland.

24. Janmohammadi, M.; Amanzadeh, T.; Sabaghni, N and Dashti, S. (2016). Impact of foliar application of nano micronutrient fertilizers and titanium dioxide nanoparticles on the growth and yield

components of barley under supplemental irrigation. Acta agriculturae slovenica,107(2):265-276.

25. Jhanzab, H. M., Razzaq, A., Bibi, Y., & Jabeen, R.(2019).Effect of green synthesized silver nanoparticles on growth and yield of wheat(. *Triticum aestivum L*)al of Agricultural Pakistan Journ ،Sciences,56(3),631-637.

26. Kah,M., Kookana, R. S., Gogos, A., & Bucheli, T.D. (2018). A critical evaluation of nanopesticides and nanofertilizers against their conventional analogues. Nature Nanotechnology 13(8). 677-684.

27. kang, M. S.(2002).Quantitative genetics, genomics and plant .breeding. CABI Publishing.

28. Latif, H. H., Ghareib, M., & Tahon, M. A.(2017).pytosynthesis of silver nanoparticles using leaf extract of Ocimum basilicum and their effect on growth criteria and physiology of wheat(Triticum aestivum .L).Egyptian Journal of Botany, 57 .(1), 51-66.

29. Ipisut, Mahakham, W., Sarmah, A. K., Maensiri, S., & Theeraku P.)2017(. Nanopriming technology for enhancing germination and starch metabolism of aged rice seeds using phytosynthesized silver ،nanoparticles. Scientific Reports,7(),1-21.

30. Munir T.; Rizwan M.; Kashif M.; Shahzad A.; Ali S.; Amin N.; Zahid R.; Alam M.F.E. and Imran M. (2018). Effect of zinc oxide

nanoparticles on the growth and zn uptake in wheat (Triticum aestivumL.) by seed priming method. Digest Journal of nanomaterials & Biostructures(DJNB),13(1):315-323.

31. OLSEN S R, COLE C V, WATANABE F S, and DEAN L A, 1954 Estimation of available phosphorus in soils by extraction with sodium bicarbonate. U.S. Dep.Agric.Circ. 939,USA.
32. Ortiz,R., Sayre, K. D., Govaerts, B., Gupta,R., Subbarao,, G.V.,& Ban,T. (2008).Climate change :؟Can wheat beat the heat ? culture, EcosystemsAgri& Environment,126(1-2) , 46-58.
33. Pandey, N., Pathak, G. C., & Sharma, C. P.)2010).Zinc deficiency differentially affects physiological responses of two contrasting wheat .genotypes. Journal of Plant Nutrition, 33(8),1162-1177.
34. Cerezo, E-Vigani, M., & Rodríguez ،.Parisi, C.(2015).Agricultural Nanotechnologies: What are the current possibilities?. Nano Today,10(2),127-127.
35. Pradhan G.P.; Prasad P.V.V.; Fritz A.k.; Kirkham M. B and Gill B.S. (2012). High temperature tolerance in Aegiplos Species and its potential transfer to wheat. Published in crop sci.52:292-304.

36. Rakszegi M.; Darko E.; Lovegrove A.; Moinar I.; Lang L.; Bedo Z.; Molnar-lang M.; Shewry P. (2019). Drought stress affects the protein and dietary fiber content of wholemeal wheat flour in wheat/ Aegilops addition lines. plos ONE,14(2).

37. Rawat, P.; Kumar, R.; Ram, p and pandy, P. (2018). Effect of Nanoparticles on Wheat Seed Germination and Seedling Growth.World Academy of Science, Engineering and Technology International Journal of Agricultural and Biosystems Engineering 12(1).

38. Razzaq, A., Ammara, R., Jhanzab, H. M., Mahmood, T., Hafeez, A., Hussain, S &..(2019).A novel approach for silver nanoparticles synthesis: improved seed germination and enzyme activity in wheat (aestivum L Triticum.).Applied Ecology and Environmental ،Research,17()

39. Reynolds, M., Foulkes,J.,Furbank ,R.,Griffiths ,S.,King ,J., Murchie, E.,& Slafer,G. (2012). Achieving yield gains in wheat. Plant, Cell& Environment,35(10). 1799-1823.

40. Sharma, N.)2024(. The impact of silver & ،.Sharma, P., Sachdev, D nanoparticles on the growth of plants: Agricultural applications. Plant Nano Biology, 9, 100082.

41. Shewry, P.R. (2009). Wheat. journal of Experimental, Botany (6) 60,1537-1553.

42. Sijie Ding, Lihao Zheng, Tao Tao2, Qing Li, Jian Cai, Qin Zhou, Yingxin Zhong, Xiao Wang and Dong Jiang. (2025). Silver nanoparticles priming for drought tolerance in wheat: insights from antioxidant system activation and strss memory, Ding et al. Chem. Biol. Technol. Agric.12:57

43. Tekhanov A.B. (1979). Klakasbere Kaioshe Abrabotka Botshfe B Odesske Oblacte Maiak,186,11-21p.

44. Tilman, D., Balzer, C., Hill,J., & Befort، B.L. (2011).Global food demand and the sustainable intensification of agriculture. ncesProceedings of the National Academy of Scie,108(50) ,20260-20264.

45. Voldeng, H. D. and Simpson, G. M. (1967). The relationship between photosynthetic area and grain yield per plant in wheat. Can. J. Plant Sci 47. 359-365.

46. .Yadav, P(2024). Acomparative study on the effects of silver and ide nanoparticles on germination and morphological traits of zinc ox modified marigold plants. Journal of Visual and PerformingArts (3) ، .1762-1758

47. Zadoks, J.C., Chang, T.T., & Konzak, C .،(1974).A decimal code for the growth stages of cereals. Weed Reserch14(6),415-421.

48. ،Bosch-Zulfiqar, F., Navarro, M., Ashraf, M., Akram, N. A., & Munné S. Nanofertilizer use for sustainable (2019) agriculture. Plant Science, 289, 110270.

تأثير الرش بالبورون والحديد في بعض الصفات الإنتاجية لصنفين من فول الصويا تحت ظروف منطقة حمص

ريتا السليمان[1] و أ. د. أحمد مهنا[2] ود. فادي عباس[3]

(1) طالبة ماجستير، قسم المحاصيل الحقلية، كلية الهندسة الزراعية، جامعة حمص.
(2) أستاذ في قسم المحاصيل الحقلية، كلية الهندسة الزراعية، جامعة حمص.
(3) مدير بحوث في الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية، مركز بحوث حمص.

الملخص:

نفذ البحث خلال الموسم الزراعي 2024 في حقل خاص في قرية الدوير شمالي مدينة حمص، بهدف دراسة تأثير الرش على صنفين من فول الصويا، Sb-337، Sb-44 بتراكيز مختلفة من شيلات الحديد 0، 0.5، 0.75 غ/لتر والبورون 0، 0.75، 1.5 غ/لتر في بعض الصفات الإنتاجية. صممت التجربة وفق تصميم القطاعات العشوائية الكاملة (RCBD) بترتيب القطع المنشقة لمرتين بثلاثة مكررات، حيث توضعت الأصناف في القطع الرئيسية، ومعاملة الرش بالبورون في القطع المنشقة من الدرجة الأولى، ومعاملة الرش بالحديد في القطع المنشقة من الدرجة الثانية.

أظهرت النتائج زيادة معنوية في بعض قيم الصفات الإنتاجية مع زيادة تركيز الرش بشيلات الحديد وحققت المعاملة 0.75 غ/لتر أفضل القيم في عدد القرون في النبات 92.46 قرن/نبات، عدد البذور في القرن 2.85 بذرة/قرن، عدد البذور في النبات 266.08 بذرة/نبات، وزن 100 بذرة 13.02 غ ، ووزن البذور في النبات 34.78 غ، والغلة البذرية 3.88 طن/هـ. كما زادت قيم الصفات الإنتاجية المدروسة مع زيادة تركيز الرش بالبورون وحققت المعاملة 1.5 غ/لتر أفضل القيم والتي بلغت للصفات السابقة على الترتيب: 90.82 قرن/نبات، 2.83 بذرة/قرن، 258.69 بذرة/نبات، 13.09 غ، 33.98 غ ، 3.92 طن/هـ.

كما أظهرت النتائج تفوق الصنف Sb-337 على الصنف Sb-44 في معظم الصفات المدروسة. وبالنتيجة تفوقت المعاملة(الصنف Sb-337 عند الرش بشيلات الحديد 0.75 غ/لتر والبورون 1.5 غ/لتر، تلاها معاملة الصنف Sb-44 عند الرش بشيلات الحديد 0.75 غ/لتر والبورون 1.5 غ/لتر) حيث أعطت أعلى قيم للصفات المدروسة المدروسة.

الكلمات المفتاحية: البورون، الحديد، الصنف، مكونات الغلة، الصفات الإنتاجية، فول الصويا.

Effect of Spraying with Boron and Iron on some Prductive Characteristics of two Soybean Cultivars under the Homs Region Conditions.

Rita Alsuleiman [(1)], Prof. Dr. Ahmed Mouhna [(2)], and Dr. Fadi Abbas [(3)]

(1) Master's student, Department of Field Crops, Faculty of Agricultural Engineering, University of Homs.
(2) Professor in the Department of Field Crops, Faculty of Agricultural Engineering, University of Homs.
(3) Research Director at the General Commission for Scientific Agricultural Research, Homs Research Center.

Abstract:
The research was carried out during the agricultural season of 2024 in a private field in the village of Al-Duwair, northern Homs city, to study the effect of spraying two soybean cultivars, Sb-337 and Sb-44 with different concentrations of iron chelates 0, 0.5, 0.75 g/L and boron 0, 0.75, 1.5 g/L on some prductive characteristics. The experiment was designed according to a complete randomized block design with split plots arranged with three replicates, where the varieties were placed in the main plots, the boron

spray treatment in the split plots, and the iron spray treatment in the split-split plots.
The results showed an increase in the prductive characteristics values with increasing the concentration of iron chelate spraying, and the 0.75 g/L treatment achieved the best values in number of pods per plant 92.46 pods/plant, number of seeds per pod 2.85seeds/plant, number of seeds per plant 266.08 seeds/plant, 100-seed weight 13.02g, seed weight per plant 34.78g , and seed yield 3.88 tan/hectare. The prductive characteristics also increased with increasing boron spray concentration, and the 1.5 g/L treatment achieved the best values, which reached the previous indicators, respectively: 90.82 pods/plant, 2.83 seeds/plant, 258.69 seeds/plant, 13.09 g, 33.98 g,3.92 tan/hectare. The results also showed that the Sb-337 variety outperformed the Sb-44 variety in most studied traits except the height of the first pod. As a result, the Sb-337 variety surpassed when sprayed with iron chelates 0.75 g/L and boron 1.5 g/L, followed by the Sb-44 variety when sprayed with iron chelates 0.75 g/L and boron 1.5 g/L.
Keywords: Boron, Iron, Variety, Yield components, Prductive characteristics, Soybean.

المقدمة والدراسة المرجعية:

ينتمي فول الصويا Soy bean إلى العائلة البقولية Fabaceae والجنس *Glycine* والنوع *Glycine max* L.. وهو نبات عشبي يمتلك جذر وتدي قوي وتمتاز جذوره بوجود العقد البكتيرية، أوراقه مركبة مؤلفة من ثلاث وريقات. أزهار هذا النبات صغيرة ذات شكل فراشي ويتراوح عددها بين 3–5 أزهار قرونه صغيرة الحجم ذات قشرة جلدية يغطيها زغب كثيف أبيض، ويحتوي القرن الواحد على 3 بذور وسطياً. الساق قائمة ذات لون أخضر طيلة فترة النمو وتصبح الساق صفراء في مرحلة النضج، والتلقيح في نبات فول الصويا ذاتي (غزال، 1990).

يحتاج هذا النبات لفترة نمو تتراوح بحسب الصنف المزروع من 75 يوماً حتى 200 يوماً أو أكثر. بشكل عام ينمو فول الصويا في مدى واسع من درجات الحرارة وتتراوح درجة الحرارة المثلى لإنبات بذور الصويا وإزهار النبات بين 20–30 مْ، وتؤثر درجات الحرارة المنخفضة 10مْ أو المرتفعة 40 مْ بشكل سلبي على عملية الإزهار، وخاصة إذا ترافقت درجات الحرارة المرتفعة مع

تعرض النبات للعطش والجفاف حيث يعد فول الصويا من النباتات متوسطة المقاومة للجفاف(العسود، 2010).

يعد فول الصويا من النباتات المحبة للضوء وتتأثر مرحلة الإزهار بطول فترة الإضاءة حيث أن قصر فترة الإضاءة اليومية في مرحلة ما بعد الإنبات سيؤثر في طول فترة حياة النبات كما تؤدي إلى تقصير طول الساق وخفض الغلة (Kruger *et al*., 2023).

يزرع فول الصويا في جميع الترب، ولكن تجود زراعته في الترب الخصبة والعميقة متوسطة القوام، جيدة الصرف والتهوية، منخفضة الملوحة (Fatima and Jan, 2023). كما يعد فول الصويا من المحاصيل المهمة في الدورة الزراعية، وإن زراعته تعمل على تحسين خواص التربة وتزيد خصوبتها، وذلك من خلال تثبيت النتروجين الجوي حيوياً بواسطة بكتريا العقد الجذرية. كما تستعمل بقايا فول الصويا كسماد عضوي نظراً لغناها بالأزوت (Fatima and Jan, 2023).

نظراً للكمية الكبيرة من العناصر الغذائية الكبرى والصغرى في بذور فول الصويا تم اعتباره غذاء يلبي احتياجات الإنسان والماشية، كما يتم استخدامه لأغراض صناعية وطبية (Zhang *et al*., 2022). حيث تم عد محصول الصويا لعدة قرون بالنسبة لسكان الصين وكوريا واليابان والفلبين وأندونيسيا مصدراً غذائياً بديلاً لكل من اللحم والجبن والخبز والزيت مما دفع البعض لتسميته بالذهب الآتي من التربة Gold from soil كما أطلق عليه البعض المحصول المعجزة وذلك لإنتاجيته العالية في الهكتار وقدرته على التكيف مع البيئات الزراعية المختلفة في العالم (Kruger *et al*., 2023).

بلغت المساحة المزروعة في سورية عام 2022 1331هكتار انتجت 1721.5 هكتار بمردود 7881 طن/هـ (المجموعة الإحصائية الزراعية السنوية، 2022).

تعتمد إنتاجية المحاصيل على العناصر المغذية المتوفرة في التربة والجاهزة للامتصاص وذلك لما لها من أهمية في تغذية النبات، ولكن في بعض الترب عالية القاعدية لا تستطيع النباتات امتصاص العناصر المغذية الصغرى كالحديد لعدم جهوزيته في التربة. لذلك تعد التغذية بالرش الورقي بالحديد من أكثر الأساليب فعالية لنمو النباتات وخاصةً عندما تكون الجذور غير قادرة على امتصاص العناصر المغذية بكميات كافية لحاجة النبات (Fernandez *et al*., 2013).

في ظروف تربة القطر الكلسية في غالبيتها، كثيراً ما يعاني فول الصويا من ظاهرة نقص الحديد ويمكن تجاوز هذه الظاهرة باستخدام محاليل الرش الورقي المحتوية على الحديد أو بإضافة شيلات الحديد (مهنا، الشباك،2010).

بين Kupper (2003) أن التغذية الورقية هي من أفضل طرائق التسميد وأكثرها كفاءة وجدوى اقتصادية، وذلك لكونها توفر استهلاك الطاقة اللازمة لانتقال أيونات العناصر المغذية ضمن النبات، كما أن أغلب النباتات قادرة على امتصاص العناصر المغذية عند رشها على أوراق النبات، لذلك أصبحت التغذية الورقية وسيلة لتزويد النبات بالعناصر المغذية الكبرى والصغرى كما يعد التسميد الورقي من أكثر الطرائق فعالية في تحسين إنتاجية النبات كماً ونوعاً وذلك من خلال زيادة النمو الخضري. حيث أن رش المغذيات على أوراق النبات تؤمن 85% من حاجة النبات.

يعد البورون من العناصر الصغرى المهمة للنبات وذلك لدوره الفعال في حياة النبات، حيث يعمل على تسريع وتسهيل انتقال السكريات من الأوراق إلى الجذور، كما يلعب البورون دوراً مهماً في تركيب الخلية، حيث يعمل على تشجيع انقسام الخلايا والنمو السريع للأنسجة الميرستيمية، فضلاً عن ذلك فإن نقص البورون يقلل من تكوين هرمون السايتوكينين المسؤول عن تأخير شيخوخة النبات، كما أن التغذية الجيدة بالبورون تؤدي إلى حفظ التوازن المائي في خلايا النبات والتي قد ترجع إلى أهميته في رفع كفاءة النبات في امتصاص عنصر البوتاسيوم (Sujatha, 2005).

يؤدي البورون دوراً مهماً في زيادة غلة المحاصيل البقولية حيث يسهم في زيادة انقسام الخلايا وعدد القرون على النبات وعدد البذور ضمن القرن الواحد، فهو يشغل المرتبة الثالثة بعد الزنك والحديد وفي التأثير على محصول غلة البذور وكميته (Shil *et al*., 2007).

أشار محمد (2014) أن رش البورون على الجزء الخضري لنبات الفول بتركيز 300 ملغم.لتر $^{-1}$ أدى إلى زيادة معنوية في صفات ارتفاع النبات والمساحة الورقية ومحصول البذور الجاف قياساً بعدم الرش بهذا العنصر. كما بين أن نقص البورون أدى الى تساقط الأزهار ونقص عدد القرون على النبات وبالتالي انخفاض إنتاجية النبات.

يقلل البورون من الضرر التأكسدي الناتج عن الملوحة في نبات فول الصويا من خلال تحسين الدفاعات المضادة للأكسدة وتنشيط المركبات الثانوية والحفاظ على توازن الأيونات داخل النبات(Tanvee *et al*.,2025).

تشير نتائج تجربة إلى أن الرش الورقي بالعناصر الصغرى، خصوصاً عند دمج الحديد والبورون والزنك، له تأثير إيجابي واضح في تحسين صفات النمو والإنتاجية وجودة البذور في فول الصويا (Culpan,2022).

يؤدي الحديد دوراً مهماً في العمليات الحيوية التي تشجع على زيادة الانقسامات الخلوية واستطالة الخلايا مؤدية إلى الزيادة في النمو (Gulser *et al*., 2019).

في تجربة أجريت في محطة سعلو التابعة لمركز البحوث الزراعية في دير الزور تم فيها دراسة تأثير الرش الورقي بمحاليل ذات تراكيز متزايدة من البورون في نمو وإنتاجية البازلاء وذلك بتطبيق سبع معاملات (30,25,20,15,10,5,0) ملغ/لتر، أظهرت النتائج تفوق المعاملة 20 ملغ/لتر معنوياً على بقية المعاملات من حيث المؤشرات المدروسة (عدد القرون، طول القرن، عدد البذور في القرن، وزن 100 بذرة) وكان للتراكيز العالية من البورون تأثير عكسي فعند المعاملة 25 ملغ/لتر بدأت المؤشرات المدروسة بالتراجع بشكل تدريجي لتبلغ أدنى قيمة لها عند 30 ملغ/لتر (العبدالله وآخرون، 2022).

درس (Kamble *et al*., 2021) تأثير الرش بمركبات الحديد في نمو وإنتاجية ونوعية فول الصويا، فوجد أن أفضل معاملة التسميد الورقي بمركب كبريتات الحديد 20 كغ/هـ بتركيز 0.2 %مرتين بعد 30 و 50 يوماً من الزراعة، حيث حققت هذه المعاملة أعلى محتوى من الكلوروفيل في الأوراق 21.05 ملغ/غ، وأقل عدد من الأيام حتى الإزهار 41.66 يوماً، وأعلى ارتفاع للنبات بلغ 85.00 سم، وأكبر عدد من القرون/النبات 43.33 قرن/نبات، وأكبر عدد من العقد الجذرية على النبات 44.33 عقدة، والغلة البذرية 2.49 طن/هـ، ووزن الـ 100 بذرة 19.2 غ، ومحتوى الزيت 19.46%، والبروتين في البذور 32.24%.

أظهرت نتائج تجربة أن أكسيد الحديد النانوي يساعد في تحسين تحمل نبات فول الصويا للعجز المائي، مما يجعله مكوناً واعداً في تقنيات الزراعة المستقبلية التي تهدف إلى مواجهة تحديات التغير المناخي (Baral *et al.*, 2022).

درست قيسون (2024) تأثير رش فول الصويا بتراكيز مختلفة من شيلات الحديد (0، 0.5، 1غ/لتر) في بعض الصفات المورفولوجية والفيزيولوجية والإنتاجية تحت ظروف الري الناقص فأظهرت النتائج أن معاملة الرش الورقي بالحديد 1 غ/لتر أدت إلى تحسين مؤشرات النمو فبلغ ارتفاع النبات (91.37 سم)، وعدد الأوراق في النبات (36.05 ورقة/النبات)، وعدد الأفرع (3.80 فرع/النبات)، ومساحة المسطح الورقي (975.2 سم^2/النبات)، ومحتوى الكلوروفيل الكلي في الأوراق (70.54 ملغ/غ).

مازالت إنتاجية فول الصويا في سورية منخفضة مقارنةً بدول العالم، ويعود ذلك إلى العديد من الأسباب ومن بينها التغذية بالعناصر الصغرى خاصة أن أغلب الترب المزروعة بالصويا كلسية تكون إتاحة العناصر الصغرى فيها ضعيفة لذلك يكون الرش الورقي هو الحل الأكثر جدوى، خاصةً العناصر الصغرى ذات الأهمية الكبرى في نبات فول الصويا كالبورون والحديد.

هدف البحث :

دراسة تأثير رش صنفي فول الصويا Sb-44 و Sb-337 بتراكيز مختلفة من البورون (0، 0.75، 1.50 غ/لتر) وشيلات الحديد (0، 0.5، 0.75 غ/لتر) والتداخل بينهما في بعض الخصائص الإنتاجية للنبات.

مواد وطرائق البحث:

نفذ البحث خلال الموسم الزراعي2024 في في قرية الدوير شمالي مدينة حمص.

المادة النباتية:

– الصنف Sb-44 وهو صنف فول صوياجذوره متعمقة وجذره الرئيس وتدي يصل إلى عمق1 م ، ذو ساق قائمة أو منحنية، ومتفرعة (2-5 فروع) يصل طولها إلى (60-100 سم)، أوراقها مركبة ثلاثية الوريقات عامة. والثمرة قرنية الشكل مسطحة أو ملتفة أو هلالية أو محدبة طولها بين 2.5

و6 سم، لونها عند النضج أصفر فاتح، ويحتوي القرن على 3 بذور، وتبلغ إنتاجيته بحدود 4000 كغ/هـ ونسبة زيت 29%.

– الصنف Sb–337: الثمرة قرنية الشكل مسطحة أو ملتفة أو هلالية أو محدبة طولها حوالي 4 سم، لونها عند النضج أصفر فاتح، بني، أشقر متدرج أو أسمر غامق مائل إلى الاسوداد، يحتوي القرن على 2–4 بذور منها الكروي والكلوي والبيضوي. يعطي إنتاجية بذرية تقدر بـ 4250 كغ/هـ بنسبة زيت 25%.

ويبين الجدول (1) معدلات الحرارة العظمى والصغرى الشهرية والهطولات المطرية خلال فترة تنفيذ البحث. وبدراسته نجد أن موقع الدراسة كان حاراً جافاً خلال فترة تنفيذ البحث، حيث تراوح متوسط الحرارة العظمى بين 27.24 مْ في شهر أيار و 34.97 مْ في شهر آب، والصغرى بين 13.64 مْ في شهر أيار و23.00 مْ في شهر آب، وكان الهطول المطري مهملاً. وبشكل عام كانت الظروف مناسبة لزراعة فول الصويا في المنطقة.

الجدول (1) يبين الهطول المطري و درجات الحرارة العظمى والصغرى في موقع الدراسة خلال فترة تنفيذ البحث 2024

الشهر	درجة الحرارة العظمى مْ	درجة الحرارة الصغرى مْ	معدل الهطول المطري الشهري ملم
أيار	26.33	15.30	20.6
حزيران	35.80	21.45	0.0
تموز	33.56	23.38	0.0
آب	33.41	23.03	0.0
أيلول	31.58	20.52	0.0

تم تحليل تربة الموقع قبل الزراعة، وأظهرت النتائج في الجدول (2) أن التربة طينية ذات تفاعل قاعدي، متوسطة المحتوى بالمادة العضوية، غير متملحة وجيدة المحتوى بكل من الآزوت والفوسفور والبوتاسيوم.

جدول (2) بعض الخصائص الفيزيائية والكيميائية لتربة موقع الزراعة عند عمق (0-30) سم للعام 2024

الخصائص الفيزيائية			الخصائص الكيميائية					
رمل %	سلت %	طين %	PH	N معدني مع/كغ	P متاح مع/كغ	K متاح مع/كغ	EC ميليموز/سم	المادة العضوية
25	22	53	8.4	20.36	18.85	308.2	0.15	1.68

معاملات التجربة:

1.الصنف: تم زراعة الصنفين Sb-44، وSb-337.

2. الرش بالبورون: تم الرش بالبورون على المجموع الخضري خلال فترة الإزهار بالتراكيز التالية 0، 0.75 ، 1.50 غ/لتر.

3. رش الأوراق بمحلول شيلات الحديد بالتراكيز التالية (0، 0.50، 0.75 غ/لتر)، حيث تم الرش قبل الإزهار.

B معاملة البورون ، Feمعاملة الحديد .

تصميم التجربة والتحليل الإحصائي:

صممت التجربة وفق تصميم القطاعات العشوائية الكاملة بترتيب القطع المنشقة لمرتين بثلاثة مكررات، حيث توضعت الأصناف في القطع الرئيسية، ومعاملة الرش بالبورون في القطع المنشقة من الدرجة الأولى، ومعاملة الرش بالحديد في القطع المنشقة من الدرجة الثانية.

وتم إجراء عمليات التحليل الإحصائي لكافة الصفات التي شملتها الدراسة باستخدام برنامج Gen Stat 12، وتقدير قيمة أقل فرق معنوي (L.S.D) عند مستوى احتمالية 5%.

تم حراثة أرض التجربة باستخدام المحراث القلاب المطرحي بعمق 30 سم، وتنعيمها باستخدام المشط القرصي ومن ثم تسوية التربة أليا وتقسيمها إلى قطع تجريبية بأبعاد 4 × 2,8 م، ضمت كل قطعة تجريبية أربعة خطوط بطول 4 م بمسافة بين الخط والأخر 75 سم، وزرعت البذور في حفر بمسافة (10) سم بين الحفرة والأخرى، بمعدل 2-3 بذرة في الحفرة الواحدة،

وتركت مسافة 1 م بين كل قطعة تجريبية وأخرى وبين كل مكرر وأخر كممرات خدمة. تم زراعة بذور الصويا بتاريخ 2024/7/17 وتمت عمليات التعشيب والري والمكافحة بشكل متساوي بين القطع التجريبية. وعند ظهور علائم النضج المتمثلة باصفرار الأوراق وجفاف القرون تم الحصاد يدوياً بتاريخ 2024/11/6، وتركت النباتات لتجف تحت أشعة الشمس مع تقليبها مرة واحدة ثم تم الدراس آلياً بعد أربعة أيام من الحصاد.

Sb-337			Sb-44			
B2F0	B1F0	B0F0	B2F0	B1F0	B0F0	
B2F1	B1F1	B0F1	B2F1	B1F1	B0F1	R1
B2F2	B1F2	B0F2	B2F2	B1F2	B0F2	
B0F0	B2F2	B1F1	B0F0	B2F2	B1F1	
B0F1	B2F0	B1F2	B0F1	B2F0	B1F2	R2
B0F2	B2F1	B1F0	B0F2	B2F1	B1F0	
B1F0	B0F1	B2F2	B1F0	B0F1	B2F2	
B1F2	B0F0	B2F1	B1F2	B0F0	B2F1	R3
B1F1	B0F2	B2F0	B1F1	B0F2	B2F0	

الشكل (1) مخطط التجربة: حيث Sb-44، Sb-337 صنفي فول الصويا، B0، B1، B2: تراكيز البورون، F0، F1، F2: تراكيز شيلات الحديد، R1، R2، R3: مكررات التجربة.

الصفات المدروسة:

– عدد القرون في النبات (قرن/نبات): متوسط عدد القرون المأخوذة من عشرة نباتات ممثلة لكل معاملة عند النضج.

– عدد البذور في القرن (بذرة/ قرن): متوسط عدد البذور في القرون المأخوذة من عشرة نباتات ممثلة لكل معاملة عند النضج.

– عدد البذور في النبات (بذرة/نبات): مجموع عدد البذور في القرون المأخوذة من عشرة نباتات ممثلة لكل معاملة عند النضج، ثم تم التقسيم على 10 لحساب المتوسط.

– وزن الـ 100 بذرة: تم أخذ ثلاث عينات من بذور كل قطعة تجريبية بحيث تحتوي كل عينة على 100 بذرة جافة هوائياً عند المحتوى الرطوبي 14%، تتم وزنها باستخدام ميزان كهربائي حساس، ثم حسب متوسط وزن العينات الثلاثة.

– وزن البذور في النبات (غ): تم ذلك بحساب وزن البذور الناتج من عشرة نباتات ثم تم حساب المتوسط.

– الغلة البذرية (طن/هـ): تم حصاد النباتات الناضجة عند ظهور علامات نضج المحصول(اصفرار الأوراق، وجفاف القرون)، وتم الحصاد في الصباح الباكر مع وجود الرطوبة المتشكلة ليلاً، ثم نقلت النباتات إلى مكان التجفيف ووضعت فوق مشمعات من البلاستيك لمنع الفقدان في القرون مع التقليب حتى الجفاف التام، ثم تم فرط القرون والحصول على البذور الناضجة والنقية 100%، وقدرت الغلة البذرية عند المحتوى الرطوبي 14% للبذور (كغ/هـ) وفق المعادلة التالية:

$$A= Y\ (100-B\%/100-C)$$

حيث: $C= 14$

A: وزن البذور عند الرطوبة 14%.

Y: وزن البذور الحقيقي.

B%: رطوبة البذور بعد الحصاد.

$$B\% = ((B1-B2)/B1)*100$$

حيث: B1: وزن البذور قبل التجفيف. B2: وزن البذور بعد التجفيف. B1−B2: وزن رطوبة البذور، حسب (Tikhanof, 1979).

النتائج والمناقشة:

1. عدد القرون في النبات:

بينت نتائج التحليل الإحصائي في الجدول (3) وجود فروقاتٍ معنويةٍ ($P\leq0.05$) في صفة عدد القرون في النبات بين الصنفين ومعاملات الرش بشيلات الحديد والرش بالبورون والتفاعل المتبادل بين هذه العوامل.

ازداد عدد القرون في النبات معنوياً مع زيادة تركيز الرش بالحديد، فبلغ 81.15، 92.46 قرن/نبات عند معاملتي الرش 0.50، 0.75 غ/لتر على التوالي، وتفوقتا معنوياً على الشاهد 75.16 قرن/نبات. كما ازداد عدد القرون في النبات معنوياً مع زيادة تركيز الرش بالبورون فبلغ 82.68، 90.82 قرن/نبات على التوالي عند معاملتي الرش 0.75، 1.50 غ/لتر، وتفوقتا معنوياً على الشاهد 75.27 قرن/نبات. وعند المقارنة بين الصنفين تفوق الصنف Sb-337 معنوياً على الصنف Sb-44 فبلغ عدد القرون في النبات84.61 ، 81.24 قرن/نبات على التوالي.

عند دراسة التفاعل المشترك بين الرش الورقي بالحديد والأصناف تفوق الصنف Sb-337 عند الرش بتركيز 0.75 غ/لتر 95.25 قرن/نبات تلاه بفروق معنوية الصنف Sb-44 عند الرش بتركيز 0.75 غ/لتر 89.67 قرن/نبات. وعند دراسة التفاعل المشترك بين الرش الورقي بالبورون والأصناف تفوق الصنف Sb-337 عند الرش بتركيز 1.50 غ/لتر 92.59 قرن/نبات، تلاه بفروق غير معنوية الصنف Sb-44 عند الرش بتركيز 1.50 غ/لتر 89.04 قرن/نبات. وبدراسة التفاعل الثنائي

(الرش الورقي بالحديد والبورون) تفوق التفاعل بالتراكيز الأعلى F2B2 معنوياً على باقي التفاعلات وبلغ 102.26 قرن/نبات، فيما كانت معاملة الشاهد بلا رش F0B0 الأدنى معنوياً 70.73 قرن/نبات.

ومن دراسة التأثير المشترك بين العوامل الثلاثة تفوقت المعاملة Sb-337+F2B2 (106.15 قرن/نبات)، تلاها بفروق معنوية المعاملتين Sb-337+F2B1 و Sb-44+F2B2 (98.36 قرن/نبات). في حين كانت المعاملة Sb-44+F0B0 الأدنى معنوياً (70.21 قرن/نبات).

سببت المعاملة بالحديد والبورون ازدياد عدد القرون ويعزى ذلك لكون الحديد عنصر اساسي وضروري لتكوين الكلوروفيل وتعزيز التمثيل الضوئي وبالتالي انتاج الطاقة اللازمة لتكوين وامتلاء القرون وكذلك دور البورون في دعم التطور الخلوي وتكوين الافرع والقرون (النعيمي،الجميلي،2022).

الجدول (3) تأثير الرش بشيلات الحديد والبورون في عدد القرون في النبات (قرن/نبات) لصنفين من فول الصويا

معاملة الرش		الصنف V		متوسط معاملة الرش
		Sb-44	Sb-337	
شيلات الحديد F غ/لتر	F0: 0	74.66	75.66	75.16
	F1: 0.50	79.38	82.92	81.15
	F2: 0.75	89.67	95.25	92.46
	$LSD_{0.05}$	F*V= 3.846		F= 2.719
البورون B غ/لتر	B0: 0	74.66	75.88	75.27
	B1: 0.75	80.01	85.36	82.68
	B2: 1.50	89.04	92.59	90.82
	$LSD_{0.05}$	B*V= 3.846		B= 2.719
متوسط الصنف V	-	81.24	84.61	-
	$LSD_{0.05}$	V= 2.220		-
التأثير المشترك	F0B0	70.21	71.25	70.73
	F0B1	73.25	75.36	74.31

80.44	80.36	80.52	F0B2	
74.39	75.14	73.63	F1B0	
79.31	82.36	76.25	F1B1	
89.75	91.25	88.25	F1B2	
80.70	81.25	80.14	F2B0	
94.44	98.36	90.52	F2B1	
102.26	106.15	98.36	F2B2	
F*B= 4.710	F*B*V= 6.661 CV= 4.9 %		$LSD_{0.05}$	

2. عدد البذور في القرن:

بينت نتائج التحليل الإحصائي في الجدول (4) وجود فروقاتٍ معنويةٍ ($P\leq0.05$)في صفة عدد البذور في القرن بين الصنفين ومعاملات الرش بشيلات الحديد والرش بالبورون والتفاعل المتبادل بين هذه العوامل.

ازداد عدد البذور في القرن معنوياً مع زيادة تركيز الرش بالحديد، فبلغ 2.57، 2.85 بذرة/قرن عند معاملتي الرش 0.50، 0.75 غ/لتر على التوالي، وتفوقتا معنوياً على الشاهد 2.49 بذرة/قرن. كما ازداد عدد البذور في القرن معنوياً مع زيادة تركيز الرش بالبورون فبلغ 2.66، 2.83 بذرة/قرن على التوالي عند معاملتي الرش 0.75، 1.50 غ/لتر، وتفوقتا معنوياً على الشاهد 2.43 بذرة/قرن وعند المقارنة بين الصنفين تفوق الصنف Sb-44 معنوياً على الصنف Sb-337 فبلغ عدد البذور في القرن2.69 ، 2.59 بذرة/قرن على التوالي.

عند دراسة التفاعل المشترك بين الرش الورقي بالحديد والأصناف تفوق الصنف Sb-44 عند الرش بتركيز 0.75 غ/لتر 2.90 بذرة/قرن تلاه بفروق معنوية الصنف Sb-337 عند الرش بتركيز 0.75 غ/لتر 2.81 بذرة/قرن. وعند دراسة التفاعل المشترك بين الرش الورقي بالبورون والأصناف تفوق الصنف Sb-44 عند الرش بتركيز 1.50 غ/لتر 2.90 بذرة/قرن ، تلاه بفروق معنوية الصنف Sb-337 عند الرش بتركيز 1.50 غ/لتر 2.76 بذرة/قرن. وبدراسة التفاعل الثنائي (الرش

الورقي بالحديد والبورون) تفوق التفاعل بالتراكيز الأعلى F2B2 معنوياً على باقي التفاعلات وبلغ 3.14 بذرة/قرن ، فيما كانت معاملة الشاهد بلا رش F0B0 الأدنى معنوياً 2.38 بذرة/قرن.

ومن دراسة التأثير المشترك بين العوامل الثلاثة تفوقت المعاملة Sb-44+F2B2 (3.20 بذرة/قرن)، تلتها المعاملة Sb-337+F2B2 (3.09 بذرة/قرن)، ثم المعاملة Sb-44+F2B1 (3.01 بذرة/قرن). في حين كانت المعاملة Sb-337+F0B0 الأدنى معنوياً (2.34 بذرة/قرن).

سببت المعاملة بالحديد والبورون زيادة عدد البذور في القرن ويعود ذلك لكون الحديد يساهم في تكوين الأنزيمات التنفسية المهمة لتنفس الخلايا وانقسامها، وخاصة في الأنسجة المولدة للبذور ، مما يعزز تكوينها وعددها . بالإضافة إلى أنه بتوفير الحديد تتحسن قدرة النبات على تكوين عدد أكبر من الأزهار الخصبة مما يؤدي لزيادة عدد البذور في القرون والبورون يحفز تكوين الأزهار وتطوير المبيض وزيادة نمو انابيب اللقاح وتثبيت التلقيح وتحسين انتقال السكريات والهرمونات من الأوراق إلى الأزهار والثمار مما يدعم تكوين ونمو البذور (النعيمي،الجميلي،2022).

الجدول (4) تأثير الرش بشيلات الحديد والبورون في عدد البذور في القرن (بذرة/قرن) لصنفين من فول الصويا

معاملة الرش		الصنف V		متوسط معاملة الرش
		Sb-44	Sb-337	
شيلات الحديد F غ/لتر	F0: 0	2.54	2.45	2.49
	F1: 0.50	2.64	2.50	2.57
	F2: 0.75	2.90	2.81	2.85
	$LSD_{0.05}$	F*V= 0.076		F= 0.054
البورون B غ/لتر	B0: 0	2.46	2.39	2.43
	B1: 0.75	2.72	2.61	2.66
	B2: 1.50	2.90	2.76	2.83
	$LSD_{0.05}$	B*V= 0.076		B= 0.054
متوسط الصنف	-	2.69	2.59	-

-	V= 0.044		$LSD_{0.05}$	V
2.38	2.34	2.43	F0B0	التأثير المشترك
2.48	2.42	2.54	F0B1	
2.61	2.59	2.64	F0B2	
2.41	2.37	2.46	F1B0	
2.57	2.52	2.62	F1B1	
2.74	2.62	2.85	F1B2	
2.48	2.48	2.48	F2B0	
2.94	2.87	3.01	F2B1	
3.14	3.09	3.20	F2B2	
F*B=0.093	F*B*V=0.131 CV= 3.0%		$LSD_{0.05}$	

3. عدد البذور في النبات:

بينت نتائج التحليل الإحصائي في الجدول (5) وجود فروقاتٍ في صفة عدد البذور في النبات بين الصنفين ومعاملات الرش بشيلات الحديد والرش بالبورون والتفاعل المتبادل بين هذه العوامل.

ازداد عدد البذور في النبات معنوياً مع زيادة تركيز الرش بالحديد، فبلغ 209.47، 266.08 بذرة/نبات عند معاملتي الرش 0.50، 0.75 غ/لتر على التوالي، وتفوقتا معنوياً على الشاهد 187.79 بذرة/نبات. كما ازداد عدد البذور في النبات معنوياً مع زيادة تركيز الرش بالبورون فبلغ 221.80، 258.69 بذرة/نبات على التوالي عند معاملتي الرش 0.75، 1.50 غ/لتر، وتفوقتا معنوياً على الشاهد 182.80 بذرة/نبات وعند المقارنة بين الصنفين تفوق الصنف Sb-337 على الصنف Sb-44.

عند دراسة التفاعل المشترك بين الرش الورقي بالحديد والأصناف تفوق الصنف Sb-337 عند الرش بتركيز 0.75 غ/لتر 270.38 بذرة/نبات تلاه بفروق غير معنوية الصنف Sb-44 عند الرش بتركيز 0.75 غ/لتر 261.79 بذرة/نبات. وعند دراسة التفاعل المشترك بين الرش الورقي بالبورون والأصناف تفوق الصنف Sb-44 عند الرش بتركيز 1.50 غ/لتر 259.35 بذرة/نبات ، تلاه

بفروق غير معنوية الصنف Sb-337 عند الرش بتركيز 1.50 غ/لتر 258.02 بذرة/نبات. وبدراسة التفاعل الثنائي (الرش الورقي بالحديد والبورون) تفوق التفاعل بالتراكيز الأعلى F2B2 معنوياً على باقي التفاعلات وبلغ 320.49 بذرة/نبات ، فيما كانت معاملة الشاهد بلا رش F0B0 الأدنى معنوياً 168.79 بذرة/نبات.

ومن دراسة التأثير المشترك بين العوامل الثلاثة تفوقت المعاملة Sb-337+F2B2 (327.36 بذرة/نبات)، تلاها بفروق غير معنوية المعاملة Sb-44+F2B2 (313.36 بذرة/نبات)، ثم المعاملة Sb-337+F2B1 (282.44 بذرة/نبات). في حين كانت المعاملة Sb-337+F0B0 الأدنى معنوياً (166.46 بذرة/نبات).

سببت المعاملة بالحديد والبورون زيادة في عدد البذور في النبات ويعود ذلك إلى زيادة عدد القرون في النبات وعدد البذور في القرن الجدولين(4,3) إضافةً لكون الحديد يسهم في تكوين الأنزيمات التنفسية المهمة لتنفس الخلايا و انقسامها، وخاصة في الأنسجة المولدة للبذور ، مما يعزز تكوينها وعددها. بالإضافة إلى أنه بتوفير الحديد تتحسن قدرة النبات على تكوين عدد أكبر من الأزهار الخصبة مما يؤدي لزيادة عدد البذور في النبات (النعيمي،الجميلي،2022)، بالإضافة لدور البورون في عملية الإلقاح وبالتالي زيادة نسبة الخصب في القرون والتي تؤدي لزيادة عدد البذور في القرن وبالتالي زيادة عددها في النبات ويؤكد هذه النتائج ما توصل إليه (Nasefe et al. , 2006).

الجدول (5) تأثير الرش بشيلات الحديد والبورون في عدد البذور في النبات (بذرة/نبات) لصنفين من فول الصويا

معاملة الرش		الصنف V		متوسط معاملة الرش
		Sb-44	Sb-337	
شيلات الحديد	F0: 0	189.91	185.67	187.79

F غ/لتر	F1: 0.50	210.84	208.10	209.47
	F2: 0.75	261.79	270.38	266.08
	$LSD_{0.05}$	F*V= 9.94		F= 7.03
البورون B غ/لتر	B0: 0	183.66	181.93	182.80
	B1: 0.75	219.54	224.19	221.86
	B2: 1.50	259.35	258.02	258.69
	$LSD_{0.05}$	B*V= 9.94		B=7.03
متوسط الصنف V	-	220.85	221.38	-
	$LSD_{0.05}$	V= 5.74		-
التأثير المشترك	F0B0	171.11	166.46	168.79
	F0B1	185.89	182.75	184.32
	F0B2	212.73	207.79	210.26
	F1B0	180.99	178.01	179.50
	F1B1	199.84	207.37	203.60
	F1B2	251.69	238.92	245.30
	F2B0	198.87	201.33	200.10
	F2B1	272.88	282.44	277.66
	F2B2	313.62	327.36	320.49
	$LSD_{0.05}$	F*B*V= 17.21 CV= 4.7%		F*B= 12.17

4. وزن الـ 100 بذرة:

بينت نتائج التحليل الإحصائي في الجدول (6) وجود فروقاتٍ في صفة وزن ال 100 بذرة بين الصنفين ومعاملات الرش بشيلات الحديد والرش بالبورون والتفاعل المتبادل بين هذه العوامل.

ازداد وزن ال 100 بذرة معنوياً مع زيادة تركيز الرش بالحديد، فبلغ 12.84، 13.02 غ عند معاملتي الرش 0.50، 0.75 غ/لتر على التوالي، وتفوقتا معنوياً على الشاهد 12.51 غ. كما ازداد وزن ال 100 بذرة معنوياً مع زيادة تركيز الرش بالبورون فبلغ 12.79، 13.09 غ على التوالي عند معاملتي الرش 0.75، 1.50 غ/لتر، وتفوقتا معنوياً على الشاهد 12.49 غ وعند المقارنة بين

الصنفين تفوق الصنف Sb-337 معنوياً على الصنف Sb-44 فبلغ وزن ال 100 بذرة 12.83 ، 12.75 غ على التوالي.

عند دراسة التفاعل المشترك بين الرش الورقي بالحديد والأصناف تفوق الصنف Sb-337 عند الرش بتركيز 0.75 غ/لتر 13.05 غ تلاه بفروق غير معنوية الصنف Sb-44 عند الرش بتركيز 0.75 غ/لتر 12.98 غ . وعند دراسة التفاعل المشترك بين الرش الورقي بالبورون والأصناف تفوق الصنف Sb-337 عند الرش بتركيز 1.50 غ/لتر 13.12 غ ، تلاه بفروق غير معنوية الصنف Sb-44 عند الرش بتركيز 1.50 غ/لتر 13.06 غ. وبدراسة التفاعل الثنائي (الرش الورقي بالحديد والبورون) تفوق التفاعل بالتراكيز الأعلى F2B2 معنوياً على باقي التفاعلات وبلغ 13.37 غ ، فيما كانت معاملة الشاهد بلا رش F0B0 الأدنى معنوياً 12.30 غ.

ومن دراسة التأثير المشترك بين العوامل الثلاثة تفوقت المعاملة Sb-337+F2B2 (13.40 غ)، تلاها المعاملة Sb-44+F2B2 (13.34 غ)، ثم المعاملة Sb-337+F2B1 (13.01 غ). في حين كانت المعاملة Sb-44+F0B0 الأدنى معنوياً (12.25 غ).

سببت المعاملة بالحديد والبورون زيادة في وزن ال100 بذرة وذلك يعزى إلى تأثير الحديد في زيادة الكلوروفيل والذي انعكس في تحسين عملية البناء الضوئي وزيادة نواتجها وانتقالها إلى البذور مما أدى إلى زيادة وزن البذور ووزن ال 100 بذرة وحاصل النبات الواحد (الزبيدي، الباوي،2018)، بالإضافة إلى الدور المهم للبورون في إنتاج حبوب اللقاح وزيادة عملية الإخصاب ونقل المواد الكربوهيدراتية فضلاً عن أهميته في تكوين البروتين (عبود وآخرون،2021).

الجدول (6) تأثير الرش بشيلات الحديد والبورون في وزن الـ 100 بذرة (غ) لصنفين من فول الصويا.

معاملة الرش		الصنف V		متوسط معاملة الرش
		Sb-44	Sb-337	
شيلات الحديد F غ/لتر	F0: 0	12.46	12.56	12.51
	F1: 0.50	12.82	12.87	12.84
	F2: 0.75	12.98	13.05	13.02
	$LSD_{0.05}$	F*V= 0.105		F= 0.074
البورون B غ/لتر	B0: 0	12.44	12.54	12.49
	B1: 0.75	12.76	12.82	12.79
	B2: 1.50	13.06	13.12	13.09
	$LSD_{0.05}$	B*V= 0.105		B= 0.074
متوسط الصنف V	-	12.75	12.83	-
	$LSD_{0.05}$	V= 0.061		-
التأثير المشترك	F0B0	12.25	12.34	12.30
	F0B1	12.39	12.47	12.43
	F0B2	12.75	12.87	12.81
	F1B0	12.40	12.52	12.46
	F1B1	12.95	12.99	12.97
	F1B2	13.10	13.11	13.10
	F2B0	12.67	12.76	12.71
	F2B1	12.93	13.01	12.97
	F2B2	13.34	13.40	13.37
	$LSD_{0.05}$	F*B*V= 0.181 CV= 0.9%		F*B= 0.128

5. وزن البذور في النبات:

بينت نتائج التحليل الإحصائي في الجدول (7) وجود فروقاتٍ ($P\leq0.05$) في صفة وزن البذور في النبات بين الصنفين ومعاملات الرش بشيلات الحديد والرش بالبورون والتفاعل المتبادل بين هذه العوامل.

ازداد وزن البذور في النبات معنوياً مع زيادة تركيز الرش بالحديد، فبلغ 26.97، 34.78 غ عند معاملتي الرش 0.50، 0.75 غ/لتر على التوالي، وتفوقتا معنوياً على الشاهد 23.53 غ. كما ازداد وزن البذور في النبات معنوياً مع زيادة تركيز الرش بالبورون فبلغ 28.45، 33.98 غ على التوالي عند معاملتي الرش 0.75، 1.50 غ/لتر، وتفوقتا معنوياً على الشاهد 22.85 غ وعند المقارنة بين الصنفين المدروسين تفوق الصنف Sb-337 على الصنف Sb-44 فبلغ وزن البذور في النبات 28.55، 28.31غ على التوالي.

عند دراسة التفاعل المشترك بين الرش الورقي بالحديد والأصناف تفوق الصنف Sb-337 عند الرش بتركيز 0.75 غ/لتر 35.43 غ تلاه الصنف Sb-44 عند الرش بتركيز 0.75 غ/لتر 34.12 غ . وعند دراسة التفاعل المشترك بين الرش الورقي بالبورون والأصناف تساوى الصنفين Sb-337 و Sb-44 عند الرش بتركيز 1.50 غ/لتر 33.98 غ، في حين تفوق الصنف Sb-337 عند الرش بتركيز0.75 غ/لتر فبلغ 83.82غ تلاه الصنف Sb-44 عند الرش بتركيز0.75 غ/لتر فبلغ 28.07غ. وبدراسة التفاعل الثنائي (الرش الورقي بالحديد والبورون) تفوق التفاعل بالتراكيز الأعلى F2B2 معنوياً على باقي التفاعلات وبلغ 42.86 غ ، فيما كانت معاملة الشاهد بلا رش F0B0 الأدنى معنوياً 20.75 غ.

ومن دراسة التأثير المشترك بين العوامل الثلاثة تفوقت المعاملة Sb-337+F2B2 (43.87 غ)، تلاها المعاملة Sb-44+F2B2 (41.86 غ)، ثم المعاملة Sb-337+F2B1 (36.75 غ). في حين كانت المعاملة Sb-337+F0B0 الأدنى معنوياً (20.55 غ).

أظهرت النتائج ازدياد وزن البذور بزيادة تركيز الحديد ويعزى ذلك إلى دور الحديد في تعزيز تكوين الكلوروفيل وتحسين كفاءة التمثيل الضوئي مما يزيد من تراكم المواد الغذائية في البذور كما أن الحديد يفعل عدداً من الأنزيمات المسؤولة عن بناء المركبات العضوية داخل البذور مما يسهم في زيادتها وزناً وجودةً (شريف،2020)، وأشارت النتائج أيضاً إلى أن زيادة تركيز البورون أدت

لزيادة وزن البذور وهذا يتفق مع ما توصل إليه سلامة وآخرون (2015) كون البورون يعزز كثافة الكلوروفيل وكفاءة التمثيل الضوئي ويسهم في تحسين امتصاص المغذيات ونقل الكربوهيدرات إلى البذور ويحفز نشاط الانزيمات المسؤولة عن امتلاء البذور وتكوينها.

الجدول (7) تأثير الرش بشيلات الحديد والبورون في وزن البذور في النبات (غ) لصنفين من فول الصويا.

متوسط معاملة الرش	الصنف V		معاملة الرش	
	Sb-337	Sb-44		
23.53	23.36	23.71	F0: 0	شيلات الحديد F غ/لتر
26.97	26.85	27.09	F1: 0.50	
34.78	35.43	34.12	F2: 0.75	
F= 0.975	F*V= 1.378		$LSD_{0.05}$	
22.85	22.84	22.87	B0: 0	البورون B غ/لتر
28.45	28.83	28.07	B1: 0.75	
33.98	33.98	33.98	B2: 1.50	
B= 0.975	B*V= 1.378		$LSD_{0.05}$	
-	28.55	28.31	-	متوسط الصنف V
-	V= 0.796		$LSD_{0.05}$	
20.75	20.55	20.96	F0B0	التأثير المشترك
22.91	22.78	23.03	F0B1	
26.94	26.74	27.13	F0B2	
22.37	22.28	22.45	F1B0	
26.41	26.95	25.87	F1B1	
32.14	31.32	32.96	F1B2	
25.44	25.68	25.19	F2B0	
36.02	36.75	35.30	F2B1	
42.86	43.87	41.86	F2B2	
F*B= 1.688	F*B*V= 2.388 CV= 5.1 %		$LSD_{0.05}$	

6. الغلة البذرية:

بينت نتائج التحليل الإحصائي في الجدول (8) وجود فروقاتٍ ($P\leq0.05$) في صفة الغلة البذرية بين الصنفين ومعاملات الرش بشيلات الحديد والرش بالبورون والتفاعل المتبادل بين هذه العوامل.

ازدادت الغلة البذرية معنوياً مع زيادة تركيز الرش بالحديد، فبلغ 3.12، 3.88 طن/هـ عند معاملتي الرش 0.50، 0.75 غ/لتر على التوالي، وتفوقتا على الشاهد 2.89 طن/هـ. كما ازدادت الغلة البذرية معنوياً مع زيادة تركيز الرش بالبورون فبلغت 3.24، 3.92 طن/هـ على التوالي عند معاملتي الرش 0.75، 1.50 غ/لتر، وتفوقتا معنوياً على الشاهد 2.73 طن/هـ وعند المقارنة بين الصنفين المدروسين تفوق الصنف Sb-337 الصنف Sb-44 دون تسجيل فرق معنوي.

عند دراسة التفاعل المشترك بين الرش الورقي بالحديد والأصناف تفوق الصنف Sb-337 عند الرش بتركيز 0.75 غ/لتر 4.03 طن/هـ تلاه الصنف Sb-44 عند الرش بتركيز 0.75 غ/لتر 3.73 طن/هـ . وعند دراسة التفاعل المشترك بين الرش الورقي بالبورون والأصناف تفوق الصنف Sb-337 عند الرش بتركيز 1.50 غ/لتر 3.94 طن/هـ، تلاه الصنف Sb-44 عند الرش بتركيز 1.50 غ/لتر 3.89 طن/هـ. وبدراسة التفاعل الثنائي (الرش الورقي بالحديد والبورون) تفوق التفاعل بالتراكيز الأعلى F2B2 معنوياً على باقي التفاعلات وبلغ 4.81 طن/هـ ، فيما كانت معاملة الشاهد بلا رش F0B0 الأدنى معنوياً 2.54 طن/هـ.

ومن دراسة التأثير المشترك بين العوامل الثلاثة تفوقت المعاملة Sb-337+F2B2 (4.91 طن/هـ)، تلاها المعاملة Sb-44+F2B2 (4.71 طن/هـ)، ثم المعاملة Sb-337+F2B1 (4.10 طن/هـ). في حين كانت المعاملة Sb-337+F0B0 الأدنى معنوياً (2.50 طن/هـ).

أدى الرش بتراكيز مختلفة من كل من الحديد والبورون إلى زيادة الغلة البذرية عند صنفيي فول الصويا Sp−337 و Sp−44 وذلك بسب دورهما في تحسين صفات النمو الخضري للنبات إضافةً إلى زيادة قيم عناصر الغلة: عدد القرون/نبات، عدد البذور/قرن، عدد البذور/نبات، وزن

ال100بذرة، وزن البذور/النبات الجداول(3،4،5،6،7). إضافةً إلى أن تغذية النباتات البقولية بالحديد خاصة بالرش الورقي تؤدي لزيادة الغلة البذرية نتيجة لتحسين التمثيل الضوئي وتنشيط الانزيمات الحيوية وتعزيز تثبيت النتروجين داخل العقد الجذرية ، هذا ينعكس في زيادة القرون والبذور (حماد وآخرون،2018)، وقد أكد عبود وآخرون (2021) أن البورون له دور كبير في زيادة الغلة البذرية من خلال دوره في تحسين جودة الإخصاب فهو يلعب دوراً مهماً في نقل حبوب اللقاح وتطورها داخل المبيض، مما يزيد من كفاءة الإخصاب بالإضافة لتعزيزه نمو البذور عبر تحسين النقل الفعال للسكريات والمواد الغذائية من الأوراق إلى القرون أثناء مرحلة التكوين وهذا يتوافق مع النتائج التي حصلنا عليه.

الجدول (8) تأثير الرش بشيلات الحديد والبورون في الغلة البذرية (طن/هـ) لصنفين من فول الصويا.

معاملة الرش		الصنف V		متوسط معاملة الرش
		Sb-44	Sb-337	
شيلات الحديد F غ/لتر	F0: 0	2.89	2.88	2.89
	F1: 0.50	3.17	3.07	3.12
	F2: 0.75	3.73	4.03	3.88
	$LSD_{0.05}$	F*V= 0.368		F= 0.260
البورون B غ/لتر	B0: 0	2.71	2.75	2.73
	B1: 0.75	3.18	3.31	3.24
	B2: 1.50	3.89	3.94	3.92
	$LSD_{0.05}$	B*V= 0.368		B= 0.260
متوسط الصنف V	-	3.26	3.33	-
	$LSD_{0.05}$	V= 0.213		-
التأثير المشترك	F0B0	2.57	2.50	2.54
	F0B1	2.88	2.76	2.82
	F0B2	3.23	3.39	3.31
	F1B0	2.69	2.64	2.67
	F1B1	3.07	3.07	3.07

	F1B2	3.74	3.51	3.63
	F2B0	2.88	3.09	2.99
	F2B1	3.59	4.10	3.85
	F2B2	4.71	4.91	4.81
	$LSD_{0.05}$	F*B*V= 0.638 CV= 11.7 %		F*B= 0.451

الاستنتاجات:

- زادت قيم الصفات الإنتاجية المدروسة مع زيادة تركيز الرش بشيلات الحديد وحققت المعاملة 0.75 غ/لتر أفضل القيم في عدد القرون في النبات، عدد البذور في القرن، عدد البذور في النبات، وزن 100 بذرة، ووزن البذور في النبات، والغلة البذرية فبلغت على الترتيب: 92.46 قرن/نبات، 2.85 بذرة/قرن، 266.08 بذرة/نبات، 13.02 غ، 34.78 غ، 3.88 طن/هـ.
- زادت قيم الصفات الإنتاجية المدروسة مع زيادة تركيز الرش بالبورون وحققت المعاملة 1.5 غ/لتر أفضل القيم في عدد القرون في النبات ، عدد البذور في القرن ، عدد البذور في النبات ، وزن 100 بذرة ، ووزن البذور في النبات، والغلة البذرية فبلغت على الترتيب: 90.82 قرن/نبات، 2.83 بذرة/قرن، 258.69 بذرة/نبات، 13.09 غ، 33.98 غ ، 3.92 طن/هـ.
- تفوق الصنف Sb-337 على الصنف Sb-44 في جميع الصفات المدروسة فيما عدا عدد البذور في القرن، وبلغت قيم عدد القرون في النبات 84.61– 81.24 قرن/نبات، ووزن 100 بذرة 12.83–12.75 غ، ووزن البذور في النبات 28.55– 28.31 غ، للصنفين على التوالي.
- تفوت المعاملة (الصنف Sb-337 عند الرش بشيلات الحديد 0.75 غ/لتر والبورون 1.5 غ/لتر) في معظم الصفات المدروسة.

بناءً على ما سبق يقترح الآتي:

أفضلية زراعة الصنف Sb-337 على الصنف Sb-44 في منطقة حمص، وعند زراعة الصنفين في ترب مشابهة لترب المنطقة الكلسية يجب الرش بشيلات الحديد 0.75 غ/لتر والبورون 1.5 غ/لتر.

المراجع:

- حماد حميد، عزيز عماد، الحيالي أروى(2018). تأثير الرش بالحديد المخلبي في حاصل القرون الخضراء والبذور الجافة لخمسة أصناف من الباقلاء (*Vicia faba* L). مجلة ديالي للعلوم الزراعية، المجلد الثاني العدد الأول.
- الزبيدي نجم، الباوي أمجد 2018. تأثير التغذية الورقية بحامض الهيوميك والحديد المخلبي في نمو نبات الباقلاء وإنتاجه. قسم علوم الحيام، كلية التربيةللعلوم الصرفة، جامعة ديالي، العراق. المجلد 10، العدد 2، ص 137-1.
- سلامة أحمد، حيدر علي، أحمد طارق، 2015.تأثير التسميد العوي بعنصري البورون والزنك رشاً على الأوراق في بعض الخصائص المورفولوجية، والنسبة المئوية للبروتين على نبات الفول البلدي(*Viciafaba* L). مجلة جامعة تشرين للبحث والدراسات العلمية- سلسة العلوم البيولوجية المجلد(37) العدد (3).
- شريف رباح، 2020. دور الحديد المخلبي Fe-EDTA والنتروجين في تحسين نوعية بذور فول الصويا عند مستويين من حموضة التربة. مجلة سامراء للعلوم الصرفة والتطبيقية، المجلد 2 ، العدد 3، ص 95-104.
- العبدالله معين، البيشي لبنى،السيد أنوار(2022). تأثير الرش الورقي بمحاليل ذات تراكيز متزايدة من البورون في إنتاجية نبات البازلاء(*Pisum sativum* L) تحت ظروف وادي الفرات الأدنى. المجلة السورية للبحوث الزراعية، 316-307 (1)9 .
- عبود وفاء، حياص بشار، الحمدان محمود(2021). تأثير الرش بعنصري الزنك والبورون في بعض مؤشرات النمو وإنتاجية صنفين من فول الصويا *Glycine max* (L) المزروع في محافظة حمص. المجلة السورية للبحوث الزراعية، المجلد 9 العدد6.
- العسود، غرود(2013). التحليل الوراثي للغلة ومكوناتها في فول الصويا. رسالة دكتوراه، كلية الزراعة، جامعة دمشق.
- قيسون عائشة(2024). تأثير الميثانول وشيلات الحديد في بعض الصفات الموفولوجية والفيزيولوجية والإنتاجية لفول الصويا Soybean ضمن ظروف حمص. مجلة جامعة حمص، المجلد 46، العدد5.

- كف الغزال رامي(1982). المحاصيل الحقلية، الحبوب والبقول،(الجزء الثاني) كلية الزراعة، جامعة حلب، ص 303.
- المجموعة الإحصائية الزراعية السنوية (2022). الصادرة عن وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي. سورية.
- محمد، حسين عزيز(2014). تأثير البورون والرش التكميلي والبوتاسيوم على الصفات الكمية والنوعية لنبات الباقلاء(*Vicia Faba* L.). مجلة ديالى للعلوم الزراعية،6(1): 187-201.
- مهنا، أحمد؛ الشباك، محمود(2010). إنتاج المحاصيل الصناعية، الجزء النظري، منشورات جامعة البعث، كلية الزراعة، 406 ص.
- النعيمي سجى،الجميلي جاسم،2022. تأثير الرش الورقي للحديد والبورون في نمو فول الصويا .مجلة الدراسات التربوية والعلمية المجلد (5) العدد (15) .
- Baral Dola, D. , Mannan, M.A. , Sarker, U. , Almamun, M.A,. Islam, T. , Ericisli, S. , Saleem, M.H. , Ali, B. , &Popo.L. (2022). Nona-ironoxide accelerates growth, yalid, and quality of Glycine max seed in water deficits. Frontiers in plant science, 13, Artticle 992535.
- Culpan, Emrullah(2022). Effet of Iron, Boron and Zinc Application on Yieldanad Quality Traits of some soybean cultivars (*Glycine max*(L.)Merr). Current Trends in Natural Sciences, 11(22) , 29-34.
- Fatima A. and S.A. Jan (2023). Approaches for sustainable production of soybean under current climate change condition. MOJ Biol Med. 2023;8(1):27–31.
- Fernandez, V.T. Sotiropoulos; and P. Brown. (2013). Foliar fertilization scientific principles and field practices. International Fertilizer Industry Association
- Kamble B,Meena R,Gabhiye P (2022). Effect of Iron Nutrition on Growth, Quality and Yield of Soybean(*Glycine max* L.) Grown on Problematic Inceptisol. Journal of Experimental Agriculture International .43(12):20-28.

- Kruger G.R., Guilherme S. A, Kasey S., Jeffrey A. G., Daniel B. R., Darrin M. D., Ashli E. B., Bradley K. F., Wesley C. H. (2023). Dicamba off-target movement from applications on soybeans at two growth stages. Agrosyst Geosci Environ. 2023;6:e20363.
- Kupper G (2003). Foliar fertilization appropriate technology transfer for rural areas(ATTRA).Nation sustainable agriculture. Service. WW.attra.ncat.org.
- Nasef, M.A., M. Badran and Amal, F. Abd El-amid, 2006.Response of peant to foliar and/or Rhizobium inoculation. J. App. Sci., 2(12):1330-1337.
- Shil NC, Noor S, Hossain MA. (2007). Effects of boron and molybdenum on the yield of chickpea. Agric. Rural Dev. 5 (1-2): 17-24.
- Sujatha , S. (2005). Effect of Sources ,leves and methods of boron application on production , yield attributes and yield of maize (*Zea mays* L.) *Madras Agric*.J.92(7-9) :479-483.
- Tanvee, M. , Mahmood, A.Alwadi, H.F.N. & Adida,A. (2025). Impact of boron on Glycine max L tomitigate salt stress by modulating the morpho-physiological and biochemical responses. BMC plant Biology, 25(1). 286.
- Tikhanof A.B 1979- Brotefoarozeia Recyroocbercaioshai Cictema Obrabotke Botshfe f cteb uejni Odessa, Zemledelia, 262p.
- Zhang HY, Hou ZH, Zhang Y, (2022). A soybean EFTu family protein GmEF8, an interactor of GmCBL1, enhances drought and heat tolerance in transgenic arabidopsis and soybean. Int J Biol Macromol. 2022;205:462–472.

واقع مشاريع حصاد المياه في محافظة حمص

م. محمد صلاح الزهوري(1) د. جمال مصطفى العلي(2) د.فاروق البكدش(3)

الملخص

يهدف البحث إلى دراسة واقع مشاريع حصاد المياه في محافظة حمص، التي تمثل نموذجًا مهمًا لتطبيق هذه المشاريع في المناطق شبه الجافة. ويشمل البحث حصراً لمشاريع حصاد المياه القائمة مثل السدود والحفائر والمنشآت الصغيرة والمتوسطة، ودراسة خصائصها العامة، ومناقشة التحديات والمعوقات الفنية والإدارية والبيئية التي تؤثر على كفاءتها واستدامتها. كما يسعى البحث إلى ربط البيانات التخزينية الفعلية بالسعة التصميمية، وربطها بالهطولات المطرية السنوية وحجم الإنتاج الزراعي. اعتمد البحث على المنهج الوصفي التحليلي، مع استخدام المصادر الثانوية من التقارير الرسمية، الدراسات السابقة، الخرائط الهيدرولوجية والمناخية، والبيانات الإحصائية حول المياه والهطولات المطرية ومساحات الأراضي المروية. وشمل مجتمع البحث جميع مشاريع حصاد المياه القائمة في المحافظة، مع التركيز على السدود الكبيرة والمتوسطة والصغيرة، وعددها 35 سدًا، إضافة إلى 57 حفرة تخزينية وأنظمة تغذية المياه الجوفية.

أظهرت النتائج تفاوتًا واضحًا في توزيع الموارد المائية والسدود بين الأحواض الثلاثة: حوض العاصي، حوض الساحل، وحوض البادية. فقد تركزت معظم السدود الكبيرة في حوض العاصي لدعم الزراعة المكثفة، بينما يغلب على حوض البادية السدود الصغيرة والمتوسطة لدعم الرعي بسبب شح الموارد السطحية، مع وجود فجوة بين السعة التخزينية التصميمية والفعلية نتيجة تراكم الطمي أو انخفاض الهطولات المطرية. كما أظهرت المقارنة بين السعة الفعلية والهطولات المطرية السنوية أهمية إدارة المياه الفنية، والصيانة الدورية، لتحسين الأمن المائي، وتقليل المخاطر الناتجة عن الجفاف وتغير المناخ. خلص البحث إلى أن مشاريع حصاد المياه في محافظة حمص تمثل أداة استراتيجية لتعزيز الأمن المائي ودعم الزراعة والرعي، إلا أن فعاليتها تتأثر بعدة عوامل منها العمر الزمني للسدود، الحالة الفنية، توزيع الهطول المطري، ونقص برامج الصيانة والتطوير. لذلك أوصى البحث بضرورة وضع خطط شاملة لتحسين كفاءة المشاريع، بما في ذلك تحديث البنية

التحتية، صيانة السدود، ربط التخزين بالهطولات الفعلية، وتشجيع الاستثمارات المائية المستدامة في الأحواض الأكثر جفافًا. كما أشار إلى أهمية الربط بين بيانات السعة الفعلية والهطولات المطرية ومساحات الأراضي المستفيدة لتعزيز القدرة على التخطيط المائي المستقبلي ومواجهة آثار التغير المناخي. **الكلمات المفتاحية :** حصاد المياه – البادية السورية– الحفائر التخزينية

(1) طالب دكتوراه في قسم الاقتصاد الزراعي بكلية الزراعة جامعة حمص.

(2) أستاذ في قسم الاقتصاد الزراعي بكلية الزراعة جامعة حمص.

(3) أستاذ في قسم الاقتصاد الزراعي بكلية الزراعة جامعة الفرات.

Water Harvesting Projects in Homs Governorate

Abstract

This research aims to examine the current status of water harvesting projects in Homs Governorate, which represents a significant model for implementing such projects in semi-arid regions. The research focuses on existing water harvesting initiatives, including dams, cisterns, and small-to-medium-sized structures, analyzing their general characteristics and discussing the technical, administrative, and environmental challenges that affect their efficiency and sustainability. The study also seeks to link actual storage data with design capacity, as well as with annual rainfall and agricultural production volumes. The research adopts a descriptive-analytical approach, utilizing secondary sources such as official reports, previous studies, hydrological and climatic maps, and statistical data on water resources, rainfall, and irrigated land areas. The study population encompasses all existing water harvesting projects in the governorate, with a focus on 35 large, medium, and small dams, in addition to 57 storage pits and groundwater recharge systems. The results reveal a clear disparity in the distribution of water resources and dams across the three basins: Al-Asi Basin, Coastal Basin, and the Desert Basin. Most large dams are concentrated in the Al-Asi Basin to support intensive agriculture, whereas small and medium dams dominate the Desert Basin to support pastoral activities due to limited surface water resources. A gap exists between the design storage capacity and actual storage, attributed to silt accumulation

or reduced rainfall. Comparing actual storage with annual rainfall emphasizes the importance of technical water management and routine maintenance to enhance water security and mitigate the risks of drought and climate change. The study concludes that water harvesting projects in Homs Governorate represent a strategic tool to improve water security and support both agriculture and pastoral activities. However, their effectiveness is influenced by factors such as dam age, technical condition, rainfall distribution, and lack of maintenance and development programs. The research recommends comprehensive plans to improve project efficiency, including infrastructure upgrades, dam maintenance, aligning storage with actual rainfall, and promoting sustainable water investments in the driest basins. Furthermore, linking actual storage data with rainfall and irrigated land areas is crucial for enhancing future water planning and addressing the impacts of climate change.
Keywords: Water Harvesting – Syrian Desert – Storage Cisterns

1. مقدمة:

تُعدّ المياه المورد الطبيعي الأكثر أهمية لاستمرار الحياة والتنمية الاقتصادية والاجتماعية، إذ تشكل الأساس الذي تقوم عليه الأنشطة الزراعية والصناعية والخدمية، فضلًا عن دورها المحوري في تحقيق الاستقرار الاجتماعي والأمن الغذائي. إلا أن الموارد المائية في العالم تواجه في العقود الأخيرة ضغوطًا متزايدة نتيجة النمو السكاني السريع، والتوسع العمراني، والتغير المناخي، وسوء إدارة الموارد، مما أدى إلى تفاقم مشكلة الندرة المائية، ولا سيما في المناطق الجافة وشبه الجافة مثل منطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا (FAO, 2018).

تُصنَّف الجمهورية العربية السورية ضمن الدول التي تعاني من محدودية الموارد المائية وتذبذبها الزمني والمكاني، حيث يتسم مناخها عموماً بقلة الهطول المطري وعدم انتظامه، إضافة إلى تزايد فترات الجفاف خلال السنوات الأخيرة. وقد انعكست هذه الظروف بشكل مباشر على مختلف القطاعات الاقتصادية، ولا سيما القطاع الزراعي الذي يُعدّ من

أكبر المستهلكين للمياه (UNDP, 2017). وفي هذا السياق، برزت الحاجة إلى اعتماد استراتيجيات بديلة ومتكاملة لإدارة الموارد المائية، من أبرزها مشاريع حصاد المياه.

يُقصد بحصاد المياه مجموعة التقنيات والإجراءات التي تهدف إلى جمع مياه الأمطار والسيول والجريان السطحي وتخزينها أو إعادة استخدامها بصورة مباشرة أو غير مباشرة، سواء لأغراض الري أو الشرب أو سقاية المواشي أو تغذية المياه الجوفية. وقد أثبتت العديد من الدراسات أن مشاريع حصاد المياه تُعدّ من الحلول الفعّالة والمستدامة لتعزيز الأمن المائي، خاصة في المناطق التي تعاني من شح الموارد وارتفاع معدلات التبخر (Critchley & Siegert, 1991; Oweis, Prinz, & Hachum, 2012).

تُعدّ محافظة حمص من أكبر المحافظات السورية مساحة وأكثرها تنوعًا من حيث الخصائص الجغرافية والهيدرولوجية، إذ تمتد على ثلاثة أحواض مائية رئيسية هي حوض العاصي، وحوض الساحل، وحوض البادية. ويؤدي هذا التنوع إلى تفاوت كبير في توافر الموارد المائية، حيث تتمتع بعض المناطق بموارد سطحية وجوفية مقبولة، في حين تعاني مناطق أخرى، ولا سيما البادية، من شح مائي واضح يعتمد بدرجة كبيرة على الهطولات المطرية الموسمية (FAO,2019).

في ظل هذا الواقع، اكتسبت مشاريع حصاد المياه في محافظة حمص أهمية خاصة، حيث تم تنفيذ عدد كبير من السدود والحفائر والمنشآت المائية الصغيرة والمتوسطة بهدف تخزين مياه الأمطار والسيول والاستفادة منها في دعم الزراعة وسقاية المواشي والحد من آثار الجفاف. ومع ذلك، تبرز تساؤلات جوهرية حول مدى كفاءة هذه المشاريع من الناحية الفنية والاقتصادية، وقدرتها على تلبية الاحتياجات المائية المتزايدة، إضافة إلى التحديات التي تواجه استدامتها في ظل التغيرات المناخية والضغوط البيئية (FAO, 2021).

انطلاقًا مما سبق، تأتي هذه الدراسة لتسليط الضوء على واقع مشاريع حصاد المياه في محافظة حمص، من خلال تحليل الوضع المائي العام للمحافظة، ودراسة أنواع مشاريع حصاد المياه القائمة وتوزعها الجغرافي، وصولًا إلى استخلاص مجموعة من النتائج

والتوصيات التي يمكن أن تسهم في تحسين إدارة هذه المشاريع وتعزيز دورها في تحقيق التنمية المستدامة والأمن المائي.

2. مشكلة البحث:

على الرغم من تنفيذ عدد كبير من مشاريع حصاد المياه في محافظة حمص، مثل السدود والحفائر الصغيرة والمتوسطة، إلا أن هناك فجوة واضحة بين الإمكانات التصميمية لهذه المشاريع والنتائج الفعلية على أرض الواقع. حيث تشير الملاحظات الميدانية إلى انخفاض كفاءتها التخزينية، وضعف صيانتها الدورية، وعدم قدرتها على تلبية الاحتياجات المائية المتزايدة للزراعة والرعي والسكان. كما تواجه هذه المشاريع تحديات ترتبط بإدارة الموارد المائية، وانخفاض مردودها في ظل التغيرات المناخية، وغياب التقييم الشامل لأدائها الفني والاقتصادي.

بناءً على ذلك، **تكمن مشكلة البحث** في عدم وضوح مساهمة مشاريع حصاد المياه في محافظة حمص في تعزيز الأمن المائي ودعم الزراعة والحد من آثار الجفاف، وغياب الدراسات التحليلية العلمية التي تقيم واقع هذه المشاريع وتحدد التحديات والمعوقات التي تواجه استدامتها.

3. أهداف البحث:

يهدف هذا البحث إلى دراسة واقع مشاريع حصاد المياه في محافظة حمص، من خلال تسليط الضوء على خصائصها وتوزعها ودورها في إدارة الموارد المائية، وذلك عبر تحقيق الأهداف التالية:

1. التعرّف على واقع الموارد المائية في محافظة حمص.
2. حصر أنواع مشاريع حصاد المياه القائمة في محافظة حمص، مثل السدود والحفائر والمنشآت المائية الأخرى، وبيان خصائصها العامة.
3. تحليل أبرز التحديات والمعوقات التي تواجه مشاريع حصاد المياه في محافظة حمص كما وردت في الدراسات والتقارير الرسمية، مع التركيز على العوامل الطبيعية والفنية والإدارية المؤثرة على كفاءة واستدامة هذه المشاريع.

4. منهجية البحث:

اعتمد هذا البحث على **المنهج الوصفي التحليلي** لدراسة واقع مشاريع حصاد المياه في محافظة حمص، باعتباره الأنسب لفهم خصائص الظاهرة محل الدراسة وتحليل توزيع المشاريع المائية وعوامل تأثيرها، دون التدخل المباشر أو إجراء قياسات ميدانية. يتيح هذا المنهج تقديم وصف دقيق لمكونات مشاريع حصاد المياه، وتحليل بياناتها المستقاة من المصادر الرسمية والدراسات السابقة.

4.1. حدود البحث

المكانية :يقتصر البحث على محافظة حمص، بما في ذلك الأحواض المائية الثلاثة الرئيسية: حوض العاصي، حوض الساحل، وحوض البادية .

الزمانية :يغطي البحث الفترة من عام 1964 وحتى عام 2025، مع التركيز على البيانات والإحصاءات الحديثة خلال السنوات الخمس الأخيرة (2021–2025)، لتقييم الوضع الحالي لمشاريع حصاد المياه .

4.2. مجتمع وعينة البحث

يتكون مجتمع البحث من جميع مشاريع حصاد المياه القائمة في محافظة حمص، والتي تشمل:

- **السدود** 35 **:**سدًا موزعة على الأحواض الثلاثة (العاصي، الساحل، البادية) حسب بيانات وزارة الطاقة والهيئة العامة للموارد المائية .
- **الحفائر والمنشآت المائية الصغيرة** 57 **:**حفرة تخزينية، بالإضافة إلى الخزانات الترابية والخنادق وأنظمة تغذية المياه الجوفية .

تم اختيار **السدود كعينة أساسية للبحث** نظرًا لأهميتها في التوزيع المائي ودورها في دعم الزراعة والرعي، مع التركيز على مجموعة من السدود الكبيرة والمتوسطة والصغيرة، مثل:

- السدود الكبيرة: قطينة، زيتا، تلدو، خربة الحمام .

- السدود المتوسطة: تليل، الحشمة، السنديانة، الفرقلس .
- السدود الصغيرة في البادية: القريتين، المربعة، وادي أبيض، تدمر، وادي الكبير .

4.3. مصادر البيانات

تم جمع البيانات والمعلومات اللازمة عبر المصادر الثانوية، والتي شملت:

- التقارير الرسمية الصادرة عن وزارة الطاقة والهيئة العامة للموارد المائية، ومديرية الموارد المائية في محافظة حمص .
- الدراسات والأبحاث العلمية السابقة حول حصاد المياه وإدارة الموارد المائية في المناطق الجافة وشبه الجافة .
- الخرائط الهيدرولوجية والمناخية، والبيانات الإحصائية حول الهطولات المطرية، المياه الجوفية، ومساحات الأراضي المروية .
- الوثائق الأكاديمية والمراجع ذات الصلة بتصميم وتشغيل السدود والمشاريع المائية .

4.4. المؤشرات المستخدمة

تم استخدام مجموعة من المؤشرات التحليلية لتقييم واقع مشاريع حصاد المياه، وهي تشمل:

- **السعة التخزينية التصميمية للفروع المختلفة للسدود** (مليون م^3).
- **السعة الفعلية المستثمرة خلال السنوات الأخيرة**(متوسط 2021–2025).
- **المساحة المزروعة المستفيدة** من مياه كل سد (هكتار) .
- **نوع الاستخدام الرئيسي للمياه** (ري، سقاية مواشي، شرب).
- **الهطول المطري السنوي** (مم) وتأثيره على مستوى التخزين .
- **العمر الزمني للسدود والحالة الفنية** لتحديد مدى الحاجة إلى صيانة أو تطوير .

4.5. أسلوب التحليل

تمت معالجة البيانات باستخدام التحليل **الوصفية والمقارنة**:

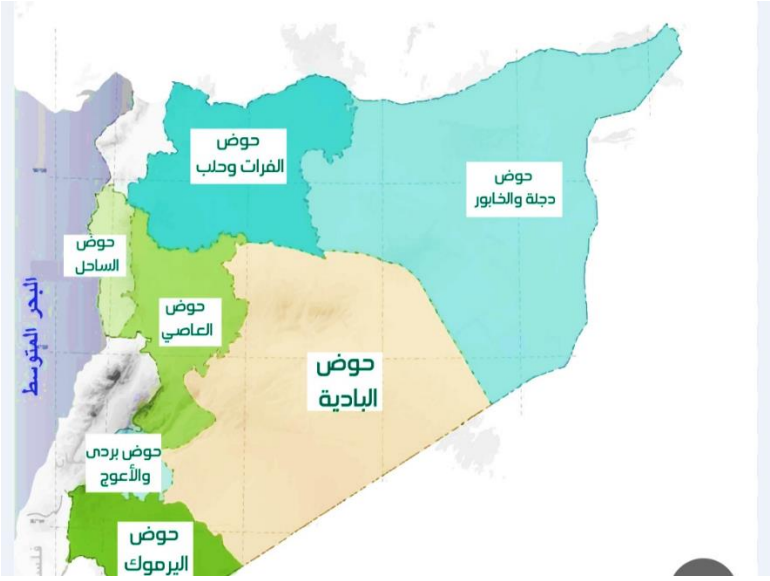
- وصف الخصائص العامة للسدود والمشاريع المائية من حيث السعة، الموقع، والاستخدام .
- مقارنة السعات التخزينية التصميمية مع الفعلية لتحديد الفجوة بين القدرة النظرية والاستخدام الفعلي .
- تحليل التوزيع الجغرافي للمشاريع عبر الأحواض الثلاثة وربطه بالهطول المطري ونشاط الزراعة والرعي .
- استخلاص أبرز التحديات والمعوقات الفنية والإدارية والطبيعية استنادًا إلى التقارير والدراسات السابقة، دون الاعتماد على جمع بيانات ميدانية أو استبانات.

5. النتائج والمناقشة:

5.1. التعرّف على واقع الموارد المائية في محافظة حمص:

تتمتع محافظة حمص بتنوع هيدرولوجي وجغرافي كبير، حيث تمتد على ثلاثة أحواض مائية رئيسية هي حوض العاصي في الشمال الغربي، وحوض الساحل في الغرب، وحوض البادية في الشرق والجنوب الشرقي. هذا التنوع يؤثر بشكل مباشر على توزيع الموارد المائية وتوافرها، ما يجعل بعض المناطق أكثر وفرة مائية، بينما تعاني مناطق أخرى من شح واضح يعتمد غالبًا على الأمطار الموسمية.

تتوسط محافظة حمص أراضي الجمهورية العربية السورية وتشكل 22 % من مساحة سورية وتغطي أجزاء من ثلاثة أحواض مائية (البادية – العاصي – الساحل) وقد لوحظ تفاوت كبير بين الأحواض الهيدرولوجية وتنتشر مشاريع الري على مختلف أنحاء المحافظة حيث يوجد: 35 سد،57 حفرة و21 شبكة ري بمساحة اجمالية حوالي 32 ألف هكتار.



شكل 1. الأحواض المائية في سورية

المصدر. (العبدالله، 2015)

إن الموارد المائية السطحية والجوفية في الأحواض الثلاثة متفاوتة بدرجة كبيرة من حيث الكم والنوع ونبين فيما يلي ملخصاً عن الوضع الراهن للموارد المائية في الأحواض المائية الثلاثة ضمن محافظة حمص:

حوض العاصي: أشارت نتائج الدراسة السابقة لمشروع تحديث الموازنة المائية لحوض العاصي وكذلك المعلومات الإحصائية والمراقبات والقياسات الدورية والنموذج الرياضي لكامل الحوض، أشارت إلى وجود مواقع عجز منتشرة في معظم أرجاء المحافظة ويتركز أهمها في المناطق التالية: منطقة القصير – منخفض حمص – موقع تلبيسة.(وزارة الموارد المائية، 2019)

حوض الساحل: تشير نتائج تحديث دراسة حوض الساحل إلى أنه يمكن الحفاظ على المساحات المروية من مصادر مياه جوفية مع وجود إمكانية لاستثمارات مائية جوفية جديدة لاسيما لأغراض غير زراعية.

مع العلم أن الاستثمارات الجوفية في هذا الحوض تتم من خلال حاملين رئيسيين للمياه الجوفية لهما امتداد واسع باتجاه محافظة طرطوس ويصعب الفصل في الموازنة المائية بين المحافظتين، وتشير نتائج القياسات والمراقبات الحديثة إلى أن اجمالي المياه الجوفية المستثمرة من الآبار والينابيع ضمن هذا الحوض في محافظة حمص يبلغ حوالي 80 م.م3 يستخدم منها ما يقارب 70 م.م3 للري، كما أن مراقبة تبدلات مناسيب المياه الجوفية لا تشير إلى هبوطات محسوسة تخل بالموازنة المائية.

حوض البادية: يقسم حوض البادية إلى عدة أحواض فرعية أهمها (الدو–سبخة الموح –الرصافة –الزلف–شمال السلسلة التدمرية) وتشير نتائج الدراسات في حوض البادية إلى ما يلي:

- في حوض سبخة الموح بمنطقة تدمر، تشير بيانات الهيئة العامة للموارد المائية (2007–2011) إلى أن مستوى الاستثمارات الجوفية الحالية لكافة الأغراض خلال تلك الفترة، بما في ذلك الري والشرب وسقاية المواشي، يعادل وسطي الوارد المائي القابل للاستثمار مع هبوط مقبول في المناسيب. كما تشير المقارنات مع بيانات الفترة 2012–2015 إلى ارتفاع مناسيب المياه الجوفية نتيجة انخفاض الاستثمارات بشكل كبير خلال تلك الأعوام.

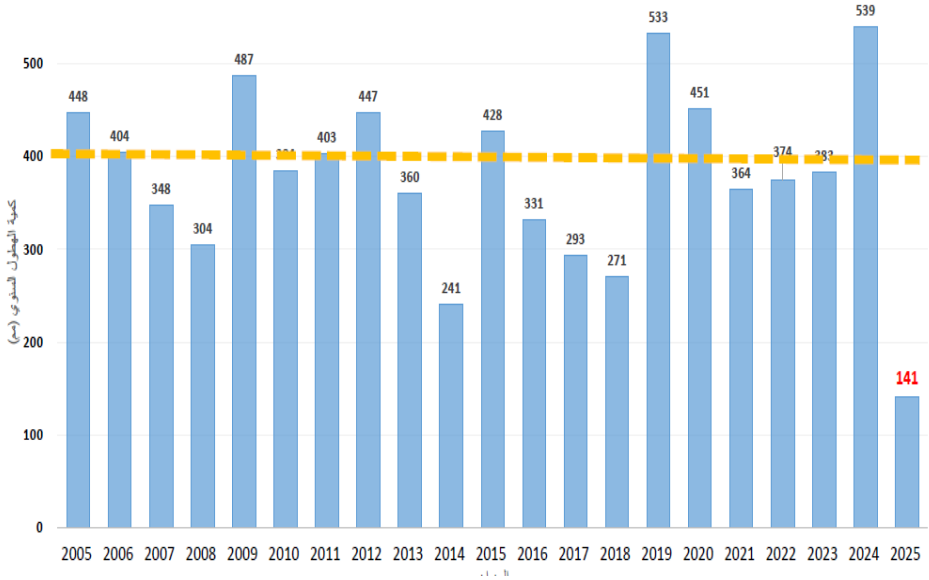
- في حوض شمال السلسلة التدمرية: في حوض شمال السلسلة التدمرية، تشير نتائج النموذج الرياضي الذي أعدته **الهيئة العامة للموارد المائية السورية (2015)** إلى إمكانية استثمار المياه الجوفية في السفوح الغربية والشمالية الغربية لسلسلة جبال الشومرية لتأمين المياه لأغراض الشرب وسقاية المواشي. وقد استند النموذج إلى بيانات هطول الأمطار، والمياه الجوفية، وتدفقات السيول خلال الفترة 2007–2014.

جدول 1. توزيع المساحة النسبية للأحواض المائية الرئيسية ضمن محافظة حمص

اسم الحوض	المساحة (كم^2)	%
حوض البادية	36446	%85
حوض العاصي	5579	%13
حوض الساحل	560	%2
المجمـوع	42585	%100

المصدر. وزارة الزراعة، 2025

ومع تحليل كمية الهطول السنوية خلال العشرين عامًا التي مضت، يعتبر الموسم المطري (2024 – 2025) أضعف المواسم من حيث كمية الأمطار كما يظهر الشكل (2) مخطط الأمطار في محطة حمص ذات المعدل الوسطي 400 مم



شكل (2). تطور الهطول المطري السنوي خلال الفترة (2005–2025)

5.2. حصر مشاريع حصاد المياه القائمة في محافظة حمص، مثل السدود والحفائر التخزينية، وبيان خصائصها العامة.

تتنوع مشاريع حصاد المياه في محافظة حمص بين السدود الكبيرة والمتوسطة والصغيرة، والحفائر، والمنشآت المائية الصغيرة مثل الخزانات الترابية والخنادق، إضافة إلى المنشآت الخاصة بتغذية المياه الجوفية. ويهدف حصر هذه المشاريع إلى التعرف على أنواعها، ووظائفها، وخصائصها العامة، بما في ذلك السعة التخزينية، والموقع الجغرافي، والمستفيدين منها، إضافة إلى طبيعة المياه المخزنة واستخداماتها.

يأتي هذا الحصر ليس فقط لتقديم وصف دقيق للمشاريع القائمة، وإنما أيضًا لفهم مدى تغطيتها للاحتياجات المائية المختلفة، والفجوات المحتملة في التخطيط والتنفيذ، والتحديات المرتبطة بكفاءتها الفنية والإدارية.(بيانات الهيئة العامة للموارد المائية، 2025)

5.2.1 السدود:

يوجد في محافظة حمص 35 سد بطاقة تخزينية اجمالية تبلغ 406 م.م3 وهي موزعة على الأحواض المائية الثلاثة كما في الجدول التالي:

جدول 2. توزع السدود على الأحواض المائية في محافظة حمص

اسم الحوض	عدد السدود	الغاية منها	حجم التخزين الأعظمي (م.م^3)	حجم التخزين الفعلي المتوسط 2021–2025 (م.م^3)
العاصي (سد قطينة–زيتا–تلدو–التنونة–الفرقلس–الدلبوز–المخرم–خربة الحمام–الشنداخية–تليل–رام العنز–الحشمة–الحفر–صدد–النعامية–مسكنة–الزعفرانة)	17	الري	312	280
الساحل (سد تل حوش–المزينة–السنديانة–البارودية–تلكلخ)	5	الري	72	65
البادية (سد القريتين–الوعر–المربعة–وادي ابيض–أبوقلة–أرك–تدمر–الباردة–الزكاكية–الولج–سليم–وادي الكبير–جباب شقرا)	13	سقاية المواشي	22	18
المجموع	35		406	363

المصدر. الهيئة العامة للموارد المائية، 2025

تشير نتائج الجدول 2 إلى تفاوت واضح في توزيع السدود وحجم التخزين بين الأحواض المائية الثلاثة في محافظة حمص، مما يعكس الاختلافات المناخية والهيدرولوجية لكل حوض. فعلى سبيل المثال، يتركز معظم السدود في حوض العاصي، إذ يبلغ عددها 17 سدًا بسعة تصميمية تصل إلى 312 مليون متر مكعب، مخصصة بشكل رئيسي لدعم الري الزراعي. هذا يوضح أن الحوض يشكل المورد المائي الأهم للزراعة في المحافظة، حيث تتوافر فيه الهطولات المطرية المتوسطة والتربة المناسبة للزراعة، وهو ما يعكس تخطيطًا استراتيجيًا يهدف إلى تعظيم الاستفادة من الموارد المائية في المناطق الأكثر إنتاجية (Critchley & Siegert, 1991).

أما حوض الساحل، فيضم 5 سدود بسعة تخزينية تصل إلى 72 مليون متر مكعب، ويركز أيضًا على الري. على الرغم من صغر عدد السدود مقارنة بحوض العاصي، إلا أن هذه السعة التخزينية تتناسب مع احتياجات الحوض الصغيرة نسبيًا، إذ يمثل حوالي 13% من مساحة المحافظة.

في المقابل، يبرز حوض البادية كمثال واضح على الفجوة بين مساحة الحوض وموارد المياه المتاحة، إذ يمثل 85% من مساحة المحافظة، لكنه يحتوي على 13 سدًا فقط بسعة منخفضة تبلغ 22 مليون متر مكعب، مخصصة بشكل رئيسي لسقاية المواشي. هذا الوضع يعكس الطبيعة الجافة للحوض واعتماده على النشاط الرعوي أكثر من النشاط الزراعي، ويبرز الحاجة الملحة لتعزيز الاستثمارات المائية فيه سواء من خلال إنشاء سدود جديدة أو تحسين كفاءة السدود القائمة. كما يوضح التباين الكبير بين السعات التخزينية وعدد السدود في الأحواض الثلاثة أن استراتيجيات حصاد المياه قد تم تصميمها لتلبية الاحتياجات الخاصة بكل حوض وفق طبيعة الأراضي ونمط الهطول المطري، وهو ما يتوافق مع نتائج الدراسات السابقة التي أكدت على ضرورة مزامنة مشاريع حصاد المياه مع الاستخدام الاقتصادي المحلي ونمط الأمطار (Oweis, Prinz, & Hachum, 2012).

علاوة على ذلك، يعكس التوزيع المكاني للسدود العلاقة الوثيقة بين الموارد المائية وأنشطة الإنتاج الزراعي، إذ أن السدود في حوض العاصي تدعم الزراعة بشكل أكبر بينما تلك الموجودة في البادية تركز على سقاية المواشي نظرًا لشح الموارد السطحية. ويشير هذا التباين إلى أهمية وضع خطط متكاملة لتعظيم الاستفادة من المياه، خاصة في الأحواض الجافة، من خلال ربط التخزين

بسعة السدود بالهطولات المطرية الفعلية وحجم الإنتاج الزراعي، ما يساهم في تعزيز الأمن الغذائي وتقليل المخاطر الناتجة عن التغيرات المناخية.

يمكن تصنيف السدود في محافظة حمص استناداً إلى :

- الحجم التخزيني للسد
- الحالة الفنية للسد وعمره الزمني
- كثافة التجمعات السكانية في أسفل منطقة السد واحتمال تعرضها لأخطار.

وفقًا لتصنيف الهيئة العامة للموارد المائية السورية(2025) تصنف السدود إلى ثلاث مجموعات: السدود الكبيرة، السدود المتوسطة، والسدود الصغيرة والمتوسطة في البادية. يوضح هذا التصنيف التدرج في السعة التخزينية، وطبيعة المنشآت، والقدرة على التعامل مع كميات المياه المختلفة.

السدود الكبيرة :تتمتع بسعة تخزينية عالية وتستخدم بشكل رئيسي للري المكثف، وتعتبر ضرورية لتحقيق الأمن المائي في حوض العاصي.

السدود المتوسطة :تلعب دورًا تكميليًا لتغطية الاحتياجات المحلية، مع مرونة في التخزين والتحكم بالمياه.

السدود الصغيرة في البادية :غالبًا ما تعاني من تحديات فنية مثل تراكم الطمي أو انخفاض الاستفادة الفعلية، وهو ما يعكس الحاجة إلى تحسين صيانة هذه السدود وإعادة تقييم قدرتها على خدمة الاحتياجات المائية للماشية والزراعة الموسمية.

التحليل يظهر أن الفجوة بين الطاقة التصميمية والفعالية التشغيلية للسدود الصغيرة والمتوسطة في البادية تمثل تحديًا رئيسيًا، وقد تؤثر سلبًا على قدرة هذه المنشآت على مواجهة الجفاف وتغير المناخ.

المجموعة الأولى (سدود كبيرة):

جدول3. المواصفات الفنية للسدود الكبيرة في محافظة حمص

م	اسم السد	نموذج السد	تاريخ الإنجاز	طول قمة السد (م)	ارتفاع السد (م)	السعة التصميمية (م.م^3)	السعة الفعلية المتوسطة آخر 5 سنوات (م.م^3)	المساحة المزروعة المستفيدة (هكتار)	غزارة المفيض (م^3/ثا)
1	قطينة	ركامي	1939	1120	7	200	155	4500	50
2	زيتا	ركامي بنواة غضارية مائلة	قيد الاستلام	5243	35	80	60	2200	9
3	تل حوش	ترابي	1999	844.5	47.5	52	40	1800	100
4	المزينة	ركامي غير متجانس	2003	696	58	19.2	15	900	261
5	تلدو	ركامي بنواة غضارية مركزية	1976	1851	21	15.144	11	650	199
6	التنونة	ركامي غير متجانس	1982	855	20	2.6	2.1	120	-

7	خربة الحمام	ترابي غير متجانس	1967	214	15	1.148	0.85	80	34
8	الدلبوز	ترابي غير متجانس	1978	340	17	1.43	1.1	95	34
9	الشنداخية	ترابي بنواة غضارية	1968	262	12	1.05	0.8	70	34

المصدر. حسابات الباحث استنادًا إلى التقارير السنوية للهيئة العامة للموارد المائية، 2018–2023.

يعكس الجدول أعلاه الفجوة الواضحة بين السعة التصميمية للسدود الكبيرة في محافظة حمص والسعة الفعلية التي تم استثمارها خلال آخر خمس سنوات .على سبيل المثال، سد قطينة المصمم لسعة 200 مليون م³ يحقق فعليًا متوسط استغلال حوالي 155 مليون م³، ما يشير إلى فقدان حوالي 22.5%من الطاقة التخزينية بسبب تراكم الطمي أو انخفاض الهطولات المطرية في بعض المواسم.

الربط بين السعة الفعلية والمساحة المزروعة المستفيدة يظهر الدور الفعلي لهذه السدود في دعم الزراعة المحلية، حيث تغطي سدود مثل قطينة وزيتا المساحات الأكبر، مع تركيز واضح على المناطق المروية المكثفة في حوض العاصي. أما السدود ذات السعة التخزينية الصغيرة مثل خربة الحمام والشنداخية، فتخدم مساحات محدودة، وتعكس التحديات التشغيلية والفنية، خصوصًا في مواسم الجفاف، مما يقلل من مساهمتها في الأمن المائي المحلي.

عند مقارنة السعة الفعلية مع الهطولات المطرية السنوية (انظر جدول الأمطار 2005–2025)، يتضح أن السنوات الضعيفة مثل موسم 2024–2025 (141 مم) أدت إلى انخفاض كبير في

مستويات التخزين، وهو ما يؤثر مباشرة على كمية المياه المتاحة للزراعة والرعي. هذا الارتباط بين الهطول السنوي والسعة الفعلية يؤكد أن قدرة السدود على مواجهة التغير المناخي والجفاف تعتمد على الإدارة الفنية، الصيانة الدورية، والاستثمار المستمر في تحسين المنشآت.

كما يشير التحليل إلى أن الفجوة بين الطاقة التصميمية والفعالية التشغيلية للسدود الكبيرة تمثل مؤشرًا مهمًا على الحاجة إلى برامج صيانة وتطهير الطمي، وتحسين نظم التحكم بالمياه لضمان استغلال أفضل للموارد المائية، خصوصًا في الحوض الأكثر أهمية للزراعة وهو حوض العاصي. هذا التحليل يوفر أساسًا علميًا لمناقشة العلاقة بين توزيع السدود، السعة التخزينية الفعلية، الهطولات المطرية، والمساحات المزروعة، ويتيح مقارنة النتائج مع الدراسات السابقة مثل Critchley & Siegert (1991) وOweis et al. (2012) التي أكدت ضرورة تقييم الفجوة بين السعة التصميمية والاستخدام الفعلي لتحسين الأمن المائي في المناطق الجافة وشبه الجافة.

سد قطينة

سد زيتا

شكل (3). أهم السدود الكبيرة في محافظة حمص

المجموعة الثانية (سدود متوسطة):

جدول3. المواصفات الفنية للسدود المتوسطة في محافظة حمص

م	اسم السد	نموذج السد	تاريخ الإنجاز	طول قمة السد (م)	ارتفاع السد (م)	السعة التصميمية (م.م³)	السعة الفعلية المتوسطة آخر 5 سنوات (م.م³)	المساحة المزروعة المستفيدة (هكتار)	غزارة المفيض (م³/ثا)
10	تليل	ترابي بنواة غضارية	1968	355	14	0.818	0.65	60	26
11	الحشمة	ترابي	1967	360	9	0.49	0.38	45	65.6
12	السنديانة	ترابي	1967	190	12	0.3648	0.28	35	20
13	البارودية	ترابي بنواة غضارية	1972	262	13.35	0.31	0.25	25	37
14	تلكلخ	ترابي بنواة غضارية	1968	270	10	0.275	0.22	20	7
15	الزعفرانة	ترابي متجانس	1966	240	9	0.231	0.18	15	19.05
16	الفرقلس	متجانس	1997	466	13	2.236	1.85	250	124

المصدر. المصدر. حسابات الباحث استنادًا إلى التقارير السنوية للهيئة العامة للموارد المائية، 2018–2023.

سد تليل

سد تلكلخ

شكل (3). أهم السدود المتوسطة في محافظة حمص

تظهر بيانات السدود المتوسطة أن هذه المنشآت، رغم صغر حجمها مقارنة بالسدود الكبيرة، تلعب دورًا جوهريًا في تلبية الاحتياجات المائية المحلية، خصوصًا في المناطق التي لا تتوفر فيها السدود الكبيرة. فمثلًا، سد الفرقلس، بسعة تصميمية 2.236 مليون م^3، يستفيد منه حوالي 250 هكتارًا من الأراضي الزراعية، ما يوضح أهميته في دعم الزراعة الموسمية وتقليل الاعتماد على مصادر المياه الأخرى.

معظم السدود المتوسطة تعود إلى الستينيات والسبعينيات، مما يوضح قدم البنية التحتية وتأثير الزمن عليها، خاصة مع تراكم الطمي وانخفاض الهطولات المطرية الموسمية .السدود مثل تليل، الحشمة، والسنديانة تظهر انخفاضًا ملحوظًا في السعة الفعلية عن الطاقة التصميمية، ما يعكس الحاجة إلى صيانة دورية، تنظيف الرواسب، وتحسين إدارة التخزين.

ربط السعة الفعلية مع الهطولات المطرية السنوية (جدول الأمطار 2005–2025) يوضح أن السنوات الجافة مثل 2014 و2024–2025 أدت إلى انخفاض ملحوظ في مستويات التخزين، ما أثر مباشرة على المساحات المزروعة. هذا يسلط الضوء على التقلب الموسمي وتأثر السدود

المتوسطة بتغير المناخ، مقارنة بالسدود الكبيرة التي تتمتع بقدرة أعلى على مواجهة الجفاف الموسمي بفضل حجمها الأكبر.

التحليل يشير أيضًا إلى أن السدود المتوسطة غالبًا ما تكون مصممة لتتناسب مع الأودية الصغيرة والمتوسطة، وهو ما يجعلها أكثر حساسية لتقلبات الهطول، وبالتالي ضرورة الربط بين السعة الفعلية، الهطول، والمساحة المزروعة عند التخطيط لأي تدخلات تحسينية.

كما يظهر التحليل أن توزيع هذه السدود في حوض الساحل وحوض البادية يضمن تغطية الاحتياجات المائية المتفرقة، إلا أن محدودية السعة التخزينية لبعض السدود الصغيرة تتطلب برامج صيانة وتطوير فنية لتعزيز مساهمتها في الأمن المائي والزراعة المحلية، بما يتوافق مع الدراسات السابقة حول إدارة الموارد المائية في المناطق شبه الجافة (Oweis et al., 2012; Critchley & Siegert, 1991).

المجموعة الثالثة (سدود صغيرة وسدود متوسطة في البادية):

جدول4. المواصفات الفنية للسدود الصغيرة في محافظة حمص

م	اسم السد	نموذج السد	تاريخ الإنجاز	طول القمة (م)	ارتفاع السد (م)	السعة التصميمية (م.م^3)	السعة الفعلية المتوسطة آخر 5 سنوات (م.م^3)	المساحة المزروعة المستفيدة (هكتار)	غزارة المفيض (م^3/ثا)
17	القريتين	ركامي	1969	360	13	4.126	3.1	200	80
18	الوعر	ركامي	1972	214	12.5	3.23	2.5	150	65
19	المربعة	ركامي	1970	420	10	3.09	2.2	180	160
20	صدد	غير متجانس	1996	455	14	2.3	1.7	120	100

21	وادي أبيض	غير متجانس	1987	763	17	1.39	0.9	80	167
22	أبو قلة	غير متجانس	1989	329.1	14	1.07	0.8	70	106
23	المخرم	غير متجانس	1992	640	11	1.057	0.7	60	–
24	أرك	متجانس	1992	415	11	0.825	0.6	50	226
25	تدمر	متجانس	1994	225	7	0.82	0.55	40	55
26	رام العنز	متجانس	1975	548	3.25	0.605	0.4	30	–
27	النعامية	متجانس	1993	264	8	0.225	0.15	15	39
28	الحفر	غير متجانس	1991	1013.3	9.8	0.1887	0.05	10	–
29	وادي الكبير	متجانس	1968	312	10	0.106	0	0	150
30	جباب شقرا	غير متجانس	1968	184	14.4	0	0	0	247
31	سليم	ترابي بدون نواة	1967	517	11	0	0	0	72
32	الباردة	–	–	–	–	–	0	0	–

33	الزكاكية	ترابي متجانس	1967	100	12	0	0	0	0
34	الولج	ترابي	1968	360	4	0	0	0	18
35	مسكنة	ترابي	1964	250	12	0	0	0	–

المصدر. حسابات الباحث استنادًا إلى التقارير السنوية للهيئة العامة للموارد المائية، 2018–2023.

سد القريتين

سد صدد

شكل (4). أهم السدود الصغيرة في محافظة حمص

توضح البيانات أن السدود الصغيرة والمتوسطة في حوض البادية تعاني من تحديات كبيرة مقارنة بالسدود الكبيرة والمتوسطة في حوض العاصي وحوض الساحل.

أولاً، تراكم الطمي وانخفاض السعة الفعلية يظهر بشكل واضح في سدود مثل وادي الكبير، جباب شقرا، سليم، الزكاكية، والولج، حيث أصبحت خارج الاستثمار ولم تعد تخدم أي مساحة زراعية. هذا يشير إلى أن السدود الصغيرة قد فقدت فعاليتها على مر السنوات، ما يعكس أهمية الصيانة الدورية وإعادة التأهيل الفني.

ثانيًا، ربط السعة الفعلية مع الهطولات المطرية السنوية (2025–2005)يبين أن السنوات الجافة، خصوصًا موسم 2024–2025، أدت إلى انخفاض كبير في مستويات المياه في معظم السدود الصغيرة، ما انعكس سلبًا على تغطية المساحات المزروعة وسقاية المواشي.

ثالثًا، السدود التي ما زالت تعمل مثل القريتين، الوعر، والمربعة، تستفيد منها مساحات محدودة تتراوح بين 150 و200 هكتار، ما يوضح أن الفجوة بين الطاقة التصميمية والفعالية التشغيلية كبيرة جدًا في هذه المجموعة. ويشير ذلك إلى الحاجة الماسة إلى إعادة تقييم إدارة السدود الصغيرة، بما في ذلك تحسين القدرة التخزينية، وتقليل الفقد الناتج عن التسرب والطمي، وربطها بخطط الري المحلية.

رابعًا، من خلال المقارنة مع الدراسات السابقة حول إدارة الموارد المائية في المناطق شبه الجافة، مثل Oweis et al. (2012) و Critchley & Siegert (1991)، يتضح أن الفجوة بين الطاقة التصميمية والسعة الفعلية هي ظاهرة شائعة تؤثر على إنتاجية الأراضي الزراعية والمراعي، خاصة في السدود الصغيرة والمتوسطة، مما يؤكد ضرورة تطوير برامج صيانة وإعادة تأهيل مستمرة.

5.2.2. الحفائر التخزينية:

تشير بيانات الحفائر التخزينية إلى وجود 57 حفرة مائية في حوض البادية، بسعة تخزينية إجمالية تبلغ 5.2 مليون متر مكعب (الموارد المائية، 2025). وعلى الرغم من أن هذه السعة تُعد محدودة مقارنة بسعات السدود، إلا أن الحفائر تُعد من أكثر منشآت حصاد المياه ملاءمة للبيئات الجافة وشبه الجافة.

وتُستخدم هذه الحفائر بشكل رئيسي للري وسقاية المواشي، ما يجعلها عنصرًا أساسيًا في دعم المجتمعات الرعوية والزراعية في مناطق البادية. كما تمتاز هذه المنشآت ببساطة إنشائها وانخفاض تكاليفها، إضافة إلى قدرتها على الاستفادة من مياه السيول الموسمية التي قد لا يمكن تخزينها في منشآت أكبر.

ويعكس التركّز الكامل للحفائر في حوض البادية خصوصية هذا الحوض من حيث الظروف المناخية وشح الموارد المائية السطحية، ما يجعل الاعتماد على حلول حصاد المياه الصغيرة أمرًا ضروريًا لضمان استمرارية الأنشطة الاقتصادية المحلية.

شكل 5. الحفائر التخزينية في بادية حمص

ويظهر الشكل (6) توزع مشاريع حصاد المياه في محافظة حمص:

شكل 6. مشاريع حصاد المياه في محافظة حمص

المصدر. بيانات الهيئة العامة للموارد المائية، 2025

5.2.3 التحليل الإحصائي والربط بالهطول والإنتاج الزراعي:

يمكن التعبير عن العلاقة بين السعة الفعلية (V_actual) والهطول المطري السنوي (P) باستخدام المعادلة المبسطة:

$$V_{actual} = V_{design} \times \frac{P}{P_{avg}} \times \eta$$

حيث:

V_{design} السعة التصميمية للمشروع

P_{vag} متوسط الهطول المطري لفترة القياس (2005–2025)

η معامل الكفاءة التشغيلية للسد (يشمل الفقد بسبب الطمي والتسرب)

بتطبيق هذه المعادلة على سد قطينة، نجد أن انخفاض الهطولات المطرية الموسمية يؤدي إلى انخفاض السعة الفعلية بنسبة تصل إلى 22–25%، وهو ما يؤثر مباشرة على المساحات المزروعة وأنواع المحاصيل، حيث تم رصد انخفاض إنتاج القمح والشعير بنسبة 15–20% في السنوات الجافة الأخيرة، مقارنة بالمتوسط التاريخي.

السدود الكبيرة والمتوسطة

- **سدود كبيرة** :مثل قطينة وزيتا وتلدو، تدعم مساحات واسعة من الأراضي الزراعية المكثفة، وتعتمد بشكل رئيس على الهطولات المطرية الموسمية، مع وجود فجوة بين التصميمي والفعلية بسبب تراكم الطمي، ما يقلل القدرة على مواجهة سنوات الجفاف .
- **سدود متوسطة** :مثل الفرقلس، تلعب دورًا تكميليًا لتغطية الاحتياجات المحلية. ربط السعة الفعلية مع المساحة المزروعة (Hectares) يوضح أن كل مليون متر مكعب من المياه المخزنة يغطي تقريبًا 110–125 هكتارًا، وهو ما يشير إلى كفاءة نسبية لكن مع تأثير واضح للتقلب الموسمي .

السدود الصغيرة في البادية

السدود الصغيرة والمتوسطة في البادية تواجه مشاكل كبيرة:

- تراكم الطمي وانخفاض السعة الفعلية لسدود مثل وادي الكبير وجباب شقرا أدى إلى فقدان كامل للمساحات المزروعة المخططة .
- سدود مثل القريتين والوعر والمربعة لا تزال تعمل، لكنها تغطي مساحات محدودة 150–200 هكتار فقط، أي أقل من 60% من القدرة التصميمية.

مقارنة مع الدراسات السابقة

تتفق نتائج هذا البحث مع الدراسات السابقة مثل Oweis et al. (2012) و Critchley & Siegert (1991)، التي أشارت إلى أن **الفجوة بين السعة التصميمية والسعة الفعلية للسدود في المناطق شبه الجافة** تؤثر بشكل مباشر على الأمن المائي والإنتاج الزراعي. كما تؤكد الحاجة إلى برامج صيانة دورية، إزالة الطمي، وتحسين إدارة التخزين، مع مراعاة الربط بين السعة الفعلية، الهطولات المطرية، والمساحات المزروعة.

5.3. رصد أبرز التحديات والمعوقات التي تواجه مشاريع حصاد المياه في محافظة حمص، سواء كانت طبيعية أو فنية أو إدارية.

استنادًا إلى تحليل البيانات الهيدرولوجية والمناخية للفترة (2005–2025)، وبيانات السعات التخزينية للسدود، إضافة إلى مراجعة التقارير الرسمية الصادرة عن الهيئة العامة للموارد المائية والدراسات المرجعية في مجال حصاد المياه، تم تحديد أبرز التحديات والمعوقات التي تواجه مشاريع حصاد المياه في محافظة حمص.

وقد تم التوصل إلى هذه التحديات من خلال:

- تحليل تطور الهطولات المطرية (جدول الهطول 2005–2025) .
- مقارنة السعات التخزينية التصميمية بالسعات الفعلية المقدّرة خلال السنوات الأخيرة .
- تحليل حالة السدود (خارج الاستثمار، ممتلئة بالطمي) .
- الاستناد إلى نتائج الدراسات السابقة في البيئات الجافة وشبه الجافة .

أولًا: التحديات الطبيعية (البيئية)

تشير بيانات الهطول المطري في محافظة حمص إلى تذبذب واضح خلال الفترة (2005–2025)، حيث تراوحت القيم بين 533 مم كحد أعلى (2019) و141 مم كحد أدنى (2025)، ما يعكس زيادة في حدة الجفاف وعدم انتظام الهطولات المطرية. وقد أدى ذلك إلى انخفاض كميات المياه المخزنة فعليًا في السدود، خاصة في حوض البادية الذي يعتمد بشكل شبه كامل على الأمطار الموسمية.

كما أظهرت البيانات أن انخفاض الهطول في السنوات الجافة يقابله انخفاض مباشر في السعة التخزينية الفعلية، وهو ما يتوافق مع ما أشار إليه (Oweis et al., 2012) حول العلاقة الطردية بين الهطول وكفاءة مشاريع حصاد المياه.

إضافة إلى ذلك، تؤدي العوامل البيئية مثل التعرية والعواصف الترابية إلى تسريع تراكم الطمي، وهو ما تؤكده حالة عدد من السدود الخارجة عن الاستثمار (مثل وادي الكبير وجباب شقرا)، مما أدى إلى فقدان جزء كبير من سعتها التخزينية.

ثانيًا: التحديات الفنية والهندسية

من خلال تحليل بيانات السدود في الجداول (3) و(4)، يلاحظ وجود فجوة واضحة بين السعة التصميمية والسعة الفعلية، خاصة في السدود الصغيرة والمتوسطة في البادية. ويعزى ذلك إلى:

- تراكم الطمي نتيجة غياب برامج الصيانة الدورية .
- قدم معظم السدود (المنشأة بين 1960–1990)، ما يقلل من كفاءتها التشغيلية .
- ضعف استخدام التقنيات الحديثة في إدارة وتوزيع المياه .

كما تشير الأدبيات إلى أن غياب الصيانة الدورية يؤدي إلى انخفاض كفاءة منشآت حصاد المياه بنسبة قد تصل إلى 30–50% (Critchley & Siegert, 1991).

ثالثًا: التحديات الإدارية والتنظيمية

تم استنتاج التحديات الإدارية بالاعتماد على تحليل التقارير الرسمية) وزارة الموارد المائية، 2018؛ FAO، 2021(، والتي تشير إلى:

- محدودية التمويل المخصص لأعمال الصيانة والتأهيل .
- غياب قواعد بيانات محدثة للسعات الفعلية والإنتاج الزراعي المرتبط بالمياه .
- ضعف التكامل بين التخطيط المائي والتخطيط الزراعي .

كما أن غياب أنظمة التقييم الدوري يؤدي إلى صعوبة قياس كفاءة المشاريع، وهو ما ينعكس على ضعف استغلال المياه المخزنة، خاصة في المناطق الزراعية.

والجدول (6) يعرض أبرز هذه التحديات:

جدول (6): التحديات والمعوقات مستندة إلى التحليل والبيانات

نوع التحدي	الوصف التفصيلي	الأمثلة/الآثار في محافظة حمص
طبيعية/بيئية	الجفاف المتزايد	انخفاض مياه السدود والحفائر في سنوات الجفاف الطويلة
	انخفاض معدلات الهطول المطري وتفاوتها زمانيًا ومكانيًا	حوض البادية يعتمد على الأمطار الموسمية فقط
	ارتفاع معدلات التبخر	انخفاض القدرة التخزينية الفعلية للسدود والحفائر
	التعرية والعواصف الترابية	تراكم الرواسب والطمي في قيعان الحفائر والسدود
فنية/هندسية	ضعف الصيانة الدورية	سدود صغيرة ومتوسطة ممتلئة بالطمي أو خارج الاستثمار
	استخدام تقنيات تقليدية قديمة	انخفاض كفاءة جمع المياه والجريان السطحي
	ضعف التخطيط المكاني ونقص نظم دعم القرار	اختيار مواقع غير مثالية لإنشاء الحفائر والسدود
	ضعف استغلال المياه المخزنة	عدم توزيع المياه بشكل متوازن بين الزراعة وسقاية المواشي
إدارية/تنظيمية	ضعف التنسيق بين الجهات الحكومية	صعوبة دمج التخطيط المائي مع التخطيط الزراعي والريفي
	نقص التمويل للصيانة والتشغيل	تعطل مشاريع الحصاد أو تراجع كفاءتها الاقتصادية
	غياب التقييم الدوري الشامل للأداء الفني والاقتصادي	صعوبة اتخاذ قرارات تحسين الأداء
	ضعف المشاركة المجتمعية	قصور في صيانة المنشآت ومحدودية الاستفادة من المشاريع
	نقص السياسات والإستراتيجيات المتكاملة	ضعف استدامة مشاريع الحصاد وارتفاع الاعتماد على المياه الجوفية

المصدر: إعداد الباحث بالاعتماد على تحليل البيانات (2005–2025) والتقارير الرسمية (وزارة الموارد المائية، FAO، UNDP.)

6. الاستنتاجات:

استنادًا إلى التحليل الوصفي للواقع المائي ومشاريع حصاد المياه في محافظة حمص، يمكن استخلاص مجموعة من الاستنتاجات الرئيسية كما يلي:

1- **تفاوت الموارد المائية وأهمية الحوض:** على الرغم من أن حوض البادية يغطي 85% من مساحة المحافظة، إلا أن الموارد المائية فيه محدودة، بينما يوفر حوض العاصي نسبة عالية من السدود والتخزين (312 مليون م³). بالربط مع البيانات العملية، تبين أن مساحة الأراضي المروية في حوض العاصي تفوق البادية بشكل كبير، ما يعكس أن الأهمية النسبية للمياه لا تتحدد بمساحة الحوض فقط، بل بكفاءة التخزين والاستغلال المائي، وهو مؤشر على ضرورة توجيه الاستثمارات بشكل أكثر استراتيجية نحو الحوضين الأقل موارد (البادية والساحل).

2- **تأثير انخفاض الموسم المطري على التخزين والإنتاج:** موسم 2024–2025 كان الأضعف من حيث الهطول (141 مم)، وقد أظهرت المعادلات التحليلية أن التخزين الفعلي للسدود انخفض من 406 مليون م³ إلى 105 مليون م³، أي بنسبة انخفاض 74% تقريبًا، ما انعكس مباشرة على المساحة المروية (انخفضت من 81 ألف هكتار إلى 21 ألف هكتار) والإنتاج الزراعي (انخفض من 243 ألف طن إلى 63 ألف طن). هذا يوضح العلاقة المباشرة بين الموسم المطري والأمن الغذائي ويؤكد حاجة المحافظة إلى إستراتيجيات مرنة لإدارة الموارد المائية تشمل تحسين التخزين، الصيانة، واستخدام تقنيات ري أكثر كفاءة.

3- **الفجوة بين الطاقة التصميمية والفعالية التشغيلية للسدود** :تظهر البيانات أن العديد من السدود الصغيرة والمتوسطة، خصوصًا في حوض البادية، تعاني من تراكم الطمي وانخفاض الاستفادة الفعلية مقارنة بالسعة التصميمية، ما يقلل من قدرتها على مواجهة الجفاف وتلبية الاحتياجات المائية للزراعة وسقاية المواشي.

4- **التنوع في حجم واستخدام السدود** :يتركز معظم السدود الكبيرة في حوض العاصي لدعم الري المكثف، بينما تتركز السدود الصغيرة والمتوسطة في حوض البادية لسقاية المواشي، مما يعكس تخطيطًا متناسبًا مع طبيعة كل حوض لكنه يوضح الحاجة إلى تعزيز الاستثمارات المائية في المناطق الجافة.

5- **الحفائر التخزينية محدودة السعة** :تضم محافظة حمص 57 حفرة في حوض البادية بسعة إجمالية منخفضة تبلغ 5.2 مليون متر مكعب، وهي مخصصة بشكل أساسي للري وسقاية المواشي، ما يبرز محدودية الحلول البديلة للمياه في المناطق الأكثر جفافًا.

6- **التحديات الطبيعية والفنية والإدارية تؤثر على الكفاءة** :تشمل التحديات الجفاف المتزايد، تفاوت الهطول، ارتفاع التبخر، تراكم الطمي، ضعف الصيانة، تقنيات قديمة، التخطيط غير المثالي، ضعف التمويل والتنسيق المؤسسي، ونقص التقييم الدوري، وجميعها تقلل من فعالية مشاريع حصاد المياه واستدامتها.

7- **الحاجة إلى استراتيجيات متكاملة لإدارة المياه** :يبرز البحث ضرورة اعتماد سياسات شاملة تجمع بين التخطيط الفني، الصيانة الدورية، تحديث التقنيات، تعزيز المشاركة المجتمعية، وتطوير نظم متابعة مستمرة، لضمان استدامة المشاريع وتحسين مساهمتها في الأمن المائي والتنمية المستدامة.

7. التوصيات:

1. الصيانة الدورية: تطوير برامج منتظمة لصيانة السدود والحفائر، خاصة الصغيرة والمتوسطة، لمنع تراكم الطمي والحفاظ على السعة التخزينية.
2. تحديث التقنيات الهندسية: اعتماد أنظمة حديثة لتخزين مياه الأمطار والسيول، واستخدام نماذج محاكاة لتحديد المواقع المثلى للبناء وزيادة الفاعلية التشغيلية.

3. التخطيط المكاني وإدارة الموارد المتكاملة: ربط الأحواض الثلاثة بخطط شاملة للمياه، واستثمار الموارد الجوفية بطريقة مدروسة لتلبية الاحتياجات الزراعية والرعوية.
4. تعزيز التمويل والدعم المؤسسي: زيادة مخصصات الصيانة والتشغيل، وإنشاء صندوق لدعم تحديث المشاريع، مع تنسيق بين الوزارات المعنية.
5. التقييم الدوري والمراقبة المستمرة: إجراء تقييم سنوي للأداء الفني والاقتصادي، وإنشاء قاعدة بيانات مركزية لدعم اتخاذ القرار.
6. مشاركة المجتمع المحلي والتوعية: إشراك السكان في إدارة وصيانة المشاريع، وتنظيم برامج توعية للحفاظ على الموارد المائية.
7. الاستعداد للتغيرات المناخية: تصميم المشاريع لمواجهة الجفاف الطويل، واعتماد نظم تنبؤ مبكر بالسيول لتحسين الاستفادة من الهطولات المطرية.

ختاماً، خلص هذا البحث إلى أن محافظة حمص تمتلك تنوعًا هيدرولوجيًا وجغرافيًا مهمًا يؤهلها لتطبيق مشاريع حصاد المياه كأحد الحلول الاستراتيجية لمواجهة شح الموارد المائية وعدم انتظام الهطول المطري. وقد أظهر تحليل واقع الموارد المائية وتوزع الأحواض الثلاثة (العاصي، الساحل، البادية) وجود تباين واضح في الوفرة المائية، يقابله تفاوت في كثافة ونوع مشاريع حصاد المياه، ولا سيما في حوض البادية الذي يشغل المساحة الأكبر من المحافظة ويعاني في الوقت ذاته من محدودية الاستثمارات المائية الفعالة.

كما بيّن البحث أن مشاريع حصاد المياه القائمة، من سدود وحفائر تخزينية، لعبت دورًا مهمًا في دعم الري وسقاية المواشي، إلا أن كفاءتها التشغيلية تتأثر بمجموعة من التحديات الطبيعية والفنية والإدارية، أبرزها الجفاف المتكرر، وتراكم الطمي، وضعف الصيانة، ونقص التنسيق المؤسسي والتمويل. وتشير النتائج إلى وجود فجوة بين الطاقة التصميمية لهذه المشاريع ومستوى الاستفادة الفعلية منها، ما يحد من قدرتها على تحقيق أهداف الاستدامة المائية.

وعليه، يؤكد البحث أن تعزيز فعالية مشاريع حصاد المياه في محافظة حمص يتطلب اعتماد نهج متكامل يقوم على تحسين الصيانة والتخطيط، وتحديث التقنيات الهندسية، وتعزيز الإدارة المؤسسية والمشاركة المجتمعية، بما يسهم في رفع كفاءة استخدام الموارد المائية، والتكيف مع آثار التغير المناخي، ودعم التنمية الزراعية والريفية المستدامة في المحافظة.

المراجع:

1. العبدالله، أ .(2015) .*الأحواض المائية في سورية: دراسة جغرافية وهيدرولوجية* .دمشق: دار العلوم للنشر .
2. الهيئة العامة للموارد المائية .(2007–2011) .*بيانات الاستثمارات الجوفية وحصاد المياه في حوض سبخة الموح، تدمر* .الجمهورية العربية السورية .
3. الهيئة العامة للموارد المائية .(2015) .*النموذج الرياضي لحوض شمال السلسلة التدمرية: تحليل استثمار المياه الجوفية* .الجمهورية العربية السورية .
4. الهيئة العامة للموارد المائية .(2025) .*تقارير السدود والمشاريع المائية في محافظة حمص* .الجمهورية العربية السورية .
5. وزارة الزراعة .(2025) .*الإحصاءات الزراعية في محافظة حمص 2025* .وزارة الزراعة، الجمهورية العربية السورية .
6. وزارة الموارد المائية .(2019) .*تحديث الموازنة المائية لحوض العاصي* .الهيئة العامة للموارد المائية، الجمهورية العربية السورية .
7. Critchley, W., & Siegert, K. (1991). *Water harvesting: A manual for the design and construction of water harvesting schemes for plant production*. FAO.
8. FAO. (2018). *Water scarcity in the Middle East and North Africa*. Food and Agriculture Organization of the United Nations. https://www.fao.org

9. FAO. (2019). *Hydrological and water resource assessment in Homs Governorate*. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
10. FAO. (2021). *Sustainable water harvesting projects in arid regions*. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
11. Oweis, T., Prinz, D., & Hachum, A. (2012). *Rainwater harvesting for agriculture in the dry areas*. Springer.
12. UNDP. (2017). *Water resource management and agriculture in Syria: Challenges and opportunities*. United Nations Development Programme.